

S.S. 106 "JONICA"

Lavori di realizzazione dell'asta di collegamento
in dx idraulica del Torrente Gerace
tra la SS 106 VAR/B (Svincolo Gerace) e la SS 106 al km 97+050

PROGETTO DEFINITIVO

COD. CZ311

IL PROGETTISTA E RESPONSABILE DELL'INTEGRAZIONE DELLE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE
Ing. Francesco M. LA CAMERA

GRUPPO DI PROGETTAZIONE

S.T.E. s.r.l.

Structure and Transport Engineering

Direttore Tecnico
Ing. E. Moroni
Ordine Ing. Roma
N. 10020

IL COORDINATORE DELLA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE
Ing. Francesco M. LA CAMERA

RKSOJIL S.p.A.

Direttore Tecnico
Ing. G. Cassani
Ordine Ing. Milano
N.20997

IL GEOLOGO

Dott. Geol. Fiorenza PENNINO Ordine Geol. Lombardia N. 1575

E.D.IN. s.r.l.
Società di Ingegneria

Direttore Tecnico
Ing. G. Grimaldi
Ordine Ing. Roma
N. 17703

L'ARCHEOLOGA: Dott.ssa Grazia SAVINO

Elenco MIBACT n. 3856 – archeologa di 1° fascia ai sensi del D.M. 244/2019

IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO

Ing. Antonella PIRROTTA

Prof. Arch. F. KARRER

Ordine Arch. Roma
N. 2097

VIADOTTI

Viadotto Gerace 1

Relazione di calcolo fondazioni ed elevazioni

CODICE PROGETTO		NOME FILE		REVISIONE	SCALA:
PROGETTO	LIV. PROG. ANNO	T00_VI01_STR_RE01_C			
DPCZ0311	D 20	CODICE ELAB.	T00VI01STRRE01	C	-
C	EMISSIONE PER PROCEDURA VASSVIA	Ottobre 2022	DEL VECCHIO	GRIMALDI	LA CAMERA
B	EMISSIONE A SEGUITO RIESAME INTERMEDIO	Luglio 2022	DEL VECCHIO	GRIMALDI	LA CAMERA
A	PRIMA EMISSIONE	Marzo 2022	DEL VECCHIO	GRIMALDI	LA CAMERA
REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO

INDICE

1	PREMESSA	8
2	DESCRIZIONE DELL'OPERA	9
2.1	Asse Nord	9
2.2	Asse Sud	10
2.3	Impalcato	12
2.3.1	Asse Nord	12
2.3.2	Asse Sud	13
2.4	Pile	15
2.5	Appoggi e giunti	17
2.6	Fasi costruttive impalcato e soletta	19
2.7	Riepilogo delle incidenze	20
2.7.1	Asse Nord	20
2.7.2	Asse Sud	20
3	NORMATIVE E RIFERIMENTI	21
3.1	Normative e standard	21
4	MATERIALI	22
4.1	Calcestruzzo	22
4.1.1	Magrone sottofondazione	22
4.1.2	Pali	22
4.1.3	Plinti di fondazione	22
4.1.4	Elevazione spalle	22
4.1.5	Elevazione pile	23
4.1.6	Elevazione pulvino	23
4.1.7	Soletta	23
4.1.8	Lastre prefabbricate	23
4.2	Acciaio	24
4.2.1	Acciaio per armatura lenta	24

4.2.2	Acciaio da carpenteria	24
4.2.3	Pioli di collegamento	24
4.2.4	Unioni bullonate (a taglio)	24
4.2.5	Unioni saldate	24
5	ANALISI DEI CARICHI	25
5.1	Carichi permanenti strutturali (g1)	25
5.2	Carichi permanenti non strutturali (g2)	25
5.3	Ritiro (ϵ_2) e Viscosità (ϵ_3)	26
5.4	Cedimenti vincolari	28
5.5	Azioni verticali da traffico (q1)	29
5.6	Incremento dinamico addizionale in presenza di discontinuità strutturali (q2)	31
5.7	Azione longitudinale di frenamento o di accelerazione (q3)	31
5.8	Azione centrifuga (q4)	32
5.9	Azioni della temperatura (q5)	32
5.10	Azione del vento (q7)	34
5.11	Urto di veicoli in svio (q8)	41
5.12	Azione sismica (E)	41
5.12.1	Vita nominale	42
5.12.2	Classe d'uso	42
5.12.3	Periodo di riferimento per l'azione sismica	42
5.12.4	Parametri per la definizione degli spettri	43
5.12.5	Categoria di sottosuolo	43
5.12.6	Condizioni topografiche	44
5.12.7	Spettro di risposta elastico in accelerazione	44
5.12.8	Spettri di progetto in accelerazione	46
5.12.9	Variabilità spaziale del moto	49
6	ANALISI GLOBALI DI IMPALCATO	50
6.1	Modello di calcolo	50
6.1.1	Software di calcolo	50

6.1.2	Analisi per carichi permanenti	50
6.1.3	Analisi per carichi variabili	57
6.1.4	Analisi per azioni orizzontali (azione sismica e vento)	58
6.2	Asse Nord - Risultati delle analisi globali	60
6.2.1	Analisi modale	60
6.2.2	Diagrammi delle sollecitazioni elementari sulle aste	64
6.2.3	Diagrammi delle sollecitazioni elementari sui traversi	72
6.2.4	Configurazioni deformate	84
6.3	Asse Sud - Risultati delle analisi globali	89
6.3.1	Analisi modale	89
6.3.2	Diagrammi delle sollecitazioni elementari sulle aste	93
6.3.3	Diagrammi delle sollecitazioni elementari sui traversi	102
6.3.4	Configurazioni deformate	115
7	COMBINAZIONI DI CARICO	120
7.1	Combinazioni di carico SLU	122
7.2	Combinazioni di carico SLE	127
7.2.1	Combinazioni di carico SLE rara	127
7.2.2	Combinazioni di carico SLE frequenti	132
7.2.3	Combinazioni di carico SLE quasi permanenti	133
7.3	Combinazioni di carico stato limite di fatica	134
8	CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELL'IMPALCATO	135
8.1	Descrizione delle sezioni e dei conci delle travi	135
8.2	Larghezza efficace della soletta	137
8.3	Coefficienti di omogeneizzazione della soletta	137
8.4	Caratteristiche geometriche lorde delle sezioni delle travi	138
8.5	Elementi secondari dell'impalcato	141
8.6	Classificazione delle sezioni	141
8.7	Shear Lag nelle piattabande	144
8.8	Instabilità locale – “effective width method”	146

9	VERIFICA IMPALCATO	153
9.1	Verifiche sezionali SLU	153
9.1.1	Verifica SLU a presso/tenso-flessione	153
9.1.2	Verifica SLU per instabilità a taglio dell'anima	153
9.1.3	Verifica SLU di interazione taglio-momento	155
9.1.4	Verifica SLU delle saldature anima-piattabanda	155
9.1.5	Verifica di membrature soggette ad azione assiale	156
9.1.6	Instabilità laterale e flessio-torsionale	159
9.1.7	Risultati delle verifiche sezionali SLU	161
9.2	Verifiche SLE in deformabilità	197
9.3	Verifiche sezionali a fatica	198
9.3.1	Coefficiente di sicurezza per le verifiche a fatica	198
9.3.2	Classe dei dettagli	198
9.3.3	Verifica a danneggiamento	199
9.3.4	Risultati delle verifiche a fatica	204
10	VERIFICA TRAVERSI	215
10.1.1	Verifica SLU a presso/tenso-flessione	216
10.1.2	Verifica SLU per instabilità a taglio dell'anima	216
10.1.3	Verifica SLU di interazione taglio-momento	216
10.1.4	Verifica SLU delle saldature anima-piattabanda	216
10.1.5	Verifica SLU dei connettori trasverso-soletta	216
10.1.6	Verifica SLU dell'armatura trasversale in soletta	218
10.1.7	Risultati delle verifiche sezionali SLU	219
10.2	Verifiche sezionali SLE	232
10.2.1	Verifica dello stato limite di limitazione delle tensioni	232
10.2.2	Verifica dello stato limite di apertura delle fessure	232
10.2.3	Verifica SLE dei connettori trave-soletta	233
10.2.4	Risultati delle verifiche sezionali SLE	234
10.3	Verifiche sezionali a fatica	251
10.3.1	Coefficiente di sicurezza per le verifiche a fatica	251

10.3.2	Classe dei dettagli	252
10.3.3	Verifica a danneggiamento	253
10.3.4	Risultati delle verifiche a fatica	257
11	VERIFICA A SOLLEVAMENTO	259
12	ANALISI LOCALI E VERIFICA SOLETTA	263
12.1	Verifica predalle	263
12.2	Modelli locali della soletta	266
12.2.1	Modello locale della soletta corrente	267
12.2.2	Modello locale della soletta zona spalla B	271
12.3	Verifiche soletta	276
12.3.1	Verifiche della soletta zona corrente	276
12.3.2	Verifiche della soletta zona giunto	283
12.4	Verifica dei cordoli	290
13	VERIFICHE DEGLI APPOGGI / ISOLATORI E DEI GIUNTI	291
13.1	Asse Nord - Sollecitazioni e spostamenti sugli isolatori	292
13.2	Asse Sud - Sollecitazioni e spostamenti sugli isolatori	297
13.3	Verifica dei giunti di espansione	302
14	VERIFICA DEI BAGGIOLI	303
15	VERIFICA SOTTOSTRUTTURE	306
15.1	Descrizione delle fasi	306
15.2	Criteri di resistenza	307
15.2.1	Stati limite ultimi	307
15.2.2	Stati limite d'esercizio	308
15.3	Verifica pulvino P1	310
15.3.1	Sollecitazioni	310
15.3.2	Verifica a pressoflessione	311
15.3.3	Verifica a taglio	318
15.4	Verifica pulvino P2	321

15.4.1	Sollecitazioni	321
15.4.2	Verifica a pressoflessione	322
15.4.3	Verifica a taglio	328
15.5	Verifica pila P1	331
15.5.1	Sollecitazioni base pila	331
15.5.2	Verifica Pressoflessione	332
15.5.3	Verifica a taglio	339
15.6	Verifica pila P2	340
15.6.1	Sollecitazioni base pila	340
15.6.2	Verifica Pressoflessione	341
15.6.3	Verifica a taglio	348
15.7	Verifica plinto di fondazione P1	349
15.7.1	Verifica dei tiranti	350
15.7.2	Verifica dei puntoni	353
15.7.1	Verifica a fessurazione	356
15.8	Verifica plinto di fondazione P2	358
15.8.1	Verifica dei tiranti	359
15.8.2	Verifica dei puntoni	362
15.8.3	Verifica a fessurazione	365
15.9	Verifica strutturale pali fondazione P1	367
15.10	Verifica strutturale pali fondazione P2	374
16	GEOTECNICA	381
16.1	Condizioni stratigrafiche e carichi applicati	381
16.2	Profondità di scalzamento	385
16.3	Metodologie di calcolo capacità portante dei pali	385
16.3.1	Analisi agli stati limite	385
16.3.2	Metodologia di calcolo capacità portante ai carichi verticali	387
16.3.3	Verifica a carico limite verticale di una palificata	390
16.4	Metodologia per la determinazione del carico limite orizzontale dei pali	401

16.4.1	Premessa	401
16.4.2	Analisi agli stati limite	401
16.4.3	Verifica a carico limite orizzontale - Broms	401
16.5	Metodologia per l'analisi dei pali soggetti a carichi trasversali	417
16.5.1	Comportamento del palo soggetto ai carichi orizzontali - Modulo di reazione orizzontale del terreno	417
16.5.2	Valutazione del momento adimensionale lungo il palo	417
16.6	Valutazione dei cedimenti assiali del singolo palo e del gruppo	426
ALLEGATO A	VERIFICHE SLF DELLE TRAVI MISTE DI IMPALCATO	437
ALLEGATO B	TABULATI VERIFICHE DI PORTANZA PALI DI FONDAZIONE	473

1 PREMESSA

Nell'ambito della progettazione definitiva dei lavori di realizzazione dell'asta di collegamento in dx idraulica del Torrente Gerace tra la SS 106 VAR/B e la SS 106 al km 97+050, è prevista la realizzazione di un'opera di attraversamento del Torrente Gerace.

Il VI01, della cui progettazione tratta il presente documento, consta di due impalcati separati, uno per senso di marcia. Le condizioni al contorno hanno conferito al viadotto un ridotto numero di gradi di libertà in termini di scelta strutturale: il tracciato stradale, in uscita dalla galleria esistente lato Nord, ha permesso ridotti aggiustamenti in termini altimetrici per la livelletta stradale. Congiuntamente, l'inclinazione planimetrica del tracciato rispetto alla fiumara Gerace, ha comportato una scelta di luci opportune al fine di ottemperare alle nuove richieste idrauliche presenti nel DM Infrastrutture del 17 Gennaio 2018 e Circolare del 21 gennaio 2019, n.7/C.S.LL.PP

Il rispetto dei requisiti strutturali e prestazionali, congiuntamente al rispetto dei requisiti idrologici delle piene di Progetto, ha portato ad una scelta strutturale così detta Estradossata, dove, in modo molto semplificato il piano viario è inferiore o al di sotto del sistema strutturale portante.

In tale documento è esposto il calcolo dell'impalcato, delle pile e delle relative fondazioni.

2 DESCRIZIONE DELL'OPERA

L'opera è caratterizzata da due viadotti indipendenti affiancati, denominati nel seguito "Asse Nord" e "Asse Sud".

2.1 Asse Nord

L'opera in esame è caratterizzata da un impalcato reticolare continuo in struttura mista a 3 campate, con luci pari a 65.0m per le campate di riva e pari a 92.69m per quella centrale;

Sono presenti due pile circolari piene, di altezza variabile, e due pulvini precompressi con barre Dywidag.

Le spalle sono di tipo scatolare e sono caratterizzate da una larghezza del muro frontale pari 19.90m e 23.22m rispettivamente per la spalla A e per la spalla B.

Le fondazioni delle pile e delle spalle sono su pali di diametro $d=1000\text{mm}$.

Nelle immagini seguenti si riporta un inquadramento generale dell'opera.

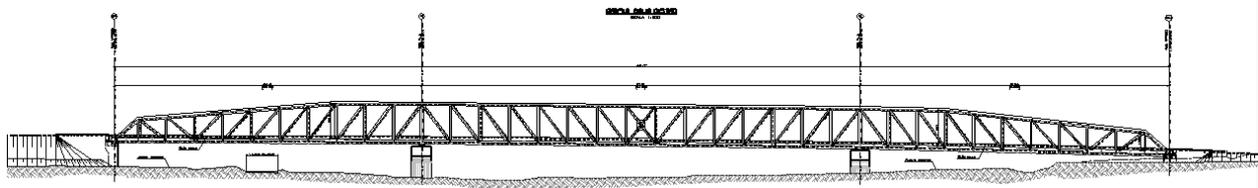


Figura 1 – Prospetto longitudinale del viadotto-asse Nord

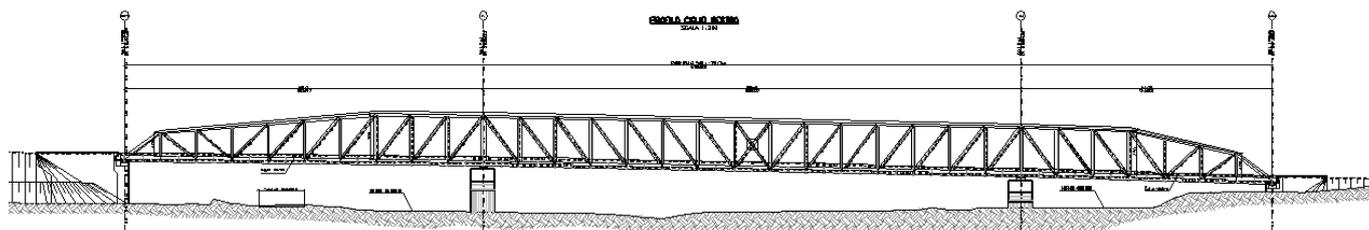


Figura 3 – Prospetto longitudinale del viadotto-asse Sud

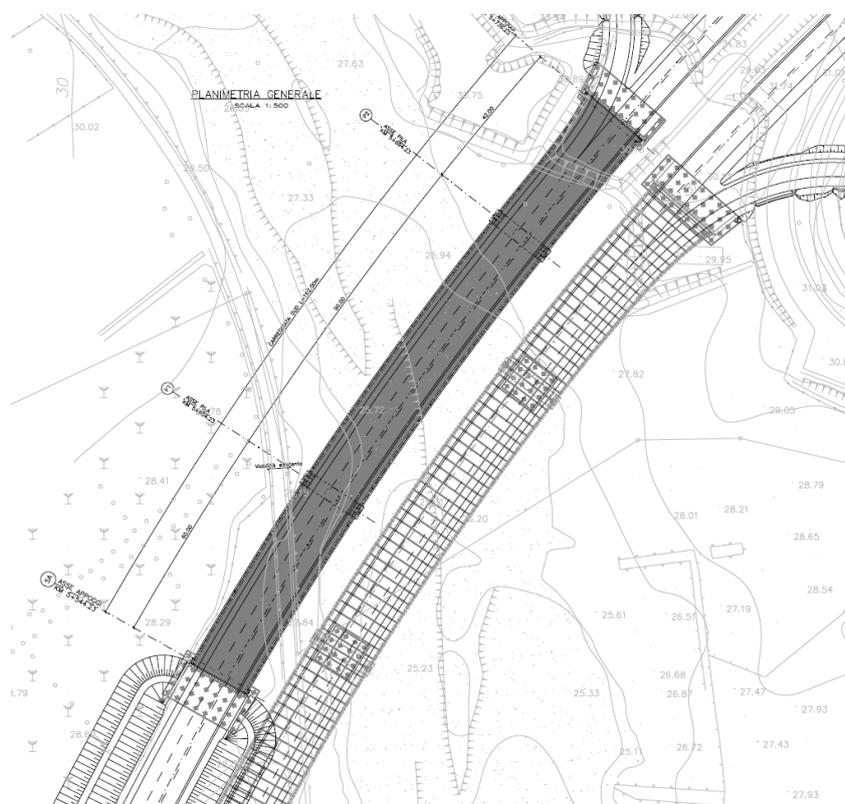


Figura 4 – Vista in pianta del viadotto-asse Sud

2.3 Impalcato

2.3.1 Asse Nord

La piattaforma stradale presenta una dimensione trasversale complessiva pari a 16.30m dalla spalla A per una lunghezza di circa 186m, dopo la quale si allarga linearmente fino ad arrivare ad una larghezza di 20.45m in corrispondenza della spalla B.

La larghezza di ciascuno dei due cordoli esterni è costante e pari a 1.40m. Dunque si ha una larghezza costante della sede stradale (superficie carrabile) pari a 13.5m nella zona in rettilineo e una larghezza variabile fino ad un massimo di 16.85m nella zona terminale del viadotto.

Sulla piattaforma è prevista l'installazione di barriere di sicurezza esterne alla carreggiata e di una rete metallica anti-proiezione.

Lo spessore della pavimentazione è pari a 12 cm.

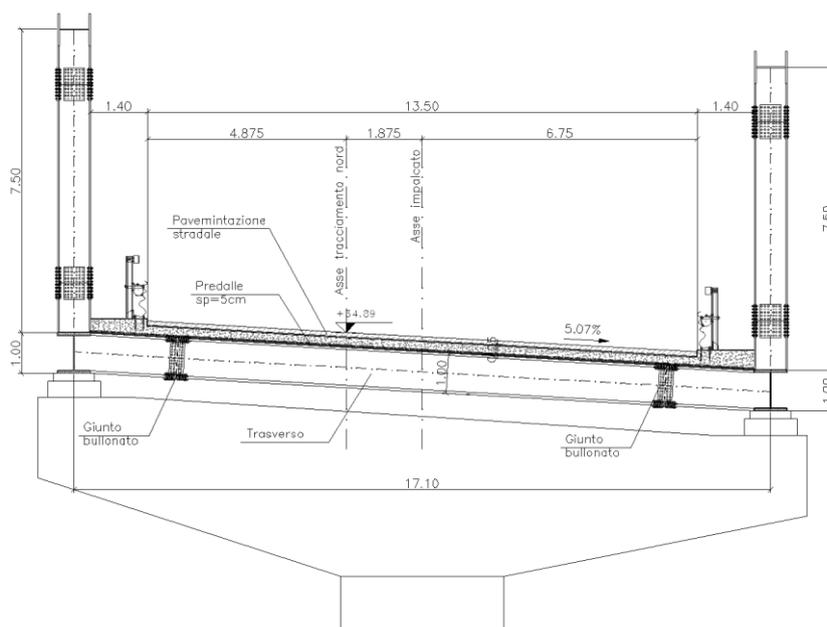


Figura 5 – Sezione trasversale dell'impalcato - asse Nord

L'impalcato reticolare è costituito da una parte metallica, correnti, montanti, diagonali e trasversi, e una parte in calcestruzzo, ovvero la soletta. La collaborazione tra trasverso e soletta è possibile per mezzo di connettori a taglio del tipo "a piolo".

I correnti superiori e inferiori presentano un'altezza costante, rispettivamente pari a 800mm e 1000mm, e una piattabanda superiore e inferiori di larghezza pari a 800mm. Queste sono segmentate in diversi conci, ognuno dei quali caratterizzato da un certo spessore dei vari pannelli.

I montanti sono costituiti da travi a I con altezza costante e pari a 800mm. La lunghezza del montante e le larghezze e gli spessori delle piattabande sono differenziati per le tre tipologie di montante adottate.

I diagonali sono costituiti da quattro profili ad "L" accoppiati di dimensione 200x200x20 o 250x250x35.

I traversi sono realizzati con dei profili commerciali HEB1000, ad eccezione dei traversi di spalla, per i quali è previsto un ispessimento delle piattabande.

La soletta presenta spessore costante pari a 25cm (5cm della predalla e 20cm di getto integrativo). Le predalle sono poste in opera ortogonalmente ai traversi, ovvero lungo lo sviluppo longitudinale del ponte; lo schema statico è riconducibile a quello di una trave su n appoggi.

Il collegamento tra le piattabande e i pannelli d'anima dei profili non commerciali avviene tramite saldature a cordone d'angolo.

I vari conci dei correnti, i montanti e i diagonali sono tra loro collegatori per mezzo di unioni bullonate.

Al fine di ridurre l'instabilità fuori piano dei traversi, è previsto l'inserimento di due travi di spina lungo lo sviluppo dell'impalcato.

Tali elementi, caratterizzato da una sezione HEA220, sono posti ad un terzo e a due terzi del traverso ovvero ad un interasse di 5.70 m.

L'impalcato poggia su isolatori elastomerici del tipo SI-H 1000/182. Tali dispositivi presentano un diametro in pianta pari a 100cm e un'altezza totale (incluse le piastre di ancoraggio) di 37 cm.

2.3.2 Asse Sud

La piattaforma stradale presenta una dimensione trasversale complessiva pari a 16.30m dalla spalla A per una lunghezza di circa 170m, dopo la quale si allarga linearmente fino ad arrivare ad una larghezza di 19.48m in corrispondenza della spalla B.

La larghezza di ciascuno dei due cordoli esterni è costante e pari a 1.40m. Dunque si ha una larghezza costante della sede stradale (superficie carrabile) pari a 13.5m nella zona in rettilineo e una larghezza variabile fino ad un massimo di 15.82m nella zona terminale del viadotto.

Sulla piattaforma è prevista l'installazione di barriere di sicurezza esterne alla carreggiata e di una rete metallica anti-proiezione.

Lo spessore della pavimentazione è pari a 12 cm.

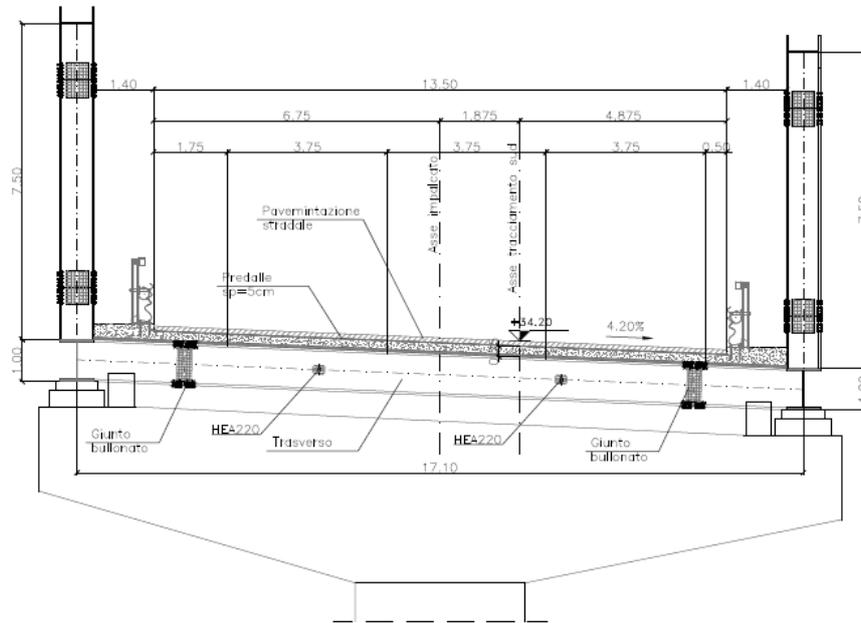


Figura 6 – Sezione trasversale dell'impalcato - asse Sud

L'impalcato è analogo dell'asse sud è analogo a quello dell'asse Nord, cui si rimanda per la descrizione.

2.4 Pile

Per entrambi gli assi Nord e Sud sono previste due pile con sezione circolare piena, con i rispettivi pulvini di sezione trapezoidale. I pulvini sono precompressi con 80 barre inclinate tipo Dywidag tesate a 800MPa ciascuna.

Per l'asse Nord, le pile in C.A. hanno un'altezza rispettivamente pari a 10.67 per la pila P1 e 9.62 m per la pila P2 (inclusi i pulvini), e sono fondate su 16 pali di diametro 1000 mm.

Per l'asse Sud, invece, le pile in C.A. hanno altezza rispettivamente pari a 11.06 per la pila P1 e 8.96 m per la pila P2 (inclusi i pulvini), e sono fondate su 16 pali di diametro 1000 mm.

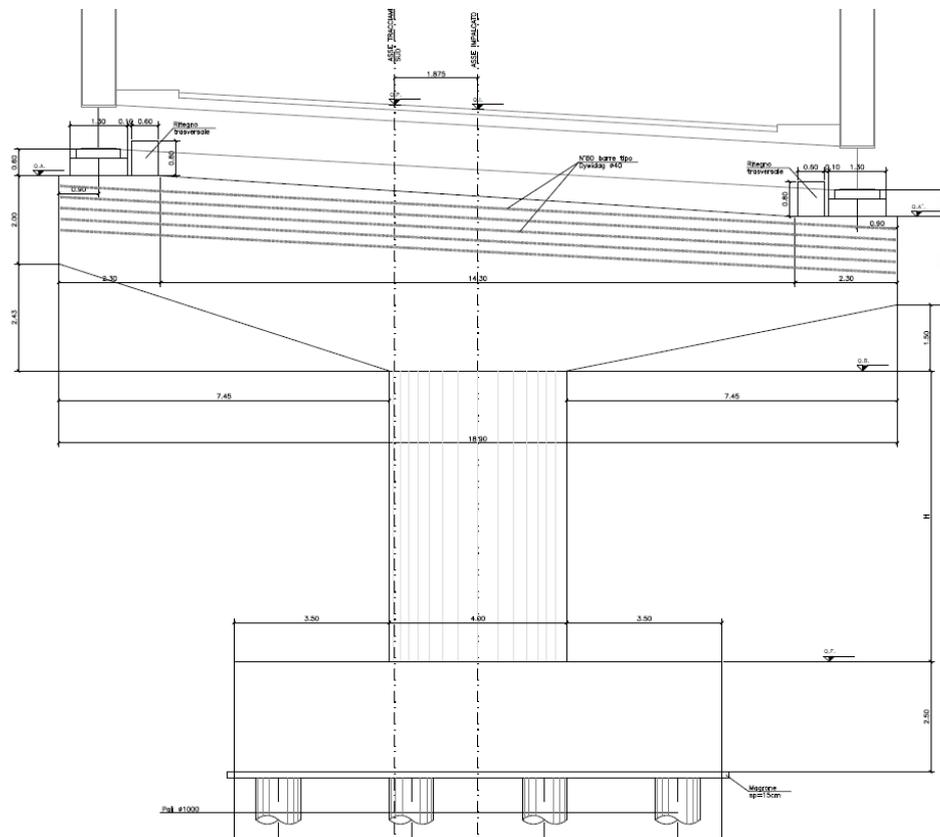


Figura 7 - Vista pila e pulvino – Asse Nord

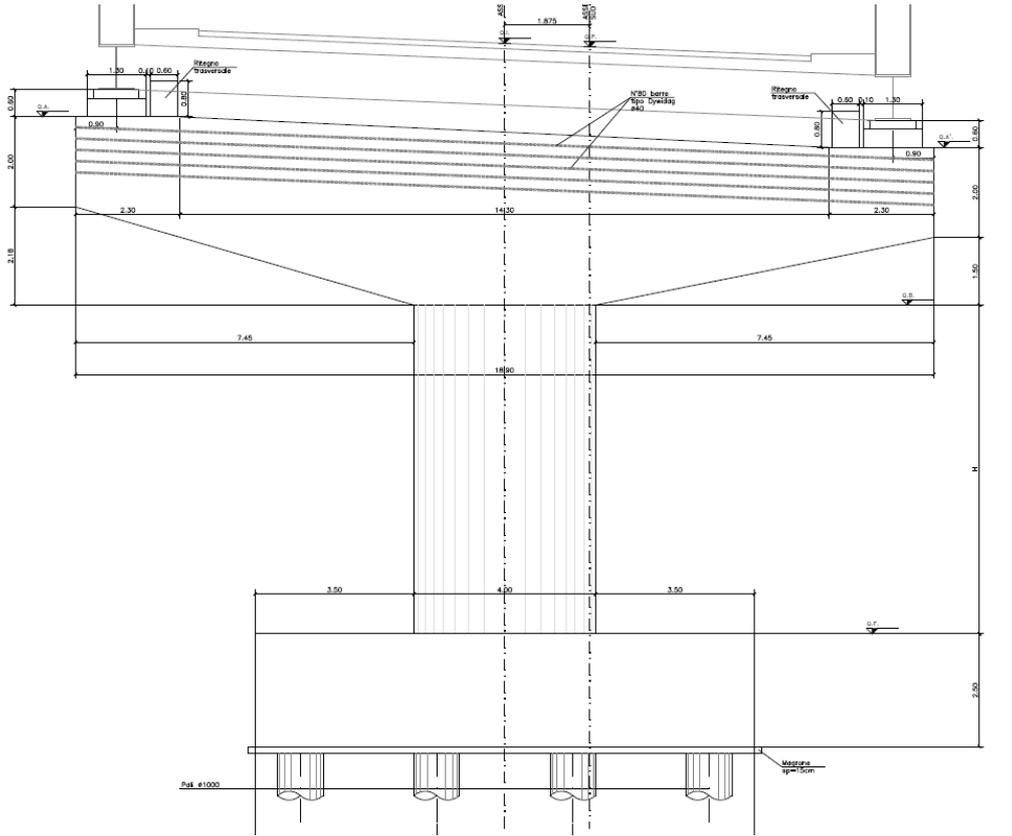


Figura 8 - Vista pila e pulvino – Asse Sud

2.5 Appoggi e giunti

In entrambi gli assi, l'impalcato è vincolato alle sottostrutture tramite isolatori elastomerici con le seguenti caratteristiche:

smorzamento equivalente

$$\xi = 12\%$$

rigidezza equivalente totale del sistema di isolamento

$$K_{eq} = 48320 \text{ kN/m}$$

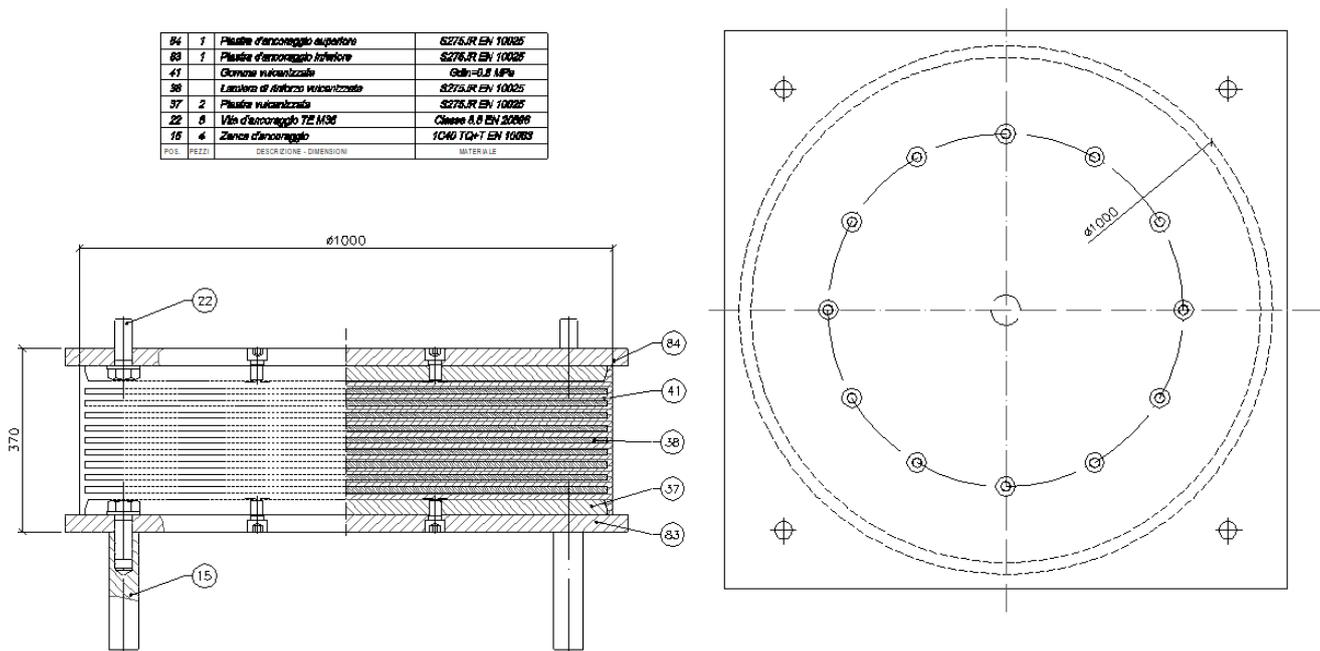


Figura 9 - Dettaglio apparecchi di appoggio spalle

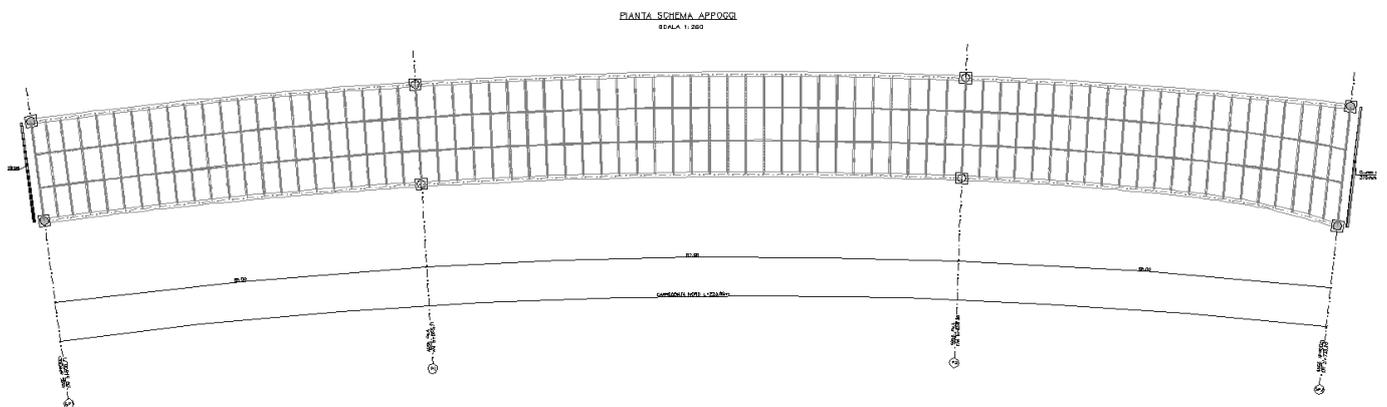


Figura 10 - Schema disposizione apparecchi di appoggio

In corrispondenza delle spalle sono previsti dei giunti longitudinali e trasversali le cui dimensioni e caratteristiche sono indicate negli elaborati grafici di competenza.

