

S.G.C. E78 GROSSETO-FANO

Tratto Siena Bettolle (A1)

Adeguamento a 4 corsie del tratto Siena-Ruffolo (Lotto 0)

PROGETTO DEFINITIVO

COD. FI-81

R.T.I. di PROGETTAZIONE: Mandataria Mandante



PROGETTISTI:

Ing. Riccardo Formichi - Pro Iter srl (Integratore prestazioni specialistiche)
Ordine Ing. di Milano n. 18045

Ing. Alberto Rinaldi - Erre.vi.a. srl
Ordine Ing. di Milano n. 16951

IL GEOLOGO

Dott. Geol. Massimo Mezzanzanica - Pro Iter srl
Albo Geol. Lombardia n. A762

COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE

Ing. Enrico Moretti - Erre.vi.a. srl
Ordine Ing. di Milano n. 16237

VISTO: IL RESP. DEL PROCEDIMENTO

Ing. Raffaele Franco Carso

PROTOCOLLO

DATA



06 - Opere d'arte

06.03 Opere d'arte maggiori - Ponti rami svincoli

06.03.02 - Ponte Fosso Borrino rampa Fa-Si Svincolo Ruffolo (PO.02)

Relazione di calcolo impalcato

CODICE PROGETTO			NOME FILE	REVISIONE	SCALA
PROGETTO	LIV. PROG.	N. PROG.	T00VI14STRRE01B.pdf		
DPFI0081	D	20	CODICE ELAB. T00VI14STRRE01	B	-
D					
C					
B	Revisione per istruttoria ANAS		Maggio 2021	PISTONE	MARTIGNONI RINALDI
A	Emissione		Ottobre 2020	PISTONE	MARTIGNONI RINALDI
REV.	DESCRIZIONE		DATA	REDATTO	VERIFICATO APPROVATO

INDICE

1	PREMESSA.....	1
1.1	Descrizione dell'intervento.....	1
1.2	Inquadramento geografico.....	2
1.3	Inquadramento geologico e geomorfologico.....	2
2	DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO	3
2.1	Elaborati a carattere generale	3
2.2	Elaborati specifici	3
3	NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	5
3.1	Normativa tecnica di riferimento	5
3.1.1	Materiali	5
3.1.2	Costruzioni in c.a. e acciaio.....	5
3.1.2.1	Eurocodice 0 - "Criteri generali di progettazione strutturale"	5
3.1.2.2	Eurocodice 1 - "Azioni sulle strutture".....	5
3.1.2.3	Eurocodice 2 - "Progettazione delle strutture in calcestruzzo"	5
3.1.2.4	Eurocodice 3 - "Progettazione delle strutture in acciaio".....	5
3.1.2.5	Eurocodice 4 - "Progettazione delle strutture composte acciaio-calcestruzzo".....	6
3.1.3	Geotecnica.....	6
3.1.3.1	Eurocodice 7 - "Progettazione geotecnica"	6
3.1.4	Sismica	6
3.1.4.1	Eurocodice 8 - "Progettazione delle strutture per la resistenza sismica"	6
3.2	Normativa tecnica nazionale	6
3.3	Bibliografia e altri riferimenti	6
4	MATERIALI	8
4.1	Acciaio per carpenteria metallica.....	8
4.1.1	Acciaio da carpenteria – S355.....	8
4.1.2	Pioli	8
4.1.3	Unioni saldate	8
4.1.4	Unioni bullonate	8
4.2	Calcestruzzo	8
4.2.1	Calcestruzzo per soletta impalcato – C35/45.....	8
4.2.2	Calcestruzzo per predalles – C40/50.....	9
4.3	Acciaio per calcestruzzo armato.....	9
4.3.1	Acciaio in barre per calcestruzzo armato – B450C	9
4.4	Durabilità dei materiali.....	9
4.4.1	Conglomerati cementizi.....	9
5	APPROCCIO DI CALCOLO.....	13
5.1	Descrizione criteri di calcolo	13
5.2	Criteri generali di verifica.....	13
5.2.1	Combinazioni di carico	13
5.2.2	Stati Limite Ultimi	14
5.2.2.1	Strutture non geotecniche.....	15
5.2.3	Stati Limite di Esercizio	17
5.2.4	Stati Limite Ultimi e di Esercizio sismici	17
5.3	Software di calcolo	19
5.3.1	Calcolo strutture generiche.....	19
5.3.2	Verifica sezioni miste acciaio-calcestruzzo.....	19
5.3.3	Verifiche sezioni strutturali.....	20

5.4	Validazione programmi di calcolo	21
5.4.1	Analisi e verifiche svolte con l'ausilio di codici di calcolo.....	21
5.4.2	Tipo di analisi svolta	21
5.4.3	Affidabilità dei codici di calcolo	21
5.4.4	Modalità di presentazione dei risultati.....	21
5.4.5	Informazioni generali sull'elaborazione.....	21
5.4.6	Giudizio motivato di accettabilità dei risultati.....	21
6	ANALISI STATICHE IMPALCATO	22
6.1	Descrizione analisi strutturale.....	22
6.1.1	Fase 1	22
6.1.2	Fase 2.....	22
6.1.3	Fase 3.....	23
6.2	Coefficienti di omogeneizzazione	23
6.3	Larghezza di soletta collaboranti	24
6.4	Rigidezze flessionali.....	25
6.5	Rigidezze torsionali	28
6.6	Traversi.....	30
6.7	Vincoli	31
6.8	Geometria modello	32
7	ANALISI DEI CARICHI STATICI.....	33
7.1	Fase 1	33
7.1.1	Impalcato metallico.....	33
7.1.2	Soletta in c.a.	33
7.2	Fase 2.....	34
7.2.1	Permanenti non strutturali	34
7.2.2	Ritiro	35
7.3	Fase 3.....	38
7.3.1	Azioni variabili da traffico veicolare.....	38
7.3.2	Azioni variabili da vento.....	43
7.3.3	Azioni termiche.....	45
7.3.3.1	Variazione termica uniforme	45
7.3.3.2	Variazione termica differenziale trave - soletta.....	46
7.4	Azioni di frenamento.....	46
7.5	Azioni centrifuga.....	46
7.6	Cedimenti vincolari.....	47
7.7	Resistenze passive dei vincoli	47
7.8	Azione accidentale mezzi per verifiche a fatica	48
7.9	Azione Sismica.....	49
7.9.1	Stati limite di progetto sismici	49
7.9.2	Spettri di risposta	49
8	COMBINAZIONI DI CARICO ANALISI STATICA.....	56
9	SOLLECITAZIONI ANALISI STATICA	60
10	ANALISI DINAMICHE IMPALCATO	66
10.1	Masse efficaci e variabilità del moto sismico	66
10.2	Analisi dinamica modale con spettro di risposta di progetto.....	68
10.3	Combinazione delle risposte modali	68
10.4	Eccentricità accidentale masse	68
11	VERIFICHE IMPALCATO METALLICO.....	69
11.1	Generalità	69
11.2	Resistenza delle sezioni SLU	69
11.3	Verifiche travi longitudinali.....	71
11.3.1	Rapporti di sfruttamento resistenza SLU	71

11.3.2	S.L.E. - limitazione delle tensioni – rapporti di sfruttamento.....	74
11.3.3	Rapporti di sfruttamento SLE FR "web breathing"	75
11.4	Verifica connessione trave/soletta	76
11.4.1	Caratteristiche piolatura	79
11.4.2	Rapporti di sfruttamento verifica elastica SLU - SLE	79
11.5	Verifica controventi inferiori	82
11.6	Verifica diaframmi	84
12	VERIFICHE DI DEFORMABILITA'	90
13	CONTROMONTA DI MONTAGGIO	91
14	REAZIONI NEGLI APPOGGI	93
15	CALCOLO ESCURSIONI GIUNTI DI ESPANSIONE	95
16	SOLETTA D'IMPALCATO	96
16.1	Verifica predalles in fase di getto	96
16.2	Analisi soletta in fase d'esercizio	96
16.2.1	Schema statico.....	96
16.2.2	Schemi di carico.....	96
16.2.3	Larghezze collaboranti	97
16.2.4	Effetto dei carichi permanenti	98
16.2.5	Effetti dei carico da traffico	99
16.2.6	Vento	100
16.2.7	Urto del veicolo in svio	101
16.3	Combinazioni di verifica	103
16.3.1	Fattori di combinazione	103
16.3.2	Risultati analisi	104
16.3.3	Riepilogo sollecitazioni di verifica	105
16.4	Verifiche strutturali soletta	106
16.4.1	Verifiche a pressoflessione SLU - SLE	106
16.4.2	Verifiche a taglio SLU.....	109
17	INCIDENZA ARMATURE IN SOLETTA	110
18	GIUDIZIO MOTIVATO DI ACCETTABILITÀ DEI RISULTATI	111
19	ALLEGATI DI CALCOLO	113

1 PREMESSA

La presente relazione tratta gli aspetti tecnico-stradali legati all'intervento in oggetto che riguarda la progettazione definitiva dell'adeguamento, da due a quattro corsie, del tronco stradale della SS n. 223 "di Paganico" nel tratto compreso tra lo svincolo con la Tangenziale Ovest di Siena (km 63.561 del tratto Grosseto-Siena) e lo svincolo di Ruffolo (km 2.800 del tratto Siena-Bettolle), comprensivo degli svincoli di inizio e fine intervento, al fine di realizzare un'arteria assimilabile ad una strada di tipo extraurbano principale (tipo B, a carreggiate separate - v. D.M. 05/11/2001), garantendo la continuità dell'Itinerario Internazionale E78 - S.G.C. "Grosseto - Fano".

1.1 Descrizione dell'intervento

L'impalcato oggetto della presente relazione è realizzato in sezione a cassone mista, composta da travi in acciaio solidarizzate ad una soletta d'estradosso in c.a..

Le travi sono collegate in direzione trasversale da traversi reticolari nel piano verticale e irrigidite nel piano orizzontale da controventi disposti a "X" sia a livello inferiore che superiore. La sezione risulta pertanto torsiorrigida in ogni condizione di costruzione.

L'impalcato si sviluppa su di una campata di 47m e presenta un andamento curvilineo.

Il sistema di vincolo è realizzato in schema tradizionale isostatico con punto fisso sulla spalla R1, tutti gli appoggi sono a disco elastomerico confinato in acciaio-teflon.

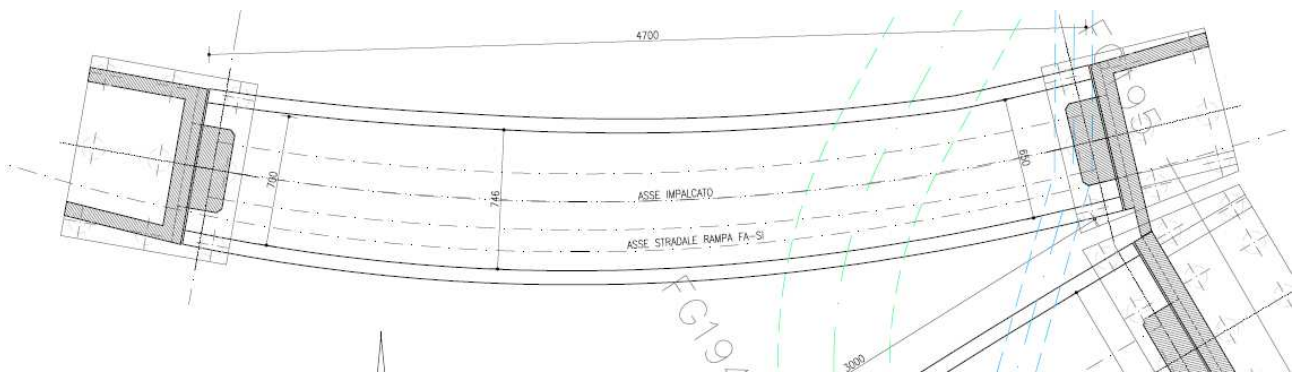


Figura 1: Pianta generale

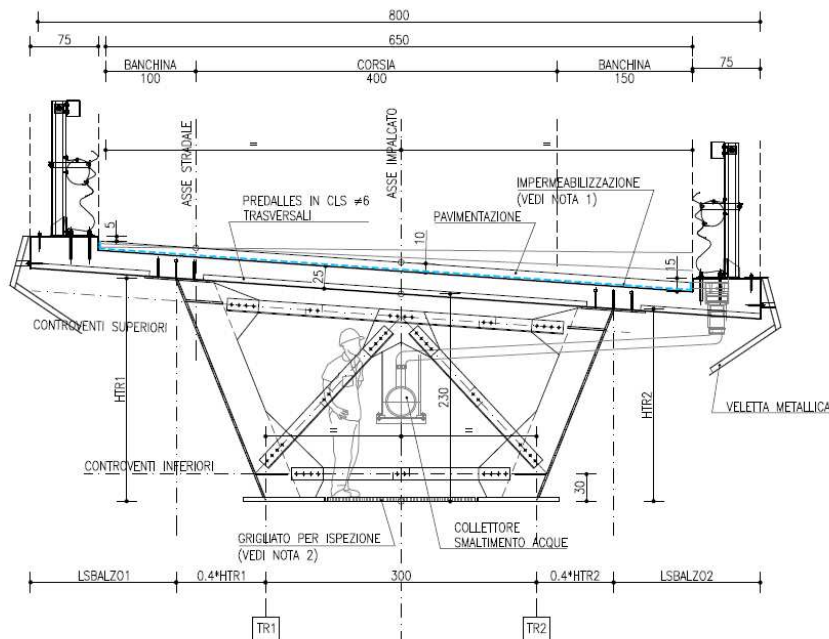


Figura 2: Sezione tipica impalcato

1.2 Inquadramento geografico

L'area di intervento è situata nel Comune di Siena in prossimità dello svincolo di Ruffolo.

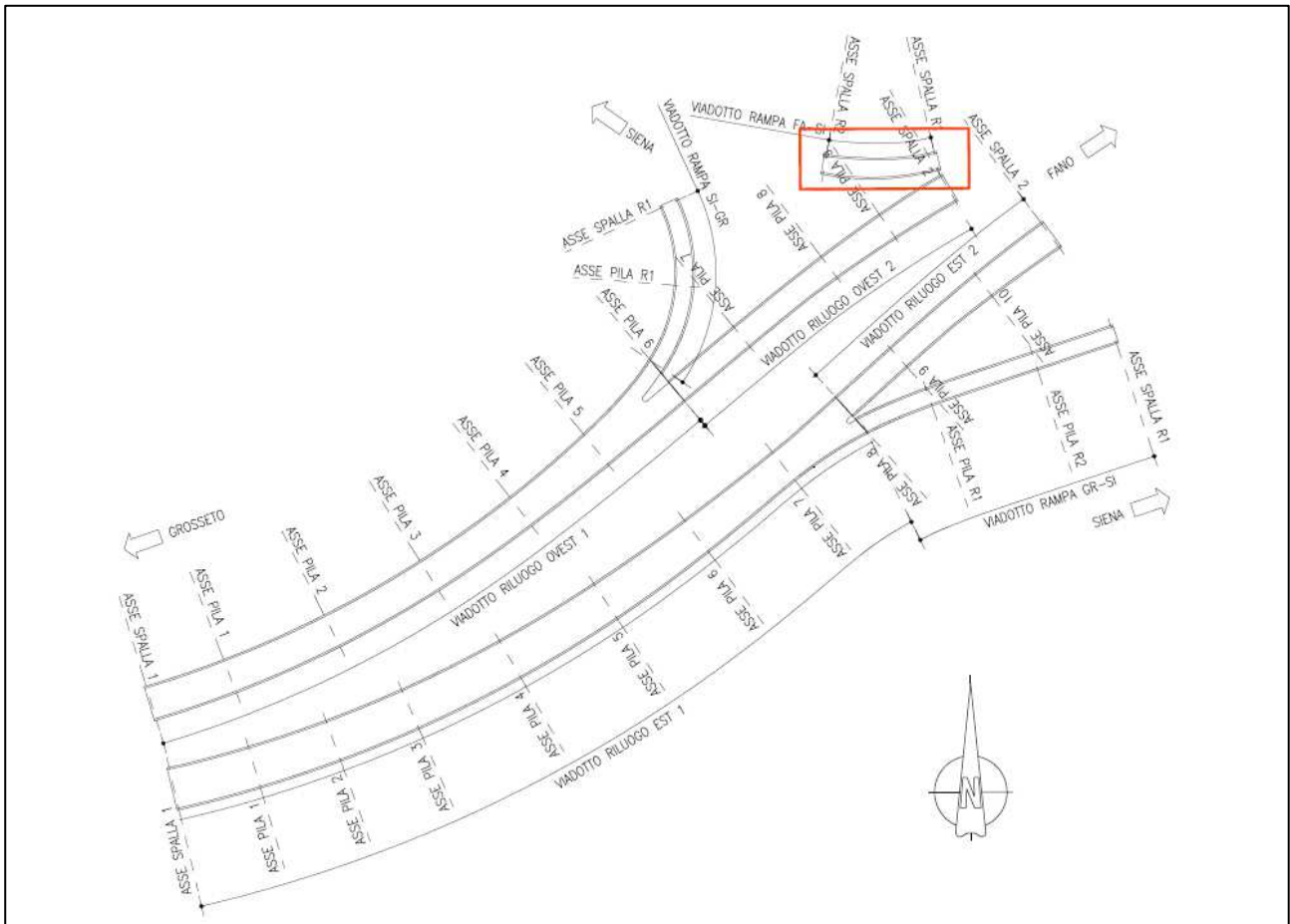


Figura 3: Planimetria generale dello Svincolo Ruffolo e ubicazione impalcato

1.3 Inquadramento geologico e geomorfologico

In merito a tali aspetti si rimanda al [1] indicato negli elaborati di riferimento riportati a seguire.

2 DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO

2.1 Elaborati a carattere generale

- [1] E78 Grosseto Fano – Tratto Siena – Bettolle (A1) – Adeguamento a 4 corsie del tratto Siena – Ruffolo (Lotto 0) – Progetto definitivo – Geologia e geotecnica – Geologia – Relazione geologica e idrogeologica – Elaborato: T00GE01GEORE01A
- [2] E78 Grosseto Fano – Tratto Siena – Bettolle (A1) – Adeguamento a 4 corsie del tratto Siena – Ruffolo (Lotto 0) – Progetto definitivo – Geologia e geotecnica – Geotecnica – Relazione geotecnica generale – Elaborato: T00GE04GETRE01A
- [3] E78 Grosseto Fano – Tratto Siena – Bettolle (A1) – Adeguamento a 4 corsie del tratto Siena – Ruffolo (Lotto 0) – Progetto definitivo – Geologia e geotecnica – Sismica – Relazione sismica – Elaborato: T00GE05GETRE02A

2.2 Elaborati specifici

- [4] E78 Grosseto Fano – Tratto Siena – Bettolle (A1) – Adeguamento a 4 corsie del tratto Siena – Ruffolo (Lotto 0) – Progetto definitivo – Opere d'arte – Generale – Tabella materiali – Elaborato: T00GE00STRDC01A
- [5] E78 Grosseto Fano – Tratto Siena – Bettolle (A1) – Adeguamento a 4 corsie del tratto Siena – Ruffolo (Lotto 0) – Progetto definitivo – Opere d'arte – Opere d'arte maggiori – Ponti rami svincoli – Viadotto Rampa Gr-Si Svincolo Ruffolo (VI.11) – Relazione di calcolo impalcato – Elaborato: T00VI15STRRE01A
- [6] E78 Grosseto Fano – Tratto Siena – Bettolle (A1) – Adeguamento a 4 corsie del tratto Siena – Ruffolo (Lotto 0) – Progetto definitivo – Opere d'arte – Opere d'arte maggiori – Ponti rami svincoli – Viadotto Rampa Gr-Si Svincolo Ruffolo (VI.11) – Planimetria impalcato, fondazioni, sezione longitudinale e trasversale – Elaborato: T00VI15STRDI01A
- [7] E78 Grosseto Fano – Tratto Siena – Bettolle (A1) – Adeguamento a 4 corsie del tratto Siena – Ruffolo (Lotto 0) – Progetto definitivo – Opere d'arte – Opere d'arte maggiori – Ponti rami svincoli – Viadotto Rampa Gr-Si Svincolo Ruffolo (VI.11) – Carpenteria impalcato – Tav.1 – Elaborato: T00VI15STRCP01A
- [8] E78 Grosseto Fano – Tratto Siena – Bettolle (A1) – Adeguamento a 4 corsie del tratto Siena – Ruffolo (Lotto 0) – Progetto definitivo – Opere d'arte – Opere d'arte maggiori – Ponti rami svincoli – Viadotto Rampa Gr-Si Svincolo Ruffolo (VI.11) – Carpenteria impalcato – Tav.2 – Elaborato: T00VI15STRCP02A
- [9] E78 Grosseto Fano – Tratto Siena – Bettolle (A1) – Adeguamento a 4 corsie del tratto Siena – Ruffolo (Lotto 0) – Progetto definitivo – Opere d'arte – Opere d'arte maggiori – Ponti rami svincoli – Viadotto Rampa Gr-Si Svincolo Ruffolo (VI.11) – Predalles impalcato – Elaborato: T00VI15STRCP03A
- [10] E78 Grosseto Fano – Tratto Siena – Bettolle (A1) – Adeguamento a 4 corsie del tratto Siena – Ruffolo (Lotto 0) – Progetto definitivo – Opere d'arte – Opere d'arte maggiori – Ponti rami svincoli – Viadotto Rampa Gr-Si Svincolo Ruffolo (VI.11) – Carpenteria spalla – Elaborato: T00VI15STRCP04A
- [11] E78 Grosseto Fano – Tratto Siena – Bettolle (A1) – Adeguamento a 4 corsie del tratto Siena – Ruffolo (Lotto 0) – Progetto definitivo – Opere d'arte – Opere d'arte maggiori – Ponti rami svincoli – Viadotto Rampa Gr-Si Svincolo Ruffolo (VI.11) – Carpenteria pile – Elaborato:

T00VI15STRCP05A

- [12] E78 Grosseto Fano – Tratto Siena – Bettolle (A1) – Adeguamento a 4 corsie del tratto Siena – Ruffolo (Lotto 0) – Progetto definitivo – Opere d’arte – Opere d’arte maggiori – Ponti rami svincoli – Viadotto Rampa Gr-Si Svincolo Ruffolo (VI.11) – Schema di vincoli, appoggi, giunti, dettagli e finiture – Elaborato: T00VI15STRDC01A
- [13] E78 Grosseto Fano – Tratto Siena – Bettolle (A1) – Adeguamento a 4 corsie del tratto Siena – Ruffolo (Lotto 0) – Progetto definitivo – Opere d’arte – Opere d’arte maggiori – Ponti rami svincoli – Viadotto Rampa Gr-Si Svincolo Ruffolo (VI.11) – Metodi costruttivi (Fasi costruttive, sistemi di varo, interferenze con sottoservizi, controllo falda) – Elaborato: T00VI15STRDI02A

3 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

3.1 Normativa tecnica di riferimento

3.1.1 Materiali

- [14] UNI EN 206-1 marzo 2006 – “Calcestruzzo - Parte 1: Specificazione, prestazione, produzione e conformità”;
- [15] UNI EN 197-1 marzo 2006 – “Cemento - Parte 1: Composizione, specificazioni e criteri di conformità per cementi comuni”;
- [16] UNI EN 197-2 marzo 2001 – “Cemento - Valutazione della conformità”;
- [17] UNI 11104 marzo 2004 – “Calcestruzzo: specificazione, prestazione, produzione e conformità”, Istruzioni complementari per l'applicazione delle EN 206-1”;
- [18] Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, 07/02/2003 – “Linee guida per il calcestruzzo strutturale, Linee guida per il calcestruzzo strutturale ad alta resistenza, Linee guida per il calcestruzzo preconfezionato”;
- [19] Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, 05/04/2013 – “Linee guida per la messa in opera del calcestruzzo strutturale e per la valutazione delle caratteristiche meccaniche del calcestruzzo indurito mediante prove non distruttive”;
- [20] D.M. 16/02/2007 – “Classificazione di resistenza al fuoco di prodotti ed elementi costruttivi di opere da costruzione”;
- [21] “Regolamento UE n°305/2011 del Parlamento Europeo e del Consiglio del 9 marzo 2011 che fissa condizioni armonizzate per la commercializzazione dei prodotti da costruzione e che abroga la direttiva 89/106/CEE del Consiglio”

3.1.2 Costruzioni in c.a. e acciaio

3.1.2.1 *Eurocodice 0 - “Criteri generali di progettazione strutturale”*

- [22] UNI EN 1990:2006;

3.1.2.2 *Eurocodice 1 - “Azioni sulle strutture”*

- [23] UNI EN 1991-1-1:2004 – “Parte 1-1: Azioni in generale - Pesi per unità di volume, pesi propri e sovraccarichi per gli edifici”;
- [24] UNI EN 1991-1-2:2004 – “Parte 1-2: Azioni in generale - Azioni sulle strutture esposte al fuoco”;
- [25] UNI EN 1991-1-3:2004 – “Parte 1-3: Azioni in generale - Carichi da neve”;
- [26] UNI EN 1991-1-4:2005 – “Parte 1-4: Azioni in generale - Azioni del vento”;
- [27] UNI EN 1991-1-5:2004 – “Parte 1-5: Azioni in generale - Azioni termiche”;
- [28] UNI EN 1991-2:2005 – “Parte 2: Carichi da traffico sui ponti”;

3.1.2.3 *Eurocodice 2 - “Progettazione delle strutture in calcestruzzo”*

- [29] UNI EN 1992-1-1:2005 – “Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici”;
- [30] UNI EN 1992-1-2:2005 – “Parte 1-2: Regole generali - Progettazione strutturale contro l'incendio”;
- [31] UNI EN 1992-2:2006 – “Parte 2: Ponti di calcestruzzo - Progettazione e dettagli costruttivi”;

3.1.2.4 *Eurocodice 3 - “Progettazione delle strutture in acciaio”*

- [32] UNI EN 1993-1-1:2005 – “Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici”;
- [33] UNI EN 1993-1-2:2005 – “Parte 1-2: Regole generali - Progettazione strutturale contro l'incendio”;
- [34] UNI EN 1993-1-5:2007 – “Parte 1-5: Elementi strutturali a lastra”;
- [35] UNI EN 1993-1-8:2005 – “Parte 1-8: Progettazione dei collegamenti”;
- [36] UNI EN 1993-1-9:2005 – “Parte 1-9: Fatica”;
- [37] UNI EN 1993-1-10:2005 – “Parte 1-10: Resilienza del materiale e proprietà attraverso lo spessore”;
- [38] UNI EN 1993-2:2007 – “Parte 2: Ponti di acciaio”;

[39] UNI EN 1993-3-1:2007 – “Parte 3-1: Torri, pali e ciminiere - Torri e pali”;

[40] UNI EN 1993-5:2007 – “Parte 5: Pali e palancole”

3.1.2.5 Eurocodice 4 - “Progettazione delle strutture composte acciaio-calcestruzzo”

[41] UNI EN 1994-1-1:2005 – “Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici”;

[42] UNI EN 1994-1-2:2005 – “Parte 1-2: Regole generali - Progettazione strutturale contro l'incendio”;

[43] UNI EN 1994-2:2006 – “Parte 2: Regole generali e regole per i ponti”;

3.1.3 **Geotecnica**

3.1.3.1 Eurocodice 7 - “Progettazione geotecnica”

[44] UNI EN 1997-1:2005 – “Parte 1: Regole generali”;

3.1.4 **Sismica**

3.1.4.1 Eurocodice 8 - “Progettazione delle strutture per la resistenza sismica”

[45] UNI EN 1998-1:2005 – “Parte 1: Regole generali, azioni sismiche e regole per gli edifici”;

[46] UNI EN 1998-2:2009 – “Parte 2: Ponti”;

[47] UNI EN 1998-5:2003 – “Parte 5: Fondazioni, opere di sostegno e geotecniche”

3.2 Normativa tecnica nazionale

[48] D.M. Min. Il. TT. 17/01/2018 – “Aggiornamento delle norme tecniche per le costruzioni”;

[49] Circolare LL.PP. n°7 21/01/2019 - “Istruzioni per l’applicazione dell’Aggiornamento delle norme tecniche per le costruzioni di cui al D.M. 17 febbraio 2018”;

[50] CNR DT 207/2008 - “Istruzioni per la valutazione delle azioni e degli effetti del vento sulle costruzioni”;

[51] D.M. 31/07/2012 – “Approvazione delle Appendici nazionali recanti i parametri tecnici per l’applicazione degli Eurocodici”;

[52] D.P.R. n°380 06/06/2001 – “Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia di edilizia”;

3.3 Bibliografia e altri riferimenti

[53] Lancellotta R. [1991] " Geotecnica" – Edizioni Zanichelli.

[54] Migliacci – F. Mola – “Progetto agli stati limite delle strutture in c.a.” - Masson Italia Editori 1985

[55] C. Cestelli Guidi - “Geotecnica e tecnica delle fondazioni” - Ulrico Hoepli Editore 1987

[56] R. Lancellotta – “Geotecnica” - Edizioni Zanichelli 1987

[57] Bowles J.E.: “Foundations Analysis and Design” 4th edition - McGraw-Hill – New York, 1988

[58] Bustamante M., Ganeselli L. [1982] - "Pile bearing capacity prediction by means of static penetrometer CPT" -.Pr. of the 2th European symposium on penetration testing, Amsterdam.

[59] H.G. Poulos, E.H. Davis. “Analisi e progettazione di fondazioni su pali”;

[60] S. Rampello, L. Callisto L. Masini. “Spinta delle terre sulle strutture di sostegno”;

[61] L.C. Reese, W.R.Cox, F.D. Koop [1974] - "Analysis of laterally loaded piles in sand" – Paper N° OCT 2080, Proceedings, Fifth Annual Offshore Technology Conference, Houston, Texas, 1975;

[62] L.C. Reese, W.R.Cox, F.D. Koop [1975] - "Field testing and analysis of laterally loaded piles in stiff clay" – Paper N° OCT 2313, Proceedings, Seventh Offshore Technology Conference, Houston, Texas, 1975;

[63] L.C. Reese, R.C. Welch [1975] - "Lateral loading of deep foundations in stiff clay" – Journal of the geotechnical Division, ASCE, Vol. 101, No GT7, Proceedings Paper 11456, 1975, pp. 633 – 649.

[64] R.C. Welch, L.C. Reese [1972] - "Laterally loaded Behavior of drilled shafts" – Research Report N° 3-5-65-89, conducted for Texas Highway Department and U.S. Department of Transportation, Federal Highway Administration, Bureau of Public Roads, by Center for Highway Research, The University of Austin.

4 MATERIALI

4.1 Acciaio per carpenteria metallica

4.1.1 Acciaio da carpenteria – S355

Classe per profili, lamiere e piatti larghi	S355JR		
Classe per profili formati a freddo	S355JR		
Classe altri elementi	S355JR		
Tensione caratteristica di snervamento $t \leq 40$ mm	$f_{yk} =$	355	MPa
40 mm < $t \leq 80$ mm	$f_{yk} =$	335	MPa
Tensione caratteristica di rottura $t \leq 40$ mm	$f_{tk} =$	510	MPa
40 mm < $t \leq 80$	$f_{tk} =$	470	MPa
Stato limite ultimo			
Coefficiente parziale sulla resistenza delle sezioni	$\gamma_{M0} =$	1.05	
Coefficiente parziale sulla resistenza delle sezioni forate	$\gamma_{M2} =$	1.25	
Tensione di calcolo $t \leq 40$ mm	$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_{M0} =$	338.10	MPa
40 mm < $t \leq 80$ mm	$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_{M0} =$	319.05	MPa

4.1.2 Pioli

Tipo Nelson (UNI EN ISO 13918, NTC2018) lasse	per	$\Phi 22$
Acciaio (ex ST 37-3K)		S235J2G3+C450
Altezza		200 mm

4.1.3 Unioni saldate

Saldature a completa penetrazione (UNI EN 1011)

Saldature a cordone d'angolo (UNI EN 1011), altezza di gola minima di 0,7 volte lo spessore più piccolo dell'elemento da unire

4.1.4 Unioni bullonate

Giunzioni bullonate a taglio (categoria "A" secondo EN 1993-1-8)

Serraggio controllato (come giunzioni categoria "B" o "C"), classe di controllo K1 o superiore

Forza precarico minima	$F_{p,c} = 0.8 \cdot 0.7 \cdot f_{ub} \cdot A_{res}$		
Viti ad alta resistenza (UNI EN ISO 898/1)	Classe	10.9	
Dadi ad alta resistenza (UNI EN 20898/2)	Classe	10	
Rosette (UNI EN 10083/2)	Acciaio	C50	
Piastrine (UNI EN 10083/2)	Acciaio	C50	
Stato limite ultimo			
Coefficiente parziale di sicurezza	$\gamma_{M2} =$	1.25	
Tensione caratteristica di snervamento	$f_{yb} =$	900	MPa
Tensione caratteristica di rottura	$f_{tb} =$	1000	MPa
Forza precarico minima	$F_{p,c} = 0.8 \cdot 0.7 \cdot f_{ub} \cdot A_{res}$		
Viti ad alta resistenza (UNI EN ISO 898/1)	Classe	10.9	
Dadi ad alta resistenza (UNI EN 20898/2)	Classe	10	

4.2 Calcestruzzo

4.2.1 Calcestruzzo per soletta impalcato – C35/45

Classe minima	C35/45		
Classe di esposizione ambientale	XC4-XD3-XF4		
Resistenza caratteristica a compressione cubica a 28 gg	R_{ck}	45,00	MPa
Resistenza caratteristica a compressione cilindrica	$f_{ck} = R_{ck} \cdot 0.83 =$	37,35	MPa
Resistenza media a compressione cilindrica	$f_{cm} = f_{ck} + 8 =$	45,35	MPa
Modulo elastico	$E_c = 22000 \cdot (f_{cm}/10)^{0.3} =$	34625	MPa
Valore medio di resistenza a trazione semplice	$f_{ctm} = 0.3 \cdot (f_{ck})^{2/3} =$	3,35	MPa
Resistenza di calcolo a trazione semplice	$f_{ctk} = 0.7 \cdot f_{ctm} =$	2,35	MPa
<u>Stato limite ultimo</u>			
Coefficiente parziale di sicurezza	$\gamma_c =$	1,5	
Coefficiente riduttivo per resistenze di lunga durata	$\alpha_{cc} =$	0,85	
Resistenza di calcolo a compressione	$f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot f_{ck} / \gamma_c =$	21,17	MPa
Resistenza di calcolo a trazione semplice	$f_{ctd} = f_{ctk} / \gamma_c =$	1,57	MPa

PO.02 – Relazione di calcolo impalcato

8

RTP di progettazione:

Mandataria:

Mandanti:



Valore ultimo della deformazione a compressione	ecu =	3,5	%
<u>Stato limite di esercizio</u>			
Tensione max di compressione – Comb. Rara	$\sigma_c = 0.60 \cdot f_{ck} =$	22,41	MPa
Tensione max di compressione – Comb. Quasi	$\sigma_c = 0.45 \cdot f_{ck} =$	16,81	MPa

4.2.2 Calcestruzzo per predalles – C40/50

Classe minima	C40/50		
Classe di esposizione ambientale	XC3-XF1		
Resistenza caratteristica a compressione cubica a 28 gg	R_{ck}	50,00	MPa
Resistenza caratteristica a compressione cilindrica	$f_{ck} = R_{ck} \cdot 0.83 =$	41,50	MPa
Resistenza media a compressione cilindrica	$f_{cm} = f_{ck} + 8 =$	49,50	MPa
Modulo elastico	$E_c = 22000 \cdot (f_{cm}/10)^{0.3} =$	35547	MPa
Valore medio di resistenza a trazione semplice	$f_{ctm} = 0.3 \cdot (f_{ck})^{2/3} =$	3,60	MPa
Resistenza di calcolo a trazione semplice	$f_{ctk} = 0.7 \cdot f_{ctm} =$	2,52	MPa

Stato limite ultimo

Coefficiente parziale di sicurezza	$\gamma_c =$	1,5	
Coefficiente riduttivo per resistenze di lunga durata	$\alpha_{cc} =$	0,85	
Resistenza di calcolo a compressione	$f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot f_{ck} / \gamma_c =$	23,52	MPa
Resistenza di calcolo a trazione semplice	$f_{ctd} = f_{ctk} / \gamma_c =$	1,68	MPa
Valore ultimo della deformazione a compressione	$\epsilon_{cu} =$	3,5	%

Stato limite di esercizio

Tensione max di compressione – Comb. Rara	$\sigma_c = 0.60 \cdot f_{ck} =$	24,90	MPa
Tensione max di compressione – Comb. Quasi	$\sigma_c = 0.45 \cdot f_{ck} =$	18,68	MPa

4.3 Acciaio per calcestruzzo armato

4.3.1 Acciaio in barre per calcestruzzo armato – B450C

Classe	B450C		
Tensione caratteristica di rottura a trazione	f_{tk}	≥ 540	MPa
Tensione caratteristica di snervamento a trazione	f_{yk}	≥ 450	MPa
Modulo elastico	$E_s =$	210000	MPa

Stato limite ultimo

Coefficiente parziale di sicurezza	$\gamma_s =$	1.15	
Resistenza di calcolo	$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s =$	391.30	MPa
Valore ultimo della deformazione a trazione	$\epsilon_{cu} =$	10	%

Stato limite di esercizio

Tensione max di trazione	$\sigma_s = 0.80 \cdot f_{yk} =$	360.00	MPa
--------------------------	----------------------------------	--------	-----

4.4 Durabilità dei materiali

4.4.1 Conglomerati cementizi

Le classi di esposizione e le conseguenti limitazioni sulla composizione del calcestruzzo sono state ricavate ai sensi della normativa UNI EN 206: 2016 e UNI 11104: 2016, delle istruzioni contenute nella C.M. n°7 per l'applicazione delle NTC 2018, a cui si rimanda per ulteriori dettagli.

A seconda dell'esposizione ambientale, per opere con $V_N = 50$ anni la circolare al punto §C4.1.6.1.3 impone il rispetto dei limiti di copriferro riportati nella tabella successiva e, per strutture con $V_N = 100$ anni, una maggiorazione di copriferro pari a $\Delta c_{min} = +10$ mm.

Per classi di resistenza inferiori a C_{min} i valori sono da aumentare di $\Delta c_{min} = +5$ mm.

Per produzioni di elementi sottoposte a controllo di qualità che preveda anche la verifica dei copriferri, i valori della tabella possono essere ridotti di $\Delta c_{min} = -5$ mm.

A tali valori di tabella vanno aggiunte le tolleranze di posa Δc_{dev} .

Nella norma UNI EN 1992-1-1 sono indicati al §4.4.1.3 i metodi per la valutazione rigorosa dei copriferri in base alla tipologia di armature e altre particolari specifiche di dettaglio previste in progetto.

Nelle tabelle seguenti si indicano i copriferri nominali c_{nom} e i parametri di mix design minimi richiesti dalle normative per ottenere le prestazioni di durabilità minime di progetto.

prospetto 5 Valori limite per la composizione e le proprietà del calcestruzzo																		
UNI 11104:2016	Classi di esposizione																	
	Nessun rischio di corrosione dell'armatura	Corrosione delle armature indotte dalla carbonatazione				Corrosione delle armature indotte da cloruri						Attacchi da cicli di gelo/disgelo			Ambiente aggressivo per attacco chimico			
		Acqua di mare				Cloruri provenienti da altre fonti												
	X0	XC1	XC2	XC3	XC4	XS1	XS2	XS3	XD1	XD2	XD3	XF1	XF2	XF3	XF4	XA1	XA2	XA3
Massimo rapporto a/c	-	0,60		0,55	0,50	0,50		0,45		0,55	0,50	0,45	0,50	0,50	0,45	0,55	0,50	0,45
Minima classe di resistenza	C12/15	C25/30		C30/37	C32/40	C32/40	C35/45		C30/37	C32/40	C35/45	C32/40	C25/30	C30/37	C30/37	C32/40	C35/45	
Minimo contenuto in cemento (kg/m ³)	-	300		320	340	340		360		320	340	360	320	340	360	320	340	360
Contenuto minimo in aria (%)												b)			4,0 a)			
Altri requisiti						E' richiesto l'utilizzo di cementi resistenti all'acqua di mare a secondo UNI 9156						E' richiesto l'utilizzo di aggregati conformi alla UNI EN 12520 di adeguata resistenza al gelo/disgelo			In caso di esposizione a terreno o acqua del terreno corrosione soffiati nei limiti del prospetto 2 della affacqua di mare adeguata resistenza al UNI EN 206:2014, il richiesto l'impiego di cementi resistenti ai soffiati c)			

a) Quando il calcestruzzo non contiene aria inglobata, le sue prestazioni devono essere verificate rispetto ad un calcestruzzo aerato per il quale è provata la resistenza al gelo/disgelo, da determinarsi secondo UNI CENrS 12390-9, UNI CENrR 15177 0 UNI 7087 per la relativa classe di esposizione. Il valore minima di aria inglobata del 4% può ritenersi adeguato per calcestruzzi specificati con b) Duppi >20mm, per Duppi inferiori limite minima andrà opportunamente aumentato (ad esempio 5% per Duppi tra 12 mm e 16 mm).
 b) Qualora si ritenga opportuno impiegare calcestruzzo aerato anche in classe di esposizione XF1 si adottano le specifiche di composizione prescritte per le classi XF2 e XF3.
 c) Cementi resistenti ai soffiati sono definiti dalla UNI EN 197-1 e su base nazionale dalla UNI 9156. La UNI 9156 classifica i cementi resistenti ai soffiati in tre classi: moderata, alta e altissima resistenza soffiata. La classe di resistenza soffiata del cemento deve essere prescelta in relazione alla classe di esposizione del calcestruzzo secondo il criterio di corrispondenza della UNI 11417-1.
 d) Quando si applica il concetto di valore k il rapporto massimo a/c e il contenuto minima di cemento sono calcolati in conformità al punto 5.2.2.

Tabella 1 - Prospetto requisiti di mix-design (UNI 11104)

Tabella C4.1.IV - Copriferrini minimi in mm

C _{min}	C _o	ambiente	barre da c.a. elementi a piastra		barre da c.a. altri elementi		cavi da c.a.p. elementi a piastra		cavi da c.a.p. altri elementi	
			C _o ≥ C _{min}	C _o < C _{min}	C _o ≥ C _{min}	C _o < C _{min}	C _o ≥ C _{min}	C _o < C _{min}	C _o ≥ C _{min}	C _o < C _{min}
C25/30	C35/45	ordinario	15	20	20	25	25	30	30	35
C30/37	C40/50	aggressivo	25	30	30	35	35	40	40	45
C35/45	C45/55	molto ag.	35	40	40	45	45	50	50	50

La classe di resistenza minima C_{min} indicata in tabella deve comunque intendersi riferita alla pertinente classe di esposizione di cui alla UNI EN 206:2016 richiamata nella Tabella 4.1.III delle NTC.

Tabella 2 - Copriferrini minimi in mm (VN = 50 anni)

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

Tabella 3 - Condizioni ambientali e classi di esposizione

NOME: SOLETTA		REQUISITI DURABILITA' CALCESTRUZZI (UNI EN 206, UNI 11104, UNI EN 1992-1-1, NTC2018)			Rev. 00
CLASSE DI ESPOSIZIONE					
Corrosione da carbonatazione	XC4	Ambiente ciclicamente secco e acquoso o saturo d'acqua. Cls in esterni con superfici soggette ad alternanze di ambiente secco ed acquoso o saturo d'acqua. Cls ciclicamente esposto all'acqua in condizioni che non ricadono nella classe XC2.			
Corrosione da cloruri	XD3	Ambiente ciclicamente secco e acquoso o saturo d'acqua. Cls esposto a spruzzi di soluzioni di cloruri, per esempio derivanti da sali disgelanti. Per esempio su impalcati da ponti, viadotti o barriere stradali. Cls di opere accessorie stradali (muri di sostegno), parti di ponti, pavimentazioni stradali o industriali o di parcheggi.			
Attacchi cicli gelo/disgelo	XF4	Ambiente con condizioni che determinano una elevata saturazione del cls, in presenza di agente disgelante oppure acqua di mare. Cls di elementi orizzontali, di strade o pavimentazioni, esposti al gelo ed ai sali disgelanti oppure esposti al gelo in zone costiere.			
- Valori raccomandati per il mix-design (UNI EN 206: 2016)					
		XC4	XD3	XF4	Mix design di progetto: XC4+XD3+XF4 0,45 C35/45 360 4 SI - -
Rapporto max A/C		0,50	0,45	0,45	
Classe di resistenza minima		C32/40	C35/45	C30/37	
Contenuto minimo di cemento (kg/m³)		340	360	360	
Contenuto minimo di aria (%)		-	-	4	
Aggregati resistenti al gelo/disgelo (EN 12620)		-	-	SI	
Cemento resistente ai solfati		-	-	-	
Cemento resistente all'acqua di mare		-	-	-	
COPRIFERRO NOMINALE					
$c_{min} = \max(c_{min,b}; c_{min,dur} + \Delta c_{dur,y} - \Delta c_{dur,st} - \Delta c_{dur,add}; 10 \text{ mm})$				(Formula 4.2 UNI EN 1992-1-1)	
$c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev}$				(Formula 4.1 UNI EN 1992-1-1)	
- Margine di scostamento Δc_{dev} (4.4.1.3 Annesso italiano UNI EN 1991-1-1)					Δc_{dev} (mm) 5
- Copriferro minimo per messa in opera su superfici irregolari (4.4.1.3 (4) Annesso italiano UNI EN 1991-1-1)					$c_{nom,min}$ (mm)
- Copriferro minimo per aderenza (Prospetto 4.2 UNI EN 1992-1-1)					$c_{min,b}$ (mm) 24
Tipo di acciaio	Ordinario				
\varnothing (mm)	24	diametro barra \varnothing (isolata) o equivalente \varnothing_n (raggruppate, vedi §8.9)			
D_{upper} (mm)	25	dimensione max aggregato			
- Copriferro minimo per durabilità (Tabella C4.1.IV NTC 2018)					$c_{min,dur}$ (mm) 35
Ambiente Molto aggressivo					
Vita nominale	50	valori tabella	C	C35/45	Classe di resistenza utilizzata
Controllo qualità speciale cls	SI	valori tabella -5 mm	C_0	C45/55	
Elemento a piastra	SI		c_{min}	C35/45	
Copriferro nominale (NTC 2018) c_{nom} (mm)					40

Si assume nei calcoli un copriferro nominale pari a 45mm.

NOME: PREDALLES		REQUISITI DURABILITA' CALCESTRUZZI (UNI EN 206, UNI 11104, UNI EN 1992-1-1, NTC2018)			Rev. 00
CLASSE DI ESPOSIZIONE					
Corrosione da carbonatazione	XC3	Ambiente con moderata o alta umidità dell'aria. Cls in esterni con superfici esterne riparate dalla pioggia, o in interni con umidità dell'aria da moderata ad alta.			
Corrosione da cloruri	XD1	Ambiente con moderata umidità dell'aria. Cls esposto all'azione aggressiva dei cloruri trasportati dall'aria per esempio derivanti dall'uso di sali disgelanti. Per esempio impalcati da ponti, viadotti o barriere stradali.			
Attacchi cicli gelo/disgelo	XF1	Ambiente con condizioni che determinano una modesta saturazione del cls, in assenza di agente disgelante. Cls di facciate, colonne o elementi strutturali verticali o inclinati esposti alla pioggia ed ai cicli di gelo/disgelo.			
- Valori raccomandati per il mix-design (UNI EN 206: 2016)					
		XC3	XD1	XF1	Mix design di progetto: XC3+XD1+XF1 0,5 C32/40 320 - SI - -
Rapporto max A/C		0,55	0,55	0,50	
Classe di resistenza minima		C30/37	C30/37	C32/40	
Contenuto minimo di cemento (kg/m³)		320	320	320	
Contenuto minimo di aria (%)		-	-	-	
Aggregati resistenti al gelo/disgelo (EN 12620)		-	-	SI	
Cemento resistente ai solfati		-	-	-	
Cemento resistente all'acqua di mare		-	-	-	
COPRIFERRO NOMINALE					
$c_{min} = \max(c_{min,b}; c_{min,dur} + \Delta c_{dur,y} - \Delta c_{dur,st} - \Delta c_{dur,add}; 10 \text{ mm})$				(Formula 4.2 UNI EN 1992-1-1)	
$c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev}$				(Formula 4.1 UNI EN 1992-1-1)	
- Margine di scostamento Δc_{dev} (4.4.1.3 Annesso italiano UNI EN 1991-1-1)					Δc_{dev} (mm) 5
- Copriferro minimo per messa in opera su superfici irregolari (4.4.1.3 (4) Annesso italiano UNI EN 1991-1-1)					$c_{nom,min}$ (mm)
- Copriferro minimo per aderenza (Prospetto 4.2 UNI EN 1992-1-1)					$c_{min,b}$ (mm) 20
Tipo di acciaio Ordinario					
\varnothing (mm) 20		diametro barra \varnothing (isolata) o equivalente \varnothing_n (raggruppate, vedi §8.9)			
D_{upper} (mm) 16		dimensione max aggregato			
- Copriferro minimo per durabilità (Tabella C4.1.IV NTC 2018)					$c_{min,dur}$ (mm) 20
Ambiente Aggressivo					
Vita nominale 50		valori tabella		C C40/50	Classe di resistenza utilizzata
Controllo qualità speciale cls SI		valori tabella -5 mm		C_0 C40/50	
Elemento a piastra SI				C_{min} C30/37	
Copriferro nominale (NTC 2018) c_{nom} (mm)					25

Si assume nei calcoli un copriferro nominale pari a 30mm.

5 APPROCCIO DI CALCOLO

5.1 Descrizione criteri di calcolo

Le opere oggetto della presente relazione sono state progettate e calcolate secondo i metodi della scienza delle costruzioni, adottando per le verifiche il criterio degli stati limite (S.L.).

I criteri generali di sicurezza, le azioni di calcolo e le caratteristiche dei materiali sono stati assunti in conformità con il D.M. 17.01.2018 – “Aggiornamento delle norme tecniche per le costruzioni” e relativa circolare esplicativa (Circolare 21.01.2019 n. 7/C.S.LL.PP.).

Con riferimento alle NTC, per le opere in oggetto si considerano i seguenti parametri di calcolo:

Vita nominale	$V_N = 50$ anni (§ 2.4.1 “Costruzioni con livelli di prestazioni ordinari”)
Classe d’uso	II (§ 2.4.2, “Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l’ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al DM 5/11/2001, n. 6792, “Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade”, e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica.”)
Coefficiente d’uso	$C_U = 2.0$
Periodo di riferimento	$V_R = V_N \cdot C_U = 100$ anni

5.2 Criteri generali di verifica

In accordo con quanto definito nel §2.3 delle NTC 2018, devono essere svolte le verifiche di sicurezza e delle prestazioni attese per Stati Limite Ultimi (SLU) e Stati Limite d’Esercizio (SLE) secondo opportune combinazioni di carico delle azioni.

5.2.1 Combinazioni di carico

Come riportato al §2.5.3 delle NTC 2018, si considerano le seguenti combinazioni delle azioni:

$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2} \cdot \Psi_{02} \cdot Q_{k2} + \gamma_{Q3} \cdot \sum_{j=3}^n \Psi_{0j} \cdot Q_{kj}$	Combinazione fondamentale SLU
$G_1 + G_2 + P + Q_{k1} + \Psi_{02} \cdot Q_{k2} + \sum_{j=3}^n \Psi_{0j} \cdot Q_{kj}$	Combinazione caratteristica rara SLE
$G_1 + G_2 + P + \Psi_{11} \cdot Q_{k1} + \sum_{j=2}^n \Psi_{2j} \cdot Q_{kj}$	Combinazione frequente SLE
$G_1 + G_2 + P + \sum_{j=1}^n \Psi_{2j} \cdot Q_{kj}$	Combinazione quasi permanente SLE
$E + G_1 + G_2 + P + \sum_{j=1}^n \Psi_{2j} \cdot Q_{kj}$	Combinazione sismica SLE e SLU
$G_1 + G_2 + P + A_d + \sum_{j=1}^n \Psi_{2j} \cdot Q_{kj}$	Combinazione eccezionale SLU
G_1	Masse dei pesi propri strutturali
G_2	Masse dei carichi permanenti non strutturali
P	Precompressione e pretensione
Q_{ki}	Masse dei carichi accidentali
E	Azione sismica

A_d	Azione eccezionale
ψ_0, ψ_1, ψ_2	Coefficienti di contemporaneità delle azioni (Tab.. 2.5.I oppure Tab.. 5.1.VI per i ponti stradali e Tab.. 5.2.VII per i ponti ferroviari)

5.2.2 Stati Limite Ultimi

Come riportato al §2.3 del [48] **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**, per ogni stato limite ultimo deve essere rispettata la condizione:

$E_d \leq R_d$	
$E_d = E(\gamma_F \cdot F_k; X_k / \gamma_M; a_d)$	Valore di progetto dell'azione o dell'effetto dell'azione
$R_d = R(\gamma_F \cdot F_k; X_k / \gamma_M; a_d)$	Valore di progetto della resistenza del sistema geotecnico
$\gamma_F \cdot F_k$	Azioni di progetto
X_k / γ_M	Proprietà del materiale di progetto
a_d	Geometria di progetto
γ_M	Coefficiente parziale di sicurezza del materiale

Nelle verifiche agli stati limite ultimi si distinguono:

- stato limite di equilibrio come corpo rigido: **EQU**
- stato limite di resistenza della struttura compresi gli elementi di fondazione: **STR**
- stato limite di resistenza del terreno: **GEO**

5.2.2.1 Strutture non geotecniche

Fatte salve le prescrizioni specifiche e con riferimento alle tabelle seguenti, per la progettazione di componenti strutturali che non coinvolgano azioni di tipo geotecnico, i valori dei coefficienti parziali γ_F da assumersi per la determinazione degli effetti delle azioni per le verifiche di equilibrio (SLU EQU) sono quelle della colonna EQU mentre per le verifiche strutturali (SLU STR) sono quelle della colonna A1.

Tab. 2.6.I – Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni nelle verifiche SLU

		Coefficiente γ_F	EQU	A1	A2
Carichi permanenti G_1	Favorevoli	γ_{G1}	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevoli		1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti non strutturali $G_2^{(1)}$	Favorevoli	γ_{G2}	0,8	0,8	0,8
	Sfavorevoli		1,5	1,5	1,3
Azioni variabili Q	Favorevoli	γ_Q	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevoli		1,5	1,5	1,3

⁽¹⁾ Nel caso in cui l'intensità dei carichi permanenti non strutturali o di una parte di essi (ad es. 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 parziali validi per le azioni permanenti.

Tabella 4 - Coefficienti parziali per le azioni nelle verifiche SLU (NTC 2018) – Opere civili generiche

Tab. 2.5.I – Valori dei coefficienti di combinazione

Categoria/Azione variabile	Ψ_{0j}	Ψ_{1j}	Ψ_{2j}
Categoria A - Ambienti ad uso residenziale	0,7	0,5	0,3
Categoria B - Uffici	0,7	0,5	0,3
Categoria C - Ambienti suscettibili di affollamento	0,7	0,7	0,6
Categoria D - Ambienti ad uso commerciale	0,7	0,7	0,6
Categoria E - Aree per immagazzinamento, uso commerciale e uso industriale Biblioteche, archivi, magazzini e ambienti ad uso industriale	1,0	0,9	0,8
Categoria F - Rimesse, parcheggi ed aree per il traffico di veicoli (per autoveicoli di peso ≤ 30 kN)	0,7	0,7	0,6
Categoria G - Rimesse, parcheggi ed aree per il traffico di veicoli (per autoveicoli di peso > 30 kN)	0,7	0,5	0,3
Categoria H - Coperture accessibili per sola manutenzione	0,0	0,0	0,0
Categoria I - Coperture praticabili	da valutarsi caso per caso		
Categoria K - Coperture per usi speciali (impianti, eliporti, ...)	da valutarsi caso per caso		
Vento	0,6	0,2	0,0
Neve (a quota ≤ 1000 m s.l.m.)	0,5	0,2	0,0
Neve (a quota > 1000 m s.l.m.)	0,7	0,5	0,2
Variazioni termiche	0,6	0,5	0,0

Tabella 5 - Coefficienti di contemporaneità delle azioni (NTC 2018) - Opere civili generiche

Tab. 5.1.IV – Valori caratteristici delle azioni dovute al traffico

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

Tabella 6 – Schema dei gruppi di combinazioni per azioni di traffico (NTC 2018) – Ponti stradali

Tab. 5.1.V – Coefficienti parziali di sicurezza per le combinazioni di carico agli SLU

		Coefficiente	EQU ⁽¹⁾	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	$\gamma_{\epsilon 1}$	0,90	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,00 ⁽³⁾	1,00 ⁽⁴⁾	1,00
Ritiro e viscosità, Cedimenti vincolari	favorevoli	$\gamma_{\epsilon 2}, \gamma_{\epsilon 3}, \gamma_{\epsilon 4}$	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

Tabella 7 - Coefficienti parziali per le azioni nelle verifiche SLU (NTC 2018) – Ponti stradali

Tab. 5.1.VI - Coefficienti ψ per le azioni variabili per ponti stradali e pedonali

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

Tabella 8 - Coefficienti di contemporaneità delle azioni (NTC 2018) – Ponti stradali

5.2.3 Stati Limite di Esercizio

Come riportato al §6.2.4.3 e §5.1.4.2 del [48] **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**, la verifica della sicurezza nei riguardi degli stati limite di esercizio si esprime controllando aspetti di funzionalità e stato tensionale. Si dovrà verificare che sia:

$$E_d \leq C_d$$

$$E_d = E(\gamma_F \cdot F_k; X_k / \gamma_M; a_d)$$

$$C_d = C(\gamma_F \cdot F_k; X_k / \gamma_M; a_d)$$

Valore di progetto dell'azione o dell'effetto dell'azione

Valore nominale o funzione di certe proprietà dei materiali legate agli effetti progettuali delle azioni considerate

All'interno del progetto devono essere quindi definite le prescrizioni relative agli spostamenti compatibili per l'opera e le prestazioni attese.

Il prescritto valore limite dell'effetto delle azioni deve essere stabilito in funzione del comportamento della struttura in elevazione e di tutte le costruzioni che interagiscono con le opere geotecniche in progetto, tenendo conto della durata dei carichi applicati.

5.2.4 Stati Limite Ultimi e di Esercizio sismici

Con riferimento al §3.2.1 delle NTC 2018, nei confronti delle azioni sismiche, sia gli Stati limite di esercizio (SLE) che gli Stati limite ultimi (SLU) sono individuati riferendosi alle prestazioni della costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali e gli impianti.

Gli Stati limite di esercizio (SLE) comprendono:

- *Stato Limite di Operatività (SLO)*: a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali e le apparecchiature rilevanti in relazione alla sua funzione, non deve subire danni ed interruzioni d'uso significativi;
- *Stato Limite di Danno (SLD)*: a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali e le apparecchiature rilevanti alla sua funzione, subisce danni tali da non mettere a rischio gli utenti e da non compromettere significativamente la capacità di resistenza e di rigidità nei

confronti delle azioni verticali ed orizzontali, mantenendosi immediatamente utilizzabile pur nell'interruzione d'uso di parte delle apparecchiature.

Gli Stati limite ultimi (SLU) comprendono:

- *Stato Limite di salvaguardia della Vita (SLV)*: a seguito del terremoto la costruzione subisce rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e significativi danni dei componenti strutturali cui si associa una perdita significativa di rigidezza nei confronti delle azioni orizzontali; la costruzione conserva invece una parte della resistenza e rigidezza per azioni verticali e un margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni sismiche orizzontali;
- *Stato Limite di prevenzione del Collasso (SLC)*: a seguito del terremoto la costruzione subisce gravi rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e danni molto gravi dei componenti strutturali; la costruzione conserva ancora un margine di sicurezza per azioni verticali ed un esiguo margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni orizzontali.

Con riferimento al §3.2.1 delle NTC 2018, per tutti gli elementi strutturali primari e secondari, gli elementi non strutturali e gli impianti si deve verificare che il valore di ciascuna domanda di progetto, definito dalla tabella 7.3.III per ciascuno degli stati limite richiesti, sia inferiore al corrispondente valore della capacità di progetto.

Le verifiche degli *elementi strutturali primari (ST)* si eseguono, come sintetizzato nella tabella 7.3.III, in dipendenza della Classe d'Uso (CU):

- nel caso di comportamento strutturale non dissipativo, in termini di *rigidezza (RIG)* e di *resistenza (RES)*, senza applicare le regole specifiche dei dettagli costruttivi e della progettazione in capacità;
- nel caso di comportamento strutturale dissipativo, in termini di *rigidezza (RIG)*, di *resistenza (RES)* e di *duttilità (DUT)* (quando richiesto), applicando le regole specifiche dei dettagli costruttivi e della progettazione in capacità.

Le verifiche degli elementi strutturali secondari si effettuano solo in termini di duttilità, mentre le verifiche degli *elementi non strutturali (NS)* e degli *impianti (IM)* si effettuano in termini di *funzionamento (FUN)* e *stabilità (STA)*, come sintetizzato nella tabella 7.3.III, in dipendenza della Classe d'Uso (CU).

Per le verifiche dettagliate di ogni parte strutturale si rimanda al capitolo §7 delle NTC 2018.

Tab. 7.3.III – Stati limite di elementi strutturali primari, elementi non strutturali e impianti

STATI LIMITE		CU I	CU II			CU III e IV		
		ST	ST	NS	IM	ST	NS	IM ^(*)
SLE	SLO					RIG		FUN
	SLD	RIG	RIG			RES		
SLU	SLV	RES	RES	STA	STA	RES	STA	STA
	SLC		DUT ^(**)			DUT ^(**)		

^(*) Per le sole CU III e IV, nella categoria Impianti ricadono anche gli arredi fissi.

^(**) Nei casi esplicitamente indicati dalle presenti norme.

Tabella 9 – Schema delle verifiche da attuare per gli elementi strutturali primari in base alla tipologia

5.3 Software di calcolo

Sono stati utilizzati i programmi di calcolo elencati nel seguito.

La scrivente ha esaminato preliminarmente la documentazione a corredo dei software per valutarne l'affidabilità e soprattutto l'idoneità al caso specifico. Tale documentazione, contiene una esauriente descrizione delle basi teoriche e degli algoritmi impiegati, l'individuazione dei campi d'impiego, nonché casi prova interamente risolti e commentati.

Il sottoscritto, inoltre, ha verificato l'affidabilità dei codici di calcolo attraverso un numero significativo di casi prova in cui i risultati dell'analisi numerica sono stati confrontati con soluzioni teoriche.

5.3.1 Calcolo strutture generiche

Titolo:



Caratteristiche:

Programma di calcolo strutturale agli elementi finiti che esegue il calcolo di strutture spaziali composte da elementi mono e/o bidimensionali anche con non linearità di materiale o con effetti dinamici

Autore:

G + D Computing Pty Limited - Sidney NSW 2000 Australia

Distribuzione:

HSH srl - Padova Italia

Versione:

2.4.6 B6b

5.3.2 Verifica sezioni miste acciaio-calcestruzzo

Titolo:

Caratteristiche:

Software per il calcolo di sezioni miste acciaio-calcestruzzo per impalcati da ponte

Autore:

Alhambra srl – Terni, Italia

5.3.3 Verifiche sezioni strutturali

Titolo:



Caratteristiche: Progetto e verifica di sezioni
Autore: Aztec Informatica - Casole Bruzio, Cosenza
Versione: 10.03a

5.4 Validazione programmi di calcolo

5.4.1 Analisi e verifiche svolte con l'ausilio di codici di calcolo

Ai sensi del §10.2 delle NTC2018 si dichiara quanto segue.

5.4.2 Tipo di analisi svolta

L'analisi strutturale e le verifiche sono condotte con l'ausilio di più codici di calcolo automatico. La verifica della sicurezza degli elementi strutturali è stata valutata con i metodi della scienza delle costruzioni. Per quanto riguarda i criteri di modellazione e le caratteristiche dei programmi utilizzati si rimanda ai relativi paragrafi.

5.4.3 Affidabilità dei codici di calcolo

Un attento esame preliminare della documentazione a corredo dei software ha consentito di valutarne l'affidabilità. La documentazione fornita dai produttori dei software contiene un'esauriente descrizione delle basi teoriche, degli algoritmi impiegati e l'individuazione dei campi d'impiego. L'affidabilità e la robustezza dei codici di calcolo sono garantite attraverso un numero significativo di casi prova in cui i risultati dell'analisi numerica sono stati confrontati con soluzioni teoriche.

5.4.4 Modalità di presentazione dei risultati

La relazione di calcolo strutturale presenta i dati di calcolo tale da garantirne la leggibilità, la corretta interpretazione e la riproducibilità. La relazione di calcolo illustra in modo esaustivo i dati in ingresso ed i risultati delle analisi in forma tabellare.

5.4.5 Informazioni generali sull'elaborazione

I software prevedono una serie di controlli automatici che consentono l'individuazione di errori di modellazione, di non rispetto di limitazioni geometriche e di armatura e di presenza di elementi non verificati. Il codice di calcolo consente di visualizzare e controllare, sia in forma grafica che tabellare, i dati del modello strutturale, in modo da avere una visione consapevole del comportamento corretto del modello strutturale.

5.4.6 Giudizio motivato di accettabilità dei risultati

I risultati delle elaborazioni sono stati sottoposti a controlli dal sottoscritto utente del software. Tale valutazione ha compreso il confronto con i risultati di semplici calcoli, eseguiti con metodi tradizionali. Inoltre sulla base di considerazioni riguardanti gli stati tensionali e deformativi determinati, si è valutata la validità delle scelte operate in sede di schematizzazione e di modellazione della struttura e delle azioni.

6 ANALISI STATICHE IMPALCATO

6.1 Descrizione analisi strutturale

Il calcolo delle sollecitazioni nell'impalcato viene effettuato mediante una modellazione FEM del solo impalcato, opportunamente vincolato, in modo da simulare gli effettivi gradi di libertà consentiti dalle apparecchiature di vincolo sottostanti.

L'impalcato viene discretizzato come graticcio di travi e traversi, eseguendo un'analisi globale dell'impalcato secondo la metodologia classica relativa alle strutture miste acciaio-calcestruzzo; la quale prevede l'introduzione di aree in acciaio equivalenti, omogeneizzate alle aree di calcestruzzo attraverso coefficienti variabili a seconda delle caratteristiche dipendenti dalla reologia.

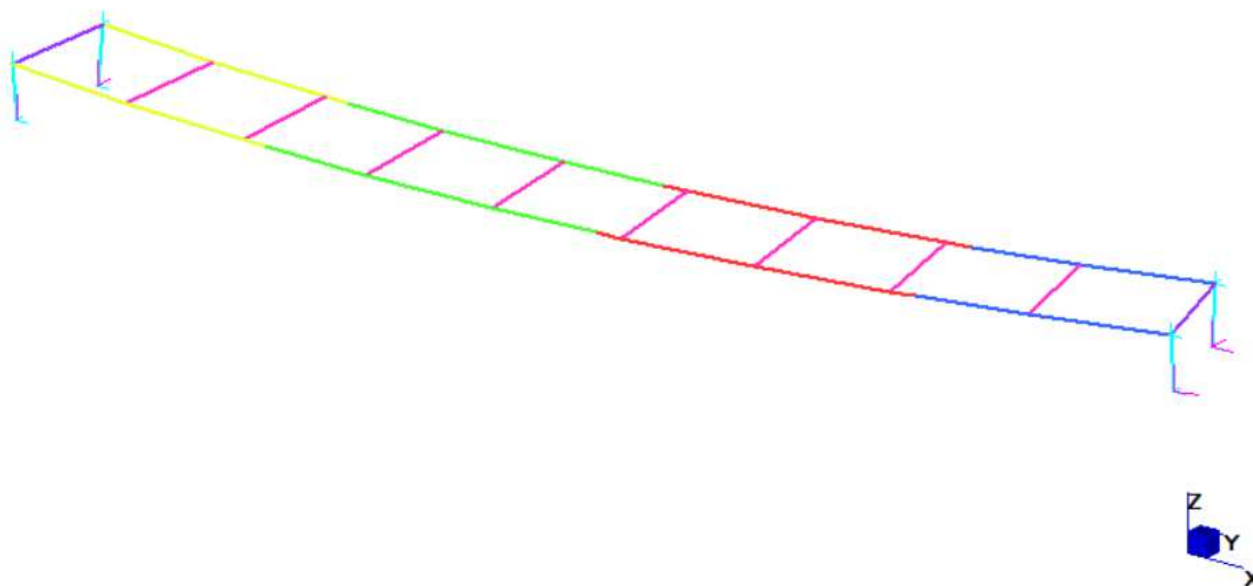


Figura 1 – Modello FEM

Gli effetti dei vari carichi vengono quindi linearmente sovrapposti con riferimento alle differenti "fasi" temporali della struttura, ciascuna caratterizzata da differenti caratteristiche della sezione resistente ed da specifiche tipologie di carico, come descritto di seguito.

6.1.1 Fase 1

Tale fase coincide con la posa in opera delle travi, dei traversi metallici e il getto delle solette in calcestruzzo; la sezione resistente della trave è relativa al solo acciaio così come quella dei traversi, essendo la soletta in calcestruzzo non ancora collaborante; i carichi agenti sono quelli dovuti al peso proprio di travi e traversi ed al getto delle solette in calcestruzzo.

6.1.2 Fase 2

In fase 2 vengono esaminati i carichi di tipo permanente, ovvero:

- pesi permanenti non strutturali (peso del manto di finitura, delle barriere, degli impianti di smaltimento acque e degli elementi accessori) – Fase 2A
- ritiro della soletta in calcestruzzo – Fase 2B

La sezione resistente è quella composta acciaio/calcestruzzo; si tiene conto, per i carichi di tale fase, dell'influenza della viscosità omogeneizzando le aree in calcestruzzo ad acciaio secondo i coefficienti di omogeneizzazione descritti successivamente.

6.1.3 **Fase 3**

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

- variazioni termiche – Fase 3A
- carichi mobili e azioni di breve durata in genere (vento) – Fase 3B

La sezione resistente è anche in questo caso quella composta acciaio/calcestruzzo; in questo caso, però, l'omogeneizzazione delle aree in calcestruzzo avviene secondo il coefficiente n_0 di breve durata, definito nel seguito.

Ai soli fini della suddivisione dei carichi in tipologie, la medesima suddivisione in fasi viene considerata anche per gli elementi metallici.

6.2 Coefficienti di omogeneizzazione

Lo studio dell'impalcato viene eseguito "omogeneizzando" la sezione di calcestruzzo ad acciaio. In funzione della durata del carico si distinguono due tipi di coefficienti:

n_0 coefficiente di omogeneizzazione per carichi di breve durata;

n_L coefficiente di omogeneizzazione per carichi di lunga durata.

In particolare, il coefficiente di omogeneizzazione per carichi di breve durata risulta semplicemente pari al rapporto tra i moduli elastici di acciaio e calcestruzzo, ossia $n_0 = E_a / E_{cm}$. Nel presente caso si ha $n_0 = 6.16$.

Il coefficiente di omogeneizzazione per carichi di lunga durata, invece, viene valutato in accordo alla norma EN 1994-2 al punto 5.4.2.2, in funzione della fase di vita in esame e del tipo di carico applicato, nel seguente modo:

$$n_L = n_0 (1 + \psi_L \phi_t)$$

dove:

$$n_0 = E_a / E_{cm}$$

ψ_L = moltiplicatore di viscosità, funzione del tipo di carico applicato

ϕ_t = coefficiente di viscosità

dove:

$\psi_L = 1.10$ per i carichi permanenti e i cedimenti vincolari

$\psi_L = 1.50$ per le deformazioni imposte

$\psi_L = 0.55$ per l'azione del ritiro

Avendo assunto:

$t_0 = 7$ g per il calcolo del ϕ_t finalizzato alla valutazione di n_L riferito al ritiro

$t_0 = 7$ g per il calcolo del ϕ_t finalizzato alla valutazione di n_L riferito ai carichi permanenti

Da cui si ottengono i seguenti valori del coefficiente di omogeneizzazione:

$n_1 = \infty$ assunto in fase 1, ossia per la fase di montaggio in cui la soletta in calcestruzzo non è collaborante, e per ragioni puramente numeriche lo si considera nullo;

$n_{L\ 2a} = 19,50$ assunto in fase 2a, per i carichi permanenti;

$n_{r\ 2b} = 12,84$ assunto in fase 2, per l'azione di ritiro;

$n_0 = 6,16$ assunto in fase 3, per i carichi accidentali.

6.3 Larghezza di soletta collaboranti

In tabella si riassumono i parametri di calcolo delle larghezze collaboranti alle travi longitudinali, valutate lungo lo sviluppo dell'impalcato.

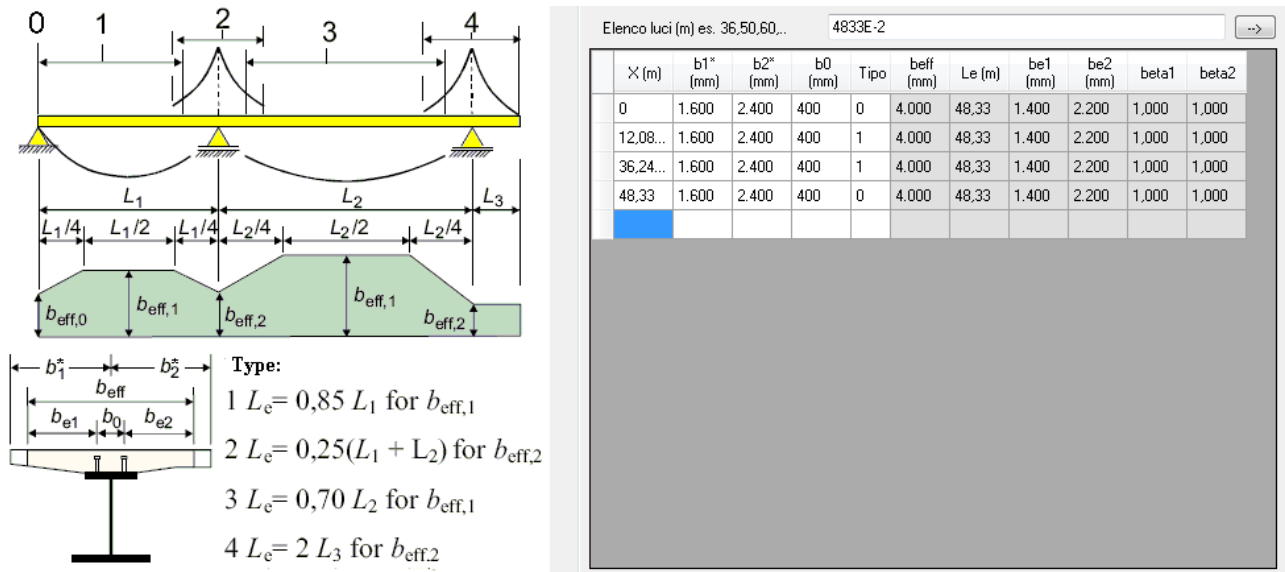


Figura 2 – Riepilogo larghezze collaboranti delle sezioni trave

Di seguito l'andamento della larghezza collaborante alla trave, in forma grafica.

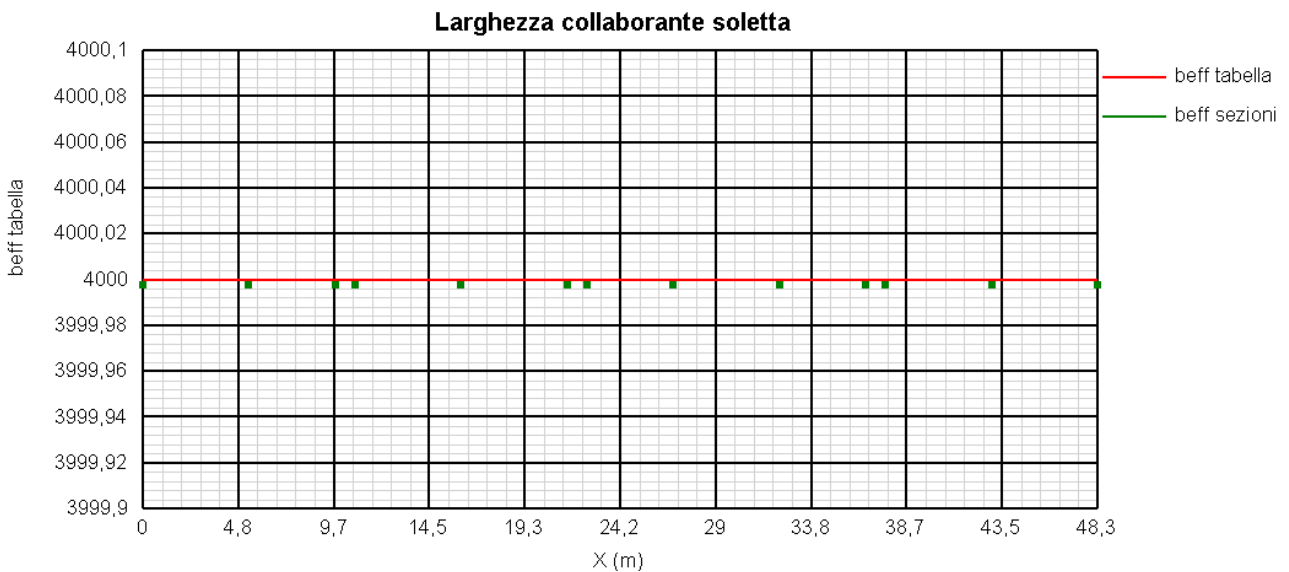


Figura 3 – Riepilogo larghezze collaboranti delle sezioni trave lungo l'asse impalcato

6.4 Rigidezze flessionali

Nella seguente tabella si riportano le proprietà geometriche attribuite nelle diverse fasi alle beam costituenti le travi principali del graticcio, ottenute sulla base dei coefficienti di omogeneizzazione e delle larghezze collaboranti desunte nei precedenti paragrafi.

In questa tabella sono indicate anche le proprietà fessurate, considerate in prossimità delle zone a momento negativo, nelle quali infatti si è trascurato il contributo del calcestruzzo alla rigidità dell'elemento, per un tratto pari al 15% della luce delle campate adiacenti all'appoggio intermedio; questo per tener conto della fessurazione della soletta in c.a., per la quale l'unico contributo considerato è quello fornito dalle armature longitudinali.

Concio C1

Caratteristiche generali

Dati principali

Altezza della sezione di acciaio	2300 mm
Piattabanda superiore	700x40 mm
Piattabanda inferiore	900x58 mm
Anima	18x2372 mm, Inclinazione: 21,8
Soletta	4000x250 mm
Raccordo	700x0 mm (escluso nel calcolo delle proprietà geometriche)
Armatura superiore	diametro 14 mm, passo 200 mm, dist. estradosso-baricentro armatura 40 mm
Armatura inferiore	diametro 14 mm, passo 200 mm, dist. intradosso-baricentro armatura 40 mm
Pioli	diametro 22 mm, altezza 200 mm, numero 26/m

Irrigidenti longitudinali dell'anima

distanza estradosso trave-irrigidente 1	575 mm
distanza estradosso trave-irrigidente 2	0 mm
Dimensione dei piatti - sinistra	orizzontali 150x15 mm, verticali 0x0 mm
Dimensione dei piatti - destra	orizzontali 0x0 mm, verticali 0x0 mm

Caratteristiche geometriche lorde

	Fase 1	Fase 2a	Fase 2b	Fase 2c	Fase 3	Fessurata
A (mm ²)	1,229E+5	1,803E+5	2,07E+5	1,786E+5	2,913E+5	1,29E+5
z _G (mm)	934,423	1409,132	1539,944	1399,571	1796,22	1005,547
J _y (mm ⁴)	1,129E+11	2,002E+11	2,243E+11	1,984E+11	2,717E+11	1,26E+11
W _{y,0} (mm ³)	-1,208E+8	-1,421E+8	-1,456E+8	-1,418E+8	-1,512E+8	-1,253E+8
W _{y,1} (mm ³)	-1,288E+8	-1,482E+8	-1,513E+8	-1,479E+8	-1,563E+8	-1,33E+8
W _{y,3} (mm ³)	8,518E+7	2,353E+8	3,115E+8	2,306E+8	5,858E+8	1,004E+8
W _{y,4} (mm ³)	8,268E+7	2,247E+8	2,951E+8	2,204E+8	5,392E+8	9,732E+7
W _{y,5} (mm ³)	1E+300	2,247E+8	2,951E+8	2,204E+8	5,392E+8	9,732E+7
W _{y,6} (mm ³)	1E+300	2,15E+8	2,803E+8	2,11E+8	4,996E+8	9,441E+7
W _{y,7} (mm ³)	1E+300	1,818E+8	2,312E+8	1,787E+8	3,806E+8	8,374E+7
W _{y,8} (mm ³)	1E+300	1,755E+8	2,22E+8	1,725E+8	3,604E+8	8,157E+7
S _{y,1} (mm ³)	4,726E+7	7,204E+7	7,887E+7	7,154E+7	9,225E+7	5,098E+7
S _{y,2} (mm ³)	5,471E+7	8,974E+7	1,002E+8	8,899E+7	1,215E+8	5,968E+7
S _{y,3} (mm ³)	3,768E+7	8,272E+7	9,513E+7	8,181E+7	1,195E+8	4,443E+7
S _{y,4} (mm ³)	-2,98E-8	5,834E+7	7,441E+7	5,716E+7	1,059E+8	8,74E+6
η _E	1E+300	19,505	12,834	20,167	6,162	1E+300

Concio C2

Caratteristiche generali

Dati principali

Altezza della sezione di acciaio	2300 mm
Piattabanda superiore	700x57 mm
Piattabanda inferiore	900x69 mm
Anima	16x2341 mm, Inclinazione: 21,8
Soletta	4000x250 mm
Raccordo	700x0 mm (escluso nel calcolo delle proprietà geometriche)

Armatura superiore	diametro 14 mm, passo 200 mm, dist. estradosso-baricentro armatura 40 mm
Armatura inferiore	diametro 14 mm, passo 200 mm, dist. intradosso-baricentro armatura 40 mm
Pioli	diametro 22 mm, altezza 200 mm, numero 15/m

Irrigidenti longitudinali dell'anima

distanza estradosso trave-irrigidente 1	575 mm
distanza estradosso trave-irrigidente 2	0 mm
Dimensione dei piatti - sinistra	orizzontali 150x15 mm, verticali 0x0 mm
Dimensione dei piatti - destra	orizzontali 0x0 mm, verticali 0x0 mm

Caratteristiche geometriche lorde

	Fase 1	Fase 2a	Fase 2b	Fase 2c	Fase 3	Fessurata
A (mm ²)	1,395E+5	1,969E+5	2,235E+5	1,952E+5	3,079E+5	1,456E+5
Z _G (mm)	975,761	1398,452	1520,838	1389,61	1768,553	1037,042
J _y (mm ⁴)	1,38E+11	2,238E+11	2,486E+11	2,22E+11	2,991E+11	1,504E+11
W _{y,0} (mm ³)	-1,414E+8	-1,6E+8	-1,635E+8	-1,597E+8	-1,691E+8	-1,451E+8
W _{y,1} (mm ³)	-1,522E+8	-1,683E+8	-1,713E+8	-1,681E+8	-1,76E+8	-1,554E+8
W _{y,3} (mm ³)	1,089E+8	2,649E+8	3,443E+8	2,601E+8	6,305E+8	1,248E+8
W _{y,4} (mm ³)	1,042E+8	2,482E+8	3,191E+8	2,438E+8	5,629E+8	1,191E+8
W _{y,5} (mm ³)	1E+300	2,482E+8	3,191E+8	2,438E+8	5,629E+8	1,191E+8
W _{y,6} (mm ³)	1E+300	2,377E+8	3,035E+8	2,336E+8	5,235E+8	1,155E+8
W _{y,7} (mm ³)	1E+300	2,013E+8	2,514E+8	1,981E+8	4,035E+8	1,021E+8
W _{y,8} (mm ³)	1E+300	1,943E+8	2,416E+8	1,913E+8	3,828E+8	9,944E+7
S _{y,1} (mm ³)	5,845E+7	8,47E+7	9,23E+7	8,415E+7	1,077E+8	6,226E+7
S _{y,2} (mm ³)	6,554E+7	9,993E+7	1,105E+8	9,918E+7	1,326E+8	7,033E+7
S _{y,3} (mm ³)	5,17E+7	9,378E+7	1,06E+8	9,29E+7	1,306E+8	5,78E+7
S _{y,4} (mm ³)	2,235E-8	5,895E+7	7,602E+7	5,772E+7	1,106E+8	8,546E+6
nE	1E+300	19,505	12,834	20,167	6,162	1E+300

Concio C3

Caratteristiche generali

Dati principali

Altezza della sezione di acciaio	2300 mm
Piattabanda superiore	700x57 mm
Piattabanda inferiore	900x69 mm
Anima	16x2341 mm, Inclinazione: 21,8
Soletta	4000x250 mm
Raccordo	700x0 mm (escluso nel calcolo delle proprietà geometriche)
Armatura superiore	diametro 14 mm, passo 200 mm, dist. estradosso-baricentro armatura 40 mm
Armatura inferiore	diametro 14 mm, passo 200 mm, dist. intradosso-baricentro armatura 40 mm
Pioli	diametro 22 mm, altezza 200 mm, numero 15/m

Irrigidenti longitudinali dell'anima

distanza estradosso trave-irrigidente 1	575 mm
distanza estradosso trave-irrigidente 2	0 mm
Dimensione dei piatti - sinistra	orizzontali 150x15 mm, verticali 0x0 mm
Dimensione dei piatti - destra	orizzontali 0x0 mm, verticali 0x0 mm

Caratteristiche geometriche lorde

	Fase 1	Fase 2a	Fase 2b	Fase 2c	Fase 3	Fessurata
A (mm ²)	1,395E+5	1,969E+5	2,235E+5	1,952E+5	3,079E+5	1,456E+5
Z _G (mm)	975,761	1398,452	1520,838	1389,61	1768,553	1037,042
J _y (mm ⁴)	1,38E+11	2,238E+11	2,486E+11	2,22E+11	2,991E+11	1,504E+11
W _{y,0} (mm ³)	-1,414E+8	-1,6E+8	-1,635E+8	-1,597E+8	-1,691E+8	-1,451E+8
W _{y,1} (mm ³)	-1,522E+8	-1,683E+8	-1,713E+8	-1,681E+8	-1,76E+8	-1,554E+8
W _{y,3} (mm ³)	1,089E+8	2,649E+8	3,443E+8	2,601E+8	6,305E+8	1,248E+8
W _{y,4} (mm ³)	1,042E+8	2,482E+8	3,191E+8	2,438E+8	5,629E+8	1,191E+8
W _{y,5} (mm ³)	1E+300	2,482E+8	3,191E+8	2,438E+8	5,629E+8	1,191E+8
W _{y,6} (mm ³)	1E+300	2,377E+8	3,035E+8	2,336E+8	5,235E+8	1,155E+8
W _{y,7} (mm ³)	1E+300	2,013E+8	2,514E+8	1,981E+8	4,035E+8	1,021E+8
W _{y,8} (mm ³)	1E+300	1,943E+8	2,416E+8	1,913E+8	3,828E+8	9,944E+7

S _{y,1} (mm ³)	5,845E+7	8,47E+7	9,23E+7	8,415E+7	1,077E+8	6,226E+7
S _{y,2} (mm ³)	6,554E+7	9,993E+7	1,105E+8	9,918E+7	1,326E+8	7,033E+7
S _{y,3} (mm ³)	5,17E+7	9,378E+7	1,06E+8	9,29E+7	1,306E+8	5,78E+7
S _{y,4} (mm ³)	2,235E-8	5,895E+7	7,602E+7	5,772E+7	1,106E+8	8,546E+6
nE	1E+300	19,505	12,834	20,167	6,162	1E+300

Concio C4

Caratteristiche generali

Dati principali

Altezza della sezione di acciaio	2300 mm
Piattabanda superiore	700x40 mm
Piattabanda inferiore	900x58 mm
Anima	18x2372 mm, Inclinazione: 21,8
Soletta	4000x250 mm
Raccordo	700x0 mm (escluso nel calcolo delle proprietà geometriche)
Armatura superiore	diametro 14 mm, passo 200 mm, dist. estradosso-baricentro armatura 40 mm
Armatura inferiore	diametro 14 mm, passo 200 mm, dist. intradosso-baricentro armatura 40 mm
Pioli	diametro 22 mm, altezza 200 mm, numero 26/m

Irrigidenti longitudinali dell'anima

distanza estradosso trave-irrigidente 1	575 mm
distanza estradosso trave-irrigidente 2	0 mm
Dimensione dei piatti - sinistra	orizzontali 150x15 mm, verticali 0x0 mm
Dimensione dei piatti - destra	orizzontali 0x0 mm, verticali 0x0 mm

Caratteristiche geometriche lorde

	Fase 1	Fase 2a	Fase 2b	Fase 2c	Fase 3	Fessurata
A (mm ²)	1,229E+5	1,803E+5	2,07E+5	1,786E+5	2,913E+5	1,29E+5
z _G (mm)	934,423	1409,132	1539,944	1399,571	1796,22	1005,547
J _y (mm ⁴)	1,129E+11	2,002E+11	2,243E+11	1,984E+11	2,717E+11	1,26E+11
W _{y,0} (mm ³)	-1,208E+8	-1,421E+8	-1,456E+8	-1,418E+8	-1,512E+8	-1,253E+8
W _{y,1} (mm ³)	-1,288E+8	-1,482E+8	-1,513E+8	-1,479E+8	-1,563E+8	-1,33E+8
W _{y,3} (mm ³)	8,518E+7	2,353E+8	3,115E+8	2,306E+8	5,858E+8	1,004E+8
W _{y,4} (mm ³)	8,268E+7	2,247E+8	2,951E+8	2,204E+8	5,392E+8	9,732E+7
W _{y,5} (mm ³)	1E+300	2,247E+8	2,951E+8	2,204E+8	5,392E+8	9,732E+7
W _{y,6} (mm ³)	1E+300	2,15E+8	2,803E+8	2,11E+8	4,996E+8	9,441E+7
W _{y,7} (mm ³)	1E+300	1,818E+8	2,312E+8	1,787E+8	3,806E+8	8,374E+7
W _{y,8} (mm ³)	1E+300	1,755E+8	2,22E+8	1,725E+8	3,604E+8	8,157E+7
S _{y,1} (mm ³)	4,726E+7	7,204E+7	7,887E+7	7,154E+7	9,225E+7	5,098E+7
S _{y,2} (mm ³)	5,471E+7	8,974E+7	1,002E+8	8,899E+7	1,215E+8	5,968E+7
S _{y,3} (mm ³)	3,768E+7	8,272E+7	9,513E+7	8,181E+7	1,195E+8	4,443E+7
S _{y,4} (mm ³)	-2,98E-8	5,834E+7	7,441E+7	5,716E+7	1,059E+8	8,74E+6
nE	1E+300	19,505	12,834	20,167	6,162	1E+300

6.5 Rigidezze torsionali

Essendo l'impalcato torsio-rigido per la presenza della soletta e dei controventi inferiori, la rigidezza torsionale viene valutata considerando una sezione a cassone equivalente.

In Fase 1 la sezione a cassone equivalente é definita lateralmente dalle anime delle travi principali, superiormente ed inferiormente da una piastra di spessore equivalente ai controventi posta nel piano delle ali dei traversi.

In Fase 2 e 3 la sezione a cassone equivalente é definita lateralmente dalle anime delle travi principali, inferiormente da una piastra di spessore equivalente ai controventi posta nel piano delle ali dei traversi e superiormente dalla soletta in c.a. che in questa fase costituisce un elemento strutturale. Per ogni fase lo spessore della soletta viene ridotto con i coefficiente di omogeneizzazione definiti nei paragrafi precedenti;

l'inerzia cosi determinata, viene attribuita alle travi longitudinali del modello suddividendola in parti uguali.

Per la valutazione dell'inerzia torsionale si utilizza la formula:

$$J_t = 4A^2 / (\sum l_i / t_i)$$

dove:

A = area cellula torsio-rigida

l_i = lunghezza parete i-esima della cellula

t_i = spessore parete i-esima della cellula

Lo spessore di piastra equivalente ai controventi viene calcolato come:

$$t^* = 2 \cdot E / G \cdot A \cdot a / b^2 \cdot \sin^3 \alpha$$

dove:

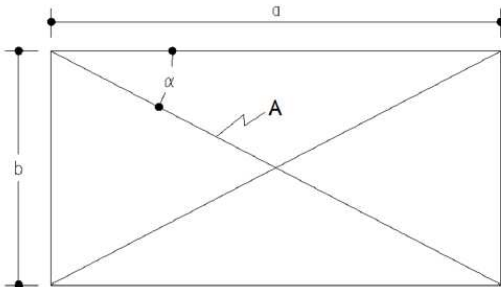
a,b = dimensioni campo controventato

A = area di un controvento

α = angolazione controvento

E = modulo elastico acciaio

G = modulo di elasticità tangenziale acciaio



da cui:

	Controventi	a [cm]	b [cm]	A [cm ²]	t* [cm]
Superiore	L100x10	526	464	19,15	0,07
Inferiore	4L160x17	526	324	207,28	0,78

Nelle Fasi 2 e 3 lo spessore di piastra equivalente alla soletta d'impalcato viene calcolato come:

$$t^* = h_{sol} / n_e$$

dove:

h_{sol} = 25 cm spessore soletta d'impalcato in c.a.

n_e = coefficiente di omogeneizzazione

I valori di rigidezza torsionale risultano:

Fase 1		Fase 2		Fase 3	
L_{sup} [cm]	464	n_e	12,83	n_e	6,16
t^*_{sup} [cm]	0,07	h_{sol} [cm]	25	h_{sol} [cm]	25
L_{vert} [cm]	175	L_{sup} [cm]	484	L_{sup} [cm]	484
t_{vert} [cm]	1,6	t^*_{sup} [cm]	1,95	t^*_{sup} [cm]	4,06
L_{inf} [cm]	324	L_{vert} [cm]	206	L_{vert} [cm]	207
t^*_{inf} [cm]	0,78	t_{vert} [cm]	1,6	t_{vert} [cm]	1,6
Ω [cm ²]	68950	L_{inf} [cm]	324	L_{inf} [cm]	324
J_T [cm ⁴]	2632902	t^*_{inf} [cm]	0,78	t^*_{inf} [cm]	0,78
		Ω [cm ²]	83214	Ω [cm ²]	83640
		J_T [cm ⁴]	30050231	J_T [cm ⁴]	35246333

Tali rigidezze vengono suddivise sulle 2 travi longitudinali costituenti il cassone torsio-rigido, per ciascuna delle quali vale dunque:

	Fase 1	Fase 2	Fase 3
J_T [cm ⁴]	1316451	15025115	17623166

6.6 Traversi

I traversi intermedi sono costituiti da:

- briglia superiore n.2 L140x15
- briglia inferiore n.2 L140x15
- diagonali n.2 L140x15

I traversi d'appoggio sono costituiti da:

- briglia superiore n.2 L200x18
- briglia inferiore n.2 L200x18
- diagonali n.2 L200x18

Le caratteristiche dei traversi equivalenti rispetto al baricentro delle travi principali, risultano le seguenti:

CAMPATA			APPOGGIO		
Corrente superiore			Corrente superiore		
A [cm ²]	80	2L140x15	A [cm ²]	138,2	2L200x18
Ixx [cm ⁴]	1447		Ixx [cm ⁴]	5200	
Iyy [cm ⁴]	3254		Iyy [cm ⁴]	11225	
z [cm]	205		z [cm]	205	
Corrente inferiore			Corrente inferiore		
A [cm ²]	80	2L140x15	A [cm ²]	138,2	2L200x18
Ixx [cm ⁴]	1447		Ixx [cm ⁴]	5200	
Iyy [cm ⁴]	3254		Iyy [cm ⁴]	11225	
z [cm]	30		z [cm]	30	
Baricentro trave principale			Baricentro trave principale		
zG [cm]	100		zG [cm]	100	
Traverso equivalente			Traverso equivalente		
A [cm ²]	160		A [cm ²]	276	
Ixx [cm ⁴]	1276894		Ixx [cm ⁴]	2211235	
Iyy [cm ⁴]	6508		Iyy [cm ⁴]	22450	

6.7 Vincoli

Le travi principali d'impalcato vengono modellate in corrispondenza dell'attacco trave-soletta, pertanto i nodi in corrispondenza degli appoggi su spalle e pile, vengono collegati a terra mediante link rigidi, vincolati in corrispondenza delle teste degli appoggi, secondo lo schema isostatico seguente.

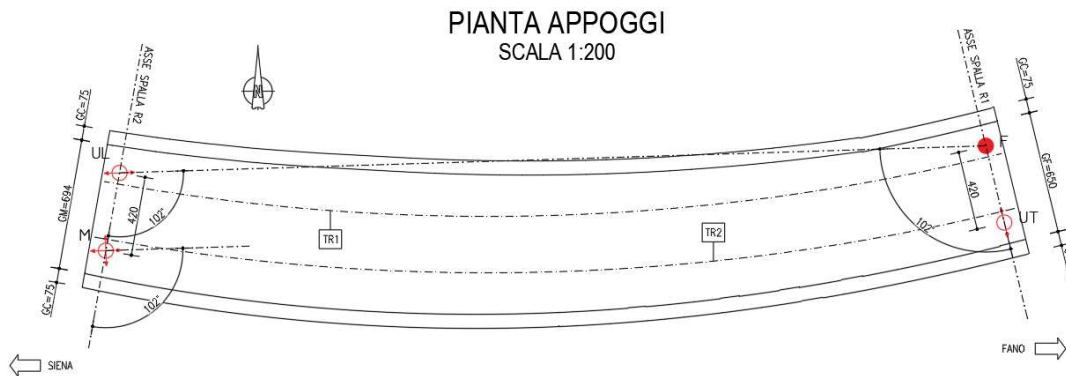


Figura 4 – Disposizione appoggi

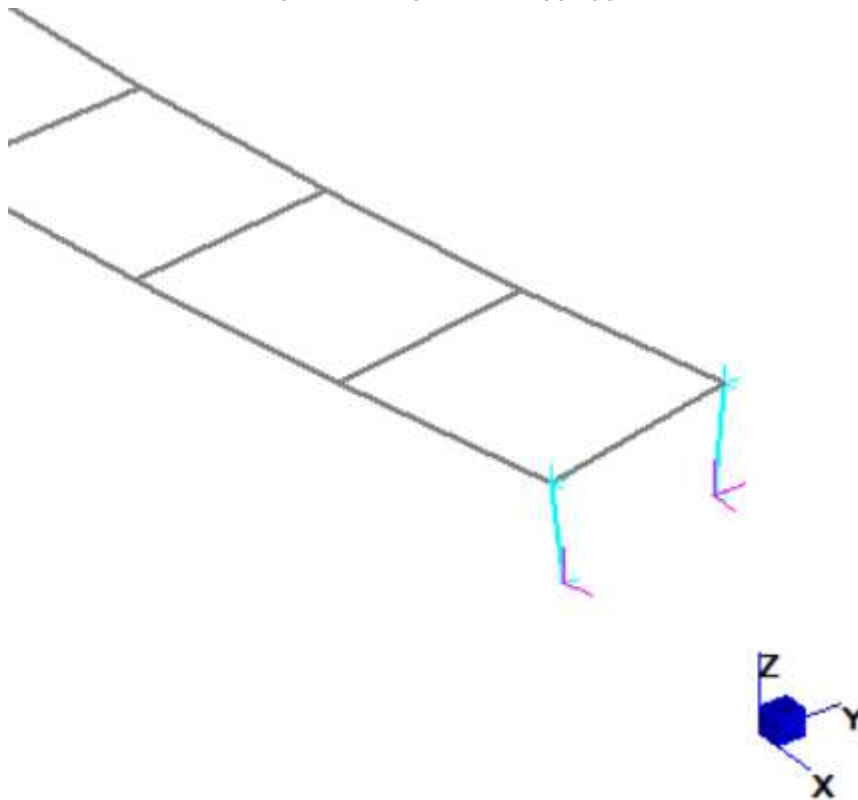


Figura 5 – Modello FEM – Vincoli

6.8 Geometria modello

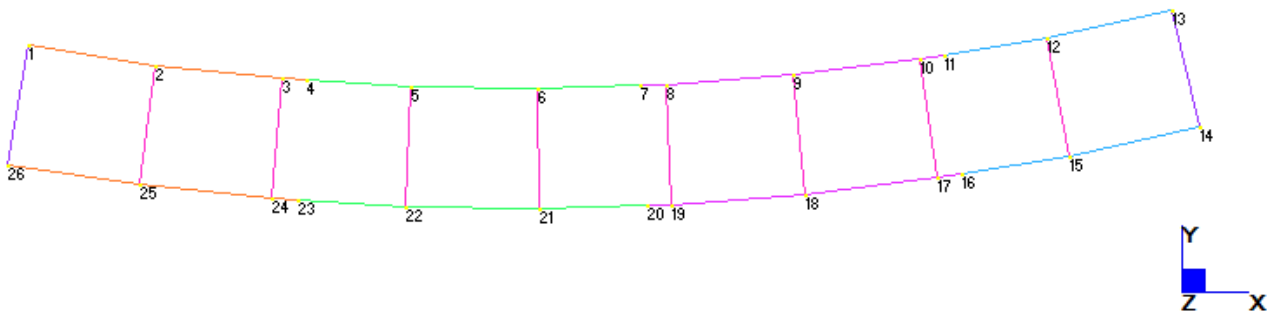


Figura 6 – Modello FEM – Numerazione nodi

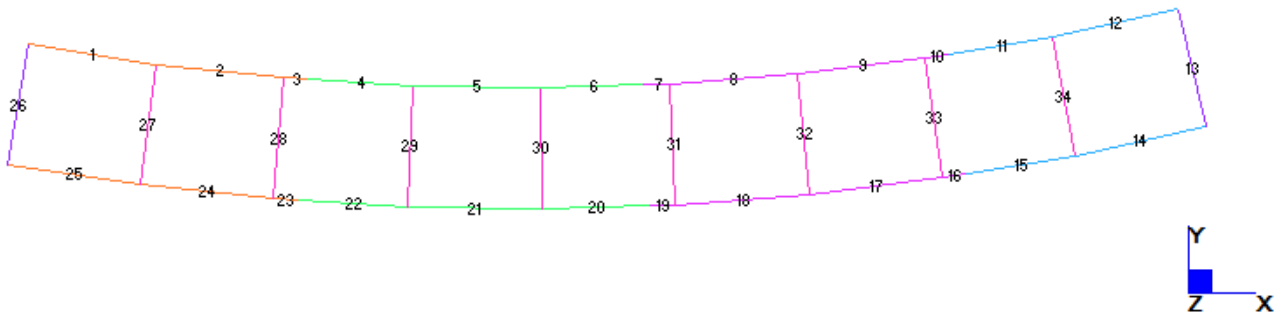


Figura 7 – Modello FEM – Numerazione elementi

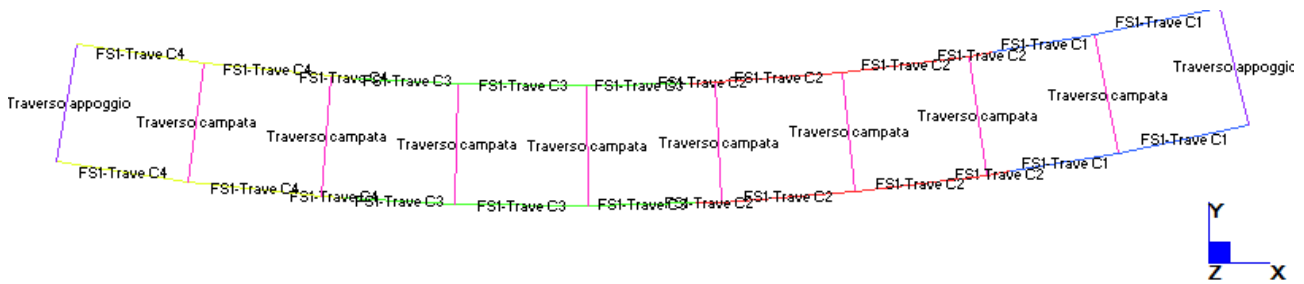


Figura 8 – Modello FEM – Proprietà elementi – Fase 1

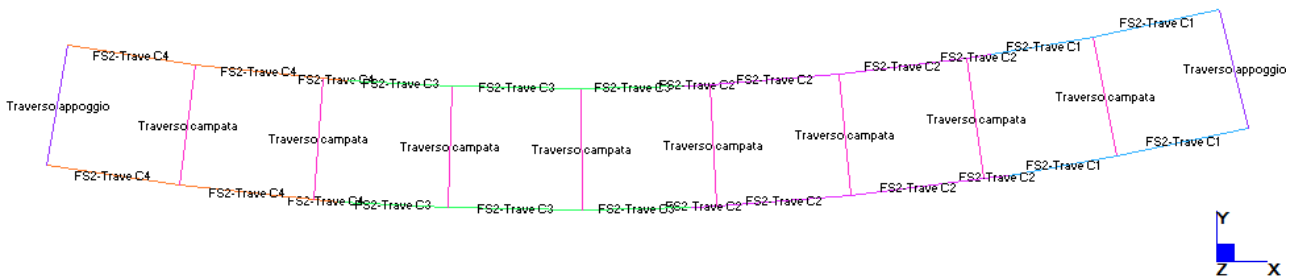


Figura 9 – Modello FEM – Proprietà elementi – Fase 2

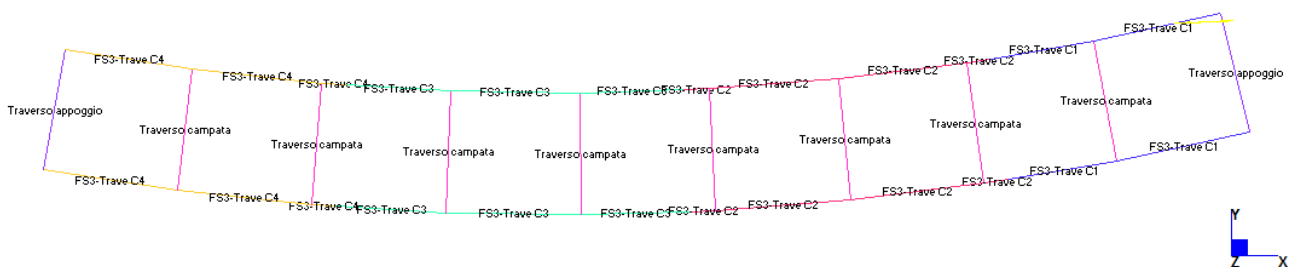


Figura 10 – Modello FEM – Proprietà elementi – Fase 3

7 ANALISI DEI CARICHI STATICI

Si descrivono di seguito i carichi considerati nelle differenti fasi.

7.1 Fase 1

7.1.1 Impalcato metallico

Il peso del graticcio d'impalcato viene assegnato automaticamente pari a $\gamma_s=7850 \text{ kg/m}^3$, ad ogni elemento del modello di calcolo; tale peso è stato incrementato del 55% per considerare la presenza di saldature, irrigidimenti, controventi, piastre, pioli, imbottiture etc.

Tale percentuale d'incremento viene giustificato successivamente nel paragrafo 18 **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata..**

7.1.2 Soletta in c.a.

Stante la simmetria geometrica trasversale, il peso della soletta in c.a. (peso per unità di volume $\gamma_s=25 \text{ kN/m}^3$) di spessore 25 cm e larghezza 8.00 m, viene ripartito ugualmente sulle due travi principali, come:

$$(8.00\text{m} * 0.25\text{m}) * 25 \text{ kN/m}^3 / 2 = 25 \text{ kN/m.}$$

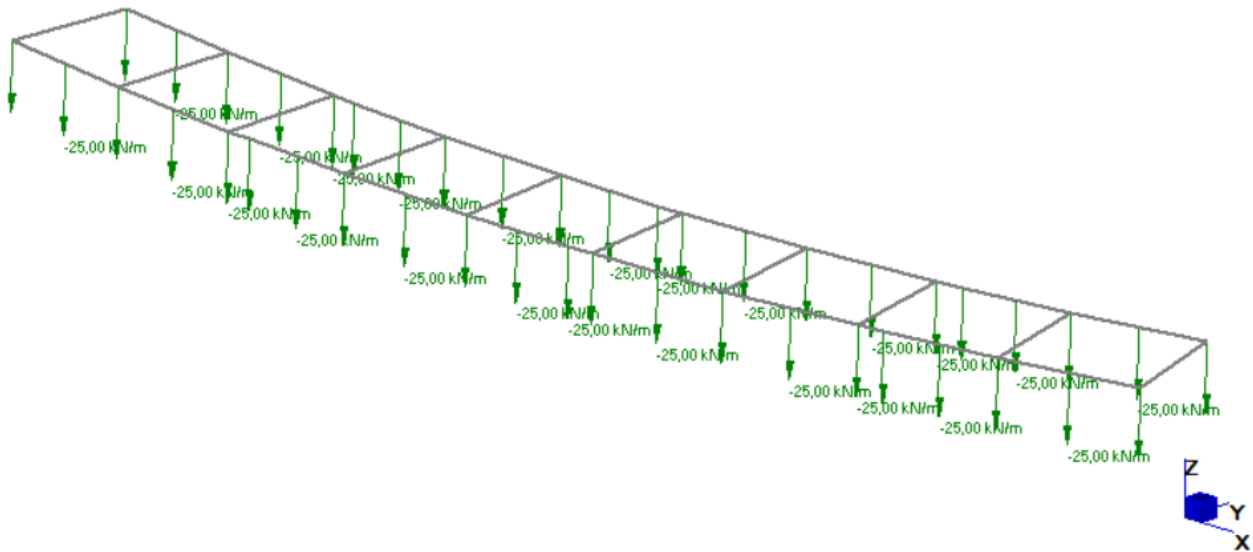


Figura 11 – Modello FEM Fase 1 – Soletta

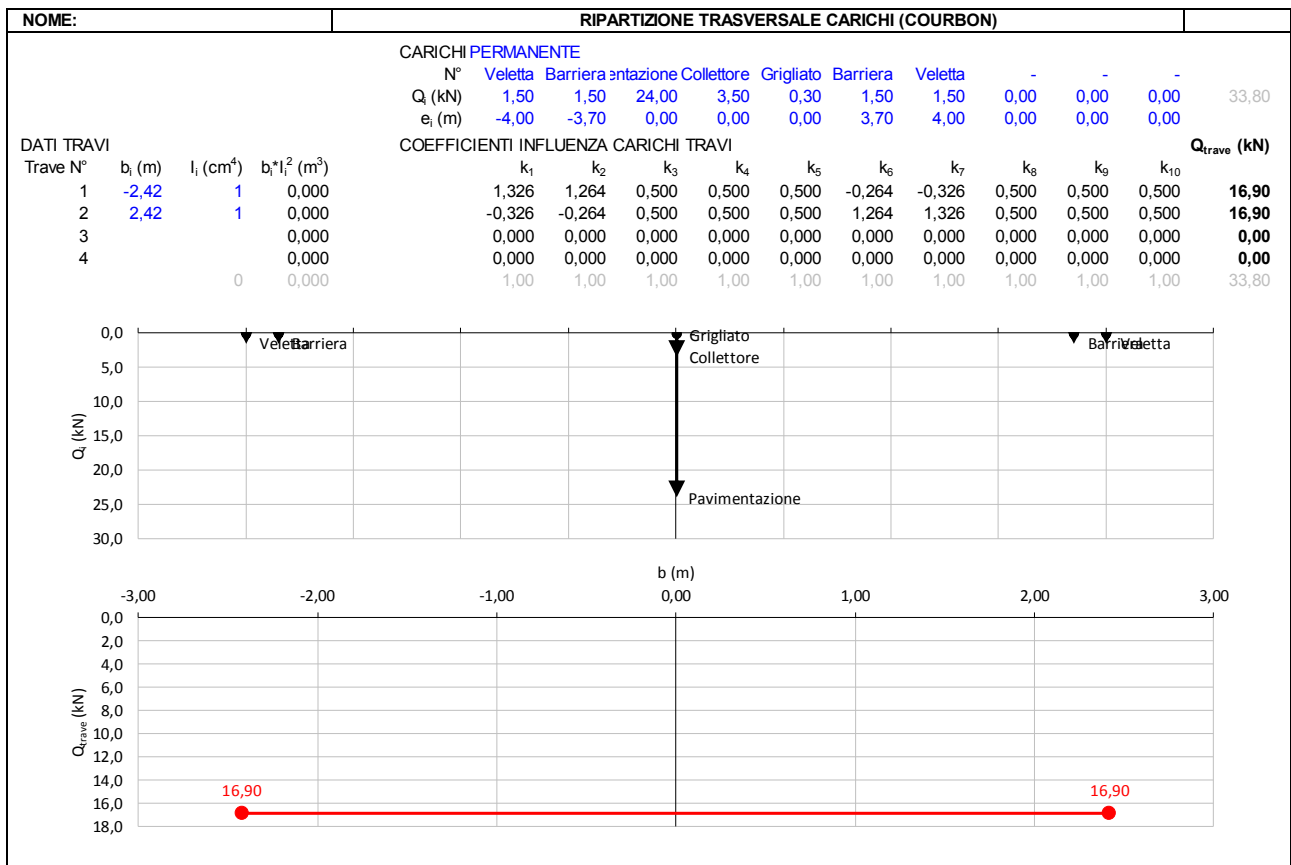
7.2 Fase 2

7.2.1 Permanenti non strutturali

Si considerano i carichi permanenti non strutturali seguenti:

- Pavimentazione 3.00 kN/m²
- Cordoli 3.75 kN/m²
- Barriere stradali (filo interno cordolo) 1.50 kN/m
- Velette laterali 1.50 kN/m
- Collettore smaltimento acque (in centro al traverso) 3.50 kN/m
- Grigliato di ispezione a fondo cassero 0.50 kN/m²

Per determinare l'aliquota del carico che viene trasferita a ciascuna trave di impalcato, si considera una ripartizione rigida secondo la formulazione di Courbon.



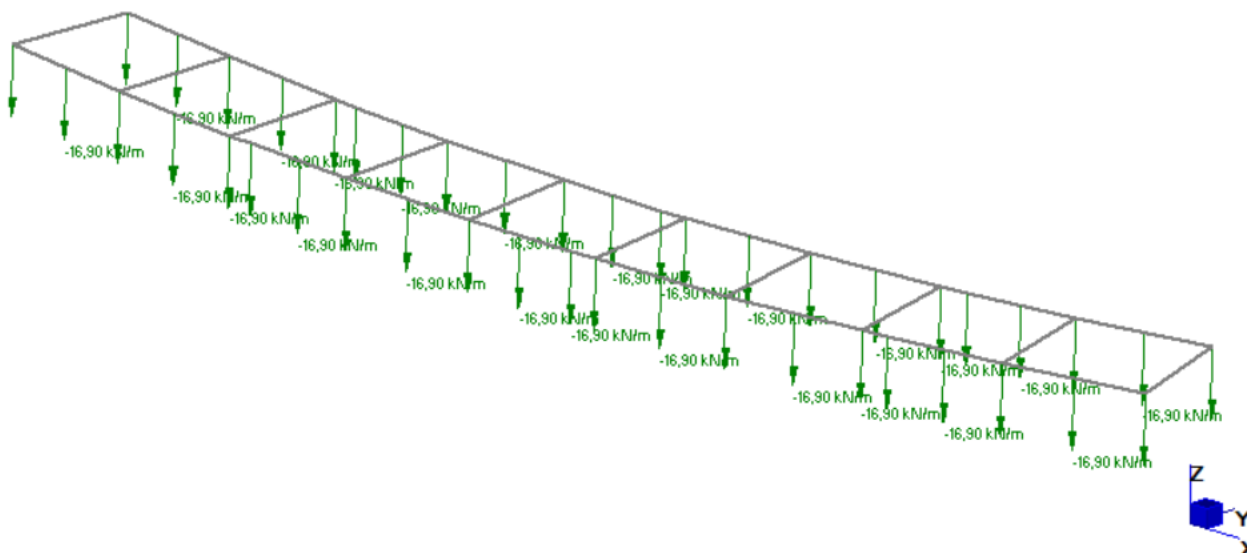


Figura 12 – Modello FEM Fase 2 – Permanenti non strutturali

7.2.2 Ritiro

Le considerazioni circa gli effetti del ritiro e della viscosità sull'impalcato sono valutati direttamente sul software di calcolo delle sezioni miste "PONTI EC4" in aderenza alle prescrizioni contenute in EN 1992-2. Nel seguito si riportano le valutazioni.

Caratteristiche del cls a tempo zero

Resistenza a compressione caratteristica, f_{ck} (N/mm ²)	35,00
Resistenza a compressione media, $f_{cm} = f_{ck} + 8$ (N/mm ²)	43,00
Modulo elastico secante, $E_{cm} = 22000 (f_{cm}/10)^{0,3}$ k (N/mm ²)	34.077,15
Coefficiente di correzione, k	1,00
Tipo di aggregati presenti nell'impasto	Quarziti
Classe del cemento	N

Coefficienti di omogeneizzazione

Moduli elastici Longitudinali		Moduli elastici Tangenziali	
nE a tempo 0	6,162	nG a tempo 0	5,688
nE(t,t ₀) - Permanenti	19,505	nG(t,t ₀) - Permanenti	18,005
nE(t,t ₀) - Ritiro	12,834	nG(t,t ₀) - Ritiro	11,847
nE(t,t ₀) - Def. imposte	20,167	nG(t,t ₀) - Def. imposte	18,616

Tempo e ambiente

Eta' del calcestruzzo in giorni all'inizio del ritiro per essiccamento, t _s	3
Eta' del calcestruzzo in giorni al momento dell'applicazione dei carichi permanenti, t ₀	7
Eta' del calcestruzzo in giorni al momento dell'applicazione del ritiro, t ₀	7
Eta' del calcestruzzo in giorni al momento dell'applicazione delle deformazioni imposte, t ₀	28
Eta' del calcestruzzo in giorni, t	36.500
Dimensione fittizia dell'elemento di cls, h ₀ = 2A _c /u (mm)	500
Sezione dell'elemento, A _c (mm ²)	1.000.000,00
Perimetro a contatto con l'atmosfera, u (mm)	4.000,00
Umidita' relativa percentuale, RH (%)	75

Coefficiente di viscosita' $\phi(t,t_0)$ e modulo elastico E_{cm} al tempo "t"

Coefficiente di viscosita' $\varphi(t,t_0) = \varphi_0 \beta_c(t,t_0) =$	
al momento dell'applicazione dei carichi permanenti	1,968
al momento dell'applicazione del ritiro	1,968
al momento dell'applicazione delle deformazioni imposte	1,515
Coefficiente nominale di viscosita', $\varphi_0 = \varphi_{RH} \beta_c(f_{cm}) \beta_c(t_0) =$	
al momento dell'applicazione dei carichi permanenti	1,986
al momento dell'applicazione del ritiro	1,986
al momento dell'applicazione delle deformazioni imposte	1,528
Coefficiente per l'evoluzione della viscosita' nel tempo, $\beta_c(t_0) = 1/(0.1+t_0^{0.20})$	
al momento dell'applicazione dei carichi permanenti	0,635
al momento dell'applicazione del ritiro	0,635
al momento dell'applicazione delle deformazioni imposte	0,488
Eta' del calcestruzzo corretta in funzione della tipologia di cemento, $t_0 = t_0 [9/(2+t_0^{1.2})+1]^\alpha \geq 0.5$	
al momento dell'applicazione dei carichi permanenti	7,00
al momento dell'applicazione del ritiro	7,00
al momento dell'applicazione delle deformazioni imposte	28,00
Coefficiente per la variabilita' della viscosita' nel tempo, $\beta_c(t,t_0) = [(t-t_0)/(\beta_H+t-t_0)]^{0.30}$	
al momento dell'applicazione dei carichi permanenti	0,991
al momento dell'applicazione del ritiro	0,991
al momento dell'applicazione delle deformazioni imposte	0,991
Modulo elastico al tempo "t", $E_{cm}(t,t_0) = E_{cm} / [1+\psi^* \varphi(t,t_0)]$	
al momento dell'applicazione dei carichi permanenti	10.766
al momento dell'applicazione del ritiro	16.363
al momento dell'applicazione delle deformazioni imposte	10.413
$\psi =$	
al momento dell'applicazione dei carichi permanenti	1,100
al momento dell'applicazione del ritiro	0,550
al momento dell'applicazione delle deformazioni imposte	1,500
Altri dati:	
Coefficiente che tiene conto dell'umidita', $\varphi_{RH} = 1 + [(1-RH/100)/(0.1h_0^{1/3})\alpha_1]\alpha_2$	1,221
Coefficiente per la resistenza del cls, $\alpha_1 = (35/f_{cm})^{0.7}$ per $f_{cm} > 35$ Mpa oppure $\alpha_1 = 1$ per $f_{cm} \leq 35$ Mpa	0,866
Coefficiente per la resistenza del cls, $\alpha_2 = (35/f_{cm})^{0.2}$ per $f_{cm} > 35$ Mpa oppure $\alpha_2 = 1$ per $f_{cm} \leq 35$ Mpa	0,960
Coefficiente per la resistenza del cls, $\beta_c(f_{cm}) = 16.8/f_{cm}^{0.5}$	2,562
Coefficiente per il tipo di cemento, $\alpha =$	0
Coefficiente che tiene conto dell'umidita', $\beta_H = 1.5 [1+(0.012 RH)^{18}] h_0 + 250$ $\alpha_3 \leq 1500$ α_3	1,088
Coefficiente per la resistenza del cls, $\alpha_3 = (35/f_{cm})^{0.5}$ per $f_{cm} > 35$ Mpa oppure $\alpha_3 = 1$ per $f_{cm} \leq 35$ Mpa	0,902

Deformazione di ritiro $\epsilon_s(t,t_0)$

$$\epsilon_s(t,t_0) = \epsilon_{cd}(t) + \epsilon_{ca}(t) = 0,000270$$

Dove:

Deformazione dovuta al ritiro per essiccamento, $\epsilon_{cd}(t) = \beta_{ds}(t,t_s) k_h \epsilon_{cd,0} =$	0,000208
Coeff. per la variabilita' della deformazione nel tempo, $\beta_{ds}(t,t_s) = (t-t_s)/[(t-t_s)+0.04(h_0^3)^{0.5}] =$	0,988
Parametro che dipende da h_0 (vedi prospetto seguente), $k_h =$	0,70
Deformazione di base, $\epsilon_{cd,0} = 0.85 [(220+110\alpha_{ds1})^* \exp(-\alpha_{ds2} * f_{cm}/f_{cm0})] 10^{-6} \beta_{RH} =$	0,000300
$\beta_{RH} = 1.55 [1-(RH/RH_0)^3] =$	0,896
$f_{cm0} =$	10 Mpa
$RH_0 =$	100%
Coefficiente per il tipo di cemento, α_{ds1}	4
Coefficiente per il tipo di cemento, α_{ds2}	0,12
Deformazione dovuta al ritiro autogeno, $\epsilon_{ca}(t) = \beta_{as}(t) \epsilon_{ca00} =$	0,0000625
$\beta_{as}(t) = 1 - \exp(-0.2t^{0.5}) =$	1,00
$\epsilon_{ca00} = 2.5(f_{ck} - 10) 10^{-6} =$	0,0000625

Valori di k_h

h_0	k_h
100	1.00
200	0.85
300	0.75
≥ 500	0.70

Riguardo gli effetti iperstatici del ritiro, questi sono assimilabili ad una deformazione termica equivalente; essendo l'impalcato vincolato isostaticamente alle sottostrutture un'eventuale variazione termica non induce sollecitazioni sugli elementi strutturali, pertanto il ritiro non è stata applicato nel modello fem.

7.3 Fase 3

7.3.1 Azioni variabili da traffico veicolare

Le azioni variabili del traffico definite nello Schema di Carico 1 (DM2018 – p.to 5.1.3.3.5) sono costituite da carichi concentrati e da carichi uniformemente distribuiti. Tale schema è da assumere a riferimento sia per le verifiche globali, sia per le verifiche locali.

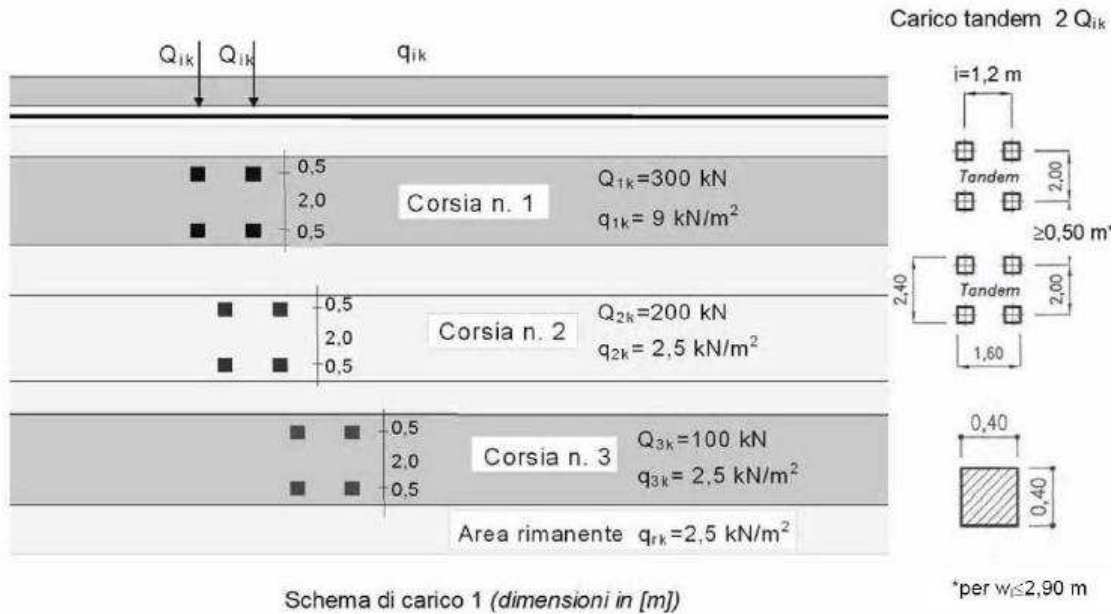


Figura 13 – Schema n°1 carichi mobili

Tabella 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

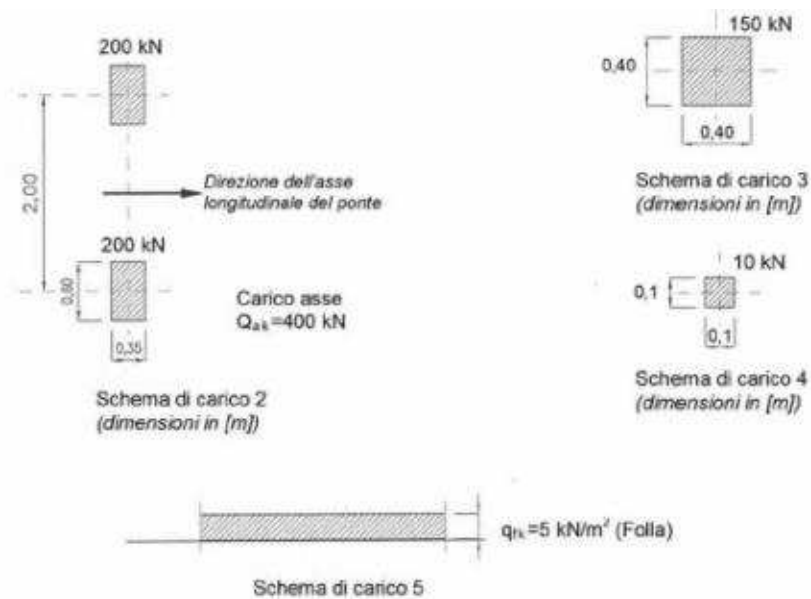


Figura 14 – Schema n°2,3,4,5 carichi mobili

Nel modello sono considerate le disposizioni trasversali di traffico riportate nelle figure seguenti, volte a massimizzare sia il carico verticale complessivo che gli squilibri torsionali.

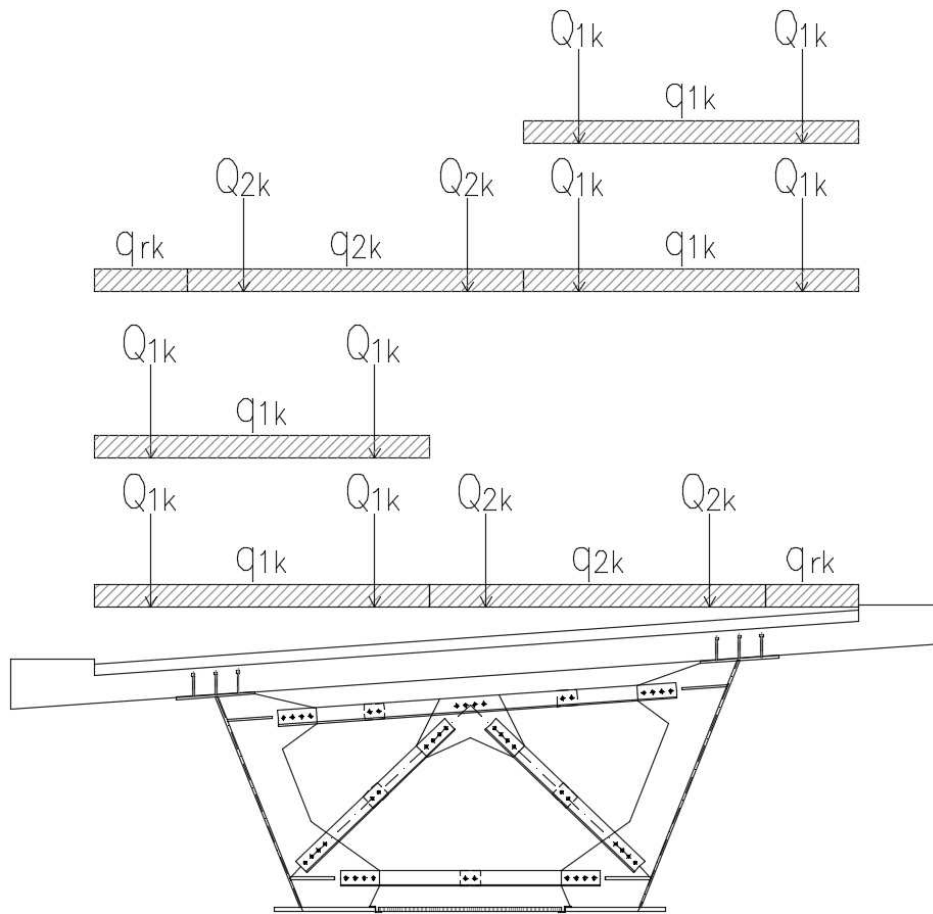
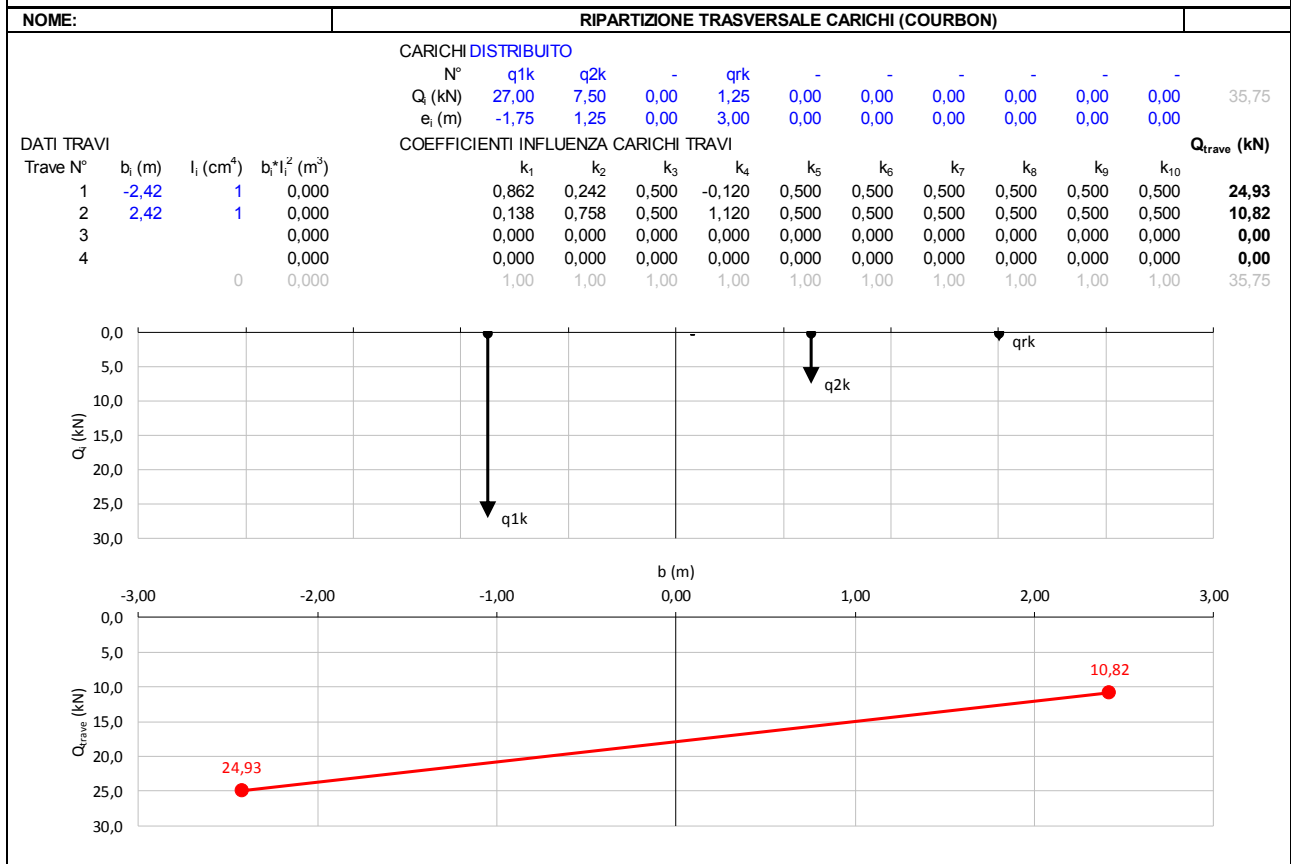
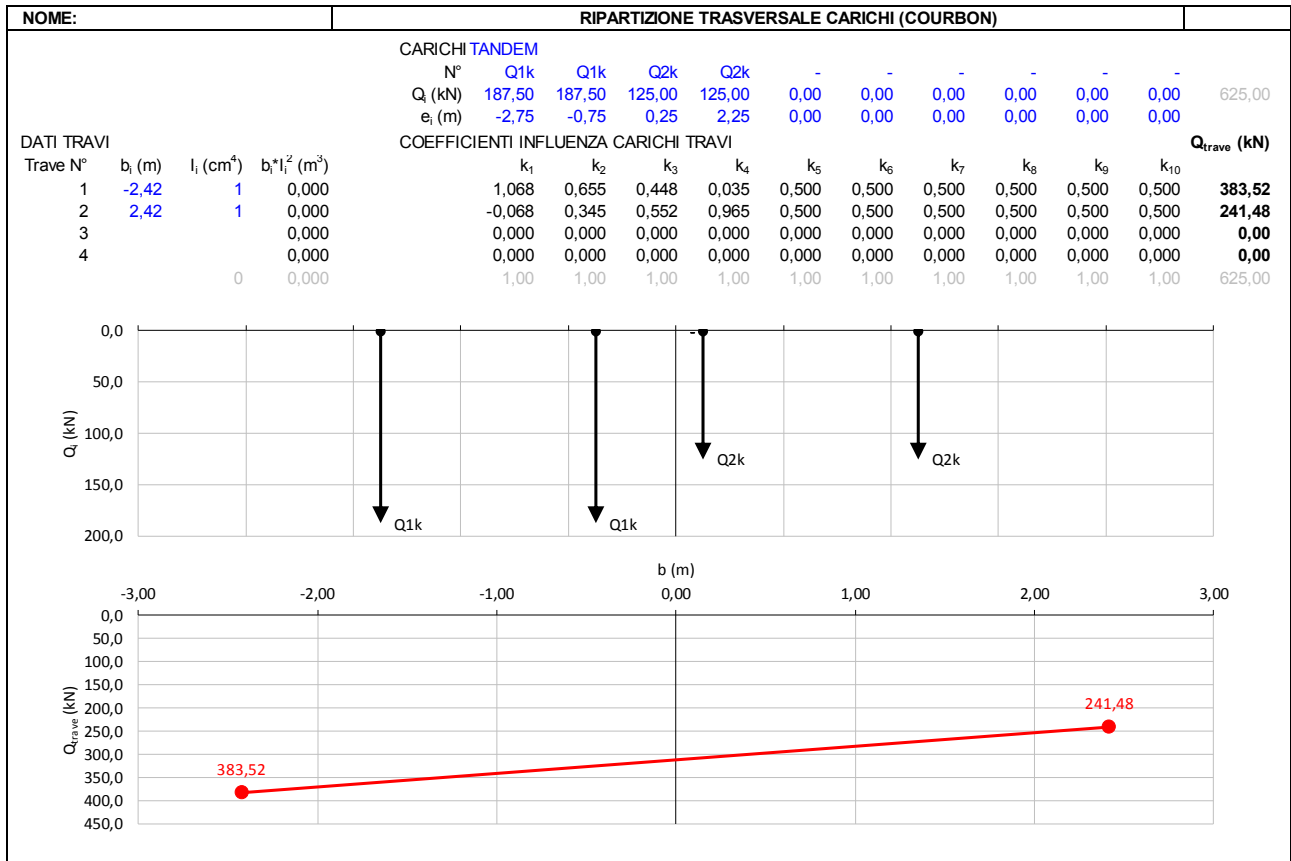


Figura 15 – Schema ripartizione carichi da traffico

Per determinare l'aliquota del carico mobile che viene trasferita a ciascuna trave di impalcato, si considera una ripartizione trasversale, rigida secondo la formulazione di Courbon. Nel modello di analisi i carichi concentrati vengono sostituiti da un carico uniformemente distribuito equivalente della lunghezza longitudinale di 1.60 m, criterio comunque cautelativo considerando l'effettiva diffusione del carico.



Le azioni così individuate sono state applicate direttamente agli elementi finiti del modello numerico, massimizzando le sollecitazioni flettenti e di taglio nei conci di trave, considerando differenti posizioni longitudinali del carico tandem.
Si riportano nelle figure seguenti alcune condizioni di carico da traffico.

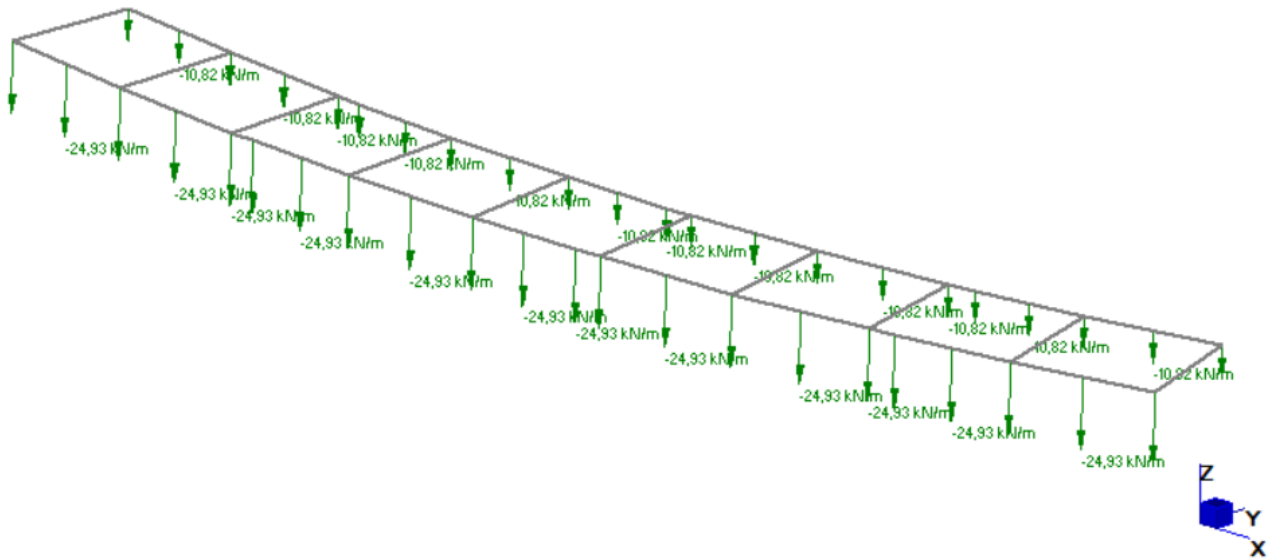
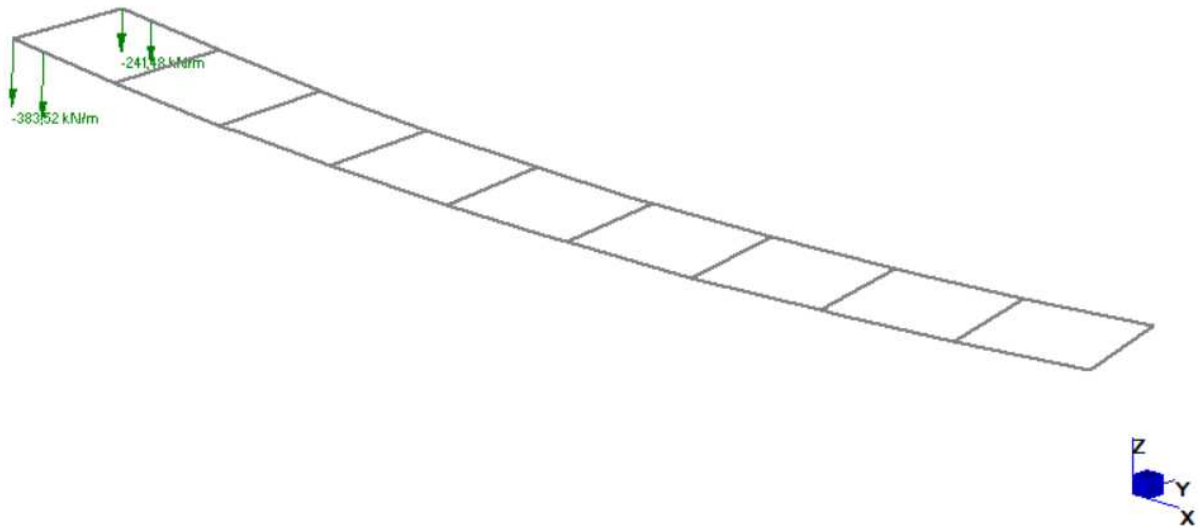


Figura 16 – Modello FEM Fase 3 – Accidentali da carico distribuito



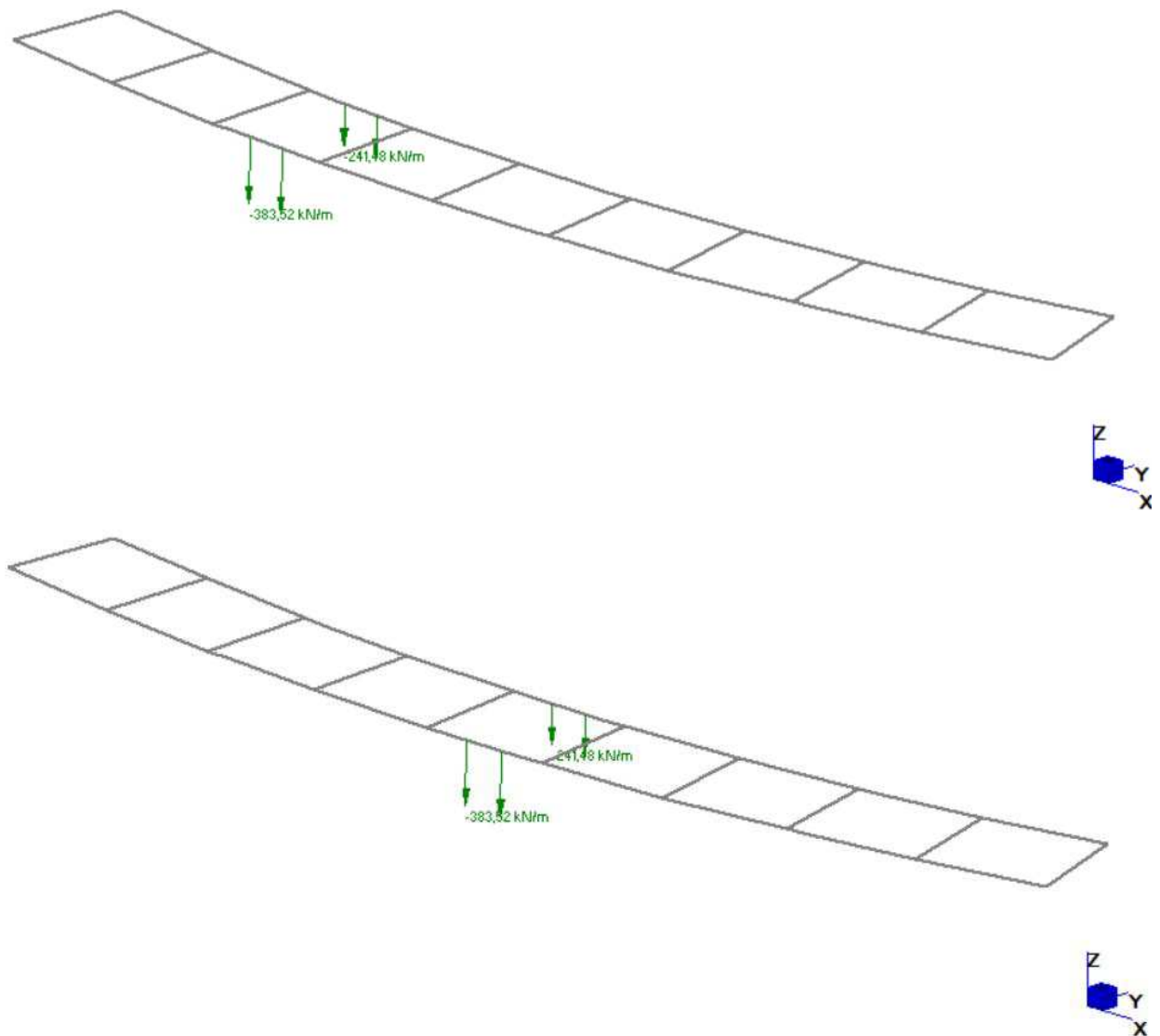


Figura 17 – Modello FEM Fase 3 – Accidentali da carico tandem

7.3.2 Azioni variabili da vento

Si esegue di seguito il calcolo dell'azione del vento applicato all'impalcato in condizioni cariche con veicoli transitanti.

NOME:		CALCOLO AZIONE VENTO IMPALCATO (CNR DT207/2008)		
PARAMETRI VENTO DI PROGETTO		DATI GEOMETRICI IMPALCATO		AZIONI TOTALI IMPALCATO
Zona	3 (Tab.3.I)	h_{tot} (m)	5,65 Altezza impalcato	L influenza (m) 47,00
$v_{b,0}$ (m/s)	27,00 Velocità base liv. mare (Tab.3.I)	d (m)	8,00 Larghezza impalcato	F_x (kN) 583,4
c_a	1,00 Coeff. altitudine	d/ h_{tot}	1,42 (§G.10.3)	F_y (kN) 365,5
v_b (m/s)	27,00 Velocità base riferimento vento	z (m)	11,78 Altezza dal suolo impalcato	M_z (kNm) 694,8
T_R (anni)	100 Tempo ritorno	c_e	2,24 Coeff. esposizione	
c_r	1,063 Coeff. tempo ritorno	ρ (kg/m ³)	1,25 Massa specifica aria	
v_r (m/s)	28,69 Velocità riferimento vento	q_p (Pa)	1155 Pressione cinetica picco	
k_a	0,37 Fattore altitudine (Tab.3.I)	c_{fx}	1,90	
a_s (m s.l.m.)	200 Altitudine sito	c_{fy}	0,84	
a_0 (m s.l.m.)	500 Altitudine base (Tab.3.I)	c_{mz}	0,20	
Categoria	3 (Tab. 3.II - 3.III)	f_x (kN/m)	12,41 (§G.10.3)	
k_r	0,20 Fattore terreno (Tab.3.II)	f_y (kN/m)	7,78 (§G.11.1)	
z_{min} (m)	5,00 Altezza minima (Tab.3.II)	m_z (kNm/m)	14,78 (§G.11.1)	
z_0 (m)	0,10 Altezza rugosità (Tab.3.II)			
c_t	1,00 Coeff. topografico			

$f_x(z) = q_p(z) \cdot l \cdot c_{fx}$
 $f_y(z) = q_p(z) \cdot l \cdot c_{fy}$
 $m_z(z) = q_p(z) \cdot l^2 \cdot c_{mz}$

NOME:		RIPARTIZIONE TRASVERSALE CARICHI (COURBON)												
		CARICHI VENTO CARICO												
		N°	-MZ/FY/2	MZ/FY/2	FY	-	-	-	-	-	-	7,78		
		Q_i (kN)	-7,78	7,78	7,78	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
		e_i (m)	0,95	-0,95	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
DATI TRAVI		COEFFICIENTI INFLUENZA CARICHI TRAVI												
Trave N°	b_i (m)	I_i (cm ⁴)	$b_i^3 I_i^2$ (m ³)	k_1	k_2	k_3	k_4	k_5	k_6	k_7	k_8	k_9	k_{10}	Q_{trave} (kN)
1	-2,42	1	0,000	0,304	0,696	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	6,94
2	2,42	1	0,000	0,696	0,304	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,83
3			0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,00
4			0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,00
		0	0,000	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	7,78

Q_i (kN) vs b (m)
 Q_{trave} (kN) vs b (m)

Per calcolare i tagli verticali sulle travi che induce l'azione torcente del vento sull'intera sezione di impalcato, si simula nella ripartizione di Courbon una coppia di forze verticali f_y poste ad una distanza tale da produrre un momento torcente trasversale m_z . Agli elementi finiti del modello numerico sono quindi applicate le reazioni verticali calcolate e le rimanenti azioni orizzontali f_x . Il carico da vento è stato applicato trasversalmente sia spirante da esterno curva che da interno curva.

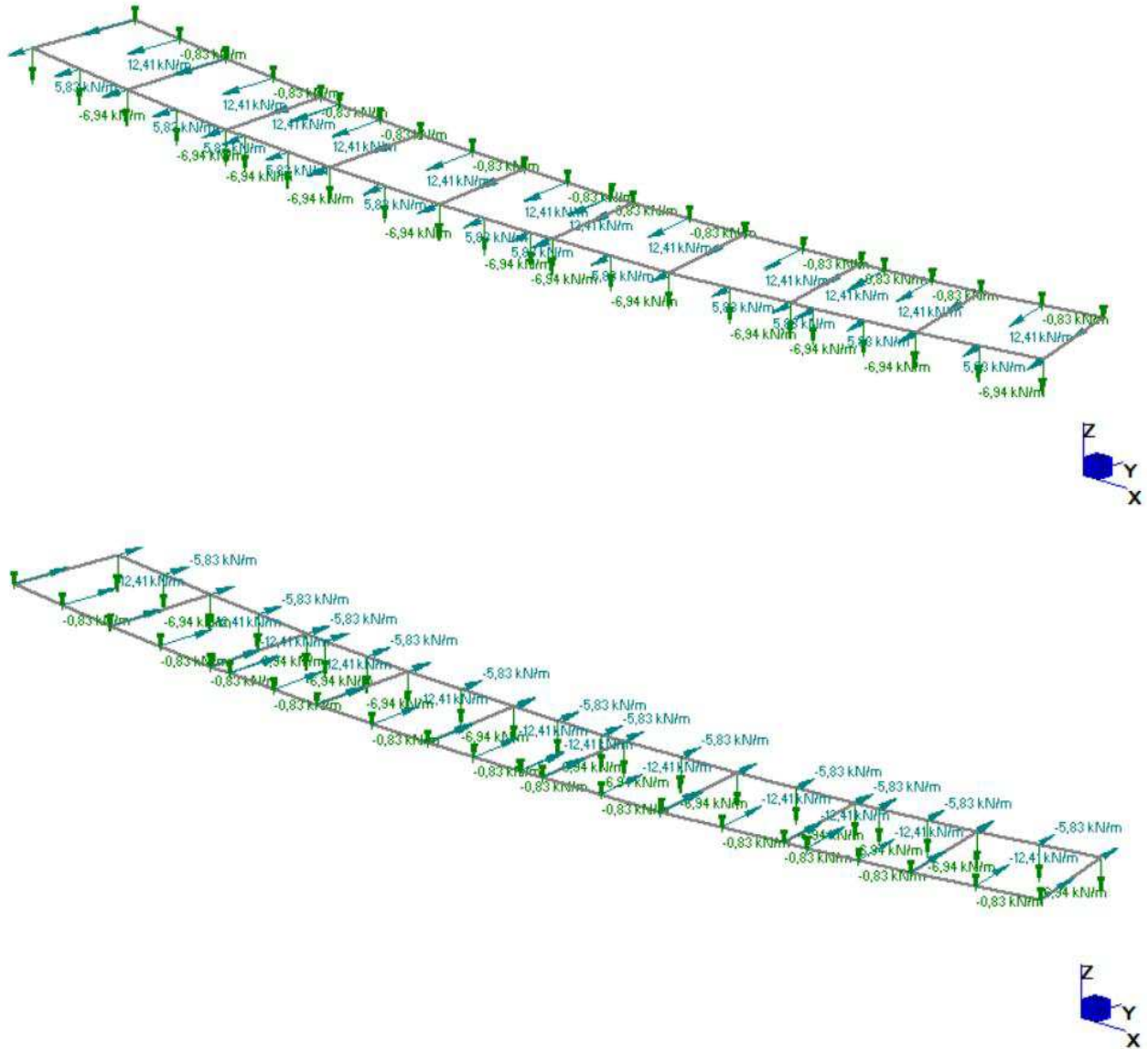


Figura 18 – Modello FEM Fase 3 – Vento Y+ e vento Y-

7.3.3 Azioni termiche

Si descrivono di seguito le componenti di variazione termica considerate.

7.3.3.1 Variazione termica uniforme

Con riferimento all'EN 1991-1-5, per l'Italia l'intervallo di temperature dell'aria è compreso nei seguenti valori:

$$T_{\min} = -15^{\circ}\text{C}$$

$$T_{\max} = +45^{\circ}\text{C}$$

A cui corrispondono, nel caso in oggetto di impalcato a struttura composta, i seguenti valori riferiti alla struttura:

$$T_{e,\min} = -11^{\circ}\text{C}$$

$$T_{e,\max} = +49^{\circ}\text{C}$$

Assumendo, secondo l'annesso nazionale, $T_0 = 15^{\circ}\text{C}$, si ottiene la seguente escursione termica uniforme dell'impalcato:

$$\Delta_{TN,\text{con}} = -11^{\circ}\text{C} - 15^{\circ}\text{C} = -26^{\circ}\text{C}$$

$$\Delta_{TN,\text{exp}} = 49^{\circ}\text{C} - 15^{\circ}\text{C} = +34^{\circ}\text{C}$$

Essendo l'impalcato vincolato isostaticamente nel piano orizzontale, la variazione termica uniforme non induce sollecitazioni aggiuntive nelle carpenterie strutturali; questa viene però tenuta in conto nel dimensionamento dei giunti di espansione, per il quale, secondo l'EN 1991-1-5, occorre considerare i seguenti valori incrementati:

$$\Delta_{TN,\text{con}} - 20^{\circ}\text{C} = -46^{\circ}\text{C}$$

$$\Delta_{TN,\text{exp}} + 20^{\circ}\text{C} = +54^{\circ}\text{C}$$

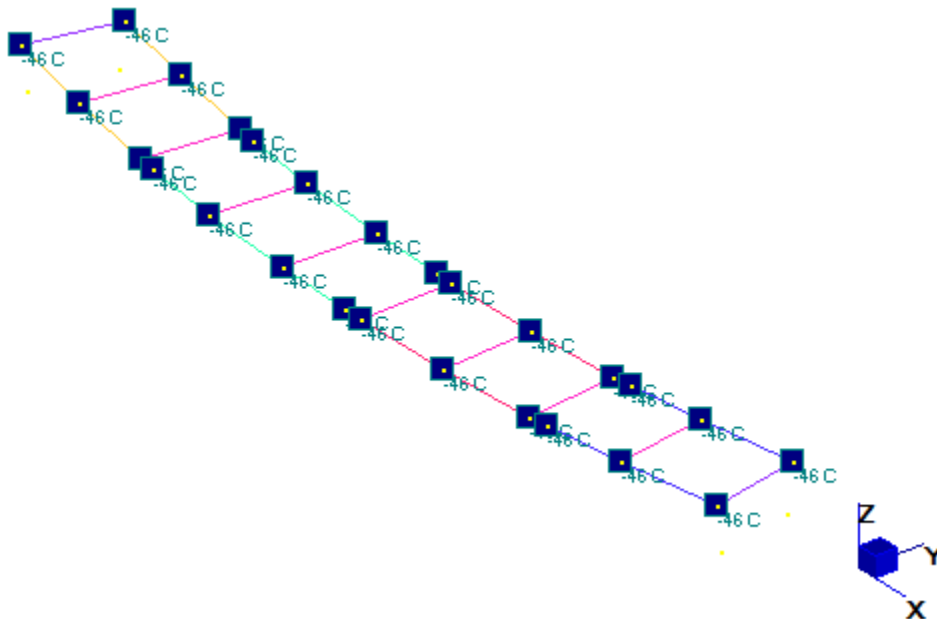


Figura 19 – Modello FEM Fase 3 – Azione termica $DT_{N,\text{con}}$

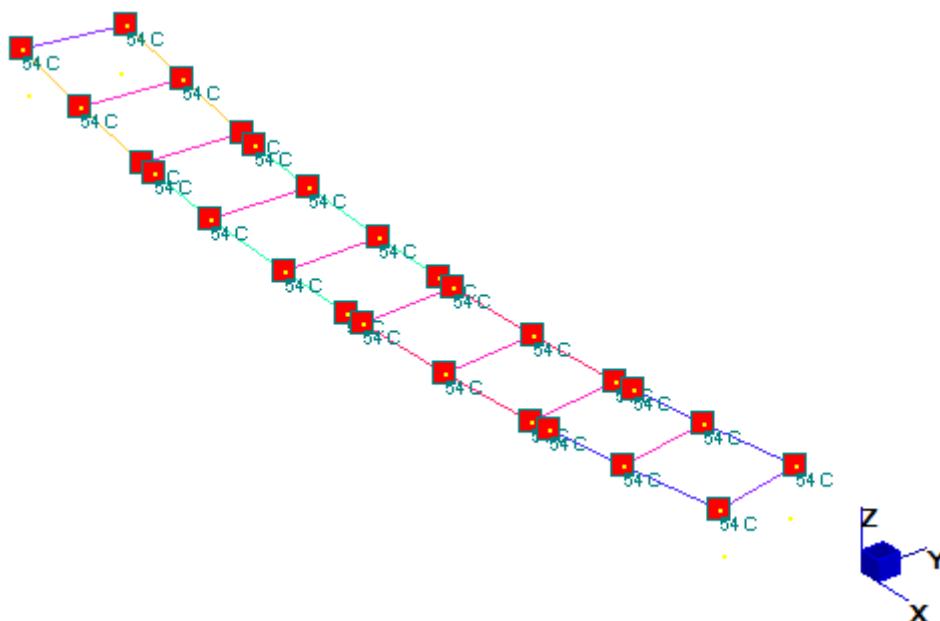


Figura 20 – Modello FEM Fase 3 – Azione termica DT_N_exp

7.3.3.2 Variazione termica differenziale trave - soletta

Per quanto riguarda la temperatura variabile sulla sezione si precisa che detta variazione, in generale, può aver andamento lineare tra l'intradosso e l'estradosso della struttura mista (variazione termica lineare ossia gradiente termico lineare) oppure presentare una discontinuità tra soletta e sottostante struttura metallica (variazione termica differenziale trave-soletta).

Nel caso in oggetto viene considerata una variazione termica differenziale trave-soletta di valore pari a 10 °C, secondo quanto prescritto nella EN 1991-1-5 per impalcati a struttura composta (Approccio 2).

Gli effetti primari dovuti alla variazione termica sono valutati direttamente dal software di calcolo delle sezioni miste "PONTI EC4", in aderenza alle prescrizioni contenute in EN 1992-2.

Riguardo gli effetti iperstatici delle azioni termiche, essendo l'impalcato vincolato isostaticamente alle sottostrutture un'eventuale variazione termica non induce sollecitazioni sugli elementi strutturali; pertanto la termica non è stata applicata nel modello fem.

7.4 Azioni di frenamento

Secondo quanto riportato in §5.1.3.5 delle NTC, la forza di frenamento o di accelerazione è funzione del carico verticale totale agente sulla corsia convenzionale n°1:

$$q_3 = 0.6 \cdot (2 \cdot Q_{1k}) + 0.10 \cdot q_{1k} \cdot w_1 \cdot L$$
$$180 \text{ kN} \leq q_3 \leq 900 \text{ kN}$$

dove:

w_1 = larghezza della corsia convenzionale

L = lunghezza della zona caricata

Tale azione viene computata manualmente nel paragrafo relativo alle azioni sugli appoggi, considerando a favore di sicurezza una forza pari a 900 kN, ripartita ugualmente sugli appoggi di spalla che vincolano l'impalcato in direzione longitudinale.

7.5 Azioni centrifuga

Secondo quanto riportato al §5.1.3.6 delle NTC, l'azione centrifuga per il ponte in oggetto, avente raggio di curvatura pari a 115m, viene valutata come:

$$q_4 = 0.2 \cdot Q_v = 200 \text{ kN}$$

dove:

$Q_v = \sum_i 2Q_{ik}$ carico totale dovuto agli assi tandem dello schema di carico 1 agenti sul ponte, pari a 1000kN

Tale azione viene computata manualmente nel paragrafo relativo alle azioni sugli appoggi, considerandola, a favore di sicurezza, interamente agente su ciascuno degli appoggi che vincolano l'impalcato in direzione trasversale.

7.6 Cedimenti vincolari

Data la notevole rigidità verticale del sistema di fondazione non sono stati considerati eventuali cedimenti vincolari.

7.7 Resistenze passive dei vincoli

La forza dovuta all'attrito degli appoggi agisce orizzontalmente con un'intensità proporzionale alla reazione verticale degli appoggi mobili. Le azioni parassite sono pari a:

- 6% dei carichi verticali: per le combinazioni di carico senza carichi variabili da traffico;
- 3% dei carichi verticali: per le combinazioni di carico con carichi variabili da traffico;
- 0% dei carichi verticali: per le combinazioni sismiche.

Tale azione viene computata manualmente nel paragrafo relativo alle azioni sugli appoggi.

7.8 Azione accidentale mezzi per verifiche a fatica

Per le verifiche a fatica il par. 5.1.4.3 del DM 17/01/2018 prevede un modello costituito dallo Schema di Carico 1 da traffico, assumendo il 70% dei carichi concentrati ed il 30% di quelli distribuiti, applicati in asse alle corsie convenzionali, come descritto nella figura seguente.

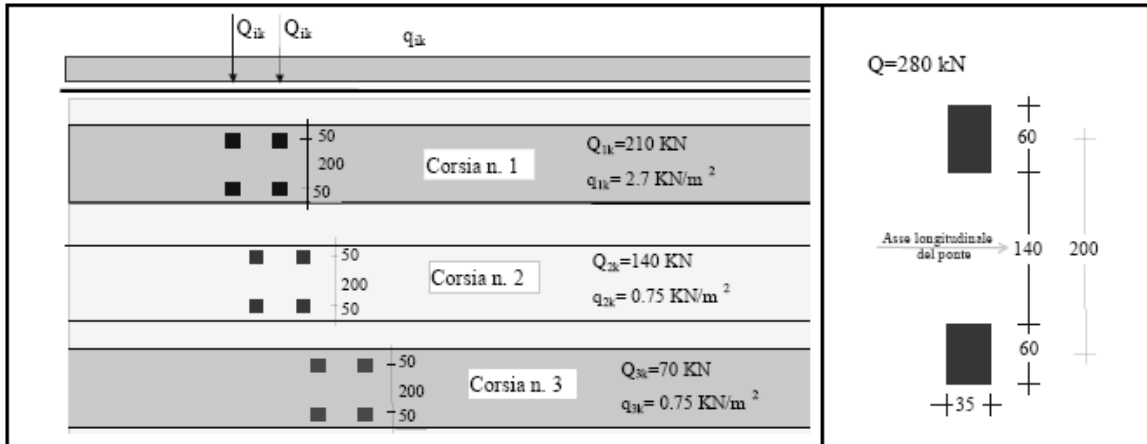


Figura 5.1.4 – Modello di carico di fatica n. 1

Il numero delle colonne di carichi mobili e la loro disposizione sono quelli massimi compatibili con la larghezza della carreggiata considerata.

Posizione	Carico Asse Q_{ik} [KN]	q_{ik} [KN/mq]
Corsia numero 1	210	2,7
Corsia numero 2	140	0,75
Corsia numero 3	70	0,75
Altre corsie		0,75

7.9 Azione Sismica

Le azioni sismiche di progetto, in base alle quali valutare il rispetto dei diversi stati limite considerati, si definiscono a partire dalla "pericolosità sismica di base" del sito di costruzione, che costituisce l'elemento di conoscenza primario per la determinazione delle azioni sismiche. La pericolosità sismica del sito è definita in termini di:

- a_g accelerazione orizzontale massima del terreno
- F_0 valore massimo fattore di amplificazione dello spettro in acceleraz. orizzontale
- T_C^* periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in acceleraz. orizz.

L'accelerazione orizzontale massima attesa a_g è riferita in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale di categoria A, nonché di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente $S_e(T)$, con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza P_{VR} nel periodo di riferimento V_R per ogni stato limite considerato.

I valori dei parametri a_g , F_0 e T_C^* relativi alla pericolosità sismica su reticolo di riferimento nell'intervallo di riferimento sono forniti nelle tabelle riportate nell'ALLEGATO B delle NTC.

7.9.1 Stati limite di progetto sismici

Nel caso in esame l'opera viene realizzata nel Comune di Sesto San Giovanni (MI), di coordinate geografiche:

- Latitudine N: 43.321°
- Longitudine E: 11.334°

Dato il periodo di riferimento della struttura $V_R = 100$ anni, si possono individuare i seguenti stati limite:

SLATO LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F_0 [-]	T_C^* [s]
SLO	60	0,063	2,522	0,260
SLD	101	0,078	2,510	0,265
SLV	949	0,173	2,513	0,283
SLC	1950	0,210	2,551	0,290

Figura 21 – Parametri sismici per i vari stati limite di progetto

Con riferimento alle caratteristiche dell'opera, si è analizzato il seguente stato limite di progetto:

- Stato limite ultimo di salvaguardia della vita (SLV): a seguito del terremoto la struttura subisce rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e significativi danni dei componenti strutturali cui si associa una perdita significativa di rigidità nei confronti delle azioni orizzontali, mentre conserva invece una parte della esistenza e rigidità per azioni verticali e un margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni sismiche orizzontali.

- Probabilità di superamento $P_{VR} = 10\%$
- Tempo di ritorno $T_R = -V_R / \ln(1-P_{VR}) = -100 / \ln(1-0.10) = 949$ anni

7.9.2 Spettri di risposta

Per il sito in esame, in base alle caratteristiche geotecniche di riferimento e dalla morfologia del terreno, il sottosuolo può essere classificato come:

- Categoria sottosuolo "C"
 (§ 3.2.2, Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori

superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s ovvero $15 < N_{SPT,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina)
 Categoria topografica "T1"
 (§ 3.2.2, Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i < 15^\circ$)

Lo spettro di risposta elastico orizzontale $S_e(T)$ del sisma è definito dalle espressioni seguenti:

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

$$T_B \leq T < T_C \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left[\frac{T_C}{T} \right]$$

$$T_D \leq T \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left[\frac{T_D \cdot T_C}{T^2} \right]$$

- T periodo di vibrazione orizzontale [s]
- $S_e(T)$ accelerazione spettrale orizzontale [m/s^2]
- $S = S_S \cdot S_T$ coefficiente della categoria di sottosuolo e delle condizioni topografiche
- S_S coefficiente di amplificazione stratigrafica (vedi tabella seguente)
- S_T coefficiente di amplificazione topografica (vedi tabella seguente)
- $\eta = \sqrt{10 / (5 + \xi)} \geq 0,55$ fattore che altera lo spettro elastico per smorzamento viscosi diversi dal 5%
- ξ coefficiente di smorzamento viscoso [%]
- F_0 fattore che quantifica l'amplificazione spettrale massima
- $T_C = C_C \cdot T_C^*$ periodo corrispondente all'inizio del tratto a velocità costante dello spettro
- C_C coefficiente definito nella tabella seguente
- $T_B = T_C/3$ periodo corrispondente all'inizio del tratto dello spettro ad accelerazione costante
- $T_D = 4 \cdot a_g/g + 1,6$ periodo corrispondente all'inizio del tratto a spostamento costante dello spettro

Categoria sottosuolo	S_S	C_C
A	1.00	1.00
B	$1.0 \leq 1.40 - 0.40 \cdot F_0 \cdot a_g/g \leq 1.20$	$1.10 \cdot (T_C^*)^{-0.20}$
C	$1.0 \leq 1.70 - 0.6 \cdot F_0 \cdot a_g/g \leq 1.50$	$1.05 \cdot (T_C^*)^{-0.33}$
D	$0.90 \leq 2.40 - 1.50 \cdot F_0 \cdot a_g/g \leq 1.80$	$1.25 \cdot (T_C^*)^{-0.50}$
E	$1.0 \leq 2.00 - 1.10 \cdot F_0 \cdot a_g/g \leq 1.60$	$1.15 \cdot (T_C^*)^{-0.40}$

Figura 22 – Coefficienti di amplificazione stratigrafica orizzontale

Categoria topografica	Ubicazione dell'opera o dell'intervento	S_T
T1	-	1.0
T2	In corrispondenza della sommità del pendio	1.2
T3	In corrispondenza della cresta del rilievo	1.2
T4	In corrispondenza della cresta del rilievo	1.4

Figura 23 – Coefficienti di amplificazione topografica

Lo spettro di risposta elastico verticale $S_{ve}(T)$ del sisma è definito dalle espressioni seguenti:

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

$$T_B \leq T < T_C \quad S_{ve}(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v$$

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

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

T periodo di vibrazione verticale [s]

$S_{ve}(T)$ accelerazione spettrale verticale [m/s^2]

$F_v = 1,35 \cdot F_0 \cdot (a_g/g)^{0.5}$ fattore che quantifica l'accelerazione spettrale massima

I parametri S_s , T_B , T_C e T_D per la definizione dello spettro verticale sono indipendenti dalla categoria di suolo e assumono i valori riportati nella tabella seguente.

Categoria sottosuolo	S_s	T_B	T_C	T_D
A, B, C, D, E	1.0	0.05 s	0.15 s	1.0 s

Figura 24 – Coefficienti di amplificazione stratigrafica verticale

Le capacità dissipative della struttura possono essere considerate nella fase di analisi attraverso una riduzione delle forze elastiche, che tiene conto in modo semplificato della capacità dissipativa anelastica della struttura, della sua sovraresistenza, dell'incremento del suo periodo proprio a seguito delle plasticizzazioni.

In tal caso, lo spettro di progetto $S_d(T)$ da utilizzare è lo spettro elastico ridotto sostituendo nelle formule corrispondenti η con $1/q$, dove q è il fattore di struttura. Si assume comunque $S_d(T) \geq 0,2a_g$.

Il valore del fattore di struttura q da utilizzare per ciascuna direzione della azione sismica, dipende dalla tipologia strutturale, dal suo grado di iperstaticità e dai criteri di progettazione adottati e prende in conto le non linearità di materiale. Esso può essere calcolato tramite la seguente espressione:

$$q = q_0 \cdot K_R$$

q_0 valore massimo del fattore di struttura che dipende dal livello di duttilità attesa, dalla tipologia strutturale e dal rapporto α_u/α_1 tra il valore dell'azione sismica per il quale si verifica la formazione di un numero di cerniere plastiche tali da rendere la struttura labile e quello per il quale il primo elemento strutturale raggiunge la plasticizzazione a flessione

K_R fattore riduttivo che dipende dalle caratteristiche di regolarità in altezza della costruzione

Restando a favore di sicurezza, si trascura la capacità dissipativa delle strutture assumendo $q = 1.00$ sia per la componente orizzontale che verticale dello spettro di progetto.

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

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_g	0,173 g
F_0	2,513
T_C^*	0,283 s
S_S	1,440
C_C	1,593
S_T	1,000
q	1,000

Parametri dipendenti

S	1,440
η	1,000
T_B	0,150 s
T_C	0,451 s
T_D	2,291 s

Espressioni dei parametri dipendenti

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

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

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

$$T_C = C_C \cdot T_C^* \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.7})$$

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

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

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

$$T_B \leq T < T_C \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left(\frac{T_C T_D}{T^2} \right)$$

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

Punti dello spettro di risposta

T [s]	Se [g]
0,000	0,249
0,150	0,625
0,451	0,625
0,538	0,523
0,626	0,450
0,714	0,395
0,801	0,351
0,889	0,317
0,976	0,288
1,064	0,265
1,152	0,245
1,239	0,227
1,327	0,212
1,415	0,199
1,502	0,187
1,590	0,177
1,677	0,168
1,765	0,160
1,853	0,152
1,940	0,145
2,028	0,139
2,116	0,133
2,203	0,128
2,291	0,123
2,372	0,115
2,454	0,107
2,535	0,100
2,616	0,094
2,698	0,089
2,779	0,084
2,861	0,079
2,942	0,075
3,023	0,071
3,105	0,067
3,186	0,064
3,267	0,060
3,349	0,058
3,430	0,055
3,512	0,052
3,593	0,050
3,674	0,048
3,756	0,046
3,837	0,044
3,919	0,042
4,000	0,040

Figura 25 – Parametri dello spettro di risposta orizzontale allo SLV

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

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_{nv}	0,097 g
S_S	1,000
S_T	1,000
q	1,000
T_B	0,050 s
T_C	0,150 s
T_D	1,000 s

Parametri dipendenti

F_v	1,410
S	1,000
η	1,000

Espressioni dei parametri dipendenti

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

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

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

Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.10)

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

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

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

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

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0,000	0,097
$T_B \leftarrow$	0,050	0,243
$T_C \leftarrow$	0,150	0,243
	0,235	0,155
	0,320	0,114
	0,405	0,090
	0,490	0,075
	0,575	0,064
	0,660	0,055
	0,745	0,049
	0,830	0,044
	0,915	0,040
$T_D \leftarrow$	1,000	0,037
	1,094	0,031
	1,188	0,026
	1,281	0,022
	1,375	0,019
	1,469	0,017
	1,563	0,015
	1,656	0,013
	1,750	0,012
	1,844	0,011
	1,938	0,010
	2,031	0,009
	2,125	0,008
	2,219	0,007
	2,313	0,007
	2,406	0,006
	2,500	0,006
	2,594	0,005
	2,688	0,005
	2,781	0,005
	2,875	0,004
	2,969	0,004
	3,063	0,004
	3,156	0,004
	3,250	0,003
	3,344	0,003
	3,438	0,003
	3,531	0,003
	3,625	0,003
	3,719	0,003
	3,813	0,003
	3,906	0,002
	4,000	0,002

Figura 26 – Parametri dello spettro di risposta verticale allo SLV

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

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLC
a_g	0,210 g
F_o	2,551
T_C^*	0,290 s
S_S	1,378
C_C	1,579
S_T	1,000
q	1,000

Parametri dipendenti

S	1,378
η	1,000
T_B	0,153 s
T_C	0,459 s
T_D	2,441 s

Espressioni dei parametri dipendenti

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

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

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

$$T_C = C_C \cdot T_C^* \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.7})$$

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

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

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

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

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

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

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

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0,000	0,290
$T_B \leftarrow$	0,153	0,740
$T_C \leftarrow$	0,459	0,740
	0,553	0,613
	0,647	0,524
	0,742	0,457
	0,836	0,405
	0,931	0,364
	1,025	0,331
	1,119	0,303
	1,214	0,279
	1,308	0,259
	1,403	0,242
	1,497	0,226
	1,592	0,213
	1,686	0,201
	1,780	0,190
	1,875	0,181
	1,969	0,172
	2,064	0,164
	2,158	0,157
	2,253	0,151
	2,347	0,144
$T_D \leftarrow$	2,441	0,139
	2,516	0,131
	2,590	0,123
	2,664	0,117
	2,738	0,110
	2,813	0,105
	2,887	0,099
	2,961	0,094
	3,035	0,090
	3,109	0,086
	3,184	0,082
	3,258	0,078
	3,332	0,075
	3,406	0,071
	3,480	0,068
	3,555	0,066
	3,629	0,063
	3,703	0,060
	3,777	0,058
	3,852	0,056
	3,926	0,054
	4,000	0,052

Figura 27 – Parametri dello spettro di risposta orizzontale allo SLC

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

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLC
a_{av}	0,130 g
S_S	1,000
S_T	1,000
q	1,000
T_B	0,050 s
T_C	0,150 s
T_D	1,000 s

Parametri dipendenti

F_v	1,580
S	1,000
η	1,000

Espressioni dei parametri dipendenti

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

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

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

Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.10)

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

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

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

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

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0,000	0,130
$T_E \leftarrow$	0,050	0,332
$T_C \leftarrow$	0,150	0,332
	0,235	0,212
	0,320	0,156
	0,405	0,123
	0,490	0,102
	0,575	0,087
	0,660	0,076
	0,745	0,067
	0,830	0,060
	0,915	0,054
$T_D \leftarrow$	1,000	0,050
	1,094	0,042
	1,188	0,035
	1,281	0,030
	1,375	0,026
	1,469	0,023
	1,563	0,020
	1,656	0,018
	1,750	0,016
	1,844	0,015
	1,938	0,013
	2,031	0,012
	2,125	0,011
	2,219	0,010
	2,313	0,009
	2,406	0,009
	2,500	0,008
	2,594	0,007
	2,688	0,007
	2,781	0,006
	2,875	0,006
	2,969	0,006
	3,063	0,005
	3,156	0,005
	3,250	0,005
	3,344	0,004
	3,438	0,004
	3,531	0,004
	3,625	0,004
	3,719	0,004
	3,813	0,003
	3,906	0,003
	4,000	0,003

Figura 28 – Parametri dello spettro di risposta verticale allo SLC

8 COMBINAZIONI DI CARICO ANALISI STATICA

Si riportano di seguito per i 3 modelli le combinazioni di carico considerate, nelle quali ai carichi elementari sono stati attribuiti i coefficienti di combinazione ψ_i , considerando dominanti i carichi variabili da traffico rispetto a quelli termici e da vento.

FASE 1	1A_FR	1A_RA	1A_SLU
1: p.p.	1	1	1,35
2: Soletta	1	1	1,35

FASE 2	2A_FR	2B_FR	2A_RA	2B_RA	2A_SLU	2B_SLU
1: Perm. non strutturali	1		1		1,5	

	3A_FR1	3A_FR2	3B_FR1	3B_FR2	3B_FR3	3B_FR4	3B_FR5	3B_FR6	3B_FR7	3B_FR8	3B_FR9	3B_FR10	3B_FR11	3B_FR12
1: DT_M_Cool	0,5													
2: DT_M_Heat		0,5												
3: Vento ponte carico -Y														
4: Vento ponte carico +Y														
5: Traffico distribuito 1			0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4						
6: Traffico tandem 1a - spalla sx			0,75											
7: Traffico tandem 1b - campata sx				0,75										
8: Traffico tandem 1c - sx pila					0,75									
9: Traffico tandem 1d - dx pila						0,75								
10: Traffico tandem 1e - campata dx							0,75							
11: Traffico tandem 1f - spalla dx								0,75						
12: Traffico distribuito 2									0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
13: Traffico tandem 2a - spalla sx									0,75					
14: Traffico tandem 2b - campata sx										0,75				
15: Traffico tandem 2c - sx pila											0,75			
16: Traffico tandem 2d - dx pila												0,75		
17: Traffico tandem 2e - campata dx													0,75	
18: Traffico tandem 2f - spalla dx														0,75
19: Traffico distribuito 3														
20: Traffico tandem 3a - spalla sx														
21: Traffico tandem 3b - campata sx														
22: Traffico tandem 3c - sx pila														
23: Traffico tandem 3d - dx pila														
24: Traffico tandem 3e - campata dx														
25: Traffico tandem 3f - spalla dx														
26: Traffico distribuito 4														
27: Traffico tandem 4a - spalla sx														
28: Traffico tandem 4b - campata sx														
29: Traffico tandem 4c - sx pila														
30: Traffico tandem 4d - dx pila														
31: Traffico tandem 4e - campata dx														
32: Traffico tandem 4f - spalla dx														

	3B_FR13	3B_FR14	3B_FR15	3B_FR16	3B_FR17	3B_FR18	3B_FR19	3B_FR20	3B_FR21	3B_FR22	3B_FR23	3B_FR24
1: DT_M_Cool												
2: DT_M_Heat												
3: Vento ponte carico -Y												
4: Vento ponte carico +Y												
5: Traffico distribuito 1												
6: Traffico tandem 1a - spalla sx												
7: Traffico tandem 1b - campata sx												
8: Traffico tandem 1c - sx pila												
9: Traffico tandem 1d - dx pila												
10: Traffico tandem 1e - campata dx												
11: Traffico tandem 1f - spalla dx												
12: Traffico distribuito 2												
13: Traffico tandem 2a - spalla sx												
14: Traffico tandem 2b - campata sx												
15: Traffico tandem 2c - sx pila												
16: Traffico tandem 2d - dx pila												
17: Traffico tandem 2e - campata dx												
18: Traffico tandem 2f - spalla dx												
19: Traffico distribuito 3	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4						
20: Traffico tandem 3a - spalla sx	0,75											
21: Traffico tandem 3b - campata sx		0,75										
22: Traffico tandem 3c - sx pila			0,75									
23: Traffico tandem 3d - dx pila				0,75								
24: Traffico tandem 3e - campata dx					0,75							
25: Traffico tandem 3f - spalla dx						0,75						
26: Traffico distribuito 4							0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
27: Traffico tandem 4a - spalla sx							0,75					
28: Traffico tandem 4b - campata sx								0,75				
29: Traffico tandem 4c - sx pila									0,75			
30: Traffico tandem 4d - dx pila										0,75		
31: Traffico tandem 4e - campata dx											0,75	
32: Traffico tandem 4f - spalla dx												0,75

	3A_RA1	3A_RA2	3B_RA1	3B_RA2	3B_RA3	3B_RA4	3B_RA5	3B_RA6	3B_RA7	3B_RA8	3B_RA9	3B_RA10	3B_RA11	3B_RA12
1: DT_M_Cool	0,6													
2: DT_M_Heat		0,6												
3: Vento ponte carico -Y			0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
4: Vento ponte carico +Y														
5: Traffico distribuito 1			1	1	1	1	1	1						
6: Traffico tandem 1a - spalla sx			1											
7: Traffico tandem 1b - campata sx				1										
8: Traffico tandem 1c - sx pila					1									
9: Traffico tandem 1d - dx pila						1								
10: Traffico tandem 1e - campata dx							1							
11: Traffico tandem 1f - spalla dx								1						
12: Traffico distribuito 2									1	1	1	1	1	1
13: Traffico tandem 2a - spalla sx									1					
14: Traffico tandem 2b - campata sx										1				
15: Traffico tandem 2c - sx pila											1			
16: Traffico tandem 2d - dx pila												1		
17: Traffico tandem 2e - campata dx													1	
18: Traffico tandem 2f - spalla dx														1
19: Traffico distribuito 3														
20: Traffico tandem 3a - spalla sx														
21: Traffico tandem 3b - campata sx														
22: Traffico tandem 3c - sx pila														
23: Traffico tandem 3d - dx pila														
24: Traffico tandem 3e - campata dx														
25: Traffico tandem 3f - spalla dx														
26: Traffico distribuito 4														
27: Traffico tandem 4a - spalla sx														
28: Traffico tandem 4b - campata sx														
29: Traffico tandem 4c - sx pila														
30: Traffico tandem 4d - dx pila														
31: Traffico tandem 4e - campata dx														
32: Traffico tandem 4f - spalla dx														

	3B_RA13	3B_RA14	3B_RA15	3B_RA16	3B_RA17	3B_RA18	3B_RA19	3B_RA20	3B_RA21	3B_RA22	3B_RA23	3B_RA24
1: DT_M_Cool												
2: DT_M_Heat												
3: Vento ponte carico -Y												
4: Vento ponte carico +Y	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
5: Traffico distribuito 1												
6: Traffico tandem 1a - spalla sx												
7: Traffico tandem 1b - campata sx												
8: Traffico tandem 1c - sx pila												
9: Traffico tandem 1d - dx pila												
10: Traffico tandem 1e - campata dx												
11: Traffico tandem 1f - spalla dx												
12: Traffico distribuito 2												
13: Traffico tandem 2a - spalla sx												
14: Traffico tandem 2b - campata sx												
15: Traffico tandem 2c - sx pila												
16: Traffico tandem 2d - dx pila												
17: Traffico tandem 2e - campata dx												
18: Traffico tandem 2f - spalla dx												
19: Traffico distribuito 3	1	1	1	1	1	1	1					
20: Traffico tandem 3a - spalla sx	1											
21: Traffico tandem 3b - campata sx		1										
22: Traffico tandem 3c - sx pila			1									
23: Traffico tandem 3d - dx pila				1								
24: Traffico tandem 3e - campata dx					1							
25: Traffico tandem 3f - spalla dx						1						
26: Traffico distribuito 4							1	1	1	1	1	1
27: Traffico tandem 4a - spalla sx							1					
28: Traffico tandem 4b - campata sx								1				
29: Traffico tandem 4c - sx pila									1			
30: Traffico tandem 4d - dx pila										1		
31: Traffico tandem 4e - campata dx											1	
32: Traffico tandem 4f - spalla dx												1

	3A_SLU1	3A_SLU2	3B_SLU1	3B_SLU2	3B_SLU3	3B_SLU4	3B_SLU5	3B_SLU6	3B_SLU7	3B_SLU8	3B_SLU9	3B_SLU10	3B_SLU11	3B_SLU12
1: DT_M_Cool	0,9													
2: DT_M_Heat		0,9												
3: Vento ponte carico -Y			0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
4: Vento ponte carico +Y														
5: Traffico distribuito 1			1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35						
6: Traffico tandem 1a - spalla sx			1,35											
7: Traffico tandem 1b - campata sx				1,35										
8: Traffico tandem 1c - sx pila					1,35									
9: Traffico tandem 1d - dx pila						1,35								
10: Traffico tandem 1e - campata dx							1,35							
11: Traffico tandem 1f - spalla dx								1,35						
12: Traffico distribuito 2									1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35
13: Traffico tandem 2a - spalla sx									1,35					
14: Traffico tandem 2b - campata sx										1,35				
15: Traffico tandem 2c - sx pila											1,35			
16: Traffico tandem 2d - dx pila												1,35		
17: Traffico tandem 2e - campata dx													1,35	
18: Traffico tandem 2f - spalla dx														1,35
19: Traffico distribuito 3														
20: Traffico tandem 3a - spalla sx														
21: Traffico tandem 3b - campata sx														
22: Traffico tandem 3c - sx pila														
23: Traffico tandem 3d - dx pila														
24: Traffico tandem 3e - campata dx														
25: Traffico tandem 3f - spalla dx														
26: Traffico distribuito 4														
27: Traffico tandem 4a - spalla sx														
28: Traffico tandem 4b - campata sx														
29: Traffico tandem 4c - sx pila														
30: Traffico tandem 4d - dx pila														
31: Traffico tandem 4e - campata dx														
32: Traffico tandem 4f - spalla dx														

	3B_SLU13	3B_SLU14	3B_SLU15	3B_SLU16	3B_SLU17	3B_SLU18	3B_SLU19	3B_SLU20	3B_SLU21	3B_SLU22	3B_SLU23	3B_SLU24
1: DT_M_Cool												
2: DT_M_Heat												
3: Vento ponte carico -Y												
4: Vento ponte carico +Y	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
5: Traffico distribuito 1												
6: Traffico tandem 1a - spalla sx												
7: Traffico tandem 1b - campata sx												
8: Traffico tandem 1c - sx pila												
9: Traffico tandem 1d - dx pila												
10: Traffico tandem 1e - campata dx												
11: Traffico tandem 1f - spalla dx												
12: Traffico distribuito 2												
13: Traffico tandem 2a - spalla sx												
14: Traffico tandem 2b - campata sx												
15: Traffico tandem 2c - sx pila												
16: Traffico tandem 2d - dx pila												
17: Traffico tandem 2e - campata dx												
18: Traffico tandem 2f - spalla dx												
19: Traffico distribuito 3	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35						
20: Traffico tandem 3a - spalla sx	1,35											
21: Traffico tandem 3b - campata sx		1,35										
22: Traffico tandem 3c - sx pila			1,35									
23: Traffico tandem 3d - dx pila				1,35								
24: Traffico tandem 3e - campata dx					1,35							
25: Traffico tandem 3f - spalla dx						1,35						
26: Traffico distribuito 4							1,35	1,35	1,35	1,35	1,35	1,35
27: Traffico tandem 4a - spalla sx							1,35					
28: Traffico tandem 4b - campata sx								1,35				
29: Traffico tandem 4c - sx pila									1,35			
30: Traffico tandem 4d - dx pila										1,35		
31: Traffico tandem 4e - campata dx											1,35	
32: Traffico tandem 4f - spalla dx												1,35

Gli involucri di sollecitazione così ottenuti vengono successivamente combinati nel software di verifica "PONTI EC4", considerando la contemporaneità dei differenti carichi variabili, solo quando questa risulta sfavorevole ai fini delle verifiche.

9 SOLLECITAZIONI ANALISI STATICA

Si riportano di seguito gli involuপি SLU di sollecitazione nelle travi, riferiti alla differenti fasi dell'analisi statica.

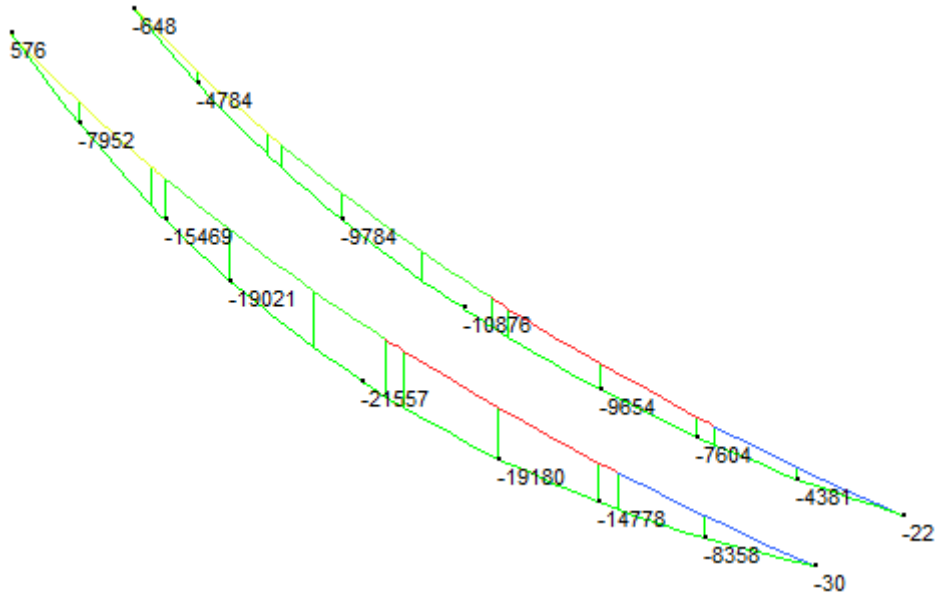


Figura 29 – Modello FEM Fase 1 – Momento flettente [kNm] – 1A_SLU

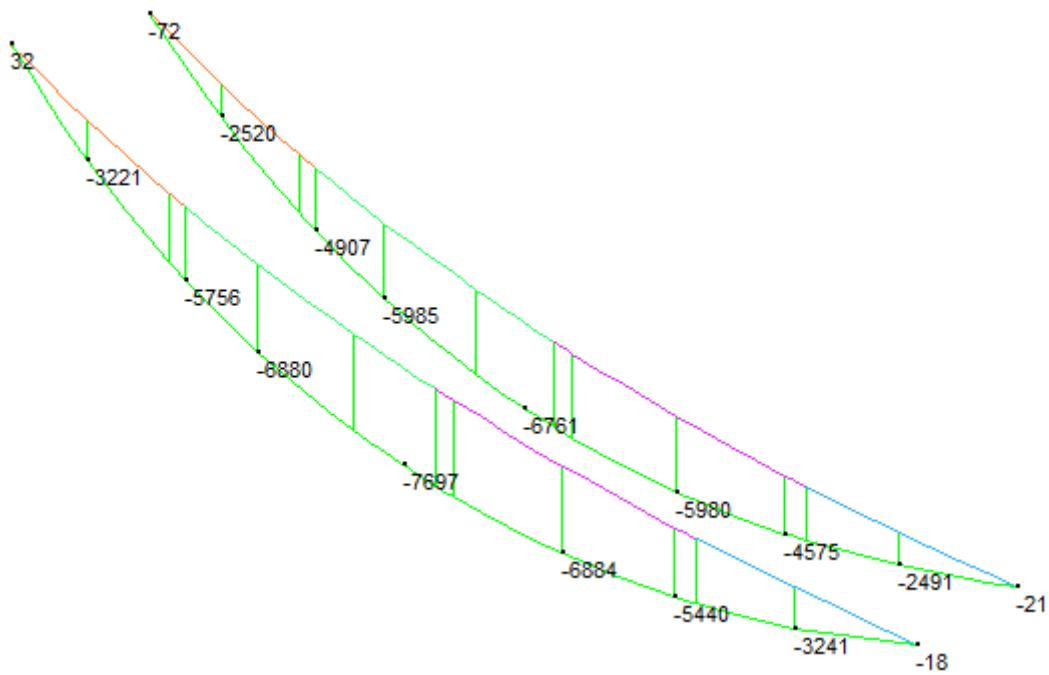


Figura 30 – Modello FEM Fase 2 – Momento flettente [kNm] – 2A_SLU

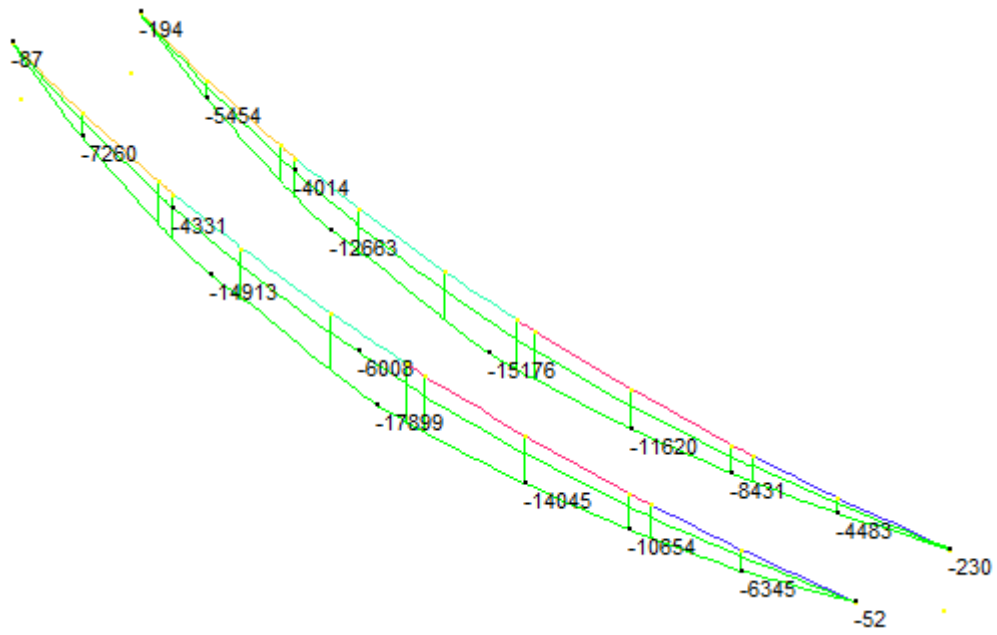


Figura 31 – Modello FEM Fase 3 – Momento flettente [kNm] – Env. 3B_SLU

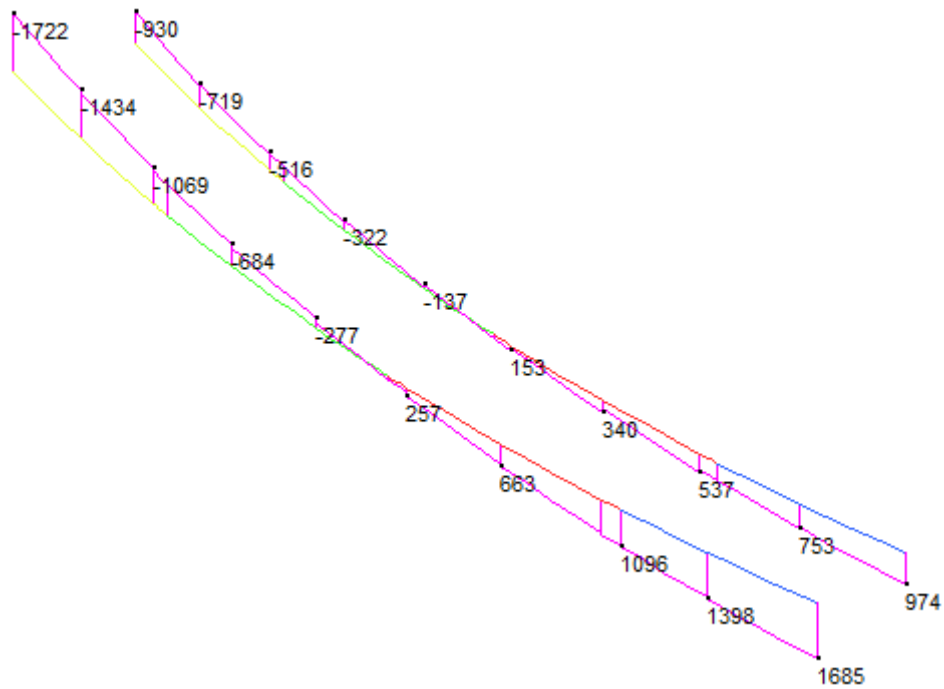


Figura 32 – Modello FEM Fase 1 – Taglio [kN] – 1A_SLU

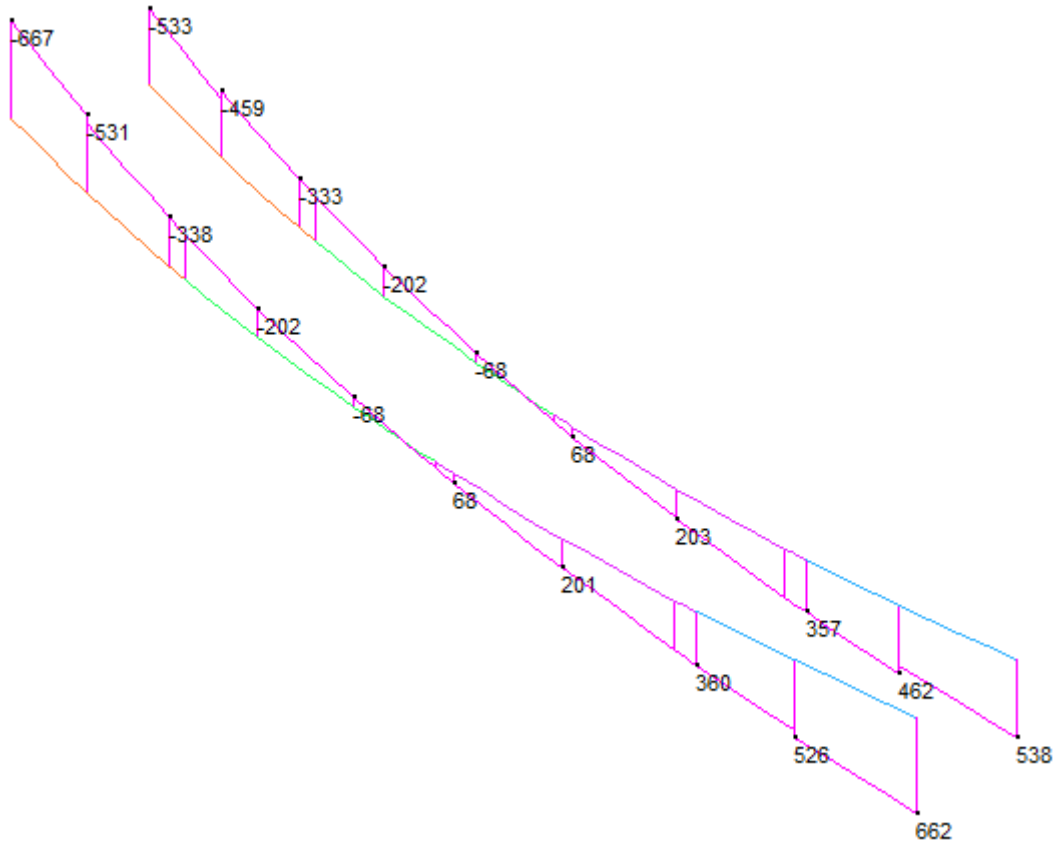


Figura 33 – Modello FEM Fase 2 – Taglio [kN] – 2A_SLU

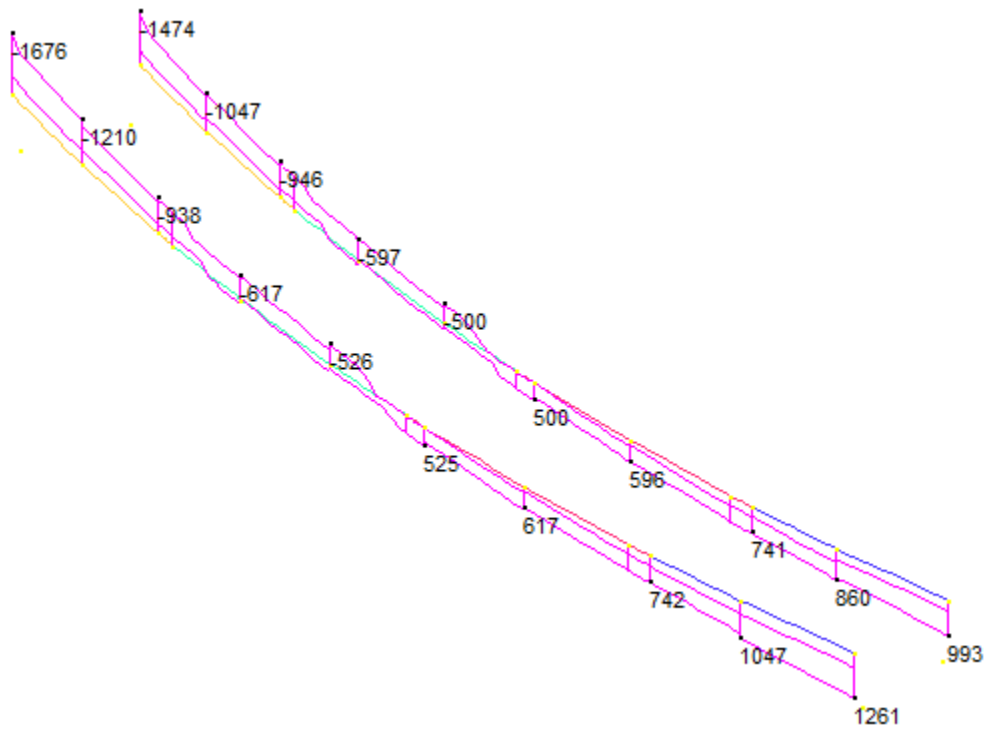


Figura 34 – Modello FEM Fase 3 – Taglio [kN] – Env. 3B_SLU

Si riportano di seguito gli involuipi SLU di sollecitazione nei diaframmi, riferiti alla differenti fasi dell'analisi statica.

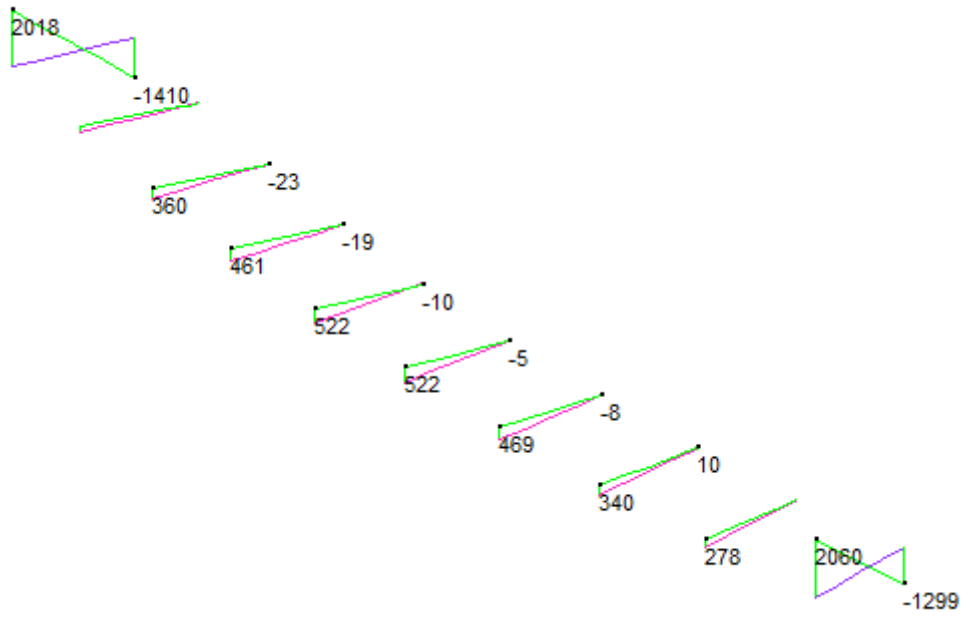


Figura 35 – Modello FEM Fase 1 – Momento flettente [kNm] – 1A_SLU

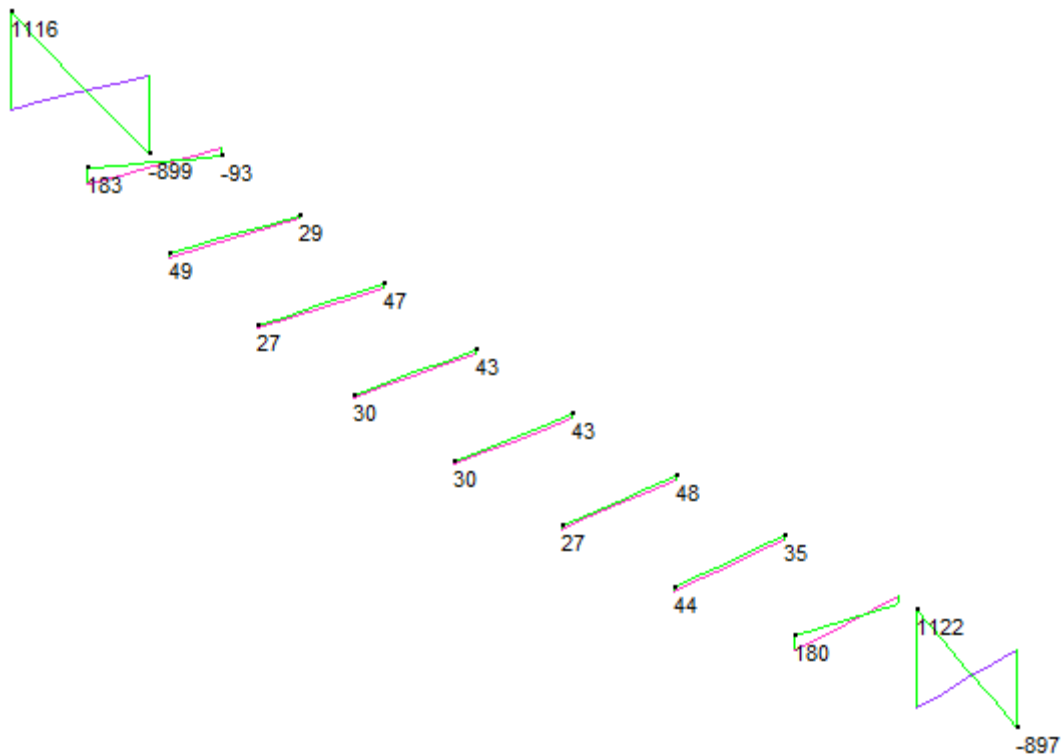


Figura 36 – Modello FEM Fase 2 – Momento flettente [kNm] – 2A_SLU

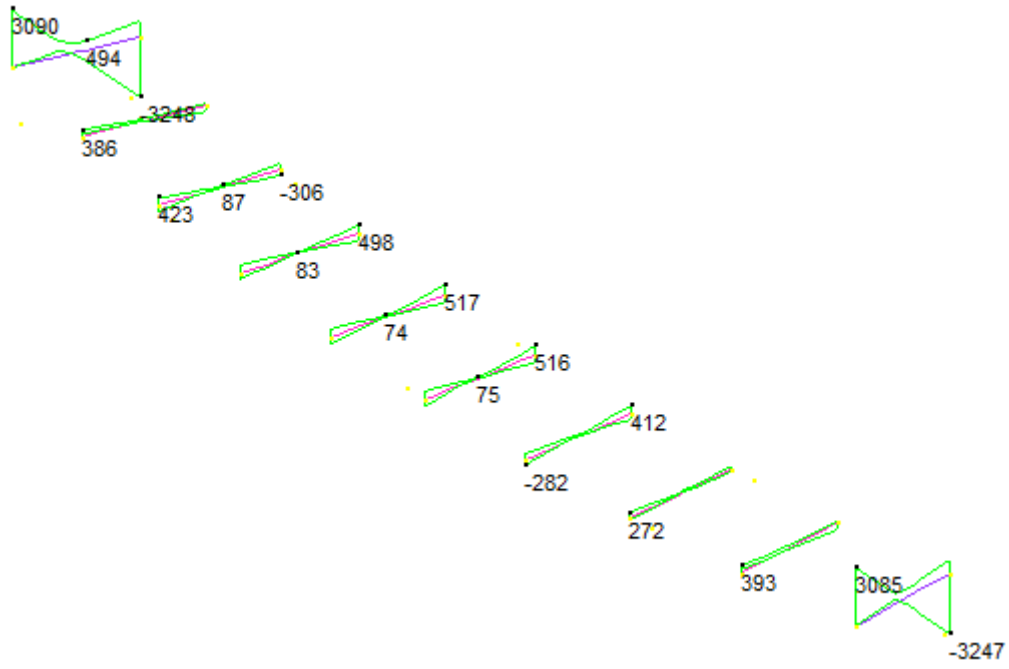


Figura 37 – Modello FEM Fase 3 – Momento flettente [kNm] – Env. 3B_SLU

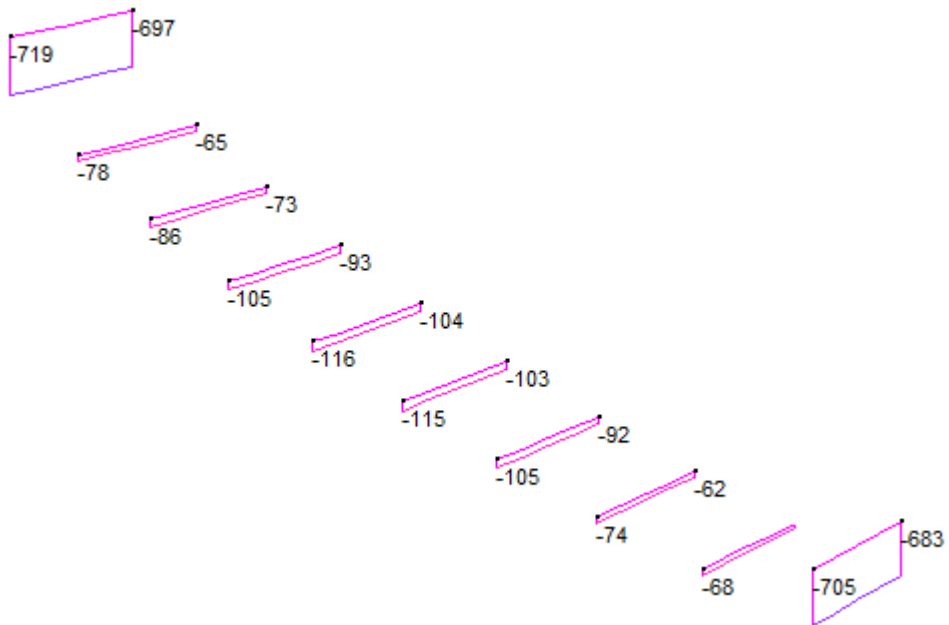


Figura 38 – Modello FEM Fase 1 – Taglio [kN] – 1A_SLU

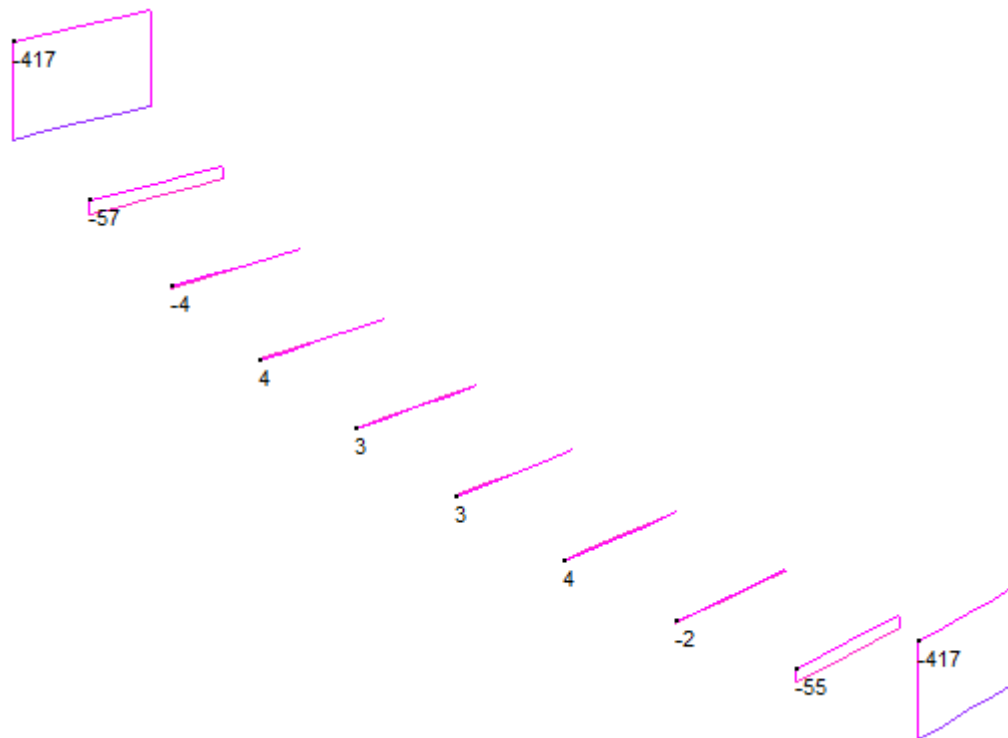


Figura 39 – Modello FEM Fase 2 – Taglio [kN] – 2A_SLU

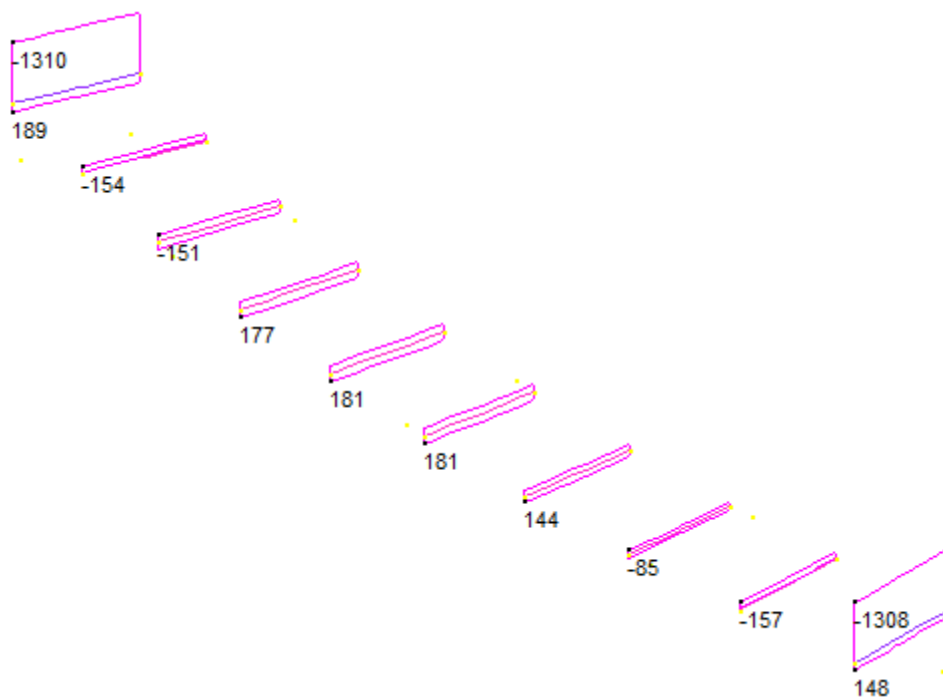


Figura 40 – Modello FEM Fase 3 – Taglio [kN] – Env. 3B_SLU

10 ANALISI DINAMICHE IMPALCATO

La valutazione delle azioni sismiche è stata effettuata attraverso un'analisi dinamica modale.

10.1 Masse efficaci e variabilità del moto sismico

Per la determinazione delle azioni sismiche è stato considerato il totale delle masse G associate ai seguenti carichi gravitazionali:

$$G = G_1 + G_2 + \sum_j \Psi_{2j} \cdot Q_{kj}$$

- G₁ masse dei pesi propri strutturali
- G₂ masse dei carichi permanenti non strutturali
- Q_{kj} masse dei carichi accidentali

Con riferimento a § 3.2.4 delle NTC, si ritiene trascurabile in fase sismica il contributo delle azioni accidentali, pertanto vengono considerati i contributi dei soli carichi permanenti.

Nel modello fem è stata considerata la sola massa dell'impalcato, attribuita alle travi principali come "non-structural mass", per le condizioni di carico relative a Peso proprio delle travi metalliche, Soletta e Permanente non strutturale.

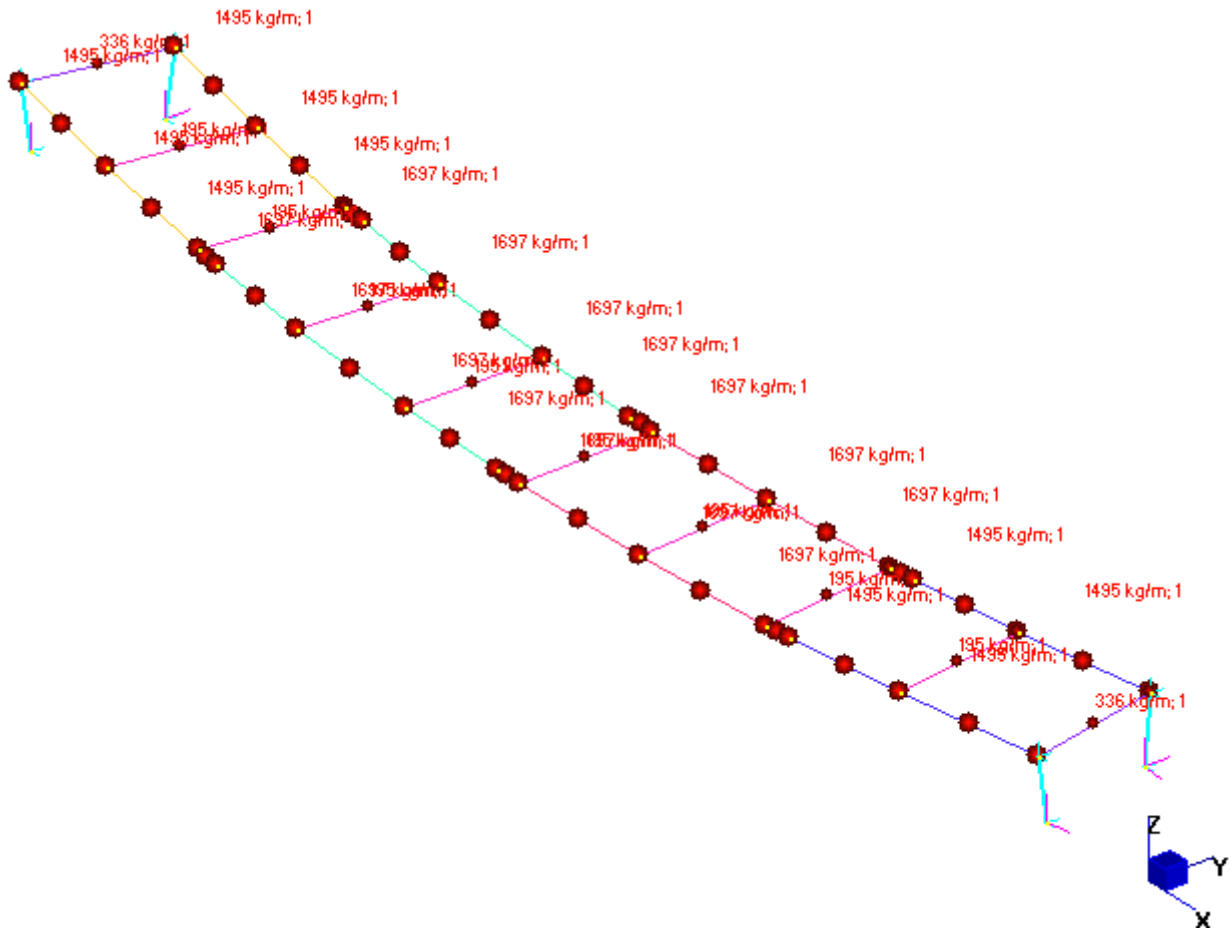


Figura 41 – Modello FEM Sismica – p-p - Non-structural mass

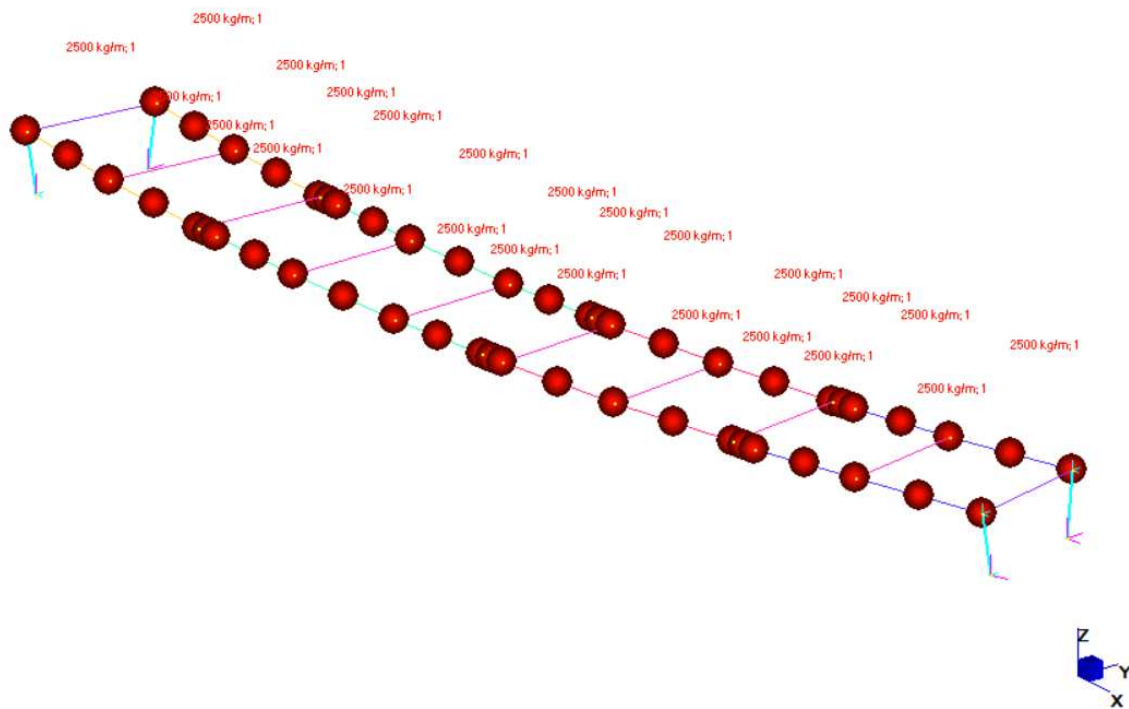


Figura 42 – Modello FEM Sismica – Soletta - Non-structural mass

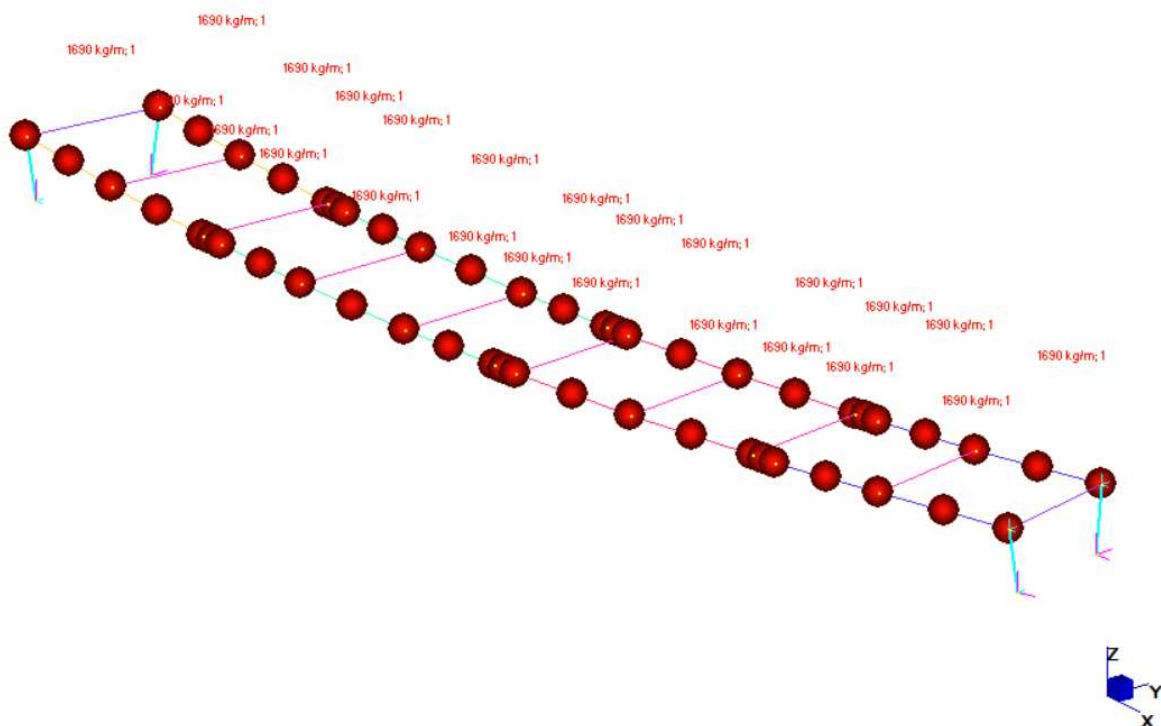


Figura 43 – Modello FEM Sismica – Perm. Non strutturali - Non-structural mass

Si è tenuto conto della variabilità del moto sismico orizzontale considerando le tre direzioni principali di oscillazione, in accordo con il §7.3.5 delle NTC, secondo le seguenti relazioni:

$$E_1 = E_x + 0.30 \cdot E_y + 0.30 \cdot E_z$$

$$E_2 = 0.30 \cdot E_x + E_y + 0.30 \cdot E_z$$

$$E_3 = E_x + 0.30 \cdot E_y + 0.30 \cdot E_z$$

Le azioni inerziali E_h e E_v vengono calcolate in automatico dal software di calcolo applicando gli spettri elastici orizzontali e verticali di progetto al modello strutturale numerico.

10.2 Analisi dinamica modale con spettro di risposta di progetto

L'analisi modale, arrestata ai primi 15 modi, fornisce i seguenti valori di frequenza e massa eccitata.

MODE PARTICIPATION					
Mode	Frequency (Hz)	Modal Mass (Engineering)	PF-X (%)	PF-Y (%)	PF-Z (%)
1	1.576E-01	2.870E+05	4.035	70.516	0.000
2	3.167E-01	2.705E+05	2.519	0.170	0.000
3	4.777E-01	3.205E+05	0.445	6.963	0.000
4	6.548E-01	2.597E+05	0.494	0.107	0.000
5	7.983E-01	2.257E+05	0.087	2.128	0.000
6	9.487E-01	3.232E+05	0.173	0.012	0.001
7	1.053E+00	2.023E+05	0.098	0.500	0.000
8	1.137E+00	2.046E+05	0.009	0.004	0.000
9	2.049E+00	2.482E+05	5.907	0.338	75.773
10	4.299E+00	4.619E+05	75.605	3.760	4.915
11	4.526E+00	5.110E+04	0.121	0.003	0.046
12	4.592E+00	5.671E+04	1.154	0.052	0.121
13	4.607E+00	5.301E+04	0.604	0.028	0.076
14	5.370E+00	2.578E+05	0.072	0.005	0.428
15	6.916E+00	1.130E+05	0.066	0.004	0.485

TOTAL MASS PARTICIPATION FACTORS			91.391	84.590	81.844

10.3 Combinazione delle risposte modali

La combinazione dei massimi modali viene effettuata secondo il metodo CQC.

Si riportano nelle figure seguenti le deformate associate a sisma longitudinale e trasversale allo SLV.

10.4 Eccentricità accidentale masse

La medesima analisi descritta nei paragrafi precedente viene ripetuta considerando un'eccentricità accidentale della massa risultante, in direzione trasversale dell'impalcato e pari a 0.03 la larghezza dell'impalcato stesso, in accordo al §7.9.3 delle NTC18.

Le sollecitazioni nelle travi e nei diaframmi indotte dalle analisi sismiche descritte risultano meno gravose di quelle statiche allo SLU (che vengono considerate per il dimensionamento delle carpenterie), ma inducono reazioni agli appoggi e spostamenti più severi in direzione trasversale e longitudinale, come mostrato successivamente nei paragrafi relativi alle azioni sugli appoggi e ai giunti di dilatazione.

11 VERIFICHE IMPALCATO METALLICO

11.1 Generalità

L'analisi e la verifica della struttura d'impalcato sono state condotte in accordo a quanto dichiarato nei capitoli precedenti della presente relazione con riferimento alla trave più sollecitata (trave d'esterno curva).

Nel presente capitolo vengono riportate, per ciascuna tipologia di verifica, le generalità della procedura seguita e il riepilogo sintetico dei risultati, espressi in termini di coefficienti di sicurezza o di rapporti di sfruttamento.

I criteri per la verifica della resistenza delle sezioni (cross section checks) sono contenuti nelle NTC cap 4.2., 4.3 e relative Istruzioni, e risultano in completo accordo con quanto previsto in Eurocodice + N.A.D. (rif. EN 1993-1-1, EN1993-1-5, EN 1993-2, EN1994-1-1, EN 1994-2).

Nel prosieguo si farà riferimento puntuale a quest'ultimo testo, caratterizzato da una trattazione più omogenea, e da un riferimento più puntuale relativamente alle varie regole applicative.

Nell'ambito dei vari S.L. considerati, si effettuano le seguenti verifiche sezionali:

S.L.U. : resistenza delle sezioni (incluse verifiche di local buckling)

S.L.E. : limitazione delle tensioni
web breathing

Fatica : verifica dell'ampiezza dei $\Delta\sigma$ (metodo dei coefficienti λ)

I medesimi S.L. verranno esaminati per la verifica della connessione traverso-soletta; relativamente alle verifiche effettuate si rimanda allo specifico paragrafo.

Il complesso delle precedenti verifiche viene effettuato in automatico dal programma "Ponti EC4" per tutte le sezioni critiche, di cui nel seguito vengono espone in dettaglio le modalità operative attraverso il commento della reportistica di uno o più sezioni prese a campione.

11.2 Resistenza delle sezioni SLU

Le verifica S.L.U. di resistenza della sezione viene effettuata attraverso in seguenti passaggi:

- Preclassificazione della sezione

Effettuata sulla base delle caratteristiche geometriche dei singoli sottocomponenti

- Analisi plastica

Tracciamento dei domini di resistenza della sezione N/M_{rd} ed $N/M_{f,rd}$ (dominio della sezione privata dell'anima)

- Classificazione effettiva della sezione

Effettuata sulla base dell'effettivo valore di N_{Ed} , M_{Ed} per la combinazione in esame (max/min M_{Ed} , max/min V_{Ed} , con i rispettivi valori concomitanti)

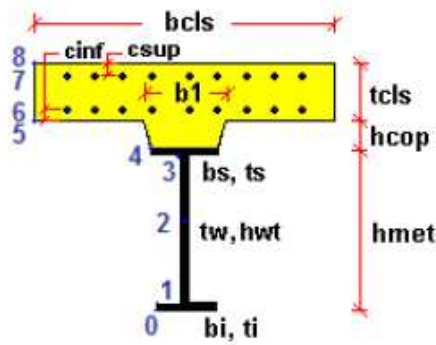
- Verifica a plastica a pressoflessione (sezioni cl. 1 e 2):

Valutazione del massimo rapporto di sfruttamento plastico $\eta_{1,;}$ effettuata con riferimento a N_{Ed} , M_{Ed} agenti isolatamente, e per effetto combinato.

- Verifica elastica a pressoflessione (sezioni cl. 3-4)

valutazione del massimo rapporto di sfruttamento elastico η_1 , effettuata rispettivamente per le sezioni in classe 3/4 con riferimento alle caratteristiche geometriche lorde/efficaci. Le caratteristiche geometriche efficaci vengono dedotte in maniera iterativa, tenendo conto delle flessioni parassite che nascono per effetto dell'eccentricità assunta dall'azione assiale di progetto causata dallo "shift" progressivo dell'a.n.e..

Le tensioni vengono valutate in corrispondenza delle 8 fibre indicate nello schema seguente.



- **Verifica a taglio - sezioni non soggette a "shear buckling"**

Viene effettuato il calcolo del taglio resistente plastico, ed il calcolo del rapporto di sfruttamento a taglio.

- **Verifica a taglio - sezioni suscettibili di "shear buckling"**

per sezioni soggette a "shear buckling" viene valutato il coefficiente di riduzione χ_w , e successivamente valutato il taglio resistente $V_{b,Rd}$ come somma dei contributo resistenti dell'anima $V_{bw,Rd}$ e, se applicabile, delle flange $V_{bf,Rd}$.

- **Verifica interazione azione assiale - flessione - taglio (tutte le classi)**

Si adotta univocamente, per tutte le classi di sezione, l'approccio proposto da EN 1993-1-5, cap. 7.1, che consiste nella valutazione di un rapporto di sfruttamento modificato in funzione dei singoli rapporti di sfruttamento valutati per pressoflessione e taglio agenti separatamente. L'adozione di questa formulazione risulta a rigore solo leggermente più cautelativa di quella riservata alle sezioni di classe 1 - 2, per le quali l'interazione N-M-V si risolverebbe con la deduzione di un rapporto di sfruttamento elastico per tensioni normali valutato con riferimento ad una anima opportunamente ridotta per tenere conto dell'influenza del taglio (cfr. EN 1994-2 cap. 6.2.2.4.(2)).

Un'ulteriore ipotesi cautelativa, riservata alla verifica di sezioni in classe 3-4, è l'utilizzo sistematico del rapporto di sfruttamento elastico η_1 in luogo di quello plastico η_1 , indipendentemente dall'andamento delle tensioni lungo l'anima (a rigore la EN 1993-1-5, cap. 7.1.(4) e (5) prevede tale accortezza solo qualora l'anima risulta interamente in compressione).

Come già evidenziato relativamente al calcolo del contributo resistente a taglio delle flange, le resistenze plastiche della sezione completa e della sezione privata dell'anima sono rilevate direttamente dai rispettivi domini di interazione, per cui:

$$M_{pl,Rd} = M_{pl(N),Rd}$$

$$M_{f,Rd} = M_{f(N),Rd}$$

Si rileva incidentalmente che la disequaglianza associata alla formula di interazione presentata poco sopra evidenzia implicitamente che la formula non è applicabile (non vi è interazione) qualora il momento di progetto sia minore di quello sopportabile dalle sole flange.

Per sezioni in classe 3-4, il momento di progetto M_{Ed} viene valutato sulla base degli stress cumulati nella fibra più sollecitata ($M_{Ed,eq} = \max | W_{xi} \times \Sigma \sigma_{x,i} |$).

Per le verifiche delle membrature in calcestruzzo si adotta l'usuale ciclo di verifica previsto dall'eurocode package 2, che comprende:

S.L.U. – verifica per tensioni normali e verifica a taglio

S.L.E. – verifica limitazione delle tensioni

S.L.E. frequente – verifica a fessurazione.

11.3 Verifiche travi longitudinali

Di riportano i risultati salienti delle verifiche, espressi in generale in termini di rapporti di sfruttamento.

Le sollecitazioni di verifica vengono direttamente dedotte dalle combinazioni del modello ad elementi finiti.

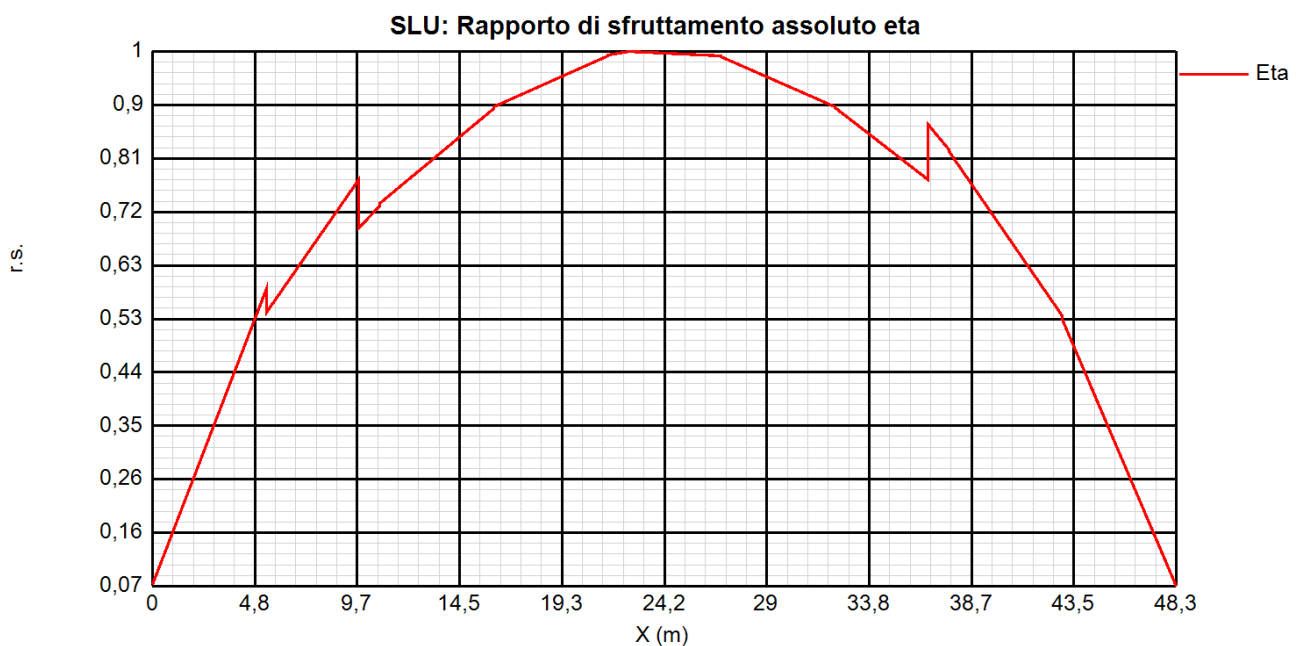
Data la configurazione planimetrica dell'opera, che presenta asse curvo, l'attenzione viene focalizzata sulla trave di bordo esterna.

11.3.1 Rapporti di sfruttamento resistenza SLU

Si riportano di seguito i diagrammi dei seguenti rapporti di sfruttamento:

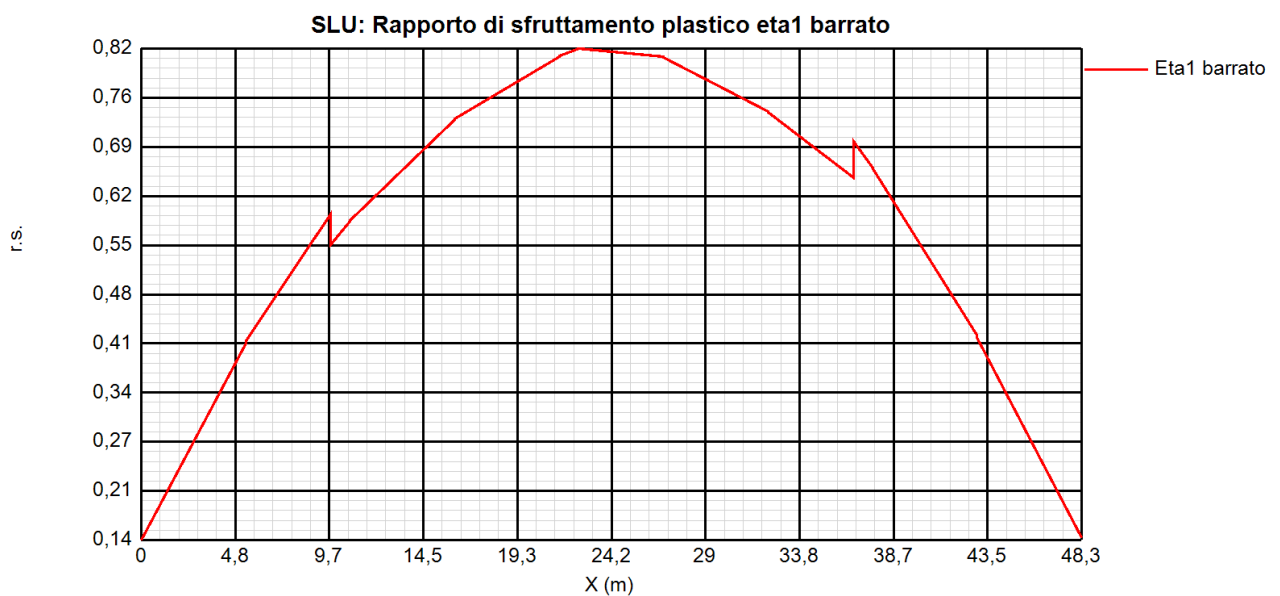
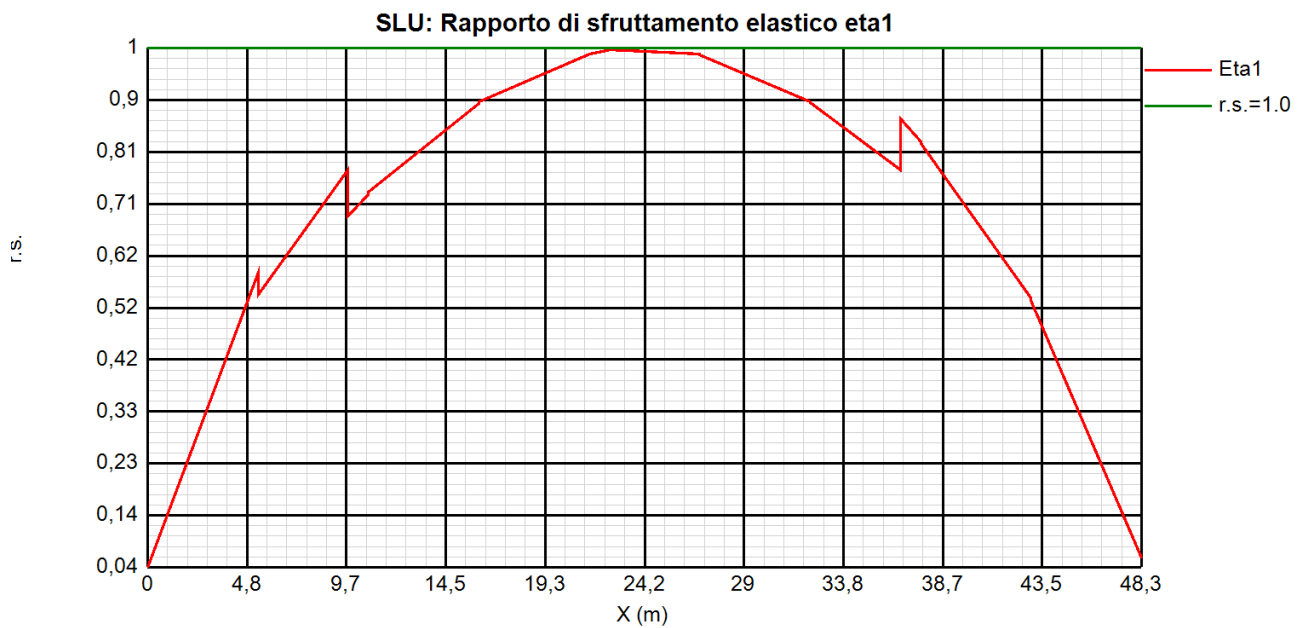
max η assoluto

Derivante dall'interazione N/M/V (EN1993-1-5, 7.1.(1)); nei casi in cui non vi è interazione, tale valore coincide con il rapporto di sfruttamento a flessione η_1 .



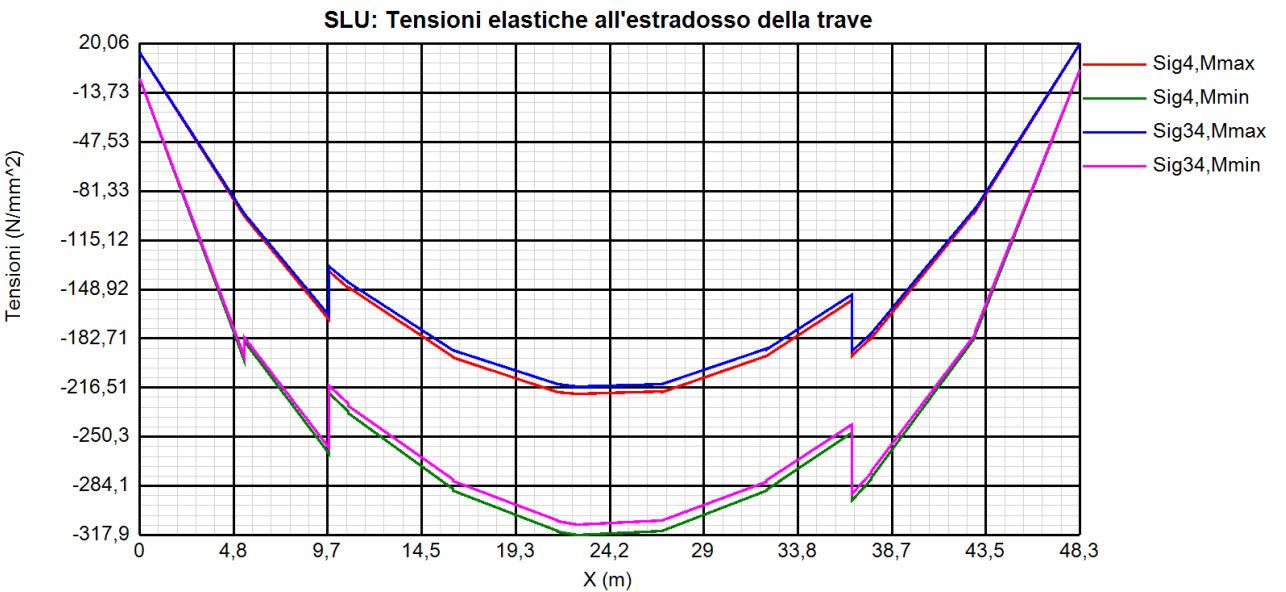
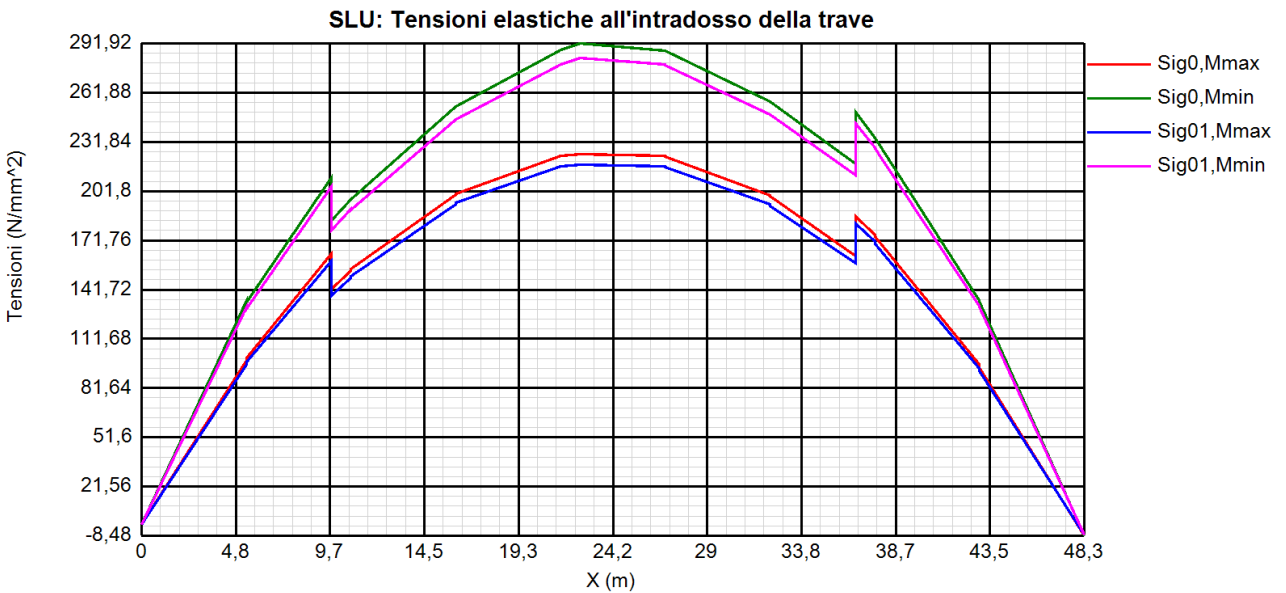
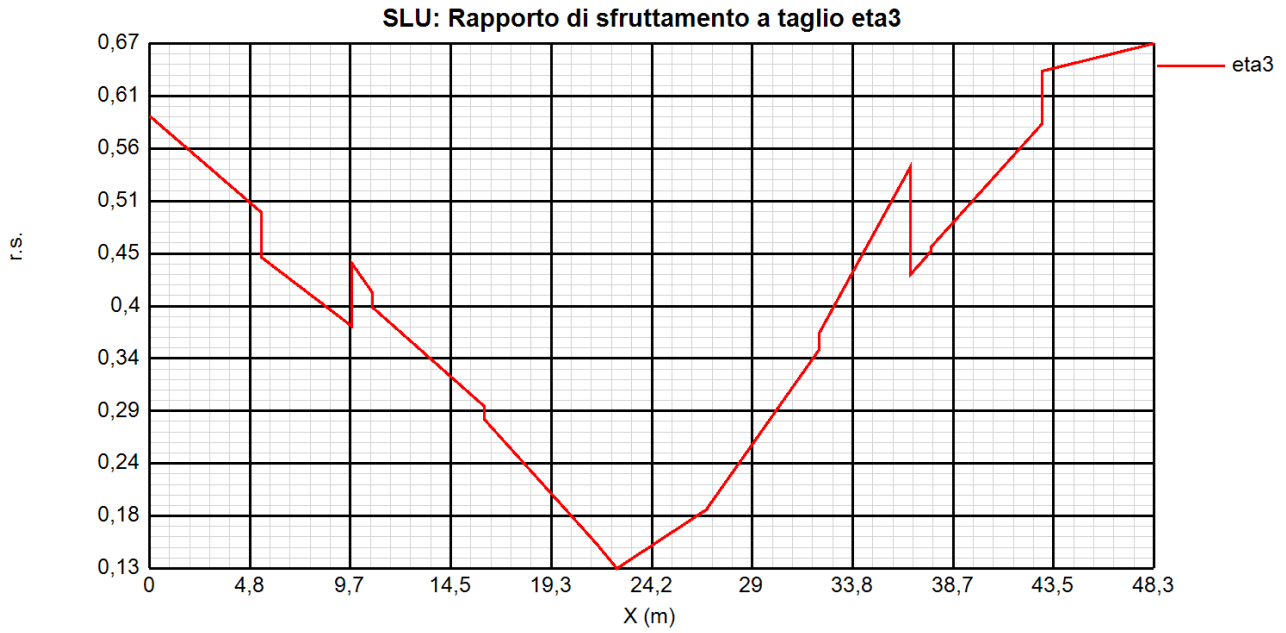
max η_1 / η_1

Rapporto di sfruttamento a flessione; nell'ambito delle condizioni di applicabilità dell'analisi plastica, esso coincide con il rapporto $\eta_1 = M_{Ed}/M_{pl}$ (rapporto di sfruttamento plastico); in tutti gli altri casi è pari a $\eta_1 = \sigma_{Ed}/(\gamma_{mo}f_{yk})$. I rapporti di sfruttamento a flessione, risp. elastici e plastici vengono tracciati indipendentemente dal campo di applicabilità; in ogni caso, il valore considerato nel calcolo del rapporto di sfruttamento assoluto considera di volta in volta il rapp. elastico/plastico in funzione degli effettivi limiti di applicabilità.



max η_3

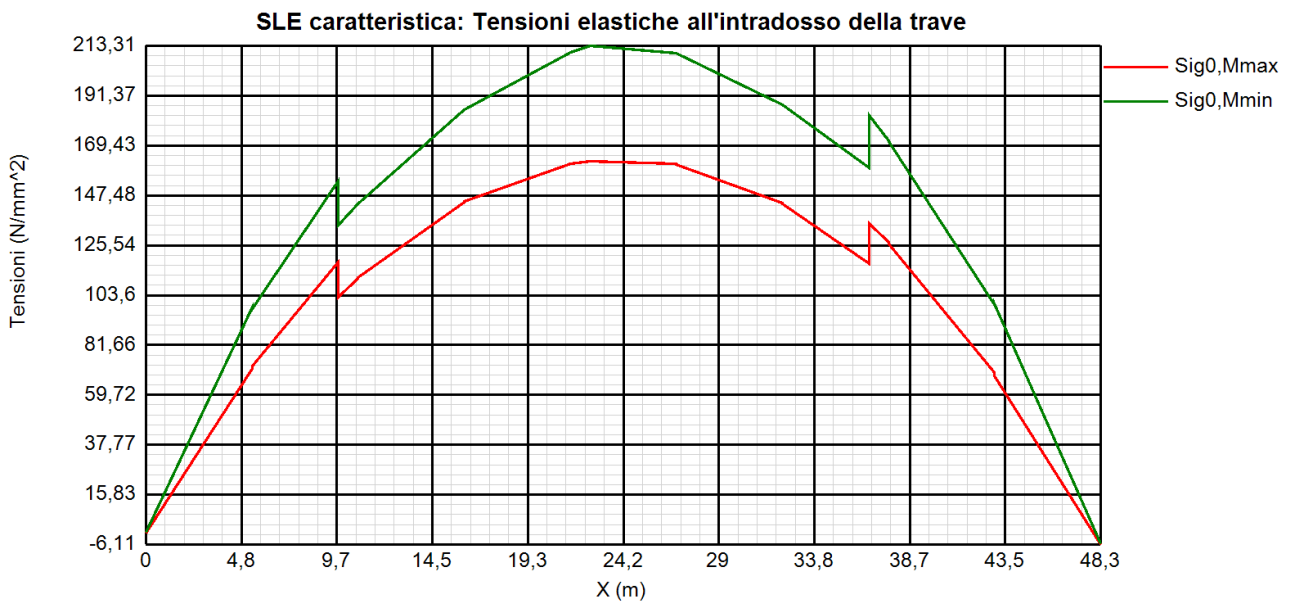
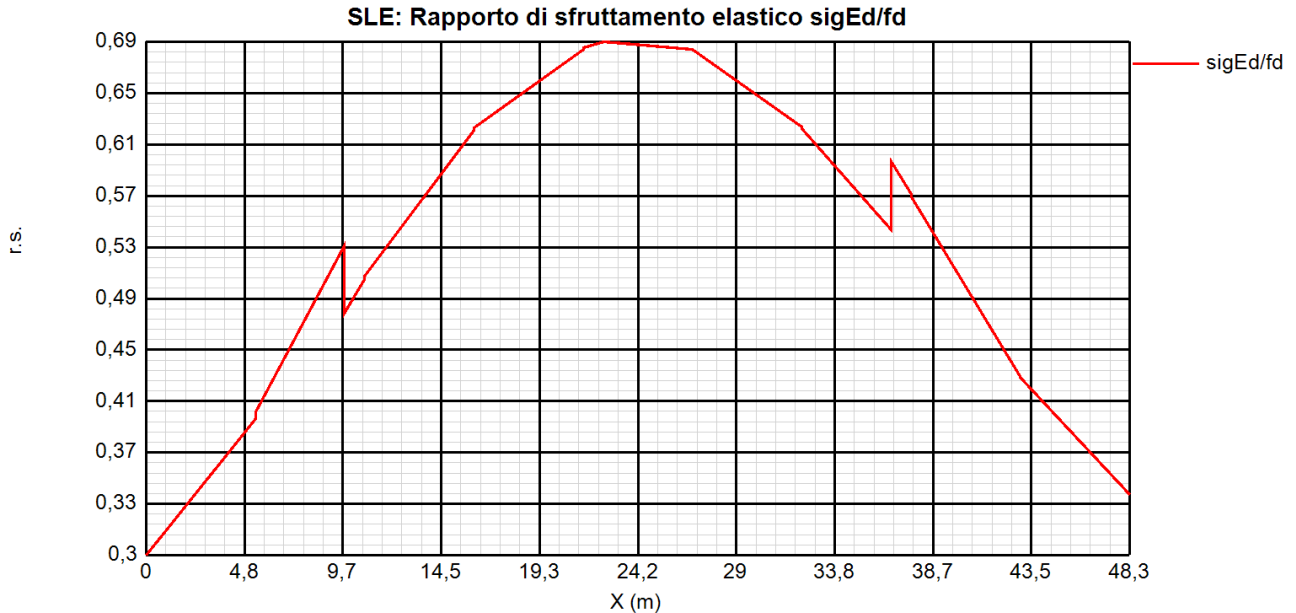
Rapporto di sfruttamento a taglio $\eta_3 = V_{Ed}/V_{Rd}$

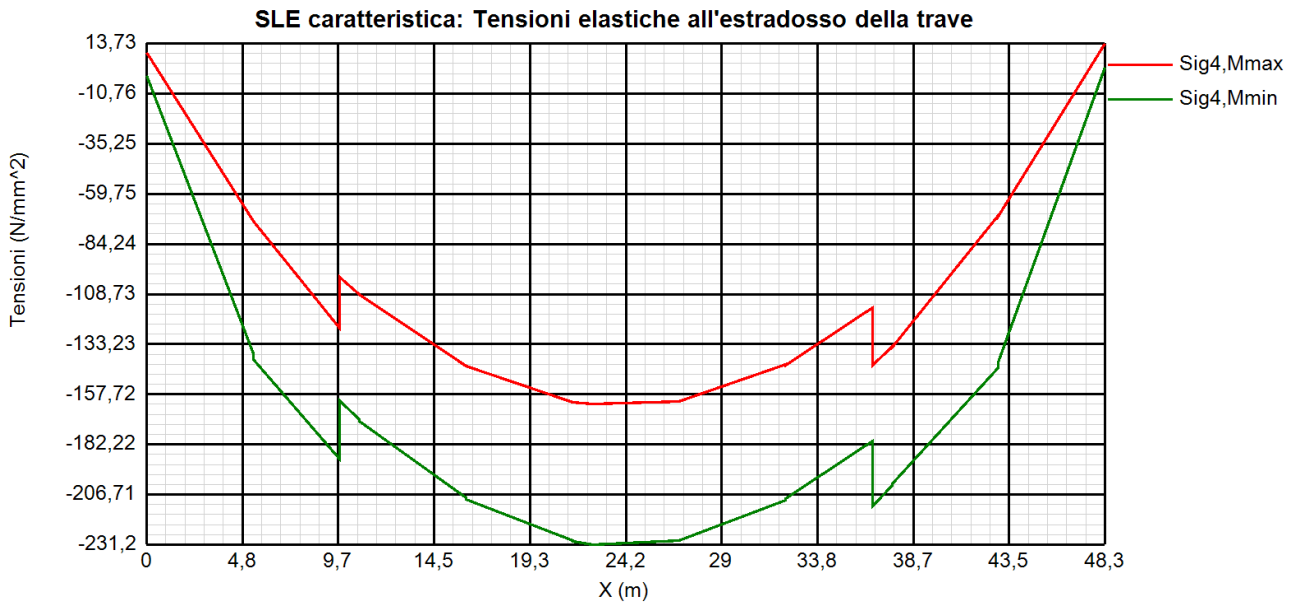


Come si nota, i rapporti di sfruttamento rilevati risultano in tutti i casi al di sotto dell'unità.

11.3.2 S.L.E. - limitazione delle tensioni – rapporti di sfruttamento

Di seguito si riporta l'andamento del rapporto di sfruttamento S.L.E. tra tensione di Von Mises e tensione di riferimento.

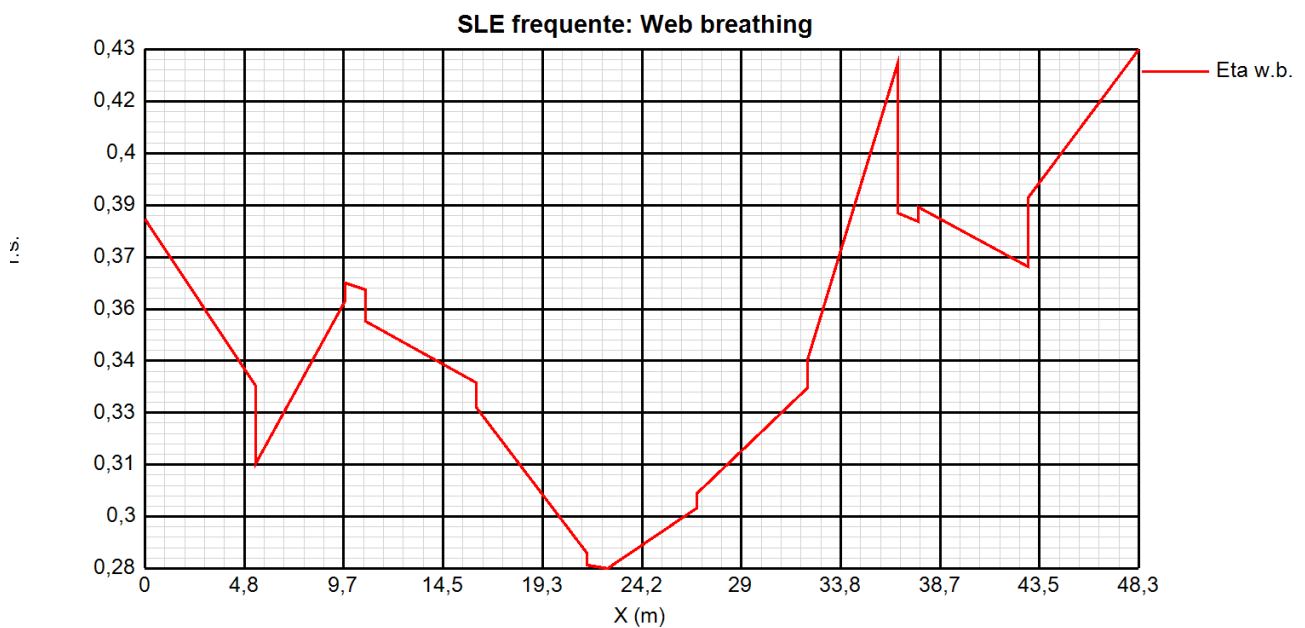




Come si può notare dall'esame del diagramma, i rapporti di sfruttamento S.L.E. appaiono al di sotto dell'unità.

11.3.3 Rapporti di sfruttamento SLE FR "web breathing"

Relativamente alla verifica di Web Breathing, i diagrammi seguenti riportano l'andamento del rapporto di sfruttamento.



La verifica risulta soddisfatta (si ricorda che la verifica è soddisfatta al limite con un rapp. Sfr. Max = 1.2)

11.4 Verifica connessione trave/soletta

Le specifiche relative al detailing della connessione traverso-soletta sono contenute in NTC-18, 4.3.4.1.2 e C.4.3.4. delle relative Istruzioni; per quanto riguarda i riferimenti Eurocodice, i cui contenuti sono perfettamente identici, si fa riferimento a EN 1994-1 e EN 1994-2. Le piolature adottate sono tutte a completo ripristino di resistenza.

Il ciclo di verifica delle piolature comprende i seguenti passi:

- Verifica tensioni S.L.U. (valido per sezioni con $\eta_1 \leq 1$)

Deduzione del massimo scorrimento "elastico" a taglio allo S.L.U. sul singolo piolo, nell'ambito delle condizioni M_{max}/M_{min} , V_{max}/V_{min} , e confronto con la portanza del piolo allo S.L.U.:

$$V_{L,Ed}(x) = V_{Ed}(x) S/J$$

$$V_{L,Ed}^{ULS} \leq 1.1 N_i/l_i P_{Rd}$$

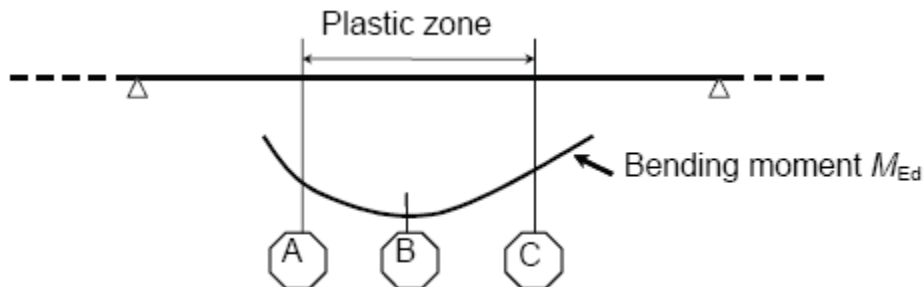
In cui S e J sono univocamente definite sulla base delle caratteristiche "uncracked"

Tale approccio risulta ovviamente valido solamente per le sezioni che non attingono alle proprie risorse extra elastiche ($\eta_1 \leq 1$). Per sezioni di classe 1-2, qualora il rapporto di sfruttamento elastico η_1 risulta maggiore di 1, non risulta più valido l'approccio di calcolo dello scorrimento ($v = VS/J$), ed è quindi necessario tenere conto in maniera non lineare della relazione tra azione tagliante V_e scorrimento v_L mediante l'approccio non lineare indicato al punto seguente.

- Verifica plastica S.L.U. (obbligatorio per sezioni con $\eta_1 > 1$)

Nelle zone plasticizzate (in generale a momento negativo) non risulta più valido l'approccio di calcolo dell'azione nei pioli basata sul flusso elastico: in questo caso, infatti, il legame fra il taglio per unità di lunghezza, le forze interne della soletta ed il momento flettente non è più lineare (EN 1994-2 cap. 6.6.2.2).

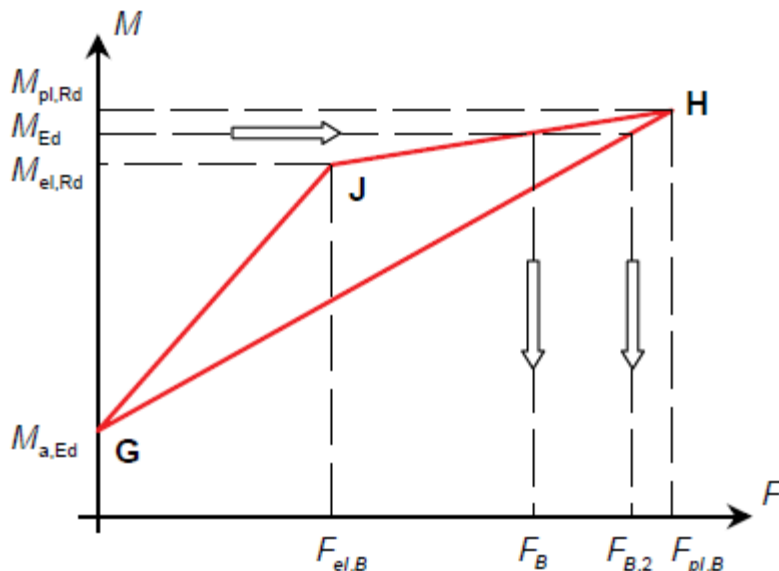
Il calcolo viene effettuato individuando, propedeuticamente, la regione entro la quale le sezioni attingono alle proprie risorse extra-elastiche. Tale regione (simmetrica nel caso in esame), è schematicamente rappresentata dai due punti di boundary A e C e dal punto di minimo momento (mezzeria) indicati nello schema seguente. I punti di boundary sono individuate dalle sezioni nelle quali la massima tensione è pari allo snervamento del materiale.



La verifica è di tipo "globale", e comprende la valutazione dello scorrimento in maniera diretta, mediante considerazioni di equilibrio del concio dei conci di soletta compresi tra la boundary ed il punto di minimo momento (concio di soletta compreso tra A e B e concio di soletta compreso tra B e C).

L'azione assiale insistente ai confini della zona plastica (punti A / B) è pari all'integrale delle tensioni rilevate lungo la soletta in calcestruzzo; a tale azione va aggiunta, per le verifiche nell'ambito della condizione "long term" l'effetto del ritiro primario.

L'azione assiale N_B è la risultante delle azioni in soletta, da valutarsi con riferimento all'effettivo stato, parzialmente "plastico" della sezione. Per il calcolo, si fa riferimento ai criteri di "non linear resistance to bending" contenuti in EN 1994-2 cap. 6.2.1.4.(6), con l'ausilio della costruzione riportata nel diagramma seguente, che riporta in un sistema d'assi M/N, i possibili stati della sezione di minimo momento flettente.



Si indica con:

- $M_{a,Ed}$ momento flettente agente sulla sola trave metallica
- $M_{el,Rd}$ momento flettente elastico
- M_{Ed} momento flettente di progetto
- $M_{pl,Rd}$ momento plastico della sezione
- $F_{el,B}$ azione assiale agente nella soletta, al raggiungimento del momento elastico (N_B)

Il diagramma è caratterizzato dai seguenti punti notevoli:

- G punto corrispondente al momento flettente della trave in fase 1
- H punto che individua il raggiungimento dello stato plastico della sezione, caratterizzato da $M_{pl,Rd}$ ed $F_{pl,B}$ (azione assiale plastica in soletta).
- J punto corrispondente allo yielding del prima fibra della sezione, caratterizzato da $M_{el,Rd}$ ed $F_{el,B}$ (risultante tensioni in soletta sotto l'azione di $M_{el,Rd}$).

Come si nota dal diagramma, l'effettiva azione assiale F_B insistente in soletta nel reale stato della sezione è rappresentato dalla linea verticale che interseca la retta JH all'ordinata corrispondente al momento di progetto M_{Ed} . In alternativa, operando in maniera semplificata, risulta possibile stabilire un limite superiore a N_B , intercettando direttamente la retta GH.

Si segue l'approccio "rigoroso" che, pur comportando la necessità di valutare $M_{el,Rd}$, comporta una stima più accurata di N_B .

Per il calcolo di $M_{el,Rd}$ ed $F_{el,B}$, viene valutato il fattore "k" (≤ 1) che, applicato al momento flettente agente sulla sezione composta $M_{c,Ed}$ (derivante da fase 2 e fase 3) comporta un quadro tensionale al limite di snervamento, e che implica pertanto l'espressione:

$$M_{el,Rd} = M_{a,Ed} + k M_{c,Ed}$$

Si avrà pertanto, con riferimento alle fibre estreme della sezione:

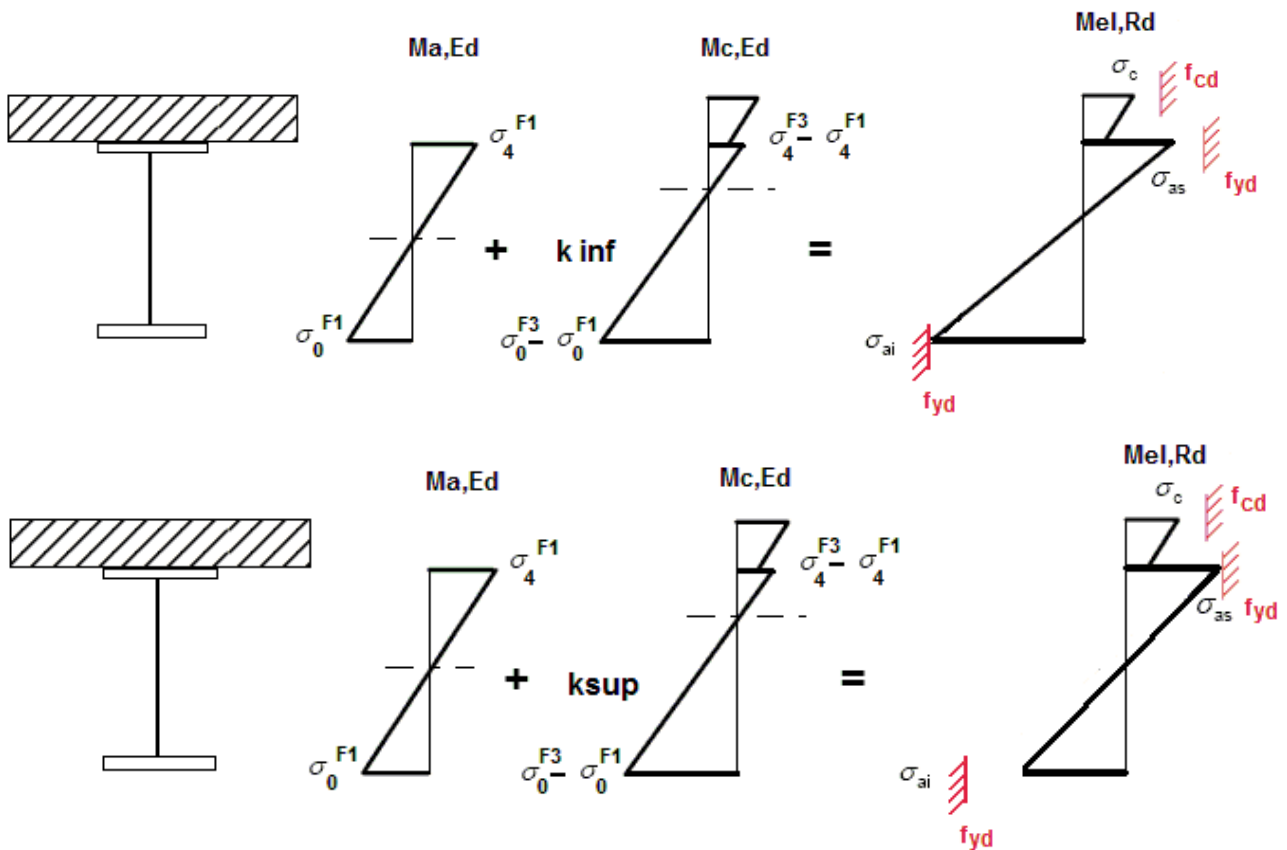
$$k = f_{yd} - \sigma_{if1} / \Delta\sigma_i$$

$i = 1$ o 4 (lombo inferiore/superiore trave metallica)

σ_{if1} = tensione alla fibra "i" della sezione in fase 1

$\Delta\sigma_i$ = variazione di tensione alla fibra "i" tra la fase 3 e la fase 1

Si utilizza uno dei due schemi di calcolo riportati nelle figure sottostanti, a seconda che la tensione di snervamento sia stata superata nella fibra inferiore oppure in quella superiore.



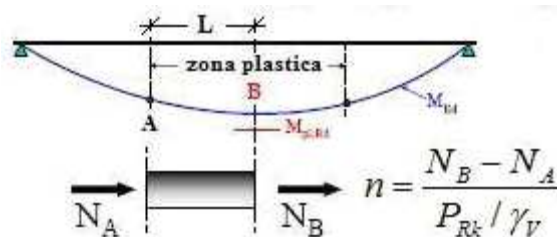
Quando la sezione è plasticizzata il coefficiente k risulta compreso fra 0 ed 1, e rappresenta il coefficiente moltiplicativo che riporta il diagramma di tensioni in fase 3 ad un diagramma al limite elastico.

Noto k è immediato valutare $M_{el,Ed}$ e la corrispondente azione assiale di soletta, tramite integrazione delle tensioni:

$$N_{el,Ed} = k \cdot (\sigma_5 + \sigma_8) / 2 \cdot A_{soletta}$$

Essendo σ_5 e σ_8 le tensioni normali nella soletta in fase 3, calcolate a partire da $M_{el,Ed}$.

Il numero di pioli necessario nella zona plastica è infine calcolabile, con riferimento allo schema ed alla formula seguente.



- Verifica tensioni S.L.E.

Deduzione del massimo scorrimento "elastico" a taglio allo S.L.E. sul singolo piolo, nell'ambito delle condizioni M_{max}/M_{min} , V_{max}/V_{min} , e confronto con la portanza del piolo allo S.L.E..

Il criterio di confronto dello scorrimento con la portanza della piolatura è identico a quello visto per la verifica delle tensioni S.L.U. , con ovvia sostituzione delle grandezze.

$$v_{L,Ed}^{SLS}(x) \leq \frac{N_i}{l_i} \cdot \{k_s P_{Rd}\}$$

$$v_{L,Ed}^{SLS} \leq N_i / l_i \cdot k_s P_{Rd}$$

- Verifica concentrazione scorrimenti per effetto del ritiro nelle zone di estremità trave

L'ammontare delle azioni di scorrimento per ritiro nelle zone di coda verrà affidato per intero all'armatura di continuità.

11.4.1 Caratteristiche piolatura

Il sistema di connessione trave/soletta è formato da pioli tipo Nelson elettrosaldati, di diametro $\varnothing 22$ mm ed altezza pari a 200 mm.

Per il singolo piolo, valori di riferimento (cfr. EN 1994-2, 6.6.3.1.(1)) nell'ambito delle verifiche S.L.U. e S.L.E. sono pertanto i seguenti:

$P_{rk,1} = 0.8 f_u \pi \varnothing^2/4$ rottura gambo

$P_{rk,2} = 0.29 \alpha \varnothing^2 (f_{ck} E_{cm})^{0.5}$ rottura calcestruzzo

con

f_u = tensione ultima del gambo del piolo

γ_v = coefficiente di sicurezza piolo

f_{ck} = resistenza caratteristica cilindrica del calcestruzzo

E_{cm} = modulo elastico secante del calcestruzzo

$\alpha = 1$

Per i limiti dimensionali da rispettare nel detailing delle piolature si fa riferimento ai contenuti di NTC-18 cap. 4.3.4.3.4/EN 1994-2 cap. 6.6.5.. Di seguito si evidenzia il riferimento specifico a quest'ultimo testo normativo, più puntuale.

Il massimo interasse longitudinale delle piolature dovrà rispettare le seguenti limitazioni (EN1994-2 6.6.5.5(2)):

$e_{max}/t_f \leq 22 \varepsilon$

$e_{max}/t_f \leq 22 \cdot 0.81 = 17.9$

La distanza delle file longitudinali di pioli dal bordo dovrà rispettare le seguenti limitazioni (EN1994-2 6.6.5.5(2)):

$e_d/t_f \leq 9 \varepsilon$

$e_d/t_f \leq 9 \cdot 0.81 = 7.29$

$e_{d,min} = 25.0$ mm (1994-2 6.6.5.6(2))

La minima distanza misurata tra la parte inferiore della testa del piolo e lo strato inferiore di armatura dovrà essere > 40 mm.

I pioli dovranno rispettare le seguenti limitazioni dimensionali:

$h_p \geq 3d$ EN 1994-2 6.6.5.7.(1) h_p = altezza piolo

$d_t \geq 1.5d$ EN 1994-2 6.6.5.7.(2) d_t = diametro testa

$h_t \geq 0.4d$ EN 1994-2 6.6.5.7.(2) h_t = altezza testa

$d_p \geq 1.5t_{sup}$ EN 1994-2 6.6.5.7.(3) d_p = diam. piolo, t_{sup} = spessore flangia (*)

(*) per piattabande in tensione, soggette a fatica

$d_p \geq 2.5t_{sup}$ EN 1994-2 6.6.5.7.(5) d_p = diam. piolo, t_{sup} = spessore flangia (**)

(**) per tutte le piattabande

$d_p \geq 1.5t_{sup}$ EN 1994-2 6.6.5.7.(3) d_p = diam. piolo, t_{sup} = spessore flangia

L'interasse dei pioli dovrà rispettare le seguenti limitazioni dimensionali (EN1994-2 6.6.5.7.(4)):

$s_{lg} \geq 5 d_p$ in direzione longitudinale

$s_{tv} \geq 2.5 d_p$ in direzione trasversale

Nel rispetto delle limitazioni dimensionali espresse, per le tipologie previste di piolatura, la disposizione sulla piattabanda verrà organizzata come segue.

11.4.2 Rapporti di sfruttamento verifica elastica SLU - SLE

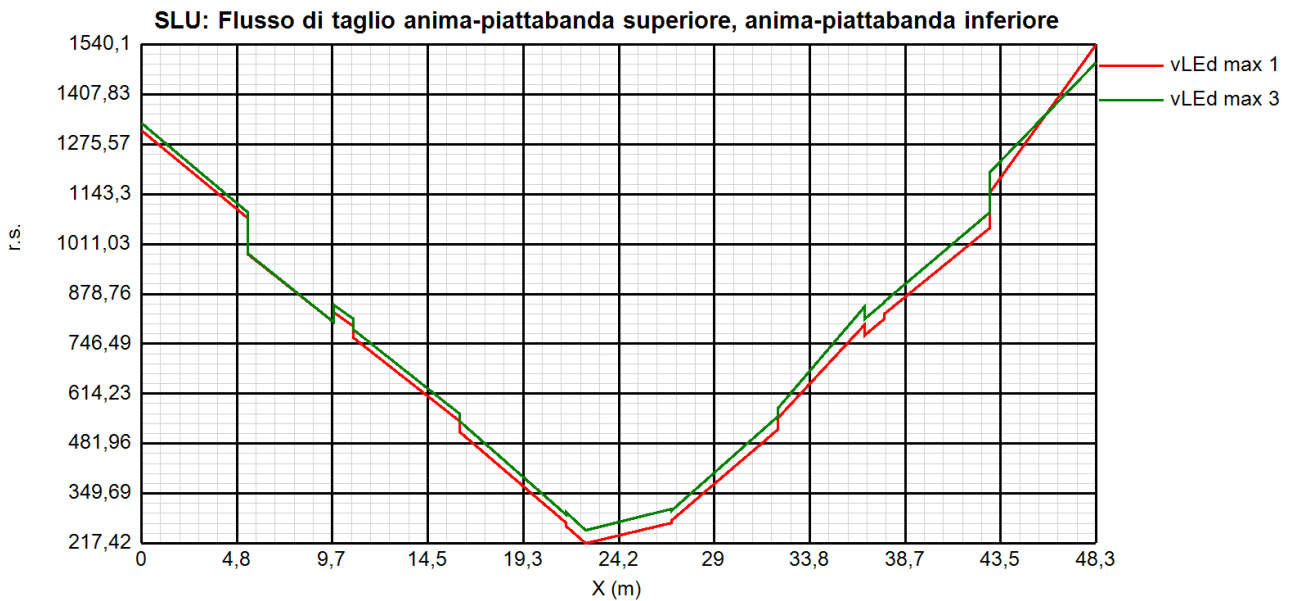
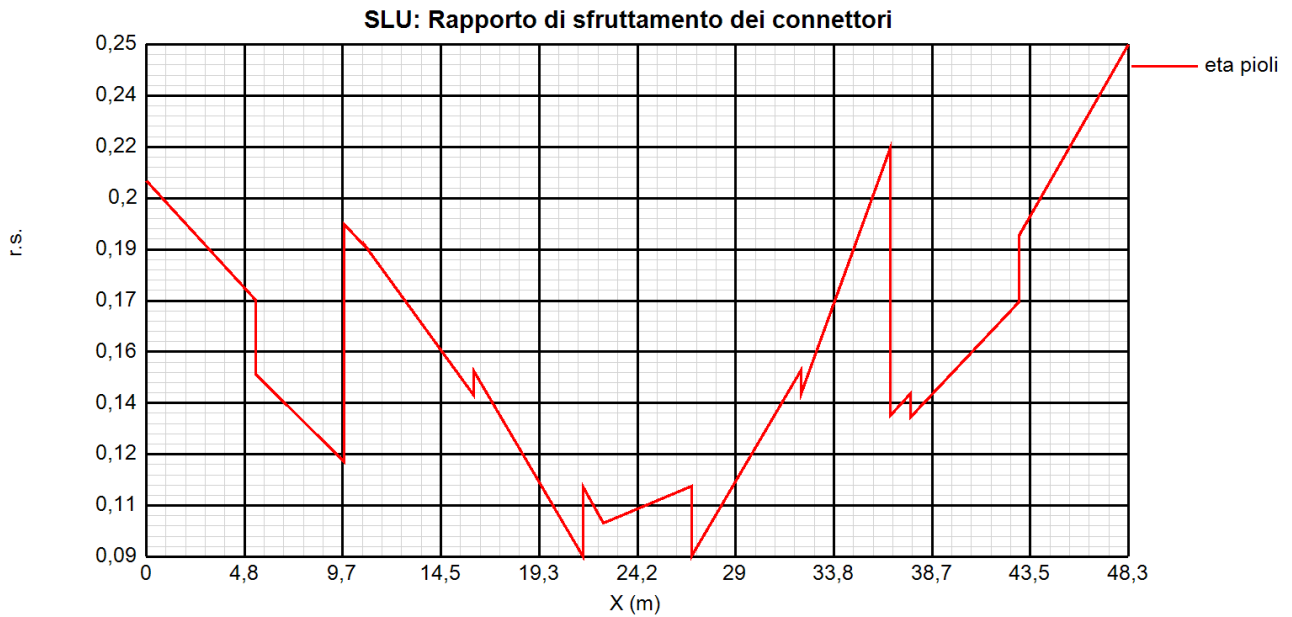
Le verifiche vengono effettuate con il programma PontiEC4, su tutti i traversi della struttura.

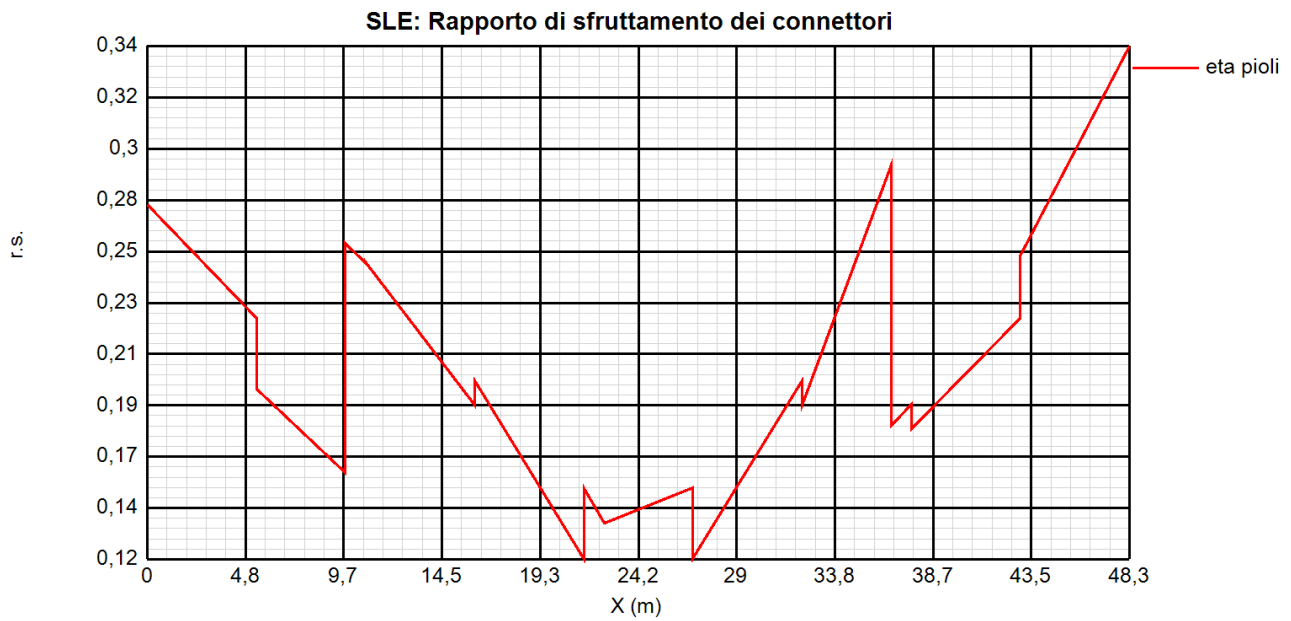
Il calcolo dello scorrimento nelle varie sezioni di verifica ed il confronto con la piolatura di progetto viene effettuato in automatico dal programma PontiEC4 nell'ambito delle condizioni considerate ($M_{max/min}$ e $V_{max/min}$).

Le verifiche tengono anche conto, secondo i criteri di normativa, del cumulo delle azioni da ritiro sulle zone di estremità (coda trave).

I diagrammi seguenti riportano, oltre alla copertura S.L.U. del flusso di taglio acciaio calcestruzzo,

l'andamento del rapporto di sfruttamento dei connettori allo S.L.U., S.L.E.. I coefficienti di sicurezza sono valutati nei confronti della rottura del piolo, della rottura della piattabanda e della rottura combinata.





11.5 Verifica controventi inferiori

La controventatura inferiore costituisce, assieme alle anime e alla soletta, la quarta parete della "cellula alla Bredt"; il controvento deve essere in grado di equilibrare gli sforzi torcenti nelle diverse fasi di carico, incluse le azioni taglianti orizzontali indotte dal vento a ponte carico.

Il momento torcente complessivo agente sul singolo cassone si ottiene dalla somma dei momenti torcenti dei due fili che lo compongono.

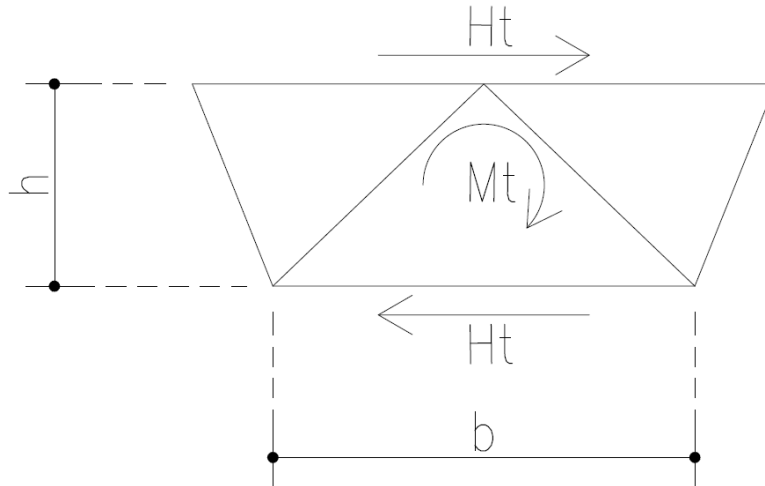
Il taglio da momento torcente risulta quindi:

$$H_t = M_t / 2h$$

dove:

M_t = Momento torcente sul cassone

h = altezza del cassone, assunta a favore di sicurezza pari a quella di Fase 1

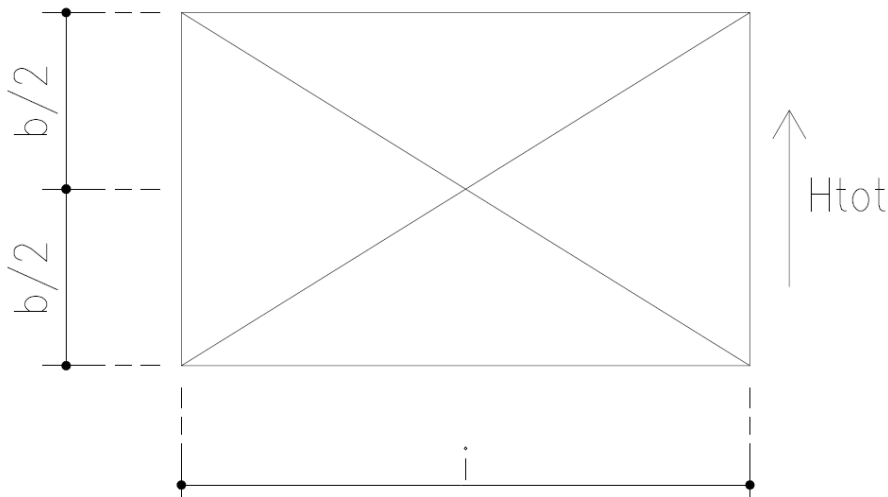


L'azione normale di calcolo è data da:

$$H_{tot} = H_t + H_{vento}$$

dove:

H_{vento} = taglio indotto da vento a ponte carico



L'azione totale così ottenuta viene assorbita dalla soletta superiore mentre inferiormente viene scomposta sui controventi diagonali.

I momenti torcenti più severi, associati alle condizioni di carico elementari, in corrispondenza della trave principale più sollecitata sono riportati di seguito.

M _T [kNm]						
p.p	Soletta	Perm. non strutturali	Ritiro	Traffico distribuito	Traffico tandem	Termica
434	619	627	0	933	691	0

Considerando, a favore di sicurezza, queste sollecitazioni per entrambe le travi principali e sovrapponendo l'effetto dovuto al carico da vento, l'azione assiale SLU nei controventi è riportata in tabella.

h _{trav} [mm]	2300	Altezza trave metallica
B _{inf} [mm]	3240	Larghezza inferiore cassone
i _{diaf} [mm]	5259	Interasse diaframma
m _x [kNm/m]	14,78	Momento torcente vento
h [mm]	1750	Altezza di calcolo cassone
M _{T,SLU} [kNm]	4554	Momento torcente allo SLU
L _{contrv} [mm]	6177	Lunghezza controventi
senβ	0,52	(β angolo tra controvento e trave principale)
N _{contrv,SLU} [kN]	2500	Azione assiale allo SLU nei controventi inferiori

Considerando un profilo costituito da n.4 angolari L160x17, la resistenza a trazione del singolo controvento risulta:

$$N_{T,Rd} = 20720 \text{ mm}^2 \cdot 355 / 1.05 = 7005 \text{ kN}$$

Assumendo, a favore di sicurezza, una luce di libera inflessione del controvento pari alla sua lunghezza, la resistenza a compressione risulta pari a 3162 kN.

L Uguali
 L Disuguali

Doppi
 Accosta lato corto
 d (mm) ?

Ordina per
 iy
 ly
 g

Acciaio fy (N/mm2) fu

Lunghezze di libera inflessione [m]
 l_{Oy} l_{Oz} l_{Ov}

	designation	g (kg/m)	h (mm)	b (mm)	t (mm)	r1 (mm)	r2 (mm)
	L 150 x 150 x 16	35,9	150	150	16,00	16,00	8,00
	L 160 x 160 x 15	36,2	160	160	15,00	17,00	8,50
	L 150 x 150 x 18	40,1	150	150	18,00	16,00	8,00
▶	L 160 x 160 x 17	40,7	160	160	17,00	17,00	8,50
	L 180 x 180 x 16	43,5	180	180	16,00	18,00	9,00
	L 200 x 200 x 16	48,5	200	200	16,00	18,00	9,00

N_{by,Rd} [kN] N_{bv,Rd} [kN]

N_{bz,Rd} [kN] ?

Classe Sezione
 Compressione ?

g (Kg/m):

h (mm): A (cm2):

b (mm): I_y (cm4): W_z (cm3): I_v (cm4):

t (mm): W_y (cm3): i_z (cm): i_v (cm):

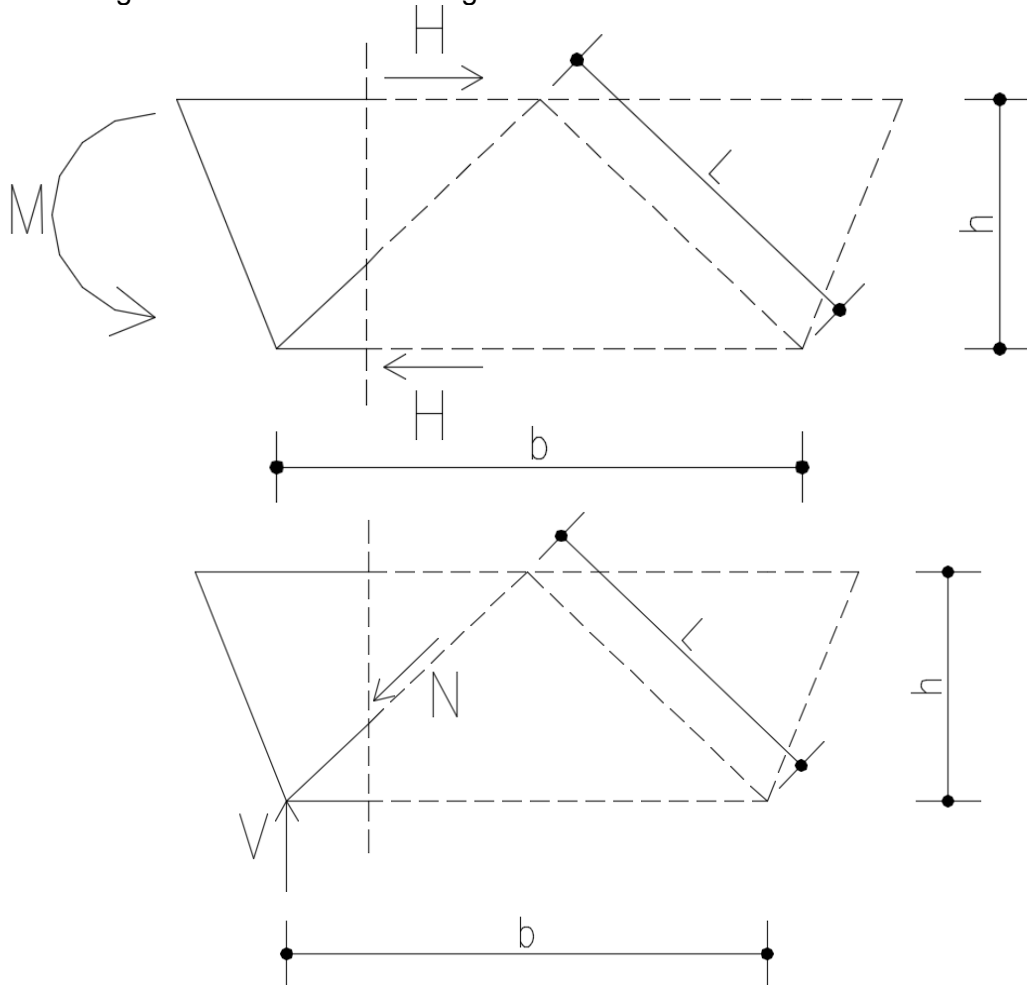
r1 (mm): i_y (cm): I_u (cm4):

r2 (mm): I_z (cm4): I_u (cm):

I controventi risultano pertanto verificati.

11.6 Verifica diaframmi

Il momento flettente che sollecita il traverso viene scomposto in una coppia di forze agenti nelle briglie, mentre il taglio viene assorbito dai diagonalali.



$$H = M/h$$

$$N = V \cdot L/h$$

dove:

h = altezza del cassone

L = lunghezza diagonalali

Nel diaframma di campata le sollecitazioni flettenti e di taglio più severe, associati alle condizioni di carico elementari, sono riportati di seguito.

M [kNm]						
p.p	Soletta	Perm. non strutturali	Ritiro	Traffico distribuito	Traffico tandem	Termica
157	229	20	0	134	144	0
V [kN]						
p.p	Soletta	Perm. non strutturali	Ritiro	Traffico distribuito	Traffico tandem	Termica
26	32	38	0	42	43	0

Sovrapponendo l'effetto dovuto al carico da vento, le azione assiali SLU nelle briglie e nei diagonalali sono riportate in tabella.

h_{trav} [mm]	2300	Altezza trave metallica
L [mm]	2390	Lunghezza diagonale
B_{inf} [mm]	3240	Larghezza inferiore cassone
i_{diag} [mm]	5259	Interasse diaframma
h [mm]	1750	Altezza di calcolo cassone
m_x [kNm/m]	14,78	Momento torcente vento
M_{SLU} [kNm]	926,4	Momento flettente allo SLU
V_{SLU} [kN]	250,05	Taglio allo SLU
sen ϑ	0,73	(ϑ angolo tra diagonale e briglia)
N_{brig_SLU} [kN]	549	Azione assiale allo SLU nelle briglie
N_{diag_SLU} [kN]	356	Azione assiale allo SLU nel diagonale

Considerando un profilo costituito da n.2 angolari L140x15, la resistenza a trazione della singola briglia risulta:

$$N_{T,Rd} = 8000 \text{ mm}^2 * 355/1.05 = 2705 \text{ kN}$$

Assumendo, a favore di sicurezza, una luce di libera inflessione della briglia inferiore (corrente che risulta compresso) pari alla sua lunghezza teorica, la resistenza a compressione risulta pari a 1398 kN.

L Uguali
 L Disuguali

Doppi
 Accosta lato corto
 d (mm) ?

Ordina per
 iy
 ly
 g

Acciaio f_y (N/mm²) f_u

Lunghezze di libera inflessione [m]
 l_{0y} l_{0z} l_{0v}

	designation	g (kg/m)	h (mm)	b (mm)	t (mm)	r1 (mm)	r2 (mm)
▶	L 130 x 130 x 16	30,9	130	130	16,00	14,00	7,00
▶	L 140 x 140 x 15	31,4	140	140	15,00	15,00	7,50
▶	L 120 x 120 x 18	31,5	120	120	18,00	13,00	6,50
▶	L 150 x 150 x 14	31,6	150	150	14,00	16,00	8,00
▶	L 150 x 150 x 15	33,8	150	150	15,00	16,00	8,00
▶	L 140 x 140 x 17	35,3	140	140	17,00	15,00	7,50
▶	L 150 x 150 x 16	35,0	150	150	16,00	16,00	8,00

2 L 140 x 140 x 15
 $N_{by,Rd}$ [kN]
 $N_{bv,Rd}$ [kN]

$N_{bz,Rd}$ [kN]

g (Kg/m):
A (cm²):

h (mm):
 I_y (cm⁴):
Wz (cm³):
 I_v (cm⁴):

b (mm):
Wy (cm³):
iz (cm):
iv (cm):

t (mm):
iy (cm):
Iu (cm⁴):

r1 (mm):
Iz (cm⁴):
Iu (cm):

r2 (mm):

Classe Sezione
 Compressione ?

Le briglie risultano pertanto verificate.

Considerando un profilo costituito da n.2 angolari L140x15, la resistenza a trazione del singolo diagonale risulta:

$$N_{T,Rd} = 8000 \text{ mm}^2 * 355/1.05 = 2705 \text{ kN}$$

Assumendo, a favore di sicurezza, una luce di libera inflessione del diagonale pari alla sua effettiva lunghezza, la resistenza a compressione risulta pari a 1814 kN.

L Uguali
 L Disuguali

Doppi
 Accosta lato corto
 d (mm) ?

Ordina per
 iy
 ly
 g

Acciaio: S355 (Fe510) fy (N/mm²) 355 fu 510
 Lunghezze di libera inflessione [m]
 l_{0y} l_{0z} l_{0v}

designation	g (kg/m)	h (mm)	b (mm)	t (mm)	r1 (mm)	r2 (mm)
L 130 x 130 x 16	30,9	130	130	16,00	14,00	7,00
L 140 x 140 x 15	31,4	140	140	15,00	15,00	7,50
L 120 x 120 x 18	31,5	120	120	18,00	13,00	6,50
L 150 x 150 x 14	31,6	150	150	14,00	16,00	8,00
L 150 x 150 x 15	33,8	150	150	15,00	16,00	8,00
L 140 x 140 x 17	35,3	140	140	17,00	15,00	7,50
L 150 x 150 x 16	35,8	150	150	16,00	16,00	8,00

2 L 140 x 140 x 15
 g (Kg/m):
 h (mm):
 b (mm):
 t (mm):
 r1 (mm):
 r2 (mm):

N_{by,Rd} [kN]
 N_{bz,Rd} [kN] ?

N_{bv,Rd} [kN]

Classe Sezione
 Compressione ?

A (cm²):
 I_y (cm⁴):
 W_y (cm³):
 I_y (cm):
 I_z (cm⁴):

W_z (cm³):
 I_z (cm):
 I_u (cm⁴):
 I_u (cm):

I_v (cm⁴):
 I_v (cm):

I diagonali risultano pertanto verificati.

Nel diaframma di appoggio le sollecitazioni flettenti e di taglio più severe, associati alle condizioni di carico elementari, sono riportati di seguito.

M [kNm]						
p.p	Soletta	Perm. non	Ritiro	Traffico	Traffico	Termica
618	908	748	0	1062	438	0
V [kN]						
p.p	Soletta	Perm. non strutturali	Ritiro	Traffico distribuito	Traffico tandem	Termica
220	312	278	0	432	318	0

Sovrapponendo l'effetto dovuto al carico da vento, le azioni assiali SLU nelle briglie e nei diagonaloni sono riportate in tabella.

h_{trav} [mm]	2300	Altezza trave metallica	
L [mm]	2390	Lunghezza diagonale	
B_{inf} [mm]	3240	Larghezza inferiore cassone	
i_{diaf} [mm]	5259	Interasse diaframma	
h [mm]	1750	Altezza di calcolo cassone	
m_x [kNm/m]	14,78	Momento torcente vento	
M_{SLU} [kNm]	5207	Momento flettente allo SLU	
V_{SLU} [kN]	2148	Taglio allo SLU	
$sen\vartheta$	0,73	(ϑ angolo tra diagonale e briglia)	
N_{brig_SLU} [kN]	2995	Azione assiale allo SLU nelle briglie	
N_{diag_SLU} [kN]	2948	Azione assiale allo SLU nel diagonale	

Considerando un profilo costituito da n.2 angolari L200x18, la resistenza a trazione del singolo diagonale risulta:

$$N_{T,Rd} = 13820 \text{ mm}^2 * 355/1.05 = 4672 \text{ kN}$$

Assumendo, a favore di sicurezza, una luce di libera inflessione della briglia inferiore (corrente che risulta compresso) pari alla sua lunghezza teorica, la resistenza a compressione risulta pari a 3158 kN.

L Uguali
 L Disuguali

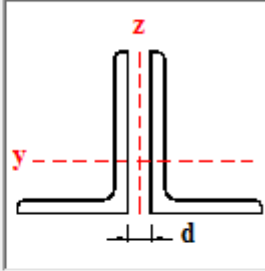
Doppi
 Accosta lato corto
 d (mm) ?

Ordina per
 iy
 ly
 g

Acciaio fy (N/mm2) fu

Lunghezze di libera inflessione [m]
 l_{0y} l_{0z} l_{0v}

designation	g (kg/m)	h (mm)	b (mm)	t (mm)	r1 (mm)	r2 (mm)
L 180 x 180 x 16	43,5	180	180	16,00	18,00	9,00
L 200 x 200 x 16	48,5	200	200	16,00	18,00	9,00
L 180 x 180 x 18	48,6	180	180	18,00	18,00	9,00
L 200 x 200 x 18	54,2	200	200	18,00	18,00	9,00
L 200 x 200 x 20	59,9	200	200	20,00	18,00	9,00
L 200 x 200 x 24	71,1	200	200	24,00	18,00	9,00



2 L 200 x 200 x 18

N_{by,Rd} [kN] N_{bv,Rd} [kN]

N_{bz,Rd} [kN] ?

Classe Sezione
 Compressione ?

g (Kg/m):

h (mm): A (cm2):

b (mm): I_y (cm4): W_z (cm3): I_v (cm4):

t (mm): W_y (cm3): i_z (cm): i_v (cm):

r1 (mm): i_y (cm): I_u (cm4):

r2 (mm): I_z (cm4): I_u (cm):

Le briglie risultano pertanto verificate.

Considerando un profilo costituito da n.2 angolari L200x18, la resistenza a trazione del singolo diagonale risulta:

$$N_{T,Rd} = 13820 \text{ mm}^2 \cdot 355/1.05 = 4672 \text{ kN}$$

Assumendo, a favore di sicurezza, una luce di libera inflessione del diagonale pari alla sua lunghezza teorica, la resistenza a compressione risulta pari a 3604 kN.

L Uguali
 L Disuguali

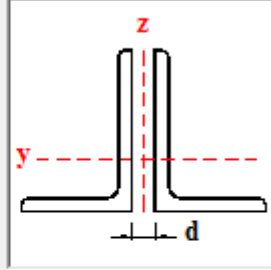
Doppi
 Accosta lato corto
 d (mm) ?

Ordina per
 iy
 ly
 g

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

Lunghezze di libera inflessione [m]
 I_{Oy} I_{Oz} I_{Ov}

designation	g (kg/m)	h (mm)	b (mm)	t (mm)	r1 (mm)	r2 (mm)
L 180 x 180 x 16	43,5	180	180	16,00	18,00	9,00
L 200 x 200 x 16	48,5	200	200	16,00	18,00	9,00
L 180 x 180 x 18	48,6	180	180	18,00	18,00	9,00
L 200 x 200 x 18	54,2	200	200	18,00	18,00	9,00
L 200 x 200 x 20	59,9	200	200	20,00	18,00	9,00
L 200 x 200 x 24	71,1	200	200	24,00	18,00	9,00



2 L 200 x 200 x 18
 N_{by,Rd} [kN] N_{bv,Rd} [kN]
 N_{bz,Rd} [kN] ?

Classe Sezione
 Compressione ?

g (Kg/m):
 h (mm):
 b (mm):
 t (mm):
 r1 (mm):
 r2 (mm):

A (cm2):
 I_y (cm4):
 W_y (cm3):
 i_y (cm):
 I_z (cm4):

W_z (cm3):
 i_z (cm):
 I_u (cm4):
 i_u (cm):

I_v (cm4):
 i_v (cm):

I diagonali risultano pertanto verificati.

12 VERIFICHE DI DEFORMABILITA'

Riguardo la deformabilità si provvede a controllare che le frecce per i carichi mobili, terza fase, siano contenute entro i limiti di $L/500$, limite in uso nelle progettazioni di ponti sul suolo nazionale ed in accordo alle indicazioni del D.M. 80, tutt'ora considerate come valide ai fini della valutazione delle deformazioni compatibili con l'esercizio.

Si riporta di seguito l'involuppo degli spostamenti verticali dovuti ai carichi caratteristici da traffico, desunti dal modello FEM Fase 3 per la trave maggiormente inflessa.

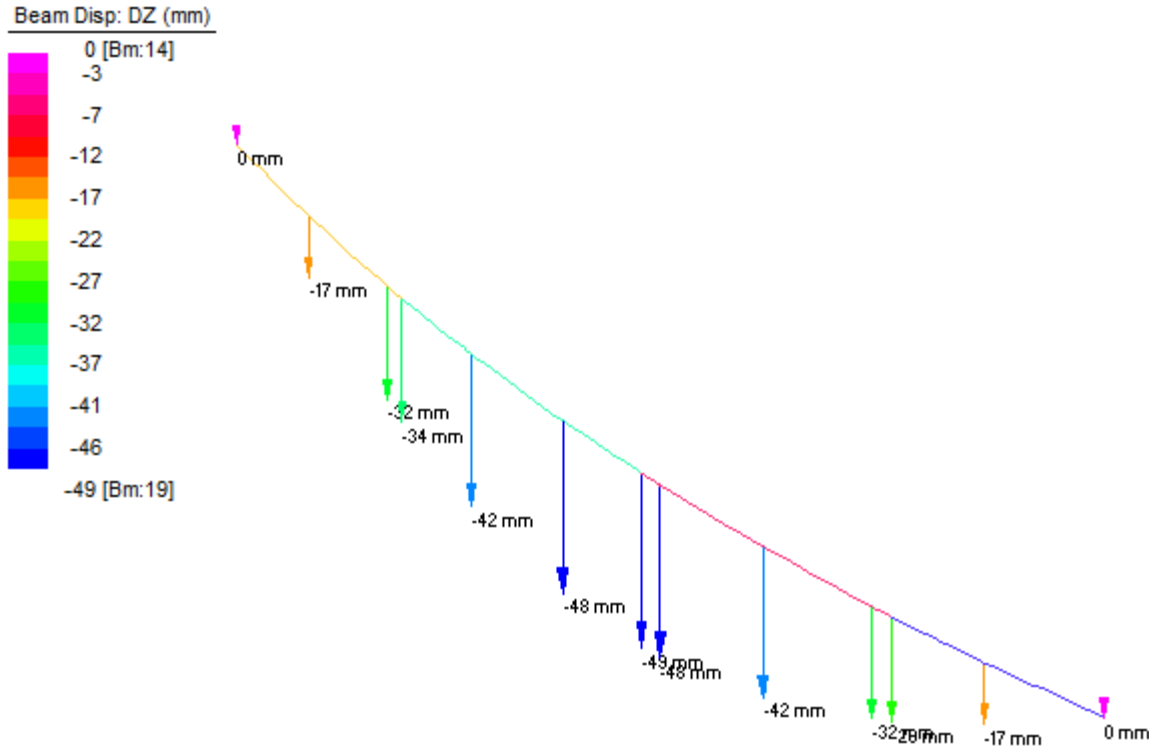


Figura 44 – Modello FEM Fase 3 – Env. min spostamenti verticali da carichi mobili

La limitazione sulla freccia massima risulta soddisfatta per tutte le campate:

- campata 1: $\delta_{max} = 49 \text{ mm} < 95 \text{ mm}$ ($L_1/500 = 47331 \text{ mm} / 500$)

13 CONTROMONTA DI MONTAGGIO

La contromonta da applicare ad ogni concio di trave in fase di montaggio, viene valutata sulla base delle deformate elastiche ricavate dal modello di Fase 1 (peso proprio delle carpenterie metalliche e della soletta in c.a.), dal modello di Fase 2 (permanenti non strutturali) e dal modello di Fase 3 (carichi da traffico).

Nella figure seguenti sono diagrammati gli spostamenti verticali nei nodi d'estremità di ciascun concio in Fase 1, 2 e 3.

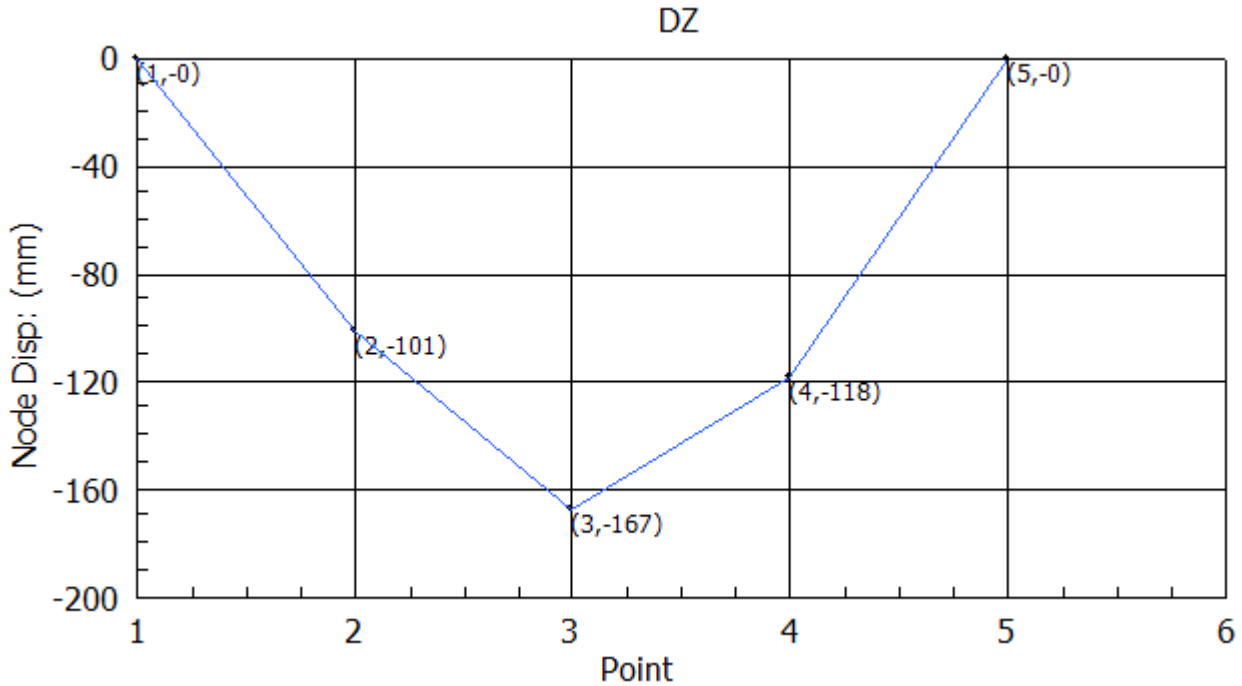


Figura 45 – Modello FEM Fase 1 – Spostamenti verticali nodali

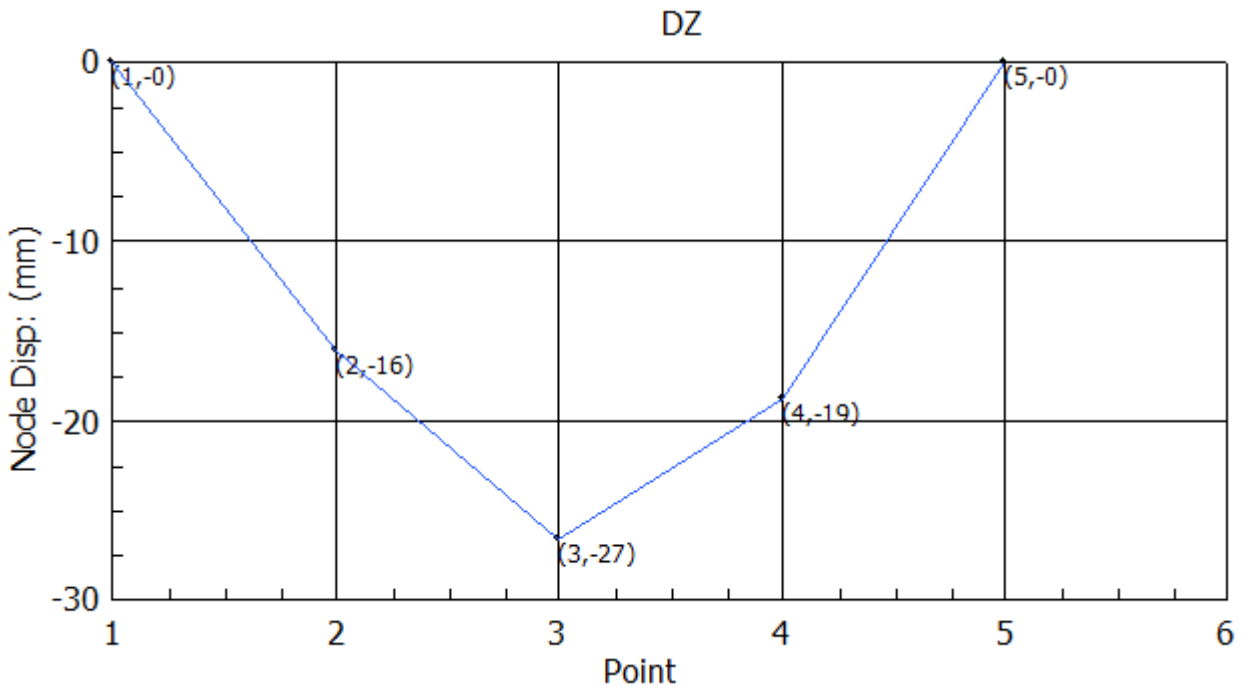


Figura 46 – Modello FEM Fase 2 – Spostamenti verticali nodali

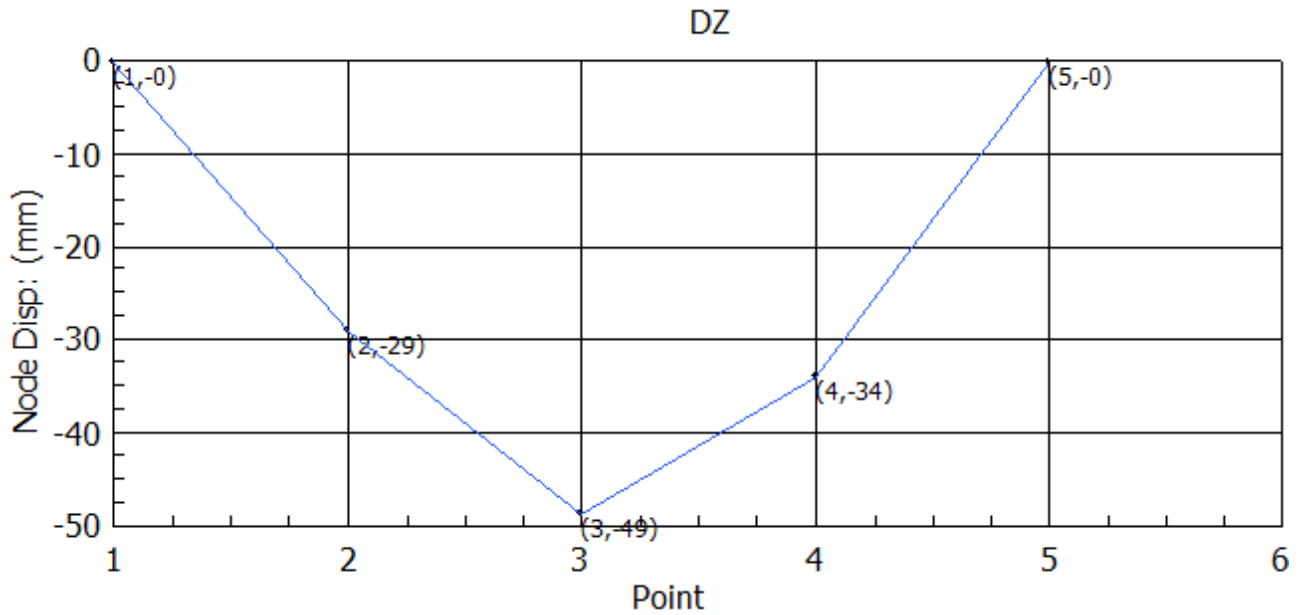


Figura 47 – Modello FEM Fase 3 – Spostamenti verticali nodali

I suddetti spostamenti nodali sono sommati nella tabella seguente.

	DZ [mm]							
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8
FS1	0	101	101	167	167	118	118	0
FS2	0	16	16	27	27	19	19	0
FS3	0	34	34	49	49	34	34	0

Le contromonte da applicare alle estremità dei conci, sono quindi determinate arrotondando la minore delle seguenti condizioni:

- $1.1 \cdot (FS1 + FS2)$
- $(FS1 + FS2) + 0.25 \cdot FS3$

	DZ [mm]							
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8
$1,1 \cdot (FS1+FS2)$	0	129	129	213	213	151	151	0
$(FS1+FS2)+0,25 \cdot FS3$	0	126	126	206	206	146	146	0

La contro monta ricavata è riportata nella seguente tabella.

Contromonta [mm]				
C1	C2	C3	C4	C5
0	130	210	150	0

14 REAZIONI NEGLI APPOGGI

Si riportano di seguito le reazioni ottenute dai modelli in corrispondenza degli appoggi.

	Spalla R1					
	F			UT		
	V [kN]	Long. [kN]	Trasv. [kN]	V [kN]	Long. [kN]	Trasv. [kN]
Permanenti						
Fase 1 - Strutturali	172	-199	22	1808	196	0
Fase 2 - Permanenti portati	77	-15	1	722	14	0
Ritiro	0	0	0	0	0	0
Attrito appoggi MAX	0	33	0	0	126	0
Attrito appoggi MIN	0	-33	0	0	-126	0
Effetti ambientali						
Variazione termica MAX	0	0	0	0	0	0
Variazione termica MIN	0	0	0	0	0	0
Vento da esterno curva	339	51	-420	-158	36	0
Vento da interno curva	-299	-53	413	486	-34	0
Accidentali da traffico						
Max squilibrio Trint	839	0	0	363	0	0
Max carico Trint	853	-2	0	951	2	0
Max squilibrio Trest	-363	-10	1	1313	10	0
Max carico Trest	-109	-11	1	1684	11	0
Frenamento/avviamento MAX	0	450	0	0	450	0
Frenamento/avviamento MIN	0	-450	0	0	-450	0
Azione centrifuga	0	0	200	0	0	0
Sisma						
Sisma X	-176	-484	-414	366	-778	0
Sisma Y	673	-10	-1235	-754	-268	0
Sisma Z	-43	-59	-35	173	-82	0
	Spalla R1					
	F			UT		
	V [kN]	Long. [kN]	Trasv. [kN]	V [kN]	Long. [kN]	Trasv. [kN]
1,35*PERMS+1,50*PERMNS+1,20*RIT	348	-291	31	3524	286	0
1,5*ATTRITO MAX	0	50	0	0	190	0
1,5*ATTRITO MIN	0	-50	0	0	-190	0
1,50*TERM MAX+1,5*VENTO MAX	509	77	620	729	54	0
1,50*TERM MIN+1,5*VENTO MIN	-449	-80	-630	-237	-51	0
1,35*TRAFFICO MAX	1152	0	1	2273	15	0
1,35*TRAFFICO MIN	-490	-15	0	490	0	0
1,35*FRENATURA MAX	0	608	0	0	608	0
1,35*FRENATURA MIN	0	-608	0	0	-608	0
1,35*AZIONE CENTRIFUGA	0	0	270	0	0	0
TOTALE STATICO MAX	2008	442	922	6526	1152	0
TOTALE STATICO MIN	-591	-1043	-599	3777	-563	0
SISX+0,3*SISY+0,3*SISZ MAX	13	-505	-795	192	-883	0
SISX+0,3*SISY+0,3*SISZ MIN	-13	505	795	-192	883	0
0,3*SISX+SISY+0,3*SISZ MAX	607	-173	-1370	-592	-526	0
0,3*SISX+SISY+0,3*SISZ MIN	-607	173	1370	592	526	0
0,3*SISX+0,3*SISY+SISZ MAX	106	-207	-530	57	-396	0
0,3*SISX+0,3*SISY+SISZ MIN	-106	207	530	-57	396	0
TOTALE DINAMICO MAX	856	324	1393	3122	1219	0
TOTALE DINAMICO MIN	-358	-752	-1347	1938	-799	0

	Spalla R2					
	UL			M		
	V [kN]	Long. [kN]	Trasv. [kN]	V [kN]	Long. [kN]	Trasv. [kN]
Permanenti						
Fase 1 - Strutturali	212	0	-18	1770	0	0
Fase 2 - Permanenti portati	80	0	-1	720	0	0
Ritiro	0	0	0	0	0	0
Attrito appoggi MAX	0	34	0	0	125	0
Attrito appoggi MIN	0	-34	0	0	-125	0
Effetti ambientali						
Variazione termica MAX	0	0	0	0	0	0
Variazione termica MIN	0	0	0	0	0	0
Vento da esterno curva	347	0	-435	-166	0	0
Vento da interno curva	-307	0	429	494	0	0
Accidentali da traffico						
Max squilibrio Trint	839	0	0	363	0	0
Max carico Trint	853	0	0	951	0	0
Max squilibrio Trest	-363	0	-1	1313	0	0
Max carico Trest	-109	0	-1	1684	0	0
Frenamento/avviamento MAX	0	0	0	0	0	0
Frenamento/avviamento MIN	0	0	0	0	0	0
Azione centrifuga	0	0	200	0	0	0
Sisma						
Sisma X	-224	0	-325	417	0	0
Sisma Y	679	0	-1203	-723	0	0
Sisma Z	-42	0	-26	176	0	0
	Spalla R2					
	UL			M		
	V [kN]	Long. [kN]	Trasv. [kN]	V [kN]	Long. [kN]	Trasv. [kN]
1,35*PERMS+1,50*PERMNS+1,20*RIT	406	0	-26	3470	0	0
1,5*ATTRITO MAX	0	52	0	0	188	0
1,5*ATTRITO MIN	0	-52	0	0	-188	0
1,50*TERM MAX+1,5*VENTO MAX	521	0	644	741	0	0
1,50*TERM MIN+1,5*VENTO MIN	-461	0	-653	-249	0	0
1,35*TRAFFICO MAX	1152	0	0	2273	0	0
1,35*TRAFFICO MIN	-490	0	-1	490	0	0
1,35*FRENATURA MAX	0	0	0	0	0	0
1,35*FRENATURA MIN	0	0	0	0	0	0
1,35*AZIONE CENTRIFUGA	0	0	270	0	0	0
TOTALE STATICO MAX	2078	52	888	6484	188	0
TOTALE STATICO MIN	-544	-52	-680	3711	-188	0
SISX+0,3*SISY+0,3*SISZ MAX	-33	0	-694	253	0	0
SISX+0,3*SISY+0,3*SISZ MIN	33	0	694	-253	0	0
0,3*SISX+SISY+0,3*SISZ MAX	599	0	-1308	-545	0	0
0,3*SISX+SISY+0,3*SISZ MIN	-599	0	1308	545	0	0
0,3*SISX+0,3*SISY+SISZ MAX	95	0	-484	84	0	0
0,3*SISX+0,3*SISY+SISZ MIN	-95	0	484	-84	0	0
TOTALE DINAMICO MAX	891	34	1289	3035	125	0
TOTALE DINAMICO MIN	-307	-34	-1327	1945	-125	0

15 CALCOLO ESCURSIONI GIUNTI DI ESPANSIONE

Si riportano di seguito le escursioni in corrispondenza dei giunti di espansione associate alle seguenti condizioni statiche e sismiche:

- 1.5 * Termica
- 0.5* Termica + Spettro SLC

La termica viene considerata come descritta al 7.3.3.1, mentre lo spettro di progetto SLC come riportato al 7.9.2.

Si ottengono le seguenti escursioni di calcolo:

	F		UT		UL		M	
	LONG.	TRASV.	LONG.	TRASV.	LONG.	TRASV.	LONG.	TRASV.
ΔT_EXP [mm]	0	0	0	-3	28	-6	28	-9
ΔT_CON [mm]	0	0	0	3	-24	5	-24	8
SLC [mm]	0	0	0	± 3	± 11	± 2	± 15	± 1
$1,5*\Delta T_min$	0	0	0	-5	-36	-9	-36	-14
$1,5*\Delta T_max$	0	0	0	5	42	8	42	12
$SLC+0,5*\Delta T_min$	0	0	0	-5	-23	-5	-27	-6
$SLC+0,5*\Delta T_max$	0	0	0	5	25	5	29	5

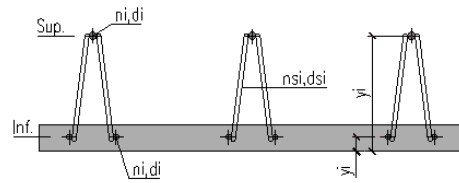
16 SOLETTA D'IMPALCATO

La soletta d'impalcato viene realizzata mediante getto in opera su predalles prefabbricate in cls armato. Le predalles hanno uno spessore di 6 cm, sono armate con idonei tralicci con altezza pari a 16.5 cm e contengono l'armatura integrativa inferiore. L'intero impalcato viene coperto trasversalmente appoggiando le predalles isostaticamente sulle travi principali.

16.1 Verifica predalles in fase di getto

Si riporta di seguito la verifica delle predalles in fase di getto, considerando resistenti i soli tralicci metallici 12/16/10 h.16.5cm; in questa fase la predalla viene schematizzata in semplice appoggio tra le travi principali d'impalcato e soggetta al solo peso di soletta (sp. 25cm).

SEZIONE	CORDOLO	CALCOLO LASTRE PREDALLES (NTC 2018, §4.2.4.1.3)										Rev. 00.2				
SOLLECITAZIONI SL		M_{Ed} (kNm)	42,14													
		V_{Ed} (kN)	41,31													
DATI ARMATURE CORRENTI																
- Barre B450C																
	n°	d (mm)	A (mm ²)	y (mm)	S (mm ²)	I (mm ⁴)	W (mm ³)	σ_s (MPa)								
Sup	6	16,0	1206,4	187,0	225591	7108931	-174924	-240,9								
Inf	12	12,0	1357,2	42,0	57001	6319049	196789	214,1								
		A_{tot} (mm ²)	y_g (mm)	S_{tot} (mm ²)	I_{tot} (mm ⁴)											
		2563,5	110,2	282593	13427980											
DATI STAFFATURA																
- Barre B450C																
	ns°	ds (mm)	A (mm ²)	α (°)	β (°)	I (mm)	σ_s (MPa)									
Staffe	12	10,0	942,5	62,0	8,0	188,7	-43,8									
		A_{tot} (mm ²)	942,5													
VERIFICA ARMATURE CORRENTI																
- Barre B450C																
	f_{yk} (MPa)	450,0		γ_{M1}	1,15											
	E_s (MPa)	206000		γ_{M0}	1,15											
	n°	d (mm)	l_0 (mm)	A (mm ²)	I (mm ⁴)	N_{cr} (kN)	λ_-	ϕ	α	χ	$N_{b,Rd}$ (kN)	N_{Ed} (kN)	$N_{b,Rd}/N_{Ed}$	$N_{t,Rd}$ (kN)	N_{Ed} (kN)	$N_{t,Rd}/N_{Ed}$
Sup	6	16,0	200,0	201,1	3217,0	163,5	0,744	0,910	0,49	0,697	-54,87	-48,43	0,883 < 1,000			
Inf	12	12,0	200,0	113,1	1017,9	51,7	0,992	1,186	0,49	0,545	-24,11			44,26	24,22	0,547 < 1,000
VERIFICA STAFFATURA																
- Barre B450C																
	f_{yk} (MPa)	450,0		γ_{M1}	1,15											
	E_s (MPa)	206000		γ_{M0}	1,15											
	n°	d (mm)	l_0 (mm)	A (mm ²)	I (mm ⁴)	N_{cr} (kN)	λ_-	ϕ	α	χ	$N_{b,Rd}$ (kN)	N_{Ed} (kN)	$N_{b,Rd}/N_{Ed}$			
Staffe	12	10,0	188,7	78,5	490,9	28,0	1,123	1,357	0,49	0,472	-14,51	-3,44	0,237 < 1,000			



16.2 Analisi soletta in fase d'esercizio

16.2.1 Schema statico

Si considera lo schema statico di trave continua, costituita dall'intero spessore di soletta (25 cm predalle compresa); i carichi in gioco sono il peso proprio, i permanenti non strutturali, i carichi da traffico, il vento e l'urto di veicolo in svio.



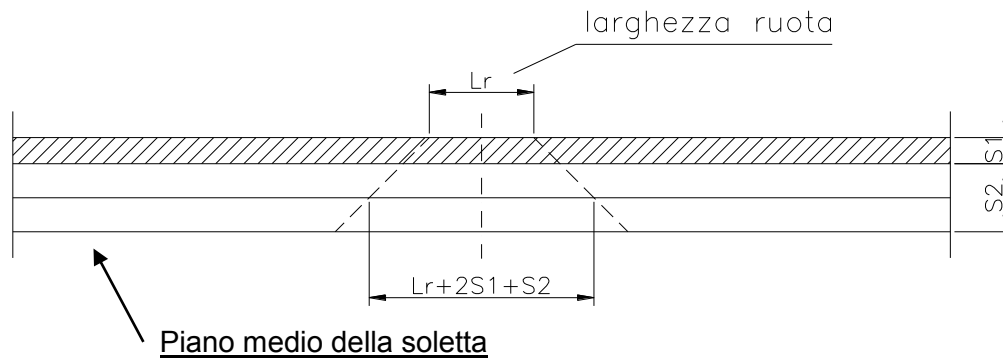
Figura 48 – Schema di calcolo trave continua (cm)

16.2.2 Schemi di carico

Coerentemente con quanto indicato al par. 5.1.3.3.3 del DM 17/01/2018 le azioni variabili del traffico sono definite dagli schemi di carico da normativa, già indicati al capitolo dell'analisi dei carichi.

16.2.3 Larghezze collaboranti

Si considera una diffusione dell'impronta a 45° attraverso la pavimentazione e fino alla mezzzeria della soletta.



Schema di carico 1

- L_r = larghezza ruota = 40 cm
- S_1 = spessore del manto di usura = 10 cm
- S_2 = spessore minimo getto di cls = 25 cm

Pertanto le impronte diffuse hanno le seguenti dimensioni:

- $L_{\text{trasv}} = 2.85\text{m}$ larghezza trasversale
- $L_{\text{long}} = 2.05\text{m}$ larghezza longitudinale

16.2.4 Effetto dei carichi permanenti

Nei diagrammi seguenti si presentano gli effetti dei carichi permanenti.

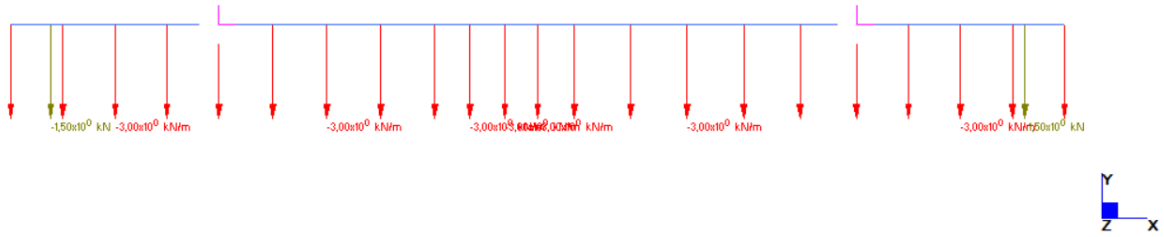


Figura 49 – Permanenti - Schema di carico

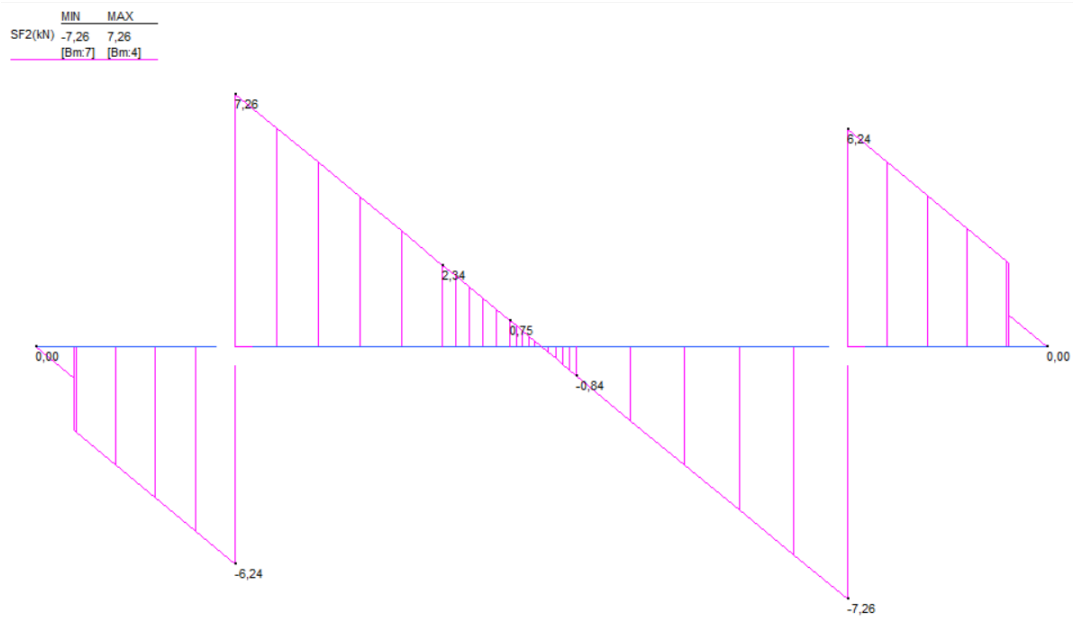


Figura 50 – Permanenti - Sollecitazioni di taglio (kN)

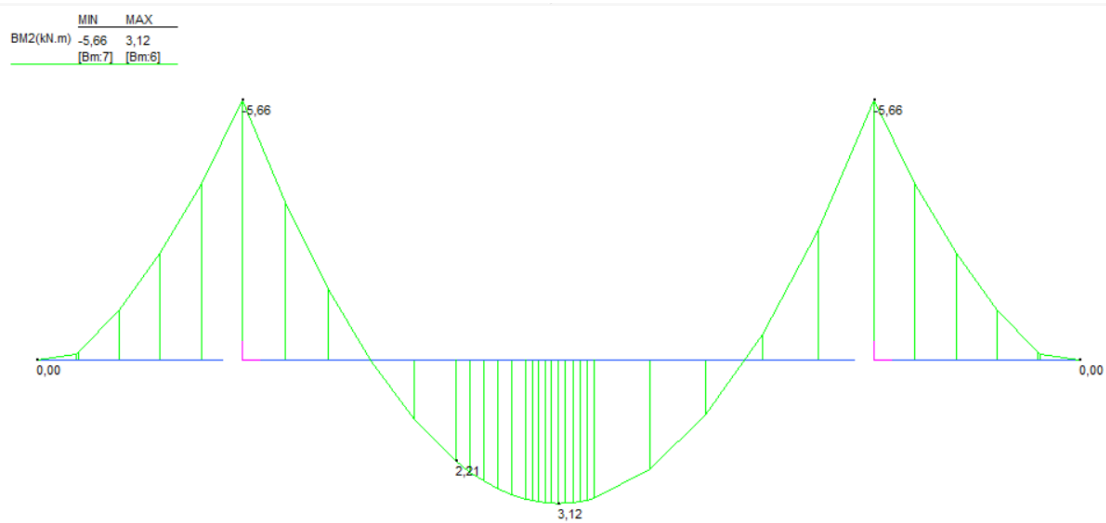
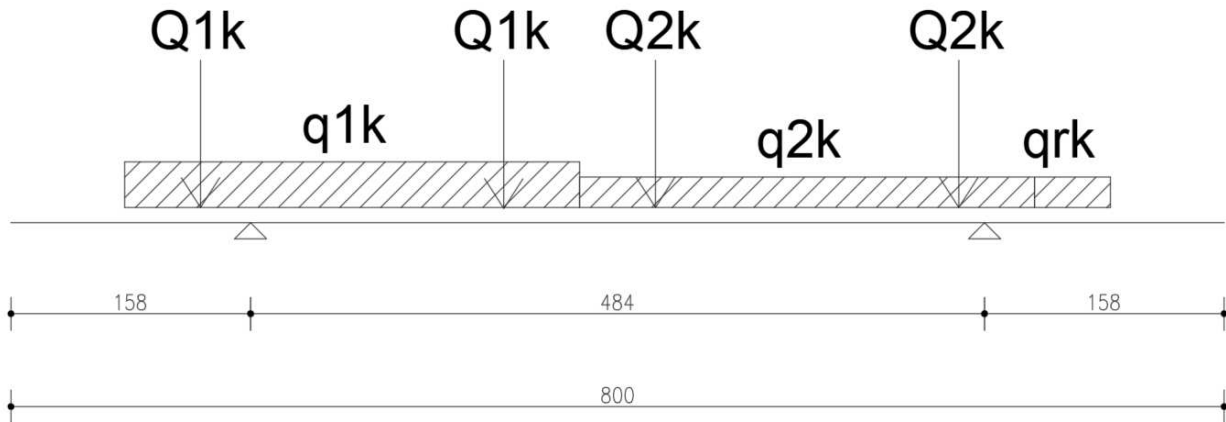


Figura 51 – Permanenti - Sollecitazioni di momento flettente (kNm)

16.2.5 Effetti dei carico da traffico

Di seguito si riporta lo schema di carico e i relativi diagrammi.

Schema di carico



$$q_1 = Q_{1k} / (L_{long} * L_{trasv}) = 600 / (2.05 * 2.85) = 102.7 \text{ kN/m}$$

$$q_2 = Q_{2k} / (L_{long} * L_{trasv}) = 400 / (2.05 * 2.85) = 68.5 \text{ kN/m}$$

$$L_{coll} = 2.05 \text{ m}$$

$$q_{1k} = 9.00 \text{ kN/m}$$

$$q_{2k} = 2.5 \text{ kN/m}$$

$$q_{rk} = 2.5 \text{ kN/m}$$

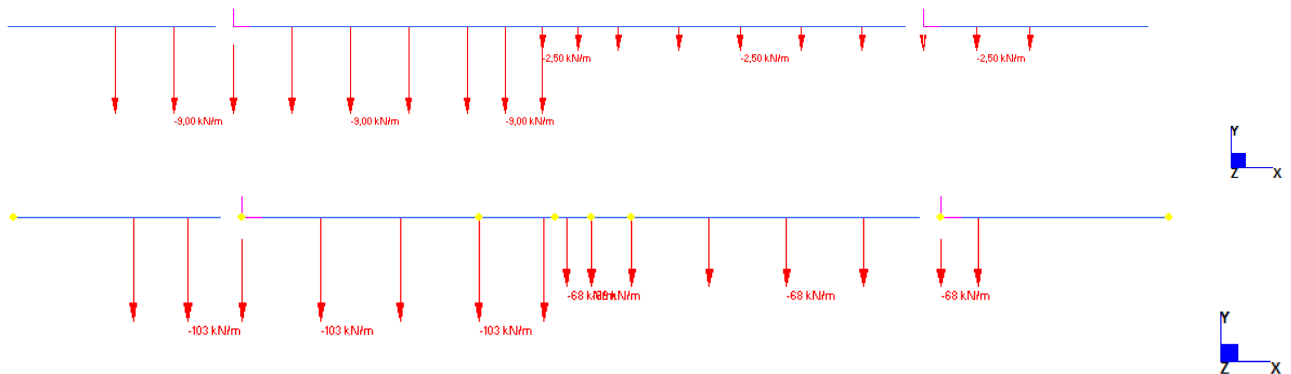


Figura 52 – Traffico - Schemi di carico (traffico distribuito + tandem)

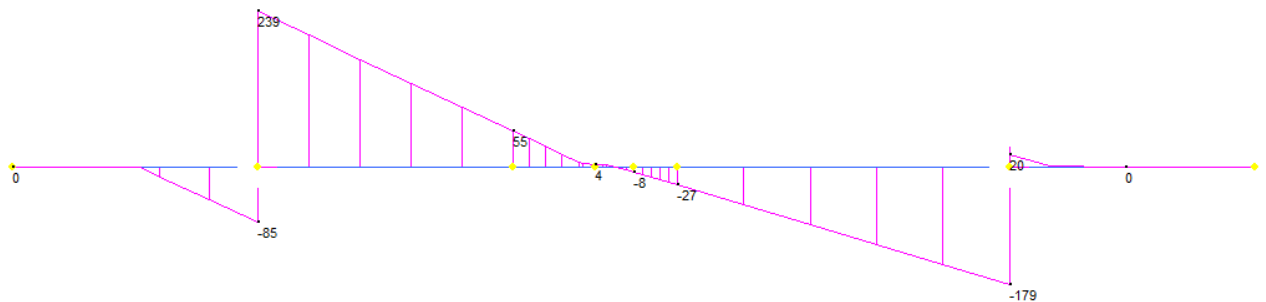


Figura 53 – Traffico - Sollecitazioni di taglio (kN)

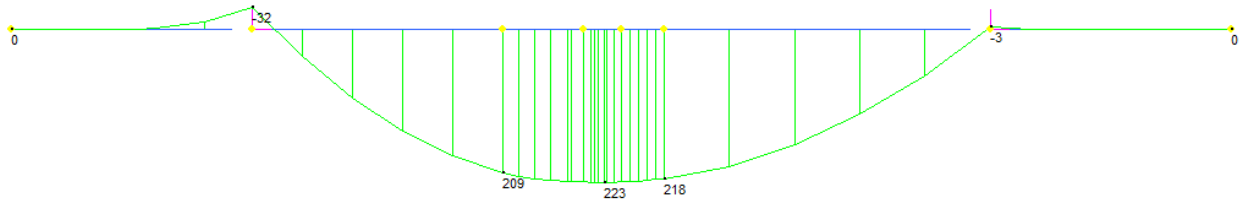


Figura 54 – Traffico - Sollecitazioni di momento flettente (kNm)

16.2.6 Vento

A favore di sicurezza, la pressione totale del vento agente sull'intera struttura vale:

$p_{\text{sopravento}} = 15 \text{ kN/m}^2$ che, svolgendo il calcolo per metro lineare, dà 15 kN/m .

Considerando a favore di sicurezza un'altezza di ponte carico ridotta, la pressione agente sulla barriera sopravvento sarà pari a:

$$q_v = 15 * h_{\text{barr}} / h_{\text{tot,ponte carico}} = 11.81 * 1.55 / 5.45 = 4.27 \text{ kN/m}$$

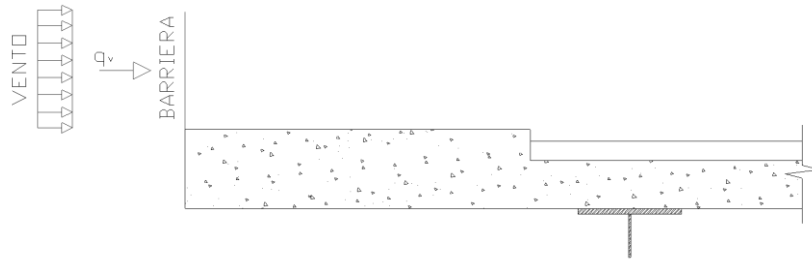


Figura 55 – Vento – Effetti locali sulla soletta

$$M_A = q_v L^2 / 2$$

Rispetto alla linea media della soletta, si ha $L = 1.55 + 0.25/2$, si ottiene $L = 1.675 \text{ m}$ e conseguentemente, $M_{\text{max}} = 5.99 \text{ kN/m} / \text{m}$

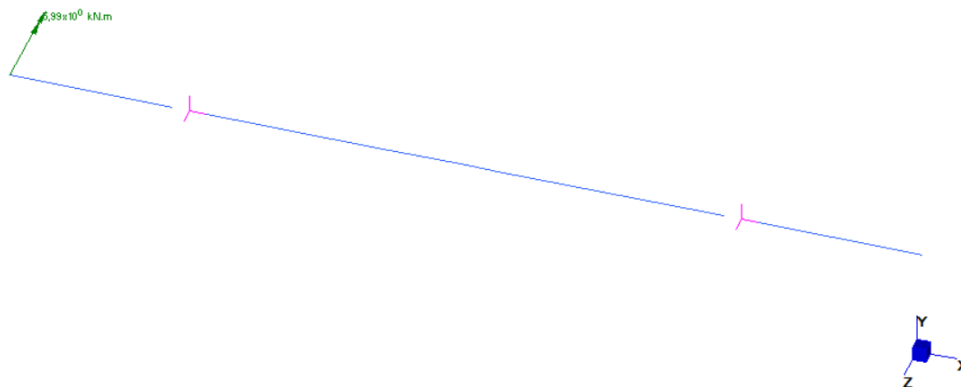


Figura 56 – Vento - Schema di carico

	MIN	MAX
SF2(kN)	-1,24	0,00
	[Bm:7]	[Bm:1]

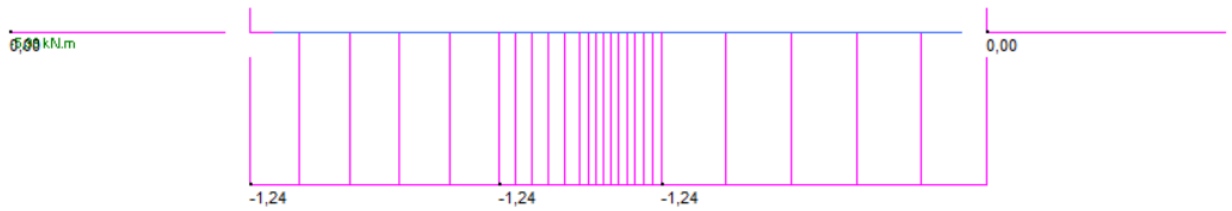


Figura 57 – Vento - Sollecitazioni di taglio (kN)

	MIN	MAX
BM2(kN.m)	0,00	5,99
	[Bm:2]	[Bm:1]

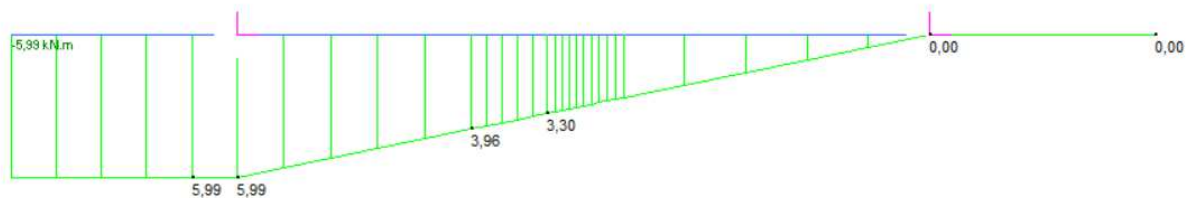


Figura 58 – Vento - Sollecitazioni di momento flettente (kNm)

16.2.7 Urto del veicolo in svio

Veicolo in svio: In accordo con i par. 5.1.3.10 e 3.6.3.3.2 del DM 2018 si considera un'azione orizzontale di 100 kN distribuita su 3 montanti ad interasse di 150 cm ed applicata a 1 m dal piano viario; il momento conseguente viene ripartito su una larghezza collaborante dovuta alla diffusione a 45° fino a metà soletta e fino all'asse travi.

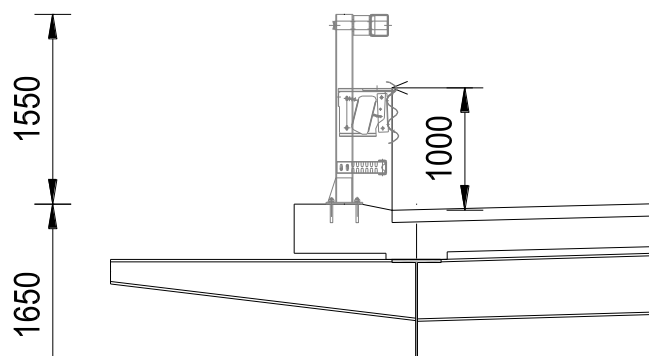


Figura 59 – Urto – Effetti locali sulla soletta

L'azione sulla soletta del veicolo in svio si schematizza come un momento flettente concentrato, applicato in corrispondenza del guard-rail e pari a:

$$M = - 100 / (3 * 1.5) \times (1.00 + 0.10 + 0.25 / 2) = -27.2 \text{ kNm}$$

I diagrammi di taglio e momento flettente sono proporzionali a quelli ricavati per il vento, come si osserva nella figura sottostante.

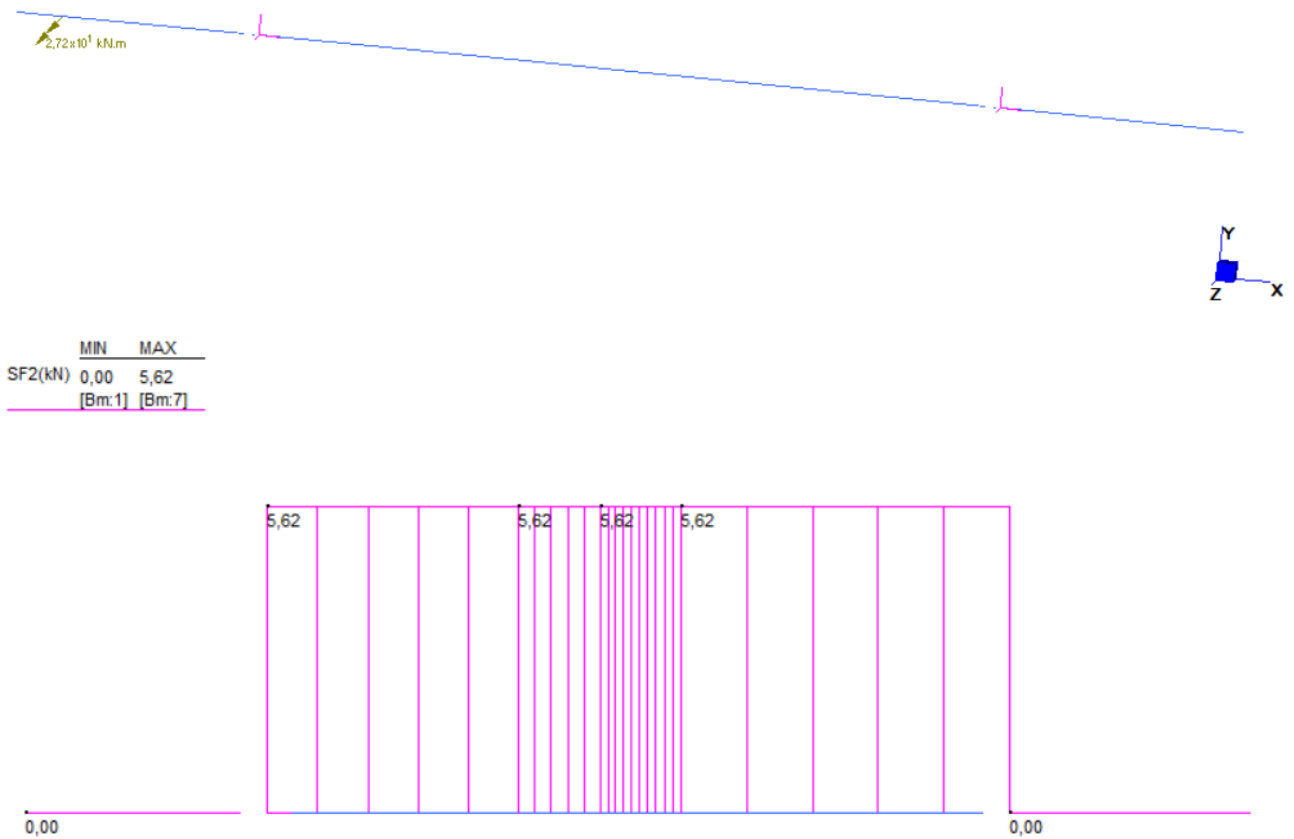


Figura 60 – Urto - Sollecitazioni di taglio (kN)

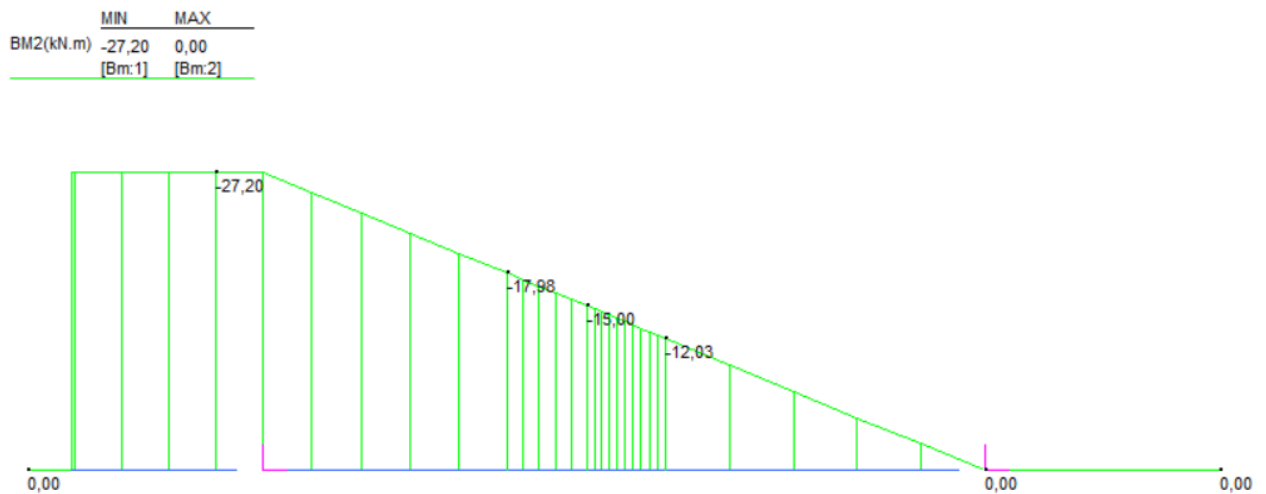


Figura 61 – Urto - Sollecitazioni di momento flettente (kNm)

16.3 Combinazioni di verifica

In accordo con i paragrafi. 2.5.3 e 5.1.3.12 del DM 17/01/2018 si definiscono le seguenti combinazioni delle azioni:

- Combinazioni quasi permanenti (SLE-QP):
 (PP + permanenti non strutturali) x 1.00
- Combinazioni frequenti (SLE-F):
 (PP + permanenti non strutturali) x 1.00 + carichi mobili distribuiti x 0.40 + carichi tandem x 0.75
- Combinazioni rare (SLE-R):
 (PP + permanenti non strutturali) x 1.00 + carichi mobili distribuiti x 1.00 + carichi tandem x 1.00+ vento x 0.60
- Combinazioni STR (SLU):
 (PP + permanenti non strutturali) x 1.35 + carichi mobili (distribuito + tandem) x 1.35 + vento x 0.90
 (PP + permanenti non strutturali) x 1.00 + urto x 1.00

16.3.1 Fattori di combinazione

Si riportano i valori di combinazione come indicati nel programma di calcolo.

CASES	1	2	3	4	5
	SLE_QP	SLE_FR	SLE_RA	SLU	ECC
1: PP	1,00	1,00	1,00	1,35	1,00
2: Perm non strutturali	1,00	1,00	1,00	1,50	1,00
3: Traffico distribuito		0,40	1,00	1,35	
4: Tandem		0,75	1,00	1,35	
5: Vento			0,60	0,90	
6: Urto					1,00

Figura 62 – Combinazioni di verifica

CASES	1: Absolute Envelope Env SLU
1: PP	
2: Perm non strutturali	
3: Traffico distribuito	
4: Tandem	
5: Vento	
6: Urto	
7: SLE_QP	
8: SLE_FR	
9: SLE_RA	
10: SLU	✓
11: ECC	✓

Figura 63 – Inviluppo combinazioni di carico

16.3.2 Risultati analisi

Nelle seguenti figure si riporta l'involuppo delle sollecitazioni flettenti e taglianti per le combinazioni di verifica per le due sezioni di verifica.

MIN	MAX
BM2(kN.m)	-13 13
	[Bm:1] [Bm:3]

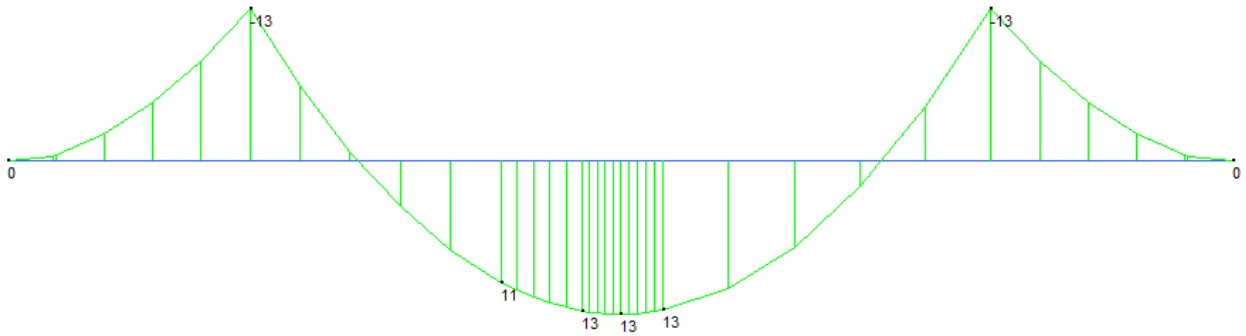


Figura 64 – Involuppo SLE QP – Momento flettente (kNm)

MIN	MAX
BM2(kN.m)	-37 176
	[Bm:4] [Bm:3]

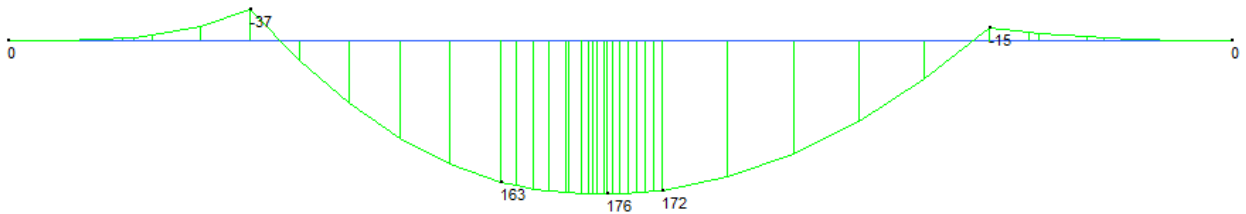


Figura 65 – Involuppo SLE FR – Momento flettente (kNm)

MIN	MAX
BM2(kN.m)	-57 322
	[Bm:4] [Bm:3]

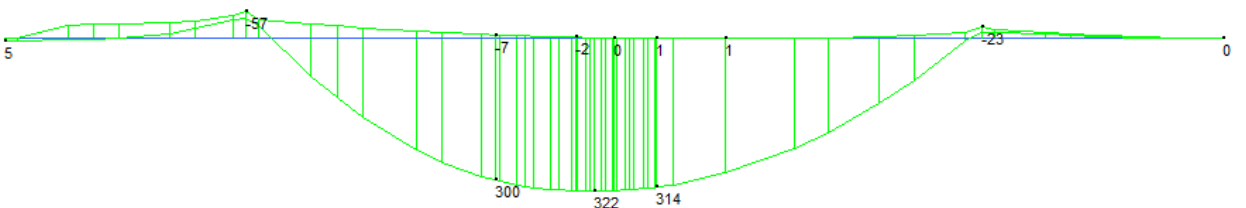


Figura 66 – Involuppo SLE RA – Momento flettente (kNm)

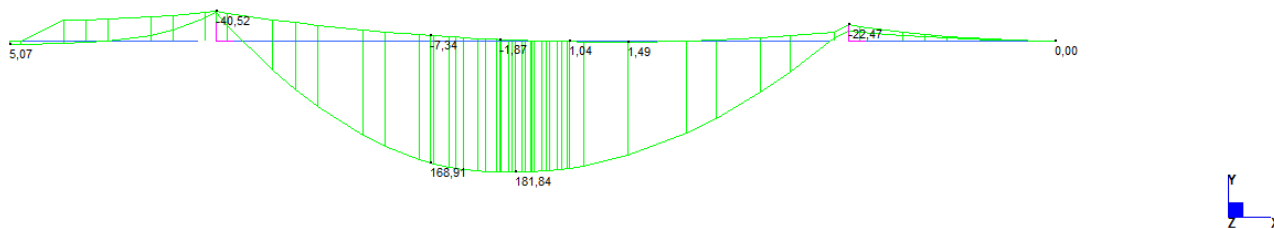


Figura 67 – Involuppo SLU - Momento flettente (kNm)

	MIN	MAX
SF2(kN)	-274	352
	[Bm.7]	[Bm.4]

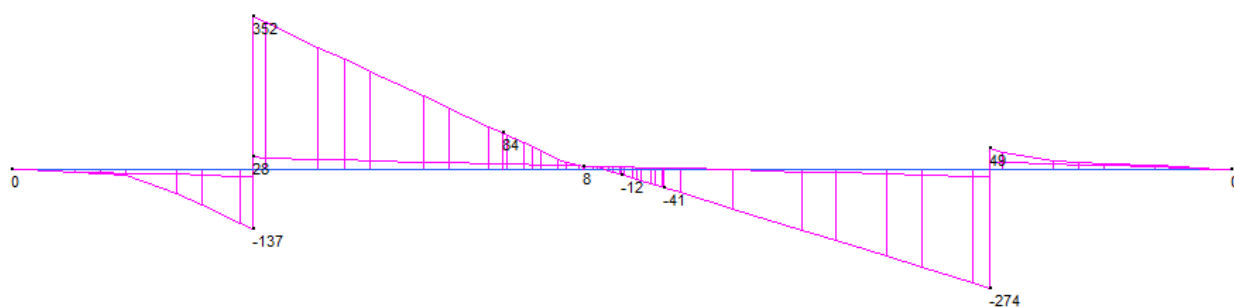


Figura 68 – Involuppo sollecitazioni di taglio SLU (kN)

16.3.3 Riepilogo sollecitazioni di verifica

Momento positivo

SLU	M = 322 kNm/m
SLE_R	M = 238 kNm/m
SLE_F	M = 176 kNm/m
Q.P.	M = 13 kNm/m

Momento negativo

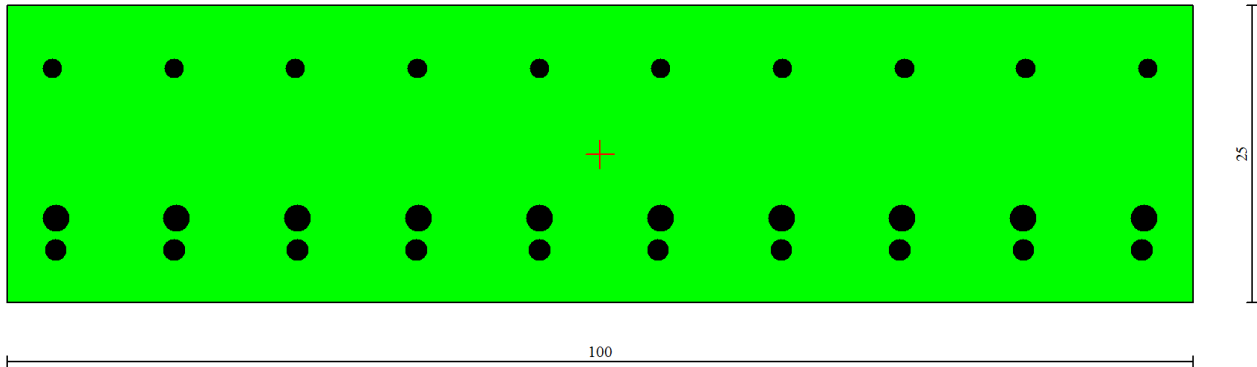
SLU	M = -57 kNm/m
SLE_R	M = -42 kNm/m
SLE_F	M = -37 kNm/m
Q.P.	M = -13 kNm/m

Taglio

SLU	V = 295 kNm/m (fuori dalle zone nodali)
-----	---

16.4 Verifiche strutturali soletta

16.4.1 Verifiche a pressoflessione SLU - SLE



Si prevede un'armatura pari a

Arm. Sup.	$\Phi 16/100$
Arm. Inf.	$\Phi 22/100$
Arm. predalles	$\Phi 18/100$

Nome sezione:	Sezione
Tipo sezione	Rettangolare
Base	100,0 [cm]
Altezza	25,0 [cm]

Caratteristiche geometriche

Area sezione	2500,00 [cmq]
Inerzia in direzione X	2083333,3 [cm ⁴]
Inerzia in direzione Y	130208,3 [cm ⁴]
Inerzia in direzione XY	0,0 [cm ⁴]
Ascissa baricentro sezione	$X_G = 50,00$ [cm]
Ordinata baricentro sezione	$Y_G = 12,50$ [cm]

Elenco ferri

Simbologia adottata

Posizione riferita all'origine	
N°	numero d'ordine
X	Ascissa posizione ferro espresso in [cm]
Y	Ordinata posizione ferro espresso in [cm]
d	Diametro ferro espresso in [mm]
ω	Area del ferro espresso in [cmq]

N°	X	Y	d	ω
1	96,20	19,70	16	2,01
2	85,93	19,70	16	2,01
3	75,67	19,70	16	2,01
4	65,40	19,70	16	2,01
5	55,13	19,70	16	2,01
6	44,87	19,70	16	2,01
7	34,60	19,70	16	2,01
8	24,33	19,70	16	2,01
9	14,07	19,70	16	2,01
10	3,80	19,70	16	2,01
11	4,10	7,10	22	3,80
12	14,30	7,10	22	3,80
13	24,50	7,10	22	3,80
14	34,70	7,10	22	3,80
15	44,90	7,10	22	3,80
16	55,10	7,10	22	3,80
17	65,30	7,10	22	3,80

18	75,50	7,10	22	3,80
19	85,70	7,10	22	3,80
20	95,90	7,10	22	3,80
21	4,10	4,40	18	2,54
22	24,50	4,40	18	2,54
23	44,90	4,40	18	2,54
24	65,30	4,40	18	2,54
25	85,70	4,40	18	2,54
26	14,10	4,40	18	2,54
27	34,50	4,40	18	2,54
28	54,90	4,40	18	2,54
29	75,30	4,40	18	2,54
30	95,70	4,40	18	2,54

Materiale impiegato : Calcestruzzo armato

Caratteristiche calcestruzzo

Resistenza caratteristica calcestruzzo	45,000	[MPa]
Coeff. omogeneizzazione acciaio/calcestruzzo	15,00	
Coeff. omogeneizzazione calcestruzzo teso/compresso	1,00	
Forma diagramma tensione-deformazione - PARABOLA-RETTANGOLO		

Caratteristiche acciaio per calcestruzzo

Tensione ammissibile acciaio	450,000	[MPa]
Tensione snervamento acciaio	450,000	[MPa]
Modulo elastico E	205942,924	[MPa]
Fattore di incrudimento acciaio	1,00	

Combinazioni

Simbologia adottata

N°	numero d'ordine della combinazione
N	sfuerzo normale espresso in [kN]
M _Y	momento lungo Y espresso in [kNm]
M _X	momento lungo X espresso in [kNm]
M _t	momento torcente espresso in [kNm]
T _Y	taglio lungo Y espresso in [kN]
T _X	taglio lungo X espresso in [kN]
VD	verifica di dominio
VT	verifica tensionale (SLER - Combinazione rara, SLEF - Combinazione frequente, SLEQP - Combinazione quasi permanente, TAMM - Verifica a tensioni ammissibili)

N°	N	M _Y	M _X	M _t	T _Y	T _X	VD	VT
1	0,0000	322,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	SI	NO
2	0,0000	238,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLER
3	0,0000	176,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLEF
4	0,0000	13,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLEQP
5	0,0000	-57,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	SI	NO
6	0,0000	-42,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLER
7	0,0000	-37,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLEF
8	0,0000	-13,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	NO	SLEQP

Risultati analisi

Caratteristiche asse neutro

Simbologia adottata

N°	numero d'ordine della combinazione
Xc	posizione asse neutro espresso in [cm]
α	inclinazione asse neutro rispetto all'orizzontale, espressa in [°]
(xi; yi) - (xf; yf)	Punti di intersezione dell'asse neutro con il perimetro della sezione, espressi in [cm]

N°	Xc	α	(xi; yi)	(xf; yf)
2	10,94	0,01	(-75783,57; 0,00)	(58935,89; 25,00)
3	10,94	0,01	(-75783,57; 0,00)	(58935,89; 25,00)
4	10,94	0,01	(-75783,57; 0,00)	(58935,89; 25,00)
6	7,23	0,00	(277009,84; 25,00)	(-112556,35; 0,00)
7	7,23	0,00	(277009,84; 25,00)	(-112556,35; 0,00)
8	7,23	0,00	(277009,84; 25,00)	(-112556,35; 0,00)

Risultati tensionali

Simbologia adottata

N°	numero d'ordine della combinazione
σ _{c-max}	Tensione massima nel calcestruzzo espresso in [MPa]
σ _{c-min}	Tensione minima nel calcestruzzo espresso in [MPa]
σ _{f-max}	Tensione massima nel ferro espresso in [MPa]

PO.02 – Relazione di calcolo impalcato

σ_{f-min} Tensione minima nel ferro espresso in [MPa]
 τ_c Tensione tangenziale nel calcestruzzo espresso in [MPa]

N°	σ_{c-max}	σ_{c-min}	τ_c	σ_{f-max}	σ_{f-min}
2	22,347	0,000	0,000	172,743	-296,718
3	16,526	0,000	0,000	127,743	-219,422
4	1,221	0,000	0,000	9,436	-16,207
6	4,853	0,000	0,000	28,491	-125,638
7	4,276	0,000	0,000	25,099	-110,682
8	1,502	0,000	0,000	8,819	-38,888

Sollecitazioni ultime

Simbologia adottata

N° numero d'ordine della combinazione
 N_u Sforzo normale ultimo, espresso in [kN]
 M_{xu} Momento ultimo in direzione X, espresso in [kNm]
 M_{yu} Momento ultimo in direzione Y, espresso in [kNm]
 FS Fattore di sicurezza

Combinazione n° 1

N_u	M_{xu}	M_{yu}	FS
0,0000	0,0000	<u>357,3182</u>	1,11

Combinazione n° 5

N_u	M_{xu}	M_{yu}	FS
0,0000	0,0000	<u>-157,2855</u>	2,76

Risultati fessurazione

Momento di prima fessurazione	$M_x = 0,0000$	[kNm]	$M_y = 37,9473$	[kNm]
Tensione nell'acciaio	$\sigma = -47,309$	[MPa]		
Tensione nel calcestruzzo	$\sigma_{ct} = -4,588$	[MPa]		
Area efficace a trazione	$A_{eff} = 703,16$	[cmq]		
Deformazione media acciaio teso	$\varepsilon = 0,1041$			
Distanza media tra le fessure	$S_{rm} = 98,2399$	[mm]		
Ampiezza delle fessure	$w = 0,1738$	[mm]		
Momento di prima fessurazione	$M_x = 0,0000$	[kNm]	$M_y = -31,9880$	[kNm]
Tensione nell'acciaio	$\sigma = -95,689$	[MPa]		
Tensione nel calcestruzzo	$\sigma_{ct} = -9,089$	[MPa]		
Area efficace a trazione	$A_{eff} = 888,52$	[cmq]		
Deformazione media acciaio teso	$\varepsilon = 0,0337$			
Distanza media tra le fessure	$S_{rm} = 136,6864$	[mm]		
Ampiezza delle fessure	$w = 0,0782$	[mm]		

16.4.2 Verifiche a taglio SLU

Si riporta di seguito la verifica a taglio della soletta, in cui è previsto l'impegno di ganci $\phi 10/200/200$.

NOME: Soletta				CALCOLO TAGLIO RESISTENTE SEZIONE RETTANGOLARE (NTC 2008)								Rev. 09
DATI SEZIONE				AZIONI CALCOLO				CALCESTRUZZO				
b_w (m)	d (m)	θ (°)	$\cotg \theta$	N_{Ed} (kN)	V_{Ed} (kN)	M_{Ed} (kNm)	f_{ck} (MPa)	f_{cd} (MPa)	γ_c			
1,000	0,190	20,00	2,50	0,00	295,00	0,00	33,20	18,81	1,50			
VERIFICA ARMATURE LONGITUDINALI (§4.1.2.1.3.1)												
	f_{yd} (MPa)	n	\emptyset (mm)	A_{s1} (cm ²)	F_{Rd} (kN)	ΔF_{td} (kN)	F_{Ed} (kN)	A_{s1} (cm ²)	F_{Rd} (kN)			
Barre B450C	391,30	10	16	20,11	786,76	368,75	368,75	20,11	786,76			
		0	22	0,00	0,00							
		0	12	0,00	0,00							
Trefoli Y1670	1452,17	0		0,00	0,00							
										F_{Ed}/F_{Rd}		
										46,9%	VERIFICA OK	
VERIFICA SENZA ARMATURE TRASVERSALI (§4.1.2.1.3.1)												
k	ρ_l (%)	v_{min} (MPa)	σ_{cp} (MPa)	α_c			V_{Rd} (kN)	V_{Ed}/V_{Rd}				
2,000	1,06%	0,570	0,00	1,000		Verificare con armatura trasversale	149,35	197,5%	-			
VERIFICA CON ARMATURE TRASVERSALI (§4.1.2.1.3.2)												
	s (m)	f_{ywd} (MPa)	n_b	\emptyset (mm)	A_{sw} (cm ²)	α (°)	V_{Rsd} (kN)	V_{Rod} (kN)	V_{Rd} (kN)	V_{Ed} (kN)	V_{Rd} (kN)	
Staffe	0,20	391,30	5	10	3,93	90	328,46	554,67	328,46		328,46	
Ferri piegati	-	391,30	0	20	0,00	45	0,00	776,54	0,00			
										V_{Ed}/V_{Rd}		
										89,8%	VERIFICA OK	

17 INCIDENZA ARMATURE IN SOLETTA

Si riporta in tabella il calcolo dell'incidenza delle barre d'armatura nella soletta in calcestruzzo, valutata per metro di sviluppo longitudinale ed incrementata del 20% per tener conto delle sovrapposizioni.

SOLETTA							
POSIZIONE	Ø (mm)	n°/m (1/m) (1/mq)	LUNGH (mm)	QUANTITA' (num), (m), (mq)	TOT. QUANTITA' (num)	PESO (kg/cod)	TOT. PESO (kg)
Correnti	14	5,00	1000	8,0	40	1,21	48
	14	5,00	1000	8,0	40	1,21	48
Trasversali	16	10,00	8000	1,0	10	12,63	126
	22	10,00	8000	1,0	10	23,87	239
Staffe	10	25,00	370	8,0	200	0,23	46
						TOTALE (kg)	507
						+20%	609
						INCIDENZA (kg/mc)	304,4
CLS	QUANTITA'	SPESSORE	LUNGH	LUNGH	VOLUME	TOT. VOLUME	
	(n°)	(m)	(mq) (m)	(m) (mc)	(mc/cod)	(mc)	
Soletta	1	0,25	8,00	1,00	2,00	2,0	
					TOTALE (mc)	2,0	

18 GIUDIZIO MOTIVATO DI ACCETTABILITÀ DEI RISULTATI

Si analizzano criticamente alcuni risultati ottenuti con l'ausilio del software di calcolo, confrontandoli con semplici calcoli manuali.

Si riportano di seguito gli scarichi agli appoggi per la condizione di peso proprio della carpenteria metallica d'impalcato.

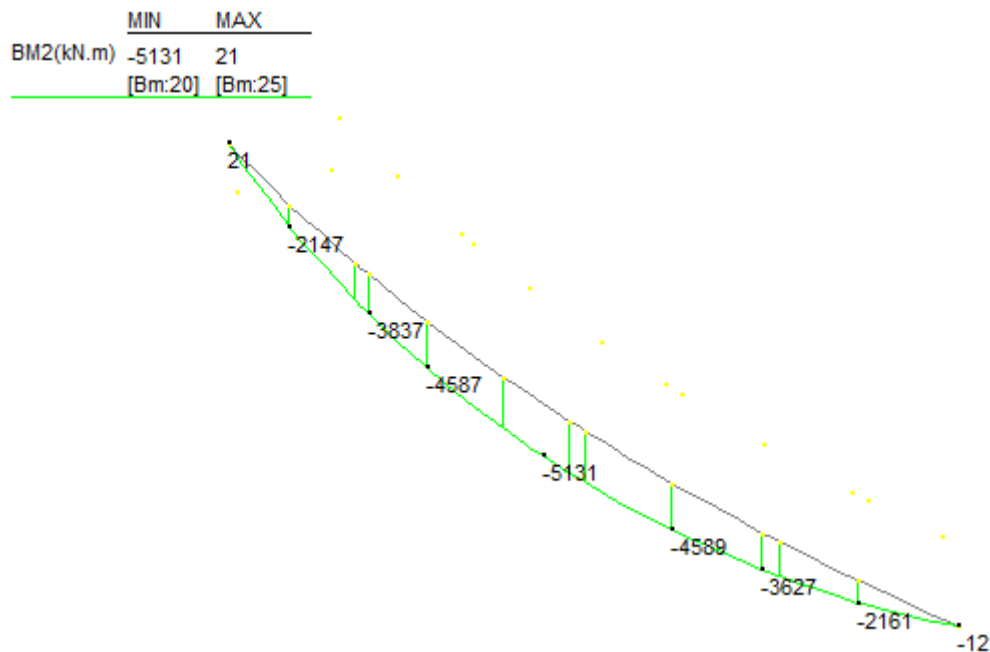
	FX (kgf)	FY (kgf)	FZ (kgf)	MX (kgfmm)	MY (kgfmm)	MZ (kgfmm)
Node 27	0	0	72991	0	0	0
Node 28	23	-734	8778	0	0	0
Node 29	7921	-1564	74364	0	0	0
Node 30	-7944	2299	6894	0	0	0

Dalla somma delle reazioni verticali si ottiene:

$$F_z = 163\,027\text{kg}$$

Tale valore ben approssima il peso effettivo desunto dal computo, pari a 156\,420kg, giustificando inoltre l'incremento forfettario considerato al 7.1.1.