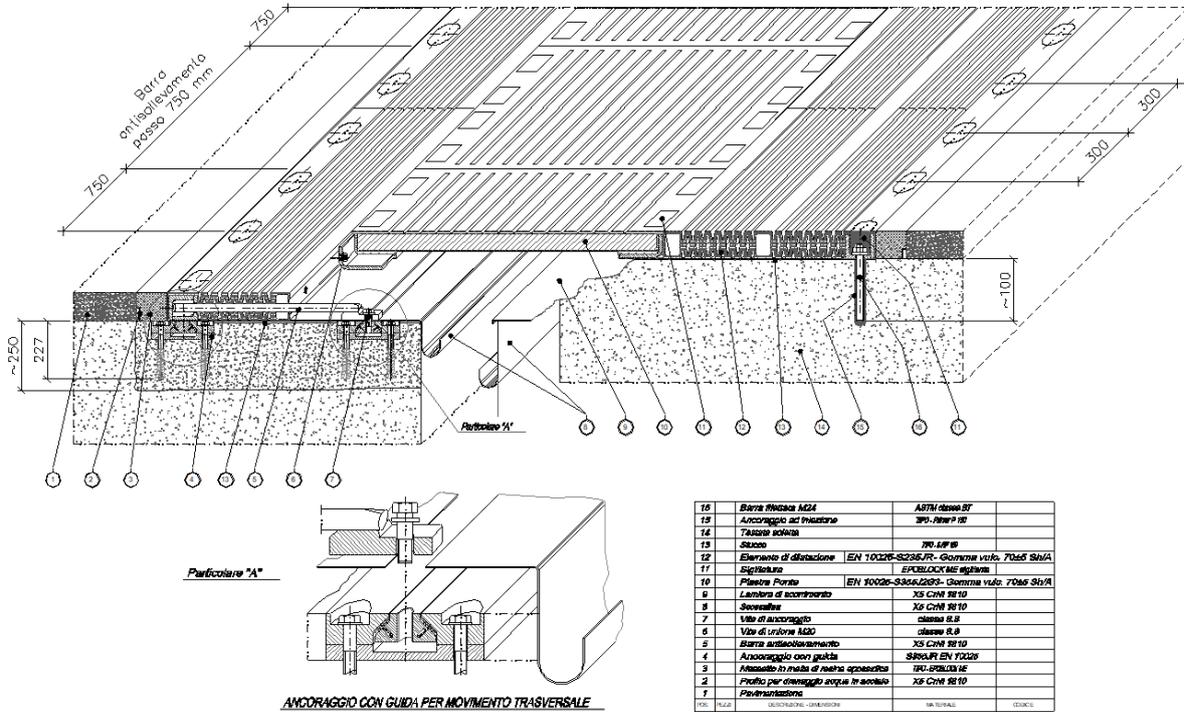


Figura 11 - Dettaglio giunto longitudinale e trasversale

2.6 Fasi costruttive impalcato e soletta

Entrambi gli impalcati degli assi Nord e Sud saranno realizzati per sollevamento dal basso tramite gru su gomma. La sequenza di varo è illustrata in Figura 12 (a titolo esemplificativo si riporta la sequenza dell'asse Nord). È previsto il sollevamento in tre macro-conci di dimensione compresa tra i 68m e 74m circa.

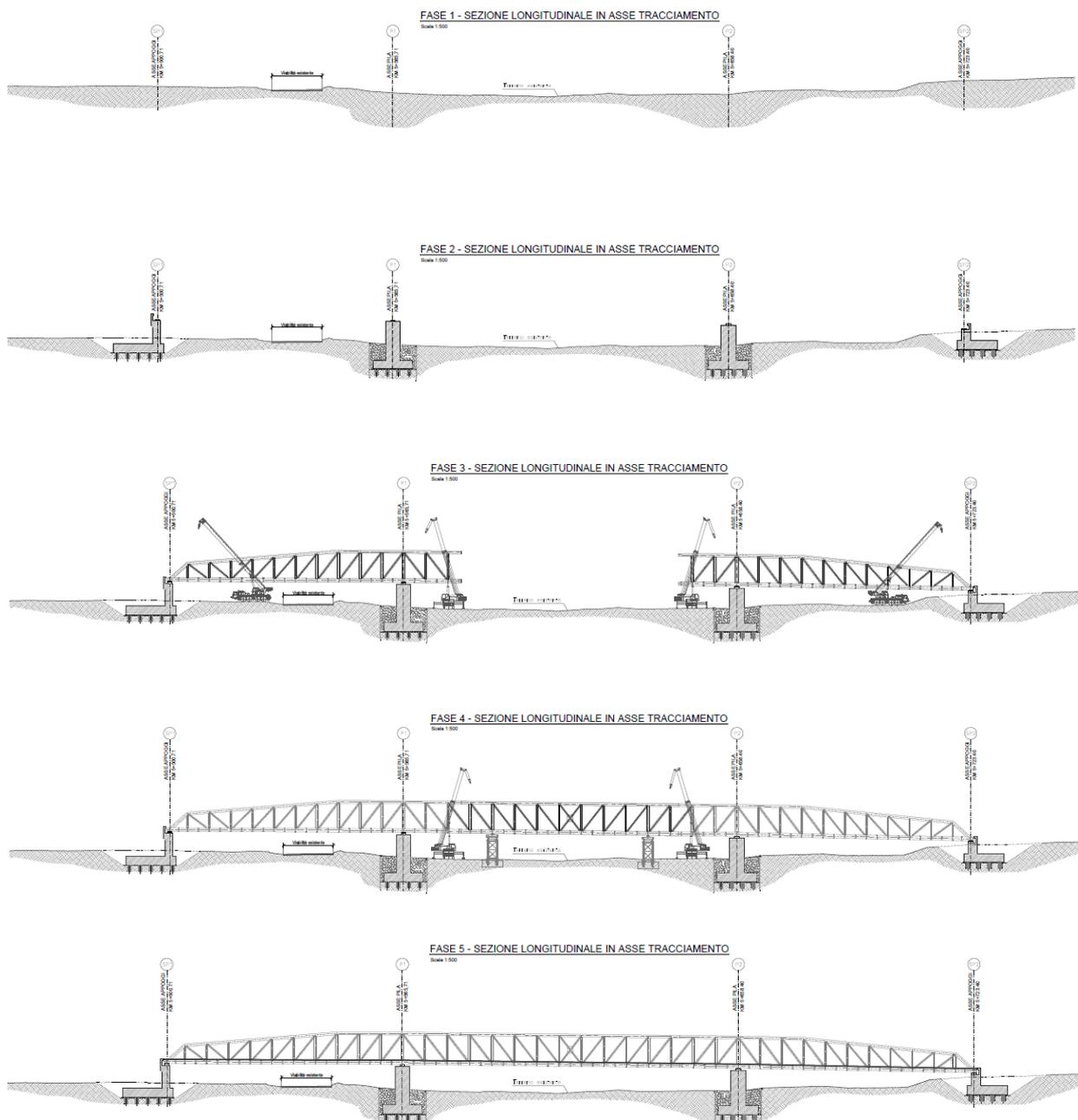


Figura 12 - Fasi di varo della struttura metallica.

Le predalle sono poste in opera con schema isostatico, ovvero con lunghezza pari alla distanza tra i due traversi. L'ingombro tipico in larghezza delle lastre è pari a 1.20 m. L'armatura della predalle è costituita da 3 tralicci 14/10/8 h=16.5 cm con passo 40 cm correnti per tutta la larghezza della sezione.

Il getto della soletta, che avviene a seguito della posa in opera delle predalle, prevede un'unica fase di getto.

2.7 Riepilogo delle incidenze

2.7.1 Asse Nord

	<i>P1</i>	<i>P2</i>	<i>SA</i>	<i>SB</i>
Incidenza elevazione (kg/mc)	90	90	120	100
Incidenza pulvino (kg/mc)	70	70		
Incidenza plinti (kg/mc)	140	140	100	100
Incidenza pali (kg/mc)	160	160	240	240

Incidenza soletta (kg/mc)	270
Incidenza acciaio carpenteria (kg/mq)	430

2.7.2 Asse Sud

	<i>P1</i>	<i>P2</i>	<i>SA</i>	<i>SB</i>
Incidenza elevazione (kg/mc)	90	90	120	100
Incidenza pulvino (kg/mc)	70	70		
Incidenza plinti (kg/mc)	140	140	100	100
Incidenza pali (kg/mc)	160	160	240	240

Incidenza soletta (kg/mc)	270
Incidenza acciaio carpenteria (kg/mq)	450

3 NORMATIVE E RIFERIMENTI

3.1 Normative e standard

Il dimensionamento delle opere in progetto è condotto in riferimento alle attuali normative e di seguito elencate.

[1]	D.M. 17/01/2018, n.8	Norme Tecniche per le costruzioni
[2]	Circ. Min. 21 gennaio 2019, n. 7	Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle "Norme tecniche per la costruzioni"» di cui al D.M. 17 gennaio 2018
[3]	UNI EN 1990	Basis of structural design
[4]	UNI EN 1991-1-1	Actions on structures - General actions - Densities, self-weight and imposed loads
[5]	UNI EN 1991-1-4	Actions on structures - General actions - Wind actions
[6]	UNI EN 1991-1-5	Actions on structures - General actions - Thermal actions
[7]	UNI EN 1992-1-1	Design of concrete structures -General - Common rules for building and civil engineering structures
[8]	UNI EN 1992-1-2	Design of concrete structures – Part 1-2: General rules – Structural fire design
[9]	UNI EN 1992-2	Design of concrete structures -Bridges
[10]	UNI EN 1993-1-1	Design of steel structures- General rules and rules for buildings
[11]	UNI EN 1993-1-5	Design of steel structures- Plated structural elements
[12]	UNI EN 1993-1-8	Design of steel structures- Design of Joints
[13]	UNI EN 1993-1-9	Design of steel structures- Fatigue
[14]	UNI EN 1993-2	Design of steel structures- Steel bridges
[15]	UNI EN 1994-1-1	Design of composite steel and concrete structures – General rules and rules for buildings
[16]	UNI EN 1994-2	Design of composite steel and concrete structures – General rules and rules for bridges
[17]	UNI EN 1997-1	Geotechnical design - General rules
[18]	UNI EN 1998-1	Design provisions for earthquake resistance of structures - General rules, seismic actions and rules for buildings
[19]	UNI EN 1998-2	Design of structures for earthquake resistance - Bridges
[20]	UNI EN 1998-5	Design of structures for earthquake resistance – Foundations, retaining structures and geotechnical aspects

4 MATERIALI

4.1 Calcestruzzo

4.1.1 Magrone sottofondazione

Classe del calcestruzzo		C12/15
Resistenza caratteristica cubica a compressione	R_{ck}	15 N/mm ²
Classe di esposizione		X0 -

4.1.2 Pali

Classe del calcestruzzo		C25/30
Resistenza caratteristica cubica a compressione	R_{ck}	30 N/mm ²
Classe di esposizione		XA2 -
Rapporto massimo acqua/cemento		0.50 -
Classe di consistenza (Slump)		S5 -
Dimensione massima dell'aggregato		32 mm
Copriferro nominale		75 mm
Modulo elastico	$E_{cm} =$	31475 N/mm ²

4.1.3 Plinti di fondazione

Classe del calcestruzzo		C25/30
Resistenza caratteristica cubica a compressione	R_{ck}	30 N/mm ²
Classe di esposizione		XA2 -
Rapporto massimo acqua/cemento		0.50 -
Classe di consistenza (Slump)		S4 -
Dimensione massima dell'aggregato		32 mm
Copriferro nominale		60 mm
Modulo elastico	$E_{cm} =$	31475 N/mm ²

4.1.4 Elevazione spalle

Classe del calcestruzzo		C32/40
Resistenza caratteristica cubica a compressione	R_{ck}	40 N/mm ²
Classe di esposizione		XC4+XD1 -
Rapporto massimo acqua/cemento		0.60 -
Classe di consistenza (Slump)		S4 -
Dimensione massima dell'aggregato		25 mm
Copriferro nominale		45 mm
Modulo elastico	$E_{cm} =$	33346 N/mm ²

4.1.5 Elevazione pile

Classe del calcestruzzo		C32/40	
Resistenza caratteristica cubica a compressione	R_{ck}	40	N/mm ²
Classe di esposizione		XC4	-
Rapporto massimo acqua/cemento		0.50	-
Classe di consistenza (Slump)		S4	-
Dimensione massima dell'aggregato		25	mm
Copriferro nominale		45	mm
Modulo elastico	E_{cm}	33346	N/mm ²

4.1.6 Elevazione pulvino

Classe del calcestruzzo		C40/50	
Resistenza caratteristica cubica a compressione	R_{ck}	50	N/mm ²
Classe di esposizione		XC4	-
Rapporto massimo acqua/cemento		0.50	-
Classe di consistenza (Slump)		S4	-
Dimensione massima dell'aggregato		25	mm
Copriferro nominale		45	mm
Modulo elastico	E_{cm}	35220	N/mm ²

4.1.7 Soletta

Classe del calcestruzzo		C32/40	
Resistenza caratteristica cubica a compressione	R_{ck}	40	N/mm ²
Classe di esposizione		XC4+XD1	-
Rapporto massimo acqua/cemento		0.55	-
Classe di consistenza (Slump)		S4	-
Dimensione massima dell'aggregato		25	mm
Copriferro nominale		45	mm
Modulo elastico	E_{cm}	33346	N/mm ²

4.1.8 Lastre prefabbricate

Classe del calcestruzzo		C40/50	
Resistenza caratteristica cubica a compressione	R_{ck}	50	N/mm ²
Classe di esposizione		XC3+XD1	-
Rapporto massimo acqua/cemento		0.55	-
Dimensione massima dell'aggregato		16	mm
Copriferro nominale		30	mm
Modulo elastico	E_{cm}	35220	N/mm ²

4.2 Acciaio

4.2.1 Acciaio per armatura lenta

Classe di acciaio		B450	
Tensione caratteristica di rottura	f_{tk}	540	N/mm ²
Tensione caratteristica di snervamento	f_{yk}	450	N/mm ²
Resistenza di progetto	f_{yd}	391.3	N/mm ²
Sovra-resistenza	f_{tk} / f_{yk}	≥1.15	-
Modulo di elasticità	E_s	210000	N/mm ²

4.2.2 Acciaio da carpenteria

Acciaio tipo S355

Tensione di rottura	f_{tk}	510	N/mm ²
Tensione di snervamento	f_{yk}	355	N/mm ²
Profili laminati	S355J0W	$t \leq 20\text{mm}$	EN 10025-5
Profili laminati	S355J2G1W	$20 < t \leq 40\text{mm}$	EN 10025-5
Profili laminati	S355K2G1W	$40 < t \leq 80\text{mm}$	EN 10025-5
Profili composti saldati	S355J0W	$t \leq 20\text{mm}$	EN 10025-5
Profili composti saldati	S355J2G1W	$20 < t \leq 40\text{mm}$	EN 10025-5
Profili composti saldati	S355K2G1W	$40 < t \leq 80\text{mm}$	EN 10025-5
Imbottiture	S355J0W	$t \leq 3\text{mm}$	EN 10025-5

4.2.3 Pioli di collegamento

Pioli elettrosaldati tipo Nelson S235J2G3+C450 (ex ST 37-3K) EN ISO13918

4.2.4 Unioni bullonate (a taglio)

Viti ad alta resistenza	Classe 10.9	UNI EN ISO 898/1
Dadi ad alta resistenza	Classe 10	UNI EN 898/2
Rosette	Acciaio C50	UNI EN 10083/2
Piastrine	Acciaio C50	UNI EN 10083/2

4.2.5 Unioni saldate

Saldature a completa penetrazione (UNI EN 1011)

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

5 ANALISI DEI CARICHI

Si riporta di seguito l'analisi dei carichi agenti sull'impalcato dell'asse Nord. L'asse Sud risulta analogo, ad eccezione di dove è esplicitamente riportato.

Nei paragrafi seguenti si fa riferimento alla zona d'impalcato in rettilineo, la quale risulta essere prevalente rispetto a quelle in curva. La larghezza della piattaforma in tale tratto è costante e pari a 13.50m.

5.1 Carichi permanenti strutturali (g1)

Il carico dovuto al peso proprio dei vari elementi strutturali che compongono l'opera è stato valutato direttamente dal modello di calcolo, assegnando un peso per unità di volume pari a 25kN/m³ per gli elementi in calcestruzzo e 78.5kN/m³ per gli elementi in acciaio. Il peso dell'acciaio è stato quindi incrementato del 10% (86.35kN/m³) per tener conto del peso aggiuntivo di giunti, coprigiunti, pioli ed altre parti di carpenteria non direttamente modellate.

Si hanno i seguenti carichi permanenti strutturali espressi in termini di carichi al metro di impalcato:

- Acciaio per carpenterie metalliche = 69.90 kN/m
- Calcestruzzo armato della soletta (0.25m x 16.5m x 25 kN/m³) = 101.875 kN/m

Nel modello dell'asse Sud, si tiene conto di uno spessore aggiuntivo della soletta nella campata da 40m.

5.2 Carichi permanenti non strutturali (g2)

Si riporta di seguito l'analisi dei carichi permanenti non strutturali.

- Cordoli e marciapiede (2 x 1.4m x 0.17m x 25kN/m³) = 11.9 kN/m
- Pavimentazione (0.12m x 13.50 m x 24 kN/m³) = 38.9 kN/m
- Sicurvia (2 x 1.5 kN/m) = 3.0 kN/m
- Rete antiproiezione (2 x 2.00 m x 0.25 kN/m²) = 1.0 kN/m

Totale permanenti non strutturali G2 = 54.8 kN/m

5.3 Ritiro (ϵ_2) e Viscosità (ϵ_3)

Ai fini della valutazione dell'entità delle azioni di ritiro e viscosità che si esplicano nel calcestruzzo della soletta, si è fatto riferimento a quanto indicato nelle UNI EN 1992-1-1.

Parametri per la definizione del ritiro e della viscosità:

f_{cm} =	40 MPa	resistenza caratteristica media a 28 giorni
UR=	70 %	umidità relativa
h_0 =	0.26 m	dimensione fittizia dell'elemento ($2 \cdot A_c/u$)
α =	0	cemento di Classe N

In accordo con quanto indicato al § 5.4.2.2 delle UNI-EN 1994-1-1, l'effetto della viscosità del calcestruzzo della soletta è stato considerato attraverso l'introduzione di un modulo elastico ridotto per il materiale (Figura 13).

(2) Ad eccezione delle membrature con entrambe le ali composte, gli effetti della viscosità possono essere considerati adottando un coefficiente di omogeneizzazione n_L per il calcestruzzo. I coefficienti di omogeneizzazione dipendenti dal tipo di carico (indicati con il pedice L) sono forniti dalla formula seguente:

$$n_L = n_0(1 + \psi_L \varphi_t) \quad (5.6)$$

dove:

- n_0 è il coefficiente di omogeneizzazione dato dal rapporto E_g/E_{cm} per carico di breve durata;
- E_{cm} è il modulo elastico secante del calcestruzzo per carico di breve durata secondo il prospetto 3.1 o prospetto 11.3.1 della EN 1992-1-1;
- φ_t è il coefficiente di viscosità $\varphi(t, t_0)$, punto 3.1.4 oppure punto 11.3.3, della EN 1992-1-1 in funzione dell'età (t) del calcestruzzo al momento considerato e all'età (t_0) all'atto di applicazione del carico;
- ψ_L è il moltiplicatore degli effetti della viscosità dipendente dal tipo di carico, che si raccomanda sia assunto pari a 1,1 per i carichi permanenti, pari a 0,55 per gli effetti primari e secondari dovuti al ritiro e pari a 1,5 per le deformazioni imposte dalla precompressione.

Figura 13– Metodo del modulo ridotto (UNI-EN 1994-1-1)

In particolare:

- per la valutazione delle sollecitazioni causate dal ritiro (applicato ad un'età del calcestruzzo pari a 1 gg):

$$\Phi(1\text{gg}, 10\ 000\text{gg}) = 3.292 \quad (\text{Figura 14})$$

$$\Psi_L = 0.55$$

$$E_{c,RID} = 11865 \text{ MPa}$$

- per la valutazione delle sollecitazioni causate da carichi permanenti portati (applicati ad un'età del calcestruzzo pari a 30 gg):

$$\Phi(30\text{gg}, 10\ 000\text{gg}) = 1.745 \text{ (Figura 15)}$$

$$\Psi_L = 1.10$$

$$E_{c,RID} = 11421 \text{ MPa}$$

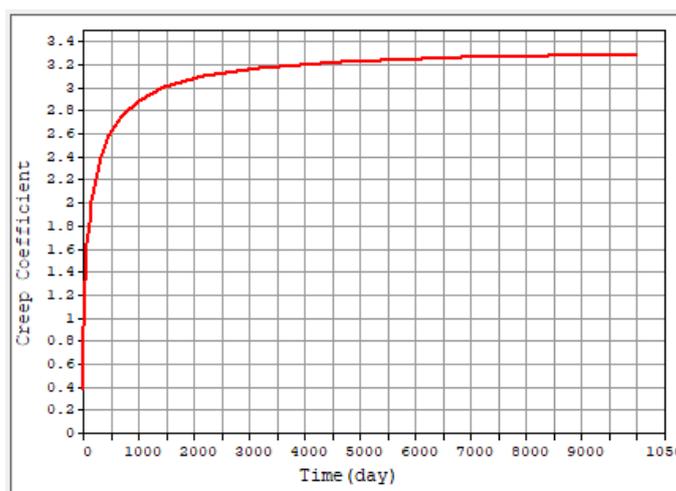


Figura 14 – Coefficiente di viscosità Φ per applicazione del carico a un'età del calcestruzzo $t_0=1$ gg

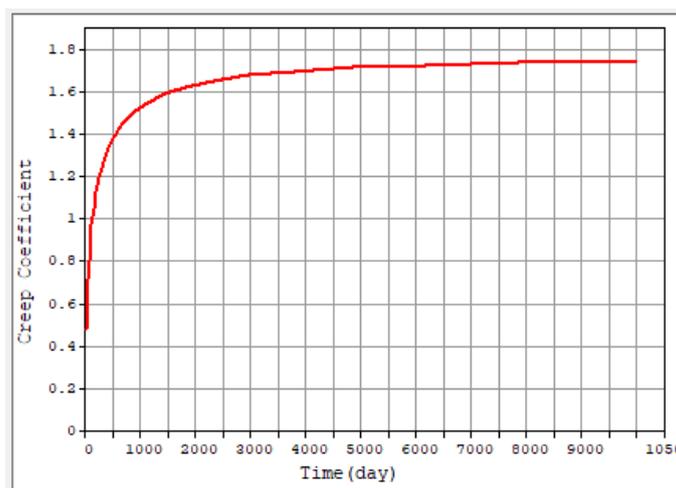


Figura 15 – Coefficiente di viscosità Φ per applicazione del carico a un'età del calcestruzzo $t_0=30$ gg

L'effetto del ritiro è stato considerato applicando una deformazione trasversale nella soletta pari a:

$$\varepsilon_s = 0.000328$$

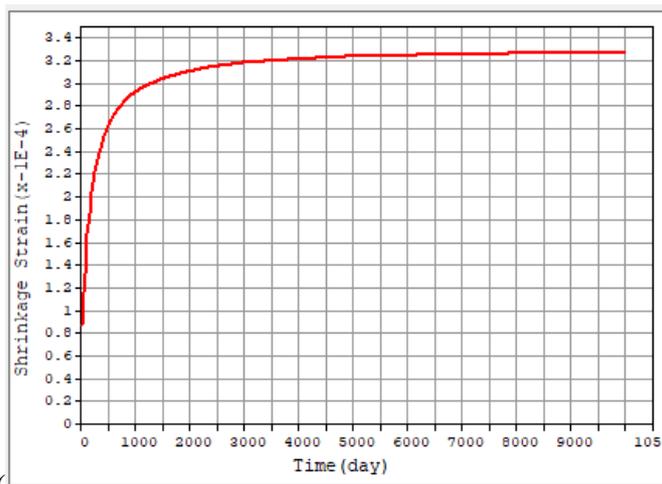


Figura 16)

Per tener conto della bassa rigidezza del calcestruzzo durante i primi giorni di maturazione, la deformazione da ritiro assunta nei calcoli è stata depurata della parte che si esplica nei primi tre giorni.

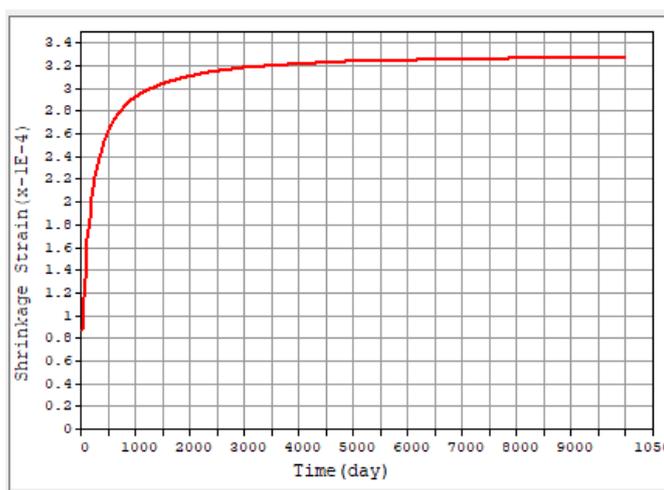


Figura 16 – Curva di ritiro

5.4 Cedimenti vincolari

Sono stati assunti dei cedimenti in fondazione di entità pari a $L/3000$, dove "L" è luce media tra le campate a cavallo della pila o, per la spalla, è la luce della campata di riva.

In particolare, sono state considerate le due seguenti condizioni:

- ε_{4_1} : cedimenti in corrispondenza della base della pila P1 pari a 2.62 cm e in corrispondenza della spalla SPB pari a 2.17 cm.

- ε_{4_2} : cedimenti in corrispondenza della base delle pile P2 pari a 2.62 cm e in corrispondenza della spalla SPA pari a 2.17 cm.

5.5 Azioni verticali da traffico (q1)

L'analisi dei carichi mobili è stata effettuata in accordo alle indicazioni delle NTC18.

La piattaforma stradale è composta da una carreggiata di larghezza variabile tra 13.5 m (sulla parte in rettilineo) e 16.85 circa (sulle parti in curva, in prossimità della spalla), la quale è fiancheggiata ai lati da due cordoli di larghezza pari a 1.4 m ciascuno.

La larghezza delle corsie convenzionali è pari a 3.00 m, per un totale di 3 corsie e una parte rimanente laddove presente allargamento in curva.

Le azioni variabili da traffico, comprensive degli effetti dinamici, sono definite dagli schemi di carico 1 e 2 descritti al §5.1.3.3.3 delle NTC18. Tali schemi sono descritti nel seguito:

Schema di carico 1:

- corsia n.1 costituita da un automezzo convenzionale 2Q1k di 600 kN, dotato di 2 assi da 2 ruote ciascuno, distanti 1.20 m in senso longitudinale e con interasse delle ruote in senso trasversale di 2.00 m, e un carico ripartito q1k di 9 kN/m²;
- corsia n.2, analoga alla precedente, ma con carichi pari rispettivamente a 400 kN (automezzo convenzionale 2Q2k) e 2.5 kN/m² (carico ripartito q2k);
- corsia n.3, analoga alla precedente, ma con carichi pari rispettivamente a 200 kN (automezzo convenzionale 2Q3k) e 2.5 kN/m² (carico ripartito q3k);
- area rimanente, costituita da un carico ripartito q_{rk} pari a 2.5 kN/m².

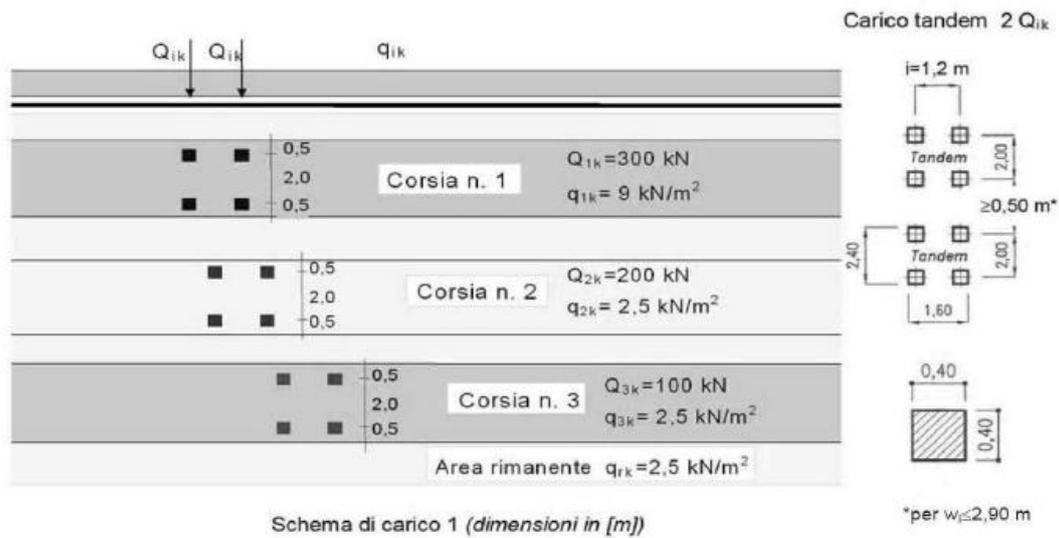


Figura 17 – Schema di carico 1 (fig. 5.1.2 NTC2018)

Schema di carico 2:

- costituito da singolo asse applicato su impronte $0,60 \text{ m} \times 0,35 \text{ m}$. Tale schema, in accordo con quanto indicato sulle NTC18, è stato considerato ai soli fini delle verifiche locali.

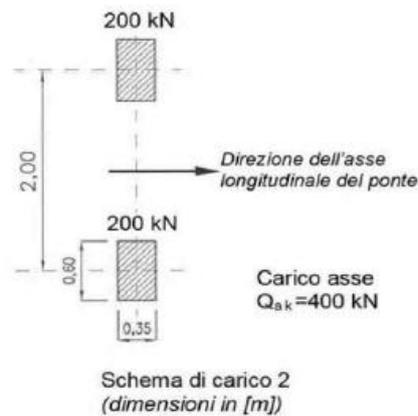


Figura 18 – Schema di carico 2 (fig. 5.1.2 NTC2018)

Le verifiche a danneggiamento sono invece state condotte considerando il modello di carico di fatica numero 3 (Figura 19).

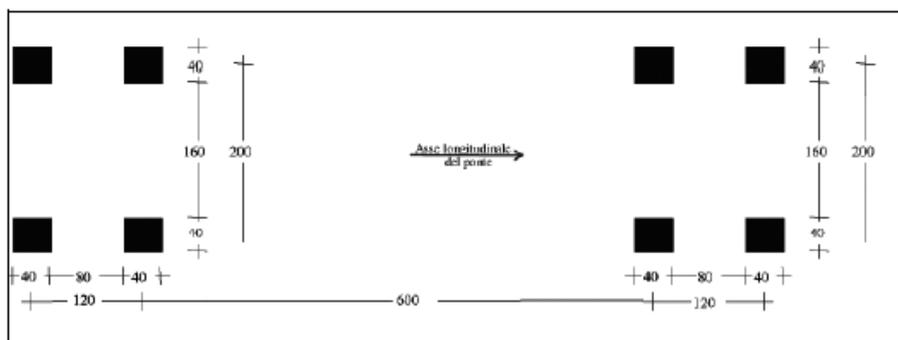


Figura 19– Modello di carico di fatica n°3

Sono stati considerati i carichi mobili disposti nelle configurazioni che massimizzano le sollecitazioni sulle diverse parti della struttura.

5.6 Incremento dinamico addizionale in presenza di discontinuità strutturali (q2)

Per le parti di impalcato poste entro i 6 m di distanza dai giunti di dilatazione (presenti in prossimità delle spalle), si è assunto un coefficiente di amplificazione dei carichi da traffico pari a $\Delta\phi = 1.3$, in accordo con UNI EN 1991-2.

5.7 Azione longitudinale di frenamento o di accelerazione (q3)

In accordo col §5.1.3.5 delle NTC18, la forza di frenamento o di accelerazione è stata assunta pari a:

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

Dove:

$w_1 = 3.0 \text{ m}$ larghezza convenzionale della corsia

$Q_{k1} = 300 \text{ kN}$ peso del singolo asse tandem corrispondente alla corsia 1

$q_{k1} = 9 \text{ kN/m}$ carico uniformemente distribuito corrispondente alla corsia 1

ed "L" è la lunghezza della zona caricata.

L'azione di frenamento/accelerazione è stata applicata in modo tale da massimizzare le sollecitazioni sulle sottostrutture: in particolare si è assunta uniformemente distribuita su tutto l'impalcato con intensità pari a $q_3 = 900 \text{ kN} / 226 \text{ m} = 3.98 \text{ kN/m}$.

5.8 Azione centrifuga (q₄)

L'azione centrifuga è stata applicata in modo da massimizzare le sollecitazioni sulle sottostrutture.

Essendo il raggio di curvatura pari circa a 900m, la forza centrifuga, applicata trasversalmente all'asse dell'impalcato, è pari a:

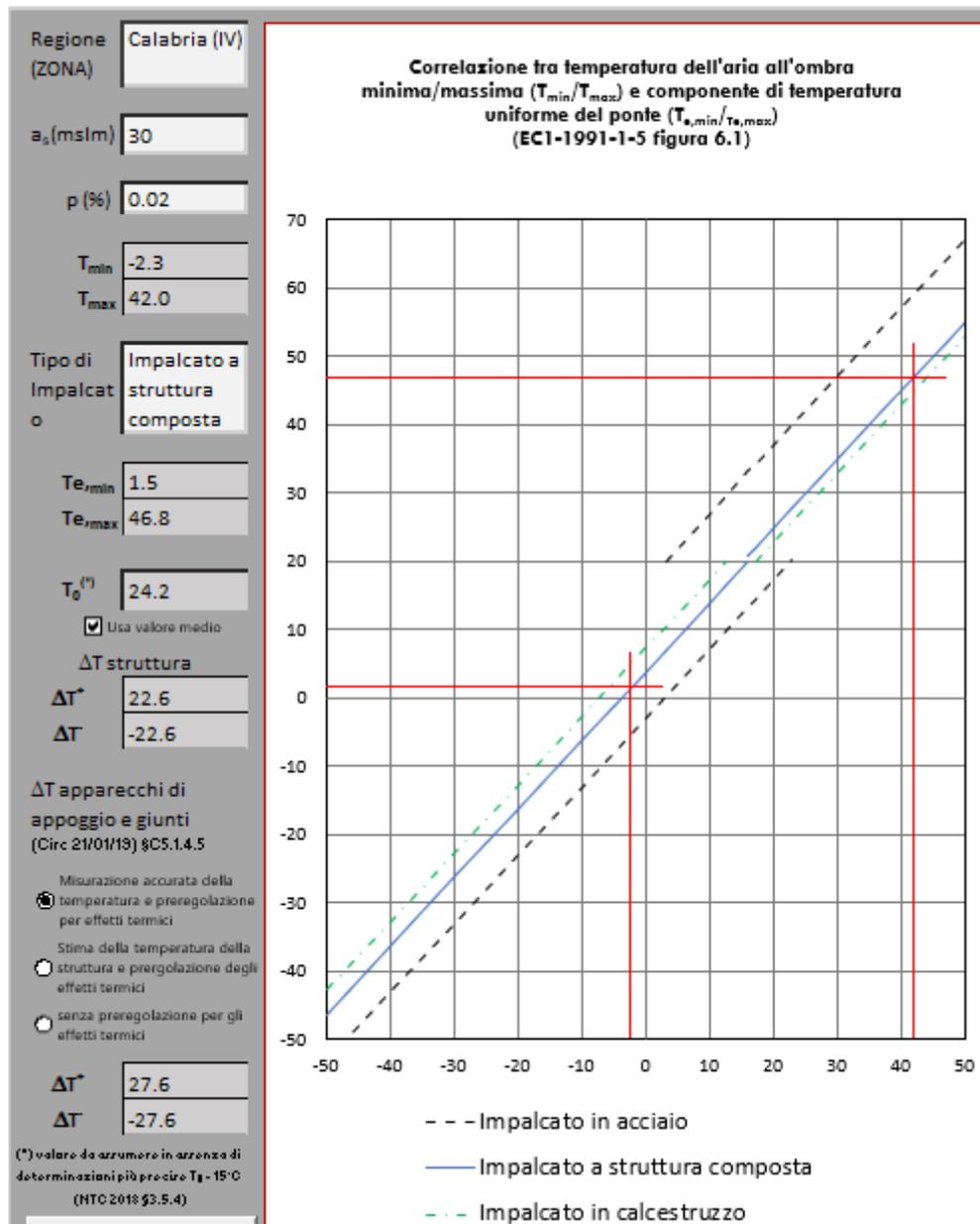
$$q_4 = 40 \cdot Q_v/R = 40 \cdot (2 \cdot 300 + 2 \cdot 200 + 2 \cdot 100)/900 \text{ kN} = 53.3 \text{ kN}.$$

5.9 Azioni della temperatura (q₅)

Gli effetti della temperatura sono stati valutati in accordo con l'UNI EN 1991-1-5 e con la Circ. Min. 21 gennaio 2019 per la definizione degli spostamenti di appoggi e giunti.