Si riporta di seguito il diagramma flettente d'esterno curva associato ai carichi permanenti non strutturali.



Effettuando un semplice calcolo a trave continua, a partire dai carichi definiti al 7.2.1, si ottiene il seguente diagramma sollecitante.

Numero campate (Compresi Sbalzi) :

Camp. N°	Luce	Perm.	Var.	Sez. N°
1	48	16,9	0	1

Appoggi

App.	Largh.
1	
2	

Sezioni

Vincoli di estremità

	Sinistra	Destra
Appoggio	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
Incastro	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Libero	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Elastico	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Diagrammi

Visualizza Deformata

Momento 1:

Scale fisse Taglio 1:

Freccia 1:

N. Punti Plottaggio:

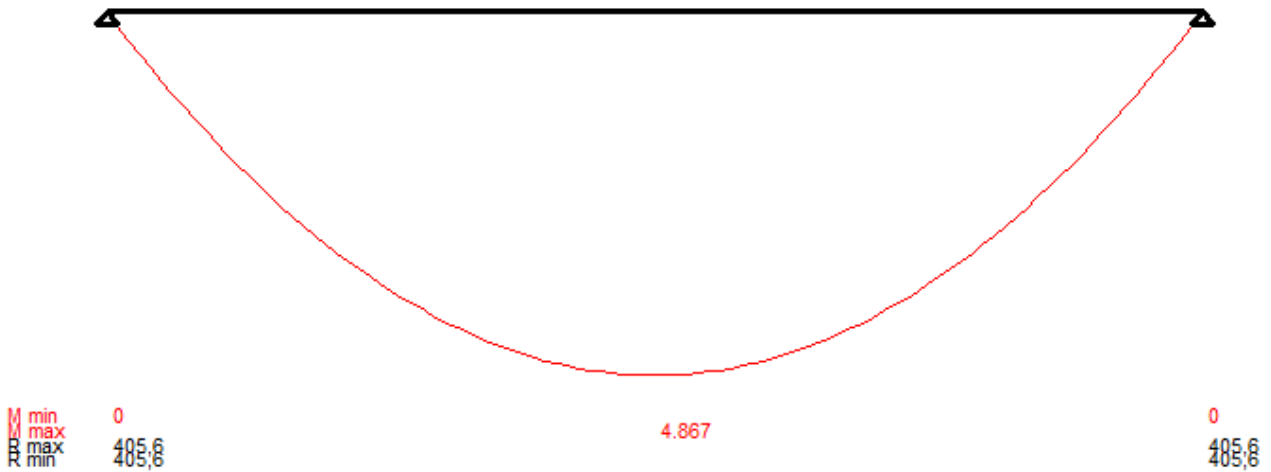
Visualizza Stampa

Calcolo

Risultati

Sez.	Mmax	x Mmax	Mmin	x Mmin	f max	f min
1	0		0			
m	4.867	24	4.867	24	4,38E+02	4,38E+02
2	0		0			

Sez.	Tmax s	Tmax d	Rmax	Rmin
1		405,6	405,6	405,6
2	-405,6		405,6	405,6



Anche in questo caso i valori massimi risultano prossimi a quelli ottenuti tramite software.

19 ALLEGATI DI CALCOLO

Sezione C1 1 1

Pre-classificazione

La preclassificazione e' riferita alla sezione composta in Fase 3

Caratteristiche plastiche dei singoli componenti

Componenti	$N_{pl} (N)$	$z_N (mm)$	$z_{max} (mm)$	$z_{min} (mm)$
Strato di calcestruzzo superiore	3,143E+6	2620,19	2640	2600,38
Strato di calcestruzzo intermedio alle armature	1,343E+7	2515	2599,62	2430,38
Strato di calcestruzzo inferiore	3,143E+6	2409,81	2429,62	2390
Strato di armatura superiore	1,205E+6	2600	2600,38	2599,62
Strato di armatura inferiore	1,205E+6	2430	2430,38	2429,62
Raccordo in cls	0E+00	2390	2390	2390
Flangia superiore della trave di acciaio	9,467E+6	2370	2390	2350
Anima della trave di acciaio	1,502E+7	1204	2350	58
Flangia inferiore della trave di acciaio	1,665E+7	29	58	0
<i>Compressione ultima per la sezione completa</i>				
<i>Trazione ultima per la sezione completa</i>				
<i>Compressione ultima per la sezione senza anima</i>				
<i>Trazione ultima per la sezione senza anima</i>				
	-6,326E+7			
	4,355E+7			
	-4,824E+7			
	2,853E+7			

Classificazione delle piattabande

	c/t	ε	Flessione semplice con fibre tese superiori (M+)	Flessione semplice con fibre tese inferiori (M-)
Flangia superiore	8,508	0,814	1	0
Flangia inferiore	7,591	0,838	2	1

Classificazione dell'anima

	c/t	ε	α	ψ	classe
Flessione semplice con fibre tese superiori (M+)	137,141	0,814	0,341	-1,319	4
Flessione semplice con fibre tese inferiori (M-)	137,141	0,814	0,003	-0,272	1
Compressione semplice (N)	137,141	0,814	1	1	4

Verifiche S.L.U. sezione composta (Comb. Mmax)

Sollecitazioni (Comb. Mmax)

Fase	$N (N)$	$V (N)$	$M (Nm)$	$T (Nm)$
1	-4,6E+4	1,68E+6	-3E+4	-1,3E+6
2a	-5E+3	6,62E+5	-1,8E+4	-7,76E+5
2b	0E+00	-1,2E+4	-1E+3	-2,5E+4
Rit.Iso	0E+00	0	0E+00	0
2c	0E+00	0E+00	0E+00	0E+00
3a	0E+00	6E+0	0E+00	1,3E+1
Term.Iso	3,07E+6	0	2,01E+6	0
3b	2,04E+5	1,26E+6	2E+3	8,5E+4
Totale	3,22E+6	3,6E+6	1,96E+6	-2,01E+6

Pressoflessione - Analisi plastica

Classificazione della sezione (Comb. Mmax)

	c/t	$z_{pl} (mm)$	α	ψ	Classe
Anima	137,14	593,87	0,23	-11,25	2
Piattabanda superiore	8,51				1
Piattabanda inferiore	7,59				2
classe della sezione					2
Analisi plastica: APPLICABILE					

Verifica plastica a Presso-Tenso flessione (Comb. Mmax)

Azione assiale		Flessione semplice		Interazione N/M	
$N_{Ed} (N)$	3,22E+6	$M_{Ed} (Nm)$	1,963E+6	$N_{Ed} (N)$	3,22E+6
$N_{Rd} (N)$	4,355E+7	$M_{Rd} (Nm)$	4,15E+7	$M_{Ed} (Nm)$	1,963E+6
				$M_{Rd} (Nm)$	3,782E+7
N_{Ed}/N_{Rd}	0,074	M_{Ed}/M_{Rd}	0,047	M_{Ed}/M_{Rd}	0,052

VERIFICA SODDISFATTA

Pressoflessione - Calcolo tensioni lorde

Tensioni normali sulla sezione lorda (Comb. Mmax)

	F. 1	F. 2a Non Fess.	F. 2a Fess.	F. 2b Non Fess.	F. 2b Fess.	F. 2c Non Fess.	F. 2c Fess.	F. 2 tot	F. 3a Non Fess.	F. 3a Fess.	F. 3b Non Fess.	F. 3b Fess.	F. 3 tot	η_1
σ_8	0	0	0	0	0	0	0	0	-0,5	0	0,1	0	-0,4	0,02
σ_7	-0,4	-0,1	-0,2	0	0	0	0	-0,1	15,5	0	0,7	1,6	16,1	0,041
σ_6	-0,4	-0,1	-0,2	0	0	0	0	-0,1	14,4	0	0,7	1,6	15	0,038
σ_5	0	0	0	0	0	0	0	0	-0,8	0	0,1	0	-0,7	0,034
σ_4	-0,7	-0,1	-0,2	0	0	0	0	-0,8	14,1	0	0,7	1,6	14	0,041
σ_3	-0,7	-0,1	-0,2	0	0	0	0	-0,8	13,8	0	0,7	1,6	13,7	0,041
σ_2	-0,4	0	0	0	0	0	0	-0,4	10,5	0	0,7	1,6	10,8	0,032
σ_1	-0,1	0,1	0,1	0	0	0	0	-0,1	-1,9	0	0,7	1,5	-1,2	0,004
σ_0	-0,1	0,1	0,1	0	0	0	0	0	-2,2	0	0,7	1,5	-1,6	0,005

Massimo coefficiente di utilizzo: 0,041 VERIFICA NON SIGNIFICATIVA

NOTE

- 1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 2 = -0,01 N/mm²
- 2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 2 = -0,01 N/mm²
 La sezione a fine fase 2 e' stata considerata: Non fessurata (t.,b.)
- 3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 = -0,4 N/mm²
- 4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 = -0,67 N/mm²
 La sezione a fine fase 3 e' stata considerata: Non fessurata (t.,b.)

Resistenza a taglio

Valutazione della necessita' di calcolo della resistenza a Shear buckling

$$h_w/t_w=137,141 > 31/\eta * \epsilon_w * (K_\tau)^{0.5}=73,667 \quad \text{Verifica a Shear Buckling: NECESSARIA}$$

Resistenza a taglio Shear buckling: **V_{b,Rd} = 6,552E+6 N**

Essendo:

$$a/h_w=1,053, \quad \eta=1,2, \quad I_{sl}=1,679E+7(\text{mm}^4), \quad K_{\tau sl}=9,106, \quad K_\tau=12,284$$

$$\text{contributo anima: } V_{bw,Rd}=5,346E+6 \text{ N}, \quad \text{contributo flange: } V_{bf,Rd}=1,207E+6 \text{ N}$$

$$\chi_w=0,646, \quad \lambda_w=1,285, \quad \tau_{cr}=124,1, \quad C=758,4$$

$$M_{Ed}=1,963E+6 \text{ Nm}, \quad M_{f,Rd}=2,243E+7 \text{ Nm}, \quad M_{Ed}/M_{f,Rd}=0,088$$

Resistenza plastica: **V_{pl,Rd} = 1,041E+7 N**

Resistenza a taglio: **V_{Rd} = min(V_{pl,Rd}, V_{b,Rd}) = 6,552E+6 N**

Coefficienti di utilizzo

$$\eta_3 = V_{Ed}/V_{Rd} = 0,591, \quad (= \Rightarrow \text{VERIFICA SODDISFATTA})$$

$$\eta_3 = V_{Ed}/V_{bw,Rd} = 0,724, \quad \eta_1 = M_{Ed}/M_{Rd} = 0,052$$

Interazione pressoflessione taglio (N-M-V)

Valutazione della presenza di interazione

$$\eta_3 > 0,5, \quad M_{Ed}/M_{f,Rd} < 1$$

NON C'E' INTERAZIONE

Verifiche S.L.U. sezione composta (Comb. Mmin)

Sollecitazioni (Comb. Mmin)

Fase	N (N)	V (N)	M (Nm)	T (Nm)
1	-4,6E+4	1,68E+6	-3E+4	-1,3E+6
2a	-5E+3	6,62E+5	-1,8E+4	-7,76E+5
2b	0E+00	-1,2E+4	-1E+3	-2,5E+4
Rit.Iso	-5,3E+6	0	-4,88E+6	0
2c	0E+00	0E+00	0E+00	0E+00
3a	0E+00	-6E+3	0E+00	-1,3E+4
Term.Iso	-3,07E+6	0	-2,01E+6	0

3b	-2,08E+5	4,09E+5	-5,2E+4	-2,26E+6
Totale	-8,63E+6	2,74E+6	-6,99E+6	-4,37E+6

Pressoflessione - Analisi plastica**Classificazione della sezione (Comb. Mmin)**

	c/t	z _{pl} (mm)	α	ψ	Classe
Anima	137,14	1685,01	0,29	0,42	4
Piattabanda superiore	8,51				1
Piattabanda inferiore	7,59				1
classe della sezione					4

Analisi plastica: NON APPLICABILE

Verifica plastica a Presso-Tenso flessione (Comb. Mmin)

Azione assiale		Flessione semplice		Interazione N/M	
N _{Ed} (N)	-8,628E+6	M _{Ed} (Nm)	-6,99E+6	N _{Ed} (N)	-8,628E+6
N _{Rd} (N)	-6,326E+7	M _{Rd} (Nm)	-5,971E+7	M _{Ed} (Nm)	-6,99E+6
				M _{Rd} (Nm)	-6,104E+7
N _{Ed} /N _{Rd}	0,136	M _{Ed} /M _{Rd}	0,117	M _{Ed} /M _{Rd}	0,115

VERIFICA NON SIGNIFICATIVA

Pressoflessione - Calcolo tensioni lorde**Tensioni normali sulla sezione lorda (Comb. Mmin)**

	F. 1	F. 2a Non Fess.	F. 2a Fess.	F. 2b Non Fess.	F. 2b Fess.	F. 2c Non Fess.	F. 2c Fess.	F. 2 tot	F. 3a Non Fess.	F. 3a Fess.	F. 3b Non Fess.	F. 3b Fess.	F. 3 tot	η ₁
σ ₈	0	0	0	1,7	0	0	0	0	0,5	0	-0,1	0	0	0
σ ₇	-0,4	-0,1	-0,2	-45,6	0	0	0	-0,3	-15,5	0	-0,8	-2,2	-2,4	0,006
σ ₆	-0,4	-0,1	-0,2	-42,2	0	0	0	-0,2	-14,4	0	-0,8	-2,1	-2,3	0,006
σ ₅	0	0	0	2,1	0	0	0	0	0,8	0	-0,1	0	0	0
σ ₄	-0,7	-0,1	-0,2	-41,4	0	0	0	-0,9	-14,1	0	-0,8	-2,1	-3	0,009
σ ₃	-0,7	-0,1	-0,2	-40,6	0	0	0	-0,9	-13,8	0	-0,8	-2,1	-3	0,009
σ ₂	-0,4	0	0	-25,4	0	0	0	-0,4	-10,5	0	-0,7	-1,6	-2	0,006
σ ₁	-0,1	0,1	0,1	5,5	0	0	0	0	1,9	0	-0,4	-1,2	-1,3	0,004
σ ₀	-0,1	0,1	0,1	6,7	0	0	0	0	2,2	0	-0,4	-1,2	-1,2	0,004

Massimo coefficiente di utilizzo: 0,009 VERIFICA NON SIGNIFICATIVA

NOTE

- 1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 2 = 1,68 N/mm²
- 2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 2 = 2,07 N/mm²
La sezione a fine fase 2 e' stata considerata: Fessurata (t.,b.)
- 3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 = 2,04 N/mm²
- 4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 = 2,72 N/mm²
La sezione a fine fase 3 e' stata considerata: Fessurata (t.,b.)

Pressoflessione - Calcolo tensioni efficaci**Area efficace per shear lag e/o buckling delle flange(Comb. Mmin)**

Componente	b (mm)	t (mm)	λ _p	ρ	A _{c,eff} (mm ²)	β ^k	A _{c,eff} *β ^k (mm ²)
Piattabanda superiore SX	350	40	---	---	---	1	14000
Piattabanda superiore DX	350	40	---	---	---	1	14000
Piattabanda inferiore SX	450	58	---	---	---	1	26100
Piattabanda inferiore DX	450	58	---	---	---	1	26100

Instabilità locale dei pannelli d'anima (Comb. Mmin)

	Anima	Sub pannello 1	Sub pannello 2
b (mm)	2468,54	576,21	1892,33
σ _{cr0E} (N/mm ²)	10,1	185,41	17,19
σ _{sup} (N/mm ²)	-3,63	-3,63	-3,16
σ _{inf} (N/mm ²)	-1,62	-3,16	-1,62
ψ	0,45	0,87	0,51
K _σ	5,48	4,27	5,25

λ_p	2,53	0,67	1,98
b_c (mm)	2468,54	576,21	1892,33
b_{c_sup} (mm)	1084,08	279,08	843,3
b_{c_sup} (mm)	1384,45	297,13	1049,03
ρ_{loc}	0,37	1	0,46
b_{ceff} (mm)	902	576,21	861,17
b_{ceff_sup} (mm)	396,12	279,08	383,77
b_{ceff_sup} (mm)	505,88	297,13	477,4
ϕ_{Foro} (mm)	1566,53	0	1031,16

Caratteristiche dell'anima compressa, irrigidenti esclusi (Comb. Mmin)

	$A(mm^2)$	z_G (mm)	J_y (mm ⁴)
$A_{c_Edge\ sup}$	5,023E+3	2387	3,26E+7
$A_{c\ 1}$	2,053E+4	1677,2	2,225E+9
$A_{c\ 2}$	0E+00	0	0E+00
$A_{c_Edge\ inf}$	1,888E+4	582,5	1,732E+9
$A_{c\ tot}$	4,443E+4	1292,3	2,256E+10
A_c	2,278E+4		

Caratteristiche dell'anima compressa, depurata per instabilita' locale (Comb. Mmin)

	$A(mm^2)$	z_G (mm)	J_y (mm ⁴)
$A_{c,eff\ Edge\ sup}$	5,023E+3	2387	3,26E+7
$A_{c,eff\ 1}$	1,226E+4	1907	4,735E+8
$A_{c,eff\ 2}$	0E+00	0	0E+00
$A_{c,eff\ Edge\ inf}$	8,593E+3	296,7	1,632E+8
$A_{c,eff\ tot}$	2,587E+4	1465,4	1,906E+10
$A_{c,eff,loc}$	1,451E+4		

Tensioni critiche per l'anima (Comb. Mmin)

	<i>Stiffener 1</i>
A_{sl} (mm ²)	2,278E+4
e_{sl} (mm)	-8,3
I_{sl} (mm ⁴)	1,908E+7
$A_{sl,eff}$ (mm ²)	1,451E+4
$e_{sl,eff}$ (mm)	-13
$I_{sl,eff}$ (mm ⁴)	1,796E+7
$\sigma_{cr,sl,i}$ (p)	277,84
$\sigma_{cr,p,i}$ (p)	362,45
$\sigma_{cr,sl}$ (C)	256,84
$\sigma_{cr,c}$ (C)	335,04
α_e	0,725

Coefficienti di riduzione per instabilita' globale dell'anima (Comb. Mmin)

	<i>Piastra</i>		<i>Colonna</i>
$\sigma_{cr,p}$ (p)	362,45	$\sigma_{cr,c}$ (C)	0,637
β_{ac} (p)	0,637	β_{ac} (C)	0,821
λ_p	0,79	λ_c	0,636
ρ_p	0,962	χ_c	

Anima depurata per instabilita' locale e globale dell'anima (Comb. Mmin)

	$A(mm^2)$	z_G (mm)	J_y (mm ⁴)
Edge sup	5,023E+3	2387	3,26E+7
1	7,799E+3	1907	3,013E+8
2	0E+00	0	0E+00
Edge inf	8,593E+3	296,7	1,632E+8
Totale	2,142E+4	1373,4	1,784E+10

Depurazione complessiva da applicare alla sezione (Comb. Mmin)

	ΔA (mm ²)	z_G (mm)	ΔJ_y (mm ⁴)
Anima	-2,302E+4	1216,7	-4,451E+9
Piattabanda superiore	0E+00	0	0E+00
Piattabanda inferiore	0E+00	0	0E+00

Caratteristiche geometriche efficaci (Comb. Mmin)

	Fase 1	Fase 2a	Fase 2b	Fase 2c	Fase 3	Fessurata
A (mm ²)	1,016E+5	1,59E+5	2,7E+5	1,574E+5	2,7E+5	1,078E+5
Z _G (mm)	918,804	1495,147	1914,367	1484,251	1914,367	1010,002
Δ Z _{Geff} (mm)	55,03	-35,2	-54,79	-34,14	-54,79	36,38
J _{y,eff} (mm ⁴)	1,169E+11	2,107E+11	2,793E+11	2,089E+11	2,793E+11	1,317E+11
W _{y,0eff} (mm ³)	-1,272E+8	-1,409E+8	-1,459E+8	-1,407E+8	-1,459E+8	-1,304E+8
W _{y,1eff} (mm ³)	-1,358E+8	-1,466E+8	-1,504E+8	-1,465E+8	-1,504E+8	-1,384E+8
W _{y,3eff} (mm ³)	8,167E+7	2,465E+8	6,41E+8	2,413E+8	6,41E+8	9,83E+7
W _{y,4eff} (mm ³)	7,945E+7	2,354E+8	5,871E+8	2,306E+8	5,871E+8	9,545E+7
W _{y,5eff} (mm ³)	1E+300	2,354E+8	5,871E+8	2,306E+8	5,871E+8	9,545E+7
W _{y,6eff} (mm ³)	1E+300	2,254E+8	5,416E+8	2,209E+8	5,416E+8	9,276E+7
W _{y,7eff} (mm ³)	1E+300	1,907E+8	4,073E+8	1,872E+8	4,073E+8	8,285E+7
W _{y,8eff} (mm ³)	1E+300	1,84E+8	3,848E+8	1,808E+8	3,848E+8	8,081E+7
S _{y,1eff} (mm ³)	4,645E+7	7,653E+7	9,842E+7	7,596E+7	9,842E+7	5,121E+7
S _{y,2eff} (mm ³)	6,049E+7	9,014E+7	1,158E+8	8,952E+7	1,158E+8	6,475E+7
S _{y,3eff} (mm ³)	4,063E+7	8,306E+7	1,139E+8	8,226E+7	1,139E+8	4,735E+7
S _{y,4eff} (mm ³)	1,596E-291	5,857E+7	1,012E+8	5,746E+7	1,012E+8	9,267E+6

Le caratteristiche efficaci sono state calcolate iterativamente in 1 iterazioni, con la seguente variazione percentuale del coefficiente ψ

$(\psi_1 - \psi_0)/\psi_0 * 100$	6,31
$(\psi_2 - \psi_1)/\psi_1 * 100$	
$(\psi_3 - \psi_2)/\psi_2 * 100$	
$(\psi_4 - \psi_3)/\psi_3 * 100$	
$(\psi_5 - \psi_4)/\psi_4 * 100$	

Momento aggiuntivo per traslazione dell'asse neutro(Comb. Mmin)

	Fase 1	Fase 2a	Fase 2b	Fase 2c	Fase 3a	Fase 3b
ΔM _{Fessurata} (kNm)	-2,531E+3	-1,819E+2	0E+00	0E+00	0E+00	-7,568E+3
ΔM _{Non fessurata} (kNm)	-2,531E+3	1,76E+2	2,484E+5	0E+00	1,681E+5	1,14E+4

Tensioni normali sulla sezione efficace (Comb. Mmin)

	F. 1	F. 2a Non Fess.	F. 2a Fess.	F. 2b Non Fess.	F. 2b Fess.	F. 2c Non Fess.	F. 2c Fess.	F. 2 tot	F. 3a Non Fess.	F. 3a Fess.	F. 3b Non Fess.	F. 3b Fess.	F. 3 tot	η ₁
σ ₈	0	0	0	1,5	0	0	0	0	0,4	0	-0,1	0	0	0
σ ₇	-0,5	-0,1	-0,3	-47,5	0	0	0	-0,3	-15,9	0	-0,9	-2,6	-2,9	0,007
σ ₆	-0,5	-0,1	-0,2	-44,1	0	0	0	-0,3	-14,8	0	-0,8	-2,6	-2,8	0,007
σ ₅	0	0	0	1,9	0	0	0	0	0,7	0	-0,1	0	0	0
σ ₄	-0,9	-0,1	-0,2	-43,3	0	0	0	-1,1	-14,5	0	-0,8	-2,6	-3,7	0,011
σ ₃	-0,9	-0,1	-0,2	-42,5	0	0	0	-1,1	-14,2	0	-0,8	-2,5	-3,6	0,011
σ ₂	-0,5	0	0	-28,6	0	0	0	-0,5	-11,4	0	-0,8	-1,9	-2,4	0,007
σ ₁	-0,2	0,1	0,1	2,7	0	0	0	-0,1	0,9	0	-0,5	-1,5	-1,6	0,005
σ ₀	-0,2	0,1	0,1	3,9	0	0	0	-0,1	1,3	0	-0,5	-1,5	-1,6	0,005

Massimo coefficiente di utilizzo: 0,011 VERIFICA SODDISFATTA

NOTE

1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 2 = 1,53 N/mm²

2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 2 = 1,92 N/mm²

La sezione a fine fase 2 e' stata considerata: Fessurata (t.,b.)

3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 = 1,84 N/mm²

4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 = 2,5 N/mm²

La sezione a fine fase 3 e' stata considerata: Fessurata (t.,b.)

Resistenza a taglio

Valutazione della necessita' di calcolo della resistenza a Shear buckling

$$h_w/t_w = 137,141 > 31/\eta * \epsilon_w * (K_\tau)^{0.5} = 73,667 \quad \text{Verifica a Shear Buckling: NECESSARIA}$$

Resistenza a taglio Shear buckling: **V_{b,Rd} = 6,562E+6 N**

Essendo:

$$a/h_w = 1,053, \quad \eta = 1,2, \quad I_{sl} = 1,679E+7 (\text{mm}^4), \quad K_{\tau sl} = 9,106, \quad K_\tau = 12,284$$

C:\Users\Utente43\Desktop\FA-SI_R2_verifiche.rtf

contributo anima: $V_{bw,Rd} = 5,346E+6$ N, contributo flange: $V_{bf,Rd} = 1,216E+6$ N
 $\chi_w = 0,646$, $\lambda_w = 1,285$, $\tau_{cr} = 124,1$, $C = 758,4$
 $M_{Ed} = M_{Ed,eq} = -3,497E+5$ Nm, $M_{f,Rd} = -4,668E+7$ Nm, $M_{Ed}/M_{f,Rd} = 0,007$

Resistenza plastica: $V_{pl,Rd} = 1,041E+7$ NResistenza a taglio: $V_{Rd} = \min(V_{pl,Rd}, V_{b,Rd}) = 6,562E+6$ N

Coefficienti di utilizzo

$$\eta_3 = V_{Ed}/V_{Rd} = 0,449, \quad (= > \text{VERIFICA SODDISFATTA})$$

$$\eta_3 = V_{Ed}/V_{bw,Rd} = 0,552, \quad \eta_1 = \max(\eta_i) = 0,011$$

Interazione pressoflessione taglio (N-M-V)

Valutazione della presenza di interazione

$$\eta_3 < 0,5, \quad M_{Ed}/M_{f,Rd} < 1$$

NON C'E' INTERAZIONE

Verifica a stato limite delle tensioni (Comb. Mmax)**Sollecitazioni (Comb. Mmax)**

Fase	N (N)	V (N)	M (Nm)	T (Nm)
1	-3,4E+4	1,25E+6	-2,2E+4	-9,59E+5
2a	-3E+3	4,42E+5	-1,2E+4	-5,17E+5
2b	0E+00	-1E+4	0E+00	-2,1E+4
Rit.Iso	0E+00	0	0E+00	0
2c	0E+00	0E+00	0E+00	0E+00
3a	0E+00	4E+0	0E+00	8E+0
Term.Iso	2,04E+6	0	1,34E+6	0
3b	1,36E+5	9,23E+5	1E+3	5,4E+4
Totale	2,14E+6	2,6E+6	1,31E+6	-1,44E+6

Tensioni normali sulla sezione lorda (Comb. Mmax)

	F. 1	F. 2a Non Fess.	F. 2a Fess.	F. 2b Non Fess.	F. 2b Fess.	F. 2c Non Fess.	F. 2c Fess.	F. 2 tot	F. 3a Non Fess.	F. 3a Fess.	F. 3b Non Fess.	F. 3b Fess.	F. 3 tot	σ_{td}	η_1
σ_8	0	0	0	0	0	0	0	0	-0,3	0	0,1	0	-0,3	0,3	0,013
σ_7	-0,3	-0,1	-0,2	0	0	0	0	-0,1	10,4	0	0,5	1,1	10,7	10,7	0,03
σ_6	-0,3	-0,1	-0,1	0	0	0	0	-0,1	9,6	0	0,5	1	10	10	0,028
σ_5	0	0	0	0	0	0	0	0	-0,5	0	0,1	0	-0,4	0,4	0,021
σ_4	-0,5	-0,1	-0,1	0	0	0	0	-0,6	9,4	0	0,5	1	9,3	9,3	0,026
σ_3	-0,5	-0,1	-0,1	0	0	0	0	-0,6	9,2	0	0,5	1	9,1	86,2	0,243
σ_2	-0,3	0	0	0	0	0	0	-0,3	7	0	0,5	1	7,2	104,6	0,295
σ_1	-0,1	0,1	0,1	0	0	0	0	0	-1,2	0	0,5	1	-0,8	84,8	0,253
σ_0	-0,1	0,1	0,1	0	0	0	0	0	-1,5	0	0,5	1	-1,1	1,1	0,003
τ_4	0	0,2	0	0	0	0	0	0,2	0	0	0,5	0,1	0,7		
τ_3	20,5	9,1	7,7	-0,2	-0,2	0	0	29,3	0	0	20,2	16	49,5		
τ_2	30,1	9,9	10,4	-0,2	-0,2	0	0	39,7	0	0	20,6	21,7	60,3		
τ_1	25,8	7,9	8,8	-0,2	-0,2	0	0	33,5	0	0	15,5	18,5	49		
τ_0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		

Massimo coefficiente di utilizzo: 0,295 VERIFICA SODDISFATTA

NOTE

- 1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 2 = 0 N/mm²
- 2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 2 = 0 N/mm²
La sezione a fine fase 2 e' stata considerata: Non fessurata (t.,b.)
- 3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 = -0,26 N/mm²
- 4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 = -0,45 N/mm²
La sezione a fine fase 3 e' stata considerata: Non fessurata (t.,b.)

Verifica a stato limite delle tensioni (Comb. Mmin)**Sollecitazioni (Comb. Mmin)**

Fase	N (N)	V (N)	M (Nm)	T (Nm)
------	-------	-------	--------	--------

1	-3,4E+4	1,25E+6	-2,2E+4	-9,59E+5
2a	-3E+3	4,42E+5	-1,2E+4	-5,17E+5
2b	0E+00	-1E+4	0E+00	-2,1E+4
Rit.Iso	-4,42E+6	0	-4,07E+6	0
2c	0E+00	0E+00	0E+00	0E+00
3a	0E+00	-4E+3	0E+00	-8E+3
Term.Iso	-2,04E+6	0	-1,34E+6	0
3b	-1,38E+5	3E+5	-3,8E+4	-1,65E+6
Totale	-6,64E+6	1,98E+6	-5,48E+6	-3,16E+6

Tensioni normali sulla sezione lorda (Comb. Mmin)

	F. 1	F. 2a Non Fess.	F. 2a Fess.	F. 2b Non Fess.	F. 2b Fess.	F. 2c Non Fess.	F. 2c Fess.	F. 2 tot	F. 3a Non Fess.	F. 3a Fess.	F. 3b Non Fess.	F. 3b Fess.	F. 3 tot	σ_{td}	η_1
σ_8	0	0	0	1,4	0	0	0	0	0,3	0	-0,1	0	0	0	0
σ_7	-0,3	-0,1	-0,2	-38	0	0	0	-0,2	-10,4	0	-0,6	-1,5	-1,6	1,6	0,005
σ_6	-0,3	-0,1	-0,1	-35,2	0	0	0	-0,1	-9,6	0	-0,5	-1,4	-1,6	1,6	0,004
σ_5	0	0	0	1,7	0	0	0	0	0,5	0	-0,1	0	0	0	0
σ_4	-0,5	-0,1	-0,1	-34,5	0	0	0	-0,7	-9,4	0	-0,5	-1,4	-2,1	2,1	0,006
σ_3	-0,5	-0,1	-0,1	-33,8	0	0	0	-0,7	-9,2	0	-0,5	-1,4	-2,1	57,4	0,162
σ_2	-0,3	0	0	-21,2	0	0	0	-0,3	-7	0	-0,5	-1,1	-1,4	81,8	0,23
σ_1	-0,1	0,1	0,1	4,6	0	0	0	0	1,2	0	-0,2	-0,8	-0,8	69,9	0,209
σ_0	-0,1	0,1	0,1	5,5	0	0	0	0	1,5	0	-0,2	-0,8	-0,8	0,8	0,002
τ_4	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0,2	0	0,1		
τ_3	20,5	9,1	7,7	-0,2	-0,2	0	0	28	-0,1	-0,1	6,6	5,2	33,1		
τ_2	30,1	9,9	10,4	-0,2	-0,2	0	0	40,2	-0,1	-0,1	6,7	7,1	47,2		
τ_1	25,8	7,9	8,8	-0,2	-0,2	0	0	34,5	-0,1	-0,1	5	6	40,4		
τ_0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		

Massimo coefficiente di utilizzo: 0,23 VERIFICA SODDISFATTA

NOTE

- 1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 2 = 1,4 N/mm²
- 2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 2 = 1,73 N/mm²
La sezione a fine fase 2 e' stata considerata: Fessurata (t.,b.)
- 3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 = 1,64 N/mm²
- 4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 = 2,16 N/mm²
La sezione a fine fase 3 e' stata considerata: Fessurata (t.,b.)

SLE: Verifica a web breathing (Comb. Mmax)**Sollecitazioni (Comb. Mmax)**

Fase	N (N)	V (N)	M (Nm)	T (Nm)
1	-3,4E+4	1,25E+6	-2,2E+4	-9,59E+5
2a	-3E+3	4,42E+5	-1,2E+4	-5,17E+5
2b	0E+00	-1E+4	0E+00	-2,1E+4
Rit.Iso	0E+00	0	0E+00	0
2c	0E+00	0E+00	0E+00	0E+00
3a	0E+00	3E+0	0E+00	7E+0
Term.Iso	1,7E+6	0	1,12E+6	0
3b	0E+00	4,32E+5	0E+00	-1,1E+4
Totale	1,67E+6	2,11E+6	1,08E+6	-1,51E+6

Tensioni normali sulla sezione efficace (Comb. Mmax)

	F. 1	F. 2a Non Fess.	F. 2a Fess.	F. 2b Non Fess.	F. 2b Fess.	F. 2c Non Fess.	F. 2c Fess.	F. 2 tot	F. 3a Non Fess.	F. 3a Fess.	F. 3b Non Fess.	F. 3b Fess.	F. 3 tot
σ_8	0	0	0	0	0	0	0	0	-0,2	0	0	0	-0,3
σ_7	-0,3	-0,1	-0,2	0	0	0	0	-0,1	8,8	0	0	0	8,7
σ_6	-0,3	-0,1	-0,1	0	0	0	0	-0,1	8,2	0	0	0	8,1
σ_5	0	0	0	0	0	0	0	0	-0,4	0	0	0	-0,4
σ_4	-0,5	-0,1	-0,1	0	0	0	0	-0,6	8	0	0	0	7,5
σ_3	-0,5	-0,1	-0,1	0	0	0	0	-0,6	7,9	0	0	0	7,3
σ_2	-0,3	0	0	0	0	0	0	-0,3	6,3	0	0	0	6

σ_1	-0,1	0,1	0,1	0	0	0	0	0	0	-0,5	0	0	0	-0,6
σ_0	-0,1	0,1	0,1	0	0	0	0	0	0	-0,8	0	0	0	-0,8

NOTE

1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 2 = 0 N/mm²

2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 2 = 0 N/mm²

La sezione a fine fase 2 e' stata considerata: Non fessurata (t.,b.)

3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 = -0,25 N/mm²

4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 = -0,4 N/mm²

La sezione a fine fase 3 e' stata considerata: Non fessurata (t.,b.)

Verifica dell'intera anima (Comb. Mmax)

<i>Anima</i>	
b (mm)	2468,5
σ_{sup} (N/mm ²)	7,31
σ_{inf} (N/mm ²)	-0,58
σ_{Ed} (N/mm ²)	0,58
K_{σ}	95,68
σ_{cr0E} (N/mm ²)	10,1
τ_{Ed} (N/mm ²)	42,94
$\sigma_{cr}(P)$ (N/mm ²)	966,59
$\sigma_{cr}(C)$ (N/mm ²)	9,1
ξ	1
σ_{cr} (N/mm ²)	966,59
K_{τ}	12,28
$K_{\tau sl}$	9,11
Coefficienti di utilizzo	0,381
Esito	VERIFICA SODDISFATTA

Verifica locale dei sub pannelli (Comb. Mmax)

	<i>Sub pannello 1</i>	<i>Sub pannello 2</i>
b (mm)	576,2	1892,3
σ_{sup} (N/mm ²)	7,31	5,47
σ_{inf} (N/mm ²)	5,47	-0,58
σ_{Ed} (N/mm ²)	0	0,58
τ_{Ed} (N/mm ²)	42,94	42,94
σ_{cr0E} (N/mm ²)	185,41	17,19
ψ	1,337	-9,36
K_{σ}	1E+50	95,7
σ_{cr} (N/mm ²)	1,854136078087E+52	1644,85
K_{τ}	5,54	7,46
τ_{cr}	1026,53	128,23
Coefficienti di utilizzo	0,046	0,368
Esito	VERIFICA SODDISFATTA	VERIFICA SODDISFATTA

SLE: Verifica a web breathing (Comb. Mmin)**Sollecitazioni (Comb. Mmin)**

Fase	<i>N (N)</i>	<i>V (N)</i>	<i>M (Nm)</i>	<i>T (Nm)</i>
1	-3,4E+4	1,25E+6	-2,2E+4	-9,59E+5
2a	-3E+3	4,42E+5	-1,2E+4	-5,17E+5
2b	0E+00	-1E+4	0E+00	-2,1E+4
Rit.Iso	-4,42E+6	0	-4,07E+6	0
2c	0E+00	0E+00	0E+00	0E+00
3a	0E+00	-3E+3	0E+00	-7E+3
Term.Iso	-1,7E+6	0	-1,12E+6	0
3b	0E+00	1,13E+5	-1,8E+4	-7,88E+5
Totale	-6,16E+6	1,79E+6	-5,23E+6	-2,29E+6

Tensioni normali sulla sezione efficace (Comb. Mmin)

	F. 1	F. 2a Non Fess.	F. 2a Fess.	F. 2b Non Fess.	F. 2b Fess.	F. 2c Non Fess.	F. 2c Fess.	F. 2 tot	F. 3a Non Fess.	F. 3a Fess.	F. 3b Non Fess.	F. 3b Fess.	F. 3 tot
σ_8	0	0	0	1,3	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0
σ_7	-0,3	-0,1	-0,2	-39,5	0	0	0	-0,2	-8,8	0	0	-0,2	-0,4
σ_6	-0,3	-0,1	-0,2	-36,7	0	0	0	-0,2	-8,2	0	0	-0,2	-0,4
σ_5	0	0	0	1,6	0	0	0	0	0,4	0	0	0	0
σ_4	-0,6	-0,1	-0,2	-36	0	0	0	-0,8	-8	0	0	-0,2	-1
σ_3	-0,6	-0,1	-0,2	-35,3	0	0	0	-0,8	-7,9	0	0	-0,2	-1
σ_2	-0,3	0	0	-23,2	0	0	0	-0,3	-6,2	0	0	0	-0,3
σ_1	-0,1	0,1	0,1	2,7	0	0	0	-0,1	0,6	0	0,1	0,1	0
σ_0	-0,1	0,1	0,1	3,6	0	0	0	-0,1	0,8	0	0,1	0,1	0,1

NOTE

1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 2 = 1,29 N/mm²

2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 2 = 1,61 N/mm²

La sezione a fine fase 2 e' stata considerata: Fessurata (t.,b.)

3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 = 1,53 N/mm²

4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 = 2 N/mm²

La sezione a fine fase 3 e' stata considerata: Fessurata (t.,b.)

Verifica dell'intera anima (Comb. Mmin)

	Anima
b (mm)	2468,5
σ_{sup} (N/mm ²)	-0,95
σ_{inf} (N/mm ²)	0,04
σ_{Ed} (N/mm ²)	0,95
K_{σ}	8,11
σ_{cr0E} (N/mm ²)	10,1
τ_{Ed} (N/mm ²)	36,45
$\sigma_{cr}(P)$ (N/mm ²)	402,03
$\sigma_{cr}(C)$ (N/mm ²)	371,3
ξ	0,083
σ_{cr} (N/mm ²)	376,17
K_{τ}	12,28
$K_{\tau sl}$	9,11
Coefficienti di utilizzo	0,323
Esito	VERIFICA SODDISFATTA

Verifica locale dei sub pannelli (Comb. Mmin)

	Sub pannello 1	Sub pannello 2
b (mm)	576,2	1892,3
σ_{sup} (N/mm ²)	-0,95	-0,72
σ_{inf} (N/mm ²)	-0,72	0,04
σ_{Ed} (N/mm ²)	0,95	0,72
τ_{Ed} (N/mm ²)	36,45	36,45
σ_{cr0E} (N/mm ²)	185,41	17,19
ψ	0,756	-0,06
K_{σ}	4,5	8,2
σ_{cr} (N/mm ²)	841,82	141,3
K_{τ}	5,54	7,46
τ_{cr}	1026,53	128,23
Coefficienti di utilizzo	0,039	0,313
Esito	VERIFICA SODDISFATTA	VERIFICA SODDISFATTA

Verifica connessione trave soletta**Caratteristiche generali**

Numero di pioli per unita' di lunghezza, n (m ⁻¹)	26
---	----

Diametro dei pioli, d (mm)	22
Altezza dei pioli, h (mm)	200
Resistenza ultima dei pioli, α	1
Coefficiente di sicurezza parziale, γ_v	1,25
Resistenza ultima dei pioli, f_u (N/mm ²)	450
Coefficiente E_{cm} (N/mm ²)	34077
Resistenza caratteristica cilindrica, f_{ck} (N/mm ²)	35

Resistenza della connessione

Resistenza a taglio del piolo, $P_{Rd1} = 0.8 f_u \pi d^2 / 4 \gamma_v$, (N)	109478,22
Resistenza per schiacciamento del calcestruzzo, $P_{Rd2} = 0.29 \alpha d^2 (f_{ck} E_{cm})^{0.5} / \gamma_v$, (N)	122630,64
Resistenza di progetto del piolo $P_{Rd} = \text{Min}(P_{Rd1}, P_{Rd2})$, (N)	109478,22

Verifica elastica allo SLU

Coefficiente di utilizzo (Comb. Mmax)

Resistenza di progetto per unita' di lunghezza, $v_{Rd} = n P_{Rd} \kappa_s$ (N/mm)	2846,4
Fattore di riduzione, κ_s	1.00
Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo v_{Ed} (N/mm)	654,7
Coefficiente di utilizzo v_{Ed} / v_{Rd}	0,23
VERIFICA SODDISFATTA	

Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo (Comb. Mmax)

Fase	V_{Ed} (N)	$S_{y,4}$ (mm ³)	J_y (mm ⁴)	V_{Ed} (N/mm)
Fase 2a	6,62E+5	6,059E+7	2,167E+11	185,1
Fase 2b	-1,2E+4	7,738E+7	2,427E+11	-3,8
Fase 2c	0E+00	5,936E+7	2,148E+11	0
Fase 3a	6E+0	1,104E+8	2,94E+11	0
Fase 3b	1,261E+6	1,104E+8	2,94E+11	473,4
Totale				654,7

Coefficiente di utilizzo (Comb. Mmin)

Resistenza di progetto per unita' di lunghezza, $v_{Rd} = n P_{Rd} \kappa_s$ (N/mm)	2846,4
Fattore di riduzione, κ_s	1.00
Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo v_{Ed} (N/mm)	326,3
Coefficiente di utilizzo v_{Ed} / v_{Rd}	0,115
VERIFICA SODDISFATTA	

Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo (Comb. Mmin)

Fase	V_{Ed} (N)	$S_{y,4eff}$ (mm ³)	$J_{y,eff}$ (mm ⁴)	V_{Ed} (N/mm)
Fase 2a	6,62E+5	5,857E+7	2,107E+11	184
Fase 2b	-1,2E+4	7,344E+7	2,346E+11	-3,8
Fase 2c	0E+00	5,746E+7	2,089E+11	0
Fase 3a	-6E+3	1,012E+8	2,793E+11	-2,2
Fase 3b	4,09E+5	1,012E+8	2,793E+11	148,2
Totale				326,3

Verifica elastica allo SLE

Coefficiente di utilizzo (Comb. Mmax)

Resistenza di progetto per unita' di lunghezza, $v_{Rd} = n P_{Rd} \kappa_s$ (N/mm)	1707,9
Fattore di riduzione, κ_s	0,6
Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo v_{Ed} (N/mm)	466,9
Coefficiente di utilizzo v_{Ed} / v_{Rd}	0,273
VERIFICA SODDISFATTA	

Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo (Comb. Mmax)

Fase	V_{Ed} (N)	$S_{y,4}$ (mm ³)	J_y (mm ⁴)	V_{Ed} (N/mm)
Fase 2a	4,42E+5	6,059E+7	2,167E+11	123,6
Fase 2b	-1E+4	7,738E+7	2,427E+11	-3,2
Fase 2c	0E+00	5,936E+7	2,148E+11	0
Fase 3a	4E+0	1,104E+8	2,94E+11	0
Fase 3b	9,23E+5	1,104E+8	2,94E+11	346,5

Totale	466,9
--------	-------

Coefficiente di utilizzo (Comb. Mmin)

Resistenza di progetto per unita' di lunghezza, $v_{Rd} = n P_{Rd} \kappa_s$ (N/mm)	1707,9
Fattore di riduzione, κ_s	0,6
Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo v_{Ed} (N/mm)	231,5
Coefficiente di utilizzo v_{Ed}/v_{Rd}	0,136
VERIFICA SODDISFATTA	

Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo (Comb. Mmin)

Fase	V_{Ed} (N)	$S_{y,4}$ (mm ³)	J_y (mm ⁴)	V_{Ed} (N/mm)
Fase 2a	4,42E+5	6,059E+7	2,167E+11	123,6
Fase 2b	-1E+4	7,738E+7	2,427E+11	-3,2
Fase 2c	0E+00	5,936E+7	2,148E+11	0
Fase 3a	-4E+3	1,104E+8	2,94E+11	-1,5
Fase 3b	3E+5	1,104E+8	2,94E+11	112,6
Totale				231,5

Sezione C1 1 2

Pre-classificazione

La preclassificazione e' riferita alla sezione composta in Fase 3

Caratteristiche plastiche dei singoli componenti

Componenti	N_{pl} (N)	z_N (mm)	z_{max} (mm)	z_{min} (mm)
Strato di calcestruzzo superiore	3,143E+6	2620,19	2640	2600,38
Strato di calcestruzzo intermedio alle armature	1,343E+7	2515	2599,62	2430,38
Strato di calcestruzzo inferiore	3,143E+6	2409,81	2429,62	2390
Strato di armatura superiore	1,205E+6	2600	2600,38	2599,62
Strato di armatura inferiore	1,205E+6	2430	2430,38	2429,62
Raccordo in cls	0E+00	2390	2390	2390
Flangia superiore della trave di acciaio	9,467E+6	2370	2390	2350
Anima della trave di acciaio	1,502E+7	1204	2350	58
Flangia inferiore della trave di acciaio	1,665E+7	29	58	0
Compressione ultima per la sezione completa	-6,326E+7			
Trazione ultima per la sezione completa	4,355E+7			
Compressione ultima per la sezione senza anima	-4,824E+7			
Trazione ultima per la sezione senza anima	2,853E+7			

Classificazione delle piattabande

	c/t	ϵ	Flessione semplice con fibre tese superiori (M+)	Flessione semplice con fibre tese inferiori (M-)
Flangia superiore	8,508	0,814	1	0
Flangia inferiore	7,591	0,838	2	1

Classificazione dell'anima

	c/t	ϵ	α	ψ	classe
Flessione semplice con fibre tese superiori (M+)	137,141	0,814	0,341	-1,319	4
Flessione semplice con fibre tese inferiori (M-)	137,141	0,814	0,003	-0,272	1
Compressione semplice (N)	137,141	0,814	1	1	4

Verifiche S.L.U. sezione composta (Comb. Mmax)

Sollecitazioni (Comb. Mmax)

Fase	N (N)	V (N)	M (Nm)	T (Nm)
1	-4,6E+4	1,4E+6	-8,31E+6	-1,3E+6
2a	-5E+3	5,26E+5	-3,21E+6	-7,76E+5
2b	0E+00	-1,2E+4	6,3E+4	-2,5E+4
Rit.Iso	0E+00	0	0E+00	0
2c	0E+00	0E+00	0E+00	0E+00
3a	0E+00	6E+0	3,2E+1	1,3E+1
Term.Iso	3,07E+6	0	2,01E+6	0
3b	2,04E+5	1,05E+6	-2,11E+6	8,5E+4

Totale	3,22E+6	2,96E+6	-1,16E+7	-2,01E+6
--------	---------	---------	----------	----------

Pressoflessione - Analisi plastica

Classificazione della sezione (Comb. Mmax)

	c/t	z _{pl} (mm)	α	ψ	Classe
Anima	137,14	2356,61	0	-0,98	1
Piattabanda superiore	8,51				1
Piattabanda inferiore	7,59				1
classe della sezione					1

Analisi plastica: APPLICABILE

Verifica plastica a Presso-Tenso flessione (Comb. Mmax)

Azione assiale		Flessione semplice		Interazione N/M	
N _{Ed} (N)	3,22E+6	M _{Ed} (Nm)	-1,155E+7	N _{Ed} (N)	3,22E+6
N _{Rd} (N)	4,355E+7	M _{Rd} (Nm)	-5,971E+7	M _{Ed} (Nm)	-1,155E+7
				M _{Rd} (Nm)	-5,812E+7
N _{Ed} /N _{Rd}	0,074	M _{Ed} /M _{Rd}	0,193	M _{Ed} /M _{Rd}	0,199

VERIFICA SODDISFATTA

Pressoflessione - Calcolo tensioni lorde

Tensioni normali sulla sezione lorda (Comb. Mmax)

	F. 1	F. 2a Non Fess.	F. 2a Fess.	F. 2b Non Fess.	F. 2b Fess.	F. 2c Non Fess.	F. 2c Fess.	F. 2 tot	F. 3a Non Fess.	F. 3a Fess.	F. 3b Non Fess.	F. 3b Fess.	F. 3 tot	η ₁
σ ₈	0	-0,9	0	0	0	0	0	-0,9	-0,5	0	-0,8	0	-2,2	0,11
σ ₇	-0,4	-16,9	-36,4	0,3	0,7	0	0	-16,6	15,5	0	-4,6	-22,4	-5,7	0,015
σ ₆	-0,4	-14,4	-32,4	0,2	0,6	0	0	-14,2	14,4	0	-3,4	-19,8	-3,2	0,008
σ ₅	0	-0,7	0	0	0	0	0	-0,7	-0,8	0	-0,5	0	-2	0,1
σ ₄	-96	-13,8	-31,5	0,2	0,6	0	0	-109,6	14,1	0	-3,1	-19,1	-98,6	0,292
σ ₃	-93,3	-13,2	-30,6	0,2	0,6	0	0	-106,3	13,8	0	-2,8	-18,5	-95,3	0,282
σ ₂	-0,4	0	0	0	0	0	0	-0,4	10,5	0	0,7	1,6	10,8	0,032
σ ₁	61,5	20,7	23,1	-0,4	-0,5	0	0	81,8	-1,9	0	13,6	16,8	93,6	0,293
σ ₀	65,4	21,6	24,5	-0,4	-0,5	0	0	86,6	-2,2	0	14	17,7	98,4	0,308

Massimo coefficiente di utilizzo: 0,308 VERIFICA NON SIGNIFICATIVA

NOTE

- 1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 2 = -0,88 N/mm²
- 2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 2 = -0,69 N/mm²
 La sezione a fine fase 2 e' stata considerata: Non fessurata (t.,b.)
- 3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 = -2,17 N/mm²
- 4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 = -1,98 N/mm²
 La sezione a fine fase 3 e' stata considerata: Non fessurata (t.,b.)

Resistenza a taglio

Valutazione della necessita' di calcolo della resistenza a Shear buckling

$$h_w/t_w=137,141 > 31/\eta * \epsilon_w * (K_\tau)^{0,5} = 73,667 \quad \text{Verifica a Shear Buckling: NECESSARIA}$$

Resistenza a taglio Shear buckling: **V_{b,Rd} = 6,463E+6 N**

Essendo:

$$a/h_w=1,053, \quad \eta=1,2, \quad I_{sl}=1,679E+7(\text{mm}^4), \quad K_{\tau sl}=9,106, \quad K_\tau=12,284$$

$$\text{contributo anima: } V_{bw,Rd}=5,346E+6 \text{ N}, \quad \text{contributo flange: } V_{bf,Rd}=1,117E+6 \text{ N}$$

$$\chi_w=0,646, \quad \lambda_{\tau w}=1,285, \quad \tau_{cr}=124,1, \quad C=758,4$$

$$M_{Ed}=-1,155E+7 \text{ Nm}, \quad M_{f,Rd}=-4,057E+7 \text{ Nm}, \quad M_{Ed}/M_{f,Rd}=0,285$$

Resistenza plastica: **V_{pl,Rd} = 1,041E+7 N**

Resistenza a taglio: **V_{Rd} = min(V_{pl,Rd}, V_{b,Rd}) = 6,463E+6 N**

Coefficienti di utilizzo

$$\eta_3 = V_{Ed}/V_{Rd} = 0,493, \quad (=> \text{VERIFICA SODDISFATTA})$$

$$\eta_3 = V_{Ed} / V_{bw,Rd} = 0,596, \quad \eta_1 = M_{Ed} / M_{Rd} = 0,199$$

Interazione pressoflessione taglio (N-M-V)

Valutazione della presenza di interazione

$$\eta_3 < 0,5, \quad M_{Ed} / M_{f,Rd} < 1$$

NON C'E' INTERAZIONE

Verifiche S.L.U. sezione composta (Comb. Mmin)

Sollecitazioni (Comb. Mmin)

Fase	N (N)	V (N)	M (Nm)	T (Nm)
1	-4,6E+4	1,4E+6	-8,31E+6	-1,3E+6
2a	-5E+3	5,26E+5	-3,21E+6	-7,76E+5
2b	0E+00	-1,2E+4	6,3E+4	-2,5E+4
Rit.Iso	-5,3E+6	0	-4,88E+6	0
2c	0E+00	0E+00	0E+00	0E+00
3a	0E+00	-6E+3	-3,2E+4	-1,3E+4
Term.Iso	-3,07E+6	0	-2,01E+6	0
3b	-2,08E+5	3,78E+5	-6,25E+6	-2,26E+6
Totale	-8,63E+6	2,28E+6	-2,46E+7	-4,37E+6

Pressoflessione - Analisi plastica

Classificazione della sezione (Comb. Mmin)

	c/t	z _{pl} (mm)	α	ψ	Classe
Anima	137,14	1685,01	0,29	-0,69	4
Piattabanda superiore	8,51				1
Piattabanda inferiore	7,59				1
classe della sezione					4

Analisi plastica: NON APPLICABILE

Verifica plastica a Presso-Tenso flessione (Comb. Mmin)

Azione assiale		Flessione semplice		Interazione N/M	
N _{Ed} (N)	-8,628E+6	M _{Ed} (Nm)	-2,462E+7	N _{Ed} (N)	-8,628E+6
N _{Rd} (N)	-6,326E+7	M _{Rd} (Nm)	-5,971E+7	M _{Ed} (Nm)	-2,462E+7
				M _{Rd} (Nm)	-6,104E+7
N _{Ed} /N _{Rd}	0,136	M _{Ed} /M _{Rd}	0,412	M _{Ed} /M _{Rd}	0,403

VERIFICA NON SIGNIFICATIVA

Pressoflessione - Calcolo tensioni lorde

Tensioni normali sulla sezione lorda (Comb. Mmin)

	F. 1	F. 2a Non Fess.	F. 2a Fess.	F. 2b Non Fess.	F. 2b Fess.	F. 2c Non Fess.	F. 2c Fess.	F. 2 tot	F. 3a Non Fess.	F. 3a Fess.	F. 3b Non Fess.	F. 3b Fess.	F. 3 tot	η ₁
σ ₈	0	-0,9	0	1,7	0	0	0	0	0,5	0	-2,8	0	0	0
σ ₇	-0,4	-16,9	-36,4	-45,4	0,7	0	0	-35,7	-15,6	-0,4	-16,4	-72,5	-108,5	0,277
σ ₆	-0,4	-14,4	-32,4	-42	0,6	0	0	-31,8	-14,4	-0,3	-12,8	-64,7	-96,8	0,247
σ ₅	0	-0,7	0	2,1	0	0	0	0	0,8	0	-1,9	0	0	0
σ ₄	-96	-13,8	-31,5	-41,2	0,6	0	0	-126,9	-14,1	-0,3	-12	-62,9	-190,1	0,562
σ ₃	-93,3	-13,2	-30,6	-40,4	0,6	0	0	-123,3	-13,9	-0,3	-11,1	-61,1	-184,6	0,546
σ ₂	-0,4	0	0	-25,4	0	0	0	-0,4	-10,5	0	-0,7	-1,6	-2	0,006
σ ₁	61,5	20,7	23,1	5,1	-0,5	0	0	84,1	2	0,2	37,6	43,5	127,9	0,401
σ ₀	65,4	21,6	24,5	6,2	-0,5	0	0	89,4	2,5	0,2	38,8	46,1	135,8	0,426

Massimo coefficiente di utilizzo: 0,562 VERIFICA NON SIGNIFICATIVA

NOTE

- 1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 2 = 0,81 N/mm²
- 2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 2 = 1,39 N/mm²
 La sezione a fine fase 2 e' stata considerata: Fessurata (t.,b.)
- 3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 = -1,51 N/mm²
- 4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 = 0,21 N/mm²
 La sezione a fine fase 3 e' stata considerata: Fessurata (t.,b.)

Pressoflessione - Calcolo tensioni efficaci**Area efficace per shear lag e/o buckling delle flange(Comb. Mmin)**

Componente	b (mm)	t (mm)	λ_p	ρ	$A_{c,eff}$ (mm ²)	β^k	$A_{c,eff} * \beta^k$ (mm ²)
Piattabanda superiore SX	350	40	---	---	---	1	14000
Piattabanda superiore DX	350	40	---	---	---	1	14000
Piattabanda inferiore SX	450	58	---	---	---	1	26100
Piattabanda inferiore DX	450	58	---	---	---	1	26100

Instabilita' locale dei pannelli d'anima (Comb. Mmin)

	Anima	Sub pannello 1	Sub pannello 2
b (mm)	2468,54	576,21	1892,33
σ_{cr0E} (N/mm ²)	10,1	185,41	17,19
σ_{sup} (N/mm ²)	-192,32	-192,32	-117,72
σ_{inf} (N/mm ²)	127,28	-117,72	127,28
ψ	-0,66	0,61	-1,08
K_σ	16,26	4,93	25,9
λ_p	1,47	0,62	0,89
b _c (mm)	1485,43	576,21	909,22
b _{c sup} (mm)	594,17	262,63	363,69
b _{c sup} (mm)	891,26	313,57	545,53
ρ_{loc}	0,62	1	0,99
b _{ceff} (mm)	921,96	576,21	897,96
b _{ceff sup} (mm)	368,78	262,63	359,19
b _{ceff sup} (mm)	553,18	313,57	538,78
ϕ_{Foro} (mm)	563,47	0	11,26

Caratteristiche dell'anima compressa, irrigidenti esclusi (Comb. Mmin)

	A(mm ²)	z _G (mm)	J _y (mm ⁴)
A _c Edge sup	4,727E+3	2324,9	2,717E+7
A _{c 1}	1,219E+4	1855	4,66E+8
A _{c 2}	0E+00	0	0E+00
A _c Edge inf	9,82E+3	1243,6	2,435E+8
A _{c tot}	2,674E+4	1713,5	4,916E+9
A _c	1,444E+4		

Caratteristiche dell'anima compressa, depurata per instabilita' locale (Comb. Mmin)

	A(mm ²)	z _G (mm)	J _y (mm ⁴)
A _{c,eff} Edge sup	4,727E+3	2324,9	2,717E+7
A _{c,eff 1}	1,211E+4	1857,2	4,567E+8
A _{c,eff 2}	0E+00	0	0E+00
A _{c,eff} Edge inf	9,698E+3	1240,2	2,346E+8
A _{c,eff tot}	2,654E+4	1715	4,908E+9
A _{c,eff,loc}	1,436E+4		

Tensioni critiche per l'anima (Comb. Mmin)

	Stiffener 1
A _{sl} (mm ²)	1,444E+4
e _{sl} (mm)	-13,1
I _{sl} (mm ⁴)	1,795E+7
A _{sl,eff} (mm ²)	1,436E+4
e _{sl,eff} (mm)	-13,2
I _{sl,eff} (mm ⁴)	1,793E+7
$\sigma_{cr,sl,i}$ (p)	414,25
$\sigma_{cr,p,i}$ (p)	676,77
$\sigma_{cr,sl}$ (C)	381,11
$\sigma_{cr,c}$ (C)	622,64
α_e	0,671

Coefficienti di riduzione per instabilita' globale dell'anima (Comb. Mmin)

	Piastra	Colonna

$\sigma_{cr,p}$ (p)	676,77	$\sigma_{cr,c}$ (c)	0,994
β_{ac} (p)	0,994	β_{ac} (c)	0,753
λ_p	0,722	λ_c	0,694
ρ_p	1	χ_c	

Anima depurata per instabilita' locale e globale dell'anima (Comb. Mmin)

	$A(mm^2)$	$z_G(mm)$	$J_y(mm^4)$
Edge sup	4,727E+3	2324,9	2,717E+7
1	8,408E+3	1857,2	3,171E+8
2	0E+00	0	0E+00
Edge inf	9,698E+3	1240,2	2,346E+8
Totale	2,283E+4	1692	4,682E+9

Depurazione complessiva da applicare alla sezione (Comb. Mmin)

	$\Delta A(mm^2)$	$z_G(mm)$	$\Delta J_y(mm^4)$
Anima	-3,904E+3	1839,5	-1,621E+8
Piattabanda superiore	0E+00	0	0E+00
Piattabanda inferiore	0E+00	0	0E+00

Caratteristiche geometriche efficaci (Comb. Mmin)

	Fase 1	Fase 2a	Fase 2b	Fase 2c	Fase 3	Fessurata
$A(mm^2)$	1,207E+5	1,782E+5	2,892E+5	1,765E+5	2,892E+5	1,269E+5
$z_G(mm)$	945,836	1451,63	1859,844	1441,5	1859,844	1021,983
$\Delta z_{Geff}(mm)$	27,99	8,32	-0,27	8,61	-0,27	24,4
$J_{y,eff}(mm^4)$	1,198E+11	2,16E+11	2,939E+11	2,14E+11	2,939E+11	1,343E+11
$W_{y,0eff}(mm^3)$	-1,267E+8	-1,488E+8	-1,58E+8	-1,485E+8	-1,58E+8	-1,314E+8
$W_{y,1eff}(mm^3)$	-1,35E+8	-1,55E+8	-1,631E+8	-1,547E+8	-1,631E+8	-1,393E+8
$W_{y,3eff}(mm^3)$	8,533E+7	2,404E+8	5,995E+8	2,356E+8	5,995E+8	1,011E+8
$W_{y,4eff}(mm^3)$	8,297E+7	2,301E+8	5,543E+8	2,256E+8	5,543E+8	9,817E+7
$W_{y,5eff}(mm^3)$	1E+300	2,301E+8	5,543E+8	2,256E+8	5,543E+8	9,817E+7
$W_{y,6eff}(mm^3)$	1E+300	2,207E+8	5,154E+8	2,165E+8	5,154E+8	9,538E+7
$W_{y,7eff}(mm^3)$	1E+300	1,881E+8	3,97E+8	1,847E+8	3,97E+8	8,51E+7
$W_{y,8eff}(mm^3)$	1E+300	1,817E+8	3,767E+8	1,786E+8	3,767E+8	8,3E+7
$S_{y,1eff}(mm^3)$	4,786E+7	7,426E+7	9,557E+7	7,373E+7	9,557E+7	5,183E+7
$S_{y,2eff}(mm^3)$	5,55E+7	9,309E+7	1,27E+8	9,229E+7	1,27E+8	6,084E+7
$S_{y,3eff}(mm^3)$	3,988E+7	8,678E+7	1,246E+8	8,584E+7	1,246E+8	4,694E+7
$S_{y,4eff}(mm^3)$	1,569E-291	6,106E+7	1,103E+8	5,984E+7	1,103E+8	9,193E+6

Le caratteristiche efficaci sono state calcolate iterativamente in 1 iterazioni, con la seguente variazione percentuale del coefficiente ψ

$(\psi_1 - \psi_0)/\psi_0 * 100$	4,43
$(\psi_2 - \psi_1)/\psi_1 * 100$	
$(\psi_3 - \psi_2)/\psi_2 * 100$	
$(\psi_4 - \psi_3)/\psi_3 * 100$	
$(\psi_5 - \psi_4)/\psi_4 * 100$	

Momento aggiuntivo per traslazione dell'asse neutro(Comb. Mmin)

	Fase 1	Fase 2a	Fase 2b	Fase 2c	Fase 3a	Fase 3b
$\Delta M_{Fessurata}(kNm)$	-1,288E+3	-1,22E+2	0E+00	0E+00	0E+00	-5,076E+3
$\Delta M_{Non fessurata}(kNm)$	-1,288E+3	-4,159E+1	-2,474E+4	0E+00	8,328E+2	5,648E+1

Tensioni normali sulla sezione efficace (Comb. Mmin)

	F. 1	F. 2a Non Fess.	F. 2a Fess.	F. 2b Non Fess.	F. 2b Fess.	F. 2c Non Fess.	F. 2c Fess.	F. 2 tot	F. 3a Non Fess.	F. 3a Fess.	F. 3b Non Fess.	F. 3b Fess.	F. 3 tot	η_1
σ_8	0	-0,9	0	1,7	0	0	0	0	0,5	0	-2,8	0	0	0
σ_7	-0,4	-17,1	-37,7	-46,1	0,7	0	0	-37	-15,7	-0,4	-16,5	-75,1	-112,5	0,288
σ_6	-0,4	-14,6	-33,7	-42,7	0,7	0	0	-33	-14,6	-0,3	-12,8	-67,2	-100,6	0,257
σ_5	0	-0,7	0	2	0	0	0	0	0,7	0	-1,9	0	0	0
σ_4	-100,5	-14	-32,7	-41,9	0,6	0	0	-132,6	-14,3	-0,3	-12	-65,3	-198,3	0,586
σ_3	-97,7	-13,4	-31,8	-41,1	0,6	0	0	-128,9	-14	-0,3	-11,1	-63,5	-192,7	0,57
σ_2	-0,4	0	0	-25,9	0	0	0	-0,4	-10,6	0	-0,7	-1,6	-2,1	0,006
σ_1	61,2	20,7	23	4,7	-0,5	0	0	83,7	1,9	0,2	37,6	43,3	127,2	0,399

σ_0	65,2	21,5	24,4	5,9	-0,5	0	0	89,1	2,3	0,2	38,8	46	135,3	0,424
------------	------	------	------	-----	------	---	---	------	-----	-----	------	----	-------	-------

Massimo coefficiente di utilizzo: 0,586 VERIFICA SODDISFATTA

NOTE

1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 2 = 0,74 N/mm²

2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 2 = 1,32 N/mm²

La sezione a fine fase 2 e' stata considerata: Fessurata (t.,b.)

3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 = -1,6 N/mm²

4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 = 0,13 N/mm²

La sezione a fine fase 3 e' stata considerata: Fessurata (t.,b.)

Resistenza a taglio

Valutazione della necessita' di calcolo della resistenza a Shear buckling

$$h_w/t_w=137,141 > 31/\eta * \epsilon_w * (K_\tau)^{0.5} = 73,667 \quad \text{Verifica a Shear Buckling: NECESSARIA}$$

Resistenza a taglio Shear buckling: **$V_{b,Rd} = 6,35E+6$ N**

Essendo:

$$a/h_w=1,053, \quad \eta=1,2, \quad I_{sl}=1,679E+7(\text{mm}^4), \quad K_{\tau sl}=9,106, \quad K_\tau=12,284$$

$$\text{contributo anima: } V_{bw,Rd}=5,346E+6 \text{ N,} \quad \text{contributo flange: } V_{bf,Rd}=1,004E+6 \text{ N}$$

$$\chi_w=0,646, \quad \lambda_w=1,285, \quad \tau_{cr}=124,1, \quad C=758,4$$

$$M_{Ed}=M_{Ed,eq}=-1,946E+7 \text{ Nm,} \quad M_{f,Rd}=-4,668E+7 \text{ Nm,} \quad M_{Ed}/M_{f,Rd}=0,417$$

Resistenza plastica: **$V_{pl,Rd} = 1,041E+7$ N**

Resistenza a taglio: **$V_{Rd} = \min(V_{pl,Rd}, V_{b,Rd}) = 6,35E+6$ N**

Coefficienti di utilizzo

$$\eta_3 = V_{Ed}/V_{Rd} = 0,387, \quad (= > \text{VERIFICA SODDISFATTA})$$

$$\eta_3 = V_{Ed}/V_{bw,Rd} = 0,46, \quad \eta_1 = \max(\eta_i) = 0,586$$

Interazione pressoflessione taglio (N-M-V)

Valutazione della presenza di interazione

$$\eta_3 < 0,5, \quad M_{Ed}/M_{f,Rd} < 1$$

NON C'E' INTERAZIONE

Verifica a stato limite delle tensioni (Comb. Mmax)

Sollecitazioni (Comb. Mmax)

Fase	N (N)	V (N)	M (Nm)	T (Nm)
1	-3,4E+4	1,03E+6	-6,15E+6	-9,59E+5
2a	-3E+3	3,51E+5	-2,14E+6	-5,17E+5
2b	0E+00	-1E+4	5,3E+4	-2,1E+4
Rit.Iso	0E+00	0	0E+00	0
2c	0E+00	0E+00	0E+00	0E+00
3a	0E+00	4E+0	2,1E+1	8E+0
Term.Iso	2,04E+6	0	1,34E+6	0
3b	1,36E+5	7,67E+5	-1,55E+6	5,4E+4
Totale	2,14E+6	2,14E+6	-8,45E+6	-1,44E+6

Tensioni normali sulla sezione lorda (Comb. Mmax)

	F. 1	F. 2a Non Fess.	F. 2a Fess.	F. 2b Non Fess.	F. 2b Fess.	F. 2c Non Fess.	F. 2c Fess.	F. 2 tot	F. 3a Non Fess.	F. 3a Fess.	F. 3b Non Fess.	F. 3b Fess.	F. 3 tot	σ_d	η_1
σ_8	0	-0,6	0	0	0	0	0	-0,6	-0,3	0	-0,6	0	-1,5	1,5	0,072
σ_7	-0,3	-11,3	-24,3	0,2	0,6	0	0	-11,1	10,4	0	-3,4	-16,5	-4,1	4,1	0,011
σ_6	-0,3	-9,6	-21,6	0,2	0,5	0	0	-9,4	9,6	0	-2,5	-14,6	-2,4	2,4	0,007
σ_5	0	-0,5	0	0	0	0	0	-0,5	-0,5	0	-0,4	0	-1,4	1,4	0,065
σ_4	-71,1	-9,2	-21	0,2	0,5	0	0	-80,1	9,4	0	-2,3	-14,2	-73,1	73,1	0,206
σ_3	-69,1	-8,8	-20,4	0,2	0,5	0	0	-77,8	9,2	0	-2,1	-13,7	-70,7	99,8	0,281
σ_2	-0,3	0	0	0	0	0	0	-0,3	7	0	0,5	1	7,2	86,3	0,243
σ_1	45,5	13,8	15,4	-0,3	-0,4	0	0	59	-1,2	0	10	12,2	67,8	97,3	0,29

σ_0	48,4	14,4	16,3	-0,3	-0,4	0	0	62,5	-1,5	0	10,3	12,9	71,3	71,3	0,213
τ_4	0	0,1	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0,4	0,1	0,5		
τ_3	17	7,2	6,1	-0,2	-0,2	0	0	23,9	0	0	16,8	13,3	40,7		
τ_2	24,9	7,8	8,3	-0,2	-0,2	0	0	32,5	0	0	17,1	18,1	49,6		
τ_1	21,4	6,2	7	-0,2	-0,2	0	0	27,5	0	0	12,9	15,3	40,3		
τ_0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		

Massimo coefficiente di utilizzo: 0,29 VERIFICA SODDISFATTA

NOTE

1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 2 = -0,58 N/mm²

2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 2 = -0,46 N/mm²

La sezione a fine fase 2 e' stata considerata: Non fessurata (t.,b.)

3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 = -1,51 N/mm²

4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 = -1,36 N/mm²

La sezione a fine fase 3 e' stata considerata: Non fessurata (t.,b.)

Verifica a stato limite delle tensioni (Comb. Mmin)

Sollecitazioni (Comb. Mmin)

Fase	N (N)	V (N)	M (Nm)	T (Nm)
1	-3,4E+4	1,03E+6	-6,15E+6	-9,59E+5
2a	-3E+3	3,51E+5	-2,14E+6	-5,17E+5
2b	0E+00	-1E+4	5,3E+4	-2,1E+4
Rit.Iso	-4,42E+6	0	-4,07E+6	0
2c	0E+00	0E+00	0E+00	0E+00
3a	0E+00	-4E+3	-2,1E+4	-8E+3
Term.Iso	-2,04E+6	0	-1,34E+6	0
3b	-1,38E+5	2,77E+5	-4,58E+6	-1,65E+6
Totale	-6,64E+6	1,65E+6	-1,82E+7	-3,16E+6

Tensioni normali sulla sezione lorda (Comb. Mmin)

	F. 1	F. 2a Non Fess.	F. 2a Fess.	F. 2b Non Fess.	F. 2b Fess.	F. 2c Non Fess.	F. 2c Fess.	F. 2 tot	F. 3a Non Fess.	F. 3a Fess.	F. 3b Non Fess.	F. 3b Fess.	F. 3 tot	σ_{td}	η_1
σ_8	0	-0,6	0	1,4	0	0	0	0	0,3	0	-2	0	0	0	0
σ_7	-0,3	-11,3	-24,3	-37,8	0,6	0	0	-23,7	-10,4	-0,2	-12	-53	-76,9	76,9	0,214
σ_6	-0,3	-9,6	-21,6	-35	0,5	0	0	-21,1	-9,6	-0,2	-9,3	-47,3	-68,6	68,6	0,19
σ_5	0	-0,5	0	1,7	0	0	0	0	0,5	0	-1,4	0	0	0	0
σ_4	-71,1	-9,2	-21	-34,3	0,5	0	0	-91,6	-9,4	-0,2	-8,7	-45,9	-137,7	137,7	0,388
σ_3	-69,1	-8,8	-20,4	-33,7	0,5	0	0	-89	-9,2	-0,2	-8,1	-44,6	-133,8	142,1	0,4
σ_2	-0,3	0	0	-21,2	0	0	0	-0,3	-7	0	-0,5	-1,1	-1,4	68,3	0,192
σ_1	45,5	13,8	15,4	4,2	-0,4	0	0	60,6	1,4	0,2	27,6	32	92,7	109,5	0,327
σ_0	48,4	14,4	16,3	5,2	-0,4	0	0	64,4	1,6	0,2	28,5	33,9	98,4	98,4	0,294
τ_4	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0,1		
τ_3	17	7,2	6,1	-0,2	-0,2	0	0	22,9	-0,1	-0,1	6,1	4,8	27,6		
τ_2	24,9	7,8	8,3	-0,2	-0,2	0	0	33	-0,1	-0,1	6,2	6,5	39,4		
τ_1	21,4	6,2	7	-0,2	-0,2	0	0	28,2	-0,1	-0,1	4,6	5,5	33,7		
τ_0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		

Massimo coefficiente di utilizzo: 0,4 VERIFICA SODDISFATTA

NOTE

1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 2 = 0,82 N/mm²

2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 2 = 1,27 N/mm²

La sezione a fine fase 2 e' stata considerata: Fessurata (t.,b.)

3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 = -0,9 N/mm²

4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 = 0,37 N/mm²

La sezione a fine fase 3 e' stata considerata: Fessurata (t.,b.)

SLE: Verifica a web breathing (Comb. Mmax)

Sollecitazioni (Comb. Mmax)

Fase	N (N)	V (N)	M (Nm)	T (Nm)
1	-3,4E+4	1,03E+6	-6,15E+6	-9,59E+5
2a	-3E+3	3,51E+5	-2,14E+6	-5,17E+5

2b	0E+00	-1E+4	5,3E+4	-2,1E+4
Rit.Iso	0E+00	0	0E+00	0
2c	0E+00	0E+00	0E+00	0E+00
3a	0E+00	3E+0	1,8E+1	7E+0
Term.Iso	1,7E+6	0	1,12E+6	0
3b	0E+00	3,79E+5	-5,83E+5	-1,1E+4
Totale	1,67E+6	1,76E+6	-7,71E+6	-1,51E+6

Tensioni normali sulla sezione efficace (Comb. Mmax)

	F. 1	F. 2a Non Fess.	F. 2a Fess.	F. 2b Non Fess.	F. 2b Fess.	F. 2c Non Fess.	F. 2c Fess.	F. 2 tot	F. 3a Non Fess.	F. 3a Fess.	F. 3b Non Fess.	F. 3b Fess.	F. 3 tot
σ_8	0	-0,6	0	0	0	0	0	-0,6	-0,3	0	-0,3	0	-1,1
σ_7	-0,3	-11,4	-25	0,2	0,6	0	0	-11,2	8,7	0	-1,5	-6,8	-3,9
σ_6	-0,3	-9,7	-22,3	0,2	0,6	0	0	-9,5	8	0	-1,1	-6,1	-2,6
σ_5	0	-0,5	0	0	0	0	0	-0,5	-0,4	0	-0,2	0	-1,1
σ_4	-73,9	-9,3	-21,7	0,2	0,5	0	0	-83	7,9	0	-1,1	-5,9	-76,2
σ_3	-71,9	-8,9	-21,1	0,2	0,5	0	0	-80,6	7,7	0	-1	-5,7	-73,8
σ_2	-0,3	0	0	0	0	0	0	-0,3	5,9	0	0	0	5,6
σ_1	45,4	13,8	15,4	-0,3	-0,4	0	0	58,8	-1	0	3,6	4,2	61,4
σ_0	48,3	14,4	16,3	-0,3	-0,4	0	0	62,4	-1,2	0	3,7	4,4	64,9

NOTE

- 1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 2 = -0,59 N/mm²
- 2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 2 = -0,46 N/mm²
La sezione a fine fase 2 e' stata considerata: Non fessurata (t.,b.)
- 3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 = -1,11 N/mm²
- 4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 = -1,06 N/mm²
La sezione a fine fase 3 e' stata considerata: Non fessurata (t.,b.)

Verifica dell'intera anima (Comb. Mmax)

	Anima
b (mm)	2468,5
σ_{sup} (N/mm ²)	-73,76
σ_{inf} (N/mm ²)	61,45
σ_{Ed} (N/mm ²)	73,76
K_σ	19,84
σ_{cr0E} (N/mm ²)	10,1
τ_{Ed} (N/mm ²)	35,69
$\sigma_{cr}(P)$ (N/mm ²)	767,39
$\sigma_{cr}(C)$ (N/mm ²)	705,37
ξ	0,088
σ_{cr} (N/mm ²)	715,8
K_τ	12,28
$K_{\tau sl}$	9,11
Coefficienti di utilizzo	0,333
Esito	VERIFICA SODDISFATTA

Verifica locale dei sub pannelli (Comb. Mmax)

	Sub pannello 1	Sub pannello 2
b (mm)	576,2	1892,3
σ_{sup} (N/mm ²)	-73,76	-42,2
σ_{inf} (N/mm ²)	-42,2	61,45
σ_{Ed} (N/mm ²)	73,76	42,2
τ_{Ed} (N/mm ²)	35,69	35,69
σ_{cr0E} (N/mm ²)	185,41	17,19
ψ	0,572	-1,456
K_σ	5,1	36,1
σ_{cr} (N/mm ²)	937,28	620,12
K_τ	5,54	7,46
τ_{cr}	1026,53	128,23
Coefficienti di	0,087	0,314

utilizzo		
Esito	VERIFICA SODDISFATTA	VERIFICA SODDISFATTA

SLE: Verifica a web breathing (Comb. Mmin)**Sollecitazioni (Comb. Mmin)**

Fase	N (N)	V (N)	M (Nm)	T (Nm)
1	-3,4E+4	1,03E+6	-6,15E+6	-9,59E+5
2a	-3E+3	3,51E+5	-2,14E+6	-5,17E+5
2b	0E+00	-1E+4	5,3E+4	-2,1E+4
Rit.Iso	-4,42E+6	0	-4,07E+6	0
2c	0E+00	0E+00	0E+00	0E+00
3a	0E+00	-3E+3	-1,8E+4	-7E+3
Term.Iso	-1,7E+6	0	-1,12E+6	0
3b	0E+00	1,04E+5	-2,19E+6	-7,88E+5
Totale	-6,16E+6	1,48E+6	-1,56E+7	-2,29E+6

Tensioni normali sulla sezione efficace (Comb. Mmin)

	F. 1	F. 2a Non Fess.	F. 2a Fess.	F. 2b Non Fess.	F. 2b Fess.	F. 2c Non Fess.	F. 2c Fess.	F. 2 tot	F. 3a Non Fess.	F. 3a Fess.	F. 3b Non Fess.	F. 3b Fess.	F. 3 tot
σ_8	0	-0,6	0	1,4	0	0	0	0	0,3	0	-0,9	0	0
σ_7	-0,3	-11,4	-25,2	-38,4	0,6	0	0	-24,5	-8,7	-0,2	-5,5	-25,8	-50,5
σ_6	-0,3	-9,7	-22,4	-35,6	0,6	0	0	-21,9	-8,1	-0,2	-4,3	-23	-45,1
σ_5	0	-0,5	0	1,7	0	0	0	0	0,4	0	-0,6	0	0
σ_4	-74,4	-9,3	-21,8	-34,9	0,5	0	0	-95,7	-7,9	-0,2	-4	-22,4	-118,2
σ_3	-72,4	-8,9	-21,2	-34,2	0,5	0	0	-93	-7,8	-0,2	-3,7	-21,7	-114,9
σ_2	-0,3	0	0	-21,6	0	0	0	-0,3	-5,9	0	0	0	-0,3
σ_1	45,3	13,8	15,3	3,9	-0,4	0	0	60,3	1,1	0,1	13,5	15,8	76,2
σ_0	48,3	14,4	16,3	4,9	-0,4	0	0	64,2	1,3	0,1	13,9	16,7	81

NOTE

- 1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 2 = 0,77 N/mm²
- 2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 2 = 1,22 N/mm²
La sezione a fine fase 2 e' stata considerata: Fessurata (t,b.)
- 3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 = 0,08 N/mm²
- 4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 = 1 N/mm²
La sezione a fine fase 3 e' stata considerata: Fessurata (t,b.)

Verifica dell'intera anima (Comb. Mmin)

	Anima
b (mm)	2468,5
σ_{sup} (N/mm ²)	-114,7
σ_{inf} (N/mm ²)	76,2
σ_{Ed} (N/mm ²)	114,7
K_{σ}	16,31
σ_{cr0E} (N/mm ²)	10,1
τ_{Ed} (N/mm ²)	30,08
$\sigma_{cr}(P)$ (N/mm ²)	678,05
$\sigma_{cr}(C)$ (N/mm ²)	623,81
ξ	0,087
σ_{cr} (N/mm ²)	632,83
K_{τ}	12,28
$K_{\tau sl}$	9,11
Coefficienti di utilizzo	0,322
Esito	VERIFICA SODDISFATTA

Verifica locale dei sub pannelli (Comb. Mmin)

	Sub pannello 1	Sub pannello 2
b (mm)	576,2	1892,3
σ_{sup} (N/mm ²)	-114,7	-70,14

σ_{inf} (N/mm ²)	-70,14	76,2
σ_{Ed} (N/mm ²)	114,7	70,14
τ_{Ed} (N/mm ²)	30,08	30,08
σ_{cr0E} (N/mm ²)	185,41	17,19
ψ	0,612	-1,086
K_{σ}	4,9	26
σ_{cr} (N/mm ²)	915,07	447,53
K_{τ}	5,54	7,46
τ_{cr}	1026,53	128,23
Coefficienti di utilizzo	0,129	0,302
Esito	VERIFICA SODDISFATTA	VERIFICA SODDISFATTA

Verifica connessione trave soletta

Caratteristiche generali

Numero di pioli per unita' di lunghezza, n (m ⁻¹)	26
Diametro dei pioli, d (mm)	22
Altezza dei pioli, h (mm)	200
Resistenza ultima dei pioli, α	1
Coefficiente di sicurezza parziale, γ_v	1,25
Resistenza ultima dei pioli, f_u (N/mm ²)	450
Coefficiente E_{cm} (N/mm ²)	34077
Resistenza caratteristica cilindrica, f_{ck} (N/mm ²)	35

Resistenza della connessione

Resistenza a taglio del piolo, $P_{Rd1} = 0.8 f_u \pi d^2 / 4 \gamma_v$, (N)	109478,22
Resistenza per schiacciamento del calcestruzzo, $P_{Rd2} = 0.29 \alpha d^2 (f_{ck} E_{cm})^{0.5} / \gamma_v$, (N)	122630,64
Resistenza di progetto del piolo $P_{Rd} = \text{Min}(P_{Rd1}, P_{Rd2})$, (N)	109478,22

Verifica elastica allo SLU

Coefficiente di utilizzo (Comb. Mmax)

Resistenza di progetto per unita' di lunghezza, $v_{Rd} = n P_{Rd} K_s$ (N/mm)	2846,4
Fattore di riduzione, K_s	1.00
Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo v_{Ed} (N/mm)	536,3
Coefficiente di utilizzo v_{Ed} / v_{Rd}	0,188
VERIFICA SODDISFATTA	

Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo (Comb. Mmax)

Fase	V_{Ed} (N)	$S_{y,4}$ (mm ³)	J_y (mm ⁴)	V_{Ed} (N/mm)
Fase 2a	5,26E+5	6,059E+7	2,167E+11	147,1
Fase 2b	-1,2E+4	7,738E+7	2,427E+11	-3,8
Fase 2c	0E+00	5,936E+7	2,148E+11	0
Fase 3a	6E+0	1,104E+8	2,94E+11	0
Fase 3b	1,047E+6	1,104E+8	2,94E+11	393,1
Totale				536,3

Coefficiente di utilizzo (Comb. Mmin)

Resistenza di progetto per unita' di lunghezza, $v_{Rd} = n P_{Rd} K_s$ (N/mm)	2846,4
Fattore di riduzione, K_s	1.00
Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo v_{Ed} (N/mm)	284,6
Coefficiente di utilizzo v_{Ed} / v_{Rd}	0,1
VERIFICA SODDISFATTA	

Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo (Comb. Mmin)

Fase	V_{Ed} (N)	$S_{y,4eff}$ (mm ³)	$J_{y,eff}$ (mm ⁴)	V_{Ed} (N/mm)
Fase 2a	5,26E+5	6,106E+7	2,16E+11	148,7
Fase 2b	-1,2E+4	7,777E+7	2,423E+11	-3,9
Fase 2c	0E+00	5,984E+7	2,14E+11	0
Fase 3a	-6E+3	1,103E+8	2,939E+11	-2,3
Fase 3b	3,78E+5	1,103E+8	2,939E+11	141,9

Totale	284,6
--------	-------

Verifica elastica allo SLE

Coefficiente di utilizzo (Comb. Mmax)

Resistenza di progetto per unita' di lunghezza, $v_{Rd} = n P_{Rd} \kappa_s$ (N/mm)	1707,9
Fattore di riduzione, κ_s	0,6
Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo v_{Ed} (N/mm)	382,9
Coefficiente di utilizzo v_{Ed}/v_{Rd}	0,224
VERIFICA SODDISFATTA	

Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo (Comb. Mmax)

Fase	V_{Ed} (N)	$S_{y,4}$ (mm ³)	J_y (mm ⁴)	V_{Ed} (N/mm)
Fase 2a	3,51E+5	6,059E+7	2,167E+11	98,1
Fase 2b	-1E+4	7,738E+7	2,427E+11	-3,2
Fase 2c	0E+00	5,936E+7	2,148E+11	0
Fase 3a	4E+0	1,104E+8	2,94E+11	0
Fase 3b	7,67E+5	1,104E+8	2,94E+11	288
Totale				382,9

Coefficiente di utilizzo (Comb. Mmin)

Resistenza di progetto per unita' di lunghezza, $v_{Rd} = n P_{Rd} \kappa_s$ (N/mm)	1707,9
Fattore di riduzione, κ_s	0,6
Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo v_{Ed} (N/mm)	197,5
Coefficiente di utilizzo v_{Ed}/v_{Rd}	0,116
VERIFICA SODDISFATTA	

Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo (Comb. Mmin)

Fase	V_{Ed} (N)	$S_{y,4}$ (mm ³)	J_y (mm ⁴)	V_{Ed} (N/mm)
Fase 2a	3,51E+5	6,059E+7	2,167E+11	98,1
Fase 2b	-1E+4	7,738E+7	2,427E+11	-3,2
Fase 2c	0E+00	5,936E+7	2,148E+11	0
Fase 3a	-4E+3	1,104E+8	2,94E+11	-1,5
Fase 3b	2,77E+5	1,104E+8	2,94E+11	104
Totale				197,5

Sezione C1 2 1

Pre-classificazione

La preclassificazione e' riferita alla sezione composta in Fase 3

Caratteristiche plastiche dei singoli componenti

Componenti	N_{pl} (N)	z_N (mm)	z_{max} (mm)	z_{min} (mm)
Strato di calcestruzzo superiore	3,143E+6	2620,19	2640	2600,38
Strato di calcestruzzo intermedio alle armature	1,343E+7	2515	2599,62	2430,38
Strato di calcestruzzo inferiore	3,143E+6	2409,81	2429,62	2390
Strato di armatura superiore	1,205E+6	2600	2600,38	2599,62
Strato di armatura inferiore	1,205E+6	2430	2430,38	2429,62
Raccordo in cls	0E+00	2390	2390	2390
Flangia superiore della trave di acciaio	9,467E+6	2370	2390	2350
Anima della trave di acciaio	1,502E+7	1204	2350	58
Flangia inferiore della trave di acciaio	1,665E+7	29	58	0
<i>Compressione ultima per la sezione completa</i>		-6,326E+7		
<i>Trazione ultima per la sezione completa</i>		4,355E+7		
<i>Compressione ultima per la sezione senza anima</i>		-4,824E+7		
<i>Trazione ultima per la sezione senza anima</i>		2,853E+7		

Classificazione delle piattabande

	c/t	ϵ	Flessione semplice con fibre tese superiori (M+)	Flessione semplice con fibre tese inferiori (M-)
Flangia superiore	8,508	0,814	1	0
Flangia inferiore	7,591	0,838	2	1

Classificazione dell'anima

	c/t	ε	α	ψ	classe
Flessione semplice con fibre tese superiori (M+)	137,141	0,814	0,341	-1,319	4
Flessione semplice con fibre tese inferiori (M-)	137,141	0,814	0,003	-0,272	1
Compressione semplice (N)	137,141	0,814	1	1	4

Verifiche S.L.U. sezione composta (Comb. Mmax)**Sollecitazioni (Comb. Mmax)**

Fase	$N (N)$	$V (N)$	$M (Nm)$	$T (Nm)$
1	-6,1E+4	1,33E+6	-8,36E+6	-1,23E+6
2a	-6E+3	4,71E+5	-3,24E+6	-8,23E+5
2b	0E+00	-7E+3	6,2E+4	-1,4E+4
Rit.Iso	0E+00	0	0E+00	0
2c	0E+00	0E+00	0E+00	0E+00
3a	0E+00	4E+0	3,1E+1	8E+0
Term.Iso	3,07E+6	0	2,01E+6	0
3b	5,01E+5	8,9E+5	-2,11E+6	2E+4
Totale	3,5E+6	2,68E+6	-1,16E+7	-2,04E+6

Pressoflessione - Analisi plastica**Classificazione della sezione (Comb. Mmax)**

	c/t	$z_{pl} (mm)$	α	ψ	Classe
Anima	137,14	2357,21	0	-1	1
Piattabanda superiore	8,51				1
Piattabanda inferiore	7,59				1
classe della sezione					1

Analisi plastica: APPLICABILE

Verifica plastica a Presso-Tenso flessione (Comb. Mmax)

Azione assiale		Flessione semplice		Interazione N/M	
$N_{Ed} (N)$	3,501E+6	$M_{Ed} (Nm)$	-1,163E+7	$N_{Ed} (N)$	3,501E+6
$N_{Rd} (N)$	4,355E+7	$M_{Rd} (Nm)$	-5,971E+7	$M_{Ed} (Nm)$	-1,163E+7
				$M_{Rd} (Nm)$	-5,798E+7
N_{Ed}/N_{Rd}	0,08	M_{Ed}/M_{Rd}	0,195	M_{Ed}/M_{Rd}	0,201

VERIFICA SODDISFATTA

Pressoflessione - Calcolo tensioni lorde**Tensioni normali sulla sezione lorda (Comb. Mmax)**

	F. 1	F. 2a Non Fess.	F. 2a Fess.	F. 2b Non Fess.	F. 2b Fess.	F. 2c Non Fess.	F. 2c Fess.	F. 2 tot	F. 3a Non Fess.	F. 3a Fess.	F. 3b Non Fess.	F. 3b Fess.	F. 3 tot	η_1
σ_8	0	-0,9	0	0	0	0	0	-0,9	-0,5	0	-0,6	0	-2	0,102
σ_7	-0,5	-17,1	-36,8	0,3	0,7	0	0	-16,8	15,5	0	-3,6	-20,1	-4,9	0,013
σ_6	-0,5	-14,5	-32,8	0,2	0,6	0	0	-14,3	14,4	0	-2,4	-17,5	-2,3	0,006
σ_5	0	-0,7	0	0	0	0	0	-0,7	-0,8	0	-0,3	0	-1,8	0,092
σ_4	-96,7	-13,9	-31,8	0,2	0,6	0	0	-110,5	14,1	0	-2,1	-16,8	-98,5	0,291
σ_3	-94	-13,3	-30,9	0,2	0,6	0	0	-107,2	13,8	0	-1,8	-16,2	-95,1	0,281
σ_2	-0,5	0	0	0	0	0	0	-0,5	10,5	0	1,7	3,8	11,7	0,034
σ_1	61,7	20,9	23,3	-0,4	-0,4	0	0	82,3	-1,9	0	14,6	19	95,1	0,298
σ_0	65,7	21,8	24,7	-0,4	-0,5	0	0	87,1	-2,2	0	15	19,9	99,9	0,313

Massimo coefficiente di utilizzo: 0,313 VERIFICA NON SIGNIFICATIVA

NOTE

- 1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 2 = -0,89 N/mm²
- 2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 2 = -0,7 N/mm²
La sezione a fine fase 2 e' stata considerata: Non fessurata (t.,b.)
- 3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 = -2,02 N/mm²
- 4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 = -1,82 N/mm²
La sezione a fine fase 3 e' stata considerata: Non fessurata (t.,b.)

Resistenza a taglio

Valutazione della necessita' di calcolo della resistenza a Shear buckling
 $h_w/t_w=137,141 > 31/\eta * \epsilon_w * (K_\tau)^{0.5}=73,667$ Verifica a Shear Buckling: **NECESSARIA**

Resistenza a taglio Shear buckling: **$V_{b,Rd}=6,461E+6$ N**

Essendo:

$a/h_w=1,053$, $\eta=1,2$, $I_{sl}=1,679E+7$ (mm⁴), $K_{\tau sl}=9,106$, $K_\tau=12,284$
 contributo anima: $V_{bw,Rd}=5,346E+6$ N, contributo flange: $V_{bf,Rd}=1,115E+6$ N
 $\chi_w=0,646$, $\lambda_w=1,285$, $\tau_{cr}=124,1$, $C=758,4$
 $M_{Ed}=-1,163E+7$ Nm, $M_{f,Rd}=-4,042E+7$ Nm, $M_{Ed}/M_{f,Rd}=0,288$

Resistenza plastica: **$V_{pl,Rd}=1,041E+7$ N**

Resistenza a taglio: **$V_{Rd}=\min(V_{pl,Rd}, V_{b,Rd})=6,461E+6$ N**

Coefficienti di utilizzo

$\eta_3 = V_{Ed}/V_{Rd}=0,447$, (\Rightarrow VERIFICA SODDISFATTA)
 $\eta_3 = V_{Ed}/V_{bw,Rd}=0,541$, $\eta_1 = M_{Ed}/M_{Rd}=0,201$

Interazione pressoflessione taglio (N-M-V)

Valutazione della presenza di interazione

$\eta_3 < 0,5$, $M_{Ed}/M_{f,Rd} < 1$
NON C'E' INTERAZIONE

Verifiche S.L.U. sezione composta (Comb. Mmin)

Sollecitazioni (Comb. Mmin)

Fase	N (N)	V (N)	M (Nm)	T (Nm)
1	-6,1E+4	1,33E+6	-8,36E+6	-1,23E+6
2a	-6E+3	4,71E+5	-3,24E+6	-8,23E+5
2b	0E+00	-7E+3	6,2E+4	-1,4E+4
Rit.Iso	-5,3E+6	0	-4,88E+6	0
2c	0E+00	0E+00	0E+00	0E+00
3a	0E+00	-4E+3	-3,1E+4	-8E+3
Term.Iso	-3,07E+6	0	-2,01E+6	0
3b	-5,11E+5	3,6E+5	-6,34E+6	-2,39E+6
Totale	-8,95E+6	2,15E+6	-2,48E+7	-4,47E+6

Pressoflessione - Analisi plastica

Classificazione della sezione (Comb. Mmin)

	c/t	z pl (mm)	α	ψ	Classe
Anima	137,14	1660,67	0,3	-0,67	4
Piattabanda superiore	8,51				1
Piattabanda inferiore	7,59				1
classe della sezione					4

Analisi plastica: NON APPLICABILE

Verifica plastica a Presso-Tenso flessione (Comb. Mmin)

Azione assiale		Flessione semplice		Interazione N/M	
N_{Ed} (N)	-8,947E+6	M_{Ed} (Nm)	-2,48E+7	N_{Ed} (N)	-8,947E+6
N_{Rd} (N)	-6,326E+7	M_{Rd} (Nm)	-5,971E+7	M_{Ed} (Nm)	-2,48E+7
				M_{Rd} (Nm)	-6,098E+7
N_{Ed}/N_{Rd}	0,141	M_{Ed}/M_{Rd}	0,415	M_{Ed}/M_{Rd}	0,407

VERIFICA NON SIGNIFICATIVA

Pressoflessione - Calcolo tensioni lorde

Tensioni normali sulla sezione lorda (Comb. Mmin)

	F. 1	F. 2a Non Fess.	F. 2a Fess.	F. 2b Non Fess.	F. 2b Fess.	F. 2c Non Fess.	F. 2c Fess.	F. 2 tot	F. 3a Non Fess.	F. 3a Fess.	F. 3b Non Fess.	F. 3b Fess.	F. 3 tot	η_1
σ_s	0	-0,9	0	1,7	0	0	0	0	0,5	0	-3	0	0	0

σ_7	-0,5	-17,1	-36,8	-45,4	0,7	0	0	-36,1	-15,6	-0,4	-17,7	-75,9	-112,3	0,287
σ_6	-0,5	-14,5	-32,8	-42	0,6	0	0	-32,2	-14,4	-0,3	-14,1	-68	-100,5	0,257
σ_5	0	-0,7	0	2,1	0	0	0	0	0,8	0	-2,1	0	0	0
σ_4	-96,7	-13,9	-31,8	-41,2	0,6	0	0	-127,9	-14,1	-0,3	-13,2	-66,1	-194,4	0,575
σ_3	-94	-13,3	-30,9	-40,4	0,6	0	0	-124,3	-13,9	-0,3	-12,3	-64,3	-188,9	0,559
σ_2	-0,5	0	0	-25,4	0	0	0	-0,5	-10,5	0	-1,7	-3,9	-4,4	0,013
σ_1	61,7	20,9	23,3	5,1	-0,4	0	0	84,6	2	0,2	37,1	41,9	126,7	0,397
σ_0	65,7	21,8	24,7	6,2	-0,5	0	0	89,9	2,4	0,2	38,4	44,6	134,7	0,422

Massimo coefficiente di utilizzo: 0,575 VERIFICA NON SIGNIFICATIVA

NOTE

- 1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 2 = 0,8 N/mm²
- 2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 2 = 1,38 N/mm²
La sezione a fine fase 2 e' stata considerata: Fessurata (t.,b.)
- 3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 = -1,73 N/mm²
- 4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 = 0,01 N/mm²
La sezione a fine fase 3 e' stata considerata: Fessurata (t.,b.)

Pressoflessione - Calcolo tensioni efficaci

Area efficace per shear lag e/o buckling delle flange(Comb. Mmin)

Componente	b (mm)	t (mm)	λ_ρ	ρ	$A_{c,eff}$ (mm ²)	β^k	$A_{c,eff} * \beta^k$ (mm ²)
Piattabanda superiore SX	350	40	---	---	---	1	14000
Piattabanda superiore DX	350	40	---	---	---	1	14000
Piattabanda inferiore SX	450	58	---	---	---	1	26100
Piattabanda inferiore DX	450	58	---	---	---	1	26100

Instabilita' locale dei pannelli d'anima (Comb. Mmin)

	Anima	Sub pannello 1	Sub pannello 2
b (mm)	2468,54	576,21	1892,33
σ_{cr0E} (N/mm ²)	10,1	185,41	17,19
σ_{sup} (N/mm ²)	-179,3	-179,3	-108
σ_{inf} (N/mm ²)	126,13	-108	126,13
ψ	-0,7	0,6	-1,17
K_σ	17,08	4,96	28,1
λ_ρ	1,43	0,62	0,86
b _c (mm)	1449,1	576,21	872,9
b _{c sup} (mm)	579,64	262,05	349,16
b _{c sup} (mm)	869,46	314,15	523,74
ρ_{loc}	0,64	1	1
b _{ceff} (mm)	921,19	576,21	872,9
b _{ceff sup} (mm)	368,48	262,05	349,16
b _{ceff sup} (mm)	552,71	314,15	523,74
ϕ_{Foro} (mm)	527,91	0	0

Caratteristiche dell'anima compressa, irrigidenti esclusi (Comb. Mmin)

	A(mm ²)	z _G (mm)	J _y (mm ⁴)
A _{c Edge sup}	4,717E+3	2322,6	2,699E+7
A _{c 1}	1,194E+4	1859,9	4,378E+8
A _{c 2}	0E+00	0	0E+00
A _{c Edge inf}	9,427E+3	1266,4	2,155E+8
A _{c tot}	2,608E+4	1729,1	4,564E+9
A _c	1,419E+4		

Caratteristiche dell'anima compressa, depurata per instabilita' locale (Comb. Mmin)

	A(mm ²)	z _G (mm)	J _y (mm ⁴)
A _{c,eff Edge sup}	4,717E+3	2322,6	2,699E+7
A _{c,eff 1}	1,194E+4	1859,9	4,378E+8
A _{c,eff 2}	0E+00	0	0E+00
A _{c,eff Edge inf}	9,427E+3	1266,4	2,155E+8
A _{c,eff tot}	2,608E+4	1729,1	4,564E+9
A _{c,eff,loc}	1,419E+4		

Tensioni critiche per l'anima (Comb. Mmin)

	<i>Stiffener 1</i>
A_{sl} (mm ²)	1,419E+4
e_{sl} (mm)	-13,3
I_{sl} (mm ⁴)	1,79E+7
$A_{sl,eff}$ (mm ²)	1,419E+4
$e_{sl,eff}$ (mm)	-13,3
$I_{sl,eff}$ (mm ⁴)	1,79E+7
$\sigma_{cr,sl,i}$ (p)	420,49
$\sigma_{cr,p,i}$ (p)	698,05
$\sigma_{cr,sl}$ (C)	386,77
$\sigma_{cr,c}$ (C)	642,07
α_e	0,669

Coefficienti di riduzione per instabilita' globale dell'anima (Comb. Mmin)

	<i>Piastra</i>		<i>Colonna</i>
$\sigma_{cr,p}$ (p)	698,05	$\sigma_{cr,c}$ (C)	1
β_{ac} (p)	1	β_{ac} (C)	0,744
λ_p	0,713	λ_c	0,7
ρ_p	1	χ_c	

Anima depurata per instabilita' locale e globale dell'anima (Comb. Mmin)

	A (mm ²)	z_G (mm)	J_y (mm ⁴)
Edge sup	4,717E+3	2322,6	2,699E+7
1	8,357E+3	1859,9	3,064E+8
2	0E+00	0	0E+00
Edge inf	9,427E+3	1266,4	2,155E+8
Totale	2,25E+4	1708,2	4,362E+9

Depurazione complessiva da applicare alla sezione (Comb. Mmin)

	ΔA (mm ²)	z_G (mm)	ΔJ_y (mm ⁴)
Anima	-3,583E+3	1859,9	-1,314E+8
Piattabanda superiore	0E+00	0	0E+00
Piattabanda inferiore	0E+00	0	0E+00

Caratteristiche geometriche efficaci (Comb. Mmin)

	<i>Fase 1</i>	<i>Fase 2a</i>	<i>Fase 2b</i>	<i>Fase 2c</i>	<i>Fase 3</i>	<i>Fessurata</i>
A (mm ²)	1,211E+5	1,785E+5	2,895E+5	1,768E+5	2,895E+5	1,272E+5
z_G (mm)	947,604	1451,918	1859,568	1441,809	1859,568	1023,474
Δz_{Geff} (mm)	26,23	8,03	0	8,3	0	22,91
$J_{y,eff}$ (mm ⁴)	1,2E+11	2,16E+11	2,939E+11	2,14E+11	2,939E+11	1,344E+11
$W_{y,0eff}$ (mm ³)	-1,266E+8	-1,488E+8	-1,58E+8	-1,485E+8	-1,58E+8	-1,313E+8
$W_{y,1eff}$ (mm ³)	-1,349E+8	-1,549E+8	-1,631E+8	-1,547E+8	-1,631E+8	-1,392E+8
$W_{y,3eff}$ (mm ³)	8,555E+7	2,405E+8	5,993E+8	2,357E+8	5,993E+8	1,013E+8
$W_{y,4eff}$ (mm ³)	8,318E+7	2,302E+8	5,541E+8	2,257E+8	5,541E+8	9,836E+7
$W_{y,5eff}$ (mm ³)	1E+300	2,302E+8	5,541E+8	2,257E+8	5,541E+8	9,836E+7
$W_{y,6eff}$ (mm ³)	1E+300	2,208E+8	5,152E+8	2,166E+8	5,152E+8	9,557E+7
$W_{y,7eff}$ (mm ³)	1E+300	1,881E+8	3,969E+8	1,848E+8	3,969E+8	8,526E+7
$W_{y,8eff}$ (mm ³)	1E+300	1,818E+8	3,766E+8	1,786E+8	3,766E+8	8,315E+7
$S_{y,1eff}$ (mm ³)	4,795E+7	7,428E+7	9,556E+7	7,375E+7	9,556E+7	5,191E+7
$S_{y,2eff}$ (mm ³)	5,562E+7	9,311E+7	1,27E+8	9,231E+7	1,27E+8	6,095E+7
$S_{y,3eff}$ (mm ³)	3,983E+7	8,675E+7	1,247E+8	8,581E+7	1,247E+8	4,689E+7
$S_{y,4eff}$ (mm ³)	1,567E-291	6,105E+7	1,104E+8	5,982E+7	1,104E+8	9,184E+6

Le caratteristiche efficaci sono state calcolate iterativamente in 1 iterazioni, con la seguente variazione percentuale del coefficiente ψ

$(\psi_1 - \psi_0) / \psi_0 * 100$	4,85
$(\psi_2 - \psi_1) / \psi_1 * 100$	
$(\psi_3 - \psi_2) / \psi_2 * 100$	
$(\psi_4 - \psi_3) / \psi_3 * 100$	
$(\psi_5 - \psi_4) / \psi_4 * 100$	

Momento aggiuntivo per traslazione dell'asse neutro(Comb. Mmin)

	Fase 1	Fase 2a	Fase 2b	Fase 2c	Fase 3a	Fase 3b
$\Delta M_{Fessurata}$ (kNm)	-1,6E+3	-1,375E+2	0E+00	0E+00	0E+00	-1,171E+4
$\Delta M_{Non\ fessurata}$ (kNm)	-1,6E+3	-4,817E+1	-2,456E+4	0E+00	-1,326E+1	-2,21E+0

Tensioni normali sulla sezione efficace (Comb. Mmin)

	F. 1	F. 2a Non Fess.	F. 2a Fess.	F. 2b Non Fess.	F. 2b Fess.	F. 2c Non Fess.	F. 2c Fess.	F. 2 tot	F. 3a Non Fess.	F. 3a Fess.	F. 3b Non Fess.	F. 3b Fess.	F. 3 tot	η_1
σ_8	0	-0,9	0	1,7	0	0	0	0	0,5	0	-3	0	-1,8	0,092
σ_7	-0,5	-17,3	-38,1	-46	0,7	0	0	-37,3	-15,7	-0,4	-17,8	-78,6	-96,8	0,247
σ_6	-0,5	-14,7	-34	-42,6	0,6	0	0	-33,3	-14,6	-0,3	-14,1	-70,5	-86	0,22
σ_5	0	-0,7	0	2	0	0	0	0	0,7	0	-2,1	0	-0,1	0,004
σ_4	-101	-14,1	-33	-41,8	0,6	0	0	-133,4	-14,3	-0,3	-13,2	-68,6	-184,4	0,546
σ_3	-98,2	-13,5	-32	-41	0,6	0	0	-129,6	-14	-0,3	-12,4	-66,8	-179,1	0,53
σ_2	-0,5	0	0	-25,8	0	0	0	-0,6	-10,6	0	-1,8	-4	-38,7	0,115
σ_1	61,5	20,9	23,2	4,8	-0,4	0	0	84,3	1,9	0,2	37,1	41,6	126,2	0,395
σ_0	65,5	21,8	24,6	5,9	-0,5	0	0	89,7	2,3	0,2	38,4	44,4	133,9	0,42

Massimo coefficiente di utilizzo: 0,546 VERIFICA SODDISFATTA

NOTE

- 1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 2 = 0,74 N/mm²
- 2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 2 = 1,32 N/mm²
La sezione a fine fase 2 e' stata considerata: Fessurata (t.,b.)
- 3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 = -1,82 N/mm²
- 4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 = -0,08 N/mm²
La sezione a fine fase 3 e' stata considerata: Non fessurata (t.,b.)

Resistenza a taglio

Valutazione della necessita' di calcolo della resistenza a Shear buckling

$$h_w/t_w = 137,141 > 31/\eta * \epsilon_w * (K_\tau)^{0,5} = 73,667 \quad \text{Verifica a Shear Buckling: NECESSARIA}$$

Resistenza a taglio Shear buckling: **$V_{b,Rd} = 5,346E+6$ N**

Essendo:

$$a/h_w = 1,053, \quad \eta = 1,2, \quad I_{sl} = 1,679E+7 (\text{mm}^4), \quad K_{\tau sl} = 9,106, \quad K_\tau = 12,284$$

$$\text{contributo anima: } V_{bw,Rd} = 5,346E+6 \text{ N,} \quad \text{contributo flange: } V_{bf,Rd} = 0E+00 \text{ N}$$

$$\chi_w = 0,646, \quad \lambda_w = 1,285, \quad \tau_{cr} = 124,1, \quad C = 758,4$$

$$M_{Ed} = M_{Ed,eq} = -1,022E+8 \text{ Nm,} \quad M_{f,Rd} = -4,684E+7 \text{ Nm,} \quad M_{Ed}/M_{f,Rd} = 2,182$$

Resistenza plastica: **$V_{pl,Rd} = 1,041E+7$ N**

Resistenza a taglio: **$V_{Rd} = \min(V_{pl,Rd}, V_{b,Rd}) = 5,346E+6$ N**

Coefficienti di utilizzo

$$\eta_3 = V_{Ed}/V_{Rd} = 0,433, \quad (=> \text{VERIFICA SODDISFATTA})$$

$$\eta_3 = V_{Ed}/V_{bw,Rd} = 0,433, \quad \eta_1 = \max(\eta_i) = 0,546$$

Interazione pressoflessione taglio (N-M-V)

Valutazione della presenza di interazione

$$\eta_3 < 0,5, \quad M_{Ed}/M_{f,Rd} > 1$$

NON C'E' INTERAZIONE

Verifica a stato limite delle tensioni (Comb. Mmax)**Sollecitazioni (Comb. Mmax)**

Fase	N (N)	V (N)	M (Nm)	T (Nm)
1	-4,5E+4	9,85E+5	-6,19E+6	-9,09E+5
2a	-4E+3	3,14E+5	-2,16E+6	-5,48E+5
2b	0E+00	-6E+3	5,2E+4	-1,2E+4
Rit.Iso	0E+00	0	0E+00	0
2c	0E+00	0E+00	0E+00	0E+00
3a	0E+00	3E+0	2,1E+1	5E+0

Term.Iso	2,04E+6	0	1,34E+6	0
3b	3,34E+5	6,54E+5	-1,55E+6	7E+3
Totale	2,33E+6	1,95E+6	-8,51E+6	-1,46E+6

Tensioni normali sulla sezione lorda (Comb. Mmax)

	F. 1	F. 2a Non Fess.	F. 2a Fess.	F. 2b Non Fess.	F. 2b Fess.	F. 2c Non Fess.	F. 2c Fess.	F. 2 tot	F. 3a Non Fess.	F. 3a Fess.	F. 3b Non Fess.	F. 3b Fess.	F. 3 tot	σ_{td}	η_1
σ_8	0	-0,6	0	0	0	0	0	-0,6	-0,3	0	-0,5	0	-1,4	1,4	0,067
σ_7	-0,4	-11,4	-24,5	0,2	0,6	0	0	-11,2	10,4	0	-2,8	-15	-3,6	3,6	0,01
σ_6	-0,4	-9,7	-21,9	0,2	0,5	0	0	-9,5	9,6	0	-1,9	-13,1	-1,8	1,8	0,005
σ_5	0	-0,5	0	0	0	0	0	-0,5	-0,5	0	-0,3	0	-1,3	1,3	0,06
σ_4	-71,6	-9,3	-21,2	0,2	0,5	0	0	-80,8	9,4	0	-1,7	-12,6	-73	73	0,206
σ_3	-69,6	-8,9	-20,6	0,2	0,5	0	0	-78,4	9,2	0	-1,4	-12,2	-70,6	95,1	0,268
σ_2	-0,4	0	0	0	0	0	0	-0,4	7	0	1,1	2,6	7,7	78,6	0,221
σ_1	45,7	14	15,6	-0,3	-0,4	0	0	59,4	-1,2	0	10,6	13,7	68,8	93,8	0,28
σ_0	48,7	14,5	16,5	-0,3	-0,4	0	0	62,8	-1,5	0	10,9	14,4	72,3	72,3	0,216
τ_4	0	0,1	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0,4	0,1	0,5		
τ_3	16,1	6,4	5,5	-0,1	-0,1	0	0	22,5	0	0	14,3	11,4	36,8		
τ_2	23,7	7	7,4	-0,1	-0,1	0	0	30,6	0	0	14,6	15,4	45,2		
τ_1	20,4	5,6	6,3	-0,1	-0,1	0	0	25,9	0	0	11	13,1	36,8		
τ_0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		

Massimo coefficiente di utilizzo: 0,28 VERIFICA SODDISFATTA

NOTE

- 1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 2 = -0,59 N/mm²
- 2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 2 = -0,46 N/mm²
La sezione a fine fase 2 e' stata considerata: Non fessurata (t.,b.)
- 3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 = -1,4 N/mm²
- 4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 = -1,25 N/mm²
La sezione a fine fase 3 e' stata considerata: Non fessurata (t.,b.)

Verifica a stato limite delle tensioni (Comb. Mmin)**Sollecitazioni (Comb. Mmin)**

Fase	N (N)	V (N)	M (Nm)	T (Nm)
1	-4,5E+4	9,85E+5	-6,19E+6	-9,09E+5
2a	-4E+3	3,14E+5	-2,16E+6	-5,48E+5
2b	0E+00	-6E+3	5,2E+4	-1,2E+4
Rit.Iso	-4,42E+6	0	-4,07E+6	0
2c	0E+00	0E+00	0E+00	0E+00
3a	0E+00	-3E+3	-2,1E+4	-5E+3
Term.Iso	-2,04E+6	0	-1,34E+6	0
3b	-3,41E+5	2,62E+5	-4,65E+6	-1,75E+6
Totale	-6,85E+6	1,55E+6	-1,84E+7	-3,22E+6

Tensioni normali sulla sezione lorda (Comb. Mmin)

	F. 1	F. 2a Non Fess.	F. 2a Fess.	F. 2b Non Fess.	F. 2b Fess.	F. 2c Non Fess.	F. 2c Fess.	F. 2 tot	F. 3a Non Fess.	F. 3a Fess.	F. 3b Non Fess.	F. 3b Fess.	F. 3 tot	σ_{td}	η_1
σ_8	0	-0,6	0	1,4	0	0	0	0	0,3	0	-2,2	0	0	0	0
σ_7	-0,4	-11,4	-24,5	-37,8	0,6	0	0	-23,9	-10,4	-0,2	-12,9	-55,3	-79,5	79,5	0,221
σ_6	-0,4	-9,7	-21,9	-35	0,5	0	0	-21,3	-9,6	-0,2	-10,2	-49,5	-71,1	71,1	0,197
σ_5	0	-0,5	0	1,7	0	0	0	0	0,5	0	-1,5	0	0	0	0
σ_4	-71,6	-9,3	-21,2	-34,3	0,5	0	0	-92,4	-9,4	-0,2	-9,5	-48,2	-140,7	140,7	0,396
σ_3	-69,6	-8,9	-20,6	-33,7	0,5	0	0	-89,7	-9,2	-0,2	-8,9	-46,8	-136,7	144	0,406
σ_2	-0,4	0	0	-21,2	0	0	0	-0,4	-7	0	-1,2	-2,6	-3	64,3	0,181
σ_1	45,7	14	15,6	4,2	-0,4	0	0	60,9	1,4	0,2	27,3	30,9	92	107,1	0,32
σ_0	48,7	14,5	16,5	5,2	-0,4	0	0	64,7	1,6	0,2	28,2	32,9	97,8	97,8	0,292
τ_4	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0,1		
τ_3	16,1	6,4	5,5	-0,1	-0,1	0	0	21,5	-0,1	-0,1	5,7	4,5	26		
τ_2	23,7	7	7,4	-0,1	-0,1	0	0	31	-0,1	-0,1	5,8	6,2	37,1		
τ_1	20,4	5,6	6,3	-0,1	-0,1	0	0	26,5	-0,1	-0,1	4,4	5,2	31,7		

τ_0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
----------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Massimo coefficiente di utilizzo: 0,406 VERIFICA SODDISFATTA

NOTE

- 1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 2 = 0,82 N/mm²
- 2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 2 = 1,27 N/mm²
La sezione a fine fase 2 e' stata considerata: Fessurata (t.,b.)
- 3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 = -1,05 N/mm²
- 4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 = 0,23 N/mm²
La sezione a fine fase 3 e' stata considerata: Fessurata (t.,b.)

SLE: Verifica a web breathing (Comb. Mmax)**Sollecitazioni (Comb. Mmax)**

Fase	N (N)	V (N)	M (Nm)	T (Nm)
1	-4,5E+4	9,85E+5	-6,19E+6	-9,09E+5
2a	-4E+3	3,14E+5	-2,16E+6	-5,48E+5
2b	0E+00	-6E+3	5,2E+4	-1,2E+4
Rit.Iso	0E+00	0	0E+00	0
2c	0E+00	0E+00	0E+00	0E+00
3a	0E+00	2E+0	1,7E+1	4E+0
Term.Iso	1,7E+6	0	1,12E+6	0
3b	0E+00	3,29E+5	-5,83E+5	-2,6E+4
Totale	1,65E+6	1,62E+6	-7,77E+6	-1,49E+6

Tensioni normali sulla sezione efficace (Comb. Mmax)

	F. 1	F. 2a Non Fess.	F. 2a Fess.	F. 2b Non Fess.	F. 2b Fess.	F. 2c Non Fess.	F. 2c Fess.	F. 2 tot	F. 3a Non Fess.	F. 3a Fess.	F. 3b Non Fess.	F. 3b Fess.	F. 3 tot
σ_8	0	-0,6	0	0	0	0	0	-0,6	-0,3	0	-0,3	0	-1,1
σ_7	-0,4	-11,5	-25,3	0,2	0,6	0	0	-11,3	8,7	0	-1,5	-6,8	-4,1
σ_6	-0,4	-9,8	-22,6	0,2	0,5	0	0	-9,6	8	0	-1,1	-6,1	-2,7
σ_5	0	-0,5	0	0	0	0	0	-0,5	-0,4	0	-0,2	0	-1,1
σ_4	-74,5	-9,4	-21,9	0,2	0,5	0	0	-83,7	7,9	0	-1,1	-5,9	-76,9
σ_3	-72,4	-9	-21,3	0,2	0,5	0	0	-81,3	7,7	0	-1	-5,7	-74,5
σ_2	-0,4	0	0	0	0	0	0	-0,4	5,9	0	0	0	5,5
σ_1	45,6	13,9	15,5	-0,3	-0,4	0	0	59,2	-1	0	3,6	4,2	61,8
σ_0	48,6	14,5	16,4	-0,3	-0,4	0	0	62,7	-1,2	0	3,7	4,4	65,2

NOTE

- 1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 2 = -0,59 N/mm²
- 2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 2 = -0,47 N/mm²
La sezione a fine fase 2 e' stata considerata: Non fessurata (t.,b.)
- 3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 = -1,11 N/mm²
- 4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 = -1,06 N/mm²
La sezione a fine fase 3 e' stata considerata: Non fessurata (t.,b.)

Verifica dell'intera anima (Comb. Mmax)

	Anima
b (mm)	2468,5
σ_{sup} (N/mm ²)	-74,4
σ_{inf} (N/mm ²)	61,78
σ_{Ed} (N/mm ²)	74,4
K_σ	19,78
σ_{cr0E} (N/mm ²)	10,1
τ_{Ed} (N/mm ²)	32,98
$\sigma_{cr}(P)$ (N/mm ²)	765,91
$\sigma_{cr}(C)$ (N/mm ²)	704,02
ξ	0,088
σ_{cr} (N/mm ²)	714,42
K_τ	12,28
$K_{\tau sl}$	9,11
Coefficienti di utilizzo	0,31

Esito	VERIFICA SODDISFATTA
-------	----------------------

Verifica locale dei sub pannelli (Comb. Mmax)

	Sub pannello 1	Sub pannello 2
b (mm)	576,2	1892,3
σ_{sup} (N/mm ²)	-74,4	-42,62
σ_{inf} (N/mm ²)	-42,62	61,78
σ_{Ed} (N/mm ²)	74,4	42,62
τ_{Ed} (N/mm ²)	32,98	32,98
σ_{cr0E} (N/mm ²)	185,41	17,19
ψ	0,573	-1,45
K_{σ}	5,1	35,9
σ_{cr} (N/mm ²)	936,92	616,97
K_{τ}	5,54	7,46
τ_{cr}	1026,53	128,23
Coefficienti di utilizzo	0,087	0,291
Esito	VERIFICA SODDISFATTA	VERIFICA SODDISFATTA

SLE: Verifica a web breathing (Comb. Mmin)**Sollecitazioni (Comb. Mmin)**

Fase	N (N)	V (N)	M (Nm)	T (Nm)
1	-4,5E+4	9,85E+5	-6,19E+6	-9,09E+5
2a	-4E+3	3,14E+5	-2,16E+6	-5,48E+5
2b	0E+00	-6E+3	5,2E+4	-1,2E+4
Rit.Iso	-4,42E+6	0	-4,07E+6	0
2c	0E+00	0E+00	0E+00	0E+00
3a	0E+00	-2E+3	-1,7E+4	-4E+3
Term.Iso	-1,7E+6	0	-1,12E+6	0
3b	-1E+3	9,1E+4	-2,23E+6	-8,48E+5
Totale	-6,17E+6	1,38E+6	-1,57E+7	-2,32E+6

Tensioni normali sulla sezione efficace (Comb. Mmin)

	F. 1	F. 2a Non Fess.	F. 2a Fess.	F. 2b Non Fess.	F. 2b Fess.	F. 2c Non Fess.	F. 2c Fess.	F. 2 tot	F. 3a Non Fess.	F. 3a Fess.	F. 3b Non Fess.	F. 3b Fess.	F. 3 tot
σ_8	0	-0,6	0	1,4	0	0	0	0	0,3	0	-1	0	0
σ_7	-0,4	-11,5	-25,4	-38,4	0,6	0	0	-24,8	-8,7	-0,2	-5,6	-26,2	-51,2
σ_6	-0,4	-9,8	-22,7	-35,6	0,5	0	0	-22,1	-8,1	-0,2	-4,3	-23,4	-45,7
σ_5	0	-0,5	0	1,7	0	0	0	0	0,4	0	-0,7	0	0
σ_4	-75	-9,4	-22	-34,9	0,5	0	0	-96,5	-7,9	-0,2	-4	-22,7	-119,4
σ_3	-72,9	-9	-21,4	-34,2	0,5	0	0	-93,8	-7,8	-0,2	-3,7	-22	-116
σ_2	-0,4	0	0	-21,6	0	0	0	-0,4	-5,9	0	0	0	-0,4
σ_1	45,5	13,9	15,5	3,9	-0,4	0	0	60,6	1,1	0,1	13,7	16	76,7
σ_0	48,5	14,5	16,4	4,9	-0,4	0	0	64,5	1,3	0,1	14,1	17	81,6

NOTE

- 1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 2 = 0,76 N/mm²
- 2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 2 = 1,22 N/mm²
La sezione a fine fase 2 e' stata considerata: Fessurata (t.,b.)
- 3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 = 0,06 N/mm²
- 4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 = 0,98 N/mm²
La sezione a fine fase 3 e' stata considerata: Fessurata (t.,b.)

Verifica dell'intera anima (Comb. Mmin)

	Anima
b (mm)	2468,5
σ_{sup} (N/mm ²)	-115,81
σ_{inf} (N/mm ²)	76,78
σ_{Ed} (N/mm ²)	115,81

K_{σ}	16,28
σ_{cr0E} (N/mm ²)	10,1
τ_{Ed} (N/mm ²)	28,15
σ_{cr} (P) (N/mm ²)	677,35
σ_{cr} (C) (N/mm ²)	623,17
ξ	0,087
σ_{cr} (N/mm ²)	632,18
K_{τ}	12,28
$K_{\tau sl}$	9,11
Coefficienti di utilizzo	0,31
Esito	VERIFICA SODDISFATTA

Verifica locale dei sub pannelli (Comb. Mmin)

	Sub pannello 1	Sub pannello 2
b (mm)	576,2	1892,3
σ_{sup} (N/mm ²)	-115,81	-70,86
σ_{inf} (N/mm ²)	-70,86	76,78
σ_{Ed} (N/mm ²)	115,81	70,86
τ_{Ed} (N/mm ²)	28,15	28,15
σ_{cr0E} (N/mm ²)	185,41	17,19
ψ	0,612	-1,084
K_{σ}	4,9	26
σ_{cr} (N/mm ²)	914,89	446,31
K_{τ}	5,54	7,46
τ_{cr}	1026,53	128,23
Coefficienti di utilizzo	0,13	0,289
Esito	VERIFICA SODDISFATTA	VERIFICA SODDISFATTA

Verifica connessione trave soletta

Caratteristiche generali

Numero di pioli per unita' di lunghezza, n (m ⁻¹)	26
Diametro dei pioli, d (mm)	22
Altezza dei pioli, h (mm)	200
Resistenza ultima dei pioli, α	1
Coefficiente di sicurezza parziale, γ_v	1,25
Resistenza ultima dei pioli, f_u (N/mm ²)	450
Coefficiente E_{cm} (N/mm ²)	34077
Resistenza caratteristica cilindrica, f_{ck} (N/mm ²)	35

Resistenza della connessione

Resistenza a taglio del piolo, $P_{Rd1} = 0.8 f_u \pi d^2 / 4 \gamma_v$, (N)	109478,22
Resistenza per schiacciamento del calcestruzzo, $P_{Rd2} = 0.29 \alpha d^2 (f_{ck} E_{cm})^{0.5} / \gamma_v$, (N)	122630,64
Resistenza di progetto del piolo $P_{Rd} = \text{Min}(P_{Rd1}, P_{Rd2})$, (N)	109478,22

Verifica elastica allo SLU

Coefficiente di utilizzo (Comb. Mmax)

Resistenza di progetto per unita' di lunghezza, $v_{Rd} = n P_{Rd} K_s$ (N/mm)	2846,4
Fattore di riduzione, K_s	1.00
Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo v_{Ed} (N/mm)	463,6
Coefficiente di utilizzo v_{Ed} / v_{Rd}	0,163
VERIFICA SODDISFATTA	

Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo (Comb. Mmax)

Fase	V_{Ed} (N)	$S_{y,4}$ (mm ³)	J_y (mm ⁴)	V_{Ed} (N/mm)
Fase 2a	4,71E+5	6,059E+7	2,167E+11	131,7
Fase 2b	-7E+3	7,738E+7	2,427E+11	-2,2
Fase 2c	0E+00	5,936E+7	2,148E+11	0
Fase 3a	4E+0	1,104E+8	2,94E+11	0

Fase 3b	8,9E+5	1,104E+8	2,94E+11	334,2
Totale				463,6

Coefficiente di utilizzo (Comb. Mmin)

Resistenza di progetto per unita' di lunghezza, $\nu_{Rd} = n P_{Rd} \kappa_s$ (N/mm)	2846,4
Fattore di riduzione, κ_s	1,00
Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo ν_{Ed} (N/mm)	264,6
Coefficiente di utilizzo ν_{Ed} / ν_{Rd}	0,093
VERIFICA SODDISFATTA	

Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo (Comb. Mmin)

Fase	V_{Ed} (N)	$S_{y,4eff}$ (mm ³)	$J_{y,eff}$ (mm ⁴)	V_{Ed} (N/mm)
Fase 2a	4,71E+5	6,105E+7	2,16E+11	133,1
Fase 2b	-7E+3	7,777E+7	2,423E+11	-2,2
Fase 2c	0E+00	5,982E+7	2,14E+11	0
Fase 3a	-4E+3	1,104E+8	2,939E+11	-1,5
Fase 3b	3,6E+5	1,104E+8	2,939E+11	135,2
Totale				264,6

Verifica elastica allo SLE**Coefficiente di utilizzo (Comb. Mmax)**

Resistenza di progetto per unita' di lunghezza, $\nu_{Rd} = n P_{Rd} \kappa_s$ (N/mm)	1707,9
Fattore di riduzione, κ_s	0,6
Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo ν_{Ed} (N/mm)	331,4
Coefficiente di utilizzo ν_{Ed} / ν_{Rd}	0,194
VERIFICA SODDISFATTA	

Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo (Comb. Mmax)

Fase	V_{Ed} (N)	$S_{y,4}(mm^3)$	J_y (mm ⁴)	V_{Ed} (N/mm)
Fase 2a	3,14E+5	6,059E+7	2,167E+11	87,8
Fase 2b	-6E+3	7,738E+7	2,427E+11	-1,9
Fase 2c	0E+00	5,936E+7	2,148E+11	0
Fase 3a	3E+0	1,104E+8	2,94E+11	0
Fase 3b	6,54E+5	1,104E+8	2,94E+11	245,5
Totale				331,4

Coefficiente di utilizzo (Comb. Mmin)

Resistenza di progetto per unita' di lunghezza, $\nu_{Rd} = n P_{Rd} \kappa_s$ (N/mm)	1707,9
Fattore di riduzione, κ_s	0,6
Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo ν_{Ed} (N/mm)	183,1
Coefficiente di utilizzo ν_{Ed} / ν_{Rd}	0,107
VERIFICA SODDISFATTA	

Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo (Comb. Mmin)

Fase	V_{Ed} (N)	$S_{y,4}(mm^3)$	J_y (mm ⁴)	V_{Ed} (N/mm)
Fase 2a	3,14E+5	6,059E+7	2,167E+11	87,8
Fase 2b	-6E+3	7,738E+7	2,427E+11	-1,9
Fase 2c	0E+00	5,936E+7	2,148E+11	0
Fase 3a	-3E+3	1,104E+8	2,94E+11	-1,1
Fase 3b	2,62E+5	1,104E+8	2,94E+11	98,4
Totale				183,1

Sezione C1 2 2**Pre-classificazione**

La preclassificazione e' riferita alla sezione composta in Fase 3

Caratteristiche plastiche dei singoli componenti

Componenti	N_{pl} (N)	z_N (mm)	z_{max} (mm)	z_{min} (mm)
Strato di calcestruzzo superiore	3,143E+6	2620,19	2640	2600,38
Strato di calcestruzzo intermedio alle armature	1,343E+7	2515	2599,62	2430,38

Strato di calcestruzzo inferiore	3,143E+6	2409,81	2429,62	2390
Strato di armatura superiore	1,205E+6	2600	2600,38	2599,62
Strato di armatura inferiore	1,205E+6	2430	2430,38	2429,62
Raccordo in cls	0E+00	2390	2390	2390
Flangia superiore della trave di acciaio	9,467E+6	2370	2390	2350
Anima della trave di acciaio	1,502E+7	1204	2350	58
Flangia inferiore della trave di acciaio	1,665E+7	29	58	0
Compressione ultima per la sezione completa	-6,326E+7			
Trazione ultima per la sezione completa	4,355E+7			
Compressione ultima per la sezione senza anima	-4,824E+7			
Trazione ultima per la sezione senza anima	2,853E+7			

Classificazione delle piattabande

	c/t	ε	Flessione semplice con fibre tese superiori (M+)	Flessione semplice con fibre tese inferiori (M-)
Flangia superiore	8,508	0,814	1	0
Flangia inferiore	7,591	0,838	2	1

Classificazione dell'anima

	c/t	ε	α	ψ	classe
Flessione semplice con fibre tese superiori (M+)	137,141	0,814	0,341	-1,319	4
Flessione semplice con fibre tese inferiori (M-)	137,141	0,814	0,003	-0,272	1
Compressione semplice (N)	137,141	0,814	1	1	4

Verifiche S.L.U. sezione composta (Comb. Mmax)**Sollecitazioni (Comb. Mmax)**

Fase	N (N)	V (N)	M (Nm)	T (Nm)
1	-6,1E+4	1,1E+6	-1,37E+7	-1,23E+6
2a	-6E+3	3,6E+5	-5,06E+6	-8,23E+5
2b	0E+00	-7E+3	9,4E+4	-1,4E+4
Rit.Iso	0E+00	0	0E+00	0
2c	0E+00	0E+00	0E+00	0E+00
3a	0E+00	4E+0	4,8E+1	8E+0
Term.Iso	3,07E+6	0	2,01E+6	0
3b	5,01E+5	7,42E+5	-3,62E+6	2E+4
Totale	3,5E+6	2,19E+6	-2,02E+7	-2,04E+6

Pressoflessione - Analisi plastica**Classificazione della sezione (Comb. Mmax)**

	c/t	z_{pl} (mm)	α	ψ	Classe
Anima	137,14	2357,21	0	-0,95	1
Piattabanda superiore	8,51				1
Piattabanda inferiore	7,59				1
classe della sezione					1

Analisi plastica: APPLICABILE

Verifica plastica a Presso-Tenso flessione (Comb. Mmax)

Azione assiale		Flessione semplice		Interazione N/M	
N_{Ed} (N)	3,501E+6	M_{Ed} (Nm)	-2,023E+7	N_{Ed} (N)	3,501E+6
N_{Rd} (N)	4,355E+7	M_{Rd} (Nm)	-5,971E+7	M_{Ed} (Nm)	-2,023E+7
				M_{Rd} (Nm)	-5,798E+7
N_{Ed}/N_{Rd}	0,08	M_{Ed}/M_{Rd}	0,339	M_{Ed}/M_{Rd}	0,349

VERIFICA SODDISFATTA

Pressoflessione - Calcolo tensioni lorde**Tensioni normali sulla sezione lorda (Comb. Mmax)**

	F. 1	F. 2a Non Fess.	F. 2a Fess.	F. 2b Non Fess.	F. 2b Fess.	F. 2c Non Fess.	F. 2c Fess.	F. 2 tot	F. 3a Non Fess.	F. 3a Fess.	F. 3b Non Fess.	F. 3b Fess.	F. 3 tot	η_1
σ_8	0	-1,4	0	0	0	0	0	-1,4	-0,5	0	-1,3	0	-3,2	0,16
σ_7	-0,5	-26,6	-57,4	0,4	1,1	0	0	-26,2	15,5	0	-7,4	-37,3	-18,1	0,046

σ_6	-0,5	-22,7	-51,1	0,3	0,9	0	0	-22,3	14,4	0	-5,3	-32,8	-13,3	0,034
σ_5	0	-1,1	0	0	0	0	0	-1,1	-0,8	0	-0,8	0	-2,7	0,134
σ_4	-157,7	-21,7	-49,6	0,3	0,9	0	0	-179,2	14,1	0	-4,8	-31,7	-169,9	0,503
σ_3	-153,3	-20,8	-48,2	0,3	0,9	0	0	-173,8	13,8	0	-4,3	-30,6	-164,3	0,486
σ_2	-0,5	0	0	0	0	0	0	-0,5	10,5	0	1,7	3,8	11,7	0,034
σ_1	101,2	32,7	36,4	-0,6	-0,7	0	0	133,3	-1,9	0	23,9	30	155,4	0,487
σ_0	107,7	34	38,6	-0,6	-0,7	0	0	141,1	-2,2	0	24,6	31,5	163,4	0,512

Massimo coefficiente di utilizzo: 0,512 VERIFICA NON SIGNIFICATIVA

NOTE

- 1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 2 = -1,38 N/mm²
- 2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 2 = -1,09 N/mm²
La sezione a fine fase 2 e' stata considerata: Non fessurata (t.,b.)
- 3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 = -3,17 N/mm²
- 4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 = -2,65 N/mm²
La sezione a fine fase 3 e' stata considerata: Non fessurata (t.,b.)

Resistenza a taglio

Valutazione della necessita' di calcolo della resistenza a Shear buckling

$$h_w/t_w=137,141 > 31/\eta * \epsilon_w * (K_\tau)^{0.5}=73,667 \quad \text{Verifica a Shear Buckling: NECESSARIA}$$

Resistenza a taglio Shear buckling: $V_{b,Rd}=6,257E+6 \text{ N}$

Essendo:

$$\begin{aligned} a/h_w &= 1,053, \quad \eta = 1,2, \quad I_{sl} = 1,679E+7 (\text{mm}^4), \quad K_{\tau sl} = 9,106, \quad K_\tau = 12,284 \\ \text{contributo anima: } V_{bw,Rd} &= 5,346E+6 \text{ N}, \quad \text{contributo flange: } V_{bf,Rd} = 9,111E+5 \text{ N} \\ \chi_w &= 0,646, \quad \lambda_w = 1,285, \quad \tau_{cr} = 124,1, \quad C = 758,4 \\ M_{Ed} &= -2,023E+7 \text{ Nm}, \quad M_{f,Rd} = -4,042E+7 \text{ Nm}, \quad M_{Ed}/M_{f,Rd} = 0,501 \end{aligned}$$

Resistenza plastica: $V_{pl,Rd}=1,041E+7 \text{ N}$

Resistenza a taglio: $V_{Rd}=\min(V_{pl,Rd}, V_{b,Rd})=6,257E+6 \text{ N}$

Coefficienti di utilizzo

$$\begin{aligned} \eta_3 &= V_{Ed}/V_{Rd} = 0,377, \quad (=) \text{ VERIFICA SODDISFATTA} \\ \eta_3 &= V_{Ed}/V_{bw,Rd} = 0,441, \quad \eta_1 = M_{Ed}/M_{Rd} = 0,349 \end{aligned}$$

Interazione pressoflessione taglio (N-M-V)

Valutazione della presenza di interazione

$$\eta_3 < 0,5, \quad M_{Ed}/M_{f,Rd} < 1 \\ \text{NON C'E' INTERAZIONE}$$

Verifiche S.L.U. sezione composta (Comb. Mmin)

Sollecitazioni (Comb. Mmin)

Fase	N (N)	V (N)	M (Nm)	T (Nm)
1	-6,1E+4	1,1E+6	-1,37E+7	-1,23E+6
2a	-6E+3	3,6E+5	-5,06E+6	-8,23E+5
2b	0E+00	-7E+3	9,4E+4	-1,4E+4
Rit.Iso	-5,3E+6	0	-4,88E+6	0
2c	0E+00	0E+00	0E+00	0E+00
3a	0E+00	-4E+3	-4,8E+4	-8E+3
Term.Iso	-3,07E+6	0	-2,01E+6	0
3b	-5,11E+5	2,97E+5	-9,85E+6	-2,39E+6
Totale	-8,95E+6	1,74E+6	-3,54E+7	-4,47E+6

Pressoflessione - Analisi plastica

Classificazione della sezione (Comb. Mmin)

	c/t	z_{pl} (mm)	α	ψ	Classe
Anima	137,14	1660,67	0,3	-0,81	4
Piattabanda superiore	8,51				1

Piattabanda inferiore	7,59				1
classe della sezione					4
Analisi plastica: NON APPLICABILE					

Verifica plastica a Presso-Tenso flessione (Comb. Mmin)

Azione assiale		Flessione semplice		Interazione N/M	
N _{Ed} (N)	-8,947E+6	M _{Ed} (Nm)	-3,541E+7	N _{Ed} (N)	-8,947E+6
N _{Rd} (N)	-6,326E+7	M _{Rd} (Nm)	-5,971E+7	M _{Ed} (Nm)	-3,541E+7
				M _{Rd} (Nm)	-6,098E+7
N _{Ed} /N _{Rd}	0,141	M _{Ed} /M _{Rd}	0,593	M _{Ed} /M _{Rd}	0,581
VERIFICA NON SIGNIFICATIVA					

Pressoflessione - Calcolo tensioni lorde**Tensioni normali sulla sezione lorda (Comb. Mmin)**

	F. 1	F. 2a Non Fess.	F. 2a Fess.	F. 2b Non Fess.	F. 2b Fess.	F. 2c Non Fess.	F. 2c Fess.	F. 2 tot	F. 3a Non Fess.	F. 3a Fess.	F. 3b Non Fess.	F. 3b Fess.	F. 3 tot	η_1
σ_8	0	-1,4	0	1,7	0	0	0	0	0,5	0	-4,5	0	-3,7	0,189
σ_7	-0,5	-26,6	-57,4	-45,2	1,1	0	0	-56,3	-15,6	-0,5	-26,6	-115,7	-114,1	0,292
σ_6	-0,5	-22,7	-51,1	-41,9	0,9	0	0	-50,2	-14,5	-0,5	-20,9	-103,4	-99,9	0,255
σ_5	0	-1,1	0	2,1	0	0	0	0	0,8	0	-3,2	0	-1,4	0,071
σ_4	-157,7	-21,7	-49,6	-41,1	0,9	0	0	-206,5	-14,2	-0,5	-19,5	-100,6	-254,3	0,752
σ_3	-153,3	-20,8	-48,2	-40,3	0,9	0	0	-200,6	-13,9	-0,5	-18,2	-97,7	-246,5	0,729
σ_2	-0,5	0	0	-25,4	0	0	0	-0,5	-10,5	0	-1,7	-3,9	-38,1	0,113
σ_1	101,2	32,7	36,4	4,9	-0,7	0	0	137	2,1	0,3	58,6	67,2	199,6	0,625
σ_0	107,7	34	38,6	6	-0,7	0	0	145,5	2,6	0,4	60,6	71,4	210,9	0,661

Massimo coefficiente di utilizzo: 0,752 VERIFICA NON SIGNIFICATIVA

NOTE

- 1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 2 = 0,3 N/mm²
- 2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 2 = 0,99 N/mm²
La sezione a fine fase 2 e' stata considerata: Fessurata (t.,b.)
- 3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 = -3,74 N/mm²
- 4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 = -1,41 N/mm²
La sezione a fine fase 3 e' stata considerata: Non fessurata (t.,b.)

Pressoflessione - Calcolo tensioni efficaci**Area efficace per shear lag e/o buckling delle flange(Comb. Mmin)**

Componente	b (mm)	t (mm)	λ_p	ρ	A _{c,eff} (mm ²)	β^k	A _{c,eff} * β^k (mm ²)
Piattabanda superiore SX	350	40	---	---	---	1	14000
Piattabanda superiore DX	350	40	---	---	---	1	14000
Piattabanda inferiore SX	450	58	---	---	---	1	26100
Piattabanda inferiore DX	450	58	---	---	---	1	26100

Instabilita' locale dei pannelli d'anima (Comb. Mmin)

	Anima	Sub pannello 1	Sub pannello 2
b (mm)	2468,54	576,21	1892,33
σ_{cr0E} (N/mm ²)	10,1	185,41	17,19
σ_{sup} (N/mm ²)	-253,7	-253,7	-148,1
σ_{inf} (N/mm ²)	198,72	-148,1	198,72
ψ	-0,78	0,58	-1,34
K _{σ}	18,74	5,02	32,8
λ_p	1,37	0,62	0,79
b _c (mm)	1384,26	576,21	808,06
b _{c, sup} (mm)	553,71	260,95	323,22
b _{c, sup} (mm)	830,56	315,26	484,83
ρ_{loc}	0,67	1	1
b _{ceff} (mm)	920,82	576,21	808,06
b _{ceff, sup} (mm)	368,33	260,95	323,22
b _{ceff, sup} (mm)	552,49	315,26	484,83

$\phi_{\text{Foro}}(\text{mm})$	463,45	0	0
---------------------------------	--------	---	---

Caratteristiche dell'anima compressa, irrigidenti esclusi (Comb. Mmin)

	$A(\text{mm}^2)$	$z_G(\text{mm})$	$J_y(\text{mm}^4)$
A_c Edge sup	4,697E+3	2318,5	2,665E+7
A_c 1	1,149E+4	1868,8	3,904E+8
A_c 2	0E+00	0	0E+00
A_c Edge inf	8,727E+3	1307,1	1,71E+8
A_c tot	2,492E+4	1756,9	3,979E+9
A_c	1,374E+4		

Caratteristiche dell'anima compressa, depurata per instabilita' locale (Comb. Mmin)

	$A(\text{mm}^2)$	$z_G(\text{mm})$	$J_y(\text{mm}^4)$
$A_{c,\text{eff}}$ Edge sup	4,697E+3	2318,5	2,665E+7
$A_{c,\text{eff}}$ 1	1,149E+4	1868,8	3,904E+8
$A_{c,\text{eff}}$ 2	0E+00	0	0E+00
$A_{c,\text{eff}}$ Edge inf	8,727E+3	1307,1	1,71E+8
$A_{c,\text{eff}}$ tot	2,492E+4	1756,9	3,979E+9
$A_{c,\text{eff,loc}}$	1,374E+4		

Tensioni critiche per l'anima (Comb. Mmin)

	<i>Stiffener 1</i>
$A_{sl}(\text{mm}^2)$	1,374E+4
$e_{sl}(\text{mm})$	-13,8
$I_{sl}(\text{mm}^4)$	1,781E+7
$A_{sl,\text{eff}}(\text{mm}^2)$	1,374E+4
$e_{sl,\text{eff}}(\text{mm})$	-13,8
$I_{sl,\text{eff}}(\text{mm}^4)$	1,781E+7
$\sigma_{cr,sl,i}(p)$	432,07
$\sigma_{cr,p,i}(p)$	740,16
$\sigma_{cr,sl}(C)$	397,25
$\sigma_{cr,c}(C)$	680,52
α_e	0,666

Coefficienti di riduzione per instabilita' globale dell'anima (Comb. Mmin)

	<i>Piastra</i>		<i>Colonna</i>
$\sigma_{cr,p}(p)$	740,16	$\sigma_{cr,c}(C)$	1
$\beta_{ac}(p)$	1	$\beta_{ac}(C)$	0,722
λ_p	0,693	λ_c	0,712
ρ_p	1	χ_c	

Anima depurata per instabilita' locale e globale dell'anima (Comb. Mmin)

	$A(\text{mm}^2)$	$z_G(\text{mm})$	$J_y(\text{mm}^4)$
Edge sup	4,697E+3	2318,5	2,665E+7
1	8,188E+3	1868,8	2,781E+8
2	0E+00	0	0E+00
Edge inf	8,727E+3	1307,1	1,71E+8
Totale	2,161E+4	1739,7	3,819E+9

Depurazione complessiva da applicare alla sezione (Comb. Mmin)

	$\Delta A(\text{mm}^2)$	$z_G(\text{mm})$	$\Delta J_y(\text{mm}^4)$
Anima	-3,305E+3	1868,8	-1,123E+8
Piattabanda superiore	0E+00	0	0E+00
Piattabanda inferiore	0E+00	0	0E+00

Caratteristiche geometriche efficaci (Comb. Mmin)

	<i>Fase 1</i>	<i>Fase 2a</i>	<i>Fase 2b</i>	<i>Fase 2c</i>	<i>Fase 3</i>	<i>Fessurata</i>
$A(\text{mm}^2)$	1,213E+5	1,788E+5	2,898E+5	1,771E+5	2,898E+5	1,275E+5
$z_G(\text{mm})$	949,449	1452,388	1859,467	1442,298	1859,467	1025,065
$\Delta z_{\text{Geff}}(\text{mm})$	24,38	7,56	0,11	7,82	0,11	21,32
$J_{y,\text{eff}}(\text{mm}^4)$	1,202E+11	2,16E+11	2,939E+11	2,141E+11	2,939E+11	1,346E+11
$W_{y,0\text{eff}}(\text{mm}^3)$	-1,266E+8	-1,487E+8	-1,581E+8	-1,484E+8	-1,581E+8	-1,313E+8
$W_{y,1\text{eff}}(\text{mm}^3)$	-1,348E+8	-1,549E+8	-1,632E+8	-1,547E+8	-1,632E+8	-1,392E+8

$W_{y,3eff}$ (mm ³)	8,58E+7	2,407E+8	5,992E+8	2,359E+8	5,992E+8	1,016E+8
$W_{y,4eff}$ (mm ³)	8,342E+7	2,304E+8	5,54E+8	2,259E+8	5,54E+8	9,86E+7
$W_{y,5eff}$ (mm ³)	1E+300	2,304E+8	5,54E+8	2,259E+8	5,54E+8	9,86E+7
$W_{y,6eff}$ (mm ³)	1E+300	2,21E+8	5,152E+8	2,168E+8	5,152E+8	9,579E+7
$W_{y,7eff}$ (mm ³)	1E+300	1,882E+8	3,969E+8	1,849E+8	3,969E+8	8,545E+7
$W_{y,8eff}$ (mm ³)	1E+300	1,819E+8	3,766E+8	1,788E+8	3,766E+8	8,333E+7
$S_{y,1eff}$ (mm ³)	4,805E+7	7,43E+7	9,555E+7	7,377E+7	9,555E+7	5,199E+7
$S_{y,2eff}$ (mm ³)	5,575E+7	9,315E+7	1,27E+8	9,235E+7	1,27E+8	6,106E+7
$S_{y,3eff}$ (mm ³)	3,978E+7	8,671E+7	1,247E+8	8,577E+7	1,247E+8	4,683E+7
$S_{y,4eff}$ (mm ³)	1,566E-291	6,102E+7	1,104E+8	5,98E+7	1,104E+8	9,174E+6

Le caratteristiche efficaci sono state calcolate iterativamente in 1 iterazioni, con la seguente variazione percentuale del coefficiente ψ

$(\psi_1 - \psi_0)/\psi_0 * 100$	3,26
$(\psi_2 - \psi_1)/\psi_1 * 100$	
$(\psi_3 - \psi_2)/\psi_2 * 100$	
$(\psi_4 - \psi_3)/\psi_3 * 100$	
$(\psi_5 - \psi_4)/\psi_4 * 100$	

Momento aggiuntivo per traslazione dell'asse neutro(Comb. Mmin)

	Fase 1	Fase 2a	Fase 2b	Fase 2c	Fase 3a	Fase 3b
$\Delta M_{Fessurata}$ (kNm)	-1,487E+3	-1,279E+2	0E+00	0E+00	0E+00	-1,09E+4
$\Delta M_{Non fessurata}$ (kNm)	-1,487E+3	-4,536E+1	-2,339E+4	0E+00	-3,23E+2	-5,382E+1

Tensioni normali sulla sezione efficace (Comb. Mmin)

	F. 1	F. 2a Non Fess.	F. 2a Fess.	F. 2b Non Fess.	F. 2b Fess.	F. 2c Non Fess.	F. 2c Fess.	F. 2 tot	F. 3a Non Fess.	F. 3a Fess.	F. 3b Non Fess.	F. 3b Fess.	F. 3 tot	η_1
σ_8	0	-1,4	0	1,7	0	0	0	0	0,5	0	-4,5	0	-3,8	0,193
σ_7	-0,5	-26,9	-59,2	-45,8	1,1	0	0	-58,1	-15,8	-0,6	-26,6	-119,4	-115,1	0,294
σ_6	-0,5	-22,9	-52,8	-42,5	1	0	0	-51,9	-14,6	-0,5	-20,9	-107	-100,9	0,258
σ_5	0	-1,1	0	2,1	0	0	0	0	0,7	0	-3,2	0	-1,5	0,076
σ_4	-164,3	-22	-51,3	-41,7	1	0	0	-214,6	-14,3	-0,5	-19,5	-104,1	-261,8	0,774
σ_3	-159,7	-21	-49,8	-40,9	0,9	0	0	-208,6	-14	-0,5	-18,2	-101,1	-253,9	0,751
σ_2	-0,5	0	0	-25,8	0	0	0	-0,5	-10,6	0	-1,8	-4	-38,7	0,114
σ_1	100,8	32,6	36,3	4,6	-0,7	0	0	136,4	2	0,3	58,6	66,9	198,7	0,623
σ_0	107,4	34	38,5	5,7	-0,7	0	0	145,2	2,4	0,4	60,6	71,1	210,1	0,659

Massimo coefficiente di utilizzo: 0,774 VERIFICA SODDISFATTA

NOTE

- 1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 2 = 0,24 N/mm²
- 2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 2 = 0,93 N/mm²
La sezione a fine fase 2 e' stata considerata: Fessurata (t.,b.)
- 3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 = -3,83 N/mm²
- 4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 = -1,5 N/mm²
La sezione a fine fase 3 e' stata considerata: Non fessurata (t.,b.)

Resistenza a taglio

Valutazione della necessita' di calcolo della resistenza a Shear buckling

$$h_w/t_w = 137,141 > 31/\eta * \epsilon_w * (K_\tau)^{0,5} = 73,667 \quad \text{Verifica a Shear Buckling: NECESSARIA}$$

Resistenza a taglio Shear buckling: $V_{b,Rd} = 5,346E+6$ N

Essendo:

$$\begin{aligned} a/h_w &= 1,053, \quad \eta = 1,2, \quad I_{sl} = 1,679E+7 \text{ (mm}^4\text{)}, \quad K_{\tau sl} = 9,106, \quad K_\tau = 12,284 \\ \text{contributo anima: } V_{bw,Rd} &= 5,346E+6 \text{ N,} \quad \text{contributo flange: } V_{bf,Rd} = 0E+00 \text{ N} \\ \chi_w &= 0,646, \quad \lambda_w = 1,285, \quad \tau_{cr} = 124,1, \quad C = 758,4 \\ M_{Ed} = M_{Ed,eq} &= -1,45E+8 \text{ Nm,} \quad M_{f,Rd} = -4,684E+7 \text{ Nm,} \quad M_{Ed}/M_{f,Rd} = 3,096 \end{aligned}$$

Resistenza plastica: $V_{pl,Rd} = 1,041E+7$ N

Resistenza a taglio: $V_{Rd} = \min(V_{pl,Rd}, V_{b,Rd}) = 5,346E+6$ N

Coefficienti di utilizzo

$$\eta_3 = V_{Ed} / V_{Rd} = 0,351, \quad (= > \text{VERIFICA SODDISFATTA})$$

$$\eta_3 = V_{Ed} / V_{bw,Rd} = 0,351, \quad \eta_1 = \max(\eta_i) = 0,774$$

Interazione pressoflessione taglio (N-M-V)

Valutazione della presenza di interazione

$$\eta_3 < 0,5, \quad M_{Ed} / M_{f,Rd} > 1$$

NON C'E' INTERAZIONE

Verifica a stato limite delle tensioni (Comb. Mmax)

Sollecitazioni (Comb. Mmax)

Fase	N (N)	V (N)	M (Nm)	T (Nm)
1	-4,5E+4	8,12E+5	-1,01E+7	-9,09E+5
2a	-4E+3	2,4E+5	-3,37E+6	-5,48E+5
2b	0E+00	-6E+3	7,9E+4	-1,2E+4
Rit.Iso	0E+00	0	0E+00	0
2c	0E+00	0E+00	0E+00	0E+00
3a	0E+00	3E+0	3,2E+1	5E+0
Term.Iso	2,04E+6	0	1,34E+6	0
3b	3,34E+5	5,45E+5	-2,65E+6	7E+3
Totale	2,33E+6	1,59E+6	-1,47E+7	-1,46E+6

Tensioni normali sulla sezione lorda (Comb. Mmax)

	F. 1	F. 2a Non Fess.	F. 2a Fess.	F. 2b Non Fess.	F. 2b Fess.	F. 2c Non Fess.	F. 2c Fess.	F. 2 tot	F. 3a Non Fess.	F. 3a Fess.	F. 3b Non Fess.	F. 3b Fess.	F. 3 tot	σ_{td}	η_1
σ_8	0	-0,9	0	0	0	0	0	-0,9	-0,3	0	-1	0	-2,2	2,2	0,105
σ_7	-0,4	-17,8	-38,3	0,3	0,9	0	0	-17,4	10,4	0	-5,5	-27,5	-12,6	12,6	0,035
σ_6	-0,4	-15,1	-34,1	0,3	0,8	0	0	-14,8	9,6	0	-4	-24,2	-9,3	9,3	0,026
σ_5	0	-0,7	0	0	0	0	0	-0,7	-0,5	0	-0,6	0	-1,8	1,8	0,087
σ_4	-116,9	-14,5	-33,1	0,3	0,8	0	0	-131,1	9,4	0	-3,6	-23,5	-125,3	125,3	0,353
σ_3	-113,6	-13,9	-32,1	0,2	0,8	0	0	-127,2	9,2	0	-3,3	-22,7	-121,3	131,9	0,372
σ_2	-0,4	0	0	0	0	0	0	-0,4	7	0	1,1	2,6	7,7	64,4	0,181
σ_1	75	21,8	24,3	-0,5	-0,6	0	0	96,3	-1,2	0	17,4	21,7	112,4	123,9	0,37
σ_0	79,7	22,7	25,7	-0,5	-0,6	0	0	101,9	-1,5	0	17,9	22,8	118,3	118,3	0,353
τ_4	0	0,1	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0,3	0,1	0,4		
τ_3	13,3	4,9	4,2	-0,1	-0,1	0	0	18,1	0	0	11,9	9,5	30		
τ_2	19,6	5,4	5,7	-0,1	-0,1	0	0	24,8	0	0	12,1	12,8	36,9		
τ_1	16,8	4,3	4,8	-0,1	-0,1	0	0	21	0	0	9,1	10,9	30,1		
τ_0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		

Massimo coefficiente di utilizzo: 0,372 VERIFICA SODDISFATTA

NOTE

- 1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 2 = -0,92 N/mm²
- 2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 2 = -0,72 N/mm²
 La sezione a fine fase 2 e' stata considerata: Non fessurata (t.,b.)
- 3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 = -2,21 N/mm²
- 4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 = -1,83 N/mm²
 La sezione a fine fase 3 e' stata considerata: Non fessurata (t.,b.)

Verifica a stato limite delle tensioni (Comb. Mmin)

Sollecitazioni (Comb. Mmin)

Fase	N (N)	V (N)	M (Nm)	T (Nm)
1	-4,5E+4	8,12E+5	-1,01E+7	-9,09E+5
2a	-4E+3	2,4E+5	-3,37E+6	-5,48E+5
2b	0E+00	-6E+3	7,9E+4	-1,2E+4
Rit.Iso	-4,42E+6	0	-4,07E+6	0
2c	0E+00	0E+00	0E+00	0E+00
3a	0E+00	-3E+3	-3,2E+4	-5E+3
Term.Iso	-2,04E+6	0	-1,34E+6	0
3b	-3,41E+5	2,17E+5	-7,23E+6	-1,75E+6

Totale	-6,85E+6	1,26E+6	-2,61E+7	-3,22E+6
--------	----------	---------	----------	----------

Tensioni normali sulla sezione lorda (Comb. Mmin)

	F. 1	F. 2a Non Fess.	F. 2a Fess.	F. 2b Non Fess.	F. 2b Fess.	F. 2c Non Fess.	F. 2c Fess.	F. 2 tot	F. 3a Non Fess.	F. 3a Fess.	F. 3b Non Fess.	F. 3b Fess.	F. 3 tot	σ_{id}	η_1
σ_8	0	-0,9	0	1,4	0	0	0	0	0,3	0	-3,3	0	-2,5	2,5	0,119
σ_7	-0,4	-17,8	-38,3	-37,7	0,9	0	0	-37,4	-10,4	-0,4	-19,4	-84,6	-85,2	85,2	0,237
σ_6	-0,4	-15,1	-34,1	-34,9	0,8	0	0	-33,3	-9,6	-0,3	-15,2	-75,6	-74,8	74,8	0,208
σ_5	0	-0,7	0	1,8	0	0	0	0	0,5	0	-2,3	0	-0,8	0,8	0,037
σ_4	-116,9	-14,5	-33,1	-34,2	0,8	0	0	-149,2	-9,5	-0,3	-14,2	-73,5	-189,2	189,2	0,533
σ_3	-113,6	-13,9	-32,1	-33,6	0,8	0	0	-144,9	-9,3	-0,3	-13,2	-71,4	-183,5	187,7	0,529
σ_2	-0,4	0	0	-21,2	0	0	0	-0,4	-7	0	-1,2	-2,6	-29,7	59,2	0,167
σ_1	75	21,8	24,3	4,1	-0,6	0	0	98,7	1,4	0,2	43,1	49,5	145,4	151,5	0,452
σ_0	79,7	22,7	25,7	5	-0,6	0	0	104,9	1,7	0,2	44,5	52,6	153,7	153,7	0,459
τ_4	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0,2		
τ_3	13,3	4,9	4,2	-0,1	-0,1	0	0	17,4	-0,1	-0,1	4,7	3,8	22,8		
τ_2	19,6	5,4	5,7	-0,1	-0,1	0	0	25,1	-0,1	-0,1	4,8	5,1	29,6		
τ_1	16,8	4,3	4,8	-0,1	-0,1	0	0	21,5	-0,1	-0,1	3,6	4,3	24,5		
τ_0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		

Massimo coefficiente di utilizzo: 0,533 VERIFICA SODDISFATTA

NOTE

- 1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 2 = 0,49 N/mm²
- 2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 2 = 1,01 N/mm²
La sezione a fine fase 2 e' stata considerata: Fessurata (t.,b.)
- 3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 = -2,49 N/mm²
- 4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 = -0,79 N/mm²
La sezione a fine fase 3 e' stata considerata: Non fessurata (t.,b.)

SLE: Verifica a web breathing (Comb. Mmax)**Sollecitazioni (Comb. Mmax)**

Fase	N (N)	V (N)	M (Nm)	T (Nm)
1	-4,5E+4	8,12E+5	-1,01E+7	-9,09E+5
2a	-4E+3	2,4E+5	-3,37E+6	-5,48E+5
2b	0E+00	-6E+3	7,9E+4	-1,2E+4
Rit.Iso	0E+00	0	0E+00	0
2c	0E+00	0E+00	0E+00	0E+00
3a	0E+00	2E+0	2,7E+1	4E+0
Term.Iso	1,7E+6	0	1,12E+6	0
3b	0E+00	2,9E+5	-9,69E+5	-2,6E+4
Totale	1,65E+6	1,34E+6	-1,33E+7	-1,49E+6

Tensioni normali sulla sezione efficace (Comb. Mmax)

	F. 1	F. 2a Non Fess.	F. 2a Fess.	F. 2b Non Fess.	F. 2b Fess.	F. 2c Non Fess.	F. 2c Fess.	F. 2 tot	F. 3a Non Fess.	F. 3a Fess.	F. 3b Non Fess.	F. 3b Fess.	F. 3 tot
σ_8	0	-1	0	0	0	0	0	-0,9	-0,3	0	-0,4	0	-1,6
σ_7	-0,4	-17,9	-39,5	0,3	0,9	0	0	-17,6	8,7	0	-2,4	-11,3	-11,3
σ_6	-0,4	-15,3	-35,2	0,3	0,8	0	0	-15	8	0	-1,9	-10,1	-8,8
σ_5	0	-0,8	0	0	0	0	0	-0,7	-0,4	0	-0,3	0	-1,4
σ_4	-121,6	-14,7	-34,2	0,3	0,8	0	0	-136	7,9	0	-1,7	-9,8	-129,8
σ_3	-118,2	-14	-33,2	0,2	0,8	0	0	-132	7,7	0	-1,6	-9,5	-125,9
σ_2	-0,4	0	0	0	0	0	0	-0,4	5,9	0	0	0	5,5
σ_1	74,7	21,7	24,2	-0,5	-0,6	0	0	95,9	-1	0	5,9	7	100,9
σ_0	79,6	22,6	25,6	-0,5	-0,6	0	0	101,7	-1,2	0	6,1	7,4	106,7

NOTE

- 1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 2 = -0,92 N/mm²
- 2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 2 = -0,73 N/mm²
La sezione a fine fase 2 e' stata considerata: Non fessurata (t.,b.)

C:\Users\Utente43\Desktop\FA-SI_R2_verifiche.rtf

3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 = -1,61 N/mm²4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 = -1,44 N/mm²

La sezione a fine fase 3 e' stata considerata: Non fessurata (t.,b.)

Verifica dell'intera anima (Comb. Mmax)

Anima	
b (mm)	2468,5
σ_{sup} (N/mm ²)	-125,75
σ_{inf} (N/mm ²)	100,92
σ_{Ed} (N/mm ²)	125,75
K_{σ}	19,16
σ_{cr0E} (N/mm ²)	10,1
τ_{Ed} (N/mm ²)	27,17
$\sigma_{cr}(P)$ (N/mm ²)	750,64
$\sigma_{cr}(C)$ (N/mm ²)	690,08
ξ	0,088
σ_{cr} (N/mm ²)	700,25
K_{τ}	12,28
$K_{\tau sl}$	9,11
Coefficienti di utilizzo	0,3
Esito	VERIFICA SODDISFATTA

Verifica locale dei sub pannelli (Comb. Mmax)

	Sub pannello 1	Sub pannello 2
b (mm)	576,2	1892,3
σ_{sup} (N/mm ²)	-125,75	-72,84
σ_{inf} (N/mm ²)	-72,84	100,92
σ_{Ed} (N/mm ²)	125,75	72,84
τ_{Ed} (N/mm ²)	27,17	27,17
σ_{cr0E} (N/mm ²)	185,41	17,19
ψ	0,579	-1,386
K_{σ}	5	34
σ_{cr} (N/mm ²)	933,19	585,07
K_{τ}	5,54	7,46
τ_{cr}	1026,53	128,23
Coefficienti di utilizzo	0,138	0,264
Esito	VERIFICA SODDISFATTA	VERIFICA SODDISFATTA

SLE: Verifica a web breathing (Comb. Mmin)**Sollecitazioni (Comb. Mmin)**

Fase	N (N)	V (N)	M (Nm)	T (Nm)
1	-4,5E+4	8,12E+5	-1,01E+7	-9,09E+5
2a	-4E+3	2,4E+5	-3,37E+6	-5,48E+5
2b	0E+00	-6E+3	7,9E+4	-1,2E+4
Rit.Iso	-4,42E+6	0	-4,07E+6	0
2c	0E+00	0E+00	0E+00	0E+00
3a	0E+00	-2E+3	-2,7E+4	-4E+3
Term.Iso	-1,7E+6	0	-1,12E+6	0
3b	-1E+3	7,6E+4	-3,57E+6	-8,48E+5
Totale	-6,17E+6	1,12E+6	-2,22E+7	-2,32E+6

Tensioni normali sulla sezione efficace (Comb. Mmin)

	F. 1	F. 2a Non Fess.	F. 2a Fess.	F. 2b Non Fess.	F. 2b Fess.	F. 2c Non Fess.	F. 2c Fess.	F. 2 tot	F. 3a Non Fess.	F. 3a Fess.	F. 3b Non Fess.	F. 3b Fess.	F. 3 tot
σ_8	0	-1	0	1,4	0	0	0	0	0,3	0	-1,5	0	0
σ_7	-0,4	-17,9	-39,6	-38,3	0,9	0	0	-38,7	-8,8	-0,3	-9	-42	-81
σ_6	-0,4	-15,3	-35,4	-35,5	0,8	0	0	-34,5	-8,1	-0,3	-6,9	-37,5	-72,3
σ_5	0	-0,8	0	1,7	0	0	0	0	0,4	0	-1	0	0
σ_4	-122,3	-14,7	-34,4	-34,8	0,8	0	0	-155,9	-8	-0,3	-6,4	-36,4	-192,5

σ_3	-118,9	-14	-33,4	-34,1	0,8	0	0	-151,5	-7,8	-0,3	-6	-35,3	-187,1
σ_2	-0,4	0	0	-21,6	0	0	0	-0,4	-5,9	0	0	0	-0,4
σ_1	74,6	21,7	24,2	3,8	-0,6	0	0	98,2	1,1	0,2	21,9	25,6	124,1
σ_0	79,5	22,6	25,6	4,7	-0,6	0	0	104,5	1,3	0,2	22,6	27,2	131,9

NOTE

- 1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 2 = 0,43 N/mm²
- 2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 2 = 0,95 N/mm²
La sezione a fine fase 2 e' stata considerata: Fessurata (t.,b.)
- 3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 = -0,85 N/mm²
- 4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 = 0,32 N/mm²
La sezione a fine fase 3 e' stata considerata: Fessurata (t.,b.)

Verifica dell'intera anima (Comb. Mmin)

<i>Anima</i>	
b (mm)	2468,5
σ_{sup} (N/mm ²)	-186,76
σ_{inf} (N/mm ²)	124,12
σ_{Ed} (N/mm ²)	186,76
K_σ	16,31
σ_{cr0E} (N/mm ²)	10,1
τ_{Ed} (N/mm ²)	22,81
$\sigma_{cr}(P)$ (N/mm ²)	678,16
$\sigma_{cr}(C)$ (N/mm ²)	623,91
ξ	0,087
σ_{cr} (N/mm ²)	632,93
K_τ	12,28
$K_{\tau sl}$	9,11
Coefficienti di utilizzo	0,358
Esito	VERIFICA SODDISFATTA

Verifica locale dei sub pannelli (Comb. Mmin)

	<i>Sub pannello 1</i>	<i>Sub pannello 2</i>
b (mm)	576,2	1892,3
σ_{sup} (N/mm ²)	-186,76	-114,2
σ_{inf} (N/mm ²)	-114,2	124,12
σ_{Ed} (N/mm ²)	186,76	114,2
τ_{Ed} (N/mm ²)	22,81	22,81
σ_{cr0E} (N/mm ²)	185,41	17,19
ψ	0,611	-1,087
K_σ	4,9	26
σ_{cr} (N/mm ²)	915,1	447,72
K_τ	5,54	7,46
τ_{cr}	1026,53	128,23
Coefficienti di utilizzo	0,206	0,321
Esito	VERIFICA SODDISFATTA	VERIFICA SODDISFATTA

Verifica connessione trave soletta**Caratteristiche generali**

Numero di pioli per unita' di lunghezza, n (m ⁻¹)	26
Diametro dei pioli, d (mm)	22
Altezza dei pioli, h (mm)	200
Resistenza ultima dei pioli, α	1
Coefficiente di sicurezza parziale, γ_v	1,25
Resistenza ultima dei pioli, f_u (N/mm ²)	450
Coefficiente E_{cm} (N/mm ²)	34077
Resistenza caratteristica cilindrica, f_{ck} (N/mm ²)	35

Resistenza della connessione

Resistenza a taglio del piolo, $P_{Rd1} = 0.8 f_u \pi d^2 / 4 \gamma_v$, (N)	109478,22
Resistenza per schiacciamento del calcestruzzo, $P_{Rd2} = 0.29 \alpha d^2 (f_{ck} E_{cm})^{0.5} / \gamma_v$, (N)	122630,64
Resistenza di progetto del piolo $P_{Rd} = \text{Min}(P_{Rd1}, P_{Rd2})$, (N)	109478,22

Verifica elastica allo SLU**Coefficiente di utilizzo (Comb. Mmax)**

Resistenza di progetto per unita' di lunghezza, $v_{Rd} = n P_{Rd} \kappa_s$ (N/mm)	2846,4
Fattore di riduzione, κ_s	1,00
Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo v_{Ed} (N/mm)	377
Coefficiente di utilizzo v_{Ed} / v_{Rd}	0,132
VERIFICA SODDISFATTA	

Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo (Comb. Mmax)

Fase	V_{Ed} (N)	$S_{y,4}$ (mm ³)	J_y (mm ⁴)	V_{Ed} (N/mm)
Fase 2a	3,6E+5	6,059E+7	2,167E+11	100,7
Fase 2b	-7E+3	7,738E+7	2,427E+11	-2,2
Fase 2c	0E+00	5,936E+7	2,148E+11	0
Fase 3a	4E+0	1,104E+8	2,94E+11	0
Fase 3b	7,42E+5	1,104E+8	2,94E+11	278,6
Totale				377

Coefficiente di utilizzo (Comb. Mmin)

Resistenza di progetto per unita' di lunghezza, $v_{Rd} = n P_{Rd} \kappa_s$ (N/mm)	2846,4
Fattore di riduzione, κ_s	1,00
Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo v_{Ed} (N/mm)	209,5
Coefficiente di utilizzo v_{Ed} / v_{Rd}	0,074
VERIFICA SODDISFATTA	

Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo (Comb. Mmin)

Fase	V_{Ed} (N)	$S_{y,4eff}$ (mm ³)	$J_{y,eff}$ (mm ⁴)	V_{Ed} (N/mm)
Fase 2a	3,6E+5	6,102E+7	2,16E+11	101,7
Fase 2b	-7E+3	7,775E+7	2,423E+11	-2,2
Fase 2c	0E+00	5,98E+7	2,141E+11	0
Fase 3a	-4E+3	1,104E+8	2,939E+11	-1,5
Fase 3b	2,97E+5	1,104E+8	2,939E+11	111,6
Totale				209,5

Verifica elastica allo SLE**Coefficiente di utilizzo (Comb. Mmax)**

Resistenza di progetto per unita' di lunghezza, $v_{Rd} = n P_{Rd} \kappa_s$ (N/mm)	1707,9
Fattore di riduzione, κ_s	0,6
Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo v_{Ed} (N/mm)	269,8
Coefficiente di utilizzo v_{Ed} / v_{Rd}	0,158
VERIFICA SODDISFATTA	

Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo (Comb. Mmax)

Fase	V_{Ed} (N)	$S_{y,4}$ (mm ³)	J_y (mm ⁴)	V_{Ed} (N/mm)
Fase 2a	2,4E+5	6,059E+7	2,167E+11	67,1
Fase 2b	-6E+3	7,738E+7	2,427E+11	-1,9
Fase 2c	0E+00	5,936E+7	2,148E+11	0
Fase 3a	3E+0	1,104E+8	2,94E+11	0
Fase 3b	5,45E+5	1,104E+8	2,94E+11	204,6
Totale				269,8

Coefficiente di utilizzo (Comb. Mmin)

Resistenza di progetto per unita' di lunghezza, $v_{Rd} = n P_{Rd} \kappa_s$ (N/mm)	1707,9
Fattore di riduzione, κ_s	0,6
Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo v_{Ed} (N/mm)	145,5
Coefficiente di utilizzo v_{Ed} / v_{Rd}	0,085
VERIFICA SODDISFATTA	

Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo (Comb. Mmin)

Fase	$V_{Ed} (N)$	$S_{y,4} (mm^3)$	$J_y (mm^4)$	$V_{Ed} (N/mm)$
Fase 2a	2,4E+5	6,059E+7	2,167E+11	67,1
Fase 2b	-6E+3	7,738E+7	2,427E+11	-1,9
Fase 2c	0E+00	5,936E+7	2,148E+11	0
Fase 3a	-3E+3	1,104E+8	2,94E+11	-1,1
Fase 3b	2,17E+5	1,104E+8	2,94E+11	81,5
Totale				145,5

Sezione C2 1 1**Pre-classificazione**

La preclassificazione e' riferita alla sezione composta in Fase 3

Caratteristiche plastiche dei singoli componenti

Componenti	$N_{pl} (N)$	$z_N (mm)$	$z_{max} (mm)$	$z_{min} (mm)$
Strato di calcestruzzo superiore	3,143E+6	2620,19	2640	2600,38
Strato di calcestruzzo intermedio alle armature	1,343E+7	2515	2599,62	2430,38
Strato di calcestruzzo inferiore	3,143E+6	2409,81	2429,62	2390
Strato di armatura superiore	1,205E+6	2600	2600,38	2599,62
Strato di armatura inferiore	1,205E+6	2430	2430,38	2429,62
Raccordo in cls	0E+00	2390	2390	2390
Flangia superiore della trave di acciaio	1,273E+7	2361,5	2390	2333
Anima della trave di acciaio	1,319E+7	1201	2333	69
Flangia inferiore della trave di acciaio	1,981E+7	34,5	69	0
Compressione ultima per la sezione completa		-6,785E+7		
Trazione ultima per la sezione completa		4,814E+7		
Compressione ultima per la sezione senza anima		-5,466E+7		
Trazione ultima per la sezione senza anima		3,495E+7		

Classificazione delle piattabande

	c/t	ε	Flessione semplice con fibre tese superiori (M+)	Flessione semplice con fibre tese inferiori (M-)
Flangia superiore	5,989	0,838	1	0
Flangia inferiore	6,397	0,838	1	1

Classificazione dell'anima

	c/t	ε	α	ψ	classe
Flessione semplice con fibre tese superiori (M+)	152,399	0,814	0,323	-1,243	4
Flessione semplice con fibre tese inferiori (M-)	152,399	0,814	0	-0,284	1
Compressione semplice (N)	152,399	0,814	1	1	4

Verifiche S.L.U. sezione composta (Comb. Mmax)**Sollecitazioni (Comb. Mmax)**

Fase	$N (N)$	$V (N)$	$M (Nm)$	$T (Nm)$
1	-6,1E+4	1,1E+6	-1,37E+7	-9,15E+5
2a	-6E+3	3,6E+5	-5,08E+6	-7,07E+5
2b	0E+00	-7E+3	9,4E+4	-1,6E+4
Rit.Iso	0E+00	0	0E+00	0
2c	0E+00	0E+00	0E+00	0E+00
3a	0E+00	4E+0	4,8E+1	9E+0
Term.Iso	3,07E+6	0	2,1E+6	0
3b	4,98E+5	7,42E+5	-3,62E+6	1,02E+5
Totale	3,5E+6	2,19E+6	-2,02E+7	-1,54E+6

Pressoflessione - Analisi plastica**Classificazione della sezione (Comb. Mmax)**

	c/t	$z_{pl} (mm)$	α	ψ	Classe
Anima	152,4	2344,97	-0,01	-1,03	1
Piattabanda superiore	5,99				1
Piattabanda inferiore	6,4				1

classe della sezione					1
Analisi plastica: APPLICABILE					

Verifica plastica a Presso-Tenso flessione (Comb. Mmax)

Azione assiale		Flessione semplice		Interazione N/M	
N _{Ed} (N)	3,498E+6	M _{Ed} (Nm)	-2,019E+7	N _{Ed} (N)	3,498E+6
N _{Rd} (N)	4,814E+7	M _{Rd} (Nm)	-6,486E+7	M _{Ed} (Nm)	-2,019E+7
				M _{Rd} (Nm)	-6,307E+7
N _{Ed} /N _{Rd}	0,073	M _{Ed} /M _{Rd}	0,311	M _{Ed} /M _{Rd}	0,32
VERIFICA SODDISFATTA					

Pressoflessione - Calcolo tensioni lorde

Tensioni normali sulla sezione lorda (Comb. Mmax)

	F. 1	F. 2a Non Fess.	F. 2a Fess.	F. 2b Non Fess.	F. 2b Fess.	F. 2c Non Fess.	F. 2c Fess.	F. 2 tot	F. 3a Non Fess.	F. 3a Fess.	F. 3b Non Fess.	F. 3b Fess.	F. 3 tot	η ₁
σ ₈	0	-1,3	0	0	0	0	0	-1,3	-0,6	0	-1,2	0	-3,1	0,155
σ ₇	-0,4	-24,1	-47,3	0,4	0,9	0	0	-23,8	14,9	0	-7	-30,3	-15,9	0,041
σ ₆	-0,4	-20,6	-42	0,3	0,8	0	0	-20,3	13,8	0	-5,1	-26,6	-11,6	0,03
σ ₅	0	-1	0	0	0	0	0	-1	-0,9	0	-0,8	0	-2,6	0,132
σ ₄	-125,7	-19,7	-40,8	0,3	0,8	0	0	-145,2	13,5	0	-4,6	-25,7	-136,3	0,427
σ ₃	-120,5	-18,5	-39	0,3	0,7	0	0	-138,8	13,2	0	-4	-24,4	-129,7	0,406
σ ₂	-0,4	0	0	0	0	0	0	-0,5	9,9	0	1,6	3,4	11,1	0,033
σ ₁	85,9	28,9	31,3	-0,5	-0,6	0	0	114,2	-1,5	0	21,3	25,8	134,1	0,42
σ ₀	92,2	30,4	33,5	-0,6	-0,6	0	0	122	-2	0	22,1	27,3	142,1	0,445

Massimo coefficiente di utilizzo: 0,445 VERIFICA NON SIGNIFICATIVA

NOTE

- 1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 2 = -1,25 N/mm²
- 2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 2 = -0,99 N/mm²
 La sezione a fine fase 2 e' stata considerata: Non fessurata (t.,b.)
- 3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 = -3,07 N/mm²
- 4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 = -2,61 N/mm²
 La sezione a fine fase 3 e' stata considerata: Non fessurata (t.,b.)

Resistenza a taglio

Valutazione della necessita' di calcolo della resistenza a Shear buckling

$$h_w/t_w = 152,399 > 31/\eta * \epsilon_w * (K_\tau)^{0.5} = 74,167 \quad \text{Verifica a Shear Buckling: NECESSARIA}$$

Resistenza a taglio Shear buckling: **V_{b,Rd} = 5,549E+6 N**

Essendo:

$$a/h_w = 1,066, \quad \eta = 1,2, \quad I_{sl} = 1,575E+7 (\text{mm}^4), \quad K_{\tau sl} = 11,139, \quad K_\tau = 12,451$$

$$\text{contributo anima: } V_{bw,Rd} = 4,253E+6 \text{ N}, \quad \text{contributo flange: } V_{bf,Rd} = 1,297E+6 \text{ N}$$

$$\chi_w = 0,585, \quad \lambda_w = 1,419, \quad \tau_{cr} = 101,9, \quad C = 826,8$$

$$M_{Ed} = -2,019E+7 \text{ Nm}, \quad M_{f,Rd} = -4,779E+7 \text{ Nm}, \quad M_{Ed}/M_{f,Rd} = 0,422$$

Resistenza plastica: **V_{pl,Rd} = 9,139E+6 N**

Resistenza a taglio: **V_{Rd} = min(V_{pl,Rd}, V_{b,Rd}) = 5,549E+6 N**

Coefficienti di utilizzo

$$\eta_3 = V_{Ed}/V_{Rd} = 0,425, \quad (=> \text{VERIFICA SODDISFATTA})$$

$$\eta_3 = V_{Ed}/V_{bw,Rd} = 0,555, \quad \eta_1 = M_{Ed}/M_{Rd} = 0,32$$

Interazione pressoflessione taglio (N-M-V)

Valutazione della presenza di interazione

$$\eta_3 < 0,5, \quad M_{Ed}/M_{f,Rd} < 1$$

NON C'E' INTERAZIONE

Verifiche S.L.U. sezione composta (Comb. Mmin)

Sollecitazioni (Comb. Mmin)

Fase	N (N)	V (N)	M (Nm)	T (Nm)
1	-6,1E+4	1,1E+6	-1,37E+7	-9,15E+5
2a	-6E+3	3,6E+5	-5,08E+6	-7,07E+5
2b	0E+00	-7E+3	9,4E+4	-1,6E+4
Rit.Iso	-5,3E+6	0	-4,98E+6	0
2c	0E+00	0E+00	0E+00	0E+00
3a	0E+00	-4E+3	-4,8E+4	-9E+3
Term.Iso	-3,07E+6	0	-2,1E+6	0
3b	-5,08E+5	2,97E+5	-9,9E+6	-2,17E+6
Totale	-8,94E+6	1,74E+6	-3,57E+7	-3,81E+6

Pressoflessione - Analisi plastica

Classificazione della sezione (Comb. Mmin)

	c/t	z _{pl} (mm)	α	ψ	Classe
Anima	152,4	1724	0,27	-0,84	4
Piattabanda superiore	5,99				1
Piattabanda inferiore	6,4				1
classe della sezione					4

Analisi plastica: NON APPLICABILE

Verifica plastica a Presso-Tenso flessione (Comb. Mmin)

Azione assiale		Flessione semplice		Interazione N/M	
N _{Ed} (N)	-8,944E+6	M _{Ed} (Nm)	-3,569E+7	N _{Ed} (N)	-8,944E+6
N _{Rd} (N)	-6,785E+7	M _{Rd} (Nm)	-6,486E+7	M _{Ed} (Nm)	-3,569E+7
				M _{Rd} (Nm)	-6,718E+7
N _{Ed} /N _{Rd}	0,132	M _{Ed} /M _{Rd}	0,55	M _{Ed} /M _{Rd}	0,531

VERIFICA NON SIGNIFICATIVA

Pressoflessione - Calcolo tensioni lorde

Tensioni normali sulla sezione lorda (Comb. Mmin)

	F. 1	F. 2a Non Fess.	F. 2a Fess.	F. 2b Non Fess.	F. 2b Fess.	F. 2c Non Fess.	F. 2c Fess.	F. 2 tot	F. 3a Non Fess.	F. 3a Fess.	F. 3b Non Fess.	F. 3b Fess.	F. 3 tot	η ₁
σ ₈	0	-1,3	0	2	0	0	0	0	0,6	0	-4,3	0	-3	0,152
σ ₇	-0,4	-24,1	-47,3	-42,2	0,9	0	0	-46,4	-15	-0,4	-25,2	-95,7	-106,5	0,272
σ ₆	-0,4	-20,6	-42	-39,1	0,8	0	0	-41,2	-13,9	-0,4	-20	-85,4	-93,5	0,239
σ ₅	0	-1	0	2,3	0	0	0	0	0,9	0	-3	0	-0,9	0,044
σ ₄	-125,7	-19,7	-40,8	-38,3	0,8	0	0	-165,7	-13,6	-0,4	-18,7	-83	-216,2	0,677
σ ₃	-120,5	-18,5	-39	-37,3	0,7	0	0	-158,8	-13,2	-0,4	-17	-79,5	-206,6	0,648
σ ₂	-0,4	0	0	-23,6	0	0	0	-0,5	-9,9	0	-1,6	-3,5	-35,6	0,105
σ ₁	85,9	28,9	31,3	3,8	-0,6	0	0	116,6	1,8	0,3	52,3	57,7	172,7	0,541
σ ₀	92,2	30,4	33,5	5,1	-0,6	0	0	125	2,2	0,3	54,4	61,9	184,2	0,577

Massimo coefficiente di utilizzo: 0,677 VERIFICA NON SIGNIFICATIVA

NOTE

- 1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 2 = 0,68 N/mm²
- 2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 2 = 1,3 N/mm²
 La sezione a fine fase 2 e' stata considerata: Fessurata (t.,b.)
- 3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 = -3,01 N/mm²
- 4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 = -0,88 N/mm²
 La sezione a fine fase 3 e' stata considerata: Non fessurata (t.,b.)