Considerando un periodo di ritorno di 50 anni, la temperatura massima e minima all'ombra per la zona in esame (Calabria) risultano essere pari rispettivamente a $T_{e,max}=42^\circ\text{C}$ e $T_{e,min}=-2^\circ\text{C}$. Tali valori sono corretti poi in funzione dell'altitudine dell'opera, $a_s=30$ mslm circa.

Considerando quindi l'impalcato a struttura composta, la massima e minima temperatura all'ombra risultano pari a $T_{max}=46.8^\circ\text{C}$ e $T_{min}=1.5^\circ\text{C}$, con un delta termico massimo $\Delta T_{max}=45.3^\circ\text{C}$.



Sono assunti quindi i seguenti carichi termici.

- Variazione termica uniforme sull'impalcato: si considera una variazione termica costante e pari a $\pm 22.6^\circ C$
- Variazione termica differenziale sull'altezza della trave: si considera alternativamente (a seconda dell'effetto più gravoso) un gradiente termico di $\pm 10^\circ C$. Nel caso in esame la variazione sull'altezza è stata assunta come una variazione di temperature uniformi tra corrente superiore e corrente inferiore.

Per il dimensionamento degli appoggi e dei giunti è necessario, in accordo con il paragrafo C5.1.4.5 della Circ. Min. 21 gennaio 2019, considerare un delta termico addizionale pari a 5° , giungendo quindi una

variazione termica uniforme pari a $\pm 27.6^{\circ}\text{C}$. Si prescrive infatti l'installazione con misurazione accurata della temperatura e prerogolazione per effetti termici.

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

Figura 20– tabella § 5.1.4.5 Circ. Min. 21 gennaio 2019

5.10 Azione del vento (q7)

L'azione del vento è stata definita in accordo col §3.3 delle NTC18.

Tale azione è stata considerata come una pressione statica equivalente distribuita sulla struttura e sulla superficie rettangolare di altezza pari a 3 m dal piano stradale rappresentativa dei carichi mobili transitanti sul ponte.

Per il vento in esercizio si è assunto un periodo di ritorno pari a 50 anni.

Nelle immagini e nelle tabelle seguenti si riportano le indicazioni estratte dalle NTC2018, utilizzate ai fini del calcolo dell'azione da vento.

Zona	Descrizione	$v_{b,0}$ [m/s]	a_0 [m]	k_s
1	Valle d'Aosta, Piemonte, Lombardia, Trentino Alto Adige, Veneto, Friuli Venezia Giulia (con l'eccezione della provincia di Trieste)	25	1000	0,40
2	Emilia Romagna	25	750	0,45
3	Toscana, Marche, Umbria, Lazio, Abruzzo, Molise, Puglia, Campania, Basilicata, Calabria (esclusa la provincia di Reggio Calabria)	27	500	0,37
4	Sicilia e provincia di Reggio Calabria	28	500	0,36
5	Sardegna (zona a oriente della retta congiungente Capo Teulada con l'Isola di Maddalena)	28	750	0,40
6	Sardegna (zona a occidente della retta congiungente Capo Teulada con l'Isola di Maddalena)	28	500	0,36
7	Liguria	28	1000	0,54
8	Provincia di Trieste	30	1500	0,50
9	Isole (con l'eccezione di Sicilia e Sardegna) e mare aperto	31	500	0,32

Tabella 1 – Valori dei parametri $v_{b,0}$, a_0 , k_s

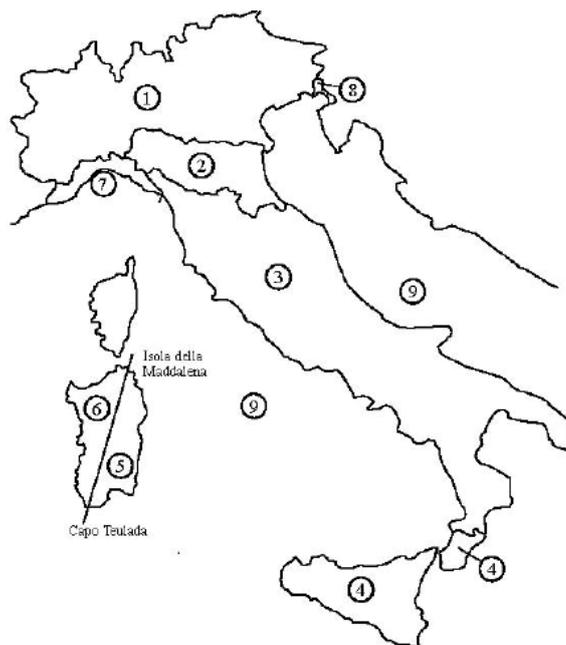


Figura 21 – Mappa delle zone in cui è diviso il territorio italiano

Categoria di esposizione del sito	K_r	z_0 [m]	z_{min} [m]
I	0,17	0,01	2
II	0,19	0,05	4
III	0,20	0,10	5
IV	0,22	0,30	8
V	0,23	0,70	12

Tabella 2 – Parametri per la definizione del coefficiente di esposizione

Classe di rugosità del terreno	Descrizione
A	Aree urbane in cui almeno il 15% della superficie sia coperto da edifici la cui altezza media superi i 15 m
B	Aree urbane (non di classe A), suburbane, industriali e boschive
C	Aree con ostacoli diffusi (alberi, case, muri, recinzioni,...); aree con rugosità non riconducibile alle classi A, B, D
D	a) Mare e relativa fascia costiera (entro 2 km dalla costa); b) Lago (con larghezza massima pari ad almeno 1 km) e relativa fascia costiera (entro 1 km dalla costa) c) Aree prive di ostacoli o con al più rari ostacoli isolati (aperta campagna, aeroporti, aree agricole, pascoli, zone paludose o sabbiose, superfici innevate o ghiacciate,)

L'assegnazione della classe di rugosità non dipende dalla conformazione orografica e topografica del terreno. Si può assumere che il sito appartenga alla Classe A o B, purché la costruzione si trovi nell'area relativa per non meno di 1 km e comunque per non meno di 20 volte l'altezza della costruzione, per tutti i settori di provenienza del vento ampi almeno 30°. Si deve assumere che il sito appartenga alla Classe D, qualora la costruzione sorga nelle aree indicate con le lettere a) o b), oppure entro un raggio di 1 km da essa vi sia un settore ampio 30°, dove il 90% del terreno sia del tipo indicato con la lettera c). Laddove sussistano dubbi sulla scelta della classe di rugosità, si deve assegnare la classe più sfavorevole (l'azione del vento è in genere minima in Classe A e massima in Classe D).

Tabella 3 – Classi di rugosità del terreno

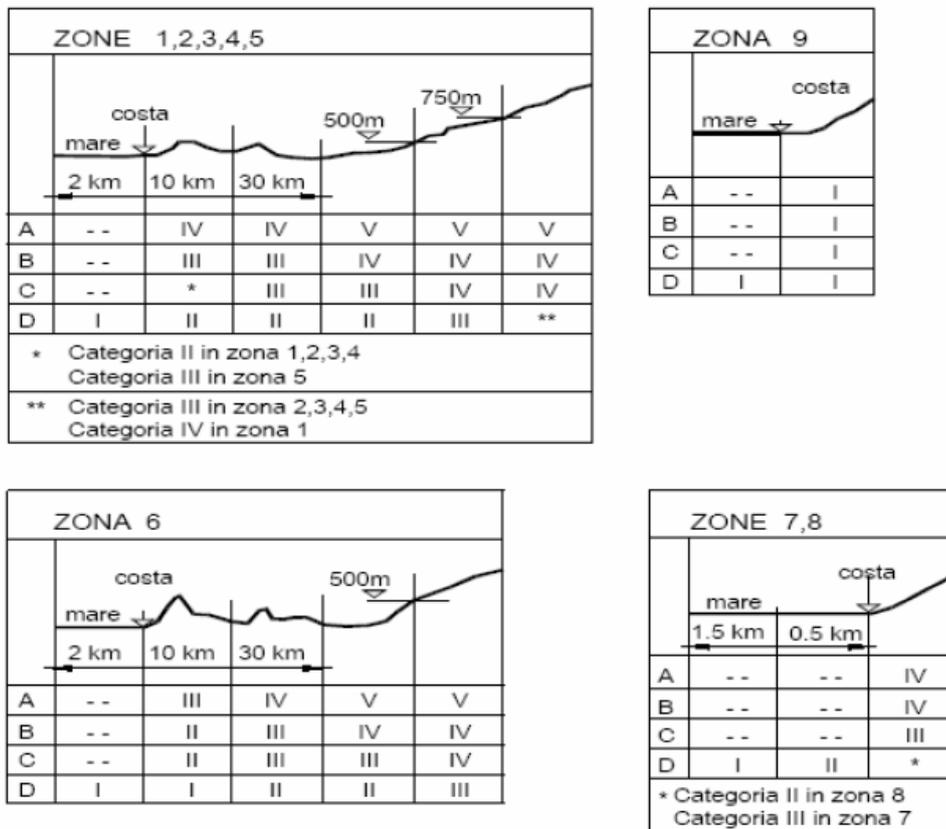


Figura 22 – Definizione delle categorie di esposizione

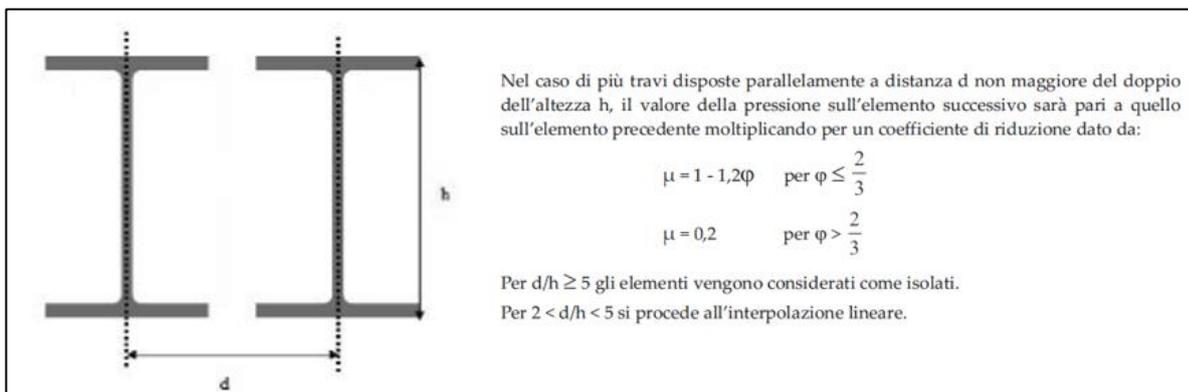


Figura 23– Calcolo del coefficiente riduttivo μ del coefficiente di pressione C_p per le travi successive alla prima. $C_p = 2.4$ per la prima trave

Il coefficiente di forza per le pile dipende dal numero di Reynolds (Re) e dal rapporto k/b , essendo k la scabrezza della superficie e b il diametro della sezione circolare

(1) Il numero di Reynolds Re all'altezza z sul suolo è fornito dalla relazione:

$$Re(z) = \frac{l \cdot v_m(z)}{\nu} \quad (3.16)$$

dove:

- l è una dimensione caratteristica della costruzione o dell'elemento considerato;
- v_m è la velocità media del vento (paragrafo 3.2.5);
- ν è la viscosità cinematica dell'aria. Di norma, in mancanza di stime precise legate alle condizioni locali del sito ove sorge la costruzione, $\nu = 15 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$.

Esprimendo l in m e v_m in m/s, Re risulta correttamente una grandezza adimensionale.

Ove la lunghezza di riferimento l è stata assunta pari al diametro b .

$$c_{f\lambda_0} = \frac{0,11}{(Re/10^6)^{1,4}} \leq 1,2 \quad (\text{curva A})$$

$$c_{f\lambda_0} = 1,2 + \frac{0,18 \cdot \log_{10}(10 \cdot k/b)}{1 + 0,4 \cdot \log_{10}(Re/10^6)} \geq 0,4 \quad (k/b \geq 10^{-5}) \quad (\text{curva B})$$

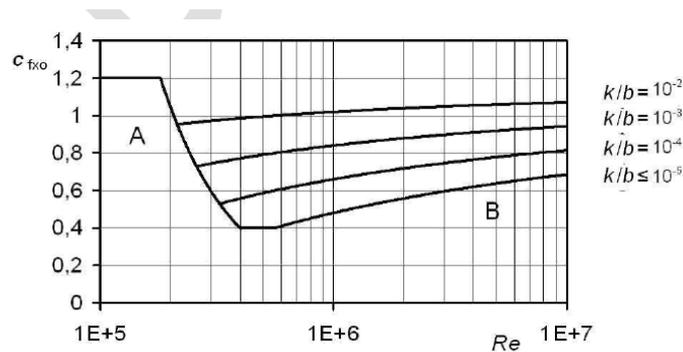


Figura C.8 – Coefficiente di forza $c_{f\lambda_0}$ per pile a sezione circolare.

Il coefficiente di snellezza ψ_λ è fornito dalla relazione (Figura G.53):

$$\psi_\lambda = 0,6 + 0,1 \cdot \log_{10}(\lambda) \quad \text{per } 1 \leq \lambda \leq 10$$

$$\psi_\lambda = 0,45 + 0,25 \cdot \log_{10}(\lambda) \quad \text{per } 10 \leq \lambda \leq 100$$

$$\psi_\lambda = 0,61 + 0,17 \cdot \log_{10}(\lambda) \leq 1 \quad \text{per } 100 \leq \lambda \leq 1000$$

Figura 24– Calcolo del coefficiente di pressione per le pile (CNR-DT 207/2008 §G.10.6)

Di seguito si riporta il calcolo dell'azione da vento, così come assunta nei modelli e nelle verifiche.

Vento su impalcato:

Dati di base			
a_s	[m]	30	Altitudine sul livello del mare
zona	[-]	4	Zona di pertinenza
z	[m]	11.5	Altimetria della struttura
Velocità base di riferimento (§3.3.1)			
$v_{b,0}$	[m/s]	28	Velocità base di riferimento al livello del mare (tab. 3.3.I)
a_0	[m]	500	Parametro funzione della zona da tab. 3.3.I
k_s	[-]	0.36	Parametro funzione della zona da tab. 3.3.I
C_a	[-]	1.00	Coefficiente di altitudine
v_b	[m/s]	28.0	Velocità base di riferimento
Velocità di riferimento (§3.3.2)			
T_r	[anni]	50	Periodo di ritorno di progetto
C_r	[-]	1.00	Coefficiente di ritorno
v_r	[m/s]	28.0	Velocità di riferimento
Pressione cinetica di riferimento (§3.3.6)			
q_r	[kN/m ²]	0.491	Pressione cinetica di riferimento
Coefficiente di esposizione (§3.3.7)			
Cl.Rug.	[-]	D	Classe di rugosità
Cat	[-]	II	Categoria di esposizione del sito
K_r	[-]	0.19	Parametro funzione della categoria di esposizione da tab. 3.3.II
z_0	[m]	0.05	Parametro funzione della categoria di esposizione da tab. 3.3.II
Z_{min}	[m]	4.00	Parametro funzione della categoria di esposizione da tab. 3.3.II
C_t	[-]	1.000	Coefficiente di topografia
C_e	[-]	2.442	Coefficiente di esposizione
Coefficiente aerodinamico (§3.3.8 ; §C3.3.8.6.1 e §C3.3.8.6.2)			
ϕ	[-]	1	Rapp. tra sup. delimitata dal contorno della trave e sup. della parte piena
C_p	[-]	1.400	Coefficiente aerodinamico
Coefficiente dinamico (§3.3.9)			
C_d	[-]	1	Coefficiente dinamico
Geometrie			
H_T	[m]	9.5	Altezza delle travi
H_b	[m]	3	Altezza barriera
H_s	[m]	1.22	Altezza soletta + cordolo+ traverso
Pressione del vento sulle travi			
n_T	[-]	2	Numero di travi
p_{T1}	[kN/m ²]	1.678	Pressione del vento sulla prima trave
$d_{T,1-2}$	[m]	20.00	Distanza tra prima e seconda trave
μ_{T2}	[-]	0.228	Coefficiente correttivo del coefficiente aerodinamico per la seconda trave
p_{T2}	[kN/m ²]	0.383	Pressione del vento sulla seconda trave
Pressione del vento su ulteriori ostacoli			
n_T	[-]	1	Numero di file ostacoli
p_{b1}	[kN/m ²]	1.782	Pressione del vento sulla prima fila

Azioni risultanti

q_h [kN/m] **19.10** Forza per metro lineare di impalcato $p_{T1} \cdot (H_T) + p_{T2} \cdot (H_T - H_s)$

Nb: il vento cautelativamente è stato considerato agente su tutta la superficie d'impatto, essendo le barriere e i convogli interni, anche se la superficie esposta è reticolare, può ricondursi ad una superficie piena.

Vento sulle pile:

Dati di base

a_s	[m]	30	Altitudine sul livello del mare
zona	[-]	4	Zona di pertinenza
z	[m]	11.5	Altimetria della struttura

Velocità base di riferimento (§3.3.1)

$v_{b,0}$	[m/s]	28	Velocità base di riferimento al livello del mare (tab. 3.3.I)
a_0	[m]	500	Parametro funzione della zona da tab. 3.3.I
k_s	[-]	0.36	Parametro funzione della zona da tab. 3.3.I
c_a	[-]	1.00	Coefficiente di altitudine
v_b	[m/s]	28.0	Velocità base di riferimento

Velocità di riferimento (§3.3.2)

T_r	[anni]	50	Periodo di ritorno di progetto
c_r	[-]	1.00	Coefficiente di ritorno
v_r	[m/s]	28.0	Velocità di riferimento

Pressione cinetica di riferimento (§3.3.6)

q_r	[kN/m ²]	0.491	Pressione cinetica di riferimento
-------	----------------------	--------------	-----------------------------------

Coefficiente di esposizione (§3.3.7)

Cl.Rug.	[-]	D	Classe di rugosità
Cat	[-]	II	Categoria di esposizione del sito
K_r	[-]	0.19	Parametro funzione della categoria di esposizione da tab. 3.3.II
z_0	[m]	0.05	Parametro funzione della categoria di esposizione da tab. 3.3.II
z_{min}	[m]	4.00	Parametro funzione della categoria di esposizione da tab. 3.3.II
c_t	[-]	1.000	Coefficiente di topografia
c_e	[-]	2.442	Coefficiente di esposizione

Coefficiente aerodinamico (CNR-DT 207/2008 §G.10.6.)

k	[mm]	0.2	Scabrezza della superficie
b	[mm]	4000	Diametro della sezione
k/b	[-]	5E-05	
Re_m	[-]	6.34E+06	Numero di Reynolds (mediato sull'altezza della pila)
Curva B			
c_{f0}	[-]	0.705	Coefficiente di forza (mediato) per strutture lunghezza ideale infinita
ψ_I	[-]	0.654	Coefficiente di snellezza (effetti riduttivi di bordo)
c_p	[-]	0.491	Coefficiente aerodinamico (mediato)

Coefficiente dinamico (§3.3.9)			
C_d	[-]	1	Coefficiente dinamico

Pressione sulla pila			
p_{T1}	[kN/m ²]	0.432	Pressione del vento sulla pila (mediata)

Forza al metro lineare di pila			
q_h	[kN/m]	1.78	(Mediata)

NB: il numero di Reynolds dipende dalla velocità media, funzione a sua volta dell'altezza. Pertanto è stato calcolato ogni metro e applicato coerentemente nel modello ai frame rappresentanti le pile.

5.11 Urto di veicoli in svio (q_8)

Si è tenuto conto delle forze causate da collisioni accidentali sugli elementi di sicurezza attraverso una forza orizzontale equivalente pari a 100 kN. Tale forza orizzontale è stata considerata agente trasversalmente a una quota pari a 1.0 m rispetto al livello del piano viario.

Tale azione è stata considerata ai soli fini delle verifiche locali, ed è stata associata allo schema di carico n°2 definito al paragrafo 5.5.

5.12 Azione sismica (E)

La valutazione dell'azione sismica sulle strutture è stata condotta in osservanza alle prescrizioni contenute nelle NTC2018.

La pericolosità sismica è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa a_g in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (di categoria A come definita al § 3.2.2 delle NTC2018), 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 .

Ai fini dell'attuale normativa le forme spettrali sono definite, per ciascuna delle probabilità di superamento PVR nel periodo di riferimento VR, a partire dai valori dei seguenti parametri su sito di riferimento rigido orizzontale:

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

I valori dei parametri a_g , F_0 e TC^* relativi alla pericolosità sismica su reticolo di riferimento nell'intervallo di riferimento sono forniti nelle tabelle riportate nell'ALLEGATO B delle NTC18.

5.12.1 Vita nominale

La vita nominale di un'opera strutturale è intesa come il numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve poter essere usata per lo scopo al quale è destinata.

Come vita nominale si assume $V_N = 50$ anni.

5.12.2 Classe d'uso

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

Nel caso in oggetto si fa riferimento alla Classe IV; il coefficiente d'uso si assume pertanto pari a $C_U = 2$.

5.12.3 Periodo di riferimento per l'azione sismica

Le azioni sismiche vengono valutate in relazione ad un periodo di riferimento V_R che si ricava, per ciascun tipo di costruzione, moltiplicandone la vita nominale V_N per il coefficiente d'uso C_U .

$$V_R = V_N \times C_U = 50 \text{ anni} \times 2 = 100 \text{ anni}$$

Le probabilità di superamento P_{VR} nel periodo di riferimento V_R , cui riferirsi per individuare l'azione sismica agente, sono pari al 5% nel caso dello stato limite di collasso (SLC), al 10% nel caso dello stato limite di salvaguardia della vita (SLV), al 63 % nel caso dello stato limite di danno (SLD) e all'81% nel caso dello stato limite di operatività (SLO).

In definitiva, ad ogni stato limite può essere associata un'azione sismica di periodo di ritorno pari a:

$$T_R = - \frac{V_R}{\ln(1 - P_{VR})}$$

5.12.4 Parametri per la definizione degli spettri

Si riportano di seguito le coordinate del sito di progetto:

Long [°] = 16.23523;

Lat [°] = 38.23664.

I parametri per la definizione degli spettri di risposta sono indicati nella tabella seguente:

	P _V R [%]	T _R [anni]	a _g [g]	F ₀ [-]	T _c * [s]
SLO	81	60	0.073	2.355	0.312
SLD	63	101	0.095	2.363	0.331
SLV	10	949	0.258	2.415	0.395
SLC	5	1950	0.332	2.464	0.422

Tabella 4 – Parametri per la definizione degli spettri di risposta

5.12.5 Categoria di sottosuolo

Per la definizione dell'azione sismica si può far riferimento all'approccio semplificato che si basa sull'individuazione delle categorie di sottosuolo di riferimento (tab 3.2.II NTC18):

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi</i> caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti</i> , caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti</i> con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti</i> , con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.
E	<i>Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D</i> , con profondità del substrato non superiore a 30 m.

Tabella 5 - Categorie di sottosuolo secondo NTC2018

La classificazione del sottosuolo si effettua in base alle condizioni stratigrafiche ed ai valori delle velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio, $V_{s,eq}$ (in m/s).

In base alle indagini geologico - tecniche effettuate i terreni di fondazione interessati dalle opere oggetto di questa relazione possono essere classificati all'interno della categoria C.

Si assume dunque, in tale fase, un sottosuolo di categoria "C".

5.12.6 Condizioni topografiche

Per le condizioni topografiche si fa riferimento alla seguente classificazione (tab 3.2.III NTC18):

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

Tabella 6 – Categorie topografiche NTC2018

La morfologia del territorio in cui ricade l'opera, è tale per cui ricade nella categoria topografica T1.

5.12.7 Spettro di risposta elastico in accelerazione

Lo spettro di risposta elastico in accelerazione è espresso da una forma spettrale (spettro normalizzato) riferita ad uno smorzamento convenzionale del 5%, moltiplicata per il valore della accelerazione orizzontale massima a_g su sito di riferimento rigido orizzontale. Sia la forma spettrale che il valore di a_g variano al variare della probabilità di superamento nel periodo di riferimento PVR.

Spettro di risposta elastico in accelerazione, componenti orizzontali

Lo spettro di risposta elastico della componente orizzontale è definito dalle espressioni seguenti:

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

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

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

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

nelle quali "T" ed "Se" sono, rispettivamente, il periodo di vibrazione e l'accelerazione spettrale orizzontale. Inoltre:

- S: è il coefficiente che tiene conto della categoria di sottosuolo e delle condizioni topografiche mediante la relazione seguente: $S = S_S \times S_T$; S_S è il coefficiente di amplificazione stratigrafica ed S_T il coefficiente di amplificazione topografica riportati nelle tabelle di seguito;

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

Tabella 7 – Espressioni di SS e CS (NTC2018)

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 di un rilievo con pendenza media minore o uguale a 30°	1,2
T4	In corrispondenza della cresta di un rilievo con pendenza media maggiore di 30°	1,4

Tabella 8 – Valori massimi del coefficiente di amplificazione topografica (NTC2018)

- η : è il fattore che altera lo spettro elastico per coefficienti di smorzamento viscosi convenzionali diversi dal 5%, mediante la relazione:

$$\eta = \sqrt{10 / (5 + \xi)} \geq 0,55$$

dove ξ (espresso in percentuale) è valutato sulla base di materiali, tipologia strutturale e terreno di fondazione;

- F_0 : è il fattore che quantifica l'amplificazione spettrale massima, su sito di riferimento rigido orizzontale, ed ha valore minimo pari a 2.2;
- T_C : è il periodo corrispondente all'inizio del tratto a velocità costante dello spettro, dato da:

$$T_C = C_C \cdot T_C^*$$

dove C_C è il coefficiente funzione della categoria di sottosuolo;

- T_B : è il periodo corrispondente all'inizio del tratto dello spettro ad accelerazione costante:

$$T_B = T_C / 3$$

- T_D : è il periodo corrispondente all'inizio del tratto a spostamento costante dello spettro, espresso in secondi mediante la relazione: $T_D = 4.0 \cdot a_g/g + 1.6$

Spettro di risposta elastico in accelerazione, componenti verticali

Lo spettro di risposta elastico della componente verticale è definito dalle espressioni seguenti:

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

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

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

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

nelle quali T e S_{ve} sono rispettivamente il periodo di vibrazione e l'accelerazione spettrale verticale, mentre F_v è il fattore che quantifica l'amplificazione spettrale massima, in funzione dell'accelerazione orizzontale massima del terreno a_g su sito di riferimento rigido orizzontale, mediante la relazione:

$$F_v = 1,35 \cdot F_0 \cdot \left(\frac{a_g}{g} \right)^{0,5}$$

I valori di a_g , F_0 , S , η sono quelli già definiti per le componenti orizzontali; i valori di S_s , T_B , T_C e T_D , sono invece quelli riportati nella tabella seguente:

Categoria di 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

Tabella 9 – Valori dei parametri dello spettro di risposta elastico della componente verticale (NTC2018)

5.12.8 Spettri di progetto in accelerazione

Poiché la struttura è dotata di isolamento, in accordo con quanto indicato al §7.10.5.3.2 delle NTC2018, lo spettro elastico è stato ridotto per tutto il campo di periodi $T > 0.8 T_{ISO}$, assumendo per il coefficiente

riduttivo η il valore corrispondente al coefficiente di smorzamento viscoso equivalente ξ_{esi} del sistema di isolamento.

Assumendo per T_{ISO} , il più basso dei periodi associati ai modi principali della struttura isolata, ovvero al secondo modo di vibrare, si ha:

- per le analisi con spettro: $T_{ISO} = 2.10$ sec

Per lo smorzamento viscoso equivalente associato al sistema di isolamento si è assunto:

$$\xi_{esi} = 12\%$$

Per le sottostrutture si è assunto un comportamento del tipo “non dissipativo”.

Si riportano di seguito gli spettri di risposta elastici e di progetto in accelerazione delle componenti orizzontale e verticale per gli stati limite di danno, di salvaguardia della vita e di collasso.

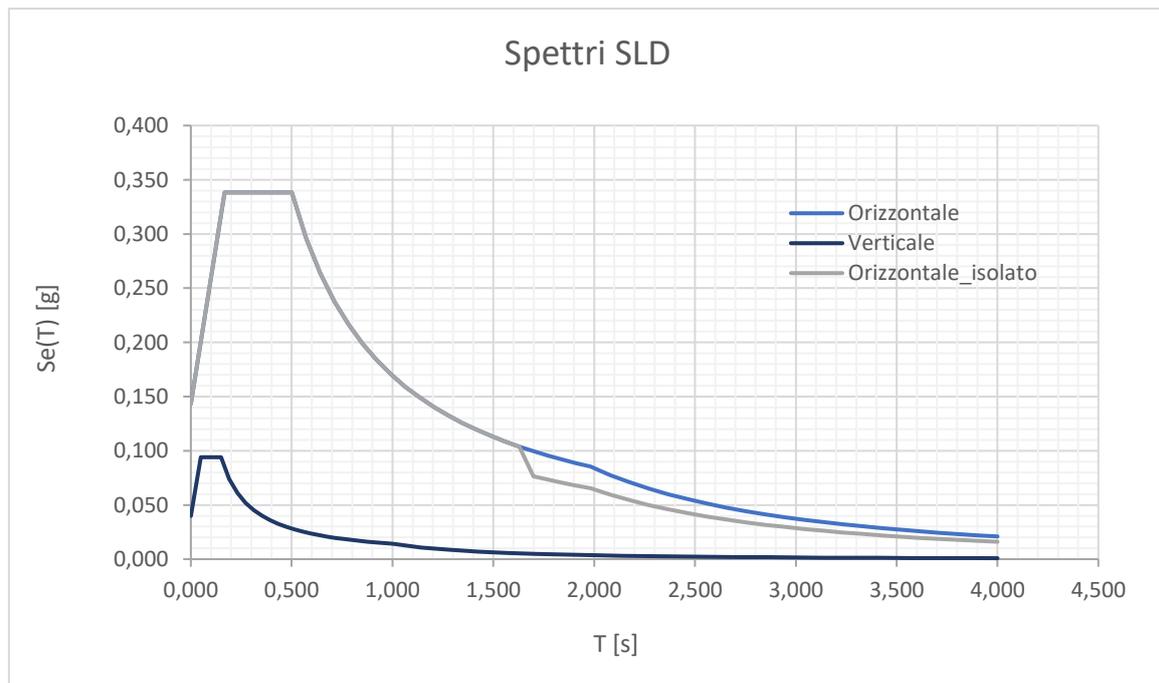


Figura 25 – Spettro SLD di progetto in accelerazione

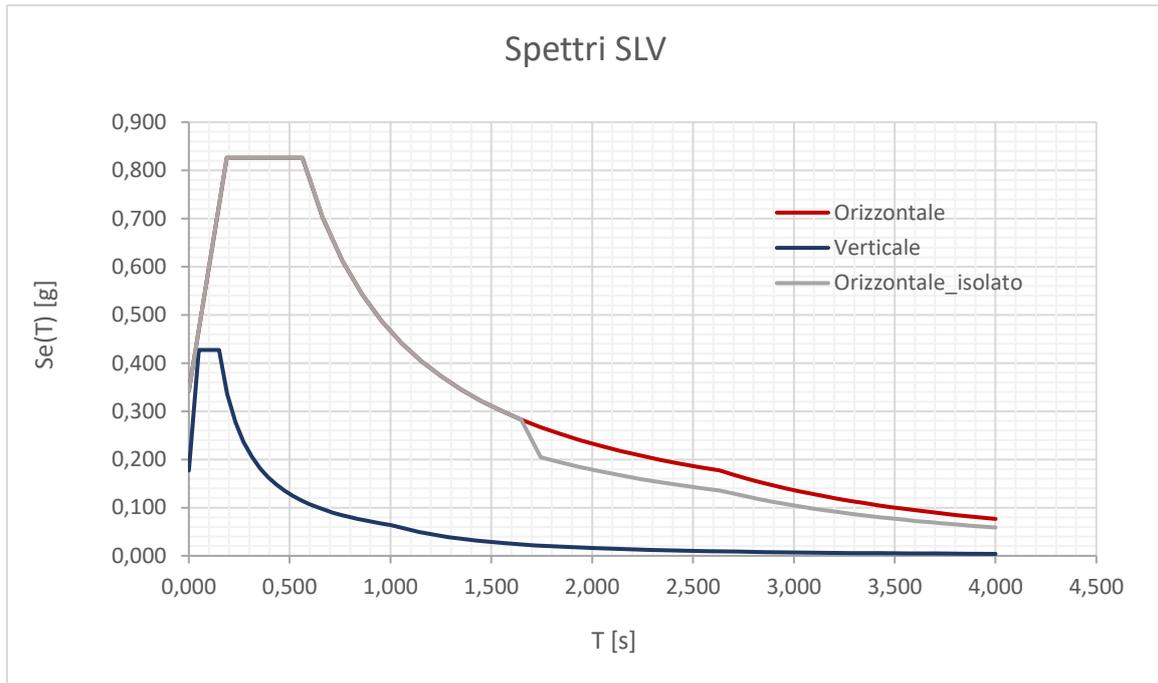


Figura 26 – Spettro SLV di progetto in accelerazione

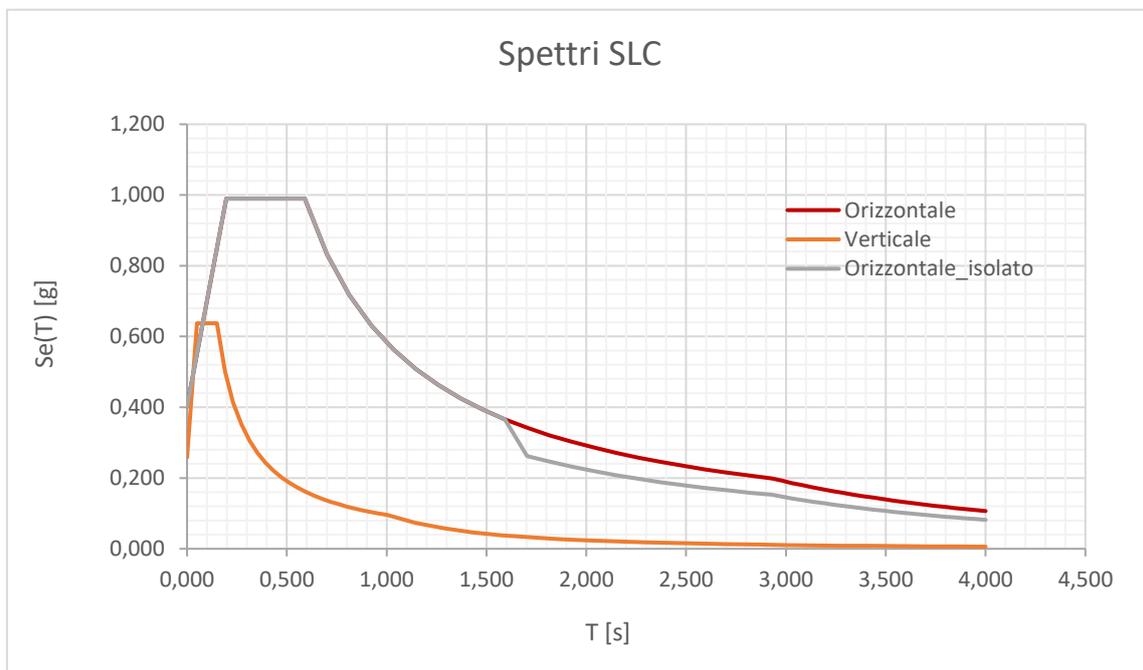


Figura 27 – Spettro SLC di progetto in accelerazione

**

5.12.9 Variabilità spaziale del moto

La valutazione degli effetti dovuti alla variabilità spaziale del moto è stata condotta con riferimento a quanto esposto nelle UNI EN 1998-2, dove viene indicata una procedura direttamente applicabile ai ponti a travata continua.

Dalle indagini svolte si deduce che il terreno può essere inserito all'interno di un'unica categoria di sottosuolo nonché in un'unica categoria topografia. In tali termini il terreno può dunque essere considerato come omogeneo.

Poiché in presenza di un terreno di categoria C, ed essendo il viadotto caratterizzato da un'estensione minore della lunghezza $L_{lim} = L_g/1.5$, dove L_g è pari 400m per un terreno C (Tabella 10), l'EC8-2 permette di non considerare la variabilità spaziale del moto.

Categoria di sottosuolo	A	B	C	D	E
L_g [m]	600	500	400	300	500

Tabella 10 – Distanza oltre il quale il moto può considerarsi indipendente (UNI EN 1998-2)

6 ANALISI GLOBALI DI IMPALCATO

Nel presente capitolo si riporta una descrizione delle analisi globali effettuate sull'impalcato e, successivamente, se ne illustrano i risultati ottenuti.

6.1 Modello di calcolo

Sono state eseguite analisi di tipo lineare su tre diversi modelli di calcolo, allo scopo di valutare il comportamento globale della struttura sotto le diverse condizioni di carico:

- Modello globale n°1: per la valutazione degli effetti causati dai carichi permanenti;
- Modello globale n°2: per la valutazione degli effetti causati dai carichi variabili;
- Modello globale n°3: per la valutazione degli effetti causati dalle azioni orizzontali (azione sismica e azione del vento)

Nei modelli si è scelto a priori di non sfruttare eventuali possibilità di redistribuzione plastica delle sollecitazioni. I risultati dei tre modelli vengono tra loro sommati in quanto valido il criterio della sovrapposizione degli effetti.

6.1.1 Software di calcolo

Il software di calcolo utilizzato è Midas Civil 2020 v3.2, sviluppato da MIDAS Information Technology Co (1989) e distribuito in Italia da CSPFea.

6.1.2 Analisi per carichi permanenti

Il modello, denominato *modello globale n°1 - carichi permanenti ed effetti reologici del calcestruzzo*, simula le macro-fasi che caratterizzano il viadotto oggetto della presente relazione, a partire dalla fase precedente al getto della soletta fino ad arrivare al cosiddetto "tempo infinito", corrispondente all'esaurimento degli effetti lenti nel calcestruzzo della soletta.

Il modello, interamente costituito da elementi tipo "beam", comprende l'impalcato e le pile.

Le caratteristiche inerziali assegnate alle sezioni trasversali dei vari "beam" rispecchiano per i vari elementi strutturali la carpenteria indicata negli elaborati progettuali.

La modellazione esplicita delle fondazioni è stata omessa dal presente modello di calcolo in quanto sono stati assegnati dei vincoli esterni di incastro ai nodi rappresentativi del baricentro della sezione di base delle pile.

In corrispondenza delle spalle sono stati inseriti dei vincoli di incastro.



Figura 28 – Vista modello tridimensionale- asse Nord

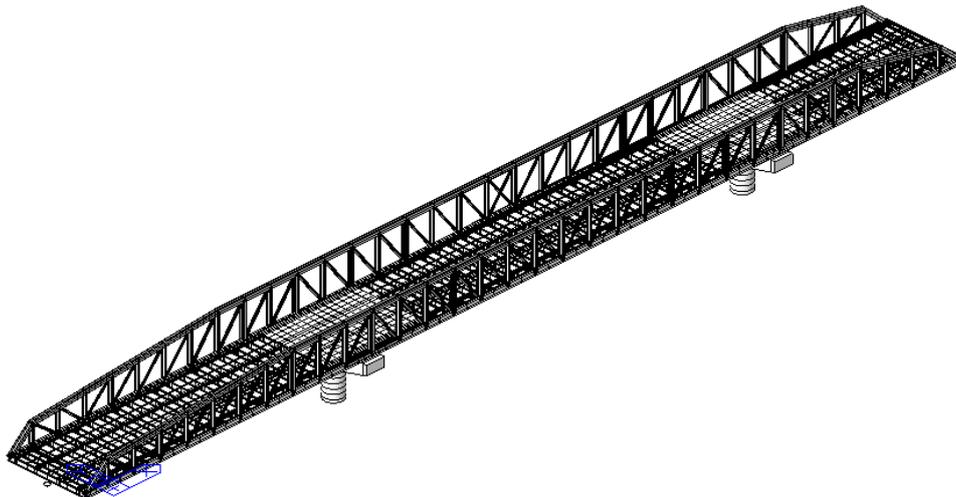


Figura 29 – Vista modello tridimensionale- asse Sud

Modellazione dell'impalcato

L'impalcato è stato rappresentato con una modellazione nella quale, per tener conto del contributo alla rigidità offerto dalla soletta negli effetti globali, ai traversi sono state assegnate le proprietà delle corrispondenti sezioni miste acciaio-calcestruzzo.

Si riporta nell'immagine seguente una vista di una porzione di impalcato così come modellato. Si notano i "beam" delle travi miste e i "beam" delle aste.

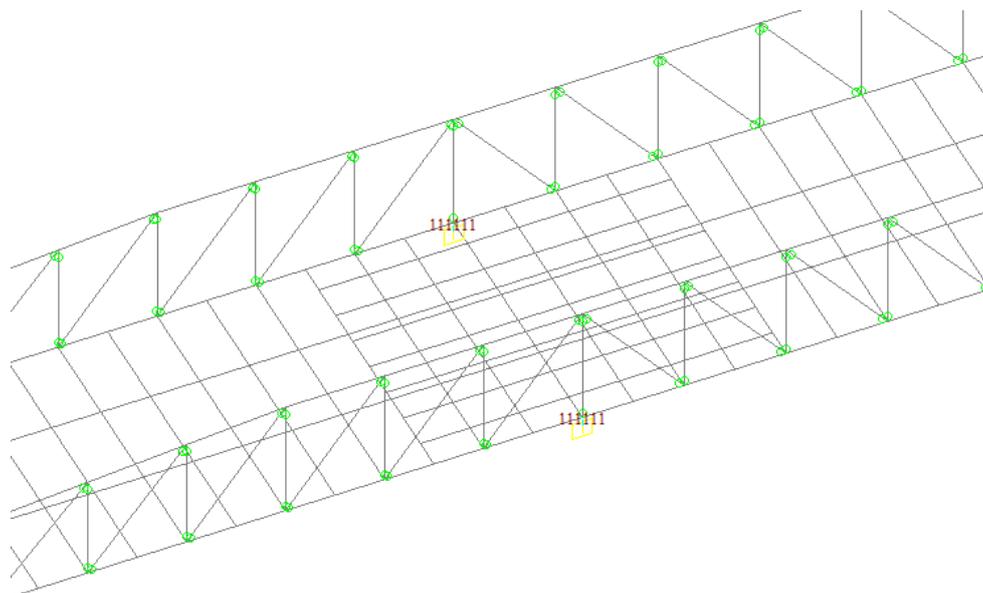


Figura 30 – Modellazione dell'impalcato

I diagonali e i montanti sono stati svincolati con dei "beam end release" al fine di garantire il comportamento ad asta (come si vede nella Figura 30).

In corrispondenza delle pile, dove il corrente inferiore è compresso, e per un'estensione pari a circa il 15% della lunghezza di ognuna delle due campate adiacenti, la soletta è stata considerata come non fessurata e contribuisce alla ripartizione del carico.

Le aste (montanti, correnti e diagonali) sono rappresentati nel loro baricentro, mentre per i traversi si è fatto uso del comando "Change Offset ... ": tale funzione di Midas Civil consente di imporre agli elementi di impalcato modellati, un punto di inserimento specifico (Insertion Point) diverso dal baricentro dell'elemento stesso, permettendo così di modellare facilmente la reale quota a cui si trova l'elemento. Il traverso è stato dunque modellato in corrispondenza del baricentro dei correnti inferiori.

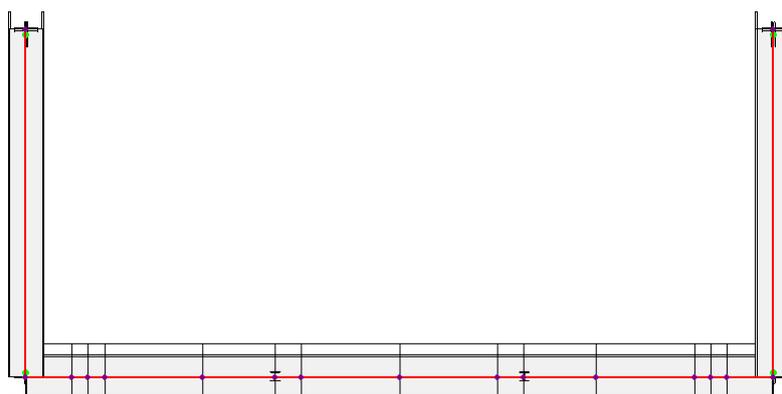


Figura 31 – Modellazione dei traversi di impalcato attraverso il comando “Change Offset...”

I carichi distribuiti applicati su un elemento beam con un punto di inserimento specifico, così come gli output in sollecitazioni, vengono riportati sulla linea baricentrica: il software sposta automaticamente l'elemento trave sul suo asse baricentrico e lo connette tramite vincoli cinematici di tipo rigido ai nodi dell'Insertion Point, i quali a loro volta sono collegati al resto della struttura.

Il modello è comprensivo anche delle travi rompitratta.

Il contributo alla rigidezza dei traversi offerto dalla soletta è stato modellato assumendo un modulo di elasticità ridotto per tener conto degli effetti della viscosità.

Il collegamento tra le travi e le sottostrutture è stato modellato come rappresentato in Figura 32: si distinguono in ciano i vincoli cinematici di tipo rigido (“Rigid Link”), in rosso i link elastici rappresentativi degli isolatori elastomerici.

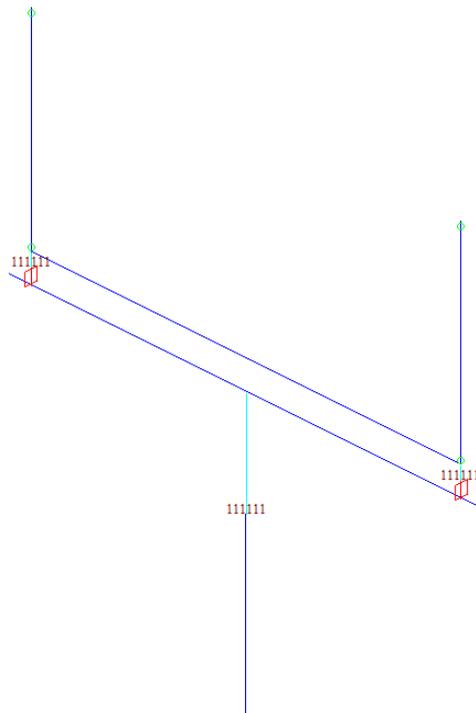


Figura 32 – Collegamento tra pila e impalcato

Modellazione delle pile

Le pile e i rispettivi pulvini sono stati modellati attraverso elementi "beam". Anche per il pulvino si è fatto uso del comando "Change Offset ...", modellandolo in corrispondenza dell'estradosso e collegandolo poi attraverso un "Rigid link" al fusto pila.

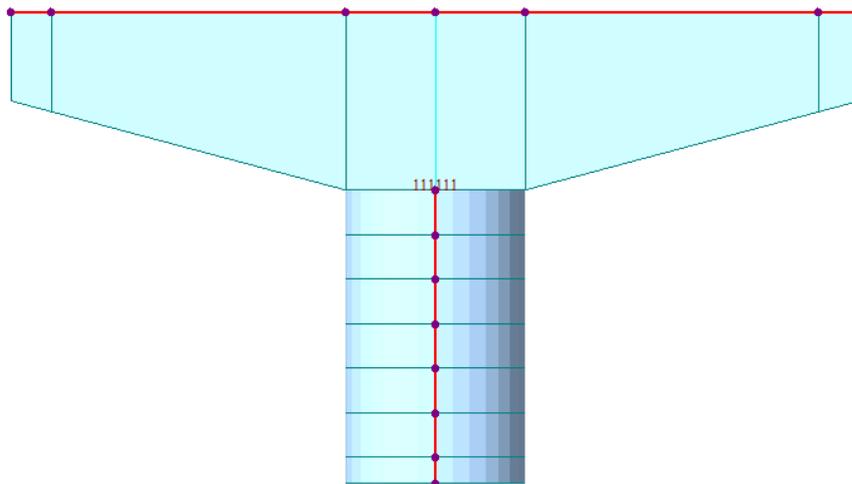


Figura 33 – Vista estrusa della pila

Modellazione delle azioni:

- I carichi permanenti associati alla carpenteria metallica vengono considerati nell'analisi a partire dalla geometria del modello stesso (fatta eccezione per le parti non modellate, delle quali si tiene comunque conto, in parte assumendo un peso specifico del materiale maggiorato del 10% e in parte attraverso carichi uniformemente distribuiti sulle travi. Vedere § 5.1 della presente relazione). Il peso della soletta (comprensivo delle predalle) è stato associato agli elementi beam trasversali rappresentativi dei traversi.
- I carichi permanenti non strutturali sono stati applicati nella loro reale posizione come forze concentrate o distribuite rispettivamente sui nodi o sugli elementi dei traversi.
- Gli effetti del ritiro sono stati modellati in maniera esplicita nell'analisi, assegnando al calcestruzzo della soletta, tramite il comando "Time Dependent Material Link", una deformazione impressa variabile nel tempo pari proprio alla deformazione da ritiro così come definita al §5.3 della presente relazione di calcolo. La valutazione degli effetti è possibile a seguito dell'implementazione di una "Construction stage analysis" in Midas Civil.
- Gli effetti viscosi legati all'applicazione dei carichi di lunga durata sono stati modellati indirettamente attraverso il Metodo del Modulo Ridotto (MMR). Il MMR consiste nell'assumere un modulo di elasticità ridotto per il calcestruzzo nel calcolo degli effetti legati ai carichi di lunga durata. Tale metodo tiene conto anche del fenomeno dell'invecchiamento del materiale.

In particolare, nel modello di calcolo, è stato assunto un modulo di elasticità del calcestruzzo pari a:

$$E_{c,RID} = 11643 \text{ MPa}$$

ovvero pari alla media tra i moduli ridotti associati alle azioni da ritiro e ai carichi permanenti portati.

- I cedimenti vincolari sono stati considerati assegnando degli spostamenti impressi ai nodi di base delle pile.

Descrizione delle fasi del modello:

- Fase 1: solo acciaio: in tale fase vengono attivati i “beam” corrispondenti ai vari elementi costituenti la carpenteria metallica e le pile, il peso proprio degli stessi ed i vincoli esterni ed interni presenti.

Sezione dell'impalcato reagente: solo acciaio.

Carichi agenti sull'impalcato: peso proprio della carpenteria metallica.

- Fase 2: getto della soletta (fluida): viene attivato il peso della soletta, in corrispondenza dei traversi.

Sezione dell'impalcato reagente: solo acciaio.

Carichi agenti sull'impalcato: peso proprio della soletta.

- Fase 3: sezione mista: è la fase a partire della quale la soletta si considera reagente: vengono considerati per i traversi le caratteristiche della sezione mista e sono attivati i beam dei campi di soletta longitudinale, assumendo per il calcestruzzo il modulo elastico ridotto precedentemente indicato.

Sezione dell'impalcato reagente: sezione mista.

Carichi agenti sull'impalcato: nessuno (fase di transizione).

- Fase 4: permanenti non strutturali: in tale fase vengono applicato i carichi permanenti non strutturali (g2).

Sezione dell'impalcato reagente: sezione mista.

Carichi agenti sull'impalcato: permanenti non strutturali g2.

- Fase 5: tempo infinito: l'analisi viene mandata avanti fino al raggiungimento di un tempo tale per cui si possono ritenere esauriti gli effetti da ritiro (10 000 giorni).

Ai fini del calcolo degli effetti indotti dal ritiro, è stata considerata un'età fittizia del calcestruzzo, al momento in cui la soletta diventa collaborante nel modello, pari a 4 giorni, in modo tale da tenere conto della bassa rigidezza del calcestruzzo durante i primi giorni in cui si attiva il fenomeno: avendo assunto che il ritiro inizia ad un'età del calcestruzzo pari ad 1 giorno, è stata eliminata dagli effetti da ritiro la quota parte che si esplica nei primi tre giorni.

Da tale fase vengono estratti gli output in sollecitazioni e spostamenti di tale modello.

Sezione dell'impalcato reagente: sezione mista.

Carichi agenti sull'impalcato: ritiro della soletta.

6.1.3 Analisi per carichi variabili

Il modello, denominato *modello globale n°2 - carichi accidentali*, è stato realizzato con lo scopo di analizzare la risposta della struttura sotto carichi variabili quali:

- carichi mobili
- variazioni termiche.

Essendo queste azioni classificabili come carichi di "breve durata", gli effetti viscosi sono stati trascurati: alla soletta è stato assegnato il modulo elastico effettivo del calcestruzzo:

$$\begin{aligned} E_{cm} &= 33\,346 \text{ Mpa} && \text{modulo elastico del calcestruzzo} \\ n &= 6.298 && \text{coefficiente di omogeneizzazione (B.T.)} \end{aligned}$$

I carichi sono stati applicati in maniera tale da massimizzare le sollecitazioni nei vari elementi della struttura.

Per la geometria e le condizioni di vincolo si può fare riferimento al *modello globale n°1*.

Modellazione delle azioni:

- I carichi mobili verticali sono stati modellati attraverso una "Moving Load Analysis".

Tale analisi è stata definita come segue: sono state associate le corsie convenzionali, così come definite sulle NTC2018, a degli elementi "frame" fittizi ("lane") rappresentativi delle linee d'asse delle suddette corsie; sono stati definiti i carichi mobili verticali e, infine, sono stati definiti i corrispondenti casi di carico associati ai suddetti carichi.

Una "Moving Load Analysis" consiste nell'applicazione dei carichi verticali da traffico lungo le corsie definite con un certo passo di avanzamento. Il risultato è espresso in termini di involuppo delle sollecitazioni e degli spostamenti al variare delle posizioni assunte dai carichi mobili lungo le corsie.

Nell'immagine seguente si rappresentano gli assi delle corsie di applicazione dei carichi da traffico.

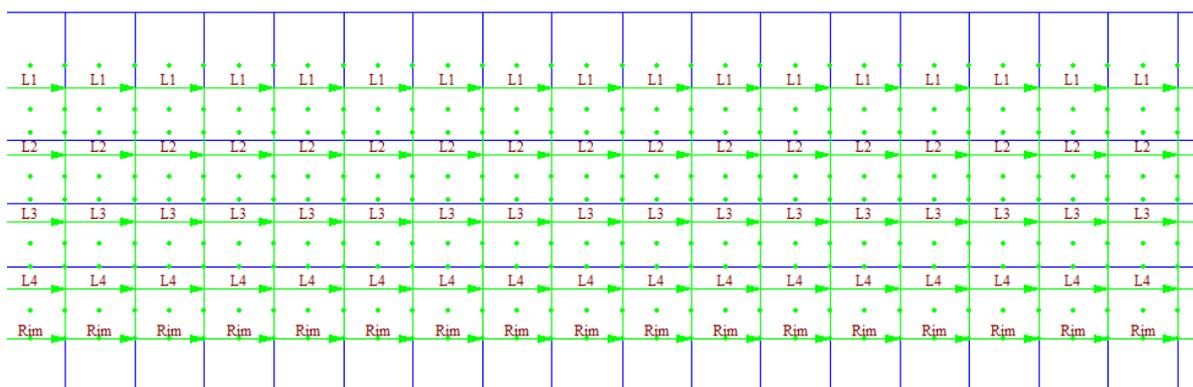


Figura 34 – Rappresentazione delle “lane” di carico

- Le azioni da traffico orizzontali sono state considerate come carichi uniformemente distribuiti o puntuali agenti sulle “lane” precedentemente definite. Gli effetti legati all’azione di frenamento/accelerazione si ottengono come involuppo degli effetti delle condizioni di carico assunte al fine di massimizzare le sollecitazioni su ognuna delle pile e delle spalle.
- La variazione termica uniforme è stata applicata su tutti gli elementi “beam” presenti nel modello. La variazione termica differenziale è stata applicata sugli elementi “beam” dei correnti andando ad assegnare una volta $+10^\circ$ al corrente superiore e una volta $+10^\circ$ al corrente inferiore.

6.1.4 Analisi per azioni orizzontali (azione sismica e vento)

Il modello, denominato *modello globale n°3 – azioni orizzontali*, è stato utilizzato per eseguire analisi dinamiche lineari (analisi modali con spettri di risposta) finalizzate alla valutazione della risposta della struttura sotto azione sismica e per l’azione del vento

In tale modello, al fine di simulare la rigidità della soletta nel proprio piano si è ritenuto opportuno modellare la soletta attraverso elementi “plate”.

Modellazione delle azioni

Il carico da vento è stato considerato come un’azione statica equivalente applicata su tutta la struttura in direzione trasversale. Per tener conto della reale posizione della risultante dell’azione del vento

sull'impalcato, alla forza trasversale distribuita è stato associato un momento torcente per unità di lunghezza.

Per l'azione sismica, invece, la risposta della struttura è stata valutata attraverso analisi di tipo lineare (analisi modale con spettri di risposta).

La combinazione tra gli effetti associati a ciascun modo di vibrare è stata eseguita attraverso la "combinazione quadratica completa" (CQC, §7.3.3.1 delle NTC2018).

Nell'analisi modale sono state considerate le masse associate ai carichi permanenti strutturali g_1 e non strutturali g_2 . Non trattandosi di un viadotto in zona urbana di intenso traffico, non è necessario considerare il 20% dei carichi da traffico nella valutazione delle masse sismiche.

Il numero di modi di vibrare considerato nell'analisi è pari a 150.

L'azione sismica è stata modellata attraverso gli spettri di risposta riportati al § 5.12 Lo smorzamento viscoso equivalente associato alla struttura, e con il quale è stato ricavato lo spettro di progetto, è pari al 5% per periodi inferiori a $0.8T_{ISO}$ ed è pari al 12% per periodi superiori o uguali a $0.8T_{ISO}$.

Modellazione degli isolatori

Gli isolatori sono stati modellati attraverso link elastici. La rigidità nominale (del produttore) degli isolatori scelti è pari a 6.04 kN/mm.

6.2 Asse Nord - Risultati delle analisi globali

6.2.1 Analisi modale

Si riportano nelle figure seguenti le deformate modali dei modi fondamentali dell'impalcato.

In forma tabellare si riportano i periodi e le masse partecipanti dei modi di vibrare considerati nell'analisi.

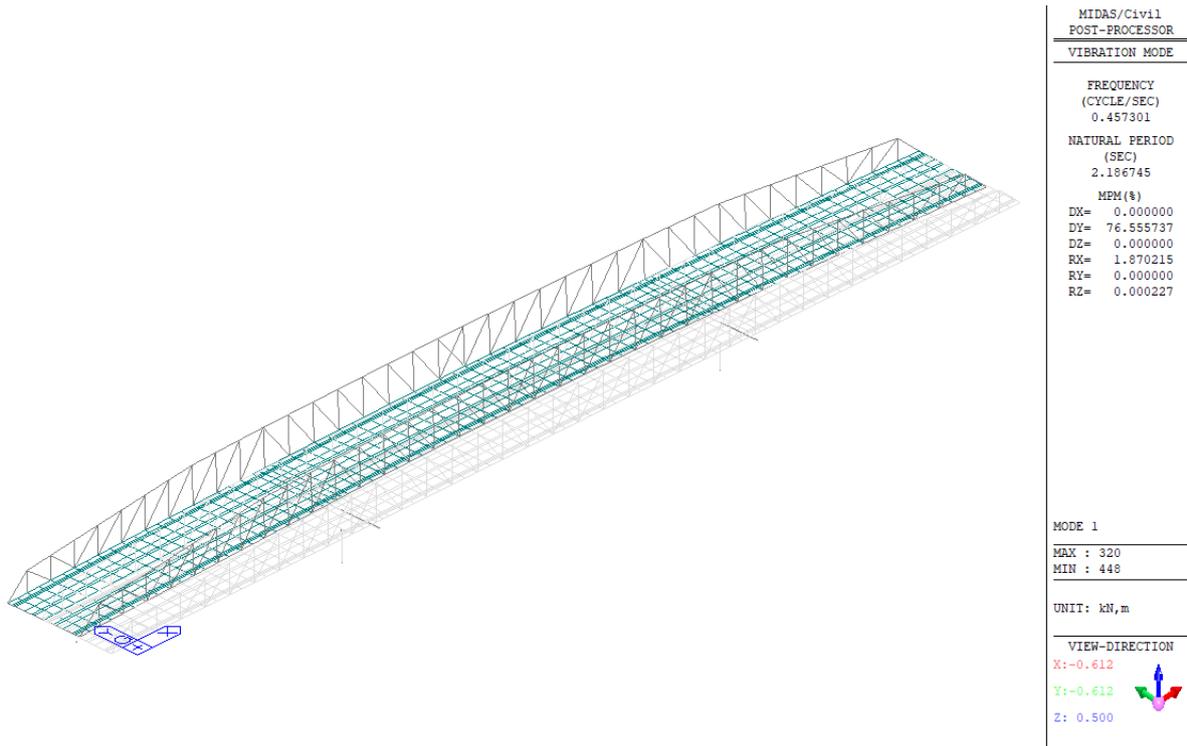
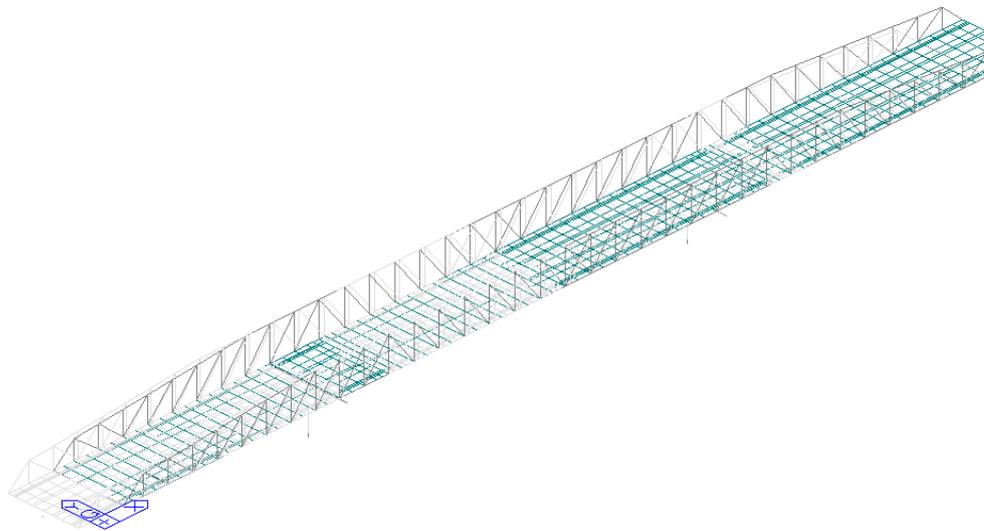
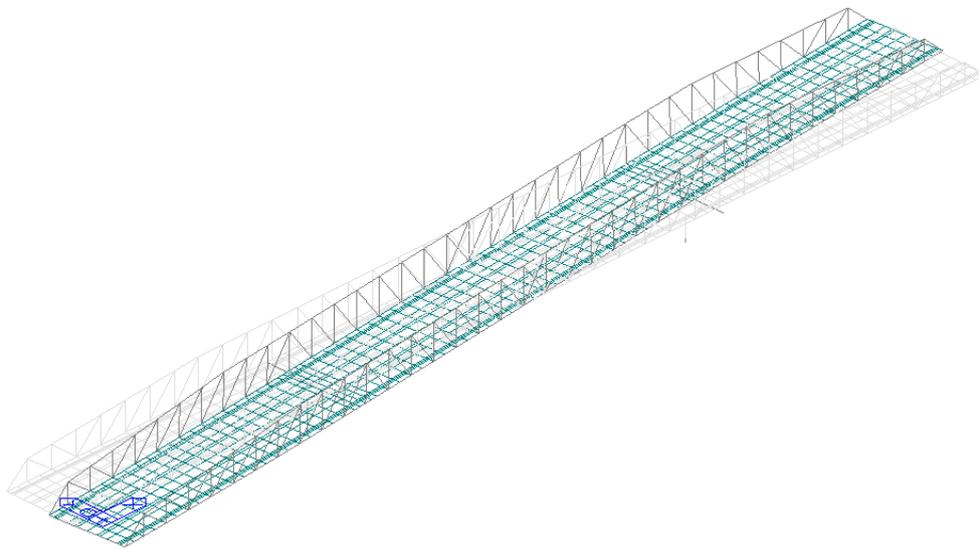


Figura 35 – Deformata del modo di vibrare n°1



MIDAS/Civil POST-PROCESSOR	
VIBRATION MODE	
FREQUENCY (CYCLE/SEC)	0.475353
NATURAL PERIOD (SEC)	2.103699
MEM(%)	
DX=	77.092924
DY=	0.000000
DZ=	0.000000
RX=	0.000000
RY=	0.011504
RZ=	0.000000
MODE 2	
MAX :	1278
MIN :	448
UNIT: kN,m	
VIEW-DIRECTION	
X:-0.612	
Y:-0.612	
Z: 0.500	

Figura 36 – Deformata del modo di vibrare n°2



MIDAS/Civil POST-PROCESSOR	
VIBRATION MODE	
FREQUENCY (CYCLE/SEC)	0.624934
NATURAL PERIOD (SEC)	1.600169
MEM(%)	
DX=	0.000000
DY=	0.000052
DZ=	0.000000
RX=	0.000035
RY=	0.000000
RZ=	86.534572
MODE 3	
MAX :	575
MIN :	8000
UNIT: kN,m	
VIEW-DIRECTION	
X:-0.612	
Y:-0.612	
Z: 0.500	

Figura 37 – Deformata del modo di vibrare n°3

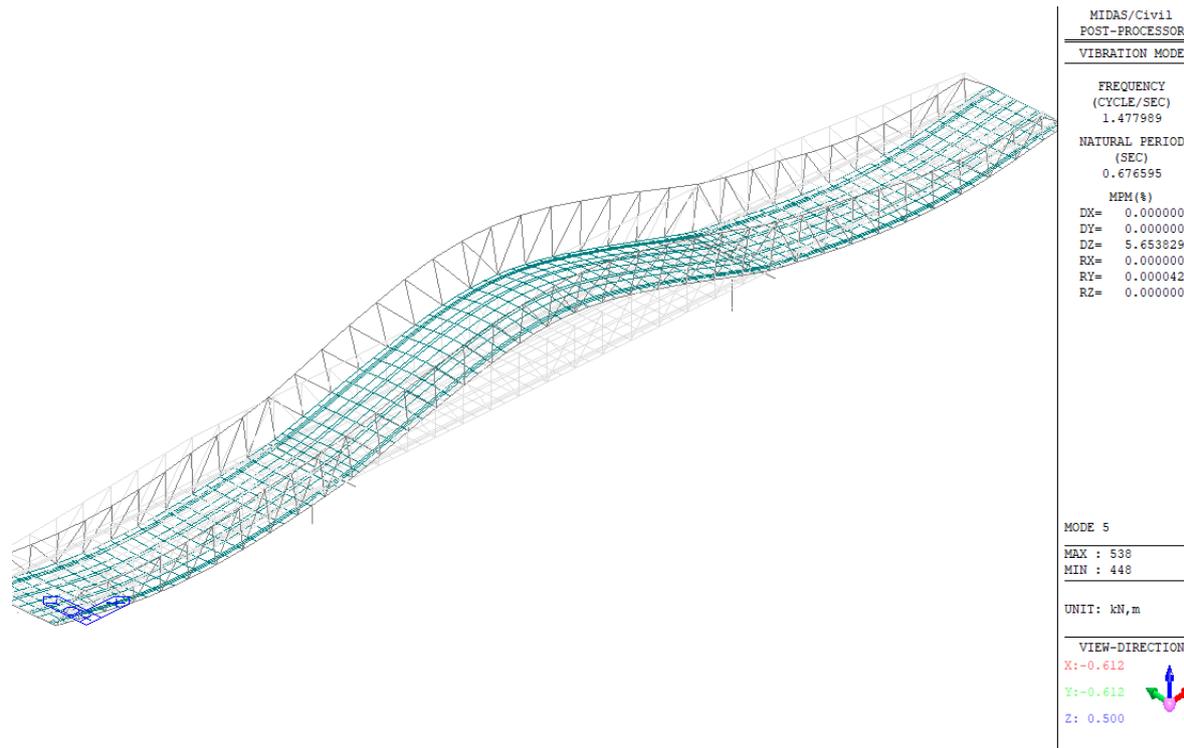
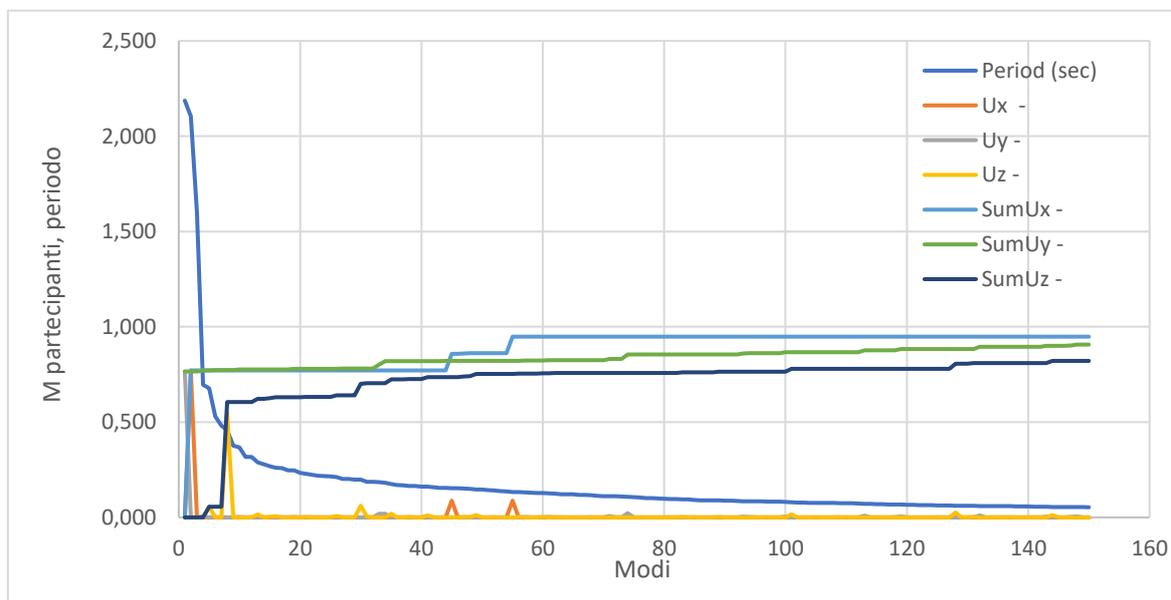


Figura 38 – Deformata del modo di vibrare n°5



In grassetto e sottolineati sono evidenziati i modi con masse partecipante superiore al 5%.