Pressoflessione - Calcolo tensioni efficaci

Area efficace per shear lag e/o buckling delle flange(Comb. Mmin)

Componente	b (mm)	t (mm)	λ _p	ρ	A _{c,eff} (mm ²)	β ^k	A _{c,eff} *β ^k (mm ²)
Piattabanda superiore SX	350	57	---	---	---	1	19950
Piattabanda superiore DX	350	57	---	---	---	1	19950
Piattabanda inferiore SX	450	69	---	---	---	1	31050
Piattabanda inferiore DX	450	69	---	---	---	1	31050

Instabilita' locale dei pannelli d'anima (Comb. Mmin)

	Anima	Sub pannello 1	Sub pannello 2
b (mm)	2438,38	557,9	1880,48
σ_{cr0E} (N/mm ²)	8,18	156,27	13,75
σ_{sup} (N/mm ²)	-206,6	-206,6	-119,82
σ_{inf} (N/mm ²)	172,68	-119,82	172,68
ψ	-0,84	0,58	-1,44
K_{σ}	19,9	5,03	35,64
λ_p	1,48	0,67	0,85
b _c (mm)	1328,22	557,9	770,32
b _{c sup} (mm)	531,29	252,44	308,13
b _{c sup} (mm)	796,93	305,46	462,19
ρ_{loc}	0,62	1	1
b _{ceff} (mm)	826,95	557,9	770,32
b _{ceff sup} (mm)	330,78	252,44	308,13
b _{ceff sup} (mm)	496,17	305,46	462,19
ϕ_{Foro} (mm)	501,27	0	0

Caratteristiche dell'anima compressa, irrigidenti esclusi (Comb. Mmin)

	A(mm ²)	z _G (mm)	J _y (mm ⁴)
A _c Edge sup	4,039E+3	2301,8	2,145E+7
A _c 1	9,817E+3	1868,8	3,08E+8
A _c 2	0E+00	0	0E+00
A _c Edge inf	7,395E+3	1330,9	1,316E+8
A _c tot	2,125E+4	1763,9	3,124E+9
A _c	1,207E+4		

Caratteristiche dell'anima compressa, depurata per instabilita' locale (Comb. Mmin)

	A(mm ²)	z _G (mm)	J _y (mm ⁴)
A _{c,eff} Edge sup	4,039E+3	2301,8	2,145E+7
A _{c,eff} 1	9,817E+3	1868,8	3,08E+8
A _{c,eff} 2	0E+00	0	0E+00
A _{c,eff} Edge inf	7,395E+3	1330,9	1,316E+8
A _{c,eff} tot	2,125E+4	1763,9	3,124E+9
A _{c,eff,loc}	1,207E+4		

Tensioni critiche per l'anima (Comb. Mmin)

	Stiffener 1
A _{sl} (mm ²)	1,207E+4
e _{sl} (mm)	-15,5
I _{sl} (mm ⁴)	1,704E+7
A _{sl,eff} (mm ²)	1,207E+4
e _{sl,eff} (mm)	-15,5
I _{sl,eff} (mm ⁴)	1,704E+7
$\sigma_{cr,sl,i}$ (p)	462,61
$\sigma_{cr,p,i}$ (p)	797,66
$\sigma_{cr,sl}$ (C)	432,9
$\sigma_{cr,c}$ (C)	746,42
α_e	0,652

Coefficienti di riduzione per instabilita' globale dell'anima (Comb. Mmin)

	Piastra		Colonna
$\sigma_{cr,p}$ (p)	797,66	$\sigma_{cr,c}$ (C)	1
β_{ac} (p)	1	β_{ac} (c)	0,69
λ_p	0,667	λ_c	0,722
ρ_p	1	χ_c	

Anima depurata per instabilita' locale e globale dell'anima (Comb. Mmin)

	A(mm ²)	z _G (mm)	J _y (mm ⁴)
Edge sup	4,039E+3	2301,8	2,145E+7
1	7,089E+3	1868,8	2,224E+8
2	0E+00	0	0E+00

Edge inf	7,395E+3	1330,9	1,316E+8
Totale	1,852E+4	1748,4	3,004E+9

Depurazione complessiva da applicare alla sezione (Comb. Mmin)

	$\Delta A (mm^2)$	$z_G (mm)$	$\Delta J_y (mm^4)$
Anima	-2,729E+3	1868,8	-8,561E+7
Piattabanda superiore	0E+00	0	0E+00
Piattabanda inferiore	0E+00	0	0E+00

Caratteristiche geometriche efficaci (Comb. Mmin)

	Fase 1	Fase 2a	Fase 2b	Fase 2c	Fase 3	Fessurata
A (mm ²)	1,383E+5	1,957E+5	3,067E+5	1,94E+5	3,067E+5	1,444E+5
z _G (mm)	998,825	1443,7	1831,418	1434,417	1831,418	1063,459
Δz_{Geff} (mm)	16,83	5,84	0,33	6,02	0,33	14,93
J _{y,eff} (mm ⁴)	1,48E+11	2,416E+11	3,234E+11	2,396E+11	3,234E+11	1,616E+11
W _{y,0eff} (mm ³)	-1,482E+8	-1,673E+8	-1,766E+8	-1,67E+8	-1,766E+8	-1,519E+8
W _{y,1eff} (mm ³)	-1,592E+8	-1,757E+8	-1,835E+8	-1,755E+8	-1,835E+8	-1,625E+8
W _{y,3eff} (mm ³)	1,109E+8	2,716E+8	6,448E+8	2,667E+8	6,448E+8	1,273E+8
W _{y,4eff} (mm ³)	1,064E+8	2,553E+8	5,79E+8	2,508E+8	5,79E+8	1,218E+8
W _{y,5eff} (mm ³)	1E+300	2,553E+8	5,79E+8	2,508E+8	5,79E+8	1,218E+8
W _{y,6eff} (mm ³)	1E+300	2,449E+8	5,403E+8	2,407E+8	5,403E+8	1,182E+8
W _{y,7eff} (mm ³)	1E+300	2,089E+8	4,208E+8	2,056E+8	4,208E+8	1,052E+8
W _{y,8eff} (mm ³)	1E+300	2,019E+8	4E+8	1,988E+8	4E+8	1,025E+8
S _{y,1eff} (mm ³)	5,988E+7	8,751E+7	1,116E+8	8,693E+7	1,116E+8	6,39E+7
S _{y,2eff} (mm ³)	6,733E+7	1,038E+8	1,384E+8	1,03E+8	1,384E+8	7,242E+7
S _{y,3eff} (mm ³)	5,437E+7	9,814E+7	1,363E+8	9,723E+7	1,363E+8	6,073E+7
S _{y,4eff} (mm ³)	1,516E-291	6,152E+7	1,151E+8	6,024E+7	1,151E+8	8,938E+6

Le caratteristiche efficaci sono state calcolate iterativamente in 0 iterazioni, con la seguente variazione percentuale del coefficiente ψ

$(\psi_1 - \psi_0) / \psi_0 * 100$	
$(\psi_2 - \psi_1) / \psi_1 * 100$	
$(\psi_3 - \psi_2) / \psi_2 * 100$	
$(\psi_4 - \psi_3) / \psi_3 * 100$	
$(\psi_5 - \psi_4) / \psi_4 * 100$	

Momento aggiuntivo per traslazione dell'asse neutro(Comb. Mmin)

	Fase 1	Fase 2a	Fase 2b	Fase 2c	Fase 3a	Fase 3b
$\Delta M_{Fessurata}$ (kNm)	-1,027E+3	-8,959E+1	0E+00	0E+00	0E+00	-7,585E+3
$\Delta M_{Non fessurata}$ (kNm)	-1,027E+3	-3,507E+1	-1,907E+4	0E+00	-1,01E+3	-1,672E+2

Tensioni normali sulla sezione efficace (Comb. Mmin)

	F. 1	F. 2a Non Fess.	F. 2a Fess.	F. 2b Non Fess.	F. 2b Fess.	F. 2c Non Fess.	F. 2c Fess.	F. 2 tot	F. 3a Non Fess.	F. 3a Fess.	F. 3b Non Fess.	F. 3b Fess.	F. 3 tot	η_1
σ_8	0	-1,3	0	1,9	0	0	0	0	0,6	0	-4,3	0	-3,1	0,155
σ_7	-0,4	-24,3	-48,3	-42,6	0,9	0	0	-47,4	-15,1	-0,5	-25,2	-97,8	-107,2	0,274
σ_6	-0,4	-20,8	-43	-39,5	0,8	0	0	-42,2	-14	-0,4	-20	-87,4	-94,2	0,241
σ_5	0	-1	0	2,3	0	0	0	0	0,8	0	-3	0	-0,9	0,047
σ_4	-129,1	-19,9	-41,7	-38,8	0,8	0	0	-170	-13,7	-0,4	-18,8	-84,9	-220,2	0,69
σ_3	-123,8	-18,7	-39,9	-37,7	0,7	0	0	-163	-13,3	-0,4	-17	-81,4	-210,6	0,66
σ_2	-0,4	0	0	-23,8	0	0	0	-0,5	-10	0	-1,7	-3,5	-36	0,106
σ_1	85,5	28,9	31,2	3,6	-0,6	0	0	116,2	1,7	0,3	52,3	57,5	172	0,539
σ_0	91,9	30,3	33,4	4,9	-0,6	0	0	124,7	2,1	0,3	54,4	61,7	183,7	0,576

Massimo coefficiente di utilizzo: 0,69 VERIFICA SODDISFATTA

NOTE

- 1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 2 = 0,63 N/mm²
- 2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 2 = 1,26 N/mm²
La sezione a fine fase 2 e' stata considerata: Fessurata (t.,b.)
- 3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 = -3,08 N/mm²
- 4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 = -0,94 N/mm²
La sezione a fine fase 3 e' stata considerata: Non fessurata (t.,b.)

Resistenza a taglio

Valutazione della necessita' di calcolo della resistenza a Shear buckling

$h_w/t_w=152,399 > 31/\eta * \epsilon_w * (K_\tau)^{0.5}=74,167$ Verifica a Shear Buckling: **NECESSARIA**

Resistenza a taglio Shear buckling: **V_{b,Rd}=4,253E+6 N**

Essendo:

$a/h_w=1,066, \eta=1,2, I_{sl}=1,575E+7(\text{mm}^4), K_{\tau sl}=11,139, K_\tau=12,451$
 contributo anima: $V_{bw,Rd}=4,253E+6 \text{ N}$, contributo flange: $V_{bf,Rd}=0E+00 \text{ N}$
 $\chi_w=0,585, \lambda_w=1,419, \tau_{cr}=101,9, C=826,8$
 $M_{Ed}=M_{Ed,eq}=-1,275E+8 \text{ Nm}, M_{f,Rd}=-5,437E+7 \text{ Nm}, M_{Ed}/M_{f,Rd}=2,346$

Resistenza plastica: **V_{pl,Rd}=9,139E+6 N**

Resistenza a taglio: **V_{Rd}=min(V_{pl,Rd}, V_{b,Rd})=4,253E+6 N**

Coefficienti di utilizzo

$\eta_3 = V_{Ed}/V_{Rd} = 0,441, (= \text{VERIFICA SODDISFATTA})$
 $\eta_3 = V_{Ed}/V_{bw,Rd} = 0,441, \eta_1 = \max(\eta_i) = 0,69$

Interazione pressoflessione taglio (N-M-V)

Valutazione della presenza di interazione

$\eta_3 < 0,5, M_{Ed}/M_{f,Rd} > 1$
NON C'E' INTERAZIONE

Verifica a stato limite delle tensioni (Comb. Mmax)

Sollecitazioni (Comb. Mmax)

Fase	N (N)	V (N)	M (Nm)	T (Nm)
1	-4,5E+4	8,12E+5	-1,01E+7	-6,78E+5
2a	-4E+3	2,4E+5	-3,38E+6	-4,71E+5
2b	0E+00	-6E+3	7,8E+4	-1,4E+4
Rit.Iso	0E+00	0	0E+00	0
2c	0E+00	0E+00	0E+00	0E+00
3a	0E+00	3E+0	3,2E+1	6E+0
Term.Iso	2,04E+6	0	1,4E+6	0
3b	3,32E+5	5,45E+5	-2,65E+6	6,7E+4
Totale	2,33E+6	1,59E+6	-1,47E+7	-1,1E+6

Tensioni normali sulla sezione lorda (Comb. Mmax)

	F. 1	F. 2a Non Fess.	F. 2a Fess.	F. 2b Non Fess.	F. 2b Fess.	F. 2c Non Fess.	F. 2c Fess.	F. 2 tot	F. 3a Non Fess.	F. 3a Fess.	F. 3b Non Fess.	F. 3b Fess.	F. 3 tot	σ_{td}	η_1
σ_8	0	-0,9	0	0	0	0	0	-0,8	-0,4	0	-0,9	0	-2,1	2,1	0,102
σ_7	-0,3	-16,1	-31,5	0,3	0,7	0	0	-15,8	9,9	0	-5,2	-22,4	-11,1	11,1	0,031
σ_6	-0,3	-13,7	-28	0,2	0,6	0	0	-13,5	9,2	0	-3,8	-19,7	-8,1	8,1	0,023
σ_5	0	-0,7	0	0	0	0	0	-0,7	-0,6	0	-0,6	0	-1,8	1,8	0,086
σ_4	-93,1	-13,2	-27,2	0,2	0,6	0	0	-106,1	9	0	-3,5	-19	-100,5	100,5	0,3
σ_3	-89,3	-12,4	-26	0,2	0,6	0	0	-101,4	8,8	0	-3	-18,1	-95,7	113,9	0,34
σ_2	-0,3	0	0	0	0	0	0	-0,3	6,6	0	1,1	2,3	7,3	71,3	0,201
σ_1	63,6	19,3	20,9	-0,4	-0,5	0	0	82,4	-1	0	15,5	18,6	97	114,3	0,341
σ_0	68,3	20,2	22,3	-0,5	-0,5	0	0	88	-1,3	0	16,1	19,8	102,8	102,8	0,307
τ_4	0	0,1	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0,3	0	0,4		
τ_3	16,9	5,6	5,1	-0,1	-0,1	0	0	22,3	0	0	13,3	11,6	35,6		
τ_2	21,6	6	6,3	-0,1	-0,2	0	0	27,4	0	0	13,5	14,2	40,9		
τ_1	19,1	5,1	5,5	-0,1	-0,1	0	0	24,1	0	0	10,9	12,5	35		
τ_0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		

Massimo coefficiente di utilizzo: 0,341 VERIFICA SODDISFATTA

NOTE

1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 2 = -0,83 N/mm²

2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 2 = -0,66 N/mm²

La sezione a fine fase 2 e' stata considerata: Non fessurata (t.,b.)

3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 = -2,14 N/mm²

4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 = -1,81 N/mm²

La sezione a fine fase 3 e' stata considerata: Non fessurata (t.,b.)

Verifica a stato limite delle tensioni (Comb. Mmin)

Sollecitazioni (Comb. Mmin)

Fase	N (N)	V (N)	M (Nm)	T (Nm)
1	-4,5E+4	8,12E+5	-1,01E+7	-6,78E+5
2a	-4E+3	2,4E+5	-3,38E+6	-4,71E+5
2b	0E+00	-6E+3	7,8E+4	-1,4E+4
Rit.Iso	-4,42E+6	0	-4,15E+6	0
2c	0E+00	0E+00	0E+00	0E+00
3a	0E+00	-3E+3	-3,2E+4	-6E+3
Term.Iso	-2,04E+6	0	-1,4E+6	0
3b	-3,39E+5	2,17E+5	-7,26E+6	-1,58E+6
Totale	-6,85E+6	1,26E+6	-2,63E+7	-2,75E+6

Tensioni normali sulla sezione lorda (Comb. Mmin)

	F. 1	F. 2a Non Fess.	F. 2a Fess.	F. 2b Non Fess.	F. 2b Fess.	F. 2c Non Fess.	F. 2c Fess.	F. 2 tot	F. 3a Non Fess.	F. 3a Fess.	F. 3b Non Fess.	F. 3b Fess.	F. 3 tot	σ_{id}	η_1
σ_8	0	-0,9	0	1,6	0	0	0	0	0,4	0	-3,1	0	-2	2	0,093
σ_7	-0,3	-16,1	-31,5	-35,1	0,7	0	0	-30,8	-10	-0,3	-18,3	-69,9	-79,6	79,6	0,221
σ_6	-0,3	-13,7	-28	-32,6	0,6	0	0	-27,4	-9,2	-0,3	-14,5	-62,4	-70,1	70,1	0,195
σ_5	0	-0,7	0	1,9	0	0	0	0	0,6	0	-2,2	0	-0,4	0,4	0,018
σ_4	-93,1	-13,2	-27,2	-32	0,6	0	0	-119,7	-9,1	-0,3	-13,6	-60,6	-160,9	160,9	0,48
σ_3	-89,3	-12,4	-26	-31,1	0,6	0	0	-114,7	-8,8	-0,2	-12,3	-58,1	-153,9	161,1	0,481
σ_2	-0,3	0	0	-19,6	0	0	0	-0,3	-6,6	0	-1,1	-2,3	-27,7	63,1	0,178
σ_1	63,6	19,3	20,9	3,2	-0,5	0	0	84	1,2	0,2	38,5	42,6	125,7	135	0,403
σ_0	68,3	20,2	22,3	4,2	-0,5	0	0	90,1	1,5	0,2	40	45,6	134,2	134,2	0,401
τ_4	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0,2		
τ_3	16,9	5,6	5,1	-0,1	-0,1	0	0	21,8	-0,1	-0,1	5,3	4,6	27,6		
τ_2	21,6	6	6,3	-0,1	-0,2	0	0	27,7	-0,1	-0,1	5,4	5,7	32,7		
τ_1	19,1	5,1	5,5	-0,1	-0,1	0	0	24,5	-0,1	-0,1	4,3	5	28,3		
τ_0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		

Massimo coefficiente di utilizzo: 0,481 VERIFICA SODDISFATTA

NOTE

1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 2 = 0,78 N/mm²

2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 2 = 1,25 N/mm²

La sezione a fine fase 2 e' stata considerata: Fessurata (t.,b.)

3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 = -1,95 N/mm²

4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 = -0,39 N/mm²

La sezione a fine fase 3 e' stata considerata: Non fessurata (t.,b.)

SLE: Verifica a web breathing (Comb. Mmax)

Sollecitazioni (Comb. Mmax)

Fase	N (N)	V (N)	M (Nm)	T (Nm)
1	-4,5E+4	8,12E+5	-1,01E+7	-6,78E+5
2a	-4E+3	2,4E+5	-3,38E+6	-4,71E+5
2b	0E+00	-6E+3	7,8E+4	-1,4E+4
Rit.Iso	0E+00	0	0E+00	0
2c	0E+00	0E+00	0E+00	0E+00
3a	0E+00	2E+0	2,7E+1	5E+0
Term.Iso	1,7E+6	0	1,16E+6	0
3b	0E+00	2,9E+5	-9,69E+5	-4E+3
Totale	1,65E+6	1,34E+6	-1,32E+7	-1,17E+6

Tensioni normali sulla sezione efficace (Comb. Mmax)

	F. 1	F. 2a	F. 2a	F. 2b	F. 2b	F. 2c	F. 2c	F. 2 tot	F. 3a	F. 3a	F. 3b	F. 3b	F. 3 tot
--	------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	----------	-------	-------	-------	-------	----------

		Non Fess.	Fess.	Non Fess.	Fess.	Non Fess.	Fess.		Non Fess.	Fess.	Non Fess.	Fess.	
σ_8	0	-0,9	0	0	0	0	0	-0,8	-0,3	0	-0,4	0	-1,6
σ_7	-0,3	-16,2	-32,2	0,3	0,7	0	0	-15,9	8,3	0	-2,3	-9,2	-9,9
σ_6	-0,3	-13,8	-28,6	0,2	0,7	0	0	-13,6	7,7	0	-1,8	-8,2	-7,7
σ_5	0	-0,7	0	0	0	0	0	-0,7	-0,5	0	-0,3	0	-1,4
σ_4	-95,5	-13,3	-27,8	0,2	0,6	0	0	-108,5	7,6	0	-1,7	-7,9	-102,6
σ_3	-91,6	-12,5	-26,6	0,2	0,6	0	0	-103,8	7,4	0	-1,5	-7,6	-98
σ_2	-0,3	0	0	0	0	0	0	-0,3	5,6	0	0	0	5,2
σ_1	63,4	19,2	20,8	-0,4	-0,5	0	0	82,2	-0,8	0	5,3	6	86,7
σ_0	68,1	20,2	22,2	-0,5	-0,5	0	0	87,9	-1	0	5,5	6,4	92,3

NOTE

- 1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 2 = -0,84 N/mm²
- 2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 2 = -0,66 N/mm²
La sezione a fine fase 2 e' stata considerata: Non fessurata (t.,b.)
- 3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 = -1,56 N/mm²
- 4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 = -1,41 N/mm²
La sezione a fine fase 3 e' stata considerata: Non fessurata (t.,b.)

Verifica dell'intera anima (Comb. Mmax)

	Anima
b (mm)	2438,4
σ_{sup} (N/mm ²)	-95,62
σ_{inf} (N/mm ²)	86,88
σ_{Ed} (N/mm ²)	95,62
K_σ	21,6
σ_{cr0E} (N/mm ²)	8,18
τ_{Ed} (N/mm ²)	31,29
$\sigma_{cr}(P)$ (N/mm ²)	839,04
$\sigma_{cr}(C)$ (N/mm ²)	784,9
ξ	0,069
σ_{cr} (N/mm ²)	792,11
K_τ	12,45
$K_{\tau sl}$	11,14
Coefficienti di utilizzo	0,359
Esito	VERIFICA SODDISFATTA

Verifica locale dei sub pannelli (Comb. Mmax)

	Sub pannello 1	Sub pannello 2
b (mm)	557,9	1880,5
σ_{sup} (N/mm ²)	-95,62	-53,86
σ_{inf} (N/mm ²)	-53,86	86,88
σ_{Ed} (N/mm ²)	95,62	53,86
τ_{Ed} (N/mm ²)	31,29	31,29
σ_{cr0E} (N/mm ²)	156,27	13,75
ψ	0,563	-1,613
K_σ	5,1	40,8
σ_{cr} (N/mm ²)	794,3	561,67
K_τ	5,52	7,43
τ_{cr}	863,28	102,23
Coefficienti di utilizzo	0,127	0,35
Esito	VERIFICA SODDISFATTA	VERIFICA SODDISFATTA

SLE: Verifica a web breathing (Comb. Mmin)**Sollecitazioni (Comb. Mmin)**

Fase	N (N)	V (N)	M (Nm)	T (Nm)
1	-4,5E+4	8,12E+5	-1,01E+7	-6,78E+5
2a	-4E+3	2,4E+5	-3,38E+6	-4,71E+5

2b	0E+00	-6E+3	7,8E+4	-1,4E+4
Rit.Iso	-4,42E+6	0	-4,15E+6	0
2c	0E+00	0E+00	0E+00	0E+00
3a	0E+00	-2E+3	-2,7E+4	-5E+3
Term.Iso	-1,7E+6	0	-1,16E+6	0
3b	-1E+3	7,6E+4	-3,59E+6	-7,66E+5
Totale	-6,17E+6	1,12E+6	-2,24E+7	-1,93E+6

Tensioni normali sulla sezione efficace (Comb. Mmin)

	F. 1	F. 2a Non Fess.	F. 2a Fess.	F. 2b Non Fess.	F. 2b Fess.	F. 2c Non Fess.	F. 2c Fess.	F. 2 tot	F. 3a Non Fess.	F. 3a Fess.	F. 3b Non Fess.	F. 3b Fess.	F. 3 tot
σ_8	0	-0,9	0	1,6	0	0	0	0	0,3	0	-1,5	0	0
σ_7	-0,3	-16,2	-32,3	-35,6	0,7	0	0	-31,6	-8,4	-0,3	-8,5	-34,3	-66,1
σ_6	-0,3	-13,8	-28,8	-33	0,7	0	0	-28,1	-7,8	-0,2	-6,6	-30,5	-58,8
σ_5	0	-0,7	0	1,9	0	0	0	0	0,5	0	-1	0	0
σ_4	-96,1	-13,3	-27,9	-32,4	0,6	0	0	-123,4	-7,6	-0,2	-6,2	-29,6	-153,3
σ_3	-92,2	-12,5	-26,7	-31,5	0,6	0	0	-118,3	-7,4	-0,2	-5,6	-28,4	-146,9
σ_2	-0,3	0	0	-20	0	0	0	-0,4	-5,6	0	0	0	-0,4
σ_1	63,2	19,2	20,8	2,9	-0,5	0	0	83,5	0,9	0,2	19,6	22,1	105,7
σ_0	68	20,2	22,2	4	-0,5	0	0	89,7	1,2	0,2	20,3	23,6	113,4

NOTE

- 1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 2 = 0,74 N/mm²
- 2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 2 = 1,21 N/mm²
La sezione a fine fase 2 e' stata considerata: Fessurata (t,b.)
- 3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 = -0,4 N/mm²
- 4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 = 0,67 N/mm²
La sezione a fine fase 3 e' stata considerata: Fessurata (t,b.)

Verifica dell'intera anima (Comb. Mmin)

	Anima
b (mm)	2438,4
σ_{sup} (N/mm ²)	-146,66
σ_{inf} (N/mm ²)	105,81
σ_{Ed} (N/mm ²)	146,66
K_σ	17,44
σ_{cr0E} (N/mm ²)	8,18
τ_{Ed} (N/mm ²)	26,42
$\sigma_{cr}(P)$ (N/mm ²)	735,94
$\sigma_{cr}(C)$ (N/mm ²)	689,02
ξ	0,068
σ_{cr} (N/mm ²)	695,2
K_τ	12,45
$K_{\tau sl}$	11,14
Coefficienti di utilizzo	0,355
Esito	VERIFICA SODDISFATTA

Verifica locale dei sub pannelli (Comb. Mmin)

	Sub pannello 1	Sub pannello 2
b (mm)	557,9	1880,5
σ_{sup} (N/mm ²)	-146,66	-88,9
σ_{inf} (N/mm ²)	-88,9	105,81
σ_{Ed} (N/mm ²)	146,66	88,9
τ_{Ed} (N/mm ²)	26,42	26,42
σ_{cr0E} (N/mm ²)	156,27	13,75
ψ	0,606	-1,19
K_σ	5	28,7
σ_{cr} (N/mm ²)	773,76	394,62
K_τ	5,52	7,43
τ_{cr}	863,28	102,23
Coefficienti di	0,193	0,363

utilizzo		
Esito	VERIFICA SODDISFATTA	VERIFICA SODDISFATTA

Verifica connessione trave soletta

Caratteristiche generali

Numero di pioli per unita' di lunghezza, n (m ⁻¹)	15
Diametro dei pioli, d (mm)	22
Altezza dei pioli, h (mm)	200
Resistenza ultima dei pioli, α	1
Coefficiente di sicurezza parziale, γ_v	1,25
Resistenza ultima dei pioli, f_u (N/mm ²)	450
Coefficiente E_{cm} (N/mm ²)	34077
Resistenza caratteristica cilindrica, f_{ck} (N/mm ²)	35

Resistenza della connessione

Resistenza a taglio del piolo, $P_{Rd1} = 0.8 f_u \pi d^2 / 4 \gamma_v$, (N)	109478,22
Resistenza per schiacciamento del calcestruzzo, $P_{Rd2} = 0.29 \alpha d^2 (f_{ck} E_{cm})^{0.5} / \gamma_v$, (N)	122630,64
Resistenza di progetto del piolo $P_{Rd} = \text{Min}(P_{Rd1}, P_{Rd2})$, (N)	109478,22

Verifica elastica allo SLU

Coefficiente di utilizzo (Comb. Mmax)

Resistenza di progetto per unita' di lunghezza, $v_{Rd} = n P_{Rd} \kappa_s$ (N/mm)	1642,2
Fattore di riduzione, κ_s	1.00
Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo v_{Ed} (N/mm)	352,8
Coefficiente di utilizzo v_{Ed} / v_{Rd}	0,215
VERIFICA SODDISFATTA	

Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo (Comb. Mmax)

Fase	V_{Ed} (N)	$S_{y,4}$ (mm ³)	J_y (mm ⁴)	V_{Ed} (N/mm)
Fase 2a	3,6E+5	6,118E+7	2,421E+11	91
Fase 2b	-7E+3	7,897E+7	2,69E+11	-2,1
Fase 2c	0E+00	5,99E+7	2,402E+11	0
Fase 3a	4E+0	1,151E+8	3,235E+11	0
Fase 3b	7,42E+5	1,151E+8	3,235E+11	263,9
Totale				352,8

Coefficiente di utilizzo (Comb. Mmin)

Resistenza di progetto per unita' di lunghezza, $v_{Rd} = n P_{Rd} \kappa_s$ (N/mm)	1642,2
Fattore di riduzione, κ_s	1.00
Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo v_{Ed} (N/mm)	193,9
Coefficiente di utilizzo v_{Ed} / v_{Rd}	0,118
VERIFICA SODDISFATTA	

Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo (Comb. Mmin)

Fase	V_{Ed} (N)	$S_{y,4eff}$ (mm ³)	$J_{y,eff}$ (mm ⁴)	V_{Ed} (N/mm)
Fase 2a	3,6E+5	6,152E+7	2,416E+11	91,7
Fase 2b	-7E+3	7,928E+7	2,686E+11	-2,1
Fase 2c	0E+00	6,024E+7	2,396E+11	0
Fase 3a	-4E+3	1,151E+8	3,234E+11	-1,4
Fase 3b	2,97E+5	1,151E+8	3,234E+11	105,7
Totale				193,9

Verifica elastica allo SLE

Coefficiente di utilizzo (Comb. Mmax)

Resistenza di progetto per unita' di lunghezza, $v_{Rd} = n P_{Rd} \kappa_s$ (N/mm)	985,3
Fattore di riduzione, κ_s	0,6
Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo v_{Ed} (N/mm)	252,7
Coefficiente di utilizzo v_{Ed} / v_{Rd}	0,257
VERIFICA SODDISFATTA	

Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo (Comb. Mmax)

Fase	$V_{Ed} (N)$	$S_{y,4} (mm^3)$	$J_y (mm^4)$	$V_{Ed} (N/mm)$
Fase 2a	2,4E+5	6,118E+7	2,421E+11	60,6
Fase 2b	-6E+3	7,897E+7	2,69E+11	-1,8
Fase 2c	0E+00	5,99E+7	2,402E+11	0
Fase 3a	3E+0	1,151E+8	3,235E+11	0
Fase 3b	5,45E+5	1,151E+8	3,235E+11	193,9
Totale				252,7

Coefficiente di utilizzo (Comb. Mmin)

Resistenza di progetto per unita' di lunghezza, $v_{Rd} = n P_{Rd} K_s$ (N/mm)	985,3
Fattore di riduzione, K_s	0,6
Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo v_{Ed} (N/mm)	135
Coefficiente di utilizzo v_{Ed} / v_{Rd}	0,137
VERIFICA SODDISFATTA	

Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo (Comb. Mmin)

Fase	$V_{Ed} (N)$	$S_{y,4} (mm^3)$	$J_y (mm^4)$	$V_{Ed} (N/mm)$
Fase 2a	2,4E+5	6,118E+7	2,421E+11	60,6
Fase 2b	-6E+3	7,897E+7	2,69E+11	-1,8
Fase 2c	0E+00	5,99E+7	2,402E+11	0
Fase 3a	-3E+3	1,151E+8	3,235E+11	-1,1
Fase 3b	2,17E+5	1,151E+8	3,235E+11	77,2
Totale				135

Sezione C2 1 2**Pre-classificazione**

La preclassificazione e' riferita alla sezione composta in Fase 3

Caratteristiche plastiche dei singoli componenti

Componenti	$N_{pl} (N)$	$z_N (mm)$	$z_{max} (mm)$	$z_{min} (mm)$
Strato di calcestruzzo superiore	3,143E+6	2620,19	2640	2600,38
Strato di calcestruzzo intermedio alle armature	1,343E+7	2515	2599,62	2430,38
Strato di calcestruzzo inferiore	3,143E+6	2409,81	2429,62	2390
Strato di armatura superiore	1,205E+6	2600	2600,38	2599,62
Strato di armatura inferiore	1,205E+6	2430	2430,38	2429,62
Raccordo in cls	0E+00	2390	2390	2390
Flangia superiore della trave di acciaio	1,273E+7	2361,5	2390	2333
Anima della trave di acciaio	1,319E+7	1201	2333	69
Flangia inferiore della trave di acciaio	1,981E+7	34,5	69	0
<i>Compressione ultima per la sezione completa</i>		-6,785E+7		
<i>Trazione ultima per la sezione completa</i>		4,814E+7		
<i>Compressione ultima per la sezione senza anima</i>		-5,466E+7		
<i>Trazione ultima per la sezione senza anima</i>		3,495E+7		

Classificazione delle piattabande

	c/t	ε	Flessione semplice con fibre tese superiori (M+)	Flessione semplice con fibre tese inferiori (M-)
Flangia superiore	5,989	0,838	1	0
Flangia inferiore	6,397	0,838	1	1

Classificazione dell'anima

	c/t	ε	α	ψ	classe
Flessione semplice con fibre tese superiori (M+)	152,399	0,814	0,323	-1,243	4
Flessione semplice con fibre tese inferiori (M-)	152,399	0,814	0	-0,284	1
Compressione semplice (N)	152,399	0,814	1	1	4

Verifiche S.L.U. sezione composta (Comb. Mmax)**Sollecitazioni (Comb. Mmax)**

Fase	$N (N)$	$V (N)$	$M (Nm)$	$T (Nm)$
------	---------	---------	----------	----------

1	-6,1E+4	1,04E+6	-1,48E+7	-9,15E+5
2a	-6E+3	3,35E+5	-5,42E+6	-7,07E+5
2b	0E+00	-7E+3	1,01E+5	-1,6E+4
Rit.Iso	0E+00	0	0E+00	0
2c	0E+00	0E+00	0E+00	0E+00
3a	0E+00	4E+0	5,2E+1	9E+0
Term.Iso	3,07E+6	0	2,1E+6	0
3b	4,98E+5	7,26E+5	-3,95E+6	1,02E+5
Totale	3,5E+6	2,09E+6	-2,19E+7	-1,54E+6

Pressoflessione - Analisi plastica**Classificazione della sezione (Comb. Mmax)**

	c/t	z _{pl} (mm)	α	ψ	Classe
Anima	152,4	2344,97	-0,01	-1,03	1
Piattabanda superiore	5,99				1
Piattabanda inferiore	6,4				1
classe della sezione					1

Analisi plastica: APPLICABILE

Verifica plastica a Presso-Tenso flessione (Comb. Mmax)

Azione assiale		Flessione semplice		Interazione N/M	
N _{Ed} (N)	3,498E+6	M _{Ed} (Nm)	-2,193E+7	N _{Ed} (N)	3,498E+6
N _{Rd} (N)	4,814E+7	M _{Rd} (Nm)	-6,486E+7	M _{Ed} (Nm)	-2,193E+7
				M _{Rd} (Nm)	-6,307E+7
N _{Ed} /N _{Rd}	0,073	M _{Ed} /M _{Rd}	0,338	M _{Ed} /M _{Rd}	0,348

VERIFICA SODDISFATTA

Pressoflessione - Calcolo tensioni lorde**Tensioni normali sulla sezione lorda (Comb. Mmax)**

	F. 1	F. 2a Non Fess.	F. 2a Fess.	F. 2b Non Fess.	F. 2b Fess.	F. 2c Non Fess.	F. 2c Fess.	F. 2 tot	F. 3a Non Fess.	F. 3a Fess.	F. 3b Non Fess.	F. 3b Fess.	F. 3 tot	η ₁
σ ₈	0	-1,4	0	0	0	0	0	-1,3	-0,6	0	-1,3	0	-3,3	0,166
σ ₇	-0,4	-25,8	-50,5	0,4	0,9	0	0	-25,4	14,9	0	-7,8	-33,4	-18,3	0,047
σ ₆	-0,4	-22	-44,9	0,3	0,8	0	0	-21,7	13,8	0	-5,7	-29,3	-13,6	0,035
σ ₅	0	-1,1	0	0	0	0	0	-1,1	-0,9	0	-0,8	0	-2,8	0,14
σ ₄	-135,5	-21,1	-43,6	0,3	0,8	0	0	-156,3	13,5	0	-5,2	-28,3	-148	0,464
σ ₃	-129,9	-19,8	-41,7	0,3	0,8	0	0	-149,4	13,2	0	-4,5	-27	-140,8	0,441
σ ₂	-0,4	0	0	0	0	0	0	-0,5	9,9	0	1,6	3,4	11,1	0,033
σ ₁	92,6	30,9	33,5	-0,6	-0,6	0	0	122,9	-1,5	0	23,1	27,8	144,6	0,453
σ ₀	99,4	32,4	35,7	-0,6	-0,7	0	0	131,2	-2	0	24	29,5	153,3	0,48

Massimo coefficiente di utilizzo: 0,48 VERIFICA NON SIGNIFICATIVA

NOTE

- 1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 2 = -1,34 N/mm²
- 2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 2 = -1,06 N/mm²
La sezione a fine fase 2 e' stata considerata: Non fessurata (t.,b.)
- 3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 = -3,29 N/mm²
- 4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 = -2,77 N/mm²
La sezione a fine fase 3 e' stata considerata: Non fessurata (t.,b.)

Resistenza a taglio

Valutazione della necessita' di calcolo della resistenza a Shear buckling

$$h_w/t_w=152,399 > 31/\eta * \epsilon_w * (K_\tau)^{0,5}=74,167 \quad \text{Verifica a Shear Buckling: NECESSARIA}$$

Resistenza a taglio Shear buckling: **V_{b,Rd}=5,499E+6 N**

Essendo:

$$a/h_w=1,066, \quad \eta=1,2, \quad I_{sl}=1,575E+7(\text{mm}^4), \quad K_{\tau sl}=11,139, \quad K_\tau=12,451$$

$$\text{contributo anima: } V_{bw,Rd}=4,253E+6 \text{ N}, \quad \text{contributo flange: } V_{bf,Rd}=1,246E+6 \text{ N}$$

$$\chi_w=0,585, \quad \lambda_w=1,419, \quad \tau_{cr}=101,9, \quad C=826,8$$

$M_{Ed} = -2,193E+7 \text{ Nm}$, $M_{f,Rd} = -4,779E+7 \text{ Nm}$, $M_{Ed}/M_{f,Rd} = 0,459$

Resistenza plastica: $V_{pl,Rd} = 9,139E+6 \text{ N}$

Resistenza a taglio: $V_{Rd} = \min(V_{pl,Rd}, V_{b,Rd}) = 5,499E+6 \text{ N}$

Coefficienti di utilizzo

$\eta_3 = V_{Ed}/V_{Rd} = 0,41$, (\Rightarrow VERIFICA SODDISFATTA)
 $\eta_3 = V_{Ed}/V_{bw,Rd} = 0,53$, $\eta_1 = M_{Ed}/M_{Rd} = 0,348$

Interazione pressoflessione taglio (N-M-V)

Valutazione della presenza di interazione

$\eta_3 < 0,5$, $M_{Ed}/M_{f,Rd} < 1$
 NON C'E' INTERAZIONE

Verifiche S.L.U. sezione composta (Comb. Mmin)

Sollecitazioni (Comb. Mmin)

Fase	N (N)	V (N)	M (Nm)	T (Nm)
1	-6,1E+4	1,04E+6	-1,48E+7	-9,15E+5
2a	-6E+3	3,35E+5	-5,42E+6	-7,07E+5
2b	0E+00	-7E+3	1,01E+5	-1,6E+4
Rit.Iso	-5,3E+6	0	-4,98E+6	0
2c	0E+00	0E+00	0E+00	0E+00
3a	0E+00	-4E+3	-5,2E+4	-9E+3
Term.Iso	-3,07E+6	0	-2,1E+6	0
3b	-5,08E+5	2,6E+5	-1,06E+7	-2,17E+6
Totale	-8,94E+6	1,62E+6	-3,78E+7	-3,81E+6

Pressoflessione - Analisi plastica

Classificazione della sezione (Comb. Mmin)

	c/t	z pl (mm)	α	ψ	Classe
Anima	152,4	1724	0,27	-0,85	4
Piattabanda superiore	5,99				1
Piattabanda inferiore	6,4				1
classe della sezione					4

Analisi plastica: NON APPLICABILE

Verifica plastica a Presso-Tenso flessione (Comb. Mmin)

Azione assiale		Flessione semplice		Interazione N/M	
N_{Ed} (N)	-8,944E+6	M_{Ed} (Nm)	-3,78E+7	N_{Ed} (N)	-8,944E+6
N_{Rd} (N)	-6,785E+7	M_{Rd} (Nm)	-6,486E+7	M_{Ed} (Nm)	-3,78E+7
				M_{Rd} (Nm)	-6,718E+7
N_{Ed}/N_{Rd}	0,132	M_{Ed}/M_{Rd}	0,583	M_{Ed}/M_{Rd}	0,563

VERIFICA NON SIGNIFICATIVA

Pressoflessione - Calcolo tensioni lorde

Tensioni normali sulla sezione lorda (Comb. Mmin)

	F. 1	F. 2a Non Fess.	F. 2a Fess.	F. 2b Non Fess.	F. 2b Fess.	F. 2c Non Fess.	F. 2c Fess.	F. 2 tot	F. 3a Non Fess.	F. 3a Fess.	F. 3b Non Fess.	F. 3b Fess.	F. 3 tot	η_1
σ_8	0	-1,4	0	2	0	0	0	0	0,6	0	-4,6	0	-3,4	0,171
σ_7	-0,4	-25,8	-50,5	-42,1	0,9	0	0	-49,6	-15	-0,5	-26,8	-102,2	-109,8	0,28
σ_6	-0,4	-22	-44,9	-39,1	0,8	0	0	-44,1	-13,9	-0,4	-21,2	-91,1	-96,2	0,246
σ_5	0	-1,1	0	2,3	0	0	0	0	0,9	0	-3,2	0	-1,1	0,058
σ_4	-135,5	-21,1	-43,6	-38,3	0,8	0	0	-178,3	-13,6	-0,4	-19,9	-88,5	-228,5	0,716
σ_3	-129,9	-19,8	-41,7	-37,3	0,8	0	0	-170,8	-13,2	-0,4	-18,1	-84,8	-218,3	0,684
σ_2	-0,4	0	0	-23,6	0	0	0	-0,5	-9,9	0	-1,6	-3,5	-35,6	0,105
σ_1	92,6	30,9	33,5	3,8	-0,6	0	0	125,4	1,8	0,3	56,1	62	185,2	0,58
σ_0	99,4	32,4	35,7	5	-0,7	0	0	134,5	2,2	0,3	58,4	66,5	197,5	0,619

Massimo coefficiente di utilizzo: 0,716 VERIFICA NON SIGNIFICATIVA

NOTE

- 1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 2 = 0,59 N/mm²
- 2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 2 = 1,23 N/mm²
La sezione a fine fase 2 e' stata considerata: Fessurata (t.,b.)
- 3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 = -3,38 N/mm²
- 4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 = -1,14 N/mm²
La sezione a fine fase 3 e' stata considerata: Non fessurata (t.,b.)

Pressoflessione - Calcolo tensioni efficaci**Area efficace per shear lag e/o buckling delle flange(Comb. Mmin)**

Componente	b (mm)	t (mm)	λ_p	ρ	$A_{c,eff}$ (mm ²)	β^k	$A_{c,eff} * \beta^k$ (mm ²)
Piattabanda superiore SX	350	57	---	---	---	1	19950
Piattabanda superiore DX	350	57	---	---	---	1	19950
Piattabanda inferiore SX	450	69	---	---	---	1	31050
Piattabanda inferiore DX	450	69	---	---	---	1	31050

Instabilita' locale dei pannelli d'anima (Comb. Mmin)

	Anima	Sub pannello 1	Sub pannello 2
b (mm)	2438,38	557,9	1880,48
σ_{cr0E} (N/mm ²)	8,18	156,27	13,75
σ_{sup} (N/mm ²)	-218,31	-218,31	-125,99
σ_{inf} (N/mm ²)	185,17	-125,99	185,17
ψ	-0,85	0,58	-1,47
K_σ	20,18	5,04	36,48
λ_p	1,47	0,67	0,84
b_c (mm)	1319,31	557,9	761,41
$b_{c, sup}$ (mm)	527,72	252,28	304,57
$b_{c, inf}$ (mm)	791,59	305,62	456,85
ρ_{loc}	0,63	1	1
b_{ceff} (mm)	827,11	557,9	761,41
$b_{ceff, sup}$ (mm)	330,84	252,28	304,57
$b_{ceff, inf}$ (mm)	496,26	305,62	456,85
ϕ_{Foro} (mm)	492,2	0	0

Caratteristiche dell'anima compressa, irrigidenti esclusi (Comb. Mmin)

	A (mm ²)	z_G (mm)	J_y (mm ⁴)
$A_{c, Edge sup}$	4,036E+3	2301,2	2,141E+7
$A_{c, 1}$	9,763E+3	1870	3,029E+8
$A_{c, 2}$	0E+00	0	0E+00
$A_{c, Edge inf}$	7,31E+3	1336,5	1,271E+8
$A_{c, tot}$	2,111E+4	1767,7	3,062E+9
A_c	1,201E+4		

Caratteristiche dell'anima compressa, depurata per instabilita' locale (Comb. Mmin)

	A (mm ²)	z_G (mm)	J_y (mm ⁴)
$A_{c,eff, Edge sup}$	4,036E+3	2301,2	2,141E+7
$A_{c,eff, 1}$	9,763E+3	1870	3,029E+8
$A_{c,eff, 2}$	0E+00	0	0E+00
$A_{c,eff, Edge inf}$	7,31E+3	1336,5	1,271E+8
$A_{c,eff, tot}$	2,111E+4	1767,7	3,062E+9
$A_{c,eff, loc}$	1,201E+4		

Tensioni critiche per l'anima (Comb. Mmin)

	Stiffener 1
A_{sl} (mm ²)	1,201E+4
e_{sl} (mm)	-15,5
I_{sl} (mm ⁴)	1,702E+7
$A_{sl,eff}$ (mm ²)	1,201E+4
$e_{sl,eff}$ (mm)	-15,5
$I_{sl,eff}$ (mm ⁴)	1,702E+7
$\sigma_{cr, sl, i}$ (p)	464,35

$\sigma_{cr,p}(p)$	804,58
$\sigma_{cr,sl}(C)$	434,5
$\sigma_{cr,c}(C)$	752,86
α_e	0,651

Coefficienti di riduzione per instabilita' globale dell'anima (Comb. Mmin)

	Piastra		Colonna
$\sigma_{cr,p}(p)$	804,58	$\sigma_{cr,c}(c)$	1
$\beta_{ac}(p)$	1	$\beta_{ac}(c)$	0,687
λ_p	0,664	λ_c	0,724
ρ_p	1	χ_c	

Anima depurata per instabilita' locale e globale dell'anima (Comb. Mmin)

	A(mm ²)	z _G (mm)	J _y (mm ⁴)
Edge sup	4,036E+3	2301,2	2,141E+7
1	7,067E+3	1870	2,193E+8
2	0E+00	0	0E+00
Edge inf	7,31E+3	1336,5	1,271E+8
Totale	1,841E+4	1752,7	2,946E+9

Depurazione complessiva da applicare alla sezione (Comb. Mmin)

	ΔA (mm ²)	z _G (mm)	ΔJ_y (mm ⁴)
Anima	-2,696E+3	1870	-8,365E+7
Piattabanda superiore	0E+00	0	0E+00
Piattabanda inferiore	0E+00	0	0E+00

Caratteristiche geometriche efficaci (Comb. Mmin)

	Fase 1	Fase 2a	Fase 2b	Fase 2c	Fase 3	Fessurata
A (mm ²)	1,383E+5	1,957E+5	3,067E+5	1,941E+5	3,067E+5	1,445E+5
z _G (mm)	999,008	1443,755	1831,412	1434,474	1831,412	1063,619
Δz_{Geff} (mm)	16,65	5,79	0,34	5,97	0,34	14,77
J _{y,eff} (mm ⁴)	1,48E+11	2,416E+11	3,234E+11	2,396E+11	3,234E+11	1,616E+11
W _{y,0eff} (mm ³)	-1,481E+8	-1,673E+8	-1,766E+8	-1,67E+8	-1,766E+8	-1,519E+8
W _{y,1eff} (mm ³)	-1,591E+8	-1,757E+8	-1,835E+8	-1,755E+8	-1,835E+8	-1,625E+8
W _{y,3eff} (mm ³)	1,109E+8	2,717E+8	6,448E+8	2,667E+8	6,448E+8	1,273E+8
W _{y,4eff} (mm ³)	1,064E+8	2,553E+8	5,79E+8	2,508E+8	5,79E+8	1,218E+8
W _{y,5eff} (mm ³)	1E+300	2,553E+8	5,79E+8	2,508E+8	5,79E+8	1,218E+8
W _{y,6eff} (mm ³)	1E+300	2,449E+8	5,403E+8	2,407E+8	5,403E+8	1,183E+8
W _{y,7eff} (mm ³)	1E+300	2,089E+8	4,208E+8	2,056E+8	4,208E+8	1,052E+8
W _{y,8eff} (mm ³)	1E+300	2,019E+8	4E+8	1,988E+8	4E+8	1,025E+8
S _{y,1eff} (mm ³)	5,99E+7	8,751E+7	1,116E+8	8,694E+7	1,116E+8	6,391E+7
S _{y,2eff} (mm ³)	6,735E+7	1,038E+8	1,384E+8	1,03E+8	1,384E+8	7,243E+7
S _{y,3eff} (mm ³)	5,436E+7	9,813E+7	1,363E+8	9,722E+7	1,363E+8	6,072E+7
S _{y,4eff} (mm ³)	1,516E-291	6,152E+7	1,151E+8	6,023E+7	1,151E+8	8,937E+6

Le caratteristiche efficaci sono state calcolate iterativamente in 0 iterazioni, con la seguente variazione percentuale del coefficiente ψ

$(\psi_1 - \psi_0) / \psi_0 * 100$	
$(\psi_2 - \psi_1) / \psi_1 * 100$	
$(\psi_3 - \psi_2) / \psi_2 * 100$	
$(\psi_4 - \psi_3) / \psi_3 * 100$	
$(\psi_5 - \psi_4) / \psi_4 * 100$	

Momento aggiuntivo per traslazione dell'asse neutro(Comb. Mmin)

	Fase 1	Fase 2a	Fase 2b	Fase 2c	Fase 3a	Fase 3b
$\Delta M_{Fessurata}$ (kNm)	-1,016E+3	-8,863E+1	0E+00	0E+00	0E+00	-7,504E+3
$\Delta M_{Non fessurata}$ (kNm)	-1,016E+3	-3,474E+1	-1,891E+4	0E+00	-1,03E+3	-1,707E+2

Tensioni normali sulla sezione efficace (Comb. Mmin)

	F. 1	F. 2a Non Fess.	F. 2a Fess.	F. 2b Non Fess.	F. 2b Fess.	F. 2c Non Fess.	F. 2c Fess.	F. 2 tot	F. 3a Non Fess.	F. 3a Fess.	F. 3b Non Fess.	F. 3b Fess.	F. 3 tot	η_1
σ_s	0	-1,4	0	1,9	0	0	0	0	0,6	0	-4,6	0	-3,4	0,174

σ_7	-0,4	-26	-51,6	-42,6	1	0	0	-50,6	-15,1	-0,5	-26,8	-104,4	-110,5	0,282
σ_6	-0,4	-22,2	-45,9	-39,5	0,9	0	0	-45	-14	-0,4	-21,3	-93,2	-96,9	0,248
σ_5	0	-1,1	0	2,3	0	0	0	0	0,8	0	-3,2	0	-1,2	0,061
σ_4	-139,1	-21,3	-44,5	-38,8	0,8	0	0	-182,8	-13,7	-0,4	-20	-90,6	-232,8	0,73
σ_3	-133,4	-20	-42,6	-37,7	0,8	0	0	-175,2	-13,3	-0,4	-18,1	-86,8	-222,5	0,697
σ_2	-0,4	0	0	-23,8	0	0	0	-0,5	-10	0	-1,7	-3,5	-36	0,106
σ_1	92,3	30,8	33,3	3,6	-0,6	0	0	125	1,7	0,3	56,1	61,8	184,5	0,578
σ_0	99,1	32,4	35,6	4,8	-0,7	0	0	134,1	2,2	0,3	58,4	66,3	196,9	0,617

Massimo coefficiente di utilizzo: 0,73 VERIFICA SODDISFATTA

NOTE

- 1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 2 = 0,55 N/mm²
- 2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 2 = 1,19 N/mm²
La sezione a fine fase 2 e' stata considerata: Fessurata (t.,b.)
- 3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 = -3,45 N/mm²
- 4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 = -1,21 N/mm²
La sezione a fine fase 3 e' stata considerata: Non fessurata (t.,b.)

Resistenza a taglio

Valutazione della necessita' di calcolo della resistenza a Shear buckling

$$h_w/t_w=152,399 > 31/\eta * \epsilon_w * (K_\tau)^{0.5}=74,167 \quad \text{Verifica a Shear Buckling: NECESSARIA}$$

Resistenza a taglio Shear buckling: **$V_{b,Rd}=4,253E+6$ N**

Essendo:

$$a/h_w=1,066, \quad \eta=1,2, \quad I_{sl}=1,575E+7(\text{mm}^4), \quad K_{\tau_{sl}}=11,139, \quad K_\tau=12,451$$

contributo anima: $V_{bw,Rd}=4,253E+6$ N, contributo flange: $V_{bf,Rd}=0E+00$ N
 $\chi_w=0,585, \quad \lambda_w=1,419, \quad \tau_{cr}=101,9, \quad C=826,8$
 $M_{Ed}=M_{Ed,eq}=-1,348E+8$ Nm, $M_{f,Rd}=-5,437E+7$ Nm, $M_{Ed}/M_{f,Rd}=2,479$

Resistenza plastica: **$V_{pl,Rd}=9,139E+6$ N**

Resistenza a taglio: **$V_{Rd}=\min(V_{pl,Rd}, V_{b,Rd})=4,253E+6$ N**

Coefficienti di utilizzo

$$\eta_3 = V_{Ed}/V_{Rd} = 0,411, \quad (=> \text{VERIFICA SODDISFATTA})$$

$$\eta_3 = V_{Ed}/V_{bw,Rd} = 0,411, \quad \eta_1 = \max(\eta_i) = 0,73$$

Interazione pressoflessione taglio (N-M-V)

Valutazione della presenza di interazione

$$\eta_3 < 0,5, \quad M_{Ed}/M_{f,Rd} > 1$$

NON C'E' INTERAZIONE

Verifica a stato limite delle tensioni (Comb. Mmax)

Sollecitazioni (Comb. Mmax)

Fase	N (N)	V (N)	M (Nm)	T (Nm)
1	-4,5E+4	7,7E+5	-1,09E+7	-6,78E+5
2a	-4E+3	2,23E+5	-3,62E+6	-4,71E+5
2b	0E+00	-6E+3	8,4E+4	-1,4E+4
Rit.Iso	0E+00	0	0E+00	0
2c	0E+00	0E+00	0E+00	0E+00
3a	0E+00	3E+0	3,5E+1	6E+0
Term.Iso	2,04E+6	0	1,4E+6	0
3b	3,32E+5	5,34E+5	-2,89E+6	6,7E+4
Totale	2,33E+6	1,52E+6	-1,6E+7	-1,1E+6

Tensioni normali sulla sezione lorda (Comb. Mmax)

	F. 1	F. 2a Non Fess.	F. 2a Fess.	F. 2b Non Fess.	F. 2b Fess.	F. 2c Non Fess.	F. 2c Fess.	F. 2 tot	F. 3a Non Fess.	F. 3a Fess.	F. 3b Non Fess.	F. 3b Fess.	F. 3 tot	σ_{td}	η_1
σ_8	0	-0,9	0	0	0	0	0	-0,9	-0,4	0	-1	0	-2,3	2,3	0,109

σ_7	-0,3	-17,2	-33,7	0,3	0,8	0	0	-16,9	9,9	0	-5,8	-24,7	-12,8	12,8	0,035
σ_6	-0,3	-14,7	-29,9	0,3	0,7	0	0	-14,4	9,2	0	-4,3	-21,7	-9,5	9,5	0,026
σ_5	0	-0,7	0	0	0	0	0	-0,7	-0,6	0	-0,6	0	-1,9	1,9	0,091
σ_4	-100,4	-14,1	-29	0,3	0,7	0	0	-114,2	9	0	-3,9	-21	-109,1	109,1	0,326
σ_3	-96,2	-13,2	-27,8	0,2	0,6	0	0	-109,2	8,8	0	-3,4	-20	-103,8	119,5	0,357
σ_2	-0,3	0	0	0	0	0	0	-0,3	6,6	0	1,1	2,3	7,3	68,1	0,192
σ_1	68,6	20,6	22,3	-0,5	-0,5	0	0	88,7	-1	0	16,8	20,1	104,6	119,5	0,357
σ_0	73,6	21,6	23,8	-0,5	-0,6	0	0	94,8	-1,3	0	17,5	21,4	110,9	110,9	0,331
τ_4	0	0,1	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0,3	0	0,3		
τ_3	16	5,2	4,8	-0,1	-0,1	0	0	21,1	0	0	13	11,4	34,1		
τ_2	20,4	5,6	5,8	-0,1	-0,2	0	0	25,9	0	0	13,3	14	39,1		
τ_1	18,1	4,7	5,1	-0,1	-0,1	0	0	22,7	0	0	10,7	12,3	33,4		
τ_0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		

Massimo coefficiente di utilizzo: 0,357 VERIFICA SODDISFATTA

NOTE

- 1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 2 = -0,89 N/mm²
- 2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 2 = -0,7 N/mm²
La sezione a fine fase 2 e' stata considerata: Non fessurata (t.,b.)
- 3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 = -2,29 N/mm²
- 4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 = -1,92 N/mm²
La sezione a fine fase 3 e' stata considerata: Non fessurata (t.,b.)

Verifica a stato limite delle tensioni (Comb. Mmin)

Sollecitazioni (Comb. Mmin)

Fase	N (N)	V (N)	M (Nm)	T (Nm)
1	-4,5E+4	7,7E+5	-1,09E+7	-6,78E+5
2a	-4E+3	2,23E+5	-3,62E+6	-4,71E+5
2b	0E+00	-6E+3	8,4E+4	-1,4E+4
Rit.Iso	-4,42E+6	0	-4,15E+6	0
2c	0E+00	0E+00	0E+00	0E+00
3a	0E+00	-3E+3	-3,5E+4	-6E+3
Term.Iso	-2,04E+6	0	-1,4E+6	0
3b	-3,39E+5	1,89E+5	-7,78E+6	-1,58E+6
Totale	-6,85E+6	1,17E+6	-2,78E+7	-2,75E+6

Tensioni normali sulla sezione lorda (Comb. Mmin)

	F. 1	F. 2a Non Fess.	F. 2a Fess.	F. 2b Non Fess.	F. 2b Fess.	F. 2c Non Fess.	F. 2c Fess.	F. 2 tot	F. 3a Non Fess.	F. 3a Fess.	F. 3b Non Fess.	F. 3b Fess.	F. 3 tot	σ_{td}	η_1
σ_8	0	-0,9	0	1,6	0	0	0	0	0,4	0	-3,3	0	-2,2	2,2	0,105
σ_7	-0,3	-17,2	-33,7	-35,1	0,8	0	0	-32,9	-10	-0,3	-19,6	-74,7	-81,9	81,9	0,227
σ_6	-0,3	-14,7	-29,9	-32,5	0,7	0	0	-29,2	-9,3	-0,3	-15,5	-66,6	-71,9	71,9	0,2
σ_5	0	-0,7	0	1,9	0	0	0	0	0,6	0	-2,4	0	-0,6	0,6	0,027
σ_4	-100,4	-14,1	-29	-31,9	0,7	0	0	-128,7	-9,1	-0,3	-14,5	-64,7	-170	170	0,507
σ_3	-96,2	-13,2	-27,8	-31,1	0,6	0	0	-123,4	-8,8	-0,3	-13,1	-62	-162,5	168,4	0,503
σ_2	-0,3	0	0	-19,6	0	0	0	-0,3	-6,6	0	-1,1	-2,3	-27,7	59,6	0,168
σ_1	68,6	20,6	22,3	3,1	-0,5	0	0	90,4	1,2	0,2	41,3	45,7	134,8	142,4	0,425
σ_0	73,6	21,6	23,8	4,2	-0,6	0	0	96,9	1,5	0,2	42,9	49	143,9	143,9	0,429
τ_4	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0,2		
τ_3	16	5,2	4,8	-0,1	-0,1	0	0	20,6	-0,1	-0,1	4,6	4	25,6		
τ_2	20,4	5,6	5,8	-0,1	-0,2	0	0	26,1	-0,1	-0,1	4,7	4,9	30,5		
τ_1	18,1	4,7	5,1	-0,1	-0,1	0	0	23,1	-0,1	-0,1	3,8	4,4	26,4		
τ_0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		

Massimo coefficiente di utilizzo: 0,507 VERIFICA SODDISFATTA

NOTE

- 1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 2 = 0,72 N/mm²
- 2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 2 = 1,21 N/mm²
La sezione a fine fase 2 e' stata considerata: Fessurata (t.,b.)
- 3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 = -2,22 N/mm²
- 4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 = -0,58 N/mm²

La sezione a fine fase 3 e' stata considerata: Non fessurata (t.,b.)

SLE: Verifica a web breathing (Comb. Mmax)

Sollecitazioni (Comb. Mmax)

Fase	N (N)	V (N)	M (Nm)	T (Nm)
1	-4,5E+4	7,7E+5	-1,09E+7	-6,78E+5
2a	-4E+3	2,23E+5	-3,62E+6	-4,71E+5
2b	0E+00	-6E+3	8,4E+4	-1,4E+4
Rit.Iso	0E+00	0	0E+00	0
2c	0E+00	0E+00	0E+00	0E+00
3a	0E+00	2E+0	2,9E+1	5E+0
Term.Iso	1,7E+6	0	1,16E+6	0
3b	0E+00	2,86E+5	-1,05E+6	-4E+3
Totale	1,65E+6	1,27E+6	-1,43E+7	-1,17E+6

Tensioni normali sulla sezione efficace (Comb. Mmax)

	F. 1	F. 2a Non Fess.	F. 2a Fess.	F. 2b Non Fess.	F. 2b Fess.	F. 2c Non Fess.	F. 2c Fess.	F. 2 tot	F. 3a Non Fess.	F. 3a Fess.	F. 3b Non Fess.	F. 3b Fess.	F. 3 tot
σ_8	0	-0,9	0	0	0	0	0	-0,9	-0,3	0	-0,4	0	-1,7
σ_7	-0,3	-17,3	-34,4	0,3	0,8	0	0	-17	8,3	0	-2,5	-10	-11,2
σ_6	-0,3	-14,8	-30,6	0,3	0,7	0	0	-14,5	7,7	0	-1,9	-8,9	-8,7
σ_5	0	-0,7	0	0	0	0	0	-0,7	-0,5	0	-0,3	0	-1,5
σ_4	-102,9	-14,2	-29,7	0,3	0,7	0	0	-116,8	7,6	0	-1,8	-8,6	-111,1
σ_3	-98,7	-13,3	-28,4	0,2	0,7	0	0	-111,8	7,4	0	-1,6	-8,3	-106,1
σ_2	-0,3	0	0	0	0	0	0	-0,3	5,6	0	0	0	5,2
σ_1	68,4	20,6	22,2	-0,5	-0,5	0	0	88,4	-0,8	0	5,7	6,5	93,4
σ_0	73,4	21,6	23,8	-0,5	-0,6	0	0	94,5	-1	0	6	6,9	99,5

NOTE

- 1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 2 = -0,89 N/mm²
- 2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 2 = -0,71 N/mm²
 La sezione a fine fase 2 e' stata considerata: Non fessurata (t.,b.)
- 3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 = -1,65 N/mm²
- 4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 = -1,48 N/mm²
 La sezione a fine fase 3 e' stata considerata: Non fessurata (t.,b.)

Verifica dell'intera anima (Comb. Mmax)

	Anima
b (mm)	2438,4
σ_{sup} (N/mm ²)	-103,52
σ_{inf} (N/mm ²)	93,62
σ_{Ed} (N/mm ²)	103,52
K_σ	21,5
σ_{cr0E} (N/mm ²)	8,18
τ_{Ed} (N/mm ²)	29,81
$\sigma_{cr}(P)$ (N/mm ²)	836,55
$\sigma_{cr}(C)$ (N/mm ²)	782,58
ξ	0,069
σ_{cr} (N/mm ²)	789,77
K_τ	12,45
$K_{\tau sl}$	11,14
Coefficienti di utilizzo	0,348
Esito	VERIFICA SODDISFATTA

Verifica locale dei sub pannelli (Comb. Mmax)

	Sub pannello 1	Sub pannello 2
b (mm)	557,9	1880,5
σ_{sup} (N/mm ²)	-103,52	-58,41
σ_{inf} (N/mm ²)	-58,41	93,62
σ_{Ed} (N/mm ²)	103,52	58,41

τ_{Ed} (N/mm ²)	29,81	29,81
σ_{cr0E} (N/mm ²)	156,27	13,75
ψ	0,564	-1,603
K_{σ}	5,1	40,5
σ_{cr} (N/mm ²)	793,81	557,19
K_{τ}	5,52	7,43
τ_{cr}	863,28	102,23
Coefficienti di utilizzo	0,136	0,337
Esito	VERIFICA SODDISFATTA	VERIFICA SODDISFATTA

SLE: Verifica a web breathing (Comb. Mmin)**Sollecitazioni (Comb. Mmin)**

Fase	N (N)	V (N)	M (Nm)	T (Nm)
1	-4,5E+4	7,7E+5	-1,09E+7	-6,78E+5
2a	-4E+3	2,23E+5	-3,62E+6	-4,71E+5
2b	0E+00	-6E+3	8,4E+4	-1,4E+4
Rit.Iso	-4,42E+6	0	-4,15E+6	0
2c	0E+00	0E+00	0E+00	0E+00
3a	0E+00	-2E+3	-2,9E+4	-5E+3
Term.Iso	-1,7E+6	0	-1,16E+6	0
3b	-1E+3	6,7E+4	-3,87E+6	-7,66E+5
Totale	-6,17E+6	1,05E+6	-2,37E+7	-1,93E+6

Tensioni normali sulla sezione efficace (Comb. Mmin)

	F. 1	F. 2a Non Fess.	F. 2a Fess.	F. 2b Non Fess.	F. 2b Fess.	F. 2c Non Fess.	F. 2c Fess.	F. 2 tot	F. 3a Non Fess.	F. 3a Fess.	F. 3b Non Fess.	F. 3b Fess.	F. 3 tot
σ_8	0	-0,9	0	1,6	0	0	0	0	0,3	0	-1,6	0	0
σ_7	-0,3	-17,3	-34,5	-35,6	0,8	0	0	-33,7	-8,4	-0,3	-9,2	-37	-71
σ_6	-0,3	-14,8	-30,7	-33	0,7	0	0	-30	-7,8	-0,2	-7,2	-32,9	-63,2
σ_5	0	-0,7	0	1,9	0	0	0	0	0,5	0	-1,1	0	0
σ_4	-103,6	-14,2	-29,8	-32,4	0,7	0	0	-132,8	-7,6	-0,2	-6,7	-31,9	-164,9
σ_3	-99,4	-13,3	-28,6	-31,5	0,7	0	0	-127,3	-7,4	-0,2	-6	-30,6	-158,1
σ_2	-0,3	0	0	-20	0	0	0	-0,4	-5,6	0	0	0	-0,4
σ_1	68,2	20,5	22,2	2,9	-0,5	0	0	89,9	0,9	0,2	21,1	23,8	113,8
σ_0	73,3	21,6	23,7	3,9	-0,6	0	0	96,5	1,2	0,2	21,9	25,4	122,1

NOTE

- 1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 2 = 0,68 N/mm²
- 2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 2 = 1,17 N/mm²
La sezione a fine fase 2 e' stata considerata: Fessurata (t,b.)
- 3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 = -0,58 N/mm²
- 4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 = 0,55 N/mm²
La sezione a fine fase 3 e' stata considerata: Fessurata (t,b.)

Verifica dell'intera anima (Comb. Mmin)

	Anima
b (mm)	2438,4
σ_{sup} (N/mm ²)	-157,83
σ_{inf} (N/mm ²)	113,91
σ_{Ed} (N/mm ²)	157,83
K_{σ}	17,44
σ_{cr0E} (N/mm ²)	8,18
τ_{Ed} (N/mm ²)	24,81
$\sigma_{cr}(P)$ (N/mm ²)	736,07
$\sigma_{cr}(C)$ (N/mm ²)	689,14
ξ	0,068
σ_{cr} (N/mm ²)	695,31
K_{τ}	12,45

$K_{\tau s}$	11,14
Coefficienti di utilizzo	0,351
Esito	VERIFICA SODDISFATTA

Verifica locale dei sub pannelli (Comb. Mmin)

	Sub pannello 1	Sub pannello 2
b (mm)	557,9	1880,5
σ_{sup} (N/mm ²)	-157,83	-95,66
σ_{inf} (N/mm ²)	-95,66	113,91
σ_{Ed} (N/mm ²)	157,83	95,66
τ_{Ed} (N/mm ²)	24,81	24,81
σ_{cr0E} (N/mm ²)	156,27	13,75
ψ	0,606	-1,191
K_{σ}	5	28,7
σ_{cr} (N/mm ²)	773,78	394,79
K_{τ}	5,52	7,43
τ_{cr}	863,28	102,23
Coefficienti di utilizzo	0,206	0,361
Esito	VERIFICA SODDISFATTA	VERIFICA SODDISFATTA

Verifica connessione trave soletta

Caratteristiche generali

Numero di pioli per unita' di lunghezza, n (m ⁻¹)	15
Diametro dei pioli, d (mm)	22
Altezza dei pioli, h (mm)	200
Resistenza ultima dei pioli, α	1
Coefficiente di sicurezza parziale, γ_v	1,25
Resistenza ultima dei pioli, f_u (N/mm ²)	450
Coefficiente E_{cm} (N/mm ²)	34077
Resistenza caratteristica cilindrica, f_{ck} (N/mm ²)	35

Resistenza della connessione

Resistenza a taglio del piolo, $P_{Rd1} = 0.8 f_u \pi d^2 / 4 / \gamma_v$, (N)	109478,22
Resistenza per schiacciamento del calcestruzzo, $P_{Rd2} = 0.29 \alpha d^2 (f_{ck} E_{cm})^{0.5} / \gamma_v$, (N)	122630,64
Resistenza di progetto del piolo $P_{Rd} = \min(P_{Rd1}, P_{Rd2})$, (N)	109478,22

Verifica elastica allo SLU

Coefficiente di utilizzo (Comb. Mmax)

Resistenza di progetto per unita' di lunghezza, $V_{Rd} = n P_{Rd} K_s$ (N/mm)	1642,2
Fattore di riduzione, K_s	1,00
Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo V_{Ed} (N/mm)	340,8
Coefficiente di utilizzo V_{Ed} / V_{Rd}	0,208
VERIFICA SODDISFATTA	

Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo (Comb. Mmax)

Fase	V_{Ed} (N)	$S_{y,4}$ (mm ³)	J_y (mm ⁴)	V_{Ed} (N/mm)
Fase 2a	3,35E+5	6,118E+7	2,421E+11	84,6
Fase 2b	-7E+3	7,897E+7	2,69E+11	-2,1
Fase 2c	0E+00	5,99E+7	2,402E+11	0
Fase 3a	4E+0	1,151E+8	3,235E+11	0
Fase 3b	7,26E+5	1,151E+8	3,235E+11	258,2
Totale				340,8

Coefficiente di utilizzo (Comb. Mmin)

Resistenza di progetto per unita' di lunghezza, $V_{Rd} = n P_{Rd} K_s$ (N/mm)	1642,2
Fattore di riduzione, K_s	1,00
Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo V_{Ed} (N/mm)	174,4
Coefficiente di utilizzo V_{Ed} / V_{Rd}	0,106
VERIFICA SODDISFATTA	

Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo (Comb. Mmin)

Fase	$V_{Ed} (N)$	$S_{y,4eff} (mm^3)$	$J_{y,eff} (mm^4)$	$V_{Ed} (N/mm)$
Fase 2a	3,35E+5	6,152E+7	2,416E+11	85,3
Fase 2b	-7E+3	7,927E+7	2,686E+11	-2,1
Fase 2c	0E+00	6,023E+7	2,396E+11	0
Fase 3a	-4E+3	1,151E+8	3,234E+11	-1,4
Fase 3b	2,6E+5	1,151E+8	3,234E+11	92,6
Totale				174,4

Verifica elastica allo SLE**Coefficiente di utilizzo (Comb. Mmax)**

Resistenza di progetto per unita' di lunghezza, $v_{Rd} = n P_{Rd} \kappa_s (N/mm)$	985,3
Fattore di riduzione, κ_s	0,6
Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo $v_{Ed} (N/mm)$	244,5
Coefficiente di utilizzo v_{Ed}/v_{Rd}	0,248
VERIFICA SODDISFATTA	

Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo (Comb. Mmax)

Fase	$V_{Ed} (N)$	$S_{y,4} (mm^3)$	$J_y (mm^4)$	$V_{Ed} (N/mm)$
Fase 2a	2,23E+5	6,118E+7	2,421E+11	56,3
Fase 2b	-6E+3	7,897E+7	2,69E+11	-1,8
Fase 2c	0E+00	5,99E+7	2,402E+11	0
Fase 3a	3E+0	1,151E+8	3,235E+11	0
Fase 3b	5,34E+5	1,151E+8	3,235E+11	189,9
Totale				244,5

Coefficiente di utilizzo (Comb. Mmin)

Resistenza di progetto per unita' di lunghezza, $v_{Rd} = n P_{Rd} \kappa_s (N/mm)$	985,3
Fattore di riduzione, κ_s	0,6
Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo $v_{Ed} (N/mm)$	120,7
Coefficiente di utilizzo v_{Ed}/v_{Rd}	0,123
VERIFICA SODDISFATTA	

Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo (Comb. Mmin)

Fase	$V_{Ed} (N)$	$S_{y,4} (mm^3)$	$J_y (mm^4)$	$V_{Ed} (N/mm)$
Fase 2a	2,23E+5	6,118E+7	2,421E+11	56,3
Fase 2b	-6E+3	7,897E+7	2,69E+11	-1,8
Fase 2c	0E+00	5,99E+7	2,402E+11	0
Fase 3a	-3E+3	1,151E+8	3,235E+11	-1,1
Fase 3b	1,89E+5	1,151E+8	3,235E+11	67,2
Totale				120,7

Sezione C2 2 1**Pre-classificazione**

La preclassificazione e' riferita alla sezione composta in Fase 3

Caratteristiche plastiche dei singoli componenti

Componenti	$N_{pl} (N)$	$z_N (mm)$	$z_{max} (mm)$	$z_{min} (mm)$
Strato di calcestruzzo superiore	3,143E+6	2620,19	2640	2600,38
Strato di calcestruzzo intermedio alle armature	1,343E+7	2515	2599,62	2430,38
Strato di calcestruzzo inferiore	3,143E+6	2409,81	2429,62	2390
Strato di armatura superiore	1,205E+6	2600	2600,38	2599,62
Strato di armatura inferiore	1,205E+6	2430	2430,38	2429,62
Raccordo in cls	0E+00	2390	2390	2390
Flangia superiore della trave di acciaio	1,273E+7	2361,5	2390	2333
Anima della trave di acciaio	1,319E+7	1201	2333	69
Flangia inferiore della trave di acciaio	1,981E+7	34,5	69	0
<i>Compressione ultima per la sezione completa</i>		-6,785E+7		
<i>Trazione ultima per la sezione completa</i>		4,814E+7		
<i>Compressione ultima per la sezione senza anima</i>		-5,466E+7		

Trazione ultima per la sezione senza anima	3,495E+7		
--	----------	--	--

Classificazione delle piattabande

	c/t	ε	Flessione semplice con fibre tese superiori (M+)	Flessione semplice con fibre tese inferiori (M-)
Flangia superiore	5,989	0,838	1	0
Flangia inferiore	6,397	0,838	1	1

Classificazione dell'anima

	c/t	ε	α	ψ	classe
Flessione semplice con fibre tese superiori (M+)	152,399	0,814	0,323	-1,243	4
Flessione semplice con fibre tese inferiori (M-)	152,399	0,814	0	-0,284	1
Compressione semplice (N)	152,399	0,814	1	1	4

Verifiche S.L.U. sezione composta (Comb. Mmax)

Sollecitazioni (Comb. Mmax)

Fase	N (N)	V (N)	M (Nm)	T (Nm)
1	-7,9E+4	9,65E+5	-1,48E+7	-8,54E+5
2a	-8E+3	3,33E+5	-5,44E+6	-6,04E+5
2b	0E+00	-3E+3	1,01E+5	-6E+3
Rit.Iso	0E+00	0	0E+00	0
2c	0E+00	0E+00	0E+00	0E+00
3a	0E+00	2E+0	5,2E+1	3E+0
Term.Iso	3,07E+6	0	2,1E+6	0
3b	7,24E+5	7,27E+5	-3,95E+6	-1,1E+4
Totale	3,7E+6	2,02E+6	-2,2E+7	-1,47E+6

Pressoflessione - Analisi plastica

Classificazione della sezione (Comb. Mmax)

	c/t	z pl (mm)	α	ψ	Classe
Anima	152,4	2345,43	-0,01	-1,04	1
Piattabanda superiore	5,99				1
Piattabanda inferiore	6,4				1
classe della sezione					1

Analisi plastica: APPLICABILE

Verifica plastica a Presso-Tenso flessione (Comb. Mmax)

Azione assiale		Flessione semplice		Interazione N/M	
N _{Ed} (N)	3,704E+6	M _{Ed} (Nm)	-2,198E+7	N _{Ed} (N)	3,704E+6
N _{Rd} (N)	4,814E+7	M _{Rd} (Nm)	-6,486E+7	M _{Ed} (Nm)	-2,198E+7
				M _{Rd} (Nm)	-6,297E+7
N _{Ed} /N _{Rd}	0,077	M _{Ed} /M _{Rd}	0,339	M _{Ed} /M _{Rd}	0,349

VERIFICA SODDISFATTA

Pressoflessione - Calcolo tensioni lorde

Tensioni normali sulla sezione lorda (Comb. Mmax)

	F. 1	F. 2a Non Fess.	F. 2a Fess.	F. 2b Non Fess.	F. 2b Fess.	F. 2c Non Fess.	F. 2c Fess.	F. 2 tot	F. 3a Non Fess.	F. 3a Fess.	F. 3b Non Fess.	F. 3b Fess.	F. 3 tot	η_1
σ_8	0	-1,4	0	0	0	0	0	-1,3	-0,6	0	-1,2	0	-3,2	0,16
σ_7	-0,6	-25,9	-50,7	0,4	0,9	0	0	-25,5	14,9	0	-7	-31,9	-17,7	0,045
σ_6	-0,6	-22,1	-45,1	0,3	0,8	0	0	-21,7	13,8	0	-5	-27,8	-12,9	0,033
σ_5	0	-1,1	0	0	0	0	0	-1,1	-0,9	0	-0,7	0	-2,7	0,134
σ_4	-135,9	-21,2	-43,7	0,3	0,8	0	0	-156,7	13,5	0	-4,5	-26,8	-147,7	0,463
σ_3	-130,3	-19,9	-41,8	0,3	0,8	0	0	-149,9	13,2	0	-3,8	-25,4	-140,5	0,44
σ_2	-0,6	0	-0,1	0	0	0	0	-0,6	9,9	0	2,3	4,9	11,7	0,034
σ_1	92,6	31	33,6	-0,6	-0,6	0	0	123,1	-1,5	0	23,9	29,3	145,4	0,456
σ_0	99,4	32,5	35,8	-0,6	-0,7	0	0	131,4	-2	0	24,7	31	154,1	0,483

Massimo coefficiente di utilizzo: 0,483 VERIFICA NON SIGNIFICATIVA
 NOTE

- 1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 2 = -1,34 N/mm²
- 2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 2 = -1,06 N/mm²
 La sezione a fine fase 2 e' stata considerata: Non fessurata (t.,b.)
- 3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 = -3,17 N/mm²
- 4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 = -2,66 N/mm²
 La sezione a fine fase 3 e' stata considerata: Non fessurata (t.,b.)

Resistenza a taglio

Valutazione della necessita' di calcolo della resistenza a Shear buckling
 $h_w/t_w=152,399 > 31/\eta * \epsilon_w * (K_\tau)^{0.5}=74,167$ Verifica a Shear Buckling: **NECESSARIA**

Resistenza a taglio Shear buckling: **V_{b,Rd}=5,496E+6 N**

Essendo:

$a/h_w=1,066, \eta=1,2, I_{sl}=1,575E+7(mm^4), K_{\tau sl}=11,139, K_\tau=12,451$
 contributo anima: $V_{bw,Rd}=4,253E+6 N$, contributo flange: $V_{bf,Rd}=1,243E+6 N$
 $\chi_w=0,585, \lambda_w=1,419, \tau_{cr}=101,9, C=826,8$
 $M_{Ed}=-2,198E+7 Nm, M_{f,Rd}=-4,768E+7 Nm, M_{Ed}/M_{f,Rd}=0,461$

Resistenza plastica: **V_{pl,Rd}=9,139E+6 N**

Resistenza a taglio: **V_{Rd}=min(V_{pl,Rd}, V_{b,Rd})=5,496E+6 N**

Coefficienti di utilizzo

$\eta_3 = V_{Ed}/V_{Rd} = 0,396, (= > \text{VERIFICA SODDISFATTA})$
 $\eta_3 = V_{Ed}/V_{bw,Rd} = 0,512, \eta_1 = M_{Ed}/M_{Rd} = 0,349$

Interazione pressoflessione taglio (N-M-V)

Valutazione della presenza di interazione

$\eta_3 < 0,5, M_{Ed}/M_{f,Rd} < 1$
NON C'E' INTERAZIONE

Verifiche S.L.U. sezione composta (Comb. Mmin)

Sollecitazioni (Comb. Mmin)

Fase	N (N)	V (N)	M (Nm)	T (Nm)
1	-7,9E+4	9,65E+5	-1,48E+7	-8,54E+5
2a	-8E+3	3,33E+5	-5,44E+6	-6,04E+5
2b	0E+00	-3E+3	1,01E+5	-6E+3
Rit.Iso	-5,3E+6	0	-4,98E+6	0
2c	0E+00	0E+00	0E+00	0E+00
3a	0E+00	-2E+3	-5,2E+4	-3E+3
Term.Iso	-3,07E+6	0	-2,1E+6	0
3b	-7,39E+5	2,61E+5	-1,07E+7	-1,81E+6
Totale	-9,19E+6	1,55E+6	-3,79E+7	-3,28E+6

Pressoflessione - Analisi plastica

Classificazione della sezione (Comb. Mmin)

	c/t	z _{pl} (mm)	α	ψ	Classe
Anima	152,4	1702,46	0,28	-0,84	4
Piattabanda superiore	5,99				1
Piattabanda inferiore	6,4				1
classe della sezione					4

Analisi plastica: NON APPLICABILE

Verifica plastica a Presso-Tenso flessione (Comb. Mmin)

Azione assiale		Flessione semplice		Interazione N/M	
N _{Ed} (N)	-9,195E+6	M _{Ed} (Nm)	-3,79E+7	N _{Ed} (N)	-9,195E+6
N _{Rd} (N)	-6,785E+7	M _{Rd} (Nm)	-6,486E+7	M _{Ed} (Nm)	-3,79E+7
				M _{Rd} (Nm)	-6,715E+7
N _{Ed} /N _{Rd}	0,136	M _{Ed} /M _{Rd}	0,584	M _{Ed} /M _{Rd}	0,564

VERIFICA NON SIGNIFICATIVA

Pressoflessione - Calcolo tensioni lorde

Tensioni normali sulla sezione lorda (Comb. Mmin)

	F. 1	F. 2a Non Fess.	F. 2a Fess.	F. 2b Non Fess.	F. 2b Fess.	F. 2c Non Fess.	F. 2c Fess.	F. 2 tot	F. 3a Non Fess.	F. 3a Fess.	F. 3b Non Fess.	F. 3b Fess.	F. 3 tot	η_1
σ_8	0	-1,4	0	2	0	0	0	0	0,6	0	-4,7	0	-3,5	0,178
σ_7	-0,6	-25,9	-50,7	-42,1	0,9	0	0	-49,8	-15	-0,5	-27,7	-104,2	-110,7	0,283
σ_6	-0,6	-22,1	-45,1	-39,1	0,8	0	0	-44,2	-13,9	-0,4	-22,1	-93,1	-97,1	0,248
σ_5	0	-1,1	0	2,3	0	0	0	0	0,9	0	-3,4	0	-1,3	0,065
σ_4	-135,9	-21,2	-43,7	-38,3	0,8	0	0	-178,8	-13,6	-0,4	-20,8	-90,5	-229,8	0,72
σ_3	-130,3	-19,9	-41,8	-37,3	0,8	0	0	-171,3	-13,2	-0,4	-18,9	-86,8	-219,6	0,688
σ_2	-0,6	0	-0,1	-23,6	0	0	0	-0,6	-9,9	0	-2,4	-5	-36,5	0,108
σ_1	92,6	31	33,6	3,8	-0,6	0	0	125,6	1,8	0,3	55,7	60,8	184,9	0,579
σ_0	99,4	32,5	35,8	5	-0,7	0	0	134,6	2,2	0,3	57,9	65,3	197,2	0,618

Massimo coefficiente di utilizzo: 0,72 VERIFICA NON SIGNIFICATIVA

NOTE

- 1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 2 = 0,59 N/mm²
- 2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 2 = 1,23 N/mm²
 La sezione a fine fase 2 e' stata considerata: Fessurata (t.,b.)
- 3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 = -3,53 N/mm²
- 4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 = -1,28 N/mm²
 La sezione a fine fase 3 e' stata considerata: Non fessurata (t.,b.)

Pressoflessione - Calcolo tensioni efficaci

Area efficace per shear lag e/o buckling delle flange(Comb. Mmin)

Componente	b (mm)	t (mm)	λ_p	ρ	$A_{c,eff}$ (mm ²)	β^k	$A_{c,eff} * \beta^k$ (mm ²)
Piattabanda superiore SX	350	57	---	---	---	1	19950
Piattabanda superiore DX	350	57	---	---	---	1	19950
Piattabanda inferiore SX	450	69	---	---	---	1	31050
Piattabanda inferiore DX	450	69	---	---	---	1	31050

Instabilita' locale dei pannelli d'anima (Comb. Mmin)

	Anima	Sub pannello 1	Sub pannello 2
b (mm)	2438,38	557,9	1880,48
σ_{cr0E} (N/mm ²)	8,18	156,27	13,75
σ_{sup} (N/mm ²)	-219,58	-219,58	-127,04
σ_{inf} (N/mm ²)	184,85	-127,04	184,85
ψ	-0,84	0,58	-1,46
K_σ	20,04	5,04	36,04
λ_p	1,47	0,67	0,85
b_c (mm)	1323,87	557,9	765,98
$b_{c, sup}$ (mm)	529,55	252,36	306,39
$b_{c, sup}$ (mm)	794,32	305,54	459,59
ρ_{loc}	0,62	1	1
b_{ceff} (mm)	827,02	557,9	765,98
$b_{ceff, sup}$ (mm)	330,81	252,36	306,39
$b_{ceff, sup}$ (mm)	496,21	305,54	459,59
ϕ_{Foro} (mm)	496,85	0	0

Caratteristiche dell'anima compressa, irrigidenti esclusi (Comb. Mmin)

	A(mm ²)	z_G (mm)	J_y (mm ⁴)
$A_{c, Edge sup}$	4,038E+3	2301,5	2,143E+7
$A_{c, 1}$	9,791E+3	1869,4	3,055E+8
$A_{c, 2}$	0E+00	0	0E+00
$A_{c, Edge inf}$	7,353E+3	1333,6	1,294E+8
$A_{c, tot}$	2,118E+4	1765,7	3,094E+9
A_c	1,204E+4		

Caratteristiche dell'anima compressa, depurata per instabilita' locale (Comb. Mmin)

	$A(mm^2)$	$z_G(mm)$	$J_y(mm^4)$
$A_{c,eff}$ Edge sup	4,038E+3	2301,5	2,143E+7
$A_{c,eff}$ 1	9,791E+3	1869,4	3,055E+8
$A_{c,eff}$ 2	0E+00	0	0E+00
$A_{c,eff}$ Edge inf	7,353E+3	1333,6	1,294E+8
$A_{c,eff}$ tot	2,118E+4	1765,7	3,094E+9
$A_{c,eff,loc}$	1,204E+4		

Tensioni critiche per l'anima (Comb. Mmin)

	<i>Stiffener 1</i>
$A_{sl}(mm^2)$	1,204E+4
$e_{sl}(mm)$	-15,5
$I_{sl}(mm^4)$	1,703E+7
$A_{sl,eff}(mm^2)$	1,204E+4
$e_{sl,eff}(mm)$	-15,5
$I_{sl,eff}(mm^4)$	1,703E+7
$\sigma_{cr,sl,i}(p)$	463,46
$\sigma_{cr,p,i}(p)$	801,02
$\sigma_{cr,sl}(C)$	433,68
$\sigma_{cr,c}(C)$	749,55
α_e	0,652

Coefficienti di riduzione per instabilita' globale dell'anima (Comb. Mmin)

	<i>Piastra</i>		<i>Colonna</i>
$\sigma_{cr,p}(p)$	801,02	$\sigma_{cr,c}(C)$	1
$\beta_{ac}(p)$	1	$\beta_{ac}(c)$	0,688
λ_p	0,666	λ_c	0,723
ρ_p	1	ρ_c	

Anima depurata per instabilita' locale e globale dell'anima (Comb. Mmin)

	$A(mm^2)$	$z_G(mm)$	$J_y(mm^4)$
Edge sup	4,038E+3	2301,5	2,143E+7
1	7,078E+3	1869,4	2,209E+8
2	0E+00	0	0E+00
Edge inf	7,353E+3	1333,6	1,294E+8
Totale	1,847E+4	1750,5	2,976E+9

Depurazione complessiva da applicare alla sezione (Comb. Mmin)

	$\Delta A(mm^2)$	$z_G(mm)$	$\Delta J_y(mm^4)$
Anima	-2,713E+3	1869,4	-8,465E+7
Piattabanda superiore	0E+00	0	0E+00
Piattabanda inferiore	0E+00	0	0E+00

Caratteristiche geometriche efficaci (Comb. Mmin)

	<i>Fase 1</i>	<i>Fase 2a</i>	<i>Fase 2b</i>	<i>Fase 2c</i>	<i>Fase 3</i>	<i>Fessurata</i>
$A(mm^2)$	1,383E+5	1,957E+5	3,067E+5	1,94E+5	3,067E+5	1,445E+5
$z_G(mm)$	998,914	1443,727	1831,415	1434,445	1831,415	1063,537
$\Delta z_{Geff}(mm)$	16,74	5,82	0,33	6	0,33	14,85
$J_{y,eff}(mm^4)$	1,48E+11	2,416E+11	3,234E+11	2,396E+11	3,234E+11	1,616E+11
$W_{y,0eff}(mm^3)$	-1,482E+8	-1,673E+8	-1,766E+8	-1,67E+8	-1,766E+8	-1,519E+8
$W_{y,1eff}(mm^3)$	-1,591E+8	-1,757E+8	-1,835E+8	-1,755E+8	-1,835E+8	-1,625E+8
$W_{y,3eff}(mm^3)$	1,109E+8	2,716E+8	6,448E+8	2,667E+8	6,448E+8	1,273E+8
$W_{y,4eff}(mm^3)$	1,064E+8	2,553E+8	5,79E+8	2,508E+8	5,79E+8	1,218E+8
$W_{y,5eff}(mm^3)$	1E+300	2,553E+8	5,79E+8	2,508E+8	5,79E+8	1,218E+8
$W_{y,6eff}(mm^3)$	1E+300	2,449E+8	5,403E+8	2,407E+8	5,403E+8	1,183E+8
$W_{y,7eff}(mm^3)$	1E+300	2,089E+8	4,208E+8	2,056E+8	4,208E+8	1,052E+8
$W_{y,8eff}(mm^3)$	1E+300	2,019E+8	4E+8	1,988E+8	4E+8	1,025E+8
$S_{y,1eff}(mm^3)$	5,989E+7	8,751E+7	1,116E+8	8,694E+7	1,116E+8	6,39E+7
$S_{y,2eff}(mm^3)$	6,734E+7	1,038E+8	1,384E+8	1,03E+8	1,384E+8	7,243E+7
$S_{y,3eff}(mm^3)$	5,437E+7	9,814E+7	1,363E+8	9,722E+7	1,363E+8	6,073E+7
$S_{y,4eff}(mm^3)$	1,516E-291	6,152E+7	1,151E+8	6,023E+7	1,151E+8	8,937E+6

Le caratteristiche efficaci sono state calcolate iterativamente in 0 iterazioni, con la seguente variazione percentuale del

coefficiente ψ

$(\psi_1 - \psi_0) / \psi_0 * 100$	
$(\psi_2 - \psi_1) / \psi_1 * 100$	
$(\psi_3 - \psi_2) / \psi_2 * 100$	
$(\psi_4 - \psi_3) / \psi_3 * 100$	
$(\psi_5 - \psi_4) / \psi_4 * 100$	

Momento aggiuntivo per traslazione dell'asse neutro(Comb. Mmin)

	Fase 1	Fase 2a	Fase 2b	Fase 2c	Fase 3a	Fase 3b
$\Delta M_{Fessurata}$ (kNm)	-1,323E+3	-1,188E+2	0E+00	0E+00	0E+00	-1,098E+4
$\Delta M_{Non fessurata}$ (kNm)	-1,323E+3	-4,655E+1	-1,899E+4	0E+00	-1,02E+3	-2,458E+2

Tensioni normali sulla sezione efficace (Comb. Mmin)

	F. 1	F. 2a Non Fess.	F. 2a Fess.	F. 2b Non Fess.	F. 2b Fess.	F. 2c Non Fess.	F. 2c Fess.	F. 2 tot	F. 3a Non Fess.	F. 3a Fess.	F. 3b Non Fess.	F. 3b Fess.	F. 3 tot	η_1
σ_8	0	-1,4	0	1,9	0	0	0	0	0,6	0	-4,7	0	-3,6	0,181
σ_7	-0,6	-26,1	-51,8	-42,6	1	0	0	-50,8	-15,1	-0,5	-27,7	-106,5	-111,5	0,285
σ_6	-0,6	-22,3	-46,1	-39,5	0,9	0	0	-45,2	-14	-0,4	-22,1	-95,3	-97,8	0,25
σ_5	0	-1,1	0	2,3	0	0	0	0	0,8	0	-3,4	0	-1,3	0,068
σ_4	-139,5	-21,4	-44,7	-38,8	0,8	0	0	-183,4	-13,7	-0,4	-20,8	-92,7	-234,1	0,734
σ_3	-133,8	-20,1	-42,8	-37,7	0,8	0	0	-175,8	-13,3	-0,4	-18,9	-88,9	-223,8	0,702
σ_2	-0,6	0	-0,1	-23,8	0	0	0	-0,6	-10	0	-2,4	-5,1	-36,9	0,109
σ_1	92,3	30,9	33,4	3,6	-0,6	0	0	125,1	1,7	0,3	55,6	60,5	184,1	0,577
σ_0	99,2	32,5	35,8	4,8	-0,7	0	0	134,3	2,2	0,3	57,9	65,1	196,6	0,616

Massimo coefficiente di utilizzo: 0,734 VERIFICA SODDISFATTA

NOTE

- 1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 2 = 0,54 N/mm²
- 2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 2 = 1,19 N/mm²
 La sezione a fine fase 2 e' stata considerata: Fessurata (t.,b.)
- 3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 = -3,6 N/mm²
- 4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 = -1,35 N/mm²
 La sezione a fine fase 3 e' stata considerata: Non fessurata (t.,b.)

Resistenza a taglio

Valutazione della necessita' di calcolo della resistenza a Shear buckling

$$h_w / t_w = 152,399 > 31 / \eta * \epsilon_w * (K_\tau)^{0,5} = 74,167 \quad \text{Verifica a Shear Buckling: NECESSARIA}$$

Resistenza a taglio Shear buckling: **$V_{b,Rd} = 4,253E+6$ N**

Essendo:

$$a/h_w = 1,066, \quad \eta = 1,2, \quad I_{sl} = 1,575E+7 (\text{mm}^4), \quad K_{\tau sl} = 11,139, \quad K_\tau = 12,451$$

$$\text{contributo anima: } V_{bw,Rd} = 4,253E+6 \text{ N,} \quad \text{contributo flange: } V_{bf,Rd} = 0E+00 \text{ N}$$

$$\chi_w = 0,585, \quad \lambda_w = 1,419, \quad \tau_{cr} = 101,9, \quad C = 826,8$$

$$M_{Ed} = M_{Ed,eq} = -1,356E+8 \text{ Nm,} \quad M_{f,Rd} = -5,45E+7 \text{ Nm,} \quad M_{Ed} / M_{f,Rd} = 2,487$$

Resistenza plastica: **$V_{pl,Rd} = 9,139E+6$ N**

Resistenza a taglio: **$V_{Rd} = \min(V_{pl,Rd}, V_{b,Rd}) = 4,253E+6$ N**

Coefficienti di utilizzo

$$\eta_3 = V_{Ed} / V_{Rd} = 0,394, \quad (=> \text{VERIFICA SODDISFATTA})$$

$$\eta_3 = V_{Ed} / V_{bw,Rd} = 0,394, \quad \eta_1 = \max(\eta_i) = 0,734$$

Interazione pressoflessione taglio (N-M-V)

Valutazione della presenza di interazione

$$\eta_3 < 0,5, \quad M_{Ed} / M_{f,Rd} > 1$$

NON C'E' INTERAZIONE

Verifica a stato limite delle tensioni (Comb. Mmax)

Sollecitazioni (Comb. Mmax)

Fase	N (N)	V (N)	M (Nm)	T (Nm)
1	-5,9E+4	7,15E+5	-1,09E+7	-6,33E+5
2a	-5E+3	2,22E+5	-3,63E+6	-4,03E+5
2b	0E+00	-3E+3	8,4E+4	-5E+3
Rit.Iso	0E+00	0	0E+00	0
2c	0E+00	0E+00	0E+00	0E+00
3a	0E+00	1E+0	3,5E+1	2E+0
Term.Iso	2,04E+6	0	1,4E+6	0
3b	4,82E+5	5,35E+5	-2,89E+6	-1,3E+4
Totale	2,46E+6	1,47E+6	-1,6E+7	-1,05E+6

Tensioni normali sulla sezione lorda (Comb. Mmax)

	F. 1	F. 2a Non Fess.	F. 2a Fess.	F. 2b Non Fess.	F. 2b Fess.	F. 2c Non Fess.	F. 2c Fess.	F. 2 tot	F. 3a Non Fess.	F. 3a Fess.	F. 3b Non Fess.	F. 3b Fess.	F. 3 tot	σ_{id}	η_1
σ_8	0	-0,9	0	0	0	0	0	-0,9	-0,4	0	-0,9	0	-2,2	2,2	0,106
σ_7	-0,4	-17,3	-33,8	0,3	0,8	0	0	-16,9	9,9	0	-5,3	-23,7	-12,3	12,3	0,034
σ_6	-0,4	-14,7	-30	0,3	0,7	0	0	-14,4	9,2	0	-3,8	-20,7	-9	9	0,025
σ_5	0	-0,7	0	0	0	0	0	-0,7	-0,6	0	-0,6	0	-1,8	1,8	0,088
σ_4	-100,7	-14,1	-29,1	0,3	0,7	0	0	-114,5	9	0	-3,4	-20	-108,9	108,9	0,325
σ_3	-96,5	-13,3	-27,9	0,2	0,6	0	0	-109,5	8,8	0	-2,9	-18,9	-103,7	118,4	0,353
σ_2	-0,4	0	0	0	0	0	0	-0,4	6,6	0	1,6	3,3	7,7	65,8	0,185
σ_1	68,6	20,7	22,4	-0,5	-0,5	0	0	88,8	-1	0	17,3	21,2	105,1	119	0,355
σ_0	73,7	21,7	23,9	-0,5	-0,6	0	0	94,9	-1,3	0	17,9	22,4	111,5	111,5	0,333
τ_4	0	0,1	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0,3	0	0,4		
τ_3	14,8	5,2	4,7	-0,1	-0,1	0	0	20	0	0	13,1	11,4	33		
τ_2	19	5,5	5,8	-0,1	-0,1	0	0	24,5	0	0	13,3	14	37,7		
τ_1	16,8	4,7	5,1	-0,1	-0,1	0	0	21,5	0	0	10,7	12,3	32,2		
τ_0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		

Massimo coefficiente di utilizzo: 0,355 VERIFICA SODDISFATTA

NOTE

- 1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 2 = -0,89 N/mm²
- 2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 2 = -0,7 N/mm²
La sezione a fine fase 2 e' stata considerata: Non fessurata (t.,b.)
- 3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 = -2,22 N/mm²
- 4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 = -1,84 N/mm²
La sezione a fine fase 3 e' stata considerata: Non fessurata (t.,b.)

Verifica a stato limite delle tensioni (Comb. Mmin)**Sollecitazioni (Comb. Mmin)**

Fase	N (N)	V (N)	M (Nm)	T (Nm)
1	-5,9E+4	7,15E+5	-1,09E+7	-6,33E+5
2a	-5E+3	2,22E+5	-3,63E+6	-4,03E+5
2b	0E+00	-3E+3	8,4E+4	-5E+3
Rit.Iso	-4,42E+6	0	-4,15E+6	0
2c	0E+00	0E+00	0E+00	0E+00
3a	0E+00	-1E+3	-3,5E+4	-2E+3
Term.Iso	-2,04E+6	0	-1,4E+6	0
3b	-4,93E+5	1,9E+5	-7,82E+6	-1,32E+6
Totale	-7,02E+6	1,12E+6	-2,79E+7	-2,37E+6

Tensioni normali sulla sezione lorda (Comb. Mmin)

	F. 1	F. 2a Non Fess.	F. 2a Fess.	F. 2b Non Fess.	F. 2b Fess.	F. 2c Non Fess.	F. 2c Fess.	F. 2 tot	F. 3a Non Fess.	F. 3a Fess.	F. 3b Non Fess.	F. 3b Fess.	F. 3 tot	σ_{id}	η_1
σ_8	0	-0,9	0	1,6	0	0	0	0	0,4	0	-3,4	0	-2,3	2,3	0,11
σ_7	-0,4	-17,3	-33,8	-35,1	0,8	0	0	-33	-10	-0,3	-20,2	-76,1	-82,5	82,5	0,229
σ_6	-0,4	-14,7	-30	-32,5	0,7	0	0	-29,3	-9,3	-0,3	-16	-68	-72,6	72,6	0,202
σ_5	0	-0,7	0	1,9	0	0	0	0	0,6	0	-2,4	0	-0,7	0,7	0,032
σ_4	-100,7	-14,1	-29,1	-31,9	0,7	0	0	-129,1	-9,1	-0,3	-15,1	-66,1	-170,9	170,9	0,51

σ_3	-96,5	-13,3	-27,9	-31,1	0,6	0	0	-123,7	-8,8	-0,3	-13,7	-63,4	-163,4	168,8	0,504
σ_2	-0,4	0	0	-19,6	0	0	0	-0,5	-6,6	0	-1,6	-3,3	-28,3	57,9	0,163
σ_1	68,6	20,7	22,4	3,1	-0,5	0	0	90,5	1,2	0,2	41	44,9	134,6	141,5	0,422
σ_0	73,7	21,7	23,9	4,2	-0,6	0	0	97	1,5	0,2	42,7	48,2	143,7	143,7	0,429
τ_4	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0,2		
τ_3	14,8	5,2	4,7	-0,1	-0,1	0	0	19,5	0	0	4,6	4,1	24,6		
τ_2	19	5,5	5,8	-0,1	-0,1	0	0	24,7	0	0	4,7	5	29,1		
τ_1	16,8	4,7	5,1	-0,1	-0,1	0	0	21,9	0	0	3,8	4,4	25,2		
τ_0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		

Massimo coefficiente di utilizzo: 0,51 VERIFICA SODDISFATTA

NOTE

- 1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 2 = 0,72 N/mm²
- 2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 2 = 1,21 N/mm²
La sezione a fine fase 2 e' stata considerata: Fessurata (t.,b.)
- 3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 = -2,32 N/mm²
- 4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 = -0,67 N/mm²
La sezione a fine fase 3 e' stata considerata: Non fessurata (t.,b.)

SLE: Verifica a web breathing (Comb. Mmax)

Sollecitazioni (Comb. Mmax)

Fase	N (N)	V (N)	M (Nm)	T (Nm)
1	-5,9E+4	7,15E+5	-1,09E+7	-6,33E+5
2a	-5E+3	2,22E+5	-3,63E+6	-4,03E+5
2b	0E+00	-3E+3	8,4E+4	-5E+3
Rit.Iso	0E+00	0	0E+00	0
2c	0E+00	0E+00	0E+00	0E+00
3a	0E+00	1E+0	2,9E+1	2E+0
Term.Iso	1,7E+6	0	1,16E+6	0
3b	0E+00	2,91E+5	-1,05E+6	-2,3E+4
Totale	1,64E+6	1,23E+6	-1,44E+7	-1,06E+6

Tensioni normali sulla sezione efficace (Comb. Mmax)

	F. 1	F. 2a Non Fess.	F. 2a Fess.	F. 2b Non Fess.	F. 2b Fess.	F. 2c Non Fess.	F. 2c Fess.	F. 2 tot	F. 3a Non Fess.	F. 3a Fess.	F. 3b Non Fess.	F. 3b Fess.	F. 3 tot
σ_8	0	-0,9	0	0	0	0	0	-0,9	-0,3	0	-0,4	0	-1,7
σ_7	-0,4	-17,4	-34,5	0,3	0,8	0	0	-17,1	8,3	0	-2,5	-10	-11,2
σ_6	-0,4	-14,8	-30,7	0,3	0,7	0	0	-14,6	7,7	0	-2	-8,9	-8,8
σ_5	0	-0,7	0	0	0	0	0	-0,7	-0,5	0	-0,3	0	-1,5
σ_4	-103,2	-14,2	-29,8	0,3	0,7	0	0	-117,2	7,6	0	-1,8	-8,6	-111,4
σ_3	-99	-13,4	-28,5	0,2	0,7	0	0	-112,1	7,4	0	-1,6	-8,3	-106,4
σ_2	-0,4	0	0	0	0	0	0	-0,5	5,6	0	0	0	5,1
σ_1	68,4	20,6	22,3	-0,5	-0,5	0	0	88,5	-0,8	0	5,7	6,5	93,5
σ_0	73,5	21,7	23,8	-0,5	-0,6	0	0	94,6	-1	0	6	6,9	99,6

NOTE

- 1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 2 = -0,9 N/mm²
- 2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 2 = -0,71 N/mm²
La sezione a fine fase 2 e' stata considerata: Non fessurata (t.,b.)
- 3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 = -1,65 N/mm²
- 4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 = -1,48 N/mm²
La sezione a fine fase 3 e' stata considerata: Non fessurata (t.,b.)

Verifica dell'intera anima (Comb. Mmax)

	Anima
b (mm)	2438,4
σ_{sup} (N/mm ²)	-103,84
σ_{inf} (N/mm ²)	93,72
σ_{Ed} (N/mm ²)	103,84
K_{σ}	21,45

σ_{cr0E} (N/mm ²)	8,18
τ_{Ed} (N/mm ²)	28,68
σ_{cr} (P) (N/mm ²)	835,44
σ_{cr} (C) (N/mm ²)	781,56
ξ	0,069
σ_{cr} (N/mm ²)	788,73
K_{τ}	12,45
$K_{\tau sl}$	11,14
Coefficienti di utilizzo	0,337
Esito	VERIFICA SODDISFATTA

Verifica locale dei sub pannelli (Comb. Mmax)

	Sub pannello 1	Sub pannello 2
b (mm)	557,9	1880,5
σ_{sup} (N/mm ²)	-103,84	-58,64
σ_{inf} (N/mm ²)	-58,64	93,72
σ_{Ed} (N/mm ²)	103,84	58,64
τ_{Ed} (N/mm ²)	28,68	28,68
σ_{cr0E} (N/mm ²)	156,27	13,75
ψ	0,565	-1,598
K_{σ}	5,1	40,4
σ_{cr} (N/mm ²)	793,6	555,22
K_{τ}	5,52	7,43
τ_{cr}	863,28	102,23
Coefficienti di utilizzo	0,136	0,326
Esito	VERIFICA SODDISFATTA	VERIFICA SODDISFATTA

SLE: Verifica a web breathing (Comb. Mmin)**Sollecitazioni (Comb. Mmin)**

Fase	N (N)	V (N)	M (Nm)	T (Nm)
1	-5,9E+4	7,15E+5	-1,09E+7	-6,33E+5
2a	-5E+3	2,22E+5	-3,63E+6	-4,03E+5
2b	0E+00	-3E+3	8,4E+4	-5E+3
Rit.Iso	-4,42E+6	0	-4,15E+6	0
2c	0E+00	0E+00	0E+00	0E+00
3a	0E+00	-1E+3	-2,9E+4	-2E+3
Term.Iso	-1,7E+6	0	-1,16E+6	0
3b	-1E+3	6,6E+4	-3,89E+6	-6,58E+5
Totale	-6,19E+6	9,99E+5	-2,37E+7	-1,7E+6

Tensioni normali sulla sezione efficace (Comb. Mmin)

	F. 1	F. 2a Non Fess.	F. 2a Fess.	F. 2b Non Fess.	F. 2b Fess.	F. 2c Non Fess.	F. 2c Fess.	F. 2 tot	F. 3a Non Fess.	F. 3a Fess.	F. 3b Non Fess.	F. 3b Fess.	F. 3 tot
σ_8	0	-0,9	0	1,6	0	0	0	0	0,3	0	-1,6	0	0
σ_7	-0,4	-17,4	-34,7	-35,6	0,8	0	0	-33,9	-8,4	-0,3	-9,2	-37,2	-71,3
σ_6	-0,4	-14,8	-30,8	-33	0,7	0	0	-30,1	-7,8	-0,2	-7,2	-33,1	-63,4
σ_5	0	-0,7	0	1,9	0	0	0	0	0,5	0	-1,1	0	0
σ_4	-103,9	-14,2	-29,9	-32,4	0,7	0	0	-133,2	-7,6	-0,2	-6,7	-32,1	-165,5
σ_3	-99,7	-13,4	-28,7	-31,5	0,7	0	0	-127,7	-7,4	-0,2	-6	-30,7	-158,6
σ_2	-0,4	0	0	-20	0	0	0	-0,5	-5,6	0	0	0	-0,5
σ_1	68,2	20,6	22,2	2,9	-0,5	0	0	90	0,9	0,2	21,2	23,9	114
σ_0	73,3	21,6	23,8	3,9	-0,6	0	0	96,6	1,2	0,2	22	25,6	122,3

NOTE

- 1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 2 = 0,68 N/mm²
- 2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 2 = 1,16 N/mm²
La sezione a fine fase 2 e' stata considerata: Fessurata (t.,b.)
- 3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 = -0,59 N/mm²

4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 = 0,54 N/mm²
 La sezione a fine fase 3 e' stata considerata: Fessurata (t.,b.)

Verifica dell'intera anima (Comb. Mmin)

<i>Anima</i>	
b (mm)	2438,4
σ_{sup} (N/mm ²)	-158,38
σ_{inf} (N/mm ²)	114,11
σ_{Ed} (N/mm ²)	158,38
K_{σ}	17,42
σ_{cr0E} (N/mm ²)	8,18
τ_{Ed} (N/mm ²)	23,56
$\sigma_{cr}(P)$ (N/mm ²)	735,44
$\sigma_{cr}(C)$ (N/mm ²)	688,55
ξ	0,068
σ_{cr} (N/mm ²)	694,72
K_{τ}	12,45
$K_{\tau sl}$	11,14
Coefficienti di utilizzo	0,342
Esito	VERIFICA SODDISFATTA

Verifica locale dei sub pannelli (Comb. Mmin)

	<i>Sub pannello 1</i>	<i>Sub pannello 2</i>
b (mm)	557,9	1880,5
σ_{sup} (N/mm ²)	-158,38	-96,03
σ_{inf} (N/mm ²)	-96,03	114,11
σ_{Ed} (N/mm ²)	158,38	96,03
τ_{Ed} (N/mm ²)	23,56	23,56
σ_{cr0E} (N/mm ²)	156,27	13,75
ψ	0,606	-1,188
K_{σ}	5	28,6
σ_{cr} (N/mm ²)	773,65	393,88
K_{τ}	5,52	7,43
τ_{cr}	863,28	102,23
Coefficienti di utilizzo	0,207	0,352
Esito	VERIFICA SODDISFATTA	VERIFICA SODDISFATTA

Verifica connessione trave soletta

Caratteristiche generali

Numero di pioli per unita' di lunghezza, n (m ⁻¹)	15
Diametro dei pioli, d (mm)	22
Altezza dei pioli, h (mm)	200
Resistenza ultima dei pioli, α	1
Coefficiente di sicurezza parziale, γ_v	1,25
Resistenza ultima dei pioli, f_u (N/mm ²)	450
Coefficiente E_{cm} (N/mm ²)	34077
Resistenza caratteristica cilindrica, f_{ck} (N/mm ²)	35

Resistenza della connessione

Resistenza a taglio del piolo, $P_{Rd1} = 0.8 f_u \pi d^2 / 4 / \gamma_v$, (N)	109478,22
Resistenza per schiacciamento del calcestruzzo, $P_{Rd2} = 0.29 \alpha d^2 (f_{ck} E_{cm})^{0.5} / \gamma_v$, (N)	122630,64
Resistenza di progetto del piolo $P_{Rd} = \text{Min}(P_{Rd1}, P_{Rd2})$, (N)	109478,22

Verifica elastica allo SLU

Coefficiente di utilizzo (Comb. Mmax)

Resistenza di progetto per unita' di lunghezza, $v_{Rd} = n P_{Rd} K_s$ (N/mm)	1642,2
Fattore di riduzione, K_s	1.00
Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo v_{Ed} (N/mm)	341,9

Coefficiente di utilizzo v_{Ed}/v_{Rd}	0,208
VERIFICA SODDISFATTA	

Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo (Comb. Mmax)

Fase	$V_{Ed} (N)$	$S_{y,4} (mm^3)$	$J_y (mm^4)$	$V_{Ed} (N/mm)$
Fase 2a	3,33E+5	6,118E+7	2,421E+11	84,1
Fase 2b	-3E+3	7,897E+7	2,69E+11	-0,9
Fase 2c	0E+00	5,99E+7	2,402E+11	0
Fase 3a	2E+0	1,151E+8	3,235E+11	0
Fase 3b	7,27E+5	1,151E+8	3,235E+11	258,6
Totale				341,9

Coefficiente di utilizzo (Comb. Mmin)

Resistenza di progetto per unita' di lunghezza, $v_{Rd} = n P_{Rd} \kappa_s$ (N/mm)	1642,2
Fattore di riduzione, κ_s	1.00
Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo v_{Ed} (N/mm)	176,1
Coefficiente di utilizzo v_{Ed}/v_{Rd}	0,107
VERIFICA SODDISFATTA	

Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo (Comb. Mmin)

Fase	$V_{Ed} (N)$	$S_{y,4eff} (mm^3)$	$J_{y,eff} (mm^4)$	$V_{Ed} (N/mm)$
Fase 2a	3,33E+5	6,152E+7	2,416E+11	84,8
Fase 2b	-3E+3	7,927E+7	2,686E+11	-0,9
Fase 2c	0E+00	6,023E+7	2,396E+11	0
Fase 3a	-2E+3	1,151E+8	3,234E+11	-0,7
Fase 3b	2,61E+5	1,151E+8	3,234E+11	92,9
Totale				176,1

Verifica elastica allo SLE

Coefficiente di utilizzo (Comb. Mmax)

Resistenza di progetto per unita' di lunghezza, $v_{Rd} = n P_{Rd} \kappa_s$ (N/mm)	985,3
Fattore di riduzione, κ_s	0,6
Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo v_{Ed} (N/mm)	245,5
Coefficiente di utilizzo v_{Ed}/v_{Rd}	0,249
VERIFICA SODDISFATTA	

Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo (Comb. Mmax)

Fase	$V_{Ed} (N)$	$S_{y,4} (mm^3)$	$J_y (mm^4)$	$V_{Ed} (N/mm)$
Fase 2a	2,22E+5	6,118E+7	2,421E+11	56,1
Fase 2b	-3E+3	7,897E+7	2,69E+11	-0,9
Fase 2c	0E+00	5,99E+7	2,402E+11	0
Fase 3a	1E+0	1,151E+8	3,235E+11	0
Fase 3b	5,35E+5	1,151E+8	3,235E+11	190,3
Totale				245,5

Coefficiente di utilizzo (Comb. Mmin)

Resistenza di progetto per unita' di lunghezza, $v_{Rd} = n P_{Rd} \kappa_s$ (N/mm)	985,3
Fattore di riduzione, κ_s	0,6
Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo v_{Ed} (N/mm)	122,4
Coefficiente di utilizzo v_{Ed}/v_{Rd}	0,124
VERIFICA SODDISFATTA	

Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo (Comb. Mmin)

Fase	$V_{Ed} (N)$	$S_{y,4} (mm^3)$	$J_y (mm^4)$	$V_{Ed} (N/mm)$
Fase 2a	2,22E+5	6,118E+7	2,421E+11	56,1
Fase 2b	-3E+3	7,897E+7	2,69E+11	-0,9
Fase 2c	0E+00	5,99E+7	2,402E+11	0
Fase 3a	-1E+3	1,151E+8	3,235E+11	-0,4
Fase 3b	1,9E+5	1,151E+8	3,235E+11	67,6
Totale				122,4

Sezione C2 2 2

Pre-classificazione

La preclassificazione e' riferita alla sezione composta in Fase 3

Caratteristiche plastiche dei singoli componenti

Componenti	$N_{pl} (N)$	$z_N (mm)$	$z_{max} (mm)$	$z_{min} (mm)$
Strato di calcestruzzo superiore	3,143E+6	2620,19	2640	2600,38
Strato di calcestruzzo intermedio alle armature	1,343E+7	2515	2599,62	2430,38
Strato di calcestruzzo inferiore	3,143E+6	2409,81	2429,62	2390
Strato di armatura superiore	1,205E+6	2600	2600,38	2599,62
Strato di armatura inferiore	1,205E+6	2430	2430,38	2429,62
Raccordo in cls	0E+00	2390	2390	2390
Flangia superiore della trave di acciaio	1,273E+7	2361,5	2390	2333
Anima della trave di acciaio	1,319E+7	1201	2333	69
Flangia inferiore della trave di acciaio	1,981E+7	34,5	69	0
Compressione ultima per la sezione completa	-6,785E+7			
Trazione ultima per la sezione completa	4,814E+7			
Compressione ultima per la sezione senza anima	-5,466E+7			
Trazione ultima per la sezione senza anima	3,495E+7			

Classificazione delle piattabande

	c/t	ε	Flessione semplice con fibre tese superiori (M+)	Flessione semplice con fibre tese inferiori (M-)
Flangia superiore	5,989	0,838	1	0
Flangia inferiore	6,397	0,838	1	1

Classificazione dell'anima

	c/t	ε	α	ψ	classe
Flessione semplice con fibre tese superiori (M+)	152,399	0,814	0,323	-1,243	4
Flessione semplice con fibre tese inferiori (M-)	152,399	0,814	0	-0,284	1
Compressione semplice (N)	152,399	0,814	1	1	4

Verifiche S.L.U. sezione composta (Comb. Mmax)

Sollecitazioni (Comb. Mmax)

Fase	$N (N)$	$V (N)$	$M (Nm)$	$T (Nm)$
1	-7,9E+4	6,63E+5	-1,92E+7	-8,54E+5
2a	-8E+3	1,97E+5	-6,86E+6	-6,04E+5
2b	0E+00	-3E+3	1,18E+5	-6E+3
Rit.Iso	0E+00	0	0E+00	0
2c	0E+00	0E+00	0E+00	0E+00
3a	0E+00	2E+0	6,1E+1	3E+0
Term.Iso	3,07E+6	0	2,1E+6	0
3b	7,24E+5	5,81E+5	-5,27E+6	-1,1E+4
Totale	3,7E+6	1,44E+6	-2,91E+7	-1,47E+6

Pressoflessione - Analisi plastica

Classificazione della sezione (Comb. Mmax)

	c/t	$z_{pl} (mm)$	α	ψ	Classe
Anima	152,4	2345,43	-0,01	-1,01	1
Piattabanda superiore	5,99				1
Piattabanda inferiore	6,4				1
classe della sezione					1

Analisi plastica: APPLICABILE

Verifica plastica a Presso-Tenso flessione (Comb. Mmax)

Azione assiale		Flessione semplice		Interazione N/M	
$N_{Ed} (N)$	3,704E+6	$M_{Ed} (Nm)$	-2,907E+7	$N_{Ed} (N)$	3,704E+6
$N_{Rd} (N)$	4,814E+7	$M_{Rd} (Nm)$	-6,486E+7	$M_{Ed} (Nm)$	-2,907E+7
				$M_{Rd} (Nm)$	-6,297E+7
N_{Ed}/N_{Rd}	0,077	M_{Ed}/M_{Rd}	0,448	M_{Ed}/M_{Rd}	0,462

VERIFICA SODDISFATTA

Pressoflessione - Calcolo tensioni lorde

Tensioni normali sulla sezione lorda (Comb. Mmax)

	F. 1	F. 2a Non Fess.	F. 2a Fess.	F. 2b Non Fess.	F. 2b Fess.	F. 2c Non Fess.	F. 2c Fess.	F. 2 tot	F. 3a Non Fess.	F. 3a Fess.	F. 3b Non Fess.	F. 3b Fess.	F. 3 tot	η_1
σ_8	0	-1,7	0	0	0	0	0	-1,7	-0,6	0	-1,8	0	-4,1	0,205
σ_7	-0,6	-32,6	-64	0,4	1,1	0	0	-32,2	14,9	0	-10,2	-44,2	-27,5	0,07
σ_6	-0,6	-27,8	-56,8	0,4	1	0	0	-27,5	13,8	0	-7,4	-38,7	-21,1	0,054
σ_5	0	-1,4	0	0	0	0	0	-1,3	-0,9	0	-1,1	0	-3,3	0,167
σ_4	-175,9	-26,7	-55,1	0,4	0,9	0	0	-202,3	13,5	0	-6,8	-37,4	-195,5	0,613
σ_3	-168,6	-25,1	-52,7	0,3	0,9	0	0	-193,4	13,2	0	-5,8	-35,6	-186,1	0,583
σ_2	-0,6	0	-0,1	0	0	0	0	-0,6	9,9	0	2,3	4,9	11,7	0,034
σ_1	120,2	39,1	42,3	-0,7	-0,7	0	0	158,7	-1,5	0	31,1	37,5	188,2	0,59
σ_0	129	41	45,2	-0,7	-0,8	0	0	169,4	-2	0	32,2	39,7	199,6	0,626

Massimo coefficiente di utilizzo: 0,626 VERIFICA NON SIGNIFICATIVA

NOTE

- 1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 2 = -1,7 N/mm²
- 2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 2 = -1,34 N/mm²
 La sezione a fine fase 2 e' stata considerata: Non fessurata (t.,b.)
- 3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 = -4,06 N/mm²
- 4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 = -3,31 N/mm²
 La sezione a fine fase 3 e' stata considerata: Non fessurata (t.,b.)

Resistenza a taglio

Valutazione della necessita' di calcolo della resistenza a Shear buckling

$$h_w/t_w = 152,399 > 31/\eta * \epsilon_w * (K_\tau)^{0,5} = 74,167 \quad \text{Verifica a Shear Buckling: NECESSARIA}$$

Resistenza a taglio Shear buckling: **V_{b,Rd} = 5,244E+6 N**

Essendo:

$$a/h_w = 1,066, \quad \eta = 1,2, \quad I_{sl} = 1,575E+7 (\text{mm}^4), \quad K_{\tau sl} = 11,139, \quad K_\tau = 12,451$$

$$\text{contributo anima: } V_{bw,Rd} = 4,253E+6 \text{ N}, \quad \text{contributo flange: } V_{bf,Rd} = 9,914E+5 \text{ N}$$

$$\chi_w = 0,585, \quad \lambda_w = 1,419, \quad \tau_{cr} = 101,9, \quad C = 826,8$$

$$M_{Ed} = -2,907E+7 \text{ Nm}, \quad M_{f,Rd} = -4,768E+7 \text{ Nm}, \quad M_{Ed}/M_{f,Rd} = 0,61$$

Resistenza plastica: **V_{pl,Rd} = 9,139E+6 N**

Resistenza a taglio: **V_{Rd} = min(V_{pl,Rd}, V_{b,Rd}) = 5,244E+6 N**

Coefficienti di utilizzo

$$\eta_3 = V_{Ed}/V_{Rd} = 0,295, \quad (=> \text{VERIFICA SODDISFATTA})$$

$$\eta_3 = V_{Ed}/V_{bw,Rd} = 0,364, \quad \eta_1 = M_{Ed}/M_{Rd} = 0,462$$

Interazione pressoflessione taglio (N-M-V)

Valutazione della presenza di interazione

$$\eta_3 < 0,5, \quad M_{Ed}/M_{f,Rd} < 1$$

NON C'E' INTERAZIONE

Verifiche S.L.U. sezione composta (Comb. Mmin)

Sollecitazioni (Comb. Mmin)

Fase	N (N)	V (N)	M (Nm)	T (Nm)
1	-7,9E+4	6,63E+5	-1,92E+7	-8,54E+5
2a	-8E+3	1,97E+5	-6,86E+6	-6,04E+5
2b	0E+00	-3E+3	1,18E+5	-6E+3
Rit.Iso	-5,3E+6	0	-4,98E+6	0
2c	0E+00	0E+00	0E+00	0E+00
3a	0E+00	-2E+3	-6,1E+4	-3E+3
Term.Iso	-3,07E+6	0	-2,1E+6	0
3b	-7,39E+5	1,18E+5	-1,4E+7	-1,81E+6

Totale	-9,19E+6	9,73E+5	-4,7E+7	-3,28E+6
--------	----------	---------	---------	----------

Pressoflessione - Analisi plastica

Classificazione della sezione (Comb. Mmin)

	c/t	z _{pl} (mm)	α	ψ	Classe
Anima	152,4	1702,46	0,28	-0,89	4
Piattabanda superiore	5,99				1
Piattabanda inferiore	6,4				1
classe della sezione					4

Analisi plastica: NON APPLICABILE

Verifica plastica a Presso-Tenso flessione (Comb. Mmin)

Azione assiale		Flessione semplice		Interazione N/M	
N _{Ed} (N)	-9,195E+6	M _{Ed} (Nm)	-4,701E+7	N _{Ed} (N)	-9,195E+6
N _{Rd} (N)	-6,785E+7	M _{Rd} (Nm)	-6,486E+7	M _{Ed} (Nm)	-4,701E+7
				M _{Rd} (Nm)	-6,715E+7
N _{Ed} /N _{Rd}	0,136	M _{Ed} /M _{Rd}	0,725	M _{Ed} /M _{Rd}	0,7

VERIFICA NON SIGNIFICATIVA

Pressoflessione - Calcolo tensioni lorde

Tensioni normali sulla sezione lorda (Comb. Mmin)

	F. 1	F. 2a Non Fess.	F. 2a Fess.	F. 2b Non Fess.	F. 2b Fess.	F. 2c Non Fess.	F. 2c Fess.	F. 2 tot	F. 3a Non Fess.	F. 3a Fess.	F. 3b Non Fess.	F. 3b Fess.	F. 3 tot	η ₁
σ ₈	0	-1,7	0	2	0	0	0	0	0,6	0	-6,1	0	-5,2	0,264
σ ₇	-0,6	-32,6	-64	-42,1	1,1	0	0	-62,9	-15	-0,6	-35,6	-135,2	-125,3	0,32
σ ₆	-0,6	-27,8	-56,8	-39	1	0	0	-55,8	-13,9	-0,5	-28,2	-120,7	-109	0,278
σ ₅	0	-1,4	0	2,3	0	0	0	0	0,9	0	-4,3	0	-2,5	0,126
σ ₄	-175,9	-26,7	-55,1	-38,3	0,9	0	0	-230,1	-13,6	-0,5	-26,5	-117,2	-281	0,881
σ ₃	-168,6	-25,1	-52,7	-37,2	0,9	0	0	-220,5	-13,3	-0,5	-24	-112,4	-268,3	0,841
σ ₂	-0,6	0	-0,1	-23,6	0	0	0	-0,6	-9,9	0	-2,4	-5	-36,5	0,108
σ ₁	120,2	39,1	42,3	3,7	-0,7	0	0	161,8	1,8	0,4	73,8	81,3	238,6	0,748
σ ₀	129	41	45,2	4,9	-0,8	0	0	173,5	2,3	0,4	76,8	87,2	254,1	0,796

Massimo coefficiente di utilizzo: 0,881 VERIFICA NON SIGNIFICATIVA

NOTE

- 1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 2 = 0,24 N/mm²
- 2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 2 = 0,95 N/mm²
 La sezione a fine fase 2 e' stata considerata: Fessurata (t.,b.)
- 3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 = -5,24 N/mm²
- 4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 = -2,5 N/mm²
 La sezione a fine fase 3 e' stata considerata: Non fessurata (t.,b.)

Pressoflessione - Calcolo tensioni efficaci

Area efficace per shear lag e/o buckling delle flange(Comb. Mmin)

Componente	b (mm)	t (mm)	λ _p	ρ	A _{c,eff} (mm ²)	β ^k	A _{c,eff} *β ^k (mm ²)
Piattabanda superiore SX	350	57	---	---	---	1	19950
Piattabanda superiore DX	350	57	---	---	---	1	19950
Piattabanda inferiore SX	450	69	---	---	---	1	31050
Piattabanda inferiore DX	450	69	---	---	---	1	31050

Instabilita' locale dei pannelli d'anima (Comb. Mmin)

	Anima	Sub pannello 1	Sub pannello 2
b (mm)	2438,38	557,9	1880,48
σ _{cr0E} (N/mm ²)	8,18	156,27	13,75
σ _{sup} (N/mm ²)	-268,27	-268,27	-152,29
σ _{inf} (N/mm ²)	238,63	-152,29	238,63
ψ	-0,89	0,57	-1,57
K _σ	21,14	5,07	39,4
λ _p	1,43	0,67	0,81

C:\Users\Utente43\Desktop\FA-SI_R2_verifiche.rtf

b _c (mm)	1290,49	557,9	732,59
b _{c sup} (mm)	516,2	251,74	293,04
b _{c sup} (mm)	774,29	306,16	439,56
ρ _{loc}	0,64	1	1
b _{ceff} (mm)	827,8	557,9	732,59
b _{ceff sup} (mm)	331,12	251,74	293,04
b _{ceff sup} (mm)	496,68	306,16	439,56
φ _{Foro} (mm)	462,69	0	0

Caratteristiche dell'anima compressa, irrigidenti esclusi (Comb. Mmin)

	A(mm ²)	z _G (mm)	J _y (mm ⁴)
A _{c Edge sup}	4,028E+3	2299,4	2,127E+7
A _{c 1}	9,587E+3	1874	2,868E+8
A _{c 2}	0E+00	0	0E+00
A _{c Edge inf}	7,033E+3	1354,6	1,132E+8
A _{c tot}	2,065E+4	1780	2,866E+9
A _c	1,184E+4		

Caratteristiche dell'anima compressa, depurata per instabilità locale (Comb. Mmin)

	A(mm ²)	z _G (mm)	J _y (mm ⁴)
A _{c,eff Edge sup}	4,028E+3	2299,4	2,127E+7
A _{c,eff 1}	9,587E+3	1874	2,868E+8
A _{c,eff 2}	0E+00	0	0E+00
A _{c,eff Edge inf}	7,033E+3	1354,6	1,132E+8
A _{c,eff tot}	2,065E+4	1780	2,866E+9
A _{c,eff,loc}	1,184E+4		

Tensioni critiche per l'anima (Comb. Mmin)

	Stiffener 1
A _{sl} (mm ²)	1,184E+4
e _{sl} (mm)	-15,8
I _{sl} (mm ⁴)	1,698E+7
A _{sl,eff} (mm ²)	1,184E+4
e _{sl,eff} (mm)	-15,8
I _{sl,eff} (mm ⁴)	1,698E+7
σ _{cr,sl,i} (p)	470,03
σ _{cr,p,i} (p)	827,98
σ _{cr,sl} (C)	439,74
σ _{cr,c} (C)	774,62
α _e	0,65

Coefficienti di riduzione per instabilità globale dell'anima (Comb. Mmin)

	Piastra		Colonna
σ _{cr,p} (p)	827,98	σ _{cr,c} (C)	1
β _{ac} (p)	1	β _{ac} (C)	0,677
λ _p	0,655	λ _c	0,73
ρ _p	1	χ _c	

Anima depurata per instabilità locale e globale dell'anima (Comb. Mmin)

	A(mm ²)	z _G (mm)	J _y (mm ⁴)
Edge sup	4,028E+3	2299,4	2,127E+7
1	6,997E+3	1874	2,093E+8
2	0E+00	0	0E+00
Edge inf	7,033E+3	1354,6	1,132E+8
Totale	1,806E+4	1766,6	2,762E+9

Depurazione complessiva da applicare alla sezione (Comb. Mmin)

	ΔA(mm ²)	z _G (mm)	ΔJ _y (mm ⁴)
Anima	-2,59E+3	1874	-7,75E+7
Piattabanda superiore	0E+00	0	0E+00
Piattabanda inferiore	0E+00	0	0E+00

Caratteristiche geometriche efficaci (Comb. Mmin)

	Fase 1	Fase 2a	Fase 2b	Fase 2c	Fase 3	Fessurata
A (mm ²)	1,384E+5	1,958E+5	3,069E+5	1,942E+5	3,069E+5	1,446E+5
z _G (mm)	999,598	1443,932	1831,391	1434,657	1831,391	1064,137
Δ z _{Geff} (mm)	16,06	5,61	0,36	5,78	0,36	14,25
J _{y,eff} (mm ⁴)	1,481E+11	2,416E+11	3,234E+11	2,396E+11	3,234E+11	1,617E+11
W _{y,0eff} (mm ³)	-1,481E+8	-1,673E+8	-1,766E+8	-1,67E+8	-1,766E+8	-1,519E+8
W _{y,1eff} (mm ³)	-1,591E+8	-1,757E+8	-1,835E+8	-1,755E+8	-1,835E+8	-1,624E+8
W _{y,3eff} (mm ³)	1,11E+8	2,717E+8	6,448E+8	2,668E+8	6,448E+8	1,274E+8
W _{y,4eff} (mm ³)	1,065E+8	2,554E+8	5,79E+8	2,508E+8	5,79E+8	1,219E+8
W _{y,5eff} (mm ³)	1E+300	2,554E+8	5,79E+8	2,508E+8	5,79E+8	1,219E+8
W _{y,6eff} (mm ³)	1E+300	2,45E+8	5,403E+8	2,408E+8	5,403E+8	1,184E+8
W _{y,7eff} (mm ³)	1E+300	2,09E+8	4,208E+8	2,056E+8	4,208E+8	1,053E+8
W _{y,8eff} (mm ³)	1E+300	2,02E+8	4E+8	1,988E+8	4E+8	1,026E+8
S _{y,1eff} (mm ³)	5,993E+7	8,753E+7	1,116E+8	8,695E+7	1,116E+8	6,394E+7
S _{y,2eff} (mm ³)	6,739E+7	1,038E+8	1,383E+8	1,03E+8	1,383E+8	7,247E+7
S _{y,3eff} (mm ³)	5,434E+7	9,812E+7	1,363E+8	9,72E+7	1,363E+8	6,07E+7
S _{y,4eff} (mm ³)	1,515E-291	6,151E+7	1,151E+8	6,022E+7	1,151E+8	8,934E+6

Le caratteristiche efficaci sono state calcolate iterativamente in 0 iterazioni, con la seguente variazione percentuale del coefficiente ψ

$(\psi_1 - \psi_0)/\psi_0 * 100$	
$(\psi_2 - \psi_1)/\psi_1 * 100$	
$(\psi_3 - \psi_2)/\psi_2 * 100$	
$(\psi_4 - \psi_3)/\psi_3 * 100$	
$(\psi_5 - \psi_4)/\psi_4 * 100$	

Momento aggiuntivo per traslazione dell'asse neutro(Comb. Mmin)

	Fase 1	Fase 2a	Fase 2b	Fase 2c	Fase 3a	Fase 3b
ΔM _{Fessurata} (kNm)	-1,269E+3	-1,14E+2	0E+00	0E+00	0E+00	-1,053E+4
ΔM _{Non fessurata} (kNm)	-1,269E+3	-4,491E+1	-1,841E+4	0E+00	-1,093E+3	-2,633E+2

Tensioni normali sulla sezione efficace (Comb. Mmin)

	F. 1	F. 2a Non Fess.	F. 2a Fess.	F. 2b Non Fess.	F. 2b Fess.	F. 2c Non Fess.	F. 2c Fess.	F. 2 tot	F. 3a Non Fess.	F. 3a Fess.	F. 3b Non Fess.	F. 3b Fess.	F. 3 tot	η ₁
σ ₈	0	-1,7	0	1,9	0	0	0	0	0,6	0	-6,1	0	-5,3	0,267
σ ₇	-0,6	-32,9	-65,3	-42,5	1,1	0	0	-64,1	-15,1	-0,6	-35,6	-138	-126,1	0,322
σ ₆	-0,6	-28,1	-58	-39,4	1	0	0	-57	-14	-0,5	-28,3	-123,3	-109,7	0,28
σ ₅	0	-1,4	0	2,3	0	0	0	0	0,8	0	-4,3	0	-2,6	0,129
σ ₄	-180,4	-26,9	-56,3	-38,7	1	0	0	-235,8	-13,7	-0,5	-26,6	-119,9	-286,3	0,897
σ ₃	-173	-25,3	-53,9	-37,6	0,9	0	0	-226	-13,3	-0,5	-24,1	-114,9	-273,4	0,857
σ ₂	-0,6	0	-0,1	-23,8	0	0	0	-0,6	-10	0	-2,4	-5,1	-36,8	0,109
σ ₁	119,8	39	42,2	3,5	-0,7	0	0	161,3	1,8	0,4	73,8	81	237,8	0,745
σ ₀	128,7	41	45,1	4,7	-0,8	0	0	173,1	2,2	0,4	76,8	87	253,4	0,794

Massimo coefficiente di utilizzo: 0,897 VERIFICA SODDISFATTA

NOTE

- 1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 2 = 0,19 N/mm²
- 2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 2 = 0,91 N/mm²
La sezione a fine fase 2 e' stata considerata: Fessurata (t.,b.)
- 3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 = -5,3 N/mm²
- 4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 = -2,56 N/mm²
La sezione a fine fase 3 e' stata considerata: Non fessurata (t.,b.)

Resistenza a taglio

Valutazione della necessita' di calcolo della resistenza a Shear buckling

$$h_w/t_w = 152,399 > 31/\eta * \epsilon_w * (K_\tau)^{0,5} = 74,167 \quad \text{Verifica a Shear Buckling: NECESSARIA}$$

Resistenza a taglio Shear buckling: $V_{b,Rd} = 4,253E+6$ N

Essendo:

$$a/h_w = 1,066, \quad \eta = 1,2, \quad I_{sl} = 1,575E+7 (\text{mm}^4), \quad K_{\tau sl} = 11,139, \quad K_\tau = 12,451$$

contributo anima: $V_{bw,Rd} = 4,253E+6$ N, contributo flange: $V_{bf,Rd} = 0E+00$ N

C:\Users\Utente43\Desktop\FA-SI_R2_verifiche.rtf

$$\chi_w = 0,585, \quad \lambda_w = 1,419, \quad \tau_{cr} = 101,9, \quad C = 826,8$$

$$M_{Ed} = M_{Ed,eq} = -1,658E+8 \text{ Nm}, \quad M_{f,Rd} = -5,45E+7 \text{ Nm}, \quad M_{Ed}/M_{f,Rd} = 3,042$$

Resistenza plastica: $V_{pl,Rd} = 9,139E+6 \text{ N}$ Resistenza a taglio: $V_{Rd} = \min(V_{pl,Rd}, V_{b,Rd}) = 4,253E+6 \text{ N}$

Coefficienti di utilizzo

$$\eta_3 = V_{Ed}/V_{Rd} = 0,246, \quad (=) \text{ VERIFICA SODDISFATTA}$$

$$\eta_3 = V_{Ed}/V_{bw,Rd} = 0,246, \quad \eta_1 = \max(\eta_i) = 0,897$$

Interazione pressoflessione taglio (N-M-V)

Valutazione della presenza di interazione

$$\eta_3 < 0,5, \quad M_{Ed}/M_{f,Rd} > 1$$

NON C'E' INTERAZIONE

Verifica a stato limite delle tensioni (Comb. Mmax)**Sollecitazioni (Comb. Mmax)**

Fase	N (N)	V (N)	M (Nm)	T (Nm)
1	-5,9E+4	4,91E+5	-1,42E+7	-6,33E+5
2a	-5E+3	1,31E+5	-4,58E+6	-4,03E+5
2b	0E+00	-3E+3	9,9E+4	-5E+3
Rit.Iso	0E+00	0	0E+00	0
2c	0E+00	0E+00	0E+00	0E+00
3a	0E+00	1E+0	4,1E+1	2E+0
Term.Iso	2,04E+6	0	1,4E+6	0
3b	4,82E+5	4,28E+5	-3,86E+6	-1,3E+4
Totale	2,46E+6	1,05E+6	-2,11E+7	-1,05E+6

Tensioni normali sulla sezione lorda (Comb. Mmax)

	F. 1	F. 2a Non Fess.	F. 2a Fess.	F. 2b Non Fess.	F. 2b Fess.	F. 2c Non Fess.	F. 2c Fess.	F. 2 tot	F. 3a Non Fess.	F. 3a Fess.	F. 3b Non Fess.	F. 3b Fess.	F. 3 tot	σ_{td}	η_1
σ_8	0	-1,2	0	0	0	0	0	-1,1	-0,4	0	-1,3	0	-2,8	2,8	0,135
σ_7	-0,4	-21,8	-42,6	0,4	0,9	0	0	-21,4	9,9	0	-7,6	-32,6	-19,1	19,1	0,053
σ_6	-0,4	-18,5	-37,9	0,3	0,8	0	0	-18,2	9,2	0	-5,6	-28,6	-14,6	14,6	0,041
σ_5	0	-0,9	0	0	0	0	0	-0,9	-0,6	0	-0,8	0	-2,3	2,3	0,109
σ_4	-130,3	-17,8	-36,8	0,3	0,8	0	0	-147,8	9	0	-5,1	-27,7	-143,9	143,9	0,43
σ_3	-124,9	-16,7	-35,2	0,3	0,8	0	0	-141,4	8,8	0	-4,4	-26,3	-137	143	0,427
σ_2	-0,4	0	0	0	0	0	0	-0,4	6,6	0	1,6	3,3	7,7	47,2	0,133
σ_1	89,1	26,1	28,2	-0,6	-0,6	0	0	114,6	-1	0	22,6	27,1	136,1	141,7	0,423
σ_0	95,6	27,4	30,2	-0,6	-0,7	0	0	122,4	-1,3	0	23,4	28,7	144,4	144,4	0,431
τ_4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,2	0	0,3		
τ_3	10,2	3,1	2,8	-0,1	-0,1	0	0	13,2	0	0	10,5	9,1	23,6		
τ_2	13	3,3	3,4	-0,1	-0,1	0	0	16,2	0	0	10,6	11,2	26,9		
τ_1	11,6	2,8	3	-0,1	-0,1	0	0	14,3	0	0	8,6	9,9	22,8		
τ_0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		

Massimo coefficiente di utilizzo: 0,431 VERIFICA SODDISFATTA

NOTE

- 1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 2 = -1,12 N/mm²
- 2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 2 = -0,89 N/mm²
La sezione a fine fase 2 e' stata considerata: Non fessurata (t.,b.)
- 3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 = -2,84 N/mm²
- 4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 = -2,3 N/mm²
La sezione a fine fase 3 e' stata considerata: Non fessurata (t.,b.)

Verifica a stato limite delle tensioni (Comb. Mmin)**Sollecitazioni (Comb. Mmin)**

Fase	N (N)	V (N)	M (Nm)	T (Nm)
1	-5,9E+4	4,91E+5	-1,42E+7	-6,33E+5

2a	-5E+3	1,31E+5	-4,58E+6	-4,03E+5
2b	0E+00	-3E+3	9,9E+4	-5E+3
Rit.Iso	-4,42E+6	0	-4,15E+6	0
2c	0E+00	0E+00	0E+00	0E+00
3a	0E+00	-1E+3	-4,1E+4	-2E+3
Term.Iso	-2,04E+6	0	-1,4E+6	0
3b	-4,93E+5	8,6E+4	-1,03E+7	-1,32E+6
Totale	-7,02E+6	7,04E+5	-3,45E+7	-2,37E+6

Tensioni normali sulla sezione lorda (Comb. Mmin)

	F. 1	F. 2a Non Fess.	F. 2a Fess.	F. 2b Non Fess.	F. 2b Fess.	F. 2c Non Fess.	F. 2c Fess.	F. 2 tot	F. 3a Non Fess.	F. 3a Fess.	F. 3b Non Fess.	F. 3b Fess.	F. 3 tot	σ_{td}	η_1
σ_8	0	-1,2	0	1,6	0	0	0	0	0,4	0	-4,4	0	-3,5	3,5	0,169
σ_7	-0,4	-21,8	-42,6	-35,1	0,9	0	0	-41,7	-10	-0,4	-26	-99	-92,8	92,8	0,258
σ_6	-0,4	-18,5	-37,9	-32,5	0,8	0	0	-37,1	-9,3	-0,3	-20,6	-88,3	-80,9	80,9	0,225
σ_5	0	-0,9	0	1,9	0	0	0	0	0,6	0	-3,1	0	-1,5	1,5	0,073
σ_4	-130,3	-17,8	-36,8	-31,9	0,8	0	0	-166,3	-9,1	-0,3	-19,3	-85,8	-208,4	208,4	0,622
σ_3	-124,9	-16,7	-35,2	-31	0,8	0	0	-159,3	-8,8	-0,3	-17,5	-82,2	-199	200,8	0,599
σ_2	-0,4	0	0	-19,6	0	0	0	-0,5	-6,6	0	-1,6	-3,3	-28,3	42,5	0,12
σ_1	89,1	26,1	28,2	3,1	-0,6	0	0	116,7	1,2	0,3	54,3	60,1	173,8	175,9	0,525
σ_0	95,6	27,4	30,2	4,1	-0,7	0	0	125,1	1,5	0,3	56,5	64,4	185,1	185,1	0,553
τ_4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	
τ_3	10,2	3,1	2,8	-0,1	-0,1	0	0	12,9	0	0	2,1	1,8	15,3		
τ_2	13	3,3	3,4	-0,1	-0,1	0	0	16,4	0	0	2,1	2,2	18,3		
τ_1	11,6	2,8	3	-0,1	-0,1	0	0	14,5	0	0	1,7	2	16		
τ_0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		

Massimo coefficiente di utilizzo: 0,622 VERIFICA SODDISFATTA

NOTE1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 2 = 0,49 N/mm²2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 2 = 1,02 N/mm²

La sezione a fine fase 2 e' stata considerata: Fessurata (t.,b.)

3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 = -3,55 N/mm²4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 = -1,54 N/mm²

La sezione a fine fase 3 e' stata considerata: Non fessurata (t.,b.)

SLE: Verifica a web breathing (Comb. Mmax)**Sollecitazioni (Comb. Mmax)**

Fase	N (N)	V (N)	M (Nm)	T (Nm)
1	-5,9E+4	4,91E+5	-1,42E+7	-6,33E+5
2a	-5E+3	1,31E+5	-4,58E+6	-4,03E+5
2b	0E+00	-3E+3	9,9E+4	-5E+3
Rit.Iso	0E+00	0	0E+00	0
2c	0E+00	0E+00	0E+00	0E+00
3a	0E+00	1E+0	3,4E+1	2E+0
Term.Iso	1,7E+6	0	1,16E+6	0
3b	0E+00	2,44E+5	-1,38E+6	-2,3E+4
Totale	1,64E+6	8,63E+5	-1,89E+7	-1,06E+6

Tensioni normali sulla sezione efficace (Comb. Mmax)

	F. 1	F. 2a Non Fess.	F. 2a Fess.	F. 2b Non Fess.	F. 2b Fess.	F. 2c Non Fess.	F. 2c Fess.	F. 2 tot	F. 3a Non Fess.	F. 3a Fess.	F. 3b Non Fess.	F. 3b Fess.	F. 3 tot
σ_8	0	-1,2	0	0	0	0	0	-1,1	-0,3	0	-0,6	0	-2
σ_7	-0,4	-21,9	-43,5	0,4	0,9	0	0	-21,5	8,3	0	-3,3	-13,1	-16,5
σ_6	-0,4	-18,7	-38,7	0,3	0,8	0	0	-18,4	7,7	0	-2,6	-11,7	-13,2
σ_5	0	-0,9	0	0	0	0	0	-0,9	-0,5	0	-0,4	0	-1,8
σ_4	-133,6	-17,9	-37,6	0,3	0,8	0	0	-151,3	7,6	0	-2,4	-11,4	-146,1
σ_3	-128,2	-16,9	-35,9	0,3	0,8	0	0	-144,8	7,4	0	-2,1	-10,9	-139,5
σ_2	-0,4	0	0	0	0	0	0	-0,5	5,6	0	0	0	5,1
σ_1	88,7	26	28,1	-0,6	-0,6	0	0	114,2	-0,8	0	7,5	8,5	120,9

σ_0	95,3	27,3	30,1	-0,6	-0,7	0	0	122,1	-1	0	7,8	9,1	128,9
------------	------	------	------	------	------	---	---	-------	----	---	-----	-----	-------

NOTE

- 1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 2 = -1,13 N/mm²
- 2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 2 = -0,9 N/mm²
 La sezione a fine fase 2 e' stata considerata: Non fessurata (t.,b.)
- 3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 = -2,02 N/mm²
- 4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 = -1,76 N/mm²
 La sezione a fine fase 3 e' stata considerata: Non fessurata (t.,b.)

Verifica dell'intera anima (Comb. Mmax)

<i>Anima</i>	
b (mm)	2438,4
σ_{sup} (N/mm ²)	-136,2
σ_{inf} (N/mm ²)	121,26
σ_{Ed} (N/mm ²)	136,2
K_σ	21,16
σ_{cr0E} (N/mm ²)	8,18
τ_{Ed} (N/mm ²)	20,19
$\sigma_{cr}(P)$ (N/mm ²)	828,46
$\sigma_{cr}(C)$ (N/mm ²)	775,06
ξ	0,069
σ_{cr} (N/mm ²)	782,16
K_τ	12,45
$K_{\tau sl}$	11,14
Coefficienti di utilizzo	0,279
Esito	VERIFICA SODDISFATTA

Verifica locale dei sub pannelli (Comb. Mmax)

	<i>Sub pannello 1</i>	<i>Sub pannello 2</i>
b (mm)	557,9	1880,5
σ_{sup} (N/mm ²)	-136,2	-77,29
σ_{inf} (N/mm ²)	-77,29	121,26
σ_{Ed} (N/mm ²)	136,2	77,29
τ_{Ed} (N/mm ²)	20,19	20,19
σ_{cr0E} (N/mm ²)	156,27	13,75
ψ	0,567	-1,569
K_σ	5,1	39,5
σ_{cr} (N/mm ²)	792,24	542,81
K_τ	5,52	7,43
τ_{cr}	863,28	102,23
Coefficienti di utilizzo	0,174	0,26
Esito	VERIFICA SODDISFATTA	VERIFICA SODDISFATTA

SLE: Verifica a web breathing (Comb. Mmin)

Sollecitazioni (Comb. Mmin)

Fase	<i>N (N)</i>	<i>V (N)</i>	<i>M (Nm)</i>	<i>T (Nm)</i>
1	-5,9E+4	4,91E+5	-1,42E+7	-6,33E+5
2a	-5E+3	1,31E+5	-4,58E+6	-4,03E+5
2b	0E+00	-3E+3	9,9E+4	-5E+3
Rit.Iso	-4,42E+6	0	-4,15E+6	0
2c	0E+00	0E+00	0E+00	0E+00
3a	0E+00	-1E+3	-3,4E+4	-2E+3
Term.Iso	-1,7E+6	0	-1,16E+6	0
3b	-1E+3	3,3E+4	-5,31E+6	-6,58E+5
Totale	-6,19E+6	6,51E+5	-2,93E+7	-1,7E+6

Tensioni normali sulla sezione efficace (Comb. Mmin)

	<i>F. 1</i>	<i>F. 2a</i>	<i>F. 2a</i>	<i>F. 2b</i>	<i>F. 2b</i>	<i>F. 2c</i>	<i>F. 2c</i>	<i>F. 2 tot</i>	<i>F. 3a</i>	<i>F. 3a</i>	<i>F. 3b</i>	<i>F. 3b</i>	<i>F. 3 tot</i>
--	-------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	-----------------	--------------	--------------	--------------	--------------	-----------------

		Non Fess.	Fess.	Non Fess.	Fess.	Non Fess.	Fess.		Non Fess.	Fess.	Non Fess.	Fess.	
σ_8	0	-1,2	0	1,6	0	0	0	0	0,3	0	-2,2	0	-1,4
σ_7	-0,4	-21,9	-43,7	-35,5	0,9	0	0	-42,7	-8,4	-0,3	-12,6	-50,6	-78,5
σ_6	-0,4	-18,7	-38,8	-32,9	0,8	0	0	-38	-7,8	-0,3	-9,8	-45	-69,2
σ_5	0	-0,9	0	1,9	0	0	0	0	0,5	0	-1,5	0	0
σ_4	-134,3	-18	-37,7	-32,3	0,8	0	0	-171,2	-7,6	-0,3	-9,2	-43,7	-201,4
σ_3	-128,8	-16,9	-36,1	-31,4	0,8	0	0	-164,1	-7,4	-0,3	-8,2	-41,9	-192,8
σ_2	-0,4	0	0	-19,9	0	0	0	-0,5	-5,6	0	0	0	-25,9
σ_1	88,6	26	28,1	2,8	-0,6	0	0	116,1	1	0,2	28,9	32,6	147,3
σ_0	95,2	27,3	30	3,9	-0,7	0	0	124,6	1,2	0,2	30,1	34,9	157,7

NOTE

- 1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 2 = 0,44 N/mm²
- 2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 2 = 0,98 N/mm²
La sezione a fine fase 2 e' stata considerata: Fessurata (t.,b.)
- 3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 = -1,4 N/mm²
- 4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 = -0,04 N/mm²
La sezione a fine fase 3 e' stata considerata: Non fessurata (t.,b.)

Verifica dell'intera anima (Comb. Mmin)

	Anima
b (mm)	2438,4
σ_{sup} (N/mm ²)	-200,37
σ_{inf} (N/mm ²)	149,68
σ_{Ed} (N/mm ²)	200,37
K_{σ}	17,97
σ_{cr0E} (N/mm ²)	8,18
τ_{Ed} (N/mm ²)	15,36
$\sigma_{cr}(P)$ (N/mm ²)	749,4
$\sigma_{cr}(C)$ (N/mm ²)	701,54
ξ	0,068
σ_{cr} (N/mm ²)	707,85
K_{τ}	12,45
$K_{\tau sl}$	11,14
Coefficienti di utilizzo	0,328
Esito	VERIFICA SODDISFATTA

Verifica locale dei sub pannelli (Comb. Mmin)

	Sub pannello 1	Sub pannello 2
b (mm)	557,9	1880,5
σ_{sup} (N/mm ²)	-200,37	-120,28
σ_{inf} (N/mm ²)	-120,28	149,68
σ_{Ed} (N/mm ²)	200,37	120,28
τ_{Ed} (N/mm ²)	15,36	15,36
σ_{cr0E} (N/mm ²)	156,27	13,75
ψ	0,6	-1,244
K_{σ}	5	30,1
σ_{cr} (N/mm ²)	776,5	414,35
K_{τ}	5,52	7,43
τ_{cr}	863,28	102,23
Coefficienti di utilizzo	0,259	0,334
Esito	VERIFICA SODDISFATTA	VERIFICA SODDISFATTA

Verifica connessione trave soletta**Caratteristiche generali**

Numero di pioli per unita' di lunghezza, n (m ⁻¹)	15
Diametro dei pioli, d (mm)	22
Altezza dei pioli, h (mm)	200

Resistenza ultima dei pioli, α	1
Coefficiente di sicurezza parziale, γ_v	1,25
Resistenza ultima dei pioli, f_u (N/mm ²)	450
Coefficiente E_{cm} (N/mm ²)	34077
Resistenza caratteristica cilindrica, f_{ck} (N/mm ²)	35

Resistenza della connessione

Resistenza a taglio del piolo, $P_{Rd1} = 0.8 f_u \pi d^2 / 4 / \gamma_v$, (N)	109478,22
Resistenza per schiacciamento del calcestruzzo, $P_{Rd2} = 0.29 \alpha d^2 (f_{ck} E_{cm})^{0.5} / \gamma_v$, (N)	122630,64
Resistenza di progetto del piolo $P_{Rd} = \text{Min}(P_{Rd1}, P_{Rd2})$, (N)	109478,22

Verifica elastica allo SLU**Coefficiente di utilizzo (Comb. Mmax)**

Resistenza di progetto per unita' di lunghezza, $v_{Rd} = n P_{Rd} K_s$ (N/mm)	1642,2
Fattore di riduzione, K_s	1.00
Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo v_{Ed} (N/mm)	255,6
Coefficiente di utilizzo v_{Ed} / v_{Rd}	0,156
VERIFICA SODDISFATTA	

Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo (Comb. Mmax)

Fase	V_{Ed} (N)	$S_{y,4}$ (mm ³)	J_y (mm ⁴)	V_{Ed} (N/mm)
Fase 2a	1,97E+5	6,118E+7	2,421E+11	49,8
Fase 2b	-3E+3	7,897E+7	2,69E+11	-0,9
Fase 2c	0E+00	5,99E+7	2,402E+11	0
Fase 3a	2E+0	1,151E+8	3,235E+11	0
Fase 3b	5,81E+5	1,151E+8	3,235E+11	206,7
Totale				255,6

Coefficiente di utilizzo (Comb. Mmin)

Resistenza di progetto per unita' di lunghezza, $v_{Rd} = n P_{Rd} K_s$ (N/mm)	1642,2
Fattore di riduzione, K_s	1.00
Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo v_{Ed} (N/mm)	90,6
Coefficiente di utilizzo v_{Ed} / v_{Rd}	0,055
VERIFICA SODDISFATTA	

Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo (Comb. Mmin)

Fase	V_{Ed} (N)	$S_{y,4eff}$ (mm ³)	$J_{y,eff}$ (mm ⁴)	V_{Ed} (N/mm)
Fase 2a	1,97E+5	6,151E+7	2,416E+11	50,2
Fase 2b	-3E+3	7,926E+7	2,686E+11	-0,9
Fase 2c	0E+00	6,022E+7	2,396E+11	0
Fase 3a	-2E+3	1,151E+8	3,234E+11	-0,7
Fase 3b	1,18E+5	1,151E+8	3,234E+11	42
Totale				90,6

Verifica elastica allo SLE**Coefficiente di utilizzo (Comb. Mmax)**

Resistenza di progetto per unita' di lunghezza, $v_{Rd} = n P_{Rd} K_s$ (N/mm)	985,3
Fattore di riduzione, K_s	0,6
Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo v_{Ed} (N/mm)	184,5
Coefficiente di utilizzo v_{Ed} / v_{Rd}	0,187
VERIFICA SODDISFATTA	

Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo (Comb. Mmax)

Fase	V_{Ed} (N)	$S_{y,4}$ (mm ³)	J_y (mm ⁴)	V_{Ed} (N/mm)
Fase 2a	1,31E+5	6,118E+7	2,421E+11	33,1
Fase 2b	-3E+3	7,897E+7	2,69E+11	-0,9
Fase 2c	0E+00	5,99E+7	2,402E+11	0
Fase 3a	1E+0	1,151E+8	3,235E+11	0
Fase 3b	4,28E+5	1,151E+8	3,235E+11	152,2
Totale				184,5

Coefficiente di utilizzo (Comb. Mmin)

Resistenza di progetto per unita' di lunghezza, $v_{Rd} = n P_{Rd} \kappa_s$ (N/mm)	985,3
Fattore di riduzione, κ_s	0,6
Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo v_{Ed} (N/mm)	62,5
Coefficiente di utilizzo v_{Ed}/v_{Rd}	0,063
VERIFICA SODDISFATTA	

Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo (Comb. Mmin)

Fase	V_{Ed} (N)	$S_{y,4}$ (mm ³)	J_y (mm ⁴)	V_{Ed} (N/mm)
Fase 2a	1,31E+5	6,118E+7	2,421E+11	33,1
Fase 2b	-3E+3	7,897E+7	2,69E+11	-0,9
Fase 2c	0E+00	5,99E+7	2,402E+11	0
Fase 3a	-1E+3	1,151E+8	3,235E+11	-0,4
Fase 3b	8,6E+4	1,151E+8	3,235E+11	30,6
Totale				62,5

Sezione C2 3 1

Pre-classificazione

La preclassificazione e' riferita alla sezione composta in Fase 3

Caratteristiche plastiche dei singoli componenti

Componenti	N_{pl} (N)	z_N (mm)	z_{max} (mm)	z_{min} (mm)
Strato di calcestruzzo superiore	3,143E+6	2620,19	2640	2600,38
Strato di calcestruzzo intermedio alle armature	1,343E+7	2515	2599,62	2430,38
Strato di calcestruzzo inferiore	3,143E+6	2409,81	2429,62	2390
Strato di armatura superiore	1,205E+6	2600	2600,38	2599,62
Strato di armatura inferiore	1,205E+6	2430	2430,38	2429,62
Raccordo in cls	0E+00	2390	2390	2390
Flangia superiore della trave di acciaio	1,273E+7	2361,5	2390	2333
Anima della trave di acciaio	1,319E+7	1201	2333	69
Flangia inferiore della trave di acciaio	1,981E+7	34,5	69	0
<i>Compressione ultima per la sezione completa</i>		-6,785E+7		
<i>Trazione ultima per la sezione completa</i>		4,814E+7		
<i>Compressione ultima per la sezione senza anima</i>		-5,466E+7		
<i>Trazione ultima per la sezione senza anima</i>		3,495E+7		

Classificazione delle piattabande

	c/t	ϵ	Flessione semplice con fibre tese superiori (M+)	Flessione semplice con fibre tese inferiori (M-)
Flangia superiore	5,989	0,838	1	0
Flangia inferiore	6,397	0,838	1	1

Classificazione dell'anima

	c/t	ϵ	α	ψ	classe
Flessione semplice con fibre tese superiori (M+)	152,399	0,814	0,323	-1,243	4
Flessione semplice con fibre tese inferiori (M-)	152,399	0,814	0	-0,284	1
Compressione semplice (N)	152,399	0,814	1	1	4

Verifiche S.L.U. sezione composta (Comb. Mmax)

Sollecitazioni (Comb. Mmax)

Fase	N (N)	V (N)	M (Nm)	T (Nm)
1	-9,9E+4	5,59E+5	-1,92E+7	-4,47E+5
2a	-9E+3	2,01E+5	-6,88E+6	-3,17E+5
2b	-1E+3	-1E+3	1,18E+5	-1E+3
Rit.Iso	0E+00	0	0E+00	0
2c	0E+00	0E+00	0E+00	0E+00
3a	0E+00	1E+0	6,1E+1	1E+0
Term.Iso	3,07E+6	0	2,1E+6	0
3b	8,6E+5	6,17E+5	-5,28E+6	8E+3
Totale	3,82E+6	1,38E+6	-2,91E+7	-7,57E+5

Pressoflessione - Analisi plastica

Classificazione della sezione (Comb. Mmax)

	c/t	z _{pl} (mm)	α	ψ	Classe
Anima	152,4	2345,68	-0,01	-1,01	1
Piattabanda superiore	5,99				1
Piattabanda inferiore	6,4				1
classe della sezione					1

Analisi plastica: APPLICABILE

Verifica plastica a Presso-Tenso flessione (Comb. Mmax)

Azione assiale		Flessione semplice		Interazione N/M	
N _{Ed} (N)	3,818E+6	M _{Ed} (Nm)	-2,913E+7	N _{Ed} (N)	3,818E+6
N _{Rd} (N)	4,814E+7	M _{Rd} (Nm)	-6,486E+7	M _{Ed} (Nm)	-2,913E+7
				M _{Rd} (Nm)	-6,291E+7
N _{Ed} /N _{Rd}	0,079	M _{Ed} /M _{Rd}	0,449	M _{Ed} /M _{Rd}	0,463

VERIFICA SODDISFATTA

Pressoflessione - Calcolo tensioni lorde

Tensioni normali sulla sezione lorda (Comb. Mmax)

	F. 1	F. 2a Non Fess.	F. 2a Fess.	F. 2b Non Fess.	F. 2b Fess.	F. 2c Non Fess.	F. 2c Fess.	F. 2 tot	F. 3a Non Fess.	F. 3a Fess.	F. 3b Non Fess.	F. 3b Fess.	F. 3 tot	η ₁
σ ₈	0	-1,7	0	0	0	0	0	-1,7	-0,6	0	-1,7	0	-4	0,202
σ ₇	-0,7	-32,8	-64,2	0,4	1,1	0	0	-32,3	14,9	0	-9,7	-43,3	-27,2	0,069
σ ₆	-0,7	-27,9	-57	0,4	1	0	0	-27,5	13,8	0	-7	-37,8	-20,7	0,053
σ ₅	0	-1,4	0	0	0	0	0	-1,3	-0,9	0	-1	0	-3,2	0,164
σ ₄	-176,3	-26,8	-55,3	0,4	0,9	0	0	-202,8	13,5	0	-6,3	-36,5	-195,6	0,613
σ ₃	-169	-25,2	-52,9	0,3	0,9	0	0	-193,9	13,2	0	-5,4	-34,7	-186,1	0,583
σ ₂	-0,7	0	-0,1	0	0	0	0	-0,8	9,9	0	2,8	5,8	11,9	0,035
σ ₁	120,3	39,2	42,5	-0,7	-0,7	0	0	158,8	-1,5	0	31,5	38,4	188,8	0,592
σ ₀	129,1	41,2	45,4	-0,7	-0,8	0	0	169,6	-2	0	32,6	40,7	200,2	0,628

Massimo coefficiente di utilizzo: 0,628 VERIFICA NON SIGNIFICATIVA

NOTE

- 1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 2 = -1,7 N/mm²
- 2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 2 = -1,35 N/mm²
 La sezione a fine fase 2 e' stata considerata: Non fessurata (t.,b.)
- 3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 = -4 N/mm²
- 4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 = -3,24 N/mm²
 La sezione a fine fase 3 e' stata considerata: Non fessurata (t.,b.)

Resistenza a taglio

Valutazione della necessita' di calcolo della resistenza a Shear buckling

$$h_w/t_w=152,399 > 31/\eta * \epsilon_w * (K_\tau)^{0,5}=74,167 \quad \text{Verifica a Shear Buckling: NECESSARIA}$$

Resistenza a taglio Shear buckling: **V_{b,Rd}=5,24E+6 N**

Essendo:

$$a/h_w=1,066, \quad \eta=1,2, \quad I_{sl}=1,575E+7(\text{mm}^4), \quad K_{\tau sl}=11,139, \quad K_\tau=12,451$$

$$\text{contributo anima: } V_{bw,Rd}=4,253E+6 \text{ N,} \quad \text{contributo flange: } V_{bf,Rd}=9,878E+5 \text{ N}$$

$$\chi_w=0,585, \quad \lambda_w=1,419, \quad \tau_{cr}=101,9, \quad C=826,8$$

$$M_{Ed}=-2,913E+7 \text{ Nm,} \quad M_{f,Rd}=-4,762E+7 \text{ Nm,} \quad M_{Ed}/M_{f,Rd}=0,612$$

Resistenza plastica: **V_{pl,Rd}=9,139E+6 N**

Resistenza a taglio: **V_{Rd}=min(V_{pl,Rd}, V_{b,Rd})=5,24E+6 N**

Coefficienti di utilizzo

$$\eta_3 = V_{Ed}/V_{Rd} = 0,283, \quad (= \text{VERIFICA SODDISFATTA})$$

$$\eta_3 = V_{Ed}/V_{bw,Rd} = 0,348, \quad \eta_1 = M_{Ed}/M_{Rd} = 0,463$$

Interazione pressoflessione taglio (N-M-V)

Valutazione della presenza di interazione

$$\eta_3 < 0.5, \quad M_{Ed}/M_{f,Rd} < 1$$

NON C'E' INTERAZIONE

Verifiche S.L.U. sezione composta (Comb. Mmin)

Sollecitazioni (Comb. Mmin)

Fase	N (N)	V (N)	M (Nm)	T (Nm)
1	-9,9E+4	5,59E+5	-1,92E+7	-4,47E+5
2a	-9E+3	2,01E+5	-6,88E+6	-3,17E+5
2b	-1E+3	-1E+3	1,18E+5	-1E+3
Rit.Iso	-5,3E+6	0	-4,98E+6	0
2c	0E+00	0E+00	0E+00	0E+00
3a	0E+00	-1E+3	-6,1E+4	-1E+3
Term.Iso	-3,07E+6	0	-2,1E+6	0
3b	-8,79E+5	1,44E+5	-1,4E+7	-9,89E+5
Totale	-9,36E+6	9,02E+5	-4,71E+7	-1,76E+6

Pressoflessione - Analisi plastica

Classificazione della sezione (Comb. Mmin)

	c/t	z _{pl} (mm)	α	ψ	Classe
Anima	152,4	1688,56	0,28	-0,89	4
Piattabanda superiore	5,99				1
Piattabanda inferiore	6,4				1
classe della sezione					4

Analisi plastica: NON APPLICABILE

Verifica plastica a Presso-Tenso flessione (Comb. Mmin)

Azione assiale		Flessione semplice		Interazione N/M	
N _{Ed} (N)	-9,357E+6	M _{Ed} (Nm)	-4,713E+7	N _{Ed} (N)	-9,357E+6
N _{Rd} (N)	-6,785E+7	M _{Rd} (Nm)	-6,486E+7	M _{Ed} (Nm)	-4,713E+7
				M _{Rd} (Nm)	-6,713E+7
N _{Ed} /N _{Rd}	0,138	M _{Ed} /M _{Rd}	0,727	M _{Ed} /M _{Rd}	0,702

VERIFICA NON SIGNIFICATIVA

Pressoflessione - Calcolo tensioni lorde

Tensioni normali sulla sezione lorda (Comb. Mmin)

	F. 1	F. 2a Non Fess.	F. 2a Fess.	F. 2b Non Fess.	F. 2b Fess.	F. 2c Non Fess.	F. 2c Fess.	F. 2 tot	F. 3a Non Fess.	F. 3a Fess.	F. 3b Non Fess.	F. 3b Fess.	F. 3 tot	η ₁
σ ₈	0	-1,7	0	2	0	0	0	0	0,6	0	-6,2	0	-5,3	0,269
σ ₇	-0,7	-32,8	-64,2	-42,1	1,1	0	0	-63,1	-15	-0,6	-36,2	-136,8	-126,1	0,322
σ ₆	-0,7	-27,9	-57	-39	1	0	0	-56	-13,9	-0,5	-28,8	-122,1	-109,6	0,28
σ ₅	0	-1,4	0	2,3	0	0	0	0	0,9	0	-4,4	0	-2,6	0,131
σ ₄	-176,3	-26,8	-55,3	-38,3	0,9	0	0	-230,7	-13,6	-0,5	-27,1	-118,7	-282,1	0,884
σ ₃	-169	-25,2	-52,9	-37,2	0,9	0	0	-221,1	-13,3	-0,5	-24,6	-113,8	-269,3	0,844
σ ₂	-0,7	0	-0,1	-23,6	0	0	0	-0,8	-9,9	0	-2,8	-6	-37,1	0,11
σ ₁	120,3	39,2	42,5	3,7	-0,7	0	0	162	1,8	0,4	73,7	80,8	238,7	0,748
σ ₀	129,1	41,2	45,4	4,9	-0,8	0	0	173,7	2,3	0,4	76,7	86,7	254,2	0,797

Massimo coefficiente di utilizzo: 0,884 VERIFICA NON SIGNIFICATIVA

NOTE

- 1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 2 = 0,23 N/mm²
- 2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 2 = 0,95 N/mm²
 La sezione a fine fase 2 e' stata considerata: Fessurata (t.,b.)
- 3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 = -5,34 N/mm²
- 4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 = -2,59 N/mm²
 La sezione a fine fase 3 e' stata considerata: Non fessurata (t.,b.)

Pressoflessione - Calcolo tensioni efficaci

Area efficace per shear lag e/o buckling delle flange(Comb. Mmin)

Componente	b (mm)	t (mm)	λ_p	ρ	$A_{c,eff}$ (mm ²)	β^k	$A_{c,eff} * \beta^k$ (mm ²)
Piattabanda superiore SX	350	57	---	---	---	1	19950
Piattabanda superiore DX	350	57	---	---	---	1	19950
Piattabanda inferiore SX	450	69	---	---	---	1	31050
Piattabanda inferiore DX	450	69	---	---	---	1	31050

Instabilita' locale dei pannelli d'anima (Comb. Mmin)

	Anima	Sub pannello 1	Sub pannello 2
b (mm)	2438,38	557,9	1880,48
σ_{cr0E} (N/mm ²)	8,18	156,27	13,75
σ_{sup} (N/mm ²)	-269,31	-269,31	-153,08
σ_{inf} (N/mm ²)	238,67	-153,08	238,67
ψ	-0,89	0,57	-1,56
K_σ	21,07	5,07	39,16
λ_p	1,44	0,67	0,81
b_c (mm)	1292,71	557,9	734,81
$b_{c, sup}$ (mm)	517,08	251,78	293,92
$b_{c, sup}$ (mm)	775,62	306,11	440,88
ρ_{loc}	0,64	1	1
b_{ceff} (mm)	827,73	557,9	734,81
$b_{ceff, sup}$ (mm)	331,09	251,78	293,92
$b_{ceff, sup}$ (mm)	496,64	306,11	440,88
ϕ_{oro} (mm)	464,97	0	0

Caratteristiche dell'anima compressa, irrigidenti esclusi (Comb. Mmin)

	A (mm ²)	z_G (mm)	J_y (mm ⁴)
A_c Edge sup	4,029E+3	2299,6	2,128E+7
A_c 1	9,601E+3	1873,6	2,881E+8
A_c 2	0E+00	0	0E+00
A_c Edge inf	7,054E+3	1353,2	1,143E+8
A_c tot	2,068E+4	1779,1	2,88E+9
A_c	1,185E+4		

Caratteristiche dell'anima compressa, depurata per instabilita' locale (Comb. Mmin)

	A (mm ²)	z_G (mm)	J_y (mm ⁴)
$A_{c,eff}$ Edge sup	4,029E+3	2299,6	2,128E+7
$A_{c,eff}$ 1	9,601E+3	1873,6	2,881E+8
$A_{c,eff}$ 2	0E+00	0	0E+00
$A_{c,eff}$ Edge inf	7,054E+3	1353,2	1,143E+8
$A_{c,eff}$ tot	2,068E+4	1779,1	2,88E+9
$A_{c,eff,loc}$	1,185E+4		

Tensioni critiche per l'anima (Comb. Mmin)

	Stiffener 1
A_{sl} (mm ²)	1,185E+4
e_{sl} (mm)	-15,8
I_{sl} (mm ⁴)	1,698E+7
$A_{sl,eff}$ (mm ²)	1,185E+4
$e_{sl,eff}$ (mm)	-15,8
$I_{sl,eff}$ (mm ⁴)	1,698E+7
$\sigma_{cr,sl,i}$ (p)	469,59
$\sigma_{cr,p,i}$ (p)	826,12
$\sigma_{cr,sl}$ (C)	439,33
$\sigma_{cr,c}$ (C)	772,89
α_e	0,65

Coefficienti di riduzione per instabilita' globale dell'anima (Comb. Mmin)

	Piastra	Colonna
$\sigma_{cr,p}$ (p)	826,12	$\sigma_{cr,c}$ (C)
β_{ac} (p)	1	β_{ac} (C)
		0,678

λ_p	0,656	λ_c	0,729
ρ_p	1	χ_c	

Anima depurata per instabilita' locale e globale dell'anima (Comb. Mmin)

	A(mm ²)	z _G (mm)	J _y (mm ⁴)
Edge sup	4,029E+3	2299,6	2,128E+7
1	7,002E+3	1873,6	2,101E+8
2	0E+00	0	0E+00
Edge inf	7,054E+3	1353,2	1,143E+8
Totale	1,808E+4	1765,5	2,776E+9

Depurazione complessiva da applicare alla sezione (Comb. Mmin)

	ΔA (mm ²)	z _G (mm)	ΔJ_y (mm ⁴)
Anima	-2,598E+3	1873,6	-7,796E+7
Piattabanda superiore	0E+00	0	0E+00
Piattabanda inferiore	0E+00	0	0E+00

Caratteristiche geometriche efficaci (Comb. Mmin)

	Fase 1	Fase 2a	Fase 2b	Fase 2c	Fase 3	Fessurata
A (mm ²)	1,384E+5	1,958E+5	3,068E+5	1,942E+5	3,068E+5	1,446E+5
z _G (mm)	999,552	1443,918	1831,393	1434,643	1831,393	1064,097
Δz_{Geff} (mm)	16,11	5,63	0,35	5,8	0,35	14,29
J _{y,eff} (mm ⁴)	1,481E+11	2,416E+11	3,234E+11	2,396E+11	3,234E+11	1,616E+11
W _{y,0eff} (mm ³)	-1,481E+8	-1,673E+8	-1,766E+8	-1,67E+8	-1,766E+8	-1,519E+8
W _{y,1eff} (mm ³)	-1,591E+8	-1,757E+8	-1,835E+8	-1,755E+8	-1,835E+8	-1,624E+8
W _{y,3eff} (mm ³)	1,11E+8	2,717E+8	6,448E+8	2,667E+8	6,448E+8	1,274E+8
W _{y,4eff} (mm ³)	1,065E+8	2,554E+8	5,79E+8	2,508E+8	5,79E+8	1,219E+8
W _{y,5eff} (mm ³)	1E+300	2,554E+8	5,79E+8	2,508E+8	5,79E+8	1,219E+8
W _{y,6eff} (mm ³)	1E+300	2,45E+8	5,403E+8	2,408E+8	5,403E+8	1,183E+8
W _{y,7eff} (mm ³)	1E+300	2,09E+8	4,208E+8	2,056E+8	4,208E+8	1,052E+8
W _{y,8eff} (mm ³)	1E+300	2,02E+8	4E+8	1,988E+8	4E+8	1,026E+8
S _{y,1eff} (mm ³)	5,993E+7	8,752E+7	1,116E+8	8,695E+7	1,116E+8	6,394E+7
S _{y,2eff} (mm ³)	6,739E+7	1,038E+8	1,383E+8	1,03E+8	1,383E+8	7,247E+7
S _{y,3eff} (mm ³)	5,434E+7	9,812E+7	1,363E+8	9,72E+7	1,363E+8	6,07E+7
S _{y,4eff} (mm ³)	1,515E-291	6,151E+7	1,151E+8	6,022E+7	1,151E+8	8,934E+6

Le caratteristiche efficaci sono state calcolate iterativamente in 0 iterazioni, con la seguente variazione percentuale del coefficiente ψ

$(\psi_1 - \psi_0) / \psi_0 * 100$	
$(\psi_2 - \psi_1) / \psi_1 * 100$	
$(\psi_3 - \psi_2) / \psi_2 * 100$	
$(\psi_4 - \psi_3) / \psi_3 * 100$	
$(\psi_5 - \psi_4) / \psi_4 * 100$	

Momento aggiuntivo per traslazione dell'asse neutro(Comb. Mmin)

	Fase 1	Fase 2a	Fase 2b	Fase 2c	Fase 3a	Fase 3b
$\Delta M_{Fessurata}$ (kNm)	-1,595E+3	-1,286E+2	-1,429E+1	0E+00	0E+00	-1,256E+4
$\Delta M_{Non fessurata}$ (kNm)	-1,595E+3	-5,064E+1	-1,845E+4	0E+00	-1,088E+3	-3,119E+2

Tensioni normali sulla sezione efficace (Comb. Mmin)

	F. 1	F. 2a Non Fess.	F. 2a Fess.	F. 2b Non Fess.	F. 2b Fess.	F. 2c Non Fess.	F. 2c Fess.	F. 2 tot	F. 3a Non Fess.	F. 3a Fess.	F. 3b Non Fess.	F. 3b Fess.	F. 3 tot	η_1
σ_8	0	-1,7	0	1,9	0	0	0	0	0,6	0	-6,2	0	-5,4	0,273
σ_7	-0,7	-33	-65,5	-42,5	1,1	0	0	-64,4	-15,1	-0,6	-36,2	-139,6	-126,9	0,324
σ_6	-0,7	-28,1	-58,2	-39,4	1	0	0	-57,2	-14	-0,5	-28,9	-124,9	-110,4	0,282
σ_5	0	-1,4	0	2,3	0	0	0	0	0,8	0	-4,4	0	-2,7	0,134
σ_4	-180,8	-27	-56,5	-38,7	1	0	0	-236,4	-13,7	-0,5	-27,1	-121,4	-287,4	0,901
σ_3	-173,5	-25,4	-54,1	-37,7	0,9	0	0	-226,6	-13,3	-0,5	-24,6	-116,4	-274,5	0,86
σ_2	-0,7	0	-0,1	-23,8	0	0	0	-0,8	-10	0	-2,9	-6,1	-37,5	0,111
σ_1	119,8	39,1	42,3	3,5	-0,7	0	0	161,4	1,8	0,4	73,7	80,5	237,9	0,746
σ_0	128,8	41,1	45,3	4,7	-0,8	0	0	173,2	2,2	0,4	76,7	86,5	253,5	0,795

Massimo coefficiente di utilizzo: 0,901 VERIFICA SODDISFATTA

NOTE

- 1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 2 = 0,18 N/mm²
- 2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 2 = 0,9 N/mm²
 La sezione a fine fase 2 e' stata considerata: Fessurata (t.,b.)
- 3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 = -5,41 N/mm²
- 4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 = -2,66 N/mm²
 La sezione a fine fase 3 e' stata considerata: Non fessurata (t.,b.)

Resistenza a taglio

Valutazione della necessita' di calcolo della resistenza a Shear buckling

$$h_w/t_w=152,399 > 31/\eta * \epsilon_w * (K_\tau)^{0.5}=74,167 \quad \text{Verifica a Shear Buckling: NECESSARIA}$$

Resistenza a taglio Shear buckling: **V_{b,Rd}=4,253E+6 N**

Essendo:

a/h_w=1,066, η=1,2, I_{sl}=1,575E+7(mm⁴), K_{τ sl}=11,139, K_τ=12,451
 contributo anima: V_{bw,Rd}=4,253E+6 N, contributo flange: V_{bf,Rd}=0E+00 N
 χ_w=0,585, λ_w=1,419, τ_{cr}=101,9, C=826,8
 M_{Ed}=M_{Ed,eq}=-1,664E+8 Nm, M_{f,Rd}=-5,458E+7 Nm, M_{Ed}/M_{f,Rd}=3,049

Resistenza plastica: **V_{pl,Rd}=9,139E+6 N**

Resistenza a taglio: **V_{Rd}=min(V_{pl,Rd},V_{b,Rd})=4,253E+6 N**

Coefficienti di utilizzo

$$\eta_3 = V_{Ed} / V_{Rd} = 0,228, \quad (= \Rightarrow \text{VERIFICA SODDISFATTA})$$

$$\eta_3 = V_{Ed} / V_{bw,Rd} = 0,228, \quad \eta_1 = \max(\eta_i) = 0,901$$

Interazione pressoflessione taglio (N-M-V)

Valutazione della presenza di interazione

$$\eta_3 < 0.5, \quad M_{Ed} / M_{f,Rd} > 1$$

NON C'E' INTERAZIONE

Verifica a stato limite delle tensioni (Comb. Mmax)

Sollecitazioni (Comb. Mmax)

Fase	N (N)	V (N)	M (Nm)	T (Nm)
1	-7,3E+4	4,14E+5	-1,42E+7	-3,31E+5
2a	-6E+3	1,34E+5	-4,59E+6	-2,11E+5
2b	0E+00	-1E+3	9,9E+4	-1E+3
Rit.Iso	0E+00	0	0E+00	0
2c	0E+00	0E+00	0E+00	0E+00
3a	0E+00	0E+00	4,1E+1	1E+0
Term.Iso	2,04E+6	0	1,4E+6	0
3b	5,73E+5	4,55E+5	-3,86E+6	4E+3
Totale	2,54E+6	1E+6	-2,12E+7	-5,39E+5

Tensioni normali sulla sezione lorda (Comb. Mmax)

	F. 1	F. 2a Non Fess.	F. 2a Fess.	F. 2b Non Fess.	F. 2b Fess.	F. 2c Non Fess.	F. 2c Fess.	F. 2 tot	F. 3a Non Fess.	F. 3a Fess.	F. 3b Non Fess.	F. 3b Fess.	F. 3 tot	σ _{td}	η ₁
σ ₈	0	-1,2	0	0	0	0	0	-1,1	-0,4	0	-1,3	0	-2,8	2,8	0,133
σ ₇	-0,5	-21,8	-42,8	0,4	0,9	0	0	-21,5	9,9	0	-7,3	-32	-18,8	18,8	0,052
σ ₆	-0,5	-18,6	-38	0,3	0,8	0	0	-18,3	9,2	0	-5,3	-28	-14,4	14,4	0,04
σ ₅	0	-0,9	0	0	0	0	0	-0,9	-0,6	0	-0,8	0	-2,3	2,3	0,107
σ ₄	-130,6	-17,9	-36,9	0,3	0,8	0	0	-148,2	9	0	-4,8	-27,1	-144	144	0,43
σ ₃	-125,2	-16,8	-35,3	0,3	0,8	0	0	-141,7	8,8	0	-4,1	-25,7	-137,1	142,6	0,426
σ ₂	-0,5	0	0	0	0	0	0	-0,5	6,6	0	1,9	3,9	7,9	45,1	0,127
σ ₁	89,1	26,1	28,3	-0,6	-0,6	0	0	114,7	-1	0	22,9	27,7	136,5	141,6	0,423
σ ₀	95,6	27,4	30,2	-0,6	-0,7	0	0	122,5	-1,3	0	23,7	29,3	144,9	144,9	0,432
τ ₄	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,2	0	0,3		

τ_3	8,6	3,1	2,9	0	0	0	0	11,7	0	0	11,1	9,7	22,8		
τ_2	11	3,3	3,5	0	0	0	0	14,3	0	0	11,3	11,9	25,6		
τ_1	9,8	2,8	3,1	0	0	0	0	12,6	0	0	9,1	10,5	21,7		
τ_0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		

Massimo coefficiente di utilizzo: 0,432 VERIFICA SODDISFATTA

NOTE

- 1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 2 = -1,13 N/mm²
- 2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 2 = -0,89 N/mm²
La sezione a fine fase 2 e' stata considerata: Non fessurata (t.,b.)
- 3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 = -2,8 N/mm²
- 4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 = -2,25 N/mm²
La sezione a fine fase 3 e' stata considerata: Non fessurata (t.,b.)

Verifica a stato limite delle tensioni (Comb. Mmin)

Sollecitazioni (Comb. Mmin)

Fase	N (N)	V (N)	M (Nm)	T (Nm)
1	-7,3E+4	4,14E+5	-1,42E+7	-3,31E+5
2a	-6E+3	1,34E+5	-4,59E+6	-2,11E+5
2b	0E+00	-1E+3	9,9E+4	-1E+3
Rit.Iso	-4,42E+6	0	-4,15E+6	0
2c	0E+00	0E+00	0E+00	0E+00
3a	0E+00	0E+00	-4,1E+4	-1E+3
Term.Iso	-2,04E+6	0	-1,4E+6	0
3b	-5,86E+5	1,05E+5	-1,03E+7	-7,23E+5
Totale	-7,13E+6	6,52E+5	-3,46E+7	-1,27E+6

Tensioni normali sulla sezione lorda (Comb. Mmin)

	F. 1	F. 2a Non Fess.	F. 2a Fess.	F. 2b Non Fess.	F. 2b Fess.	F. 2c Non Fess.	F. 2c Fess.	F. 2 tot	F. 3a Non Fess.	F. 3a Fess.	F. 3b Non Fess.	F. 3b Fess.	F. 3 tot	σ_{td}	η_1
σ_8	0	-1,2	0	1,6	0	0	0	0	0,4	0	-4,5	0	-3,6	3,6	0,172
σ_7	-0,5	-21,8	-42,8	-35,1	0,9	0	0	-41,9	-10	-0,4	-26,4	-100	-93,3	93,3	0,259
σ_6	-0,5	-18,6	-38	-32,5	0,8	0	0	-37,2	-9,3	-0,3	-21	-89,3	-81,3	81,3	0,226
σ_5	0	-0,9	0	1,9	0	0	0	0	0,6	0	-3,2	0	-1,6	1,6	0,077
σ_4	-130,6	-17,9	-36,9	-31,9	0,8	0	0	-166,7	-9,1	-0,3	-19,7	-86,8	-209,1	209,1	0,624
σ_3	-125,2	-16,8	-35,3	-31	0,8	0	0	-159,7	-8,8	-0,3	-17,9	-83,2	-199,7	201,3	0,601
σ_2	-0,5	0	0	-19,6	0	0	0	-0,6	-6,6	0	-1,9	-4	-28,7	41	0,115
σ_1	89,1	26,1	28,3	3,1	-0,6	0	0	116,8	1,2	0,3	54,3	59,7	173,8	175,7	0,524
σ_0	95,6	27,4	30,2	4,1	-0,7	0	0	125,2	1,5	0,3	56,5	64,1	185,2	185,2	0,553
τ_4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0,1		
τ_3	8,6	3,1	2,9	0	0	0	0	11,4	0	0	2,6	2,2	14,3		
τ_2	11	3,3	3,5	0	0	0	0	14,5	0	0	2,6	2,7	16,9		
τ_1	9,8	2,8	3,1	0	0	0	0	12,8	0	0	2,1	2,4	14,7		
τ_0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		

Massimo coefficiente di utilizzo: 0,624 VERIFICA SODDISFATTA

NOTE

- 1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 2 = 0,48 N/mm²
- 2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 2 = 1,02 N/mm²
La sezione a fine fase 2 e' stata considerata: Fessurata (t.,b.)
- 3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 = -3,62 N/mm²
- 4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 = -1,61 N/mm²
La sezione a fine fase 3 e' stata considerata: Non fessurata (t.,b.)

SLE: Verifica a web breathing (Comb. Mmax)

Sollecitazioni (Comb. Mmax)

Fase	N (N)	V (N)	M (Nm)	T (Nm)
1	-7,3E+4	4,14E+5	-1,42E+7	-3,31E+5
2a	-6E+3	1,34E+5	-4,59E+6	-2,11E+5
2b	0E+00	-1E+3	9,9E+4	-1E+3
Rit.Iso	0E+00	0	0E+00	0

2c	0E+00	0E+00	0E+00	0E+00
3a	0E+00	0E+00	3,4E+1	0E+00
Term.Iso	1,7E+6	0	1,16E+6	0
3b	0E+00	2,71E+5	-1,38E+6	0E+00
Totale	1,62E+6	8,18E+5	-1,89E+7	-5,43E+5

Tensioni normali sulla sezione efficace (Comb. Mmax)

	F. 1	F. 2a Non Fess.	F. 2a Fess.	F. 2b Non Fess.	F. 2b Fess.	F. 2c Non Fess.	F. 2c Fess.	F. 2 tot	F. 3a Non Fess.	F. 3a Fess.	F. 3b Non Fess.	F. 3b Fess.	F. 3 tot
σ_8	0	-1,2	0	0	0	0	0	-1,1	-0,3	0	-0,6	0	-2
σ_7	-0,5	-22	-43,6	0,4	0,9	0	0	-21,6	8,3	0	-3,3	-13,2	-16,6
σ_6	-0,5	-18,8	-38,8	0,3	0,8	0	0	-18,4	7,7	0	-2,6	-11,7	-13,3
σ_5	0	-0,9	0	0	0	0	0	-0,9	-0,5	0	-0,4	0	-1,8
σ_4	-134	-18	-37,7	0,3	0,8	0	0	-151,7	7,6	0	-2,4	-11,4	-146,5
σ_3	-128,5	-16,9	-36,1	0,3	0,8	0	0	-145,1	7,4	0	-2,1	-10,9	-139,9
σ_2	-0,5	0	0	0	0	0	0	-0,6	5,6	0	0	0	5
σ_1	88,8	26,1	28,2	-0,6	-0,6	0	0	114,3	-0,8	0	7,5	8,5	121,1
σ_0	95,4	27,4	30,2	-0,6	-0,7	0	0	122,2	-1	0	7,8	9,1	129

NOTE

- 1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 2 = -1,14 N/mm²
- 2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 2 = -0,9 N/mm²
La sezione a fine fase 2 e' stata considerata: Non fessurata (t.,b.)
- 3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 = -2,03 N/mm²
- 4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 = -1,76 N/mm²
La sezione a fine fase 3 e' stata considerata: Non fessurata (t.,b.)