Mode No	Period (sec)	Ux %	Uy %	Uz %	SumUx %	SumUy %	SumUz %
1	2.1867	0.00	<u>76.56</u>	0.00	0.00	76.56	0.00

Mode No	Period	Ux	Uy	Uz	SumUx	SumUy	SumUz
	(sec)	%	%	%	%	%	%
2	2.1037	<u>77.09</u>	0.00	0.00	77.09	76.56	0.00
3	1.6002	0.00	0.00	0.00	77.09	76.56	0.00
4	0.6963	0.00	0.51	0.00	77.09	77.07	0.00
5	0.6766	0.00	0.00	<u>5.65</u>	77.09	77.07	5.65
6	0.5297	0.00	0.14	0.00	77.09	77.21	5.65
7	0.4812	0.00	0.00	0.00	77.09	77.21	5.65
8	0.4577	0.00	0.00	<u>54.93</u>	77.09	77.21	60.59
9	0.3761	0.00	0.13	0.00	77.09	77.34	60.59
10	0.3673	0.00	0.31	0.00	77.09	77.65	60.59
11	0.3177	0.00	0.00	0.00	77.09	77.65	60.59
12	0.3164	0.00	0.00	0.00	77.09	77.65	60.59
13	0.2879	0.00	0.00	1.57	77.09	77.65	62.15
14	0.2793	0.00	0.00	0.00	77.09	77.65	62.15
15	0.2693	0.00	0.00	0.30	77.09	77.65	62.46
16	0.2602	0.00	0.00	0.61	77.09	77.65	63.06
17	0.2594	0.00	0.02	0.00	77.09	77.66	63.06
18	0.2476	0.00	0.00	0.00	77.09	77.66	63.06
19	0.2469	0.00	0.24	0.00	77.09	77.91	63.06
20	0.2332	0.00	0.00	0.00	77.09	77.91	63.06
21	0.2285	0.00	0.00	0.19	77.09	77.91	63.26
22	0.2228	0.00	0.01	0.00	77.09	77.92	63.26
23	0.2181	0.00	0.01	0.00	77.09	77.92	63.26
24	0.2162	0.00	0.00	0.00	77.09	77.92	63.26
25	0.2156	0.00	0.04	0.00	77.09	77.97	63.26
26	0.2120	0.00	0.00	0.74	77.09	77.97	64.00
27	0.2020	0.00	0.12	0.00	77.09	78.09	64.00
28	0.2020	0.00	0.00	0.00	77.09	78.09	64.00
29	0.1983	0.00	0.03	0.00	77.09	78.11	64.00
30	0.1978	0.00	0.00	<u>6.07</u>	77.09	78.11	70.06
31	0.1873	0.00	0.00	0.42	77.09	78.11	70.49
32	0.1859	0.00	0.00	0.00	77.09	78.11	70.49
33	0.1855	0.00	1.98	0.00	77.09	80.09	70.49
34	0.1811	0.00	1.85	0.00	77.09	81.94	70.49
35	0.1751	0.00	0.00	1.99	77.09	81.94	72.48
36	0.1691	0.00	0.00	0.00	77.09	81.94	72.48
37	0.1683	0.00	0.00	0.00	77.09	81.94	72.48
38	0.1649	0.00	0.00	0.18	77.09	81.94	72.66
39	0.1643	0.00	0.00	0.00	77.09	81.94	72.66
40	0.1615	0.00	0.00	0.00	77.09	81.94	72.66
41	0.1610	0.00	0.00	1.02	77.09	81.94	73.67
42	0.1586	0.00	0.00	0.00	77.09	81.94	73.67
43	0.1551	0.00	0.00	0.00	77.09	81.94	73.67
44	0.1545	0.00	0.13	0.00	77.09	82.08	73.67
45	0.1532	<u>8.80</u>	0.00	0.00	85.89	82.08	73.67

Mode No	Period	Ux	Uy	Uz	SumUx	SumUy	SumUz
	(sec)	%	%	%	%	%	%
46	0.1528	0.00	0.01	0.00	85.89	82.09	73.67
47	0.1517	0.14	0.00	0.29	86.03	82.09	73.97
48	0.1499	0.05	0.00	0.11	86.08	82.09	74.08
49	0.1458	0.00	0.00	1.21	86.08	82.09	75.29
50	0.1457	0.00	0.00	0.00	86.08	82.09	75.29
150	0.0531	0.00	0.00	0.00	94.83	90.66	82.11

Con i modi considerati si raggiunge una massa partecipante traslazionale maggiore all'85% nelle due direzioni orizzontali. Al contrario, la massa traslazionale verticale delle pile non è compresa all'interno dei primi 150 modi e se ne è debitamente tenuto in conto, ove necessario, nelle verifiche delle sottostrutture.

6.2.2 Diagrammi delle sollecitazioni elementari sulle aste

Si riportano nelle immagini seguenti i diagrammi delle sollecitazioni elementari agenti sui correnti, montanti e diagonali.

L'incremento dinamico dei carichi da traffico in corrispondenza dei giunti è stato applicato a posteriori (in fase di verifica) e, dunque, non compare nei grafici seguenti.

In Figura 39 sono riportate le convenzioni di segno adottate nel modello di calcolo. Le frecce indicano la direzione positiva della corrispondente sollecitazione.

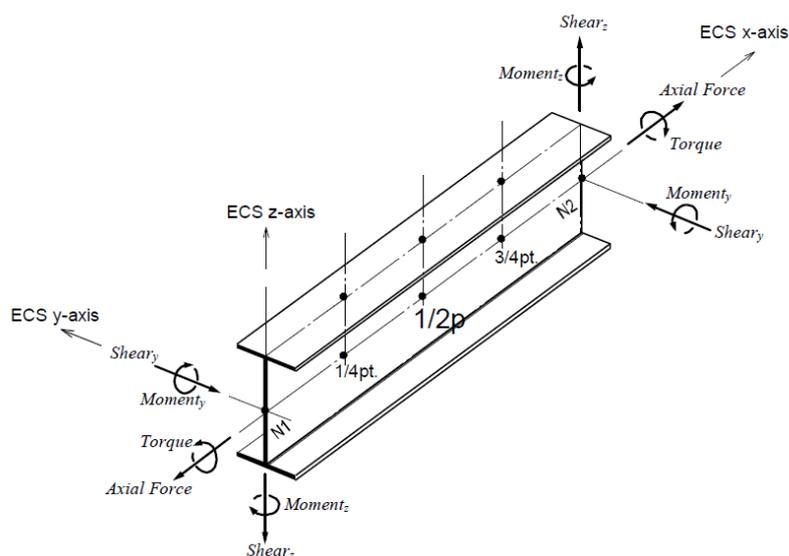


Figura 39– Convenzioni di segno delle caratteristiche della sollecitazione. N1=i e N2=j

A seguire la rappresentazione degli assi locali dei singoli elementi.

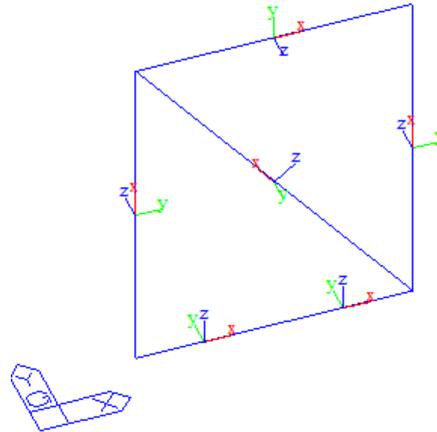


Figura 40– Assi locali elementi

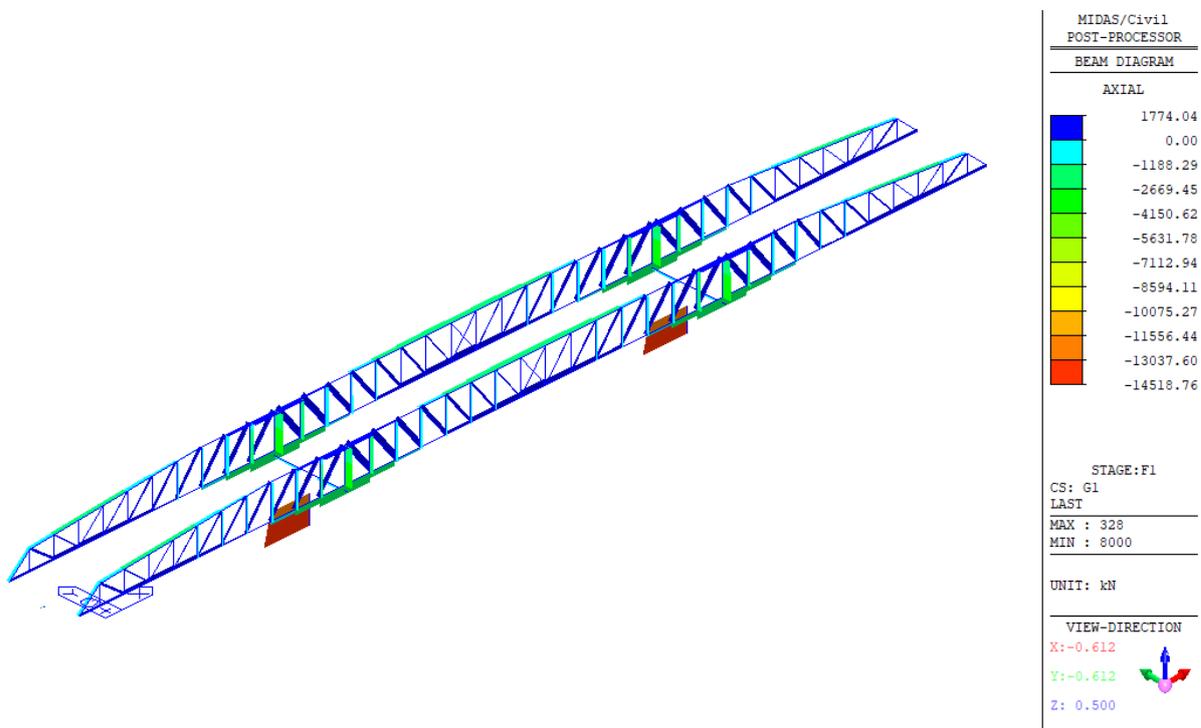


Figura 41 – Peso acciaio– Diagramma dello sforzo assiale N

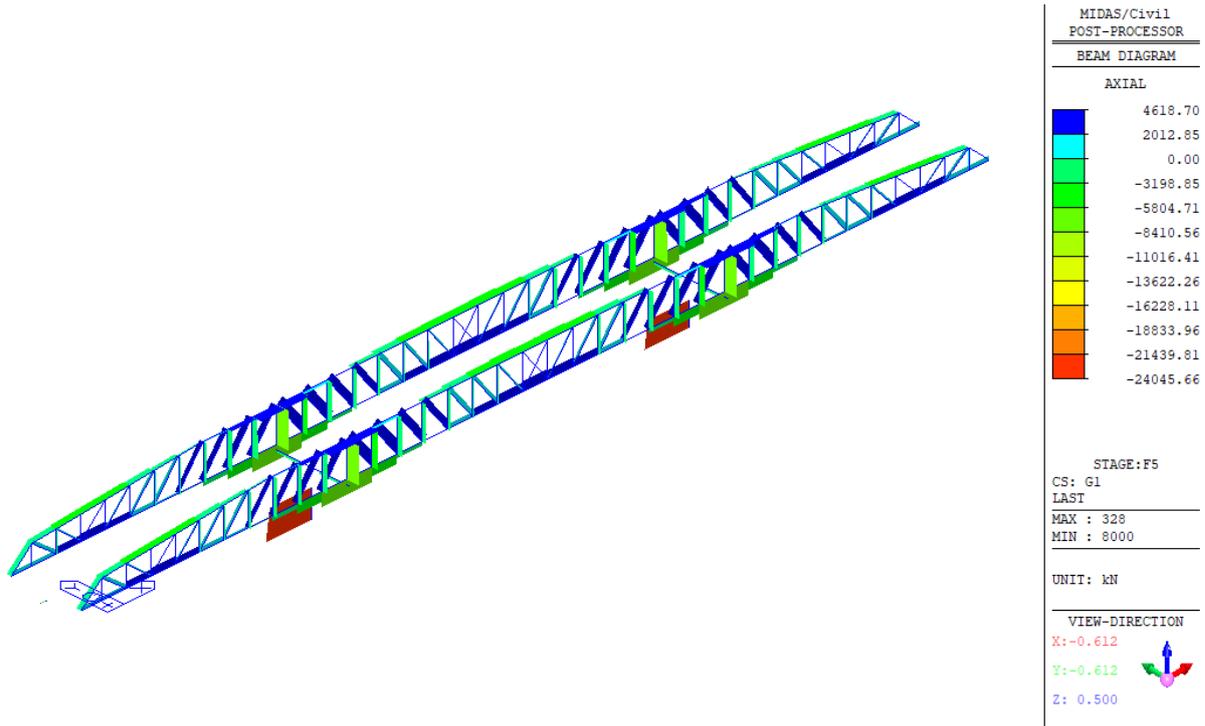


Figura 42 – Permanenti strutturali g1 (acciaio+soletta) – Diagramma dello sforzo assiale N

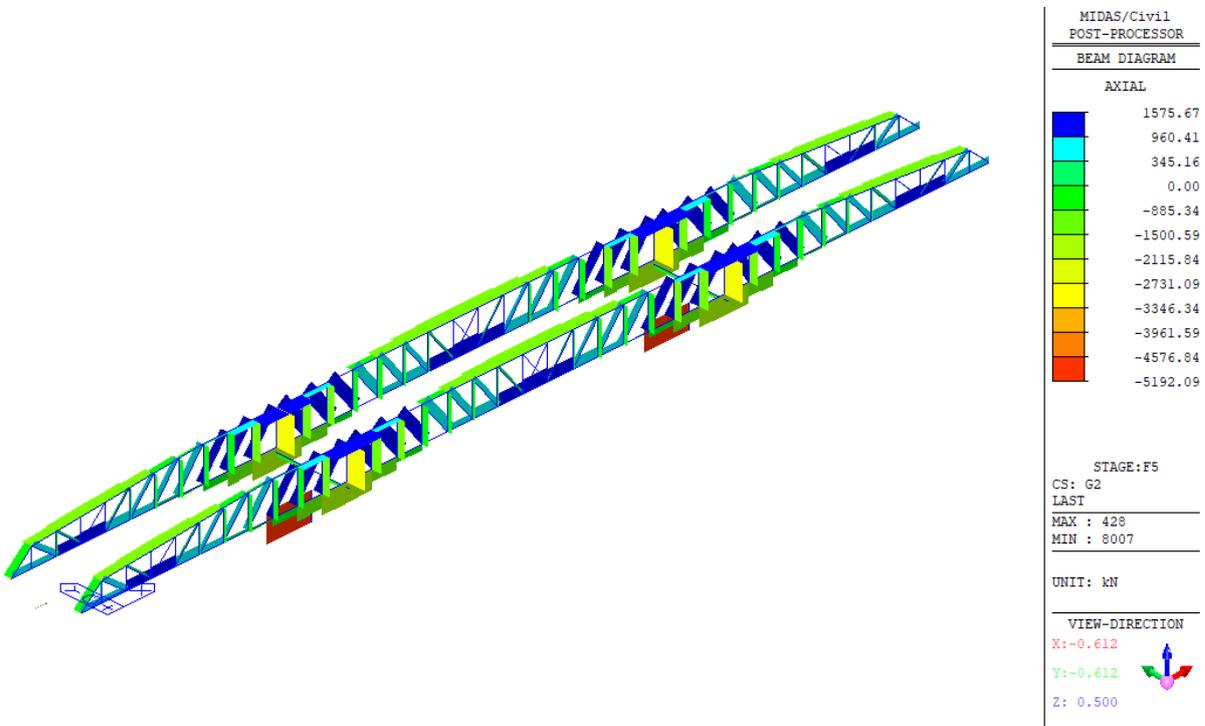


Figura 43 – Permanenti strutturali g2 – Diagramma dello sforzo assiale N

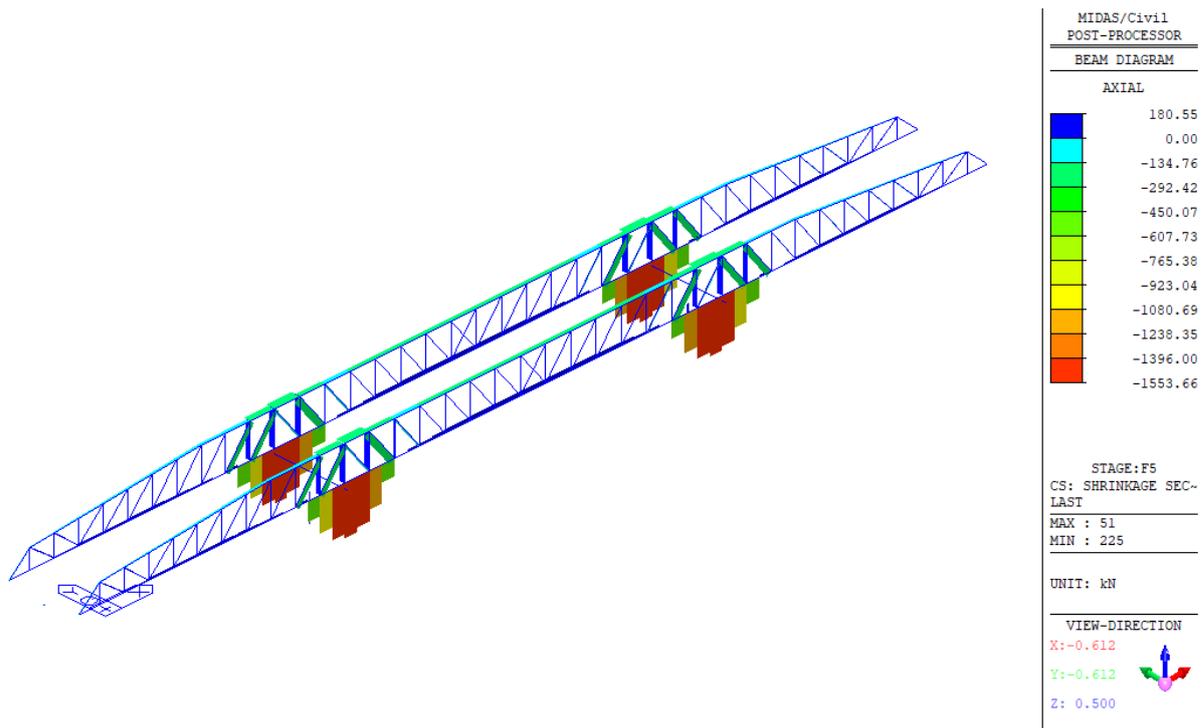


Figura 44 – Contributo secondario dell'azione da ritiro ϵ_{2_iper} – Diagramma dello sforzo assiale N

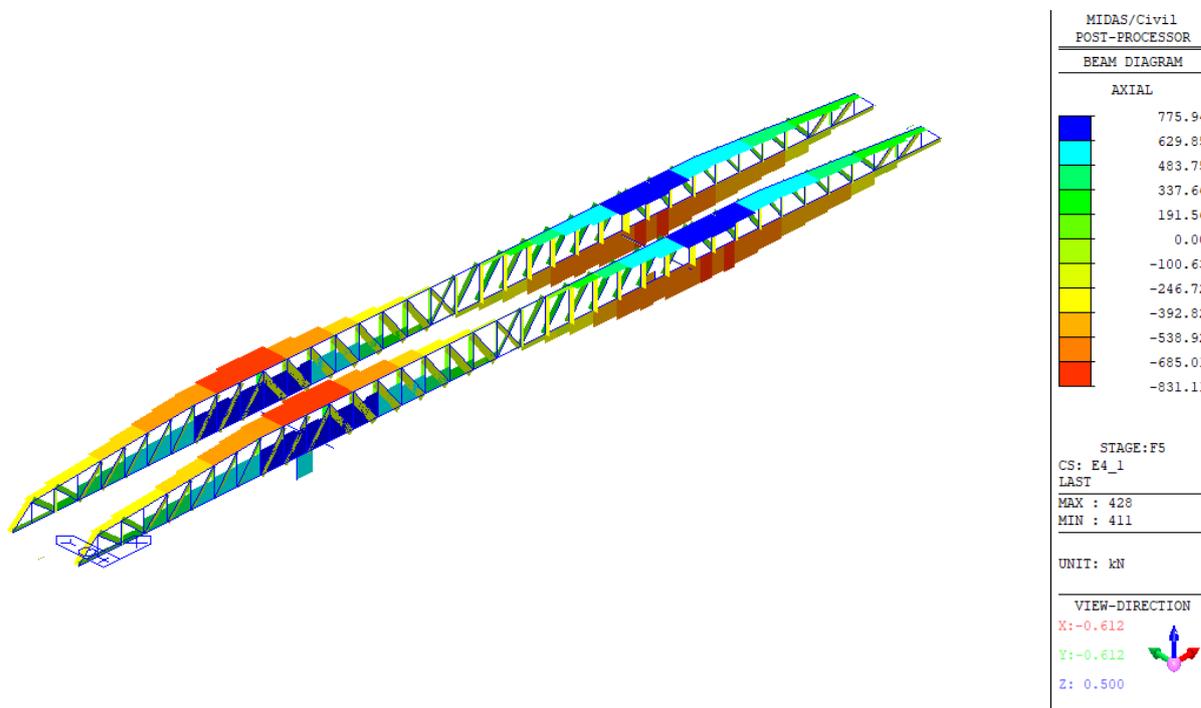


Figura 45 – Cedimenti vincolari caso 1 ϵ_{4_1} – Diagramma dello sforzo assiale N

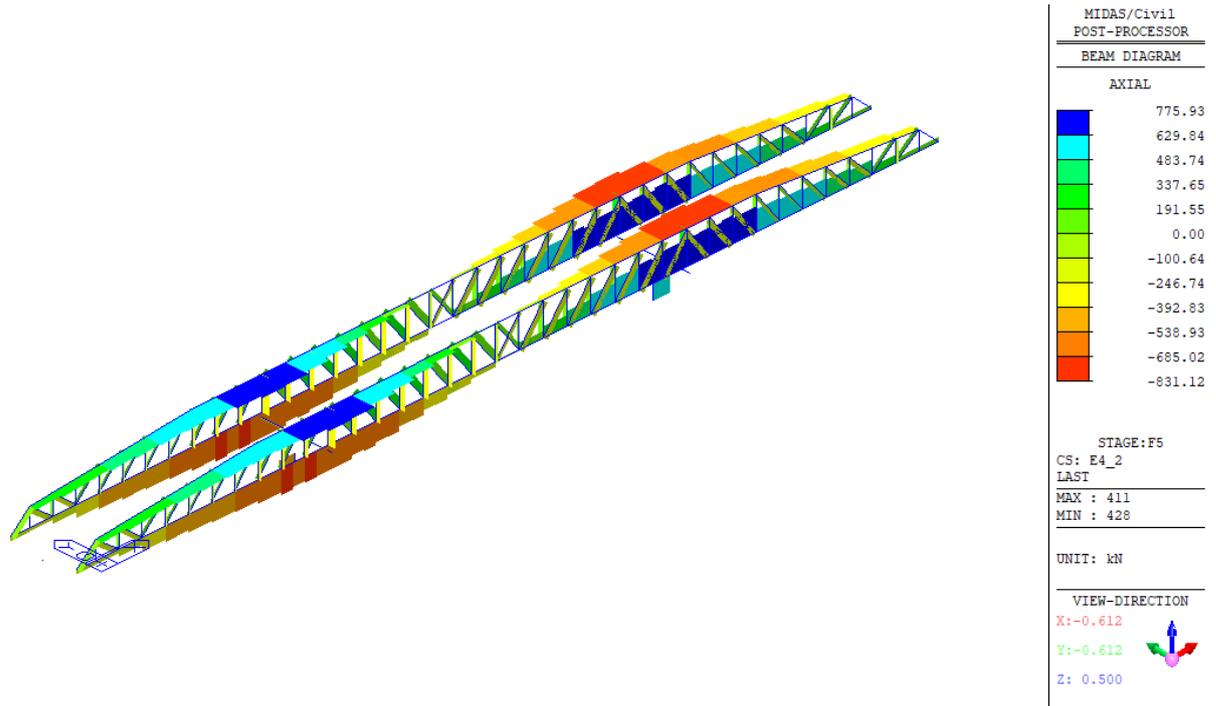


Figura 46 – Cedimenti vincolari caso 1 ε4_2 – Diagramma dello sforzo assiale N

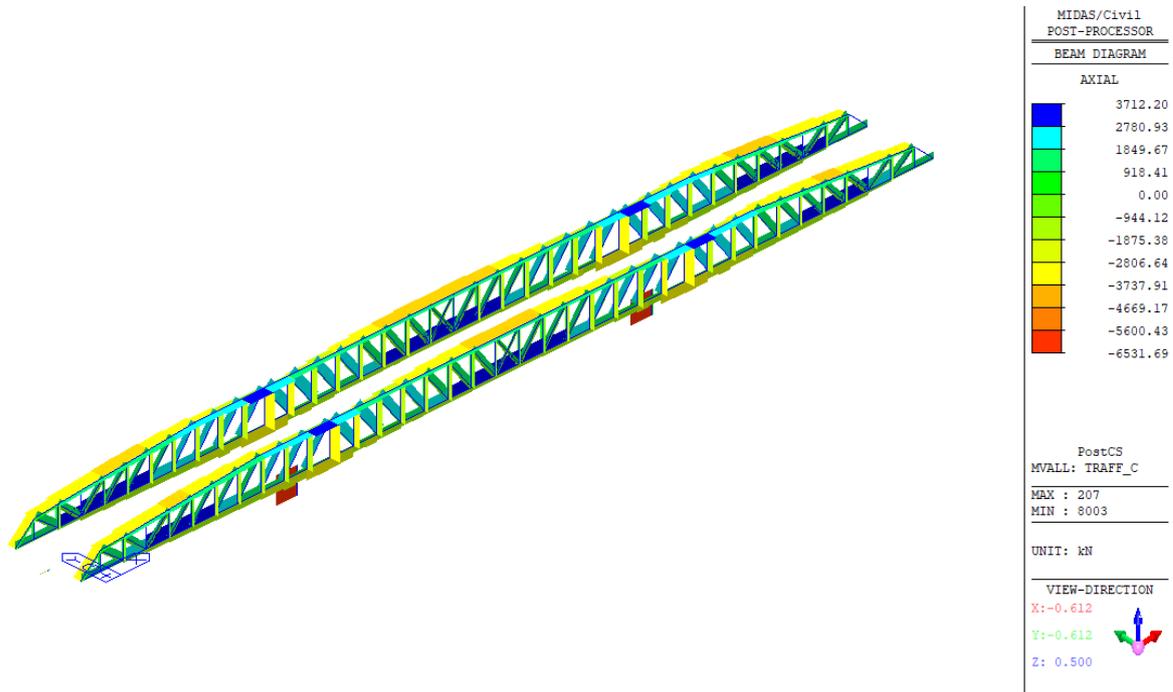


Figura 47 – Verticale da traffico modello 1 caratteristico – Diagramma dello sforzo assiale N

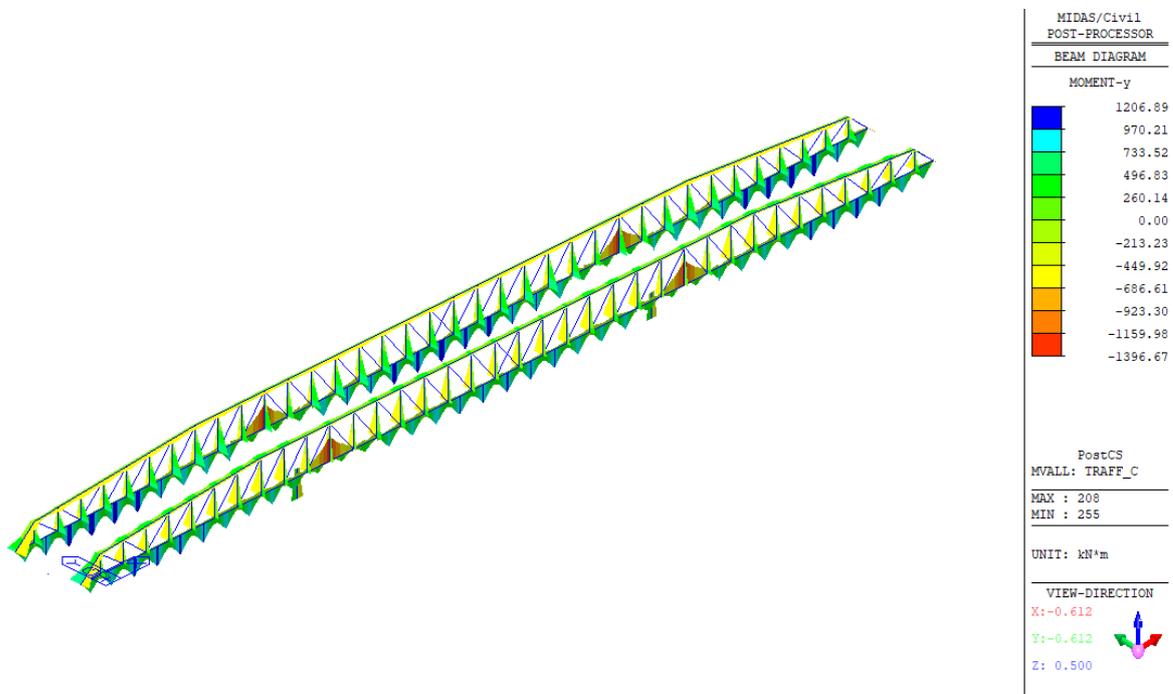


Figura 48 – Verticale da traffico modello 1 caratteristico – Diagramma del momento flettente My

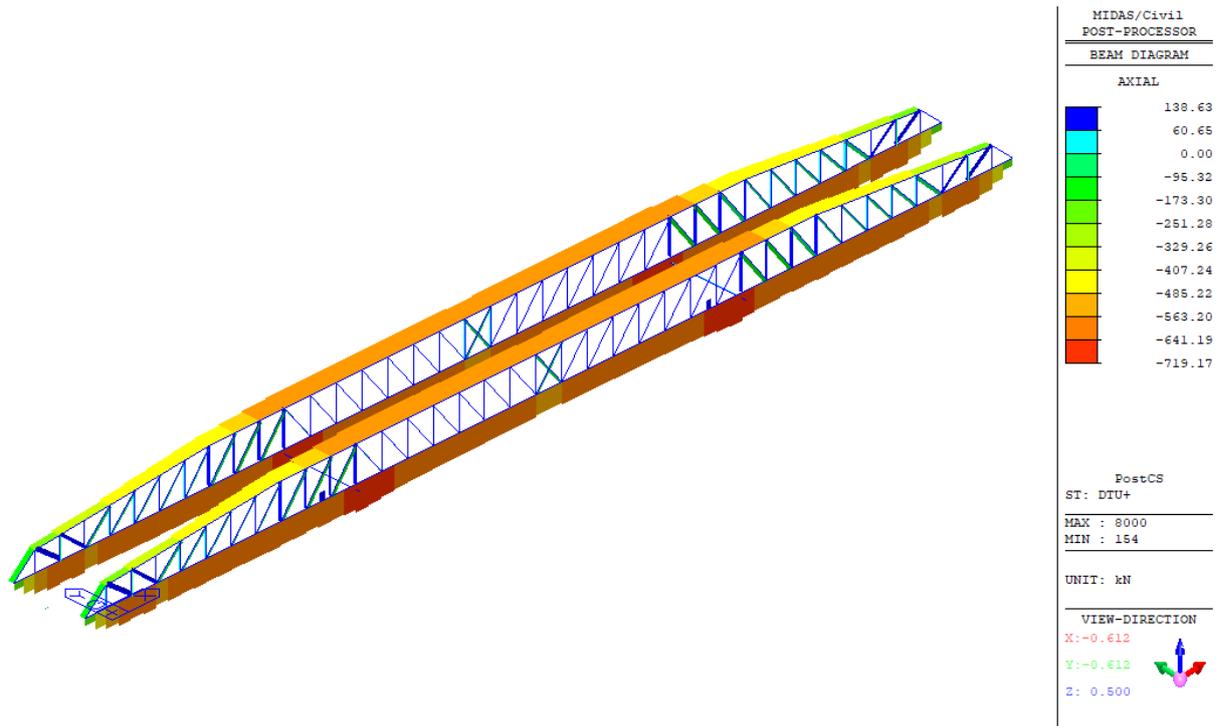


Figura 49 – Variazione termica uniforme (positiva) $q7_{\Delta Tu}$ – Diagramma dello sforzo assiale N

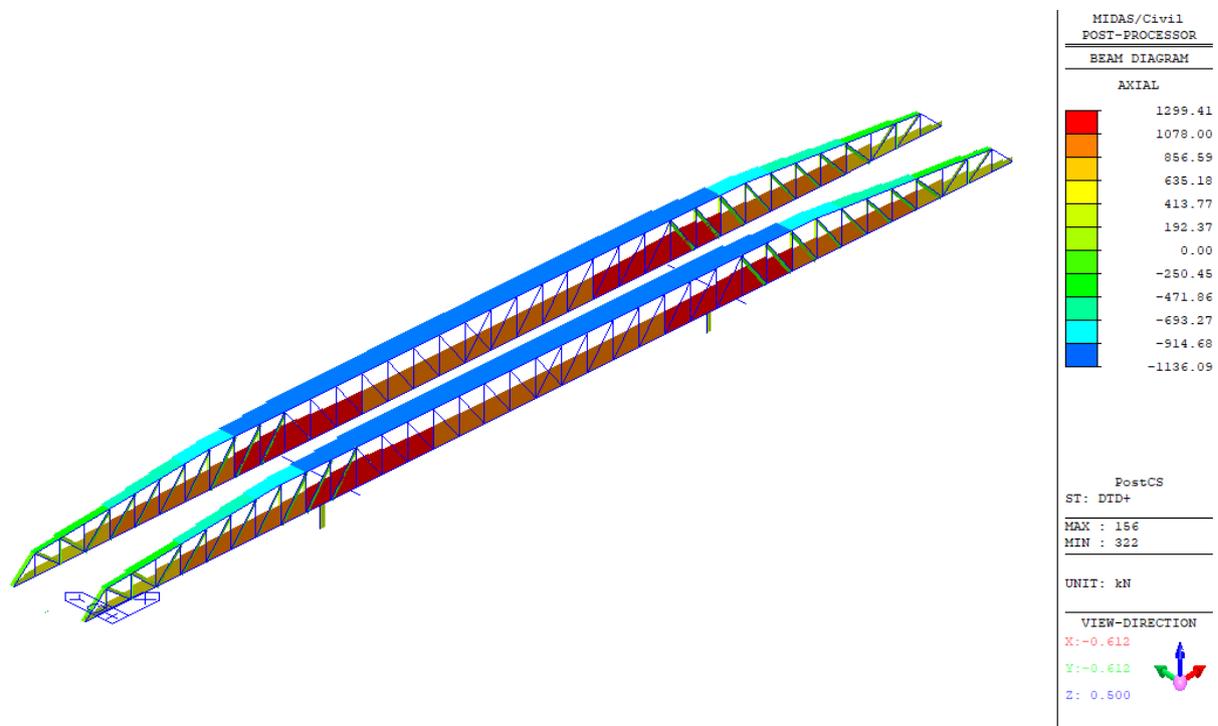


Figura 50 – Variazione termica differenziale (positiva) $q7_{\Delta Td}$ – Diagramma dello sforzo assiale N

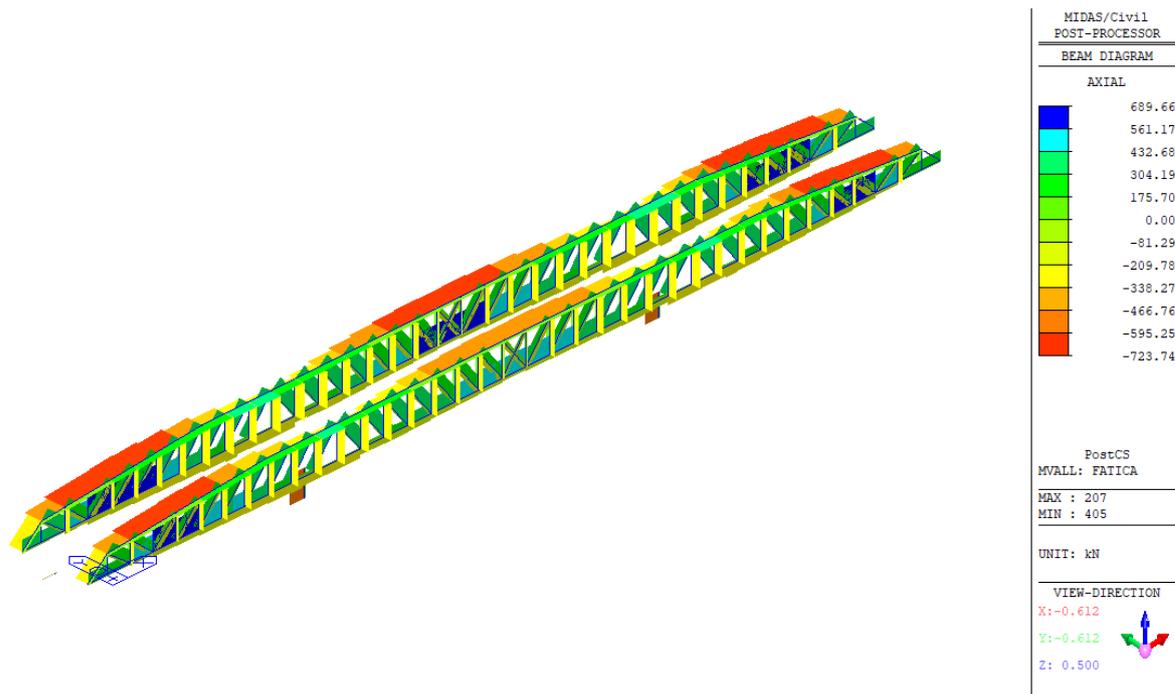


Figura 51 – Verticale da traffico modello 3 (fatica) – Diagramma dello sforzo assiale N

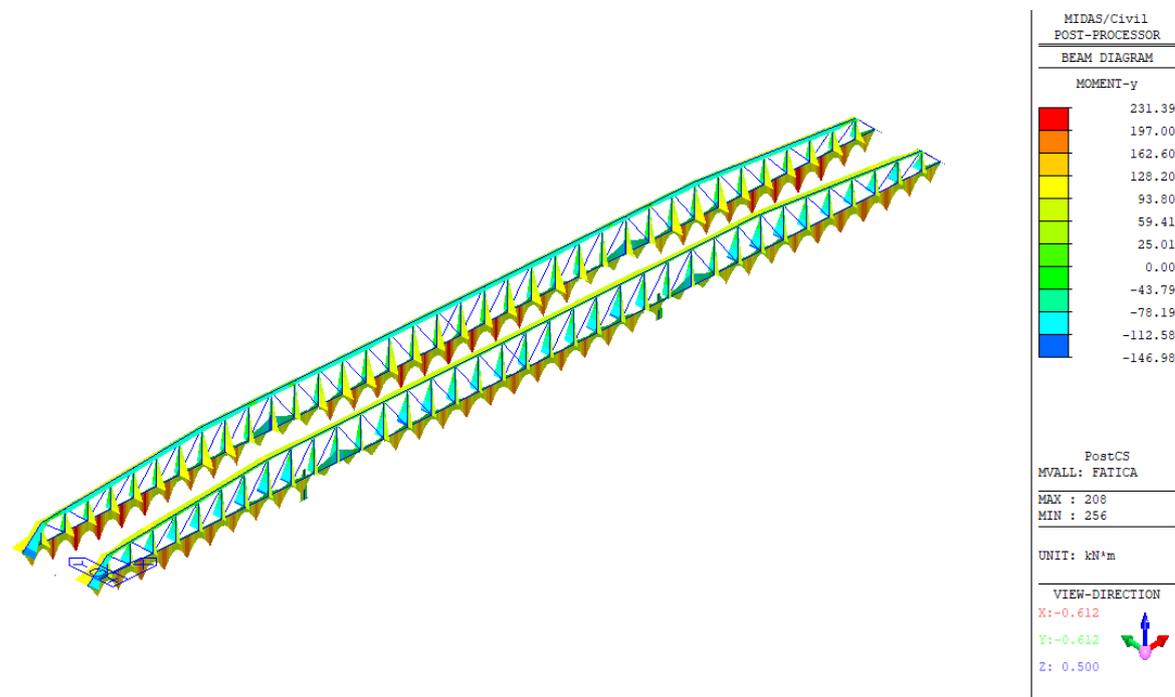


Figura 52 – Verticale da traffico modello 3 (fatica) – Diagramma del momento flettente My

6.2.3 Diagrammi delle sollecitazioni elementari sui traversi

Si riportano nelle immagini seguenti i diagrammi delle sollecitazioni elementari agenti sui traversi.