Verifica dell'intera anima (Comb. Mmax)

	Anima
b (mm)	2438,4
σ_{sup} (N/mm ²)	-136,55
σ_{inf} (N/mm ²)	121,38
σ_{Ed} (N/mm ²)	136,55
K_σ	21,13
σ_{cr0E} (N/mm ²)	8,18
τ_{Ed} (N/mm ²)	19,12
$\sigma_{cr}(P)$ (N/mm ²)	827,65
$\sigma_{cr}(C)$ (N/mm ²)	774,31
ξ	0,069
σ_{cr} (N/mm ²)	781,41
K_τ	12,45
$K_{\tau sl}$	11,14
Coefficienti di utilizzo	0,27
Esito	VERIFICA SODDISFATTA

Verifica locale dei sub pannelli (Comb. Mmax)

	Sub pannello 1	Sub pannello 2
b (mm)	557,9	1880,5
σ_{sup} (N/mm ²)	-136,55	-77,54
σ_{inf} (N/mm ²)	-77,54	121,38
σ_{Ed} (N/mm ²)	136,55	77,54
τ_{Ed} (N/mm ²)	19,12	19,12
σ_{cr0E} (N/mm ²)	156,27	13,75
ψ	0,568	-1,566
K_σ	5,1	39,4
σ_{cr} (N/mm ²)	792,08	541,39
K_τ	5,52	7,43
τ_{cr}	863,28	102,23
Coefficienti di utilizzo	0,174	0,251
Esito	VERIFICA	VERIFICA

	SODDISFATTA	SODDISFATTA
--	-------------	-------------

SLE: Verifica a web breathing (Comb. Mmin)

Sollecitazioni (Comb. Mmin)

Fase	N (N)	V (N)	M (Nm)	T (Nm)
1	-7,3E+4	4,14E+5	-1,42E+7	-3,31E+5
2a	-6E+3	1,34E+5	-4,59E+6	-2,11E+5
2b	0E+00	-1E+3	9,9E+4	-1E+3
Rit.Iso	-4,42E+6	0	-4,15E+6	0
2c	0E+00	0E+00	0E+00	0E+00
3a	0E+00	0E+00	-3,4E+4	0E+00
Term.Iso	-1,7E+6	0	-1,16E+6	0
3b	-2E+3	3,7E+4	-5,33E+6	-3,7E+5
Totale	-6,2E+6	5,84E+5	-2,94E+7	-9,13E+5

Tensioni normali sulla sezione efficace (Comb. Mmin)

	F. 1	F. 2a Non Fess.	F. 2a Fess.	F. 2b Non Fess.	F. 2b Fess.	F. 2c Non Fess.	F. 2c Fess.	F. 2 tot	F. 3a Non Fess.	F. 3a Fess.	F. 3b Non Fess.	F. 3b Fess.	F. 3 tot
σ_8	0	-1,2	0	1,6	0	0	0	0	0,3	0	-2,2	0	-1,4
σ_7	-0,5	-22	-43,7	-35,4	0,9	0	0	-42,8	-8,4	-0,3	-12,7	-50,8	-78,5
σ_6	-0,5	-18,8	-38,9	-32,9	0,8	0	0	-38,1	-7,8	-0,3	-9,9	-45,2	-69,3
σ_5	0	-0,9	0	1,9	0	0	0	0	0,5	0	-1,5	0	0
σ_4	-134,3	-18	-37,8	-32,3	0,8	0	0	-171,2	-7,6	-0,3	-9,2	-43,8	-201,4
σ_3	-128,8	-16,9	-36,1	-31,4	0,8	0	0	-164,1	-7,4	-0,3	-8,3	-42	-192,8
σ_2	-0,5	0	0	-19,9	0	0	0	-0,6	-5,6	0	0	0	-26
σ_1	88,7	26,1	28,2	2,9	-0,6	0	0	116,3	1	0,2	29,1	32,8	147,7
σ_0	95,4	27,4	30,2	3,9	-0,7	0	0	124,9	1,2	0,2	30,2	35,1	158,1

NOTE

- 1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 2 = 0,44 N/mm²
- 2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 2 = 0,98 N/mm²
 La sezione a fine fase 2 e' stata considerata: Fessurata (t.,b.)
- 3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 = -1,41 N/mm²
- 4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 = -0,05 N/mm²
 La sezione a fine fase 3 e' stata considerata: Non fessurata (t.,b.)

Verifica dell'intera anima (Comb. Mmin)

	Anima
b (mm)	2438,4
σ_{sup} (N/mm ²)	-188,66
σ_{inf} (N/mm ²)	148,37
σ_{Ed} (N/mm ²)	188,66
K_{σ}	18,81
σ_{cr0E} (N/mm ²)	8,18
τ_{Ed} (N/mm ²)	13,71
$\sigma_{cr}(P)$ (N/mm ²)	770,55
$\sigma_{cr}(C)$ (N/mm ²)	721,21
ξ	0,068
σ_{cr} (N/mm ²)	727,73
K_{τ}	12,45
$K_{\tau sl}$	11,14
Coefficienti di utilizzo	0,299
Esito	VERIFICA SODDISFATTA

Verifica locale dei sub pannelli (Comb. Mmin)

	Sub pannello 1	Sub pannello 2
b (mm)	557,9	1880,5
σ_{sup} (N/mm ²)	-188,66	-111,55
σ_{inf} (N/mm ²)	-111,55	148,37
σ_{Ed} (N/mm ²)	188,66	111,55

τ_{Ed} (N/mm ²)	13,71	13,71
σ_{cr0E} (N/mm ²)	156,27	13,75
ψ	0,591	-1,33
K_{σ}	5	32,5
σ_{cr} (N/mm ²)	780,77	446,6
K_{τ}	5,52	7,43
τ_{cr}	863,28	102,23
Coefficienti di utilizzo	0,242	0,29
Esito	VERIFICA SODDISFATTA	VERIFICA SODDISFATTA

Verifica connessione trave soletta

Caratteristiche generali

Numero di pioli per unita' di lunghezza, n (m ⁻¹)	15
Diametro dei pioli, d (mm)	22
Altezza dei pioli, h (mm)	200
Resistenza ultima dei pioli, α	1
Coefficiente di sicurezza parziale, γ_v	1,25
Resistenza ultima dei pioli, f_u (N/mm ²)	450
Coefficiente E_{cm} (N/mm ²)	34077
Resistenza caratteristica cilindrica, f_{ck} (N/mm ²)	35

Resistenza della connessione

Resistenza a taglio del piolo, $P_{Rd1} = 0.8 f_u \pi d^2 / 4 / \gamma_v$, (N)	109478,22
Resistenza per schiacciamento del calcestruzzo, $P_{Rd2} = 0.29 \alpha d^2 (f_{ck} E_{cm})^{0.5} / \gamma_v$, (N)	122630,64
Resistenza di progetto del piolo $P_{Rd} = \text{Min}(P_{Rd1}, P_{Rd2})$, (N)	109478,22

Verifica elastica allo SLU

Coefficiente di utilizzo (Comb. Mmax)

Resistenza di progetto per unita' di lunghezza, $V_{Rd} = n P_{Rd} K_s$ (N/mm)	1642,2
Fattore di riduzione, K_s	1.00
Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo V_{Ed} (N/mm)	270
Coefficiente di utilizzo V_{Ed} / V_{Rd}	0,164
VERIFICA SODDISFATTA	

Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo (Comb. Mmax)

Fase	V_{Ed} (N)	$S_{y,4}$ (mm ³)	J_y (mm ⁴)	V_{Ed} (N/mm)
Fase 2a	2,01E+5	6,118E+7	2,421E+11	50,8
Fase 2b	-1E+3	7,897E+7	2,69E+11	-0,3
Fase 2c	0E+00	5,99E+7	2,402E+11	0
Fase 3a	1E+0	1,151E+8	3,235E+11	0
Fase 3b	6,17E+5	1,151E+8	3,235E+11	219,5
Totale				270

Coefficiente di utilizzo (Comb. Mmin)

Resistenza di progetto per unita' di lunghezza, $V_{Rd} = n P_{Rd} K_s$ (N/mm)	1642,2
Fattore di riduzione, K_s	1.00
Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo V_{Ed} (N/mm)	101,8
Coefficiente di utilizzo V_{Ed} / V_{Rd}	0,062
VERIFICA SODDISFATTA	

Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo (Comb. Mmin)

Fase	V_{Ed} (N)	$S_{y,4eff}$ (mm ³)	$J_{y,eff}$ (mm ⁴)	V_{Ed} (N/mm)
Fase 2a	2,01E+5	6,151E+7	2,416E+11	51,2
Fase 2b	-1E+3	7,927E+7	2,686E+11	-0,3
Fase 2c	0E+00	6,022E+7	2,396E+11	0
Fase 3a	-1E+3	1,151E+8	3,234E+11	-0,4
Fase 3b	1,44E+5	1,151E+8	3,234E+11	51,3
Totale				101,8

Verifica elastica allo SLE

Coefficiente di utilizzo (Comb. Mmax)

Resistenza di progetto per unita' di lunghezza, $v_{Rd} = n P_{Rd} K_s$ (N/mm)	985,3
Fattore di riduzione, K_s	0,6
Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo v_{Ed} (N/mm)	195,4
Coefficiente di utilizzo v_{Ed}/v_{Rd}	0,198
VERIFICA SODDISFATTA	

Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo (Comb. Mmax)

Fase	V_{Ed} (N)	$S_{y,4}$ (mm ³)	J_y (mm ⁴)	V_{Ed} (N/mm)
Fase 2a	1,34E+5	6,118E+7	2,421E+11	33,9
Fase 2b	-1E+3	7,897E+7	2,69E+11	-0,3
Fase 2c	0E+00	5,99E+7	2,402E+11	0
Fase 3a	0E+00	1,151E+8	3,235E+11	0
Fase 3b	4,55E+5	1,151E+8	3,235E+11	161,8
Totale				195,4

Coefficiente di utilizzo (Comb. Mmin)

Resistenza di progetto per unita' di lunghezza, $v_{Rd} = n P_{Rd} K_s$ (N/mm)	985,3
Fattore di riduzione, K_s	0,6
Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo v_{Ed} (N/mm)	70,9
Coefficiente di utilizzo v_{Ed}/v_{Rd}	0,072
VERIFICA SODDISFATTA	

Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo (Comb. Mmin)

Fase	V_{Ed} (N)	$S_{y,4}$ (mm ³)	J_y (mm ⁴)	V_{Ed} (N/mm)
Fase 2a	1,34E+5	6,118E+7	2,421E+11	33,9
Fase 2b	-1E+3	7,897E+7	2,69E+11	-0,3
Fase 2c	0E+00	5,99E+7	2,402E+11	0
Fase 3a	0E+00	1,151E+8	3,235E+11	0
Fase 3b	1,05E+5	1,151E+8	3,235E+11	37,3
Totale				70,9

Sezione C2 3 2

Pre-classificazione

La preclassificazione e' riferita alla sezione composta in Fase 3

Caratteristiche plastiche dei singoli componenti

Componenti	N_{pl} (N)	z_N (mm)	z_{max} (mm)	z_{min} (mm)
Strato di calcestruzzo superiore	3,143E+6	2620,19	2640	2600,38
Strato di calcestruzzo intermedio alle armature	1,343E+7	2515	2599,62	2430,38
Strato di calcestruzzo inferiore	3,143E+6	2409,81	2429,62	2390
Strato di armatura superiore	1,205E+6	2600	2600,38	2599,62
Strato di armatura inferiore	1,205E+6	2430	2430,38	2429,62
Raccordo in cls	0E+00	2390	2390	2390
Flangia superiore della trave di acciaio	1,273E+7	2361,5	2390	2333
Anima della trave di acciaio	1,319E+7	1201	2333	69
Flangia inferiore della trave di acciaio	1,981E+7	34,5	69	0
<i>Compressione ultima per la sezione completa</i>		-6,785E+7		
<i>Trazione ultima per la sezione completa</i>		4,814E+7		
<i>Compressione ultima per la sezione senza anima</i>		-5,466E+7		
<i>Trazione ultima per la sezione senza anima</i>		3,495E+7		

Classificazione delle piattabande

	c/t	ϵ	Flessione semplice con fibre tese superiori (M+)	Flessione semplice con fibre tese inferiori (M-)
Flangia superiore	5,989	0,838	1	0
Flangia inferiore	6,397	0,838	1	1

Classificazione dell'anima

	c/t	ϵ	α	ψ	classe

Flessione semplice con fibre tese superiori (M+)	152,399	0,814	0,323	-1,243	4
Flessione semplice con fibre tese inferiori (M-)	152,399	0,814	0	-0,284	1
Compressione semplice (N)	152,399	0,814	1	1	4

Verifiche S.L.U. sezione composta (Comb. Mmax)

Sollecitazioni (Comb. Mmax)

Fase	N (N)	V (N)	M (Nm)	T (Nm)
1	-9,9E+4	2,57E+5	-2,14E+7	-4,47E+5
2a	-9E+3	6,5E+4	-7,6E+6	-3,17E+5
2b	-1E+3	-1E+3	1,24E+5	-1E+3
Rit.Iso	0E+00	0	0E+00	0
2c	0E+00	0E+00	0E+00	0E+00
3a	0E+00	1E+0	6,4E+1	1E+0
Term.Iso	3,07E+6	0	2,1E+6	0
3b	8,6E+5	4,15E+5	-5,97E+6	8E+3
Totale	3,82E+6	7,36E+5	-3,27E+7	-7,57E+5

Pressoflessione - Analisi plastica

Classificazione della sezione (Comb. Mmax)

	c/t	z _{pl} (mm)	α	ψ	Classe
Anima	152,4	2345,68	-0,01	-1,01	1
Piattabanda superiore	5,99				1
Piattabanda inferiore	6,4				1
classe della sezione					1

Analisi plastica: APPLICABILE

Verifica plastica a Presso-Tenso flessione (Comb. Mmax)

Azione assiale		Flessione semplice		Interazione N/M	
N _{Ed} (N)	3,818E+6	M _{Ed} (Nm)	-3,272E+7	N _{Ed} (N)	3,818E+6
N _{Rd} (N)	4,814E+7	M _{Rd} (Nm)	-6,486E+7	M _{Ed} (Nm)	-3,272E+7
				M _{Rd} (Nm)	-6,291E+7
N _{Ed} /N _{Rd}	0,079	M _{Ed} /M _{Rd}	0,504	M _{Ed} /M _{Rd}	0,52

VERIFICA SODDISFATTA

Pressoflessione - Calcolo tensioni lorde

Tensioni normali sulla sezione lorda (Comb. Mmax)

	F. 1	F. 2a Non Fess.	F. 2a Fess.	F. 2b Non Fess.	F. 2b Fess.	F. 2c Non Fess.	F. 2c Fess.	F. 2 tot	F. 3a Non Fess.	F. 3a Fess.	F. 3b Non Fess.	F. 3b Fess.	F. 3 tot	η ₁
σ ₈	0	-1,9	0	0	0	0	0	-1,9	-0,6	0	-2	0	-4,5	0,225
σ ₇	-0,7	-36,1	-70,8	0,5	1,1	0	0	-35,7	14,9	0	-11,4	-49,7	-32,2	0,082
σ ₆	-0,7	-30,8	-62,9	0,4	1	0	0	-30,4	13,8	0	-8,3	-43,5	-24,9	0,064
σ ₅	0	-1,5	0	0	0	0	0	-1,5	-0,9	0	-1,2	0	-3,6	0,18
σ ₄	-196,4	-29,6	-61,1	0,4	1	0	0	-225,6	13,5	0	-7,5	-42,1	-219,5	0,688
σ ₃	-188,3	-27,8	-58,4	0,3	0,9	0	0	-215,7	13,2	0	-6,5	-40	-209	0,655
σ ₂	-0,7	0	-0,1	0	0	0	0	-0,8	9,9	0	2,8	5,8	11,9	0,035
σ ₁	134,1	43,3	46,9	-0,7	-0,8	0	0	176,7	-1,5	0	35,3	42,7	210,4	0,66
σ ₀	143,9	45,4	50,1	-0,7	-0,8	0	0	188,6	-2	0	36,6	45,2	223,2	0,7

Massimo coefficiente di utilizzo: 0,7 VERIFICA NON SIGNIFICATIVA

NOTE

- 1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 2 = -1,88 N/mm²
- 2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 2 = -1,49 N/mm²
La sezione a fine fase 2 e' stata considerata: Non fessurata (t.,b.)
- 3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 = -4,46 N/mm²
- 4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 = -3,58 N/mm²
La sezione a fine fase 3 e' stata considerata: Non fessurata (t.,b.)

Resistenza a taglio

Valutazione della necessita' di calcolo della resistenza a Shear buckling

$h_w/t_w=152,399 > 31/\eta * \epsilon_w *(K_\tau)^{0.5}=74,167$ Verifica a Shear Buckling: **NECESSARIA**

Resistenza a taglio Shear buckling: **$V_{b,Rd}=5,086E+6$ N**

Essendo:

$a/h_w=1,066$, $\eta=1,2$, $I_{sl}=1,575E+7$ (mm⁴), $K_{\tau sl}=11,139$, $K_\tau=12,451$
 contributo anima: $V_{bw,Rd}=4,253E+6$ N, contributo flange: $V_{bf,Rd}=8,333E+5$ N
 $\chi_w=0,585$, $\lambda_w=1,419$, $\tau_{cr}=101,9$, $C=826,8$
 $M_{Ed}=-3,272E+7$ Nm, $M_{f,Rd}=-4,762E+7$ Nm, $M_{Ed}/M_{f,Rd}=0,687$

Resistenza plastica: **$V_{pl,Rd}=9,139E+6$ N**

Resistenza a taglio: **$V_{Rd}=\min(V_{pl,Rd}, V_{b,Rd})=5,086E+6$ N**

Coefficienti di utilizzo

$\eta_3 = V_{Ed}/V_{Rd} = 0,156$, (=) VERIFICA SODDISFATTA)
 $\eta_3 = V_{Ed}/V_{bw,Rd} = 0,186$, $\eta_1 = M_{Ed}/M_{Rd} = 0,52$

Interazione pressoflessione taglio (N-M-V)

Valutazione della presenza di interazione

$\eta_3 < 0,5$, $M_{Ed}/M_{f,Rd} < 1$
NON C'E' INTERAZIONE

Verifiche S.L.U. sezione composta (Comb. Mmin)

Sollecitazioni (Comb. Mmin)

Fase	N (N)	V (N)	M (Nm)	T (Nm)
1	-9,9E+4	2,57E+5	-2,14E+7	-4,47E+5
2a	-9E+3	6,5E+4	-7,6E+6	-3,17E+5
2b	-1E+3	-1E+3	1,24E+5	-1E+3
Rit.Iso	-5,3E+6	0	-4,98E+6	0
2c	0E+00	0E+00	0E+00	0E+00
3a	0E+00	-1E+3	-6,4E+4	-1E+3
Term.Iso	-3,07E+6	0	-2,1E+6	0
3b	-8,79E+5	1E+4	-1,68E+7	-9,89E+5
Totale	-9,36E+6	3,3E+5	-5,28E+7	-1,76E+6

Pressoflessione - Analisi plastica

Classificazione della sezione (Comb. Mmin)

	c/t	z _{pl} (mm)	α	ψ	Classe
Anima	152,4	1688,56	0,28	-0,92	4
Piattabanda superiore	5,99				1
Piattabanda inferiore	6,4				1
classe della sezione					4

Analisi plastica: NON APPLICABILE

Verifica plastica a Presso-Tenso flessione (Comb. Mmin)

Azione assiale		Flessione semplice		Interazione N/M	
N _{Ed} (N)	-9,357E+6	M _{Ed} (Nm)	-5,276E+7	N _{Ed} (N)	-9,357E+6
N _{Rd} (N)	-6,785E+7	M _{Rd} (Nm)	-6,486E+7	M _{Ed} (Nm)	-5,276E+7
				M _{Rd} (Nm)	-6,713E+7
N _{Ed} /N _{Rd}	0,138	M _{Ed} /M _{Rd}	0,814	M _{Ed} /M _{Rd}	0,786

VERIFICA NON SIGNIFICATIVA

Pressoflessione - Calcolo tensioni lorde

Tensioni normali sulla sezione lorda (Comb. Mmin)

	F. 1	F. 2a Non Fess.	F. 2a Fess.	F. 2b Non Fess.	F. 2b Fess.	F. 2c Non Fess.	F. 2c Fess.	F. 2 tot	F. 3a Non Fess.	F. 3a Fess.	F. 3b Non Fess.	F. 3b Fess.	F. 3 tot	η ₁
σ ₈	0	-1,9	0	2	0	0	0	0	0,6	0	-7,3	0	-6,6	0,334
σ ₇	-0,7	-36,1	-70,8	-42,1	1,1	0	0	-69,7	-15	-0,6	-42,7	-162,2	-135,9	0,347

σ_6	-0,7	-30,8	-62,9	-39	1	0	0	-61,9	-13,9	-0,5	-33,9	-144,8	-117,6	0,3
σ_5	0	-1,5	0	2,3	0	0	0	0	0,9	0	-5,2	0	-3,5	0,177
σ_4	-196,4	-29,6	-61,1	-38,3	1	0	0	-256,4	-13,6	-0,5	-31,8	-140,7	-309,6	0,97
σ_3	-188,3	-27,8	-58,4	-37,2	0,9	0	0	-245,7	-13,3	-0,5	-28,8	-134,8	-295,4	0,926
σ_2	-0,7	0	-0,1	-23,6	0	0	0	-0,8	-9,9	0	-2,8	-6	-37,1	0,11
σ_1	134,1	43,3	46,9	3,6	-0,8	0	0	180,2	1,9	0,4	88,6	97,7	271,4	0,851
σ_0	143,9	45,4	50,1	4,9	-0,8	0	0	193,2	2,3	0,4	92,2	104,8	288,7	0,905

Massimo coefficiente di utilizzo: 0,97 VERIFICA NON SIGNIFICATIVA

NOTE

- 1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 2 = 0,05 N/mm²
- 2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 2 = 0,81 N/mm²
La sezione a fine fase 2 e' stata considerata: Fessurata (t.,b.)
- 3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 = -6,63 N/mm²
- 4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 = -3,5 N/mm²
La sezione a fine fase 3 e' stata considerata: Non fessurata (t.,b.)

Pressoflessione - Calcolo tensioni efficaci

Area efficace per shear lag e/o buckling delle flange(Comb. Mmin)

Componente	b (mm)	t (mm)	λ_p	ρ	$A_{c,eff}$ (mm ²)	β^k	$A_{c,eff} * \beta^k$ (mm ²)
Piattabanda superiore SX	350	57	---	---	---	1	19950
Piattabanda superiore DX	350	57	---	---	---	1	19950
Piattabanda inferiore SX	450	69	---	---	---	1	31050
Piattabanda inferiore DX	450	69	---	---	---	1	31050

Instabilita' locale dei pannelli d'anima (Comb. Mmin)

	Anima	Sub pannello 1	Sub pannello 2
b (mm)	2438,38	557,9	1880,48
σ_{cr0E} (N/mm ²)	8,18	156,27	13,75
σ_{sup} (N/mm ²)	-295,35	-295,35	-165,67
σ_{inf} (N/mm ²)	271,45	-165,67	271,45
ψ	-0,92	0,56	-1,64
K_σ	21,85	5,09	41,63
λ_p	1,41	0,67	0,79
b _c (mm)	1270,61	557,9	712,71
b _{c sup} (mm)	508,24	251,36	285,09
b _{c sup} (mm)	762,37	306,54	427,63
ρ_{loc}	0,65	1	1
b _{ceff} (mm)	828,42	557,9	712,71
b _{ceff sup} (mm)	331,37	251,36	285,09
b _{ceff sup} (mm)	497,05	306,54	427,63
ϕ_{Foro} (mm)	442,19	0	0

Caratteristiche dell'anima compressa, irrigidenti esclusi (Comb. Mmin)

	A(mm ²)	z _G (mm)	J _y (mm ⁴)
A _{c Edge sup}	4,022E+3	2298,2	2,117E+7
A _{c 1}	9,466E+3	1876,7	2,761E+8
A _{c 2}	0E+00	0	0E+00
A _{c Edge inf}	6,842E+3	1367,1	1,043E+8
A _{c tot}	2,033E+4	1788,6	2,735E+9
A _c	1,172E+4		

Caratteristiche dell'anima compressa, depurata per instabilita' locale (Comb. Mmin)

	A(mm ²)	z _G (mm)	J _y (mm ⁴)
A _{c,eff Edge sup}	4,022E+3	2298,2	2,117E+7
A _{c,eff 1}	9,466E+3	1876,7	2,761E+8
A _{c,eff 2}	0E+00	0	0E+00
A _{c,eff Edge inf}	6,842E+3	1367,1	1,043E+8
A _{c,eff tot}	2,033E+4	1788,6	2,735E+9
A _{c,eff,loc}	1,172E+4		

Tensioni critiche per l'anima (Comb. Mmin)

<i>Stiffener 1</i>	
A_{sl} (mm ²)	1,172E+4
e_{sl} (mm)	-15,9
I_{sl} (mm ⁴)	1,694E+7
$A_{sl,eff}$ (mm ²)	1,172E+4
$e_{sl,eff}$ (mm)	-15,9
$I_{sl,eff}$ (mm ⁴)	1,694E+7
$\sigma_{cr,sl,i}$ (p)	474,02
$\sigma_{cr,p,i}$ (p)	845,08
$\sigma_{cr,sl}$ (C)	443,42
$\sigma_{cr,c}$ (C)	790,52
α_e	0,649

Coefficienti di riduzione per instabilit  globale dell'anima (Comb. Mmin)

	<i>Piastra</i>		<i>Colonna</i>
$\sigma_{cr,p}$ (p)	845,08	$\sigma_{cr,c}$ (C)	1
β_{ac} (p)	1	β_{ac} (c)	0,67
λ_p	0,648	λ_c	0,734
ρ_p	1	χ_c	

Anima depurata per instabilit  locale e globale dell'anima (Comb. Mmin)

	A (mm ²)	z_G (mm)	J_y (mm ⁴)
Edge sup	4,022E+3	2298,2	2,117E+7
1	6,948E+3	1876,7	2,027E+8
2	0E+00	0	0E+00
Edge inf	6,842E+3	1367,1	1,043E+8
Totale	1,781E+4	1776,1	2,639E+9

Depurazione complessiva da applicare alla sezione (Comb. Mmin)

	ΔA (mm ²)	z_G (mm)	ΔJ_y (mm ⁴)
Anima	-2,518E+3	1876,7	-7,344E+7
Piattabanda superiore	0E+00	0	0E+00
Piattabanda inferiore	0E+00	0	0E+00

Caratteristiche geometriche efficaci (Comb. Mmin)

	<i>Fase 1</i>	<i>Fase 2a</i>	<i>Fase 2b</i>	<i>Fase 2c</i>	<i>Fase 3</i>	<i>Fessurata</i>
A (mm ²)	1,385E+5	1,959E+5	3,069E+5	1,942E+5	3,069E+5	1,447E+5
z_G (mm)	1000,005	1444,055	1831,379	1434,786	1831,379	1064,494
Δz_{Geff} (mm)	15,65	5,49	0,37	5,66	0,37	13,9
$J_{y,eff}$ (mm ⁴)	1,481E+11	2,416E+11	3,234E+11	2,396E+11	3,234E+11	1,617E+11
$W_{y,0eff}$ (mm ³)	-1,481E+8	-1,673E+8	-1,766E+8	-1,67E+8	-1,766E+8	-1,519E+8
$W_{y,1eff}$ (mm ³)	-1,591E+8	-1,757E+8	-1,835E+8	-1,755E+8	-1,835E+8	-1,624E+8
$W_{y,3eff}$ (mm ³)	1,111E+8	2,718E+8	6,448E+8	2,668E+8	6,448E+8	1,275E+8
$W_{y,4eff}$ (mm ³)	1,066E+8	2,554E+8	5,79E+8	2,509E+8	5,79E+8	1,22E+8
$W_{y,5eff}$ (mm ³)	1E+300	2,554E+8	5,79E+8	2,509E+8	5,79E+8	1,22E+8
$W_{y,6eff}$ (mm ³)	1E+300	2,45E+8	5,403E+8	2,408E+8	5,403E+8	1,184E+8
$W_{y,7eff}$ (mm ³)	1E+300	2,09E+8	4,208E+8	2,057E+8	4,208E+8	1,053E+8
$W_{y,8eff}$ (mm ³)	1E+300	2,02E+8	4E+8	1,988E+8	4E+8	1,026E+8
$S_{y,1eff}$ (mm ³)	5,996E+7	8,753E+7	1,116E+8	8,696E+7	1,116E+8	6,396E+7
$S_{y,2eff}$ (mm ³)	6,743E+7	1,038E+8	1,383E+8	1,03E+8	1,383E+8	7,25E+7
$S_{y,3eff}$ (mm ³)	5,432E+7	9,811E+7	1,363E+8	9,719E+7	1,363E+8	6,068E+7
$S_{y,4eff}$ (mm ³)	1,515E-291	6,15E+7	1,151E+8	6,022E+7	1,151E+8	8,932E+6

Le caratteristiche efficaci sono state calcolate iterativamente in 0 iterazioni, con la seguente variazione percentuale del coefficiente ψ

$(\psi_1 - \psi_0) / \psi_0 * 100$	
$(\psi_2 - \psi_1) / \psi_1 * 100$	
$(\psi_3 - \psi_2) / \psi_2 * 100$	
$(\psi_4 - \psi_3) / \psi_3 * 100$	
$(\psi_5 - \psi_4) / \psi_4 * 100$	

Momento aggiuntivo per traslazione dell'asse neutro(Comb. Mmin)

	<i>Fase 1</i>	<i>Fase 2a</i>	<i>Fase 2b</i>	<i>Fase 2c</i>	<i>Fase 3a</i>	<i>Fase 3b</i>
--	---------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------

$\Delta M_{Fessurata}$ (kNm)	-1,55E+3	-1,251E+2	-1,39E+1	0E+00	0E+00	-1,221E+4
$\Delta M_{Non\ fessurata}$ (kNm)	-1,55E+3	-4,941E+1	-1,806E+4	0E+00	-1,131E+3	-3,241E+2

Tensioni normali sulla sezione efficace (Comb. Mmin)

	F. 1	F. 2a Non Fess.	F. 2a Fess.	F. 2b Non Fess.	F. 2b Fess.	F. 2c Non Fess.	F. 2c Fess.	F. 2 tot	F. 3a Non Fess.	F. 3a Fess.	F. 3b Non Fess.	F. 3b Fess.	F. 3 tot	η_1
σ_8	0	-1,9	0	1,9	0	0	0	0	0,6	0	-7,3	0	-6,7	0,338
σ_7	-0,7	-36,4	-72,2	-42,5	1,2	0	0	-71,1	-15,1	-0,6	-42,7	-165,6	-136,7	0,349
σ_6	-0,7	-31,1	-64,2	-39,4	1	0	0	-63,2	-14	-0,5	-33,9	-147,9	-118,4	0,302
σ_5	0	-1,5	0	2,3	0	0	0	0	0,8	0	-5,2	0	-3,6	0,18
σ_4	-201,3	-29,8	-62,4	-38,7	1	0	0	-262,6	-13,7	-0,5	-31,8	-143,7	-315,3	0,988
σ_3	-193	-28	-59,7	-37,6	1	0	0	-251,8	-13,3	-0,5	-28,9	-137,8	-300,9	0,943
σ_2	-0,7	0	-0,1	-23,8	0	0	0	-0,8	-10	0	-2,9	-6,1	-37,4	0,111
σ_1	133,6	43,2	46,7	3,4	-0,8	0	0	179,6	1,8	0,4	88,6	97,3	270,6	0,848
σ_0	143,6	45,4	50	4,7	-0,8	0	0	192,7	2,2	0,4	92,2	104,5	288	0,903

Massimo coefficiente di utilizzo: 0,988 VERIFICA SODDISFATTA

NOTE

1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 2 = 0,01 N/mm²

2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 2 = 0,76 N/mm²

La sezione a fine fase 2 e' stata considerata: Fessurata (t.,b.)

3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 = -6,7 N/mm²

4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 = -3,57 N/mm²

La sezione a fine fase 3 e' stata considerata: Non fessurata (t.,b.)

Resistenza a taglio

Valutazione della necessita' di calcolo della resistenza a Shear buckling

$$h_w/t_w=152,399 > 31/\eta * \epsilon_w *(K_\tau)^{0,5}=74,167 \quad \text{Verifica a Shear Buckling: NECESSARIA}$$

Resistenza a taglio Shear buckling: $V_{b,Rd}=4,253E+6$ N

Essendo:

$$a/h_w=1,066, \quad \eta=1,2, \quad I_{sl}=1,575E+7(\text{mm}^4), \quad K_{\tau sl}=11,139, \quad K_\tau=12,451$$

$$\text{contributo anima: } V_{bw,Rd}=4,253E+6 \text{ N,} \quad \text{contributo flange: } V_{bf,Rd}=0E+00 \text{ N}$$

$$\chi_w=0,585, \quad \lambda_w=1,419, \quad \tau_{cr}=101,9, \quad C=826,8$$

$$M_{Ed}=M_{Ed,eq}=-1,826E+8 \text{ Nm,} \quad M_{f,Rd}=-5,458E+7 \text{ Nm,} \quad M_{Ed}/M_{f,Rd}=3,345$$

Resistenza plastica: $V_{pl,Rd}=9,139E+6$ N

Resistenza a taglio: $V_{Rd}=\min(V_{pl,Rd}, V_{b,Rd})=4,253E+6$ N

Coefficienti di utilizzo

$$\eta_3=V_{Ed}/V_{Rd}=0,084, \quad (=> \text{VERIFICA SODDISFATTA})$$

$$\eta_3=V_{Ed}/V_{bw,Rd}=0,084, \quad \eta_1=\max(\eta_i)=0,988$$

Interazione pressoflessione taglio (N-M-V)

Valutazione della presenza di interazione

$$\eta_3 < 0,5, \quad M_{Ed}/M_{f,Rd} > 1$$

NON C'E' INTERAZIONE

Verifica a stato limite delle tensioni (Comb. Mmax)**Sollecitazioni (Comb. Mmax)**

Fase	N (N)	V (N)	M (Nm)	T (Nm)
1	-7,3E+4	1,9E+5	-1,58E+7	-3,31E+5
2a	-6E+3	4,3E+4	-5,07E+6	-2,11E+5
2b	0E+00	-1E+3	1,03E+5	-1E+3
Rit.Iso	0E+00	0	0E+00	0
2c	0E+00	0E+00	0E+00	0E+00
3a	0E+00	0E+00	4,3E+1	1E+0
Term.Iso	2,04E+6	0	1,4E+6	0

Massimo coefficiente di utilizzo: 0,685 VERIFICA SODDISFATTA

NOTE

1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 2 = 0,36 N/mm²

2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 2 = 0,92 N/mm²

La sezione a fine fase 2 e' stata considerata: Fessurata (t.,b.)

3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 = -4,56 N/mm²

4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 = -2,27 N/mm²

La sezione a fine fase 3 e' stata considerata: Non fessurata (t.,b.)

SLE: Verifica a web breathing (Comb. Mmax)

Sollecitazioni (Comb. Mmax)

Fase	N (N)	V (N)	M (Nm)	T (Nm)
1	-7,3E+4	1,9E+5	-1,58E+7	-3,31E+5
2a	-6E+3	4,3E+4	-5,07E+6	-2,11E+5
2b	0E+00	-1E+3	1,03E+5	-1E+3
Rit.Iso	0E+00	0	0E+00	0
2c	0E+00	0E+00	0E+00	0E+00
3a	0E+00	0E+00	3,6E+1	0E+00
Term.Iso	1,7E+6	0	1,16E+6	0
3b	0E+00	2,17E+5	-1,56E+6	0E+00
Totale	1,62E+6	4,49E+5	-2,12E+7	-5,43E+5

Tensioni normali sulla sezione efficace (Comb. Mmax)

	F. 1	F. 2a Non Fess.	F. 2a Fess.	F. 2b Non Fess.	F. 2b Fess.	F. 2c Non Fess.	F. 2c Fess.	F. 2 tot	F. 3a Non Fess.	F. 3a Fess.	F. 3b Non Fess.	F. 3b Fess.	F. 3 tot
σ_8	0	-1,3	0	0	0	0	0	-1,3	-0,3	0	-0,6	0	-2,2
σ_7	-0,5	-24,3	-48,2	0,4	1	0	0	-23,9	8,3	0	-3,7	-14,9	-19,3
σ_6	-0,5	-20,7	-42,8	0,3	0,9	0	0	-20,4	7,7	0	-2,9	-13,2	-15,6
σ_5	0	-1	0	0	0	0	0	-1	-0,5	0	-0,4	0	-1,9
σ_4	-149,2	-19,9	-41,6	0,3	0,8	0	0	-168,7	7,6	0	-2,7	-12,8	-163,9
σ_3	-143,1	-18,7	-39,8	0,3	0,8	0	0	-161,5	7,4	0	-2,4	-12,3	-156,5
σ_2	-0,5	0	0	0	0	0	0	-0,6	5,6	0	0	0	5
σ_1	99	28,8	31,1	-0,6	-0,6	0	0	127,2	-0,8	0	8,5	9,6	134,9
σ_0	106,3	30,2	33,3	-0,6	-0,7	0	0	136	-1	0	8,8	10,3	143,8

NOTE

1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 2 = -1,26 N/mm²

2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 2 = -0,99 N/mm²

La sezione a fine fase 2 e' stata considerata: Non fessurata (t.,b.)

3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 = -2,22 N/mm²

4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 = -1,91 N/mm²

La sezione a fine fase 3 e' stata considerata: Non fessurata (t.,b.)

Verifica dell'intera anima (Comb. Mmax)

	Anima
b (mm)	2438,4
σ_{sup} (N/mm ²)	-152,78
σ_{inf} (N/mm ²)	135,27
σ_{Ed} (N/mm ²)	152,78
K_σ	21,05
σ_{cr0E} (N/mm ²)	8,18
τ_{Ed} (N/mm ²)	10,47
$\sigma_{cr}(P)$ (N/mm ²)	825,63
$\sigma_{cr}(C)$ (N/mm ²)	772,43
ξ	0,069
σ_{cr} (N/mm ²)	779,51
K_τ	12,45
$K_{\tau sl}$	11,14
Coefficienti di utilizzo	0,226
Esito	VERIFICA SODDISFATTA

Verifica locale dei sub pannelli (Comb. Mmax)

	Sub pannello 1	Sub pannello 2
b (mm)	557,9	1880,5
σ_{sup} (N/mm ²)	-152,78	-86,88
σ_{inf} (N/mm ²)	-86,88	135,27
σ_{Ed} (N/mm ²)	152,78	86,88
τ_{Ed} (N/mm ²)	10,47	10,47
σ_{cr0E} (N/mm ²)	156,27	13,75
ψ	0,569	-1,557
K_{σ}	5,1	39,1
σ_{cr} (N/mm ²)	791,69	537,84
K_{τ}	5,52	7,43
τ_{cr}	863,28	102,23
Coefficienti di utilizzo	0,193	0,197
Esito	VERIFICA SODDISFATTA	VERIFICA SODDISFATTA

SLE: Verifica a web breathing (Comb. Mmin)**Sollecitazioni (Comb. Mmin)**

Fase	N (N)	V (N)	M (Nm)	T (Nm)
1	-7,3E+4	1,9E+5	-1,58E+7	-3,31E+5
2a	-6E+3	4,3E+4	-5,07E+6	-2,11E+5
2b	0E+00	-1E+3	1,03E+5	-1E+3
Rit.Iso	-4,42E+6	0	-4,15E+6	0
2c	0E+00	0E+00	0E+00	0E+00
3a	0E+00	0E+00	-3,6E+4	0E+00
Term.Iso	-1,7E+6	0	-1,16E+6	0
3b	-2E+3	6E+3	-6,64E+6	-3,7E+5
Totale	-6,2E+6	2,38E+5	-3,28E+7	-9,13E+5

Tensioni normali sulla sezione efficace (Comb. Mmin)

	F. 1	F. 2a Non Fess.	F. 2a Fess.	F. 2b Non Fess.	F. 2b Fess.	F. 2c Non Fess.	F. 2c Fess.	F. 2 tot	F. 3a Non Fess.	F. 3a Fess.	F. 3b Non Fess.	F. 3b Fess.	F. 3 tot
σ_8	0	-1,3	0	1,6	0	0	0	0	0,3	0	-2,7	0	-2,1
σ_7	-0,5	-24,3	-48,2	-35,4	1	0	0	-47,3	-8,4	-0,3	-15,8	-63,2	-83,9
σ_6	-0,5	-20,7	-42,9	-32,9	0,9	0	0	-42	-7,8	-0,3	-12,3	-56,2	-73,6
σ_5	0	-1	0	1,9	0	0	0	0	0,5	0	-1,9	0	-0,5
σ_4	-149,4	-19,9	-41,7	-32,2	0,8	0	0	-190,2	-7,6	-0,3	-11,5	-54,6	-220,7
σ_3	-143,3	-18,7	-39,9	-31,4	0,8	0	0	-182,4	-7,4	-0,3	-10,3	-52,2	-211,1
σ_2	-0,5	0	0	-19,9	0	0	0	-0,6	-5,6	0	0	0	-26
σ_1	98,9	28,8	31,1	2,9	-0,6	0	0	129,4	1	0,2	36,2	40,9	167,8
σ_0	106,3	30,2	33,3	3,9	-0,7	0	0	138,9	1,2	0,2	37,6	43,7	179,3

NOTE

- 1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 2 = 0,32 N/mm²
- 2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 2 = 0,89 N/mm²
La sezione a fine fase 2 e' stata considerata: Fessurata (t.,b.)
- 3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 = -2,06 N/mm²
- 4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 = -0,51 N/mm²
La sezione a fine fase 3 e' stata considerata: Non fessurata (t.,b.)

Verifica dell'intera anima (Comb. Mmin)

	Anima
b (mm)	2438,4
σ_{sup} (N/mm ²)	-206,65
σ_{inf} (N/mm ²)	168,44
σ_{Ed} (N/mm ²)	206,65
K_{σ}	19,43

σ_{cr0E} (N/mm ²)	8,18
τ_{Ed} (N/mm ²)	5,6
σ_{cr} (P) (N/mm ²)	786,2
σ_{cr} (C) (N/mm ²)	735,76
ξ	0,069
σ_{cr} (N/mm ²)	742,44
K_{τ}	12,45
$K_{\tau sl}$	11,14
Coefficienti di utilizzo	0,285
Esito	VERIFICA SODDISFATTA

Verifica locale dei sub pannelli (Comb. Mmin)

	Sub pannello 1	Sub pannello 2
b (mm)	557,9	1880,5
σ_{sup} (N/mm ²)	-206,65	-120,83
σ_{inf} (N/mm ²)	-120,83	168,44
σ_{Ed} (N/mm ²)	206,65	120,83
τ_{Ed} (N/mm ²)	5,6	5,6
σ_{cr0E} (N/mm ²)	156,27	13,75
ψ	0,585	-1,394
K_{σ}	5	34,3
σ_{cr} (N/mm ²)	783,9	471,44
K_{τ}	5,52	7,43
τ_{cr}	863,28	102,23
Coefficienti di utilizzo	0,264	0,263
Esito	VERIFICA SODDISFATTA	VERIFICA SODDISFATTA

Verifica connessione trave soletta**Caratteristiche generali**

Numero di pioli per unita' di lunghezza, n (m ⁻¹)	15
Diametro dei pioli, d (mm)	22
Altezza dei pioli, h (mm)	200
Resistenza ultima dei pioli, α	1
Coefficiente di sicurezza parziale, γ_v	1,25
Resistenza ultima dei pioli, f_u (N/mm ²)	450
Coefficiente E_{cm} (N/mm ²)	34077
Resistenza caratteristica cilindrica, f_{ck} (N/mm ²)	35

Resistenza della connessione

Resistenza a taglio del piolo, $P_{Rd1} = 0.8 f_u \pi d^2 / 4 / \gamma_v$, (N)	109478,22
Resistenza per schiacciamento del calcestruzzo, $P_{Rd2} = 0.29 \alpha d^2 (f_{ck} E_{cm})^{0.5} / \gamma_v$, (N)	122630,64
Resistenza di progetto del piolo $P_{Rd} = \text{Min}(P_{Rd1}, P_{Rd2})$, (N)	109478,22

Verifica elastica allo SLU**Coefficiente di utilizzo (Comb. Mmax)**

Resistenza di progetto per unita' di lunghezza, $v_{Rd} = n P_{Rd} K_s$ (N/mm)	1642,2
Fattore di riduzione, K_s	1.00
Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo v_{Ed} (N/mm)	163,7
Coefficiente di utilizzo v_{Ed} / v_{Rd}	0,1
VERIFICA SODDISFATTA	

Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo (Comb. Mmax)

Fase	V_{Ed} (N)	$S_{y,4}$ (mm ³)	J_y (mm ⁴)	V_{Ed} (N/mm)
Fase 2a	6,5E+4	6,118E+7	2,421E+11	16,4
Fase 2b	-1E+3	7,897E+7	2,69E+11	-0,3
Fase 2c	0E+00	5,99E+7	2,402E+11	0
Fase 3a	1E+0	1,151E+8	3,235E+11	0
Fase 3b	4,15E+5	1,151E+8	3,235E+11	147,6
Totale				163,7

Coefficiente di utilizzo (Comb. Mmin)

Resistenza di progetto per unita' di lunghezza, $v_{Rd} = n P_{Rd} \kappa_s$ (N/mm)	1642,2
Fattore di riduzione, κ_s	1,00
Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo v_{Ed} (N/mm)	19,5
Coefficiente di utilizzo v_{Ed}/v_{Rd}	0,012
VERIFICA SODDISFATTA	

Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo (Comb. Mmin)

Fase	V_{Ed} (N)	$S_{y,4eff}$ (mm ³)	$J_{y,eff}$ (mm ⁴)	V_{Ed} (N/mm)
Fase 2a	6,5E+4	6,15E+7	2,416E+11	16,5
Fase 2b	-1E+3	7,926E+7	2,686E+11	-0,3
Fase 2c	0E+00	6,022E+7	2,396E+11	0
Fase 3a	-1E+3	1,151E+8	3,234E+11	-0,4
Fase 3b	1E+4	1,151E+8	3,234E+11	3,6
Totale				19,5

Verifica elastica allo SLE

Coefficiente di utilizzo (Comb. Mmax)

Resistenza di progetto per unita' di lunghezza, $v_{Rd} = n P_{Rd} \kappa_s$ (N/mm)	985,3
Fattore di riduzione, κ_s	0,6
Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo v_{Ed} (N/mm)	119,4
Coefficiente di utilizzo v_{Ed}/v_{Rd}	0,121
VERIFICA SODDISFATTA	

Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo (Comb. Mmax)

Fase	V_{Ed} (N)	$S_{y,4}$ (mm ³)	J_y (mm ⁴)	V_{Ed} (N/mm)
Fase 2a	4,3E+4	6,118E+7	2,421E+11	10,9
Fase 2b	-1E+3	7,897E+7	2,69E+11	-0,3
Fase 2c	0E+00	5,99E+7	2,402E+11	0
Fase 3a	0E+00	1,151E+8	3,235E+11	0
Fase 3b	3,06E+5	1,151E+8	3,235E+11	108,8
Totale				119,4

Coefficiente di utilizzo (Comb. Mmin)

Resistenza di progetto per unita' di lunghezza, $v_{Rd} = n P_{Rd} \kappa_s$ (N/mm)	985,3
Fattore di riduzione, κ_s	0,6
Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo v_{Ed} (N/mm)	13,1
Coefficiente di utilizzo v_{Ed}/v_{Rd}	0,013
VERIFICA SODDISFATTA	

Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo (Comb. Mmin)

Fase	V_{Ed} (N)	$S_{y,4}$ (mm ³)	J_y (mm ⁴)	V_{Ed} (N/mm)
Fase 2a	4,3E+4	6,118E+7	2,421E+11	10,9
Fase 2b	-1E+3	7,897E+7	2,69E+11	-0,3
Fase 2c	0E+00	5,99E+7	2,402E+11	0
Fase 3a	0E+00	1,151E+8	3,235E+11	0
Fase 3b	7E+3	1,151E+8	3,235E+11	2,5
Totale				13,1

Sezione C2 4 1

Pre-classificazione

La preclassificazione e' riferita alla sezione composta in Fase 3

Caratteristiche plastiche dei singoli componenti

Componenti	N_{pl} (N)	z_N (mm)	z_{max} (mm)	z_{min} (mm)
Strato di calcestruzzo superiore	3,143E+6	2620,19	2640	2600,38
Strato di calcestruzzo intermedio alle armature	1,343E+7	2515	2599,62	2430,38
Strato di calcestruzzo inferiore	3,143E+6	2409,81	2429,62	2390
Strato di armatura superiore	1,205E+6	2600	2600,38	2599,62

Strato di armatura inferiore	1,205E+6	2430	2430,38	2429,62
Raccordo in cls	0E+00	2390	2390	2390
Flangia superiore della trave di acciaio	1,273E+7	2361,5	2390	2333
Anima della trave di acciaio	1,319E+7	1201	2333	69
Flangia inferiore della trave di acciaio	1,981E+7	34,5	69	0
Compressione ultima per la sezione completa	-6,785E+7			
Trazione ultima per la sezione completa	4,814E+7			
Compressione ultima per la sezione senza anima	-5,466E+7			
Trazione ultima per la sezione senza anima	3,495E+7			

Classificazione delle piattabande

	c/t	ε	Flessione semplice con fibre tese superiori (M+)	Flessione semplice con fibre tese inferiori (M-)
Flangia superiore	5,989	0,838	1	0
Flangia inferiore	6,397	0,838	1	1

Classificazione dell'anima

	c/t	ε	α	ψ	classe
Flessione semplice con fibre tese superiori (M+)	152,399	0,814	0,323	-1,243	4
Flessione semplice con fibre tese inferiori (M-)	152,399	0,814	0	-0,284	1
Compressione semplice (N)	152,399	0,814	1	1	4

Verifiche S.L.U. sezione composta (Comb. Mmax)**Sollecitazioni (Comb. Mmax)**

Fase	N (N)	V (N)	M (Nm)	T (Nm)
1	-1,19E+5	1,41E+5	-2,14E+7	-3,89E+5
2a	-1,1E+4	6,8E+4	-7,6E+6	-1,4E+5
2b	-1E+3	0E+00	1,24E+5	3E+3
Rit.Iso	0E+00	0	0E+00	0
2c	0E+00	0E+00	0E+00	0E+00
3a	0E+00	0E+00	6,4E+1	1E+0
Term.Iso	3,07E+6	0	2,1E+6	0
3b	9,06E+5	5,25E+5	-5,97E+6	-6E+4
Totale	3,84E+6	7,34E+5	-3,27E+7	-5,86E+5

Pressoflessione - Analisi plastica**Classificazione della sezione (Comb. Mmax)**

	c/t	z_{pl} (mm)	α	ψ	Classe
Anima	152,4	2345,74	-0,01	-1,01	1
Piattabanda superiore	5,99				1
Piattabanda inferiore	6,4				1
classe della sezione					1

Analisi plastica: APPLICABILE

Verifica plastica a Presso-Tenso flessione (Comb. Mmax)

Azione assiale		Flessione semplice		Interazione N/M	
N _{Ed} (N)	3,842E+6	M _{Ed} (Nm)	-3,273E+7	N _{Ed} (N)	3,842E+6
N _{Rd} (N)	4,814E+7	M _{Rd} (Nm)	-6,486E+7	M _{Ed} (Nm)	-3,273E+7
				M _{Rd} (Nm)	-6,29E+7
N _{Ed} /N _{Rd}	0,08	M _{Ed} /M _{Rd}	0,505	M _{Ed} /M _{Rd}	0,52

VERIFICA SODDISFATTA

Pressoflessione - Calcolo tensioni lorde**Tensioni normali sulla sezione lorda (Comb. Mmax)**

	F. 1	F. 2a Non Fess.	F. 2a Fess.	F. 2b Non Fess.	F. 2b Fess.	F. 2c Non Fess.	F. 2c Fess.	F. 2 tot	F. 3a Non Fess.	F. 3a Fess.	F. 3b Non Fess.	F. 3b Fess.	F. 3 tot	η_1
σ_8	0	-1,9	0	0	0	0	0	-1,9	-0,6	0	-1,9	0	-4,4	0,224
σ_7	-0,8	-36,2	-70,9	0,5	1,1	0	0	-35,7	14,9	0	-11,2	-49,4	-32,1	0,082
σ_6	-0,8	-30,8	-63	0,4	1	0	0	-30,5	13,8	0	-8,1	-43,2	-24,8	0,063
σ_5	0	-1,5	0	0	0	0	0	-1,5	-0,9	0	-1,2	0	-3,6	0,179

σ_4	-196,6	-29,6	-61,1	0,4	1	0	0	-225,8	13,5	0	-7,4	-41,7	-219,6	0,688
σ_3	-188,5	-27,8	-58,5	0,3	0,9	0	0	-215,9	13,2	0	-6,3	-39,7	-209,1	0,655
σ_2	-0,8	-0,1	-0,1	0	0	0	0	-0,9	9,9	0	2,9	6,2	11,9	0,035
σ_1	134	43,3	46,9	-0,7	-0,8	0	0	176,6	-1,5	0	35,4	43	210,5	0,66
σ_0	143,8	45,5	50,1	-0,7	-0,8	0	0	188,5	-2	0	36,7	45,5	223,3	0,7

Massimo coefficiente di utilizzo: 0,7 VERIFICA NON SIGNIFICATIVA

NOTE

- 1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 2 = -1,88 N/mm²
- 2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 2 = -1,49 N/mm²
La sezione a fine fase 2 e' stata considerata: Non fessurata (t.,b.)
- 3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 = -4,43 N/mm²
- 4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 = -3,56 N/mm²
La sezione a fine fase 3 e' stata considerata: Non fessurata (t.,b.)

Resistenza a taglio

Valutazione della necessita' di calcolo della resistenza a Shear buckling

$$h_w/t_w=152,399 > 31/\eta * \varepsilon_w * (K_\tau)^{0,5}=74,167 \quad \text{Verifica a Shear Buckling: NECESSARIA}$$

Resistenza a taglio Shear buckling: **$V_{b,Rd}=5,085E+6$ N**

Essendo:

$$a/h_w=1,066, \quad \eta=1,2, \quad I_{sl}=1,575E+7(\text{mm}^4), \quad K_{\tau sl}=11,139, \quad K_\tau=12,451$$

$$\text{contributo anima: } V_{bw,Rd}=4,253E+6 \text{ N,} \quad \text{contributo flange: } V_{bf,Rd}=8,323E+5 \text{ N}$$

$$\chi_w=0,585, \quad \lambda_w=1,419, \quad \tau_{cr}=101,9, \quad C=826,8$$

$$M_{Ed}=-3,273E+7 \text{ Nm,} \quad M_{f,Rd}=-4,76E+7 \text{ Nm,} \quad M_{Ed}/M_{f,Rd}=0,687$$

Resistenza plastica: **$V_{pl,Rd}=9,139E+6$ N**

Resistenza a taglio: **$V_{Rd}=\min(V_{pl,Rd}, V_{b,Rd})=5,085E+6$ N**

Coefficienti di utilizzo

$$\eta_3 = V_{Ed}/V_{Rd} = 0,155, \quad (= \Rightarrow \text{VERIFICA SODDISFATTA})$$

$$\eta_3 = V_{Ed}/V_{bw,Rd} = 0,186, \quad \eta_1 = M_{Ed}/M_{Rd} = 0,52$$

Interazione pressoflessione taglio (N-M-V)

Valutazione della presenza di interazione

$$\eta_3 < 0,5, \quad M_{Ed}/M_{f,Rd} < 1$$

NON C'E' INTERAZIONE

Verifiche S.L.U. sezione composta (Comb. Mmin)

Sollecitazioni (Comb. Mmin)

Fase	N (N)	V (N)	M (Nm)	T (Nm)
1	-1,19E+5	1,41E+5	-2,14E+7	-3,89E+5
2a	-1,1E+4	6,8E+4	-7,6E+6	-1,4E+5
2b	-1E+3	0E+00	1,24E+5	3E+3
Rit.Iso	-5,3E+6	0	-4,98E+6	0
2c	0E+00	0E+00	0E+00	0E+00
3a	0E+00	0E+00	-6,4E+4	-1E+3
Term.Iso	-3,07E+6	0	-2,1E+6	0
3b	-9,28E+5	2,2E+4	-1,68E+7	-4,42E+5
Totale	-9,43E+6	2,31E+5	-5,28E+7	-9,69E+5

Pressoflessione - Analisi plastica

Classificazione della sezione (Comb. Mmin)

	c/t	z_{pl} (mm)	α	ψ	Classe
Anima	152,4	1682,47	0,29	-0,92	4
Piattabanda superiore	5,99				1
Piattabanda inferiore	6,4				1
classe della sezione					4

Analisi plastica: NON APPLICABILE

Verifica plastica a Presso-Tenso flessione (Comb. Mmin)

Azione assiale		Flessione semplice		Interazione N/M	
N _{Ed} (N)	-9,428E+6	M _{Ed} (Nm)	-5,28E+7	N _{Ed} (N)	-9,428E+6
N _{Rd} (N)	-6,785E+7	M _{Rd} (Nm)	-6,486E+7	M _{Ed} (Nm)	-5,28E+7
				M _{Rd} (Nm)	-6,712E+7
N _{Ed} /N _{Rd}	0,139	M _{Ed} /M _{Rd}	0,814	M _{Ed} /M _{Rd}	0,787
VERIFICA NON SIGNIFICATIVA					

Pressoflessione - Calcolo tensioni lorde**Tensioni normali sulla sezione lorda (Comb. Mmin)**

	F. 1	F. 2a Non Fess.	F. 2a Fess.	F. 2b Non Fess.	F. 2b Fess.	F. 2c Non Fess.	F. 2c Fess.	F. 2 tot	F. 3a Non Fess.	F. 3a Fess.	F. 3b Non Fess.	F. 3b Fess.	F. 3 tot	η ₁
σ ₈	0	-1,9	0	2	0	0	0	0	0,6	0	-7,3	0	-6,7	0,336
σ ₇	-0,8	-36,2	-70,9	-42,1	1,1	0	0	-69,7	-15	-0,6	-42,9	-162,8	-136,2	0,348
σ ₆	-0,8	-30,8	-63	-39	1	0	0	-62	-13,9	-0,5	-34,1	-145,3	-117,8	0,301
σ ₅	0	-1,5	0	2,3	0	0	0	0	0,9	0	-5,2	0	-3,5	0,178
σ ₄	-196,6	-29,6	-61,1	-38,3	1	0	0	-256,7	-13,6	-0,5	-32	-141,2	-310,1	0,972
σ ₃	-188,5	-27,8	-58,5	-37,2	0,9	0	0	-246	-13,3	-0,5	-29	-135,3	-295,8	0,927
σ ₂	-0,8	-0,1	-0,1	-23,6	0	0	0	-0,9	-9,9	0	-3	-6,3	-37,4	0,111
σ ₁	134	43,3	46,9	3,6	-0,8	0	0	180,1	1,9	0,4	88,5	97,5	271,3	0,85
σ ₀	143,8	45,5	50,1	4,9	-0,8	0	0	193,1	2,3	0,4	92,1	104,6	288,6	0,905

Massimo coefficiente di utilizzo: 0,972 VERIFICA NON SIGNIFICATIVA

NOTE1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 2 = 0,05 N/mm²2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 2 = 0,8 N/mm²

La sezione a fine fase 2 e' stata considerata: Fessurata (t.,b.)

3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 = -6,67 N/mm²4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 = -3,53 N/mm²

La sezione a fine fase 3 e' stata considerata: Non fessurata (t.,b.)

Pressoflessione - Calcolo tensioni efficaci**Area efficace per shear lag e/o buckling delle flange(Comb. Mmin)**

Componente	b (mm)	t (mm)	λ _p	ρ	A _{c,eff} (mm ²)	β ^k	A _{c,eff} *β ^k (mm ²)
Piattabanda superiore SX	350	57	---	---	---	1	19950
Piattabanda superiore DX	350	57	---	---	---	1	19950
Piattabanda inferiore SX	450	69	---	---	---	1	31050
Piattabanda inferiore DX	450	69	---	---	---	1	31050

Instabilita' locale dei pannelli d'anima (Comb. Mmin)

	Anima	Sub pannello 1	Sub pannello 2
b (mm)	2438,38	557,9	1880,48
σ _{cr0E} (N/mm ²)	8,18	156,27	13,75
σ _{sup} (N/mm ²)	-295,77	-295,77	-166,02
σ _{inf} (N/mm ²)	271,32	-166,02	271,32
ψ	-0,92	0,56	-1,63
K _σ	21,81	5,09	41,5
λ _p	1,41	0,67	0,79
b _c (mm)	1271,77	557,9	713,87
b _{c sup} (mm)	508,71	251,38	285,55
b _{c inf} (mm)	763,06	306,52	428,32
ρ _{loc}	0,65	1	1
b _{ceff} (mm)	828,38	557,9	713,87
b _{ceff sup} (mm)	331,35	251,38	285,55
b _{ceff inf} (mm)	497,03	306,52	428,32
φ _{Foro} (mm)	443,39	0	0

Caratteristiche dell'anima compressa, irrigidenti esclusi (Comb. Mmin)

	A (mm ²)	z _G (mm)	J _y (mm ⁴)

A _c Edge sup	4,022E+3	2298,3	2,118E+7
A _c 1	9,473E+3	1876,5	2,767E+8
A _c 2	0E+00	0	0E+00
A _c Edge inf	6,853E+3	1366,3	1,048E+8
A _c tot	2,035E+4	1788,1	2,743E+9
A _c	1,172E+4		

Caratteristiche dell'anima compressa, depurata per instabilità locale (Comb. Mmin)

	A(mm ²)	z _G (mm)	J _y (mm ⁴)
A _{c,eff} Edge sup	4,022E+3	2298,3	2,118E+7
A _{c,eff} 1	9,473E+3	1876,5	2,767E+8
A _{c,eff} 2	0E+00	0	0E+00
A _{c,eff} Edge inf	6,853E+3	1366,3	1,048E+8
A _{c,eff} tot	2,035E+4	1788,1	2,743E+9
A _{c,eff,loc}	1,172E+4		

Tensioni critiche per l'anima (Comb. Mmin)

	Stiffener 1
A _{sl} (mm ²)	1,172E+4
e _{sl} (mm)	-15,9
I _{sl} (mm ⁴)	1,695E+7
A _{sl,eff} (mm ²)	1,172E+4
e _{sl,eff} (mm)	-15,9
I _{sl,eff} (mm ⁴)	1,695E+7
σ _{cr,sl,i} (p)	473,79
σ _{cr,p,i} (p)	844,06
σ _{cr,sl} (c)	443,2
σ _{cr,c} (c)	789,57
α _e	0,649

Coefficienti di riduzione per instabilità globale dell'anima (Comb. Mmin)

	Piastra		Colonna
σ _{cr,p} (p)	844,06	σ _{cr,c} (c)	1
β _{ac} (p)	1	β _{ac} (c)	0,671
λ _p	0,649	λ _c	0,734
ρ _p	1	χ _c	

Anima depurata per instabilità locale e globale dell'anima (Comb. Mmin)

	A(mm ²)	z _G (mm)	J _y (mm ⁴)
Edge sup	4,022E+3	2298,3	2,118E+7
1	6,951E+3	1876,5	2,03E+8
2	0E+00	0	0E+00
Edge inf	6,853E+3	1366,3	1,048E+8
Totale	1,783E+4	1775,5	2,646E+9

Depurazione complessiva da applicare alla sezione (Comb. Mmin)

	ΔA(mm ²)	z _G (mm)	ΔJ _y (mm ⁴)
Anima	-2,522E+3	1876,5	-7,368E+7
Piattabanda superiore	0E+00	0	0E+00
Piattabanda inferiore	0E+00	0	0E+00

Caratteristiche geometriche efficaci (Comb. Mmin)

	Fase 1	Fase 2a	Fase 2b	Fase 2c	Fase 3	Fessurata
A (mm ²)	1,385E+5	1,959E+5	3,069E+5	1,942E+5	3,069E+5	1,446E+5
z _G (mm)	999,981	1444,048	1831,379	1434,778	1831,379	1064,473
Δ z _{Geff} (mm)	15,68	5,5	0,37	5,66	0,37	13,92
J _{y,eff} (mm ⁴)	1,481E+11	2,416E+11	3,234E+11	2,396E+11	3,234E+11	1,617E+11
W _{y,0eff} (mm ³)	-1,481E+8	-1,673E+8	-1,766E+8	-1,67E+8	-1,766E+8	-1,519E+8
W _{y,1eff} (mm ³)	-1,591E+8	-1,757E+8	-1,835E+8	-1,755E+8	-1,835E+8	-1,624E+8
W _{y,3eff} (mm ³)	1,111E+8	2,718E+8	6,448E+8	2,668E+8	6,448E+8	1,275E+8
W _{y,4eff} (mm ³)	1,066E+8	2,554E+8	5,79E+8	2,509E+8	5,79E+8	1,22E+8
W _{y,5eff} (mm ³)	1E+300	2,554E+8	5,79E+8	2,509E+8	5,79E+8	1,22E+8
W _{y,6eff} (mm ³)	1E+300	2,45E+8	5,403E+8	2,408E+8	5,403E+8	1,184E+8

$W_{y,7eff}$ (mm ³)	1E+300	2,09E+8	4,208E+8	2,057E+8	4,208E+8	1,053E+8
$W_{y,8eff}$ (mm ³)	1E+300	2,02E+8	4E+8	1,988E+8	4E+8	1,026E+8
$S_{y,1eff}$ (mm ³)	5,996E+7	8,753E+7	1,116E+8	8,696E+7	1,116E+8	6,396E+7
$S_{y,2eff}$ (mm ³)	6,742E+7	1,038E+8	1,383E+8	1,03E+8	1,383E+8	7,25E+7
$S_{y,3eff}$ (mm ³)	5,432E+7	9,811E+7	1,363E+8	9,719E+7	1,363E+8	6,068E+7
$S_{y,4eff}$ (mm ³)	1,515E-291	6,15E+7	1,151E+8	6,022E+7	1,151E+8	8,932E+6

Le caratteristiche efficaci sono state calcolate iterativamente in 0 iterazioni, con la seguente variazione percentuale del coefficiente ψ

$(\psi_1 - \psi_0)/\psi_0 * 100$	
$(\psi_2 - \psi_1)/\psi_1 * 100$	
$(\psi_3 - \psi_2)/\psi_2 * 100$	
$(\psi_4 - \psi_3)/\psi_3 * 100$	
$(\psi_5 - \psi_4)/\psi_4 * 100$	

Momento aggiuntivo per traslazione dell'asse neutro(Comb. Mmin)

	Fase 1	Fase 2a	Fase 2b	Fase 2c	Fase 3a	Fase 3b
$\Delta M_{Fessurata}$ (kNm)	-1,866E+3	-1,531E+2	-1,392E+1	0E+00	0E+00	-1,291E+4
$\Delta M_{Non fessurata}$ (kNm)	-1,866E+3	-6,047E+1	-1,808E+4	0E+00	-1,129E+3	-3,416E+2

Tensioni normali sulla sezione efficace (Comb. Mmin)

	F. 1	F. 2a Non Fess.	F. 2a Fess.	F. 2b Non Fess.	F. 2b Fess.	F. 2c Non Fess.	F. 2c Fess.	F. 2 tot	F. 3a Non Fess.	F. 3a Fess.	F. 3b Non Fess.	F. 3b Fess.	F. 3 tot	η_1
σ_8	0	-1,9	0	1,9	0	0	0	0	0,6	0	-7,3	0	-6,7	0,34
σ_7	-0,9	-36,4	-72,3	-42,5	1,2	0	0	-71,1	-15,1	-0,6	-42,9	-166,1	-137	0,35
σ_6	-0,9	-31,1	-64,3	-39,4	1	0	0	-63,3	-14	-0,5	-34,1	-148,4	-118,6	0,303
σ_5	0	-1,5	0	2,3	0	0	0	0	0,8	0	-5,2	0	-3,6	0,181
σ_4	-201,5	-29,8	-62,4	-38,7	1	0	0	-262,9	-13,7	-0,5	-32	-144,3	-315,7	0,99
σ_3	-193,3	-28	-59,7	-37,6	1	0	0	-252	-13,3	-0,5	-29,1	-138,3	-301,3	0,945
σ_2	-0,9	-0,1	-0,1	-23,8	0	0	0	-0,9	-10	0	-3	-6,4	-37,8	0,112
σ_1	133,5	43,2	46,7	3,4	-0,8	0	0	179,5	1,8	0,4	88,5	97,1	270,5	0,848
σ_0	143,5	45,4	50	4,7	-0,8	0	0	192,6	2,2	0,4	92,1	104,3	287,9	0,902

Massimo coefficiente di utilizzo: 0,99 VERIFICA SODDISFATTA

NOTE

- 1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 2 = 0 N/mm²
- 2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 2 = 0,76 N/mm²
La sezione a fine fase 2 e' stata considerata: Fessurata (t.,b.)
- 3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 = -6,73 N/mm²
- 4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 = -3,6 N/mm²
La sezione a fine fase 3 e' stata considerata: Non fessurata (t.,b.)

Resistenza a taglio

Valutazione della necessita' di calcolo della resistenza a Shear buckling

$$h_w/t_w = 152,399 > 31/\eta * \epsilon_w * (K_\tau)^{0,5} = 74,167 \quad \text{Verifica a Shear Buckling: NECESSARIA}$$

Resistenza a taglio Shear buckling: $V_{b,Rd} = 4,253E+6$ N

Essendo:

$$a/h_w = 1,066, \quad \eta = 1,2, \quad I_{sl} = 1,575E+7 (\text{mm}^4), \quad K_{\tau sl} = 11,139, \quad K_\tau = 12,451$$

$$\text{contributo anima: } V_{bw,Rd} = 4,253E+6 \text{ N,} \quad \text{contributo flange: } V_{bf,Rd} = 0E+00 \text{ N}$$

$$\chi_w = 0,585, \quad \lambda_w = 1,419, \quad \tau_{cr} = 101,9, \quad C = 826,8$$

$$M_{Ed} = M_{Ed,eq} = -1,828E+8 \text{ Nm,} \quad M_{f,Rd} = -5,462E+7 \text{ Nm,} \quad M_{Ed}/M_{f,Rd} = 3,347$$

Resistenza plastica: $V_{pl,Rd} = 9,139E+6$ N

Resistenza a taglio: $V_{Rd} = \min(V_{pl,Rd}, V_{b,Rd}) = 4,253E+6$ N

Coefficienti di utilizzo

$$\eta_3 = V_{Ed}/V_{Rd} = 0,059, \quad (= > \text{VERIFICA SODDISFATTA})$$

$$\eta_3 = V_{Ed}/V_{bw,Rd} = 0,059, \quad \eta_1 = \max(\eta_i) = 0,99$$

Interazione pressoflessione taglio (N-M-V)

Valutazione della presenza di interazione

$$\eta_3 < 0.5, \quad M_{Ed} / M_{f,Rd} > 1$$

NON C'E' INTERAZIONE

Verifica a stato limite delle tensioni (Comb. Mmax)

Sollecitazioni (Comb. Mmax)

Fase	N (N)	V (N)	M (Nm)	T (Nm)
1	-8,8E+4	1,05E+5	-1,58E+7	-2,88E+5
2a	-7E+3	4,5E+4	-5,07E+6	-9,3E+4
2b	-1E+3	0E+00	1,03E+5	2E+3
Rit.Iso	0E+00	0	0E+00	0
2c	0E+00	0E+00	0E+00	0E+00
3a	0E+00	0E+00	4,3E+1	1E+0
Term.Iso	2,04E+6	0	1,4E+6	0
3b	6,04E+5	3,88E+5	-4,36E+6	-4,3E+4
Totale	2,55E+6	5,38E+5	-2,38E+7	-4,22E+5

Tensioni normali sulla sezione lorda (Comb. Mmax)

	F. 1	F. 2a Non Fess.	F. 2a Fess.	F. 2b Non Fess.	F. 2b Fess.	F. 2c Non Fess.	F. 2c Fess.	F. 2 tot	F. 3a Non Fess.	F. 3a Fess.	F. 3b Non Fess.	F. 3b Fess.	F. 3 tot	σ_d	η_1
σ_8	0	-1,3	0	0	0	0	0	-1,2	-0,4	0	-1,5	0	-3,1	3,1	0,148
σ_7	-0,6	-24,1	-47,3	0,4	1	0	0	-23,7	9,9	0	-8,4	-36,5	-22,2	22,2	0,062
σ_6	-0,6	-20,6	-42	0,3	0,8	0	0	-20,2	9,2	0	-6,1	-32	-17,2	17,2	0,048
σ_5	0	-1	0	0	0	0	0	-1	-0,6	0	-0,9	0	-2,5	2,5	0,118
σ_4	-145,6	-19,7	-40,7	0,3	0,8	0	0	-165	9	0	-5,6	-30,9	-161,6	161,6	0,482
σ_3	-139,6	-18,5	-39	0,3	0,8	0	0	-157,8	8,8	0	-4,8	-29,4	-153,9	155,4	0,464
σ_2	-0,6	0	0	0	0	0	0	-0,7	6,6	0	2	4,1	7,9	24,7	0,07
σ_1	99,2	28,9	31,3	-0,6	-0,6	0	0	127,5	-1	0	25,7	31	152,2	153,5	0,458
σ_0	106,5	30,3	33,4	-0,6	-0,7	0	0	136,2	-1,3	0	26,6	32,9	161,6	161,6	0,482
τ_4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,2	0	0,2		
τ_3	2,2	1,1	1	0	0	0	0	3,2	0	0	9,5	8,3	12,7		
τ_2	2,8	1,1	1,2	0	0	0	0	3,9	0	0	9,6	10,1	13,5		
τ_1	2,5	0,9	1	0	0	0	0	3,4	0	0	7,8	8,9	11,2		
τ_0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		

Massimo coefficiente di utilizzo: 0,482 VERIFICA SODDISFATTA

NOTE

- 1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 2 = -1,25 N/mm²
- 2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 2 = -0,99 N/mm²
 La sezione a fine fase 2 e' stata considerata: Non fessurata (t.,b.)
- 3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 = -3,1 N/mm²
- 4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 = -2,47 N/mm²
 La sezione a fine fase 3 e' stata considerata: Non fessurata (t.,b.)

Verifica a stato limite delle tensioni (Comb. Mmin)

Sollecitazioni (Comb. Mmin)

Fase	N (N)	V (N)	M (Nm)	T (Nm)
1	-8,8E+4	1,05E+5	-1,58E+7	-2,88E+5
2a	-7E+3	4,5E+4	-5,07E+6	-9,3E+4
2b	-1E+3	0E+00	1,03E+5	2E+3
Rit.Iso	-4,42E+6	0	-4,15E+6	0
2c	0E+00	0E+00	0E+00	0E+00
3a	0E+00	0E+00	-4,3E+4	-1E+3
Term.Iso	-2,04E+6	0	-1,4E+6	0
3b	-6,19E+5	1,6E+4	-1,24E+7	-3,26E+5
Totale	-7,18E+6	1,66E+5	-3,87E+7	-7,06E+5

Tensioni normali sulla sezione lorda (Comb. Mmin)

	F. 1	F. 2a	F. 2a	F. 2b	F. 2b	F. 2c	F. 2c	F. 2 tot	F. 3a	F. 3a	F. 3b	F. 3b	F. 3 tot	σ_d	η_1
--	------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	----------	-------	-------	-------	-------	----------	------------	----------

		Non Fess.	Fess.	Non Fess.	Fess.	Non Fess.	Fess.		Non Fess.	Fess.	Non Fess.	Fess.			
σ_8	0	-1,3	0	1,6	0	0	0	0	0,4	0	-5,3	0	-4,6	4,6	0,218
σ_7	-0,6	-24,1	-47,3	-35	1	0	0	-46,3	-10	-0,4	-31,3	-119,2	-100,5	100,5	0,279
σ_6	-0,6	-20,6	-42	-32,5	0,8	0	0	-41,1	-9,3	-0,4	-24,8	-106,4	-87,2	87,2	0,242
σ_5	0	-1	0	1,9	0	0	0	0	0,6	0	-3,8	0	-2,3	2,3	0,109
σ_4	-145,6	-19,7	-40,7	-31,9	0,8	0	0	-185,5	-9,1	-0,3	-23,3	-103,3	-229,6	229,6	0,685
σ_3	-139,6	-18,5	-39	-31	0,8	0	0	-177,8	-8,8	-0,3	-21,1	-99	-219,1	219,2	0,654
σ_2	-0,6	0	0	-19,6	0	0	0	-0,7	-6,6	0	-2	-4,2	-28,9	29,8	0,084
σ_1	99,2	28,9	31,3	3	-0,6	0	0	129,9	1,2	0,3	65,3	72,1	197,7	197,8	0,59
σ_0	106,5	30,3	33,4	4,1	-0,7	0	0	139,2	1,5	0,3	67,9	77,3	210,4	210,4	0,628
τ_4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
τ_3	2,2	1,1	1	0	0	0	0	3,1	0	0	0,4	0,3	3,6		
τ_2	2,8	1,1	1,2	0	0	0	0	4	0	0	0,4	0,4	4,3		
τ_1	2,5	0,9	1	0	0	0	0	3,5	0	0	0,3	0,4	3,7		
τ_0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		

Massimo coefficiente di utilizzo: 0,685 VERIFICA SODDISFATTA

NOTE

- 1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 2 = 0,36 N/mm²
- 2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 2 = 0,92 N/mm²
La sezione a fine fase 2 e' stata considerata: Fessurata (t.,b.)
- 3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 = -4,58 N/mm²
- 4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 = -2,29 N/mm²
La sezione a fine fase 3 e' stata considerata: Non fessurata (t.,b.)

SLE: Verifica a web breathing (Comb. Mmax)

Sollecitazioni (Comb. Mmax)

Fase	N (N)	V (N)	M (Nm)	T (Nm)
1	-8,8E+4	1,05E+5	-1,58E+7	-2,88E+5
2a	-7E+3	4,5E+4	-5,07E+6	-9,3E+4
2b	-1E+3	0E+00	1,03E+5	2E+3
Rit.Iso	0E+00	0	0E+00	0
2c	0E+00	0E+00	0E+00	0E+00
3a	0E+00	0E+00	3,6E+1	1E+0
Term.Iso	1,7E+6	0	1,16E+6	0
3b	0E+00	2,59E+5	-1,56E+6	-3E+3
Totale	1,61E+6	4,09E+5	-2,12E+7	-3,82E+5

Tensioni normali sulla sezione efficace (Comb. Mmax)

	F. 1	F. 2a Non Fess.	F. 2a Fess.	F. 2b Non Fess.	F. 2b Fess.	F. 2c Non Fess.	F. 2c Fess.	F. 2 tot	F. 3a Non Fess.	F. 3a Fess.	F. 3b Non Fess.	F. 3b Fess.	F. 3 tot
σ_8	0	-1,3	0	0	0	0	0	-1,3	-0,3	0	-0,6	0	-2,2
σ_7	-0,6	-24,3	-48,2	0,4	1	0	0	-23,9	8,3	0	-3,7	-14,9	-19,3
σ_6	-0,6	-20,7	-42,9	0,3	0,9	0	0	-20,4	7,7	0	-2,9	-13,2	-15,6
σ_5	0	-1	0	0	0	0	0	-1	-0,5	0	-0,4	0	-1,9
σ_4	-149,3	-19,9	-41,6	0,3	0,8	0	0	-168,9	7,6	0	-2,7	-12,8	-164,1
σ_3	-143,3	-18,7	-39,8	0,3	0,8	0	0	-161,7	7,4	0	-2,4	-12,3	-156,7
σ_2	-0,6	0	0	0	0	0	0	-0,7	5,6	0	0	0	4,9
σ_1	98,9	28,8	31,2	-0,6	-0,6	0	0	127,1	-0,8	0	8,5	9,6	134,8
σ_0	106,3	30,3	33,3	-0,6	-0,7	0	0	135,9	-1	0	8,8	10,3	143,7

NOTE

- 1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 2 = -1,26 N/mm²
- 2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 2 = -1 N/mm²
La sezione a fine fase 2 e' stata considerata: Non fessurata (t.,b.)
- 3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 = -2,22 N/mm²
- 4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 = -1,91 N/mm²
La sezione a fine fase 3 e' stata considerata: Non fessurata (t.,b.)

Verifica dell'intera anima (Comb. Mmax)

<i>Anima</i>	
b (mm)	2438,4
σ_{sup} (N/mm ²)	-152,96
σ_{inf} (N/mm ²)	135,21
σ_{Ed} (N/mm ²)	152,96
K_{σ}	21,01
σ_{cr0E} (N/mm ²)	8,18
τ_{Ed} (N/mm ²)	9,5
$\sigma_{cr}(P)$ (N/mm ²)	824,82
$\sigma_{cr}(C)$ (N/mm ²)	771,68
ξ	0,069
σ_{cr} (N/mm ²)	778,75
K_{τ}	12,45
$K_{\tau sl}$	11,14
Coefficienti di utilizzo	0,222
Esito	VERIFICA SODDISFATTA

Verifica locale dei sub pannelli (Comb. Mmax)

	<i>Sub pannello 1</i>	<i>Sub pannello 2</i>
b (mm)	557,9	1880,5
σ_{sup} (N/mm ²)	-152,96	-87,02
σ_{inf} (N/mm ²)	-87,02	135,21
σ_{Ed} (N/mm ²)	152,96	87,02
τ_{Ed} (N/mm ²)	9,5	9,5
σ_{cr0E} (N/mm ²)	156,27	13,75
ψ	0,569	-1,554
K_{σ}	5,1	39
σ_{cr} (N/mm ²)	791,53	536,43
K_{τ}	5,52	7,43
τ_{cr}	863,28	102,23
Coefficienti di utilizzo	0,194	0,192
Esito	VERIFICA SODDISFATTA	VERIFICA SODDISFATTA

SLE: Verifica a web breathing (Comb. Mmin)**Sollecitazioni (Comb. Mmin)**

Fase	<i>N (N)</i>	<i>V (N)</i>	<i>M (Nm)</i>	<i>T (Nm)</i>
1	-8,8E+4	1,05E+5	-1,58E+7	-2,88E+5
2a	-7E+3	4,5E+4	-5,07E+6	-9,3E+4
2b	-1E+3	0E+00	1,03E+5	2E+3
Rit.Iso	-4,42E+6	0	-4,15E+6	0
2c	0E+00	0E+00	0E+00	0E+00
3a	0E+00	0E+00	-3,6E+4	-1E+3
Term.Iso	-1,7E+6	0	-1,16E+6	0
3b	-3E+3	7E+3	-6,65E+6	-1,93E+5
Totale	-6,22E+6	1,57E+5	-3,28E+7	-5,73E+5

Tensioni normali sulla sezione efficace (Comb. Mmin)

	<i>F. 1</i>	<i>F. 2a Non Fess.</i>	<i>F. 2a Fess.</i>	<i>F. 2b Non Fess.</i>	<i>F. 2b Fess.</i>	<i>F. 2c Non Fess.</i>	<i>F. 2c Fess.</i>	<i>F. 2 tot</i>	<i>F. 3a Non Fess.</i>	<i>F. 3a Fess.</i>	<i>F. 3b Non Fess.</i>	<i>F. 3b Fess.</i>	<i>F. 3 tot</i>
σ_8	0	-1,3	0	1,6	0	0	0	0	0,3	0	-2,7	0	-2,1
σ_7	-0,6	-24,3	-48,3	-35,4	1	0	0	-47,3	-8,4	-0,3	-15,8	-63,3	-84
σ_6	-0,6	-20,7	-42,9	-32,9	0,9	0	0	-42,1	-7,8	-0,3	-12,3	-56,3	-73,7
σ_5	0	-1	0	1,9	0	0	0	0	0,5	0	-1,9	0	-0,5
σ_4	-149,6	-19,9	-41,7	-32,3	0,8	0	0	-190,4	-7,6	-0,3	-11,5	-54,6	-220,9
σ_3	-143,5	-18,7	-39,9	-31,4	0,8	0	0	-182,6	-7,4	-0,3	-10,3	-52,3	-211,3
σ_2	-0,6	0	0	-19,9	0	0	0	-0,7	-5,6	0	0	0	-26,1
σ_1	98,9	28,8	31,2	2,9	-0,6	0	0	129,4	1	0,2	36,2	40,9	167,7
σ_0	106,2	30,3	33,3	3,9	-0,7	0	0	138,9	1,2	0,2	37,7	43,8	179,3

NOTE

- 1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 2 = 0,32 N/mm²
- 2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 2 = 0,88 N/mm²
 La sezione a fine fase 2 e' stata considerata: Fessurata (t.,b.)
- 3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 = -2,06 N/mm²
- 4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 = -0,51 N/mm²
 La sezione a fine fase 3 e' stata considerata: Non fessurata (t.,b.)

Verifica dell'intera anima (Comb. Mmin)

<i>Anima</i>	
b (mm)	2438,4
σ_{sup} (N/mm ²)	-206,84
σ_{inf} (N/mm ²)	168,42
σ_{Ed} (N/mm ²)	206,84
K_{σ}	19,42
σ_{cr0E} (N/mm ²)	8,18
τ_{Ed} (N/mm ²)	3,68
$\sigma_{cr}(P)$ (N/mm ²)	785,72
$\sigma_{cr}(C)$ (N/mm ²)	735,32
ξ	0,069
σ_{cr} (N/mm ²)	741,99
K_{τ}	12,45
$K_{\tau sl}$	11,14
Coefficienti di utilizzo	0,282
Esito	VERIFICA SODDISFATTA

Verifica locale dei sub pannelli (Comb. Mmin)

	<i>Sub pannello 1</i>	<i>Sub pannello 2</i>
b (mm)	557,9	1880,5
σ_{sup} (N/mm ²)	-206,84	-120,98
σ_{inf} (N/mm ²)	-120,98	168,42
σ_{Ed} (N/mm ²)	206,84	120,98
τ_{Ed} (N/mm ²)	3,68	3,68
σ_{cr0E} (N/mm ²)	156,27	13,75
ψ	0,585	-1,392
K_{σ}	5	34,2
σ_{cr} (N/mm ²)	783,8	470,66
K_{τ}	5,52	7,43
τ_{cr}	863,28	102,23
Coefficienti di utilizzo	0,264	0,26
Esito	VERIFICA SODDISFATTA	VERIFICA SODDISFATTA

Verifica connessione trave soletta

Caratteristiche generali

Numero di pioli per unita' di lunghezza, n (m ⁻¹)	15
Diametro dei pioli, d (mm)	22
Altezza dei pioli, h (mm)	200
Resistenza ultima dei pioli, α	1
Coefficiente di sicurezza parziale, γ_v	1,25
Resistenza ultima dei pioli, f_u (N/mm ²)	450
Coefficiente E_{cm} (N/mm ²)	34077
Resistenza caratteristica cilindrica, f_{ck} (N/mm ²)	35

Resistenza della connessione

Resistenza a taglio del piolo, $P_{Rd1} = 0.8 f_u \pi d^2 / 4 / \gamma_v$, (N)	109478,22
Resistenza per schiacciamento del calcestruzzo, $P_{Rd2} = 0.29 \alpha d^2 (f_{ck} E_{cm})^{0.5} / \gamma_v$, (N)	122630,64
Resistenza di progetto del piolo $P_{Rd} = \text{Min}(P_{Rd1}, P_{Rd2})$, (N)	109478,22

Verifica elastica allo SLU

Coefficiente di utilizzo (Comb. Mmax)

Resistenza di progetto per unita' di lunghezza, $\nu_{Rd} = n P_{Rd} \kappa_s$ (N/mm)	1642,2
Fattore di riduzione, κ_s	1.00
Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo ν_{Ed} (N/mm)	203,9
Coefficiente di utilizzo ν_{Ed} / ν_{Rd}	0,124
VERIFICA SODDISFATTA	

Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo (Comb. Mmax)

Fase	V_{Ed} (N)	$S_{y,4}$ (mm ³)	J_y (mm ⁴)	V_{Ed} (N/mm)
Fase 2a	6,8E+4	6,118E+7	2,421E+11	17,2
Fase 2b	0E+00	7,897E+7	2,69E+11	0
Fase 2c	0E+00	5,99E+7	2,402E+11	0
Fase 3a	0E+00	1,151E+8	3,235E+11	0
Fase 3b	5,25E+5	1,151E+8	3,235E+11	186,7
Totale				203,9

Coefficiente di utilizzo (Comb. Mmin)

Resistenza di progetto per unita' di lunghezza, $\nu_{Rd} = n P_{Rd} \kappa_s$ (N/mm)	1642,2
Fattore di riduzione, κ_s	1.00
Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo ν_{Ed} (N/mm)	25,1
Coefficiente di utilizzo ν_{Ed} / ν_{Rd}	0,015
VERIFICA SODDISFATTA	

Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo (Comb. Mmin)

Fase	V_{Ed} (N)	$S_{y,4eff}$ (mm ³)	$J_{y,eff}$ (mm ⁴)	V_{Ed} (N/mm)
Fase 2a	6,8E+4	6,15E+7	2,416E+11	17,3
Fase 2b	0E+00	7,926E+7	2,686E+11	0
Fase 2c	0E+00	6,022E+7	2,396E+11	0
Fase 3a	0E+00	1,151E+8	3,234E+11	0
Fase 3b	2,2E+4	1,151E+8	3,234E+11	7,8
Totale				25,1

Verifica elastica allo SLE

Coefficiente di utilizzo (Comb. Mmax)

Resistenza di progetto per unita' di lunghezza, $\nu_{Rd} = n P_{Rd} \kappa_s$ (N/mm)	985,3
Fattore di riduzione, κ_s	0,6
Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo ν_{Ed} (N/mm)	149,4
Coefficiente di utilizzo ν_{Ed} / ν_{Rd}	0,152
VERIFICA SODDISFATTA	

Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo (Comb. Mmax)

Fase	V_{Ed} (N)	$S_{y,4}$ (mm ³)	J_y (mm ⁴)	V_{Ed} (N/mm)
Fase 2a	4,5E+4	6,118E+7	2,421E+11	11,4
Fase 2b	0E+00	7,897E+7	2,69E+11	0
Fase 2c	0E+00	5,99E+7	2,402E+11	0
Fase 3a	0E+00	1,151E+8	3,235E+11	0
Fase 3b	3,88E+5	1,151E+8	3,235E+11	138
Totale				149,4

Coefficiente di utilizzo (Comb. Mmin)

Resistenza di progetto per unita' di lunghezza, $\nu_{Rd} = n P_{Rd} \kappa_s$ (N/mm)	985,3
Fattore di riduzione, κ_s	0,6
Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo ν_{Ed} (N/mm)	17,1
Coefficiente di utilizzo ν_{Ed} / ν_{Rd}	0,017
VERIFICA SODDISFATTA	

Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo (Comb. Mmin)

Fase	V_{Ed} (N)	$S_{y,4}$ (mm ³)	J_y (mm ⁴)	V_{Ed} (N/mm)
Fase 2a	4,5E+4	6,118E+7	2,421E+11	11,4
Fase 2b	0E+00	7,897E+7	2,69E+11	0

Fase 2c	0E+00	5,99E+7	2,402E+11	0
Fase 3a	0E+00	1,151E+8	3,235E+11	0
Fase 3b	1,6E+4	1,151E+8	3,235E+11	5,7
Totale				17,1

Sezione C2 4 2

Pre-classificazione

La preclassificazione e' riferita alla sezione composta in Fase 3

Caratteristiche plastiche dei singoli componenti

Componenti	$N_{pl} (N)$	$z_N (mm)$	$z_{max} (mm)$	$z_{min} (mm)$
Strato di calcestruzzo superiore	3,143E+6	2620,19	2640	2600,38
Strato di calcestruzzo intermedio alle armature	1,343E+7	2515	2599,62	2430,38
Strato di calcestruzzo inferiore	3,143E+6	2409,81	2429,62	2390
Strato di armatura superiore	1,205E+6	2600	2600,38	2599,62
Strato di armatura inferiore	1,205E+6	2430	2430,38	2429,62
Raccordo in cls	0E+00	2390	2390	2390
Flangia superiore della trave di acciaio	1,273E+7	2361,5	2390	2333
Anima della trave di acciaio	1,319E+7	1201	2333	69
Flangia inferiore della trave di acciaio	1,981E+7	34,5	69	0
<i>Compressione ultima per la sezione completa</i>				
<i>Trazione ultima per la sezione completa</i>				
<i>Compressione ultima per la sezione senza anima</i>				
<i>Trazione ultima per la sezione senza anima</i>				

Classificazione delle piattabande

	c/t	ε	Flessione semplice con fibre tese superiori (M+)	Flessione semplice con fibre tese inferiori (M-)
Flangia superiore	5,989	0,838	1	0
Flangia inferiore	6,397	0,838	1	1

Classificazione dell'anima

	c/t	ε	α	ψ	classe
Flessione semplice con fibre tese superiori (M+)	152,399	0,814	0,323	-1,243	4
Flessione semplice con fibre tese inferiori (M-)	152,399	0,814	0	-0,284	1
Compressione semplice (N)	152,399	0,814	1	1	4

Verifiche S.L.U. sezione composta (Comb. Mmax)

Sollecitazioni (Comb. Mmax)

Fase	$N (N)$	$V (N)$	$M (Nm)$	$T (Nm)$
1	-1,19E+5	8,5E+4	-2,15E+7	-3,89E+5
2a	-1,1E+4	4,3E+4	-7,66E+6	-1,4E+5
2b	-1E+3	0E+00	1,24E+5	3E+3
Rit.Iso	0E+00	0	0E+00	0
2c	0E+00	0E+00	0E+00	0E+00
3a	0E+00	0E+00	6,4E+1	1E+0
Term.Iso	3,07E+6	0	2,1E+6	0
3b	9,06E+5	4,85E+5	-5,98E+6	-6E+4
Totale	3,84E+6	6,13E+5	-3,29E+7	-5,86E+5

Pressoflessione - Analisi plastica

Classificazione della sezione (Comb. Mmax)

	c/t	$z_{pl} (mm)$	α	ψ	Classe
Anima	152,4	2345,74	-0,01	-1,01	1
Piattabanda superiore	5,99				1
Piattabanda inferiore	6,4				1
classe della sezione					1

Analisi plastica: APPLICABILE

Verifica plastica a Presso-Tenso flessione (Comb. Mmax)

Azione assiale		Flessione semplice		Interazione N/M	
N _{Ed} (N)	3,842E+6	M _{Ed} (Nm)	-3,291E+7	N _{Ed} (N)	3,842E+6
N _{Rd} (N)	4,814E+7	M _{Rd} (Nm)	-6,486E+7	M _{Ed} (Nm)	-3,291E+7
				M _{Rd} (Nm)	-6,29E+7
N _{Ed} /N _{Rd}	0,08	M _{Ed} /M _{Rd}	0,507	M _{Ed} /M _{Rd}	0,523
VERIFICA SODDISFATTA					

Pressoflessione - Calcolo tensioni lorde

Tensioni normali sulla sezione lorda (Comb. Mmax)

	F. 1	F. 2a Non Fess.	F. 2a Fess.	F. 2b Non Fess.	F. 2b Fess.	F. 2c Non Fess.	F. 2c Fess.	F. 2 tot	F. 3a Non Fess.	F. 3a Fess.	F. 3b Non Fess.	F. 3b Fess.	F. 3 tot	η ₁
σ ₈	0	-1,9	0	0	0	0	0	-1,9	-0,6	0	-2	0	-4,5	0,225
σ ₇	-0,8	-36,4	-71,4	0,5	1,1	0	0	-36	14,9	0	-11,3	-49,6	-32,4	0,083
σ ₆	-0,8	-31,1	-63,4	0,4	1	0	0	-30,7	13,8	0	-8,1	-43,4	-25	0,064
σ ₅	0	-1,5	0	0	0	0	0	-1,5	-0,9	0	-1,2	0	-3,6	0,18
σ ₄	-197,6	-29,8	-61,6	0,4	1	0	0	-227	13,5	0	-7,4	-41,9	-220,9	0,692
σ ₃	-189,4	-28	-58,9	0,3	0,9	0	0	-217,1	13,2	0	-6,3	-39,8	-210,3	0,659
σ ₂	-0,8	-0,1	-0,1	0	0	0	0	-0,9	9,9	0	2,9	6,2	11,9	0,035
σ ₁	134,7	43,6	47,2	-0,7	-0,8	0	0	177,6	-1,5	0	35,5	43,1	211,6	0,663
σ ₀	144,6	45,8	50,5	-0,7	-0,8	0	0	189,6	-2	0	36,8	45,7	224,5	0,704

Massimo coefficiente di utilizzo: 0,704 VERIFICA NON SIGNIFICATIVA

NOTE

- 1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 2 = -1,9 N/mm²
- 2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 2 = -1,5 N/mm²
La sezione a fine fase 2 e' stata considerata: Non fessurata (t.,b.)
- 3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 = -4,46 N/mm²
- 4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 = -3,57 N/mm²
La sezione a fine fase 3 e' stata considerata: Non fessurata (t.,b.)

Resistenza a taglio

Valutazione della necessita' di calcolo della resistenza a Shear buckling

$$h_w/t_w=152,399 > 31/\eta * \epsilon_w * (K_\tau)^{0.5}=74,167 \quad \text{Verifica a Shear Buckling: NECESSARIA}$$

Resistenza a taglio Shear buckling: **V_{b,Rd}=5,076E+6 N**

Essendo:

$$a/h_w=1,066, \quad \eta=1,2, \quad I_{sl}=1,575E+7(\text{mm}^4), \quad K_{\tau sl}=11,139, \quad K_\tau=12,451$$

$$\text{contributo anima: } V_{bw,Rd}=4,253E+6 \text{ N}, \quad \text{contributo flange: } V_{bf,Rd}=8,238E+5 \text{ N}$$

$$\chi_w=0,585, \quad \lambda_w=1,419, \quad \tau_{cr}=101,9, \quad C=826,8$$

$$M_{Ed}=-3,291E+7 \text{ Nm}, \quad M_{f,Rd}=-4,76E+7 \text{ Nm}, \quad M_{Ed}/M_{f,Rd}=0,691$$

Resistenza plastica: **V_{pl,Rd}=9,139E+6 N**

Resistenza a taglio: **V_{Rd}=min(V_{pl,Rd}, V_{b,Rd})=5,076E+6 N**

Coefficienti di utilizzo

$$\eta_3 = V_{Ed}/V_{Rd} = 0,13, \quad (=> \text{VERIFICA SODDISFATTA})$$

$$\eta_3 = V_{Ed}/V_{bw,Rd} = 0,155, \quad \eta_1 = M_{Ed}/M_{Rd} = 0,523$$

Interazione pressoflessione taglio (N-M-V)

Valutazione della presenza di interazione

$$\eta_3 < 0,5, \quad M_{Ed}/M_{f,Rd} < 1$$

NON C'E' INTERAZIONE

Verifiche S.L.U. sezione composta (Comb. Mmin)

Sollecitazioni (Comb. Mmin)

Fase	N (N)	V (N)	M (Nm)	T (Nm)
1	-1,19E+5	8,5E+4	-2,15E+7	-3,89E+5
2a	-1,1E+4	4,3E+4	-7,66E+6	-1,4E+5

2b	-1E+3	0E+00	1,24E+5	3E+3
Rit.Iso	-5,3E+6	0	-4,98E+6	0
2c	0E+00	0E+00	0E+00	0E+00
3a	0E+00	0E+00	-6,4E+4	-1E+3
Term.Iso	-3,07E+6	0	-2,1E+6	0
3b	-9,28E+5	1,6E+4	-1,73E+7	-4,42E+5
Totale	-9,43E+6	1,44E+5	-5,35E+7	-9,69E+5

Pressoflessione - Analisi plastica**Classificazione della sezione (Comb. Mmin)**

	c/t	z _{pl} (mm)	α	ψ	Classe
Anima	152,4	1682,47	0,29	-0,92	4
Piattabanda superiore	5,99				1
Piattabanda inferiore	6,4				1
classe della sezione					4

Analisi plastica: NON APPLICABILE

Verifica plastica a Presso-Tenso flessione (Comb. Mmin)

Azione assiale		Flessione semplice		Interazione N/M	
N _{Ed} (N)	-9,428E+6	M _{Ed} (Nm)	-5,347E+7	N _{Ed} (N)	-9,428E+6
N _{Rd} (N)	-6,785E+7	M _{Rd} (Nm)	-6,486E+7	M _{Ed} (Nm)	-5,347E+7
				M _{Rd} (Nm)	-6,712E+7
N _{Ed} /N _{Rd}	0,139	M _{Ed} /M _{Rd}	0,824	M _{Ed} /M _{Rd}	0,797

VERIFICA NON SIGNIFICATIVA

Pressoflessione - Calcolo tensioni lorde**Tensioni normali sulla sezione lorda (Comb. Mmin)**

	F. 1	F. 2a Non Fess.	F. 2a Fess.	F. 2b Non Fess.	F. 2b Fess.	F. 2c Non Fess.	F. 2c Fess.	F. 2 tot	F. 3a Non Fess.	F. 3a Fess.	F. 3b Non Fess.	F. 3b Fess.	F. 3 tot	η ₁
σ ₈	0	-1,9	0	2	0	0	0	0	0,6	0	-7,5	0	-6,9	0,347
σ ₇	-0,8	-36,4	-71,4	-42,1	1,1	0	0	-70,3	-15	-0,6	-44,1	-167,5	-137,6	0,352
σ ₆	-0,8	-31,1	-63,4	-39	1	0	0	-62,4	-13,9	-0,5	-35	-149,5	-119	0,304
σ ₅	0	-1,5	0	2,3	0	0	0	0	0,9	0	-5,3	0	-3,7	0,186
σ ₄	-197,6	-29,8	-61,6	-38,3	1	0	0	-258,2	-13,6	-0,5	-32,9	-145,2	-312,2	0,978
σ ₃	-189,4	-28	-58,9	-37,2	0,9	0	0	-247,4	-13,3	-0,5	-29,8	-139,2	-297,8	0,933
σ ₂	-0,8	-0,1	-0,1	-23,6	0	0	0	-0,9	-9,9	0	-3	-6,3	-37,4	0,111
σ ₁	134,7	43,6	47,2	3,6	-0,8	0	0	181,2	1,9	0,4	91,3	100,6	275,1	0,862
σ ₀	144,6	45,8	50,5	4,9	-0,8	0	0	194,2	2,3	0,4	95	107,9	292,6	0,917

Massimo coefficiente di utilizzo: 0,978 VERIFICA NON SIGNIFICATIVA

NOTE

- 1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 2 = 0,04 N/mm²
- 2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 2 = 0,79 N/mm²
La sezione a fine fase 2 e' stata considerata: Fessurata (t.,b.)
- 3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 = -6,88 N/mm²
- 4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 = -3,69 N/mm²
La sezione a fine fase 3 e' stata considerata: Non fessurata (t.,b.)

Pressoflessione - Calcolo tensioni efficaci**Area efficace per shear lag e/o buckling delle flange(Comb. Mmin)**

Componente	b (mm)	t (mm)	λ _p	ρ	A _{c,eff} (mm ²)	β ^k	A _{c,eff} *β ^k (mm ²)
Piattabanda superiore SX	350	57	---	---	---	1	19950
Piattabanda superiore DX	350	57	---	---	---	1	19950
Piattabanda inferiore SX	450	69	---	---	---	1	31050
Piattabanda inferiore DX	450	69	---	---	---	1	31050

Instabilità locale dei pannelli d'anima (Comb. Mmin)

	Anima	Sub pannello 1	Sub pannello 2
b (mm)	2438,38	557,9	1880,48

σ_{cr0E} (N/mm ²)	8,18	156,27	13,75
σ_{sup} (N/mm ²)	-297,75	-297,75	-166,68
σ_{inf} (N/mm ²)	275,1	-166,68	275,1
ψ	-0,92	0,56	-1,65
K_{σ}	21,97	5,09	42,01
λ_p	1,41	0,67	0,78
b_c (mm)	1267,4	557,9	709,5
$b_{c, sup}$ (mm)	506,96	251,29	283,8
$b_{c, sup}$ (mm)	760,44	306,6	425,7
ρ_{loc}	0,65	1	1
b_{ceff} (mm)	828,53	557,9	709,5
$b_{ceff, sup}$ (mm)	331,41	251,29	283,8
$b_{ceff, sup}$ (mm)	497,12	306,6	425,7
ϕ_{Foro} (mm)	438,86	0	0

Caratteristiche dell'anima compressa, irrigidenti esclusi (Comb. Mmin)

	$A(mm^2)$	$z_G(mm)$	$J_y(mm^4)$
A_c Edge sup	4,021E+3	2298	2,116E+7
A_c 1	9,446E+3	1877,1	2,744E+8
A_c 2	0E+00	0	0E+00
A_c Edge inf	6,811E+3	1369,1	1,029E+8
A_c tot	2,028E+4	1789,9	2,714E+9
A_c	1,17E+4		

Caratteristiche dell'anima compressa, depurata per instabilita' locale (Comb. Mmin)

	$A(mm^2)$	$z_G(mm)$	$J_y(mm^4)$
$A_{c,eff}$ Edge sup	4,021E+3	2298	2,116E+7
$A_{c,eff}$ 1	9,446E+3	1877,1	2,744E+8
$A_{c,eff}$ 2	0E+00	0	0E+00
$A_{c,eff}$ Edge inf	6,811E+3	1369,1	1,029E+8
$A_{c,eff}$ tot	2,028E+4	1789,9	2,714E+9
$A_{c,eff,loc}$	1,17E+4		

Tensioni critiche per l'anima (Comb. Mmin)

	<i>Stiffener 1</i>
A_{sl} (mm ²)	1,17E+4
e_{sl} (mm)	-16
I_{sl} (mm ⁴)	1,694E+7
$A_{sl,eff}$ (mm ²)	1,17E+4
$e_{sl,eff}$ (mm)	-16
$I_{sl,eff}$ (mm ⁴)	1,694E+7
$\sigma_{cr,sl,i}$ (p)	474,68
$\sigma_{cr,p,i}$ (p)	847,93
$\sigma_{cr,sl}$ (C)	444,02
$\sigma_{cr,c}$ (C)	793,16
α_e	0,649

Coefficienti di riduzione per instabilita' globale dell'anima (Comb. Mmin)

	<i>Piastra</i>		<i>Colonna</i>
$\sigma_{cr,p}$ (p)	847,93	$\sigma_{cr,c}$ (C)	1
β_{ac} (p)	1	β_{ac} (C)	0,669
λ_p	0,647	λ_c	0,735
ρ_p	1	χ_c	

Anima depurata per instabilita' locale e globale dell'anima (Comb. Mmin)

	$A(mm^2)$	$z_G(mm)$	$J_y(mm^4)$
Edge sup	4,021E+3	2298	2,116E+7
1	6,94E+3	1877,1	2,016E+8
2	0E+00	0	0E+00
Edge inf	6,811E+3	1369,1	1,029E+8
Totale	1,777E+4	1777,6	2,62E+9

Depurazione complessiva da applicare alla sezione (Comb. Mmin)

	$\Delta A (mm^2)$	$z_G (mm)$	$\Delta J_y (mm^4)$
Anima	-2,506E+3	1877,1	-7,28E+7
Piattabanda superiore	0E+00	0	0E+00
Piattabanda inferiore	0E+00	0	0E+00

Caratteristiche geometriche efficaci (Comb. Mmin)

	Fase 1	Fase 2a	Fase 2b	Fase 2c	Fase 3	Fessurata
A (mm ²)	1,385E+5	1,959E+5	3,069E+5	1,943E+5	3,069E+5	1,447E+5
Z _G (mm)	1000,071	1444,075	1831,377	1434,806	1831,377	1064,552
Δz_{Geff} (mm)	15,59	5,47	0,37	5,63	0,37	13,84
J _{y,eff} (mm ⁴)	1,481E+11	2,416E+11	3,234E+11	2,396E+11	3,234E+11	1,617E+11
W _{y,0eff} (mm ³)	-1,481E+8	-1,673E+8	-1,766E+8	-1,67E+8	-1,766E+8	-1,519E+8
W _{y,1eff} (mm ³)	-1,591E+8	-1,757E+8	-1,835E+8	-1,755E+8	-1,835E+8	-1,624E+8
W _{y,3eff} (mm ³)	1,111E+8	2,718E+8	6,448E+8	2,668E+8	6,448E+8	1,275E+8
W _{y,4eff} (mm ³)	1,066E+8	2,554E+8	5,79E+8	2,509E+8	5,79E+8	1,22E+8
W _{y,5eff} (mm ³)	1E+300	2,554E+8	5,79E+8	2,509E+8	5,79E+8	1,22E+8
W _{y,6eff} (mm ³)	1E+300	2,451E+8	5,403E+8	2,408E+8	5,403E+8	1,184E+8
W _{y,7eff} (mm ³)	1E+300	2,09E+8	4,208E+8	2,057E+8	4,208E+8	1,053E+8
W _{y,8eff} (mm ³)	1E+300	2,02E+8	4E+8	1,988E+8	4E+8	1,026E+8
S _{y,1eff} (mm ³)	5,996E+7	8,753E+7	1,116E+8	8,696E+7	1,116E+8	6,397E+7
S _{y,2eff} (mm ³)	6,743E+7	1,038E+8	1,383E+8	1,03E+8	1,383E+8	7,251E+7
S _{y,3eff} (mm ³)	5,432E+7	9,81E+7	1,363E+8	9,719E+7	1,363E+8	6,068E+7
S _{y,4eff} (mm ³)	1,515E-291	6,15E+7	1,151E+8	6,021E+7	1,151E+8	8,931E+6

Le caratteristiche efficaci sono state calcolate iterativamente in 0 iterazioni, con la seguente variazione percentuale del coefficiente ψ

$(\psi_1 - \psi_0)/\psi_0 * 100$	
$(\psi_2 - \psi_1)/\psi_1 * 100$	
$(\psi_3 - \psi_2)/\psi_2 * 100$	
$(\psi_4 - \psi_3)/\psi_3 * 100$	
$(\psi_5 - \psi_4)/\psi_4 * 100$	

Momento aggiuntivo per traslazione dell'asse neutro(Comb. Mmin)

	Fase 1	Fase 2a	Fase 2b	Fase 2c	Fase 3a	Fase 3b
$\Delta M_{Fessurata}$ (kNm)	-1,855E+3	-1,522E+2	-1,384E+1	0E+00	0E+00	-1,284E+4
$\Delta M_{Non fessurata}$ (kNm)	-1,855E+3	-6,017E+1	-1,8E+4	0E+00	-1,137E+3	-3,44E+2

Tensioni normali sulla sezione efficace (Comb. Mmin)

	F. 1	F. 2a Non Fess.	F. 2a Fess.	F. 2b Non Fess.	F. 2b Fess.	F. 2c Non Fess.	F. 2c Fess.	F. 2 tot	F. 3a Non Fess.	F. 3a Fess.	F. 3b Non Fess.	F. 3b Fess.	F. 3 tot	η_1
σ_8	0	-1,9	0	1,9	0	0	0	0	0,6	0	-7,5	0	-7	0,351
σ_7	-0,9	-36,7	-72,8	-42,5	1,2	0	0	-71,6	-15,1	-0,6	-44,1	-170,9	-138,4	0,354
σ_6	-0,9	-31,3	-64,8	-39,4	1	0	0	-63,7	-14	-0,5	-35,1	-152,7	-119,7	0,306
σ_5	0	-1,5	0	2,3	0	0	0	0	0,8	0	-5,3	0	-3,8	0,189
σ_4	-202,5	-30	-62,9	-38,7	1	0	0	-264,4	-13,7	-0,5	-32,9	-148,4	-317,9	0,996
σ_3	-194,2	-28,2	-60,2	-37,6	1	0	0	-253,4	-13,3	-0,5	-29,9	-142,3	-303,3	0,951
σ_2	-0,9	-0,1	-0,1	-23,8	0	0	0	-0,9	-10	0	-3	-6,4	-37,8	0,112
σ_1	134,2	43,5	47,1	3,5	-0,8	0	0	180,5	1,8	0,4	91,3	100,2	274,3	0,86
σ_0	144,2	45,7	50,4	4,7	-0,8	0	0	193,8	2,2	0,4	95	107,6	291,9	0,915

Massimo coefficiente di utilizzo: 0,996 VERIFICA SODDISFATTA

NOTE

- 1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 2 = -0,01 N/mm²
- 2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 2 = 0,75 N/mm²
La sezione a fine fase 2 e' stata considerata: Fessurata (t.,b.)
- 3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 = -6,95 N/mm²
- 4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 = -3,75 N/mm²
La sezione a fine fase 3 e' stata considerata: Non fessurata (t.,b.)

Resistenza a taglio

Valutazione della necessita' di calcolo della resistenza a Shear buckling

$h_w/t_w=152,399 > 31/\eta * \epsilon_w *(K_\tau)^{0.5}=74,167$ Verifica a Shear Buckling: **NECESSARIA**

Resistenza a taglio Shear buckling: **$V_{b,Rd}=4,253E+6$ N**

Essendo:

$a/h_w=1,066$, $\eta=1,2$, $I_{sl}=1,575E+7$ (mm⁴), $K_{\tau sl}=11,139$, $K_\tau=12,451$
 contributo anima: $V_{bw,Rd}=4,253E+6$ N, contributo flange: $V_{bf,Rd}=0E+00$ N
 $\chi_w=0,585$, $\lambda_w=1,419$, $\tau_{cr}=101,9$, $C=826,8$
 $M_{Ed}=M_{Ed,eq}=-1,84E+8$ Nm, $M_{f,Rd}=-5,462E+7$ Nm, $M_{Ed}/M_{f,Rd}=3,37$

Resistenza plastica: **$V_{pl,Rd}=9,139E+6$ N**

Resistenza a taglio: **$V_{Rd}=\min(V_{pl,Rd}, V_{b,Rd})=4,253E+6$ N**

Coefficienti di utilizzo

$\eta_3 = V_{Ed}/V_{Rd} = 0,036$, (\Rightarrow VERIFICA SODDISFATTA)
 $\eta_3 = V_{Ed}/V_{bw,Rd} = 0,036$, $\eta_1 = \max(\eta_i) = 0,996$

Interazione pressoflessione taglio (N-M-V)

Valutazione della presenza di interazione

$\eta_3 < 0,5$, $M_{Ed}/M_{f,Rd} > 1$
NON C'E' INTERAZIONE

Verifica a stato limite delle tensioni (Comb. Mmax)

Sollecitazioni (Comb. Mmax)

Fase	N (N)	V (N)	M (Nm)	T (Nm)
1	-8,8E+4	6,3E+4	-1,59E+7	-2,88E+5
2a	-7E+3	2,8E+4	-5,11E+6	-9,3E+4
2b	-1E+3	0E+00	1,03E+5	2E+3
Rit.Iso	0E+00	0	0E+00	0
2c	0E+00	0E+00	0E+00	0E+00
3a	0E+00	0E+00	4,3E+1	1E+0
Term.Iso	2,04E+6	0	1,4E+6	0
3b	6,04E+5	3,59E+5	-4,37E+6	-4,3E+4
Totale	2,55E+6	4,5E+5	-2,39E+7	-4,22E+5

Tensioni normali sulla sezione lorda (Comb. Mmax)

	F. 1	F. 2a Non Fess.	F. 2a Fess.	F. 2b Non Fess.	F. 2b Fess.	F. 2c Non Fess.	F. 2c Fess.	F. 2 tot	F. 3a Non Fess.	F. 3a Fess.	F. 3b Non Fess.	F. 3b Fess.	F. 3 tot	σ_{td}	η_1
σ_8	0	-1,3	0	0	0	0	0	-1,3	-0,4	0	-1,5	0	-3,1	3,1	0,149
σ_7	-0,6	-24,3	-47,6	0,4	1	0	0	-23,9	9,9	0	-8,4	-36,6	-22,4	22,4	0,062
σ_6	-0,6	-20,7	-42,3	0,3	0,8	0	0	-20,4	9,2	0	-6,1	-32,1	-17,3	17,3	0,048
σ_5	0	-1	0	0	0	0	0	-1	-0,6	0	-0,9	0	-2,5	2,5	0,118
σ_4	-146,4	-19,9	-41	0,3	0,8	0	0	-165,9	9	0	-5,6	-31	-162,5	162,5	0,485
σ_3	-140,3	-18,7	-39,3	0,3	0,8	0	0	-158,7	8,8	0	-4,8	-29,5	-154,8	155,9	0,465
σ_2	-0,6	0	0	0	0	0	0	-0,7	6,6	0	2	4,1	7,9	21,1	0,059
σ_1	99,8	29,1	31,5	-0,6	-0,6	0	0	128,3	-1	0	25,8	31,1	153	153,9	0,459
σ_0	107,1	30,5	33,7	-0,6	-0,7	0	0	137	-1,3	0	26,7	33	162,4	162,4	0,485
τ_4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,2	0	0,2		
τ_3	1,3	0,7	0,6	0	0	0	0	2	0	0	8,8	7,7	10,7		
τ_2	1,7	0,7	0,7	0	0	0	0	2,4	0	0	8,9	9,4	11,3		
τ_1	1,5	0,6	0,6	0	0	0	0	2,1	0	0	7,2	8,3	9,3		
τ_0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		

Massimo coefficiente di utilizzo: 0,485 VERIFICA SODDISFATTA

NOTE

- 1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 2 = -1,26 N/mm²
- 2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 2 = -0,99 N/mm²
 La sezione a fine fase 2 e' stata considerata: Non fessurata (t.,b.)
- 3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 = -3,12 N/mm²
- 4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 = -2,48 N/mm²

La sezione a fine fase 3 e' stata considerata: Non fessurata (t.,b.)

Verifica a stato limite delle tensioni (Comb. Mmin)

Sollecitazioni (Comb. Mmin)

Fase	N (N)	V (N)	M (Nm)	T (Nm)
1	-8,8E+4	6,3E+4	-1,59E+7	-2,88E+5
2a	-7E+3	2,8E+4	-5,11E+6	-9,3E+4
2b	-1E+3	0E+00	1,03E+5	2E+3
Rit.Iso	-4,42E+6	0	-4,15E+6	0
2c	0E+00	0E+00	0E+00	0E+00
3a	0E+00	0E+00	-4,3E+4	-1E+3
Term.Iso	-2,04E+6	0	-1,4E+6	0
3b	-6,19E+5	1,2E+4	-1,27E+7	-3,26E+5
Totale	-7,18E+6	1,03E+5	-3,92E+7	-7,06E+5

Tensioni normali sulla sezione lorda (Comb. Mmin)

	F. 1	F. 2a Non Fess.	F. 2a Fess.	F. 2b Non Fess.	F. 2b Fess.	F. 2c Non Fess.	F. 2c Fess.	F. 2 tot	F. 3a Non Fess.	F. 3a Fess.	F. 3b Non Fess.	F. 3b Fess.	F. 3 tot	σ_{td}	η_1
σ_8	0	-1,3	0	1,6	0	0	0	0	0,4	0	-5,5	0	-4,7	4,7	0,226
σ_7	-0,6	-24,3	-47,6	-35	1	0	0	-46,6	-10	-0,4	-32,2	-122,7	-101,6	101,6	0,282
σ_6	-0,6	-20,7	-42,3	-32,5	0,8	0	0	-41,4	-9,3	-0,4	-25,5	-109,4	-88	88	0,244
σ_5	0	-1	0	1,9	0	0	0	0	0,6	0	-3,9	0	-2,4	2,4	0,114
σ_4	-146,4	-19,9	-41	-31,9	0,8	0	0	-186,6	-9,1	-0,3	-24	-106,3	-231,2	231,2	0,69
σ_3	-140,3	-18,7	-39,3	-31	0,8	0	0	-178,8	-8,8	-0,3	-21,7	-101,9	-220,6	220,6	0,659
σ_2	-0,6	0	0	-19,6	0	0	0	-0,7	-6,6	0	-2	-4,2	-28,9	29,3	0,082
σ_1	99,8	29,1	31,5	3	-0,6	0	0	130,6	1,2	0,3	67,3	74,4	200,4	200,5	0,598
σ_0	107,1	30,5	33,7	4,1	-0,7	0	0	140,1	1,5	0,3	70	79,8	213,3	213,3	0,637
τ_4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
τ_3	1,3	0,7	0,6	0	0	0	0	1,9	0	0	0,3	0,3	2,3		
τ_2	1,7	0,7	0,7	0	0	0	0	2,4	0	0	0,3	0,3	2,7		
τ_1	1,5	0,6	0,6	0	0	0	0	2,1	0	0	0,2	0,3	2,3		
τ_0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		

Massimo coefficiente di utilizzo: 0,69 VERIFICA SODDISFATTA

NOTE

- 1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 2 = 0,35 N/mm²
- 2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 2 = 0,92 N/mm²
La sezione a fine fase 2 e' stata considerata: Fessurata (t.,b.)
- 3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 = -4,74 N/mm²
- 4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 = -2,4 N/mm²
La sezione a fine fase 3 e' stata considerata: Non fessurata (t.,b.)

SLE: Verifica a web breathing (Comb. Mmax)

Sollecitazioni (Comb. Mmax)

Fase	N (N)	V (N)	M (Nm)	T (Nm)
1	-8,8E+4	6,3E+4	-1,59E+7	-2,88E+5
2a	-7E+3	2,8E+4	-5,11E+6	-9,3E+4
2b	-1E+3	0E+00	1,03E+5	2E+3
Rit.Iso	0E+00	0	0E+00	0
2c	0E+00	0E+00	0E+00	0E+00
3a	0E+00	0E+00	3,6E+1	1E+0
Term.Iso	1,7E+6	0	1,16E+6	0
3b	0E+00	2,49E+5	-1,57E+6	-3E+3
Totale	1,61E+6	3,4E+5	-2,13E+7	-3,82E+5

Tensioni normali sulla sezione efficace (Comb. Mmax)

	F. 1	F. 2a Non Fess.	F. 2a Fess.	F. 2b Non Fess.	F. 2b Fess.	F. 2c Non Fess.	F. 2c Fess.	F. 2 tot	F. 3a Non Fess.	F. 3a Fess.	F. 3b Non Fess.	F. 3b Fess.	F. 3 tot
σ_8	0	-1,3	0	0	0	0	0	-1,3	-0,3	0	-0,6	0	-2,2
σ_7	-0,6	-24,5	-48,6	0,4	1	0	0	-24,1	8,3	0	-3,7	-14,9	-19,5

σ_6	-0,6	-20,9	-43,2	0,3	0,9	0	0	-20,6	7,7	0	-2,9	-13,3	-15,7
σ_5	0	-1	0	0	0	0	0	-1	-0,5	0	-0,4	0	-1,9
σ_4	-150,1	-20	-41,9	0,3	0,8	0	0	-169,9	7,6	0	-2,7	-12,9	-165
σ_3	-144	-18,8	-40,1	0,3	0,8	0	0	-162,5	7,4	0	-2,4	-12,3	-157,6
σ_2	-0,6	0	0	0	0	0	0	-0,7	5,6	0	0	0	4,9
σ_1	99,4	29	31,4	-0,6	-0,6	0	0	127,9	-0,8	0	8,5	9,7	135,6
σ_0	106,8	30,5	33,6	-0,6	-0,7	0	0	136,7	-1	0	8,9	10,3	144,5

NOTE

- 1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 2 = -1,27 N/mm²
- 2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 2 = -1 N/mm²
La sezione a fine fase 2 e' stata considerata: Non fessurata (t.,b.)
- 3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 = -2,23 N/mm²
- 4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 = -1,92 N/mm²
La sezione a fine fase 3 e' stata considerata: Non fessurata (t.,b.)

Verifica dell'intera anima (Comb. Mmax)

Anima	
b (mm)	2438,4
σ_{sup} (N/mm ²)	-153,83
σ_{inf} (N/mm ²)	135,98
σ_{Ed} (N/mm ²)	153,83
K_σ	21,01
σ_{cr0E} (N/mm ²)	8,18
τ_{Ed} (N/mm ²)	7,89
$\sigma_{cr}(P)$ (N/mm ²)	824,79
$\sigma_{cr}(C)$ (N/mm ²)	771,66
ξ	0,069
σ_{cr} (N/mm ²)	778,72
K_τ	12,45
$K_{\tau sl}$	11,14
Coefficienti di utilizzo	0,215
Esito	VERIFICA SODDISFATTA

Verifica locale dei sub pannelli (Comb. Mmax)

	Sub pannello 1	Sub pannello 2
b (mm)	557,9	1880,5
σ_{sup} (N/mm ²)	-153,83	-87,53
σ_{inf} (N/mm ²)	-87,53	135,98
σ_{Ed} (N/mm ²)	153,83	87,53
τ_{Ed} (N/mm ²)	7,89	7,89
σ_{cr0E} (N/mm ²)	156,27	13,75
ψ	0,569	-1,554
K_σ	5,1	39
σ_{cr} (N/mm ²)	791,52	536,37
K_τ	5,52	7,43
τ_{cr}	863,28	102,23
Coefficienti di utilizzo	0,195	0,184
Esito	VERIFICA SODDISFATTA	VERIFICA SODDISFATTA

SLE: Verifica a web breathing (Comb. Mmin)**Sollecitazioni (Comb. Mmin)**

Fase	N (N)	V (N)	M (Nm)	T (Nm)
1	-8,8E+4	6,3E+4	-1,59E+7	-2,88E+5
2a	-7E+3	2,8E+4	-5,11E+6	-9,3E+4
2b	-1E+3	0E+00	1,03E+5	2E+3
Rit. Iso	-4,42E+6	0	-4,15E+6	0
2c	0E+00	0E+00	0E+00	0E+00
3a	0E+00	0E+00	-3,6E+4	-1E+3

Term.Iso	-1,7E+6	0	-1,16E+6	0
3b	-3E+3	6E+3	-6,9E+6	-1,93E+5
Totale	-6,22E+6	9,7E+4	-3,32E+7	-5,73E+5

Tensioni normali sulla sezione efficace (Comb. Mmin)

	F. 1	F. 2a Non Fess.	F. 2a Fess.	F. 2b Non Fess.	F. 2b Fess.	F. 2c Non Fess.	F. 2c Fess.	F. 2 tot	F. 3a Non Fess.	F. 3a Fess.	F. 3b Non Fess.	F. 3b Fess.	F. 3 tot
σ_8	0	-1,3	0	1,6	0	0	0	0	0,3	0	-2,8	0	-2,2
σ_7	-0,6	-24,5	-48,6	-35,4	1	0	0	-47,6	-8,4	-0,3	-16,4	-65,7	-84,7
σ_6	-0,6	-20,9	-43,2	-32,9	0,9	0	0	-42,4	-7,8	-0,3	-12,8	-58,4	-74,3
σ_5	0	-1	0	1,9	0	0	0	0	0,5	0	-1,9	0	-0,6
σ_4	-150,4	-20	-42	-32,2	0,8	0	0	-191,5	-7,6	-0,3	-11,9	-56,7	-222,2
σ_3	-144,2	-18,8	-40,2	-31,4	0,8	0	0	-183,6	-7,4	-0,3	-10,7	-54,3	-212,6
σ_2	-0,6	0	0	-19,9	0	0	0	-0,7	-5,6	0	0	0	-26,1
σ_1	99,4	29	31,4	2,9	-0,6	0	0	130,1	1	0,2	37,6	42,5	169,9
σ_0	106,8	30,5	33,6	3,9	-0,7	0	0	139,7	1,2	0,2	39,1	45,4	181,5

NOTE

- 1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 2 = 0,31 N/mm²
- 2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 2 = 0,88 N/mm²
La sezione a fine fase 2 e' stata considerata: Fessurata (t.,b.)
- 3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 = -2,18 N/mm²
- 4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 = -0,59 N/mm²
La sezione a fine fase 3 e' stata considerata: Non fessurata (t.,b.)

Verifica dell'intera anima (Comb. Mmin)

Anima	
b (mm)	2438,4
σ_{sup} (N/mm ²)	-208,1
σ_{inf} (N/mm ²)	170,53
σ_{Ed} (N/mm ²)	208,1
K_σ	19,53
σ_{cr0E} (N/mm ²)	8,18
τ_{Ed} (N/mm ²)	2,27
$\sigma_{cr}(P)$ (N/mm ²)	788,6
$\sigma_{cr}(C)$ (N/mm ²)	738
ξ	0,069
σ_{cr} (N/mm ²)	744,71
K_τ	12,45
$K_{\tau sl}$	11,14
Coefficienti di utilizzo	0,281
Esito	VERIFICA SODDISFATTA

Verifica locale dei sub pannelli (Comb. Mmin)

	Sub pannello 1	Sub pannello 2
b (mm)	557,9	1880,5
σ_{sup} (N/mm ²)	-208,1	-121,47
σ_{inf} (N/mm ²)	-121,47	170,53
σ_{Ed} (N/mm ²)	208,1	121,47
τ_{Ed} (N/mm ²)	2,27	2,27
σ_{cr0E} (N/mm ²)	156,27	13,75
ψ	0,584	-1,404
K_σ	5	34,6
σ_{cr} (N/mm ²)	784,38	475,34
K_τ	5,52	7,43
τ_{cr}	863,28	102,23
Coefficienti di utilizzo	0,265	0,257
Esito	VERIFICA SODDISFATTA	VERIFICA SODDISFATTA

Verifica connessione trave soletta

Caratteristiche generali

Numero di pioli per unita' di lunghezza, n (m ⁻¹)	15
Diametro dei pioli, d (mm)	22
Altezza dei pioli, h (mm)	200
Resistenza ultima dei pioli, α	1
Coefficiente di sicurezza parziale, γ_v	1,25
Resistenza ultima dei pioli, f_u (N/mm ²)	450
Coefficiente E_{cm} (N/mm ²)	34077
Resistenza caratteristica cilindrica, f_{ck} (N/mm ²)	35

Resistenza della connessione

Resistenza a taglio del piolo, $P_{Rd1} = 0.8 f_u \pi d^2 / 4 / \gamma_v$, (N)	109478,22
Resistenza per schiacciamento del calcestruzzo, $P_{Rd2} = 0.29 \alpha d^2 (f_{ck} E_{cm})^{0.5} / \gamma_v$, (N)	122630,64
Resistenza di progetto del piolo $P_{Rd} = \text{Min}(P_{Rd1}, P_{Rd2})$, (N)	109478,22

Verifica elastica allo SLU

Coefficiente di utilizzo (Comb. Mmax)

Resistenza di progetto per unita' di lunghezza, $v_{Rd} = n P_{Rd} \kappa_s$ (N/mm)	1642,2
Fattore di riduzione, κ_s	1.00
Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo v_{Ed} (N/mm)	183,4
Coefficiente di utilizzo v_{Ed} / v_{Rd}	0,112
VERIFICA SODDISFATTA	

Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo (Comb. Mmax)

Fase	V_{Ed} (N)	$S_{y,4}$ (mm ³)	J_y (mm ⁴)	V_{Ed} (N/mm)
Fase 2a	4,3E+4	6,118E+7	2,421E+11	10,9
Fase 2b	0E+00	7,897E+7	2,69E+11	0
Fase 2c	0E+00	5,99E+7	2,402E+11	0
Fase 3a	0E+00	1,151E+8	3,235E+11	0
Fase 3b	4,85E+5	1,151E+8	3,235E+11	172,5
Totale				183,4

Coefficiente di utilizzo (Comb. Mmin)

Resistenza di progetto per unita' di lunghezza, $v_{Rd} = n P_{Rd} \kappa_s$ (N/mm)	1642,2
Fattore di riduzione, κ_s	1.00
Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo v_{Ed} (N/mm)	16,6
Coefficiente di utilizzo v_{Ed} / v_{Rd}	0,01
VERIFICA SODDISFATTA	

Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo (Comb. Mmin)

Fase	V_{Ed} (N)	$S_{y,4eff}$ (mm ³)	$J_{y,eff}$ (mm ⁴)	V_{Ed} (N/mm)
Fase 2a	4,3E+4	6,15E+7	2,416E+11	10,9
Fase 2b	0E+00	7,926E+7	2,686E+11	0
Fase 2c	0E+00	6,021E+7	2,396E+11	0
Fase 3a	0E+00	1,151E+8	3,234E+11	0
Fase 3b	1,6E+4	1,151E+8	3,234E+11	5,7
Totale				16,6

Verifica elastica allo SLE

Coefficiente di utilizzo (Comb. Mmax)

Resistenza di progetto per unita' di lunghezza, $v_{Rd} = n P_{Rd} \kappa_s$ (N/mm)	985,3
Fattore di riduzione, κ_s	0,6
Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo v_{Ed} (N/mm)	134,8
Coefficiente di utilizzo v_{Ed} / v_{Rd}	0,137
VERIFICA SODDISFATTA	

Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo (Comb. Mmax)

Fase	V_{Ed} (N)	$S_{y,4}$ (mm ³)	J_y (mm ⁴)	V_{Ed} (N/mm)
Fase 2a	2,8E+4	6,118E+7	2,421E+11	7,1

Fase 2b	0E+00	7,897E+7	2,69E+11	0
Fase 2c	0E+00	5,99E+7	2,402E+11	0
Fase 3a	0E+00	1,151E+8	3,235E+11	0
Fase 3b	3,59E+5	1,151E+8	3,235E+11	127,7
Totale				134,8

Coefficiente di utilizzo (Comb. Mmin)

Resistenza di progetto per unita' di lunghezza, $v_{Rd} = n P_{Rd} K_s$ (N/mm)	985,3
Fattore di riduzione, K_s	0,6
Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo v_{Ed} (N/mm)	11,3
Coefficiente di utilizzo v_{Ed}/v_{Rd}	0,012
VERIFICA SODDISFATTA	

Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo (Comb. Mmin)

Fase	V_{Ed} (N)	$S_{y,4}$ (mm ³)	J_y (mm ⁴)	V_{Ed} (N/mm)
Fase 2a	2,8E+4	6,118E+7	2,421E+11	7,1
Fase 2b	0E+00	7,897E+7	2,69E+11	0
Fase 2c	0E+00	5,99E+7	2,402E+11	0
Fase 3a	0E+00	1,151E+8	3,235E+11	0
Fase 3b	1,2E+4	1,151E+8	3,235E+11	4,3
Totale				11,3

Sezione C3 1 1**Pre-classificazione**

La preclassificazione e' riferita alla sezione composta in Fase 3

Caratteristiche plastiche dei singoli componenti

Componenti	N_{pl} (N)	z_N (mm)	z_{max} (mm)	z_{min} (mm)
Strato di calcestruzzo superiore	3,143E+6	2620,19	2640	2600,38
Strato di calcestruzzo intermedio alle armature	1,343E+7	2515	2599,62	2430,38
Strato di calcestruzzo inferiore	3,143E+6	2409,81	2429,62	2390
Strato di armatura superiore	1,205E+6	2600	2600,38	2599,62
Strato di armatura inferiore	1,205E+6	2430	2430,38	2429,62
Raccordo in cls	0E+00	2390	2390	2390
Flangia superiore della trave di acciaio	1,273E+7	2361,5	2390	2333
Anima della trave di acciaio	1,319E+7	1201	2333	69
Flangia inferiore della trave di acciaio	1,981E+7	34,5	69	0
<i>Compressione ultima per la sezione completa</i>		-6,785E+7		
<i>Trazione ultima per la sezione completa</i>		4,814E+7		
<i>Compressione ultima per la sezione senza anima</i>		-5,466E+7		
<i>Trazione ultima per la sezione senza anima</i>		3,495E+7		

Classificazione delle piattabande

	c/t	ε	Flessione semplice con fibre tese superiori (M+)	Flessione semplice con fibre tese inferiori (M-)
Flangia superiore	5,989	0,838	1	0
Flangia inferiore	6,397	0,838	1	1

Classificazione dell'anima

	c/t	ε	α	ψ	classe
Flessione semplice con fibre tese superiori (M+)	152,399	0,814	0,323	-1,243	4
Flessione semplice con fibre tese inferiori (M-)	152,399	0,814	0	-0,284	1
Compressione semplice (N)	152,399	0,814	1	1	4

Verifiche S.L.U. sezione composta (Comb. Mmax)**Sollecitazioni (Comb. Mmax)**

Fase	N (N)	V (N)	M (Nm)	T (Nm)
1	-1,19E+5	8,5E+4	-2,15E+7	1,02E+5
2a	-1,1E+4	4,3E+4	-7,66E+6	3,5E+4
2b	-1E+3	0E+00	1,24E+5	0E+00
Rit.Iso	0E+00	0	0E+00	0

2c	0E+00	0E+00	0E+00	0E+00
3a	0E+00	0E+00	6,4E+1	0E+00
Term.Iso	3,07E+6	0	2,1E+6	0
3b	9,06E+5	4,85E+5	-5,99E+6	1,31E+5
Totale	3,84E+6	6,13E+5	-3,29E+7	2,68E+5

Pressoflessione - Analisi plastica**Classificazione della sezione (Comb. Mmax)**

	c/t	z _{pl} (mm)	α	ψ	Classe
Anima	152,4	2345,74	-0,01	-1,01	1
Piattabanda superiore	5,99				1
Piattabanda inferiore	6,4				1
classe della sezione					1

Analisi plastica: APPLICABILE

Verifica plastica a Presso-Tenso flessione (Comb. Mmax)

Azione assiale	Flessione semplice		Interazione N/M		
N _{Ed} (N)	3,842E+6	M _{Ed} (Nm)	-3,292E+7	N _{Ed} (N)	3,842E+6
N _{Rd} (N)	4,814E+7	M _{Rd} (Nm)	-6,486E+7	M _{Ed} (Nm)	-3,292E+7
				M _{Rd} (Nm)	-6,29E+7
N _{Ed} /N _{Rd}	0,08	M _{Ed} /M _{Rd}	0,508	M _{Ed} /M _{Rd}	0,523

VERIFICA SODDISFATTA

Pressoflessione - Calcolo tensioni lorde**Tensioni normali sulla sezione lorda (Comb. Mmax)**

	F. 1	F. 2a Non Fess.	F. 2a Fess.	F. 2b Non Fess.	F. 2b Fess.	F. 2c Non Fess.	F. 2c Fess.	F. 2 tot	F. 3a Non Fess.	F. 3a Fess.	F. 3b Non Fess.	F. 3b Fess.	F. 3 tot	η ₁
σ ₈	0	-1,9	0	0	0	0	0	-1,9	-0,6	0	-2	0	-4,5	0,225
σ ₇	-0,8	-36,5	-71,4	0,5	1,1	0	0	-36	14,9	0	-11,3	-49,6	-32,4	0,083
σ ₆	-0,8	-31,1	-63,4	0,4	1	0	0	-30,7	13,8	0	-8,1	-43,4	-25	0,064
σ ₅	0	-1,5	0	0	0	0	0	-1,5	-0,9	0	-1,2	0	-3,6	0,18
σ ₄	-197,6	-29,8	-61,6	0,4	1	0	0	-227,1	13,5	0	-7,4	-41,9	-221	0,693
σ ₃	-189,5	-28	-58,9	0,3	0,9	0	0	-217,1	13,2	0	-6,3	-39,8	-210,3	0,659
σ ₂	-0,8	-0,1	-0,1	0	0	0	0	-0,9	9,9	0	2,9	6,2	11,9	0,035
σ ₁	134,7	43,6	47,3	-0,7	-0,8	0	0	177,6	-1,5	0	35,5	43,1	211,7	0,663
σ ₀	144,6	45,8	50,5	-0,7	-0,8	0	0	189,7	-2	0	36,8	45,7	224,5	0,704

Massimo coefficiente di utilizzo: 0,704 VERIFICA NON SIGNIFICATIVA

NOTE

- 1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 2 = -1,9 N/mm²
- 2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 2 = -1,5 N/mm²
La sezione a fine fase 2 e' stata considerata: Non fessurata (t.,b.)
- 3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 = -4,46 N/mm²
- 4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 = -3,57 N/mm²
La sezione a fine fase 3 e' stata considerata: Non fessurata (t.,b.)

Resistenza a taglio

Valutazione della necessita' di calcolo della resistenza a Shear buckling

$$h_w/t_w = 152,399 > 31/\eta * \epsilon_w * (K_\tau)^{0,5} = 74,167 \quad \text{Verifica a Shear Buckling: NECESSARIA}$$

Resistenza a taglio Shear buckling: **V_{b,Rd} = 5,076E+6 N**

Essendo:

$$\begin{aligned} a/h_w &= 1,066, \quad \eta = 1,2, \quad I_{sl} = 1,575E+7 (\text{mm}^4), \quad K_{\tau sl} = 11,139, \quad K_\tau = 12,451 \\ \text{contributo anima: } V_{bw,Rd} &= 4,253E+6 \text{ N}, \quad \text{contributo flange: } V_{bf,Rd} = 8,235E+5 \text{ N} \\ \chi_w &= 0,585, \quad \lambda_w = 1,419, \quad \tau_{cr} = 101,9, \quad C = 826,8 \\ M_{Ed} &= -3,292E+7 \text{ Nm}, \quad M_{f,Rd} = -4,76E+7 \text{ Nm}, \quad M_{Ed}/M_{f,Rd} = 0,692 \end{aligned}$$

Resistenza plastica: **V_{pl,Rd} = 9,139E+6 N**

Resistenza a taglio: $V_{Rd} = \min(V_{pl,Rd}, V_{b,Rd}) = 5,076E+6 \text{ N}$

Coefficienti di utilizzo

$$\eta_3 = V_{Ed} / V_{Rd} = 0,13, \quad (\Rightarrow \text{VERIFICA SODDISFATTA})$$

$$\eta_3 = V_{Ed} / V_{bw,Rd} = 0,155, \quad \eta_1 = M_{Ed} / M_{Rd} = 0,523$$

Interazione pressoflessione taglio (N-M-V)

Valutazione della presenza di interazione

$$\eta_3 < 0,5, \quad M_{Ed} / M_{f,Rd} < 1$$

NON C'E' INTERAZIONE

Verifiche S.L.U. sezione composta (Comb. Mmin)

Sollecitazioni (Comb. Mmin)

Fase	N (N)	V (N)	M (Nm)	T (Nm)
1	-1,19E+5	8,5E+4	-2,15E+7	1,02E+5
2a	-1,1E+4	4,3E+4	-7,66E+6	3,5E+4
2b	-1E+3	0E+00	1,24E+5	0E+00
Rit.Iso	-5,3E+6	0	-4,98E+6	0
2c	0E+00	0E+00	0E+00	0E+00
3a	0E+00	0E+00	-6,4E+4	0E+00
Term.Iso	-3,07E+6	0	-2,1E+6	0
3b	-9,28E+5	1,6E+4	-1,73E+7	-1,84E+5
Totale	-9,43E+6	1,44E+5	-5,35E+7	-4,7E+4

Pressoflessione - Analisi plastica

Classificazione della sezione (Comb. Mmin)

	c/t	z _{pl} (mm)	α	ψ	Classe
Anima	152,4	1682,47	0,29	-0,92	4
Piattabanda superiore	5,99				1
Piattabanda inferiore	6,4				1
classe della sezione					4

Analisi plastica: NON APPLICABILE

Verifica plastica a Presso-Tenso flessione (Comb. Mmin)

Azione assiale		Flessione semplice		Interazione N/M	
N _{Ed} (N)	-9,428E+6	M _{Ed} (Nm)	-5,348E+7	N _{Ed} (N)	-9,428E+6
N _{Rd} (N)	-6,785E+7	M _{Rd} (Nm)	-6,486E+7	M _{Ed} (Nm)	-5,348E+7
				M _{Rd} (Nm)	-6,712E+7
N _{Ed} / N _{Rd}	0,139	M _{Ed} / M _{Rd}	0,825	M _{Ed} / M _{Rd}	0,797

VERIFICA NON SIGNIFICATIVA

Pressoflessione - Calcolo tensioni lorde

Tensioni normali sulla sezione lorda (Comb. Mmin)

	F. 1	F. 2a Non Fess.	F. 2a Fess.	F. 2b Non Fess.	F. 2b Fess.	F. 2c Non Fess.	F. 2c Fess.	F. 2 tot	F. 3a Non Fess.	F. 3a Fess.	F. 3b Non Fess.	F. 3b Fess.	F. 3 tot	η ₁
σ ₈	0	-1,9	0	2	0	0	0	0	0,6	0	-7,5	0	-6,9	0,347
σ ₇	-0,8	-36,5	-71,4	-42,1	1,1	0	0	-70,3	-15	-0,6	-44,1	-167,5	-137,6	0,352
σ ₆	-0,8	-31,1	-63,4	-39	1	0	0	-62,4	-13,9	-0,5	-35	-149,5	-119	0,304
σ ₅	0	-1,5	0	2,3	0	0	0	0	0,9	0	-5,3	0	-3,7	0,186
σ ₄	-197,6	-29,8	-61,6	-38,3	1	0	0	-258,2	-13,6	-0,5	-32,9	-145,2	-312,2	0,979
σ ₃	-189,5	-28	-58,9	-37,2	0,9	0	0	-247,4	-13,3	-0,5	-29,8	-139,2	-297,8	0,933
σ ₂	-0,8	-0,1	-0,1	-23,6	0	0	0	-0,9	-9,9	0	-3	-6,3	-37,4	0,111
σ ₁	134,7	43,6	47,3	3,6	-0,8	0	0	181,2	1,9	0,4	91,3	100,6	275,1	0,862
σ ₀	144,6	45,8	50,5	4,9	-0,8	0	0	194,3	2,3	0,4	95	107,9	292,6	0,917

Massimo coefficiente di utilizzo: 0,979 VERIFICA NON SIGNIFICATIVA

NOTE

- 1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 2 = 0,03 N/mm²
- 2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 2 = 0,79 N/mm²

C:\Users\Utente43\Desktop\FA-SI_R2_verifiche.rtf

La sezione a fine fase 2 e' stata considerata: Fessurata (t.,b.)

3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 = -6,89 N/mm²4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 = -3,69 N/mm²

La sezione a fine fase 3 e' stata considerata: Non fessurata (t.,b.)

Pressoflessione - Calcolo tensioni efficaci**Area efficace per shear lag e/o buckling delle flange(Comb. Mmin)**

Componente	b (mm)	t (mm)	λ_p	ρ	$A_{c,eff}$ (mm ²)	β^k	$A_{c,eff} * \beta^k$ (mm ²)
Piattabanda superiore SX	350	57	---	---	---	1	19950
Piattabanda superiore DX	350	57	---	---	---	1	19950
Piattabanda inferiore SX	450	69	---	---	---	1	31050
Piattabanda inferiore DX	450	69	---	---	---	1	31050

Instabilita' locale dei pannelli d'anima (Comb. Mmin)

	Anima	Sub pannello 1	Sub pannello 2
b (mm)	2438,38	557,9	1880,48
σ_{cr0E} (N/mm ²)	8,18	156,27	13,75
σ_{sup} (N/mm ²)	-297,79	-297,79	-166,7
σ_{inf} (N/mm ²)	275,14	-166,7	275,14
ψ	-0,92	0,56	-1,65
K_σ	21,97	5,09	42,01
λ_p	1,41	0,67	0,78
b_c (mm)	1267,38	557,9	709,48
$b_{c, sup}$ (mm)	506,95	251,29	283,79
$b_{c, sup}$ (mm)	760,43	306,6	425,69
ρ_{loc}	0,65	1	1
b_{ceff} (mm)	828,53	557,9	709,48
$b_{ceff, sup}$ (mm)	331,41	251,29	283,79
$b_{ceff, sup}$ (mm)	497,12	306,6	425,69
ϕ_{Foro} (mm)	438,84	0	0

Caratteristiche dell'anima compressa, irrigidenti esclusi (Comb. Mmin)

	A (mm ²)	z_G (mm)	J_y (mm ⁴)
A_c Edge sup	4,021E+3	2298	2,116E+7
A_c 1	9,446E+3	1877,1	2,744E+8
A_c 2	0E+00	0	0E+00
A_c Edge inf	6,811E+3	1369,1	1,029E+8
A_c tot	2,028E+4	1789,9	2,714E+9
A_c	1,17E+4		

Caratteristiche dell'anima compressa, depurata per instabilita' locale (Comb. Mmin)

	A (mm ²)	z_G (mm)	J_y (mm ⁴)
$A_{c,eff}$ Edge sup	4,021E+3	2298	2,116E+7
$A_{c,eff}$ 1	9,446E+3	1877,1	2,744E+8
$A_{c,eff}$ 2	0E+00	0	0E+00
$A_{c,eff}$ Edge inf	6,811E+3	1369,1	1,029E+8
$A_{c,eff}$ tot	2,028E+4	1789,9	2,714E+9
$A_{c,eff,loc}$	1,17E+4		

Tensioni critiche per l'anima (Comb. Mmin)

	Stiffener 1
A_{sl} (mm ²)	1,17E+4
e_{sl} (mm)	-16
I_{sl} (mm ⁴)	1,694E+7
$A_{sl,eff}$ (mm ²)	1,17E+4
$e_{sl,eff}$ (mm)	-16
$I_{sl,eff}$ (mm ⁴)	1,694E+7
$\sigma_{cr,sl,i}$ (p)	474,68
$\sigma_{cr,p,i}$ (p)	847,94
$\sigma_{cr,sl}$ (C)	444,02
$\sigma_{cr,c}$ (C)	793,18
α_e	0,649

Coefficienti di riduzione per instabilita' globale dell'anima (Comb. Mmin)

	Piastra		Colonna
$\sigma_{cr,p}$ (p)	847,94	$\sigma_{cr,c}$ (c)	1
β_{ac} (p)	1	β_{ac} (c)	0,669
λ_p	0,647	λ_c	0,735
ρ_p	1	ρ_c	

Anima depurata per instabilita' locale e globale dell'anima (Comb. Mmin)

	A(mm ²)	z _G (mm)	J _y (mm ⁴)
Edge sup	4,021E+3	2298	2,116E+7
1	6,94E+3	1877,1	2,016E+8
2	0E+00	0	0E+00
Edge inf	6,811E+3	1369,1	1,029E+8
Totale	1,777E+4	1777,7	2,62E+9

Depurazione complessiva da applicare alla sezione (Comb. Mmin)

	ΔA (mm ²)	z _G (mm)	ΔJ_y (mm ⁴)
Anima	-2,506E+3	1877,1	-7,28E+7
Piattabanda superiore	0E+00	0	0E+00
Piattabanda inferiore	0E+00	0	0E+00

Caratteristiche geometriche efficaci (Comb. Mmin)

	Fase 1	Fase 2a	Fase 2b	Fase 2c	Fase 3	Fessurata
A (mm ²)	1,385E+5	1,959E+5	3,069E+5	1,943E+5	3,069E+5	1,447E+5
z _G (mm)	1000,071	1444,076	1831,377	1434,806	1831,377	1064,552
Δz_{Geff} (mm)	15,59	5,47	0,37	5,63	0,37	13,84
J _{y,eff} (mm ⁴)	1,481E+11	2,416E+11	3,234E+11	2,396E+11	3,234E+11	1,617E+11
W _{y,0eff} (mm ³)	-1,481E+8	-1,673E+8	-1,766E+8	-1,67E+8	-1,766E+8	-1,519E+8
W _{y,1eff} (mm ³)	-1,591E+8	-1,757E+8	-1,835E+8	-1,755E+8	-1,835E+8	-1,624E+8
W _{y,3eff} (mm ³)	1,111E+8	2,718E+8	6,448E+8	2,668E+8	6,448E+8	1,275E+8
W _{y,4eff} (mm ³)	1,066E+8	2,554E+8	5,79E+8	2,509E+8	5,79E+8	1,22E+8
W _{y,5eff} (mm ³)	1E+300	2,554E+8	5,79E+8	2,509E+8	5,79E+8	1,22E+8
W _{y,6eff} (mm ³)	1E+300	2,451E+8	5,403E+8	2,408E+8	5,403E+8	1,184E+8
W _{y,7eff} (mm ³)	1E+300	2,09E+8	4,208E+8	2,057E+8	4,208E+8	1,053E+8
W _{y,8eff} (mm ³)	1E+300	2,02E+8	4E+8	1,988E+8	4E+8	1,026E+8
S _{y,1eff} (mm ³)	5,996E+7	8,753E+7	1,116E+8	8,696E+7	1,116E+8	6,397E+7
S _{y,2eff} (mm ³)	6,743E+7	1,038E+8	1,383E+8	1,03E+8	1,383E+8	7,251E+7
S _{y,3eff} (mm ³)	5,432E+7	9,81E+7	1,363E+8	9,719E+7	1,363E+8	6,068E+7
S _{y,4eff} (mm ³)	1,515E-291	6,15E+7	1,151E+8	6,021E+7	1,151E+8	8,931E+6

Le caratteristiche efficaci sono state calcolate iterativamente in 0 iterazioni, con la seguente variazione percentuale del coefficiente ψ

$(\psi_1 - \psi_0) / \psi_0 * 100$	
$(\psi_2 - \psi_1) / \psi_1 * 100$	
$(\psi_3 - \psi_2) / \psi_2 * 100$	
$(\psi_4 - \psi_3) / \psi_3 * 100$	
$(\psi_5 - \psi_4) / \psi_4 * 100$	

Momento aggiuntivo per traslazione dell'asse neutro(Comb. Mmin)

	Fase 1	Fase 2a	Fase 2b	Fase 2c	Fase 3a	Fase 3b
$\Delta M_{Fessurata}$ (kNm)	-1,855E+3	-1,522E+2	-1,384E+1	0E+00	0E+00	-1,284E+4
$\Delta M_{Non fessurata}$ (kNm)	-1,855E+3	-6,016E+1	-1,8E+4	0E+00	-1,137E+3	-3,44E+2

Tensioni normali sulla sezione efficace (Comb. Mmin)

	F. 1	F. 2a Non Fess.	F. 2a Fess.	F. 2b Non Fess.	F. 2b Fess.	F. 2c Non Fess.	F. 2c Fess.	F. 2 tot	F. 3a Non Fess.	F. 3a Fess.	F. 3b Non Fess.	F. 3b Fess.	F. 3 tot	η_1
σ_8	0	-1,9	0	1,9	0	0	0	0	0,6	0	-7,5	0	-7	0,351
σ_7	-0,9	-36,7	-72,8	-42,5	1,2	0	0	-71,7	-15,1	-0,6	-44,2	-170,9	-138,5	0,354
σ_6	-0,9	-31,3	-64,8	-39,4	1	0	0	-63,7	-14	-0,5	-35,1	-152,7	-119,8	0,306
σ_5	0	-1,5	0	2,3	0	0	0	0	0,8	0	-5,3	0	-3,8	0,189
σ_4	-202,5	-30,1	-62,9	-38,7	1	0	0	-264,4	-13,7	-0,5	-32,9	-148,4	-317,9	0,996

σ_3	-194,3	-28,2	-60,2	-37,6	1	0	0	-253,5	-13,3	-0,5	-29,9	-142,3	-303,4	0,951
σ_2	-0,9	-0,1	-0,1	-23,8	0	0	0	-0,9	-10	0	-3	-6,4	-37,8	0,112
σ_1	134,2	43,5	47,1	3,5	-0,8	0	0	180,6	1,8	0,4	91,3	100,2	274,3	0,86
σ_0	144,3	45,7	50,4	4,7	-0,8	0	0	193,8	2,2	0,4	95	107,6	291,9	0,915

Massimo coefficiente di utilizzo: 0,996 VERIFICA SODDISFATTA

NOTE

- 1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 2 = -0,01 N/mm²
- 2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 2 = 0,75 N/mm²
La sezione a fine fase 2 e' stata considerata: Fessurata (t.,b.)
- 3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 = -6,95 N/mm²
- 4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 = -3,75 N/mm²
La sezione a fine fase 3 e' stata considerata: Non fessurata (t.,b.)

Resistenza a taglio

Valutazione della necessita' di calcolo della resistenza a Shear buckling

$$h_w/t_w=152,399 > 31/\eta * \epsilon_w * (K_\tau)^{0,5}=74,167 \quad \text{Verifica a Shear Buckling: NECESSARIA}$$

Resistenza a taglio Shear buckling: **$V_{b,Rd}=4,253E+6$ N**

Essendo:

$$a/h_w=1,066, \quad \eta=1,2, \quad I_{sl}=1,575E+7(\text{mm}^4), \quad K_{\tau sl}=11,139, \quad K_\tau=12,451$$

$$\text{contributo anima: } V_{bw,Rd}=4,253E+6 \text{ N,} \quad \text{contributo flange: } V_{bf,Rd}=0E+00 \text{ N}$$

$$\chi_w=0,585, \quad \lambda_w=1,419, \quad \tau_{cr}=101,9, \quad C=826,8$$

$$M_{Ed}=M_{Ed,eq}=-1,841E+8 \text{ Nm,} \quad M_{f,Rd}=-5,462E+7 \text{ Nm,} \quad M_{Ed}/M_{f,Rd}=3,37$$

Resistenza plastica: **$V_{pl,Rd}=9,139E+6$ N**

Resistenza a taglio: **$V_{Rd}=\min(V_{pl,Rd}, V_{b,Rd})=4,253E+6$ N**

Coefficienti di utilizzo

$$\eta_3 = V_{Ed}/V_{Rd} = 0,036, \quad (=> \text{VERIFICA SODDISFATTA})$$

$$\eta_3 = V_{Ed}/V_{bw,Rd} = 0,036, \quad \eta_1 = \max(\eta_i) = 0,996$$

Interazione pressoflessione taglio (N-M-V)

Valutazione della presenza di interazione

$$\eta_3 < 0,5, \quad M_{Ed}/M_{f,Rd} > 1$$

NON C'E' INTERAZIONE

Verifica a stato limite delle tensioni (Comb. Mmax)

Sollecitazioni (Comb. Mmax)

Fase	N (N)	V (N)	M (Nm)	T (Nm)
1	-8,8E+4	6,3E+4	-1,59E+7	7,6E+4
2a	-7E+3	2,8E+4	-5,11E+6	2,3E+4
2b	-1E+3	0E+00	1,03E+5	0E+00
Rit.Iso	0E+00	0	0E+00	0
2c	0E+00	0E+00	0E+00	0E+00
3a	0E+00	0E+00	4,3E+1	0E+00
Term.Iso	2,04E+6	0	1,4E+6	0
3b	6,04E+5	3,59E+5	-4,37E+6	9,7E+4
Totale	2,55E+6	4,5E+5	-2,39E+7	1,96E+5

Tensioni normali sulla sezione lorda (Comb. Mmax)

	F. 1	F. 2a Non Fess.	F. 2a Fess.	F. 2b Non Fess.	F. 2b Fess.	F. 2c Non Fess.	F. 2c Fess.	F. 2 tot	F. 3a Non Fess.	F. 3a Fess.	F. 3b Non Fess.	F. 3b Fess.	F. 3 tot	σ_{td}	η_1
σ_8	0	-1,3	0	0	0	0	0	-1,3	-0,4	0	-1,5	0	-3,1	3,1	0,149
σ_7	-0,6	-24,3	-47,6	0,4	1	0	0	-23,9	9,9	0	-8,4	-36,6	-22,4	22,4	0,062
σ_6	-0,6	-20,7	-42,3	0,3	0,8	0	0	-20,4	9,2	0	-6,1	-32,1	-17,3	17,3	0,048
σ_5	0	-1	0	0	0	0	0	-1	-0,6	0	-0,9	0	-2,5	2,5	0,118
σ_4	-146,4	-19,9	-41	0,3	0,8	0	0	-166	9	0	-5,6	-31	-162,5	162,5	0,485

σ_3	-140,4	-18,7	-39,3	0,3	0,8	0	0	-158,7	8,8	0	-4,8	-29,5	-154,8	155,9	0,465
σ_2	-0,6	0	0	0	0	0	0	-0,7	6,6	0	2	4,1	7,9	21,1	0,059
σ_1	99,8	29,1	31,5	-0,6	-0,6	0	0	128,3	-1	0	25,8	31,1	153,1	153,9	0,459
σ_0	107,1	30,5	33,7	-0,6	-0,7	0	0	137	-1,3	0	26,7	33	162,4	162,4	0,485
τ_4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,2	0	0,2		
τ_3	1,3	0,7	0,6	0	0	0	0	2	0	0	8,8	7,7	10,7		
τ_2	1,7	0,7	0,7	0	0	0	0	2,4	0	0	8,9	9,4	11,3		
τ_1	1,5	0,6	0,6	0	0	0	0	2,1	0	0	7,2	8,3	9,3		
τ_0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		

Massimo coefficiente di utilizzo: 0,485 VERIFICA SODDISFATTA

NOTE

- 1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 2 = -1,26 N/mm²
- 2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 2 = -0,99 N/mm²
La sezione a fine fase 2 e' stata considerata: Non fessurata (t.,b.)
- 3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 = -3,12 N/mm²
- 4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 = -2,48 N/mm²
La sezione a fine fase 3 e' stata considerata: Non fessurata (t.,b.)

Verifica a stato limite delle tensioni (Comb. Mmin)

Sollecitazioni (Comb. Mmin)

Fase	N (N)	V (N)	M (Nm)	T (Nm)
1	-8,8E+4	6,3E+4	-1,59E+7	7,6E+4
2a	-7E+3	2,8E+4	-5,11E+6	2,3E+4
2b	-1E+3	0E+00	1,03E+5	0E+00
Rit.Iso	-4,42E+6	0	-4,15E+6	0
2c	0E+00	0E+00	0E+00	0E+00
3a	0E+00	0E+00	-4,3E+4	0E+00
Term.Iso	-2,04E+6	0	-1,4E+6	0
3b	-6,19E+5	1,2E+4	-1,27E+7	-1,36E+5
Totale	-7,18E+6	1,03E+5	-3,92E+7	-3,7E+4

Tensioni normali sulla sezione lorda (Comb. Mmin)

	F. 1	F. 2a Non Fess.	F. 2a Fess.	F. 2b Non Fess.	F. 2b Fess.	F. 2c Non Fess.	F. 2c Fess.	F. 2 tot	F. 3a Non Fess.	F. 3a Fess.	F. 3b Non Fess.	F. 3b Fess.	F. 3 tot	σ_{td}	η_1
σ_8	0	-1,3	0	1,6	0	0	0	0	0,4	0	-5,5	0	-4,7	4,7	0,226
σ_7	-0,6	-24,3	-47,6	-35	1	0	0	-46,7	-10	-0,4	-32,2	-122,7	-101,6	101,6	0,282
σ_6	-0,6	-20,7	-42,3	-32,5	0,8	0	0	-41,4	-9,3	-0,4	-25,5	-109,5	-88	88	0,244
σ_5	0	-1	0	1,9	0	0	0	0	0,6	0	-3,9	0	-2,4	2,4	0,114
σ_4	-146,4	-19,9	-41	-31,9	0,8	0	0	-186,6	-9,1	-0,3	-24	-106,3	-231,2	231,2	0,69
σ_3	-140,4	-18,7	-39,3	-31	0,8	0	0	-178,8	-8,8	-0,3	-21,7	-101,9	-220,6	220,6	0,659
σ_2	-0,6	0	0	-19,6	0	0	0	-0,7	-6,6	0	-2	-4,2	-28,9	29,3	0,082
σ_1	99,8	29,1	31,5	3	-0,6	0	0	130,6	1,2	0,3	67,3	74,4	200,5	200,5	0,599
σ_0	107,1	30,5	33,7	4,1	-0,7	0	0	140,1	1,5	0,3	70	79,8	213,3	213,3	0,637
τ_4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
τ_3	1,3	0,7	0,6	0	0	0	0	1,9	0	0	0,3	0,3	2,3		
τ_2	1,7	0,7	0,7	0	0	0	0	2,4	0	0	0,3	0,3	2,7		
τ_1	1,5	0,6	0,6	0	0	0	0	2,1	0	0	0,2	0,3	2,3		
τ_0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		

Massimo coefficiente di utilizzo: 0,69 VERIFICA SODDISFATTA

NOTE

- 1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 2 = 0,35 N/mm²
- 2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 2 = 0,91 N/mm²
La sezione a fine fase 2 e' stata considerata: Fessurata (t.,b.)
- 3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 = -4,74 N/mm²
- 4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 = -2,4 N/mm²
La sezione a fine fase 3 e' stata considerata: Non fessurata (t.,b.)

SLE: Verifica a web breathing (Comb. Mmax)

Sollecitazioni (Comb. Mmax)

Fase	N (N)	V (N)	M (Nm)	T (Nm)
1	-8,8E+4	6,3E+4	-1,59E+7	7,6E+4
2a	-7E+3	2,8E+4	-5,11E+6	2,3E+4
2b	-1E+3	0E+00	1,03E+5	0E+00
Rit.Iso	0E+00	0	0E+00	0
2c	0E+00	0E+00	0E+00	0E+00
3a	0E+00	0E+00	3,6E+1	0E+00
Term.Iso	1,7E+6	0	1,16E+6	0
3b	0E+00	2,49E+5	-1,57E+6	6,3E+4
Totale	1,61E+6	3,4E+5	-2,13E+7	1,62E+5

Tensioni normali sulla sezione efficace (Comb. Mmax)

	F. 1	F. 2a Non Fess.	F. 2a Fess.	F. 2b Non Fess.	F. 2b Fess.	F. 2c Non Fess.	F. 2c Fess.	F. 2 tot	F. 3a Non Fess.	F. 3a Fess.	F. 3b Non Fess.	F. 3b Fess.	F. 3 tot
σ_8	0	-1,3	0	0	0	0	0	-1,3	-0,3	0	-0,6	0	-2,2
σ_7	-0,6	-24,5	-48,6	0,4	1	0	0	-24,1	8,3	0	-3,7	-14,9	-19,5
σ_6	-0,6	-20,9	-43,2	0,3	0,9	0	0	-20,6	7,7	0	-2,9	-13,3	-15,8
σ_5	0	-1	0	0	0	0	0	-1	-0,5	0	-0,4	0	-1,9
σ_4	-150,2	-20	-41,9	0,3	0,8	0	0	-169,9	7,6	0	-2,7	-12,9	-165
σ_3	-144	-18,8	-40,1	0,3	0,8	0	0	-162,6	7,4	0	-2,4	-12,3	-157,6
σ_2	-0,6	0	0	0	0	0	0	-0,7	5,6	0	0	0	4,9
σ_1	99,4	29	31,4	-0,6	-0,6	0	0	127,9	-0,8	0	8,6	9,7	135,6
σ_0	106,8	30,5	33,6	-0,6	-0,7	0	0	136,7	-1	0	8,9	10,3	144,6

NOTE

- 1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 2 = -1,27 N/mm²
- 2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 2 = -1 N/mm²
La sezione a fine fase 2 e' stata considerata: Non fessurata (t.,b.)
- 3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 = -2,23 N/mm²
- 4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 = -1,92 N/mm²
La sezione a fine fase 3 e' stata considerata: Non fessurata (t.,b.)

Verifica dell'intera anima (Comb. Mmax)

Anima	
b (mm)	2438,4
σ_{sup} (N/mm ²)	-153,86
σ_{inf} (N/mm ²)	136
σ_{Ed} (N/mm ²)	153,86
K_{σ}	21,01
σ_{cr0E} (N/mm ²)	8,18
τ_{Ed} (N/mm ²)	7,89
$\sigma_{cr}(P)$ (N/mm ²)	824,81
$\sigma_{cr}(C)$ (N/mm ²)	771,67
ξ	0,069
σ_{cr} (N/mm ²)	778,73
K_{τ}	12,45
$K_{\tau sl}$	11,14
Coefficienti di utilizzo	0,215
Esito	VERIFICA SODDISFATTA

Verifica locale dei sub pannelli (Comb. Mmax)

	Sub pannello 1	Sub pannello 2
b (mm)	557,9	1880,5
σ_{sup} (N/mm ²)	-153,86	-87,54
σ_{inf} (N/mm ²)	-87,54	136
σ_{Ed} (N/mm ²)	153,86	87,54
τ_{Ed} (N/mm ²)	7,89	7,89
σ_{cr0E} (N/mm ²)	156,27	13,75
ψ	0,569	-1,554
K_{σ}	5,1	39

σ_{cr} (N/mm ²)	791,52	536,4
K_{τ}	5,52	7,43
τ_{cr}	863,28	102,23
Coefficienti di utilizzo	0,195	0,184
Esito	VERIFICA SODDISFATTA	VERIFICA SODDISFATTA

SLE: Verifica a web breathing (Comb. Mmin)**Sollecitazioni (Comb. Mmin)**

Fase	N (N)	V (N)	M (Nm)	T (Nm)
1	-8,8E+4	6,3E+4	-1,59E+7	7,6E+4
2a	-7E+3	2,8E+4	-5,11E+6	2,3E+4
2b	-1E+3	0E+00	1,03E+5	0E+00
Rit.Iso	-4,42E+6	0	-4,15E+6	0
2c	0E+00	0E+00	0E+00	0E+00
3a	0E+00	0E+00	-3,6E+4	0E+00
Term.Iso	-1,7E+6	0	-1,16E+6	0
3b	-3E+3	6E+3	-6,91E+6	-1,1E+5
Totale	-6,22E+6	9,7E+4	-3,32E+7	-1,1E+4

Tensioni normali sulla sezione efficace (Comb. Mmin)

	F. 1	F. 2a Non Fess.	F. 2a Fess.	F. 2b Non Fess.	F. 2b Fess.	F. 2c Non Fess.	F. 2c Fess.	F. 2 tot	F. 3a Non Fess.	F. 3a Fess.	F. 3b Non Fess.	F. 3b Fess.	F. 3 tot
σ_8	0	-1,3	0	1,6	0	0	0	0	0,3	0	-2,8	0	-2,2
σ_7	-0,6	-24,5	-48,6	-35,4	1	0	0	-47,7	-8,4	-0,3	-16,4	-65,7	-84,7
σ_6	-0,6	-20,9	-43,3	-32,9	0,9	0	0	-42,4	-7,8	-0,3	-12,8	-58,4	-74,3
σ_5	0	-1	0	1,9	0	0	0	0	0,5	0	-1,9	0	-0,6
σ_4	-150,4	-20	-42	-32,2	0,8	0	0	-191,5	-7,6	-0,3	-11,9	-56,7	-222,2
σ_3	-144,2	-18,8	-40,2	-31,4	0,8	0	0	-183,6	-7,4	-0,3	-10,7	-54,3	-212,6
σ_2	-0,6	0	0	-19,9	0	0	0	-0,7	-5,6	0	0	0	-26,1
σ_1	99,4	29	31,4	2,9	-0,6	0	0	130,1	1	0,2	37,6	42,5	169,9
σ_0	106,8	30,5	33,6	3,9	-0,7	0	0	139,7	1,2	0,2	39,1	45,4	181,5

NOTE

- 1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 2 = 0,31 N/mm²
- 2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 2 = 0,88 N/mm²
La sezione a fine fase 2 e' stata considerata: Fessurata (t.,b.)
- 3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 = -2,18 N/mm²
- 4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 = -0,59 N/mm²
La sezione a fine fase 3 e' stata considerata: Non fessurata (t.,b.)

Verifica dell'intera anima (Comb. Mmin)

	Anima
b (mm)	2438,4
σ_{sup} (N/mm ²)	-208,12
σ_{inf} (N/mm ²)	170,56
σ_{Ed} (N/mm ²)	208,12
K_{σ}	19,53
σ_{cr0E} (N/mm ²)	8,18
τ_{Ed} (N/mm ²)	2,27
$\sigma_{cr}(P)$ (N/mm ²)	788,62
$\sigma_{cr}(C)$ (N/mm ²)	738,02
ξ	0,069
σ_{cr} (N/mm ²)	744,72
K_{τ}	12,45
$K_{\tau sl}$	11,14
Coefficienti di utilizzo	0,281
Esito	VERIFICA SODDISFATTA

Verifica locale dei sub pannelli (Comb. Mmin)

	Sub pannello 1	Sub pannello 2
b (mm)	557,9	1880,5
σ_{sup} (N/mm ²)	-208,12	-121,48
σ_{inf} (N/mm ²)	-121,48	170,56
σ_{Ed} (N/mm ²)	208,12	121,48
τ_{Ed} (N/mm ²)	2,27	2,27
σ_{cr0E} (N/mm ²)	156,27	13,75
ψ	0,584	-1,404
K_{σ}	5	34,6
σ_{cr} (N/mm ²)	784,38	475,36
K_{τ}	5,52	7,43
τ_{cr}	863,28	102,23
Coefficienti di utilizzo	0,265	0,257
Esito	VERIFICA SODDISFATTA	VERIFICA SODDISFATTA

Verifica connessione trave soletta**Caratteristiche generali**

Numero di pioli per unita' di lunghezza, n (m ⁻¹)	15
Diametro dei pioli, d (mm)	22
Altezza dei pioli, h (mm)	200
Resistenza ultima dei pioli, α	1
Coefficiente di sicurezza parziale, γ_v	1,25
Resistenza ultima dei pioli, f_u (N/mm ²)	450
Coefficiente E_{cm} (N/mm ²)	34077
Resistenza caratteristica cilindrica, f_{ck} (N/mm ²)	35

Resistenza della connessione

Resistenza a taglio del piolo, $P_{Rd1} = 0.8 f_u \pi d^2 / 4 / \gamma_v$, (N)	109478,22
Resistenza per schiacciamento del calcestruzzo, $P_{Rd2} = 0.29 \alpha d^2 (f_{ck} E_{cm})^{0.5} / \gamma_v$, (N)	122630,64
Resistenza di progetto del piolo $P_{Rd} = \min(P_{Rd1}, P_{Rd2})$, (N)	109478,22

Verifica elastica allo SLU**Coefficiente di utilizzo (Comb. Mmax)**

Resistenza di progetto per unita' di lunghezza, $v_{Rd} = n P_{Rd} K_s$ (N/mm)	1642,2
Fattore di riduzione, K_s	1,00
Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo v_{Ed} (N/mm)	183,4
Coefficiente di utilizzo v_{Ed} / v_{Rd}	0,112
VERIFICA SODDISFATTA	

Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo (Comb. Mmax)

Fase	V_{Ed} (N)	$S_{y,4}$ (mm ³)	J_y (mm ⁴)	V_{Ed} (N/mm)
Fase 2a	4,3E+4	6,118E+7	2,421E+11	10,9
Fase 2b	0E+00	7,897E+7	2,69E+11	0
Fase 2c	0E+00	5,99E+7	2,402E+11	0
Fase 3a	0E+00	1,151E+8	3,235E+11	0
Fase 3b	4,85E+5	1,151E+8	3,235E+11	172,5
Totale				183,4

Coefficiente di utilizzo (Comb. Mmin)

Resistenza di progetto per unita' di lunghezza, $v_{Rd} = n P_{Rd} K_s$ (N/mm)	1642,2
Fattore di riduzione, K_s	1,00
Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo v_{Ed} (N/mm)	16,6
Coefficiente di utilizzo v_{Ed} / v_{Rd}	0,01
VERIFICA SODDISFATTA	

Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo (Comb. Mmin)

Fase	V_{Ed} (N)	$S_{y,4eff}$ (mm ³)	$J_{y,eff}$ (mm ⁴)	V_{Ed} (N/mm)
Fase 2a	4,3E+4	6,15E+7	2,416E+11	10,9

Fase 2b	0E+00	7,926E+7	2,686E+11	0
Fase 2c	0E+00	6,021E+7	2,396E+11	0
Fase 3a	0E+00	1,151E+8	3,234E+11	0
Fase 3b	1,6E+4	1,151E+8	3,234E+11	5,7
Totale				16,6

Verifica elastica allo SLE**Coefficiente di utilizzo (Comb. Mmax)**

Resistenza di progetto per unita' di lunghezza, $v_{Rd} = n P_{Rd} \kappa_s$ (N/mm)	985,3
Fattore di riduzione, κ_s	0,6
Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo v_{Ed} (N/mm)	134,8
Coefficiente di utilizzo v_{Ed}/v_{Rd}	0,137
VERIFICA SODDISFATTA	

Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo (Comb. Mmax)

Fase	V_{Ed} (N)	$S_{y,4}$ (mm ³)	J_y (mm ⁴)	V_{Ed} (N/mm)
Fase 2a	2,8E+4	6,118E+7	2,421E+11	7,1
Fase 2b	0E+00	7,897E+7	2,69E+11	0
Fase 2c	0E+00	5,99E+7	2,402E+11	0
Fase 3a	0E+00	1,151E+8	3,235E+11	0
Fase 3b	3,59E+5	1,151E+8	3,235E+11	127,7
Totale				134,8

Coefficiente di utilizzo (Comb. Mmin)

Resistenza di progetto per unita' di lunghezza, $v_{Rd} = n P_{Rd} \kappa_s$ (N/mm)	985,3
Fattore di riduzione, κ_s	0,6
Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo v_{Ed} (N/mm)	11,3
Coefficiente di utilizzo v_{Ed}/v_{Rd}	0,012
VERIFICA SODDISFATTA	

Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo (Comb. Mmin)

Fase	V_{Ed} (N)	$S_{y,4}$ (mm ³)	J_y (mm ⁴)	V_{Ed} (N/mm)
Fase 2a	2,8E+4	6,118E+7	2,421E+11	7,1
Fase 2b	0E+00	7,897E+7	2,69E+11	0
Fase 2c	0E+00	5,99E+7	2,402E+11	0
Fase 3a	0E+00	1,151E+8	3,235E+11	0
Fase 3b	1,2E+4	1,151E+8	3,235E+11	4,3
Totale				11,3

Sezione C3 1 2**Pre-classificazione**

La preclassificazione e' riferita alla sezione composta in Fase 3

Caratteristiche plastiche dei singoli componenti

Componenti	N_{pl} (N)	z_N (mm)	z_{max} (mm)	z_{min} (mm)
Strato di calcestruzzo superiore	3,143E+6	2620,19	2640	2600,38
Strato di calcestruzzo intermedio alle armature	1,343E+7	2515	2599,62	2430,38
Strato di calcestruzzo inferiore	3,143E+6	2409,81	2429,62	2390
Strato di armatura superiore	1,205E+6	2600	2600,38	2599,62
Strato di armatura inferiore	1,205E+6	2430	2430,38	2429,62
Raccordo in cls	0E+00	2390	2390	2390
Flangia superiore della trave di acciaio	1,273E+7	2361,5	2390	2333
Anima della trave di acciaio	1,319E+7	1201	2333	69
Flangia inferiore della trave di acciaio	1,981E+7	34,5	69	0
Compressione ultima per la sezione completa	-6,785E+7			
Trazione ultima per la sezione completa	4,814E+7			
Compressione ultima per la sezione senza anima	-5,466E+7			
Trazione ultima per la sezione senza anima	3,495E+7			

Classificazione delle piattabande

	c/t	ε	Flessione semplice con fibre	Flessione semplice con fibre
--	-------	---------------	------------------------------	------------------------------

			tese superiori (M+)	tese inferiori (M-)
Flangia superiore	5,989	0,838	1	0
Flangia inferiore	6,397	0,838	1	1

Classificazione dell'anima

	c/t	ε	α	ψ	classe
Flessione semplice con fibre tese superiori (M+)	152,399	0,814	0,323	-1,243	4
Flessione semplice con fibre tese inferiori (M-)	152,399	0,814	0	-0,284	1
Compressione semplice (N)	152,399	0,814	1	1	4

Verifiche S.L.U. sezione composta (Comb. Mmax)**Sollecitazioni (Comb. Mmax)**

Fase	N (N)	V (N)	M (Nm)	T (Nm)
1	-1,19E+5	-1,6E+5	-2,13E+7	1,02E+5
2a	-1,1E+4	-6,8E+4	-7,6E+6	3,5E+4
2b	-1E+3	0E+00	1,23E+5	0E+00
Rit.Iso	0E+00	0	0E+00	0
2c	0E+00	0E+00	0E+00	0E+00
3a	0E+00	0E+00	6,4E+1	0E+00
Term.Iso	3,07E+6	0	2,1E+6	0
3b	9,06E+5	1,45E+5	-6E+6	1,31E+5
Totale	3,84E+6	-8,3E+4	-3,27E+7	2,68E+5

Pressoflessione - Analisi plastica**Classificazione della sezione (Comb. Mmax)**

	c/t	z pl (mm)	α	ψ	Classe
Anima	152,4	2345,74	-0,01	-1,01	1
Piattabanda superiore	5,99				1
Piattabanda inferiore	6,4				1
classe della sezione					1

Analisi plastica: APPLICABILE

Verifica plastica a Presso-Tenso flessione (Comb. Mmax)

Azione assiale		Flessione semplice		Interazione N/M	
N _{Ed} (N)	3,842E+6	M _{Ed} (Nm)	-3,272E+7	N _{Ed} (N)	3,842E+6
N _{Rd} (N)	4,814E+7	M _{Rd} (Nm)	-6,486E+7	M _{Ed} (Nm)	-3,272E+7
				M _{Rd} (Nm)	-6,29E+7
N _{Ed} /N _{Rd}	0,08	M _{Ed} /M _{Rd}	0,504	M _{Ed} /M _{Rd}	0,52

VERIFICA SODDISFATTA

Pressoflessione - Calcolo tensioni lorde**Tensioni normali sulla sezione lorda (Comb. Mmax)**

	F. 1	F. 2a Non Fess.	F. 2a Fess.	F. 2b Non Fess.	F. 2b Fess.	F. 2c Non Fess.	F. 2c Fess.	F. 2 tot	F. 3a Non Fess.	F. 3a Fess.	F. 3b Non Fess.	F. 3b Fess.	F. 3 tot	η_1
σ_8	0	-1,9	0	0	0	0	0	-1,9	-0,6	0	-2	0	-4,4	0,224
σ_7	-0,8	-36,2	-70,9	0,5	1,1	0	0	-35,7	14,9	0	-11,3	-49,7	-32,2	0,082
σ_6	-0,8	-30,8	-63	0,4	1	0	0	-30,5	13,8	0	-8,2	-43,5	-24,8	0,063
σ_5	0	-1,5	0	0	0	0	0	-1,5	-0,9	0	-1,2	0	-3,6	0,18
σ_4	-196,1	-29,6	-61,1	0,4	1	0	0	-225,4	13,5	0	-7,4	-42	-219,3	0,687
σ_3	-188	-27,8	-58,5	0,3	0,9	0	0	-215,5	13,2	0	-6,4	-39,9	-208,7	0,654
σ_2	-0,8	-0,1	-0,1	0	0	0	0	-0,9	9,9	0	2,9	6,2	11,9	0,035
σ_1	133,7	43,3	46,9	-0,7	-0,8	0	0	176,3	-1,5	0	35,6	43,2	210,4	0,659
σ_0	143,5	45,5	50,1	-0,7	-0,8	0	0	188,2	-2	0	36,9	45,8	223,2	0,7

Massimo coefficiente di utilizzo: 0,7 VERIFICA NON SIGNIFICATIVA

NOTE

- 1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 2 = -1,88 N/mm²
- 2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 2 = -1,49 N/mm²
La sezione a fine fase 2 e' stata considerata: Non fessurata (t.,b.)
- 3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 = -4,45 N/mm²

4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 = -3,57 N/mm²
 La sezione a fine fase 3 e' stata considerata: Non fessurata (t.,b.)

Resistenza a taglio

Valutazione della necessita' di calcolo della resistenza a Shear buckling
 $h_w/t_w=152,399 > 31/\eta * \epsilon_w * (K_\tau)^{0.5}=74,167$ Verifica a Shear Buckling: **NECESSARIA**

Resistenza a taglio Shear buckling: **V_{b,Rd} = 5,085E+6 N**

Essendo:

$a/h_w=1,066$, $\eta=1,2$, $I_{sl}=1,575E+7$ (mm⁴), $K_{\tau sl}=11,139$, $K_\tau=12,451$
 contributo anima: $V_{bw,Rd}=4,253E+6$ N, contributo flange: $V_{bf,Rd}=8,328E+5$ N
 $\chi_w=0,585$, $\lambda_w=1,419$, $\tau_{cr}=101,9$, $C=826,8$
 $M_{Ed}=-3,272E+7$ Nm, $M_{f,Rd}=-4,76E+7$ Nm, $M_{Ed}/M_{f,Rd}=0,687$

Resistenza plastica: **V_{pl,Rd} = 9,139E+6 N**

Resistenza a taglio: **V_{Rd} = min(V_{pl,Rd}, V_{b,Rd}) = 5,085E+6 N**

Coefficienti di utilizzo

$\eta_3 = V_{Ed}/V_{Rd} = 0,018$, (=> VERIFICA SODDISFATTA)
 $\eta_3 = V_{Ed}/V_{bw,Rd} = 0,021$, $\eta_1 = M_{Ed}/M_{Rd} = 0,52$

Interazione pressoflessione taglio (N-M-V)

Valutazione della presenza di interazione

$\eta_3 < 0,5$, $M_{Ed}/M_{f,Rd} < 1$
NON C'E' INTERAZIONE

Verifiche S.L.U. sezione composta (Comb. Mmin)

Sollecitazioni (Comb. Mmin)

Fase	N (N)	V (N)	M (Nm)	T (Nm)
1	-1,19E+5	-1,6E+5	-2,13E+7	1,02E+5
2a	-1,1E+4	-6,8E+4	-7,6E+6	3,5E+4
2b	-1E+3	0E+00	1,23E+5	0E+00
Rit.Iso	-5,3E+6	0	-4,98E+6	0
2c	0E+00	0E+00	0E+00	0E+00
3a	0E+00	0E+00	-6,4E+4	0E+00
Term.Iso	-3,07E+6	0	-2,1E+6	0
3b	-9,28E+5	-5,26E+5	-1,68E+7	-1,84E+5
Totale	-9,43E+6	-7,54E+5	-5,27E+7	-4,7E+4

Pressoflessione - Analisi plastica

Classificazione della sezione (Comb. Mmin)

	c/t	z _{pl} (mm)	α	ψ	Classe
Anima	152,4	1682,47	0,29	-0,92	4
Piattabanda superiore	5,99				1
Piattabanda inferiore	6,4				1
classe della sezione					4

Analisi plastica: NON APPLICABILE

Verifica plastica a Presso-Tenso flessione (Comb. Mmin)

Azione assiale		Flessione semplice		Interazione N/M	
N _{Ed} (N)	-9,428E+6	M _{Ed} (Nm)	-5,275E+7	N _{Ed} (N)	-9,428E+6
N _{Rd} (N)	-6,785E+7	M _{Rd} (Nm)	-6,486E+7	M _{Ed} (Nm)	-5,275E+7
				M _{Rd} (Nm)	-6,712E+7
N _{Ed} /N _{Rd}	0,139	M _{Ed} /M _{Rd}	0,813	M _{Ed} /M _{Rd}	0,786

VERIFICA NON SIGNIFICATIVA

Pressoflessione - Calcolo tensioni lorde

Tensioni normali sulla sezione lorda (Comb. Mmin)

	F. 1	F. 2a Non Fess.	F. 2a Fess.	F. 2b Non Fess.	F. 2b Fess.	F. 2c Non Fess.	F. 2c Fess.	F. 2 tot	F. 3a Non Fess.	F. 3a Fess.	F. 3b Non Fess.	F. 3b Fess.	F. 3 tot	η_1
σ_8	0	-1,9	0	2	0	0	0	0	0,6	0	-7,3	0	-6,7	0,336
σ_7	-0,8	-36,2	-70,9	-42,1	1,1	0	0	-69,8	-15	-0,6	-42,9	-162,7	-136,2	0,348
σ_6	-0,8	-30,8	-63	-39	1	0	0	-62	-13,9	-0,5	-34,1	-145,3	-117,8	0,301
σ_5	0	-1,5	0	2,3	0	0	0	0	0,9	0	-5,2	0	-3,5	0,178
σ_4	-196,1	-29,6	-61,1	-38,3	1	0	0	-256,3	-13,6	-0,5	-32	-141,1	-309,6	0,97
σ_3	-188	-27,8	-58,5	-37,2	0,9	0	0	-245,6	-13,3	-0,5	-29	-135,3	-295,4	0,926
σ_2	-0,8	-0,1	-0,1	-23,6	0	0	0	-0,9	-9,9	0	-3	-6,3	-37,4	0,111
σ_1	133,7	43,3	46,9	3,7	-0,8	0	0	179,8	1,9	0,4	88,5	97,5	271	0,849
σ_0	143,5	45,5	50,1	4,9	-0,8	0	0	192,8	2,3	0,4	92,1	104,6	288,3	0,904

Massimo coefficiente di utilizzo: 0,97 VERIFICA NON SIGNIFICATIVA

NOTE

- 1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 2 = 0,05 N/mm²
- 2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 2 = 0,8 N/mm²
La sezione a fine fase 2 e' stata considerata: Fessurata (t.,b.)
- 3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 = -6,66 N/mm²
- 4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 = -3,53 N/mm²
La sezione a fine fase 3 e' stata considerata: Non fessurata (t.,b.)

Pressoflessione - Calcolo tensioni efficaci

Area efficace per shear lag e/o buckling delle flange(Comb. Mmin)

Componente	b (mm)	t (mm)	λ_p	ρ	$A_{c,eff}$ (mm ²)	β^k	$A_{c,eff} * \beta^k$ (mm ²)
Piattabanda superiore SX	350	57	---	---	---	1	19950
Piattabanda superiore DX	350	57	---	---	---	1	19950
Piattabanda inferiore SX	450	69	---	---	---	1	31050
Piattabanda inferiore DX	450	69	---	---	---	1	31050

Instabilita' locale dei pannelli d'anima (Comb. Mmin)

	Anima	Sub pannello 1	Sub pannello 2
b (mm)	2438,38	557,9	1880,48
σ_{cr0E} (N/mm ²)	8,18	156,27	13,75
σ_{sup} (N/mm ²)	-295,35	-295,35	-165,77
σ_{inf} (N/mm ²)	271,01	-165,77	271,01
ψ	-0,92	0,56	-1,63
K_σ	21,82	5,09	41,52
λ_p	1,41	0,67	0,79
b_c (mm)	1271,59	557,9	713,7
$b_{c, sup}$ (mm)	508,64	251,38	285,48
$b_{c, sup}$ (mm)	762,96	306,52	428,22
ρ_{loc}	0,65	1	1
b_{ceff} (mm)	828,39	557,9	713,7
$b_{ceff, sup}$ (mm)	331,35	251,38	285,48
$b_{ceff, sup}$ (mm)	497,03	306,52	428,22
ϕ_{Foro} (mm)	443,21	0	0

Caratteristiche dell'anima compressa, irrigidenti esclusi (Comb. Mmin)

	A (mm ²)	z_G (mm)	J_y (mm ⁴)
A_c Edge sup	4,022E+3	2298,2	2,118E+7
A_c 1	9,472E+3	1876,6	2,766E+8
A_c 2	0E+00	0	0E+00
A_c Edge inf	6,851E+3	1366,5	1,047E+8
A_c tot	2,035E+4	1788,1	2,741E+9
A_c	1,172E+4		

Caratteristiche dell'anima compressa, depurata per instabilita' locale (Comb. Mmin)

	A (mm ²)	z_G (mm)	J_y (mm ⁴)
$A_{c,eff}$ Edge sup	4,022E+3	2298,2	2,118E+7
$A_{c,eff}$ 1	9,472E+3	1876,6	2,766E+8
$A_{c,eff}$ 2	0E+00	0	0E+00

$A_{c,eff}$ Edge inf	6,851E+3	1366,5	1,047E+8
$A_{c,eff}$ tot	2,035E+4	1788,1	2,741E+9
$A_{c,eff,loc}$	1,172E+4		

Tensioni critiche per l'anima (Comb. Mmin)

Stiffener 1	
A_{sl} (mm ²)	1,172E+4
e_{sl} (mm)	-15,9
I_{sl} (mm ⁴)	1,695E+7
$A_{sl,eff}$ (mm ²)	1,172E+4
$e_{sl,eff}$ (mm)	-15,9
$I_{sl,eff}$ (mm ⁴)	1,695E+7
$\sigma_{cr,sl,i}$ (p)	473,83
$\sigma_{cr,p,i}$ (p)	844,22
$\sigma_{cr,sl}$ (C)	443,24
$\sigma_{cr,c}$ (C)	789,71
α_e	0,649

Coefficienti di riduzione per instabilita' globale dell'anima (Comb. Mmin)

	Piastra		Colonna
$\sigma_{cr,p}$ (p)	844,22	$\sigma_{cr,c}$ (C)	1
β_{ac} (p)	1	β_{ac} (C)	0,67
λ_p	0,648	λ_c	0,734
ρ_p	1	χ_c	

Anima depurata per instabilita' locale e globale dell'anima (Comb. Mmin)

	A (mm ²)	z_G (mm)	J_y (mm ⁴)
Edge sup	4,022E+3	2298,2	2,118E+7
1	6,95E+3	1876,6	2,03E+8
2	0E+00	0	0E+00
Edge inf	6,851E+3	1366,5	1,047E+8
Totale	1,782E+4	1775,6	2,645E+9

Depurazione complessiva da applicare alla sezione (Comb. Mmin)

	ΔA (mm ²)	z_G (mm)	ΔJ_y (mm ⁴)
Anima	-2,522E+3	1876,6	-7,364E+7
Piattabanda superiore	0E+00	0	0E+00
Piattabanda inferiore	0E+00	0	0E+00

Caratteristiche geometriche efficaci (Comb. Mmin)

	Fase 1	Fase 2a	Fase 2b	Fase 2c	Fase 3	Fessurata
A (mm ²)	1,385E+5	1,959E+5	3,069E+5	1,942E+5	3,069E+5	1,447E+5
z_G (mm)	999,985	1444,049	1831,379	1434,779	1831,379	1064,476
Δz_{Geff} (mm)	15,67	5,5	0,37	5,66	0,37	13,91
$J_{y,eff}$ (mm ⁴)	1,481E+11	2,416E+11	3,234E+11	2,396E+11	3,234E+11	1,617E+11
$W_{y,0eff}$ (mm ³)	-1,481E+8	-1,673E+8	-1,766E+8	-1,67E+8	-1,766E+8	-1,519E+8
$W_{y,1eff}$ (mm ³)	-1,591E+8	-1,757E+8	-1,835E+8	-1,755E+8	-1,835E+8	-1,624E+8
$W_{y,3eff}$ (mm ³)	1,111E+8	2,718E+8	6,448E+8	2,668E+8	6,448E+8	1,275E+8
$W_{y,4eff}$ (mm ³)	1,066E+8	2,554E+8	5,79E+8	2,509E+8	5,79E+8	1,22E+8
$W_{y,5eff}$ (mm ³)	1E+300	2,554E+8	5,79E+8	2,509E+8	5,79E+8	1,22E+8
$W_{y,6eff}$ (mm ³)	1E+300	2,45E+8	5,403E+8	2,408E+8	5,403E+8	1,184E+8
$W_{y,7eff}$ (mm ³)	1E+300	2,09E+8	4,208E+8	2,057E+8	4,208E+8	1,053E+8
$W_{y,8eff}$ (mm ³)	1E+300	2,02E+8	4E+8	1,988E+8	4E+8	1,026E+8
$S_{y,1eff}$ (mm ³)	5,996E+7	8,753E+7	1,116E+8	8,696E+7	1,116E+8	6,396E+7
$S_{y,2eff}$ (mm ³)	6,742E+7	1,038E+8	1,383E+8	1,03E+8	1,383E+8	7,25E+7
$S_{y,3eff}$ (mm ³)	5,432E+7	9,811E+7	1,363E+8	9,719E+7	1,363E+8	6,068E+7
$S_{y,4eff}$ (mm ³)	1,515E-291	6,15E+7	1,151E+8	6,022E+7	1,151E+8	8,932E+6

Le caratteristiche efficaci sono state calcolate iterativamente in 0 iterazioni, con la seguente variazione percentuale del coefficiente ψ

$(\psi_1 - \psi_0) / \psi_0 * 100$	
$(\psi_2 - \psi_1) / \psi_1 * 100$	
$(\psi_3 - \psi_2) / \psi_2 * 100$	

$(\psi_4 - \psi_3)/\psi_3 * 100$	
$(\psi_5 - \psi_4)/\psi_4 * 100$	

Momento aggiuntivo per traslazione dell'asse neutro(Comb. Mmin)

	Fase 1	Fase 2a	Fase 2b	Fase 2c	Fase 3a	Fase 3b
$\Delta M_{Fessurata}$ (kNm)	-1,865E+3	-1,53E+2	-1,391E+1	0E+00	0E+00	-1,291E+4
$\Delta M_{Non fessurata}$ (kNm)	-1,865E+3	-6,045E+1	-1,807E+4	0E+00	-1,129E+3	-3,417E+2

Tensioni normali sulla sezione efficace (Comb. Mmin)

	F. 1	F. 2a Non Fess.	F. 2a Fess.	F. 2b Non Fess.	F. 2b Fess.	F. 2c Non Fess.	F. 2c Fess.	F. 2 tot	F. 3a Non Fess.	F. 3a Fess.	F. 3b Non Fess.	F. 3b Fess.	F. 3 tot	η_1
σ_8	0	-1,9	0	1,9	0	0	0	0	0,6	0	-7,3	0	-6,7	0,34
σ_7	-0,9	-36,4	-72,3	-42,5	1,2	0	0	-71,1	-15,1	-0,6	-42,9	-166,1	-137	0,35
σ_6	-0,9	-31,1	-64,3	-39,4	1	0	0	-63,3	-14	-0,5	-34,1	-148,4	-118,6	0,303
σ_5	0	-1,5	0	2,3	0	0	0	0	0,8	0	-5,2	0	-3,6	0,181
σ_4	-201	-29,8	-62,4	-38,7	1	0	0	-262,5	-13,7	-0,5	-32	-144,2	-315,3	0,988
σ_3	-192,8	-28	-59,7	-37,6	1	0	0	-251,6	-13,3	-0,5	-29,1	-138,3	-300,9	0,943
σ_2	-0,9	-0,1	-0,1	-23,8	0	0	0	-0,9	-10	0	-3	-6,4	-37,8	0,112
σ_1	133,2	43,2	46,7	3,5	-0,8	0	0	179,2	1,8	0,4	88,5	97,1	270,2	0,847
σ_0	143,1	45,4	50	4,7	-0,8	0	0	192,3	2,2	0,4	92,1	104,3	287,6	0,901

Massimo coefficiente di utilizzo: 0,988 VERIFICA SODDISFATTA

NOTE

- 1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 2 = 0 N/mm²
- 2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 2 = 0,76 N/mm²
 La sezione a fine fase 2 e' stata considerata: Fessurata (t.,b.)
- 3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 = -6,73 N/mm²
- 4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 = -3,6 N/mm²
 La sezione a fine fase 3 e' stata considerata: Non fessurata (t.,b.)

Resistenza a taglio

Valutazione della necessita' di calcolo della resistenza a Shear buckling

$$h_w/t_w = 152,399 > 31/\eta * \epsilon_w * (K_\tau)^{0,5} = 74,167 \quad \text{Verifica a Shear Buckling: NECESSARIA}$$

Resistenza a taglio Shear buckling: **$V_{b,Rd} = 4,253E+6$ N**

Essendo:

$$a/h_w = 1,066, \quad \eta = 1,2, \quad I_{sl} = 1,575E+7 (\text{mm}^4), \quad K_{\tau sl} = 11,139, \quad K_\tau = 12,451$$

contributo anima: $V_{bw,Rd} = 4,253E+6$ N, contributo flange: $V_{bf,Rd} = 0E+00$ N
 $\chi_w = 0,585, \quad \lambda_w = 1,419, \quad \tau_{cr} = 101,9, \quad C = 826,8$
 $M_{Ed} = M_{Ed,eq} = -1,826E+8$ Nm, $M_{f,Rd} = -5,462E+7$ Nm, $M_{Ed}/M_{f,Rd} = 3,342$

Resistenza plastica: **$V_{pl,Rd} = 9,139E+6$ N**

Resistenza a taglio: **$V_{Rd} = \min(V_{pl,Rd}, V_{b,Rd}) = 4,253E+6$ N**

Coefficienti di utilizzo

$$\eta_3 = V_{Ed}/V_{Rd} = 0,191, \quad (= > \text{VERIFICA SODDISFATTA})$$

$$\eta_3 = V_{Ed}/V_{bw,Rd} = 0,191, \quad \eta_1 = \max(\eta_i) = 0,988$$

Interazione pressoflessione taglio (N-M-V)

Valutazione della presenza di interazione

$$\eta_3 < 0,5, \quad M_{Ed}/M_{f,Rd} > 1$$

NON C'E' INTERAZIONE

Verifica a stato limite delle tensioni (Comb. Mmax)

Sollecitazioni (Comb. Mmax)

Fase	N (N)	V (N)	M (Nm)	T (Nm)
1	-8,8E+4	-1,19E+5	-1,58E+7	7,6E+4
2a	-7E+3	-4,6E+4	-5,07E+6	2,3E+4

2b	-1E+3	0E+00	1,03E+5	0E+00
Rit.Iso	0E+00	0	0E+00	0
2c	0E+00	0E+00	0E+00	0E+00
3a	0E+00	0E+00	4,3E+1	0E+00
Term.Iso	2,04E+6	0	1,4E+6	0
3b	6,04E+5	1,08E+5	-4,38E+6	9,7E+4
Totale	2,55E+6	-5,7E+4	-2,38E+7	1,96E+5

Tensioni normali sulla sezione lorda (Comb. Mmax)

	F. 1	F. 2a Non Fess.	F. 2a Fess.	F. 2b Non Fess.	F. 2b Fess.	F. 2c Non Fess.	F. 2c Fess.	F. 2 tot	F. 3a Non Fess.	F. 3a Fess.	F. 3b Non Fess.	F. 3b Fess.	F. 3 tot	σ_{td}	η_1
σ_8	0	-1,3	0	0	0	0	0	-1,2	-0,4	0	-1,5	0	-3,1	3,1	0,148
σ_7	-0,6	-24,1	-47,3	0,4	1	0	0	-23,7	9,9	0	-8,5	-36,7	-22,3	22,3	0,062
σ_6	-0,6	-20,6	-42	0,3	0,8	0	0	-20,2	9,2	0	-6,2	-32,2	-17,2	17,2	0,048
σ_5	0	-1	0	0	0	0	0	-1	-0,6	0	-0,9	0	-2,5	2,5	0,118
σ_4	-145,3	-19,7	-40,7	0,3	0,8	0	0	-164,7	9	0	-5,6	-31,1	-161,3	161,3	0,481
σ_3	-139,3	-18,5	-39	0,3	0,8	0	0	-157,5	8,8	0	-4,8	-29,6	-153,6	153,6	0,459
σ_2	-0,6	0	0	0	0	0	0	-0,7	6,6	0	2	4,1	7,9	8,4	0,024
σ_1	99	28,9	31,3	-0,6	-0,6	0	0	127,3	-1	0	25,8	31,2	152,1	152,2	0,454
σ_0	106,3	30,3	33,4	-0,6	-0,7	0	0	136	-1,3	0	26,8	33	161,5	161,5	0,482
τ_4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0		
τ_3	-2,5	-1,1	-1	0	0	0	0	-3,5	0	0	2,6	2,3	-0,9		
τ_2	-3,2	-1,1	-1,2	0	0	0	0	-4,3	0	0	2,7	2,8	-1,6		
τ_1	-2,8	-1	-1,1	0	0	0	0	-3,8	0	0	2,2	2,5	-1,6		
τ_0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		

Massimo coefficiente di utilizzo: 0,482 VERIFICA SODDISFATTA

NOTE1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 2 = -1,25 N/mm²2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 2 = -0,99 N/mm²

La sezione a fine fase 2 e' stata considerata: Non fessurata (t.,b.)

3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 = -3,11 N/mm²4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 = -2,48 N/mm²

La sezione a fine fase 3 e' stata considerata: Non fessurata (t.,b.)

Verifica a stato limite delle tensioni (Comb. Mmin)**Sollecitazioni (Comb. Mmin)**

Fase	N (N)	V (N)	M (Nm)	T (Nm)
1	-8,8E+4	-1,19E+5	-1,58E+7	7,6E+4
2a	-7E+3	-4,6E+4	-5,07E+6	2,3E+4
2b	-1E+3	0E+00	1,03E+5	0E+00
Rit.Iso	-4,42E+6	0	-4,15E+6	0
2c	0E+00	0E+00	0E+00	0E+00
3a	0E+00	0E+00	-4,3E+4	0E+00
Term.Iso	-2,04E+6	0	-1,4E+6	0
3b	-6,19E+5	-3,89E+5	-1,23E+7	-1,36E+5
Totale	-7,18E+6	-5,54E+5	-3,87E+7	-3,7E+4

Tensioni normali sulla sezione lorda (Comb. Mmin)

	F. 1	F. 2a Non Fess.	F. 2a Fess.	F. 2b Non Fess.	F. 2b Fess.	F. 2c Non Fess.	F. 2c Fess.	F. 2 tot	F. 3a Non Fess.	F. 3a Fess.	F. 3b Non Fess.	F. 3b Fess.	F. 3 tot	σ_{td}	η_1
σ_8	0	-1,3	0	1,6	0	0	0	0	0,4	0	-5,3	0	-4,6	4,6	0,218
σ_7	-0,6	-24,1	-47,3	-35	1	0	0	-46,3	-10	-0,4	-31,3	-119,2	-100,5	100,5	0,279
σ_6	-0,6	-20,6	-42	-32,5	0,8	0	0	-41,1	-9,3	-0,4	-24,8	-106,3	-87,2	87,2	0,242
σ_5	0	-1	0	1,9	0	0	0	0	0,6	0	-3,8	0	-2,3	2,3	0,109
σ_4	-145,3	-19,7	-40,7	-31,9	0,8	0	0	-185,2	-9,1	-0,3	-23,3	-103,3	-229,3	229,3	0,684
σ_3	-139,3	-18,5	-39	-31	0,8	0	0	-177,5	-8,8	-0,3	-21,1	-99	-218,8	220	0,657
σ_2	-0,6	0	0	-19,6	0	0	0	-0,7	-6,6	0	-2	-4,2	-28,9	37,7	0,106
σ_1	99	28,9	31,3	3	-0,6	0	0	129,6	1,2	0,3	65,3	72,1	197,4	198,5	0,592
σ_0	106,3	30,3	33,4	4,1	-0,7	0	0	139	1,5	0,3	67,9	77,3	210,1	210,1	0,627

τ_4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-0,2	0	-0,2		
τ_3	-2,5	-1,1	-1	0	0	0	0	-3,5	0	0	-9,5	-8,3	-13,1		
τ_2	-3,2	-1,1	-1,2	0	0	0	0	-4,4	0	0	-9,7	-10,2	-14		
τ_1	-2,8	-1	-1,1	0	0	0	0	-3,9	0	0	-7,8	-9	-11,6		
τ_0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		

Massimo coefficiente di utilizzo: 0,684 VERIFICA SODDISFATTA

NOTE

- 1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 2 = 0,36 N/mm²
- 2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 2 = 0,92 N/mm²
La sezione a fine fase 2 e' stata considerata: Fessurata (t.,b.)
- 3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 = -4,58 N/mm²
- 4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 = -2,29 N/mm²
La sezione a fine fase 3 e' stata considerata: Non fessurata (t.,b.)

SLE: Verifica a web breathing (Comb. Mmax)

Sollecitazioni (Comb. Mmax)

Fase	N (N)	V (N)	M (Nm)	T (Nm)
1	-8,8E+4	-1,19E+5	-1,58E+7	7,6E+4
2a	-7E+3	-4,6E+4	-5,07E+6	2,3E+4
2b	-1E+3	0E+00	1,03E+5	0E+00
Rit.Iso	0E+00	0	0E+00	0
2c	0E+00	0E+00	0E+00	0E+00
3a	0E+00	0E+00	3,6E+1	0E+00
Term.Iso	1,7E+6	0	1,16E+6	0
3b	0E+00	9,2E+4	-1,58E+6	6,3E+4
Totale	1,61E+6	-7,3E+4	-2,12E+7	1,62E+5

Tensioni normali sulla sezione efficace (Comb. Mmax)

	F. 1	F. 2a Non Fess.	F. 2a Fess.	F. 2b Non Fess.	F. 2b Fess.	F. 2c Non Fess.	F. 2c Fess.	F. 2 tot	F. 3a Non Fess.	F. 3a Fess.	F. 3b Non Fess.	F. 3b Fess.	F. 3 tot
σ_8	0	-1,3	0	0	0	0	0	-1,3	-0,3	0	-0,6	0	-2,2
σ_7	-0,6	-24,3	-48,2	0,4	1	0	0	-23,9	8,3	0	-3,8	-15	-19,3
σ_6	-0,6	-20,7	-42,9	0,3	0,9	0	0	-20,4	7,7	0	-2,9	-13,4	-15,6
σ_5	0	-1	0	0	0	0	0	-1	-0,5	0	-0,4	0	-1,9
σ_4	-149	-19,9	-41,6	0,3	0,8	0	0	-168,6	7,6	0	-2,7	-13	-163,8
σ_3	-142,9	-18,7	-39,8	0,3	0,8	0	0	-161,3	7,4	0	-2,5	-12,4	-156,4
σ_2	-0,6	0	0	0	0	0	0	-0,7	5,6	0	0	0	4,9
σ_1	98,7	28,8	31,2	-0,6	-0,6	0	0	126,9	-0,8	0	8,6	9,7	134,7
σ_0	106	30,3	33,3	-0,6	-0,7	0	0	135,7	-1	0	9	10,4	143,6

NOTE

- 1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 2 = -1,26 N/mm²
- 2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 2 = -1 N/mm²
La sezione a fine fase 2 e' stata considerata: Non fessurata (t.,b.)
- 3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 = -2,23 N/mm²
- 4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 = -1,92 N/mm²
La sezione a fine fase 3 e' stata considerata: Non fessurata (t.,b.)

Verifica dell'intera anima (Comb. Mmax)

	Anima
b (mm)	2438,4
σ_{sup} (N/mm ²)	-152,67
σ_{inf} (N/mm ²)	135,08
σ_{Ed} (N/mm ²)	152,67
K_{σ}	21,03
σ_{cr0E} (N/mm ²)	8,18
τ_{Ed} (N/mm ²)	1,75
$\sigma_{cr}(P)$ (N/mm ²)	825,29
$\sigma_{cr}(C)$ (N/mm ²)	772,12

ξ	0,069
σ_{cr} (N/mm ²)	779,19
K_{τ}	12,45
$K_{\tau sl}$	11,14
Coefficienti di utilizzo	0,197
Esito	VERIFICA SODDISFATTA

Verifica locale dei sub pannelli (Comb. Mmax)

	Sub pannello 1	Sub pannello 2
b (mm)	557,9	1880,5
σ_{sup} (N/mm ²)	-152,67	-86,83
σ_{inf} (N/mm ²)	-86,83	135,08
σ_{Ed} (N/mm ²)	152,67	86,83
τ_{Ed} (N/mm ²)	1,75	1,75
σ_{cr0E} (N/mm ²)	156,27	13,75
ψ	0,569	-1,556
K_{σ}	5,1	39,1
σ_{cr} (N/mm ²)	791,62	537,25
K_{τ}	5,52	7,43
τ_{cr}	863,28	102,23
Coefficienti di utilizzo	0,193	0,163
Esito	VERIFICA SODDISFATTA	VERIFICA SODDISFATTA

SLE: Verifica a web breathing (Comb. Mmin)

Sollecitazioni (Comb. Mmin)

Fase	N (N)	V (N)	M (Nm)	T (Nm)
1	-8,8E+4	-1,19E+5	-1,58E+7	7,6E+4
2a	-7E+3	-4,6E+4	-5,07E+6	2,3E+4
2b	-1E+3	0E+00	1,03E+5	0E+00
Rit.Iso	-4,42E+6	0	-4,15E+6	0
2c	0E+00	0E+00	0E+00	0E+00
3a	0E+00	0E+00	-3,6E+4	0E+00
Term.Iso	-1,7E+6	0	-1,16E+6	0
3b	-3E+3	-2,59E+5	-6,65E+6	-1,1E+5
Totale	-6,22E+6	-4,24E+5	-3,28E+7	-1,1E+4

Tensioni normali sulla sezione efficace (Comb. Mmin)

	F. 1	F. 2a Non Fess.	F. 2a Fess.	F. 2b Non Fess.	F. 2b Fess.	F. 2c Non Fess.	F. 2c Fess.	F. 2 tot	F. 3a Non Fess.	F. 3a Fess.	F. 3b Non Fess.	F. 3b Fess.	F. 3 tot
σ_8	0	-1,3	0	1,6	0	0	0	0	0,3	0	-2,7	0	-2,1
σ_7	-0,6	-24,3	-48,3	-35,4	1	0	0	-47,3	-8,4	-0,3	-15,8	-63,3	-84
σ_6	-0,6	-20,7	-42,9	-32,9	0,9	0	0	-42,1	-7,8	-0,3	-12,3	-56,3	-73,7
σ_5	0	-1	0	1,9	0	0	0	0	0,5	0	-1,9	0	-0,5
σ_4	-149,2	-19,9	-41,7	-32,3	0,8	0	0	-190,1	-7,6	-0,3	-11,5	-54,6	-220,5
σ_3	-143,2	-18,7	-39,9	-31,4	0,8	0	0	-182,3	-7,4	-0,3	-10,3	-52,3	-211
σ_2	-0,6	0	0	-19,9	0	0	0	-0,7	-5,6	0	0	0	-26,1
σ_1	98,6	28,8	31,2	2,9	-0,6	0	0	129,1	1	0,2	36,2	40,9	167,5
σ_0	106	30,3	33,3	3,9	-0,7	0	0	138,6	1,2	0,2	37,6	43,7	179

NOTE

- 1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 2 = 0,32 N/mm²
- 2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 2 = 0,88 N/mm²
 La sezione a fine fase 2 e' stata considerata: Fessurata (t.,b.)
- 3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 = -2,06 N/mm²
- 4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 = -0,51 N/mm²
 La sezione a fine fase 3 e' stata considerata: Non fessurata (t.,b.)

Verifica dell'intera anima (Comb. Mmin)

<i>Anima</i>	
b (mm)	2438,4
σ_{sup} (N/mm ²)	-206,52
σ_{inf} (N/mm ²)	168,18
σ_{Ed} (N/mm ²)	206,52
K_{σ}	19,42
σ_{cr0E} (N/mm ²)	8,18
τ_{Ed} (N/mm ²)	9,86
$\sigma_{cr}(P)$ (N/mm ²)	785,79
$\sigma_{cr}(C)$ (N/mm ²)	735,38
ξ	0,069
σ_{cr} (N/mm ²)	742,06
K_{τ}	12,45
$K_{\tau sl}$	11,14
Coefficienti di utilizzo	0,298
Esito	VERIFICA SODDISFATTA

Verifica locale dei sub pannelli (Comb. Mmin)

	<i>Sub pannello 1</i>	<i>Sub pannello 2</i>
b (mm)	557,9	1880,5
σ_{sup} (N/mm ²)	-206,52	-120,79
σ_{inf} (N/mm ²)	-120,79	168,18
σ_{Ed} (N/mm ²)	206,52	120,79
τ_{Ed} (N/mm ²)	9,86	9,86
σ_{cr0E} (N/mm ²)	156,27	13,75
ψ	0,585	-1,392
K_{σ}	5	34,2
σ_{cr} (N/mm ²)	783,82	470,77
K_{τ}	5,52	7,43
τ_{cr}	863,28	102,23
Coefficienti di utilizzo	0,264	0,278
Esito	VERIFICA SODDISFATTA	VERIFICA SODDISFATTA

Verifica connessione trave soletta

Caratteristiche generali

Numero di pioli per unita' di lunghezza, n (m ⁻¹)	15
Diametro dei pioli, d (mm)	22
Altezza dei pioli, h (mm)	200
Resistenza ultima dei pioli, α	1
Coefficiente di sicurezza parziale, γ_v	1,25
Resistenza ultima dei pioli, f_u (N/mm ²)	450
Coefficiente E_{cm} (N/mm ²)	34077
Resistenza caratteristica cilindrica, f_{ck} (N/mm ²)	35

Resistenza della connessione

Resistenza a taglio del piolo, $P_{Rd1} = 0.8 f_u \pi d^2 / 4 / \gamma_v$, (N)	109478,22
Resistenza per schiacciamento del calcestruzzo, $P_{Rd2} = 0.29 \alpha d^2 (f_{ck} E_{cm})^{0.5} / \gamma_v$, (N)	122630,64
Resistenza di progetto del piolo $P_{Rd} = \text{Min}(P_{Rd1}, P_{Rd2})$, (N)	109478,22

Verifica elastica allo SLU

Coefficiente di utilizzo (Comb. Mmax)

Resistenza di progetto per unita' di lunghezza, $v_{Rd} = n P_{Rd} K_s$ (N/mm)	1642,2
Fattore di riduzione, K_s	1.00
Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo v_{Ed} (N/mm)	34,4
Coefficiente di utilizzo v_{Ed} / v_{Rd}	0,021
VERIFICA SODDISFATTA	

Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo (Comb. Mmax)

Fase	$V_{Ed} (N)$	$S_{y,4} (mm^3)$	$J_y (mm^4)$	$V_{Ed} (N/mm)$
Fase 2a	-6,8E+4	6,118E+7	2,421E+11	-17,2
Fase 2b	0E+00	7,897E+7	2,69E+11	0
Fase 2c	0E+00	5,99E+7	2,402E+11	0
Fase 3a	0E+00	1,151E+8	3,235E+11	0
Fase 3b	1,45E+5	1,151E+8	3,235E+11	51,6
Totale				34,4

Coefficiente di utilizzo (Comb. Mmin)

Resistenza di progetto per unita' di lunghezza, $v_{Rd} = n P_{Rd} \kappa_s (N/mm)$	1642,2
Fattore di riduzione, κ_s	1.00
Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo $v_{Ed} (N/mm)$	-204,6
Coefficiente di utilizzo v_{Ed} / v_{Rd}	0,125
VERIFICA SODDISFATTA	

Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo (Comb. Mmin)

Fase	$V_{Ed} (N)$	$S_{y,4eff} (mm^3)$	$J_{y,eff} (mm^4)$	$V_{Ed} (N/mm)$
Fase 2a	-6,8E+4	6,15E+7	2,416E+11	-17,3
Fase 2b	0E+00	7,926E+7	2,686E+11	0
Fase 2c	0E+00	6,022E+7	2,396E+11	0
Fase 3a	0E+00	1,151E+8	3,234E+11	0
Fase 3b	-5,26E+5	1,151E+8	3,234E+11	-187,2
Totale				-204,6

Verifica elastica allo SLE**Coefficiente di utilizzo (Comb. Mmax)**

Resistenza di progetto per unita' di lunghezza, $v_{Rd} = n P_{Rd} \kappa_s (N/mm)$	985,3
Fattore di riduzione, κ_s	0,6
Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo $v_{Ed} (N/mm)$	26,8
Coefficiente di utilizzo v_{Ed} / v_{Rd}	0,027
VERIFICA SODDISFATTA	

Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo (Comb. Mmax)

Fase	$V_{Ed} (N)$	$S_{y,4} (mm^3)$	$J_y (mm^4)$	$V_{Ed} (N/mm)$
Fase 2a	-4,6E+4	6,118E+7	2,421E+11	-11,6
Fase 2b	0E+00	7,897E+7	2,69E+11	0
Fase 2c	0E+00	5,99E+7	2,402E+11	0
Fase 3a	0E+00	1,151E+8	3,235E+11	0
Fase 3b	1,08E+5	1,151E+8	3,235E+11	38,4
Totale				26,8

Coefficiente di utilizzo (Comb. Mmin)

Resistenza di progetto per unita' di lunghezza, $v_{Rd} = n P_{Rd} \kappa_s (N/mm)$	985,3
Fattore di riduzione, κ_s	0,6
Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo $v_{Ed} (N/mm)$	-150
Coefficiente di utilizzo v_{Ed} / v_{Rd}	0,152
VERIFICA SODDISFATTA	

Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo (Comb. Mmin)

Fase	$V_{Ed} (N)$	$S_{y,4} (mm^3)$	$J_y (mm^4)$	$V_{Ed} (N/mm)$
Fase 2a	-4,6E+4	6,118E+7	2,421E+11	-11,6
Fase 2b	0E+00	7,897E+7	2,69E+11	0
Fase 2c	0E+00	5,99E+7	2,402E+11	0
Fase 3a	0E+00	1,151E+8	3,235E+11	0
Fase 3b	-3,89E+5	1,151E+8	3,235E+11	-138,4
Totale				-150

Sezione C3 2 1**Pre-classificazione**

La preclassificazione e' riferita alla sezione composta in Fase 3

Caratteristiche plastiche dei singoli componenti

<i>Componenti</i>	$N_{pl} (N)$	$z_N (mm)$	$z_{max} (mm)$	$z_{min} (mm)$
Strato di calcestruzzo superiore	3,143E+6	2620,19	2640	2600,38
Strato di calcestruzzo intermedio alle armature	1,343E+7	2515	2599,62	2430,38
Strato di calcestruzzo inferiore	3,143E+6	2409,81	2429,62	2390
Strato di armatura superiore	1,205E+6	2600	2600,38	2599,62
Strato di armatura inferiore	1,205E+6	2430	2430,38	2429,62
Raccordo in cls	0E+00	2390	2390	2390
Flangia superiore della trave di acciaio	1,273E+7	2361,5	2390	2333
Anima della trave di acciaio	1,319E+7	1201	2333	69
Flangia inferiore della trave di acciaio	1,981E+7	34,5	69	0
<i>Compressione ultima per la sezione completa</i>	-6,785E+7			
<i>Trazione ultima per la sezione completa</i>	4,814E+7			
<i>Compressione ultima per la sezione senza anima</i>	-5,466E+7			
<i>Trazione ultima per la sezione senza anima</i>	3,495E+7			

Classificazione delle piattabande

	c/t	ε	<i>Flessione semplice con fibre tese superiori (M+)</i>	<i>Flessione semplice con fibre tese inferiori (M-)</i>
Flangia superiore	5,989	0,838	1	0
Flangia inferiore	6,397	0,838	1	1

Classificazione dell'anima

	c/t	ε	α	ψ	classe
Flessione semplice con fibre tese superiori (M+)	152,399	0,814	0,323	-1,243	4
Flessione semplice con fibre tese inferiori (M-)	152,399	0,814	0	-0,284	1
Compressione semplice (N)	152,399	0,814	1	1	4

Verifiche S.L.U. sezione composta (Comb. Mmax)**Sollecitazioni (Comb. Mmax)**

Fase	$N (N)$	$V (N)$	$M (Nm)$	$T (Nm)$
1	-1,4E+5	-2,77E+5	-2,13E+7	4,64E+5
2a	-1,2E+4	-6,6E+4	-7,6E+6	3,2E+5
2b	-1E+3	1E+3	1,24E+5	2E+3
Rit.Iso	0E+00	0	0E+00	0
2c	0E+00	0E+00	0E+00	0E+00
3a	0E+00	1E+0	6,4E+1	1E+0
Term.Iso	3,07E+6	0	2,1E+6	0
3b	8,64E+5	2,02E+5	-6E+6	9,81E+5
Totale	3,78E+6	-1,4E+5	-3,27E+7	1,77E+6

Pressoflessione - Analisi plastica**Classificazione della sezione (Comb. Mmax)**

	c/t	$z_{pl} (mm)$	α	ψ	Classe
Anima	152,4	2345,59	-0,01	-1,01	1
Piattabanda superiore	5,99				1
Piattabanda inferiore	6,4				1
classe della sezione					1

Analisi plastica: APPLICABILE

Verifica plastica a Presso-Tenso flessione (Comb. Mmax)

<i>Azione assiale</i>		<i>Flessione semplice</i>		<i>Interazione N/M</i>	
$N_{Ed} (N)$	3,778E+6	$M_{Ed} (Nm)$	-3,269E+7	$N_{Ed} (N)$	3,778E+6
$N_{Rd} (N)$	4,814E+7	$M_{Rd} (Nm)$	-6,486E+7	$M_{Ed} (Nm)$	-3,269E+7
				$M_{Rd} (Nm)$	-6,293E+7
N_{Ed}/N_{Rd}	0,078	M_{Ed}/M_{Rd}	0,504	M_{Ed}/M_{Rd}	0,52

VERIFICA SODDISFATTA

Pressoflessione - Calcolo tensioni lorde**Tensioni normali sulla sezione lorda (Comb. Mmax)**

	F. 1	F. 2a Non Fess.	F. 2a Fess.	F. 2b Non Fess.	F. 2b Fess.	F. 2c Non Fess.	F. 2c Fess.	F. 2 tot	F. 3a Non Fess.	F. 3a Fess.	F. 3b Non Fess.	F. 3b Fess.	F. 3 tot	η_1
σ_8	0	-1,9	0	0	0	0	0	-1,9	-0,6	0	-2	0	-4,5	0,225
σ_7	-1	-36,2	-70,8	0,5	1,1	0	0	-35,7	14,9	0	-11,5	-50	-32,3	0,082
σ_6	-1	-30,8	-62,9	0,4	1	0	0	-30,4	13,8	0	-8,3	-43,8	-24,9	0,064
σ_5	0	-1,5	0	0	0	0	0	-1,5	-0,9	0	-1,2	0	-3,6	0,181
σ_4	-196,2	-29,6	-61,1	0,4	1	0	0	-225,4	13,5	0	-7,6	-42,3	-219,4	0,688
σ_3	-188,1	-27,8	-58,4	0,3	0,9	0	0	-215,5	13,2	0	-6,5	-40,2	-208,9	0,655
σ_2	-1	-0,1	-0,1	0	0	0	0	-1,1	9,9	0	2,8	5,9	11,6	0,034
σ_1	133,5	43,3	46,8	-0,7	-0,8	0	0	176	-1,5	0	35,5	42,9	210	0,658
σ_0	143,3	45,4	50,1	-0,7	-0,8	0	0	187,9	-2	0	36,8	45,5	222,8	0,698

Massimo coefficiente di utilizzo: 0,698 VERIFICA NON SIGNIFICATIVA

NOTE

- 1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 2 = -1,88 N/mm²
- 2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 2 = -1,49 N/mm²
La sezione a fine fase 2 e' stata considerata: Non fessurata (t.,b.)
- 3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 = -4,47 N/mm²
- 4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 = -3,59 N/mm²
La sezione a fine fase 3 e' stata considerata: Non fessurata (t.,b.)

Resistenza a taglio

Valutazione della necessita' di calcolo della resistenza a Shear buckling

$$h_w/t_w = 152,399 > 31/\eta * \epsilon_w * (K_\tau)^{0.5} = 74,167 \quad \text{Verifica a Shear Buckling: NECESSARIA}$$

Resistenza a taglio Shear buckling: $V_{b,Rd} = 5,087E+6$ N

Essendo:

$$a/h_w = 1,066, \quad \eta = 1,2, \quad I_{sl} = 1,575E+7 (\text{mm}^4), \quad K_{\tau sl} = 11,139, \quad K_\tau = 12,451$$

contributo anima: $V_{bw,Rd} = 4,253E+6$ N, contributo flange: $V_{bf,Rd} = 8,349E+5$ N

$$\chi_w = 0,585, \quad \lambda_w = 1,419, \quad \tau_{cr} = 101,9, \quad C = 826,8$$

$$M_{Ed} = -3,269E+7 \text{ Nm}, \quad M_{f,Rd} = -4,764E+7 \text{ Nm}, \quad M_{Ed}/M_{f,Rd} = 0,686$$

Resistenza plastica: $V_{pl,Rd} = 9,139E+6$ N

Resistenza a taglio: $V_{Rd} = \min(V_{pl,Rd}, V_{b,Rd}) = 5,087E+6$ N

Coefficienti di utilizzo

$$\eta_3 = V_{Ed}/V_{Rd} = 0,03, \quad (=> \text{VERIFICA SODDISFATTA})$$

$$\eta_3 = V_{Ed}/V_{bw,Rd} = 0,035, \quad \eta_1 = M_{Ed}/M_{Rd} = 0,52$$

Interazione pressoflessione taglio (N-M-V)

Valutazione della presenza di interazione

$$\eta_3 < 0,5, \quad M_{Ed}/M_{f,Rd} < 1$$

NON C'E' INTERAZIONE

Verifiche S.L.U. sezione composta (Comb. Mmin)

Sollecitazioni (Comb. Mmin)

Fase	N (N)	V (N)	M (Nm)	T (Nm)
1	-1,4E+5	-2,77E+5	-2,13E+7	4,64E+5
2a	-1,2E+4	-6,6E+4	-7,6E+6	3,2E+5
2b	-1E+3	1E+3	1,24E+5	2E+3
Rit.Iso	-5,3E+6	0	-4,98E+6	0
2c	0E+00	0E+00	0E+00	0E+00
3a	0E+00	-1E+3	-6,4E+4	-1E+3
Term.Iso	-3,07E+6	0	-2,1E+6	0
3b	-8,86E+5	-4,15E+5	-1,68E+7	1,1E+4
Totale	-9,41E+6	-7,58E+5	-5,27E+7	7,96E+5

Pressoflessione - Analisi plastica

Classificazione della sezione (Comb. Mmin)

	c/t	z _{pl} (mm)	α	ψ	Classe
Anima	152,4	1684,18	0,29	-0,92	4
Piattabanda superiore	5,99				1
Piattabanda inferiore	6,4				1
classe della sezione					4
Analisi plastica: NON APPLICABILE					

Verifica plastica a Presso-Tenso flessione (Comb. Mmin)

Azione assiale		Flessione semplice		Interazione N/M	
N _{Ed} (N)	-9,408E+6	M _{Ed} (Nm)	-5,271E+7	N _{Ed} (N)	-9,408E+6
N _{Rd} (N)	-6,785E+7	M _{Rd} (Nm)	-6,486E+7	M _{Ed} (Nm)	-5,271E+7
				M _{Rd} (Nm)	-6,712E+7
N _{Ed} /N _{Rd}	0,139	M _{Ed} /M _{Rd}	0,813	M _{Ed} /M _{Rd}	0,785
VERIFICA NON SIGNIFICATIVA					

Pressoflessione - Calcolo tensioni lorde**Tensioni normali sulla sezione lorda (Comb. Mmin)**

	F. 1	F. 2a Non Fess.	F. 2a Fess.	F. 2b Non Fess.	F. 2b Fess.	F. 2c Non Fess.	F. 2c Fess.	F. 2 tot	F. 3a Non Fess.	F. 3a Fess.	F. 3b Non Fess.	F. 3b Fess.	F. 3 tot	η ₁
σ ₈	0	-1,9	0	2	0	0	0	0	0,6	0	-7,3	0	-6,6	0,334
σ ₇	-1	-36,2	-70,8	-42,1	1,1	0	0	-69,7	-15	-0,6	-42,7	-162,2	-135,9	0,347
σ ₆	-1	-30,8	-62,9	-39	1	0	0	-61,9	-13,9	-0,5	-33,9	-144,8	-117,6	0,301
σ ₅	0	-1,5	0	2,3	0	0	0	0	0,9	0	-5,2	0	-3,5	0,177
σ ₄	-196,2	-29,6	-61,1	-38,3	1	0	0	-256,3	-13,6	-0,5	-31,8	-140,7	-309,5	0,97
σ ₃	-188,1	-27,8	-58,4	-37,2	0,9	0	0	-245,6	-13,3	-0,5	-28,9	-134,8	-295,2	0,925
σ ₂	-1	-0,1	-0,1	-23,6	0	0	0	-1,1	-9,9	0	-2,9	-6	-37,4	0,111
σ ₁	133,5	43,3	46,8	3,6	-0,8	0	0	179,5	1,9	0,4	88,5	97,6	270,8	0,849
σ ₀	143,3	45,4	50,1	4,9	-0,8	0	0	192,5	2,3	0,4	92,1	104,7	288	0,903

Massimo coefficiente di utilizzo: 0,97 VERIFICA NON SIGNIFICATIVA

NOTE

- 1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 2 = 0,05 N/mm²
- 2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 2 = 0,8 N/mm²
La sezione a fine fase 2 e' stata considerata: Fessurata (t.,b.)
- 3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 = -6,63 N/mm²
- 4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 = -3,5 N/mm²
La sezione a fine fase 3 e' stata considerata: Non fessurata (t.,b.)

Pressoflessione - Calcolo tensioni efficaci**Area efficace per shear lag e/o buckling delle flange(Comb. Mmin)**

Componente	b (mm)	t (mm)	λ _p	ρ	A _{c,eff} (mm ²)	β ^k	A _{c,eff} *β ^k (mm ²)
Piattabanda superiore SX	350	57	---	---	---	1	19950
Piattabanda superiore DX	350	57	---	---	---	1	19950
Piattabanda inferiore SX	450	69	---	---	---	1	31050
Piattabanda inferiore DX	450	69	---	---	---	1	31050

Instabilità locale dei pannelli d'anima (Comb. Mmin)

	Anima	Sub pannello 1	Sub pannello 2
b (mm)	2438,38	557,9	1880,48
σ _{cr0E} (N/mm ²)	8,18	156,27	13,75
σ _{sup} (N/mm ²)	-295,21	-295,21	-165,72
σ _{inf} (N/mm ²)	270,75	-165,72	270,75
ψ	-0,92	0,56	-1,63
K _σ	21,81	5,09	41,48
λ _p	1,41	0,67	0,79
b _c (mm)	1271,88	557,9	713,98
b _{c sup} (mm)	508,75	251,38	285,59
b _{c inf} (mm)	763,13	306,52	428,39
ρ _{loc}	0,65	1	1

b _{ceff} (mm)	828,38	557,9	713,98
b _{ceff sup} (mm)	331,35	251,38	285,59
b _{ceff sup} (mm)	497,03	306,52	428,39
φForo(mm)	443,5	0	0

Caratteristiche dell'anima compressa, irrigidenti esclusi (Comb. Mmin)

	A(mm ²)	z _G (mm)	J _y (mm ⁴)
A _c Edge sup	4,022E+3	2298,3	2,118E+7
A _c 1	9,474E+3	1876,5	2,768E+8
A _c 2	0E+00	0	0E+00
A _c Edge inf	6,854E+3	1366,3	1,048E+8
A _c tot	2,035E+4	1788	2,743E+9
A _c	1,172E+4		

Caratteristiche dell'anima compressa, depurata per instabilità locale (Comb. Mmin)

	A(mm ²)	z _G (mm)	J _y (mm ⁴)
A _{c,eff} Edge sup	4,022E+3	2298,3	2,118E+7
A _{c,eff} 1	9,474E+3	1876,5	2,768E+8
A _{c,eff} 2	0E+00	0	0E+00
A _{c,eff} Edge inf	6,854E+3	1366,3	1,048E+8
A _{c,eff} tot	2,035E+4	1788	2,743E+9
A _{c,eff,loc}	1,172E+4		

Tensioni critiche per l'anima (Comb. Mmin)

	Stiffener 1
A _{sl} (mm ²)	1,172E+4
e _{sl} (mm)	-15,9
I _{sl} (mm ⁴)	1,695E+7
A _{sl,eff} (mm ²)	1,172E+4
e _{sl,eff} (mm)	-15,9
I _{sl,eff} (mm ⁴)	1,695E+7
σ _{cr,sl,i} (p)	473,77
σ _{cr,p,i} (p)	843,97
σ _{cr,sl} (C)	443,18
σ _{cr,c} (C)	789,48
α _e	0,649

Coefficienti di riduzione per instabilità globale dell'anima (Comb. Mmin)

	Piastra	Colonna
σ _{cr,p} (p)	843,97	σ _{cr,c} (C) 1
β _{ac} (p)	1	β _{ac} (C) 0,671
λ _p	0,649	λ _c 0,734
ρ _p	1	χ _c

Anima depurata per instabilità locale e globale dell'anima (Comb. Mmin)

	A(mm ²)	z _G (mm)	J _y (mm ⁴)
Edge sup	4,022E+3	2298,3	2,118E+7
1	6,951E+3	1876,5	2,031E+8
2	0E+00	0	0E+00
Edge inf	6,854E+3	1366,3	1,048E+8
Totale	1,783E+4	1775,5	2,647E+9

Depurazione complessiva da applicare alla sezione (Comb. Mmin)

	ΔA(mm ²)	z _G (mm)	ΔJ _y (mm ⁴)
Anima	-2,523E+3	1876,5	-7,37E+7
Piattabanda superiore	0E+00	0	0E+00
Piattabanda inferiore	0E+00	0	0E+00

Caratteristiche geometriche efficaci (Comb. Mmin)

	Fase 1	Fase 2a	Fase 2b	Fase 2c	Fase 3	Fessurata
A (mm ²)	1,385E+5	1,959E+5	3,069E+5	1,942E+5	3,069E+5	1,446E+5
z _G (mm)	999,979	1444,047	1831,38	1434,777	1831,38	1064,471
Δ z _{Geff} (mm)	15,68	5,5	0,37	5,66	0,37	13,92

$J_{y,eff}$ (mm ⁴)	1,481E+11	2,416E+11	3,234E+11	2,396E+11	3,234E+11	1,617E+11
$W_{y,0eff}$ (mm ³)	-1,481E+8	-1,673E+8	-1,766E+8	-1,67E+8	-1,766E+8	-1,519E+8
$W_{y,1eff}$ (mm ³)	-1,591E+8	-1,757E+8	-1,835E+8	-1,755E+8	-1,835E+8	-1,624E+8
$W_{y,3eff}$ (mm ³)	1,111E+8	2,718E+8	6,448E+8	2,668E+8	6,448E+8	1,275E+8
$W_{y,4eff}$ (mm ³)	1,066E+8	2,554E+8	5,79E+8	2,509E+8	5,79E+8	1,22E+8
$W_{y,5eff}$ (mm ³)	1E+300	2,554E+8	5,79E+8	2,509E+8	5,79E+8	1,22E+8
$W_{y,6eff}$ (mm ³)	1E+300	2,45E+8	5,403E+8	2,408E+8	5,403E+8	1,184E+8
$W_{y,7eff}$ (mm ³)	1E+300	2,09E+8	4,208E+8	2,057E+8	4,208E+8	1,053E+8
$W_{y,8eff}$ (mm ³)	1E+300	2,02E+8	4E+8	1,988E+8	4E+8	1,026E+8
$S_{y,1eff}$ (mm ³)	5,996E+7	8,753E+7	1,116E+8	8,696E+7	1,116E+8	6,396E+7
$S_{y,2eff}$ (mm ³)	6,742E+7	1,038E+8	1,383E+8	1,03E+8	1,383E+8	7,25E+7
$S_{y,3eff}$ (mm ³)	5,432E+7	9,811E+7	1,363E+8	9,719E+7	1,363E+8	6,068E+7
$S_{y,4eff}$ (mm ³)	1,515E-291	6,15E+7	1,151E+8	6,022E+7	1,151E+8	8,932E+6

Le caratteristiche efficaci sono state calcolate iterativamente in 0 iterazioni, con la seguente variazione percentuale del coefficiente ψ

$(\psi_1 - \psi_0)/\psi_0 * 100$	
$(\psi_2 - \psi_1)/\psi_1 * 100$	
$(\psi_3 - \psi_2)/\psi_2 * 100$	
$(\psi_4 - \psi_3)/\psi_3 * 100$	
$(\psi_5 - \psi_4)/\psi_4 * 100$	

Momento aggiuntivo per traslazione dell'asse neutro(Comb. Mmin)

	Fase 1	Fase 2a	Fase 2b	Fase 2c	Fase 3a	Fase 3b
$\Delta M_{Fessurata}$ (kNm)	-2,195E+3	-1,67E+2	-1,392E+1	0E+00	0E+00	-1,233E+4
$\Delta M_{Non fessurata}$ (kNm)	-2,195E+3	-6,597E+1	-1,808E+4	0E+00	-1,129E+3	-3,26E+2

Tensioni normali sulla sezione efficace (Comb. Mmin)

	F. 1	F. 2a Non Fess.	F. 2a Fess.	F. 2b Non Fess.	F. 2b Fess.	F. 2c Non Fess.	F. 2c Fess.	F. 2 tot	F. 3a Non Fess.	F. 3a Fess.	F. 3b Non Fess.	F. 3b Fess.	F. 3 tot	η_1
σ_8	0	-1,9	0	1,9	0	0	0	0	0,6	0	-7,3	0	-6,7	0,338
σ_7	-1	-36,4	-72,2	-42,5	1,2	0	0	-71,1	-15,1	-0,6	-42,8	-165,6	-136,8	0,349
σ_6	-1	-31,1	-64,2	-39,4	1	0	0	-63,2	-14	-0,5	-33,9	-147,9	-118,4	0,303
σ_5	0	-1,5	0	2,3	0	0	0	0	0,8	0	-5,2	0	-3,6	0,18
σ_4	-201,1	-29,8	-62,4	-38,7	1	0	0	-262,4	-13,7	-0,5	-31,9	-143,8	-315,1	0,988
σ_3	-192,9	-28	-59,7	-37,6	1	0	0	-251,6	-13,3	-0,5	-28,9	-137,8	-300,8	0,943
σ_2	-1	-0,1	-0,1	-23,8	0	0	0	-1,1	-10	0	-2,9	-6,1	-37,8	0,112
σ_1	133	43,2	46,7	3,4	-0,8	0	0	178,9	1,8	0,4	88,5	97,2	269,9	0,846
σ_0	142,9	45,3	49,9	4,7	-0,8	0	0	192	2,2	0,4	92,1	104,4	287,3	0,901

Massimo coefficiente di utilizzo: 0,988 VERIFICA SODDISFATTA

NOTE

- 1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 2 = 0 N/mm²
- 2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 2 = 0,76 N/mm²
La sezione a fine fase 2 e' stata considerata: Fessurata (t.,b.)
- 3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 = -6,7 N/mm²
- 4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 = -3,57 N/mm²
La sezione a fine fase 3 e' stata considerata: Non fessurata (t.,b.)

Resistenza a taglio

Valutazione della necessita' di calcolo della resistenza a Shear buckling

$$h_w/t_w = 152,399 > 31/\eta * \epsilon_w * (K_\tau)^{0.5} = 74,167 \quad \text{Verifica a Shear Buckling: NECESSARIA}$$

Resistenza a taglio Shear buckling: $V_{b,Rd} = 4,253E+6$ N

Essendo:

$$\begin{aligned} a/h_w &= 1,066, \quad \eta = 1,2, \quad I_{sl} = 1,575E+7 (\text{mm}^4), \quad K_{\tau sl} = 11,139, \quad K_\tau = 12,451 \\ \text{contributo anima: } V_{bw,Rd} &= 4,253E+6 \text{ N}, \quad \text{contributo flange: } V_{bf,Rd} = 0E+00 \text{ N} \\ \chi_w &= 0,585, \quad \lambda_w = 1,419, \quad \tau_{cr} = 101,9, \quad C = 826,8 \\ M_{Ed} &= M_{Ed,eq} = -1,825E+8 \text{ Nm}, \quad M_{f,Rd} = -5,461E+7 \text{ Nm}, \quad M_{Ed}/M_{f,Rd} = 3,341 \end{aligned}$$

Resistenza plastica: $V_{pl,Rd} = 9,139E+6$ N

Resistenza a taglio: $V_{Rd} = \min(V_{pl,Rd}, V_{b,Rd}) = 4,253E+6 \text{ N}$

Coefficienti di utilizzo

$$\eta_3 = V_{Ed} / V_{Rd} = 0,192, \quad (=) \text{ VERIFICA SODDISFATTA}$$

$$\eta_3 = V_{Ed} / V_{bw,Rd} = 0,192, \quad \eta_1 = \max(\eta_i) = 0,988$$

Interazione pressoflessione taglio (N-M-V)

Valutazione della presenza di interazione

$$\eta_3 < 0,5, \quad M_{Ed} / M_{f,Rd} > 1$$

NON C'E' INTERAZIONE

Verifica a stato limite delle tensioni (Comb. Mmax)

Sollecitazioni (Comb. Mmax)

Fase	N (N)	V (N)	M (Nm)	T (Nm)
1	-1,03E+5	-2,05E+5	-1,58E+7	3,44E+5
2a	-8E+3	-4,4E+4	-5,07E+6	2,14E+5
2b	-1E+3	1E+3	1,03E+5	2E+3
Rit.Iso	0E+00	0	0E+00	0
2c	0E+00	0E+00	0E+00	0E+00
3a	0E+00	0E+00	4,3E+1	1E+0
Term.Iso	2,04E+6	0	1,4E+6	0
3b	5,75E+5	1,49E+5	-4,38E+6	7,19E+5
Totale	2,51E+6	-9,9E+4	-2,37E+7	1,28E+6

Tensioni normali sulla sezione lorda (Comb. Mmax)

	F. 1	F. 2a Non Fess.	F. 2a Fess.	F. 2b Non Fess.	F. 2b Fess.	F. 2c Non Fess.	F. 2c Fess.	F. 2 tot	F. 3a Non Fess.	F. 3a Fess.	F. 3b Non Fess.	F. 3b Fess.	F. 3 tot	σ_{td}	η_1
σ_8	0	-1,3	0	0	0	0	0	-1,2	-0,4	0	-1,5	0	-3,1	3,1	0,149
σ_7	-0,7	-24,1	-47,2	0,4	1	0	0	-23,7	9,9	0	-8,5	-36,9	-22,3	22,3	0,062
σ_6	-0,7	-20,5	-42	0,3	0,8	0	0	-20,2	9,2	0	-6,2	-32,3	-17,3	17,3	0,048
σ_5	0	-1	0	0	0	0	0	-1	-0,6	0	-0,9	0	-2,5	2,5	0,119
σ_4	-145,3	-19,7	-40,7	0,3	0,8	0	0	-164,7	9	0	-5,7	-31,3	-161,4	161,4	0,482
σ_3	-139,3	-18,5	-38,9	0,3	0,8	0	0	-157,6	8,8	0	-4,9	-29,7	-153,7	153,7	0,459
σ_2	-0,7	0	-0,1	0	0	0	0	-0,8	6,6	0	1,9	3,9	7,7	9,1	0,026
σ_1	98,9	28,8	31,2	-0,6	-0,6	0	0	127,1	-1	0	25,7	31	151,9	151,9	0,454
σ_0	106,1	30,3	33,4	-0,6	-0,7	0	0	135,8	-1,3	0	26,7	32,8	161,2	161,2	0,481
τ_4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0,1		
τ_3	-4,3	-1	-0,9	0	0	0	0	-5,3	0	0	3,6	3,2	-1,6		
τ_2	-5,4	-1,1	-1,2	0	0	0	0	-6,5	0	0	3,7	3,9	-2,8		
τ_1	-4,8	-0,9	-1	0	0	0	0	-5,7	0	0	3	3,4	-2,8		
τ_0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		

Massimo coefficiente di utilizzo: 0,482 VERIFICA SODDISFATTA

NOTE

- 1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 2 = -1,25 N/mm²
- 2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 2 = -0,99 N/mm²
 La sezione a fine fase 2 e' stata considerata: Non fessurata (t.,b.)
- 3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 = -3,13 N/mm²
- 4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 = -2,49 N/mm²
 La sezione a fine fase 3 e' stata considerata: Non fessurata (t.,b.)

Verifica a stato limite delle tensioni (Comb. Mmin)

Sollecitazioni (Comb. Mmin)

Fase	N (N)	V (N)	M (Nm)	T (Nm)
1	-1,03E+5	-2,05E+5	-1,58E+7	3,44E+5
2a	-8E+3	-4,4E+4	-5,07E+6	2,14E+5
2b	-1E+3	1E+3	1,03E+5	2E+3
Rit.Iso	-4,42E+6	0	-4,15E+6	0
2c	0E+00	0E+00	0E+00	0E+00

3a	0E+00	0E+00	-4,3E+4	-1E+3
Term.Iso	-2,04E+6	0	-1,4E+6	0
3b	-5,91E+5	-3,06E+5	-1,23E+7	1E+4
Totale	-7,17E+6	-5,54E+5	-3,87E+7	5,69E+5

Tensioni normali sulla sezione lorda (Comb. Mmin)

	F. 1	F. 2a Non Fess.	F. 2a Fess.	F. 2b Non Fess.	F. 2b Fess.	F. 2c Non Fess.	F. 2c Fess.	F. 2 tot	F. 3a Non Fess.	F. 3a Fess.	F. 3b Non Fess.	F. 3b Fess.	F. 3 tot	σ_{td}	η_1
σ_8	0	-1,3	0	1,6	0	0	0	0	0,4	0	-5,3	0	-4,6	4,6	0,217
σ_7	-0,7	-24,1	-47,2	-35	1	0	0	-46,3	-10	-0,4	-31,2	-118,9	-100,4	100,4	0,279
σ_6	-0,7	-20,5	-42	-32,5	0,8	0	0	-41,1	-9,3	-0,4	-24,7	-106	-87	87	0,242
σ_5	0	-1	0	1,9	0	0	0	0	0,6	0	-3,8	0	-2,3	2,3	0,108
σ_4	-145,3	-19,7	-40,7	-31,9	0,8	0	0	-185,2	-9,1	-0,3	-23,2	-103	-229,2	229,2	0,684
σ_3	-139,3	-18,5	-38,9	-31	0,8	0	0	-177,5	-8,8	-0,3	-21	-98,7	-218,7	219,8	0,656
σ_2	-0,7	0	-0,1	-19,6	0	0	0	-0,8	-6,6	0	-1,9	-4	-28,9	37,9	0,107
σ_1	98,9	28,8	31,2	3	-0,6	0	0	129,5	1,2	0,3	65,3	72,2	197,3	198,3	0,592
σ_0	106,1	30,3	33,4	4,1	-0,7	0	0	138,8	1,5	0,3	67,9	77,4	209,9	209,9	0,627
τ_4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-0,2	0	-0,2		
τ_3	-4,3	-1	-0,9	0	0	0	0	-5,2	0	0	-7,5	-6,5	-12,7		
τ_2	-5,4	-1,1	-1,2	0	0	0	0	-6,6	0	0	-7,6	-8	-14,1		
τ_1	-4,8	-0,9	-1	0	0	0	0	-5,8	0	0	-6,1	-7	-11,9		
τ_0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		

Massimo coefficiente di utilizzo: 0,684 VERIFICA SODDISFATTA

NOTE

- 1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 2 = 0,36 N/mm²
- 2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 2 = 0,92 N/mm²
La sezione a fine fase 2 e' stata considerata: Fessurata (t.,b.)
- 3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 = -4,56 N/mm²
- 4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 = -2,27 N/mm²
La sezione a fine fase 3 e' stata considerata: Non fessurata (t.,b.)

SLE: Verifica a web breathing (Comb. Mmax)**Sollecitazioni (Comb. Mmax)**

Fase	N (N)	V (N)	M (Nm)	T (Nm)
1	-1,03E+5	-2,05E+5	-1,58E+7	3,44E+5
2a	-8E+3	-4,4E+4	-5,07E+6	2,14E+5
2b	-1E+3	1E+3	1,03E+5	2E+3
Rit.Iso	0E+00	0	0E+00	0
2c	0E+00	0E+00	0E+00	0E+00
3a	0E+00	0E+00	3,6E+1	1E+0
Term.Iso	1,7E+6	0	1,16E+6	0
3b	0E+00	1,19E+5	-1,58E+6	3,71E+5
Totale	1,59E+6	-1,29E+5	-2,12E+7	9,31E+5

Tensioni normali sulla sezione efficace (Comb. Mmax)

	F. 1	F. 2a Non Fess.	F. 2a Fess.	F. 2b Non Fess.	F. 2b Fess.	F. 2c Non Fess.	F. 2c Fess.	F. 2 tot	F. 3a Non Fess.	F. 3a Fess.	F. 3b Non Fess.	F. 3b Fess.	F. 3 tot
σ_8	0	-1,3	0	0	0	0	0	-1,3	-0,3	0	-0,6	0	-2,2
σ_7	-0,7	-24,3	-48,2	0,4	1	0	0	-23,9	8,3	0	-3,8	-15	-19,3
σ_6	-0,7	-20,7	-42,9	0,3	0,9	0	0	-20,4	7,7	0	-2,9	-13,4	-15,6
σ_5	0	-1	0	0	0	0	0	-1	-0,5	0	-0,4	0	-1,9
σ_4	-149,1	-19,9	-41,6	0,3	0,8	0	0	-168,6	7,6	0	-2,7	-13	-163,8
σ_3	-143	-18,7	-39,8	0,3	0,8	0	0	-161,4	7,4	0	-2,5	-12,4	-156,5
σ_2	-0,7	0	-0,1	0	0	0	0	-0,8	5,6	0	0	0	4,8
σ_1	98,5	28,8	31,1	-0,6	-0,6	0	0	126,7	-0,8	0	8,6	9,7	134,5
σ_0	105,9	30,2	33,3	-0,6	-0,7	0	0	135,5	-1	0	9	10,4	143,4

NOTE

C:\Users\Utente43\Desktop\FA-SI_R2_verifiche.rtf

- 1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 2 = -1,26 N/mm²
 2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 2 = -0,99 N/mm²
 La sezione a fine fase 2 e' stata considerata: Non fessurata (t.,b.)
 3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 = -2,23 N/mm²
 4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 = -1,91 N/mm²
 La sezione a fine fase 3 e' stata considerata: Non fessurata (t.,b.)

Verifica dell'intera anima (Comb. Mmax)

<i>Anima</i>	
b (mm)	2438,4
σ_{sup} (N/mm ²)	-152,7
σ_{inf} (N/mm ²)	134,9
σ_{Ed} (N/mm ²)	152,7
K_{σ}	21
σ_{cr0E} (N/mm ²)	8,18
τ_{Ed} (N/mm ²)	3,09
$\sigma_{cr}(P)$ (N/mm ²)	824,5
$\sigma_{cr}(C)$ (N/mm ²)	771,38
ξ	0,069
σ_{cr} (N/mm ²)	778,45
K_{τ}	12,45
$K_{\tau sl}$	11,14
Coefficienti di utilizzo	0,199
Esito	VERIFICA SODDISFATTA

Verifica locale dei sub pannelli (Comb. Mmax)

	<i>Sub pannello 1</i>	<i>Sub pannello 2</i>
b (mm)	557,9	1880,5
σ_{sup} (N/mm ²)	-152,7	-86,9
σ_{inf} (N/mm ²)	-86,9	134,9
σ_{Ed} (N/mm ²)	152,7	86,9
τ_{Ed} (N/mm ²)	3,09	3,09
σ_{cr0E} (N/mm ²)	156,27	13,75
ψ	0,569	-1,552
K_{σ}	5,1	39
σ_{cr} (N/mm ²)	791,46	535,86
K_{τ}	5,52	7,43
τ_{cr}	863,28	102,23
Coefficienti di utilizzo	0,193	0,166
Esito	VERIFICA SODDISFATTA	VERIFICA SODDISFATTA

SLE: Verifica a web breathing (Comb. Mmin)**Sollecitazioni (Comb. Mmin)**

Fase	<i>N (N)</i>	<i>V (N)</i>	<i>M (Nm)</i>	<i>T (Nm)</i>
1	-1,03E+5	-2,05E+5	-1,58E+7	3,44E+5
2a	-8E+3	-4,4E+4	-5,07E+6	2,14E+5
2b	-1E+3	1E+3	1,03E+5	2E+3
Rit.Iso	-4,42E+6	0	-4,15E+6	0
2c	0E+00	0E+00	0E+00	0E+00
3a	0E+00	0E+00	-3,6E+4	-1E+3
Term.Iso	-1,7E+6	0	-1,16E+6	0
3b	-3E+3	-2,17E+5	-6,64E+6	6E+3
Totale	-6,24E+6	-4,65E+5	-3,27E+7	5,65E+5

Tensioni normali sulla sezione efficace (Comb. Mmin)

	<i>F. 1</i>	<i>F. 2a Non Fess.</i>	<i>F. 2a Fess.</i>	<i>F. 2b Non Fess.</i>	<i>F. 2b Fess.</i>	<i>F. 2c Non Fess.</i>	<i>F. 2c Fess.</i>	<i>F. 2 tot</i>	<i>F. 3a Non Fess.</i>	<i>F. 3a Fess.</i>	<i>F. 3b Non Fess.</i>	<i>F. 3b Fess.</i>	<i>F. 3 tot</i>
σ_8	0	-1,3	0	1,6	0	0	0	0	0,3	0	-2,7	0	-2,1
σ_7	-0,7	-24,3	-48,2	-35,4	1	0	0	-47,3	-8,4	-0,3	-15,8	-63,2	-83,9

σ_6	-0,7	-20,7	-42,9	-32,9	0,9	0	0	-42	-7,8	-0,3	-12,3	-56,2	-73,7
σ_5	0	-1	0	1,9	0	0	0	0	0,5	0	-1,9	0	-0,5
σ_4	-149,3	-19,9	-41,7	-32,3	0,8	0	0	-190,1	-7,6	-0,3	-11,5	-54,6	-220,5
σ_3	-143,2	-18,7	-39,9	-31,4	0,8	0	0	-182,3	-7,4	-0,3	-10,3	-52,2	-211
σ_2	-0,7	0	-0,1	-19,9	0	0	0	-0,8	-5,6	0	0	0	-26,2
σ_1	98,5	28,8	31,1	2,9	-0,6	0	0	129	1	0,2	36,2	40,9	167,3
σ_0	105,8	30,2	33,3	3,9	-0,7	0	0	138,4	1,2	0,2	37,6	43,7	178,8

NOTE

- 1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 2 = 0,32 N/mm²
- 2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 2 = 0,89 N/mm²
La sezione a fine fase 2 e' stata considerata: Fessurata (t.,b.)
- 3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 = -2,06 N/mm²
- 4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 = -0,51 N/mm²
La sezione a fine fase 3 e' stata considerata: Non fessurata (t.,b.)

Verifica dell'intera anima (Comb. Mmin)

Anima	
b (mm)	2438,4
σ_{sup} (N/mm ²)	-206,54
σ_{inf} (N/mm ²)	167,95
σ_{Ed} (N/mm ²)	206,54
K_σ	19,39
σ_{cr0E} (N/mm ²)	8,18
τ_{Ed} (N/mm ²)	10,85
$\sigma_{cr}(P)$ (N/mm ²)	785,14
$\sigma_{cr}(C)$ (N/mm ²)	734,78
ξ	0,069
σ_{cr} (N/mm ²)	741,45
K_τ	12,45
$K_{\tau sl}$	11,14
Coefficienti di utilizzo	0,302
Esito	VERIFICA SODDISFATTA

Verifica locale dei sub pannelli (Comb. Mmin)

	Sub pannello 1	Sub pannello 2
b (mm)	557,9	1880,5
σ_{sup} (N/mm ²)	-206,54	-120,86
σ_{inf} (N/mm ²)	-120,86	167,95
σ_{Ed} (N/mm ²)	206,54	120,86
τ_{Ed} (N/mm ²)	10,85	10,85
σ_{cr0E} (N/mm ²)	156,27	13,75
ψ	0,585	-1,39
K_σ	5	34,2
σ_{cr} (N/mm ²)	783,69	469,73
K_τ	5,52	7,43
τ_{cr}	863,28	102,23
Coefficienti di utilizzo	0,264	0,283
Esito	VERIFICA SODDISFATTA	VERIFICA SODDISFATTA

Verifica connessione trave soletta**Caratteristiche generali**

Numero di pioli per unita' di lunghezza, n (m ⁻¹)	15
Diametro dei pioli, d (mm)	22
Altezza dei pioli, h (mm)	200
Resistenza ultima dei pioli, α	1
Coefficiente di sicurezza parziale, γ_v	1,25
Resistenza ultima dei pioli, f_u (N/mm ²)	450
Coefficiente E_{cm} (N/mm ²)	34077

Resistenza caratteristica cilindrica, f_{ck} (N/mm ²)	35
---	----

Resistenza della connessione

Resistenza a taglio del piolo, $P_{Rd1} = 0.8 f_u \pi d^2 / 4 \gamma_v$, (N)	109478,22
Resistenza per schiacciamento del calcestruzzo, $P_{Rd2} = 0.29 \alpha d^2 (f_{ck} E_{cm})^{0.5} / \gamma_v$, (N)	122630,64
Resistenza di progetto del piolo $P_{Rd} = \text{Min}(P_{Rd1}, P_{Rd2})$, (N)	109478,22

Verifica elastica allo SLU

Coefficiente di utilizzo (Comb. Mmax)

Resistenza di progetto per unita' di lunghezza, $v_{Rd} = n P_{Rd} \kappa_s$ (N/mm)	1642,2
Fattore di riduzione, κ_s	1.00
Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo v_{Ed} (N/mm)	55,5
Coefficiente di utilizzo v_{Ed} / v_{Rd}	0,034
VERIFICA SODDISFATTA	

Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo (Comb. Mmax)

Fase	V_{Ed} (N)	$S_{y,4}$ (mm ³)	J_y (mm ⁴)	V_{Ed} (N/mm)
Fase 2a	-6,6E+4	6,118E+7	2,421E+11	-16,7
Fase 2b	1E+3	7,897E+7	2,69E+11	0,3
Fase 2c	0E+00	5,99E+7	2,402E+11	0
Fase 3a	1E+0	1,151E+8	3,235E+11	0
Fase 3b	2,02E+5	1,151E+8	3,235E+11	71,9
Totale				55,5

Coefficiente di utilizzo (Comb. Mmin)

Resistenza di progetto per unita' di lunghezza, $v_{Rd} = n P_{Rd} \kappa_s$ (N/mm)	1642,2
Fattore di riduzione, κ_s	1.00
Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo v_{Ed} (N/mm)	-164,6
Coefficiente di utilizzo v_{Ed} / v_{Rd}	0,1
VERIFICA SODDISFATTA	

Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo (Comb. Mmin)

Fase	V_{Ed} (N)	$S_{y,4eff}$ (mm ³)	$J_{y,eff}$ (mm ⁴)	V_{Ed} (N/mm)
Fase 2a	-6,6E+4	6,15E+7	2,416E+11	-16,8
Fase 2b	1E+3	7,926E+7	2,686E+11	0,3
Fase 2c	0E+00	6,022E+7	2,396E+11	0
Fase 3a	-1E+3	1,151E+8	3,234E+11	-0,4
Fase 3b	-4,15E+5	1,151E+8	3,234E+11	-147,7
Totale				-164,6

Verifica elastica allo SLE

Coefficiente di utilizzo (Comb. Mmax)

Resistenza di progetto per unita' di lunghezza, $v_{Rd} = n P_{Rd} \kappa_s$ (N/mm)	985,3
Fattore di riduzione, κ_s	0,6
Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo v_{Ed} (N/mm)	42,2
Coefficiente di utilizzo v_{Ed} / v_{Rd}	0,043
VERIFICA SODDISFATTA	

Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo (Comb. Mmax)

Fase	V_{Ed} (N)	$S_{y,4}$ (mm ³)	J_y (mm ⁴)	V_{Ed} (N/mm)
Fase 2a	-4,4E+4	6,118E+7	2,421E+11	-11,1
Fase 2b	1E+3	7,897E+7	2,69E+11	0,3
Fase 2c	0E+00	5,99E+7	2,402E+11	0
Fase 3a	0E+00	1,151E+8	3,235E+11	0
Fase 3b	1,49E+5	1,151E+8	3,235E+11	53
Totale				42,2

Coefficiente di utilizzo (Comb. Mmin)

Resistenza di progetto per unita' di lunghezza, $v_{Rd} = n P_{Rd} \kappa_s$ (N/mm)	985,3
Fattore di riduzione, κ_s	0,6
Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo v_{Ed} (N/mm)	-119,7

Coefficiente di utilizzo v_{Ed}/v_{Rd}	0,121
VERIFICA SODDISFATTA	

Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo (Comb. Mmin)

Fase	$V_{Ed} (N)$	$S_{y,4} (mm^3)$	$J_y (mm^4)$	$V_{Ed} (N/mm)$
Fase 2a	-4,4E+4	6,118E+7	2,421E+11	-11,1
Fase 2b	1E+3	7,897E+7	2,69E+11	0,3
Fase 2c	0E+00	5,99E+7	2,402E+11	0
Fase 3a	0E+00	1,151E+8	3,235E+11	0
Fase 3b	-3,06E+5	1,151E+8	3,235E+11	-108,8
Totale				-119,7

Sezione C3 2 2

Pre-classificazione

La preclassificazione e' riferita alla sezione composta in Fase 3

Caratteristiche plastiche dei singoli componenti

Componenti	$N_{pl} (N)$	$z_N (mm)$	$z_{max} (mm)$	$z_{min} (mm)$
Strato di calcestruzzo superiore	3,143E+6	2620,19	2640	2600,38
Strato di calcestruzzo intermedio alle armature	1,343E+7	2515	2599,62	2430,38
Strato di calcestruzzo inferiore	3,143E+6	2409,81	2429,62	2390
Strato di armatura superiore	1,205E+6	2600	2600,38	2599,62
Strato di armatura inferiore	1,205E+6	2430	2430,38	2429,62
Raccordo in cls	0E+00	2390	2390	2390
Flangia superiore della trave di acciaio	1,273E+7	2361,5	2390	2333
Anima della trave di acciaio	1,319E+7	1201	2333	69
Flangia inferiore della trave di acciaio	1,981E+7	34,5	69	0
Compressione ultima per la sezione completa		-6,785E+7		
Trazione ultima per la sezione completa		4,814E+7		
Compressione ultima per la sezione senza anima		-5,466E+7		
Trazione ultima per la sezione senza anima		3,495E+7		

Classificazione delle piattabande

	c/t	ϵ	Flessione semplice con fibre tese superiori (M+)	Flessione semplice con fibre tese inferiori (M-)
Flangia superiore	5,989	0,838	1	0
Flangia inferiore	6,397	0,838	1	1

Classificazione dell'anima

	c/t	ϵ	α	ψ	classe
Flessione semplice con fibre tese superiori (M+)	152,399	0,814	0,323	-1,243	4
Flessione semplice con fibre tese inferiori (M-)	152,399	0,814	0	-0,284	1
Compressione semplice (N)	152,399	0,814	1	1	4

Verifiche S.L.U. sezione composta (Comb. Mmax)

Sollecitazioni (Comb. Mmax)

Fase	$N (N)$	$V (N)$	$M (Nm)$	$T (Nm)$
1	-1,4E+5	-5,79E+5	-1,9E+7	4,64E+5
2a	-1,2E+4	-2,02E+5	-6,88E+6	3,2E+5
2b	-1E+3	1E+3	1,18E+5	2E+3
Rit.Iso	0E+00	0	0E+00	0
2c	0E+00	0E+00	0E+00	0E+00
3a	0E+00	1E+0	6,1E+1	1E+0
Term.Iso	3,07E+6	0	2,1E+6	0
3b	8,64E+5	-1,2E+4	-5,37E+6	9,81E+5
Totale	3,78E+6	-7,92E+5	-2,91E+7	1,77E+6

Pressoflessione - Analisi plastica

Classificazione della sezione (Comb. Mmax)

	c/t	$z_{pl} (mm)$	α	ψ	Classe
--	-----	---------------	----------	--------	--------

Anima	152,4	2345,59	-0,01	-1,02	1
Piattabanda superiore	5,99				1
Piattabanda inferiore	6,4				1
classe della sezione					1

Analisi plastica: APPLICABILE

Verifica plastica a Presso-Tenso flessione (Comb. Mmax)

Azione assiale		Flessione semplice		Interazione N/M	
N _{Ed} (N)	3,778E+6	M _{Ed} (Nm)	-2,906E+7	N _{Ed} (N)	3,778E+6
N _{Rd} (N)	4,814E+7	M _{Rd} (Nm)	-6,486E+7	M _{Ed} (Nm)	-2,906E+7
				M _{Rd} (Nm)	-6,293E+7
N _{Ed} /N _{Rd}	0,078	M _{Ed} /M _{Rd}	0,448	M _{Ed} /M _{Rd}	0,462

VERIFICA SODDISFATTA

Pressoflessione - Calcolo tensioni lorde

Tensioni normali sulla sezione lorda (Comb. Mmax)

	F. 1	F. 2a Non Fess.	F. 2a Fess.	F. 2b Non Fess.	F. 2b Fess.	F. 2c Non Fess.	F. 2c Fess.	F. 2 tot	F. 3a Non Fess.	F. 3a Fess.	F. 3b Non Fess.	F. 3b Fess.	F. 3 tot	η ₁
σ ₈	0	-1,7	0	0	0	0	0	-1,7	-0,6	0	-1,7	0	-4	0,203
σ ₇	-1	-32,7	-64,1	0,4	1,1	0	0	-32,3	14,9	0	-10	-44,1	-27,4	0,07
σ ₆	-1	-27,9	-57	0,4	1	0	0	-27,5	13,8	0	-7,1	-38,5	-20,9	0,053
σ ₅	0	-1,4	0	0	0	0	0	-1,3	-0,9	0	-1	0	-3,3	0,165
σ ₄	-175,2	-26,8	-55,3	0,4	0,9	0	0	-201,6	13,5	0	-6,5	-37,2	-194,5	0,61
σ ₃	-167,9	-25,2	-52,9	0,3	0,9	0	0	-192,8	13,2	0	-5,5	-35,3	-185,1	0,58
σ ₂	-1	-0,1	-0,1	0	0	0	0	-1,1	9,9	0	2,8	5,9	11,6	0,034
σ ₁	119	39,2	42,4	-0,7	-0,7	0	0	157,5	-1,5	0	32	39	188	0,589
σ ₀	127,7	41,1	45,3	-0,7	-0,8	0	0	168,2	-2	0	33,2	41,3	199,4	0,625

Massimo coefficiente di utilizzo: 0,625 VERIFICA NON SIGNIFICATIVA

NOTE

- 1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 2 = -1,7 N/mm²
- 2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 2 = -1,35 N/mm²
 La sezione a fine fase 2 e' stata considerata: Non fessurata (t.,b.)
- 3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 = -4,03 N/mm²
- 4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 = -3,27 N/mm²
 La sezione a fine fase 3 e' stata considerata: Non fessurata (t.,b.)

Resistenza a taglio

Valutazione della necessita' di calcolo della resistenza a Shear buckling

$$h_w/t_w=152,399 > 31/\eta * \epsilon_w * (K_\tau)^{0,5}=74,167 \quad \text{Verifica a Shear Buckling: NECESSARIA}$$

Resistenza a taglio Shear buckling: **V_{b,Rd}=5,244E+6 N**

Essendo:

$$a/h_w=1,066, \quad \eta=1,2, \quad I_{sl}=1,575E+7(\text{mm}^4), \quad K_{\tau sl}=11,139, \quad K_\tau=12,451$$

$$\text{contributo anima: } V_{bw,Rd}=4,253E+6 \text{ N}, \quad \text{contributo flange: } V_{bf,Rd}=9,912E+5 \text{ N}$$

$$\chi_w=0,585, \quad \lambda_w=1,419, \quad \tau_{cr}=101,9, \quad C=826,8$$

$$M_{Ed}=-2,906E+7 \text{ Nm}, \quad M_{f,Rd}=-4,764E+7 \text{ Nm}, \quad M_{Ed}/M_{f,Rd}=0,61$$

Resistenza plastica: **V_{pl,Rd}=9,139E+6 N**

Resistenza a taglio: **V_{Rd}=min(V_{pl,Rd}, V_{b,Rd})=5,244E+6 N**

Coefficienti di utilizzo

$$\eta_3 = V_{Ed}/V_{Rd} = 0,163, \quad (= \Rightarrow \text{VERIFICA SODDISFATTA})$$

$$\eta_3 = V_{Ed}/V_{bw,Rd} = 0,201, \quad \eta_1 = M_{Ed}/M_{Rd} = 0,462$$

Interazione pressoflessione taglio (N-M-V)

Valutazione della presenza di interazione

$$\eta_3 < 0,5, \quad M_{Ed}/M_{f,Rd} < 1$$

NON C'E' INTERAZIONE

Verifiche S.L.U. sezione composta (Comb. Mmin)

Sollecitazioni (Comb. Mmin)

Fase	N (N)	V (N)	M (Nm)	T (Nm)
1	-1,4E+5	-5,79E+5	-1,9E+7	4,64E+5
2a	-1,2E+4	-2,02E+5	-6,88E+6	3,2E+5
2b	-1E+3	1E+3	1,18E+5	2E+3
Rit.Iso	-5,3E+6	0	-4,98E+6	0
2c	0E+00	0E+00	0E+00	0E+00
3a	0E+00	-1E+3	-6,1E+4	-1E+3
Term.Iso	-3,07E+6	0	-2,1E+6	0
3b	-8,86E+5	-6,17E+5	-1,48E+7	1,1E+4
Totale	-9,41E+6	-1,4E+6	-4,77E+7	7,96E+5

Pressoflessione - Analisi plastica

Classificazione della sezione (Comb. Mmin)

	c/t	z pl (mm)	α	ψ	Classe
Anima	152,4	1684,18	0,29	-0,9	4
Piattabanda superiore	5,99				1
Piattabanda inferiore	6,4				1
classe della sezione					4

Analisi plastica: NON APPLICABILE

Verifica plastica a Presso-Tenso flessione (Comb. Mmin)

Azione assiale		Flessione semplice		Interazione N/M	
N _{Ed} (N)	-9,408E+6	M _{Ed} (Nm)	-4,775E+7	N _{Ed} (N)	-9,408E+6
N _{Rd} (N)	-6,785E+7	M _{Rd} (Nm)	-6,486E+7	M _{Ed} (Nm)	-4,775E+7
				M _{Rd} (Nm)	-6,712E+7
N _{Ed} /N _{Rd}	0,139	M _{Ed} /M _{Rd}	0,736	M _{Ed} /M _{Rd}	0,711

VERIFICA NON SIGNIFICATIVA

Pressoflessione - Calcolo tensioni lorde

Tensioni normali sulla sezione lorda (Comb. Mmin)

	F. 1	F. 2a Non Fess.	F. 2a Fess.	F. 2b Non Fess.	F. 2b Fess.	F. 2c Non Fess.	F. 2c Fess.	F. 2 tot	F. 3a Non Fess.	F. 3a Fess.	F. 3b Non Fess.	F. 3b Fess.	F. 3 tot	η_1
σ_8	0	-1,7	0	2	0	0	0	0	0,6	0	-6,5	0	-5,7	0,285
σ_7	-1	-32,7	-64,1	-42,1	1,1	0	0	-63,1	-15	-0,6	-38,1	-144,1	-127,9	0,327
σ_6	-1	-27,9	-57	-39	1	0	0	-56	-13,9	-0,5	-30,3	-128,7	-111,1	0,284
σ_5	0	-1,4	0	2,3	0	0	0	0	0,9	0	-4,6	0	-2,8	0,142
σ_4	-175,2	-26,8	-55,3	-38,3	0,9	0	0	-229,5	-13,6	-0,5	-28,4	-125	-282,3	0,885
σ_3	-167,9	-25,2	-52,9	-37,2	0,9	0	0	-219,9	-13,3	-0,5	-25,8	-119,9	-269,4	0,845
σ_2	-1	-0,1	-0,1	-23,6	0	0	0	-1,1	-9,9	0	-2,9	-6	-37,4	0,111
σ_1	119	39,2	42,4	3,7	-0,7	0	0	160,7	1,8	0,4	77,9	85,6	241,6	0,757
σ_0	127,7	41,1	45,3	4,9	-0,8	0	0	172,3	2,3	0,4	81,1	91,8	257,2	0,806

Massimo coefficiente di utilizzo: 0,885 VERIFICA NON SIGNIFICATIVA

NOTE

- 1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 2 = 0,23 N/mm²
- 2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 2 = 0,95 N/mm²
 La sezione a fine fase 2 e' stata considerata: Fessurata (t.,b.)
- 3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 = -5,66 N/mm²
- 4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 = -2,82 N/mm²
 La sezione a fine fase 3 e' stata considerata: Non fessurata (t.,b.)

Pressoflessione - Calcolo tensioni efficaci

Area efficace per shear lag e/o buckling delle flange(Comb. Mmin)

Componente	b (mm)	t (mm)	λ_p	ρ	A _{c,eff} (mm ²)	β^k	A _{c,eff} * β^k (mm ²)
Piattabanda superiore SX	350	57	---	---	---	1	19950

Piattabanda superiore DX	350	57	---	---	---	1	19950
Piattabanda inferiore SX	450	69	---	---	---	1	31050
Piattabanda inferiore DX	450	69	---	---	---	1	31050

Instabilita' locale dei pannelli d'anima (Comb. Mmin)

	Anima	Sub pannello 1	Sub pannello 2
b (mm)	2438,38	557,9	1880,48
σ_{cr0E} (N/mm ²)	8,18	156,27	13,75
σ_{sup} (N/mm ²)	-269,44	-269,44	-152,52
σ_{inf} (N/mm ²)	241,59	-152,52	241,59
ν	-0,9	0,57	-1,58
K_{σ}	21,31	5,07	39,93
λ_p	1,43	0,67	0,8
b_c (mm)	1285,63	557,9	727,74
$b_{c, sup}$ (mm)	514,25	251,65	291,09
$b_{c, sup}$ (mm)	771,38	306,25	436,64
ρ_{loc}	0,64	1	1
b_{ceff} (mm)	827,94	557,9	727,74
$b_{ceff, sup}$ (mm)	331,17	251,65	291,09
$b_{ceff, sup}$ (mm)	496,76	306,25	436,64
ϕ_{Foro} (mm)	457,7	0	0

Caratteristiche dell'anima compressa, irrigidenti esclusi (Comb. Mmin)

	A (mm ²)	z_G (mm)	J_y (mm ⁴)
A_c Edge sup	4,026E+3	2299,1	2,125E+7
A_c 1	9,558E+3	1874,6	2,842E+8
A_c 2	0E+00	0	0E+00
A_c Edge inf	6,986E+3	1357,6	1,11E+8
A_c tot	2,057E+4	1782,1	2,833E+9
A_c	1,181E+4		

Caratteristiche dell'anima compressa, depurata per instabilita' locale (Comb. Mmin)

	A (mm ²)	z_G (mm)	J_y (mm ⁴)
$A_{c,eff}$ Edge sup	4,026E+3	2299,1	2,125E+7
$A_{c,eff}$ 1	9,558E+3	1874,6	2,842E+8
$A_{c,eff}$ 2	0E+00	0	0E+00
$A_{c,eff}$ Edge inf	6,986E+3	1357,6	1,11E+8
$A_{c,eff}$ tot	2,057E+4	1782,1	2,833E+9
$A_{c,eff,loc}$	1,181E+4		

Tensioni critiche per l'anima (Comb. Mmin)

	Stiffener 1
A_{sl} (mm ²)	1,181E+4
e_{sl} (mm)	-15,8
I_{sl} (mm ⁴)	1,697E+7
$A_{sl,eff}$ (mm ²)	1,181E+4
$e_{sl,eff}$ (mm)	-15,8
$I_{sl,eff}$ (mm ⁴)	1,697E+7
$\sigma_{cr,sl,i}$ (p)	471
$\sigma_{cr,p,i}$ (p)	832,08
$\sigma_{cr,sl}$ (c)	440,63
$\sigma_{cr,c}$ (c)	778,43
α_e	0,649

Coefficienti di riduzione per instabilita' globale dell'anima (Comb. Mmin)

	Piastra		Colonna
$\sigma_{cr,p}$ (p)	832,08	$\sigma_{cr,c}$ (c)	1
β_{ac} (p)	1	β_{ac} (c)	0,675
λ_p	0,653	λ_c	0,731
ρ_p	1	χ_c	

Anima depurata per instabilita' locale e globale dell'anima (Comb. Mmin)

	A (mm ²)	z_G (mm)	J_y (mm ⁴)

Edge sup	4,026E+3	2299,1	2,125E+7
1	6,985E+3	1874,6	2,077E+8
2	0E+00	0	0E+00
Edge inf	6,986E+3	1357,6	1,11E+8
Totale	1,8E+4	1768,9	2,732E+9

Depurazione complessiva da applicare alla sezione (Comb. Mmin)

	$\Delta A (mm^2)$	$z_G (mm)$	$\Delta J_y (mm^4)$
Anima	-2,573E+3	1874,6	-7,65E+7
Piattabanda superiore	0E+00	0	0E+00
Piattabanda inferiore	0E+00	0	0E+00

Caratteristiche geometriche efficaci (Comb. Mmin)

	Fase 1	Fase 2a	Fase 2b	Fase 2c	Fase 3	Fessurata
A (mm ²)	1,384E+5	1,959E+5	3,069E+5	1,942E+5	3,069E+5	1,446E+5
Z _G (mm)	999,697	1443,962	1831,388	1434,689	1831,388	1064,224
Δz_{Geff} (mm)	15,96	5,58	0,36	5,75	0,36	14,17
J _{y,eff} (mm ⁴)	1,481E+11	2,416E+11	3,234E+11	2,396E+11	3,234E+11	1,617E+11
W _{y,0eff} (mm ³)	-1,481E+8	-1,673E+8	-1,766E+8	-1,67E+8	-1,766E+8	-1,519E+8
W _{y,1eff} (mm ³)	-1,591E+8	-1,757E+8	-1,835E+8	-1,755E+8	-1,835E+8	-1,624E+8
W _{y,3eff} (mm ³)	1,111E+8	2,717E+8	6,448E+8	2,668E+8	6,448E+8	1,274E+8
W _{y,4eff} (mm ³)	1,065E+8	2,554E+8	5,79E+8	2,508E+8	5,79E+8	1,219E+8
W _{y,5eff} (mm ³)	1E+300	2,554E+8	5,79E+8	2,508E+8	5,79E+8	1,219E+8
W _{y,6eff} (mm ³)	1E+300	2,45E+8	5,403E+8	2,408E+8	5,403E+8	1,184E+8
W _{y,7eff} (mm ³)	1E+300	2,09E+8	4,208E+8	2,056E+8	4,208E+8	1,053E+8
W _{y,8eff} (mm ³)	1E+300	2,02E+8	4E+8	1,988E+8	4E+8	1,026E+8
S _{y,1eff} (mm ³)	5,994E+7	8,753E+7	1,116E+8	8,695E+7	1,116E+8	6,395E+7
S _{y,2eff} (mm ³)	6,74E+7	1,038E+8	1,383E+8	1,03E+8	1,383E+8	7,248E+7
S _{y,3eff} (mm ³)	5,434E+7	9,811E+7	1,363E+8	9,72E+7	1,363E+8	6,069E+7
S _{y,4eff} (mm ³)	1,515E-291	6,15E+7	1,151E+8	6,022E+7	1,151E+8	8,933E+6

Le caratteristiche efficaci sono state calcolate iterativamente in 0 iterazioni, con la seguente variazione percentuale del coefficiente ψ

$(\psi_1 - \psi_0) / \psi_0 * 100$	
$(\psi_2 - \psi_1) / \psi_1 * 100$	
$(\psi_3 - \psi_2) / \psi_2 * 100$	
$(\psi_4 - \psi_3) / \psi_3 * 100$	
$(\psi_5 - \psi_4) / \psi_4 * 100$	

Momento aggiuntivo per traslazione dell'asse neutro(Comb. Mmin)

	Fase 1	Fase 2a	Fase 2b	Fase 2c	Fase 3a	Fase 3b
$\Delta M_{Fessurata}$ (kNm)	-2,235E+3	-1,7E+2	-1,417E+1	0E+00	0E+00	-1,255E+4
$\Delta M_{Non fessurata}$ (kNm)	-2,235E+3	-6,7E+1	-1,833E+4	0E+00	-1,102E+3	-3,184E+2

Tensioni normali sulla sezione efficace (Comb. Mmin)

	F. 1	F. 2a Non Fess.	F. 2a Fess.	F. 2b Non Fess.	F. 2b Fess.	F. 2c Non Fess.	F. 2c Fess.	F. 2 tot	F. 3a Non Fess.	F. 3a Fess.	F. 3b Non Fess.	F. 3b Fess.	F. 3 tot	η_1
σ_8	0	-1,7	0	1,9	0	0	0	0	0,6	0	-6,5	0	-5,7	0,289
σ_7	-1	-33	-65,4	-42,5	1,1	0	0	-64,3	-15,1	-0,6	-38,1	-147,1	-128,7	0,329
σ_6	-1	-28,1	-58,2	-39,4	1	0	0	-57,2	-14	-0,5	-30,3	-131,5	-111,9	0,286
σ_5	0	-1,4	0	2,3	0	0	0	0	0,8	0	-4,6	0	-2,9	0,145
σ_4	-179,6	-27	-56,5	-38,7	1	0	0	-235,2	-13,7	-0,5	-28,5	-127,8	-287,5	0,901
σ_3	-172,3	-25,4	-54,1	-37,7	0,9	0	0	-225,5	-13,3	-0,5	-25,9	-122,6	-274,5	0,861
σ_2	-1	-0,1	-0,1	-23,8	0	0	0	-1,1	-10	0	-2,9	-6,1	-37,8	0,112
σ_1	118,5	39,1	42,3	3,5	-0,7	0	0	160,1	1,8	0,4	77,9	85,2	240,8	0,755
σ_0	127,4	41,1	45,2	4,7	-0,8	0	0	171,8	2,2	0,4	81,1	91,6	256,5	0,804

Massimo coefficiente di utilizzo: 0,901 VERIFICA SODDISFATTA

NOTE

1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 2 = 0,18 N/mm²

2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 2 = 0,9 N/mm²

La sezione a fine fase 2 e' stata considerata: Fessurata (t.,b.)

Massimo coefficiente di utilizzo: 0,431 VERIFICA SODDISFATTA

NOTE

- 1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 2 = -1,13 N/mm²
- 2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 2 = -0,89 N/mm²
La sezione a fine fase 2 e' stata considerata: Non fessurata (t.,b.)
- 3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 = -2,82 N/mm²
- 4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 = -2,27 N/mm²
La sezione a fine fase 3 e' stata considerata: Non fessurata (t.,b.)

Verifica a stato limite delle tensioni (Comb. Mmin)**Sollecitazioni (Comb. Mmin)**

Fase	N (N)	V (N)	M (Nm)	T (Nm)
1	-1,03E+5	-4,29E+5	-1,41E+7	3,44E+5
2a	-8E+3	-1,34E+5	-4,59E+6	2,14E+5
2b	-1E+3	1E+3	9,8E+4	2E+3
Rit.Iso	-4,42E+6	0	-4,15E+6	0
2c	0E+00	0E+00	0E+00	0E+00
3a	0E+00	0E+00	-4,1E+4	-1E+3
Term.Iso	-2,04E+6	0	-1,4E+6	0
3b	-5,91E+5	-4,55E+5	-1,09E+7	1E+4
Totale	-7,17E+6	-1,02E+6	-3,51E+7	5,69E+5

Tensioni normali sulla sezione lorda (Comb. Mmin)

	F. 1	F. 2a Non Fess.	F. 2a Fess.	F. 2b Non Fess.	F. 2b Fess.	F. 2c Non Fess.	F. 2c Fess.	F. 2 tot	F. 3a Non Fess.	F. 3a Fess.	F. 3b Non Fess.	F. 3b Fess.	F. 3 tot	σ_{td}	η_1
σ_8	0	-1,2	0	1,6	0	0	0	0	0,4	0	-4,7	0	-3,9	3,9	0,184
σ_7	-0,7	-21,8	-42,8	-35,1	0,9	0	0	-41,9	-10	-0,4	-27,8	-105,5	-94,7	94,7	0,263
σ_6	-0,7	-18,6	-38	-32,5	0,8	0	0	-37,2	-9,3	-0,3	-22,1	-94,1	-82,4	82,4	0,229
σ_5	0	-0,9	0	1,9	0	0	0	0	0,6	0	-3,4	0	-1,8	1,8	0,084
σ_4	-129,7	-17,9	-36,9	-31,9	0,8	0	0	-165,8	-9,1	-0,3	-20,7	-91,5	-209,3	209,3	0,625
σ_3	-124,4	-16,8	-35,3	-31	0,7	0	0	-158,9	-8,8	-0,3	-18,8	-87,7	-199,8	203,8	0,608
σ_2	-0,7	0	-0,1	-19,6	0	0	0	-0,8	-6,6	0	-1,9	-4	-28,9	53,5	0,151
σ_1	88,1	26,1	28,3	3,1	-0,6	0	0	115,8	1,2	0,3	57,5	63,3	176	180,1	0,538
σ_0	94,6	27,4	30,2	4,1	-0,7	0	0	124,2	1,5	0,3	59,8	67,9	187,5	187,5	0,56
τ_4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-0,2	0	-0,3		
τ_3	-8,9	-3,1	-2,9	0	0	0	0	-11,7	0	0	-11,1	-9,7	-23,1		
τ_2	-11,4	-3,3	-3,5	0	0	0	0	-14,9	0	0	-11,3	-11,9	-26		
τ_1	-10,1	-2,8	-3,1	0	0	0	0	-13,2	0	0	-9,1	-10,5	-22		
τ_0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		

Massimo coefficiente di utilizzo: 0,625 VERIFICA SODDISFATTA

NOTE

- 1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 2 = 0,48 N/mm²
- 2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 2 = 1,02 N/mm²
La sezione a fine fase 2 e' stata considerata: Fessurata (t.,b.)
- 3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 = -3,86 N/mm²
- 4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 = -1,77 N/mm²
La sezione a fine fase 3 e' stata considerata: Non fessurata (t.,b.)

SLE: Verifica a web breathing (Comb. Mmax)**Sollecitazioni (Comb. Mmax)**

Fase	N (N)	V (N)	M (Nm)	T (Nm)
1	-1,03E+5	-4,29E+5	-1,41E+7	3,44E+5
2a	-8E+3	-1,34E+5	-4,59E+6	2,14E+5
2b	-1E+3	1E+3	9,8E+4	2E+3
Rit.Iso	0E+00	0	0E+00	0
2c	0E+00	0E+00	0E+00	0E+00
3a	0E+00	0E+00	3,4E+1	1E+0
Term.Iso	1,7E+6	0	1,16E+6	0
3b	0E+00	6,5E+4	-1,44E+6	3,71E+5
Totale	1,59E+6	-4,97E+5	-1,89E+7	9,31E+5

Tensioni normali sulla sezione efficace (Comb. Mmax)

	F. 1	F. 2a Non Fess.	F. 2a Fess.	F. 2b Non Fess.	F. 2b Fess.	F. 2c Non Fess.	F. 2c Fess.	F. 2 tot	F. 3a Non Fess.	F. 3a Fess.	F. 3b Non Fess.	F. 3b Fess.	F. 3 tot
σ_8	0	-1,2	0	0	0	0	0	-1,1	-0,3	0	-0,6	0	-2
σ_7	-0,7	-22	-43,6	0,4	0,9	0	0	-21,6	8,3	0	-3,4	-13,7	-16,7
σ_6	-0,7	-18,8	-38,8	0,3	0,8	0	0	-18,5	7,7	0	-2,7	-12,1	-13,4
σ_5	0	-0,9	0	0	0	0	0	-0,9	-0,5	0	-0,4	0	-1,8
σ_4	-133,1	-18	-37,7	0,3	0,8	0	0	-150,8	7,6	0	-2,5	-11,8	-145,7
σ_3	-127,6	-16,9	-36,1	0,3	0,8	0	0	-144,3	7,4	0	-2,2	-11,3	-139,2
σ_2	-0,7	0	-0,1	0	0	0	0	-0,8	5,6	0	0	0	4,8
σ_1	87,8	26,1	28,2	-0,6	-0,6	0	0	113,3	-0,8	0	7,8	8,8	120,4
σ_0	94,4	27,4	30,1	-0,6	-0,7	0	0	121,2	-1	0	8,1	9,5	128,3

NOTE

- 1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 2 = -1,14 N/mm²
- 2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 2 = -0,9 N/mm²
La sezione a fine fase 2 e' stata considerata: Non fessurata (t.,b.)
- 3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 = -2,05 N/mm²
- 4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 = -1,78 N/mm²
La sezione a fine fase 3 e' stata considerata: Non fessurata (t.,b.)

Verifica dell'intera anima (Comb. Mmax)

<i>Anima</i>	
b (mm)	2438,4
σ_{sup} (N/mm ²)	-135,82
σ_{inf} (N/mm ²)	120,69
σ_{Ed} (N/mm ²)	135,82
K_{σ}	21,12
σ_{cr0E} (N/mm ²)	8,18
τ_{Ed} (N/mm ²)	11,71
$\sigma_{cr}(P)$ (N/mm ²)	827,47
$\sigma_{cr}(C)$ (N/mm ²)	774,14
ξ	0,069
σ_{cr} (N/mm ²)	781,24
K_{τ}	12,45
$K_{\tau sl}$	11,14
Coefficienti di utilizzo	0,215
Esito	VERIFICA SODDISFATTA

Verifica locale dei sub pannelli (Comb. Mmax)

	<i>Sub pannello 1</i>	<i>Sub pannello 2</i>
b (mm)	557,9	1880,5
σ_{sup} (N/mm ²)	-135,82	-77,13
σ_{inf} (N/mm ²)	-77,13	120,69
σ_{Ed} (N/mm ²)	135,82	77,13
τ_{Ed} (N/mm ²)	11,71	11,71
σ_{cr0E} (N/mm ²)	156,27	13,75
ψ	0,568	-1,565
K_{σ}	5,1	39,3
σ_{cr} (N/mm ²)	792,05	541,07
K_{τ}	5,52	7,43
τ_{cr}	863,28	102,23
Coefficienti di utilizzo	0,172	0,19
Esito	VERIFICA SODDISFATTA	VERIFICA SODDISFATTA

SLE: Verifica a web breathing (Comb. Mmin)

Sollecitazioni (Comb. Mmin)

Fase	N (N)	V (N)	M (Nm)	T (Nm)
1	-1,03E+5	-4,29E+5	-1,41E+7	3,44E+5
2a	-8E+3	-1,34E+5	-4,59E+6	2,14E+5
2b	-1E+3	1E+3	9,8E+4	2E+3
Rit.Iso	-4,42E+6	0	-4,15E+6	0
2c	0E+00	0E+00	0E+00	0E+00
3a	0E+00	0E+00	-3,4E+4	-1E+3
Term.Iso	-1,7E+6	0	-1,16E+6	0
3b	-3E+3	-2,71E+5	-5,77E+6	6E+3
Totale	-6,24E+6	-8,33E+5	-2,97E+7	5,65E+5

Tensioni normali sulla sezione efficace (Comb. Mmin)

	F. 1	F. 2a Non Fess.	F. 2a Fess.	F. 2b Non Fess.	F. 2b Fess.	F. 2c Non Fess.	F. 2c Fess.	F. 2 tot	F. 3a Non Fess.	F. 3a Fess.	F. 3b Non Fess.	F. 3b Fess.	F. 3 tot
σ_8	0	-1,2	0	1,6	0	0	0	0	0,3	0	-2,3	0	-1,6
σ_7	-0,7	-22	-43,7	-35,5	0,9	0	0	-42,8	-8,4	-0,3	-13,7	-54,9	-79,6
σ_6	-0,7	-18,8	-38,9	-32,9	0,8	0	0	-38,1	-7,8	-0,3	-10,7	-48,9	-70,1
σ_5	0	-0,9	0	1,9	0	0	0	0	0,5	0	-1,6	0	-0,2
σ_4	-133,3	-18	-37,7	-32,3	0,8	0	0	-170,3	-7,6	-0,3	-10	-47,4	-201,2
σ_3	-127,9	-16,9	-36,1	-31,4	0,8	0	0	-163,3	-7,4	-0,3	-9	-45,4	-192,6
σ_2	-0,7	0	-0,1	-19,9	0	0	0	-0,8	-5,6	0	0	0	-26,2
σ_1	87,8	26,1	28,2	2,9	-0,6	0	0	115,3	1	0,2	31,4	35,5	149,1
σ_0	94,4	27,4	30,1	3,9	-0,7	0	0	123,8	1,2	0,2	32,7	38	159,6

NOTE

1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 2 = 0,44 N/mm²

2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 2 = 0,98 N/mm²

La sezione a fine fase 2 e' stata considerata: Fessurata (t.,b.)

3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 = -1,59 N/mm²

4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 = -0,17 N/mm²

La sezione a fine fase 3 e' stata considerata: Non fessurata (t.,b.)

Verifica dell'intera anima (Comb. Mmin)

	Anima
b (mm)	2438,4
σ_{sup} (N/mm ²)	-188,53
σ_{inf} (N/mm ²)	149,77
σ_{Ed} (N/mm ²)	188,53
K_σ	18,98
σ_{cr0E} (N/mm ²)	8,18
τ_{Ed} (N/mm ²)	19,47
$\sigma_{cr}(P)$ (N/mm ²)	774,89
$\sigma_{cr}(C)$ (N/mm ²)	725,24
ξ	0,068
σ_{cr} (N/mm ²)	731,81
K_τ	12,45
$K_{\tau sl}$	11,14
Coefficienti di utilizzo	0,333
Esito	VERIFICA SODDISFATTA

Verifica locale dei sub pannelli (Comb. Mmin)

	Sub pannello 1	Sub pannello 2
b (mm)	557,9	1880,5
σ_{sup} (N/mm ²)	-188,53	-111,13
σ_{inf} (N/mm ²)	-111,13	149,77
σ_{Ed} (N/mm ²)	188,53	111,13
τ_{Ed} (N/mm ²)	19,47	19,47
σ_{cr0E} (N/mm ²)	156,27	13,75
ψ	0,589	-1,348
K_σ	5	33
σ_{cr} (N/mm ²)	781,63	453,39

K_{τ}	5,52	7,43
τ_{cr}	863,28	102,23
Coefficienti di utilizzo	0,242	0,322
Esito	VERIFICA SODDISFATTA	VERIFICA SODDISFATTA

Verifica connessione trave soletta

Caratteristiche generali

Numero di pioli per unita' di lunghezza, n (m ⁻¹)	15
Diametro dei pioli, d (mm)	22
Altezza dei pioli, h (mm)	200
Resistenza ultima dei pioli, α	1
Coefficiente di sicurezza parziale, γ_v	1,25
Resistenza ultima dei pioli, f_u (N/mm ²)	450
Coefficiente E_{cm} (N/mm ²)	34077
Resistenza caratteristica cilindrica, f_{ck} (N/mm ²)	35

Resistenza della connessione

Resistenza a taglio del piolo, $P_{Rd1} = 0.8 f_u \pi d^2 / 4 \gamma_v$, (N)	109478,22
Resistenza per schiacciamento del calcestruzzo, $P_{Rd2} = 0.29 \alpha d^2 (f_{ck} E_{cm})^{0.5} / \gamma_v$, (N)	122630,64
Resistenza di progetto del piolo $P_{Rd} = \text{Min}(P_{Rd1}, P_{Rd2})$, (N)	109478,22

Verifica elastica allo SLU

Coefficiente di utilizzo (Comb. Mmax)

Resistenza di progetto per unita' di lunghezza, $V_{Rd} = n P_{Rd} K_s$ (N/mm)	1642,2
Fattore di riduzione, K_s	1,00
Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo V_{Ed} (N/mm)	-55
Coefficiente di utilizzo V_{Ed} / V_{Rd}	0,034
VERIFICA SODDISFATTA	

Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo (Comb. Mmax)

Fase	V_{Ed} (N)	$S_{y,4}$ (mm ³)	J_y (mm ⁴)	V_{Ed} (N/mm)
Fase 2a	-2,02E+5	6,118E+7	2,421E+11	-51
Fase 2b	1E+3	7,897E+7	2,69E+11	0,3
Fase 2c	0E+00	5,99E+7	2,402E+11	0
Fase 3a	1E+0	1,151E+8	3,235E+11	0
Fase 3b	-1,2E+4	1,151E+8	3,235E+11	-4,3
Totale				-55

Coefficiente di utilizzo (Comb. Mmin)

Resistenza di progetto per unita' di lunghezza, $V_{Rd} = n P_{Rd} K_s$ (N/mm)	1642,2
Fattore di riduzione, K_s	1,00
Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo V_{Ed} (N/mm)	-271,1
Coefficiente di utilizzo V_{Ed} / V_{Rd}	0,165
VERIFICA SODDISFATTA	

Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo (Comb. Mmin)

Fase	V_{Ed} (N)	$S_{y,4eff}$ (mm ³)	$J_{y,eff}$ (mm ⁴)	V_{Ed} (N/mm)
Fase 2a	-2,02E+5	6,15E+7	2,416E+11	-51,4
Fase 2b	1E+3	7,926E+7	2,686E+11	0,3
Fase 2c	0E+00	6,022E+7	2,396E+11	0
Fase 3a	-1E+3	1,151E+8	3,234E+11	-0,4
Fase 3b	-6,17E+5	1,151E+8	3,234E+11	-219,6
Totale				-271,1

Verifica elastica allo SLE

Coefficiente di utilizzo (Comb. Mmax)

Resistenza di progetto per unita' di lunghezza, $V_{Rd} = n P_{Rd} K_s$ (N/mm)	985,3
Fattore di riduzione, K_s	0,6

Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo v_{Ed} (N/mm)	-36,1
Coefficiente di utilizzo v_{Ed}/v_{Rd}	0,037
VERIFICA SODDISFATTA	

Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo (Comb. Mmax)

Fase	V_{Ed} (N)	$S_{y,4}$ (mm ³)	J_y (mm ⁴)	V_{Ed} (N/mm)
Fase 2a	-1,34E+5	6,118E+7	2,421E+11	-33,9
Fase 2b	1E+3	7,897E+7	2,69E+11	0,3
Fase 2c	0E+00	5,99E+7	2,402E+11	0
Fase 3a	0E+00	1,151E+8	3,235E+11	0
Fase 3b	-7E+3	1,151E+8	3,235E+11	-2,5
Totale				-36,1

Coefficiente di utilizzo (Comb. Mmin)

Resistenza di progetto per unita' di lunghezza, $v_{Rd} = n \cdot P_{Rd} \cdot \kappa_s$ (N/mm)	985,3
Fattore di riduzione, κ_s	0,6
Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo v_{Ed} (N/mm)	-195,4
Coefficiente di utilizzo v_{Ed}/v_{Rd}	0,198
VERIFICA SODDISFATTA	

Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo (Comb. Mmin)

Fase	V_{Ed} (N)	$S_{y,4}$ (mm ³)	J_y (mm ⁴)	V_{Ed} (N/mm)
Fase 2a	-1,34E+5	6,118E+7	2,421E+11	-33,9
Fase 2b	1E+3	7,897E+7	2,69E+11	0,3
Fase 2c	0E+00	5,99E+7	2,402E+11	0
Fase 3a	0E+00	1,151E+8	3,235E+11	0
Fase 3b	-4,55E+5	1,151E+8	3,235E+11	-161,8
Totale				-195,4

Sezione C3 3 1

Pre-classificazione

La preclassificazione e' riferita alla sezione composta in Fase 3

Caratteristiche plastiche dei singoli componenti

Componenti	N_{pl} (N)	z_N (mm)	z_{max} (mm)	z_{min} (mm)
Strato di calcestruzzo superiore	3,143E+6	2620,19	2640	2600,38
Strato di calcestruzzo intermedio alle armature	1,343E+7	2515	2599,62	2430,38
Strato di calcestruzzo inferiore	3,143E+6	2409,81	2429,62	2390
Strato di armatura superiore	1,205E+6	2600	2600,38	2599,62
Strato di armatura inferiore	1,205E+6	2430	2430,38	2429,62
Raccordo in cls	0E+00	2390	2390	2390
Flangia superiore della trave di acciaio	1,273E+7	2361,5	2390	2333
Anima della trave di acciaio	1,319E+7	1201	2333	69
Flangia inferiore della trave di acciaio	1,981E+7	34,5	69	0
Compressione ultima per la sezione completa		-6,785E+7		
Trazione ultima per la sezione completa		4,814E+7		
Compressione ultima per la sezione senza anima		-5,466E+7		
Trazione ultima per la sezione senza anima		3,495E+7		

Classificazione delle piattabande

	c/t	ϵ	Flessione semplice con fibre tese superiori (M+)	Flessione semplice con fibre tese inferiori (M-)
Flangia superiore	5,989	0,838	1	0
Flangia inferiore	6,397	0,838	1	1

Classificazione dell'anima

	c/t	ϵ	α	ψ	classe
Flessione semplice con fibre tese superiori (M+)	152,399	0,814	0,323	-1,243	4
Flessione semplice con fibre tese inferiori (M-)	152,399	0,814	0	-0,284	1
Compressione semplice (N)	152,399	0,814	1	1	4

Verifiche S.L.U. sezione composta (Comb. Mmax)

Sollecitazioni (Comb. Mmax)

Fase	N (N)	V (N)	M (Nm)	T (Nm)
1	-1,6E+5	-6,84E+5	-1,9E+7	7,92E+5
2a	-1,4E+4	-1,98E+5	-6,86E+6	5,78E+5
2b	-1E+3	3E+3	1,18E+5	7E+3
Rit.Iso	0E+00	0	0E+00	0
2c	0E+00	0E+00	0E+00	0E+00
3a	0E+00	2E+0	6,1E+1	4E+0
Term.Iso	3,07E+6	0	2,1E+6	0
3b	7,32E+5	1,58E+5	-5,37E+6	1,74E+6
Totale	3,62E+6	-7,21E+5	-2,9E+7	3,12E+6

Pressoflessione - Analisi plastica

Classificazione della sezione (Comb. Mmax)

	c/t	z _{pl} (mm)	α	ψ	Classe
Anima	152,4	2345,25	-0,01	-1,01	1
Piattabanda superiore	5,99				1
Piattabanda inferiore	6,4				1
classe della sezione					1

Analisi plastica: APPLICABILE

Verifica plastica a Presso-Tenso flessione (Comb. Mmax)

Azione assiale		Flessione semplice		Interazione N/M	
N _{Ed} (N)	3,624E+6	M _{Ed} (Nm)	-2,901E+7	N _{Ed} (N)	3,624E+6
N _{Rd} (N)	4,814E+7	M _{Rd} (Nm)	-6,486E+7	M _{Ed} (Nm)	-2,901E+7
				M _{Rd} (Nm)	-6,301E+7
N _{Ed} /N _{Rd}	0,075	M _{Ed} /M _{Rd}	0,447	M _{Ed} /M _{Rd}	0,46

VERIFICA SODDISFATTA

Pressoflessione - Calcolo tensioni lorde

Tensioni normali sulla sezione lorda (Comb. Mmax)

	F. 1	F. 2a Non Fess.	F. 2a Fess.	F. 2b Non Fess.	F. 2b Fess.	F. 2c Non Fess.	F. 2c Fess.	F. 2 tot	F. 3a Non Fess.	F. 3a Fess.	F. 3b Non Fess.	F. 3b Fess.	F. 3 tot	η ₁
σ ₈	0	-1,7	0	0	0	0	0	-1,7	-0,6	0	-1,8	0	-4,1	0,207
σ ₇	-1,1	-32,7	-64	0,4	1,1	0	0	-32,2	14,9	0	-10,4	-45	-27,7	0,071
σ ₆	-1,1	-27,9	-56,8	0,4	1	0	0	-27,5	13,8	0	-7,6	-39,4	-21,3	0,054
σ ₅	0	-1,4	0	0	0	0	0	-1,3	-0,9	0	-1,1	0	-3,3	0,168
σ ₄	-175,1	-26,7	-55,2	0,4	0,9	0	0	-201,4	13,5	0	-6,9	-38,1	-194,8	0,611
σ ₃	-167,8	-25,1	-52,8	0,3	0,9	0	0	-192,6	13,2	0	-5,9	-36,2	-185,4	0,581
σ ₂	-1,1	-0,1	-0,1	0	0	0	0	-1,2	9,9	0	2,4	5	11,1	0,033
σ ₁	118,7	39	42,3	-0,7	-0,7	0	0	157	-1,5	0	31,6	38,1	187,1	0,587
σ ₀	127,4	41	45,2	-0,7	-0,8	0	0	167,7	-2	0	32,8	40,4	198,5	0,622

Massimo coefficiente di utilizzo: 0,622 VERIFICA NON SIGNIFICATIVA

NOTE

- 1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 2 = -1,7 N/mm²
- 2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 2 = -1,34 N/mm²
 La sezione a fine fase 2 e' stata considerata: Non fessurata (t.,b.)
- 3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 = -4,1 N/mm²
- 4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 = -3,33 N/mm²
 La sezione a fine fase 3 e' stata considerata: Non fessurata (t.,b.)

Resistenza a taglio

Valutazione della necessita' di calcolo della resistenza a Shear buckling

$$h_w/t_w = 152,399 > 31/\eta * \epsilon_w * (K_\tau)^{0,5} = 74,167 \quad \text{Verifica a Shear Buckling: NECESSARIA}$$

Resistenza a taglio Shear buckling: **V_{b,Rd} = 5,248E+6 N**

Essendo:

C:\Users\Utente43\Desktop\FA-SI_R2_verifiche.rtf

$a/h_w = 1,066$, $\eta = 1,2$, $I_{sl} = 1,575E+7$ (mm⁴), $K_{\tau_{sl}} = 11,139$, $K_{\tau} = 12,451$
 contributo anima: $V_{bw,Rd} = 4,253E+6$ N, contributo flange: $V_{bf,Rd} = 9,951E+5$ N
 $\chi_w = 0,585$, $\lambda_w = 1,419$, $\tau_{cr} = 101,9$, $C = 826,8$
 $M_{Ed} = -2,901E+7$ Nm, $M_{f,Rd} = -4,772E+7$ Nm, $M_{Ed}/M_{f,Rd} = 0,608$

Resistenza plastica: $V_{pl,Rd} = 9,139E+6$ NResistenza a taglio: $V_{Rd} = \min(V_{pl,Rd}, V_{b,Rd}) = 5,248E+6$ N

Coefficienti di utilizzo

$$\eta_3 = V_{Ed}/V_{Rd} = 0,148, \quad (= \Rightarrow \text{VERIFICA SODDISFATTA})$$

$$\eta_3 = V_{Ed}/V_{bw,Rd} = 0,183, \quad \eta_1 = M_{Ed}/M_{Rd} = 0,46$$

Interazione pressoflessione taglio (N-M-V)

Valutazione della presenza di interazione

$$\eta_3 < 0,5, \quad M_{Ed}/M_{f,Rd} < 1$$

NON C'E' INTERAZIONE

Verifiche S.L.U. sezione composta (Comb. Mmin)**Sollecitazioni (Comb. Mmin)**

Fase	N (N)	V (N)	M (Nm)	T (Nm)
1	-1,6E+5	-6,84E+5	-1,9E+7	7,92E+5
2a	-1,4E+4	-1,98E+5	-6,86E+6	5,78E+5
2b	-1E+3	3E+3	1,18E+5	7E+3
Rit.Iso	-5,3E+6	0	-4,98E+6	0
2c	0E+00	0E+00	0E+00	0E+00
3a	0E+00	-2E+3	-6,1E+4	-4E+3
Term.Iso	-3,07E+6	0	-2,1E+6	0
3b	-7,54E+5	-5,82E+5	-1,48E+7	-3E+3
Totale	-9,3E+6	-1,46E+6	-4,77E+7	1,37E+6

Pressoflessione - Analisi plastica**Classificazione della sezione (Comb. Mmin)**

	c/t	z_{pl} (mm)	α	ψ	Classe
Anima	152,4	1693,62	0,28	-0,9	4
Piattabanda superiore	5,99				1
Piattabanda inferiore	6,4				1
classe della sezione					4

Analisi plastica: NON APPLICABILE

Verifica plastica a Presso-Tenso flessione (Comb. Mmin)

Azione assiale		Flessione semplice		Interazione N/M	
N_{Ed} (N)	-9,298E+6	M_{Ed} (Nm)	-4,766E+7	N_{Ed} (N)	-9,298E+6
N_{Rd} (N)	-6,785E+7	M_{Rd} (Nm)	-6,486E+7	M_{Ed} (Nm)	-4,766E+7
				M_{Rd} (Nm)	-6,714E+7
N_{Ed}/N_{Rd}	0,137	M_{Ed}/M_{Rd}	0,735	M_{Ed}/M_{Rd}	0,71

VERIFICA NON SIGNIFICATIVA

Pressoflessione - Calcolo tensioni lorde**Tensioni normali sulla sezione lorda (Comb. Mmin)**

	F. 1	F. 2a Non Fess.	F. 2a Fess.	F. 2b Non Fess.	F. 2b Fess.	F. 2c Non Fess.	F. 2c Fess.	F. 2 tot	F. 3a Non Fess.	F. 3a Fess.	F. 3b Non Fess.	F. 3b Fess.	F. 3 tot	η_1
σ_8	0	-1,7	0	2	0	0	0	0	0,6	0	-6,4	0	-5,6	0,281
σ_7	-1,1	-32,7	-64	-42,1	1,1	0	0	-62,9	-15	-0,6	-37,5	-142,8	-127,3	0,325
σ_6	-1,1	-27,9	-56,8	-39	1	0	0	-55,9	-13,9	-0,5	-29,8	-127,4	-110,5	0,282
σ_5	0	-1,4	0	2,3	0	0	0	0	0,9	0	-4,5	0	-2,7	0,138
σ_4	-175,1	-26,7	-55,2	-38,3	0,9	0	0	-229,3	-13,6	-0,5	-27,9	-123,8	-281,6	0,883
σ_3	-167,8	-25,1	-52,8	-37,2	0,9	0	0	-219,7	-13,3	-0,5	-25,3	-118,6	-268,8	0,842
σ_2	-1,1	-0,1	-0,1	-23,6	0	0	0	-1,2	-9,9	0	-2,4	-5,1	-37,1	0,11

σ_1	118,7	39	42,3	3,7	-0,7	0	0	160,2	1,8	0,4	78,1	86,2	241,3	0,756
σ_0	127,4	41	45,2	4,9	-0,8	0	0	171,8	2,3	0,4	81,3	92,5	256,9	0,805

Massimo coefficiente di utilizzo: 0,883 VERIFICA NON SIGNIFICATIVA

NOTE

- 1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 2 = 0,23 N/mm²
- 2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 2 = 0,95 N/mm²
La sezione a fine fase 2 e' stata considerata: Fessurata (t.,b.)
- 3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 = -5,57 N/mm²
- 4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 = -2,73 N/mm²
La sezione a fine fase 3 e' stata considerata: Non fessurata (t.,b.)

Pressoflessione - Calcolo tensioni efficaci

Area efficace per shear lag e/o buckling delle flange(Comb. Mmin)

Componente	b (mm)	t (mm)	λ_p	ρ	$A_{c,eff}$ (mm ²)	β^k	$A_{c,eff} * \beta^k$ (mm ²)
Piattabanda superiore SX	350	57	---	---	---	1	19950
Piattabanda superiore DX	350	57	---	---	---	1	19950
Piattabanda inferiore SX	450	69	---	---	---	1	31050
Piattabanda inferiore DX	450	69	---	---	---	1	31050

Instabilita' locale dei pannelli d'anima (Comb. Mmin)

	Anima	Sub pannello 1	Sub pannello 2
b (mm)	2438,38	557,9	1880,48
σ_{cr0E} (N/mm ²)	8,18	156,27	13,75
σ_{sup} (N/mm ²)	-268,79	-268,79	-152,07
σ_{inf} (N/mm ²)	241,35	-152,07	241,35
ν	-0,9	0,57	-1,59
K_σ	21,34	5,08	40,02
λ_p	1,43	0,67	0,8
b_c (mm)	1284,77	557,9	726,87
$b_{c, sup}$ (mm)	513,91	251,63	290,75
$b_{c, sup}$ (mm)	770,86	306,27	436,12
ρ_{loc}	0,64	1	1
b_{ceff} (mm)	827,96	557,9	726,87
$b_{ceff, sup}$ (mm)	331,19	251,63	290,75
$b_{ceff, sup}$ (mm)	496,78	306,27	436,12
ϕ_{Fore} (mm)	456,81	0	0

Caratteristiche dell'anima compressa, irrigidenti esclusi (Comb. Mmin)

	A(mm ²)	z_G (mm)	J_y (mm ⁴)
$A_{c, Edge sup}$	4,026E+3	2299,1	2,124E+7
$A_{c, 1}$	9,552E+3	1874,7	2,837E+8
$A_{c, 2}$	0E+00	0	0E+00
$A_{c, Edge inf}$	6,978E+3	1358,2	1,106E+8
$A_{c, tot}$	2,056E+4	1782,5	2,828E+9
A_c	1,18E+4		

Caratteristiche dell'anima compressa, depurata per instabilita' locale (Comb. Mmin)

	A(mm ²)	z_G (mm)	J_y (mm ⁴)
$A_{c,eff, Edge sup}$	4,026E+3	2299,1	2,124E+7
$A_{c,eff, 1}$	9,552E+3	1874,7	2,837E+8
$A_{c,eff, 2}$	0E+00	0	0E+00
$A_{c,eff, Edge inf}$	6,978E+3	1358,2	1,106E+8
$A_{c,eff, tot}$	2,056E+4	1782,5	2,828E+9
$A_{c,eff, loc}$	1,18E+4		

Tensioni critiche per l'anima (Comb. Mmin)

	Stiffener 1
A_{sl} (mm ²)	1,18E+4
e_{sl} (mm)	-15,8
I_{sl} (mm ⁴)	1,697E+7
$A_{sl,eff}$ (mm ²)	1,18E+4

$e_{sl,eff}$ (mm)	-15,8
$I_{sl,eff}$ (mm ⁴)	1,697E+7
$\sigma_{cr,sl,i}$ (p)	471,17
$\sigma_{cr,p,i}$ (p)	832,81
$\sigma_{cr,sl}$ (C)	440,79
$\sigma_{cr,c}$ (C)	779,11
α_e	0,649

Coefficienti di riduzione per instabilita' globale dell'anima (Comb. Mmin)

	Piastra		Colonna
$\sigma_{cr,p}$ (p)	832,81	$\sigma_{cr,c}$ (C)	1
β_{ac} (p)	1	β_{ac} (c)	0,675
λ_p	0,653	λ_c	0,731
ρ_p	1	χ_c	

Anima depurata per instabilita' locale e globale dell'anima (Comb. Mmin)

	A(mm ²)	z _G (mm)	J _y (mm ⁴)
Edge sup	4,026E+3	2299,1	2,124E+7
1	6,983E+3	1874,7	2,074E+8
2	0E+00	0	0E+00
Edge inf	6,978E+3	1358,2	1,106E+8
Totale	1,799E+4	1769,3	2,726E+9

Depurazione complessiva da applicare alla sezione (Comb. Mmin)

	ΔA (mm ²)	z _G (mm)	ΔJ_y (mm ⁴)
Anima	-2,569E+3	1874,7	-7,632E+7
Piattabanda superiore	0E+00	0	0E+00
Piattabanda inferiore	0E+00	0	0E+00

Caratteristiche geometriche efficaci (Comb. Mmin)

	Fase 1	Fase 2a	Fase 2b	Fase 2c	Fase 3	Fessurata
A (mm ²)	1,384E+5	1,959E+5	3,069E+5	1,942E+5	3,069E+5	1,446E+5
z _G (mm)	999,715	1443,967	1831,388	1434,694	1831,388	1064,24
Δz_{Geff} (mm)	15,94	5,58	0,36	5,75	0,36	14,15
J _{y,eff} (mm ⁴)	1,481E+11	2,416E+11	3,234E+11	2,396E+11	3,234E+11	1,617E+11
W _{y,0eff} (mm ³)	-1,481E+8	-1,673E+8	-1,766E+8	-1,67E+8	-1,766E+8	-1,519E+8
W _{y,1eff} (mm ³)	-1,591E+8	-1,757E+8	-1,835E+8	-1,755E+8	-1,835E+8	-1,624E+8
W _{y,3eff} (mm ³)	1,111E+8	2,717E+8	6,448E+8	2,668E+8	6,448E+8	1,274E+8
W _{y,4eff} (mm ³)	1,065E+8	2,554E+8	5,79E+8	2,509E+8	5,79E+8	1,219E+8
W _{y,5eff} (mm ³)	1E+300	2,554E+8	5,79E+8	2,509E+8	5,79E+8	1,219E+8
W _{y,6eff} (mm ³)	1E+300	2,45E+8	5,403E+8	2,408E+8	5,403E+8	1,184E+8
W _{y,7eff} (mm ³)	1E+300	2,09E+8	4,208E+8	2,056E+8	4,208E+8	1,053E+8
W _{y,8eff} (mm ³)	1E+300	2,02E+8	4E+8	1,988E+8	4E+8	1,026E+8
S _{y,1eff} (mm ³)	5,994E+7	8,753E+7	1,116E+8	8,695E+7	1,116E+8	6,395E+7
S _{y,2eff} (mm ³)	6,74E+7	1,038E+8	1,383E+8	1,03E+8	1,383E+8	7,248E+7
S _{y,3eff} (mm ³)	5,434E+7	9,811E+7	1,363E+8	9,72E+7	1,363E+8	6,069E+7
S _{y,4eff} (mm ³)	1,515E-291	6,15E+7	1,151E+8	6,022E+7	1,151E+8	8,933E+6

Le caratteristiche efficaci sono state calcolate iterativamente in 0 iterazioni, con la seguente variazione percentuale del coefficiente ψ

$(\psi_1 - \psi_0) / \psi_0 * 100$	
$(\psi_2 - \psi_1) / \psi_1 * 100$	
$(\psi_3 - \psi_2) / \psi_2 * 100$	
$(\psi_4 - \psi_3) / \psi_3 * 100$	
$(\psi_5 - \psi_4) / \psi_4 * 100$	

Momento aggiuntivo per traslazione dell'asse neutro(Comb. Mmin)

	Fase 1	Fase 2a	Fase 2b	Fase 2c	Fase 3a	Fase 3b
$\Delta M_{Fessurata}$ (kNm)	-2,551E+3	-1,981E+2	-1,415E+1	0E+00	0E+00	-1,067E+4
$\Delta M_{Non fessurata}$ (kNm)	-2,551E+3	-7,809E+1	-1,831E+4	0E+00	-1,104E+3	-2,714E+2

Tensioni normali sulla sezione efficace (Comb. Mmin)

	F. 1	F. 2a	F. 2a	F. 2b	F. 2b	F. 2c	F. 2c	F. 2 tot	F. 3a	F. 3a	F. 3b	F. 3b	F. 3 tot	η_1
--	------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	----------	-------	-------	-------	-------	----------	----------

		Non Fess.	Fess.	Non Fess.	Fess.	Non Fess.	Fess.		Non Fess.	Fess.	Non Fess.	Fess.		
σ_8	0	-1,7	0	1,9	0	0	0	0	0,6	0	-6,4	0	-5,6	0,284
σ_7	-1,2	-32,9	-65,3	-42,5	1,1	0	0	-64,2	-15,1	-0,6	-37,6	-145,8	-128,1	0,327
σ_6	-1,2	-28,1	-58,1	-39,4	1	0	0	-57,1	-14	-0,5	-29,8	-130,2	-111,3	0,284
σ_5	0	-1,4	0	2,3	0	0	0	0	0,8	0	-4,5	0	-2,8	0,141
σ_4	-179,5	-26,9	-56,4	-38,7	1	0	0	-234,9	-13,7	-0,5	-28	-126,5	-286,8	0,899
σ_3	-172,2	-25,3	-53,9	-37,7	0,9	0	0	-225,2	-13,3	-0,5	-25,4	-121,3	-273,9	0,858
σ_2	-1,2	-0,1	-0,1	-23,8	0	0	0	-1,3	-10	0	-2,5	-5,2	-37,5	0,111
σ_1	118,2	39	42,1	3,5	-0,7	0	0	159,6	1,8	0,4	78,1	85,9	240,6	0,754
σ_0	127,1	40,9	45,1	4,7	-0,8	0	0	171,4	2,2	0,4	81,3	92,2	256,2	0,803

Massimo coefficiente di utilizzo: 0,899 VERIFICA SODDISFATTA

NOTE

- 1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 2 = 0,19 N/mm²
- 2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 2 = 0,91 N/mm²
La sezione a fine fase 2 e' stata considerata: Fessurata (t.,b.)
- 3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 = -5,64 N/mm²
- 4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 = -2,8 N/mm²
La sezione a fine fase 3 e' stata considerata: Non fessurata (t.,b.)

Resistenza a taglio

Valutazione della necessita' di calcolo della resistenza a Shear buckling

$$h_w/t_w=152,399 > 31/\eta * \epsilon_w * (K_\tau)^{0.5}=74,167 \quad \text{Verifica a Shear Buckling: NECESSARIA}$$

Resistenza a taglio Shear buckling: **V_{b,Rd}=4,253E+6 N**

Essendo:

a/h_w=1,066, $\eta=1,2$, I_{sl}=1,575E+7(mm⁴), K _{τ sl}=11,139, K _{τ} =12,451
 contributo anima: V_{bw,Rd}=4,253E+6 N, contributo flange: V_{bf,Rd}=0E+00 N
 $\chi_w=0,585$, $\lambda_w=1,419$, $\tau_{cr}=101,9$, C=826,8
 M_{Ed}=M_{Ed,eq}=-1,661E+8 Nm, M_{f,Rd}=-5,455E+7 Nm, M_{Ed}/M_{f,Rd}=3,045

Resistenza plastica: **V_{pl,Rd}=9,139E+6 N**

Resistenza a taglio: **V_{Rd}=min(V_{pl,Rd}, V_{b,Rd})=4,253E+6 N**

Coefficienti di utilizzo

$$\eta_3 = V_{Ed}/V_{Rd} = 0,371, \quad (= \Rightarrow \text{VERIFICA SODDISFATTA})$$

$$\eta_3 = V_{Ed}/V_{bw,Rd} = 0,371, \quad \eta_1 = \max(\eta_i) = 0,899$$

Interazione pressoflessione taglio (N-M-V)

Valutazione della presenza di interazione

$$\eta_3 < 0,5, \quad M_{Ed}/M_{f,Rd} > 1$$

NON C'E' INTERAZIONE

Verifica a stato limite delle tensioni (Comb. Mmax)

Sollecitazioni (Comb. Mmax)

Fase	N (N)	V (N)	M (Nm)	T (Nm)
1	-1,19E+5	-5,07E+5	-1,41E+7	5,87E+5
2a	-9E+3	-1,32E+5	-4,57E+6	3,85E+5
2b	-1E+3	3E+3	9,8E+4	6E+3
Rit.Iso	0E+00	0	0E+00	0
2c	0E+00	0E+00	0E+00	0E+00
3a	0E+00	1E+0	4,1E+1	2E+0
Term.Iso	2,04E+6	0	1,4E+6	0
3b	4,87E+5	1,18E+5	-3,92E+6	1,28E+6
Totale	2,4E+6	-5,18E+5	-2,11E+7	2,25E+6

Tensioni normali sulla sezione lorda (Comb. Mmax)

	F. 1	F. 2a	F. 2a	F. 2b	F. 2b	F. 2c	F. 2c	F. 2 tot	F. 3a	F. 3a	F. 3b	F. 3b	F. 3 tot	σ_{td}	η_1
		Non	Fess.	Non	Fess.	Non	Fess.		Non	Fess.	Non	Fess.			

		Fess.		Fess.		Fess.		Fess.		Fess.		Fess.			
σ_8	0	-1,2	0	0	0	0	0	-1,1	-0,4	0	-1,3	0	-2,9	2,9	0,136
σ_7	-0,8	-21,8	-42,7	0,4	0,9	0	0	-21,4	9,9	0	-7,7	-33,2	-19,2	19,2	0,053
σ_6	-0,8	-18,6	-37,9	0,3	0,8	0	0	-18,3	9,2	0	-5,7	-29,1	-14,7	14,7	0,041
σ_5	0	-0,9	0	0	0	0	0	-0,9	-0,6	0	-0,8	0	-2,3	2,3	0,11
σ_4	-129,7	-17,8	-36,8	0,3	0,8	0	0	-147,2	9	0	-5,2	-28,2	-143,4	143,4	0,428
σ_3	-124,3	-16,7	-35,2	0,3	0,7	0	0	-140,8	8,8	0	-4,5	-26,8	-136,5	137,8	0,411
σ_2	-0,8	0	-0,1	0	0	0	0	-0,9	6,6	0	1,6	3,3	7,3	24,9	0,07
σ_1	87,9	26	28,2	-0,6	-0,6	0	0	113,4	-1	0	22,9	27,5	135,3	137	0,409
σ_0	94,4	27,3	30,1	-0,6	-0,7	0	0	121,1	-1,3	0	23,8	29,2	143,6	143,6	0,429
τ_4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0		
τ_3	-10,5	-3,1	-2,8	0,1	0,1	0	0	-13,5	0	0	2,9	2,5	-10,7		
τ_2	-13,5	-3,3	-3,5	0,1	0,1	0	0	-16,7	0	0	2,9	3,1	-13,8		
τ_1	-11,9	-2,8	-3	0,1	0,1	0	0	-14,7	0	0	2,4	2,7	-12,3		
τ_0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		

Massimo coefficiente di utilizzo: 0,429 VERIFICA SODDISFATTA

NOTE

- 1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 2 = -1,13 N/mm²
- 2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 2 = -0,89 N/mm²
La sezione a fine fase 2 e' stata considerata: Non fessurata (t.,b.)
- 3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 = -2,87 N/mm²
- 4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 = -2,31 N/mm²
La sezione a fine fase 3 e' stata considerata: Non fessurata (t.,b.)

Verifica a stato limite delle tensioni (Comb. Mmin)

Sollecitazioni (Comb. Mmin)

Fase	N (N)	V (N)	M (Nm)	T (Nm)
1	-1,19E+5	-5,07E+5	-1,41E+7	5,87E+5
2a	-9E+3	-1,32E+5	-4,57E+6	3,85E+5
2b	-1E+3	3E+3	9,8E+4	6E+3
Rit.Iso	-4,42E+6	0	-4,15E+6	0
2c	0E+00	0E+00	0E+00	0E+00
3a	0E+00	-1E+3	-4,1E+4	-2E+3
Term.Iso	-2,04E+6	0	-1,4E+6	0
3b	-5,03E+5	-4,28E+5	-1,09E+7	2E+3
Totale	-7,09E+6	-1,06E+6	-3,5E+7	9,78E+5

Tensioni normali sulla sezione lorda (Comb. Mmin)

	F. 1	F. 2a Non Fess.	F. 2a Fess.	F. 2b Non Fess.	F. 2b Fess.	F. 2c Non Fess.	F. 2c Fess.	F. 2 tot	F. 3a Non Fess.	F. 3a Fess.	F. 3b Non Fess.	F. 3b Fess.	F. 3 tot	σ_{td}	η_1
σ_8	0	-1,2	0	1,6	0	0	0	0	0,4	0	-4,7	0	-3,8	3,8	0,181
σ_7	-0,8	-21,8	-42,7	-35,1	0,9	0	0	-41,7	-10	-0,4	-27,4	-104,6	-94,3	94,3	0,262
σ_6	-0,8	-18,6	-37,9	-32,5	0,8	0	0	-37,1	-9,3	-0,3	-21,7	-93,3	-82	82	0,228
σ_5	0	-0,9	0	1,9	0	0	0	0	0,6	0	-3,3	0	-1,7	1,7	0,082
σ_4	-129,7	-17,8	-36,8	-31,9	0,8	0	0	-165,7	-9,1	-0,3	-20,4	-90,6	-208,8	208,8	0,623
σ_3	-124,3	-16,7	-35,2	-31	0,7	0	0	-158,8	-8,8	-0,3	-18,5	-86,8	-199,4	203,7	0,608
σ_2	-0,8	0	-0,1	-19,6	0	0	0	-0,9	-6,6	0	-1,6	-3,4	-28,8	55,4	0,156
σ_1	87,9	26	28,2	3,1	-0,6	0	0	115,5	1,2	0,3	57,6	63,7	175,8	180,3	0,538
σ_0	94,4	27,3	30,1	4,1	-0,7	0	0	123,8	1,5	0,3	59,9	68,3	187,2	187,2	0,559
τ_4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-0,2	0	-0,3		
τ_3	-10,5	-3,1	-2,8	0,1	0,1	0	0	-13,3	0	0	-10,5	-9,1	-24		
τ_2	-13,5	-3,3	-3,5	0,1	0,1	0	0	-16,8	0	0	-10,6	-11,2	-27,3		
τ_1	-11,9	-2,8	-3	0,1	0,1	0	0	-14,9	0	0	-8,6	-9,9	-23,2		
τ_0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		

Massimo coefficiente di utilizzo: 0,623 VERIFICA SODDISFATTA

NOTE

- 1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 2 = 0,48 N/mm²
- 2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 2 = 1,02 N/mm²
La sezione a fine fase 2 e' stata considerata: Fessurata (t.,b.)

C:\Users\Utente43\Desktop\FA-SI_R2_verifiche.rtf

3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 = -3,79 N/mm²4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 = -1,72 N/mm²

La sezione a fine fase 3 e' stata considerata: Non fessurata (t.,b.)

SLE: Verifica a web breathing (Comb. Mmax)**Sollecitazioni (Comb. Mmax)**

Fase	N (N)	V (N)	M (Nm)	T (Nm)
1	-1,19E+5	-5,07E+5	-1,41E+7	5,87E+5
2a	-9E+3	-1,32E+5	-4,57E+6	3,85E+5
2b	-1E+3	3E+3	9,8E+4	6E+3
Rit.Iso	0E+00	0	0E+00	0
2c	0E+00	0E+00	0E+00	0E+00
3a	0E+00	1E+0	3,4E+1	2E+0
Term.Iso	1,7E+6	0	1,16E+6	0
3b	0E+00	1,2E+5	-1,44E+6	6,36E+5
Totale	1,57E+6	-5,16E+5	-1,88E+7	1,61E+6

Tensioni normali sulla sezione efficace (Comb. Mmax)

	F. 1	F. 2a Non Fess.	F. 2a Fess.	F. 2b Non Fess.	F. 2b Fess.	F. 2c Non Fess.	F. 2c Fess.	F. 2 tot	F. 3a Non Fess.	F. 3a Fess.	F. 3b Non Fess.	F. 3b Fess.	F. 3 tot
σ_8	0	-1,2	0	0	0	0	0	-1,1	-0,3	0	-0,6	0	-2
σ_7	-0,9	-21,9	-43,5	0,4	0,9	0	0	-21,6	8,3	0	-3,4	-13,6	-16,7
σ_6	-0,9	-18,7	-38,7	0,3	0,8	0	0	-18,4	7,7	0	-2,7	-12,1	-13,4
σ_5	0	-0,9	0	0	0	0	0	-0,9	-0,5	0	-0,4	0	-1,8
σ_4	-133	-18	-37,6	0,3	0,8	0	0	-150,7	7,6	0	-2,5	-11,8	-145,6
σ_3	-127,6	-16,9	-36	0,3	0,8	0	0	-144,2	7,4	0	-2,2	-11,3	-139,1
σ_2	-0,9	0	-0,1	0	0	0	0	-0,9	5,6	0	0	0	4,6
σ_1	87,6	26	28,1	-0,6	-0,6	0	0	113	-0,8	0	7,8	8,8	120
σ_0	94,1	27,3	30	-0,6	-0,7	0	0	120,9	-1	0	8,1	9,5	127,9

NOTE1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 2 = -1,13 N/mm²2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 2 = -0,9 N/mm²

La sezione a fine fase 2 e' stata considerata: Non fessurata (t.,b.)

3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 = -2,05 N/mm²4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 = -1,78 N/mm²

La sezione a fine fase 3 e' stata considerata: Non fessurata (t.,b.)

Verifica dell'intera anima (Comb. Mmax)

	Anima
b (mm)	2438,4
σ_{sup} (N/mm ²)	-135,71
σ_{inf} (N/mm ²)	120,36
σ_{Ed} (N/mm ²)	135,71
K_{σ}	21,08
σ_{cr0E} (N/mm ²)	8,18
τ_{Ed} (N/mm ²)	12,19
$\sigma_{cr}(P)$ (N/mm ²)	826,5
$\sigma_{cr}(C)$ (N/mm ²)	773,24
ξ	0,069
σ_{cr} (N/mm ²)	780,32
K_{τ}	12,45
$K_{\tau sl}$	11,14
Coefficienti di utilizzo	0,218
Esito	VERIFICA SODDISFATTA

Verifica locale dei sub pannelli (Comb. Mmax)

	Sub pannello 1	Sub pannello 2
b (mm)	557,9	1880,5
σ_{sup} (N/mm ²)	-135,71	-77,12

σ_{inf} (N/mm ²)	-77,12	120,36
σ_{Ed} (N/mm ²)	135,71	77,12
τ_{Ed} (N/mm ²)	12,19	12,19
σ_{cr0E} (N/mm ²)	156,27	13,75
ψ	0,568	-1,561
K_{σ}	5,1	39,2
σ_{cr} (N/mm ²)	791,86	539,36
K_{τ}	5,52	7,43
τ_{cr}	863,28	102,23
Coefficienti di utilizzo	0,172	0,194
Esito	VERIFICA SODDISFATTA	VERIFICA SODDISFATTA

SLE: Verifica a web breathing (Comb. Mmin)

Sollecitazioni (Comb. Mmin)

Fase	N (N)	V (N)	M (Nm)	T (Nm)
1	-1,19E+5	-5,07E+5	-1,41E+7	5,87E+5
2a	-9E+3	-1,32E+5	-4,57E+6	3,85E+5
2b	-1E+3	3E+3	9,8E+4	6E+3
Rit.Iso	-4,42E+6	0	-4,15E+6	0
2c	0E+00	0E+00	0E+00	0E+00
3a	0E+00	-1E+3	-3,4E+4	-2E+3
Term.Iso	-1,7E+6	0	-1,16E+6	0
3b	-4E+3	-2,44E+5	-5,76E+6	1,8E+4
Totale	-6,25E+6	-8,81E+5	-2,97E+7	9,94E+5

Tensioni normali sulla sezione efficace (Comb. Mmin)

	F. 1	F. 2a Non Fess.	F. 2a Fess.	F. 2b Non Fess.	F. 2b Fess.	F. 2c Non Fess.	F. 2c Fess.	F. 2 tot	F. 3a Non Fess.	F. 3a Fess.	F. 3b Non Fess.	F. 3b Fess.	F. 3 tot
σ_8	0	-1,2	0	1,6	0	0	0	0	0,3	0	-2,3	0	-1,6
σ_7	-0,9	-21,9	-43,6	-35,5	0,9	0	0	-42,7	-8,4	-0,3	-13,7	-54,8	-79,5
σ_6	-0,9	-18,7	-38,8	-32,9	0,8	0	0	-38	-7,8	-0,3	-10,7	-48,8	-70
σ_5	0	-0,9	0	1,9	0	0	0	0	0,5	0	-1,6	0	-0,2
σ_4	-133,3	-18	-37,6	-32,3	0,8	0	0	-170,1	-7,6	-0,3	-10	-47,3	-201,1
σ_3	-127,9	-16,9	-36	-31,4	0,8	0	0	-163,1	-7,4	-0,3	-8,9	-45,3	-192,5
σ_2	-0,9	0	-0,1	-19,9	0	0	0	-0,9	-5,6	0	0	0	-26,4
σ_1	87,5	26	28,1	2,9	-0,6	0	0	115	1	0,2	31,4	35,4	148,7
σ_0	94,1	27,3	30	3,9	-0,7	0	0	123,5	1,2	0,2	32,6	37,9	159,1

NOTE

- 1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 2 = 0,44 N/mm²
- 2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 2 = 0,98 N/mm²
 La sezione a fine fase 2 e' stata considerata: Fessurata (t.,b.)
- 3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 = -1,58 N/mm²
- 4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 = -0,17 N/mm²
 La sezione a fine fase 3 e' stata considerata: Non fessurata (t.,b.)

Verifica dell'intera anima (Comb. Mmin)

	Anima
b (mm)	2438,4
σ_{sup} (N/mm ²)	-188,41
σ_{inf} (N/mm ²)	149,38
σ_{Ed} (N/mm ²)	188,41
K_{σ}	18,95
σ_{cr0E} (N/mm ²)	8,18
τ_{Ed} (N/mm ²)	20,62
$\sigma_{cr}(P)$ (N/mm ²)	774,03
$\sigma_{cr}(C)$ (N/mm ²)	724,45
ξ	0,068

σ_{cr} (N/mm ²)	731
K_{τ}	12,45
$K_{\tau s}$	11,14
Coefficienti di utilizzo	0,341
Esito	VERIFICA SODDISFATTA

Verifica locale dei sub pannelli (Comb. Mmin)

	Sub pannello 1	Sub pannello 2
b (mm)	557,9	1880,5
σ_{sup} (N/mm ²)	-188,41	-111,12
σ_{inf} (N/mm ²)	-111,12	149,38
σ_{Ed} (N/mm ²)	188,41	111,12
τ_{Ed} (N/mm ²)	20,62	20,62
σ_{cr0E} (N/mm ²)	156,27	13,75
ψ	0,59	-1,344
K_{σ}	5	32,9
σ_{cr} (N/mm ²)	781,46	452,04
K_{τ}	5,52	7,43
τ_{cr}	863,28	102,23
Coefficienti di utilizzo	0,243	0,331
Esito	VERIFICA SODDISFATTA	VERIFICA SODDISFATTA

Verifica connessione trave soletta

Caratteristiche generali

Numero di pioli per unita' di lunghezza, n (m ⁻¹)	15
Diametro dei pioli, d (mm)	22
Altezza dei pioli, h (mm)	200
Resistenza ultima dei pioli, α	1
Coefficiente di sicurezza parziale, γ_v	1,25
Resistenza ultima dei pioli, f_u (N/mm ²)	450
Coefficiente E_{cm} (N/mm ²)	34077
Resistenza caratteristica cilindrica, f_{ck} (N/mm ²)	35

Resistenza della connessione

Resistenza a taglio del piolo, $P_{Rd1} = 0.8 f_u \pi d^2 / 4 \gamma_v$, (N)	109478,22
Resistenza per schiacciamento del calcestruzzo, $P_{Rd2} = 0.29 \alpha d^2 (f_{ck} E_{cm})^{0.5} / \gamma_v$, (N)	122630,64
Resistenza di progetto del piolo $P_{Rd} = \min(P_{Rd1}, P_{Rd2})$, (N)	109478,22

Verifica elastica allo SLU

Coefficiente di utilizzo (Comb. Mmax)

Resistenza di progetto per unita' di lunghezza, $v_{Rd} = n P_{Rd} K_s$ (N/mm)	1642,2
Fattore di riduzione, K_s	1.00
Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo v_{Ed} (N/mm)	7,1
Coefficiente di utilizzo v_{Ed} / v_{Rd}	0,004
VERIFICA SODDISFATTA	

Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo (Comb. Mmax)

Fase	V_{Ed} (N)	$S_{y,4}$ (mm ³)	J_y (mm ⁴)	V_{Ed} (N/mm)
Fase 2a	-1,98E+5	6,118E+7	2,421E+11	-50
Fase 2b	3E+3	7,897E+7	2,69E+11	0,9
Fase 2c	0E+00	5,99E+7	2,402E+11	0
Fase 3a	2E+0	1,151E+8	3,235E+11	0
Fase 3b	1,58E+5	1,151E+8	3,235E+11	56,2
Totale				7,1

Coefficiente di utilizzo (Comb. Mmin)

Resistenza di progetto per unita' di lunghezza, $v_{Rd} = n P_{Rd} K_s$ (N/mm)	1642,2
Fattore di riduzione, K_s	1.00
Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo v_{Ed} (N/mm)	-257,4

Coefficiente di utilizzo v_{Ed}/v_{Rd}	0,157
VERIFICA SODDISFATTA	

Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo (Comb. Mmin)

Fase	$V_{Ed} (N)$	$S_{y,4eff} (mm^3)$	$J_{y,eff} (mm^4)$	$V_{Ed} (N/mm)$
Fase 2a	-1,98E+5	6,15E+7	2,416E+11	-50,4
Fase 2b	3E+3	7,926E+7	2,686E+11	0,9
Fase 2c	0E+00	6,022E+7	2,396E+11	0
Fase 3a	-2E+3	1,151E+8	3,234E+11	-0,7
Fase 3b	-5,82E+5	1,151E+8	3,234E+11	-207,2
Totale				-257,4

Verifica elastica allo SLE

Coefficiente di utilizzo (Comb. Mmax)

Resistenza di progetto per unita' di lunghezza, $v_{Rd} = n P_{Rd} \kappa_s (N/mm)$	985,3
Fattore di riduzione, κ_s	0,6
Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo $v_{Ed} (N/mm)$	9,5
Coefficiente di utilizzo v_{Ed}/v_{Rd}	0,01
VERIFICA SODDISFATTA	

Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo (Comb. Mmax)

Fase	$V_{Ed} (N)$	$S_{y,4}(mm^3)$	$J_y (mm^4)$	$V_{Ed} (N/mm)$
Fase 2a	-1,32E+5	6,118E+7	2,421E+11	-33,4
Fase 2b	3E+3	7,897E+7	2,69E+11	0,9
Fase 2c	0E+00	5,99E+7	2,402E+11	0
Fase 3a	1E+0	1,151E+8	3,235E+11	0
Fase 3b	1,18E+5	1,151E+8	3,235E+11	42
Totale				9,5

Coefficiente di utilizzo (Comb. Mmin)

Resistenza di progetto per unita' di lunghezza, $v_{Rd} = n P_{Rd} \kappa_s (N/mm)$	985,3
Fattore di riduzione, κ_s	0,6
Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo $v_{Ed} (N/mm)$	-185,1
Coefficiente di utilizzo v_{Ed}/v_{Rd}	0,188
VERIFICA SODDISFATTA	

Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo (Comb. Mmin)

Fase	$V_{Ed} (N)$	$S_{y,4}(mm^3)$	$J_y (mm^4)$	$V_{Ed} (N/mm)$
Fase 2a	-1,32E+5	6,118E+7	2,421E+11	-33,4
Fase 2b	3E+3	7,897E+7	2,69E+11	0,9
Fase 2c	0E+00	5,99E+7	2,402E+11	0
Fase 3a	-1E+3	1,151E+8	3,235E+11	-0,4
Fase 3b	-4,28E+5	1,151E+8	3,235E+11	-152,2
Totale				-185,1

Sezione C3 3 2

Pre-classificazione

La preclassificazione e' riferita alla sezione composta in Fase 3

Caratteristiche plastiche dei singoli componenti

Componenti	$N_{pl} (N)$	$z_N (mm)$	$z_{max} (mm)$	$z_{min} (mm)$
Strato di calcestruzzo superiore	3,143E+6	2620,19	2640	2600,38
Strato di calcestruzzo intermedio alle armature	1,343E+7	2515	2599,62	2430,38
Strato di calcestruzzo inferiore	3,143E+6	2409,81	2429,62	2390
Strato di armatura superiore	1,205E+6	2600	2600,38	2599,62
Strato di armatura inferiore	1,205E+6	2430	2430,38	2429,62
Raccordo in cls	0E+00	2390	2390	2390
Flangia superiore della trave di acciaio	1,273E+7	2361,5	2390	2333
Anima della trave di acciaio	1,319E+7	1201	2333	69
Flangia inferiore della trave di acciaio	1,981E+7	34,5	69	0
<i>Compressione ultima per la sezione completa</i>		-6,785E+7		

Trazione ultima per la sezione completa	4,814E+7		
Compressione ultima per la sezione senza anima	-5,466E+7		
Trazione ultima per la sezione senza anima	3,495E+7		

Classificazione delle piattabande

	c/t	ε	Flessione semplice con fibre tese superiori (M+)	Flessione semplice con fibre tese inferiori (M-)
Flangia superiore	5,989	0,838	1	0
Flangia inferiore	6,397	0,838	1	1

Classificazione dell'anima

	c/t	ε	α	ψ	classe
Flessione semplice con fibre tese superiori (M+)	152,399	0,814	0,323	-1,243	4
Flessione semplice con fibre tese inferiori (M-)	152,399	0,814	0	-0,284	1
Compressione semplice (N)	152,399	0,814	1	1	4

Verifiche S.L.U. sezione composta (Comb. Mmax)

Sollecitazioni (Comb. Mmax)

Fase	N (N)	V (N)	M (Nm)	T (Nm)
1	-1,6E+5	-9,3E+5	-1,55E+7	7,92E+5
2a	-1,4E+4	-3,08E+5	-5,76E+6	5,78E+5
2b	-1E+3	3E+3	1,03E+5	7E+3
Rit.Iso	0E+00	0	0E+00	0
2c	0E+00	0E+00	0E+00	0E+00
3a	0E+00	2E+0	5,3E+1	4E+0
Term.Iso	3,07E+6	0	2,1E+6	0
3b	7,32E+5	-2,5E+5	-4,33E+6	1,74E+6
Totale	3,62E+6	-1,48E+6	-2,34E+7	3,12E+6

Pressoflessione - Analisi plastica

Classificazione della sezione (Comb. Mmax)

	c/t	z pl (mm)	α	ψ	Classe
Anima	152,4	2345,25	-0,01	-1,03	1
Piattabanda superiore	5,99				1
Piattabanda inferiore	6,4				1
classe della sezione					1

Analisi plastica: APPLICABILE

Verifica plastica a Presso-Tenso flessione (Comb. Mmax)

Azione assiale		Flessione semplice		Interazione N/M	
N _{Ed} (N)	3,624E+6	M _{Ed} (Nm)	-2,336E+7	N _{Ed} (N)	3,624E+6
N _{Rd} (N)	4,814E+7	M _{Rd} (Nm)	-6,486E+7	M _{Ed} (Nm)	-2,336E+7
				M _{Rd} (Nm)	-6,301E+7
N _{Ed} /N _{Rd}	0,075	M _{Ed} /M _{Rd}	0,36	M _{Ed} /M _{Rd}	0,371

VERIFICA SODDISFATTA

Pressoflessione - Calcolo tensioni lorde

Tensioni normali sulla sezione lorda (Comb. Mmax)

	F. 1	F. 2a Non Fess.	F. 2a Fess.	F. 2b Non Fess.	F. 2b Fess.	F. 2c Non Fess.	F. 2c Fess.	F. 2 tot	F. 3a Non Fess.	F. 3a Fess.	F. 3b Non Fess.	F. 3b Fess.	F. 3 tot	η_1
σ_8	0	-1,5	0	0	0	0	0	-1,4	-0,6	0	-1,4	0	-3,4	0,172
σ_7	-1,1	-27,4	-53,7	0,4	1	0	0	-27	14,9	0	-7,9	-35,4	-20,1	0,051
σ_6	-1,1	-23,4	-47,7	0,3	0,8	0	0	-23,1	13,8	0	-5,6	-30,9	-14,9	0,038
σ_5	0	-1,1	0	0	0	0	0	-1,1	-0,9	0	-0,8	0	-2,8	0,143
σ_4	-142,8	-22,4	-46,3	0,3	0,8	0	0	-164,9	13,5	0	-5,1	-29,8	-156,5	0,49
σ_3	-136,9	-21,1	-44,3	0,3	0,8	0	0	-157,7	13,2	0	-4,3	-28,3	-148,9	0,467
σ_2	-1,1	-0,1	-0,1	0	0	0	0	-1,2	9,9	0	2,4	5	11,1	0,033
σ_1	96,4	32,7	35,5	-0,6	-0,6	0	0	128,6	-1,5	0	26	31,7	153,1	0,48
σ_0	103,5	34,4	37,9	-0,6	-0,7	0	0	137,3	-2	0	26,9	33,6	162,3	0,509

Massimo coefficiente di utilizzo: 0,509 VERIFICA NON SIGNIFICATIVA

NOTE

- 1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 2 = -1,42 N/mm²
- 2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 2 = -1,13 N/mm²
 La sezione a fine fase 2 e' stata considerata: Non fessurata (t.,b.)
- 3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 = -3,4 N/mm²
- 4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 = -2,83 N/mm²
 La sezione a fine fase 3 e' stata considerata: Non fessurata (t.,b.)

Resistenza a taglio

Valutazione della necessita' di calcolo della resistenza a Shear buckling

$$h_w/t_w=152,399 > 31/\eta * \epsilon_w * (K_\tau)^{0.5}=74,167 \quad \text{Verifica a Shear Buckling: NECESSARIA}$$

Resistenza a taglio Shear buckling: **V_{b,Rd}=5,453E+6 N**

Essendo:

$$a/h_w=1,066, \quad \eta=1,2, \quad I_{sl}=1,575E+7(\text{mm}^4), \quad K_{\tau sl}=11,139, \quad K_\tau=12,451$$

contributo anima: V_{bw,Rd}=4,253E+6 N, contributo flange: V_{bf,Rd}=1,2E+6 N
 $\chi_w=0,585, \quad \lambda_w=1,419, \quad \tau_{cr}=101,9, \quad C=826,8$
 M_{Ed}=-2,336E+7 Nm, M_{f,Rd}=-4,772E+7 Nm, M_{Ed}/M_{f,Rd}=0,489

Resistenza plastica: **V_{pl,Rd}=9,139E+6 N**

Resistenza a taglio: **V_{Rd}=min(V_{pl,Rd}, V_{b,Rd})=5,453E+6 N**

Coefficienti di utilizzo

$$\eta_3 = V_{Ed} / V_{Rd} = 0,293, \quad (= \Rightarrow \text{VERIFICA SODDISFATTA})$$

$$\eta_3 = V_{Ed} / V_{bw,Rd} = 0,376, \quad \eta_1 = M_{Ed} / M_{Rd} = 0,371$$

Interazione pressoflessione taglio (N-M-V)

Valutazione della presenza di interazione

$$\eta_3 < 0,5, \quad M_{Ed} / M_{f,Rd} < 1$$

NON C'E' INTERAZIONE

Verifiche S.L.U. sezione composta (Comb. Mmin)

Sollecitazioni (Comb. Mmin)

Fase	N (N)	V (N)	M (Nm)	T (Nm)
1	-1,6E+5	-9,3E+5	-1,55E+7	7,92E+5
2a	-1,4E+4	-3,08E+5	-5,76E+6	5,78E+5
2b	-1E+3	3E+3	1,03E+5	7E+3
Rit.Iso	-5,3E+6	0	-4,98E+6	0
2c	0E+00	0E+00	0E+00	0E+00
3a	0E+00	-2E+3	-5,3E+4	-4E+3
Term.Iso	-3,07E+6	0	-2,1E+6	0
3b	-7,54E+5	-8,98E+5	-1,35E+7	-3E+3
Totale	-9,3E+6	-2,13E+6	-4,17E+7	1,37E+6

Pressoflessione - Analisi plastica

Classificazione della sezione (Comb. Mmin)

	c/t	z _{pl} (mm)	α	ψ	Classe
Anima	152,4	1693,62	0,28	-0,89	4
Piattabanda superiore	5,99				1
Piattabanda inferiore	6,4				1
classe della sezione					4

Analisi plastica: NON APPLICABILE

Verifica plastica a Presso-Tenso flessione (Comb. Mmin)

Azione assiale	Flessione semplice		Interazione N/M		
N _{Ed} (N)	-9,298E+6	M _{Ed} (Nm)	-4,172E+7	N _{Ed} (N)	-9,298E+6
N _{Rd} (N)	-6,785E+7	M _{Rd} (Nm)	-6,486E+7	M _{Ed} (Nm)	-4,172E+7
				M _{Rd} (Nm)	-6,714E+7

N _{Ed} /N _{Rd}	0,137	M _{Ed} /M _{Rd}	0,643	M _{Ed} /M _{Rd}	0,621
VERIFICA NON SIGNIFICATIVA					

Pressoflessione - Calcolo tensioni lorde**Tensioni normali sulla sezione lorda (Comb. Mmin)**

	F. 1	F. 2a Non Fess.	F. 2a Fess.	F. 2b Non Fess.	F. 2b Fess.	F. 2c Non Fess.	F. 2c Fess.	F. 2 tot	F. 3a Non Fess.	F. 3a Fess.	F. 3b Non Fess.	F. 3b Fess.	F. 3 tot	η ₁
σ ₈	0	-1,5	0	2	0	0	0	0	0,6	0	-5,9	0	-4,8	0,24
σ ₇	-1,1	-27,4	-53,7	-42,1	1	0	0	-52,7	-15	-0,5	-34,4	-130,5	-119	0,304
σ ₆	-1,1	-23,4	-47,7	-39	0,8	0	0	-46,9	-13,9	-0,4	-27,3	-116,5	-103,6	0,265
σ ₅	0	-1,1	0	2,3	0	0	0	0	0,9	0	-4,2	0	-2,1	0,108
σ ₄	-142,8	-22,4	-46,3	-38,3	0,8	0	0	-188,3	-13,6	-0,4	-25,7	-113,2	-242,8	0,761
σ ₃	-136,9	-21,1	-44,3	-37,3	0,8	0	0	-180,4	-13,2	-0,4	-23,3	-108,5	-231,8	0,727
σ ₂	-1,1	-0,1	-0,1	-23,6	0	0	0	-1,2	-9,9	0	-2,4	-5,1	-37,1	0,11
σ ₁	96,4	32,7	35,5	3,8	-0,6	0	0	131,2	1,8	0,3	70,9	78,1	205,7	0,645
σ ₀	103,5	34,4	37,9	5	-0,7	0	0	140,7	2,3	0,3	73,8	83,7	219	0,686

Massimo coefficiente di utilizzo: 0,761 VERIFICA NON SIGNIFICATIVA

NOTE

- 1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 2 = 0,51 N/mm²
- 2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 2 = 1,17 N/mm²
La sezione a fine fase 2 e' stata considerata: Fessurata (t.,b.)
- 3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 = -4,76 N/mm²
- 4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 = -2,14 N/mm²
La sezione a fine fase 3 e' stata considerata: Non fessurata (t.,b.)

Pressoflessione - Calcolo tensioni efficaci**Area efficace per shear lag e/o buckling delle flange(Comb. Mmin)**

Componente	b (mm)	t (mm)	λ _p	ρ	A _{c,eff} (mm ²)	β ^k	A _{c,eff} *β ^k (mm ²)
Piattabanda superiore SX	350	57	---	---	---	1	19950
Piattabanda superiore DX	350	57	---	---	---	1	19950
Piattabanda inferiore SX	450	69	---	---	---	1	31050
Piattabanda inferiore DX	450	69	---	---	---	1	31050

Instabilita' locale dei pannelli d'anima (Comb. Mmin)

	Anima	Sub pannello 1	Sub pannello 2
b (mm)	2438,38	557,9	1880,48
σ _{cr0E} (N/mm ²)	8,18	156,27	13,75
σ _{sup} (N/mm ²)	-231,81	-231,81	-131,71
σ _{inf} (N/mm ²)	205,67	-131,71	205,67
ψ	-0,89	0,57	-1,56
K _σ	21,09	5,07	39,24
λ _p	1,43	0,67	0,81
b _c (mm)	1292,03	557,9	734,13
b _{c sup} (mm)	516,81	251,77	293,65
b _{c sup} (mm)	775,22	306,13	440,48
ρ _{loc}	0,64	1	1
b _{ceff} (mm)	827,75	557,9	734,13
b _{ceff sup} (mm)	331,1	251,77	293,65
b _{ceff sup} (mm)	496,65	306,13	440,48
φ _{Foro} (mm)	464,28	0	0

Caratteristiche dell'anima compressa, irrigidenti esclusi (Comb. Mmin)

	A(mm ²)	z _G (mm)	J _y (mm ⁴)
A _{c Edge sup}	4,028E+3	2299,5	2,128E+7
A _{c 1}	9,596E+3	1873,7	2,877E+8
A _{c 2}	0E+00	0	0E+00
A _{c Edge inf}	7,048E+3	1353,6	1,139E+8
A _{c tot}	2,067E+4	1779,4	2,876E+9

A_c	1,185E+4	
-------	----------	--

Caratteristiche dell'anima compressa, depurata per instabilita' locale (Comb. Mmin)

	$A(mm^2)$	$z_G(mm)$	$J_y(mm^4)$
$A_{c,eff} \text{ Edge sup}$	4,028E+3	2299,5	2,128E+7
$A_{c,eff} 1$	9,596E+3	1873,7	2,877E+8
$A_{c,eff} 2$	0E+00	0	0E+00
$A_{c,eff} \text{ Edge inf}$	7,048E+3	1353,6	1,139E+8
$A_{c,eff} \text{ tot}$	2,067E+4	1779,4	2,876E+9
$A_{c,eff,loc}$	1,185E+4		

Tensioni critiche per l'anima (Comb. Mmin)

	<i>Stiffener 1</i>
$A_{sl}(mm^2)$	1,185E+4
$e_{sl}(mm)$	-15,8
$I_{sl}(mm^4)$	1,698E+7
$A_{sl,eff}(mm^2)$	1,185E+4
$e_{sl,eff}(mm)$	-15,8
$I_{sl,eff}(mm^4)$	1,698E+7
$\sigma_{cr,sl,i}(p)$	469,72
$\sigma_{cr,p,i}(p)$	826,69
$\sigma_{cr,sl}(C)$	439,46
$\sigma_{cr,c}(C)$	773,42
α_e	0,65

Coefficienti di riduzione per instabilita' globale dell'anima (Comb. Mmin)

	<i>Piastra</i>		<i>Colonna</i>
$\sigma_{cr,p}(p)$	826,69	$\sigma_{cr,c}(C)$	1
$\beta_{ac}(p)$	1	$\beta_{ac}(C)$	0,677
λ_p	0,655	λ_c	0,729
ρ_p	1	χ_c	

Anima depurata per instabilita' locale e globale dell'anima (Comb. Mmin)

	$A(mm^2)$	$z_G(mm)$	$J_y(mm^4)$
Edge sup	4,028E+3	2299,5	2,128E+7
1	7,001E+3	1873,7	2,099E+8
2	0E+00	0	0E+00
Edge inf	7,048E+3	1353,6	1,139E+8
Totale	1,808E+4	1765,8	2,772E+9

Depurazione complessiva da applicare alla sezione (Comb. Mmin)

	$\Delta A(mm^2)$	$z_G(mm)$	$\Delta J_y(mm^4)$
Anima	-2,596E+3	1873,7	-7,782E+7
Piattabanda superiore	0E+00	0	0E+00
Piattabanda inferiore	0E+00	0	0E+00

Caratteristiche geometriche efficaci (Comb. Mmin)

	<i>Fase 1</i>	<i>Fase 2a</i>	<i>Fase 2b</i>	<i>Fase 2c</i>	<i>Fase 3</i>	<i>Fessurata</i>
$A(mm^2)$	1,384E+5	1,958E+5	3,068E+5	1,942E+5	3,068E+5	1,446E+5
$z_G(mm)$	999,566	1443,922	1831,392	1434,648	1831,392	1064,109
$\Delta z_{Geff}(mm)$	16,09	5,62	0,36	5,79	0,36	14,28
$J_{y,eff}(mm^4)$	1,481E+11	2,416E+11	3,234E+11	2,396E+11	3,234E+11	1,617E+11
$W_{y,0eff}(mm^3)$	-1,481E+8	-1,673E+8	-1,766E+8	-1,67E+8	-1,766E+8	-1,519E+8
$W_{y,1eff}(mm^3)$	-1,591E+8	-1,757E+8	-1,835E+8	-1,755E+8	-1,835E+8	-1,624E+8
$W_{y,3eff}(mm^3)$	1,11E+8	2,717E+8	6,448E+8	2,667E+8	6,448E+8	1,274E+8
$W_{y,4eff}(mm^3)$	1,065E+8	2,554E+8	5,79E+8	2,508E+8	5,79E+8	1,219E+8
$W_{y,5eff}(mm^3)$	1E+300	2,554E+8	5,79E+8	2,508E+8	5,79E+8	1,219E+8
$W_{y,6eff}(mm^3)$	1E+300	2,45E+8	5,403E+8	2,408E+8	5,403E+8	1,183E+8
$W_{y,7eff}(mm^3)$	1E+300	2,09E+8	4,208E+8	2,056E+8	4,208E+8	1,052E+8
$W_{y,8eff}(mm^3)$	1E+300	2,02E+8	4E+8	1,988E+8	4E+8	1,026E+8
$S_{y,1eff}(mm^3)$	5,993E+7	8,753E+7	1,116E+8	8,695E+7	1,116E+8	6,394E+7
$S_{y,2eff}(mm^3)$	6,739E+7	1,038E+8	1,383E+8	1,03E+8	1,383E+8	7,247E+7
$S_{y,3eff}(mm^3)$	5,434E+7	9,812E+7	1,363E+8	9,72E+7	1,363E+8	6,07E+7

$S_{y,4eff}$ (mm ³)	1,515E-291	6,151E+7	1,151E+8	6,022E+7	1,151E+8	8,934E+6
---------------------------------	------------	----------	----------	----------	----------	----------

Le caratteristiche efficaci sono state calcolate iterativamente in 0 iterazioni, con la seguente variazione percentuale del coefficiente ψ

$(\psi_1 - \psi_0) / \psi_0 * 100$	
$(\psi_2 - \psi_1) / \psi_1 * 100$	
$(\psi_3 - \psi_2) / \psi_2 * 100$	
$(\psi_4 - \psi_3) / \psi_3 * 100$	
$(\psi_5 - \psi_4) / \psi_4 * 100$	

Momento aggiuntivo per traslazione dell'asse neutro(Comb. Mmin)

	Fase 1	Fase 2a	Fase 2b	Fase 2c	Fase 3a	Fase 3b
$\Delta M_{Fessurata}$ (kNm)	-2,575E+3	-1,999E+2	-1,428E+1	0E+00	0E+00	-1,077E+4
$\Delta M_{Non fessurata}$ (kNm)	-2,575E+3	-7,872E+1	-1,844E+4	0E+00	-1,09E+3	-2,679E+2

Tensioni normali sulla sezione efficace (Comb. Mmin)

	F. 1	F. 2a Non Fess.	F. 2a Fess.	F. 2b Non Fess.	F. 2b Fess.	F. 2c Non Fess.	F. 2c Fess.	F. 2 tot	F. 3a Non Fess.	F. 3a Fess.	F. 3b Non Fess.	F. 3b Fess.	F. 3 tot	η_1
σ_8	0	-1,5	0	1,9	0	0	0	0	0,6	0	-5,9	0	-4,8	0,243
σ_7	-1,2	-27,6	-54,8	-42,6	1	0	0	-53,8	-15,1	-0,5	-34,5	-133,3	-119,7	0,306
σ_6	-1,2	-23,6	-48,7	-39,5	0,9	0	0	-47,9	-14	-0,4	-27,4	-119,1	-104,4	0,267
σ_5	0	-1,2	0	2,3	0	0	0	0	0,8	0	-4,2	0	-2,2	0,111
σ_4	-146,4	-22,6	-47,3	-38,7	0,8	0	0	-192,9	-13,7	-0,4	-25,7	-115,8	-247,2	0,775
σ_3	-140,5	-21,3	-45,3	-37,7	0,8	0	0	-185	-13,3	-0,4	-23,3	-111	-236,1	0,74
σ_2	-1,2	-0,1	-0,1	-23,8	0	0	0	-1,3	-10	0	-2,5	-5,2	-37,5	0,111
σ_1	96,1	32,7	35,3	3,6	-0,6	0	0	130,8	1,7	0,3	70,9	77,7	205	0,642
σ_0	103,3	34,3	37,8	4,8	-0,7	0	0	140,4	2,2	0,3	73,8	83,5	218,4	0,685

Massimo coefficiente di utilizzo: 0,775 VERIFICA SODDISFATTA

NOTE

- 1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 2 = 0,46 N/mm²
- 2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 2 = 1,12 N/mm²
 La sezione a fine fase 2 e' stata considerata: Fessurata (t.,b.)
- 3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 = -4,82 N/mm²
- 4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 = -2,21 N/mm²
 La sezione a fine fase 3 e' stata considerata: Non fessurata (t.,b.)

Resistenza a taglio

Valutazione della necessita' di calcolo della resistenza a Shear buckling

$$h_w / t_w = 152,399 > 31 / \eta * \epsilon_w * (K_\tau)^{0,5} = 74,167 \quad \text{Verifica a Shear Buckling: NECESSARIA}$$

Resistenza a taglio Shear buckling: **$V_{b,Rd} = 4,253E+6$ N**

Essendo:

$$a/h_w = 1,066, \quad \eta = 1,2, \quad I_{sl} = 1,575E+7 (\text{mm}^4), \quad K_{\tau sl} = 11,139, \quad K_\tau = 12,451$$

$$\text{contributo anima: } V_{bw,Rd} = 4,253E+6 \text{ N,} \quad \text{contributo flange: } V_{bf,Rd} = 0E+00 \text{ N}$$

$$\chi_w = 0,585, \quad \lambda_w = 1,419, \quad \tau_{cr} = 101,9, \quad C = 826,8$$

$$M_{Ed} = M_{Ed,eq} = -1,431E+8 \text{ Nm,} \quad M_{f,Rd} = -5,455E+7 \text{ Nm,} \quad M_{Ed} / M_{f,Rd} = 2,624$$

Resistenza plastica: **$V_{pl,Rd} = 9,139E+6$ N**

Resistenza a taglio: **$V_{Rd} = \min(V_{pl,Rd}, V_{b,Rd}) = 4,253E+6$ N**

Coefficienti di utilizzo

$$\eta_3 = V_{Ed} / V_{Rd} = 0,541, \quad (= > \text{VERIFICA SODDISFATTA})$$

$$\eta_3 = V_{Ed} / V_{bw,Rd} = 0,541, \quad \eta_1 = \max(\eta_i) = 0,775$$

Interazione pressoflessione taglio (N-M-V)

Valutazione della presenza di interazione

$$\eta_3 > 0,5, \quad M_{Ed} / M_{f,Rd} > 1$$

C'E' INTERAZIONE

$$\eta_1 + (1 - M_{f,Rd} / M_{Rd}) (2\eta_3 - 1)^2 = 0,776 \quad \text{VERIFICA SODDISFATTA}$$

Verifica a stato limite delle tensioni (Comb. Mmax)

Sollecitazioni (Comb. Mmax)

Fase	N (N)	V (N)	M (Nm)	T (Nm)
1	-1,19E+5	-6,89E+5	-1,15E+7	5,87E+5
2a	-9E+3	-2,06E+5	-3,84E+6	3,85E+5
2b	-1E+3	3E+3	8,6E+4	6E+3
Rit.Iso	0E+00	0	0E+00	0
2c	0E+00	0E+00	0E+00	0E+00
3a	0E+00	1E+0	3,5E+1	2E+0
Term.Iso	2,04E+6	0	1,4E+6	0
3b	4,87E+5	-1,81E+5	-3,17E+6	1,28E+6
Totale	2,4E+6	-1,07E+6	-1,7E+7	2,25E+6

Tensioni normali sulla sezione lorda (Comb. Mmax)

	F. 1	F. 2a Non Fess.	F. 2a Fess.	F. 2b Non Fess.	F. 2b Fess.	F. 2c Non Fess.	F. 2c Fess.	F. 2 tot	F. 3a Non Fess.	F. 3a Fess.	F. 3b Non Fess.	F. 3b Fess.	F. 3 tot	σ_{td}	η_1
σ_8	0	-1	0	0	0	0	0	-0,9	-0,4	0	-1	0	-2,4	2,4	0,113
σ_7	-0,8	-18,3	-35,8	0,3	0,8	0	0	-18	9,9	0	-6	-26,2	-14	14	0,039
σ_6	-0,8	-15,6	-31,8	0,3	0,7	0	0	-15,3	9,2	0	-4,3	-22,9	-10,4	10,4	0,029
σ_5	0	-0,8	0	0	0	0	0	-0,7	-0,6	0	-0,6	0	-2	2	0,093
σ_4	-105,8	-14,9	-30,9	0,3	0,7	0	0	-120,5	9	0	-3,9	-22,1	-115,3	115,3	0,344
σ_3	-101,4	-14	-29,5	0,2	0,7	0	0	-115,2	8,8	0	-3,3	-21	-109,8	117,1	0,349
σ_2	-0,8	0	-0,1	0	0	0	0	-0,9	6,6	0	1,6	3,3	7,3	48,8	0,137
σ_1	71,4	21,8	23,6	-0,5	-0,5	0	0	92,8	-1	0	18,9	22,9	110,6	118,2	0,353
σ_0	76,7	22,9	25,3	-0,5	-0,6	0	0	99,1	-1,3	0	19,5	24,2	117,3	117,3	0,35
τ_4	0	-0,1	0	0	0	0	0	-0,1	0	0	-0,1	0	-0,2		
τ_3	-14,3	-4,8	-4,4	0,1	0,1	0	0	-19,1	0	0	-4,4	-3,9	-23,5		
τ_2	-18,3	-5,1	-5,4	0,1	0,1	0	0	-23,4	0	0	-4,5	-4,7	-27,9		
τ_1	-16,2	-4,3	-4,7	0,1	0,1	0	0	-20,5	0	0	-3,6	-4,2	-24,1		
τ_0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		

Massimo coefficiente di utilizzo: 0,353 VERIFICA SODDISFATTA

NOTE

- 1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 2 = -0,94 N/mm²
- 2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 2 = -0,75 N/mm²
La sezione a fine fase 2 e' stata considerata: Non fessurata (t.,b.)
- 3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 = -2,38 N/mm²
- 4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 = -1,96 N/mm²
La sezione a fine fase 3 e' stata considerata: Non fessurata (t.,b.)

Verifica a stato limite delle tensioni (Comb. Mmin)

Sollecitazioni (Comb. Mmin)

Fase	N (N)	V (N)	M (Nm)	T (Nm)
1	-1,19E+5	-6,89E+5	-1,15E+7	5,87E+5
2a	-9E+3	-2,06E+5	-3,84E+6	3,85E+5
2b	-1E+3	3E+3	8,6E+4	6E+3
Rit.Iso	-4,42E+6	0	-4,15E+6	0
2c	0E+00	0E+00	0E+00	0E+00
3a	0E+00	-1E+3	-3,5E+4	-2E+3
Term.Iso	-2,04E+6	0	-1,4E+6	0
3b	-5,03E+5	-6,62E+5	-9,89E+6	2E+3
Totale	-7,09E+6	-1,56E+6	-3,07E+7	9,78E+5

Tensioni normali sulla sezione lorda (Comb. Mmin)

	F. 1	F. 2a Non Fess.	F. 2a Fess.	F. 2b Non Fess.	F. 2b Fess.	F. 2c Non Fess.	F. 2c Fess.	F. 2 tot	F. 3a Non Fess.	F. 3a Fess.	F. 3b Non Fess.	F. 3b Fess.	F. 3 tot	σ_{td}	η_1
σ_8	0	-1	0	1,6	0	0	0	0	0,4	0	-4,3	0	-3,2	3,2	0,153
σ_7	-0,8	-18,3	-35,8	-35,1	0,8	0	0	-35	-10	-0,3	-25,1	-95,6	-88,5	88,5	0,246

σ_6	-0,8	-15,6	-31,8	-32,5	0,7	0	0	-31,1	-9,3	-0,3	-19,9	-85,3	-77,3	77,3	0,215
σ_5	0	-0,8	0	1,9	0	0	0	0	0,6	0	-3	0	-1,3	1,3	0,062
σ_4	-105,8	-14,9	-30,9	-31,9	0,7	0	0	-135,9	-9,1	-0,3	-18,7	-82,8	-180,4	180,4	0,539
σ_3	-101,4	-14	-29,5	-31,1	0,7	0	0	-130,3	-8,8	-0,3	-17	-79,4	-172,3	182,8	0,546
σ_2	-0,8	0	-0,1	-19,6	0	0	0	-0,9	-6,6	0	-1,6	-3,4	-28,8	74,7	0,21
σ_1	71,4	21,8	23,6	3,1	-0,5	0	0	94,5	1,2	0,2	52,3	57,7	149,9	160,9	0,48
σ_0	76,7	22,9	25,3	4,2	-0,6	0	0	101,4	1,5	0,2	54,4	61,9	159,7	159,7	0,477
τ_4	0	-0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	-0,3	-0,1	-0,4		
τ_3	-14,3	-4,8	-4,4	0,1	0,1	0	0	-18,6	0	0	-16,2	-14,1	-35,2		
τ_2	-18,3	-5,1	-5,4	0,1	0,1	0	0	-23,6	0	0	-16,4	-17,3	-39,8		
τ_1	-16,2	-4,3	-4,7	0,1	0,1	0	0	-20,9	0	0	-13,3	-15,2	-33,8		
τ_0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		

Massimo coefficiente di utilizzo: 0,546 VERIFICA SODDISFATTA

NOTE

- 1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 2 = 0,67 N/mm²
- 2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 2 = 1,16 N/mm²
La sezione a fine fase 2 e' stata considerata: Fessurata (t.,b.)
- 3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 = -3,22 N/mm²
- 4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 = -1,3 N/mm²
La sezione a fine fase 3 e' stata considerata: Non fessurata (t.,b.)

SLE: Verifica a web breathing (Comb. Mmax)

Sollecitazioni (Comb. Mmax)

Fase	N (N)	V (N)	M (Nm)	T (Nm)
1	-1,19E+5	-6,89E+5	-1,15E+7	5,87E+5
2a	-9E+3	-2,06E+5	-3,84E+6	3,85E+5
2b	-1E+3	3E+3	8,6E+4	6E+3
Rit.Iso	0E+00	0	0E+00	0
2c	0E+00	0E+00	0E+00	0E+00
3a	0E+00	1E+0	2,9E+1	2E+0
Term.Iso	1,7E+6	0	1,16E+6	0
3b	0E+00	-6E+4	-1,19E+6	6,36E+5
Totale	1,57E+6	-9,52E+5	-1,52E+7	1,61E+6

Tensioni normali sulla sezione efficace (Comb. Mmax)

	F. 1	F. 2a Non Fess.	F. 2a Fess.	F. 2b Non Fess.	F. 2b Fess.	F. 2c Non Fess.	F. 2c Fess.	F. 2 tot	F. 3a Non Fess.	F. 3a Fess.	F. 3b Non Fess.	F. 3b Fess.	F. 3 tot
σ_8	0	-1	0	0	0	0	0	-0,9	-0,3	0	-0,5	0	-1,8
σ_7	-0,9	-18,4	-36,5	0,3	0,8	0	0	-18,1	8,3	0	-2,8	-11,3	-12,6
σ_6	-0,9	-15,7	-32,5	0,3	0,7	0	0	-15,4	7,7	0	-2,2	-10	-9,9
σ_5	0	-0,8	0	0	0	0	0	-0,8	-0,5	0	-0,3	0	-1,6
σ_4	-108,5	-15,1	-31,5	0,3	0,7	0	0	-123,3	7,6	0	-2,1	-9,7	-117,8
σ_3	-104	-14,2	-30,2	0,2	0,7	0	0	-118	7,4	0	-1,8	-9,3	-112,5
σ_2	-0,9	0	-0,1	0	0	0	0	-0,9	5,6	0	0	0	4,6
σ_1	71,2	21,8	23,6	-0,5	-0,5	0	0	92,5	-0,8	0	6,5	7,3	98,1
σ_0	76,5	22,9	25,2	-0,5	-0,6	0	0	98,9	-1	0	6,7	7,8	104,6

NOTE

- 1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 2 = -0,95 N/mm²
- 2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 2 = -0,75 N/mm²
La sezione a fine fase 2 e' stata considerata: Non fessurata (t.,b.)
- 3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 = -1,76 N/mm²
- 4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 = -1,56 N/mm²
La sezione a fine fase 3 e' stata considerata: Non fessurata (t.,b.)

Verifica dell'intera anima (Comb. Mmax)

Anima	
b (mm)	2438,4
σ_{sup} (N/mm ²)	-109,75

σ_{inf} (N/mm ²)	98,4
σ_{Ed} (N/mm ²)	109,75
K_{σ}	21,31
σ_{cr0E} (N/mm ²)	8,18
τ_{Ed} (N/mm ²)	22,36
$\sigma_{cr}(P)$ (N/mm ²)	832,07
$\sigma_{cr}(C)$ (N/mm ²)	778,42
ξ	0,069
σ_{cr} (N/mm ²)	785,56
K_{τ}	12,45
$K_{\tau sl}$	11,14
Coefficienti di utilizzo	0,279
Esito	VERIFICA SODDISFATTA

Verifica locale dei sub pannelli (Comb. Mmax)

	Sub pannello 1	Sub pannello 2
b (mm)	557,9	1880,5
σ_{sup} (N/mm ²)	-109,75	-62,12
σ_{inf} (N/mm ²)	-62,12	98,4
σ_{Ed} (N/mm ²)	109,75	62,12
τ_{Ed} (N/mm ²)	22,36	22,36
σ_{cr0E} (N/mm ²)	156,27	13,75
ψ	0,566	-1,584
K_{σ}	5,1	39,9
σ_{cr} (N/mm ²)	792,94	549,2
K_{τ}	5,52	7,43
τ_{cr}	863,28	102,23
Coefficienti di utilizzo	0,141	0,266
Esito	VERIFICA SODDISFATTA	VERIFICA SODDISFATTA

SLE: Verifica a web breathing (Comb. Mmin)**Sollecitazioni (Comb. Mmin)**

Fase	N (N)	V (N)	M (Nm)	T (Nm)
1	-1,19E+5	-6,89E+5	-1,15E+7	5,87E+5
2a	-9E+3	-2,06E+5	-3,84E+6	3,85E+5
2b	-1E+3	3E+3	8,6E+4	6E+3
Rit.Iso	-4,42E+6	0	-4,15E+6	0
2c	0E+00	0E+00	0E+00	0E+00
3a	0E+00	-1E+3	-2,9E+4	-2E+3
Term.Iso	-1,7E+6	0	-1,16E+6	0
3b	-4E+3	-3,99E+5	-5,34E+6	1,8E+4
Totale	-6,25E+6	-1,29E+6	-2,59E+7	9,94E+5

Tensioni normali sulla sezione efficace (Comb. Mmin)

	F. 1	F. 2a Non Fess.	F. 2a Fess.	F. 2b Non Fess.	F. 2b Fess.	F. 2c Non Fess.	F. 2c Fess.	F. 2 tot	F. 3a Non Fess.	F. 3a Fess.	F. 3b Non Fess.	F. 3b Fess.	F. 3 tot
σ_8	0	-1	0	1,6	0	0	0	0	0,3	0	-2,2	0	0
σ_7	-0,9	-18,4	-36,7	-35,6	0,8	0	0	-35,9	-8,4	-0,3	-12,7	-51,1	-87,2
σ_6	-0,9	-15,7	-32,7	-33	0,7	0	0	-31,9	-7,8	-0,2	-9,9	-45,4	-77,6
σ_5	0	-0,8	0	1,9	0	0	0	0	0,5	0	-1,5	0	0
σ_4	-109,2	-15,1	-31,7	-32,4	0,7	0	0	-140,2	-7,6	-0,2	-9,2	-44,1	-184,6
σ_3	-104,8	-14,2	-30,4	-31,5	0,7	0	0	-134,5	-7,4	-0,2	-8,3	-42,2	-176,9
σ_2	-0,9	0	-0,1	-20	0	0	0	-0,9	-5,6	0	0	0	-1
σ_1	71	21,8	23,5	2,9	-0,5	0	0	94	0,9	0,2	29,1	32,8	127
σ_0	76,4	22,9	25,2	3,9	-0,6	0	0	100,9	1,2	0,2	30,3	35,1	136,2

NOTE

C:\Users\Utente43\Desktop\FA-SI_R2_verifiche.rtf

- 1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 2 = 0,62 N/mm²
- 2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 2 = 1,12 N/mm²
La sezione a fine fase 2 e' stata considerata: Fessurata (t.,b.)
- 3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 = -1,23 N/mm²
- 4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 = 0,09 N/mm²
La sezione a fine fase 3 e' stata considerata: Fessurata (t.,b.)