L'incremento dinamico dei carichi da traffico in corrispondenza dei giunti è stato applicato a posteriori (in fase di verifica) e, dunque, non compare nei grafici seguenti.

In Figura 39 sono riportate le convenzioni di segno adottate nel modello di calcolo. Le frecce indicano la direzione positiva della corrispondente sollecitazione.

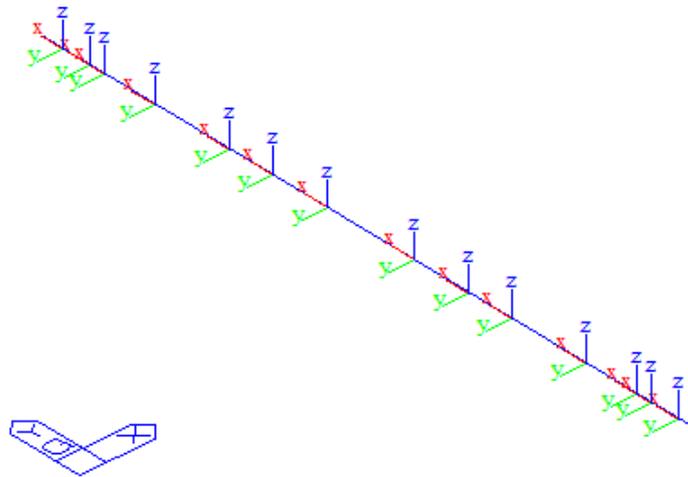


Figura 53– Assi locali elementi traversi

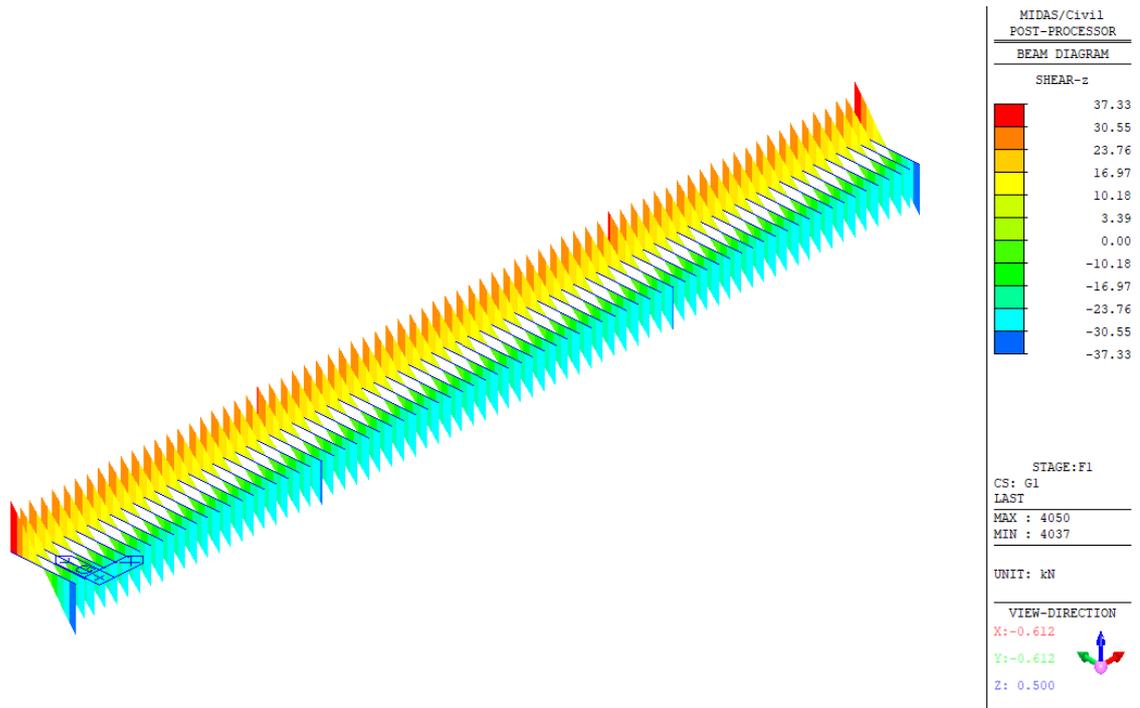


Figura 54 – Peso acciaio– Diagramma del taglio verticale Vz

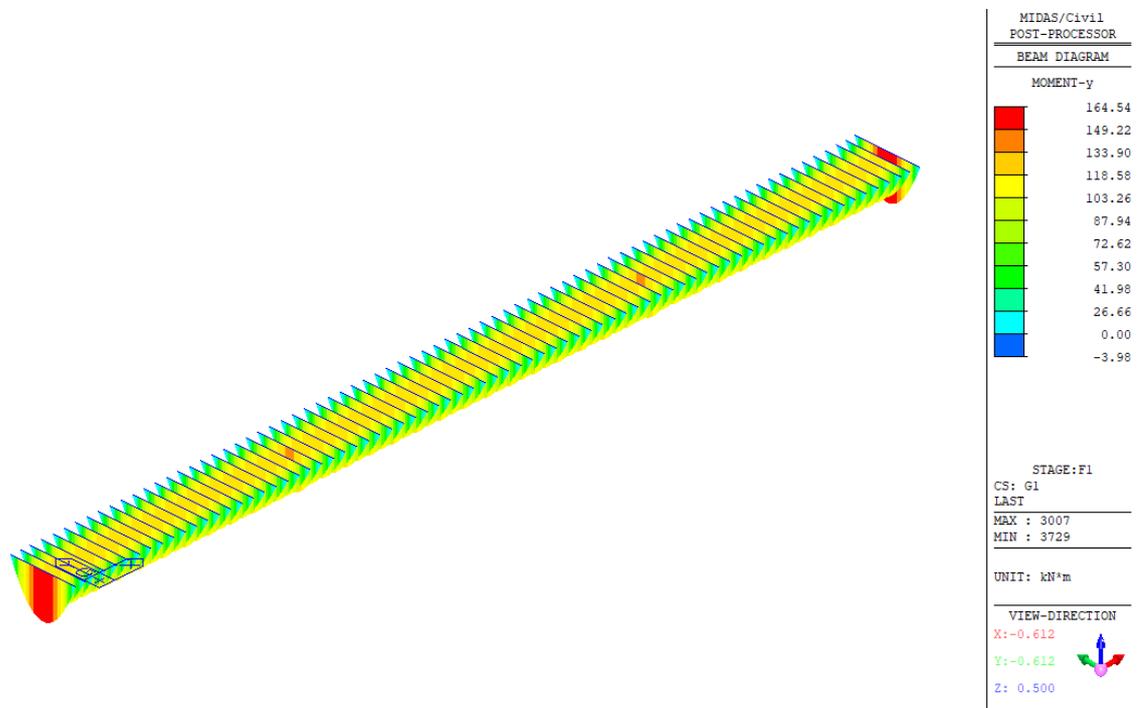


Figura 55 – Peso acciaio– Diagramma del momento flettente My

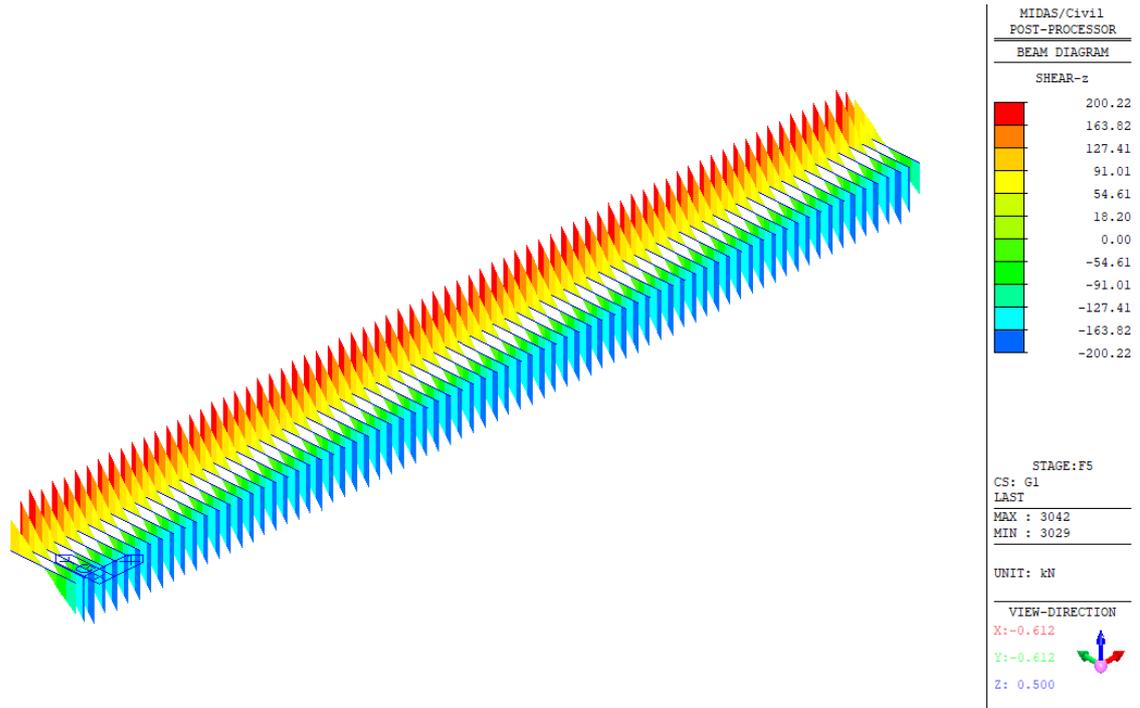


Figura 56 – Permanenti strutturali g1 (acciaio+soletta) – Diagramma del taglio verticale Vz

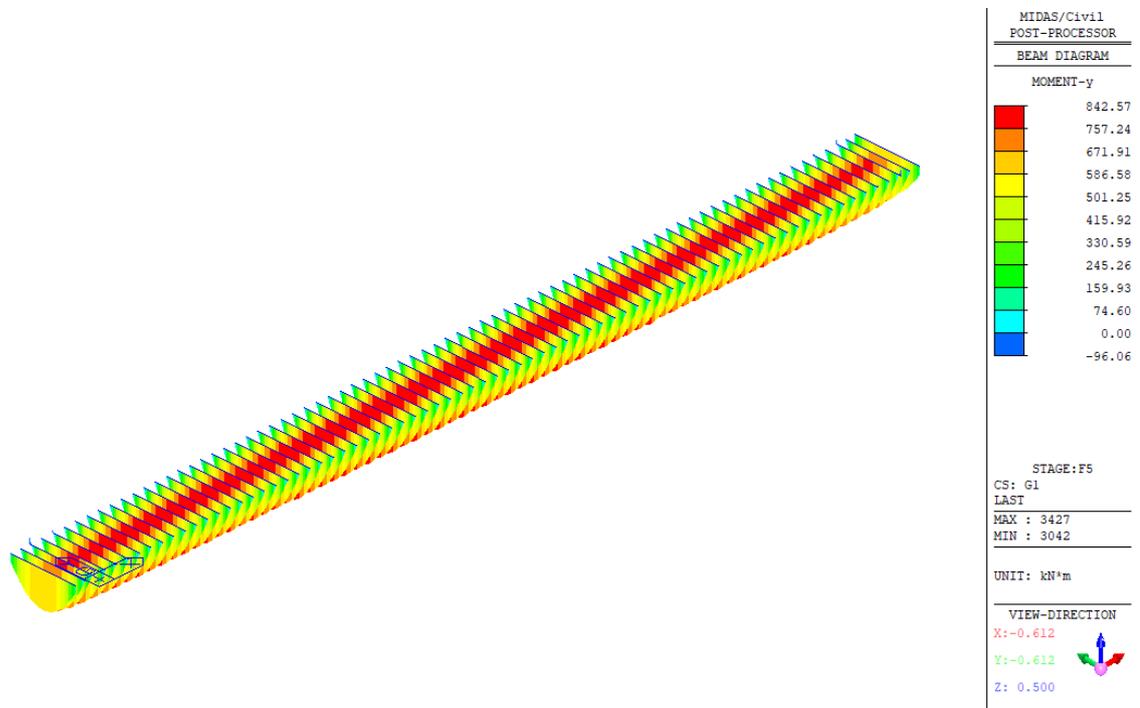


Figura 57 – Permanenti strutturali g1 (acciaio+soletta) – Diagramma del momento flettente My

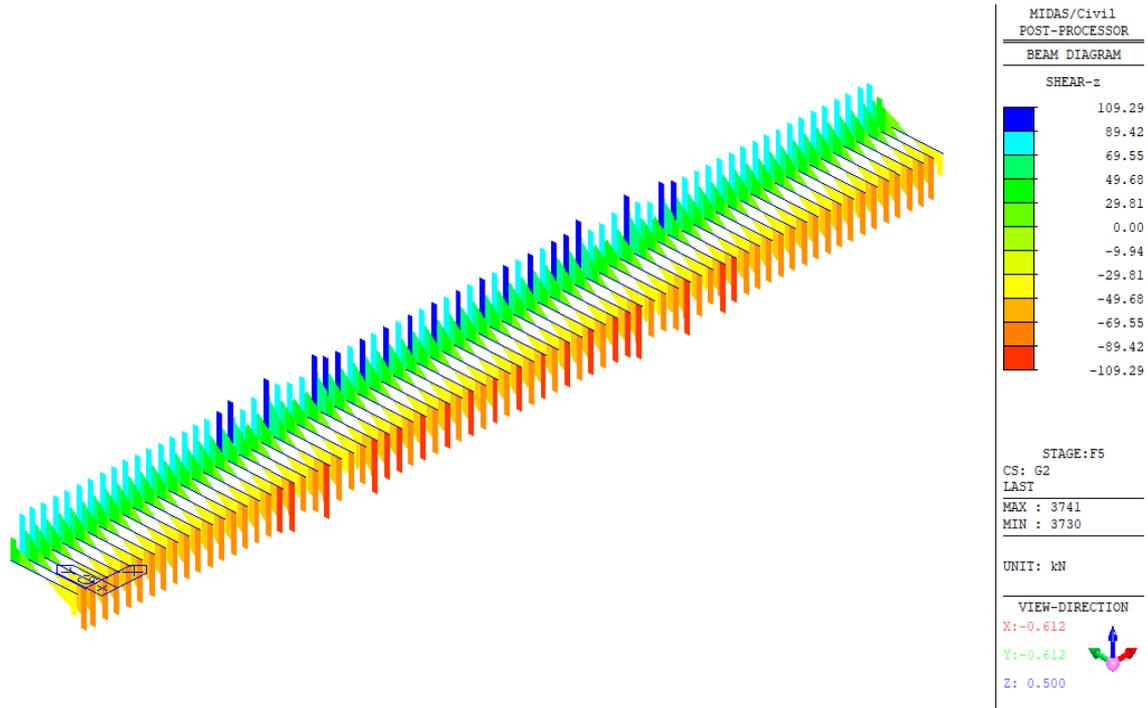


Figura 58 – Permanenti strutturali g2 – Diagramma del taglio verticale Vz

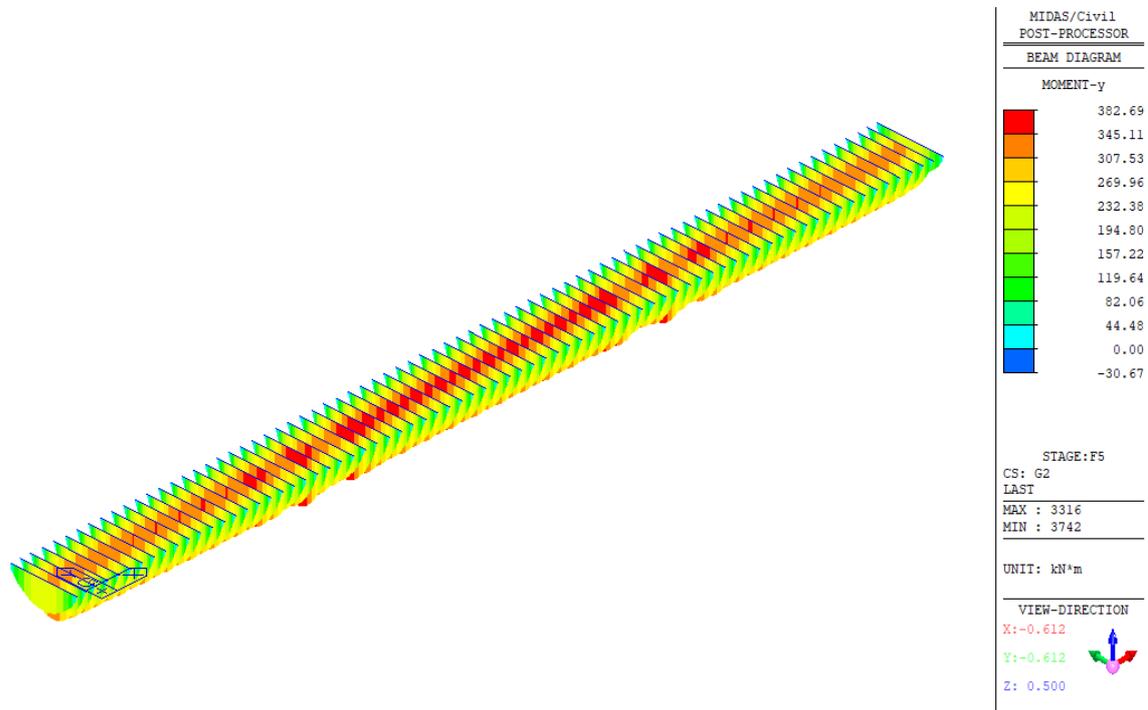


Figura 59 – Permanenti strutturali g2 – Diagramma del momento flettente My

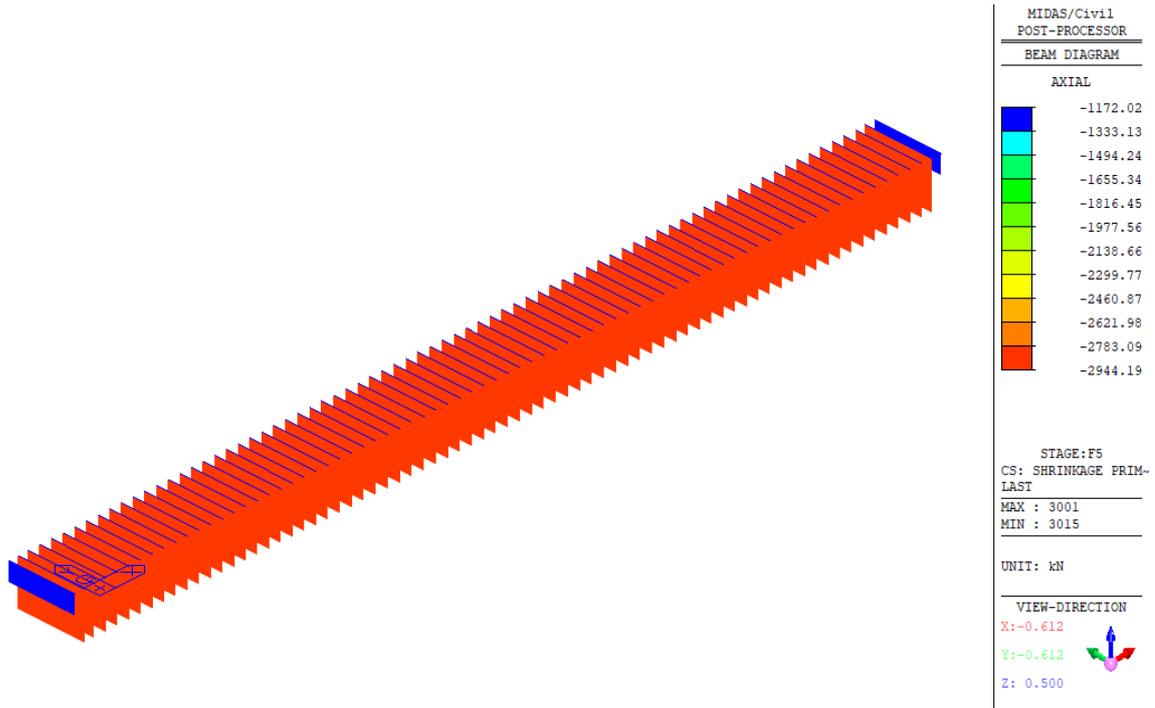


Figura 60 – Contributo primario dell'azione da ritiro ϵ_{2_iso} – Diagramma dello sforzo assiale N

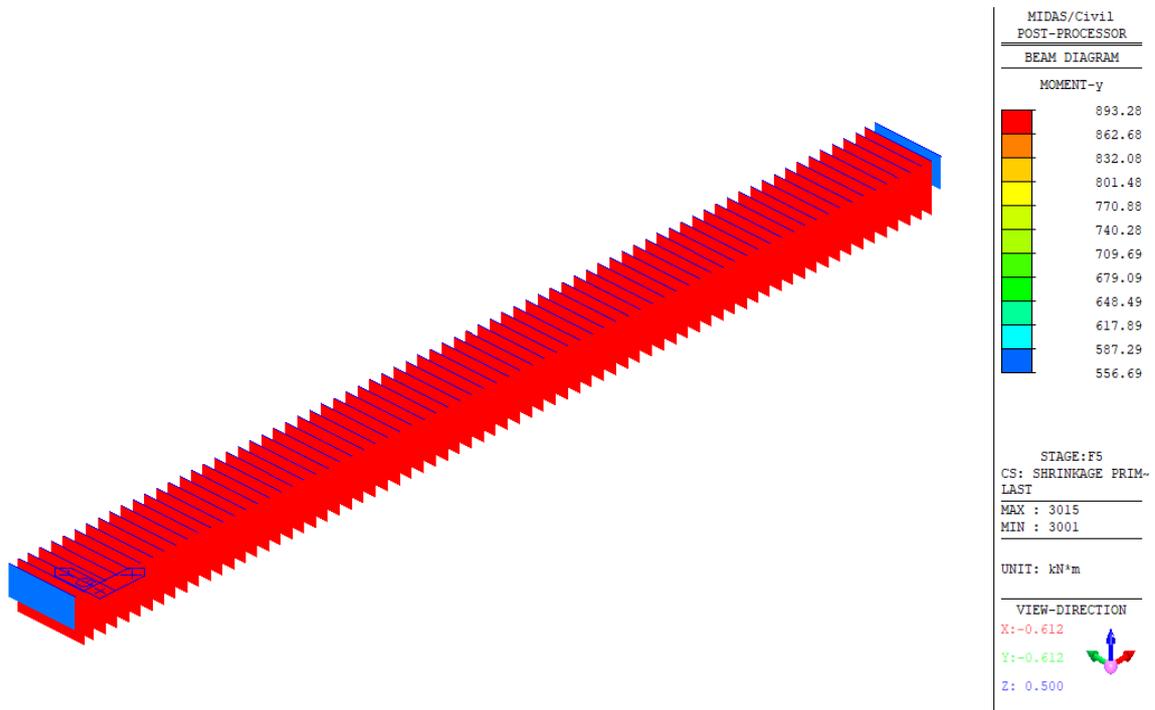


Figura 61 – Contributo primario dell'azione da ritiro ϵ_{2_iso} – Diagramma del momento flettente My

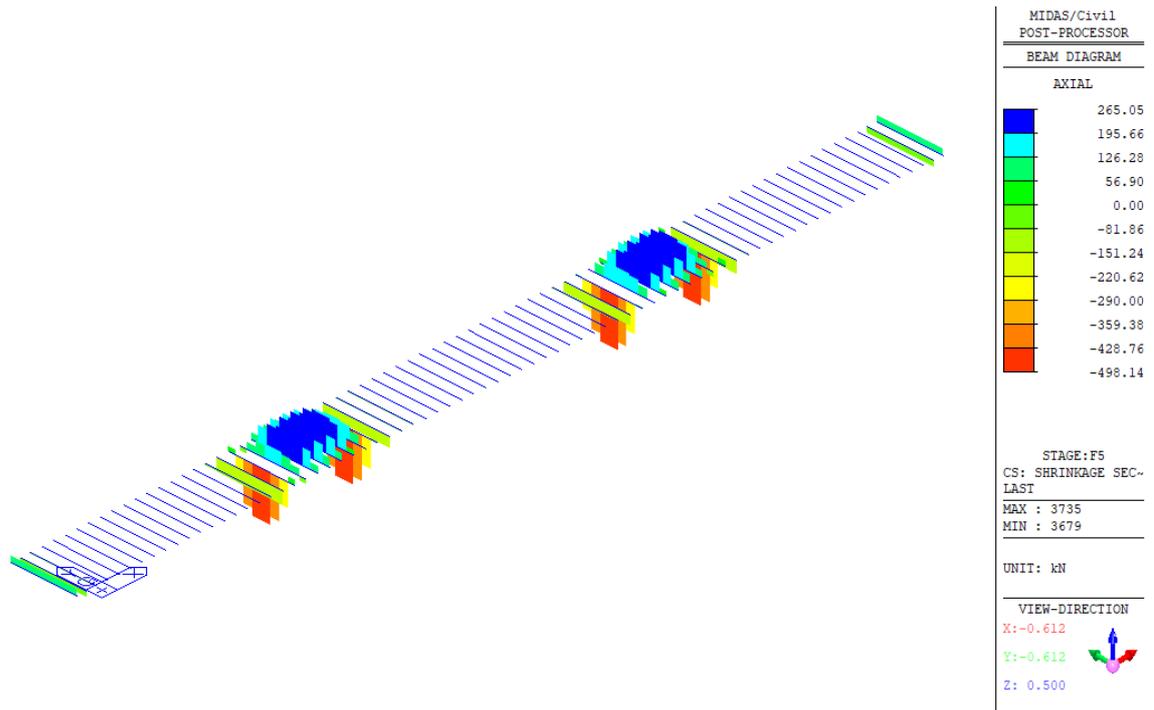


Figura 62 – Contributo secondario dell'azione da ritiro ϵ_{2_iper} – Diagramma dello sforzo assiale N

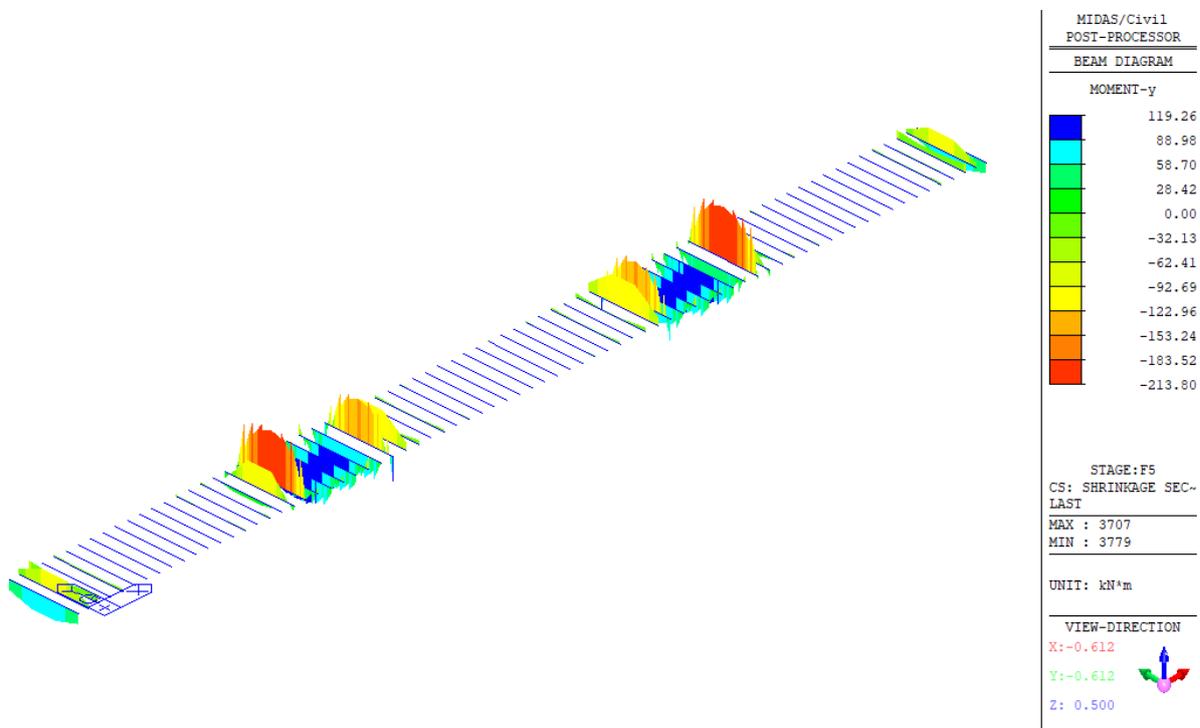


Figura 63 – Contributo secondario dell'azione da ritiro ϵ_{2_iper} – Diagramma del momento flettente My