Verifica dell'intera anima (Comb. Mmin)

	Anima
b (mm)	2438,4
σ_{sup} (N/mm ²)	-176,62
σ_{inf} (N/mm ²)	127,05
σ_{Ed} (N/mm ²)	176,62
K_{σ}	17,4
σ_{cr0E} (N/mm ²)	8,18
τ_{Ed} (N/mm ²)	30,44
$\sigma_{cr}(P)$ (N/mm ²)	734,82
$\sigma_{cr}(C)$ (N/mm ²)	687,98
ξ	0,068
σ_{cr} (N/mm ²)	694,14
K_{τ}	12,45
$K_{\tau sl}$	11,14
Coefficienti di utilizzo	0,416
Esito	VERIFICA SODDISFATTA

Verifica locale dei sub pannelli (Comb. Mmin)

	Sub pannello 1	Sub pannello 2
b (mm)	557,9	1880,5
σ_{sup} (N/mm ²)	-176,62	-107,14
σ_{inf} (N/mm ²)	-107,14	127,05
σ_{Ed} (N/mm ²)	176,62	107,14
τ_{Ed} (N/mm ²)	30,44	30,44
σ_{cr0E} (N/mm ²)	156,27	13,75
ψ	0,607	-1,186
K_{σ}	4,9	28,6
σ_{cr} (N/mm ²)	773,53	393
K_{τ}	5,52	7,43
τ_{cr}	863,28	102,23
Coefficienti di utilizzo	0,232	0,426
Esito	VERIFICA SODDISFATTA	VERIFICA SODDISFATTA

Verifica connessione trave soletta**Caratteristiche generali**

Numero di pioli per unita' di lunghezza, n (m ⁻¹)	15
Diametro dei pioli, d (mm)	22
Altezza dei pioli, h (mm)	200
Resistenza ultima dei pioli, α	1
Coefficiente di sicurezza parziale, γ_v	1,25
Resistenza ultima dei pioli, f_u (N/mm ²)	450
Coefficiente E_{cm} (N/mm ²)	34077
Resistenza caratteristica cilindrica, f_{ck} (N/mm ²)	35

Resistenza della connessione

Resistenza a taglio del piolo, $P_{Rd1} = 0.8 f_u \pi d^2 / 4 \gamma_v$, (N)	109478,22
Resistenza per schiacciamento del calcestruzzo, $P_{Rd2} = 0.29 \alpha d^2 (f_{ck} E_{cm})^{0.5} / \gamma_v$, (N)	122630,64
Resistenza di progetto del piolo $P_{Rd} = \min(P_{Rd1}, P_{Rd2})$, (N)	109478,22

Verifica elastica allo SLU**Coefficiente di utilizzo (Comb. Mmax)**

Resistenza di progetto per unita' di lunghezza, $v_{Rd} = n P_{Rd} \kappa_s$ (N/mm)	1642,2
Fattore di riduzione, κ_s	1,00
Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo v_{Ed} (N/mm)	-165,9
Coefficiente di utilizzo v_{Ed}/v_{Rd}	0,101
VERIFICA SODDISFATTA	

Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo (Comb. Mmax)

Fase	V_{Ed} (N)	$S_{y,4}$ (mm ³)	J_y (mm ⁴)	V_{Ed} (N/mm)
Fase 2a	-3,08E+5	6,118E+7	2,421E+11	-77,8
Fase 2b	3E+3	7,897E+7	2,69E+11	0,9
Fase 2c	0E+00	5,99E+7	2,402E+11	0
Fase 3a	2E+0	1,151E+8	3,235E+11	0
Fase 3b	-2,5E+5	1,151E+8	3,235E+11	-88,9
Totale				-165,9

Coefficiente di utilizzo (Comb. Mmin)

Resistenza di progetto per unita' di lunghezza, $v_{Rd} = n P_{Rd} \kappa_s$ (N/mm)	1642,2
Fattore di riduzione, κ_s	1,00
Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo v_{Ed} (N/mm)	-397,9
Coefficiente di utilizzo v_{Ed}/v_{Rd}	0,242
VERIFICA SODDISFATTA	

Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo (Comb. Mmin)

Fase	V_{Ed} (N)	$S_{y,4eff}$ (mm ³)	$J_{y,eff}$ (mm ⁴)	V_{Ed} (N/mm)
Fase 2a	-3,08E+5	6,151E+7	2,416E+11	-78,4
Fase 2b	3E+3	7,927E+7	2,686E+11	0,9
Fase 2c	0E+00	6,022E+7	2,396E+11	0
Fase 3a	-2E+3	1,151E+8	3,234E+11	-0,7
Fase 3b	-8,98E+5	1,151E+8	3,234E+11	-319,7
Totale				-397,9

Verifica elastica allo SLE**Coefficiente di utilizzo (Comb. Mmax)**

Resistenza di progetto per unita' di lunghezza, $v_{Rd} = n P_{Rd} \kappa_s$ (N/mm)	985,3
Fattore di riduzione, κ_s	0,6
Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo v_{Ed} (N/mm)	-115,6
Coefficiente di utilizzo v_{Ed}/v_{Rd}	0,117
VERIFICA SODDISFATTA	

Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo (Comb. Mmax)

Fase	V_{Ed} (N)	$S_{y,4}$ (mm ³)	J_y (mm ⁴)	V_{Ed} (N/mm)
Fase 2a	-2,06E+5	6,118E+7	2,421E+11	-52,1
Fase 2b	3E+3	7,897E+7	2,69E+11	0,9
Fase 2c	0E+00	5,99E+7	2,402E+11	0
Fase 3a	1E+0	1,151E+8	3,235E+11	0
Fase 3b	-1,81E+5	1,151E+8	3,235E+11	-64,4
Totale				-115,6

Coefficiente di utilizzo (Comb. Mmin)

Resistenza di progetto per unita' di lunghezza, $v_{Rd} = n P_{Rd} \kappa_s$ (N/mm)	985,3
Fattore di riduzione, κ_s	0,6
Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo v_{Ed} (N/mm)	-287
Coefficiente di utilizzo v_{Ed}/v_{Rd}	0,291
VERIFICA SODDISFATTA	

Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo (Comb. Mmin)

Fase	V_{Ed} (N)	$S_{y,4}$ (mm ³)	J_y (mm ⁴)	V_{Ed} (N/mm)
Fase 2a	-2,06E+5	6,118E+7	2,421E+11	-52,1
Fase 2b	3E+3	7,897E+7	2,69E+11	0,9
Fase 2c	0E+00	5,99E+7	2,402E+11	0
Fase 3a	-1E+3	1,151E+8	3,235E+11	-0,4
Fase 3b	-6,62E+5	1,151E+8	3,235E+11	-235,5

Totale	-287
--------	------

Sezione C4 1 1

Pre-classificazione

La preclassificazione e' riferita alla sezione composta in Fase 3

Caratteristiche plastiche dei singoli componenti

Componenti	$N_{pl} (N)$	$z_N (mm)$	$z_{max} (mm)$	$z_{min} (mm)$
Strato di calcestruzzo superiore	3,143E+6	2620,19	2640	2600,38
Strato di calcestruzzo intermedio alle armature	1,343E+7	2515	2599,62	2430,38
Strato di calcestruzzo inferiore	3,143E+6	2409,81	2429,62	2390
Strato di armatura superiore	1,205E+6	2600	2600,38	2599,62
Strato di armatura inferiore	1,205E+6	2430	2430,38	2429,62
Raccordo in cls	0E+00	2390	2390	2390
Flangia superiore della trave di acciaio	9,467E+6	2370	2390	2350
Anima della trave di acciaio	1,502E+7	1204	2350	58
Flangia inferiore della trave di acciaio	1,665E+7	29	58	0
Compressione ultima per la sezione completa	-6,326E+7			
Trazione ultima per la sezione completa	4,355E+7			
Compressione ultima per la sezione senza anima	-4,824E+7			
Trazione ultima per la sezione senza anima	2,853E+7			

Classificazione delle piattabande

	c/t	ε	Flessione semplice con fibre tese superiori (M+)	Flessione semplice con fibre tese inferiori (M-)
Flangia superiore	8,508	0,814	1	0
Flangia inferiore	7,591	0,838	2	1

Classificazione dell'anima

	c/t	ε	α	ψ	classe
Flessione semplice con fibre tese superiori (M+)	137,141	0,814	0,341	-1,319	4
Flessione semplice con fibre tese inferiori (M-)	137,141	0,814	0,003	-0,272	1
Compressione semplice (N)	137,141	0,814	1	1	4

Verifiche S.L.U. sezione composta (Comb. Mmax)

Sollecitazioni (Comb. Mmax)

Fase	$N (N)$	$V (N)$	$M (Nm)$	$T (Nm)$
1	-1,6E+5	-9,3E+5	-1,54E+7	1,14E+6
2a	-1,3E+4	-3,08E+5	-5,74E+6	7,1E+5
2b	-1E+3	3E+3	1,04E+5	4E+3
Rit.Iso	0E+00	0	0E+00	0
2c	0E+00	0E+00	0E+00	0E+00
3a	0E+00	2E+0	5,3E+1	2E+0
Term.Iso	3,07E+6	0	2,01E+6	0
3b	7,33E+5	-2,5E+5	-4,33E+6	2E+6
Totale	3,63E+6	-1,48E+6	-2,34E+7	3,86E+6

Pressoflessione - Analisi plastica

Classificazione della sezione (Comb. Mmax)

	c/t	$z_{pl} (mm)$	α	ψ	Classe
Anima	137,14	2357,47	0	-0,94	1
Piattabanda superiore	8,51				1
Piattabanda inferiore	7,59				1
classe della sezione					1

Analisi plastica: APPLICABILE

Verifica plastica a Presso-Tenso flessione (Comb. Mmax)

Azione assiale	Flessione semplice		Interazione N/M	
$N_{Ed} (N)$	3,626E+6	$M_{Ed} (Nm)$	-2,34E+7	$N_{Ed} (N)$
$N_{Rd} (N)$	4,355E+7	$M_{Rd} (Nm)$	-5,971E+7	$M_{Ed} (Nm)$
				3,626E+6
				-2,34E+7

				M _{Rd} (Nm)	-5,792E+7
N _{Ed} /N _{Rd}	0,083	M _{Ed} /M _{Rd}	0,392	M _{Ed} /M _{Rd}	0,404
VERIFICA SODDISFATTA					

Pressoflessione - Calcolo tensioni lorde

Tensioni normali sulla sezione lorda (Comb. Mmax)

	F. 1	F. 2a Non Fess.	F. 2a Fess.	F. 2b Non Fess.	F. 2b Fess.	F. 2c Non Fess.	F. 2c Fess.	F. 2 tot	F. 3a Non Fess.	F. 3a Fess.	F. 3b Non Fess.	F. 3b Fess.	F. 3 tot	η ₁
σ ₈	0	-1,6	0	0	0	0	0	-1,6	-0,5	0	-1,5	0	-3,5	0,178
σ ₇	-1,3	-30,3	-65,2	0,4	1,2	0	0	-29,9	15,5	0	-8,4	-43,5	-22,7	0,058
σ ₆	-1,3	-25,8	-58,1	0,4	1	0	0	-25,4	14,4	0	-5,9	-38,1	-17	0,043
σ ₅	0	-1,3	0	0	0	0	0	-1,2	-0,8	0	-0,9	0	-2,9	0,145
σ ₄	-179,1	-24,7	-56,4	0,3	1	0	0	-203,5	14,1	0	-5,3	-36,9	-194,7	0,576
σ ₃	-174,1	-23,7	-54,7	0,3	1	0	0	-197,4	13,8	0	-4,7	-35,6	-188,3	0,557
σ ₂	-1,3	-0,1	-0,1	0	0	0	0	-1,4	10,5	0	2,5	5,6	11,6	0,034
σ ₁	113,7	37,1	41,3	-0,7	-0,8	0	0	150,1	-1,9	0	29	36,8	177,3	0,556
σ ₀	121	38,6	43,8	-0,7	-0,8	0	0	158,9	-2,2	0	29,9	38,7	186,6	0,585

Massimo coefficiente di utilizzo: 0,585 VERIFICA NON SIGNIFICATIVA

NOTE

- 1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 2 = -1,57 N/mm²
- 2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 2 = -1,24 N/mm²
 La sezione a fine fase 2 e' stata considerata: Non fessurata (t.,b.)
- 3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 = -3,53 N/mm²
- 4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 = -2,88 N/mm²
 La sezione a fine fase 3 e' stata considerata: Non fessurata (t.,b.)

Resistenza a taglio

Valutazione della necessita' di calcolo della resistenza a Shear buckling

$$h_w/t_w = 137,141 > 31/\eta * \epsilon_w * (K_\tau)^{0,5} = 73,667 \quad \text{Verifica a Shear Buckling: NECESSARIA}$$

Resistenza a taglio Shear buckling: **V_{b,Rd} = 6,153E+6 N**

Essendo:

$$a/h_w = 1,053, \quad \eta = 1,2, \quad I_{sl} = 1,679E+7 (\text{mm}^4), \quad K_{\tau sl} = 9,106, \quad K_\tau = 12,284$$

$$\text{contributo anima: } V_{bw,Rd} = 5,346E+6 \text{ N}, \quad \text{contributo flange: } V_{bf,Rd} = 8,068E+5 \text{ N}$$

$$\chi_w = 0,646, \quad \lambda_w = 1,285, \quad \tau_{cr} = 124,1, \quad C = 758,4$$

$$M_{Ed} = -2,34E+7 \text{ Nm}, \quad M_{f,Rd} = -4,035E+7 \text{ Nm}, \quad M_{Ed}/M_{f,Rd} = 0,58$$

Resistenza plastica: **V_{pl,Rd} = 1,041E+7 N**

Resistenza a taglio: **V_{Rd} = min(V_{pl,Rd}, V_{b,Rd}) = 6,153E+6 N**

Coefficienti di utilizzo

$$\eta_3 = V_{Ed}/V_{Rd} = 0,26, \quad (=> \text{VERIFICA SODDISFATTA})$$

$$\eta_3 = V_{Ed}/V_{bw,Rd} = 0,299, \quad \eta_1 = M_{Ed}/M_{Rd} = 0,404$$

Interazione pressoflessione taglio (N-M-V)

Valutazione della presenza di interazione

$$\eta_3 < 0,5, \quad M_{Ed}/M_{f,Rd} < 1$$

NON C'E' INTERAZIONE

Verifiche S.L.U. sezione composta (Comb. Mmin)

Sollecitazioni (Comb. Mmin)

Fase	N (N)	V (N)	M (Nm)	T (Nm)
1	-1,6E+5	-9,3E+5	-1,54E+7	1,14E+6
2a	-1,3E+4	-3,08E+5	-5,74E+6	7,1E+5
2b	-1E+3	3E+3	1,04E+5	4E+3
Rit.Iso	-5,3E+6	0	-4,88E+6	0
2c	0E+00	0E+00	0E+00	0E+00

3a	0E+00	-2E+3	-5,3E+4	-2E+3
Term.Iso	-3,07E+6	0	-2,01E+6	0
3b	-7,56E+5	-8,98E+5	-1,34E+7	9,6E+4
Totale	-9,3E+6	-2,13E+6	-4,15E+7	1,95E+6

Pressoflessione - Analisi plastica

Classificazione della sezione (Comb. Mmin)

	c/t	z _{pl} (mm)	α	ψ	Classe
Anima	137,14	1633,82	0,31	-0,86	4
Piattabanda superiore	8,51				1
Piattabanda inferiore	7,59				1
classe della sezione					4

Analisi plastica: NON APPLICABILE

Verifica plastica a Presso-Tenso flessione (Comb. Mmin)

Azione assiale	Flessione semplice		Interazione N/M		
N _{Ed} (N)	-9,299E+6	M _{Ed} (Nm)	-4,146E+7	N _{Ed} (N)	-9,299E+6
N _{Rd} (N)	-6,326E+7	M _{Rd} (Nm)	-5,971E+7	M _{Ed} (Nm)	-4,146E+7
				M _{Rd} (Nm)	-6,091E+7
N _{Ed} /N _{Rd}	0,147	M _{Ed} /M _{Rd}	0,694	M _{Ed} /M _{Rd}	0,681

VERIFICA NON SIGNIFICATIVA

Pressoflessione - Calcolo tensioni lorde

Tensioni normali sulla sezione lorda (Comb. Mmin)

	F. 1	F. 2a Non Fess.	F. 2a Fess.	F. 2b Non Fess.	F. 2b Fess.	F. 2c Non Fess.	F. 2c Fess.	F. 2 tot	F. 3a Non Fess.	F. 3a Fess.	F. 3b Non Fess.	F. 3b Fess.	F. 3 tot	η ₁
σ ₈	0	-1,6	0	1,7	0	0	0	0	0,5	0	-6,2	0	-5,6	0,283
σ ₇	-1,3	-30,3	-65,2	-45,2	1,2	0	0	-64	-15,7	-0,6	-36,4	-158,1	-127,5	0,326
σ ₆	-1,3	-25,8	-58,1	-41,8	1	0	0	-57	-14,5	-0,5	-28,6	-141,4	-110,7	0,283
σ ₅	0	-1,3	0	2,1	0	0	0	0	0,8	0	-4,3	0	-2,7	0,139
σ ₄	-179,1	-24,7	-56,4	-41,1	1	0	0	-234,5	-14,2	-0,5	-26,8	-137,5	-285,9	0,846
σ ₃	-174,1	-23,7	-54,7	-40,3	1	0	0	-227,9	-13,9	-0,5	-25	-133,6	-276,9	0,819
σ ₂	-1,3	-0,1	-0,1	-25,4	0	0	0	-1,4	-10,5	0	-2,6	-5,8	-39,8	0,118
σ ₁	113,7	37,1	41,3	4,8	-0,8	0	0	154,3	2,2	0,4	79,7	91,1	237,5	0,744
σ ₀	121	38,6	43,8	6	-0,8	0	0	164	2,6	0,4	82,4	96,8	250,5	0,785

Massimo coefficiente di utilizzo: 0,846 VERIFICA NON SIGNIFICATIVA

NOTE

- 1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 2 = 0,11 N/mm²
- 2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 2 = 0,84 N/mm²
 La sezione a fine fase 2 e' stata considerata: Fessurata (t.,b.)
- 3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 = -5,61 N/mm²
- 4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 = -2,75 N/mm²
 La sezione a fine fase 3 e' stata considerata: Non fessurata (t.,b.)

Pressoflessione - Calcolo tensioni efficaci

Area efficace per shear lag e/o buckling delle flange(Comb. Mmin)

Componente	b (mm)	t (mm)	λ _ρ	ρ	A _{c,eff} (mm ²)	β ^k	A _{c,eff} *β ^k (mm ²)
Piattabanda superiore SX	350	40	---	---	---	1	14000
Piattabanda superiore DX	350	40	---	---	---	1	14000
Piattabanda inferiore SX	450	58	---	---	---	1	26100
Piattabanda inferiore DX	450	58	---	---	---	1	26100

Instabilita' locale dei pannelli d'anima (Comb. Mmin)

	Anima	Sub pannello 1	Sub pannello 2
b (mm)	2468,54	576,21	1892,33
σ _{cr0E} (N/mm ²)	10,1	185,41	17,19
σ _{sup} (N/mm ²)	-284,71	-284,71	-163,01
σ _{inf} (N/mm ²)	236,65	-163,01	236,65

ψ	-0,83	0,57	-1,45
K_{σ}	19,8	5,05	35,94
λ_p	1,33	0,62	0,76
b_c (mm)	1348,05	576,21	771,84
$b_{c \text{ sup}}$ (mm)	539,22	260,29	308,74
$b_{c \text{ sup}}$ (mm)	808,83	315,92	463,1
ρ_{loc}	0,68	1	1
b_{ceff} (mm)	921,18	576,21	771,84
$b_{ceff \text{ sup}}$ (mm)	368,47	260,29	308,74
$b_{ceff \text{ sup}}$ (mm)	552,71	315,92	463,1
ϕ_{Foro} (mm)	426,87	0	0

Caratteristiche dell'anima compressa, irrigidenti esclusi (Comb. Mmin)

	A (mm ²)	z_G (mm)	J_y (mm ⁴)
A_c Edge sup	4,685E+3	2316,3	2,645E+7
A_c 1	1,124E+4	1873,8	3,656E+8
A_c 2	0E+00	0	0E+00
A_c Edge inf	8,336E+3	1329,9	1,49E+8
A_c tot	2,426E+4	1772,4	3,675E+9
A_c	1,349E+4		

Caratteristiche dell'anima compressa, depurata per instabilita' locale (Comb. Mmin)

	A (mm ²)	z_G (mm)	J_y (mm ⁴)
$A_{c,eff}$ Edge sup	4,685E+3	2316,3	2,645E+7
$A_{c,eff}$ 1	1,124E+4	1873,8	3,656E+8
$A_{c,eff}$ 2	0E+00	0	0E+00
$A_{c,eff}$ Edge inf	8,336E+3	1329,9	1,49E+8
$A_{c,eff}$ tot	2,426E+4	1772,4	3,675E+9
$A_{c,eff,loc}$	1,349E+4		

Tensioni critiche per l'anima (Comb. Mmin)

	<i>Stiffener 1</i>
A_{sl} (mm ²)	1,349E+4
e_{sl} (mm)	-14
I_{sl} (mm ⁴)	1,775E+7
$A_{sl,eff}$ (mm ²)	1,349E+4
$e_{sl,eff}$ (mm)	-14
$I_{sl,eff}$ (mm ⁴)	1,775E+7
$\sigma_{cr,sl,i}$ (p)	438,79
$\sigma_{cr,p,i}$ (p)	766,37
$\sigma_{cr,sl}$ (C)	403,33
$\sigma_{cr,c}$ (C)	704,44
α_e	0,664

Coefficienti di riduzione per instabilita' globale dell'anima (Comb. Mmin)

	<i>Piastra</i>		<i>Colonna</i>
$\sigma_{cr,p}$ (p)	766,37	$\sigma_{cr,c}$ (C)	1
β_{ac} (p)	1	β_{ac} (C)	0,71
λ_p	0,681	λ_c	0,72
ρ_p	1	χ_c	

Anima depurata per instabilita' locale e globale dell'anima (Comb. Mmin)

	A (mm ²)	z_G (mm)	J_y (mm ⁴)
Edge sup	4,685E+3	2316,3	2,645E+7
1	8,092E+3	1873,8	2,631E+8
2	0E+00	0	0E+00
Edge inf	8,336E+3	1329,9	1,49E+8
Totale	2,111E+4	1757,2	3,535E+9

Depurazione complessiva da applicare alla sezione (Comb. Mmin)

	ΔA (mm ²)	z_G (mm)	ΔJ_y (mm ⁴)
Anima	-3,152E+3	1873,8	-1,025E+8
Piattabanda superiore	0E+00	0	0E+00

Piattabanda inferiore	0E+00	0	0E+00
-----------------------	-------	---	-------

Caratteristiche geometriche efficaci (Comb. Mmin)

	Fase 1	Fase 2a	Fase 2b	Fase 2c	Fase 3	Fessurata
A (mm ²)	1,215E+5	1,789E+5	2,899E+5	1,772E+5	2,899E+5	1,276E+5
Z _G (mm)	950,48	1452,657	1859,418	1442,579	1859,418	1025,955
Δ Z _{Geff} (mm)	23,35	7,29	0,15	7,53	0,15	20,43
J _{y,eff} (mm ⁴)	1,203E+11	2,16E+11	2,939E+11	2,141E+11	2,939E+11	1,347E+11
W _{y,0eff} (mm ³)	-1,265E+8	-1,487E+8	-1,581E+8	-1,484E+8	-1,581E+8	-1,313E+8
W _{y,1eff} (mm ³)	-1,348E+8	-1,549E+8	-1,632E+8	-1,546E+8	-1,632E+8	-1,391E+8
W _{y,3eff} (mm ³)	8,595E+7	2,408E+8	5,991E+8	2,36E+8	5,991E+8	1,017E+8
W _{y,4eff} (mm ³)	8,356E+7	2,305E+8	5,54E+8	2,26E+8	5,54E+8	9,873E+7
W _{y,5eff} (mm ³)	1E+300	2,305E+8	5,54E+8	2,26E+8	5,54E+8	9,873E+7
W _{y,6eff} (mm ³)	1E+300	2,21E+8	5,151E+8	2,168E+8	5,151E+8	9,592E+7
W _{y,7eff} (mm ³)	1E+300	1,883E+8	3,969E+8	1,85E+8	3,969E+8	8,556E+7
W _{y,8eff} (mm ³)	1E+300	1,82E+8	3,765E+8	1,788E+8	3,765E+8	8,344E+7
S _{y,1eff} (mm ³)	4,81E+7	7,431E+7	9,555E+7	7,379E+7	9,555E+7	5,204E+7
S _{y,2eff} (mm ³)	5,582E+7	9,317E+7	1,27E+8	9,237E+7	1,27E+8	6,112E+7
S _{y,3eff} (mm ³)	3,975E+7	8,669E+7	1,247E+8	8,575E+7	1,247E+8	4,68E+7
S _{y,4eff} (mm ³)	1,565E-291	6,101E+7	1,104E+8	5,978E+7	1,104E+8	9,169E+6

Le caratteristiche efficaci sono state calcolate iterativamente in 1 iterazioni, con la seguente variazione percentuale del coefficiente ψ

$(\psi_1 - \psi_0)/\psi_0 * 100$	3,09
$(\psi_2 - \psi_1)/\psi_1 * 100$	
$(\psi_3 - \psi_2)/\psi_2 * 100$	
$(\psi_4 - \psi_3)/\psi_3 * 100$	
$(\psi_5 - \psi_4)/\psi_4 * 100$	

Momento aggiuntivo per traslazione dell'asse neutro(Comb. Mmin)

	Fase 1	Fase 2a	Fase 2b	Fase 2c	Fase 3a	Fase 3b
ΔM _{Fessurata} (kNm)	-3,736E+3	-2,656E+2	-2,043E+1	0E+00	0E+00	-1,545E+4
ΔM _{Non fessurata} (kNm)	-3,736E+3	-9,478E+1	-2,269E+4	0E+00	-4,74E+2	-1,168E+2

Tensioni normali sulla sezione efficace (Comb. Mmin)

	F. 1	F. 2a Non Fess.	F. 2a Fess.	F. 2b Non Fess.	F. 2b Fess.	F. 2c Non Fess.	F. 2c Fess.	F. 2 tot	F. 3a Non Fess.	F. 3a Fess.	F. 3b Non Fess.	F. 3b Fess.	F. 3 tot	η_1
σ_8	0	-1,6	0	1,7	0	0	0	0	0,5	0	-6,2	0	-5,7	0,287
σ_7	-1,3	-30,6	-67,2	-45,8	1,2	0	0	-66	-15,8	-0,6	-36,4	-163,1	-128,6	0,329
σ_6	-1,3	-26	-60	-42,4	1,1	0	0	-58,9	-14,6	-0,6	-28,7	-146,1	-111,7	0,286
σ_5	0	-1,3	0	2,1	0	0	0	0	0,7	0	-4,4	0	-2,8	0,143
σ_4	-186,2	-25	-58,3	-41,6	1	0	0	-243,4	-14,3	-0,5	-26,8	-142,1	-294	0,87
σ_3	-181,1	-23,9	-56,5	-40,8	1	0	0	-236,6	-14	-0,5	-25	-138,1	-284,9	0,843
σ_2	-1,3	-0,1	-0,1	-25,8	0	0	0	-1,4	-10,6	0	-2,6	-5,9	-40,4	0,119
σ_1	113,3	37	41,2	4,5	-0,8	0	0	153,7	2,1	0,4	79,7	90,7	236,6	0,742
σ_0	120,8	38,5	43,6	5,7	-0,8	0	0	163,6	2,5	0,4	82,3	96,5	249,8	0,783

Massimo coefficiente di utilizzo: 0,87 VERIFICA SODDISFATTA

NOTE

1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 2 = 0,05 N/mm²

2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 2 = 0,78 N/mm²

La sezione a fine fase 2 e' stata considerata: Fessurata (t.,b.)

3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 = -5,7 N/mm²

4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 = -2,83 N/mm²

La sezione a fine fase 3 e' stata considerata: Non fessurata (t.,b.)

Resistenza a taglio

Valutazione della necessita' di calcolo della resistenza a Shear buckling

$$h_w/t_w = 137,141 > 31/\eta * \epsilon_w * (K_\tau)^{0,5} = 73,667 \quad \text{Verifica a Shear Buckling: NECESSARIA}$$

Resistenza a taglio Shear buckling: **V_{b,Rd} = 5,346E+6 N**

Essendo:

$a/h_w = 1,053$, $\eta = 1,2$, $I_{sl} = 1,679E+7$ (mm⁴), $K_{\tau sl} = 9,106$, $K_{\tau} = 12,284$
 contributo anima: $V_{bw,Rd} = 5,346E+6$ N, contributo flange: $V_{bf,Rd} = 0E+00$ N
 $\chi_w = 0,646$, $\lambda_w = 1,285$, $\tau_{cr} = 124,1$, $C = 758,4$
 $M_{Ed} = M_{Ed,eq} = -1,629E+8$ Nm, $M_{f,Rd} = -4,702E+7$ Nm, $M_{Ed}/M_{f,Rd} = 3,464$

Resistenza plastica: $V_{pl,Rd} = 1,041E+7$ N

Resistenza a taglio: $V_{Rd} = \min(V_{pl,Rd}, V_{b,Rd}) = 5,346E+6$ N

Coefficienti di utilizzo

$$\eta_3 = V_{Ed}/V_{Rd} = 0,43, \quad (=> \text{VERIFICA SODDISFATTA})$$

$$\eta_3 = V_{Ed}/V_{bw,Rd} = 0,43, \quad \eta_1 = \max(\eta_i) = 0,87$$

Interazione pressoflessione taglio (N-M-V)

Valutazione della presenza di interazione

$$\eta_3 < 0,5, \quad M_{Ed}/M_{f,Rd} > 1$$

NON C'E' INTERAZIONE

Verifica a stato limite delle tensioni (Comb. Mmax)

Sollecitazioni (Comb. Mmax)

Fase	N (N)	V (N)	M (Nm)	T (Nm)
1	-1,19E+5	-6,89E+5	-1,14E+7	8,48E+5
2a	-9E+3	-2,06E+5	-3,83E+6	4,73E+5
2b	-1E+3	3E+3	8,6E+4	4E+3
Rit.Iso	0E+00	0	0E+00	0
2c	0E+00	0E+00	0E+00	0E+00
3a	0E+00	1E+0	3,5E+1	2E+0
Term.Iso	2,04E+6	0	1,34E+6	0
3b	4,89E+5	-1,81E+5	-3,17E+6	1,47E+6
Totale	2,4E+6	-1,07E+6	-1,7E+7	2,79E+6

Tensioni normali sulla sezione lorda (Comb. Mmax)

	F. 1	F. 2a Non Fess.	F. 2a Fess.	F. 2b Non Fess.	F. 2b Fess.	F. 2c Non Fess.	F. 2c Fess.	F. 2 tot	F. 3a Non Fess.	F. 3a Fess.	F. 3b Non Fess.	F. 3b Fess.	F. 3 tot	σ_{td}	η_1
σ_8	0	-1,1	0	0	0	0	0	-1	-0,3	0	-1,1	0	-2,5	2,5	0,118
σ_7	-1	-20,2	-43,5	0,4	1	0	0	-19,8	10,4	0	-6,3	-32,2	-15,8	15,8	0,044
σ_6	-1	-17,2	-38,7	0,3	0,9	0	0	-16,9	9,6	0	-4,5	-28,3	-11,8	11,8	0,033
σ_5	0	-0,8	0	0	0	0	0	-0,8	-0,5	0	-0,7	0	-2	2	0,095
σ_4	-132,7	-16,5	-37,6	0,3	0,8	0	0	-148,9	9,4	0	-4,1	-27,4	-143,5	143,5	0,404
σ_3	-129	-15,8	-36,5	0,3	0,8	0	0	-144,5	9,2	0	-3,6	-26,4	-138,9	142,9	0,403
σ_2	-1	0	-0,1	0	0	0	0	-1	7	0	1,7	3,7	7,6	44,2	0,125
σ_1	84,2	24,7	27,5	-0,5	-0,6	0	0	108,4	-1,2	0	21,1	26,6	128,3	133,3	0,398
σ_0	89,6	25,7	29,2	-0,6	-0,7	0	0	114,8	-1,5	0	21,7	28	135	135	0,403
τ_4	0	-0,1	0	0	0	0	0	-0,1	0	0	-0,1	0	-0,2		
τ_3	-11,3	-4,2	-3,6	0,1	0,1	0	0	-15,5	0	0	-4	-3,1	-19,4		
τ_2	-16,6	-4,6	-4,9	0,1	0,1	0	0	-21,1	0	0	-4	-4,3	-25,2		
τ_1	-14,3	-3,7	-4,1	0,1	0,1	0	0	-17,9	0	0	-3	-3,6	-20,9		
τ_0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		

Massimo coefficiente di utilizzo: 0,404 VERIFICA SODDISFATTA

NOTE

- 1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 2 = -1,04 N/mm²
- 2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 2 = -0,82 N/mm²
 La sezione a fine fase 2 e' stata considerata: Non fessurata (t.,b.)
- 3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 = -2,47 N/mm²
- 4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 = -2 N/mm²
 La sezione a fine fase 3 e' stata considerata: Non fessurata (t.,b.)

Verifica a stato limite delle tensioni (Comb. Mmin)

Sollecitazioni (Comb. Mmin)

Fase	N (N)	V (N)	M (Nm)	T (Nm)
1	-1,19E+5	-6,89E+5	-1,14E+7	8,48E+5
2a	-9E+3	-2,06E+5	-3,83E+6	4,73E+5
2b	-1E+3	3E+3	8,6E+4	4E+3
Rit.Iso	-4,42E+6	0	-4,07E+6	0
2c	0E+00	0E+00	0E+00	0E+00
3a	0E+00	-1E+3	-3,5E+4	-2E+3
Term.Iso	-2,04E+6	0	-1,34E+6	0
3b	-5,04E+5	-6,62E+5	-9,87E+6	7,5E+4
Totale	-7,1E+6	-1,56E+6	-3,05E+7	1,4E+6

Tensioni normali sulla sezione lorda (Comb. Mmin)

	F. 1	F. 2a Non Fess.	F. 2a Fess.	F. 2b Non Fess.	F. 2b Fess.	F. 2c Non Fess.	F. 2c Fess.	F. 2 tot	F. 3a Non Fess.	F. 3a Fess.	F. 3b Non Fess.	F. 3b Fess.	F. 3 tot	σ_{id}	η_1
σ_8	0	-1,1	0	1,4	0	0	0	0	0,3	0	-4,5	0	-3,8	3,8	0,183
σ_7	-1	-20,2	-43,5	-37,7	1	0	0	-42,5	-10,4	-0,4	-26,6	-115,8	-94,9	94,9	0,263
σ_6	-1	-17,2	-38,7	-34,9	0,9	0	0	-37,9	-9,6	-0,4	-20,9	-103,5	-82,6	82,6	0,229
σ_5	0	-0,8	0	1,8	0	0	0	0	0,5	0	-3,2	0	-1,8	1,8	0,083
σ_4	-132,7	-16,5	-37,6	-34,2	0,8	0	0	-169,5	-9,5	-0,3	-19,5	-100,6	-212,4	212,4	0,598
σ_3	-129	-15,8	-36,5	-33,6	0,8	0	0	-164,6	-9,3	-0,3	-18,2	-97,8	-205,7	212,2	0,598
σ_2	-1	0	-0,1	-21,2	0	0	0	-1	-7	0	-1,7	-3,9	-30,9	69,4	0,196
σ_1	84,2	24,7	27,5	4	-0,6	0	0	111,2	1,4	0,3	58,7	67,3	173,2	180,3	0,538
σ_0	89,6	25,7	29,2	5	-0,7	0	0	118,1	1,7	0,3	60,7	71,5	182,7	182,7	0,546
τ_4	0	-0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	-0,4	-0,1	-0,4		
τ_3	-11,3	-4,2	-3,6	0,1	0,1	0	0	-14,8	0	0	-14,5	-11,5	-30		
τ_2	-16,6	-4,6	-4,9	0,1	0,1	0	0	-21,4	0	0	-14,8	-15,6	-35,9		
τ_1	-14,3	-3,7	-4,1	0,1	0,1	0	0	-18,3	0	0	-11,1	-13,2	-29		
τ_0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		

Massimo coefficiente di utilizzo: 0,598 VERIFICA SODDISFATTA

NOTE

- 1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 2 = 0,36 N/mm²
- 2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 2 = 0,91 N/mm²
La sezione a fine fase 2 e' stata considerata: Fessurata (t.,b.)
- 3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 = -3,85 N/mm²
- 4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 = -1,75 N/mm²
La sezione a fine fase 3 e' stata considerata: Non fessurata (t.,b.)

SLE: Verifica a web breathing (Comb. Mmax)**Sollecitazioni (Comb. Mmax)**

Fase	N (N)	V (N)	M (Nm)	T (Nm)
1	-1,19E+5	-6,89E+5	-1,14E+7	8,48E+5
2a	-9E+3	-2,06E+5	-3,83E+6	4,73E+5
2b	-1E+3	3E+3	8,6E+4	4E+3
Rit.Iso	0E+00	0	0E+00	0
2c	0E+00	0E+00	0E+00	0E+00
3a	0E+00	1E+0	3E+1	1E+0
Term.Iso	1,7E+6	0	1,12E+6	0
3b	0E+00	-6E+4	-1,19E+6	7,31E+5
Totale	1,57E+6	-9,52E+5	-1,53E+7	2,06E+6

Tensioni normali sulla sezione efficace (Comb. Mmax)

	F. 1	F. 2a Non Fess.	F. 2a Fess.	F. 2b Non Fess.	F. 2b Fess.	F. 2c Non Fess.	F. 2c Fess.	F. 2 tot	F. 3a Non Fess.	F. 3a Fess.	F. 3b Non Fess.	F. 3b Fess.	F. 3 tot
σ_8	0	-1,1	0	0	0	0	0	-1,1	-0,3	0	-0,5	0	-1,8
σ_7	-1	-20,4	-44,8	0,4	1	0	0	-20	8,7	0	-3	-13,9	-14,3
σ_6	-1	-17,4	-40	0,3	0,9	0	0	-17,1	8	0	-2,3	-12,4	-11,3
σ_5	0	-0,9	0	0	0	0	0	-0,8	-0,4	0	-0,3	0	-1,6
σ_4	-138,1	-16,7	-38,9	0,3	0,9	0	0	-154,5	7,9	0	-2,1	-12	-148,8

σ_3	-134,3	-16	-37,7	0,3	0,8	0	0	-150	7,7	0	-2	-11,7	-144,2
σ_2	-1	-0,1	-0,1	0	0	0	0	-1	5,9	0	0	0	4,8
σ_1	83,9	24,7	27,4	-0,5	-0,6	0	0	108	-1	0	7,3	8,5	114,3
σ_0	89,4	25,7	29,1	-0,6	-0,7	0	0	114,6	-1,2	0	7,5	9	120,9

NOTE

- 1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 2 = -1,05 N/mm²
- 2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 2 = -0,83 N/mm²
La sezione a fine fase 2 e' stata considerata: Non fessurata (t.,b.)
- 3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 = -1,83 N/mm²
- 4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 = -1,6 N/mm²
La sezione a fine fase 3 e' stata considerata: Non fessurata (t.,b.)

Verifica dell'intera anima (Comb. Mmax)

Anima	
b (mm)	2468,5
σ_{sup} (N/mm ²)	-144,09
σ_{inf} (N/mm ²)	114,35
σ_{Ed} (N/mm ²)	144,09
K_σ	18,96
σ_{cr0E} (N/mm ²)	10,1
τ_{Ed} (N/mm ²)	19,37
$\sigma_{cr}(P)$ (N/mm ²)	745,75
$\sigma_{cr}(C)$ (N/mm ²)	685,62
ξ	0,088
σ_{cr} (N/mm ²)	695,7
K_τ	12,28
$K_{\tau sl}$	9,11
Coefficienti di utilizzo	0,269
Esito	VERIFICA SODDISFATTA

Verifica locale dei sub pannelli (Comb. Mmax)

	Sub pannello 1	Sub pannello 2
b (mm)	576,2	1892,3
σ_{sup} (N/mm ²)	-144,09	-83,76
σ_{inf} (N/mm ²)	-83,76	114,35
σ_{Ed} (N/mm ²)	144,09	83,76
τ_{Ed} (N/mm ²)	19,37	19,37
σ_{cr0E} (N/mm ²)	185,41	17,19
ψ	0,581	-1,365
K_σ	5	33,5
σ_{cr} (N/mm ²)	931,99	575,08
K_τ	5,54	7,46
τ_{cr}	1026,53	128,23
Coefficienti di utilizzo	0,156	0,221
Esito	VERIFICA SODDISFATTA	VERIFICA SODDISFATTA

SLE: Verifica a web breathing (Comb. Mmin)**Sollecitazioni (Comb. Mmin)**

Fase	N (N)	V (N)	M (Nm)	T (Nm)
1	-1,19E+5	-6,89E+5	-1,14E+7	8,48E+5
2a	-9E+3	-2,06E+5	-3,83E+6	4,73E+5
2b	-1E+3	3E+3	8,6E+4	4E+3
Rit.Iso	-4,42E+6	0	-4,07E+6	0
2c	0E+00	0E+00	0E+00	0E+00
3a	0E+00	-1E+3	-3E+4	-1E+3
Term.Iso	-1,7E+6	0	-1,12E+6	0
3b	-4E+3	-3,99E+5	-5,33E+6	4,5E+4
Totale	-6,25E+6	-1,29E+6	-2,57E+7	1,37E+6

Tensioni normali sulla sezione efficace (Comb. Mmin)

	F. 1	F. 2a Non Fess.	F. 2a Fess.	F. 2b Non Fess.	F. 2b Fess.	F. 2c Non Fess.	F. 2c Fess.	F. 2 tot	F. 3a Non Fess.	F. 3a Fess.	F. 3b Non Fess.	F. 3b Fess.	F. 3 tot
σ_8	0	-1,1	0	1,4	0	0	0	0	0,3	0	-2,3	0	-1,7
σ_7	-1	-20,4	-44,9	-38,2	1	0	0	-43,9	-8,8	-0,4	-13,4	-62,5	-80,8
σ_6	-1	-17,4	-40,1	-35,4	0,9	0	0	-39,2	-8,1	-0,3	-10,4	-55,8	-71,3
σ_5	0	-0,9	0	1,7	0	0	0	0	0,4	0	-1,6	0	-0,3
σ_4	-138,5	-16,7	-39	-34,7	0,9	0	0	-176,5	-8	-0,3	-9,6	-54,2	-207,5
σ_3	-134,6	-16	-37,8	-34,1	0,8	0	0	-171,6	-7,8	-0,3	-8,9	-52,6	-201,4
σ_2	-1	-0,1	-0,1	-21,5	0	0	0	-1,1	-5,9	0	0	0	-28,5
σ_1	83,9	24,7	27,4	3,8	-0,6	0	0	110,7	1,1	0,2	32,7	38,3	146,1
σ_0	89,4	25,7	29,1	4,7	-0,7	0	0	117,8	1,4	0,2	33,7	40,6	154,9

NOTE

- 1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 2 = 0,31 N/mm²
- 2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 2 = 0,86 N/mm²
La sezione a fine fase 2 e' stata considerata: Fessurata (t.,b.)
- 3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 = -1,74 N/mm²
- 4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 = -0,29 N/mm²
La sezione a fine fase 3 e' stata considerata: Non fessurata (t.,b.)

Verifica dell'intera anima (Comb. Mmin)

	Anima
b (mm)	2468,5
σ_{sup} (N/mm ²)	-201,25
σ_{inf} (N/mm ²)	146,15
σ_{Ed} (N/mm ²)	201,25
K_σ	17,54
σ_{cr0E} (N/mm ²)	10,1
τ_{Ed} (N/mm ²)	26,27
$\sigma_{cr}(P)$ (N/mm ²)	709,85
$\sigma_{cr}(C)$ (N/mm ²)	652,85
ξ	0,087
σ_{cr} (N/mm ²)	662,37
K_τ	12,28
$K_{\tau sl}$	9,11
Coefficienti di utilizzo	0,383
Esito	VERIFICA SODDISFATTA

Verifica locale dei sub pannelli (Comb. Mmin)

	Sub pannello 1	Sub pannello 2
b (mm)	576,2	1892,3
σ_{sup} (N/mm ²)	-201,25	-120,16
σ_{inf} (N/mm ²)	-120,16	146,15
σ_{Ed} (N/mm ²)	201,25	120,16
τ_{Ed} (N/mm ²)	26,27	26,27
σ_{cr0E} (N/mm ²)	185,41	17,19
ψ	0,597	-1,216
K_σ	5	29,4
σ_{cr} (N/mm ²)	923,09	504,96
K_τ	5,54	7,46
τ_{cr}	1026,53	128,23
Coefficienti di utilizzo	0,22	0,328
Esito	VERIFICA SODDISFATTA	VERIFICA SODDISFATTA

Verifica connessione trave soletta**Caratteristiche generali**

Numero di pioli per unita' di lunghezza, n (m^{-1})	26
Diametro dei pioli, d (mm)	22
Altezza dei pioli, h (mm)	200
Resistenza ultima dei pioli, α	1
Coefficiente di sicurezza parziale, γ_v	1,25
Resistenza ultima dei pioli, f_u (N/mm^2)	450
Coefficiente E_{cm} (N/mm^2)	34077
Resistenza caratteristica cilindrica, f_{ck} (N/mm^2)	35

Resistenza della connessione

Resistenza a taglio del piolo, $P_{Rd1} = 0.8 f_u \pi d^2 / 4 / \gamma_v$, (N)	109478,22
Resistenza per schiacciamento del calcestruzzo, $P_{Rd2} = 0.29 \alpha d^2 (f_{ck} E_{cm})^{0.5} / \gamma_v$, (N)	122630,64
Resistenza di progetto del piolo $P_{Rd} = \min(P_{Rd1}, P_{Rd2})$, (N)	109478,22

Verifica elastica allo SLU**Coefficiente di utilizzo (Comb. Mmax)**

Resistenza di progetto per unita' di lunghezza, $V_{Rd} = n P_{Rd} \kappa_s$ (N/mm)	2846,4
Fattore di riduzione, κ_s	1.00
Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo V_{Ed} (N/mm)	-179
Coefficiente di utilizzo V_{Ed} / V_{Rd}	0,063
VERIFICA SODDISFATTA	

Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo (Comb. Mmax)

Fase	V_{Ed} (N)	$S_{y,4}$ (mm^3)	J_y (mm^4)	V_{Ed} (N/mm)
Fase 2a	-3,08E+5	6,059E+7	2,167E+11	-86,1
Fase 2b	3E+3	7,738E+7	2,427E+11	1
Fase 2c	0E+00	5,936E+7	2,148E+11	0
Fase 3a	2E+0	1,104E+8	2,94E+11	0
Fase 3b	-2,5E+5	1,104E+8	2,94E+11	-93,9
Totale				-179

Coefficiente di utilizzo (Comb. Mmin)

Resistenza di progetto per unita' di lunghezza, $V_{Rd} = n P_{Rd} \kappa_s$ (N/mm)	2846,4
Fattore di riduzione, κ_s	1.00
Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo V_{Ed} (N/mm)	-424,1
Coefficiente di utilizzo V_{Ed} / V_{Rd}	0,149
VERIFICA SODDISFATTA	

Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo (Comb. Mmin)

Fase	V_{Ed} (N)	$S_{y,4eff}$ (mm^3)	$J_{y,eff}$ (mm^4)	V_{Ed} (N/mm)
Fase 2a	-3,08E+5	6,101E+7	2,16E+11	-87
Fase 2b	3E+3	7,774E+7	2,424E+11	1
Fase 2c	0E+00	5,978E+7	2,141E+11	0
Fase 3a	-2E+3	1,104E+8	2,939E+11	-0,8
Fase 3b	-8,98E+5	1,104E+8	2,939E+11	-337,4
Totale				-424,1

Verifica elastica allo SLE**Coefficiente di utilizzo (Comb. Mmax)**

Resistenza di progetto per unita' di lunghezza, $V_{Rd} = n P_{Rd} \kappa_s$ (N/mm)	1707,9
Fattore di riduzione, κ_s	0,6
Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo V_{Ed} (N/mm)	-124,6
Coefficiente di utilizzo V_{Ed} / V_{Rd}	0,073
VERIFICA SODDISFATTA	

Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo (Comb. Mmax)

Fase	V_{Ed} (N)	$S_{y,4}$ (mm^3)	J_y (mm^4)	V_{Ed} (N/mm)
Fase 2a	-2,06E+5	6,059E+7	2,167E+11	-57,6
Fase 2b	3E+3	7,738E+7	2,427E+11	1
Fase 2c	0E+00	5,936E+7	2,148E+11	0
Fase 3a	1E+0	1,104E+8	2,94E+11	0

Fase 3b	-1,81E+5	1,104E+8	2,94E+11	-68
Totale				-124,6

Coefficiente di utilizzo (Comb. Mmin)

Resistenza di progetto per unita' di lunghezza, $v_{Rd} = n P_{Rd} k_s$ (N/mm)	1707,9
Fattore di riduzione, k_s	0,6
Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo v_{Ed} (N/mm)	-305,6
Coefficiente di utilizzo v_{Ed}/v_{Rd}	0,179
VERIFICA SODDISFATTA	

Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo (Comb. Mmin)

Fase	V_{Ed} (N)	$S_{y,4}$ (mm ³)	J_y (mm ⁴)	V_{Ed} (N/mm)
Fase 2a	-2,06E+5	6,059E+7	2,167E+11	-57,6
Fase 2b	3E+3	7,738E+7	2,427E+11	1
Fase 2c	0E+00	5,936E+7	2,148E+11	0
Fase 3a	-1E+3	1,104E+8	2,94E+11	-0,4
Fase 3b	-6,62E+5	1,104E+8	2,94E+11	-248,5
Totale				-305,6

Sezione C4 1 2

Pre-classificazione

La preclassificazione e' riferita alla sezione composta in Fase 3

Caratteristiche plastiche dei singoli componenti

Componenti	N_{pl} (N)	z_N (mm)	z_{max} (mm)	z_{min} (mm)
Strato di calcestruzzo superiore	3,143E+6	2620,19	2640	2600,38
Strato di calcestruzzo intermedio alle armature	1,343E+7	2515	2599,62	2430,38
Strato di calcestruzzo inferiore	3,143E+6	2409,81	2429,62	2390
Strato di armatura superiore	1,205E+6	2600	2600,38	2599,62
Strato di armatura inferiore	1,205E+6	2430	2430,38	2429,62
Raccordo in cls	0E+00	2390	2390	2390
Flangia superiore della trave di acciaio	9,467E+6	2370	2390	2350
Anima della trave di acciaio	1,502E+7	1204	2350	58
Flangia inferiore della trave di acciaio	1,665E+7	29	58	0
<i>Compressione ultima per la sezione completa</i>				
<i>Trazione ultima per la sezione completa</i>				
<i>Compressione ultima per la sezione senza anima</i>				
<i>Trazione ultima per la sezione senza anima</i>				

Classificazione delle piattabande

	c/t	ϵ	Flessione semplice con fibre tese superiori (M+)	Flessione semplice con fibre tese inferiori (M-)
Flangia superiore	8,508	0,814	1	0
Flangia inferiore	7,591	0,838	2	1

Classificazione dell'anima

	c/t	ϵ	α	ψ	classe
Flessione semplice con fibre tese superiori (M+)	137,141	0,814	0,341	-1,319	4
Flessione semplice con fibre tese inferiori (M-)	137,141	0,814	0,003	-0,272	1
Compressione semplice (N)	137,141	0,814	1	1	4

Verifiche S.L.U. sezione composta (Comb. Mmax)

Sollecitazioni (Comb. Mmax)

Fase	N (N)	V (N)	M (Nm)	T (Nm)
1	-1,6E+5	-9,83E+5	-1,45E+7	1,14E+6
2a	-1,3E+4	-3,34E+5	-5,42E+6	7,1E+5
2b	-1E+3	3E+3	1E+5	4E+3
Rit.Iso	0E+00	0	0E+00	0
2c	0E+00	0E+00	0E+00	0E+00
3a	0E+00	2E+0	5,1E+1	2E+0
Term.Iso	3,07E+6	0	2,01E+6	0

3b	7,33E+5	-2,55E+5	-4,08E+6	2E+6
Totale	3,63E+6	-1,57E+6	-2,19E+7	3,86E+6

Pressoflessione - Analisi plastica**Classificazione della sezione (Comb. Mmax)**

	c/t	z _{pl} (mm)	α	ψ	Classe
Anima	137,14	2357,47	0	-0,95	1
Piattabanda superiore	8,51				1
Piattabanda inferiore	7,59				1
classe della sezione					1

Analisi plastica: APPLICABILE

Verifica plastica a Presso-Tenso flessione (Comb. Mmax)

Azione assiale		Flessione semplice		Interazione N/M	
N _{Ed} (N)	3,626E+6	M _{Ed} (Nm)	-2,188E+7	N _{Ed} (N)	3,626E+6
N _{Rd} (N)	4,355E+7	M _{Rd} (Nm)	-5,971E+7	M _{Ed} (Nm)	-2,188E+7
				M _{Rd} (Nm)	-5,792E+7
N _{Ed} /N _{Rd}	0,083	M _{Ed} /M _{Rd}	0,366	M _{Ed} /M _{Rd}	0,378

VERIFICA SODDISFATTA

Pressoflessione - Calcolo tensioni lorde**Tensioni normali sulla sezione lorda (Comb. Mmax)**

	F. 1	F. 2a Non Fess.	F. 2a Fess.	F. 2b Non Fess.	F. 2b Fess.	F. 2c Non Fess.	F. 2c Fess.	F. 2 tot	F. 3a Non Fess.	F. 3a Fess.	F. 3b Non Fess.	F. 3b Fess.	F. 3 tot	η ₁
σ ₈	0	-1,5	0	0	0	0	0	-1,5	-0,5	0	-1,4	0	-3,3	0,168
σ ₇	-1,3	-28,6	-61,6	0,4	1,1	0	0	-28,2	15,5	0	-7,8	-40,6	-20,4	0,052
σ ₆	-1,3	-24,3	-54,8	0,3	1	0	0	-24	14,4	0	-5,4	-35,6	-15	0,038
σ ₅	0	-1,2	0	0	0	0	0	-1,2	-0,8	0	-0,8	0	-2,7	0,138
σ ₄	-168,1	-23,3	-53,3	0,3	1	0	0	-191,1	14,1	0	-4,9	-34,4	-181,9	0,538
σ ₃	-163,4	-22,3	-51,7	0,3	0,9	0	0	-185,4	13,8	0	-4,3	-33,2	-175,9	0,52
σ ₂	-1,3	-0,1	-0,1	0	0	0	0	-1,4	10,5	0	2,5	5,6	11,6	0,034
σ ₁	106,6	35	39	-0,6	-0,7	0	0	141	-1,9	0	27,5	35	166,6	0,522
σ ₀	113,4	36,4	41,3	-0,7	-0,8	0	0	149,2	-2,2	0	28,3	36,7	175,3	0,549

Massimo coefficiente di utilizzo: 0,549 VERIFICA NON SIGNIFICATIVA

NOTE

- 1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 2 = -1,48 N/mm²
- 2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 2 = -1,17 N/mm²
La sezione a fine fase 2 e' stata considerata: Non fessurata (t.,b.)
- 3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 = -3,34 N/mm²
- 4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 = -2,74 N/mm²
La sezione a fine fase 3 e' stata considerata: Non fessurata (t.,b.)

Resistenza a taglio

Valutazione della necessita' di calcolo della resistenza a Shear buckling

$$h_w/t_w = 137,141 > 31/\eta * \epsilon_w * (K_\tau)^{0,5} = 73,667 \quad \text{Verifica a Shear Buckling: NECESSARIA}$$

Resistenza a taglio Shear buckling: **V_{b,Rd} = 6,204E+6 N**

Essendo:

$$a/h_w = 1,053, \quad \eta = 1,2, \quad I_{sl} = 1,679E+7 (\text{mm}^4), \quad K_{\tau sl} = 9,106, \quad K_\tau = 12,284$$

$$\text{contributo anima: } V_{bw,Rd} = 5,346E+6 \text{ N}, \quad \text{contributo flange: } V_{bf,Rd} = 8,585E+5 \text{ N}$$

$$\chi_w = 0,646, \quad \lambda_w = 1,285, \quad \tau_{cr} = 124,1, \quad C = 758,4$$

$$M_{Ed} = -2,188E+7 \text{ Nm}, \quad M_{f,Rd} = -4,035E+7 \text{ Nm}, \quad M_{Ed}/M_{f,Rd} = 0,542$$

Resistenza plastica: **V_{pl,Rd} = 1,041E+7 N**

Resistenza a taglio: **V_{Rd} = min(V_{pl,Rd}, V_{b,Rd}) = 6,204E+6 N**

Coefficienti di utilizzo

$$\eta_3 = V_{Ed} / V_{Rd} = 0,272, \quad (=) \text{ VERIFICA SODDISFATTA}$$

$$\eta_3 = V_{Ed} / V_{bw,Rd} = 0,316, \quad \eta_1 = M_{Ed} / M_{Rd} = 0,378$$

Interazione pressoflessione taglio (N-M-V)

Valutazione della presenza di interazione

$$\eta_3 < 0,5, \quad M_{Ed} / M_{f,Rd} < 1$$

NON C'E' INTERAZIONE

Verifiche S.L.U. sezione composta (Comb. Mmin)

Sollecitazioni (Comb. Mmin)

Fase	N (N)	V (N)	M (Nm)	T (Nm)
1	-1,6E+5	-9,83E+5	-1,45E+7	1,14E+6
2a	-1,3E+4	-3,34E+5	-5,42E+6	7,1E+5
2b	-1E+3	3E+3	1E+5	4E+3
Rit.Iso	-5,3E+6	0	-4,88E+6	0
2c	0E+00	0E+00	0E+00	0E+00
3a	0E+00	-2E+3	-5,1E+4	-2E+3
Term.Iso	-3,07E+6	0	-2,01E+6	0
3b	-7,56E+5	-9,38E+5	-1,25E+7	9,6E+4
Totale	-9,3E+6	-2,25E+6	-3,93E+7	1,95E+6

Pressoflessione - Analisi plastica

Classificazione della sezione (Comb. Mmin)

	c/t	z pl (mm)	α	ψ	Classe
Anima	137,14	1633,82	0,31	-0,85	4
Piattabanda superiore	8,51				1
Piattabanda inferiore	7,59				1
classe della sezione					4

Analisi plastica: NON APPLICABILE

Verifica plastica a Presso-Tenso flessione (Comb. Mmin)

Azione assiale		Flessione semplice		Interazione N/M	
N _{Ed} (N)	-9,299E+6	M _{Ed} (Nm)	-3,926E+7	N _{Ed} (N)	-9,299E+6
N _{Rd} (N)	-6,326E+7	M _{Rd} (Nm)	-5,971E+7	M _{Ed} (Nm)	-3,926E+7
				M _{Rd} (Nm)	-6,091E+7
N _{Ed} / N _{Rd}	0,147	M _{Ed} / M _{Rd}	0,658	M _{Ed} / M _{Rd}	0,645

VERIFICA NON SIGNIFICATIVA

Pressoflessione - Calcolo tensioni lorde

Tensioni normali sulla sezione lorda (Comb. Mmin)

	F. 1	F. 2a Non Fess.	F. 2a Fess.	F. 2b Non Fess.	F. 2b Fess.	F. 2c Non Fess.	F. 2c Fess.	F. 2 tot	F. 3a Non Fess.	F. 3a Fess.	F. 3b Non Fess.	F. 3b Fess.	F. 3 tot	η_1
σ_8	0	-1,5	0	1,7	0	0	0	0	0,5	0	-5,8	0	-5,1	0,258
σ_7	-1,3	-28,6	-61,6	-45,2	1,1	0	0	-60,4	-15,7	-0,6	-34,1	-147,7	-123,5	0,316
σ_6	-1,3	-24,3	-54,8	-41,9	1	0	0	-53,8	-14,5	-0,5	-26,9	-132,1	-107,5	0,275
σ_5	0	-1,2	0	2,1	0	0	0	0	0,8	0	-4,1	0	-2,4	0,122
σ_4	-168,1	-23,3	-53,3	-41,1	1	0	0	-220,4	-14,2	-0,5	-25,1	-128,5	-271,8	0,804
σ_3	-163,4	-22,3	-51,7	-40,3	0,9	0	0	-214,1	-13,9	-0,5	-23,4	-124,8	-263,4	0,779
σ_2	-1,3	-0,1	-0,1	-25,4	0	0	0	-1,4	-10,5	0	-2,6	-5,8	-39,8	0,118
σ_1	106,6	35	39	4,9	-0,7	0	0	144,9	2,2	0,4	74,1	84,5	222,7	0,698
σ_0	113,4	36,4	41,3	6	-0,8	0	0	154	2,6	0,4	76,5	89,8	235	0,737

Massimo coefficiente di utilizzo: 0,804 VERIFICA NON SIGNIFICATIVA

NOTE

- 1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 2 = 0,2 N/mm²
- 2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 2 = 0,91 N/mm²
 La sezione a fine fase 2 e' stata considerata: Fessurata (t.,b.)
- 3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 = -5,13 N/mm²
- 4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 = -2,41 N/mm²

La sezione a fine fase 3 e' stata considerata: Non fessurata (t.,b.)

Pressoflessione - Calcolo tensioni efficaci

Area efficace per shear lag e/o buckling delle flange(Comb. Mmin)

Componente	b (mm)	t (mm)	λ_p	ρ	$A_{c,eff}$ (mm ²)	β^k	$A_{c,eff} * \beta^k$ (mm ²)
Piattabanda superiore SX	350	40	---	---	---	1	14000
Piattabanda superiore DX	350	40	---	---	---	1	14000
Piattabanda inferiore SX	450	58	---	---	---	1	26100
Piattabanda inferiore DX	450	58	---	---	---	1	26100

Instabilita' locale dei pannelli d'anima (Comb. Mmin)

	Anima	Sub pannello 1	Sub pannello 2
b (mm)	2468,54	576,21	1892,33
σ_{cr0E} (N/mm ²)	10,1	185,41	17,19
σ_{sup} (N/mm ²)	-270,81	-270,81	-155,81
σ_{inf} (N/mm ²)	221,85	-155,81	221,85
ψ	-0,82	0,58	-1,42
K_σ	19,53	5,05	35,13
λ_p	1,34	0,62	0,77
b_c (mm)	1356,92	576,21	780,71
$b_{c, sup}$ (mm)	542,77	260,45	312,28
$b_{c, sup}$ (mm)	814,15	315,75	468,43
ρ_{loc}	0,68	1	1
b_{ceff} (mm)	921,05	576,21	780,71
$b_{ceff, sup}$ (mm)	368,42	260,45	312,28
$b_{ceff, sup}$ (mm)	552,63	315,75	468,43
ϕ_{Foro} (mm)	435,87	0	0

Caratteristiche dell'anima compressa, irrigidenti esclusi (Comb. Mmin)

	A (mm ²)	z_G (mm)	J_y (mm ⁴)
A_c Edge sup	4,688E+3	2316,8	2,65E+7
A_c 1	1,13E+4	1872,6	3,716E+8
A_c 2	0E+00	0	0E+00
A_c Edge inf	8,432E+3	1324,3	1,542E+8
A_c tot	2,442E+4	1768,6	3,748E+9
A_c	1,355E+4		

Caratteristiche dell'anima compressa, depurata per instabilita' locale (Comb. Mmin)

	A (mm ²)	z_G (mm)	J_y (mm ⁴)
$A_{c,eff}$ Edge sup	4,688E+3	2316,8	2,65E+7
$A_{c,eff}$ 1	1,13E+4	1872,6	3,716E+8
$A_{c,eff}$ 2	0E+00	0	0E+00
$A_{c,eff}$ Edge inf	8,432E+3	1324,3	1,542E+8
$A_{c,eff}$ tot	2,442E+4	1768,6	3,748E+9
$A_{c,eff,loc}$	1,355E+4		

Tensioni critiche per l'anima (Comb. Mmin)

	Stiffener 1
A_{sl} (mm ²)	1,355E+4
e_{sl} (mm)	-13,9
I_{sl} (mm ⁴)	1,776E+7
$A_{sl,eff}$ (mm ²)	1,355E+4
$e_{sl,eff}$ (mm)	-13,9
$I_{sl,eff}$ (mm ⁴)	1,776E+7
$\sigma_{cr,sl,i}$ (p)	437,13
$\sigma_{cr,p,i}$ (p)	759,75
$\sigma_{cr,sl}$ (C)	401,83
$\sigma_{cr,c}$ (C)	698,4
α_e	0,664

Coefficienti di riduzione per instabilita' globale dell'anima (Comb. Mmin)

	Piastra		Colonna
$\sigma_{cr,p} (p)$	759,75	$\sigma_{cr,c} (c)$	1
$\beta_{ac} (p)$	1	$\beta_{ac} (c)$	0,713
λ_p	0,684	λ_c	0,718
ρ_p	1	ρ_c	

Anima depurata per instabilita' locale e globale dell'anima (Comb. Mmin)

	A(mm ²)	z _G (mm)	J _y (mm ⁴)
Edge sup	4,688E+3	2316,8	2,65E+7
1	8,115E+3	1872,6	2,667E+8
2	0E+00	0	0E+00
Edge inf	8,432E+3	1324,3	1,542E+8
Totale	2,124E+4	1753	3,603E+9

Depurazione complessiva da applicare alla sezione (Comb. Mmin)

	$\Delta A(mm^2)$	z _G (mm)	$\Delta J_y(mm^4)$
Anima	-3,189E+3	1872,6	-1,048E+8
Piattabanda superiore	0E+00	0	0E+00
Piattabanda inferiore	0E+00	0	0E+00

Caratteristiche geometriche efficaci (Comb. Mmin)

	Fase 1	Fase 2a	Fase 2b	Fase 2c	Fase 3	Fessurata
A (mm ²)	1,214E+5	1,789E+5	2,899E+5	1,772E+5	2,899E+5	1,276E+5
z _G (mm)	950,227	1452,59	1859,43	1442,51	1859,43	1025,737
Δz_{Geff} (mm)	23,6	7,36	0,14	7,6	0,14	20,65
J _{y,eff} (mm ⁴)	1,203E+11	2,16E+11	2,939E+11	2,141E+11	2,939E+11	1,346E+11
W _{y,0eff} (mm ³)	-1,266E+8	-1,487E+8	-1,581E+8	-1,484E+8	-1,581E+8	-1,313E+8
W _{y,1eff} (mm ³)	-1,348E+8	-1,549E+8	-1,632E+8	-1,546E+8	-1,632E+8	-1,391E+8
W _{y,3eff} (mm ³)	8,591E+7	2,407E+8	5,991E+8	2,359E+8	5,991E+8	1,017E+8
W _{y,4eff} (mm ³)	8,352E+7	2,305E+8	5,54E+8	2,26E+8	5,54E+8	9,87E+7
W _{y,5eff} (mm ³)	1E+300	2,305E+8	5,54E+8	2,26E+8	5,54E+8	9,87E+7
W _{y,6eff} (mm ³)	1E+300	2,21E+8	5,151E+8	2,168E+8	5,151E+8	9,589E+7
W _{y,7eff} (mm ³)	1E+300	1,883E+8	3,969E+8	1,85E+8	3,969E+8	8,553E+7
W _{y,8eff} (mm ³)	1E+300	1,819E+8	3,765E+8	1,788E+8	3,765E+8	8,341E+7
S _{y,1eff} (mm ³)	4,809E+7	7,431E+7	9,555E+7	7,379E+7	9,555E+7	5,203E+7
S _{y,2eff} (mm ³)	5,58E+7	9,316E+7	1,27E+8	9,237E+7	1,27E+8	6,111E+7
S _{y,3eff} (mm ³)	3,975E+7	8,67E+7	1,247E+8	8,575E+7	1,247E+8	4,681E+7
S _{y,4eff} (mm ³)	1,565E-291	6,101E+7	1,104E+8	5,978E+7	1,104E+8	9,17E+6

Le caratteristiche efficaci sono state calcolate iterativamente in 1 iterazioni, con la seguente variazione percentuale del coefficiente ψ

$(\psi_1 - \psi_0) / \psi_0 * 100$	3,12
$(\psi_2 - \psi_1) / \psi_1 * 100$	
$(\psi_3 - \psi_2) / \psi_2 * 100$	
$(\psi_4 - \psi_3) / \psi_3 * 100$	
$(\psi_5 - \psi_4) / \psi_4 * 100$	

Momento aggiuntivo per traslazione dell'asse neutro(Comb. Mmin)

	Fase 1	Fase 2a	Fase 2b	Fase 2c	Fase 3a	Fase 3b
$\Delta M_{Fessurata}$ (kNm)	-3,776E+3	-2,684E+2	-2,065E+1	0E+00	0E+00	-1,561E+4
$\Delta M_{Non fessurata}$ (kNm)	-3,776E+3	-9,564E+1	-2,287E+4	0E+00	-4,385E+2	-1,081E+2

Tensioni normali sulla sezione efficace (Comb. Mmin)

	F. 1	F. 2a Non Fess.	F. 2a Fess.	F. 2b Non Fess.	F. 2b Fess.	F. 2c Non Fess.	F. 2c Fess.	F. 2 tot	F. 3a Non Fess.	F. 3a Fess.	F. 3b Non Fess.	F. 3b Fess.	F. 3 tot	η_1
σ_8	0	-1,5	0	1,7	0	0	0	0	0,5	0	-5,8	0	-5,2	0,263
σ_7	-1,3	-28,9	-63,5	-45,8	1,2	0	0	-62,3	-15,8	-0,6	-34,1	-152,4	-124,6	0,318
σ_6	-1,3	-24,6	-56,6	-42,4	1	0	0	-55,6	-14,6	-0,5	-26,9	-136,6	-108,5	0,277
σ_5	0	-1,2	0	2,1	0	0	0	0	0,7	0	-4,1	0	-2,5	0,126
σ_4	-174,8	-23,6	-55	-41,6	1	0	0	-228,9	-14,3	-0,5	-25,2	-132,8	-279,6	0,827
σ_3	-170	-22,6	-53,4	-40,9	1	0	0	-222,5	-14	-0,5	-23,5	-129,1	-271	0,801
σ_2	-1,3	-0,1	-0,1	-25,8	0	0	0	-1,4	-10,6	0	-2,6	-5,9	-40,4	0,119

σ_1	106,2	34,9	38,9	4,6	-0,7	0	0	144,3	2,1	0,4	74,1	84,1	221,8	0,695
σ_0	113,2	36,4	41,2	5,7	-0,8	0	0	153,6	2,5	0,4	76,5	89,5	234,3	0,734

Massimo coefficiente di utilizzo: 0,827 VERIFICA SODDISFATTA

NOTE

- 1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 2 = 0,14 N/mm²
- 2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 2 = 0,85 N/mm²
La sezione a fine fase 2 e' stata considerata: Fessurata (t.,b.)
- 3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 = -5,21 N/mm²
- 4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 = -2,49 N/mm²
La sezione a fine fase 3 e' stata considerata: Non fessurata (t.,b.)

Resistenza a taglio

Valutazione della necessita' di calcolo della resistenza a Shear buckling

$$h_w/t_w=137,141 > 31/\eta * \epsilon_w * (K_\tau)^{0.5}=73,667 \quad \text{Verifica a Shear Buckling: NECESSARIA}$$

Resistenza a taglio Shear buckling: $V_{b,Rd}=5,346E+6$ N

Essendo:

$$a/h_w=1,053, \quad \eta=1,2, \quad I_{sl}=1,679E+7(\text{mm}^4), \quad K_{\tau sl}=9,106, \quad K_\tau=12,284$$

$$\text{contributo anima: } V_{bw,Rd}=5,346E+6 \text{ N,} \quad \text{contributo flange: } V_{bf,Rd}=0E+00 \text{ N}$$

$$\chi_w=0,646, \quad \lambda_w=1,285, \quad \tau_{cr}=124,1, \quad C=758,4$$

$$M_{Ed}=M_{Ed,eq}=-1,549E+8 \text{ Nm,} \quad M_{f,Rd}=-4,702E+7 \text{ Nm,} \quad M_{Ed}/M_{f,Rd}=3,294$$

Resistenza plastica: $V_{pl,Rd}=1,041E+7$ N

Resistenza a taglio: $V_{Rd}=\min(V_{pl,Rd}, V_{b,Rd})=5,346E+6$ N

Coefficienti di utilizzo

$$\eta_3=V_{Ed}/V_{Rd}=0,454, \quad (=> \text{VERIFICA SODDISFATTA})$$

$$\eta_3=V_{Ed}/V_{bw,Rd}=0,454, \quad \eta_1=\max(\eta_i)=0,827$$

Interazione pressoflessione taglio (N-M-V)

Valutazione della presenza di interazione

$$\eta_3 < 0.5, \quad M_{Ed}/M_{f,Rd} > 1$$

NON C'E' INTERAZIONE

Verifica a stato limite delle tensioni (Comb. Mmax)

Sollecitazioni (Comb. Mmax)

Fase	N (N)	V (N)	M (Nm)	T (Nm)
1	-1,19E+5	-7,28E+5	-1,07E+7	8,48E+5
2a	-9E+3	-2,22E+5	-3,61E+6	4,73E+5
2b	-1E+3	3E+3	8,4E+4	4E+3
Rit.Iso	0E+00	0	0E+00	0
2c	0E+00	0E+00	0E+00	0E+00
3a	0E+00	1E+0	3,4E+1	2E+0
Term.Iso	2,04E+6	0	1,34E+6	0
3b	4,89E+5	-1,86E+5	-2,99E+6	1,47E+6
Totale	2,4E+6	-1,13E+6	-1,59E+7	2,79E+6

Tensioni normali sulla sezione lorda (Comb. Mmax)

	F. 1	F. 2a Non Fess.	F. 2a Fess.	F. 2b Non Fess.	F. 2b Fess.	F. 2c Non Fess.	F. 2c Fess.	F. 2 tot	F. 3a Non Fess.	F. 3a Fess.	F. 3b Non Fess.	F. 3b Fess.	F. 3 tot	σ_{td}	η_1
σ_8	0	-1	0	0	0	0	0	-1	-0,3	0	-1	0	-2,3	2,3	0,111
σ_7	-1	-19,1	-41	0,3	0,9	0	0	-18,7	10,4	0	-5,9	-30,1	-14,2	14,2	0,039
σ_6	-1	-16,2	-36,6	0,3	0,8	0	0	-15,9	9,6	0	-4,1	-26,4	-10,5	10,5	0,029
σ_5	0	-0,8	0	0	0	0	0	-0,8	-0,5	0	-0,6	0	-1,9	1,9	0,09
σ_4	-124,5	-15,6	-35,5	0,3	0,8	0	0	-139,8	9,4	0	-3,7	-25,6	-134,2	134,2	0,378
σ_3	-121	-14,9	-34,5	0,3	0,8	0	0	-135,7	9,2	0	-3,3	-24,7	-129,8	134,5	0,379
σ_2	-1	0	-0,1	0	0	0	0	-1	7	0	1,7	3,7	7,6	46,7	0,131

σ_1	79	23,3	26	-0,5	-0,6	0	0	101,8	-1,2	0	20	25,3	120,5	126,4	0,377
σ_0	84	24,3	27,5	-0,6	-0,6	0	0	107,8	-1,5	0	20,6	26,6	126,8	126,8	0,379
τ_4	0	-0,1	0	0	0	0	0	-0,1	0	0	-0,1	0	-0,2		
τ_3	-11,9	-4,5	-3,9	0,1	0,1	0	0	-16,4	0	0	-4,1	-3,2	-20,5		
τ_2	-17,5	-5	-5,2	0,1	0,1	0	0	-22,4	0	0	-4,1	-4,4	-26,6		
τ_1	-15,1	-3,9	-4,4	0,1	0,1	0	0	-19	0	0	-3,1	-3,7	-22,1		
τ_0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		

Massimo coefficiente di utilizzo: 0,379 VERIFICA SODDISFATTA

NOTE

- 1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 2 = -0,98 N/mm²
- 2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 2 = -0,78 N/mm²
La sezione a fine fase 2 e' stata considerata: Non fessurata (t.,b.)
- 3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 = -2,33 N/mm²
- 4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 = -1,9 N/mm²
La sezione a fine fase 3 e' stata considerata: Non fessurata (t.,b.)

Verifica a stato limite delle tensioni (Comb. Mmin)

Sollecitazioni (Comb. Mmin)

Fase	N (N)	V (N)	M (Nm)	T (Nm)
1	-1,19E+5	-7,28E+5	-1,07E+7	8,48E+5
2a	-9E+3	-2,22E+5	-3,61E+6	4,73E+5
2b	-1E+3	3E+3	8,4E+4	4E+3
Rit.Iso	-4,42E+6	0	-4,07E+6	0
2c	0E+00	0E+00	0E+00	0E+00
3a	0E+00	-1E+3	-3,4E+4	-2E+3
Term.Iso	-2,04E+6	0	-1,34E+6	0
3b	-5,04E+5	-6,92E+5	-9,19E+6	7,5E+4
Totale	-7,1E+6	-1,64E+6	-2,89E+7	1,4E+6

Tensioni normali sulla sezione lorda (Comb. Mmin)

	F. 1	F. 2a Non Fess.	F. 2a Fess.	F. 2b Non Fess.	F. 2b Fess.	F. 2c Non Fess.	F. 2c Fess.	F. 2 tot	F. 3a Non Fess.	F. 3a Fess.	F. 3b Non Fess.	F. 3b Fess.	F. 3 tot	σ_d	η_1
σ_8	0	-1	0	1,4	0	0	0	0	0,3	0	-4,2	0	-3,5	3,5	0,166
σ_7	-1	-19,1	-41	-37,7	0,9	0	0	-40,1	-10,4	-0,4	-24,9	-108,1	-92	92	0,256
σ_6	-1	-16,2	-36,6	-34,9	0,8	0	0	-35,7	-9,6	-0,3	-19,5	-96,7	-80,3	80,3	0,223
σ_5	0	-0,8	0	1,8	0	0	0	0	0,5	0	-3	0	-1,5	1,5	0,072
σ_4	-124,5	-15,6	-35,5	-34,2	0,8	0	0	-159,2	-9,5	-0,3	-18,3	-94	-202,1	202,1	0,569
σ_3	-121	-14,9	-34,5	-33,6	0,8	0	0	-154,7	-9,3	-0,3	-17	-91,3	-195,8	203,3	0,573
σ_2	-1	0	-0,1	-21,2	0	0	0	-1	-7	0	-1,7	-3,9	-30,9	72,5	0,204
σ_1	79	23,3	26	4	-0,6	0	0	104,4	1,4	0,2	54,6	62,5	162,4	170,8	0,51
σ_0	84	24,3	27,5	5	-0,6	0	0	110,9	1,7	0,3	56,4	66,3	171,4	171,4	0,512
τ_4	0	-0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	-0,4	-0,1	-0,5		
τ_3	-11,9	-4,5	-3,9	0,1	0,1	0	0	-15,7	0	0	-15,1	-12	-31,6		
τ_2	-17,5	-5	-5,2	0,1	0,1	0	0	-22,7	0	0	-15,4	-16,3	-37,9		
τ_1	-15,1	-3,9	-4,4	0,1	0,1	0	0	-19,4	0	0	-11,6	-13,8	-30,6		
τ_0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		

Massimo coefficiente di utilizzo: 0,573 VERIFICA SODDISFATTA

NOTE

- 1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 2 = 0,42 N/mm²
- 2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 2 = 0,95 N/mm²
La sezione a fine fase 2 e' stata considerata: Fessurata (t.,b.)
- 3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 = -3,5 N/mm²
- 4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 = -1,51 N/mm²
La sezione a fine fase 3 e' stata considerata: Non fessurata (t.,b.)

SLE: Verifica a web breathing (Comb. Mmax)

Sollecitazioni (Comb. Mmax)

Fase	N (N)	V (N)	M (Nm)	T (Nm)
1	-1,19E+5	-7,28E+5	-1,07E+7	8,48E+5

2a	-9E+3	-2,22E+5	-3,61E+6	4,73E+5
2b	-1E+3	3E+3	8,4E+4	4E+3
Rit.Iso	0E+00	0	0E+00	0
2c	0E+00	0E+00	0E+00	0E+00
3a	0E+00	1E+0	2,9E+1	1E+0
Term.Iso	1,7E+6	0	1,12E+6	0
3b	0E+00	-6,2E+4	-1,13E+6	7,31E+5
Totale	1,57E+6	-1,01E+6	-1,43E+7	2,06E+6

Tensioni normali sulla sezione efficace (Comb. Mmax)

	F. 1	F. 2a Non Fess.	F. 2a Fess.	F. 2b Non Fess.	F. 2b Fess.	F. 2c Non Fess.	F. 2c Fess.	F. 2 tot	F. 3a Non Fess.	F. 3a Fess.	F. 3b Non Fess.	F. 3b Fess.	F. 3 tot
σ_8	0	-1	0	0	0	0	0	-1	-0,3	0	-0,5	0	-1,7
σ_7	-1	-19,2	-42,3	0,3	1	0	0	-18,9	8,7	0	-2,8	-13,2	-13
σ_6	-1	-16,4	-37,8	0,3	0,9	0	0	-16,1	8	0	-2,2	-11,8	-10,3
σ_5	0	-0,8	0	0	0	0	0	-0,8	-0,4	0	-0,3	0	-1,5
σ_4	-129,6	-15,7	-36,7	0,3	0,8	0	0	-145,1	7,9	0	-2	-11,4	-139,2
σ_3	-126,1	-15,1	-35,6	0,3	0,8	0	0	-140,9	7,7	0	-1,9	-11,1	-135
σ_2	-1	-0,1	-0,1	0	0	0	0	-1	5,9	0	0	0	4,8
σ_1	78,7	23,3	25,9	-0,5	-0,6	0	0	101,4	-1	0	6,9	8,1	107,3
σ_0	83,9	24,2	27,5	-0,6	-0,6	0	0	107,5	-1,2	0	7,1	8,6	113,5

NOTE

- 1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 2 = -0,99 N/mm²
- 2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 2 = -0,79 N/mm²
La sezione a fine fase 2 e' stata considerata: Non fessurata (t.,b.)
- 3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 = -1,75 N/mm²
- 4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 = -1,54 N/mm²
La sezione a fine fase 3 e' stata considerata: Non fessurata (t.,b.)

Verifica dell'intera anima (Comb. Mmax)

<i>Anima</i>	
b (mm)	2468,5
σ_{sup} (N/mm ²)	-134,85
σ_{inf} (N/mm ²)	107,36
σ_{Ed} (N/mm ²)	134,85
K_σ	19,02
σ_{cr0E} (N/mm ²)	10,1
τ_{Ed} (N/mm ²)	20,53
$\sigma_{cr}(P)$ (N/mm ²)	747,1
$\sigma_{cr}(C)$ (N/mm ²)	686,85
ξ	0,088
σ_{cr} (N/mm ²)	696,95
K_τ	12,28
$K_{\tau sl}$	9,11
Coefficienti di utilizzo	0,266
Esito	VERIFICA SODDISFATTA

Verifica locale dei sub pannelli (Comb. Mmax)

	<i>Sub pannello 1</i>	<i>Sub pannello 2</i>
b (mm)	576,2	1892,3
σ_{sup} (N/mm ²)	-134,85	-78,32
σ_{inf} (N/mm ²)	-78,32	107,36
σ_{Ed} (N/mm ²)	134,85	78,32
τ_{Ed} (N/mm ²)	20,53	20,53
σ_{cr0E} (N/mm ²)	185,41	17,19
ψ	0,581	-1,371
K_σ	5	33,6
σ_{cr} (N/mm ²)	932,32	577,82
K_τ	5,54	7,46
τ_{cr}	1026,53	128,23

Coefficienti di utilizzo	0,146	0,222
Esito	VERIFICA SODDISFATTA	VERIFICA SODDISFATTA

SLE: Verifica a web breathing (Comb. Mmin)

Sollecitazioni (Comb. Mmin)

Fase	N (N)	V (N)	M (Nm)	T (Nm)
1	-1,19E+5	-7,28E+5	-1,07E+7	8,48E+5
2a	-9E+3	-2,22E+5	-3,61E+6	4,73E+5
2b	-1E+3	3E+3	8,4E+4	4E+3
Rit.Iso	-4,42E+6	0	-4,07E+6	0
2c	0E+00	0E+00	0E+00	0E+00
3a	0E+00	-1E+3	-2,9E+4	-1E+3
Term.Iso	-1,7E+6	0	-1,12E+6	0
3b	-4E+3	-4,09E+5	-4,93E+6	4,5E+4
Totale	-6,25E+6	-1,36E+6	-2,44E+7	1,37E+6

Tensioni normali sulla sezione efficace (Comb. Mmin)

	F. 1	F. 2a Non Fess.	F. 2a Fess.	F. 2b Non Fess.	F. 2b Fess.	F. 2c Non Fess.	F. 2c Fess.	F. 2 tot	F. 3a Non Fess.	F. 3a Fess.	F. 3b Non Fess.	F. 3b Fess.	F. 3 tot
σ_8	0	-1	0	1,4	0	0	0	0	0,3	0	-2,1	0	-1,5
σ_7	-1	-19,3	-42,4	-38,2	1	0	0	-41,5	-8,8	-0,3	-12,4	-57,8	-78,7
σ_6	-1	-16,4	-37,9	-35,4	0,9	0	0	-37	-8,1	-0,3	-9,6	-51,6	-69,5
σ_5	0	-0,8	0	1,7	0	0	0	0	0,4	0	-1,4	0	-0,1
σ_4	-130	-15,7	-36,8	-34,8	0,8	0	0	-166	-8	-0,3	-8,9	-50,1	-197,4
σ_3	-126,4	-15,1	-35,7	-34,1	0,8	0	0	-161,3	-7,8	-0,3	-8,2	-48,7	-191,6
σ_2	-1	-0,1	-0,1	-21,5	0	0	0	-1,1	-5,9	0	0	0	-28,5
σ_1	78,6	23,3	25,9	3,8	-0,6	0	0	103,9	1,1	0,2	30,2	35,4	137
σ_0	83,8	24,2	27,4	4,7	-0,6	0	0	110,6	1,4	0,2	31,2	37,5	145,3

NOTE

- 1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 2 = 0,37 N/mm²
- 2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 2 = 0,9 N/mm²
 La sezione a fine fase 2 e' stata considerata: Fessurata (t.,b.)
- 3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 = -1,5 N/mm²
- 4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 = -0,13 N/mm²
 La sezione a fine fase 3 e' stata considerata: Non fessurata (t.,b.)

Verifica dell'intera anima (Comb. Mmin)

	Anima
b (mm)	2468,5
σ_{sup} (N/mm ²)	-191,48
σ_{inf} (N/mm ²)	137,03
σ_{Ed} (N/mm ²)	191,48
K_σ	17,32
σ_{cr0E} (N/mm ²)	10,1
τ_{Ed} (N/mm ²)	27,59
$\sigma_{cr}(P)$ (N/mm ²)	704,35
$\sigma_{cr}(C)$ (N/mm ²)	647,82
ξ	0,087
σ_{cr} (N/mm ²)	657,26
K_τ	12,28
$K_{\tau sl}$	9,11
Coefficienti di utilizzo	0,38
Esito	VERIFICA SODDISFATTA

Verifica locale dei sub pannelli (Comb. Mmin)

	Sub pannello 1	Sub pannello 2
b (mm)	576,2	1892,3

σ_{sup} (N/mm ²)	-191,48	-114,8
σ_{inf} (N/mm ²)	-114,8	137,03
σ_{Ed} (N/mm ²)	191,48	114,8
τ_{Ed} (N/mm ²)	27,59	27,59
σ_{cr0E} (N/mm ²)	185,41	17,19
ψ	0,6	-1,194
K_{σ}	5	28,8
σ_{cr} (N/mm ²)	921,71	494,71
K_{τ}	5,54	7,46
τ_{cr}	1026,53	128,23
Coefficienti di utilizzo	0,21	0,331
Esito	VERIFICA SODDISFATTA	VERIFICA SODDISFATTA

Verifica connessione trave soletta

Caratteristiche generali

Numero di pioli per unita' di lunghezza, n (m ⁻¹)	26
Diametro dei pioli, d (mm)	22
Altezza dei pioli, h (mm)	200
Resistenza ultima dei pioli, α	1
Coefficiente di sicurezza parziale, γ_v	1,25
Resistenza ultima dei pioli, f_u (N/mm ²)	450
Coefficiente E_{cm} (N/mm ²)	34077
Resistenza caratteristica cilindrica, f_{ck} (N/mm ²)	35

Resistenza della connessione

Resistenza a taglio del piolo, $P_{Rd1}=0.8 f_u \pi d^2/4/\gamma_v$, (N)	109478,22
Resistenza per schiacciamento del calcestruzzo, $P_{Rd2}=0.29 \alpha d^2 (f_{ck} E_{cm})^{0.5}/\gamma_v$, (N)	122630,64
Resistenza di progetto del piolo $P_{Rd} = \min(P_{Rd1}, P_{Rd2})$, (N)	109478,22

Verifica elastica allo SLU

Coefficiente di utilizzo (Comb. Mmax)

Resistenza di progetto per unita' di lunghezza, $v_{Rd} = n P_{Rd} K_s$ (N/mm)	2846,4
Fattore di riduzione, κ_s	1.00
Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo v_{Ed} (N/mm)	-188,2
Coefficiente di utilizzo v_{Ed}/v_{Rd}	0,066
VERIFICA SODDISFATTA	

Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo (Comb. Mmax)

Fase	V_{Ed} (N)	$S_{y,4}$ (mm ³)	J_y (mm ⁴)	V_{Ed} (N/mm)
Fase 2a	-3,34E+5	6,059E+7	2,167E+11	-93,4
Fase 2b	3E+3	7,738E+7	2,427E+11	1
Fase 2c	0E+00	5,936E+7	2,148E+11	0
Fase 3a	2E+0	1,104E+8	2,94E+11	0
Fase 3b	-2,55E+5	1,104E+8	2,94E+11	-95,7
Totale				-188,2

Coefficiente di utilizzo (Comb. Mmin)

Resistenza di progetto per unita' di lunghezza, $v_{Rd} = n P_{Rd} K_s$ (N/mm)	2846,4
Fattore di riduzione, κ_s	1.00
Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo v_{Ed} (N/mm)	-446,5
Coefficiente di utilizzo v_{Ed}/v_{Rd}	0,157
VERIFICA SODDISFATTA	

Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo (Comb. Mmin)

Fase	V_{Ed} (N)	$S_{y,4eff}$ (mm ³)	$J_{y,eff}$ (mm ⁴)	V_{Ed} (N/mm)
Fase 2a	-3,34E+5	6,101E+7	2,16E+11	-94,3
Fase 2b	3E+3	7,774E+7	2,424E+11	1
Fase 2c	0E+00	5,978E+7	2,141E+11	0
Fase 3a	-2E+3	1,104E+8	2,939E+11	-0,8

Fase 3b	-9,38E+5	1,104E+8	2,939E+11	-352,4
Totale				-446,5

Verifica elastica allo SLE**Coefficiente di utilizzo (Comb. Mmax)**

Resistenza di progetto per unita' di lunghezza, $v_{Rd} = n P_{Rd} \kappa_s$ (N/mm)	1707,9
Fattore di riduzione, κ_s	0,6
Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo v_{Ed} (N/mm)	-130,9
Coefficiente di utilizzo v_{Ed}/v_{Rd}	0,077
VERIFICA SODDISFATTA	

Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo (Comb. Mmax)

Fase	V_{Ed} (N)	$S_{y,4}$ (mm ³)	J_y (mm ⁴)	V_{Ed} (N/mm)
Fase 2a	-2,22E+5	6,059E+7	2,167E+11	-62,1
Fase 2b	3E+3	7,738E+7	2,427E+11	1
Fase 2c	0E+00	5,936E+7	2,148E+11	0
Fase 3a	1E+0	1,104E+8	2,94E+11	0
Fase 3b	-1,86E+5	1,104E+8	2,94E+11	-69,8
Totale				-130,9

Coefficiente di utilizzo (Comb. Mmin)

Resistenza di progetto per unita' di lunghezza, $v_{Rd} = n P_{Rd} \kappa_s$ (N/mm)	1707,9
Fattore di riduzione, κ_s	0,6
Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo v_{Ed} (N/mm)	-321,3
Coefficiente di utilizzo v_{Ed}/v_{Rd}	0,188
VERIFICA SODDISFATTA	

Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo (Comb. Mmin)

Fase	V_{Ed} (N)	$S_{y,4}$ (mm ³)	J_y (mm ⁴)	V_{Ed} (N/mm)
Fase 2a	-2,22E+5	6,059E+7	2,167E+11	-62,1
Fase 2b	3E+3	7,738E+7	2,427E+11	1
Fase 2c	0E+00	5,936E+7	2,148E+11	0
Fase 3a	-1E+3	1,104E+8	2,94E+11	-0,4
Fase 3b	-6,92E+5	1,104E+8	2,94E+11	-259,8
Totale				-321,3

Sezione C4 2 1**Pre-classificazione**

La preclassificazione e' riferita alla sezione composta in Fase 3

Caratteristiche plastiche dei singoli componenti

Componenti	N_{pl} (N)	z_N (mm)	z_{max} (mm)	z_{min} (mm)
Strato di calcestruzzo superiore	3,143E+6	2620,19	2640	2600,38
Strato di calcestruzzo intermedio alle armature	1,343E+7	2515	2599,62	2430,38
Strato di calcestruzzo inferiore	3,143E+6	2409,81	2429,62	2390
Strato di armatura superiore	1,205E+6	2600	2600,38	2599,62
Strato di armatura inferiore	1,205E+6	2430	2430,38	2429,62
Raccordo in cls	0E+00	2390	2390	2390
Flangia superiore della trave di acciaio	9,467E+6	2370	2390	2350
Anima della trave di acciaio	1,502E+7	1204	2350	58
Flangia inferiore della trave di acciaio	1,665E+7	29	58	0
Compressione ultima per la sezione completa		-6,326E+7		
Trazione ultima per la sezione completa		4,355E+7		
Compressione ultima per la sezione senza anima		-4,824E+7		
Trazione ultima per la sezione senza anima		2,853E+7		

Classificazione delle piattabande

	c/t	ε	Flessione semplice con fibre tese superiori (M+)	Flessione semplice con fibre tese inferiori (M-)
Flangia superiore	8,508	0,814	1	0
Flangia inferiore	7,591	0,838	2	1

Classificazione dell'anima

	c/t	ε	α	ψ	classe
Flessione semplice con fibre tese superiori (M+)	137,141	0,814	0,341	-1,319	4
Flessione semplice con fibre tese inferiori (M-)	137,141	0,814	0,003	-0,272	1
Compressione semplice (N)	137,141	0,814	1	1	4

Verifiche S.L.U. sezione composta (Comb. Mmax)**Sollecitazioni (Comb. Mmax)**

Fase	$N (N)$	$V (N)$	$M (Nm)$	$T (Nm)$
1	-1,81E+5	-1,07E+6	-1,45E+7	1,18E+6
2a	-1,5E+4	-3,38E+5	-5,4E+6	8,08E+5
2b	-1E+3	7E+3	1,01E+5	1,4E+4
Rit.Iso	0E+00	0	0E+00	0
2c	0E+00	0E+00	0E+00	0E+00
3a	0E+00	4E+0	5,2E+1	8E+0
Term.Iso	3,07E+6	0	2,01E+6	0
3b	5,12E+5	-2,28E+5	-4,08E+6	2,37E+6
Totale	3,38E+6	-1,63E+6	-2,18E+7	4,36E+6

Pressoflessione - Analisi plastica**Classificazione della sezione (Comb. Mmax)**

	c/t	$z_{pl} (mm)$	α	ψ	Classe
Anima	137,14	2356,96	0	-0,94	1
Piattabanda superiore	8,51				1
Piattabanda inferiore	7,59				1
classe della sezione					1

Analisi plastica: APPLICABILE

Verifica plastica a Presso-Tenso flessione (Comb. Mmax)

Azione assiale		Flessione semplice		Interazione N/M	
$N_{Ed} (N)$	3,382E+6	$M_{Ed} (Nm)$	-2,183E+7	$N_{Ed} (N)$	3,382E+6
$N_{Rd} (N)$	4,355E+7	$M_{Rd} (Nm)$	-5,971E+7	$M_{Ed} (Nm)$	-2,183E+7
				$M_{Rd} (Nm)$	-5,804E+7
N_{Ed}/N_{Rd}	0,078	M_{Ed}/M_{Rd}	0,366	M_{Ed}/M_{Rd}	0,376

VERIFICA SODDISFATTA

Pressoflessione - Calcolo tensioni lorde**Tensioni normali sulla sezione lorda (Comb. Mmax)**

	$F. 1$	$F. 2a$ Non Fess.	$F. 2a$ Fess.	$F. 2b$ Non Fess.	$F. 2b$ Fess.	$F. 2c$ Non Fess.	$F. 2c$ Fess.	$F. 2 tot$	$F. 3a$ Non Fess.	$F. 3a$ Fess.	$F. 3b$ Non Fess.	$F. 3b$ Fess.	$F. 3 tot$	η_1
σ_8	0	-1,5	0	0	0	0	0	-1,5	-0,5	0	-1,5	0	-3,5	0,174
σ_7	-1,5	-28,5	-61,4	0,4	1,1	0	0	-28,1	15,5	0	-8,5	-42,3	-21,1	0,054
σ_6	-1,5	-24,3	-54,7	0,3	1	0	0	-23,9	14,4	0	-6,2	-37,3	-15,7	0,04
σ_5	0	-1,2	0	0	0	0	0	-1,2	-0,8	0	-0,9	0	-2,9	0,144
σ_4	-168	-23,3	-53,1	0,3	1	0	0	-190,9	14,1	0	-5,6	-36,1	-182,4	0,54
σ_3	-163,3	-22,3	-51,5	0,3	1	0	0	-185,2	13,8	0	-5,1	-34,9	-176,4	0,522
σ_2	-1,5	-0,1	-0,1	0	0	0	0	-1,5	10,5	0	1,7	3,9	10,7	0,032
σ_1	106,2	34,9	38,8	-0,6	-0,7	0	0	140,4	-1,9	0	26,7	33,3	165,3	0,518
σ_0	113	36,3	41,1	-0,7	-0,8	0	0	148,7	-2,2	0	27,5	35,1	174	0,545

Massimo coefficiente di utilizzo: 0,545 VERIFICA NON SIGNIFICATIVA

NOTE

1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 2 = -1,48 N/mm²

2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 2 = -1,17 N/mm²

La sezione a fine fase 2 e' stata considerata: Non fessurata (t.,b.)

3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 = -3,45 N/mm²

4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 = -2,86 N/mm²

La sezione a fine fase 3 e' stata considerata: Non fessurata (t.,b.)

σ_8	0	-1,5	0	1,7	0	0	0	0	0,5	0	-5,7	0	-5	0,251
σ_7	-1,5	-28,5	-61,4	-45,2	1,1	0	0	-60,2	-15,7	-0,6	-33,2	-145,3	-122,5	0,313
σ_6	-1,5	-24,3	-54,7	-41,9	1	0	0	-53,6	-14,5	-0,5	-26	-129,9	-106,6	0,272
σ_5	0	-1,2	0	2,1	0	0	0	0	0,8	0	-3,9	0	-2,3	0,114
σ_4	-168	-23,3	-53,1	-41,1	1	0	0	-220,1	-14,2	-0,5	-24,3	-126,2	-270,8	0,801
σ_3	-163,3	-22,3	-51,5	-40,3	1	0	0	-213,8	-13,9	-0,5	-22,6	-122,6	-262,3	0,776
σ_2	-1,5	-0,1	-0,1	-25,4	0	0	0	-1,6	-10,5	0	-1,8	-4,1	-39,2	0,116
σ_1	106,2	34,9	38,8	4,8	-0,7	0	0	144,3	2,2	0,4	74,5	85,8	222,6	0,698
σ_0	113	36,3	41,1	6	-0,8	0	0	153,4	2,6	0,4	77	91,1	234,9	0,736

Massimo coefficiente di utilizzo: 0,801 VERIFICA NON SIGNIFICATIVA

NOTE

- 1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 2 = 0,21 N/mm²
- 2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 2 = 0,91 N/mm²
La sezione a fine fase 2 e' stata considerata: Fessurata (t.,b.)
- 3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 = -4,97 N/mm²
- 4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 = -2,27 N/mm²
La sezione a fine fase 3 e' stata considerata: Non fessurata (t.,b.)

Pressoflessione - Calcolo tensioni efficaci

Area efficace per shear lag e/o buckling delle flange(Comb. Mmin)

Componente	b (mm)	t (mm)	λ_p	ρ	$A_{c,eff}$ (mm ²)	β^k	$A_{c,eff} * \beta^k$ (mm ²)
Piattabanda superiore SX	350	40	---	---	---	1	14000
Piattabanda superiore DX	350	40	---	---	---	1	14000
Piattabanda inferiore SX	450	58	---	---	---	1	26100
Piattabanda inferiore DX	450	58	---	---	---	1	26100

Instabilita' locale dei pannelli d'anima (Comb. Mmin)

	Anima	Sub pannello 1	Sub pannello 2
b (mm)	2468,54	576,21	1892,33
σ_{cr0E} (N/mm ²)	10,1	185,41	17,19
σ_{sup} (N/mm ²)	-269,7	-269,7	-154,98
σ_{inf} (N/mm ²)	221,77	-154,98	221,77
ψ	-0,82	0,57	-1,43
K_σ	19,59	5,05	35,34
λ_p	1,34	0,62	0,76
b_c (mm)	1354,66	576,21	778,45
$b_{c, sup}$ (mm)	541,86	260,41	311,38
$b_{c, sup}$ (mm)	812,79	315,8	467,07
ρ_{loc}	0,68	1	1
b_{ceff} (mm)	921,08	576,21	778,45
$b_{ceff, sup}$ (mm)	368,43	260,41	311,38
$b_{ceff, sup}$ (mm)	552,65	315,8	467,07
ϕ_{Foro} (mm)	433,57	0	0

Caratteristiche dell'anima compressa, irrigidenti esclusi (Comb. Mmin)

	A (mm ²)	z_G (mm)	J_y (mm ⁴)
$A_{c, Edge sup}$	4,687E+3	2316,7	2,649E+7
$A_{c, 1}$	1,129E+4	1872,9	3,7E+8
$A_{c, 2}$	0E+00	0	0E+00
$A_{c, Edge inf}$	8,407E+3	1325,8	1,528E+8
$A_{c, tot}$	2,438E+4	1769,5	3,729E+9
A_c	1,354E+4		

Caratteristiche dell'anima compressa, depurata per instabilita' locale (Comb. Mmin)

	A (mm ²)	z_G (mm)	J_y (mm ⁴)
$A_{c, eff, Edge sup}$	4,687E+3	2316,7	2,649E+7
$A_{c, eff, 1}$	1,129E+4	1872,9	3,7E+8
$A_{c, eff, 2}$	0E+00	0	0E+00
$A_{c, eff, Edge inf}$	8,407E+3	1325,8	1,528E+8
$A_{c, eff, tot}$	2,438E+4	1769,5	3,729E+9

$A_{c,eff,loc}$	1,354E+4		
-----------------	----------	--	--

Tensioni critiche per l'anima (Comb. Mmin)

<i>Stiffener 1</i>	
A_{sl} (mm ²)	1,354E+4
e_{sl} (mm)	-14
I_{sl} (mm ⁴)	1,776E+7
$A_{sl,eff}$ (mm ²)	1,354E+4
$e_{sl,eff}$ (mm)	-14
$I_{sl,eff}$ (mm ⁴)	1,776E+7
$\sigma_{cr,sl,i}$ (p)	437,55
$\sigma_{cr,p,i}$ (p)	761,43
$\sigma_{cr,sl}$ (C)	402,21
$\sigma_{cr,c}$ (C)	699,93
α_e	0,664

Coefficienti di riduzione per instabilita' globale dell'anima (Comb. Mmin)

	<i>Piastra</i>		<i>Colonna</i>
$\sigma_{cr,p}$ (p)	761,43	$\sigma_{cr,c}$ (C)	1
β_{ac} (p)	1	β_{ac} (C)	0,712
λ_p	0,683	λ_c	0,718
ρ_p	1	ρ_c	

Anima depurata per instabilita' locale e globale dell'anima (Comb. Mmin)

	A (mm ²)	z_G (mm)	J_y (mm ⁴)
Edge sup	4,687E+3	2316,7	2,649E+7
1	8,109E+3	1872,9	2,658E+8
2	0E+00	0	0E+00
Edge inf	8,407E+3	1325,8	1,528E+8
Totale	2,12E+4	1754,1	3,586E+9

Depurazione complessiva da applicare alla sezione (Comb. Mmin)

	ΔA (mm ²)	z_G (mm)	ΔJ_y (mm ⁴)
Anima	-3,18E+3	1872,9	-1,042E+8
Piattabanda superiore	0E+00	0	0E+00
Piattabanda inferiore	0E+00	0	0E+00

Caratteristiche geometriche efficaci (Comb. Mmin)

	<i>Fase 1</i>	<i>Fase 2a</i>	<i>Fase 2b</i>	<i>Fase 2c</i>	<i>Fase 3</i>	<i>Fessurata</i>
A (mm ²)	1,215E+5	1,789E+5	2,899E+5	1,772E+5	2,899E+5	1,276E+5
z_G (mm)	950,292	1452,607	1859,427	1442,527	1859,427	1025,792
Δz_{Geff} (mm)	23,54	7,34	0,15	7,59	0,15	20,59
$J_{y,eff}$ (mm ⁴)	1,203E+11	2,16E+11	2,939E+11	2,141E+11	2,939E+11	1,347E+11
$W_{y,0eff}$ (mm ³)	-1,266E+8	-1,487E+8	-1,581E+8	-1,484E+8	-1,581E+8	-1,313E+8
$W_{y,1eff}$ (mm ³)	-1,348E+8	-1,549E+8	-1,632E+8	-1,546E+8	-1,632E+8	-1,391E+8
$W_{y,3eff}$ (mm ³)	8,592E+7	2,407E+8	5,991E+8	2,359E+8	5,991E+8	1,017E+8
$W_{y,4eff}$ (mm ³)	8,353E+7	2,305E+8	5,54E+8	2,26E+8	5,54E+8	9,871E+7
$W_{y,5eff}$ (mm ³)	1E+300	2,305E+8	5,54E+8	2,26E+8	5,54E+8	9,871E+7
$W_{y,6eff}$ (mm ³)	1E+300	2,21E+8	5,151E+8	2,168E+8	5,151E+8	9,589E+7
$W_{y,7eff}$ (mm ³)	1E+300	1,883E+8	3,969E+8	1,85E+8	3,969E+8	8,554E+7
$W_{y,8eff}$ (mm ³)	1E+300	1,819E+8	3,765E+8	1,788E+8	3,765E+8	8,342E+7
$S_{y,1eff}$ (mm ³)	4,809E+7	7,431E+7	9,555E+7	7,379E+7	9,555E+7	5,203E+7
$S_{y,2eff}$ (mm ³)	5,581E+7	9,316E+7	1,27E+8	9,237E+7	1,27E+8	6,111E+7
$S_{y,3eff}$ (mm ³)	3,975E+7	8,67E+7	1,247E+8	8,575E+7	1,247E+8	4,681E+7
$S_{y,4eff}$ (mm ³)	1,565E-291	6,101E+7	1,104E+8	5,978E+7	1,104E+8	9,17E+6

Le caratteristiche efficaci sono state calcolate iterativamente in 1 iterazioni, con la seguente variazione percentuale del coefficiente ψ

$(\psi_1 - \psi_0) / \psi_0 * 100$	3,11
$(\psi_2 - \psi_1) / \psi_1 * 100$	
$(\psi_3 - \psi_2) / \psi_2 * 100$	
$(\psi_4 - \psi_3) / \psi_3 * 100$	
$(\psi_5 - \psi_4) / \psi_4 * 100$	

Momento aggiuntivo per traslazione dell'asse neutro(Comb. Mmin)

	Fase 1	Fase 2a	Fase 2b	Fase 2c	Fase 3a	Fase 3b
$\Delta M_{Fessurata}$ (kNm)	-4,26E+3	-3,089E+2	-2,059E+1	0E+00	0E+00	-1,098E+4
$\Delta M_{Non\ fessurata}$ (kNm)	-4,26E+3	-1,101E+2	-2,282E+4	0E+00	-4,476E+2	-7,779E+1

Tensioni normali sulla sezione efficace (Comb. Mmin)

	F. 1	F. 2a Non Fess.	F. 2a Fess.	F. 2b Non Fess.	F. 2b Fess.	F. 2c Non Fess.	F. 2c Fess.	F. 2 tot	F. 3a Non Fess.	F. 3a Fess.	F. 3b Non Fess.	F. 3b Fess.	F. 3 tot	η_1
σ_8	0	-1,5	0	1,7	0	0	0	0	0,5	0	-5,7	0	-5,1	0,255
σ_7	-1,5	-28,8	-63,3	-45,8	1,2	0	0	-62,1	-15,8	-0,6	-33,2	-149,9	-123,6	0,316
σ_6	-1,5	-24,5	-56,4	-42,4	1	0	0	-55,4	-14,6	-0,5	-26	-134,2	-107,6	0,275
σ_5	0	-1,2	0	2,1	0	0	0	0	0,7	0	-3,9	0	-2,3	0,118
σ_4	-174,7	-23,5	-54,8	-41,6	1	0	0	-228,5	-14,3	-0,5	-24,3	-130,5	-278,5	0,824
σ_3	-169,9	-22,5	-53,2	-40,8	1	0	0	-222,1	-14	-0,5	-22,6	-126,8	-269,9	0,798
σ_2	-1,5	-0,1	-0,1	-25,8	0	0	0	-1,6	-10,6	0	-1,8	-4,2	-39,8	0,118
σ_1	105,8	34,8	38,7	4,6	-0,7	0	0	143,8	2,1	0,4	74,5	85,4	221,7	0,695
σ_0	112,8	36,2	41	5,7	-0,8	0	0	153,1	2,5	0,4	77	90,8	234,2	0,734

Massimo coefficiente di utilizzo: 0,824 VERIFICA SODDISFATTA

NOTE

- 1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 2 = 0,15 N/mm²
- 2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 2 = 0,85 N/mm²
 La sezione a fine fase 2 e' stata considerata: Fessurata (t.,b.)
- 3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 = -5,06 N/mm²
- 4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 = -2,35 N/mm²
 La sezione a fine fase 3 e' stata considerata: Non fessurata (t.,b.)

Resistenza a taglio

Valutazione della necessita' di calcolo della resistenza a Shear buckling

$$h_w/t_w=137,141 > 31/\eta * \epsilon_w * (K_\tau)^{0,5}=73,667 \quad \text{Verifica a Shear Buckling: NECESSARIA}$$

Resistenza a taglio Shear buckling: **$V_{b,Rd}=5,346E+6$ N**

Essendo:

$$a/h_w=1,053, \quad \eta=1,2, \quad I_{sl}=1,679E+7(\text{mm}^4), \quad K_{\tau sl}=9,106, \quad K_\tau=12,284$$

$$\text{contributo anima: } V_{bw,Rd}=5,346E+6 \text{ N,} \quad \text{contributo flange: } V_{bf,Rd}=0E+00 \text{ N}$$

$$\chi_w=0,646, \quad \lambda_w=1,285, \quad \tau_{cr}=124,1, \quad C=758,4$$

$$M_{Ed}=M_{Ed,eq}=-1,543E+8 \text{ Nm,} \quad M_{f,Rd}=-4,692E+7 \text{ Nm,} \quad M_{Ed}/M_{f,Rd}=3,288$$

Resistenza plastica: **$V_{pl,Rd}=1,041E+7$ N**

Resistenza a taglio: **$V_{Rd}=\min(V_{pl,Rd}, V_{b,Rd})=5,346E+6$ N**

Coefficienti di utilizzo

$$\eta_3 = V_{Ed}/V_{Rd} = 0,459, \quad (=) \text{ VERIFICA SODDISFATTA}$$

$$\eta_3 = V_{Ed}/V_{bw,Rd} = 0,459, \quad \eta_1 = \max(\eta_i) = 0,824$$

Interazione pressoflessione taglio (N-M-V)

Valutazione della presenza di interazione

$$\eta_3 < 0,5, \quad M_{Ed}/M_{f,Rd} > 1$$

NON C'E' INTERAZIONE

Verifica a stato limite delle tensioni (Comb. Mmax)

Sollecitazioni (Comb. Mmax)

Fase	N (N)	V (N)	M (Nm)	T (Nm)
1	-1,34E+5	-7,92E+5	-1,07E+7	8,72E+5
2a	-1E+4	-2,25E+5	-3,6E+6	5,38E+5
2b	-1E+3	6E+3	8,4E+4	1,2E+4
Rit.Iso	0E+00	0	0E+00	0

2c	0E+00	0E+00	0E+00	0E+00
3a	0E+00	3E+0	3,4E+1	5E+0
Term.Iso	2,04E+6	0	1,34E+6	0
3b	3,41E+5	-1,67E+5	-2,99E+6	1,73E+6
Totale	2,24E+6	-1,18E+6	-1,59E+7	3,15E+6

Tensioni normali sulla sezione lorda (Comb. Mmax)

	F. 1	F. 2a Non Fess.	F. 2a Fess.	F. 2b Non Fess.	F. 2b Fess.	F. 2c Non Fess.	F. 2c Fess.	F. 2 tot	F. 3a Non Fess.	F. 3a Fess.	F. 3b Non Fess.	F. 3b Fess.	F. 3 tot	σ_{id}	η_1
σ_8	0	-1	0	0	0	0	0	-1	-0,3	0	-1,1	0	-2,4	2,4	0,115
σ_7	-1,1	-19	-40,9	0,3	0,9	0	0	-18,7	10,4	0	-6,4	-31,3	-14,7	14,7	0,041
σ_6	-1,1	-16,2	-36,4	0,3	0,8	0	0	-15,9	9,6	0	-4,6	-27,6	-10,9	10,9	0,03
σ_5	0	-0,8	0	0	0	0	0	-0,8	-0,5	0	-0,7	0	-2	2	0,094
σ_4	-124,4	-15,5	-35,4	0,3	0,8	0	0	-139,7	9,4	0	-4,2	-26,7	-134,5	134,5	0,379
σ_3	-120,9	-14,8	-34,3	0,3	0,8	0	0	-135,5	9,2	0	-3,8	-25,8	-130,1	135,2	0,381
σ_2	-1,1	-0,1	-0,1	0	0	0	0	-1,1	7	0	1,2	2,6	7	48,5	0,137
σ_1	78,7	23,2	25,9	-0,5	-0,6	0	0	101,4	-1,2	0	19,5	24,2	119,6	126,1	0,376
σ_0	83,7	24,2	27,4	-0,6	-0,6	0	0	107,4	-1,5	0	20,1	25,4	125,9	125,9	0,376
τ_4	0	-0,1	0	0	0	0	0	-0,1	0	0	-0,1	0	-0,2		
τ_3	-13	-4,6	-3,9	0,1	0,1	0	0	-17,5	0	0	-3,7	-2,9	-21,1		
τ_2	-19,1	-5	-5,3	0,1	0,1	0	0	-24	0	0	-3,7	-3,9	-27,7		
τ_1	-16,4	-4	-4,5	0,1	0,1	0	0	-20,3	0	0	-2,8	-3,3	-23,1		
τ_0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		

Massimo coefficiente di utilizzo: 0,381 VERIFICA SODDISFATTA

NOTE

- 1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 2 = -0,98 N/mm²
- 2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 2 = -0,77 N/mm²
La sezione a fine fase 2 e' stata considerata: Non fessurata (t.,b.)
- 3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 = -2,41 N/mm²
- 4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 = -1,98 N/mm²
La sezione a fine fase 3 e' stata considerata: Non fessurata (t.,b.)

Verifica a stato limite delle tensioni (Comb. Mmin)**Sollecitazioni (Comb. Mmin)**

Fase	N (N)	V (N)	M (Nm)	T (Nm)
1	-1,34E+5	-7,92E+5	-1,07E+7	8,72E+5
2a	-1E+4	-2,25E+5	-3,6E+6	5,38E+5
2b	-1E+3	6E+3	8,4E+4	1,2E+4
Rit.Iso	-4,42E+6	0	-4,07E+6	0
2c	0E+00	0E+00	0E+00	0E+00
3a	0E+00	-3E+3	-3,4E+4	-5E+3
Term.Iso	-2,04E+6	0	-1,34E+6	0
3b	-3,56E+5	-6,42E+5	-9,15E+6	-3,1E+4
Totale	-6,96E+6	-1,66E+6	-2,88E+7	1,39E+6

Tensioni normali sulla sezione lorda (Comb. Mmin)

	F. 1	F. 2a Non Fess.	F. 2a Fess.	F. 2b Non Fess.	F. 2b Fess.	F. 2c Non Fess.	F. 2c Fess.	F. 2 tot	F. 3a Non Fess.	F. 3a Fess.	F. 3b Non Fess.	F. 3b Fess.	F. 3 tot	σ_{id}	η_1
σ_8	0	-1	0	1,4	0	0	0	0	0,3	0	-4,1	0	-3,4	3,4	0,162
σ_7	-1,1	-19	-40,9	-37,7	0,9	0	0	-40	-10,4	-0,4	-24,3	-106,5	-91,4	91,4	0,254
σ_6	-1,1	-16,2	-36,4	-34,9	0,8	0	0	-35,6	-9,6	-0,3	-19	-95,1	-79,7	79,7	0,221
σ_5	0	-0,8	0	1,8	0	0	0	0	0,5	0	-2,9	0	-1,4	1,4	0,067
σ_4	-124,4	-15,5	-35,4	-34,2	0,8	0	0	-159	-9,5	-0,3	-17,7	-92,5	-201,3	201,3	0,567
σ_3	-120,9	-14,8	-34,3	-33,6	0,8	0	0	-154,5	-9,3	-0,3	-16,5	-89,8	-195,1	202,6	0,571
σ_2	-1,1	-0,1	-0,1	-21,2	0	0	0	-1,2	-7	0	-1,2	-2,7	-30,5	73,1	0,206
σ_1	78,7	23,2	25,9	4	-0,6	0	0	104	1,4	0,2	54,8	63,3	162,3	171	0,51
σ_0	83,7	24,2	27,4	5	-0,6	0	0	110,5	1,7	0,3	56,7	67,2	171,3	171,3	0,511
τ_4	0	-0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	-0,3	-0,1	-0,4		
τ_3	-13	-4,6	-3,9	0,1	0,1	0	0	-16,8	-0,1	-0,1	-14	-11,1	-31,6		

τ_2	-19,1	-5	-5,3	0,1	0,1	0	0	-24,2	-0,1	-0,1	-14,3	-15,1	-38,3		
τ_1	-16,4	-4	-4,5	0,1	0,1	0	0	-20,8	-0,1	-0,1	-10,8	-12,8	-31,1		
τ_0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		

Massimo coefficiente di utilizzo: 0,571 VERIFICA SODDISFATTA

NOTE

- 1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 2 = 0,42 N/mm²
- 2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 2 = 0,96 N/mm²
La sezione a fine fase 2 e' stata considerata: Fessurata (t.,b.)
- 3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 = -3,39 N/mm²
- 4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 = -1,41 N/mm²
La sezione a fine fase 3 e' stata considerata: Non fessurata (t.,b.)

SLE: Verifica a web breathing (Comb. Mmax)

Sollecitazioni (Comb. Mmax)

Fase	N (N)	V (N)	M (Nm)	T (Nm)
1	-1,34E+5	-7,92E+5	-1,07E+7	8,72E+5
2a	-1E+4	-2,25E+5	-3,6E+6	5,38E+5
2b	-1E+3	6E+3	8,4E+4	1,2E+4
Rit.Iso	0E+00	0	0E+00	0
2c	0E+00	0E+00	0E+00	0E+00
3a	0E+00	2E+0	2,9E+1	4E+0
Term.Iso	1,7E+6	0	1,12E+6	0
3b	0E+00	-5,2E+4	-1,13E+6	8,38E+5
Totale	1,56E+6	-1,06E+6	-1,42E+7	2,26E+6

Tensioni normali sulla sezione efficace (Comb. Mmax)

	F. 1	F. 2a Non Fess.	F. 2a Fess.	F. 2b Non Fess.	F. 2b Fess.	F. 2c Non Fess.	F. 2c Fess.	F. 2 tot	F. 3a Non Fess.	F. 3a Fess.	F. 3b Non Fess.	F. 3b Fess.	F. 3 tot
σ_8	0	-1	0	0	0	0	0	-1	-0,3	0	-0,5	0	-1,7
σ_7	-1,1	-19,2	-42,2	0,3	1	0	0	-18,8	8,7	0	-2,8	-13,2	-13
σ_6	-1,1	-16,3	-37,7	0,3	0,9	0	0	-16,1	8	0	-2,2	-11,8	-10,2
σ_5	0	-0,8	0	0	0	0	0	-0,8	-0,4	0	-0,3	0	-1,5
σ_4	-129,5	-15,7	-36,6	0,3	0,8	0	0	-144,9	7,9	0	-2	-11,4	-139,1
σ_3	-125,9	-15	-35,5	0,3	0,8	0	0	-140,7	7,7	0	-1,9	-11,1	-134,8
σ_2	-1,1	-0,1	-0,1	0	0	0	0	-1,2	5,9	0	0	0	4,7
σ_1	78,4	23,2	25,8	-0,5	-0,6	0	0	101	-1	0	6,9	8,1	107
σ_0	83,6	24,1	27,3	-0,6	-0,6	0	0	107,2	-1,2	0	7,1	8,6	113,1

NOTE

- 1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 2 = -0,99 N/mm²
- 2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 2 = -0,78 N/mm²
La sezione a fine fase 2 e' stata considerata: Non fessurata (t.,b.)
- 3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 = -1,74 N/mm²
- 4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 = -1,54 N/mm²
La sezione a fine fase 3 e' stata considerata: Non fessurata (t.,b.)

Verifica dell'intera anima (Comb. Mmax)

	Anima
b (mm)	2468,5
σ_{sup} (N/mm ²)	-134,7
σ_{inf} (N/mm ²)	106,99
σ_{Ed} (N/mm ²)	134,7
K_σ	18,98
σ_{cr0E} (N/mm ²)	10,1
τ_{Ed} (N/mm ²)	21,63
$\sigma_{cr}(P)$ (N/mm ²)	746,12
$\sigma_{cr}(C)$ (N/mm ²)	685,96
ξ	0,088
σ_{cr} (N/mm ²)	696,05

K_{τ}	12,28
$K_{\tau_{sl}}$	9,11
Coefficienti di utilizzo	0,272
Esito	VERIFICA SODDISFATTA

Verifica locale dei sub pannelli (Comb. Mmax)

	Sub pannello 1	Sub pannello 2
b (mm)	576,2	1892,3
σ_{sup} (N/mm ²)	-134,7	-78,28
σ_{inf} (N/mm ²)	-78,28	106,99
σ_{Ed} (N/mm ²)	134,7	78,28
τ_{Ed} (N/mm ²)	21,63	21,63
σ_{cr0E} (N/mm ²)	185,41	17,19
$\sqrt{\sigma}$	0,581	-1,367
K_{σ}	5	33,5
σ_{cr} (N/mm ²)	932,08	575,83
K_{τ}	5,54	7,46
τ_{cr}	1026,53	128,23
Coefficienti di utilizzo	0,146	0,23
Esito	VERIFICA SODDISFATTA	VERIFICA SODDISFATTA

SLE: Verifica a web breathing (Comb. Mmin)**Sollecitazioni (Comb. Mmin)**

Fase	N (N)	V (N)	M (Nm)	T (Nm)
1	-1,34E+5	-7,92E+5	-1,07E+7	8,72E+5
2a	-1E+4	-2,25E+5	-3,6E+6	5,38E+5
2b	-1E+3	6E+3	8,4E+4	1,2E+4
Rit.Iso	-4,42E+6	0	-4,07E+6	0
2c	0E+00	0E+00	0E+00	0E+00
3a	0E+00	-2E+3	-2,9E+4	-4E+3
Term.Iso	-1,7E+6	0	-1,12E+6	0
3b	-4E+3	-3,8E+5	-4,91E+6	1,1E+4
Totale	-6,27E+6	-1,39E+6	-2,44E+7	1,43E+6

Tensioni normali sulla sezione efficace (Comb. Mmin)

	F. 1	F. 2a Non Fess.	F. 2a Fess.	F. 2b Non Fess.	F. 2b Fess.	F. 2c Non Fess.	F. 2c Fess.	F. 2 tot	F. 3a Non Fess.	F. 3a Fess.	F. 3b Non Fess.	F. 3b Fess.	F. 3 tot
σ_8	0	-1	0	1,4	0	0	0	0	0,3	0	-2,1	0	-1,5
σ_7	-1,1	-19,2	-42,3	-38,2	1	0	0	-41,3	-8,8	-0,3	-12,4	-57,6	-78,6
σ_6	-1,1	-16,4	-37,7	-35,4	0,9	0	0	-36,9	-8,1	-0,3	-9,5	-51,4	-69,4
σ_5	0	-0,8	0	1,7	0	0	0	0	0,4	0	-1,4	0	-0,1
σ_4	-129,9	-15,7	-36,7	-34,8	0,8	0	0	-165,7	-8	-0,3	-8,9	-49,9	-197,2
σ_3	-126,3	-15	-35,6	-34,1	0,8	0	0	-161,1	-7,8	-0,3	-8,2	-48,5	-191,4
σ_2	-1,1	-0,1	-0,1	-21,5	0	0	0	-1,2	-5,9	0	0	0	-28,6
σ_1	78,4	23,2	25,8	3,8	-0,6	0	0	103,5	1,1	0,2	30,1	35,2	136,5
σ_0	83,5	24,1	27,3	4,7	-0,6	0	0	110,2	1,4	0,2	31,1	37,4	144,8

NOTE

- 1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 2 = 0,37 N/mm²
- 2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 2 = 0,91 N/mm²
La sezione a fine fase 2 e' stata considerata: Fessurata (t.,b.)
- 3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 = -1,49 N/mm²
- 4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 = -0,12 N/mm²
La sezione a fine fase 3 e' stata considerata: Non fessurata (t.,b.)

Verifica dell'intera anima (Comb. Mmin)

	Anima
b (mm)	2468,5

σ_{sup} (N/mm ²)	-191,3
σ_{inf} (N/mm ²)	136,55
σ_{Ed} (N/mm ²)	191,3
K_{σ}	17,28
σ_{cr0E} (N/mm ²)	10,1
τ_{Ed} (N/mm ²)	28,33
$\sigma_{cr}(P)$ (N/mm ²)	703,4
$\sigma_{cr}(C)$ (N/mm ²)	646,95
ξ	0,087
σ_{cr} (N/mm ²)	656,37
K_{τ}	12,28
$K_{\tau sl}$	9,11
Coefficienti di utilizzo	0,385
Esito	VERIFICA SODDISFATTA

Verifica locale dei sub pannelli (Comb. Mmin)

	Sub pannello 1	Sub pannello 2
b (mm)	576,2	1892,3
σ_{sup} (N/mm ²)	-191,3	-114,77
σ_{inf} (N/mm ²)	-114,77	136,55
σ_{Ed} (N/mm ²)	191,3	114,77
τ_{Ed} (N/mm ²)	28,33	28,33
σ_{cr0E} (N/mm ²)	185,41	17,19
ψ	0,6	-1,19
K_{σ}	5	28,7
σ_{cr} (N/mm ²)	921,47	492,95
K_{τ}	5,54	7,46
τ_{cr}	1026,53	128,23
Coefficienti di utilizzo	0,21	0,337
Esito	VERIFICA SODDISFATTA	VERIFICA SODDISFATTA

Verifica connessione trave soletta

Caratteristiche generali

Numero di pioli per unita' di lunghezza, n (m ⁻¹)	26
Diametro dei pioli, d (mm)	22
Altezza dei pioli, h (mm)	200
Resistenza ultima dei pioli, α	1
Coefficiente di sicurezza parziale, γ_v	1,25
Resistenza ultima dei pioli, f_u (N/mm ²)	450
Coefficiente E_{cm} (N/mm ²)	34077
Resistenza caratteristica cilindrica, f_{ck} (N/mm ²)	35

Resistenza della connessione

Resistenza a taglio del piolo, $P_{Rd1} = 0.8 f_u \pi d^2 / 4 / \gamma_v$, (N)	109478,22
Resistenza per schiacciamento del calcestruzzo, $P_{Rd2} = 0.29 \alpha d^2 (f_{ck} E_{cm})^{0.5} / \gamma_v$, (N)	122630,64
Resistenza di progetto del piolo $P_{Rd} = \text{Min}(P_{Rd1}, P_{Rd2})$, (N)	109478,22

Verifica elastica allo SLU

Coefficiente di utilizzo (Comb. Mmax)

Resistenza di progetto per unita' di lunghezza, $v_{Rd} = n P_{Rd} K_s$ (N/mm)	2846,4
Fattore di riduzione, K_s	1.00
Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo v_{Ed} (N/mm)	-177,9
Coefficiente di utilizzo v_{Ed} / v_{Rd}	0,062
VERIFICA SODDISFATTA	

Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo (Comb. Mmax)

Fase	V_{Ed} (N)	$S_{y,4}$ (mm ³)	J_y (mm ⁴)	V_{Ed} (N/mm)
Fase 2a	-3,38E+5	6,059E+7	2,167E+11	-94,5

Fase 2b	7E+3	7,738E+7	2,427E+11	2,2
Fase 2c	0E+00	5,936E+7	2,148E+11	0
Fase 3a	4E+0	1,104E+8	2,94E+11	0
Fase 3b	-2,28E+5	1,104E+8	2,94E+11	-85,6
Totale				-177,9

Coefficiente di utilizzo (Comb. Mmin)

Resistenza di progetto per unita' di lunghezza, $v_{Rd} = n P_{Rd} K_s$ (N/mm)	2846,4
Fattore di riduzione, K_s	1.00
Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo v_{Ed} (N/mm)	-422,7
Coefficiente di utilizzo v_{Ed}/v_{Rd}	0,148
VERIFICA SODDISFATTA	

Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo (Comb. Mmin)

Fase	V_{Ed} (N)	$S_{y,4eff}$ (mm ³)	$J_{y,eff}$ (mm ⁴)	V_{Ed} (N/mm)
Fase 2a	-3,38E+5	6,101E+7	2,16E+11	-95,5
Fase 2b	7E+3	7,774E+7	2,424E+11	2,2
Fase 2c	0E+00	5,978E+7	2,141E+11	0
Fase 3a	-4E+3	1,104E+8	2,939E+11	-1,5
Fase 3b	-8,73E+5	1,104E+8	2,939E+11	-328
Totale				-422,7

Verifica elastica allo SLE

Coefficiente di utilizzo (Comb. Mmax)

Resistenza di progetto per unita' di lunghezza, $v_{Rd} = n P_{Rd} K_s$ (N/mm)	1707,9
Fattore di riduzione, K_s	0,6
Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo v_{Ed} (N/mm)	-123,7
Coefficiente di utilizzo v_{Ed}/v_{Rd}	0,072
VERIFICA SODDISFATTA	

Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo (Comb. Mmax)

Fase	V_{Ed} (N)	$S_{y,4}$ (mm ³)	J_y (mm ⁴)	V_{Ed} (N/mm)
Fase 2a	-2,25E+5	6,059E+7	2,167E+11	-62,9
Fase 2b	6E+3	7,738E+7	2,427E+11	1,9
Fase 2c	0E+00	5,936E+7	2,148E+11	0
Fase 3a	3E+0	1,104E+8	2,94E+11	0
Fase 3b	-1,67E+5	1,104E+8	2,94E+11	-62,7
Totale				-123,7

Coefficiente di utilizzo (Comb. Mmin)

Resistenza di progetto per unita' di lunghezza, $v_{Rd} = n P_{Rd} K_s$ (N/mm)	1707,9
Fattore di riduzione, K_s	0,6
Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo v_{Ed} (N/mm)	-303,2
Coefficiente di utilizzo v_{Ed}/v_{Rd}	0,178
VERIFICA SODDISFATTA	

Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo (Comb. Mmin)

Fase	V_{Ed} (N)	$S_{y,4}$ (mm ³)	J_y (mm ⁴)	V_{Ed} (N/mm)
Fase 2a	-2,25E+5	6,059E+7	2,167E+11	-62,9
Fase 2b	6E+3	7,738E+7	2,427E+11	1,9
Fase 2c	0E+00	5,936E+7	2,148E+11	0
Fase 3a	-3E+3	1,104E+8	2,94E+11	-1,1
Fase 3b	-6,42E+5	1,104E+8	2,94E+11	-241
Totale				-303,2

Sezione C4 2 2

Pre-classificazione

La preclassificazione e' riferita alla sezione composta in Fase 3

Caratteristiche plastiche dei singoli componenti

Componenti	$N_{pl} (N)$	$z_N (mm)$	$z_{max} (mm)$	$z_{min} (mm)$
Strato di calcestruzzo superiore	3,143E+6	2620,19	2640	2600,38
Strato di calcestruzzo intermedio alle armature	1,343E+7	2515	2599,62	2430,38
Strato di calcestruzzo inferiore	3,143E+6	2409,81	2429,62	2390
Strato di armatura superiore	1,205E+6	2600	2600,38	2599,62
Strato di armatura inferiore	1,205E+6	2430	2430,38	2429,62
Raccordo in cls	0E+00	2390	2390	2390
Flangia superiore della trave di acciaio	9,467E+6	2370	2390	2350
Anima della trave di acciaio	1,502E+7	1204	2350	58
Flangia inferiore della trave di acciaio	1,665E+7	29	58	0
Compressione ultima per la sezione completa	-6,326E+7			
Trazione ultima per la sezione completa	4,355E+7			
Compressione ultima per la sezione senza anima	-4,824E+7			
Trazione ultima per la sezione senza anima	2,853E+7			

Classificazione delle piattabande

	c/t	ε	Flessione semplice con fibre tese superiori (M+)	Flessione semplice con fibre tese inferiori (M-)
Flangia superiore	8,508	0,814	1	0
Flangia inferiore	7,591	0,838	2	1

Classificazione dell'anima

	c/t	ε	α	ψ	classe
Flessione semplice con fibre tese superiori (M+)	137,141	0,814	0,341	-1,319	4
Flessione semplice con fibre tese inferiori (M-)	137,141	0,814	0,003	-0,272	1
Compressione semplice (N)	137,141	0,814	1	1	4

Verifiche S.L.U. sezione composta (Comb. Mmax)**Sollecitazioni (Comb. Mmax)**

Fase	$N (N)$	$V (N)$	$M (Nm)$	$T (Nm)$
1	-1,81E+5	-1,36E+6	-7,95E+6	1,18E+6
2a	-1,5E+4	-4,74E+5	-3,22E+6	8,08E+5
2b	-1E+3	7E+3	6,3E+4	1,4E+4
Rit.Iso	0E+00	0	0E+00	0
2c	0E+00	0E+00	0E+00	0E+00
3a	0E+00	4E+0	3,1E+1	8E+0
Term.Iso	3,07E+6	0	2,01E+6	0
3b	5,12E+5	-3,65E+5	-2,2E+6	2,37E+6
Totale	3,38E+6	-2,19E+6	-1,13E+7	4,36E+6

Pressoflessione - Analisi plastica**Classificazione della sezione (Comb. Mmax)**

	c/t	$z_{pl} (mm)$	α	ψ	Classe
Anima	137,14	2356,96	0	-1	1
Piattabanda superiore	8,51				1
Piattabanda inferiore	7,59				1
classe della sezione					1

Analisi plastica: APPLICABILE

Verifica plastica a Presso-Tenso flessione (Comb. Mmax)

Azione assiale		Flessione semplice		Interazione N/M	
$N_{Ed} (N)$	3,382E+6	$M_{Ed} (Nm)$	-1,13E+7	$N_{Ed} (N)$	3,382E+6
$N_{Rd} (N)$	4,355E+7	$M_{Rd} (Nm)$	-5,971E+7	$M_{Ed} (Nm)$	-1,13E+7
				$M_{Rd} (Nm)$	-5,804E+7
N_{Ed}/N_{Rd}	0,078	M_{Ed}/M_{Rd}	0,189	M_{Ed}/M_{Rd}	0,195

VERIFICA SODDISFATTA

Pressoflessione - Calcolo tensioni lorde**Tensioni normali sulla sezione lorda (Comb. Mmax)**

	F. 1	F. 2a	F. 2a	F. 2b	F. 2b	F. 2c	F. 2c	F. 2 tot	F. 3a	F. 3a	F. 3b	F. 3b	F. 3 tot	η_1
		Non	Fess.	Non	Fess.	Non	Fess.		Non	Fess.	Non	Fess.		

		Fess.		Fess.		Fess.		Fess.		Fess.		Fess.		
σ_8	0	-0,9	0	0	0	0	0	-0,9	-0,5	0	-0,7	0	-2	0,103
σ_7	-1,5	-17	-36,6	0,3	0,7	0	0	-16,8	15,5	0	-3,8	-21	-5	0,013
σ_6	-1,5	-14,5	-32,6	0,2	0,6	0	0	-14,3	14,4	0	-2,5	-18,3	-2,4	0,006
σ_5	0	-0,7	0	0	0	0	0	-0,7	-0,8	0	-0,4	0	-1,8	0,093
σ_4	-93	-13,9	-31,7	0,2	0,6	0	0	-106,7	14,1	0	-2,2	-17,7	-94,8	0,281
σ_3	-90,4	-13,3	-30,8	0,2	0,6	0	0	-103,5	13,8	0	-1,9	-17	-91,6	0,271
σ_2	-1,5	-0,1	-0,1	0	0	0	0	-1,5	10,5	0	1,7	3,9	10,7	0,032
σ_1	57,8	20,8	23,1	-0,4	-0,5	0	0	78,1	-1,9	0	15,2	19,8	91,5	0,287
σ_0	61,5	21,6	24,5	-0,4	-0,5	0	0	82,7	-2,2	0	15,7	20,7	96,1	0,301

Massimo coefficiente di utilizzo: 0,301 VERIFICA NON SIGNIFICATIVA

NOTE

1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 2 = -0,88 N/mm²

2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 2 = -0,7 N/mm²

La sezione a fine fase 2 e' stata considerata: Non fessurata (t.,b.)

3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 = -2,05 N/mm²

4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 = -1,84 N/mm²

La sezione a fine fase 3 e' stata considerata: Non fessurata (t.,b.)

Resistenza a taglio

Valutazione della necessita' di calcolo della resistenza a Shear buckling

$$h_w/t_w=137,141 > 31/\eta * \epsilon_w * (K_\tau)^{0.5}=73,667 \quad \text{Verifica a Shear Buckling: NECESSARIA}$$

Resistenza a taglio Shear buckling: **$V_{b,Rd}=6,467E+6$ N**

Essendo:

$$a/h_w=1,053, \quad \eta=1,2, \quad I_{sl}=1,679E+7(\text{mm}^4), \quad K_{\tau sl}=9,106, \quad K_\tau=12,284$$

$$\text{contributo anima: } V_{bw,Rd}=5,346E+6 \text{ N,} \quad \text{contributo flange: } V_{bf,Rd}=1,121E+6 \text{ N}$$

$$\chi_w=0,646, \quad \lambda_w=1,285, \quad \tau_{cr}=124,1, \quad C=758,4$$

$$M_{Ed}=-1,13E+7 \text{ Nm,} \quad M_{f,Rd}=-4,048E+7 \text{ Nm,} \quad M_{Ed}/M_{f,Rd}=0,279$$

Resistenza plastica: **$V_{pl,Rd}=1,041E+7$ N**

Resistenza a taglio: **$V_{Rd}=\min(V_{pl,Rd}, V_{b,Rd})=6,467E+6$ N**

Coefficienti di utilizzo

$$\eta_3 = V_{Ed}/V_{Rd} = 0,364, \quad (=) \text{ VERIFICA SODDISFATTA}$$

$$\eta_3 = V_{Ed}/V_{bw,Rd} = 0,441, \quad \eta_1 = M_{Ed}/M_{f,Rd} = 0,195$$

Interazione pressoflessione taglio (N-M-V)

Valutazione della presenza di interazione

$$\eta_3 < 0,5, \quad M_{Ed}/M_{f,Rd} < 1$$

NON C'E' INTERAZIONE

Verifiche S.L.U. sezione composta (Comb. Mmin)

Sollecitazioni (Comb. Mmin)

Fase	N (N)	V (N)	M (Nm)	T (Nm)
1	-1,81E+5	-1,36E+6	-7,95E+6	1,18E+6
2a	-1,5E+4	-4,74E+5	-3,22E+6	8,08E+5
2b	-1E+3	7E+3	6,3E+4	1,4E+4
Rit.Iso	-5,3E+6	0	-4,88E+6	0
2c	0E+00	0E+00	0E+00	0E+00
3a	0E+00	-4E+3	-3,1E+4	-8E+3
Term.Iso	-3,07E+6	0	-2,01E+6	0
3b	-5,33E+5	-1,08E+6	-7,26E+6	-5,2E+4
Totale	-9,1E+6	-2,9E+6	-2,53E+7	1,94E+6

Pressoflessione - Analisi plastica

Classificazione della sezione (Comb. Mmin)

	c/t	$z_{pl} (mm)$	α	ψ	Classe
Anima	137,14	1649,08	0,31	-0,75	4
Piattabanda superiore	8,51				1
Piattabanda inferiore	7,59				1
classe della sezione					4
Analisi plastica: NON APPLICABILE					

Verifica plastica a Presso-Tenso flessione (Comb. Mmin)

Azione assiale		Flessione semplice		Interazione N/M	
$N_{Ed} (N)$	-9,099E+6	$M_{Ed} (Nm)$	-2,529E+7	$N_{Ed} (N)$	-9,099E+6
$N_{Rd} (N)$	-6,326E+7	$M_{Rd} (Nm)$	-5,971E+7	$M_{Ed} (Nm)$	-2,529E+7
				$M_{Rd} (Nm)$	-6,095E+7
N_{Ed}/N_{Rd}	0,144	M_{Ed}/M_{Rd}	0,424	M_{Ed}/M_{Rd}	0,415
VERIFICA NON SIGNIFICATIVA					

Pressoflessione - Calcolo tensioni lorde**Tensioni normali sulla sezione lorda (Comb. Mmin)**

	F. 1	F. 2a Non Fess.	F. 2a Fess.	F. 2b Non Fess.	F. 2b Fess.	F. 2c Non Fess.	F. 2c Fess.	F. 2 tot	F. 3a Non Fess.	F. 3a Fess.	F. 3b Non Fess.	F. 3b Fess.	F. 3 tot	η_1
σ_8	0	-0,9	0	1,7	0	0	0	0	0,5	0	-3,4	0	-2,1	0,107
σ_7	-1,5	-17	-36,6	-45,4	0,7	0	0	-35,9	-15,6	-0,4	-20,1	-86,4	-98,1	0,251
σ_6	-1,5	-14,5	-32,6	-42	0,6	0	0	-32	-14,4	-0,3	-15,9	-77,4	-86,8	0,222
σ_5	0	-0,7	0	2,1	0	0	0	0	0,8	0	-2,4	0	-0,3	0,014
σ_4	-93	-13,9	-31,7	-41,2	0,6	0	0	-124,1	-14,1	-0,3	-14,9	-75,3	-177,2	0,524
σ_3	-90,4	-13,3	-30,8	-40,4	0,6	0	0	-120,6	-13,9	-0,3	-13,9	-73,2	-171,9	0,509
σ_2	-1,5	-0,1	-0,1	-25,4	0	0	0	-1,6	-10,5	0	-1,8	-4,1	-39,2	0,116
σ_1	57,8	20,8	23,1	5,1	-0,5	0	0	80,4	2	0,2	42,7	48,3	128,3	0,402
σ_0	61,5	21,6	24,5	6,2	-0,5	0	0	85,5	2,4	0,2	44,1	51,4	135,9	0,426

Massimo coefficiente di utilizzo: 0,524 VERIFICA NON SIGNIFICATIVA

NOTE

- 1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 2 = 0,8 N/mm²
- 2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 2 = 1,38 N/mm²
La sezione a fine fase 2 e' stata considerata: Fessurata (t.,b.)
- 3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 = -2,13 N/mm²
- 4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 = -0,27 N/mm²
La sezione a fine fase 3 e' stata considerata: Non fessurata (t.,b.)

Pressoflessione - Calcolo tensioni efficaci**Area efficace per shear lag e/o buckling delle flange(Comb. Mmin)**

Componente	$b (mm)$	$t (mm)$	λ_p	ρ	$A_{c,eff} (mm^2)$	β^k	$A_{c,eff} * \beta^k (mm^2)$
Piattabanda superiore SX	350	40	---	---	---	1	14000
Piattabanda superiore DX	350	40	---	---	---	1	14000
Piattabanda inferiore SX	450	58	---	---	---	1	26100
Piattabanda inferiore DX	450	58	---	---	---	1	26100

Instabilita' locale dei pannelli d'anima (Comb. Mmin)

	Anima	Sub pannello 1	Sub pannello 2
$b (mm)$	2468,54	576,21	1892,33
$\sigma_{cr0E} (N/mm^2)$	10,1	185,41	17,19
$\sigma_{sup} (N/mm^2)$	-176,78	-176,78	-105,74
$\sigma_{inf} (N/mm^2)$	127,58	-105,74	127,58
ψ	-0,72	0,6	-1,21
K_σ	17,44	4,98	29,12
λ_p	1,42	0,62	0,84
$b_c (mm)$	1433,79	576,21	857,59
$b_{c, sup} (mm)$	573,52	261,8	343,03
$b_{c, inf} (mm)$	860,28	314,41	514,55
ρ_{loc}	0,64	1	1

b_{ceff} (mm)	920,99	576,21	857,59
$b_{ceff\ sup}$ (mm)	368,39	261,8	343,03
$b_{ceff\ sup}$ (mm)	552,59	314,41	514,55
ϕ_{Foro} (mm)	512,81	0	0

Caratteristiche dell'anima compressa, irrigidenti esclusi (Comb. Mmin)

	$A(mm^2)$	z_G (mm)	J_y (mm ⁴)
A_c Edge sup	4,712E+3	2321,6	2,692E+7
A_c 1	1,183E+4	1862	4,262E+8
A_c 2	0E+00	0	0E+00
A_c Edge inf	9,262E+3	1276	2,044E+8
A_c tot	2,581E+4	1735,6	4,421E+9
A_c	1,408E+4		

Caratteristiche dell'anima compressa, depurata per instabilita' locale (Comb. Mmin)

	$A(mm^2)$	z_G (mm)	J_y (mm ⁴)
$A_{c,eff}$ Edge sup	4,712E+3	2321,6	2,692E+7
$A_{c,eff}$ 1	1,183E+4	1862	4,262E+8
$A_{c,eff}$ 2	0E+00	0	0E+00
$A_{c,eff}$ Edge inf	9,262E+3	1276	2,044E+8
$A_{c,eff}$ tot	2,581E+4	1735,6	4,421E+9
$A_{c,eff,loc}$	1,408E+4		

Tensioni critiche per l'anima (Comb. Mmin)

	<i>Stiffener 1</i>
A_{sl} (mm ²)	1,408E+4
e_{sl} (mm)	-13,4
I_{sl} (mm ⁴)	1,788E+7
$A_{sl,eff}$ (mm ²)	1,408E+4
$e_{sl,eff}$ (mm)	-13,4
$I_{sl,eff}$ (mm ⁴)	1,788E+7
$\sigma_{cr,sl,i}$ (p)	423,17
$\sigma_{cr,p,i}$ (p)	707,49
$\sigma_{cr,sl}$ (C)	389,19
$\sigma_{cr,c}$ (C)	650,69
α_e	0,668

Coefficienti di riduzione per instabilita' globale dell'anima (Comb. Mmin)

	<i>Piastra</i>		<i>Colonna</i>
$\sigma_{cr,p}$ (p)	707,49	$\sigma_{cr,c}$ (C)	1
β_{ac} (p)	1	β_{ac} (C)	0,739
λ_p	0,708	λ_c	0,703
ρ_p	1	χ_c	

Anima depurata per instabilita' locale e globale dell'anima (Comb. Mmin)

	$A(mm^2)$	z_G (mm)	J_y (mm ⁴)
Edge sup	4,712E+3	2321,6	2,692E+7
1	8,317E+3	1862	2,996E+8
2	0E+00	0	0E+00
Edge inf	9,262E+3	1276	2,044E+8
Totale	2,229E+4	1715,7	4,23E+9

Depurazione complessiva da applicare alla sezione (Comb. Mmin)

	ΔA (mm ²)	z_G (mm)	ΔJ_y (mm ⁴)
Anima	-3,517E+3	1862	-1,267E+8
Piattabanda superiore	0E+00	0	0E+00
Piattabanda inferiore	0E+00	0	0E+00

Caratteristiche geometriche efficaci (Comb. Mmin)

	<i>Fase 1</i>	<i>Fase 2a</i>	<i>Fase 2b</i>	<i>Fase 2c</i>	<i>Fase 3</i>	<i>Fessurata</i>
A (mm ²)	1,211E+5	1,785E+5	2,895E+5	1,769E+5	2,895E+5	1,273E+5
z_G (mm)	948,04	1452,028	1859,543	1441,923	1859,543	1023,849
Δz_{Geff} (mm)	25,79	7,92	0,03	8,19	0,03	22,54

$J_{y,eff}$ (mm ⁴)	1,2E+11	2,16E+11	2,939E+11	2,141E+11	2,939E+11	1,345E+11
$W_{y,0eff}$ (mm ³)	-1,266E+8	-1,487E+8	-1,581E+8	-1,485E+8	-1,581E+8	-1,313E+8
$W_{y,1eff}$ (mm ³)	-1,349E+8	-1,549E+8	-1,631E+8	-1,547E+8	-1,631E+8	-1,392E+8
$W_{y,3eff}$ (mm ³)	8,561E+7	2,405E+8	5,992E+8	2,357E+8	5,992E+8	1,014E+8
$W_{y,4eff}$ (mm ³)	8,324E+7	2,303E+8	5,541E+8	2,258E+8	5,541E+8	9,842E+7
$W_{y,5eff}$ (mm ³)	1E+300	2,303E+8	5,541E+8	2,258E+8	5,541E+8	9,842E+7
$W_{y,6eff}$ (mm ³)	1E+300	2,208E+8	5,152E+8	2,166E+8	5,152E+8	9,562E+7
$W_{y,7eff}$ (mm ³)	1E+300	1,881E+8	3,969E+8	1,848E+8	3,969E+8	8,531E+7
$W_{y,8eff}$ (mm ³)	1E+300	1,818E+8	3,766E+8	1,787E+8	3,766E+8	8,319E+7
$S_{y,1eff}$ (mm ³)	4,797E+7	7,428E+7	9,555E+7	7,375E+7	9,555E+7	5,193E+7
$S_{y,2eff}$ (mm ³)	5,565E+7	9,312E+7	1,27E+8	9,232E+7	1,27E+8	6,097E+7
$S_{y,3eff}$ (mm ³)	3,981E+7	8,674E+7	1,247E+8	8,58E+7	1,247E+8	4,687E+7
$S_{y,4eff}$ (mm ³)	1,567E-291	6,104E+7	1,104E+8	5,982E+7	1,104E+8	9,182E+6

Le caratteristiche efficaci sono state calcolate iterativamente in 1 iterazioni, con la seguente variazione percentuale del coefficiente ψ

$(\psi_1 - \psi_0)/\psi_0 * 100$	3,3
$(\psi_2 - \psi_1)/\psi_1 * 100$	
$(\psi_3 - \psi_2)/\psi_2 * 100$	
$(\psi_4 - \psi_3)/\psi_3 * 100$	
$(\psi_5 - \psi_4)/\psi_4 * 100$	

Momento aggiuntivo per traslazione dell'asse neutro(Comb. Mmin)

	Fase 1	Fase 2a	Fase 2b	Fase 2c	Fase 3a	Fase 3b
$\Delta M_{Fessurata}$ (kNm)	-4,668E+3	-3,381E+2	-2,254E+1	0E+00	0E+00	-1,201E+4
$\Delta M_{Non fessurata}$ (kNm)	-4,668E+3	-1,188E+2	-2,43E+4	0E+00	-9,1E+1	-1,582E+1

Tensioni normali sulla sezione efficace (Comb. Mmin)

	F. 1	F. 2a Non Fess.	F. 2a Fess.	F. 2b Non Fess.	F. 2b Fess.	F. 2c Non Fess.	F. 2c Fess.	F. 2 tot	F. 3a Non Fess.	F. 3a Fess.	F. 3b Non Fess.	F. 3b Fess.	F. 3 tot	η_1
σ_8	0	-0,9	0	1,7	0	0	0	0	0,5	0	-3,4	0	-2,2	0,112
σ_7	-1,5	-17,2	-37,9	-46	0,7	0	0	-37,1	-15,7	-0,4	-20,1	-89,4	-99,1	0,253
σ_6	-1,5	-14,7	-33,8	-42,6	0,7	0	0	-33,2	-14,6	-0,3	-15,9	-80,2	-87,8	0,224
σ_5	0	-0,7	0	2	0	0	0	0	0,8	0	-2,4	0	-0,4	0,018
σ_4	-97,1	-14,1	-32,8	-41,8	0,6	0	0	-129,3	-14,3	-0,3	-14,9	-78,1	-182,2	0,539
σ_3	-94,4	-13,5	-31,9	-41	0,6	0	0	-125,7	-14	-0,3	-14	-75,9	-176,9	0,523
σ_2	-1,5	-0,1	-0,1	-25,8	0	0	0	-1,6	-10,6	0	-1,8	-4,2	-39,9	0,118
σ_1	57,5	20,7	23	4,8	-0,5	0	0	80,1	1,9	0,2	42,7	48,1	127,6	0,4
σ_0	61,4	21,6	24,4	5,9	-0,5	0	0	85,3	2,3	0,2	44,1	51,2	135,3	0,424

Massimo coefficiente di utilizzo: 0,539 VERIFICA SODDISFATTA

NOTE

- 1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 2 = 0,74 N/mm²
- 2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 2 = 1,32 N/mm²
La sezione a fine fase 2 e' stata considerata: Fessurata (t.,b.)
- 3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 = -2,22 N/mm²
- 4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 = -0,35 N/mm²
La sezione a fine fase 3 e' stata considerata: Non fessurata (t.,b.)

Resistenza a taglio

Valutazione della necessita' di calcolo della resistenza a Shear buckling

$$h_w/t_w = 137,141 > 31/\eta * \epsilon_w * (K_\tau)^{0.5} = 73,667 \quad \text{Verifica a Shear Buckling: NECESSARIA}$$

Resistenza a taglio Shear buckling: $V_{b,Rd} = 5,346E+6$ N

Essendo:

$$a/h_w = 1,053, \quad \eta = 1,2, \quad I_{sl} = 1,679E+7(\text{mm}^4), \quad K_{\tau sl} = 9,106, \quad K_\tau = 12,284$$

$$\text{contributo anima: } V_{bw,Rd} = 5,346E+6 \text{ N,} \quad \text{contributo flange: } V_{bf,Rd} = 0E+00 \text{ N}$$

$$\chi_w = 0,646, \quad \lambda_w = 1,285, \quad \tau_{cr} = 124,1, \quad C = 758,4$$

$$M_{Ed} = M_{Ed,eq} = -1,009E+8 \text{ Nm,} \quad M_{f,Rd} = -4,692E+7 \text{ Nm,} \quad M_{Ed}/M_{f,Rd} = 2,152$$

Resistenza plastica: $V_{pl,Rd} = 1,041E+7$ N

Resistenza a taglio: $V_{Rd} = \min(V_{pl,Rd}, V_{b,Rd}) = 5,346E+6 \text{ N}$

Coefficienti di utilizzo

$$\eta_3 = V_{Ed} / V_{Rd} = 0,585, \quad (= > \text{VERIFICA SODDISFATTA})$$

$$\eta_3 = V_{Ed} / V_{bw,Rd} = 0,585, \quad \eta_1 = \max(\eta_i) = 0,539$$

Interazione pressoflessione taglio (N-M-V)

Valutazione della presenza di interazione

$$\eta_3 > 0,5, \quad M_{Ed} / M_{f,Rd} > 1$$

C'E' INTERAZIONE

$$\eta_1 + (1 - M_{f,Rd} / M_{Rd}) (2\eta_3 - 1)^2 = 0,546 \quad \text{VERIFICA SODDISFATTA}$$

Verifica a stato limite delle tensioni (Comb. Mmax)

Sollecitazioni (Comb. Mmax)

Fase	N (N)	V (N)	M (Nm)	T (Nm)
1	-1,34E+5	-1E+6	-5,89E+6	8,72E+5
2a	-1E+4	-3,16E+5	-2,15E+6	5,38E+5
2b	-1E+3	6E+3	5,2E+4	1,2E+4
Rit.Iso	0E+00	0	0E+00	0
2c	0E+00	0E+00	0E+00	0E+00
3a	0E+00	3E+0	2,1E+1	5E+0
Term.Iso	2,04E+6	0	1,34E+6	0
3b	3,41E+5	-2,66E+5	-1,62E+6	1,73E+6
Totale	2,24E+6	-1,58E+6	-8,26E+6	3,15E+6

Tensioni normali sulla sezione lorda (Comb. Mmax)

	F. 1	F. 2a Non Fess.	F. 2a Fess.	F. 2b Non Fess.	F. 2b Fess.	F. 2c Non Fess.	F. 2c Fess.	F. 2 tot	F. 3a Non Fess.	F. 3a Fess.	F. 3b Non Fess.	F. 3b Fess.	F. 3 tot	σ_{td}	η_1
σ_8	0	-0,6	0	0	0	0	0	-0,6	-0,3	0	-0,5	0	-1,4	1,4	0,068
σ_7	-1,1	-11,4	-24,4	0,2	0,6	0	0	-11,1	10,4	0	-2,9	-15,8	-3,7	3,7	0,01
σ_6	-1,1	-9,7	-21,8	0,2	0,5	0	0	-9,5	9,6	0	-2	-13,8	-1,9	1,9	0,005
σ_5	0	-0,5	0	0	0	0	0	-0,5	-0,5	0	-0,3	0	-1,3	1,3	0,06
σ_4	-68,9	-9,3	-21,1	0,2	0,5	0	0	-78	9,4	0	-1,8	-13,3	-70,4	70,4	0,198
σ_3	-67	-8,9	-20,5	0,2	0,5	0	0	-75,7	9,2	0	-1,5	-12,8	-68	84,2	0,237
σ_2	-1,1	-0,1	-0,1	0	0	0	0	-1,1	7	0	1,2	2,6	7	64,6	0,182
σ_1	42,8	13,8	15,4	-0,3	-0,4	0	0	56,3	-1,2	0	11,1	14,3	66,1	84,9	0,254
σ_0	45,6	14,4	16,3	-0,3	-0,4	0	0	59,6	-1,5	0	11,4	15	69,5	69,5	0,208
τ_4	0	-0,1	0	0	0	0	0	-0,1	0	0	-0,1	0	-0,3		
τ_3	-16,5	-6,5	-5,5	0,1	0,1	0	0	-22,8	0	0	-5,8	-4,6	-28,6		
τ_2	-24,2	-7,1	-7,4	0,1	0,1	0	0	-31,1	0	0	-5,9	-6,3	-37,1		
τ_1	-20,8	-5,6	-6,3	0,1	0,1	0	0	-26,3	0	0	-4,5	-5,3	-30,8		
τ_0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		

Massimo coefficiente di utilizzo: 0,254 VERIFICA SODDISFATTA

NOTE

- 1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 2 = -0,59 N/mm²
- 2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 2 = -0,46 N/mm²
 La sezione a fine fase 2 e' stata considerata: Non fessurata (t.,b.)
- 3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 = -1,43 N/mm²
- 4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 = -1,27 N/mm²
 La sezione a fine fase 3 e' stata considerata: Non fessurata (t.,b.)

Verifica a stato limite delle tensioni (Comb. Mmin)

Sollecitazioni (Comb. Mmin)

Fase	N (N)	V (N)	M (Nm)	T (Nm)
1	-1,34E+5	-1E+6	-5,89E+6	8,72E+5
2a	-1E+4	-3,16E+5	-2,15E+6	5,38E+5
2b	-1E+3	6E+3	5,2E+4	1,2E+4
Rit.Iso	-4,42E+6	0	-4,07E+6	0

2c	0E+00	0E+00	0E+00	0E+00
3a	0E+00	-3E+3	-2,1E+4	-5E+3
Term.Iso	-2,04E+6	0	-1,34E+6	0
3b	-3,56E+5	-7,91E+5	-5,32E+6	-3,1E+4
Totale	-6,96E+6	-2,11E+6	-1,87E+7	1,39E+6

Tensioni normali sulla sezione lorda (Comb. Mmin)

	F. 1	F. 2a Non Fess.	F. 2a Fess.	F. 2b Non Fess.	F. 2b Fess.	F. 2c Non Fess.	F. 2c Fess.	F. 2 tot	F. 3a Non Fess.	F. 3a Fess.	F. 3b Non Fess.	F. 3b Fess.	F. 3 tot	σ_{id}	η_1
σ_8	0	-0,6	0	1,4	0	0	0	0	0,3	0	-2,5	0	0	0	0
σ_7	-1,1	-11,4	-24,4	-37,8	0,6	0	0	-23,8	-10,4	-0,2	-14,6	-63,1	-87,2	87,2	0,242
σ_6	-1,1	-9,7	-21,8	-35	0,5	0	0	-21,2	-9,6	-0,2	-11,5	-56,5	-77,9	77,9	0,216
σ_5	0	-0,5	0	1,7	0	0	0	0	0,5	0	-1,8	0	0	0	0
σ_4	-68,9	-9,3	-21,1	-34,3	0,5	0	0	-89,5	-9,4	-0,2	-10,8	-54,9	-144,6	144,6	0,407
σ_3	-67	-8,9	-20,5	-33,7	0,5	0	0	-87	-9,2	-0,2	-10,1	-53,4	-140,6	153,5	0,432
σ_2	-1,1	-0,1	-0,1	-21,2	0	0	0	-1,2	-7	0	-1,2	-2,7	-3,9	87,1	0,245
σ_1	42,8	13,8	15,4	4,2	-0,4	0	0	57,8	1,4	0,2	31,4	35,7	93,6	119,5	0,357
σ_0	45,6	14,4	16,3	5,2	-0,4	0	0	61,5	1,6	0,2	32,4	37,9	99,6	99,6	0,297
τ_4	0	-0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	-0,4	-0,1	-0,1		
τ_3	-16,5	-6,5	-5,5	0,1	0,1	0	0	-21,9	-0,1	-0,1	-17,3	-13,7	-35,6		
τ_2	-24,2	-7,1	-7,4	0,1	0,1	0	0	-31,5	-0,1	-0,1	-17,6	-18,6	-50,2		
τ_1	-20,8	-5,6	-6,3	0,1	0,1	0	0	-27	-0,1	-0,1	-13,3	-15,8	-42,9		
τ_0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		

Massimo coefficiente di utilizzo: 0,432 VERIFICA SODDISFATTA

NOTE

- 1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 2 = 0,82 N/mm²
- 2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 2 = 1,27 N/mm²
La sezione a fine fase 2 e' stata considerata: Fessurata (t,b.)
- 3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 = -1,34 N/mm²
- 4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 = 0,03 N/mm²
La sezione a fine fase 3 e' stata considerata: Fessurata (t,b.)

SLE: Verifica a web breathing (Comb. Mmax)**Sollecitazioni (Comb. Mmax)**

Fase	N (N)	V (N)	M (Nm)	T (Nm)
1	-1,34E+5	-1E+6	-5,89E+6	8,72E+5
2a	-1E+4	-3,16E+5	-2,15E+6	5,38E+5
2b	-1E+3	6E+3	5,2E+4	1,2E+4
Rit.Iso	0E+00	0	0E+00	0
2c	0E+00	0E+00	0E+00	0E+00
3a	0E+00	2E+0	1,7E+1	4E+0
Term.Iso	1,7E+6	0	1,12E+6	0
3b	0E+00	-9,2E+4	-6,53E+5	8,38E+5
Totale	1,56E+6	-1,41E+6	-7,52E+6	2,26E+6

Tensioni normali sulla sezione efficace (Comb. Mmax)

	F. 1	F. 2a Non Fess.	F. 2a Fess.	F. 2b Non Fess.	F. 2b Fess.	F. 2c Non Fess.	F. 2c Fess.	F. 2 tot	F. 3a Non Fess.	F. 3a Fess.	F. 3b Non Fess.	F. 3b Fess.	F. 3 tot
σ_8	0	-0,6	0	0	0	0	0	-0,6	-0,3	0	-0,3	0	-1,1
σ_7	-1,1	-11,5	-25,2	0,2	0,6	0	0	-11,2	8,7	0	-1,6	-7,6	-4,2
σ_6	-1,1	-9,8	-22,5	0,2	0,5	0	0	-9,6	8	0	-1,3	-6,8	-2,8
σ_5	0	-0,5	0	0	0	0	0	-0,5	-0,4	0	-0,2	0	-1,1
σ_4	-71,6	-9,4	-21,8	0,2	0,5	0	0	-80,9	7,9	0	-1,2	-6,6	-74,1
σ_3	-69,7	-9	-21,2	0,2	0,5	0	0	-78,5	7,7	0	-1,1	-6,4	-71,9
σ_2	-1,1	-0,1	-0,1	0	0	0	0	-1,2	5,9	0	0	0	4,7
σ_1	42,6	13,8	15,4	-0,3	-0,4	0	0	56,1	-1	0	4	4,7	59,1
σ_0	45,5	14,4	16,3	-0,3	-0,4	0	0	59,5	-1,2	0	4,1	5	62,4

NOTE

- 1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 2 = -0,59 N/mm²
- 2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 2 = -0,47 N/mm²
 La sezione a fine fase 2 e' stata considerata: Non fessurata (t.,b.)
- 3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 = -1,14 N/mm²
- 4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 = -1,08 N/mm²
 La sezione a fine fase 3 e' stata considerata: Non fessurata (t.,b.)

Verifica dell'intera anima (Comb. Mmax)

<i>Anima</i>	
b (mm)	2468,5
σ_{sup} (N/mm ²)	-71,77
σ_{inf} (N/mm ²)	59,13
σ_{Ed} (N/mm ²)	71,77
K_{σ}	19,63
σ_{cr0E} (N/mm ²)	10,1
τ_{Ed} (N/mm ²)	28,62
$\sigma_{cr}(P)$ (N/mm ²)	762,31
$\sigma_{cr}(C)$ (N/mm ²)	700,74
ξ	0,088
σ_{cr} (N/mm ²)	711,08
K_{τ}	12,28
$K_{\tau sl}$	9,11
Coefficienti di utilizzo	0,273
Esito	VERIFICA SODDISFATTA

Verifica locale dei sub pannelli (Comb. Mmax)

	<i>Sub pannello 1</i>	<i>Sub pannello 2</i>
b (mm)	576,2	1892,3
σ_{sup} (N/mm ²)	-71,77	-41,22
σ_{inf} (N/mm ²)	-41,22	59,13
σ_{Ed} (N/mm ²)	71,77	41,22
τ_{Ed} (N/mm ²)	28,62	28,62
σ_{cr0E} (N/mm ²)	185,41	17,19
ψ	0,574	-1,435
K_{σ}	5	35,4
σ_{cr} (N/mm ²)	936,04	609,36
K_{τ}	5,54	7,46
τ_{cr}	1026,53	128,23
Coefficienti di utilizzo	0,083	0,255
Esito	VERIFICA SODDISFATTA	VERIFICA SODDISFATTA

SLE: Verifica a web breathing (Comb. Mmin)

Sollecitazioni (Comb. Mmin)

Fase	<i>N (N)</i>	<i>V (N)</i>	<i>M (Nm)</i>	<i>T (Nm)</i>
1	-1,34E+5	-1E+6	-5,89E+6	8,72E+5
2a	-1E+4	-3,16E+5	-2,15E+6	5,38E+5
2b	-1E+3	6E+3	5,2E+4	1,2E+4
Rit.Iso	-4,42E+6	0	-4,07E+6	0
2c	0E+00	0E+00	0E+00	0E+00
3a	0E+00	-2E+3	-1,7E+4	-4E+3
Term.Iso	-1,7E+6	0	-1,12E+6	0
3b	-4E+3	-4,34E+5	-2,72E+6	1,1E+4
Totale	-6,27E+6	-1,75E+6	-1,59E+7	1,43E+6

Tensioni normali sulla sezione efficace (Comb. Mmin)

	<i>F. 1</i>	<i>F. 2a Non Fess.</i>	<i>F. 2a Fess.</i>	<i>F. 2b Non Fess.</i>	<i>F. 2b Fess.</i>	<i>F. 2c Non Fess.</i>	<i>F. 2c Fess.</i>	<i>F. 2 tot</i>	<i>F. 3a Non Fess.</i>	<i>F. 3a Fess.</i>	<i>F. 3b Non Fess.</i>	<i>F. 3b Fess.</i>	<i>F. 3 tot</i>
σ_s	0	-0,6	0	1,4	0	0	0	0	0,3	0	-1,2	0	0

σ_7	-1,1	-11,5	-25,3	-38,4	0,6	0	0	-24,7	-8,7	-0,2	-6,9	-32	-57
σ_6	-1,1	-9,8	-22,6	-35,6	0,5	0	0	-22,1	-8,1	-0,2	-5,3	-28,6	-50,8
σ_5	0	-0,5	0	1,7	0	0	0	0	0,4	0	-0,8	0	0
σ_4	-72,2	-9,4	-22	-34,9	0,5	0	0	-93,6	-7,9	-0,2	-4,9	-27,8	-121,6
σ_3	-70,2	-9	-21,3	-34,2	0,5	0	0	-91,1	-7,8	-0,2	-4,6	-27	-118,2
σ_2	-1,1	-0,1	-0,1	-21,6	0	0	0	-1,2	-5,9	0	0	0	-1,2
σ_1	42,5	13,8	15,3	3,9	-0,4	0	0	57,5	1,1	0,1	16,7	19,5	77,1
σ_0	45,4	14,4	16,3	4,9	-0,4	0	0	61,3	1,3	0,1	17,2	20,7	82,1

NOTE

- 1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 2 = 0,76 N/mm²
- 2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 2 = 1,22 N/mm²
La sezione a fine fase 2 e' stata considerata: Fessurata (t.,b.)
- 3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 = -0,15 N/mm²
- 4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 = 0,83 N/mm²
La sezione a fine fase 3 e' stata considerata: Fessurata (t.,b.)

Verifica dell'intera anima (Comb. Mmin)

	Anima
b (mm)	2468,5
σ_{sup} (N/mm ²)	-117,91
σ_{inf} (N/mm ²)	77,2
σ_{Ed} (N/mm ²)	117,91
K_σ	16,12
σ_{cr0E} (N/mm ²)	10,1
τ_{Ed} (N/mm ²)	35,64
$\sigma_{cr}(P)$ (N/mm ²)	673,18
$\sigma_{cr}(C)$ (N/mm ²)	619,36
ξ	0,087
σ_{cr} (N/mm ²)	628,31
K_τ	12,28
$K_{\tau sl}$	9,11
Coefficienti di utilizzo	0,367
Esito	VERIFICA SODDISFATTA

Verifica locale dei sub pannelli (Comb. Mmin)

	Sub pannello 1	Sub pannello 2
b (mm)	576,2	1892,3
σ_{sup} (N/mm ²)	-117,91	-72,37
σ_{inf} (N/mm ²)	-72,37	77,2
σ_{Ed} (N/mm ²)	117,91	72,37
τ_{Ed} (N/mm ²)	35,64	35,64
σ_{cr0E} (N/mm ²)	185,41	17,19
ψ	0,614	-1,067
K_σ	4,9	25,5
σ_{cr} (N/mm ²)	913,83	439,11
K_τ	5,54	7,46
τ_{cr}	1026,53	128,23
Coefficienti di utilizzo	0,135	0,347
Esito	VERIFICA SODDISFATTA	VERIFICA SODDISFATTA

Verifica connessione trave soletta**Caratteristiche generali**

Numero di pioli per unita' di lunghezza, n (m ⁻¹)	26
Diametro dei pioli, d (mm)	22
Altezza dei pioli, h (mm)	200
Resistenza ultima dei pioli, α	1
Coefficiente di sicurezza parziale, γ_v	1,25

Resistenza ultima dei pioli, f_u (N/mm ²)	450
Coefficiente E_{cm} (N/mm ²)	34077
Resistenza caratteristica cilindrica, f_{ck} (N/mm ²)	35

Resistenza della connessione

Resistenza a taglio del piolo, $P_{Rd1} = 0.8 f_u \pi d^2 / 4 \gamma_v$, (N)	109478,22
Resistenza per schiacciamento del calcestruzzo, $P_{Rd2} = 0.29 \alpha d^2 (f_{ck} E_{cm})^{0.5} / \gamma_v$, (N)	122630,64
Resistenza di progetto del piolo $P_{Rd} = \text{Min}(P_{Rd1}, P_{Rd2})$, (N)	109478,22

Verifica elastica allo SLU

Coefficiente di utilizzo (Comb. Mmax)

Resistenza di progetto per unita' di lunghezza, $v_{Rd} = n P_{Rd} \kappa_s$ (N/mm)	2846,4
Fattore di riduzione, κ_s	1,00
Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo v_{Ed} (N/mm)	-267,3
Coefficiente di utilizzo v_{Ed} / v_{Rd}	0,094
VERIFICA SODDISFATTA	

Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo (Comb. Mmax)

Fase	V_{Ed} (N)	$S_{y,4}$ (mm ³)	J_y (mm ⁴)	V_{Ed} (N/mm)
Fase 2a	-4,74E+5	6,059E+7	2,167E+11	-132,5
Fase 2b	7E+3	7,738E+7	2,427E+11	2,2
Fase 2c	0E+00	5,936E+7	2,148E+11	0
Fase 3a	4E+0	1,104E+8	2,94E+11	0
Fase 3b	-3,65E+5	1,104E+8	2,94E+11	-137
Totale				-267,3

Coefficiente di utilizzo (Comb. Mmin)

Resistenza di progetto per unita' di lunghezza, $v_{Rd} = n P_{Rd} \kappa_s$ (N/mm)	2846,4
Fattore di riduzione, κ_s	1,00
Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo v_{Ed} (N/mm)	-537
Coefficiente di utilizzo v_{Ed} / v_{Rd}	0,189
VERIFICA SODDISFATTA	

Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo (Comb. Mmin)

Fase	V_{Ed} (N)	$S_{y,eff}$ (mm ³)	$J_{y,eff}$ (mm ⁴)	V_{Ed} (N/mm)
Fase 2a	-4,74E+5	6,104E+7	2,16E+11	-134
Fase 2b	7E+3	7,776E+7	2,423E+11	2,2
Fase 2c	0E+00	5,982E+7	2,141E+11	0
Fase 3a	-4E+3	1,104E+8	2,939E+11	-1,5
Fase 3b	-1,075E+6	1,104E+8	2,939E+11	-403,8
Totale				-537

Verifica elastica allo SLE

Coefficiente di utilizzo (Comb. Mmax)

Resistenza di progetto per unita' di lunghezza, $v_{Rd} = n P_{Rd} \kappa_s$ (N/mm)	1707,9
Fattore di riduzione, κ_s	0,6
Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo v_{Ed} (N/mm)	-186,3
Coefficiente di utilizzo v_{Ed} / v_{Rd}	0,109
VERIFICA SODDISFATTA	

Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo (Comb. Mmax)

Fase	V_{Ed} (N)	$S_{y,4}$ (mm ³)	J_y (mm ⁴)	V_{Ed} (N/mm)
Fase 2a	-3,16E+5	6,059E+7	2,167E+11	-88,4
Fase 2b	6E+3	7,738E+7	2,427E+11	1,9
Fase 2c	0E+00	5,936E+7	2,148E+11	0
Fase 3a	3E+0	1,104E+8	2,94E+11	0
Fase 3b	-2,66E+5	1,104E+8	2,94E+11	-99,9
Totale				-186,3

Coefficiente di utilizzo (Comb. Mmin)

Resistenza di progetto per unita' di lunghezza, $v_{Rd} = n P_{Rd} \kappa_s$ (N/mm)	1707,9
---	--------

Fattore di riduzione, κ_s	0,6
Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo v_{Ed} (N/mm)	-384,5
Coefficiente di utilizzo v_{Ed}/v_{Rd}	0,225
VERIFICA SODDISFATTA	

Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo (Comb. Mmin)

Fase	V_{Ed} (N)	$S_{y,4}$ (mm ³)	J_y (mm ⁴)	V_{Ed} (N/mm)
Fase 2a	-3,16E+5	6,059E+7	2,167E+11	-88,4
Fase 2b	6E+3	7,738E+7	2,427E+11	1,9
Fase 2c	0E+00	5,936E+7	2,148E+11	0
Fase 3a	-3E+3	1,104E+8	2,94E+11	-1,1
Fase 3b	-7,91E+5	1,104E+8	2,94E+11	-297
Totale				-384,5

Sezione C4 3 1**Pre-classificazione**

La preclassificazione e' riferita alla sezione composta in Fase 3

Caratteristiche plastiche dei singoli componenti

Componenti	N_{pl} (N)	z_N (mm)	z_{max} (mm)	z_{min} (mm)
Strato di calcestruzzo superiore	3,143E+6	2620,19	2640	2600,38
Strato di calcestruzzo intermedio alle armature	1,343E+7	2515	2599,62	2430,38
Strato di calcestruzzo inferiore	3,143E+6	2409,81	2429,62	2390
Strato di armatura superiore	1,205E+6	2600	2600,38	2599,62
Strato di armatura inferiore	1,205E+6	2430	2430,38	2429,62
Raccordo in cls	0E+00	2390	2390	2390
Flangia superiore della trave di acciaio	9,467E+6	2370	2390	2350
Anima della trave di acciaio	1,502E+7	1204	2350	58
Flangia inferiore della trave di acciaio	1,665E+7	29	58	0
<i>Compressione ultima per la sezione completa</i>		-6,326E+7		
<i>Trazione ultima per la sezione completa</i>		4,355E+7		
<i>Compressione ultima per la sezione senza anima</i>		-4,824E+7		
<i>Trazione ultima per la sezione senza anima</i>		2,853E+7		

Classificazione delle piattabande

	c/t	ε	Flessione semplice con fibre tese superiori (M+)	Flessione semplice con fibre tese inferiori (M-)
Flangia superiore	8,508	0,814	1	0
Flangia inferiore	7,591	0,838	2	1

Classificazione dell'anima

	c/t	ε	α	ψ	classe
Flessione semplice con fibre tese superiori (M+)	137,141	0,814	0,341	-1,319	4
Flessione semplice con fibre tese inferiori (M-)	137,141	0,814	0,003	-0,272	1
Compressione semplice (N)	137,141	0,814	1	1	4

Verifiche S.L.U. sezione composta (Comb. Mmax)**Sollecitazioni (Comb. Mmax)**

Fase	N (N)	V (N)	M (Nm)	T (Nm)
1	-2E+5	-1,43E+6	-7,9E+6	1,26E+6
2a	-1,6E+4	-5,31E+5	-3,18E+6	7,71E+5
2b	-1E+3	1,1E+4	6,4E+4	2,5E+4
Rit.Iso	0E+00	0	0E+00	0
2c	0E+00	0E+00	0E+00	0E+00
3a	0E+00	6E+0	3,2E+1	1,3E+1
Term.Iso	3,07E+6	0	2,01E+6	0
3b	2,2E+5	-3,93E+5	-2,2E+6	2,27E+6
Totale	3,07E+6	-2,35E+6	-1,12E+7	4,33E+6

Pressoflessione - Analisi plastica

Classificazione della sezione (Comb. Mmax)

	c/t	z _{pl} (mm)	α	ψ	Classe
Anima	137,14	2356,3	0	-0,97	1
Piattabanda superiore	8,51				1
Piattabanda inferiore	7,59				1
classe della sezione					1

Analisi plastica: APPLICABILE

Verifica plastica a Presso-Tenso flessione (Comb. Mmax)

Azione assiale		Flessione semplice		Interazione N/M	
N _{Ed} (N)	3,07E+6	M _{Ed} (Nm)	-1,121E+7	N _{Ed} (N)	3,07E+6
N _{Rd} (N)	4,355E+7	M _{Rd} (Nm)	-5,971E+7	M _{Ed} (Nm)	-1,121E+7
				M _{Rd} (Nm)	-5,82E+7
N _{Ed} /N _{Rd}	0,07	M _{Ed} /M _{Rd}	0,188	M _{Ed} /M _{Rd}	0,193

VERIFICA SODDISFATTA

Pressoflessione - Calcolo tensioni lorde

Tensioni normali sulla sezione lorda (Comb. Mmax)

	F. 1	F. 2a Non Fess.	F. 2a Fess.	F. 2b Non Fess.	F. 2b Fess.	F. 2c Non Fess.	F. 2c Fess.	F. 2 tot	F. 3a Non Fess.	F. 3a Fess.	F. 3b Non Fess.	F. 3b Fess.	F. 3 tot	η ₁
σ ₈	0	-0,9	0	0	0	0	0	-0,9	-0,5	0	-0,8	0	-2,2	0,111
σ ₇	-1,6	-16,8	-36,2	0,3	0,7	0	0	-16,6	15,5	0	-4,8	-23,3	-5,9	0,015
σ ₆	-1,6	-14,3	-32,3	0,2	0,6	0	0	-14,1	14,4	0	-3,5	-20,6	-3,3	0,008
σ ₅	0	-0,7	0	0	0	0	0	-0,7	-0,8	0	-0,5	0	-2	0,101
σ ₄	-92,5	-13,8	-31,4	0,2	0,6	0	0	-106,1	14,1	0	-3,2	-19,9	-95,2	0,282
σ ₃	-89,9	-13,2	-30,4	0,2	0,6	0	0	-102,9	13,8	0	-2,9	-19,3	-92	0,272
σ ₂	-1,6	-0,1	-0,1	0	0	0	0	-1,7	10,5	0	0,8	1,7	9,5	0,028
σ ₁	57,2	20,5	22,9	-0,4	-0,5	0	0	77,3	-1,9	0	14,3	17,6	89,7	0,281
σ ₀	60,9	21,4	24,2	-0,4	-0,5	0	0	81,9	-2,2	0	14,7	18,5	94,3	0,296

Massimo coefficiente di utilizzo: 0,296 VERIFICA NON SIGNIFICATIVA

NOTE

- 1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 2 = -0,87 N/mm²
- 2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 2 = -0,69 N/mm²
 La sezione a fine fase 2 e' stata considerata: Non fessurata (t.,b.)
- 3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 = -2,2 N/mm²
- 4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 = -1,99 N/mm²
 La sezione a fine fase 3 e' stata considerata: Non fessurata (t.,b.)

Resistenza a taglio

Valutazione della necessita' di calcolo della resistenza a Shear buckling

$$h_w/t_w=137,141 > 31/\eta * \epsilon_w * (K_\tau)^{0,5} = 73,667 \quad \text{Verifica a Shear Buckling: NECESSARIA}$$

Resistenza a taglio Shear buckling: **V_{b,Rd} = 6,469E+6 N**

Essendo:

$$a/h_w=1,053, \quad \eta=1,2, \quad I_{sl}=1,679E+7(\text{mm}^4), \quad K_{\tau sl}=9,106, \quad K_\tau=12,284$$

$$\text{contributo anima: } V_{bw,Rd}=5,346E+6 \text{ N,} \quad \text{contributo flange: } V_{bf,Rd}=1,123E+6 \text{ N}$$

$$\chi_w=0,646, \quad \lambda_w=1,285, \quad \tau_{cr}=124,1, \quad C=758,4$$

$$M_{Ed}=-1,121E+7 \text{ Nm,} \quad M_{f,Rd}=-4,065E+7 \text{ Nm,} \quad M_{Ed}/M_{f,Rd}=0,276$$

Resistenza plastica: **V_{pl,Rd} = 1,041E+7 N**

Resistenza a taglio: **V_{Rd} = min(V_{pl,Rd}, V_{b,Rd}) = 6,469E+6 N**

Coefficienti di utilizzo

$$\eta_3 = V_{Ed}/V_{Rd} = 0,391, \quad (= \Rightarrow \text{VERIFICA SODDISFATTA})$$

$$\eta_3 = V_{Ed}/V_{bw,Rd} = 0,473, \quad \eta_1 = M_{Ed}/M_{Rd} = 0,193$$

Interazione pressoflessione taglio (N-M-V)

Valutazione della presenza di interazione

$$\eta_3 < 0.5, \quad M_{Ed}/M_{f,Rd} < 1$$

NON C'E' INTERAZIONE

Verifiche S.L.U. sezione composta (Comb. Mmin)

Sollecitazioni (Comb. Mmin)

Fase	N (N)	V (N)	M (Nm)	T (Nm)
1	-2E+5	-1,43E+6	-7,9E+6	1,26E+6
2a	-1,6E+4	-5,31E+5	-3,18E+6	7,71E+5
2b	-1E+3	1,1E+4	6,4E+4	2,5E+4
Rit.Iso	-5,3E+6	0	-4,88E+6	0
2c	0E+00	0E+00	0E+00	0E+00
3a	0E+00	-6E+3	-3,2E+4	-1,3E+4
Term.Iso	-3,07E+6	0	-2,01E+6	0
3b	-2,38E+5	-1,21E+6	-7,16E+6	-1,44E+5
Totale	-8,82E+6	-3,17E+6	-2,51E+7	1,9E+6

Pressoflessione - Analisi plastica

Classificazione della sezione (Comb. Mmin)

	c/t	z pl (mm)	α	ψ	Classe
Anima	137,14	1670,05	0,3	-0,75	4
Piattabanda superiore	8,51				1
Piattabanda inferiore	7,59				1
classe della sezione					4

Analisi plastica: NON APPLICABILE

Verifica plastica a Presso-Tenso flessione (Comb. Mmin)

Azione assiale		Flessione semplice		Interazione N/M	
N _{Ed} (N)	-8,824E+6	M _{Ed} (Nm)	-2,51E+7	N _{Ed} (N)	-8,824E+6
N _{Rd} (N)	-6,326E+7	M _{Rd} (Nm)	-5,971E+7	M _{Ed} (Nm)	-2,51E+7
				M _{Rd} (Nm)	-6,101E+7
N _{Ed} /N _{Rd}	0,139	M _{Ed} /M _{Rd}	0,42	M _{Ed} /M _{Rd}	0,411

VERIFICA NON SIGNIFICATIVA

Pressoflessione - Calcolo tensioni lorde

Tensioni normali sulla sezione lorda (Comb. Mmin)

	F. 1	F. 2a Non Fess.	F. 2a Fess.	F. 2b Non Fess.	F. 2b Fess.	F. 2c Non Fess.	F. 2c Fess.	F. 2 tot	F. 3a Non Fess.	F. 3a Fess.	F. 3b Non Fess.	F. 3b Fess.	F. 3 tot	η_1
σ_8	0	-0,9	0	1,7	0	0	0	0	0,5	0	-3,2	0	-1,9	0,096
σ_7	-1,6	-16,8	-36,2	-45,4	0,7	0	0	-35,5	-15,6	-0,4	-18,8	-83	-96,6	0,247
σ_6	-1,6	-14,3	-32,3	-42	0,6	0	0	-31,7	-14,4	-0,3	-14,7	-74,1	-85,5	0,218
σ_5	0	-0,7	0	2,1	0	0	0	0	0,8	0	-2,2	0	-0,1	0,004
σ_4	-92,5	-13,8	-31,4	-41,2	0,6	0	0	-123,3	-14,1	-0,3	-13,7	-72	-175,3	0,519
σ_3	-89,9	-13,2	-30,4	-40,4	0,6	0	0	-119,8	-13,9	-0,3	-12,8	-69,9	-170,1	0,503
σ_2	-1,6	-0,1	-0,1	-25,4	0	0	0	-1,7	-10,5	0	-0,8	-1,8	-38,4	0,114
σ_1	57,2	20,5	22,9	5,1	-0,5	0	0	79,6	2	0,2	43,1	49,8	127,9	0,401
σ_0	60,9	21,4	24,2	6,2	-0,5	0	0	84,6	2,5	0,2	44,5	52,9	135,4	0,424

Massimo coefficiente di utilizzo: 0,519 VERIFICA NON SIGNIFICATIVA

NOTE

- 1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 2 = 0,81 N/mm²
- 2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 2 = 1,39 N/mm²
 La sezione a fine fase 2 e' stata considerata: Fessurata (t.,b.)
- 3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 = -1,91 N/mm²
- 4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 = -0,07 N/mm²
 La sezione a fine fase 3 e' stata considerata: Non fessurata (t.,b.)

Pressoflessione - Calcolo tensioni efficaci

Area efficace per shear lag e/o buckling delle flange(Comb. Mmin)

Componente	b (mm)	t (mm)	λ_p	ρ	$A_{c,eff}$ (mm ²)	β^k	$A_{c,eff} * \beta^k$ (mm ²)
Piattabanda superiore SX	350	40	---	---	---	1	14000
Piattabanda superiore DX	350	40	---	---	---	1	14000
Piattabanda inferiore SX	450	58	---	---	---	1	26100
Piattabanda inferiore DX	450	58	---	---	---	1	26100

Instabilita' locale dei pannelli d'anima (Comb. Mmin)

	Anima	Sub pannello 1	Sub pannello 2
b (mm)	2468,54	576,21	1892,33
σ_{cr0E} (N/mm ²)	10,1	185,41	17,19
σ_{sup} (N/mm ²)	-174,93	-174,93	-104,42
σ_{inf} (N/mm ²)	127,18	-104,42	127,18
ψ	-0,73	0,6	-1,22
K_σ	17,55	4,98	29,42
λ_p	1,41	0,62	0,84
b _c (mm)	1429,38	576,21	853,17
b _{c sup} (mm)	571,75	261,73	341,27
b _{c sup} (mm)	857,63	314,48	511,9
ρ_{loc}	0,64	1	1
b _{ceff} (mm)	920,94	576,21	853,17
b _{ceff sup} (mm)	368,38	261,73	341,27
b _{ceff sup} (mm)	552,56	314,48	511,9
ϕ_{Foro} (mm)	508,44	0	0

Caratteristiche dell'anima compressa, irrigidenti esclusi (Comb. Mmin)

	A (mm ²)	z _G (mm)	J _y (mm ⁴)
A _{c Edge sup}	4,711E+3	2321,4	2,689E+7
A _{c 1}	1,18E+4	1862,6	4,23E+8
A _{c 2}	0E+00	0	0E+00
A _{c Edge inf}	9,214E+3	1278,8	2,012E+8
A _{c tot}	2,573E+4	1737,5	4,381E+9
A _c	1,405E+4		

Caratteristiche dell'anima compressa, depurata per instabilita' locale (Comb. Mmin)

	A (mm ²)	z _G (mm)	J _y (mm ⁴)
A _{c,eff Edge sup}	4,711E+3	2321,4	2,689E+7
A _{c,eff 1}	1,18E+4	1862,6	4,23E+8
A _{c,eff 2}	0E+00	0	0E+00
A _{c,eff Edge inf}	9,214E+3	1278,8	2,012E+8
A _{c,eff tot}	2,573E+4	1737,5	4,381E+9
A _{c,eff,loc}	1,405E+4		

Tensioni critiche per l'anima (Comb. Mmin)

	Stiffener 1
A _{sl} (mm ²)	1,405E+4
e _{sl} (mm)	-13,4
I _{sl} (mm ⁴)	1,787E+7
A _{sl,eff} (mm ²)	1,405E+4
e _{sl,eff} (mm)	-13,4
I _{sl,eff} (mm ⁴)	1,787E+7
$\sigma_{cr,sl,i}$ (p)	423,95
$\sigma_{cr,p,i}$ (p)	710,27
$\sigma_{cr,sl}$ (C)	389,9
$\sigma_{cr,c}$ (C)	653,23
α_e	0,668

Coefficienti di riduzione per instabilita' globale dell'anima (Comb. Mmin)

	Piastra	Colonna	
$\sigma_{cr,p}$ (p)	710,27	$\sigma_{cr,c}$ (C)	1
β_{ac} (p)	1	β_{ac} (C)	0,737
λ_p	0,707	λ_c	0,704
ρ_p	1	ρ_c	

Anima depurata per instabilita' locale e globale dell'anima (Comb. Mmin)

	A(mm ²)	z _G (mm)	J _y (mm ⁴)
Edge sup	4,711E+3	2321,4	2,689E+7
1	8,306E+3	1862,6	2,976E+8
2	0E+00	0	0E+00
Edge inf	9,214E+3	1278,8	2,012E+8
Totale	2,223E+4	1717,8	4,192E+9

Depurazione complessiva da applicare alla sezione (Comb. Mmin)

	ΔA(mm ²)	z _G (mm)	ΔJ _y (mm ⁴)
Anima	-3,498E+3	1862,6	-1,253E+8
Piattabanda superiore	0E+00	0	0E+00
Piattabanda inferiore	0E+00	0	0E+00

Caratteristiche geometriche efficaci (Comb. Mmin)

	Fase 1	Fase 2a	Fase 2b	Fase 2c	Fase 3	Fessurata
A (mm ²)	1,211E+5	1,786E+5	2,896E+5	1,769E+5	2,896E+5	1,273E+5
z _G (mm)	948,165	1452,06	1859,536	1441,956	1859,536	1023,957
Δ z _G eff (mm)	25,66	7,89	0,04	8,16	0,04	22,43
J _{y,eff} (mm ⁴)	1,2E+11	2,16E+11	2,939E+11	2,141E+11	2,939E+11	1,345E+11
W _{y,0eff} (mm ³)	-1,266E+8	-1,487E+8	-1,581E+8	-1,485E+8	-1,581E+8	-1,313E+8
W _{y,1eff} (mm ³)	-1,348E+8	-1,549E+8	-1,631E+8	-1,547E+8	-1,631E+8	-1,392E+8
W _{y,3eff} (mm ³)	8,563E+7	2,405E+8	5,992E+8	2,357E+8	5,992E+8	1,014E+8
W _{y,4eff} (mm ³)	8,325E+7	2,303E+8	5,54E+8	2,258E+8	5,54E+8	9,843E+7
W _{y,5eff} (mm ³)	1E+300	2,303E+8	5,54E+8	2,258E+8	5,54E+8	9,843E+7
W _{y,6eff} (mm ³)	1E+300	2,209E+8	5,152E+8	2,166E+8	5,152E+8	9,563E+7
W _{y,7eff} (mm ³)	1E+300	1,882E+8	3,969E+8	1,848E+8	3,969E+8	8,532E+7
W _{y,8eff} (mm ³)	1E+300	1,818E+8	3,766E+8	1,787E+8	3,766E+8	8,321E+7
S _{y,1eff} (mm ³)	4,798E+7	7,428E+7	9,555E+7	7,376E+7	9,555E+7	5,194E+7
S _{y,2eff} (mm ³)	5,566E+7	9,312E+7	1,27E+8	9,232E+7	1,27E+8	6,098E+7
S _{y,3eff} (mm ³)	3,981E+7	8,674E+7	1,247E+8	8,58E+7	1,247E+8	4,687E+7
S _{y,4eff} (mm ³)	1,567E-291	6,104E+7	1,104E+8	5,982E+7	1,104E+8	9,181E+6

Le caratteristiche efficaci sono state calcolate iterativamente in 1 iterazioni, con la seguente variazione percentuale del coefficiente ψ

$(\psi_1 - \psi_0) / \psi_0 * 100$	3,28
$(\psi_2 - \psi_1) / \psi_1 * 100$	
$(\psi_3 - \psi_2) / \psi_2 * 100$	
$(\psi_4 - \psi_3) / \psi_3 * 100$	
$(\psi_5 - \psi_4) / \psi_4 * 100$	

Momento aggiuntivo per traslazione dell'asse neutro(Comb. Mmin)

	Fase 1	Fase 2a	Fase 2b	Fase 2c	Fase 3a	Fase 3b
ΔM _{Fessurata} (kNm)	-5,133E+3	-3,589E+2	-2,243E+1	0E+00	0E+00	-5,338E+3
ΔM _{Non fessurata} (kNm)	-5,133E+3	-1,262E+2	-2,422E+4	0E+00	-1,129E+2	-8,76E+0

Tensioni normali sulla sezione efficace (Comb. Mmin)

	F. 1	F. 2a Non Fess.	F. 2a Fess.	F. 2b Non Fess.	F. 2b Fess.	F. 2c Non Fess.	F. 2c Fess.	F. 2 tot	F. 3a Non Fess.	F. 3a Fess.	F. 3b Non Fess.	F. 3b Fess.	F. 3 tot	η ₁
σ ₈	0	-0,9	0	1,7	0	0	0	0	0,5	0	-3,2	0	-2	0,101
σ ₇	-1,7	-17	-37,5	-46	0,7	0	0	-36,7	-15,7	-0,4	-18,9	-85,8	-97,6	0,249
σ ₆	-1,7	-14,5	-33,4	-42,6	0,7	0	0	-32,8	-14,6	-0,3	-14,7	-76,8	-86,4	0,221
σ ₅	0	-0,7	0	2	0	0	0	0	0,8	0	-2,2	0	-0,2	0,008
σ ₄	-96,6	-13,9	-32,5	-41,8	0,6	0	0	-128,4	-14,3	-0,3	-13,7	-74,7	-180,3	0,533
σ ₃	-93,9	-13,3	-31,5	-41	0,6	0	0	-124,8	-14	-0,3	-12,8	-72,5	-175	0,518
σ ₂	-1,7	-0,1	-0,1	-25,8	0	0	0	-1,8	-10,6	0	-0,8	-1,9	-39	0,115
σ ₁	56,9	20,5	22,8	4,8	-0,5	0	0	79,2	1,9	0,2	43,1	49,6	127,2	0,399
σ ₀	60,8	21,3	24,1	5,9	-0,5	0	0	84,4	2,3	0,2	44,5	52,7	134,8	0,423

Massimo coefficiente di utilizzo: 0,533 VERIFICA SODDISFATTA

NOTE

- 1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 2 = 0,75 N/mm²
- 2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 2 = 1,33 N/mm²
 La sezione a fine fase 2 e' stata considerata: Fessurata (t.,b.)
- 3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 = -2 N/mm²
- 4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 = -0,15 N/mm²
 La sezione a fine fase 3 e' stata considerata: Non fessurata (t.,b.)