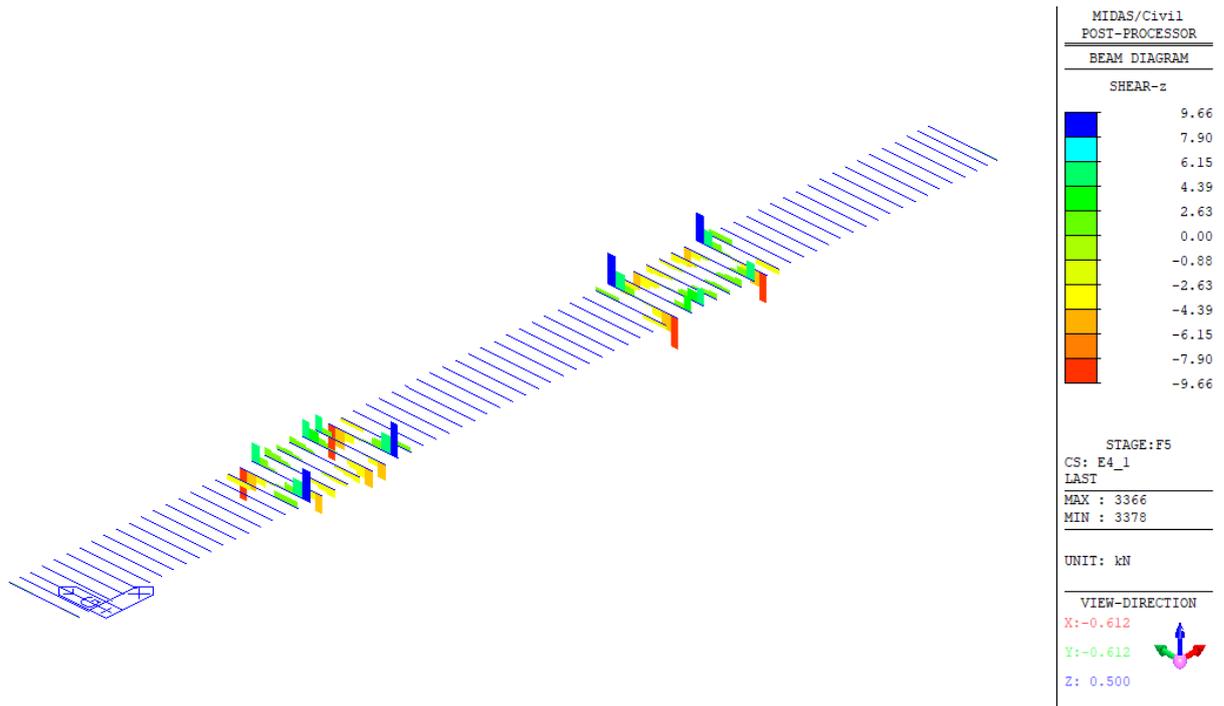


Figura 64 – Cedimenti vincolari caso 1 ε4_1 – Diagramma del taglio verticale Vz

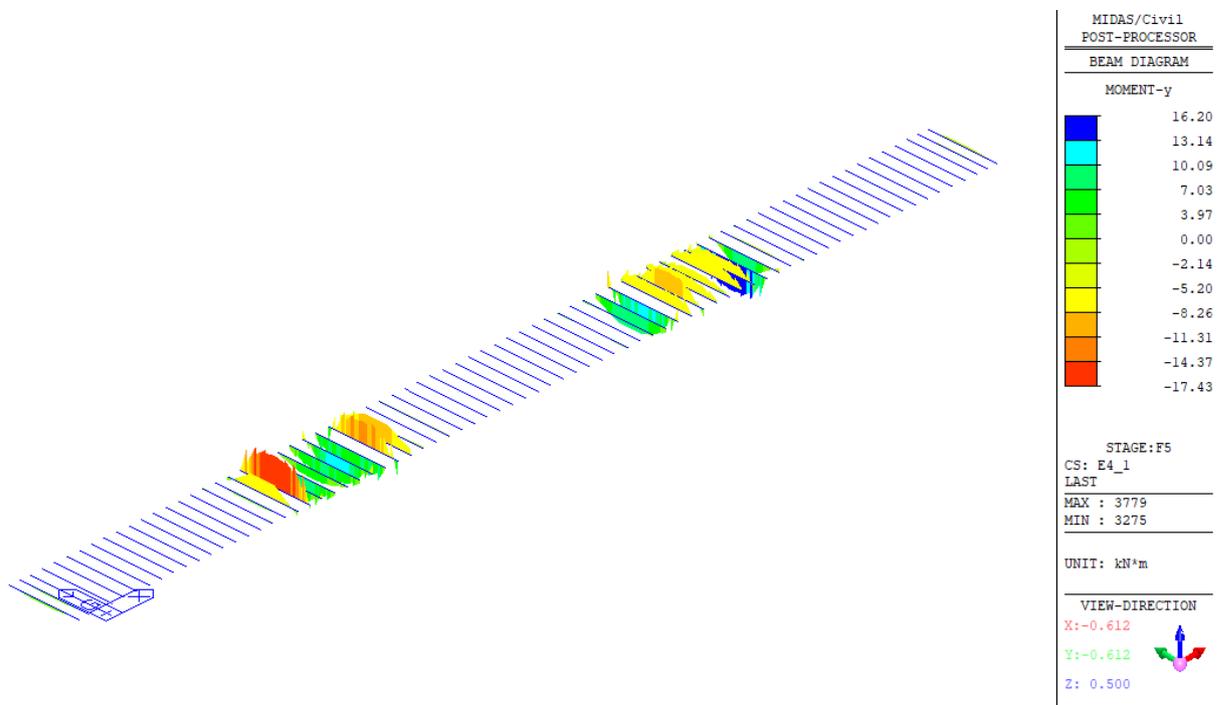


Figura 65 - Cedimenti vincolari caso 1 ε4_1 – Diagramma del momento flettente My

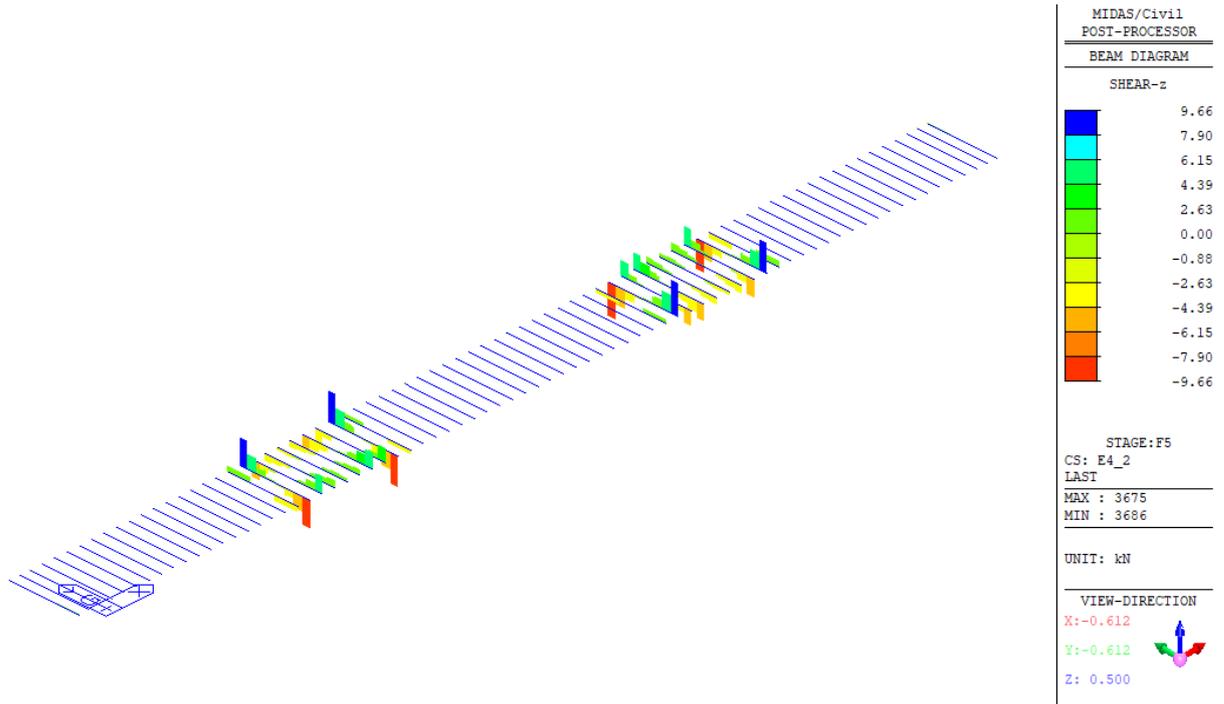


Figura 66 – Cedimenti vincolari caso 2 ε4_2 – Diagramma del taglio verticale Vz

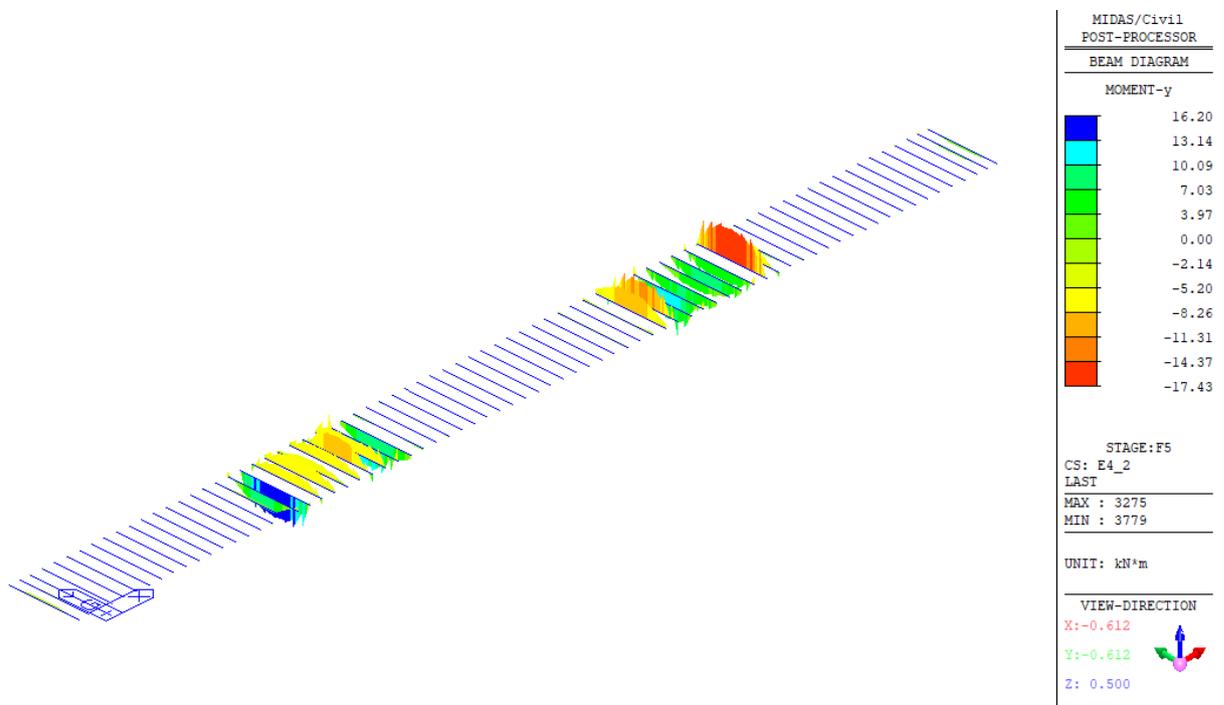


Figura 67 – Cedimenti vincolari caso 2 ε4_2 – Diagramma del momento flettente My

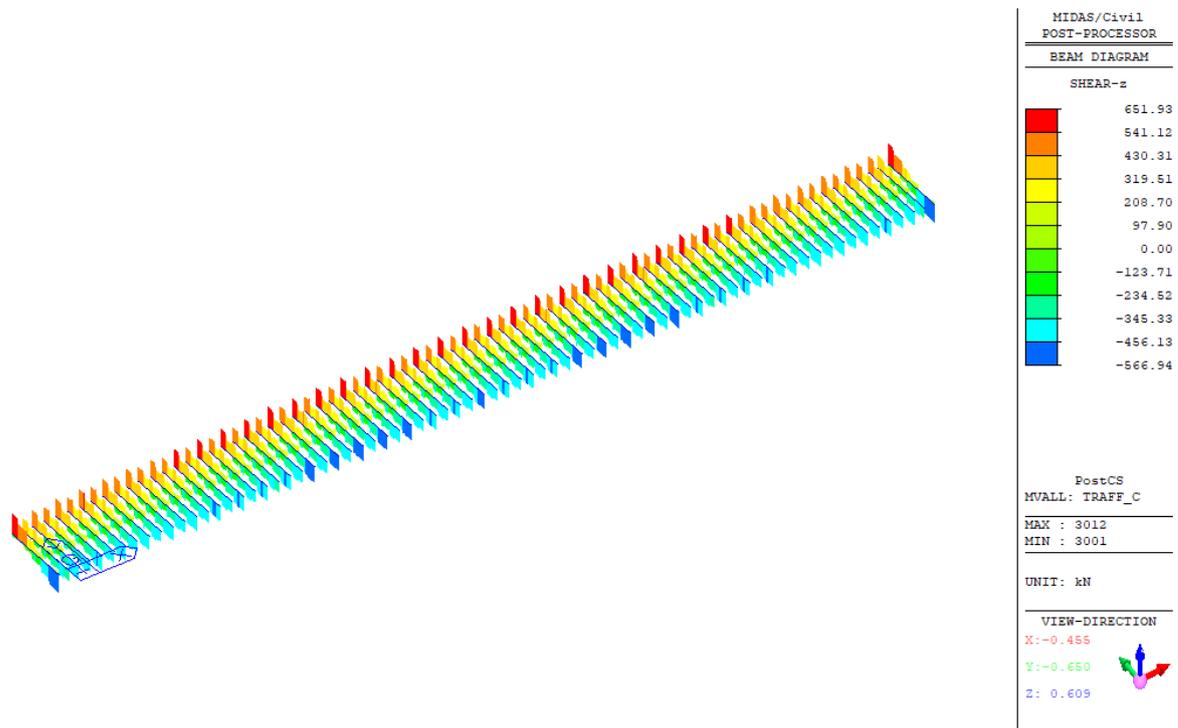


Figura 68 – Verticale da traffico modello 1 caratteristico– Diagramma del taglio verticale Vz

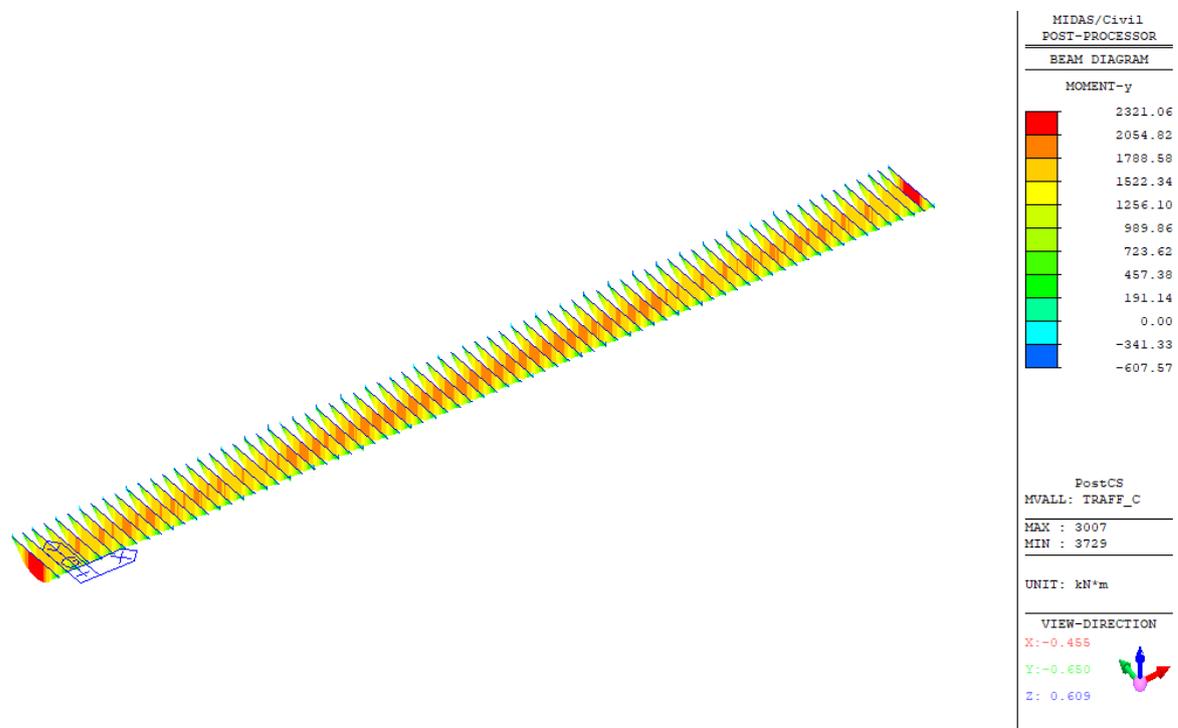


Figura 69 – Verticale da traffico modello 1 caratteristico– Diagramma del momento flettente My

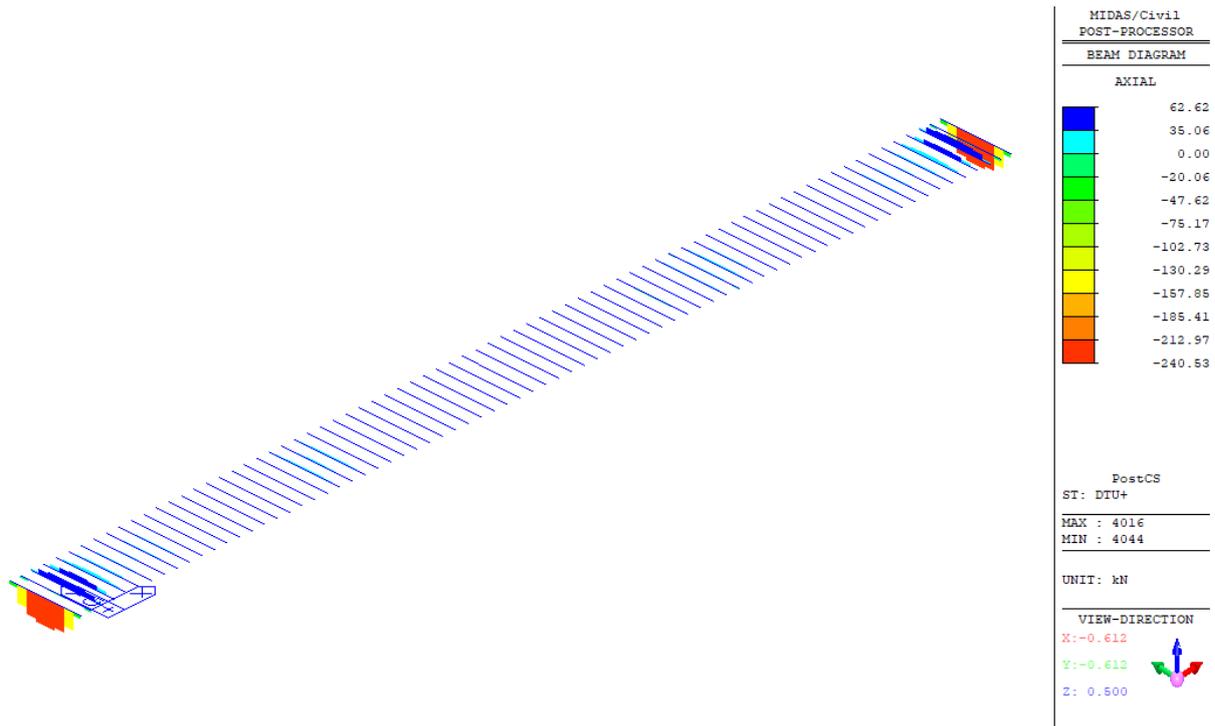


Figura 70 – Variazione termica uniforme (positiva) $q7_ΔTu$ – Diagramma dello sforzo assiale N

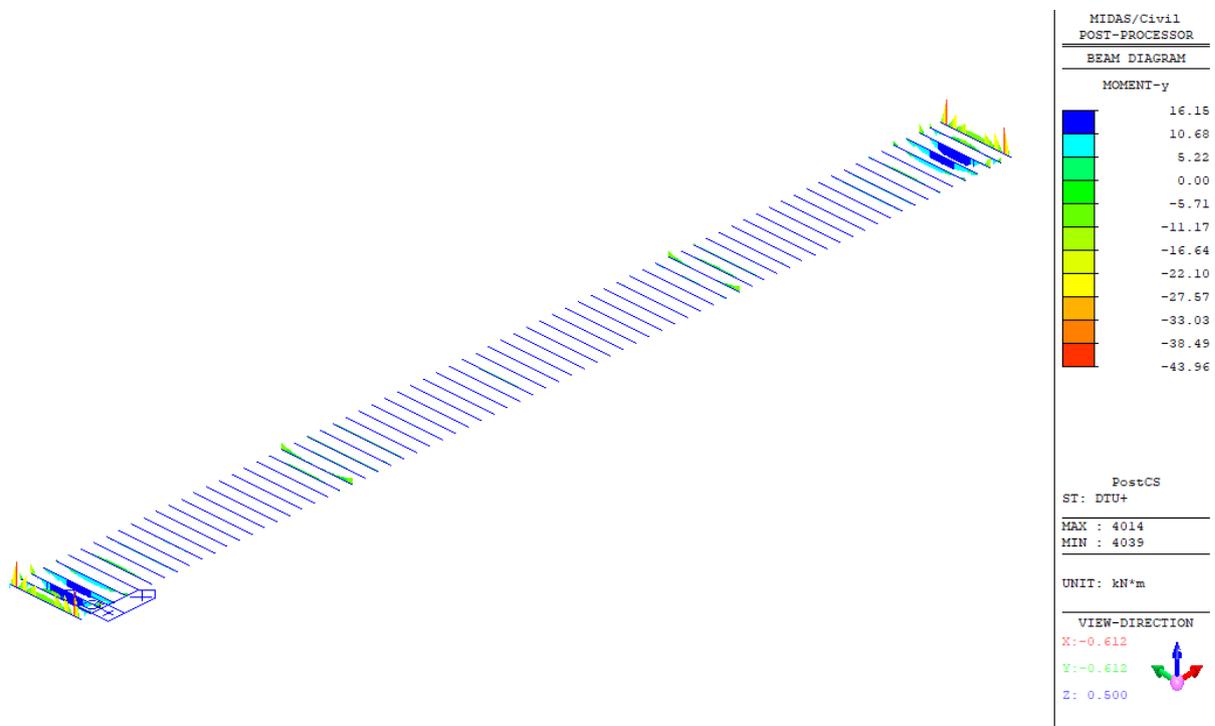


Figura 71 – Variazione termica uniforme (positiva) $q7_ΔTu$ – Diagramma del momento flettente M_y

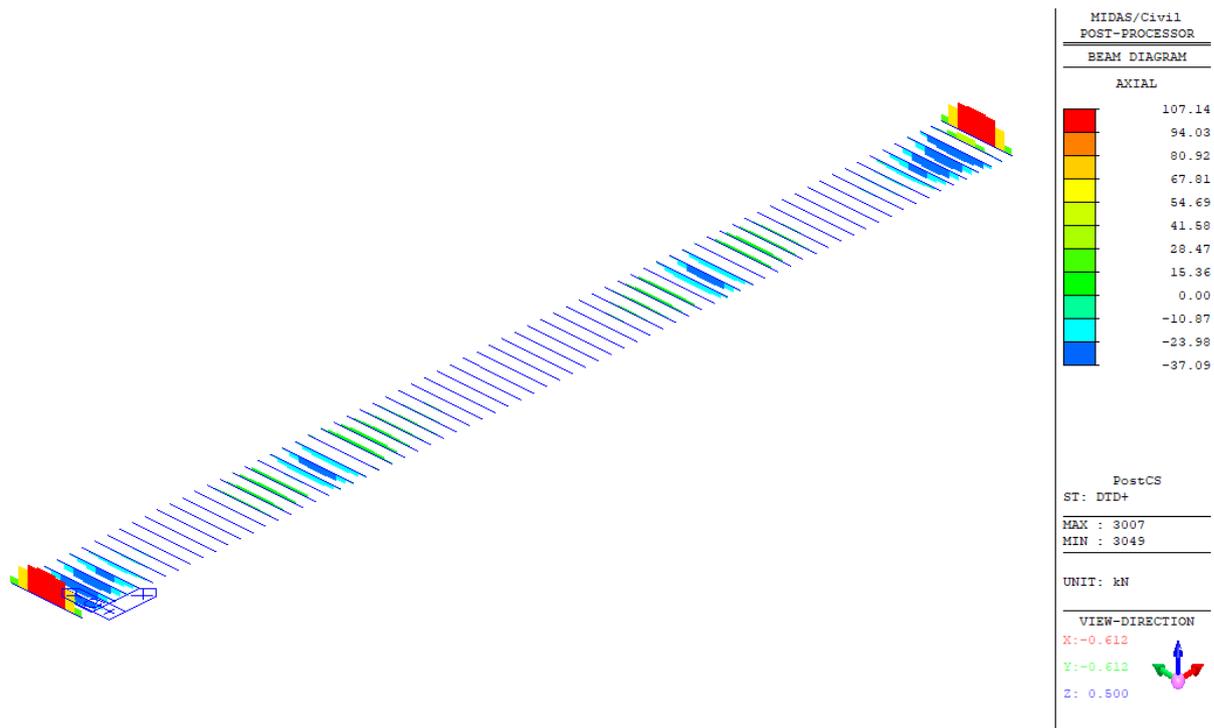


Figura 72 – Variazione termica differenziale (positiva) $q7_dTd$ – Diagramma dello sforzo assiale N

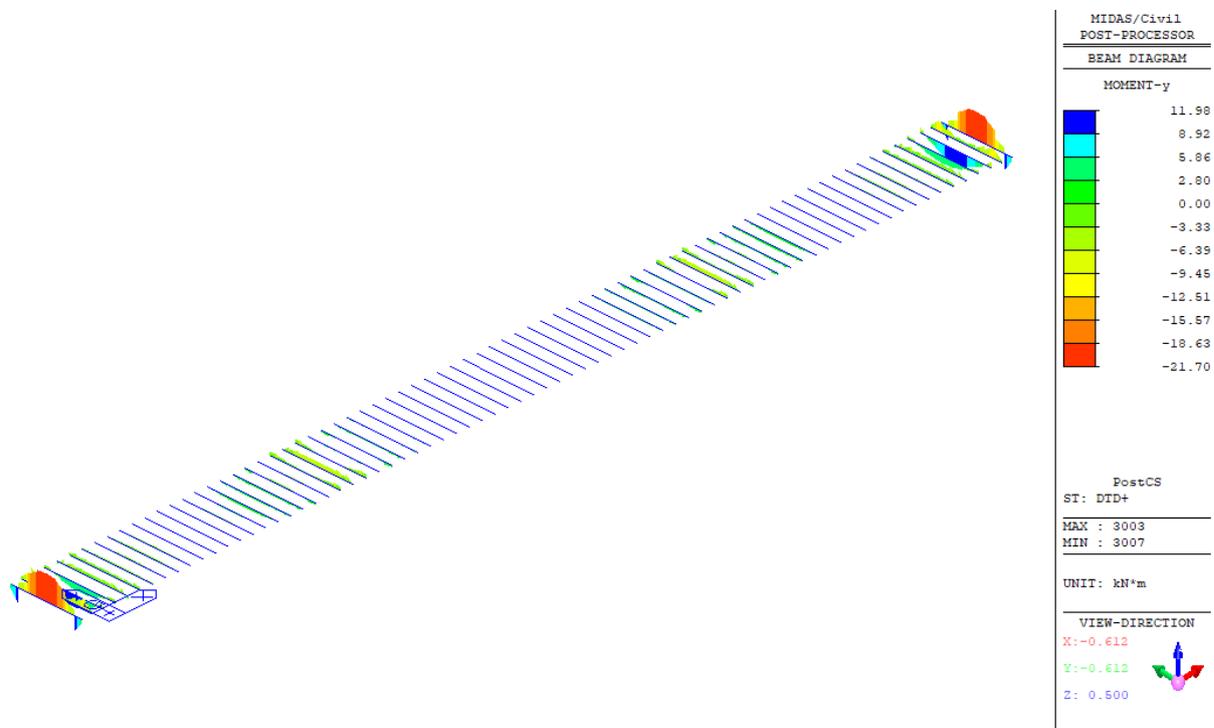


Figura 73 – Variazione termica differenziale (positiva) $q7_dTd$ – Diagramma del momento flettente M_y

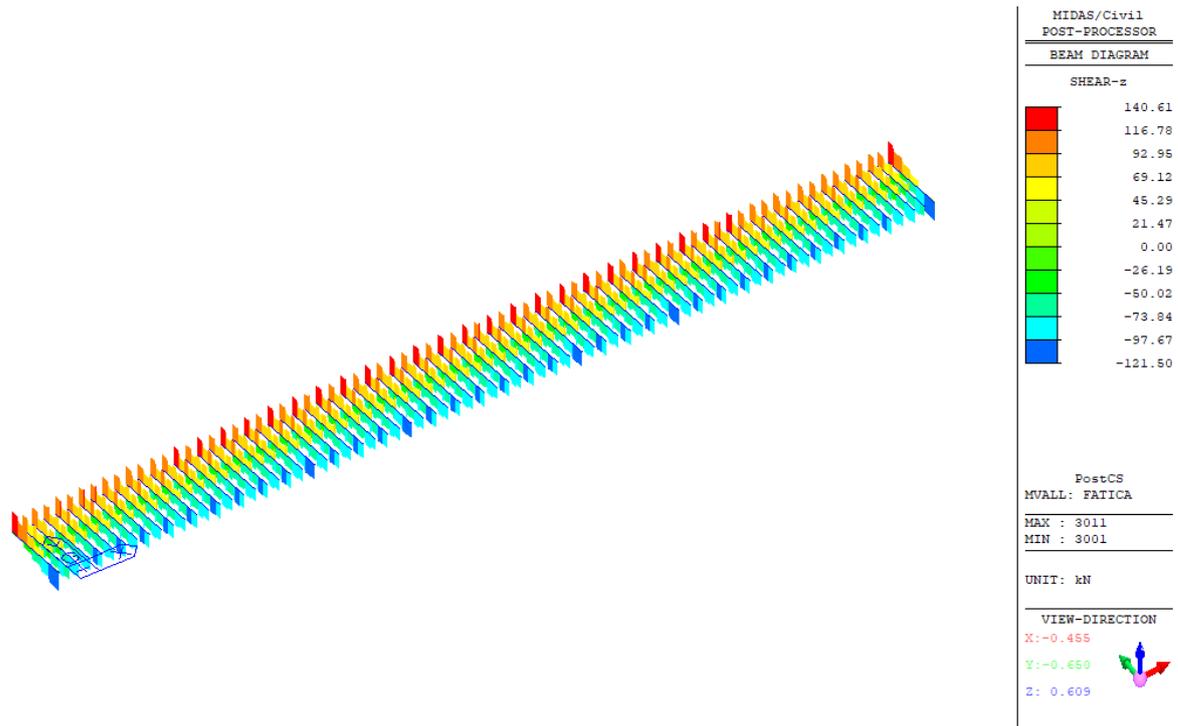


Figura 74 – Verticale da traffico modello 3 (fatica) – Diagramma del taglio verticale Vz

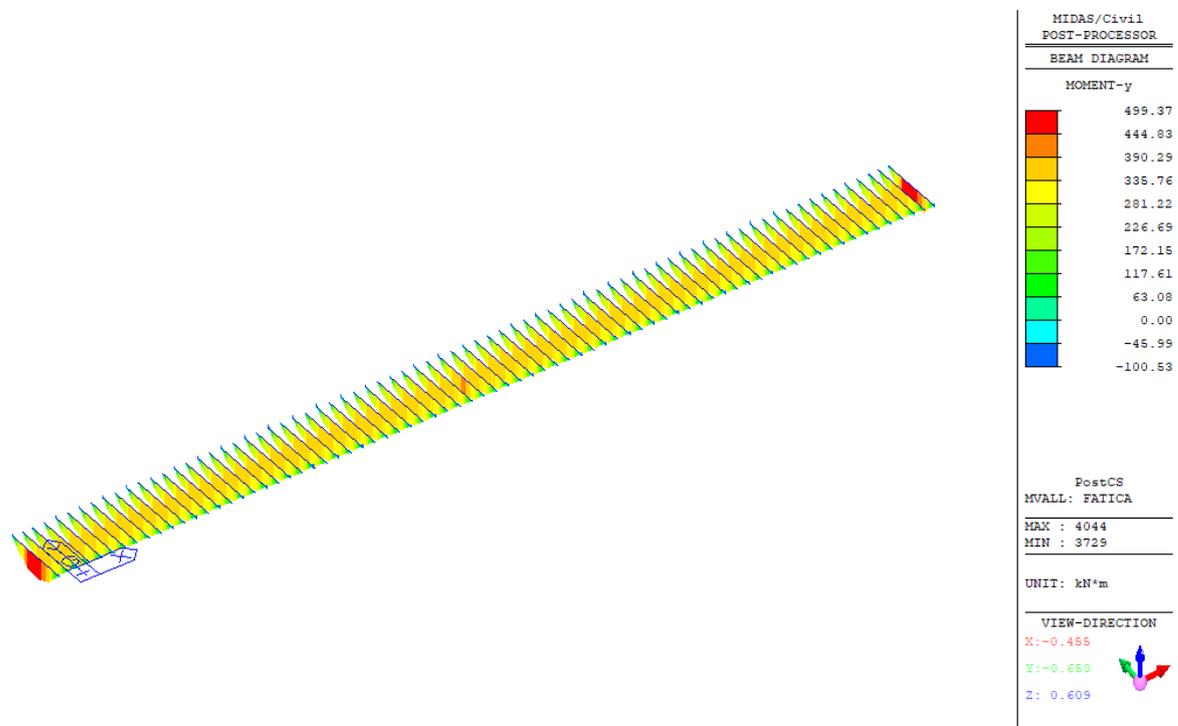


Figura 75 – Verticale da traffico modello 3 (fatica) – Diagramma del momento flettente My

6.2.4 Configurazioni deformate

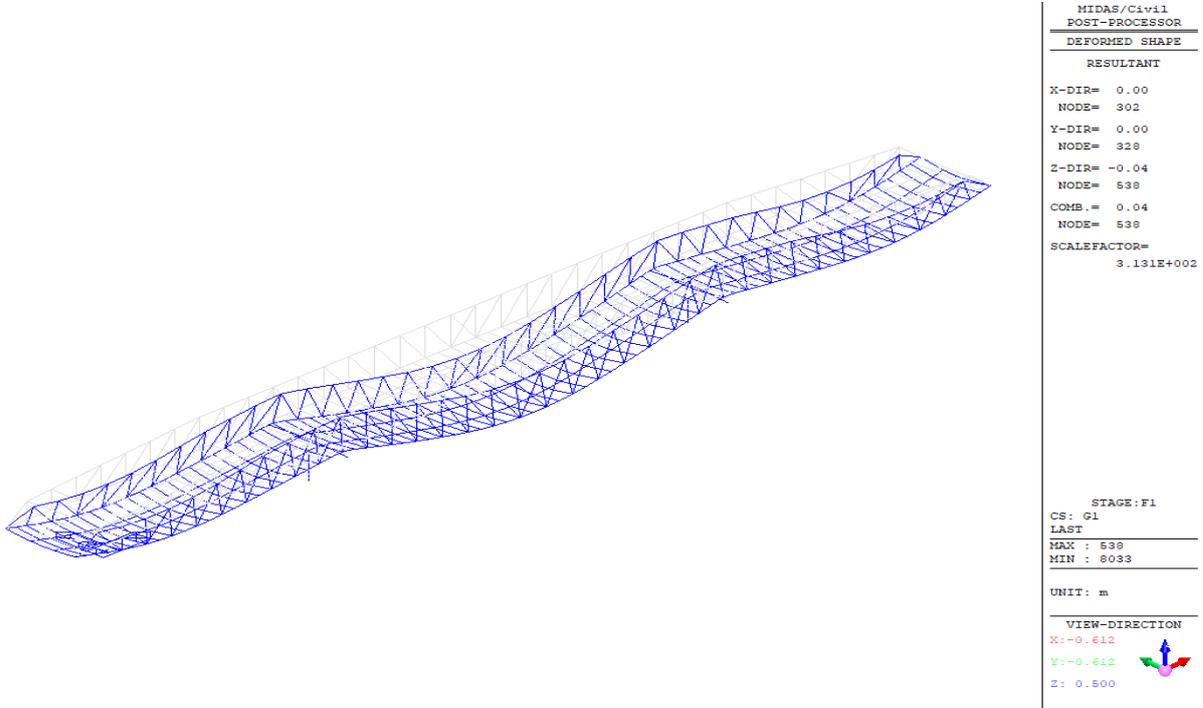


Figura 76 – Peso acciaio

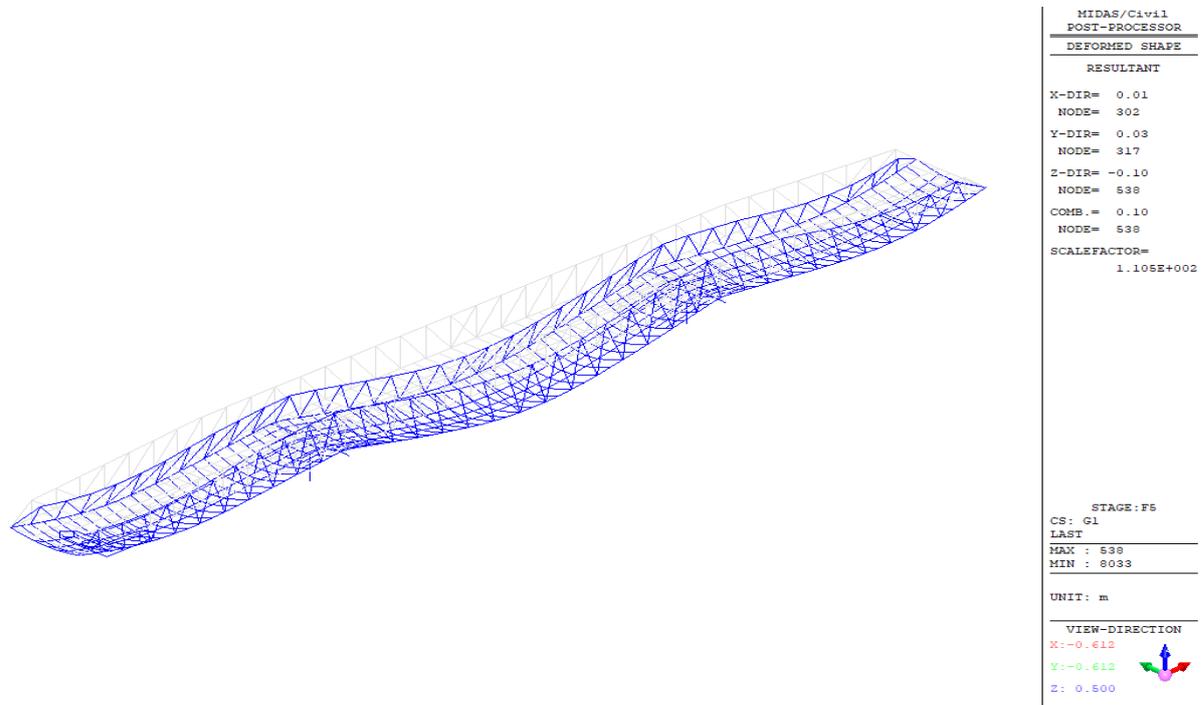


Figura 77 – Permanenti strutturali g1 (acciaio+soletta)