Resistenza a taglio

Valutazione della necessita' di calcolo della resistenza a Shear buckling
 $h_w/t_w = 137,141 > 31/\eta * \epsilon_w * (K_\tau)^{0.5} = 73,667$ Verifica a Shear Buckling: **NECESSARIA**

Resistenza a taglio Shear buckling: **V_{b,Rd} = 5,346E+6 N**

Essendo:

$a/h_w = 1,053, \eta = 1,2, I_{sl} = 1,679E+7 (mm^4), K_{\tau sl} = 9,106, K_\tau = 12,284$
 contributo anima: $V_{bw,Rd} = 5,346E+6 N,$ contributo flange: $V_{bf,Rd} = 0E+00 N$
 $\chi_w = 0,646, \lambda_w = 1,285, \tau_{cr} = 124,1, C = 758,4$
 $M_{Ed} = M_{Ed,eq} = -9,99E+7 Nm, M_{f,Rd} = -4,678E+7 Nm, M_{Ed}/M_{f,Rd} = 2,136$

Resistenza plastica: **V_{pl,Rd} = 1,041E+7 N**

Resistenza a taglio: **V_{Rd} = min(V_{pl,Rd}, V_{b,Rd}) = 5,346E+6 N**

Coefficienti di utilizzo

$\eta_3 = V_{Ed}/V_{Rd} = 0,639, (= > \text{VERIFICA SODDISFATTA})$
 $\eta_3 = V_{Ed}/V_{bw,Rd} = 0,639, \eta_1 = \max(\eta_i) = 0,533$

Interazione pressoflessione taglio (N-M-V)

Valutazione della presenza di interazione

$\eta_3 > 0,5, M_{Ed}/M_{f,Rd} > 1$
C'E' INTERAZIONE
 $\eta_1 + (1 - M_{f,Rd}/M_{Rd})(2\eta_3 - 1)^2 = 0,551$ VERIFICA SODDISFATTA

Verifica a stato limite delle tensioni (Comb. Mmax)

Sollecitazioni (Comb. Mmax)

Fase	N (N)	V (N)	M (Nm)	T (Nm)
1	-1,48E+5	-1,06E+6	-5,85E+6	9,35E+5
2a	-1,1E+4	-3,54E+5	-2,12E+6	5,14E+5
2b	-1E+3	1E+4	5,3E+4	2,1E+4
Rit.Iso	0E+00	0	0E+00	0
2c	0E+00	0E+00	0E+00	0E+00
3a	0E+00	4E+0	2,1E+1	8E+0
Term.Iso	2,04E+6	0	1,34E+6	0
3b	1,46E+5	-2,88E+5	-1,62E+6	1,66E+6
Totale	2,03E+6	-1,69E+6	-8,2E+6	3,13E+6

Tensioni normali sulla sezione lorda (Comb. Mmax)

	F. 1	F. 2a Non Fess.	F. 2a Fess.	F. 2b Non Fess.	F. 2b Fess.	F. 2c Non Fess.	F. 2c Fess.	F. 2 tot	F. 3a Non Fess.	F. 3a Fess.	F. 3b Non Fess.	F. 3b Fess.	F. 3 tot	σ_{id}	η_1
σ_8	0	-0,6	0	0	0	0	0	-0,6	-0,3	0	-0,6	0	-1,5	1,5	0,073
σ_7	-1,2	-11,2	-24,2	0,2	0,6	0	0	-11	10,4	0	-3,6	-17,3	-4,3	4,3	0,012
σ_6	-1,2	-9,6	-21,5	0,2	0,5	0	0	-9,4	9,6	0	-2,7	-15,3	-2,5	2,5	0,007
σ_5	0	-0,5	0	0	0	0	0	-0,5	-0,5	0	-0,4	0	-1,4	1,4	0,065
σ_4	-68,5	-9,2	-20,9	0,2	0,5	0	0	-77,5	9,4	0	-2,4	-14,8	-70,6	70,6	0,199
σ_3	-66,6	-8,8	-20,3	0,2	0,5	0	0	-75,2	9,2	0	-2,2	-14,3	-68,2	86,6	0,244
σ_2	-1,2	-0,1	-0,1	0	0	0	0	-1,3	7	0	0,5	1,1	6,2	69	0,194
σ_1	42,4	13,7	15,2	-0,3	-0,4	0	0	55,7	-1,2	0	10,4	12,8	64,9	86,4	0,258
σ_0	45,1	14,2	16,1	-0,4	-0,4	0	0	59	-1,5	0	10,8	13,5	68,3	68,3	0,204
τ_4	0	-0,1	0	0	0	0	0	-0,1	0	0	-0,2	0	-0,3		
τ_3	-17,4	-7,3	-6,1	0,2	0,2	0	0	-24,5	0	0	-6,3	-5	-30,8		

τ_2	-25,6	-7,9	-8,3	0,2	0,2	0	0	-33,3	0	0	-6,4	-6,8	-39,7		
τ_1	-22	-6,3	-7,1	0,2	0,2	0	0	-28,1	0	0	-4,8	-5,8	-32,9		
τ_0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		

Massimo coefficiente di utilizzo: 0,258 VERIFICA SODDISFATTA

NOTE

- 1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 2 = -0,58 N/mm²
- 2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 2 = -0,46 N/mm²
La sezione a fine fase 2 e' stata considerata: Non fessurata (t.,b.)
- 3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 = -1,53 N/mm²
- 4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 = -1,37 N/mm²
La sezione a fine fase 3 e' stata considerata: Non fessurata (t.,b.)

Verifica a stato limite delle tensioni (Comb. Mmin)

Sollecitazioni (Comb. Mmin)

Fase	N (N)	V (N)	M (Nm)	T (Nm)
1	-1,48E+5	-1,06E+6	-5,85E+6	9,35E+5
2a	-1,1E+4	-3,54E+5	-2,12E+6	5,14E+5
2b	-1E+3	1E+4	5,3E+4	2,1E+4
Rit.Iso	-4,42E+6	0	-4,07E+6	0
2c	0E+00	0E+00	0E+00	0E+00
3a	0E+00	-4E+3	-2,1E+4	-8E+3
Term.Iso	-2,04E+6	0	-1,34E+6	0
3b	-1,59E+5	-8,88E+5	-5,25E+6	-9,7E+4
Totale	-6,78E+6	-2,3E+6	-1,86E+7	1,36E+6

Tensioni normali sulla sezione lorda (Comb. Mmin)

	F. 1	F. 2a Non Fess.	F. 2a Fess.	F. 2b Non Fess.	F. 2b Fess.	F. 2c Non Fess.	F. 2c Fess.	F. 2 tot	F. 3a Non Fess.	F. 3a Fess.	F. 3b Non Fess.	F. 3b Fess.	F. 3 tot	σ_{td}	η_1
σ_8	0	-0,6	0	1,4	0	0	0	0	0,3	0	-2,3	0	0	0	0
σ_7	-1,2	-11,2	-24,2	-37,8	0,6	0	0	-23,6	-10,4	-0,2	-13,8	-60,7	-84,5	84,5	0,235
σ_6	-1,2	-9,6	-21,5	-35	0,5	0	0	-21	-9,6	-0,2	-10,7	-54,2	-75,4	75,4	0,21
σ_5	0	-0,5	0	1,7	0	0	0	0	0,5	0	-1,6	0	0	0	0
σ_4	-68,5	-9,2	-20,9	-34,3	0,5	0	0	-88,9	-9,4	-0,2	-10	-52,7	-141,8	141,8	0,399
σ_3	-66,6	-8,8	-20,3	-33,7	0,5	0	0	-86,4	-9,2	-0,2	-9,3	-51,2	-137,8	153,3	0,432
σ_2	-1,2	-0,1	-0,1	-21,2	0	0	0	-1,3	-7	0	-0,5	-1,2	-2,5	94,8	0,267
σ_1	42,4	13,7	15,2	4,2	-0,4	0	0	57,2	1,4	0,2	31,6	36,7	94	124	0,37
σ_0	45,1	14,2	16,1	5,2	-0,4	0	0	60,8	1,6	0,2	32,6	38,9	99,9	99,9	0,298
τ_4	0	-0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	-0,5	-0,1	-0,1		
τ_3	-17,4	-7,3	-6,1	0,2	0,2	0	0	-23,4	-0,1	-0,1	-19,4	-15,4	-38,9		
τ_2	-25,6	-7,9	-8,3	0,2	0,2	0	0	-33,7	-0,1	-0,1	-19,8	-20,9	-54,7		
τ_1	-22	-6,3	-7,1	0,2	0,2	0	0	-28,8	-0,1	-0,1	-14,9	-17,8	-46,7		
τ_0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		

Massimo coefficiente di utilizzo: 0,432 VERIFICA SODDISFATTA

NOTE

- 1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 2 = 0,83 N/mm²
- 2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 2 = 1,27 N/mm²
La sezione a fine fase 2 e' stata considerata: Fessurata (t.,b.)
- 3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 = -1,2 N/mm²
- 4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 = 0,16 N/mm²
La sezione a fine fase 3 e' stata considerata: Fessurata (t.,b.)

SLE: Verifica a web breathing (Comb. Mmax)

Sollecitazioni (Comb. Mmax)

Fase	N (N)	V (N)	M (Nm)	T (Nm)
1	-1,48E+5	-1,06E+6	-5,85E+6	9,35E+5
2a	-1,1E+4	-3,54E+5	-2,12E+6	5,14E+5
2b	-1E+3	1E+4	5,3E+4	2,1E+4
Rit.Iso	0E+00	0	0E+00	0
2c	0E+00	0E+00	0E+00	0E+00

3a	0E+00	3E+0	1,8E+1	7E+0
Term.Iso	1,7E+6	0	1,12E+6	0
3b	0E+00	-1,08E+5	-6,53E+5	7,87E+5
Totale	1,54E+6	-1,51E+6	-7,46E+6	2,26E+6

Tensioni normali sulla sezione efficace (Comb. Mmax)

	F. 1	F. 2a Non Fess.	F. 2a Fess.	F. 2b Non Fess.	F. 2b Fess.	F. 2c Non Fess.	F. 2c Fess.	F. 2 tot	F. 3a Non Fess.	F. 3a Fess.	F. 3b Non Fess.	F. 3b Fess.	F. 3 tot
σ_8	0	-0,6	0	0	0	0	0	-0,6	-0,3	0	-0,3	0	-1,1
σ_7	-1,2	-11,3	-24,9	0,2	0,6	0	0	-11,1	8,7	0	-1,6	-7,6	-4,1
σ_6	-1,2	-9,7	-22,2	0,2	0,5	0	0	-9,5	8	0	-1,3	-6,8	-2,7
σ_5	0	-0,5	0	0	0	0	0	-0,5	-0,4	0	-0,2	0	-1,1
σ_4	-71,3	-9,3	-21,6	0,2	0,5	0	0	-80,4	7,9	0	-1,2	-6,6	-73,7
σ_3	-69,3	-8,9	-21	0,2	0,5	0	0	-78,1	7,7	0	-1,1	-6,4	-71,4
σ_2	-1,2	-0,1	-0,1	0	0	0	0	-1,3	5,9	0	0	0	4,6
σ_1	42,2	13,6	15,2	-0,3	-0,4	0	0	55,5	-1	0	4	4,7	58,5
σ_0	45	14,2	16,1	-0,4	-0,4	0	0	58,9	-1,2	0	4,1	5	61,8

NOTE

- 1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 2 = -0,58 N/mm²
- 2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 2 = -0,46 N/mm²
La sezione a fine fase 2 e' stata considerata: Non fessurata (t.,b.)
- 3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 = -1,13 N/mm²
- 4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 = -1,08 N/mm²
La sezione a fine fase 3 e' stata considerata: Non fessurata (t.,b.)

Verifica dell'intera anima (Comb. Mmax)

	Anima
b (mm)	2468,5
σ_{sup} (N/mm ²)	-71,33
σ_{inf} (N/mm ²)	58,55
σ_{Ed} (N/mm ²)	71,33
K_{σ}	19,56
σ_{cr0E} (N/mm ²)	10,1
τ_{Ed} (N/mm ²)	30,79
$\sigma_{cr}(P)$ (N/mm ²)	760,65
$\sigma_{cr}(C)$ (N/mm ²)	699,22
ξ	0,088
σ_{cr} (N/mm ²)	709,54
K_{τ}	12,28
$K_{\tau sl}$	9,11
Coefficienti di utilizzo	0,291
Esito	VERIFICA SODDISFATTA

Verifica locale dei sub pannelli (Comb. Mmax)

	Sub pannello 1	Sub pannello 2
b (mm)	576,2	1892,3
σ_{sup} (N/mm ²)	-71,33	-41,01
σ_{inf} (N/mm ²)	-41,01	58,55
σ_{Ed} (N/mm ²)	71,33	41,01
τ_{Ed} (N/mm ²)	30,79	30,79
σ_{cr0E} (N/mm ²)	185,41	17,19
ψ	0,575	-1,428
K_{σ}	5	35,2
σ_{cr} (N/mm ²)	935,64	605,85
K_{τ}	5,54	7,46
τ_{cr}	1026,53	128,23
Coefficienti di utilizzo	0,083	0,273
Esito	VERIFICA SODDISFATTA	VERIFICA SODDISFATTA

SLE: Verifica a web breathing (Comb. Mmin)

Sollecitazioni (Comb. Mmin)

Fase	N (N)	V (N)	M (Nm)	T (Nm)
1	-1,48E+5	-1,06E+6	-5,85E+6	9,35E+5
2a	-1,1E+4	-3,54E+5	-2,12E+6	5,14E+5
2b	-1E+3	1E+4	5,3E+4	2,1E+4
Rit.Iso	-4,42E+6	0	-4,07E+6	0
2c	0E+00	0E+00	0E+00	0E+00
3a	0E+00	-3E+3	-1,8E+4	-7E+3
Term.Iso	-1,7E+6	0	-1,12E+6	0
3b	-5E+3	-4,73E+5	-2,69E+6	-1,6E+4
Totale	-6,29E+6	-1,88E+6	-1,58E+7	1,45E+6

Tensioni normali sulla sezione efficace (Comb. Mmin)

	F. 1	F. 2a Non Fess.	F. 2a Fess.	F. 2b Non Fess.	F. 2b Fess.	F. 2c Non Fess.	F. 2c Fess.	F. 2 tot	F. 3a Non Fess.	F. 3a Fess.	F. 3b Non Fess.	F. 3b Fess.	F. 3 tot
σ_8	0	-0,6	0	1,4	0	0	0	0	0,3	0	-1,2	0	0
σ_7	-1,2	-11,4	-25,1	-38,4	0,6	0	0	-24,4	-8,8	-0,2	-6,8	-31,7	-56,3
σ_6	-1,2	-9,7	-22,4	-35,6	0,5	0	0	-21,8	-8,1	-0,2	-5,2	-28,3	-50,3
σ_5	0	-0,5	0	1,7	0	0	0	0	0,4	0	-0,8	0	0
σ_4	-71,8	-9,3	-21,7	-34,9	0,5	0	0	-93	-7,9	-0,2	-4,9	-27,5	-120,7
σ_3	-69,9	-8,9	-21,1	-34,2	0,5	0	0	-90,5	-7,8	-0,2	-4,5	-26,7	-117,3
σ_2	-1,2	-0,1	-0,1	-21,6	0	0	0	-1,3	-5,9	0	0	0	-1,4
σ_1	42,1	13,6	15,1	3,9	-0,4	0	0	56,9	1,1	0,1	16,5	19,3	76,3
σ_0	45	14,2	16,1	4,9	-0,4	0	0	60,6	1,3	0,1	17	20,4	81,2

NOTE

- 1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 2 = 0,77 N/mm²
- 2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 2 = 1,22 N/mm²
 La sezione a fine fase 2 e' stata considerata: Fessurata (t.,b.)
- 3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 = -0,13 N/mm²
- 4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 = 0,85 N/mm²
 La sezione a fine fase 3 e' stata considerata: Fessurata (t.,b.)

Verifica dell'intera anima (Comb. Mmin)

	Anima
b (mm)	2468,5
σ_{sup} (N/mm ²)	-117
σ_{inf} (N/mm ²)	76,35
σ_{Ed} (N/mm ²)	117
K_σ	16,08
σ_{cr0E} (N/mm ²)	10,1
τ_{Ed} (N/mm ²)	38,31
$\sigma_{cr}(P)$ (N/mm ²)	672,08
$\sigma_{cr}(C)$ (N/mm ²)	618,35
ξ	0,087
σ_{cr} (N/mm ²)	627,28
K_τ	12,28
$K_{\tau sl}$	9,11
Coefficienti di utilizzo	0,387
Esito	VERIFICA SODDISFATTA

Verifica locale dei sub pannelli (Comb. Mmin)

	Sub pannello 1	Sub pannello 2
b (mm)	576,2	1892,3
σ_{sup} (N/mm ²)	-117	-71,87
σ_{inf} (N/mm ²)	-71,87	76,35
σ_{Ed} (N/mm ²)	117	71,87
τ_{Ed} (N/mm ²)	38,31	38,31

σ_{cr0E} (N/mm ²)	185,41	17,19
ψ	0,614	-1,062
K_{σ}	4,9	25,4
σ_{cr} (N/mm ²)	913,55	437,22
K_{τ}	5,54	7,46
τ_{cr}	1026,53	128,23
Coefficienti di utilizzo	0,134	0,367
Esito	VERIFICA SODDISFATTA	VERIFICA SODDISFATTA

Verifica connessione trave soletta

Caratteristiche generali

Numero di pioli per unita' di lunghezza, n (m ⁻¹)	26
Diametro dei pioli, d (mm)	22
Altezza dei pioli, h (mm)	200
Resistenza ultima dei pioli, α	1
Coefficiente di sicurezza parziale, γ_v	1,25
Resistenza ultima dei pioli, f_u (N/mm ²)	450
Coefficiente E_{cm} (N/mm ²)	34077
Resistenza caratteristica cilindrica, f_{ck} (N/mm ²)	35

Resistenza della connessione

Resistenza a taglio del piolo, $P_{Rd1} = 0.8 f_u \pi d^2 / 4 / \gamma_v$, (N)	109478,22
Resistenza per schiacciamento del calcestruzzo, $P_{Rd2} = 0.29 \alpha d^2 (f_{ck} E_{cm})^{0.5} / \gamma_v$, (N)	122630,64
Resistenza di progetto del piolo $P_{Rd} = \text{Min}(P_{Rd1}, P_{Rd2})$, (N)	109478,22

Verifica elastica allo SLU

Coefficiente di utilizzo (Comb. Mmax)

Resistenza di progetto per unita' di lunghezza, $V_{Rd} = n P_{Rd} K_s$ (N/mm)	2846,4
Fattore di riduzione, K_s	1,00
Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo V_{Ed} (N/mm)	-292,5
Coefficiente di utilizzo V_{Ed} / V_{Rd}	0,103
VERIFICA SODDISFATTA	

Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo (Comb. Mmax)

Fase	V_{Ed} (N)	$S_{y,4}$ (mm ³)	J_y (mm ⁴)	V_{Ed} (N/mm)
Fase 2a	-5,31E+5	6,059E+7	2,167E+11	-148,5
Fase 2b	1,1E+4	7,738E+7	2,427E+11	3,5
Fase 2c	0E+00	5,936E+7	2,148E+11	0
Fase 3a	6E+0	1,104E+8	2,94E+11	0
Fase 3b	-3,93E+5	1,104E+8	2,94E+11	-147,6
Totale				-292,5

Coefficiente di utilizzo (Comb. Mmin)

Resistenza di progetto per unita' di lunghezza, $V_{Rd} = n P_{Rd} K_s$ (N/mm)	2846,4
Fattore di riduzione, K_s	1,00
Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo V_{Ed} (N/mm)	-603,3
Coefficiente di utilizzo V_{Ed} / V_{Rd}	0,212
VERIFICA SODDISFATTA	

Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo (Comb. Mmin)

Fase	V_{Ed} (N)	$S_{y,4eff}$ (mm ³)	$J_{y,eff}$ (mm ⁴)	V_{Ed} (N/mm)
Fase 2a	-5,31E+5	6,104E+7	2,16E+11	-150,1
Fase 2b	1,1E+4	7,776E+7	2,423E+11	3,5
Fase 2c	0E+00	5,982E+7	2,141E+11	0
Fase 3a	-6E+3	1,104E+8	2,939E+11	-2,3
Fase 3b	-1,21E+6	1,104E+8	2,939E+11	-454,5
Totale				-603,3

Verifica elastica allo SLE

Coefficiente di utilizzo (Comb. Mmax)

Resistenza di progetto per unita' di lunghezza, $v_{Rd} = n P_{Rd} K_s$ (N/mm)	1707,9
Fattore di riduzione, K_s	0,6
Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo v_{Ed} (N/mm)	-203,9
Coefficiente di utilizzo v_{Ed}/v_{Rd}	0,119
VERIFICA SODDISFATTA	

Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo (Comb. Mmax)

Fase	V_{Ed} (N)	$S_{y,4}$ (mm ³)	J_y (mm ⁴)	V_{Ed} (N/mm)
Fase 2a	-3,54E+5	6,059E+7	2,167E+11	-99
Fase 2b	1E+4	7,738E+7	2,427E+11	3,2
Fase 2c	0E+00	5,936E+7	2,148E+11	0
Fase 3a	4E+0	1,104E+8	2,94E+11	0
Fase 3b	-2,88E+5	1,104E+8	2,94E+11	-108,1
Totale				-203,9

Coefficiente di utilizzo (Comb. Mmin)

Resistenza di progetto per unita' di lunghezza, $v_{Rd} = n P_{Rd} K_s$ (N/mm)	1707,9
Fattore di riduzione, K_s	0,6
Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo v_{Ed} (N/mm)	-430,7
Coefficiente di utilizzo v_{Ed}/v_{Rd}	0,252
VERIFICA SODDISFATTA	

Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo (Comb. Mmin)

Fase	V_{Ed} (N)	$S_{y,4}$ (mm ³)	J_y (mm ⁴)	V_{Ed} (N/mm)
Fase 2a	-3,54E+5	6,059E+7	2,167E+11	-99
Fase 2b	1E+4	7,738E+7	2,427E+11	3,2
Fase 2c	0E+00	5,936E+7	2,148E+11	0
Fase 3a	-4E+3	1,104E+8	2,94E+11	-1,5
Fase 3b	-8,88E+5	1,104E+8	2,94E+11	-333,4
Totale				-430,7

Sezione C4 3 2

Pre-classificazione

La preclassificazione e' riferita alla sezione composta in Fase 3

Caratteristiche plastiche dei singoli componenti

Componenti	N_{pl} (N)	z_N (mm)	z_{max} (mm)	z_{min} (mm)
Strato di calcestruzzo superiore	3,143E+6	2620,19	2640	2600,38
Strato di calcestruzzo intermedio alle armature	1,343E+7	2515	2599,62	2430,38
Strato di calcestruzzo inferiore	3,143E+6	2409,81	2429,62	2390
Strato di armatura superiore	1,205E+6	2600	2600,38	2599,62
Strato di armatura inferiore	1,205E+6	2430	2430,38	2429,62
Raccordo in cls	0E+00	2390	2390	2390
Flangia superiore della trave di acciaio	9,467E+6	2370	2390	2350
Anima della trave di acciaio	1,502E+7	1204	2350	58
Flangia inferiore della trave di acciaio	1,665E+7	29	58	0
<i>Compressione ultima per la sezione completa</i>		-6,326E+7		
<i>Trazione ultima per la sezione completa</i>		4,355E+7		
<i>Compressione ultima per la sezione senza anima</i>		-4,824E+7		
<i>Trazione ultima per la sezione senza anima</i>		2,853E+7		

Classificazione delle piattabande

	c/t	ϵ	Flessione semplice con fibre tese superiori (M+)	Flessione semplice con fibre tese inferiori (M-)
Flangia superiore	8,508	0,814	1	0
Flangia inferiore	7,591	0,838	2	1

Classificazione dell'anima

	c/t	ϵ	α	ψ	classe
Flessione semplice con fibre tese superiori (M+)	137,141	0,814	0,341	-1,319	4

Flessione semplice con fibre tese inferiori (M-)	137,141	0,814	0,003	-0,272	1
Compressione semplice (N)	137,141	0,814	1	1	4

Verifiche S.L.U. sezione composta (Comb. Mmax)

Sollecitazioni (Comb. Mmax)

Fase	N (N)	V (N)	M (Nm)	T (Nm)
1	-2E+5	-1,72E+6	5,76E+5	1,26E+6
2a	-1,6E+4	-6,67E+5	3,2E+4	7,71E+5
2b	-1E+3	1,1E+4	2E+3	2,5E+4
Rit.Iso	0E+00	0	0E+00	0
2c	0E+00	0E+00	0E+00	0E+00
3a	0E+00	6E+0	0E+00	1,3E+1
Term.Iso	3,07E+6	0	2,01E+6	0
3b	2,2E+5	-5,37E+5	7,8E+4	2,27E+6
Totale	3,07E+6	-2,91E+6	2,7E+6	4,33E+6

Pressoflessione - Analisi plastica

Classificazione della sezione (Comb. Mmax)

	c/t	z _{pl} (mm)	α	ψ	Classe
Anima	137,14	605,32	0,24	-2,52	2
Piattabanda superiore	8,51				1
Piattabanda inferiore	7,59				2
classe della sezione					2

Analisi plastica: APPLICABILE

Verifica plastica a Presso-Tenso flessione (Comb. Mmax)

Azione assiale		Flessione semplice		Interazione N/M	
N _{Ed} (N)	3,07E+6	M _{Ed} (Nm)	2,698E+6	N _{Ed} (N)	3,07E+6
N _{Rd} (N)	4,355E+7	M _{Rd} (Nm)	4,15E+7	M _{Ed} (Nm)	2,698E+6
				M _{Rd} (Nm)	3,801E+7
N _{Ed} /N _{Rd}	0,07	M _{Ed} /M _{Rd}	0,065	M _{Ed} /M _{Rd}	0,071

VERIFICA SODDISFATTA

Pressoflessione - Calcolo tensioni lorde

Tensioni normali sulla sezione lorda (Comb. Mmax)

	F. 1	F. 2a Non Fess.	F. 2a Fess.	F. 2b Non Fess.	F. 2b Fess.	F. 2c Non Fess.	F. 2c Fess.	F. 2 tot	F. 3a Non Fess.	F. 3a Fess.	F. 3b Non Fess.	F. 3b Fess.	F. 3 tot	η ₁
σ ₈	0	0	0	0	0	0	0	0	-0,5	0	0,2	0	-0,3	0,017
σ ₇	-1,6	0,1	0,2	0	0	0	0	0,3	15,5	0	0,9	2,6	16,6	0,042
σ ₆	-1,6	0,1	0,2	0	0	0	0	0,2	14,4	0	0,9	2,5	15,3	0,039
σ ₅	0	0	0	0	0	0	0	0	-0,8	0	0,1	0	-0,6	0,032
σ ₄	5	0	0,2	0	0	0	0	5,2	14,1	0	0,9	2,4	20,1	0,059
σ ₃	4,8	0	0,2	0	0	0	0	5	13,8	0	0,9	2,4	19,6	0,058
σ ₂	-1,6	-0,1	-0,1	0	0	0	0	-1,7	10,5	0	0,8	1,7	9,5	0,028
σ ₁	-5,9	-0,3	-0,4	0	0	0	0	-6,3	-1,9	0	0,3	1,1	-7,8	0,024
σ ₀	-6,2	-0,3	-0,4	0	0	0	0	-6,6	-2,2	0	0,3	1,1	-8,5	0,027

Massimo coefficiente di utilizzo: 0,059 VERIFICA NON SIGNIFICATIVA

NOTE

- 1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 2 = 0 N/mm²
- 2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 2 = 0 N/mm²
La sezione a fine fase 2 e' stata considerata: Fessurata (t.,b.)
- 3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 = -0,34 N/mm²
- 4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 = -0,63 N/mm²
La sezione a fine fase 3 e' stata considerata: Non fessurata (t.,b.)

Resistenza a taglio

Valutazione della necessita' di calcolo della resistenza a Shear buckling

$$h_w/t_w=137,141 > 31/\eta * \epsilon_w * (K_\tau)^{0.5}=73,667 \quad \text{Verifica a Shear Buckling: NECESSARIA}$$

Resistenza a taglio Shear buckling: $V_{b,Rd} = 6,545E+6 \text{ N}$

Essendo:

$a/h_w = 1,053$, $\eta = 1,2$, $I_{sl} = 1,679E+7 (\text{mm}^4)$, $K_{\tau sl} = 9,106$, $K_{\tau} = 12,284$
 contributo anima: $V_{bw,Rd} = 5,346E+6 \text{ N}$, contributo flange: $V_{bf,Rd} = 1,199E+6 \text{ N}$
 $\chi_w = 0,646$, $\lambda_w = 1,285$, $\tau_{cr} = 124,1$, $C = 758,4$
 $M_{Ed} = 2,698E+6 \text{ Nm}$, $M_{f,Rd} = 2,271E+7 \text{ Nm}$, $M_{Ed}/M_{f,Rd} = 0,119$

Resistenza plastica: $V_{pl,Rd} = 1,041E+7 \text{ N}$

Resistenza a taglio: $V_{Rd} = \min(V_{pl,Rd}, V_{b,Rd}) = 6,545E+6 \text{ N}$

Coefficienti di utilizzo

$$\eta_3 = V_{Ed}/V_{Rd} = 0,48, \quad (=> \text{VERIFICA SODDISFATTA})$$

$$\eta_3 = V_{Ed}/V_{bw,Rd} = 0,587, \quad \eta_1 = M_{Ed}/M_{Rd} = 0,071$$

Interazione pressoflessione taglio (N-M-V)

Valutazione della presenza di interazione

$$\eta_3 < 0,5, \quad M_{Ed}/M_{f,Rd} < 1$$

NON C'E' INTERAZIONE

Verifiche S.L.U. sezione composta (Comb. Mmin)

Sollecitazioni (Comb. Mmin)

Fase	N (N)	V (N)	M (Nm)	T (Nm)
1	-2E+5	-1,72E+6	5,76E+5	1,26E+6
2a	-1,6E+4	-6,67E+5	3,2E+4	7,71E+5
2b	-1E+3	1,1E+4	2E+3	2,5E+4
Rit.Iso	-5,3E+6	0	-4,88E+6	0
2c	0E+00	0E+00	0E+00	0E+00
3a	0E+00	-6E+3	0E+00	-1,3E+4
Term.Iso	-3,07E+6	0	-2,01E+6	0
3b	-2,38E+5	-1,68E+6	-8,7E+4	-1,44E+5
Totale	-8,82E+6	-4,06E+6	-6,37E+6	1,9E+6

Pressoflessione - Analisi plastica

Classificazione della sezione (Comb. Mmin)

	c/t	$z_{pl} (mm)$	α	ψ	Classe
Anima	137,14	1670,05	0,3	-0,32	4
Piattabanda superiore	8,51				1
Piattabanda inferiore	7,59				1
classe della sezione					4

Analisi plastica: NON APPLICABILE

Verifica plastica a Presso-Tenso flessione (Comb. Mmin)

Azione assiale		Flessione semplice		Interazione N/M	
$N_{Ed} (N)$	-8,824E+6	$M_{Ed} (Nm)$	-6,366E+6	$N_{Ed} (N)$	-8,824E+6
$N_{Rd} (N)$	-6,326E+7	$M_{Rd} (Nm)$	-5,971E+7	$M_{Ed} (Nm)$	-6,366E+6
				$M_{Rd} (Nm)$	-6,101E+7
N_{Ed}/N_{Rd}	0,139	M_{Ed}/M_{Rd}	0,107	M_{Ed}/M_{Rd}	0,104

VERIFICA NON SIGNIFICATIVA

Pressoflessione - Calcolo tensioni lorde

Tensioni normali sulla sezione lorda (Comb. Mmin)

	F. 1	F. 2a Non Fess.	F. 2a Fess.	F. 2b Non Fess.	F. 2b Fess.	F. 2c Non Fess.	F. 2c Fess.	F. 2 tot	F. 3a Non Fess.	F. 3a Fess.	F. 3b Non Fess.	F. 3b Fess.	F. 3 tot	η_1
σ_8	0	0	0	1,7	0	0	0	0	0,5	0	-0,2	0	0	0
σ_7	-1,6	0,1	0,2	-45,6	0	0	0	0,3	-15,5	0	-1	-2,8	-2,6	0,007
σ_6	-1,6	0,1	0,2	-42,2	0	0	0	0,2	-14,4	0	-1	-2,7	-2,5	0,006

σ_5	0	0	0	2,1	0	0	0	0	0,8	0	-0,2	0	0	0
σ_4	5	0	0,2	-41,4	0	0	0	5,2	-14,1	0	-1	-2,7	2,6	0,008
σ_3	4,8	0	0,2	-40,6	0	0	0	5	-13,8	0	-1	-2,6	2,4	0,007
σ_2	-1,6	-0,1	-0,1	-25,4	0	0	0	-1,7	-10,5	0	-0,8	-1,8	-3,6	0,011
σ_1	-5,9	-0,3	-0,4	5,5	0	0	0	-6,3	1,9	0	-0,3	-1,2	-7,5	0,023
σ_0	-6,2	-0,3	-0,4	6,6	0	0	0	-6,6	2,2	0	-0,3	-1,2	-7,7	0,024

Massimo coefficiente di utilizzo: 0,024 VERIFICA NON SIGNIFICATIVA

NOTE

- 1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 2 = 1,69 N/mm²
- 2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 2 = 2,08 N/mm²
La sezione a fine fase 2 e' stata considerata: Fessurata (t.b.)
- 3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 = 2,02 N/mm²
- 4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 = 2,7 N/mm²
La sezione a fine fase 3 e' stata considerata: Fessurata (t.b.)

Pressoflessione - Calcolo tensioni efficaci

Area efficace per shear lag e/o buckling delle flange(Comb. Mmin)

Componente	b (mm)	t (mm)	λ_p	ρ	$A_{c,eff}$ (mm ²)	β^k	$A_{c,eff} * \beta^k$ (mm ²)
Piattabanda superiore SX	350	40	---	---	---	1	14000
Piattabanda superiore DX	350	40	---	---	---	1	14000
Piattabanda inferiore SX	450	58	---	---	---	1	26100
Piattabanda inferiore DX	450	58	---	---	---	1	26100

Instabilita' locale dei pannelli d'anima (Comb. Mmin)

	Anima	Sub pannello 1	Sub pannello 2
b (mm)	2468,54	576,21	1892,33
σ_{cr0E} (N/mm ²)	10,1	185,41	17,19
σ_{sup} (N/mm ²)	1,99	1,99	-0,36
σ_{inf} (N/mm ²)	-8,07	-0,36	-8,07
ψ	-0,25	-5,57	0,04
K_σ	9,96	95,68	7,49
λ_p	1,88	0,14	1,66
b_c (mm)	1980,04	87,71	1892,33
$b_{c, sup}$ (mm)	1188,03	52,63	1128,63
$b_{c, sup}$ (mm)	792,02	35,09	763,7
ρ_{loc}	0,49	1	0,54
b_{ceff} (mm)	969,03	87,71	1024,94
$b_{ceff, sup}$ (mm)	581,42	52,63	611,3
$b_{ceff, sup}$ (mm)	387,61	35,09	413,64
ϕ_{Foro} (mm)	1011,01	0	867,38

Caratteristiche dell'anima compressa, irrigidenti esclusi (Comb. Mmin)

	A (mm ²)	z_G (mm)	J_y (mm ⁴)
A_c Edge sup	9,473E+2	2011,7	2,187E+5
A_c 1	2,095E+4	1403,6	2,364E+9
A_c 2	0E+00	0	0E+00
A_c Edge inf	1,375E+4	439,8	6,681E+8
A_c tot	3,564E+4	1048	1,164E+10
A_c	2,32E+4		

Caratteristiche dell'anima compressa, depurata per instabilita' locale (Comb. Mmin)

	A (mm ²)	z_G (mm)	J_y (mm ⁴)
$A_{c,eff}$ Edge sup	9,473E+2	2011,7	2,187E+5
$A_{c,eff}$ 1	1,163E+4	1662,2	4,051E+8
$A_{c,eff}$ 2	0E+00	0	0E+00
$A_{c,eff}$ Edge inf	7,446E+3	264,8	1,062E+8
$A_{c,eff}$ tot	2,003E+4	1159,3	1,01E+10
$A_{c,eff,loc}$	1,388E+4		

Tensioni critiche per l'anima (Comb. Mmin)

	Stiffener 1
--	-------------

A_{sl} (mm ²)	2,32E+4
e_{sl} (mm)	-8,1
I_{sl} (mm ⁴)	1,912E+7
$A_{sl,eff}$ (mm ²)	1,388E+4
$e_{sl,eff}$ (mm)	-13,6
$I_{sl,eff}$ (mm ⁴)	1,784E+7
$\sigma_{cr,sl,i}$ (p)	273,35
$\sigma_{cr,p,i}$ (p)	6170,49
$\sigma_{cr,sl}$ (C)	252,72
$\sigma_{cr,c}$ (C)	5704,85
α_e	0,728

Coefficienti di riduzione per instabilit  globale dell'anima (Comb. Mmin)

	<i>Piastra</i>		<i>Colonna</i>
$\sigma_{cr,p}$ (p)	6170,49	$\sigma_{cr,c}$ (C)	0,599
β_{ac} (p)	0,599	β_{ac} (C)	0,193
λ_p	0,186	λ_c	1
ρ_p	1	ρ_c	

Anima depurata per instabilit  locale e globale dell'anima (Comb. Mmin)

	<i>A</i> (mm ²)	<i>z_G</i> (mm)	<i>J_y</i> (mm ⁴)
Edge sup	9,473E+2	2011,7	2,187E+5
1	1,163E+4	1662,2	4,051E+8
2	0E+00	0	0E+00
Edge inf	7,446E+3	264,8	1,062E+8
Totale	2,003E+4	1159,3	1,01E+10

Depurazione complessiva da applicare alla sezione (Comb. Mmin)

	ΔA (mm ²)	<i>z_G</i> (mm)	ΔJ_y (mm ⁴)
Anima	-1,561E+4	905,3	-9,789E+8
Piattabanda superiore	0E+00	0	0E+00
Piattabanda inferiore	0E+00	0	0E+00

Caratteristiche geometriche efficaci (Comb. Mmin)

	<i>Fase 1</i>	<i>Fase 2a</i>	<i>Fase 2b</i>	<i>Fase 2c</i>	<i>Fase 3</i>	<i>Fessurata</i>
<i>A</i> (mm ²)	1,09E+5	1,664E+5	2,775E+5	1,648E+5	2,775E+5	1,152E+5
<i>z_G</i> (mm)	983,639	1511,971	1913,27	1501,736	1913,27	1065,506
Δz_{Geff} (mm)	-9,81	-52,02	-53,7	-51,62	-53,7	-19,12
<i>J_{y,eff}</i> (mm ⁴)	1,219E+11	2,105E+11	2,78E+11	2,087E+11	2,78E+11	1,357E+11
<i>W_{y,0eff}</i> (mm ³)	-1,24E+8	-1,392E+8	-1,453E+8	-1,39E+8	-1,453E+8	-1,273E+8
<i>W_{y,1eff}</i> (mm ³)	-1,317E+8	-1,447E+8	-1,499E+8	-1,446E+8	-1,499E+8	-1,346E+8
<i>W_{y,3eff}</i> (mm ³)	8,924E+7	2,511E+8	6,366E+8	2,461E+8	6,366E+8	1,056E+8
<i>W_{y,4eff}</i> (mm ³)	8,671E+7	2,397E+8	5,832E+8	2,35E+8	5,832E+8	1,024E+8
<i>W_{y,5eff}</i> (mm ³)	1E+300	2,397E+8	5,832E+8	2,35E+8	5,832E+8	1,024E+8
<i>W_{y,6eff}</i> (mm ³)	1E+300	2,292E+8	5,381E+8	2,249E+8	5,381E+8	9,942E+7
<i>W_{y,7eff}</i> (mm ³)	1E+300	1,934E+8	4,049E+8	1,901E+8	4,049E+8	8,84E+7
<i>W_{y,8eff}</i> (mm ³)	1E+300	1,866E+8	3,826E+8	1,834E+8	3,826E+8	8,616E+7
<i>S_{y,1eff}</i> (mm ³)	4,983E+7	7,741E+7	9,836E+7	7,688E+7	9,836E+7	5,411E+7
<i>S_{y,2eff}</i> (mm ³)	5,691E+7	8,843E+7	1,16E+8	8,777E+7	1,16E+8	6,144E+7
<i>S_{y,3eff}</i> (mm ³)	3,882E+7	8,162E+7	1,141E+8	8,079E+7	1,141E+8	4,545E+7
<i>S_{y,4eff}</i> (mm ³)	1,531E-291	5,76E+7	1,013E+8	5,648E+7	1,013E+8	8,925E+6

Le caratteristiche efficaci sono state calcolate iterativamente in 1 iterazioni, con la seguente variazione percentuale del coefficiente ψ

$(\psi_1 - \psi_0) / \psi_0 * 100$	22,84
$(\psi_2 - \psi_1) / \psi_1 * 100$	
$(\psi_3 - \psi_2) / \psi_2 * 100$	
$(\psi_4 - \psi_3) / \psi_3 * 100$	
$(\psi_5 - \psi_4) / \psi_4 * 100$	

Momento aggiuntivo per traslazione dell'asse neutro(Comb. Mmin)

	<i>Fase 1</i>	<i>Fase 2a</i>	<i>Fase 2b</i>	<i>Fase 2c</i>	<i>Fase 3a</i>	<i>Fase 3b</i>
$\Delta M_{Fessurata}$ (kNm)	1,962E+3	3,059E+2	1,912E+1	0E+00	0E+00	4,551E+3

$\Delta M_{Non\ fessurata}$ (kNm)	1,962E+3	8,324E+2	2,956E+5	0E+00	1,647E+5	1,278E+4
-----------------------------------	----------	----------	----------	-------	----------	----------

Tensioni normali sulla sezione efficace (Comb. Mmin)

	F. 1	F. 2a Non Fess.	F. 2a Fess.	F. 2b Non Fess.	F. 2b Fess.	F. 2c Non Fess.	F. 2c Fess.	F. 2 tot	F. 3a Non Fess.	F. 3a Fess.	F. 3b Non Fess.	F. 3b Fess.	F. 3 tot	η_1
σ_8	0	0	0	1,7	0	0	0	0	0,5	0	-0,2	0	0	0
σ_7	-1,8	0,1	0,2	-46,1	0	0	0	0,2	-15,6	0	-1	-3	-2,8	0,007
σ_6	-1,8	0	0,2	-42,7	0	0	0	0,2	-14,5	0	-1	-2,9	-2,7	0,007
σ_5	0	0	0	2	0	0	0	0	0,8	0	-0,2	0	0	0
σ_4	4,8	0	0,2	-42	0	0	0	5	-14,2	0	-1	-2,9	2,1	0,006
σ_3	4,6	0	0,2	-41,2	0	0	0	4,8	-14	0	-1	-2,8	2	0,006
σ_2	-1,8	-0,1	-0,1	-27,5	0	0	0	-2	-11,1	0	-0,9	-2,1	-4	0,012
σ_1	-6,2	-0,3	-0,4	3,8	0	0	0	-6,6	1,3	0	-0,4	-1,5	-8,1	0,025
σ_0	-6,5	-0,3	-0,4	4,9	0	0	0	-6,9	1,6	0	-0,3	-1,4	-8,3	0,026

Massimo coefficiente di utilizzo: 0,026 VERIFICA SODDISFATTA

NOTE

1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 2 = 1,65 N/mm²

2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 2 = 2,03 N/mm²

La sezione a fine fase 2 e' stata considerata: Fessurata (t.,b.)

3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 = 1,97 N/mm²

4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 = 2,63 N/mm²

La sezione a fine fase 3 e' stata considerata: Fessurata (t.,b.)

Resistenza a taglio

Valutazione della necessita' di calcolo della resistenza a Shear buckling

$$h_w/t_w=137,141 > 31/\eta * \epsilon_w * (K_\tau)^{0,5}=73,667 \quad \text{Verifica a Shear Buckling: NECESSARIA}$$

Resistenza a taglio Shear buckling: **$V_{b,Rd}=6,561E+6$ N**

Essendo:

$$a/h_w=1,053, \quad \eta=1,2, \quad I_{sl}=1,679E+7(\text{mm}^4), \quad K_{\tau sl}=9,106, \quad K_\tau=12,284$$

$$\text{contributo anima: } V_{bw,Rd}=5,346E+6 \text{ N}, \quad \text{contributo flange: } V_{bf,Rd}=1,215E+6 \text{ N}$$

$$\chi_w=0,646, \quad \lambda_w=1,285, \quad \tau_{cr}=124,1, \quad C=758,4$$

$$M_{Ed}=M_{Ed,eq}=1,061E+6 \text{ Nm}, \quad M_{f,Rd}=-4,678E+7 \text{ Nm}, \quad M_{Ed}/M_{f,Rd}=-0,023$$

Resistenza plastica: **$V_{pl,Rd}=1,041E+7$ N**

Resistenza a taglio: **$V_{Rd}=\min(V_{pl,Rd}, V_{b,Rd})=6,561E+6$ N**

Coefficienti di utilizzo

$$\eta_3=V_{Ed}/V_{Rd}=0,666, \quad (= \Rightarrow \text{VERIFICA SODDISFATTA})$$

$$\eta_3=V_{Ed}/V_{bw,Rd}=0,818, \quad \eta_1=\max(\eta_i)=0,026$$

Interazione pressoflessione taglio (N-M-V)

Valutazione della presenza di interazione

$$\eta_3 > 0,5, \quad M_{Ed}/M_{f,Rd} < 1$$

NON C'E' INTERAZIONE

Verifica a stato limite delle tensioni (Comb. Mmax)**Sollecitazioni (Comb. Mmax)**

Fase	N (N)	V (N)	M (Nm)	T (Nm)
1	-1,48E+5	-1,27E+6	4,26E+5	9,35E+5
2a	-1,1E+4	-4,45E+5	2,1E+4	5,14E+5
2b	-1E+3	1E+4	2E+3	2,1E+4
Rit.Iso	0E+00	0	0E+00	0
2c	0E+00	0E+00	0E+00	0E+00
3a	0E+00	4E+0	0E+00	8E+0
Term.Iso	2,04E+6	0	1,34E+6	0
3b	1,46E+5	-3,94E+5	5,2E+4	1,66E+6

Massimo coefficiente di utilizzo: 0,342 VERIFICA SODDISFATTA

NOTE

- 1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 2 = 1,41 N/mm²
- 2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 2 = 1,73 N/mm²
La sezione a fine fase 2 e' stata considerata: Fessurata (t.,b.)
- 3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 = 1,63 N/mm²
- 4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 = 2,15 N/mm²
La sezione a fine fase 3 e' stata considerata: Fessurata (t.,b.)

SLE: Verifica a web breathing (Comb. Mmax)**Sollecitazioni (Comb. Mmax)**

Fase	N (N)	V (N)	M (Nm)	T (Nm)
1	-1,48E+5	-1,27E+6	4,26E+5	9,35E+5
2a	-1,1E+4	-4,45E+5	2,1E+4	5,14E+5
2b	-1E+3	1E+4	2E+3	2,1E+4
Rit.Iso	0E+00	0	0E+00	0
2c	0E+00	0E+00	0E+00	0E+00
3a	0E+00	3E+0	0E+00	7E+0
Term.Iso	1,7E+6	0	1,12E+6	0
3b	0E+00	-1,79E+5	0E+00	7,87E+5
Totale	1,54E+6	-1,89E+6	1,57E+6	2,26E+6

Tensioni normali sulla sezione efficace (Comb. Mmax)

	F. 1	F. 2a Non Fess.	F. 2a Fess.	F. 2b Non Fess.	F. 2b Fess.	F. 2c Non Fess.	F. 2c Fess.	F. 2 tot	F. 3a Non Fess.	F. 3a Fess.	F. 3b Non Fess.	F. 3b Fess.	F. 3 tot
σ_8	0	0	0	0	0	0	0	0	-0,3	0	0	0	-0,3
σ_7	-1,2	0,1	0,2	0	0	0	0	0,2	8,6	0	0	0	8,7
σ_6	-1,2	0	0,1	0	0	0	0	0,1	8	0	0	0	8
σ_5	0	0	0	0	0	0	0	0	-0,4	0	0	0	-0,4
σ_4	3,7	0	0,1	0	0	0	0	3,9	7,8	0	0	0	11,6
σ_3	3,6	0	0,1	0	0	0	0	3,7	7,7	0	0	0	11,3
σ_2	-1,2	-0,1	-0,1	0	0	0	0	-1,3	6	0	0	0	4,7
σ_1	-4,4	-0,2	-0,2	0	0	0	0	-4,6	-0,9	0	0	0	-5,5
σ_0	-4,6	-0,2	-0,2	0	0	0	0	-4,8	-1,1	0	0	0	-5,9

NOTE

- 1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 2 = 0 N/mm²
- 2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 2 = 0 N/mm²
La sezione a fine fase 2 e' stata considerata: Fessurata (t.,b.)
- 3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 = -0,28 N/mm²
- 4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 = -0,43 N/mm²
La sezione a fine fase 3 e' stata considerata: Non fessurata (t.,b.)

Verifica dell'intera anima (Comb. Mmax)

	Anima
b (mm)	2468,5
σ_{sup} (N/mm ²)	11,3
σ_{inf} (N/mm ²)	-5,49
σ_{Ed} (N/mm ²)	5,49
K_{σ}	55,93
σ_{cr0E} (N/mm ²)	10,1
τ_{Ed} (N/mm ²)	38,42
$\sigma_{cr}(P)$ (N/mm ²)	565,02
$\sigma_{cr}(C)$ (N/mm ²)	9,1
ξ	1
σ_{cr} (N/mm ²)	565,02
K_{τ}	12,28
$K_{\tau sl}$	9,11
Coefficienti di utilizzo	0,341
Esito	VERIFICA SODDISFATTA

Verifica locale dei sub pannelli (Comb. Mmax)

	Sub pannello 1	Sub pannello 2
b (mm)	576,2	1892,3
σ_{sup} (N/mm ²)	11,3	7,38
σ_{inf} (N/mm ²)	7,38	-5,49
σ_{Ed} (N/mm ²)	0	5,49
τ_{Ed} (N/mm ²)	38,42	38,42
σ_{cr0E} (N/mm ²)	185,41	17,19
ψ	1,531	-1,344
K_{σ}	1E+50	32,9
σ_{cr} (N/mm ²)	1,854136078087E+52	565,02
K_{τ}	5,54	7,46
τ_{cr}	1026,53	128,23
Coefficienti di utilizzo	0,041	0,33
Esito	VERIFICA SODDISFATTA	VERIFICA SODDISFATTA

SLE: Verifica a web breathing (Comb. Mmin)**Sollecitazioni (Comb. Mmin)**

Fase	N (N)	V (N)	M (Nm)	T (Nm)
1	-1,48E+5	-1,27E+6	4,26E+5	9,35E+5
2a	-1,1E+4	-4,45E+5	2,1E+4	5,14E+5
2b	-1E+3	1E+4	2E+3	2,1E+4
Rit.Iso	-4,42E+6	0	-4,07E+6	0
2c	0E+00	0E+00	0E+00	0E+00
3a	0E+00	-3E+3	0E+00	-7E+3
Term.Iso	-1,7E+6	0	-1,12E+6	0
3b	-5E+3	-6,66E+5	-4E+3	-1,6E+4
Totale	-6,29E+6	-2,38E+6	-4,74E+6	1,45E+6

Tensioni normali sulla sezione efficace (Comb. Mmin)

	F. 1	F. 2a Non Fess.	F. 2a Fess.	F. 2b Non Fess.	F. 2b Fess.	F. 2c Non Fess.	F. 2c Fess.	F. 2 tot	F. 3a Non Fess.	F. 3a Fess.	F. 3b Non Fess.	F. 3b Fess.	F. 3 tot
σ_8	0	0	0	1,4	0	0	0	0	0,3	0	0	0	0
σ_7	-1,3	0	0,1	-38,1	0	0	0	0,2	-8,6	0	0	-0,1	0,1
σ_6	-1,3	0	0,1	-35,3	0	0	0	0,1	-8	0	0	-0,1	0,1
σ_5	0	0	0	1,7	0	0	0	0	0,4	0	0	0	0
σ_4	3,6	0	0,1	-34,6	0	0	0	3,8	-7,8	0	0	-0,1	3,7
σ_3	3,5	0	0,1	-33,9	0	0	0	3,6	-7,7	0	0	-0,1	3,5
σ_2	-1,3	-0,1	-0,1	-22,1	0	0	0	-1,4	-6	0	0	0	-1,4
σ_1	-4,6	-0,2	-0,3	4	0	0	0	-4,9	0,9	0	0	0	-4,9
σ_0	-4,8	-0,2	-0,3	4,9	0	0	0	-5,1	1,1	0	0	0	-5,1

NOTE

- 1) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 2 = 1,4 N/mm²
- 2) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 2 = 1,72 N/mm²
La sezione a fine fase 2 e' stata considerata: Fessurata (t.,b.)
- 3) Tensione totale all'estradosso soletta alla fine della fase 3 = 1,68 N/mm²
- 4) Tensione totale all'intradosso soletta alla fine della fase 3 = 2,15 N/mm²
La sezione a fine fase 3 e' stata considerata: Fessurata (t.,b.)

Verifica dell'intera anima (Comb. Mmin)

	Anima
b (mm)	2468,5
σ_{sup} (N/mm ²)	3,54
σ_{inf} (N/mm ²)	-4,86
σ_{Ed} (N/mm ²)	4,86
K_{σ}	17,56

σ_{cr0E} (N/mm ²)	10,1
τ_{Ed} (N/mm ²)	48,42
σ_{cr} (P) (N/mm ²)	177,41
σ_{cr} (C) (N/mm ²)	9,1
ξ	1
σ_{cr} (N/mm ²)	177,41
K_{τ}	12,28
$K_{\tau sl}$	9,11
Coefficienti di utilizzo	0,43
Esito	VERIFICA SODDISFATTA

Verifica locale dei sub pannelli (Comb. Mmin)

	Sub pannello 1	Sub pannello 2
b (mm)	576,2	1892,3
σ_{sup} (N/mm ²)	3,54	1,58
σ_{inf} (N/mm ²)	1,58	-4,86
σ_{Ed} (N/mm ²)	0	4,86
τ_{Ed} (N/mm ²)	48,42	48,42
σ_{cr0E} (N/mm ²)	185,41	17,19
ψ	2,244	-0,324
K_{σ}	1E+50	10,9
σ_{cr} (N/mm ²)	1,854136078087E+52	187
K_{τ}	5,54	7,46
τ_{cr}	1026,53	128,23
Coefficienti di utilizzo	0,052	0,416
Esito	VERIFICA SODDISFATTA	VERIFICA SODDISFATTA

Verifica connessione trave soletta

Caratteristiche generali

Numero di pioli per unita' di lunghezza, n (m ⁻¹)	26
Diametro dei pioli, d (mm)	22
Altezza dei pioli, h (mm)	200
Resistenza ultima dei pioli, α	1
Coefficiente di sicurezza parziale, γ_v	1,25
Resistenza ultima dei pioli, f_u (N/mm ²)	450
Coefficiente E_{cm} (N/mm ²)	34077
Resistenza caratteristica cilindrica, f_{ck} (N/mm ²)	35

Resistenza della connessione

Resistenza a taglio del piolo, $P_{Rd1} = 0.8 f_u \pi d^2 / 4 \gamma_v$, (N)	109478,22
Resistenza per schiacciamento del calcestruzzo, $P_{Rd2} = 0.29 \alpha d^2 (f_{ck} E_{cm})^{0.5} / \gamma_v$, (N)	122630,64
Resistenza di progetto del piolo $P_{Rd} = \text{Min}(P_{Rd1}, P_{Rd2})$, (N)	109478,22

Verifica elastica allo SLU

Coefficiente di utilizzo (Comb. Mmax)

Resistenza di progetto per unita' di lunghezza, $V_{Rd} = n P_{Rd} K_s$ (N/mm)	2846,4
Fattore di riduzione, K_s	1.00
Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo V_{Ed} (N/mm)	-384,6
Coefficiente di utilizzo V_{Ed} / V_{Rd}	0,135
VERIFICA SODDISFATTA	

Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo (Comb. Mmax)

Fase	V_{Ed} (N)	$S_{y,4}$ (mm ³)	J_y (mm ⁴)	V_{Ed} (N/mm)
Fase 2a	-6,67E+5	6,059E+7	2,167E+11	-186,5
Fase 2b	1,1E+4	7,738E+7	2,427E+11	3,5
Fase 2c	0E+00	5,936E+7	2,148E+11	0
Fase 3a	6E+0	1,104E+8	2,94E+11	0
Fase 3b	-5,37E+5	1,104E+8	2,94E+11	-201,6

Totale	-384,6
--------	--------

Coefficiente di utilizzo (Comb. Mmin)

Resistenza di progetto per unita' di lunghezza, $v_{Rd} = n P_{Rd} \kappa_s$ (N/mm)	2846,4
Fattore di riduzione, κ_s	1,00
Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo v_{Ed} (N/mm)	-792,3
Coefficiente di utilizzo v_{Ed}/v_{Rd}	0,278
VERIFICA SODDISFATTA	

Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo (Comb. Mmin)

Fase	V_{Ed} (N)	$S_{y,4eff}$ (mm ³)	$J_{y,eff}$ (mm ⁴)	V_{Ed} (N/mm)
Fase 2a	-6,67E+5	5,76E+7	2,105E+11	-182,5
Fase 2b	1,1E+4	7,269E+7	2,337E+11	3,4
Fase 2c	0E+00	5,648E+7	2,087E+11	0
Fase 3a	-6E+3	1,013E+8	2,78E+11	-2,2
Fase 3b	-1,676E+6	1,013E+8	2,78E+11	-610,9
Totale				-792,3

Verifica elastica allo SLE**Coefficiente di utilizzo (Comb. Mmax)**

Resistenza di progetto per unita' di lunghezza, $v_{Rd} = n P_{Rd} \kappa_s$ (N/mm)	1707,9
Fattore di riduzione, κ_s	0,6
Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo v_{Ed} (N/mm)	-269,2
Coefficiente di utilizzo v_{Ed}/v_{Rd}	0,158
VERIFICA SODDISFATTA	

Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo (Comb. Mmax)

Fase	V_{Ed} (N)	$S_{y,4}$ (mm ³)	J_y (mm ⁴)	V_{Ed} (N/mm)
Fase 2a	-4,45E+5	6,059E+7	2,167E+11	-124,4
Fase 2b	1E+4	7,738E+7	2,427E+11	3,2
Fase 2c	0E+00	5,936E+7	2,148E+11	0
Fase 3a	4E+0	1,104E+8	2,94E+11	0
Fase 3b	-3,94E+5	1,104E+8	2,94E+11	-147,9
Totale				-269,2

Coefficiente di utilizzo (Comb. Mmin)

Resistenza di progetto per unita' di lunghezza, $v_{Rd} = n P_{Rd} \kappa_s$ (N/mm)	1707,9
Fattore di riduzione, κ_s	0,6
Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo v_{Ed} (N/mm)	-584,9
Coefficiente di utilizzo v_{Ed}/v_{Rd}	0,342
VERIFICA SODDISFATTA	

Flusso di taglio all'interfaccia acciaio calcestruzzo (Comb. Mmin)

Fase	V_{Ed} (N)	$S_{y,4}$ (mm ³)	J_y (mm ⁴)	V_{Ed} (N/mm)
Fase 2a	-4,45E+5	6,059E+7	2,167E+11	-124,4
Fase 2b	1E+4	7,738E+7	2,427E+11	3,2
Fase 2c	0E+00	5,936E+7	2,148E+11	0
Fase 3a	-4E+3	1,104E+8	2,94E+11	-1,5
Fase 3b	-1,231E+6	1,104E+8	2,94E+11	-462,2
Totale				-584,9

INDICE

1	Modello FEM_FA-SI_FASE1.st7.....	2
1.1	BILL OF QUANTITIES	3
1.2	ELEMENT PROPERTIES SUMMARY.....	4
1.3	INPUT MODEL FILE	6
1.3.1	GENERAL DATA AND LOAD CASES	6
1.3.2	ELEMENT GEOMETRY	8
2	Modello FEM_FA-SI_FASE2.st7.....	15
2.1	BILL OF QUANTITIES	16
2.2	ELEMENT PROPERTIES SUMMARY.....	17
2.3	INPUT MODEL FILE	19
2.3.1	GENERAL DATA AND LOAD CASES	19
2.3.2	ELEMENT GEOMETRY	22
3	Modello FEM_FA-SI_FASE3.st7.....	29
3.1	BILL OF QUANTITIES	30
3.2	ELEMENT PROPERTIES SUMMARY.....	31
3.3	INPUT MODEL FILE	33
3.3.1	GENERAL DATA AND LOAD CASES	33
3.3.2	ELEMENT GEOMETRY	36
4	Modello FEM_FA-SI_SISMICA.st7	43
4.1	BILL OF QUANTITIES	44
4.2	ELEMENT PROPERTIES SUMMARY.....	45
4.3	INPUT MODEL FILE	47
4.3.1	GENERAL DATA AND LOAD CASES	47
4.3.2	ELEMENT GEOMETRY	49

1 MODELLO FEM_FA-SI_FASE1.ST7

1.1 BILL OF QUANTITIES

Model: Modello FEM_FA-SI_FASE1								
Bill of materials								
Selected groups:								
Model								
Model\Trave1								
Included mass:								
Structural Mass								
	Mass	Volume	Length	Area	Count	Material	Type	Section
	kg	m ³	m	m ²				
Grand total:	127337,84	13,17	143,06					
Beam properties:								
1: FS1-Trave C1	22094,23	2,34	19,04		4		Beam	I-Section
2: FS1-Trave C2	33171,77	3,51	25,04		8		Beam	
3: FS1-Trave C3	36508,72	3,87	27,55		6		Beam	I-Section
4: FS1-Trave C4	26736,45	2,83	23,04		6		Beam	I-Section
13: Traverso appoggio	3741,33	0,26	9,68		2		Beam	I-Section
14: Traverso campata	5085,34	0,36	38,72		8		Beam	I-Section
Total	127337,84	13,17	143,06		34			
Centre of mass								
	Mass	CM(X)	CM(Y)	CM(Z)				
	kg	m	m	m				
Model	66835,56	23,96	3,64	0,00				
Trave1	60502,29	24,11	-0,92	0,00				
Total:	127337,84	24,03	1,47	0,00				
Local inertia								
	Ixx	Iyy	Izz	Ixy	Iyz	Izx		
	kg.m ²	kg.m ²	kg.m ²	kg.m ²	kg.m ²	kg.m ²		
Model	90733,43	12563639,32	12654372,75	390309,70	0,00	0,00		
Trave1	43027,47	11079879,89	11122907,36	344420,69	0,00	0,00		
Total:	795955,65	23644254,03	24440209,67	712671,66	0,00	0,00		
Global inertia								
	IXX	IVY	IZZ	IXY	IVZ	IZX		
	kg.m ²	kg.m ²	kg.m ²	kg.m ²	kg.m ²	kg.m ²		
Model	977866,66	50919404,47	51897271,13	6223548,41	0,00	0,00		
Trave1	94595,68	46243443,83	46338039,51	-1002175,88	0,00	0,00		
Total:	1072462,34	97162848,30	98235310,64	5221372,53	0,00	0,00		

1.2 ELEMENT PROPERTIES SUMMARY

Model: Modello FEM_FA-SI_FASE1

Beam: Structural

	Material	E MPa	G MPa	ν	ρ kg/m ³	Mass/Lengt... kg/m	C	ξ	α /C	NonLinear	Hardening
1: FS1-Trave C1	Steel - Modified	200000,00	80000,00	0,25	9444,00	1160,67	0,00	0,00	0,00	ElastoPlastic	Isotropic
2: FS1-Trave C2	Steel - Modified	200000,00	80000,00	0,25	9444,00	1324,99	0,00	0,00	0,00	ElastoPlastic	Isotropic
3: FS1-Trave C3	Steel - Modified	200000,00	80000,00	0,25	9444,00	1324,99	0,00	0,00	0,00	ElastoPlastic	Isotropic
4: FS1-Trave C4	Steel - Modified	200000,00	80000,00	0,25	9444,00	1160,67	0,00	0,00	0,00	ElastoPlastic	Isotropic
13: Traverso appoggio	Steel - Modified	200000,00	80000,00	0,25	14166,00	386,53	0,00	0,00	0,00	ElastoPlastic	Isotropic
14: Traverso campata	Steel - Modified	200000,00	80000,00	0,25	14166,00	131,35	0,00	0,00	0,00	ElastoPlastic	Isotropic

Beam: Heat transfer

	Material	ρ kg/m ³	Cp J/kg/C	κ J/s/m...
1: FS1-Trave C1	Steel - Modified	9444,00	500,00	51,00
2: FS1-Trave C2	Steel - Modified	9444,00	500,00	51,00
3: FS1-Trave C3	Steel - Modified	9444,00	500,00	51,00
4: FS1-Trave C4	Steel - Modified	9444,00	500,00	51,00
13: Traverso appoggio	Steel - Modified	14166,00	500,00	51,00
14: Traverso campata	Steel - Modified	14166,00	500,00	51,00

Beam: Sections

	Section	Section Type	Area m ²	I11 m ⁴	I22 m ⁴	J m ⁴	SL1 m	SL2 m	SA1 m ²	SA2 m ²
1: FS1-Trave C1	European - IPE 600	I-Section	0,12	0,11	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00
2: FS1-Trave C2	Undefined Section	Undefined Section	0,14	0,14	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00
3: FS1-Trave C3	European - IPE 600	I-Section	0,14	0,14	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00
4: FS1-Trave C4	European - IPE 600	I-Section	0,12	0,11	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00
13: Traverso appoggio	European - IPE 600	I-Section	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
14: Traverso campata	European - IPE 600	I-Section	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Beam: Geometry

	Section	Section Type	D m	B1 m	B2 m	T1 m	T2 m	T3 m
1: FS1-Trave C1	European - IPE 600	I-Section	0,60	0,22	0,22	0,02	0,02	0,01
2: FS1-Trave C2	Undefined Section	Undefined Section						

3: FS1-Trave C3	European - IPE 600	I-Section	0,60	0,22	0,22	0,02	0,02	0,01
4: FS1-Trave C4	European - IPE 600	I-Section	0,60	0,22	0,22	0,02	0,02	0,01
13: Traverso appoggio	European - IPE 600	I-Section	0,60	0,22	0,22	0,02	0,02	0,01
14: Traverso campata	European - IPE 600	I-Section	0,60	0,22	0,22	0,02	0,02	0,01

Beam: Tables

- 1: FS1-Trave C1
- 2: FS1-Trave C2
- 3: FS1-Trave C3
- 4: FS1-Trave C4
- 13: Traverso appoggio
- 14: Traverso campata

1.3 INPUT MODEL FILE

1.3.1 GENERAL DATA AND LOAD CASES

```
/
/
/ STRAUS7 MODEL EXCHANGE FILE
/
/ MODEL INFORMATION
FileFormat      Straus7.2.3.3
ModelName       "Modello FEM_FA-SI_FASE1"
Title           ""
Project         ""
Author          ""
Reference       ""
Comments        ""
/
/ UNITS
LengthUnit      m
MassUnit        kg
EnergyUnit      J
PressureUnit    MPa
ForceUnit       kN
TemperatureUnit C
/
/ GROUP DEFINITIONS
Group           1      16711680  "\\Model"
Group           2      3355647   "Travel"
/
/ FREEDOM CASE DEFINITIONS
FreedomCase     1      0      1   "Freedom Case 1"
/
/ LOAD CASE DEFINITIONS
LoadCase        11      1      "p.p."
Gravity         3      -9.81000000000000E+0
LCInclude       3
LoadCase        12      0      "Soletta"
LCInclude       3
LoadCase        14      0      "Ritiro"
LCInclude       3
LoadCase        13      0      "Perm. non strutturale"
LCInclude       3
LoadCase        1      0      "Traffico distribuito_1"
LCInclude       3
LoadCase        2      0      "Traffico tandem_1_1"
LCInclude       3
LoadCase        3      0      "Traffico tandem_1_2"
LCInclude       3
LoadCase        15     0      "Traffico tandem_1_3"
LCInclude       3
LoadCase        4      0      "Traffico distribuito_2"
LCInclude       3
LoadCase        5      0      "Traffico tandem_2_1"
LCInclude       3
LoadCase        6      0      "Traffico tandem_2_2"
LCInclude       3
LoadCase        16     0      "Traffico tandem_2_3"
LCInclude       3
LoadCase        9      0      "Vento ponte carico -Y"
LCInclude       3
LoadCase        10     0      "Vento ponte carico +Y"
LCInclude       3
LoadCase        8      0      "DT_M_heat"
LCInclude       3
LoadCase        7      0      "DT_M_cool"
LCInclude       3
/
```

```
/ LOAD CASE COMBINATIONS
LoadCaseCombination 17 "1A_FR"
11 1.00000000000000E+0
12 1.00000000000000E+0
LoadCaseCombination 18 "2A_FR"
13 1.00000000000000E+0
LoadCaseCombination 19 "2B_FR"
14 1.00000000000000E+0
LoadCaseCombination 20 "3A_FR1"
7 5.00000000000000E-1
LoadCaseCombination 21 "3A_FR2"
8 5.00000000000000E-1
LoadCaseCombination 22 "3B_FR1"
1 4.00000000000000E-1
2 7.50000000000000E-1
LoadCaseCombination 23 "3B_FR2"
1 4.00000000000000E-1
3 7.50000000000000E-1
LoadCaseCombination 24 "3B_FR3"
1 4.00000000000000E-1
15 7.50000000000000E-1
LoadCaseCombination 25 "3B_FR4"
4 4.00000000000000E-1
5 7.50000000000000E-1
LoadCaseCombination 26 "3B_FR5"
4 4.00000000000000E-1
6 7.50000000000000E-1
LoadCaseCombination 27 "3B_FR6"
4 4.00000000000000E-1
16 7.50000000000000E-1
LoadCaseCombination 28 "1A_RA"
11 1.00000000000000E+0
12 1.00000000000000E+0
LoadCaseCombination 29 "2A_RA"
13 1.00000000000000E+0
LoadCaseCombination 30 "2B_RA"
14 1.00000000000000E+0
LoadCaseCombination 31 "3A_RA1"
7 6.00000000000000E-1
LoadCaseCombination 32 "3A_RA2"
8 6.00000000000000E-1
LoadCaseCombination 33 "3B_RA1"
1 1.00000000000000E+0
2 1.00000000000000E+0
9 6.00000000000000E-1
LoadCaseCombination 34 "3B_RA2"
1 1.00000000000000E+0
3 1.00000000000000E+0
9 6.00000000000000E-1
LoadCaseCombination 35 "3B_RA3"
1 1.00000000000000E+0
9 6.00000000000000E-1
15 1.00000000000000E+0
LoadCaseCombination 36 "3B_RA4"
4 1.00000000000000E+0
5 1.00000000000000E+0
9 6.00000000000000E-1
LoadCaseCombination 37 "3B_RA5"
4 1.00000000000000E+0
6 1.00000000000000E+0
9 6.00000000000000E-1
LoadCaseCombination 38 "3B_RA6"
4 1.00000000000000E+0
9 6.00000000000000E-1
16 1.00000000000000E+0
LoadCaseCombination 39 "3B_RA7"
1 1.00000000000000E+0
2 1.00000000000000E+0
10 6.00000000000000E-1
LoadCaseCombination 40 "3B_RA8"
1 1.00000000000000E+0
3 1.00000000000000E+0
10 6.00000000000000E-1
LoadCaseCombination 41 "3B_RA9"
1 1.00000000000000E+0
10 6.00000000000000E-1
15 1.00000000000000E+0
LoadCaseCombination 42 "1A_SLU"
11 1.35000000000000E+0
```

12 1.35000000000000E+0
 LoadCaseCombination 43 "2A_SLU"
 13 1.50000000000000E+0
 LoadCaseCombination 44 "2B_SLU"
 14 1.20000000000000E+0
 LoadCaseCombination 45 "3A_SLU1"
 7 9.00000000000000E-1
 LoadCaseCombination 46 "3A_SLU2"
 8 9.00000000000000E-1
 LoadCaseCombination 47 "3B_SLU1"
 1 1.35000000000000E+0
 2 1.35000000000000E+0
 9 9.00000000000000E-1
 LoadCaseCombination 48 "3B_SLU2"
 1 1.35000000000000E+0
 3 1.35000000000000E+0
 9 9.00000000000000E-1
 LoadCaseCombination 49 "3B_SLU3"
 1 1.35000000000000E+0
 9 9.00000000000000E-1
 15 1.35000000000000E+0
 LoadCaseCombination 50 "3B_SLU4"
 4 1.35000000000000E+0
 5 1.35000000000000E+0
 9 9.00000000000000E-1
 LoadCaseCombination 51 "3B_SLU5"
 4 1.35000000000000E+0
 6 1.35000000000000E+0
 9 9.00000000000000E-1
 LoadCaseCombination 52 "3B_SLU6"
 4 1.35000000000000E+0
 9 9.00000000000000E-1
 16 1.35000000000000E+0
 LoadCaseCombination 53 "3B_SLU7"
 1 1.35000000000000E+0
 2 1.35000000000000E+0
 10 9.00000000000000E-1
 LoadCaseCombination 54 "3B_SLU8"
 1 1.35000000000000E+0
 3 1.35000000000000E+0
 10 9.00000000000000E-1
 LoadCaseCombination 55 "3B_SLU9"
 1 1.35000000000000E+0
 10 9.00000000000000E-1
 15 1.35000000000000E+0

ON 28
 LoadCaseEnvelope "2A ENV RA max" Max
 ON 29
 LoadCaseEnvelope "2A ENV RA min" Min
 ON 29
 LoadCaseEnvelope "2B ENV RA max" Max
 ON 30
 LoadCaseEnvelope "2B ENV RA min" Min
 ON 30
 LoadCaseEnvelope "3A ENV RA max" Max
 ON 31
 ON 32
 LoadCaseEnvelope "3A ENV RA min" Min
 ON 31
 ON 32
 LoadCaseEnvelope "3B ENV RA max" Max
 ON 33
 ON 34
 ON 35
 ON 36
 ON 37
 ON 38
 ON 39
 ON 40
 ON 41
 LoadCaseEnvelope "3B ENV RA min" Min
 ON 33
 ON 34
 ON 35
 ON 36
 ON 37
 ON 38
 ON 39
 ON 40
 ON 41
 LoadCaseEnvelope "1A ENV SLU max" Max
 ON 42
 LoadCaseEnvelope "1A ENV SLU min" Min
 ON 42
 LoadCaseEnvelope "2A ENV SLU max" Max
 ON 43
 LoadCaseEnvelope "2A ENV SLU min" Min
 ON 43
 LoadCaseEnvelope "2B ENV SLU max" Max
 ON 44
 LoadCaseEnvelope "2B ENV SLU min" Min
 ON 44
 LoadCaseEnvelope "3A ENV SLU max" Max
 ON 45
 ON 46
 LoadCaseEnvelope "3A ENV SLU min" Min
 ON 45
 ON 46
 LoadCaseEnvelope "3B ENV SLU max" Max
 ON 47
 ON 48
 ON 49
 ON 50
 ON 51
 ON 52
 ON 53
 ON 54
 ON 55
 LoadCaseEnvelope "3B ENV SLU min" Min
 ON 47
 ON 48
 ON 49
 ON 50
 ON 51
 ON 52
 ON 53
 ON 54
 ON 55

/ RESULT CASE ENVELOPES

LoadCaseEnvelope "1A ENV FR max" Max
 ON 17
 LoadCaseEnvelope "1A ENV FR min" Min
 ON 17
 LoadCaseEnvelope "2A ENV FR max" Max
 ON 18
 LoadCaseEnvelope "2A ENV FR min" Min
 ON 18
 LoadCaseEnvelope "2B ENV FR max" Max
 ON 19
 LoadCaseEnvelope "2B ENV FR min" Min
 ON 19
 LoadCaseEnvelope "3A ENV FR max" Max
 ON 20
 ON 21
 LoadCaseEnvelope "3A ENV FR min" Min
 ON 20
 ON 21
 LoadCaseEnvelope "3B ENV FR max" Max
 ON 22
 ON 23
 ON 24
 ON 25
 ON 26
 ON 27
 LoadCaseEnvelope "3B ENV FR min" Min
 ON 22
 ON 23
 ON 24
 ON 25
 ON 26
 ON 27
 LoadCaseEnvelope "1A ENV RA max" Max
 ON 28
 LoadCaseEnvelope "1A ENV RA min" Min

1.3.2 ELEMENT GEOMETRY

/ COORDINATE SYSTEM DEFINITIONS

```
CoordSys      1  "Global XYZ"  GlobalXYZ

CoordSys      2  "UCS 1"   RectUCS
4.78907993233600E+1  1.80782788498100E+0  -2.73000000000000E+0
4.69048941214000E+1  5.89006147613500E+0  -2.73000000000000E+0
4.78907993233600E+1  1.80782788498100E+0  -2.29000000000000E+0

CoordSys      3  "UCS 2"   RectUCS
4.69048941214000E+1  5.89006147613500E+0  -2.73000000000000E+0
7.85047116793800E-1  4.45089712130200E+0  -2.73000000000000E+0
4.69048941214000E+1  5.89006147613500E+0  -2.29000000000000E+0
```

/ NODE COORDINATES

```
Node          1  8.40630592620192E-1  4.76603277021377E+0  0.00000000000000E+0
Node          2  5.92969407596604E+0  3.98794271978090E+0  0.00000000000000E+0
Node          3  1.10490061661849E+1  3.44330064767291E+0  0.00000000000000E+0
Node          4  1.20459218643192E+1  3.36469522474181E+0  0.00000000000000E+0
Node          5  1.61878637163942E+1  3.13324525846906E+0  0.00000000000000E+0
Node          6  2.13355227146532E+1  3.05842479720673E+0  0.00000000000000E+0
Node          7  2.54824416278790E+1  3.16939739966188E+0  0.00000000000000E+0
Node          8  2.64812207481629E+1  3.21899569393759E+0  0.00000000000000E+0
Node          9  3.16141995034451E+1  3.61462223703802E+0  0.00000000000000E+0
Node         10  3.67237272601379E+1  4.24447727377287E+0  0.00000000000000E+0
Node         11  3.77125144956732E+1  4.39387447769695E+0  0.00000000000000E+0
Node         12  4.17991213277761E+1  5.10724394219301E+0  0.00000000000000E+0
Node         13  4.68297703799368E+1  6.20111842183587E+0  0.00000000000000E+0
Node         14  4.79659230648218E+1  1.49677093927994E+0  0.00000000000000E+0
Node         15  4.27190381149131E+1  3.55877689760973E-1  0.00000000000000E+0
Node         16  3.84142986188682E+1  -3.94757768891168E-1  0.00000000000000E+0
Node         17  3.74254848436718E+1  -5.43973880012118E-1  0.00000000000000E+0
Node         18  3.20963306912541E+1  -1.20090241561502E+0  0.00000000000000E+0
Node         19  2.67427175290919E+1  -1.61353445015379E+0  0.00000000000000E+0
Node         20  2.57439482983451E+1  -1.66331550407517E+0  0.00000000000000E+0
Node         21  2.13758383673868E+1  -1.78100727775200E+0  0.00000000000000E+0
Node         22  1.60069139516019E+1  -1.70297075634085E+0  0.00000000000000E+0
Node         23  1.16440698033380E+1  -1.45837585805816E+0  0.00000000000000E+0
Node         24  1.06471693022209E+1  -1.37958803971492E+0  0.00000000000000E+0
Node         25  5.30781024939290E+0  -8.11535237480030E-1  0.00000000000000E+0
Node         26  5.95079541199084E-14  -1.46367293285543E-18  0.00000000000000E+0
Node         27  4.78907993233635E+1  1.80782788498147E+0  -2.29000000000000E+0
Node         28  4.69048941213956E+1  5.89006147613457E+0  -2.29000000000000E+0
Node         29  5.55834758314891E-2  3.15135648911363E-1  -2.29000000000000E+0
Node         30  7.85047116793824E-1  4.45089712130241E+0  -2.29000000000000E+0
```

/ BEAM ELEMENTS

```
Beam          1  1  4  1  2
Beam          2  1  4  2  3
Beam          3  1  4  3  4
Beam          4  1  3  4  5
Beam          5  1  3  5  6
Beam          6  1  3  6  7
Beam          7  1  2  7  8
Beam          8  1  2  8  9
Beam          9  1  2  9  10
Beam         10  1  2  10  11
Beam         11  1  1  11  12
Beam         12  1  1  12  13
Beam         13  1  13  14  13
Beam         14  2  1  15  14
Beam         15  2  1  16  15
Beam         16  2  2  17  16
Beam         17  2  2  18  17
Beam         18  2  2  19  18
Beam         19  2  2  20  19
Beam         20  2  3  21  20
Beam         21  2  3  22  21
Beam         22  2  3  23  22
Beam         23  2  4  24  23
Beam         24  2  4  25  24
Beam         25  2  4  26  25
Beam         26  1  13  26  1
Beam         27  1  14  25  2
Beam         28  1  14  24  3
Beam         29  1  14  22  5
Beam         30  1  14  21  6
Beam         31  1  14  19  8
Beam         32  1  14  18  9
Beam         33  1  14  17  10
Beam         34  1  14  15  12
```

/ BEAM ANGLES

```
BmAngle      1  270.00
BmAngle      2  270.00
BmAngle      3  270.00
BmAngle      4  270.00
BmAngle      5  270.00
BmAngle      6  270.00
BmAngle      7  270.00
BmAngle      8  270.00
BmAngle      9  270.00
BmAngle     10  270.00
BmAngle     11  270.00
BmAngle     12  270.00
BmAngle     13  270.00
BmAngle     14  270.00
BmAngle     15  270.00
BmAngle     16  270.00
BmAngle     17  270.00
BmAngle     18  270.00
BmAngle     19  270.00
BmAngle     20  270.00
```



```

      BmDistLoadL      10      25      1      1      -1.24100000000000E+1      -1.24100000000000E+1      0.00000000000000E+0
0.00000000000000E+0      0.00      0.00

```

```

/
/ BEAM GLOBAL DISTRIBUTED LOADS
/ Vento ponte carico +Y
      BmDistLoadG      10      1      Z      1      -6.94000000000000E+0      -6.94000000000000E+0      0.00000000000000E+0
0.00000000000000E+0      0.00      0.00
      BmDistLoadG      10      2      Z      1      -6.94000000000000E+0      -6.94000000000000E+0      0.00000000000000E+0
0.00000000000000E+0      0.00      0.00
      BmDistLoadG      10      3      Z      1      -6.94000000000000E+0      -6.94000000000000E+0      0.00000000000000E+0
0.00000000000000E+0      0.00      0.00
      BmDistLoadG      10      4      Z      1      -6.94000000000000E+0      -6.94000000000000E+0      0.00000000000000E+0
0.00000000000000E+0      0.00      0.00
      BmDistLoadG      10      5      Z      1      -6.94000000000000E+0      -6.94000000000000E+0      0.00000000000000E+0
0.00000000000000E+0      0.00      0.00
      BmDistLoadG      10      6      Z      1      -6.94000000000000E+0      -6.94000000000000E+0      0.00000000000000E+0
0.00000000000000E+0      0.00      0.00
      BmDistLoadG      10      7      Z      1      -6.94000000000000E+0      -6.94000000000000E+0      0.00000000000000E+0
0.00000000000000E+0      0.00      0.00
      BmDistLoadG      10      8      Z      1      -6.94000000000000E+0      -6.94000000000000E+0      0.00000000000000E+0
0.00000000000000E+0      0.00      0.00
      BmDistLoadG      10      9      Z      1      -6.94000000000000E+0      -6.94000000000000E+0      0.00000000000000E+0
0.00000000000000E+0      0.00      0.00
      BmDistLoadG      10      10     Z      1      -6.94000000000000E+0      -6.94000000000000E+0      0.00000000000000E+0
0.00000000000000E+0      0.00      0.00
      BmDistLoadG      10      11     Z      1      -6.94000000000000E+0      -6.94000000000000E+0      0.00000000000000E+0
0.00000000000000E+0      0.00      0.00
      BmDistLoadG      10      12     Z      1      -6.94000000000000E+0      -6.94000000000000E+0      0.00000000000000E+0
0.00000000000000E+0      0.00      0.00
      BmDistLoadG      10      14     Z      1      -8.30000000000000E-1      -8.30000000000000E-1      0.00000000000000E+0
0.00000000000000E+0      0.00      0.00
      BmDistLoadG      10      15     Z      1      -8.30000000000000E-1      -8.30000000000000E-1      0.00000000000000E+0
0.00000000000000E+0      0.00      0.00
      BmDistLoadG      10      16     Z      1      -8.30000000000000E-1      -8.30000000000000E-1      0.00000000000000E+0
0.00000000000000E+0      0.00      0.00
      BmDistLoadG      10      17     Z      1      -8.30000000000000E-1      -8.30000000000000E-1      0.00000000000000E+0
0.00000000000000E+0      0.00      0.00
      BmDistLoadG      10      18     Z      1      -8.30000000000000E-1      -8.30000000000000E-1      0.00000000000000E+0
0.00000000000000E+0      0.00      0.00
      BmDistLoadG      10      19     Z      1      -8.30000000000000E-1      -8.30000000000000E-1      0.00000000000000E+0
0.00000000000000E+0      0.00      0.00
      BmDistLoadG      10      20     Z      1      -8.30000000000000E-1      -8.30000000000000E-1      0.00000000000000E+0
0.00000000000000E+0      0.00      0.00
      BmDistLoadG      10      21     Z      1      -8.30000000000000E-1      -8.30000000000000E-1      0.00000000000000E+0
0.00000000000000E+0      0.00      0.00
      BmDistLoadG      10      22     Z      1      -8.30000000000000E-1      -8.30000000000000E-1      0.00000000000000E+0
0.00000000000000E+0      0.00      0.00
      BmDistLoadG      10      23     Z      1      -8.30000000000000E-1      -8.30000000000000E-1      0.00000000000000E+0
0.00000000000000E+0      0.00      0.00
      BmDistLoadG      10      24     Z      1      -8.30000000000000E-1      -8.30000000000000E-1      0.00000000000000E+0
0.00000000000000E+0      0.00      0.00
      BmDistLoadG      10      25     Z      1      -8.30000000000000E-1      -8.30000000000000E-1      0.00000000000000E+0
0.00000000000000E+0      0.00      0.00

```

/ BEAM PROPERTIES

```

BeamProp      1      "FS1-Trave C1"
MaterialName  "Steel - Modified"
Modulus      2.00000000000000E+5
ShearMod     8.00000000000000E+4
Poisson      2.50000000000000E-1
UsePoisson   TRUE
Density      9.44400000000000E+3
Expansion    1.15000000000000E-5
ThermalCond  5.10000000000000E+1
SpecificHeat 5.00000000000000E+2
Area         1.22900000000000E-1
MomentI11    1.12900000000000E-1
MomentI22    2.39526000000000E-3
MomentJ      2.57877200000000E-2
SectionType  IBeam
      B1      2.20000000000000E-1
      B2      2.20000000000000E-1
      D       6.00000000000000E-1
      T1      1.90000000000000E-2
      T2      1.90000000000000E-2
      T3      1.20000000000000E-2
NonLinType   Elasticplastic
Hardening    Isotropic

BeamProp      2      "FS1-Trave C2"
MaterialName  "Steel - Modified"
Modulus      2.00000000000000E+5
ShearMod     8.00000000000000E+4
Poisson      2.50000000000000E-1
UsePoisson   TRUE
Density      9.44400000000000E+3
Expansion    1.15000000000000E-5
ThermalCond  5.10000000000000E+1
SpecificHeat 5.00000000000000E+2
Area         1.40300000000000E-1
MomentI11    1.38700000000000E-1
MomentI22    3.28826000000000E-3
MomentJ      2.57877200000000E-2
SectionType  Null
NonLinType   Elasticplastic
Hardening    Isotropic

BeamProp      3      "FS1-Trave C3"
MaterialName  "Steel - Modified"
Modulus      2.00000000000000E+5
ShearMod     8.00000000000000E+4
Poisson      2.50000000000000E-1
UsePoisson   TRUE
Density      9.44400000000000E+3
Expansion    1.15000000000000E-5
ThermalCond  5.10000000000000E+1
SpecificHeat 5.00000000000000E+2
Area         1.40300000000000E-1

```

```

MomentI11      1.387000000000000E-1
MomentI22      3.288260000000000E-3
MomentJ        2.578772000000000E-2
SectionType    IBeam
  B1           2.200000000000000E-1
  B2           2.200000000000000E-1
  D            6.000000000000000E-1
  T1           1.900000000000000E-2
  T2           1.900000000000000E-2
  T3           1.200000000000000E-2
NonLinType     Elasticplastic
Hardening      Isotropic

BeamProp      4 "FS1-Trave C4"
MaterialName   "Steel - Modified"
Modulus        2.000000000000000E+5
ShearMod       8.000000000000000E+4
Poisson        2.500000000000000E-1
UsePoisson     TRUE
Density        9.444000000000000E+3
Expansion      1.150000000000000E-5
ThermalCond    5.100000000000000E+1
SpecificHeat   5.000000000000000E+2
Area           1.229000000000000E-1
MomentI11      1.129000000000000E-1
MomentI22      2.395260000000000E-3
MomentJ        2.578772000000000E-2
SectionType    IBeam
  B1           2.200000000000000E-1
  B2           2.200000000000000E-1
  D            6.000000000000000E-1
  T1           1.900000000000000E-2
  T2           1.900000000000000E-2
  T3           1.200000000000000E-2
NonLinType     Elasticplastic
Hardening      Isotropic

BeamProp      13 "Traverso appoggio"
MaterialName   "Steel - Modified"
Modulus        2.000000000000000E+5
ShearMod       8.000000000000000E+4
Poisson        2.500000000000000E-1
UsePoisson     TRUE
Density        1.416600000000000E+4
Expansion      1.150000000000000E-5
ThermalCond    5.100000000000000E+1
SpecificHeat   5.000000000000000E+2
Area           2.728600000000000E-2
MomentI11      1.339973040000000E-2
MomentI22      1.268000000000000E-4
SectionType    IBeam
  B1           2.200000000000000E-1
  B2           2.200000000000000E-1
  D            6.000000000000000E-1
  T1           1.900000000000000E-2
  T2           1.900000000000000E-2
  T3           1.200000000000000E-2
NonLinType     Elasticplastic
Hardening      Isotropic

BeamProp      14 "Traverso campata"
MaterialName   "Steel - Modified"
Modulus        2.000000000000000E+5
ShearMod       8.000000000000000E+4
Poisson        2.500000000000000E-1
UsePoisson     TRUE
Density        1.416600000000000E+4
Expansion      1.150000000000000E-5
ThermalCond    5.100000000000000E+1
SpecificHeat   5.000000000000000E+2
Area           9.272000000000000E-3
MomentI11      5.934078800000000E-3
MomentI22      2.820000000000000E-5
SectionType    IBeam
  B1           2.200000000000000E-1
  B2           2.200000000000000E-1
  D            6.000000000000000E-1
  T1           1.900000000000000E-2
  T2           1.900000000000000E-2
  T3           1.200000000000000E-2
NonLinType     Elasticplastic
Hardening      Isotropic

```

2 MODELLO FEM_ FA-SI _FASE2.ST7

2.1 BILL OF QUANTITIES

Model: Modello FEM_FA-SI_FASE2								
Bill of materials								
Selected groups:								
Model								
Model\Trave1								
Included mass:								
Structural Mass								
	Mass	Volum...	Length	Area	Count	Materi...	Type	Section
	kg	m ³	m	m ²				
Grand total:	8826,68	21,13	143,06					
Beam properties:								
5: F52-Trave C1	0,00	3,94	19,04		4		Beam	I-Section
6: F52-Trave C2	0,00	5,62	25,04		8		Beam	I-Section
7: F52-Trave C3	0,00	6,18	27,55		6		Beam	I-Section
8: F52-Trave C4	0,00	4,77	23,04		6		Beam	I-Section
13: Traverso appoggio	3741,33	0,26	9,68		2		Beam	I-Section
14: Traverso campata	5085,34	0,36	38,72		8		Beam	I-Section
Total	8826,68	21,13	143,06		34			
Centre of mass								
	Mass	CM(X)	CM(Y)	CM(Z)				
	kg	m	m	m				
Model	8826,68	23,94	2,08	0,00				
Trave1	0,00							
Total:	8826,68	23,94	2,08	0,00				
Local inertia								
	Ixx	Iyy	Izz	Ixy	Iyz	Izx		
	kg.m ²	kg.m ²	kg.m ²	kg.m ²		
Model	28006,07	2797629,33	2825635,40	86510,00	0,00	0,00		
Trave1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
Total:	28006,07	2797629,33	2825635,40	86510,00	0,00	0,00		
Global inertia								
	IXX	IYY	IZZ	IXY	IVZ	IZX		
	kg.m ²	kg.m ²	kg.m ²	kg.m ²		
Model	66254,00	7856979,52	7923233,52	526407,36	0,00	0,00		
Trave1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
Total:	66254,00	7856979,52	7923233,52	526407,36	0,00	0,00		

2.2 ELEMENT PROPERTIES SUMMARY

Model: Modello FEM_FA-SI_FASE2

Beam: Structural

	Material	E MPa	G MPa	ν	ρ kg/m ³	Mass/Lengt... kg/m	C	ξ	α /C	NonLinear	Hardening
5: FS2-Trave C1	Steel - Modified	200000,00	80000,00	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	ElastoPlastic	Isotropic
6: FS2-Trave C2	Steel - Modified	200000,00	80000,00	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	ElastoPlastic	Isotropic
7: FS2-Trave C3	Steel - Modified	200000,00	80000,00	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	ElastoPlastic	Isotropic
8: FS2-Trave C4	Steel - Modified	200000,00	80000,00	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	ElastoPlastic	Isotropic
13: Traverso appoggio	Steel - Modified	200000,00	80000,00	0,25	14166,00	386,53	0,00	0,00	0,00	ElastoPlastic	Isotropic
14: Traverso campata	Steel - Modified	200000,00	80000,00	0,25	14166,00	131,35	0,00	0,00	0,00	ElastoPlastic	Isotropic

Beam: Heat transfer

	Material	ρ kg/m ³	Cp J/kg/C	κ J/s/m...
5: FS2-Trave C1	Steel - Modified	0,00	500,00	51,00
6: FS2-Trave C2	Steel - Modified	0,00	500,00	51,00
7: FS2-Trave C3	Steel - Modified	0,00	500,00	51,00
8: FS2-Trave C4	Steel - Modified	0,00	500,00	51,00
13: Traverso appoggio	Steel - Modified	14166,00	500,00	51,00
14: Traverso campata	Steel - Modified	14166,00	500,00	51,00

Beam: Sections

	Section	Section Type	Area m ²	I11 m ⁴	I22 m ⁴	J m ⁴	SL1 m	SL2 m	SA1 m ²	SA2 m ²
5: FS2-Trave C1	European - IPE 600	I-Section	0,21	0,22	0,11	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00
6: FS2-Trave C2	European - IPE 600	I-Section	0,22	0,25	0,11	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00
7: FS2-Trave C3	European - IPE 600	I-Section	0,22	0,25	0,11	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00
8: FS2-Trave C4	European - IPE 600	I-Section	0,21	0,22	0,11	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00
13: Traverso appoggio	European - IPE 600	I-Section	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
14: Traverso campata	European - IPE 600	I-Section	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Beam: Geometry

	Section	Section Type	D m	B1 m	B2 m	T1 m	T2 m	T3 m
5: FS2-Trave C1	European - IPE 600	I-Section	0,60	0,22	0,22	0,02	0,02	0,01
6: FS2-Trave C2	European - IPE 600	I-Section	0,60	0,22	0,22	0,02	0,02	0,01

7: FS2-Trave C3	European - IPE 600	I-Section	0,60	0,22	0,22	0,02	0,02	0,01
8: FS2-Trave C4	European - IPE 600	I-Section	0,60	0,22	0,22	0,02	0,02	0,01
13: Traverso appoggio	European - IPE 600	I-Section	0,60	0,22	0,22	0,02	0,02	0,01
14: Traverso campata	European - IPE 600	I-Section	0,60	0,22	0,22	0,02	0,02	0,01

Beam: Tables

- 5: FS2-Trave C1
- 6: FS2-Trave C2
- 7: FS2-Trave C3
- 8: FS2-Trave C4
- 13: Traverso appoggio
- 14: Traverso campata

2.3 INPUT MODEL FILE

2.3.1 GENERAL DATA AND LOAD CASES

```
/
/
/ STRAUS7 MODEL EXCHANGE FILE
/
/ MODEL INFORMATION
FileFormat      Straus7.2.3.3
ModelName       "Modello FEM_FA-SI_FASE2"
Title           ""
Project         ""
Author          ""
Reference       ""
Comments        ""
/
/ UNITS
LengthUnit      m
MassUnit        kg
EnergyUnit      J
PressureUnit    MPa
ForceUnit       kN
TemperatureUnit C
/
/ GROUP DEFINITIONS
Group           1      16711680  "\\Model"
Group           2      3355647   "Travel"
/
/ FREEDOM CASE DEFINITIONS
FreedomCase     1      0      1   "Freedom Case 1"
/
/ LOAD CASE DEFINITIONS
LoadCase        11      1      "p.p."
Gravity         3      -9.810000000000000E+0
LCInclude       3
LoadCase        12      0      "Soletta"
LCInclude       3
LoadCase        14      0      "Ritiro"
LCInclude       3
LoadCase        13      0      "Perm. non strutturale"
LCInclude       3
LoadCase        1      0      "Traffico distribuito_1"
LCInclude       3
LoadCase        2      0      "Traffico tandem_1_1"
LCInclude       3
LoadCase        3      0      "Traffico tandem_1_2"
LCInclude       3
LoadCase        15     0      "Traffico tandem_1_3"
LCInclude       3
LoadCase        4      0      "Traffico distribuito_2"
LCInclude       3
LoadCase        5      0      "Traffico tandem_2_1"
LCInclude       3
LoadCase        6      0      "Traffico tandem_2_2"
LCInclude       3
LoadCase        16     0      "Traffico tandem_2_3"
LCInclude       3
LoadCase        9      0      "Vento ponte carico -Y"
LCInclude       3
LoadCase        10     0      "Vento ponte carico +Y"
LCInclude       3
LoadCase        8      0      "DT_M_heat"
LCInclude       3
LoadCase        7      0      "DT_M_cool"
LCInclude       3
/
```

```
/ LOAD CASE COMBINATIONS
LoadCaseCombination 17 "1A_FR"
11 1.000000000000000E+0
12 1.000000000000000E+0
LoadCaseCombination 18 "2A_FR"
13 1.000000000000000E+0
LoadCaseCombination 19 "2B_FR"
14 1.000000000000000E+0
LoadCaseCombination 20 "3A_FR1"
7 5.000000000000000E-1
LoadCaseCombination 21 "3A_FR2"
8 5.000000000000000E-1
LoadCaseCombination 22 "3B_FR1"
1 4.000000000000000E-1
2 7.500000000000000E-1
LoadCaseCombination 23 "3B_FR2"
1 4.000000000000000E-1
3 7.500000000000000E-1
LoadCaseCombination 24 "3B_FR3"
1 4.000000000000000E-1
15 7.500000000000000E-1
LoadCaseCombination 25 "3B_FR4"
4 4.000000000000000E-1
5 7.500000000000000E-1
LoadCaseCombination 26 "3B_FR5"
4 4.000000000000000E-1
6 7.500000000000000E-1
LoadCaseCombination 27 "3B_FR6"
4 4.000000000000000E-1
16 7.500000000000000E-1
LoadCaseCombination 28 "1A_RA"
11 1.000000000000000E+0
12 1.000000000000000E+0
LoadCaseCombination 29 "2A_RA"
13 1.000000000000000E+0
LoadCaseCombination 30 "2B_RA"
14 1.000000000000000E+0
LoadCaseCombination 31 "3A_RA1"
7 6.000000000000000E-1
LoadCaseCombination 32 "3A_RA2"
8 6.000000000000000E-1
LoadCaseCombination 33 "3B_RA1"
1 1.000000000000000E+0
2 1.000000000000000E+0
9 6.000000000000000E-1
LoadCaseCombination 34 "3B_RA2"
1 1.000000000000000E+0
3 1.000000000000000E+0
9 6.000000000000000E-1
LoadCaseCombination 35 "3B_RA3"
1 1.000000000000000E+0
9 6.000000000000000E-1
15 1.000000000000000E+0
LoadCaseCombination 36 "3B_RA4"
4 1.000000000000000E+0
5 1.000000000000000E+0
9 6.000000000000000E-1
LoadCaseCombination 37 "3B_RA5"
4 1.000000000000000E+0
6 1.000000000000000E+0
9 6.000000000000000E-1
LoadCaseCombination 38 "3B_RA6"
4 1.000000000000000E+0
9 6.000000000000000E-1
16 1.000000000000000E+0
LoadCaseCombination 39 "3B_RA7"
1 1.000000000000000E+0
2 1.000000000000000E+0
10 6.000000000000000E-1
LoadCaseCombination 40 "3B_RA8"
1 1.000000000000000E+0
3 1.000000000000000E+0
10 6.000000000000000E-1
LoadCaseCombination 41 "3B_RA9"
1 1.000000000000000E+0
10 6.000000000000000E-1
15 1.000000000000000E+0
LoadCaseCombination 42 "1A_SLU"
11 1.350000000000000E+0
```

```

12      1.35000000000000E+0
LoadCaseCombination  43  "2A_SLU"
13      1.50000000000000E+0
LoadCaseCombination  44  "2B_SLU"
14      1.20000000000000E+0
LoadCaseCombination  45  "3A_SLU1"
7       9.00000000000000E-1
LoadCaseCombination  46  "3A_SLU2"
8       9.00000000000000E-1
LoadCaseCombination  47  "3B_SLU1"
1       1.35000000000000E+0
2       1.35000000000000E+0
9       9.00000000000000E-1
LoadCaseCombination  48  "3B_SLU2"
1       1.35000000000000E+0
3       1.35000000000000E+0
9       9.00000000000000E-1
LoadCaseCombination  49  "3B_SLU3"
1       1.35000000000000E+0
9       9.00000000000000E-1
15      1.35000000000000E+0
LoadCaseCombination  50  "3B_SLU4"
4       1.35000000000000E+0
5       1.35000000000000E+0
9       9.00000000000000E-1
LoadCaseCombination  51  "3B_SLU5"
4       1.35000000000000E+0
6       1.35000000000000E+0
9       9.00000000000000E-1
LoadCaseCombination  52  "3B_SLU6"
4       1.35000000000000E+0
9       9.00000000000000E-1
16      1.35000000000000E+0
LoadCaseCombination  53  "3B_SLU7"
1       1.35000000000000E+0
2       1.35000000000000E+0
10      9.00000000000000E-1
LoadCaseCombination  54  "3B_SLU8"
1       1.35000000000000E+0
3       1.35000000000000E+0
10      9.00000000000000E-1
LoadCaseCombination  55  "3B_SLU9"
1       1.35000000000000E+0
10      9.00000000000000E-1
15      1.35000000000000E+0

```

```

ON      28
LoadCaseEnvelope    "2A ENV RA max"  Max
ON      29
LoadCaseEnvelope    "2A ENV RA min"  Min
ON      29
LoadCaseEnvelope    "2B ENV RA max"  Max
ON      30
LoadCaseEnvelope    "2B ENV RA min"  Min
ON      30
LoadCaseEnvelope    "3A ENV RA max"  Max
ON      31
ON      32
LoadCaseEnvelope    "3A ENV RA min"  Min
ON      31
ON      32
LoadCaseEnvelope    "3B ENV RA max"  Max
ON      33
ON      34
ON      35
ON      36
ON      37
ON      38
ON      39
ON      40
ON      41
LoadCaseEnvelope    "3B ENV RA min"  Min
ON      33
ON      34
ON      35
ON      36
ON      37
ON      38
ON      39
ON      40
ON      41
LoadCaseEnvelope    "1A ENV SLU max"  Max
ON      42
LoadCaseEnvelope    "1A ENV SLU min"  Min
ON      42
LoadCaseEnvelope    "2A ENV SLU max"  Max
ON      43
LoadCaseEnvelope    "2A ENV SLU min"  Min
ON      43
LoadCaseEnvelope    "2B ENV SLU max"  Max
ON      44
LoadCaseEnvelope    "2B ENV SLU min"  Min
ON      44
LoadCaseEnvelope    "3A ENV SLU max"  Max
ON      45
ON      46
LoadCaseEnvelope    "3A ENV SLU min"  Min
ON      45
ON      46
LoadCaseEnvelope    "3B ENV SLU max"  Max
ON      47
ON      48
ON      49
ON      50
ON      51
ON      52
ON      53
ON      54
ON      55
LoadCaseEnvelope    "3B ENV SLU min"  Min
ON      47
ON      48
ON      49
ON      50
ON      51
ON      52
ON      53
ON      54
ON      55

```

/

/ RESULT CASE ENVELOPES

```

LoadCaseEnvelope    "1A ENV FR max"  Max
ON      17
LoadCaseEnvelope    "1A ENV FR min"  Min
ON      17
LoadCaseEnvelope    "2A ENV FR max"  Max
ON      18
LoadCaseEnvelope    "2A ENV FR min"  Min
ON      18
LoadCaseEnvelope    "2B ENV FR max"  Max
ON      19
LoadCaseEnvelope    "2B ENV FR min"  Min
ON      19
LoadCaseEnvelope    "3A ENV FR max"  Max
ON      20
ON      21
LoadCaseEnvelope    "3A ENV FR min"  Min
ON      20
ON      21
LoadCaseEnvelope    "3B ENV FR max"  Max
ON      22
ON      23
ON      24
ON      25
ON      26
ON      27
LoadCaseEnvelope    "3B ENV FR min"  Min
ON      22
ON      23
ON      24
ON      25
ON      26
ON      27
LoadCaseEnvelope    "1A ENV RA max"  Max
ON      28
LoadCaseEnvelope    "1A ENV RA min"  Min

```

/

/ COORDINATE SYSTEM DEFINITIONS

```

CoordSys            1  "Global XYZ"  GlobalXYZ
CoordSys            2  "UCS 1"    RectUCS
4.78907993233600E+1  1.80782788498100E+0  -
2.73000000000000E+0  4.69048941214000E+1  5.89006147613500E+0  -
2.73000000000000E+0  4.78907993233600E+1  1.80782788498100E+0  -
2.29000000000000E+0
CoordSys            3  "UCS 2"    RectUCS
4.69048941214000E+1  5.89006147613500E+0  -
2.73000000000000E+0

```

7.85047116793800E-1	4.45089712130200E+0	-
2.73000000000000E+0		
4.69048941214000E+1	5.89006147613500E+0	-
2.29000000000000E+0		

2.3.2 ELEMENT GEOMETRY

```

/
/ NODE COORDINATES
Node      1      8.40630592620192E-1      4.76603277021377E+0      0.00000000000000E+0
Node      2      5.92969407596604E+0      3.98794271978090E+0      0.00000000000000E+0
Node      3      1.10490061661850E+1      3.44330064767291E+0      0.00000000000000E+0
Node      4      1.20459218643192E+1      3.36469522474181E+0      0.00000000000000E+0
Node      5      1.61878637163942E+1      3.13324525846906E+0      0.00000000000000E+0
Node      6      2.13355227146532E+1      3.05842479720673E+0      0.00000000000000E+0
Node      7      2.54824416278790E+1      3.16939739966188E+0      0.00000000000000E+0
Node      8      2.64812207481629E+1      3.21899569393759E+0      0.00000000000000E+0
Node      9      3.16141995034451E+1      3.61462223703802E+0      0.00000000000000E+0
Node     10      3.67237272601379E+1      4.24447727377287E+0      0.00000000000000E+0
Node     11      3.77125144956732E+1      4.39387447769695E+0      0.00000000000000E+0
Node     12      4.17991213277761E+1      5.10724394219301E+0      0.00000000000000E+0
Node     13      4.68297703799368E+1      6.20111842183587E+0      0.00000000000000E+0
Node     14      4.79659230648218E+1      1.49677093927994E+0      0.00000000000000E+0
Node     15      4.27190381149131E+1      3.55877689760973E-1      0.00000000000000E+0
Node     16      3.84142986188682E+1      -3.94757768891168E-1      0.00000000000000E+0
Node     17      3.74254848436718E+1      -5.43973880012118E-1      0.00000000000000E+0
Node     18      3.20963306912541E+1      -1.20090241561502E+0      0.00000000000000E+0
Node     19      2.67427175290919E+1      -1.61353445015379E+0      0.00000000000000E+0
Node     20      2.57439482983451E+1      -1.66331550407517E+0      0.00000000000000E+0
Node     21      2.13758383673868E+1      -1.78100727775200E+0      0.00000000000000E+0
Node     22      1.60069139516019E+1      -1.70297075634085E+0      0.00000000000000E+0
Node     23      1.16440698033380E+1      -1.45837585805816E+0      0.00000000000000E+0
Node     24      1.06471693022209E+1      -1.37958803971492E+0      0.00000000000000E+0
Node     25      5.30781024939290E+0      -8.11535237480030E-1      0.00000000000000E+0
Node     26      5.95079541199084E-14      -1.46367293285543E-18      0.00000000000000E+0
Node     27      4.78907993233635E+1      1.80782788498147E+0      -2.29000000000000E+0
Node     28      4.69048941213956E+1      5.89006147613457E+0      -2.29000000000000E+0
Node     29      5.55834758314891E-2      3.15135648911363E-1      -2.29000000000000E+0
Node     30      7.85047116793824E-1      4.45089712130241E+0      -2.29000000000000E+0

```

```

/
/ BEAM ELEMENTS
Beam      1      1      8      1      2
Beam      2      1      8      2      3
Beam      3      1      8      3      4
Beam      4      1      7      4      5
Beam      5      1      7      5      6
Beam      6      1      7      6      7
Beam      7      1      6      7      8
Beam      8      1      6      8      9
Beam      9      1      6      9      10
Beam     10      1      6      10     11
Beam     11      1      5      11     12
Beam     12      1      5      12     13
Beam     13      1      13     14     13
Beam     14      2      5      15     14
Beam     15      2      5      16     15
Beam     16      2      6      17     16
Beam     17      2      6      18     17
Beam     18      2      6      19     18
Beam     19      2      6      20     19
Beam     20      2      7      21     20
Beam     21      2      7      22     21
Beam     22      2      7      23     22
Beam     23      2      8      24     23
Beam     24      2      8      25     24
Beam     25      2      8      26     25
Beam     26      1      13     26     1
Beam     27      1      14     25     2
Beam     28      1      14     24     3
Beam     29      1      14     22     5
Beam     30      1      14     21     6
Beam     31      1      14     19     8
Beam     32      1      14     18     9
Beam     33      1      14     17     10
Beam     34      1      14     15     12

```

```

/
/ BEAM ANGLES
BmAngle   1      270.00
BmAngle   2      270.00
BmAngle   3      270.00
BmAngle   4      270.00
BmAngle   5      270.00
BmAngle   6      270.00
BmAngle   7      270.00
BmAngle   8      270.00
BmAngle   9      270.00
BmAngle  10      270.00
BmAngle  11      270.00
BmAngle  12      270.00
BmAngle  13      270.00
BmAngle  14      270.00
BmAngle  15      270.00
BmAngle  16      270.00
BmAngle  17      270.00
BmAngle  18      270.00
BmAngle  19      270.00
BmAngle  20      270.00
BmAngle  21      270.00
BmAngle  22      270.00
BmAngle  23      270.00
BmAngle  24      270.00
BmAngle  25      270.00
BmAngle  26      270.00
BmAngle  27      270.00
BmAngle  28      270.00
BmAngle  29      270.00
BmAngle  30      270.00
BmAngle  31      270.00
BmAngle  32      270.00
BmAngle  33      270.00
BmAngle  34      270.00

```


BmDistLoadG	10	5	Z	1	-6.94000000000000E+0	-6.94000000000000E+0	0.00000000000000E+0
0.00000000000000E+0	0.00	0.00					
BmDistLoadG	10	6	Z	1	-6.94000000000000E+0	-6.94000000000000E+0	0.00000000000000E+0
0.00000000000000E+0	0.00	0.00					
BmDistLoadG	10	7	Z	1	-6.94000000000000E+0	-6.94000000000000E+0	0.00000000000000E+0
0.00000000000000E+0	0.00	0.00					
BmDistLoadG	10	8	Z	1	-6.94000000000000E+0	-6.94000000000000E+0	0.00000000000000E+0
0.00000000000000E+0	0.00	0.00					
BmDistLoadG	10	9	Z	1	-6.94000000000000E+0	-6.94000000000000E+0	0.00000000000000E+0
0.00000000000000E+0	0.00	0.00					
BmDistLoadG	10	10	Z	1	-6.94000000000000E+0	-6.94000000000000E+0	0.00000000000000E+0
0.00000000000000E+0	0.00	0.00					
BmDistLoadG	10	11	Z	1	-6.94000000000000E+0	-6.94000000000000E+0	0.00000000000000E+0
0.00000000000000E+0	0.00	0.00					
BmDistLoadG	10	12	Z	1	-6.94000000000000E+0	-6.94000000000000E+0	0.00000000000000E+0
0.00000000000000E+0	0.00	0.00					
BmDistLoadG	10	14	Z	1	-8.30000000000000E-1	-8.30000000000000E-1	0.00000000000000E+0
0.00000000000000E+0	0.00	0.00					
BmDistLoadG	10	15	Z	1	-8.30000000000000E-1	-8.30000000000000E-1	0.00000000000000E+0
0.00000000000000E+0	0.00	0.00					
BmDistLoadG	10	16	Z	1	-8.30000000000000E-1	-8.30000000000000E-1	0.00000000000000E+0
0.00000000000000E+0	0.00	0.00					
BmDistLoadG	10	17	Z	1	-8.30000000000000E-1	-8.30000000000000E-1	0.00000000000000E+0
0.00000000000000E+0	0.00	0.00					
BmDistLoadG	10	18	Z	1	-8.30000000000000E-1	-8.30000000000000E-1	0.00000000000000E+0
0.00000000000000E+0	0.00	0.00					
BmDistLoadG	10	19	Z	1	-8.30000000000000E-1	-8.30000000000000E-1	0.00000000000000E+0
0.00000000000000E+0	0.00	0.00					
BmDistLoadG	10	20	Z	1	-8.30000000000000E-1	-8.30000000000000E-1	0.00000000000000E+0
0.00000000000000E+0	0.00	0.00					
BmDistLoadG	10	21	Z	1	-8.30000000000000E-1	-8.30000000000000E-1	0.00000000000000E+0
0.00000000000000E+0	0.00	0.00					
BmDistLoadG	10	22	Z	1	-8.30000000000000E-1	-8.30000000000000E-1	0.00000000000000E+0
0.00000000000000E+0	0.00	0.00					
BmDistLoadG	10	23	Z	1	-8.30000000000000E-1	-8.30000000000000E-1	0.00000000000000E+0
0.00000000000000E+0	0.00	0.00					
BmDistLoadG	10	24	Z	1	-8.30000000000000E-1	-8.30000000000000E-1	0.00000000000000E+0
0.00000000000000E+0	0.00	0.00					
BmDistLoadG	10	25	Z	1	-8.30000000000000E-1	-8.30000000000000E-1	0.00000000000000E+0
0.00000000000000E+0	0.00	0.00					

/

/ BEAM PROPERTIES

```

BeamProp      5  "FS2-Trave C1"
MaterialName  "Steel - Modified"
Modulus       2.00000000000000E+5
ShearMod      8.00000000000000E+4
Poisson       2.50000000000000E-1
UsePoisson    TRUE
Expansion     1.15000000000000E-5
ThermalCond   5.10000000000000E+1
SpecificHeat   5.00000000000000E+2
Area          2.07000000000000E-1
MomentI11     2.24300000000000E-1
MomentI22     1.06285970000000E-1
MomentJ       7.33825200000000E-2
SectionType   IBeam
  B1           2.20000000000000E-1
  B2           2.20000000000000E-1
  D            6.00000000000000E-1
  T1           1.90000000000000E-2
  T2           1.90000000000000E-2
  T3           1.20000000000000E-2
NonLinType    Elasticplastic
Hardening     Isotropic

BeamProp      6  "FS2-Trave C2"
MaterialName  "Steel - Modified"
Modulus       2.00000000000000E+5
ShearMod      8.00000000000000E+4
Poisson       2.50000000000000E-1
UsePoisson    TRUE
Expansion     1.15000000000000E-5
ThermalCond   5.10000000000000E+1
SpecificHeat   5.00000000000000E+2
Area          2.24400000000000E-1
MomentI11     2.50500000000000E-1
MomentI22     1.07178970000000E-1
MomentJ       7.33825200000000E-2
SectionType   IBeam
  B1           2.20000000000000E-1
  B2           2.20000000000000E-1
  D            6.00000000000000E-1
  T1           1.90000000000000E-2
  T2           1.90000000000000E-2
  T3           1.20000000000000E-2
NonLinType    Elasticplastic
Hardening     Isotropic

BeamProp      7  "FS2-Trave C3"
MaterialName  "Steel - Modified"
Modulus       2.00000000000000E+5
ShearMod      8.00000000000000E+4
Poisson       2.50000000000000E-1
UsePoisson    TRUE
Expansion     1.15000000000000E-5
ThermalCond   5.10000000000000E+1
SpecificHeat   5.00000000000000E+2
Area          2.24400000000000E-1
MomentI11     2.50500000000000E-1
MomentI22     1.07178970000000E-1
MomentJ       7.33825200000000E-2
SectionType   IBeam
  B1           2.20000000000000E-1
  B2           2.20000000000000E-1
  D            6.00000000000000E-1
  T1           1.90000000000000E-2
  T2           1.90000000000000E-2
  T3           1.20000000000000E-2
NonLinType    Elasticplastic

```

```

Hardening      Isotropic

BeamProp      8      "FS2-Trave C4"
MaterialName   "Steel - Modified"
Modulus        2.000000000000000E+5
ShearMod       8.000000000000000E+4
Poisson        2.500000000000000E-1
UsePoisson     TRUE
Expansion      1.150000000000000E-5
ThermalCond    5.100000000000000E+1
SpecificHeat   5.000000000000000E+2
Area           2.070000000000000E-1
MomentI11     2.243000000000000E-1
MomentI22     1.062859700000000E-1
MomentJ       7.338252000000000E-2
SectionType    IBeam
  B1           2.200000000000000E-1
  B2           2.200000000000000E-1
  D            6.000000000000000E-1
  T1           1.900000000000000E-2
  T2           1.900000000000000E-2
  T3           1.200000000000000E-2
NonLinType     Elasticplastic
Hardening      Isotropic

BeamProp      13     "Traverso appoggio"
MaterialName   "Steel - Modified"
Modulus        2.000000000000000E+5
ShearMod       8.000000000000000E+4
Poisson        2.500000000000000E-1
UsePoisson     TRUE
Density        1.416600000000000E+4
Expansion      1.150000000000000E-5
ThermalCond    5.100000000000000E+1
SpecificHeat   5.000000000000000E+2
Area           2.728600000000000E-2
MomentI11     1.339973040000000E-2
MomentI22     1.268000000000000E-4
SectionType    IBeam
  B1           2.200000000000000E-1
  B2           2.200000000000000E-1
  D            6.000000000000000E-1
  T1           1.900000000000000E-2
  T2           1.900000000000000E-2
  T3           1.200000000000000E-2
NonLinType     Elasticplastic
Hardening      Isotropic

BeamProp      14     "Traverso campata"
MaterialName   "Steel - Modified"
Modulus        2.000000000000000E+5
ShearMod       8.000000000000000E+4
Poisson        2.500000000000000E-1
UsePoisson     TRUE
Density        1.416600000000000E+4
Expansion      1.150000000000000E-5
ThermalCond    5.100000000000000E+1
SpecificHeat   5.000000000000000E+2
Area           9.272000000000000E-3
MomentI11     5.934078800000000E-3
MomentI22     2.820000000000000E-5
SectionType    IBeam
  B1           2.200000000000000E-1
  B2           2.200000000000000E-1
  D            6.000000000000000E-1
  T1           1.900000000000000E-2
  T2           1.900000000000000E-2
  T3           1.200000000000000E-2
NonLinType     Elasticplastic
Hardening      Isotropic

```

3 MODELLO FEM_ FA-SI _FASE3.ST7

3.1 BILL OF QUANTITIES

Model: Modello FEM_FA-SI_FASE3								
Bill of materials								
Selected groups: Model Model\Trave1								
Included mass: Structural Mass								
	Mass kg	Volume m ³	Length m	Area m ²	Count	Material	Type	Section
Grand total:	8826,68	29,12	143,06					
Beam properties:								
9: FS3-Trave C1	0,00	5,55	19,04		4		Beam	I-Section
10: FS3-Trave C2	0,00	7,73	25,04		8		Beam	I-Section
11: FS3-Trave C3	0,00	8,51	27,55		6		Beam	I-Section
12: FS3-Trave C4	0,00	6,71	23,04		6		Beam	I-Section
13: Traverso appoggio	3741,33	0,26	9,68		2		Beam	I-Section
14: Traverso campata	5085,34	0,36	38,72		8		Beam	I-Section
Total	8826,68	29,12	143,06		34			
Centre of mass								
	Mass kg	CM(X) m	CM(Y) m	CM(Z) m				
Model	8826,68	23,94	2,08	0,00				
Trave1	0,00							
Total:	8826,68	23,94	2,08	0,00				
Local inertia								
	Ixx kg.m ²	Iyy kg.m ²	Izz kg.m ²	Ixy kg.m ²	Iyz kg.m ²	Izx kg.m ²		
Model	28006,07	2797629,33	2825635,40	86510,00	0,00	0,00		
Trave1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
Total:	28006,07	2797629,33	2825635,40	86510,00	0,00	0,00		
Global inertia								
	IXX kg.m ²	IYY kg.m ²	IZZ kg.m ²	IXY kg.m ²	IYZ kg.m ²	IZX kg.m ²		
Model	66254,00	7856979,52	7923233,52	526407,36	0,00	0,00		
Trave1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
Total:	66254,00	7856979,52	7923233,52	526407,36	0,00	0,00		

3.2 ELEMENT PROPERTIES SUMMARY

Model: Modello FEM_FA-SI_FASE3												
Beam: Structural												
	Material	E MPa	G MPa	ν	ρ kg/m ³	Mass/Lengt... kg/m ...	C	ξ	α /C	NonLinear	Hardening	
9: FS3-Trave C1	Steel - Modified	200000,00	80000,00	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	ElastoPlastic	Isotropic	
10: FS3-Trave C2	Steel - Modified	200000,00	80000,00	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	ElastoPlastic	Isotropic	
11: FS3-Trave C3	Steel - Modified	200000,00	80000,00	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	ElastoPlastic	Isotropic	
12: FS3-Trave C4	Steel - Modified	200000,00	80000,00	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	ElastoPlastic	Isotropic	
13: Traverso appoggio	Steel - Modified	200000,00	80000,00	0,25	14166,00	386,53	0,00	0,00	0,00	ElastoPlastic	Isotropic	
14: Traverso campata	Steel - Modified	200000,00	80000,00	0,25	14166,00	131,35	0,00	0,00	0,00	ElastoPlastic	Isotropic	
Beam: Heat transfer												
	Material	ρ kg/m ³	Cp J/kg/C	κ J/s/m...								
9: FS3-Trave C1	Steel - Modified	0,00	500,00	51,00								
10: FS3-Trave C2	Steel - Modified	0,00	500,00	51,00								
11: FS3-Trave C3	Steel - Modified	0,00	500,00	51,00								
12: FS3-Trave C4	Steel - Modified	0,00	500,00	51,00								
13: Traverso appoggio	Steel - Modified	14166,00	500,00	51,00								
14: Traverso campata	Steel - Modified	14166,00	500,00	51,00								
Beam: Sections												
	Section	Section Type	Area m ²	I11 m ⁴	I22 m ⁴	J m ⁴	SL1 m	SL2 m	SA1 m ²	SA2 m ²		
9: FS3-Trave C1	European - IPE 600	I-Section	0,29	0,27	0,22	0,08	0,00	0,00	0,00	0,00		
10: FS3-Trave C2	European - IPE 600	I-Section	0,31	0,30	0,22	0,08	0,00	0,00	0,00	0,00		
11: FS3-Trave C3	European - IPE 600	I-Section	0,31	0,30	0,22	0,08	0,00	0,00	0,00	0,00		
12: FS3-Trave C4	European - IPE 600	I-Section	0,29	0,27	0,22	0,08	0,00	0,00	0,00	0,00		
13: Traverso appoggio	European - IPE 600	I-Section	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
14: Traverso campata	European - IPE 600	I-Section	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
Beam: Geometry												
	Section	Section Type	D m	B1 m	B2 m	T1 m	T2 m	T3 m				
9: FS3-Trave C1	European - IPE 600	I-Section	0,60	0,22	0,22	0,02	0,02	0,01				
10: FS3-Trave C2	European - IPE 600	I-Section	0,60	0,22	0,22	0,02	0,02	0,01				

11: FS3-Trave C3	European - IPE 600	I-Section	0,60	0,22	0,22	0,02	0,02	0,01
12: FS3-Trave C4	European - IPE 600	I-Section	0,60	0,22	0,22	0,02	0,02	0,01
13: Traverso appoggio	European - IPE 600	I-Section	0,60	0,22	0,22	0,02	0,02	0,01
14: Traverso campata	European - IPE 600	I-Section	0,60	0,22	0,22	0,02	0,02	0,01

Beam: Tables

- 9: FS3-Trave C1
- 10: FS3-Trave C2
- 11: FS3-Trave C3
- 12: FS3-Trave C4
- 13: Traverso appoggio
- 14: Traverso campata

3.3 INPUT MODEL FILE

3.3.1 GENERAL DATA AND LOAD CASES

```
/
/
/ STRAUS7 MODEL EXCHANGE FILE
/
/ MODEL INFORMATION
FileFormat          Straus7.2.3.3
ModelName           "Modello FEM_FA-SI_FASE3"
Title               ""
Project             ""
Author              ""
Reference           ""
Comments            ""
/
/ UNITS
LengthUnit          m
MassUnit             kg
EnergyUnit           J
PressureUnit         MPa
ForceUnit            kN
TemperatureUnit      C
/
/ GROUP DEFINITIONS
Group               1    16711680  "\\Model"
Group               2    3355647   "Travel"
/
/ FREEDOM CASE DEFINITIONS
FreedomCase         1    0    1    "Freedom Case 1"
/
/ LOAD CASE DEFINITIONS
LoadCase            11    1    "p.p."
Gravity             3    -9.81000000000000E+0
LCInclude           3
LoadCase            12    0    "Soletta"
LCInclude           3
LoadCase            14    0    "Ritiro"
LCInclude           3
LoadCase            13    0    "Perm. non strutturale"
LCInclude           3
LoadCase            1    0    "Traffico distribuito_1"
LCInclude           3
LoadCase            2    0    "Traffico tandem_1_1"
LCInclude           3
LoadCase            3    0    "Traffico tandem_1_2"
LCInclude           3
LoadCase            15    0    "Traffico tandem_1_3"
LCInclude           3
LoadCase            4    0    "Traffico distribuito_2"
LCInclude           3
LoadCase            5    0    "Traffico tandem_2_1"
LCInclude           3
LoadCase            6    0    "Traffico tandem_2_2"
LCInclude           3
LoadCase            16    0    "Traffico tandem_2_3"
LCInclude           3
LoadCase            9    0    "Vento ponte carico -Y"
LCInclude           3
LoadCase            10   0    "Vento ponte carico +Y"
LCInclude           3
LoadCase            8    0    "DT_M_heat"
LCInclude           3
LoadCase            7    0    "DT_M_cool"
LCInclude           3
/
/ LOAD CASE COMBINATIONS
```

```
LoadCaseCombination 17 "1A_FR"
11 1.00000000000000E+0
12 1.00000000000000E+0
LoadCaseCombination 18 "2A_FR"
13 1.00000000000000E+0
LoadCaseCombination 19 "2B_FR"
14 1.00000000000000E+0
LoadCaseCombination 20 "3A_FR1"
7 5.00000000000000E-1
LoadCaseCombination 21 "3A_FR2"
8 5.00000000000000E-1
LoadCaseCombination 22 "3B_FR1"
1 4.00000000000000E-1
2 7.50000000000000E-1
LoadCaseCombination 23 "3B_FR2"
1 4.00000000000000E-1
3 7.50000000000000E-1
LoadCaseCombination 24 "3B_FR3"
1 4.00000000000000E-1
15 7.50000000000000E-1
LoadCaseCombination 25 "3B_FR4"
4 4.00000000000000E-1
5 7.50000000000000E-1
LoadCaseCombination 26 "3B_FR5"
4 4.00000000000000E-1
6 7.50000000000000E-1
LoadCaseCombination 27 "3B_FR6"
4 4.00000000000000E-1
16 7.50000000000000E-1
LoadCaseCombination 28 "1A_RA"
11 1.00000000000000E+0
12 1.00000000000000E+0
LoadCaseCombination 29 "2A_RA"
13 1.00000000000000E+0
LoadCaseCombination 30 "2B_RA"
14 1.00000000000000E+0
LoadCaseCombination 31 "3A_RA1"
7 6.00000000000000E-1
LoadCaseCombination 32 "3A_RA2"
8 6.00000000000000E-1
LoadCaseCombination 33 "3B_RA1"
1 1.00000000000000E+0
2 1.00000000000000E+0
9 6.00000000000000E-1
LoadCaseCombination 34 "3B_RA2"
1 1.00000000000000E+0
3 1.00000000000000E+0
9 6.00000000000000E-1
LoadCaseCombination 35 "3B_RA3"
1 1.00000000000000E+0
9 6.00000000000000E-1
15 1.00000000000000E+0
LoadCaseCombination 36 "3B_RA4"
4 1.00000000000000E+0
5 1.00000000000000E+0
9 6.00000000000000E-1
LoadCaseCombination 37 "3B_RA5"
4 1.00000000000000E+0
6 1.00000000000000E+0
9 6.00000000000000E-1
LoadCaseCombination 38 "3B_RA6"
4 1.00000000000000E+0
9 6.00000000000000E-1
16 1.00000000000000E+0
LoadCaseCombination 39 "3B_RA7"
1 1.00000000000000E+0
2 1.00000000000000E+0
10 6.00000000000000E-1
LoadCaseCombination 40 "3B_RA8"
1 1.00000000000000E+0
3 1.00000000000000E+0
10 6.00000000000000E-1
LoadCaseCombination 41 "3B_RA9"
1 1.00000000000000E+0
10 6.00000000000000E-1
15 1.00000000000000E+0
LoadCaseCombination 42 "1A_SLU"
11 1.35000000000000E+0
12 1.35000000000000E+0
```

```

LoadCaseCombination 43 "2A_SLU"
13 1.50000000000000E+0

LoadCaseCombination 44 "2B_SLU"
14 1.20000000000000E+0

LoadCaseCombination 45 "3A_SLU1"
7 9.00000000000000E-1

LoadCaseCombination 46 "3A_SLU2"
8 9.00000000000000E-1

LoadCaseCombination 47 "3B_SLU1"
1 1.35000000000000E+0
2 1.35000000000000E+0
9 9.00000000000000E-1

LoadCaseCombination 48 "3B_SLU2"
1 1.35000000000000E+0
3 1.35000000000000E+0
9 9.00000000000000E-1

LoadCaseCombination 49 "3B_SLU3"
1 1.35000000000000E+0
9 9.00000000000000E-1
15 1.35000000000000E+0

LoadCaseCombination 50 "3B_SLU4"
4 1.35000000000000E+0
5 1.35000000000000E+0
9 9.00000000000000E-1

LoadCaseCombination 51 "3B_SLU5"
4 1.35000000000000E+0
6 1.35000000000000E+0
9 9.00000000000000E-1

LoadCaseCombination 52 "3B_SLU6"
4 1.35000000000000E+0
9 9.00000000000000E-1
16 1.35000000000000E+0

LoadCaseCombination 53 "3B_SLU7"
1 1.35000000000000E+0
2 1.35000000000000E+0
10 9.00000000000000E-1

LoadCaseCombination 54 "3B_SLU8"
1 1.35000000000000E+0
3 1.35000000000000E+0
10 9.00000000000000E-1

LoadCaseCombination 55 "3B_SLU9"
1 1.35000000000000E+0
10 9.00000000000000E-1
15 1.35000000000000E+0

```

```

LoadCaseEnvelope "2A ENV RA max" Max
ON 29

LoadCaseEnvelope "2A ENV RA min" Min
ON 29

LoadCaseEnvelope "2B ENV RA max" Max
ON 30

LoadCaseEnvelope "2B ENV RA min" Min
ON 30

LoadCaseEnvelope "3A ENV RA max" Max
ON 31
ON 32

LoadCaseEnvelope "3A ENV RA min" Min
ON 31
ON 32

LoadCaseEnvelope "3B ENV RA max" Max
ON 33
ON 34
ON 35
ON 36
ON 37
ON 38
ON 39
ON 40
ON 41

LoadCaseEnvelope "3B ENV RA min" Min
ON 33
ON 34
ON 35
ON 36
ON 37
ON 38
ON 39
ON 40
ON 41

LoadCaseEnvelope "1A ENV SLU max" Max
ON 42

LoadCaseEnvelope "1A ENV SLU min" Min
ON 42

LoadCaseEnvelope "2A ENV SLU max" Max
ON 43

LoadCaseEnvelope "2A ENV SLU min" Min
ON 43

LoadCaseEnvelope "2B ENV SLU max" Max
ON 44

LoadCaseEnvelope "2B ENV SLU min" Min
ON 44

LoadCaseEnvelope "3A ENV SLU max" Max
ON 45
ON 46

LoadCaseEnvelope "3A ENV SLU min" Min
ON 45
ON 46

LoadCaseEnvelope "3B ENV SLU max" Max
ON 47
ON 48
ON 49
ON 50
ON 51
ON 52
ON 53
ON 54
ON 55

LoadCaseEnvelope "3B ENV SLU min" Min
ON 47
ON 48
ON 49
ON 50
ON 51
ON 52
ON 53
ON 54
ON 55

```

/ RESULT CASE ENVELOPES

```

LoadCaseEnvelope "1A ENV FR max" Max
ON 17

LoadCaseEnvelope "1A ENV FR min" Min
ON 17

LoadCaseEnvelope "2A ENV FR max" Max
ON 18

LoadCaseEnvelope "2A ENV FR min" Min
ON 18

LoadCaseEnvelope "2B ENV FR max" Max
ON 19

LoadCaseEnvelope "2B ENV FR min" Min
ON 19

LoadCaseEnvelope "3A ENV FR max" Max
ON 20
ON 21

LoadCaseEnvelope "3A ENV FR min" Min
ON 20
ON 21

LoadCaseEnvelope "3B ENV FR max" Max
ON 22
ON 23
ON 24
ON 25
ON 26
ON 27

LoadCaseEnvelope "3B ENV FR min" Min
ON 22
ON 23
ON 24
ON 25
ON 26
ON 27

LoadCaseEnvelope "1A ENV RA max" Max
ON 28

LoadCaseEnvelope "1A ENV RA min" Min
ON 28

```

/ COORDINATE SYSTEM DEFINITIONS

```

CoordSys 1 "Global XYZ" GlobalXYZ

CoordSys 2 "UCS 1" RectUCS
4.78907993233600E+1 1.80782788498100E+0 -
2.73000000000000E+0 4.69048941214000E+1 -
2.73000000000000E+0 4.78907993233600E+1 1.80782788498100E+0 -
2.29000000000000E+0

CoordSys 3 "UCS 2" RectUCS
4.69048941214000E+1 5.89006147613500E+0 -
2.73000000000000E+0

```


7.85047116793800E-1	4.45089712130200E+0	-
2.73000000000000E+0		
4.69048941214000E+1	5.89006147613500E+0	-
2.29000000000000E+0		

3.3.2 ELEMENT GEOMETRY

/ COORDINATE SYSTEM DEFINITIONS

```

CoordSys      1  "Global XYZ"  GlobalXYZ

CoordSys      2  "UCS 1"   RectUCS
4.78907993233600E+1  1.80782788498100E+0  -2.73000000000000E+0
4.69048941214000E+1  5.89006147613500E+0  -2.73000000000000E+0
4.78907993233600E+1  1.80782788498100E+0  -2.29000000000000E+0

CoordSys      3  "UCS 2"   RectUCS
4.69048941214000E+1  5.89006147613500E+0  -2.73000000000000E+0
7.85047116793800E-1  4.45089712130200E+0  -2.73000000000000E+0
4.69048941214000E+1  5.89006147613500E+0  -2.29000000000000E+0
    
```

/ NODE COORDINATES

```

Node      1  8.40630592620192E-1  4.76603277021377E+0  0.00000000000000E+0
Node      2  5.92969407596604E+0  3.98794271978090E+0  0.00000000000000E+0
Node      3  1.10490061661850E+1  3.44330064767291E+0  0.00000000000000E+0
Node      4  1.20459218643192E+1  3.36469522474181E+0  0.00000000000000E+0
Node      5  1.61878637163942E+1  3.13324525846906E+0  0.00000000000000E+0
Node      6  2.13355227146532E+1  3.05842479720673E+0  0.00000000000000E+0
Node      7  2.54824416278790E+1  3.16939739966188E+0  0.00000000000000E+0
Node      8  2.64812207481629E+1  3.21899569393759E+0  0.00000000000000E+0
Node      9  3.16141995034451E+1  3.61462223703802E+0  0.00000000000000E+0
Node     10  3.67237272601379E+1  4.24447727377287E+0  0.00000000000000E+0
Node     11  3.77125144956732E+1  4.39387447769695E+0  0.00000000000000E+0
Node     12  4.17991213277761E+1  5.10724394219301E+0  0.00000000000000E+0
Node     13  4.68297703799368E+1  6.20111842183587E+0  0.00000000000000E+0
Node     14  4.79659230648218E+1  1.49677093927994E+0  0.00000000000000E+0
Node     15  4.27190381149131E+1  3.55877689760973E-1  0.00000000000000E+0
Node     16  3.84142986188682E+1  -3.94757768891168E-1  0.00000000000000E+0
Node     17  3.74254848436718E+1  -5.43973880012118E-1  0.00000000000000E+0
Node     18  3.20963306912541E+1  -1.20090241561502E+0  0.00000000000000E+0
Node     19  2.67427175290919E+1  -1.61353445015379E+0  0.00000000000000E+0
Node     20  2.57439482983451E+1  -1.66331550407517E+0  0.00000000000000E+0
Node     21  2.13758383673868E+1  -1.78100727775200E+0  0.00000000000000E+0
Node     22  1.60069139516019E+1  -1.70297075634085E+0  0.00000000000000E+0
Node     23  1.16440698033380E+1  -1.45837585805816E+0  0.00000000000000E+0
Node     24  1.06471693022209E+1  -1.37958803971492E+0  0.00000000000000E+0
Node     25  5.30781024939290E+0  -8.11535237480030E-1  0.00000000000000E+0
Node     26  5.95079541199084E-14  -1.46367293285543E-18  0.00000000000000E+0
Node     27  4.78907993233635E+1  1.80782788498147E+0  -2.29000000000000E+0
Node     28  4.69048941213956E+1  5.89006147613457E+0  -2.29000000000000E+0
Node     29  5.55834758314891E-2  3.15135648911363E-1  -2.29000000000000E+0
Node     30  7.85047116793824E-1  4.45089712130241E+0  -2.29000000000000E+0
    
```

/ BEAM ELEMENTS

```

Beam      1  1  12  1  2
Beam      2  1  12  2  3
Beam      3  1  12  3  4
Beam      4  1  11  4  5
Beam      5  1  11  5  6
Beam      6  1  11  6  7
Beam      7  1  10  7  8
Beam      8  1  10  8  9
Beam      9  1  10  9  10
Beam     10  1  10  10  11
Beam     11  1  9  11  12
Beam     12  1  9  12  13
Beam     13  1  13  14  13
Beam     14  2  9  15  14
Beam     15  2  9  16  15
Beam     16  2  10  17  16
Beam     17  2  10  18  17
Beam     18  2  10  19  18
Beam     19  2  10  20  19
Beam     20  2  11  21  20
Beam     21  2  11  22  21
Beam     22  2  11  23  22
Beam     23  2  12  24  23
Beam     24  2  12  25  24
Beam     25  2  12  26  25
Beam     26  1  13  26  1
Beam     27  1  14  25  2
Beam     28  1  14  24  3
Beam     29  1  14  22  5
Beam     30  1  14  21  6
Beam     31  1  14  19  8
Beam     32  1  14  18  9
Beam     33  1  14  17  10
Beam     34  1  14  15  12
    
```

/ BEAM ANGLES

```

BmAngle   1  270.00
BmAngle   2  270.00
BmAngle   3  270.00
BmAngle   4  270.00
BmAngle   5  270.00
BmAngle   6  270.00
BmAngle   7  270.00
BmAngle   8  270.00
BmAngle   9  270.00
BmAngle  10  270.00
BmAngle  11  270.00
BmAngle  12  270.00
BmAngle  13  270.00
BmAngle  14  270.00
BmAngle  15  270.00
BmAngle  16  270.00
BmAngle  17  270.00
BmAngle  18  270.00
    
```



```

    BmDistLoadL      10   24      1      1  -1.24100000000000E+1  -1.24100000000000E+1  0.00000000000000E+0
0.00000000000000E+0      0.00      0.00
    BmDistLoadL      10   25      1      1  -1.24100000000000E+1  -1.24100000000000E+1  0.00000000000000E+0
0.00000000000000E+0      0.00      0.00

```

/

/ BEAM GLOBAL DISTRIBUTED LOADS

```

/ Vento ponte carico +Y
    BmDistLoadG      10   1      Z      1  -6.94000000000000E+0  -6.94000000000000E+0  0.00000000000000E+0
0.00000000000000E+0      0.00      0.00
    BmDistLoadG      10   2      Z      1  -6.94000000000000E+0  -6.94000000000000E+0  0.00000000000000E+0
0.00000000000000E+0      0.00      0.00
    BmDistLoadG      10   3      Z      1  -6.94000000000000E+0  -6.94000000000000E+0  0.00000000000000E+0
0.00000000000000E+0      0.00      0.00
    BmDistLoadG      10   4      Z      1  -6.94000000000000E+0  -6.94000000000000E+0  0.00000000000000E+0
0.00000000000000E+0      0.00      0.00
    BmDistLoadG      10   5      Z      1  -6.94000000000000E+0  -6.94000000000000E+0  0.00000000000000E+0
0.00000000000000E+0      0.00      0.00
    BmDistLoadG      10   6      Z      1  -6.94000000000000E+0  -6.94000000000000E+0  0.00000000000000E+0
0.00000000000000E+0      0.00      0.00
    BmDistLoadG      10   7      Z      1  -6.94000000000000E+0  -6.94000000000000E+0  0.00000000000000E+0
0.00000000000000E+0      0.00      0.00
    BmDistLoadG      10   8      Z      1  -6.94000000000000E+0  -6.94000000000000E+0  0.00000000000000E+0
0.00000000000000E+0      0.00      0.00
    BmDistLoadG      10   9      Z      1  -6.94000000000000E+0  -6.94000000000000E+0  0.00000000000000E+0
0.00000000000000E+0      0.00      0.00
    BmDistLoadG      10  10      Z      1  -6.94000000000000E+0  -6.94000000000000E+0  0.00000000000000E+0
0.00000000000000E+0      0.00      0.00
    BmDistLoadG      10  11      Z      1  -6.94000000000000E+0  -6.94000000000000E+0  0.00000000000000E+0
0.00000000000000E+0      0.00      0.00
    BmDistLoadG      10  12      Z      1  -6.94000000000000E+0  -6.94000000000000E+0  0.00000000000000E+0
0.00000000000000E+0      0.00      0.00
    BmDistLoadG      10  14      Z      1  -8.30000000000000E-1  -8.30000000000000E-1  0.00000000000000E+0
0.00000000000000E+0      0.00      0.00
    BmDistLoadG      10  15      Z      1  -8.30000000000000E-1  -8.30000000000000E-1  0.00000000000000E+0
0.00000000000000E+0      0.00      0.00
    BmDistLoadG      10  16      Z      1  -8.30000000000000E-1  -8.30000000000000E-1  0.00000000000000E+0
0.00000000000000E+0      0.00      0.00
    BmDistLoadG      10  17      Z      1  -8.30000000000000E-1  -8.30000000000000E-1  0.00000000000000E+0
0.00000000000000E+0      0.00      0.00
    BmDistLoadG      10  18      Z      1  -8.30000000000000E-1  -8.30000000000000E-1  0.00000000000000E+0
0.00000000000000E+0      0.00      0.00
    BmDistLoadG      10  19      Z      1  -8.30000000000000E-1  -8.30000000000000E-1  0.00000000000000E+0
0.00000000000000E+0      0.00      0.00
    BmDistLoadG      10  20      Z      1  -8.30000000000000E-1  -8.30000000000000E-1  0.00000000000000E+0
0.00000000000000E+0      0.00      0.00
    BmDistLoadG      10  21      Z      1  -8.30000000000000E-1  -8.30000000000000E-1  0.00000000000000E+0
0.00000000000000E+0      0.00      0.00
    BmDistLoadG      10  22      Z      1  -8.30000000000000E-1  -8.30000000000000E-1  0.00000000000000E+0
0.00000000000000E+0      0.00      0.00
    BmDistLoadG      10  23      Z      1  -8.30000000000000E-1  -8.30000000000000E-1  0.00000000000000E+0
0.00000000000000E+0      0.00      0.00
    BmDistLoadG      10  24      Z      1  -8.30000000000000E-1  -8.30000000000000E-1  0.00000000000000E+0
0.00000000000000E+0      0.00      0.00
    BmDistLoadG      10  25      Z      1  -8.30000000000000E-1  -8.30000000000000E-1  0.00000000000000E+0
0.00000000000000E+0      0.00      0.00

```

/

/ BEAM PROPERTIES

```

BeamProp      9  "FS3-Trave C1"
MaterialName  "Steel - Modified"
Modulus      2.00000000000000E+5
ShearMod     8.00000000000000E+4
Poisson      2.50000000000000E-1
UsePoisson   TRUE
Expansion    1.15000000000000E-5
ThermalCond  5.10000000000000E+1
SpecificHeat 5.00000000000000E+2
Area        2.91300000000000E-1
MomentI11   2.71700000000000E-1
MomentI22   2.18775220000000E-1
MomentJ     7.98840900000000E-2
SectionType IBeam
  B1         2.20000000000000E-1
  B2         2.20000000000000E-1
  D          6.00000000000000E-1
  T1         1.90000000000000E-2
  T2         1.90000000000000E-2
  T3         1.20000000000000E-2
NonLinType  Elasticplastic
Hardening   Isotropic

BeamProp     10  "FS3-Trave C2"
MaterialName  "Steel - Modified"
Modulus      2.00000000000000E+5
ShearMod     8.00000000000000E+4
Poisson      2.50000000000000E-1
UsePoisson   TRUE
Expansion    1.15000000000000E-5
ThermalCond  5.10000000000000E+1
SpecificHeat 5.00000000000000E+2
Area        3.08800000000000E-1
MomentI11   3.01700000000000E-1
MomentI22   2.19668220000000E-1
MomentJ     7.98840900000000E-2
SectionType IBeam
  B1         2.20000000000000E-1
  B2         2.20000000000000E-1
  D          6.00000000000000E-1
  T1         1.90000000000000E-2
  T2         1.90000000000000E-2
  T3         1.20000000000000E-2
NonLinType  Elasticplastic
Hardening   Isotropic

BeamProp     11  "FS3-Trave C3"
MaterialName  "Steel - Modified"
Modulus      2.00000000000000E+5
ShearMod     8.00000000000000E+4
Poisson      2.50000000000000E-1

```

```

UsePoisson      TRUE
Expansion       1.150000000000000E-5
ThermalCond    5.100000000000000E+1
SpecificHeat   5.000000000000000E+2
Area           3.088000000000000E-1
MomentI11     3.017000000000000E-1
MomentI22     2.196682200000000E-1
MomentJ       7.988409000000000E-2
SectionType    IBeam
  B1           2.200000000000000E-1
  B2           2.200000000000000E-1
  D            6.000000000000000E-1
  T1           1.900000000000000E-2
  T2           1.900000000000000E-2
  T3           1.200000000000000E-2
NonLinType     Elasticplastic
Hardening      Isotropic

BeamProp      12 "FS3-Trave C4"
MaterialName   "Steel - Modified"
Modulus        2.000000000000000E+5
ShearMod       8.000000000000000E+4
Poisson        2.500000000000000E-1
UsePoisson     TRUE
Expansion       1.150000000000000E-5
ThermalCond    5.100000000000000E+1
SpecificHeat   5.000000000000000E+2
Area           2.913000000000000E-1
MomentI11     2.717000000000000E-1
MomentI22     2.187752200000000E-1
MomentJ       7.988409000000000E-2
SectionType    IBeam
  B1           2.200000000000000E-1
  B2           2.200000000000000E-1
  D            6.000000000000000E-1
  T1           1.900000000000000E-2
  T2           1.900000000000000E-2
  T3           1.200000000000000E-2
NonLinType     Elasticplastic
Hardening      Isotropic

BeamProp      13 "Traverso appoggio"
MaterialName   "Steel - Modified"
Modulus        2.000000000000000E+5
ShearMod       8.000000000000000E+4
Poisson        2.500000000000000E-1
UsePoisson     TRUE
Density        1.416600000000000E+4
Expansion       1.150000000000000E-5
ThermalCond    5.100000000000000E+1
SpecificHeat   5.000000000000000E+2
Area           2.728600000000000E-2
MomentI11     1.339973040000000E-2
MomentI22     1.268000000000000E-4
SectionType    IBeam
  B1           2.200000000000000E-1
  B2           2.200000000000000E-1
  D            6.000000000000000E-1
  T1           1.900000000000000E-2
  T2           1.900000000000000E-2
  T3           1.200000000000000E-2
NonLinType     Elasticplastic
Hardening      Isotropic

BeamProp      14 "Traverso campata"
MaterialName   "Steel - Modified"
Modulus        2.000000000000000E+5
ShearMod       8.000000000000000E+4
Poisson        2.500000000000000E-1
UsePoisson     TRUE
Density        1.416600000000000E+4
Expansion       1.150000000000000E-5
ThermalCond    5.100000000000000E+1
SpecificHeat   5.000000000000000E+2
Area           9.272000000000000E-3
MomentI11     5.934078800000000E-3
MomentI22     2.820000000000000E-5
SectionType    IBeam
  B1           2.200000000000000E-1
  B2           2.200000000000000E-1
  D            6.000000000000000E-1
  T1           1.900000000000000E-2
  T2           1.900000000000000E-2
  T3           1.200000000000000E-2
NonLinType     Elasticplastic
Hardening      Isotropic

```


4 MODELLO FEM_ FA-SI_SISMICA.ST7

4.1 BILL OF QUANTITIES

Model: Modello FEM_FA-SI_SISMICA								
Bill of materials								
Selected groups:								
Model								
Model\Trave1								
Included mass:								
Structural Mass								
	Mass	Volum...	Length	Area	Count	Materi...	Type	Section
	kg	m ³	m	m ²				
Grand total:	0,00	29,12	143,06					
Beam properties:								
9: F53-Trave C1	0,00	5,55	19,04		4		Beam	I-Section
10: F53-Trave C2	0,00	7,73	25,04		8		Beam	I-Section
11: F53-Trave C3	0,00	8,51	27,55		6		Beam	I-Section
12: F53-Trave C4	0,00	6,71	23,04		6		Beam	I-Section
13: Traverso appoggio	0,00	0,26	9,68		2		Beam	I-Section
14: Traverso campata	0,00	0,36	38,72		8		Beam	I-Section
Total	0,00	29,12	143,06		34			
Centre of mass								
	Mass	CM(X...	CM(Y)	CM(Z)				
	kg	m	m	m				
Model	0,00							
Trave1	0,00							
Total:	0,00							
Local inertia								
	Ixx	Iyy	Izz	Ixy	Iyz	Izx		
Model	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
Trave1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
Total:	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
Global inertia								
	IXX	IYY	IZZ	IXY	IYZ	IZX		
Model	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
Trave1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
Total:	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		

4.2 ELEMENT PROPERTIES SUMMARY

Model: Modello FEM_FA-SI_SISMICA

Beam: Structural

	Material	E MPa	G MPa	ν	ρ ...	Mass/Lengt... kg/m	C	ξ	α /C	NonLinear	Hardening
9: FS3-Trave C1	Steel - Modified	200000,00	80000,00	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	ElastoPlastic	Isotropic
10: FS3-Trave C2	Steel - Modified	200000,00	80000,00	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	ElastoPlastic	Isotropic
11: FS3-Trave C3	Steel - Modified	200000,00	80000,00	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	ElastoPlastic	Isotropic
12: FS3-Trave C4	Steel - Modified	200000,00	80000,00	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	ElastoPlastic	Isotropic
13: Traverso appoggio	Steel - Modified	200000,00	80000,00	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	ElastoPlastic	Isotropic
14: Traverso campata	Steel - Modified	200000,00	80000,00	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	ElastoPlastic	Isotropic

Beam: Heat transfer

	Material	ρ ...	Cp J/kg/C	κ J/s/m...
9: FS3-Trave C1	Steel - Modified	0,00	500,00	51,00
10: FS3-Trave C2	Steel - Modified	0,00	500,00	51,00
11: FS3-Trave C3	Steel - Modified	0,00	500,00	51,00
12: FS3-Trave C4	Steel - Modified	0,00	500,00	51,00
13: Traverso appoggio	Steel - Modified	0,00	500,00	51,00
14: Traverso campata	Steel - Modified	0,00	500,00	51,00

Beam: Sections

	Section	Section Type	Area m ²	I11 m ⁴	I22 m ⁴	J m ⁴	SL1 m	SL2 m	SA1 m ²	SA2 m ²
9: FS3-Trave C1	European - IPE 600	I-Section	0,29	0,27	0,22	0,08	0,00	0,00	0,00	0,00
10: FS3-Trave C2	European - IPE 600	I-Section	0,31	0,30	0,22	0,08	0,00	0,00	0,00	0,00
11: FS3-Trave C3	European - IPE 600	I-Section	0,31	0,30	0,22	0,08	0,00	0,00	0,00	0,00
12: FS3-Trave C4	European - IPE 600	I-Section	0,29	0,27	0,22	0,08	0,00	0,00	0,00	0,00
13: Traverso appoggio	European - IPE 600	I-Section	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
14: Traverso campata	European - IPE 600	I-Section	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Beam: Geometry

	Section	Section Type	D m	B1 m	B2 m	T1 m	T2 m	T3 m
9: FS3-Trave C1	European - IPE 600	I-Section	0,60	0,22	0,22	0,02	0,02	0,01
10: FS3-Trave C2	European - IPE 600	I-Section	0,60	0,22	0,22	0,02	0,02	0,01

11: FS3-Trave C3	European - IPE 600	I-Section	0,60	0,22	0,22	0,02	0,02	0,01
12: FS3-Trave C4	European - IPE 600	I-Section	0,60	0,22	0,22	0,02	0,02	0,01
13: Traverso appoggio	European - IPE 600	I-Section	0,60	0,22	0,22	0,02	0,02	0,01
14: Traverso campata	European - IPE 600	I-Section	0,60	0,22	0,22	0,02	0,02	0,01

Beam: Tables

9: FS3-Trave C1
10: FS3-Trave C2
11: FS3-Trave C3
12: FS3-Trave C4
13: Traverso appoggio
14: Traverso campata

Plate: Structural

Type

1: Per massa Load Patch

Plate: Heat transfer

Type

1: Per massa Load Patch

Plate: Tables

1: Per massa

4.3 INPUT MODEL FILE

4.3.1 GENERAL DATA AND LOAD CASES

```
/
/
/ STRAUS7 MODEL EXCHANGE FILE
/
/ MODEL INFORMATION
FileFormat          Straus7.2.3.3
ModelName           "Modello FEM_FA-SI_SISMICA"
Title               ""
Project             ""
Author              ""
Reference           ""
Comments            ""
/
/ UNITS
LengthUnit          m
MassUnit            kg
EnergyUnit          J
PressureUnit        MPa
ForceUnit           kN
TemperatureUnit     C
/
/ GROUP DEFINITIONS
Group               1    16711680  "\\Model"
Group               2    3355647   "Travel"
/
/ FREEDOM CASE DEFINITIONS
FreedomCase         1    0    1    "Freedom Case 1"
/
/ LOAD CASE DEFINITIONS
LoadCase            11    1    "p.p."
Gravity             3    -9.81000000000000E+0
LCInclude           1
LoadCase            12    0    "Soletta"
LCInclude           3
LoadCase            14    0    "Ritiro"
LCInclude           3
LoadCase            13    0    "Perm. non strutturale"
LCInclude           3
LoadCase            1    0    "Traffico distribuito_1"
LCInclude           3
LoadCase            2    0    "Traffico tandem_1_1"
LCInclude           3
LoadCase            3    0    "Traffico tandem_1_2"
LCInclude           3
LoadCase            15    0    "Traffico tandem_1_3"
LCInclude           3
LoadCase            4    0    "Traffico distribuito_2"
LCInclude           3
LoadCase            5    0    "Traffico tandem_2_1"
LCInclude           3
LoadCase            6    0    "Traffico tandem_2_2"
LCInclude           3
LoadCase            16    0    "Traffico tandem_2_3"
LCInclude           3
LoadCase            9    0    "Vento ponte carico -Y"
LCInclude           3
LoadCase            10   0    "Vento ponte carico +Y"
LCInclude           3
LoadCase            8    0    "DT_M_heat"
LCInclude           3
LoadCase            7    0    "DT_M_cool"
LCInclude           3
/
/ LOAD CASE COMBINATIONS
```

```
LoadCaseCombination 17 "1A_FR"
11 1.00000000000000E+0
12 1.00000000000000E+0
LoadCaseCombination 18 "2A_FR"
13 1.00000000000000E+0
LoadCaseCombination 19 "2B_FR"
14 1.00000000000000E+0
LoadCaseCombination 20 "3A_FR1"
7 5.00000000000000E-1
LoadCaseCombination 21 "3A_FR2"
8 5.00000000000000E-1
LoadCaseCombination 22 "3B_FR1"
1 4.00000000000000E-1
2 7.50000000000000E-1
LoadCaseCombination 23 "3B_FR2"
1 4.00000000000000E-1
3 7.50000000000000E-1
LoadCaseCombination 24 "3B_FR3"
1 4.00000000000000E-1
15 7.50000000000000E-1
LoadCaseCombination 25 "3B_FR4"
4 4.00000000000000E-1
5 7.50000000000000E-1
LoadCaseCombination 26 "3B_FR5"
4 4.00000000000000E-1
6 7.50000000000000E-1
LoadCaseCombination 27 "3B_FR6"
4 4.00000000000000E-1
16 7.50000000000000E-1
LoadCaseCombination 28 "1A_RA"
11 1.00000000000000E+0
12 1.00000000000000E+0
LoadCaseCombination 29 "2A_RA"
13 1.00000000000000E+0
LoadCaseCombination 30 "2B_RA"
14 1.00000000000000E+0
LoadCaseCombination 31 "3A_RA1"
7 6.00000000000000E-1
LoadCaseCombination 32 "3A_RA2"
8 6.00000000000000E-1
LoadCaseCombination 33 "3B_RA1"
1 1.00000000000000E+0
2 1.00000000000000E+0
9 6.00000000000000E-1
LoadCaseCombination 34 "3B_RA2"
1 1.00000000000000E+0
3 1.00000000000000E+0
9 6.00000000000000E-1
LoadCaseCombination 35 "3B_RA3"
1 1.00000000000000E+0
9 6.00000000000000E-1
15 1.00000000000000E+0
LoadCaseCombination 36 "3B_RA4"
4 1.00000000000000E+0
5 1.00000000000000E+0
9 6.00000000000000E-1
LoadCaseCombination 37 "3B_RA5"
4 1.00000000000000E+0
6 1.00000000000000E+0
9 6.00000000000000E-1
LoadCaseCombination 38 "3B_RA6"
4 1.00000000000000E+0
9 6.00000000000000E-1
16 1.00000000000000E+0
LoadCaseCombination 39 "3B_RA7"
1 1.00000000000000E+0
2 1.00000000000000E+0
10 6.00000000000000E-1
LoadCaseCombination 40 "3B_RA8"
1 1.00000000000000E+0
3 1.00000000000000E+0
10 6.00000000000000E-1
LoadCaseCombination 41 "3B_RA9"
1 1.00000000000000E+0
10 6.00000000000000E-1
15 1.00000000000000E+0
LoadCaseCombination 42 "1A_SLU"
11 1.35000000000000E+0
12 1.35000000000000E+0
```

```

LoadCaseCombination 43 "2A_SLU"
13 1.50000000000000E+0

LoadCaseCombination 44 "2B_SLU"
14 1.20000000000000E+0

LoadCaseCombination 45 "3A_SLU1"
7 9.00000000000000E-1

LoadCaseCombination 46 "3A_SLU2"
8 9.00000000000000E-1

LoadCaseCombination 47 "3B_SLU1"
1 1.35000000000000E+0
2 1.35000000000000E+0
9 9.00000000000000E-1

LoadCaseCombination 48 "3B_SLU2"
1 1.35000000000000E+0
3 1.35000000000000E+0
9 9.00000000000000E-1

LoadCaseCombination 49 "3B_SLU3"
1 1.35000000000000E+0
9 9.00000000000000E-1
15 1.35000000000000E+0

LoadCaseCombination 50 "3B_SLU4"
4 1.35000000000000E+0
5 1.35000000000000E+0
9 9.00000000000000E-1

LoadCaseCombination 51 "3B_SLU5"
4 1.35000000000000E+0
6 1.35000000000000E+0
9 9.00000000000000E-1

LoadCaseCombination 52 "3B_SLU6"
4 1.35000000000000E+0
9 9.00000000000000E-1
16 1.35000000000000E+0

LoadCaseCombination 53 "3B_SLU7"
1 1.35000000000000E+0
2 1.35000000000000E+0
10 9.00000000000000E-1

LoadCaseCombination 54 "3B_SLU8"
1 1.35000000000000E+0
3 1.35000000000000E+0
10 9.00000000000000E-1

LoadCaseCombination 55 "3B_SLU9"
1 1.35000000000000E+0
10 9.00000000000000E-1
15 1.35000000000000E+0

```

```

LoadCaseEnvelope "2A ENV RA max" Max
ON 29

LoadCaseEnvelope "2A ENV RA min" Min
ON 29

LoadCaseEnvelope "2B ENV RA max" Max
ON 30

LoadCaseEnvelope "2B ENV RA min" Min
ON 30

LoadCaseEnvelope "3A ENV RA max" Max
ON 31
ON 32

LoadCaseEnvelope "3A ENV RA min" Min
ON 31
ON 32

LoadCaseEnvelope "3B ENV RA max" Max
ON 33
ON 34
ON 35
ON 36
ON 37
ON 38
ON 39
ON 40
ON 41

LoadCaseEnvelope "3B ENV RA min" Min
ON 33
ON 34
ON 35
ON 36
ON 37
ON 38
ON 39
ON 40
ON 41

LoadCaseEnvelope "1A ENV SLU max" Max
ON 42

LoadCaseEnvelope "1A ENV SLU min" Min
ON 42

LoadCaseEnvelope "2A ENV SLU max" Max
ON 43

LoadCaseEnvelope "2A ENV SLU min" Min
ON 43

LoadCaseEnvelope "2B ENV SLU max" Max
ON 44

LoadCaseEnvelope "2B ENV SLU min" Min
ON 44

LoadCaseEnvelope "3A ENV SLU max" Max
ON 45
ON 46

LoadCaseEnvelope "3A ENV SLU min" Min
ON 45
ON 46

LoadCaseEnvelope "3B ENV SLU max" Max
ON 47
ON 48
ON 49
ON 50
ON 51
ON 52
ON 53
ON 54
ON 55

LoadCaseEnvelope "3B ENV SLU min" Min
ON 47
ON 48
ON 49
ON 50
ON 51
ON 52
ON 53
ON 54
ON 55

```

/ RESULT CASE ENVELOPES

```

LoadCaseEnvelope "1A ENV FR max" Max
ON 17

LoadCaseEnvelope "1A ENV FR min" Min
ON 17

LoadCaseEnvelope "2A ENV FR max" Max
ON 18

LoadCaseEnvelope "2A ENV FR min" Min
ON 18

LoadCaseEnvelope "2B ENV FR max" Max
ON 19

LoadCaseEnvelope "2B ENV FR min" Min
ON 19

LoadCaseEnvelope "3A ENV FR max" Max
ON 20
ON 21

LoadCaseEnvelope "3A ENV FR min" Min
ON 20
ON 21

LoadCaseEnvelope "3B ENV FR max" Max
ON 22
ON 23
ON 24
ON 25
ON 26
ON 27

LoadCaseEnvelope "3B ENV FR min" Min
ON 22
ON 23
ON 24
ON 25
ON 26
ON 27

LoadCaseEnvelope "1A ENV RA max" Max
ON 28

LoadCaseEnvelope "1A ENV RA min" Min
ON 28

```

4.3.2 ELEMENT GEOMETRY

```

/
/ COORDINATE SYSTEM DEFINITIONS
CoordSys      1  "Global XYZ"  GlobalXYZ
CoordSys      2  "UCS 1"    RectUCS
4.78907993233600E+1  1.80782788498100E+0  -2.73000000000000E+0
4.69048941214000E+1  5.89006147613500E+0  -2.73000000000000E+0
4.78907993233600E+1  1.80782788498100E+0  -2.29000000000000E+0
CoordSys      3  "UCS 2"    RectUCS
4.69048941214000E+1  5.89006147613500E+0  -2.73000000000000E+0
7.85047116793800E-1  4.45089712130200E+0  -2.73000000000000E+0
4.69048941214000E+1  5.89006147613500E+0  -2.29000000000000E+0

/
/ NODE COORDINATES
Node          1  8.40630592620192E-1  4.76603277021377E+0  0.00000000000000E+0
Node          2  5.92969407596604E+0  3.98794271978090E+0  0.00000000000000E+0
Node          3  1.10490061661850E+1  3.44330064767291E+0  0.00000000000000E+0
Node          4  1.20459218643192E+1  3.36469522474181E+0  0.00000000000000E+0
Node          5  1.61878637163942E+1  3.13324525846906E+0  0.00000000000000E+0
Node          6  2.13355227146532E+1  3.05842479720673E+0  0.00000000000000E+0
Node          7  2.54824416278790E+1  3.16939739966188E+0  0.00000000000000E+0
Node          8  2.64812207481629E+1  3.21899569393759E+0  0.00000000000000E+0
Node          9  3.16141995034451E+1  3.61462223703802E+0  0.00000000000000E+0
Node         10  3.67237272601379E+1  4.24447727377287E+0  0.00000000000000E+0
Node         11  3.77125144956732E+1  4.39387447769695E+0  0.00000000000000E+0
Node         12  4.17991213277761E+1  5.10724394219301E+0  0.00000000000000E+0
Node         13  4.68297703799368E+1  6.20111842183587E+0  0.00000000000000E+0
Node         14  4.79659230648218E+1  1.49677093927994E+0  0.00000000000000E+0
Node         15  4.27190381149131E+1  3.55877689760973E-1  0.00000000000000E+0
Node         16  3.84142986188682E+1  -3.94757768891168E-1  0.00000000000000E+0
Node         17  3.74254848436718E+1  -5.43973880012118E-1  0.00000000000000E+0
Node         18  3.20963306912541E+1  -1.20090241561502E+0  0.00000000000000E+0
Node         19  2.67427175290919E+1  -1.61353445015379E+0  0.00000000000000E+0
Node         20  2.57439482983451E+1  -1.66331550407517E+0  0.00000000000000E+0
Node         21  2.13758383673868E+1  -1.78100727775200E+0  0.00000000000000E+0
Node         22  1.60069139516019E+1  -1.70297075634085E+0  0.00000000000000E+0
Node         23  1.16440698033380E+1  -1.45837585805816E+0  0.00000000000000E+0
Node         24  1.06471693022209E+1  -1.37958803971492E+0  0.00000000000000E+0
Node         25  5.30781024939290E+0  -8.11535237480030E-1  0.00000000000000E+0
Node         26  5.95079541199084E-14  -1.46367293285543E-18  0.00000000000000E+0
Node         27  4.78907993233635E+1  1.80782788498147E+0  -2.29000000000000E+0
Node         28  4.69048941213956E+1  5.89006147613457E+0  -2.29000000000000E+0
Node         29  5.55834758314891E-2  3.15135648911363E-1  -2.29000000000000E+0
Node         30  7.85047116793824E-1  4.45089712130241E+0  -2.29000000000000E+0

/
/ BEAM ELEMENTS
Beam         1  1  12  1  2
Beam         2  1  12  2  3
Beam         3  1  12  3  4
Beam         4  1  11  4  5
Beam         5  1  11  5  6
Beam         6  1  11  6  7
Beam         7  1  10  7  8
Beam         8  1  10  8  9
Beam         9  1  10  9  10
Beam        10  1  10  10  11
Beam        11  1  9  11  12
Beam        12  1  9  12  13
Beam        13  1  13  14  13
Beam        14  2  9  15  14
Beam        15  2  9  16  15
Beam        16  2  10  17  16
Beam        17  2  10  18  17
Beam        18  2  10  19  18
Beam        19  2  10  20  19
Beam        20  2  11  21  20
Beam        21  2  11  22  21
Beam        22  2  11  23  22
Beam        23  2  12  24  23
Beam        24  2  12  25  24
Beam        25  2  12  26  25
Beam        26  1  13  26  1
Beam        27  1  14  25  2
Beam        28  1  14  24  3
Beam        29  1  14  22  5
Beam        30  1  14  21  6
Beam        31  1  14  19  8
Beam        32  1  14  18  9
Beam        33  1  14  17  10
Beam        34  1  14  15  12

/
/ BEAM ANGLES
BmAngle     1  270.00
BmAngle     2  270.00
BmAngle     3  270.00
BmAngle     4  270.00
BmAngle     5  270.00
BmAngle     6  270.00
BmAngle     7  270.00
BmAngle     8  270.00
BmAngle     9  270.00
BmAngle    10  270.00
BmAngle    11  270.00
BmAngle    12  270.00
BmAngle    13  270.00
BmAngle    14  270.00
BmAngle    15  270.00
BmAngle    16  270.00
BmAngle    17  270.00
BmAngle    18  270.00
BmAngle    19  270.00
BmAngle    20  270.00

```

BmAngle	21	270.00
BmAngle	22	270.00
BmAngle	23	270.00
BmAngle	24	270.00
BmAngle	25	270.00
BmAngle	26	270.00
BmAngle	27	270.00
BmAngle	28	270.00
BmAngle	29	270.00
BmAngle	30	270.00
BmAngle	31	270.00
BmAngle	32	270.00
BmAngle	33	270.00
BmAngle	34	270.00

/

/ RIGID LINKS

RigidLink	1	27	14	XYZ
RigidLink	1	28	13	XYZ
RigidLink	1	29	26	XYZ
RigidLink	1	30	1	XYZ

/

/ NODE RESTRAINTS (ROTATION AS RADIAN)

/ Freedom Case 1

NdFreedom	1	27	2	DY	DZ	
NdFreedom	1	28	1	DX	DY	DZ
NdFreedom	1	29	3	DY		
NdFreedom	1	30	3	DY	DZ	

/

/ BEAM NON-STRUCTURAL MASSES

/ p.p.

BmNSMass	0.00	0.00	11	1	1	9.21558600000000E+2	9.21558600000000E+2	0.00000000000000E+0	0.00000000000000E+0
BmNSMass	0.00	0.00	11	2	1	9.21558600000000E+2	9.21558600000000E+2	0.00000000000000E+0	0.00000000000000E+0
BmNSMass	0.00	0.00	11	3	1	9.21558600000000E+2	9.21558600000000E+2	0.00000000000000E+0	0.00000000000000E+0
BmNSMass	0.00	0.00	11	4	1	1.09743000000000E+3	1.09743000000000E+3	0.00000000000000E+0	0.00000000000000E+0
BmNSMass	0.00	0.00	11	5	1	1.09743000000000E+3	1.09743000000000E+3	0.00000000000000E+0	0.00000000000000E+0
BmNSMass	0.00	0.00	11	6	1	1.09743000000000E+3	1.09743000000000E+3	0.00000000000000E+0	0.00000000000000E+0
BmNSMass	0.00	0.00	11	7	1	1.09743000000000E+3	1.09743000000000E+3	0.00000000000000E+0	0.00000000000000E+0
BmNSMass	0.00	0.00	11	8	1	1.09743000000000E+3	1.09743000000000E+3	0.00000000000000E+0	0.00000000000000E+0
BmNSMass	0.00	0.00	11	9	1	1.09743000000000E+3	1.09743000000000E+3	0.00000000000000E+0	0.00000000000000E+0
BmNSMass	0.00	0.00	11	10	1	1.09743000000000E+3	1.09743000000000E+3	0.00000000000000E+0	0.00000000000000E+0
BmNSMass	0.00	0.00	11	11	1	9.21558600000000E+2	9.21558600000000E+2	0.00000000000000E+0	0.00000000000000E+0
BmNSMass	0.00	0.00	11	12	1	9.21558600000000E+2	9.21558600000000E+2	0.00000000000000E+0	0.00000000000000E+0
BmNSMass	0.00	0.00	11	13	1	3.85551180000000E+2	3.85551180000000E+2	0.00000000000000E+0	0.00000000000000E+0
BmNSMass	0.00	0.00	11	14	1	9.21558600000000E+2	9.21558600000000E+2	0.00000000000000E+0	0.00000000000000E+0
BmNSMass	0.00	0.00	11	15	1	9.21558600000000E+2	9.21558600000000E+2	0.00000000000000E+0	0.00000000000000E+0
BmNSMass	0.00	0.00	11	16	1	1.09743000000000E+3	1.09743000000000E+3	0.00000000000000E+0	0.00000000000000E+0
BmNSMass	0.00	0.00	11	17	1	1.09743000000000E+3	1.09743000000000E+3	0.00000000000000E+0	0.00000000000000E+0
BmNSMass	0.00	0.00	11	18	1	1.09743000000000E+3	1.09743000000000E+3	0.00000000000000E+0	0.00000000000000E+0
BmNSMass	0.00	0.00	11	19	1	1.09743000000000E+3	1.09743000000000E+3	0.00000000000000E+0	0.00000000000000E+0
BmNSMass	0.00	0.00	11	20	1	1.09743000000000E+3	1.09743000000000E+3	0.00000000000000E+0	0.00000000000000E+0
BmNSMass	0.00	0.00	11	21	1	1.09743000000000E+3	1.09743000000000E+3	0.00000000000000E+0	0.00000000000000E+0
BmNSMass	0.00	0.00	11	22	1	1.09743000000000E+3	1.09743000000000E+3	0.00000000000000E+0	0.00000000000000E+0
BmNSMass	0.00	0.00	11	23	1	9.21558600000000E+2	9.21558600000000E+2	0.00000000000000E+0	0.00000000000000E+0
BmNSMass	0.00	0.00	11	24	1	9.21558600000000E+2	9.21558600000000E+2	0.00000000000000E+0	0.00000000000000E+0
BmNSMass	0.00	0.00	11	25	1	9.21558600000000E+2	9.21558600000000E+2	0.00000000000000E+0	0.00000000000000E+0
BmNSMass	0.00	0.00	11	26	1	3.85551180000000E+2	3.85551180000000E+2	0.00000000000000E+0	0.00000000000000E+0
BmNSMass	0.00	0.00	11	27	1	1.31013360000000E+2	1.31013360000000E+2	0.00000000000000E+0	0.00000000000000E+0
BmNSMass	0.00	0.00	11	28	1	1.31013360000000E+2	1.31013360000000E+2	0.00000000000000E+0	0.00000000000000E+0
BmNSMass	0.00	0.00	11	29	1	1.31013360000000E+2	1.31013360000000E+2	0.00000000000000E+0	0.00000000000000E+0
BmNSMass	0.00	0.00	11	30	1	1.31013360000000E+2	1.31013360000000E+2	0.00000000000000E+0	0.00000000000000E+0
BmNSMass	0.00	0.00	11	31	1	1.31013360000000E+2	1.31013360000000E+2	0.00000000000000E+0	0.00000000000000E+0
BmNSMass	0.00	0.00	11	32	1	1.31013360000000E+2	1.31013360000000E+2	0.00000000000000E+0	0.00000000000000E+0
BmNSMass	0.00	0.00	11	33	1	1.31013360000000E+2	1.31013360000000E+2	0.00000000000000E+0	0.00000000000000E+0
BmNSMass	0.00	0.00	11	34	1	1.31013360000000E+2	1.31013360000000E+2	0.00000000000000E+0	0.00000000000000E+0
BmNSMass	0.00	0.00	11	34	1	1.00000000000000E+0	1.00000000000000E+0	0.00000000000000E+0	0.00000000000000E+0

/

/ BEAM GLOBAL DISTRIBUTED LOADS

/ Soletta

BmDistLoadG	12	1	Z	1	-2.50000000000000E+1	-2.50000000000000E+1	0.00000000000000E+0
BmDistLoadG	0.00	0.00	Z	0.00			
BmDistLoadG	12	2	Z	1	-2.50000000000000E+1	-2.50000000000000E+1	0.00000000000000E+0
BmDistLoadG	0.00	0.00	Z	0.00			
BmDistLoadG	12	3	Z	1	-2.50000000000000E+1	-2.50000000000000E+1	0.00000000000000E+0
BmDistLoadG	0.00	0.00	Z	0.00			


```

MaterialName      "Steel - Modified"
Modulus           2.000000000000000E+5
ShearMod         8.000000000000000E+4
Poisson          2.500000000000000E-1
UsePoisson       TRUE
Expansion        1.150000000000000E-5
ThermalCond      5.100000000000000E+1
SpecificHeat     5.000000000000000E+2
Area             2.913000000000000E-1
MomentI11       2.717000000000000E-1
MomentI22       2.187752200000000E-1
MomentJ         7.988409000000000E-2
SectionType      IBeam
  B1             2.200000000000000E-1
  B2             2.200000000000000E-1
  D              6.000000000000000E-1
  T1             1.900000000000000E-2
  T2             1.900000000000000E-2
  T3             1.200000000000000E-2
NonLinType       Elasticplastic
Hardening         Isotropic

BeamProp          10  "FS3-Trave C2"
MaterialName      "Steel - Modified"
Modulus           2.000000000000000E+5
ShearMod         8.000000000000000E+4
Poisson          2.500000000000000E-1
UsePoisson       TRUE
Expansion        1.150000000000000E-5
ThermalCond      5.100000000000000E+1
SpecificHeat     5.000000000000000E+2
Area             3.088000000000000E-1
MomentI11       3.017000000000000E-1
MomentI22       2.196682200000000E-1
MomentJ         7.988409000000000E-2
SectionType      IBeam
  B1             2.200000000000000E-1
  B2             2.200000000000000E-1
  D              6.000000000000000E-1
  T1             1.900000000000000E-2
  T2             1.900000000000000E-2
  T3             1.200000000000000E-2
NonLinType       Elasticplastic
Hardening         Isotropic

BeamProp          11  "FS3-Trave C3"
MaterialName      "Steel - Modified"
Modulus           2.000000000000000E+5
ShearMod         8.000000000000000E+4
Poisson          2.500000000000000E-1
UsePoisson       TRUE
Expansion        1.150000000000000E-5
ThermalCond      5.100000000000000E+1
SpecificHeat     5.000000000000000E+2
Area             3.088000000000000E-1
MomentI11       3.017000000000000E-1
MomentI22       2.196682200000000E-1
MomentJ         7.988409000000000E-2
SectionType      IBeam
  B1             2.200000000000000E-1
  B2             2.200000000000000E-1
  D              6.000000000000000E-1
  T1             1.900000000000000E-2
  T2             1.900000000000000E-2
  T3             1.200000000000000E-2
NonLinType       Elasticplastic
Hardening         Isotropic

BeamProp          12  "FS3-Trave C4"
MaterialName      "Steel - Modified"
Modulus           2.000000000000000E+5
ShearMod         8.000000000000000E+4
Poisson          2.500000000000000E-1
UsePoisson       TRUE
Expansion        1.150000000000000E-5
ThermalCond      5.100000000000000E+1
SpecificHeat     5.000000000000000E+2
Area             2.913000000000000E-1
MomentI11       2.717000000000000E-1
MomentI22       2.187752200000000E-1
MomentJ         7.988409000000000E-2
SectionType      IBeam
  B1             2.200000000000000E-1
  B2             2.200000000000000E-1
  D              6.000000000000000E-1
  T1             1.900000000000000E-2
  T2             1.900000000000000E-2
  T3             1.200000000000000E-2
NonLinType       Elasticplastic
Hardening         Isotropic

BeamProp          13  "Traverso appoggio"
MaterialName      "Steel - Modified"
Modulus           2.000000000000000E+5
ShearMod         8.000000000000000E+4
Poisson          2.500000000000000E-1
UsePoisson       TRUE
Expansion        1.150000000000000E-5
ThermalCond      5.100000000000000E+1
SpecificHeat     5.000000000000000E+2
Area             2.728600000000000E-2
MomentI11       1.339973040000000E-2
MomentI22       1.268000000000000E-4
SectionType      IBeam
  B1             2.200000000000000E-1
  B2             2.200000000000000E-1
  D              6.000000000000000E-1
  T1             1.900000000000000E-2
  T2             1.900000000000000E-2
  T3             1.200000000000000E-2
NonLinType       Elasticplastic
Hardening         Isotropic

```

```

BeamProp          14  "Traverso campata"
MaterialName      "Steel - Modified"
Modulus           2.00000000000000E+5
ShearMod          8.00000000000000E+4
Poisson          2.50000000000000E-1
UsePoisson       TRUE
Expansion         1.15000000000000E-5
ThermalCond      5.10000000000000E+1
SpecificHeat     5.00000000000000E+2
Area             9.27200000000000E-3
MomentI11        5.93407880000000E-3
MomentI22        2.82000000000000E-5
SectionType      IBeam
  B1              2.20000000000000E-1
  B2              2.20000000000000E-1
  D               6.00000000000000E-1
  T1              1.90000000000000E-2
  T2              1.90000000000000E-2
  T3              1.20000000000000E-2
NonLinType       Elasticplastic
Hardening         Isotropic

```

```

/
/ PLATE PROPERTIES

```

```

PatchPlateProp   1  "Per massa"

```

```

/
/ FREQUENCY-PERIOD TABLES

```

```

PeriodTbl        1  "Spettro SLV - orizzontale"
0.000000000000E+0  2.44269000000000E+0
1.500000000000E-1  6.13125000000000E+0
4.510000000000E-1  6.13125000000000E+0
5.380000000000E-1  5.13063000000000E+0
6.260000000000E-1  4.41450000000000E+0
7.140000000000E-1  3.87495000000000E+0
8.010000000000E-1  3.44331000000000E+0
8.890000000000E-1  3.10977000000000E+0
9.760000000000E-1  2.82528000000000E+0
1.064000000000E+0  2.59965000000000E+0
1.152000000000E+0  2.40345000000000E+0
1.239000000000E+0  2.22687000000000E+0
1.327000000000E+0  2.07972000000000E+0
1.415000000000E+0  1.95219000000000E+0
1.502000000000E+0  1.83447000000000E+0
1.590000000000E+0  1.73637000000000E+0
1.677000000000E+0  1.64808000000000E+0
1.765000000000E+0  1.56960000000000E+0
1.853000000000E+0  1.49112000000000E+0
1.940000000000E+0  1.42245000000000E+0
2.028000000000E+0  1.36359000000000E+0
2.116000000000E+0  1.30473000000000E+0
2.203000000000E+0  1.25568000000000E+0
2.291000000000E+0  1.20663000000000E+0
2.372000000000E+0  1.12815000000000E+0
2.454000000000E+0  1.04967000000000E+0
2.535000000000E+0  9.81000000000000E-1
2.616000000000E+0  9.22140000000000E-1
2.698000000000E+0  8.73090000000000E-1
2.779000000000E+0  8.24040000000000E-1
2.861000000000E+0  7.74990000000000E-1
2.942000000000E+0  7.35750000000000E-1
3.023000000000E+0  6.96510000000000E-1
3.105000000000E+0  6.57270000000000E-1
3.186000000000E+0  6.27840000000000E-1
3.267000000000E+0  5.88600000000000E-1
3.349000000000E+0  5.68980000000000E-1
3.430000000000E+0  5.39550000000000E-1
3.512000000000E+0  5.10120000000000E-1
3.593000000000E+0  4.90500000000000E-1
3.674000000000E+0  4.70880000000000E-1
3.756000000000E+0  4.51260000000000E-1
3.837000000000E+0  4.31640000000000E-1
3.919000000000E+0  4.12020000000000E-1
4.000000000000E+0  3.92400000000000E-1

```

```

PeriodTbl        2  "Spettro SLV - verticale"
0.000000000000E+0  9.51570000000000E-1
5.000000000000E-2  2.38383000000000E+0
1.500000000000E-1  2.38383000000000E+0
2.350000000000E-1  1.52055000000000E+0
3.200000000000E-1  1.11834000000000E+0
4.050000000000E-1  8.82900000000000E-1
4.900000000000E-1  7.35750000000000E-1
5.750000000000E-1  6.27840000000000E-1
6.600000000000E-1  5.39550000000000E-1
7.450000000000E-1  4.80690000000000E-1
8.300000000000E-1  4.31640000000000E-1
9.150000000000E-1  3.92400000000000E-1
1.000000000000E+0  3.62970000000000E-1
1.094000000000E+0  3.04110000000000E-1
1.188000000000E+0  2.55060000000000E-1
1.281000000000E+0  2.15820000000000E-1
1.375000000000E+0  1.86390000000000E-1
1.469000000000E+0  1.66770000000000E-1
1.563000000000E+0  1.47150000000000E-1
1.656000000000E+0  1.27530000000000E-1
1.750000000000E+0  1.17720000000000E-1
1.844000000000E+0  1.07910000000000E-1
1.938000000000E+0  9.81000000000000E-2
2.031000000000E+0  8.82900000000000E-2
2.125000000000E+0  7.84800000000000E-2
2.219000000000E+0  6.86700000000000E-2
2.313000000000E+0  6.86700000000000E-2
2.406000000000E+0  5.88600000000000E-2
2.500000000000E+0  5.88600000000000E-2
2.594000000000E+0  4.90500000000000E-2
2.688000000000E+0  4.90500000000000E-2
2.781000000000E+0  4.90500000000000E-2
2.875000000000E+0  3.92400000000000E-2

```

2.96900000000000E+0	3.92400000000000E-2
3.06300000000000E+0	3.92400000000000E-2
3.15600000000000E+0	3.92400000000000E-2
3.25000000000000E+0	2.94300000000000E-2
3.34400000000000E+0	2.94300000000000E-2
3.43800000000000E+0	2.94300000000000E-2
3.53100000000000E+0	2.94300000000000E-2
3.62500000000000E+0	2.94300000000000E-2
3.71900000000000E+0	2.94300000000000E-2
3.81300000000000E+0	2.94300000000000E-2
3.90600000000000E+0	1.96200000000000E-2
4.00000000000000E+0	1.96200000000000E-2

/

/ SPECTRAL RESPONSE SOLVER DATA

SpectralDirectionVector "Sisma SLV - dir. X"			
1	1.00000000000000E+0	0.00000000000000E+0	0.00000000000000E+0
SpectralDirectionVector "Sisma SLV - dir. Y"			
1	0.00000000000000E+0	1.00000000000000E+0	0.00000000000000E+0
SpectralDirectionVector "Sisma SLV - dir. Z"			
2	0.00000000000000E+0	0.00000000000000E+0	1.00000000000000E+0