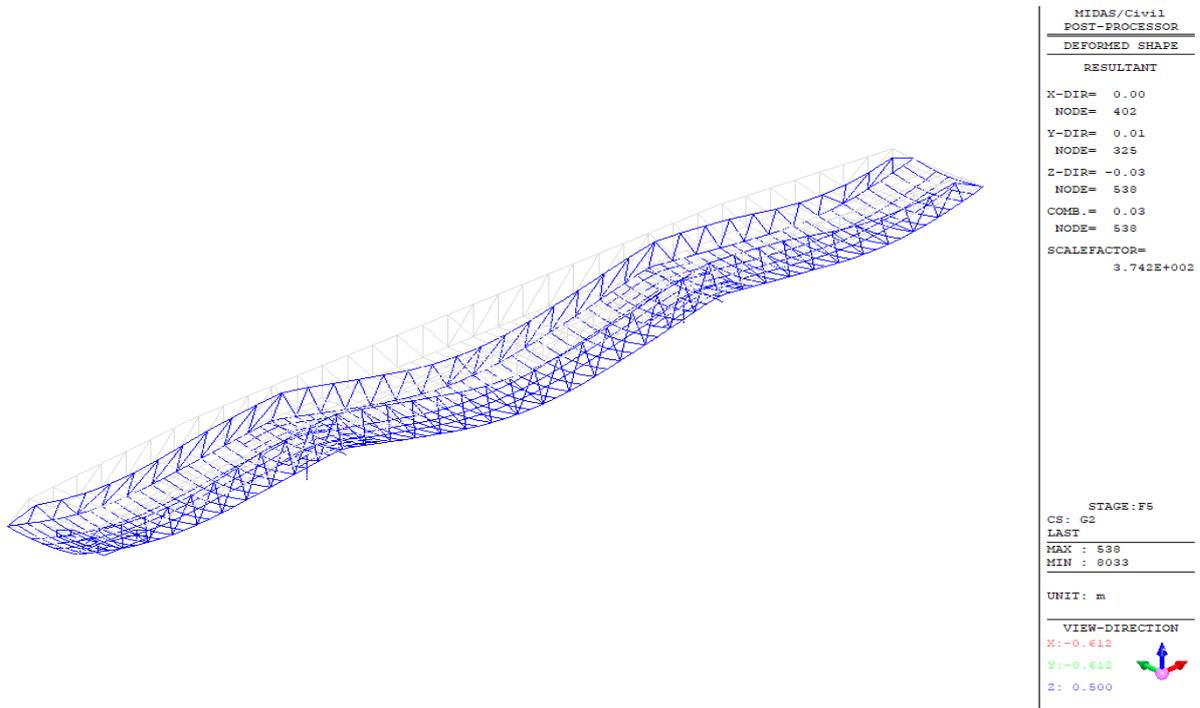


Figura 78 – Permanenti strutturali g2

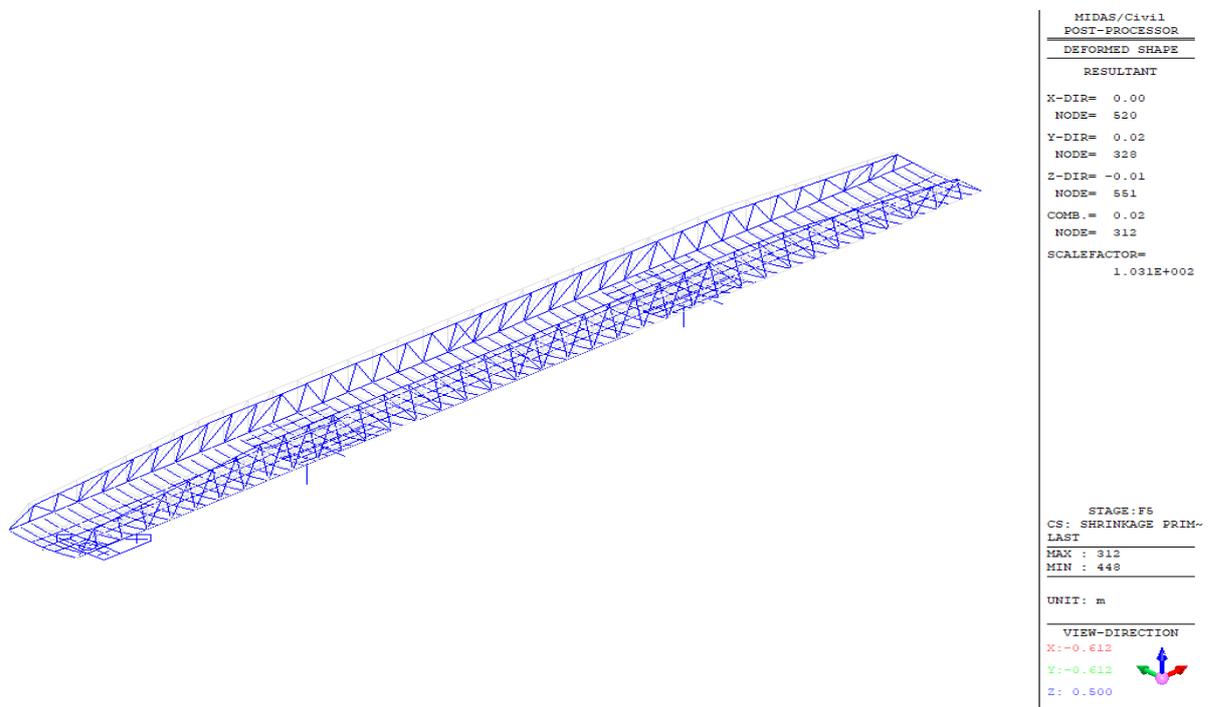
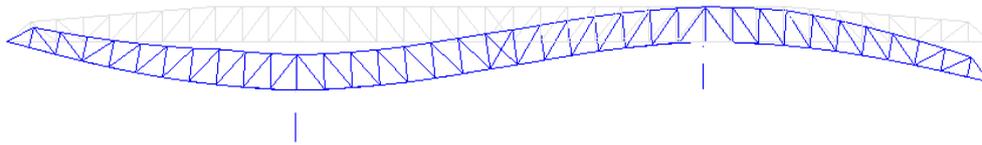
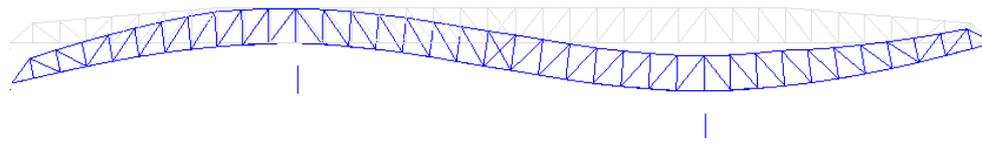


Figura 79 – Azione da ritiro ε2



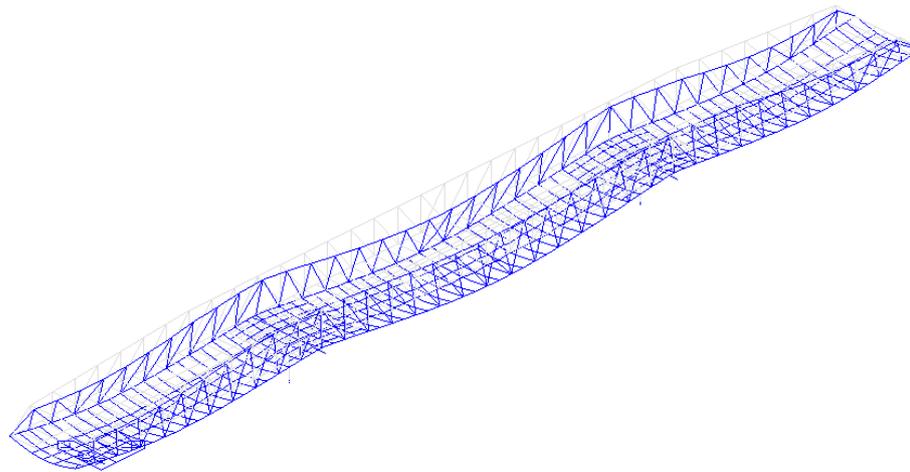
MIDAS/Civil POST-PROCESSOR	
DEFORMED SHAPE	
RESULTANT	
X-DIR=	0.00
NODE=	242
Y-DIR=	0.00
NODE=	312
Z-DIR=	-0.03
NODE=	8000
COMB.=	0.03
NODE=	8000
SCALEFACTOR=	4.250E+002
PostCS	
ST: E4_1	
MAX :	8000
MIN :	448
UNIT: m	
VIEW-DIRECTION	
X: 0.000	
Y: -1.000	
Z: 0.000	

Figura 80 – Cedimenti vincolari caso 1 $\epsilon 4_1$ – Configurazione deformata



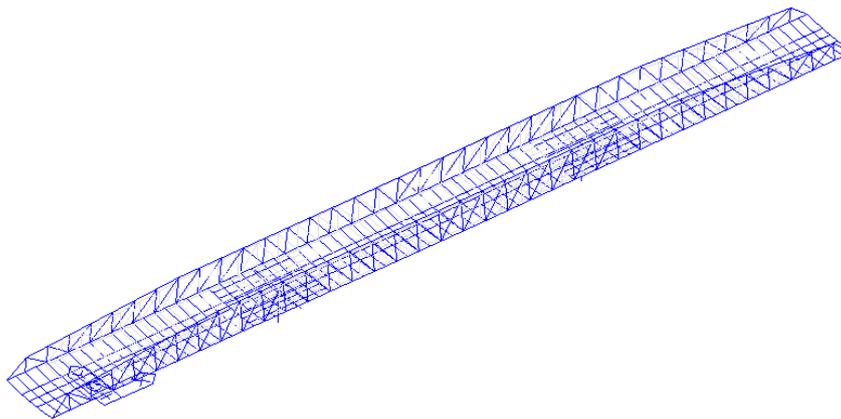
MIDAS/Civil POST-PROCESSOR	
DEFORMED SHAPE	
RESULTANT	
X-DIR=	-0.00
NODE=	239
Y-DIR=	0.00
NODE=	328
Z-DIR=	-0.03
NODE=	8003
COMB.=	0.03
NODE=	8003
SCALEFACTOR=	4.250E+002
PostCS	
ST: E4_2	
MAX :	8003
MIN :	450
UNIT: m	
VIEW-DIRECTION	
X: 0.000	
Y: -1.000	
Z: 0.000	

Figura 81 – Cedimenti vincolari caso 2 $\epsilon 4_2$ – Configurazione deformata



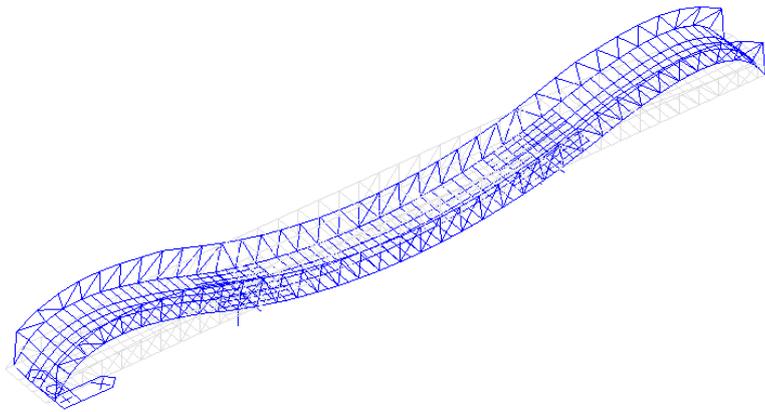
MIDAS/Civil POST-PROCESSOR	
DEFORMED SHAPE	
RESULTANT	
X-DIR=	-0.01
NODE=	427
Y-DIR=	0.03
NODE=	319
Z-DIR=	-0.08
NODE=	538
COMB.=	0.08
NODE=	538
SCALEFACTOR=	7.403E+001
PostCS	
MVALL:	TRAFF_C
MAX :	538
MIN :	8033
UNIT: m	
VIEW-DIRECTION	
X: -0.612	
Y: -0.612	
Z: 0.500	

Figura 82 – Verticale da traffico modello 1 caratteristico



MIDAS/Civil POST-PROCESSOR	
DEFORMED SHAPE	
RESULTANT	
X-DIR=	-0.03
NODE=	501
Y-DIR=	0.00
NODE=	285
Z-DIR=	0.00
NODE=	409
COMB.=	0.03
NODE=	832
SCALEFACTOR=	3.417E+002
PostCS	
ST:	DTU+
MAX :	832
MIN :	448
UNIT: m	
VIEW-DIRECTION	
X: -0.465	
Y: -0.629	
Z: 0.623	

Figura 83 – Variazione termica uniforme (positiva) q7_ΔTu



```

MIDAS/Civil
POST-PROCESSOR
DEFORMED SHAPE
RESULTANT
X-DIR= -0.00
NODE= 287
Y-DIR= -0.00
NODE= 402
Z-DIR= 0.00
NODE= 405
COMB.= 0.00
NODE= 405
SCALEFACTOR=
2.623E+003

PostCS
ST: DID+
MAX : 405
MIN : 448

UNIT: m

VIEW-DIRECTION
X: -0.465
Y: -0.629
Z: 0.623
  
```

Figura 84 – Variazione termica differenziale (positiva) $q7_{\Delta Td}$

6.3 Asse Sud - Risultati delle analisi globali

6.3.1 Analisi modale

Si riportano nelle figure seguenti le deformate modali dei modi fondamentali dell'impalcato.

In forma tabellare si riportano i periodi e le masse partecipanti dei modi di vibrare considerati nell'analisi.

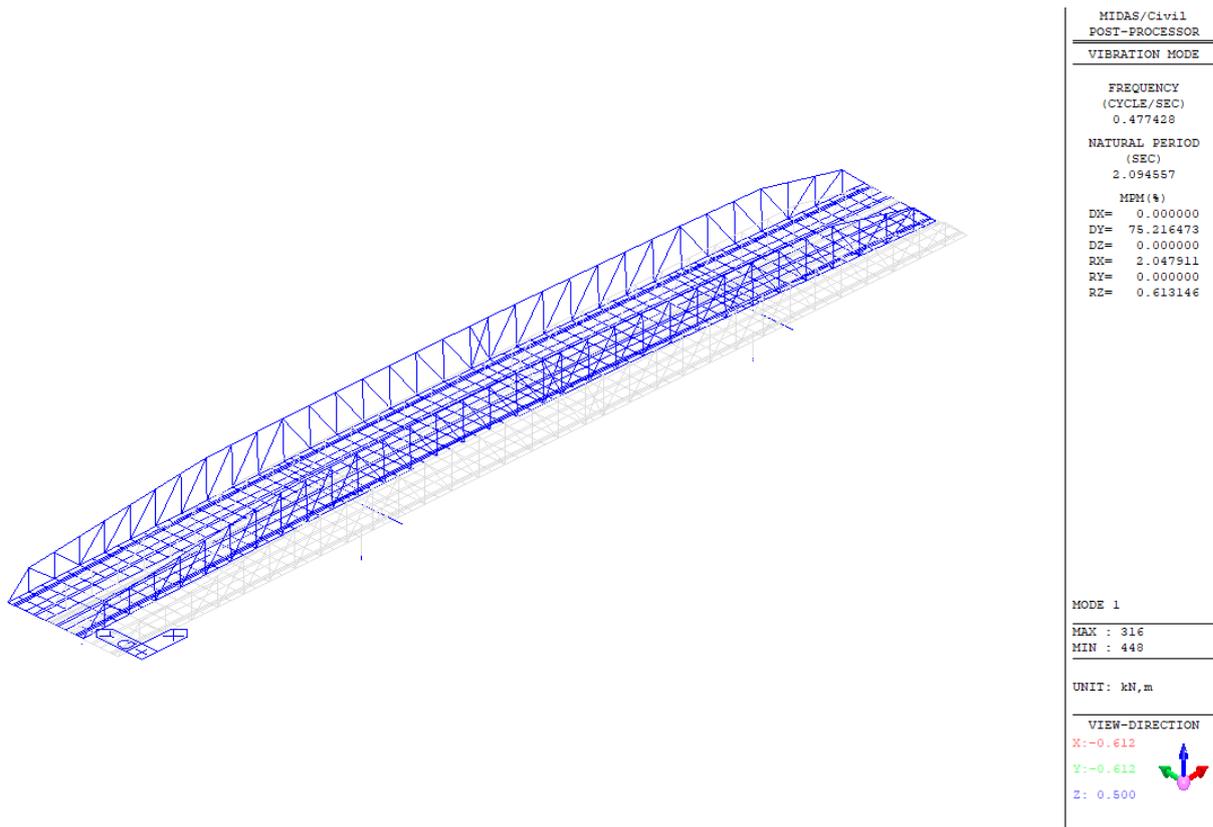
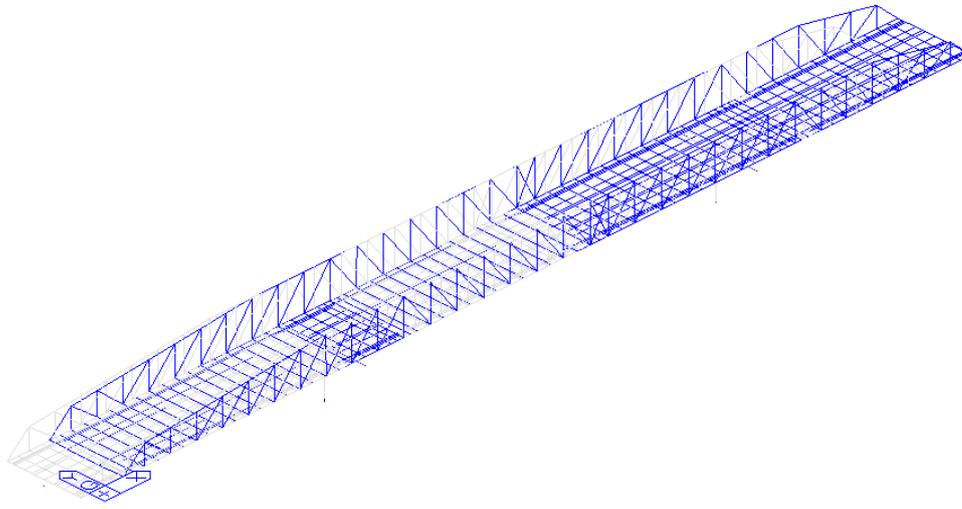
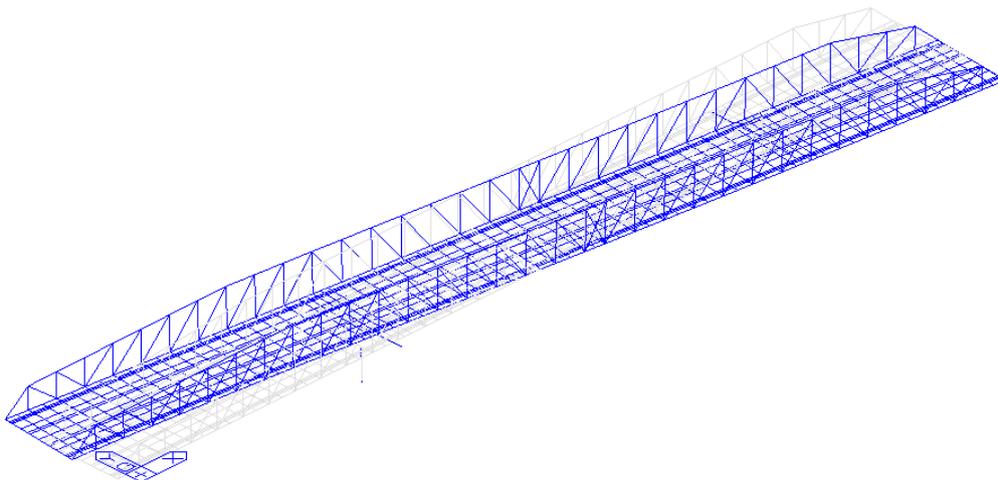


Figura 85 – Deformata del modo di vibrare n°1



MIDAS/Civil POST-PROCESSOR	
VIBRATION MODE	
FREQUENCY (CYCLE/SEC)	0.493348
NATURAL PERIOD (SEC)	2.026968
MPM(%)	
DX=	75.754581
DY=	0.000000
DZ=	0.000014
RX=	0.000000
RY=	0.016868
RZ=	0.000000
MODE 2	
MAX :	538
MIN :	448
UNIT: kN, m	
VIEW-DIRECTION	
X: -0.612	
Y: -0.612	
Z: 0.500	

Figura 86 – Deformata del modo di vibrare n°2



MIDAS/Civil POST-PROCESSOR	
VIBRATION MODE	
FREQUENCY (CYCLE/SEC)	0.649696
NATURAL PERIOD (SEC)	1.539182
MPM(%)	
DX=	0.000000
DY=	0.226776
DZ=	0.000000
RX=	0.006594
RY=	0.000000
RZ=	82.823692
MODE 3	
MAX :	101
MIN :	8000
UNIT: kN, m	
VIEW-DIRECTION	
X: -0.612	
Y: -0.612	
Z: 0.500	

Figura 87 – Deformata del modo di vibrare n°3

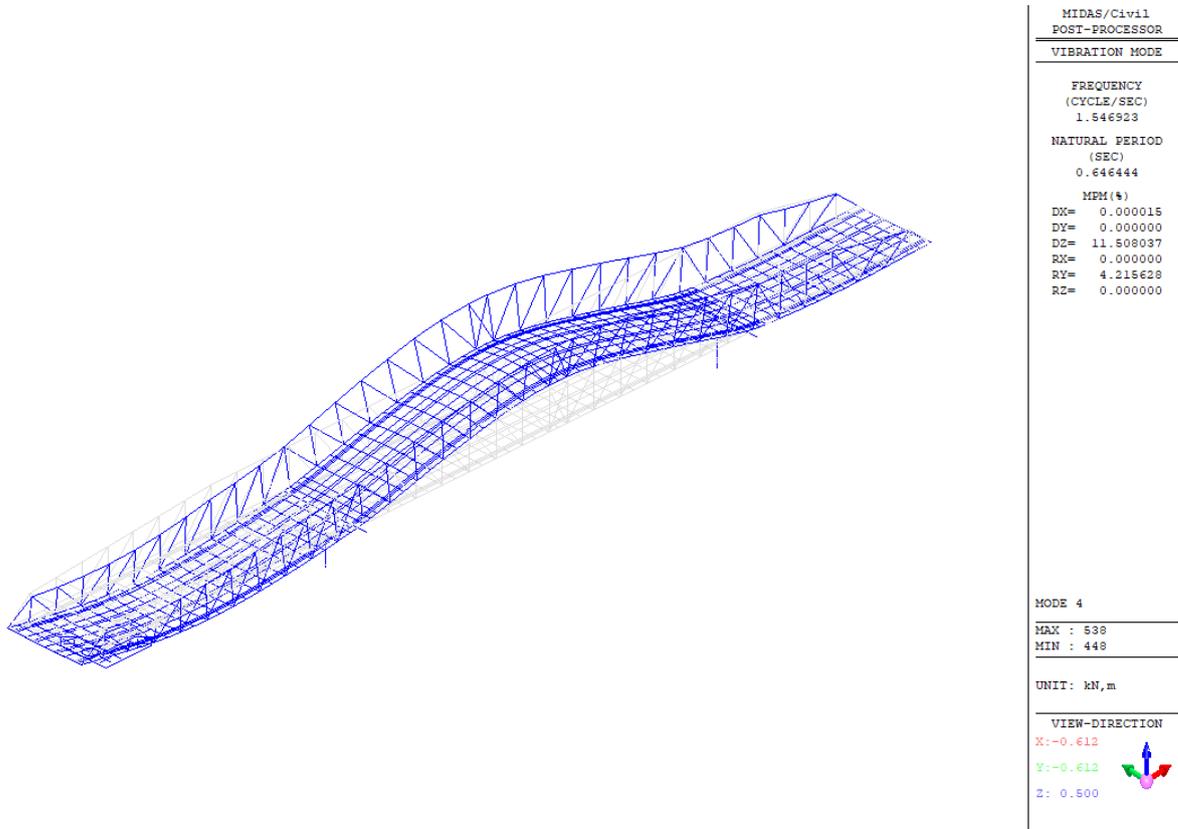
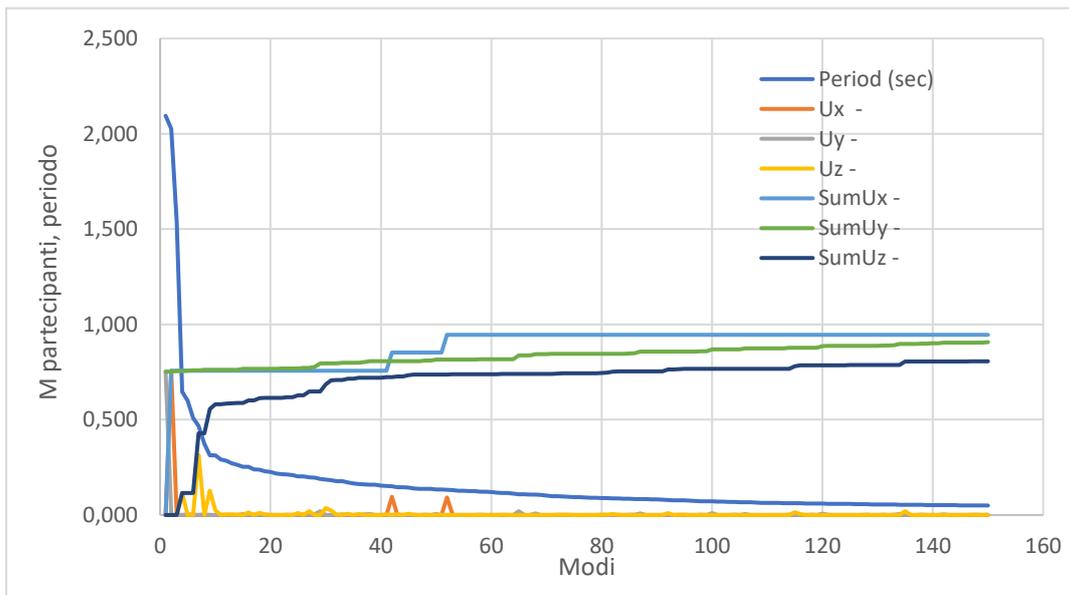


Figura 88 – Deformata del modo di vibrare n°4



In grassetto e sottolineati sono evidenziati i modi con masse partecipante superiore al 5%.

Mode No	Period	Ux	Uy	Uz	SumUx	SumUy	SumUz
	(sec)	%	%	%	%	%	%
1	2.0946	0.00	<u>75.22</u>	0.00	0.00	75.22	0.00
2	2.0270	<u>75.75</u>	0.00	0.00	75.75	75.22	0.00
3	1.5392	0.00	0.23	0.00	75.75	75.44	0.00
4	0.6464	0.00	0.00	<u>11.51</u>	75.75	75.44	11.51
5	0.6000	0.00	0.25	0.00	75.75	75.69	11.51
6	0.5085	0.00	0.21	0.00	75.75	75.90	11.51
7	0.4672	0.00	0.00	<u>31.41</u>	75.75	75.90	42.92
8	0.3731	0.00	0.27	0.00	75.75	76.16	42.92
9	0.3139	0.00	0.00	<u>12.64</u>	75.75	76.16	55.56
10	0.3133	0.00	0.00	2.50	75.75	76.16	58.06
11	0.2917	0.00	0.01	0.00	75.75	76.17	58.06
12	0.2848	0.00	0.00	0.30	75.75	76.17	58.36
13	0.2714	0.00	0.00	0.28	75.75	76.17	58.63
14	0.2632	0.00	0.00	0.07	75.75	76.17	58.71
15	0.2536	0.00	0.45	0.00	75.75	76.62	58.71
16	0.2521	0.00	0.00	1.37	75.75	76.62	60.08
17	0.2389	0.00	0.11	0.00	75.75	76.73	60.08
18	0.2380	0.00	0.00	1.19	75.75	76.73	61.26
19	0.2298	0.00	0.00	0.24	75.76	76.73	61.51
20	0.2265	0.00	0.01	0.00	75.76	76.73	61.51
21	0.2170	0.00	0.00	0.00	75.76	76.73	61.51
22	0.2150	0.00	0.05	0.00	75.76	76.79	61.51
23	0.2122	0.00	0.00	0.21	75.76	76.79	61.72
24	0.2100	0.00	0.03	0.00	75.76	76.82	61.72
25	0.2028	0.00	0.00	1.01	75.76	76.82	62.73
26	0.2019	0.00	0.31	0.00	75.76	77.13	62.73
27	0.1971	0.00	0.00	2.03	75.76	77.13	64.76
28	0.1961	0.00	0.51	0.00	75.76	77.64	64.76
29	0.1888	0.00	1.92	0.00	75.76	79.56	64.76
30	0.1857	0.00	0.00	3.68	75.76	79.56	68.44
31	0.1832	0.00	0.00	2.27	75.76	79.56	70.71
32	0.1782	0.00	0.00	0.11	75.76	79.56	70.82
33	0.1772	0.00	0.30	0.00	75.76	79.86	70.82
34	0.1711	0.00	0.00	0.60	75.76	79.86	71.43
35	0.1654	0.00	0.00	0.05	75.76	79.86	71.48
36	0.1620	0.00	0.00	0.57	75.76	79.86	72.05
37	0.1610	0.00	0.34	0.00	75.76	80.19	72.05
38	0.1598	0.00	0.49	0.00	75.76	80.68	72.05
39	0.1592	0.00	0.00	0.00	75.76	80.68	72.05
40	0.1547	0.00	0.00	0.02	75.76	80.68	72.07
41	0.1518	0.00	0.00	0.35	75.76	80.68	72.42
42	0.1507	<u>9.50</u>	0.00	0.00	85.26	80.68	72.42
43	0.1463	0.00	0.00	0.32	85.26	80.68	72.74

Mode No	Period	Ux	Uy	Uz	SumUx	SumUy	SumUz
	(sec)	%	%	%	%	%	%
44	0.1456	0.00	0.06	0.00	85.26	80.74	72.74
45	0.1446	0.00	0.00	0.67	85.26	80.74	73.41
46	0.1396	0.00	0.00	0.20	85.26	80.74	73.61
47	0.1380	0.01	0.00	0.00	85.27	80.74	73.61
48	0.1377	0.00	0.23	0.00	85.27	80.97	73.61
49	0.1374	0.01	0.00	0.04	85.28	80.97	73.66
50	0.1342	0.00	0.57	0.00	85.28	81.54	73.66
150	0.049814	0.00	0.20	0.00	94.53	90.7	80.63

Con i modi considerati si raggiunge una massa partecipante traslazionale maggiore all'85% nelle due direzioni orizzontali. Al contrario, la massa traslazionale verticale delle pile non è compresa all'interno dei primi 150 modi e se ne è debitamente tenuto in conto, ove necessario, nelle verifiche delle sottostrutture.

6.3.2 Diagrammi delle sollecitazioni elementari sulle aste

Si riportano nelle immagini seguenti i diagrammi delle sollecitazioni elementari agenti sui correnti, montanti e diagonali.

L'incremento dinamico dei carichi da traffico in corrispondenza dei giunti è stato applicato a posteriori (in fase di verifica) e, dunque, non compare nei grafici seguenti.

In Figura 39 sono riportate le convenzioni di segno adottate nel modello di calcolo. Le frecce indicano la direzione positiva della corrispondente sollecitazione.

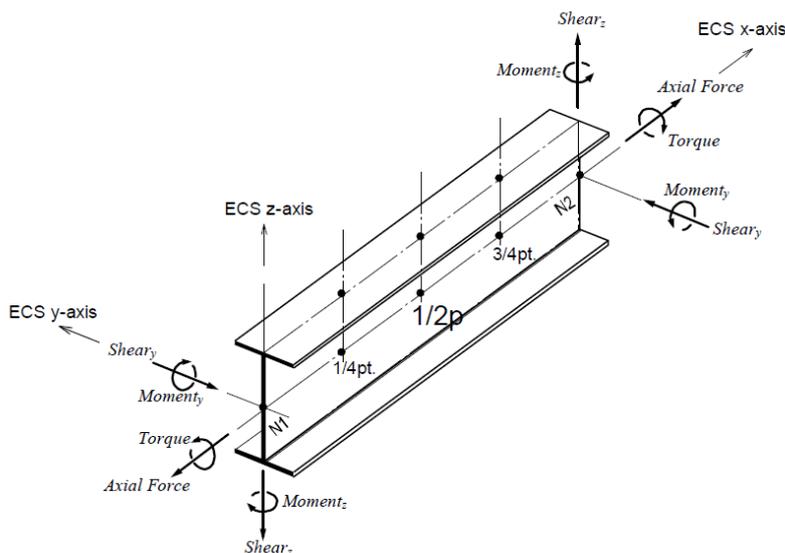


Figura 89– Convenzioni di segno delle caratteristiche della sollecitazione. $N1=i$ e $N2=j$

A seguire la rappresentazione degli assi locali dei singoli elementi.

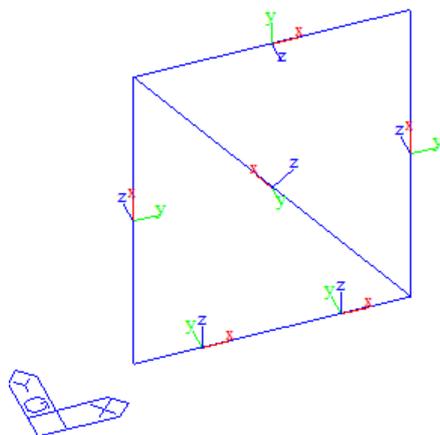


Figura 90– Assi locali elementi

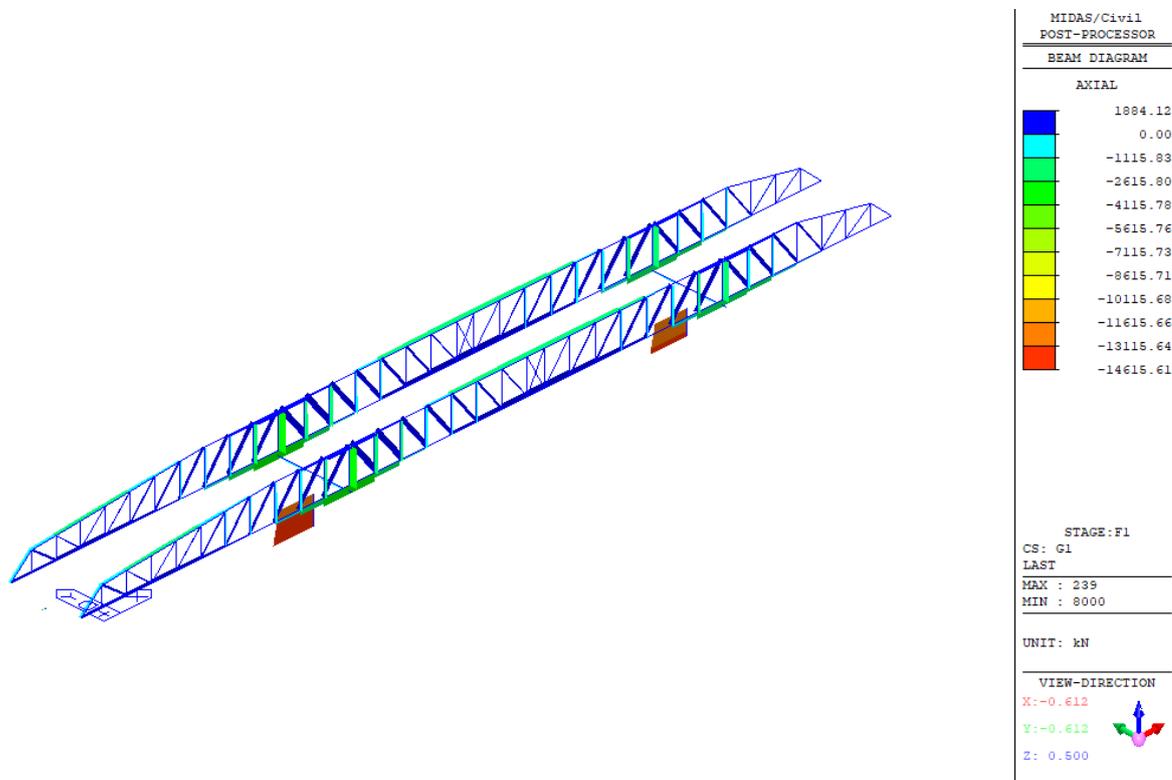


Figura 91 – Peso acciaio– Diagramma dello sforzo assiale N

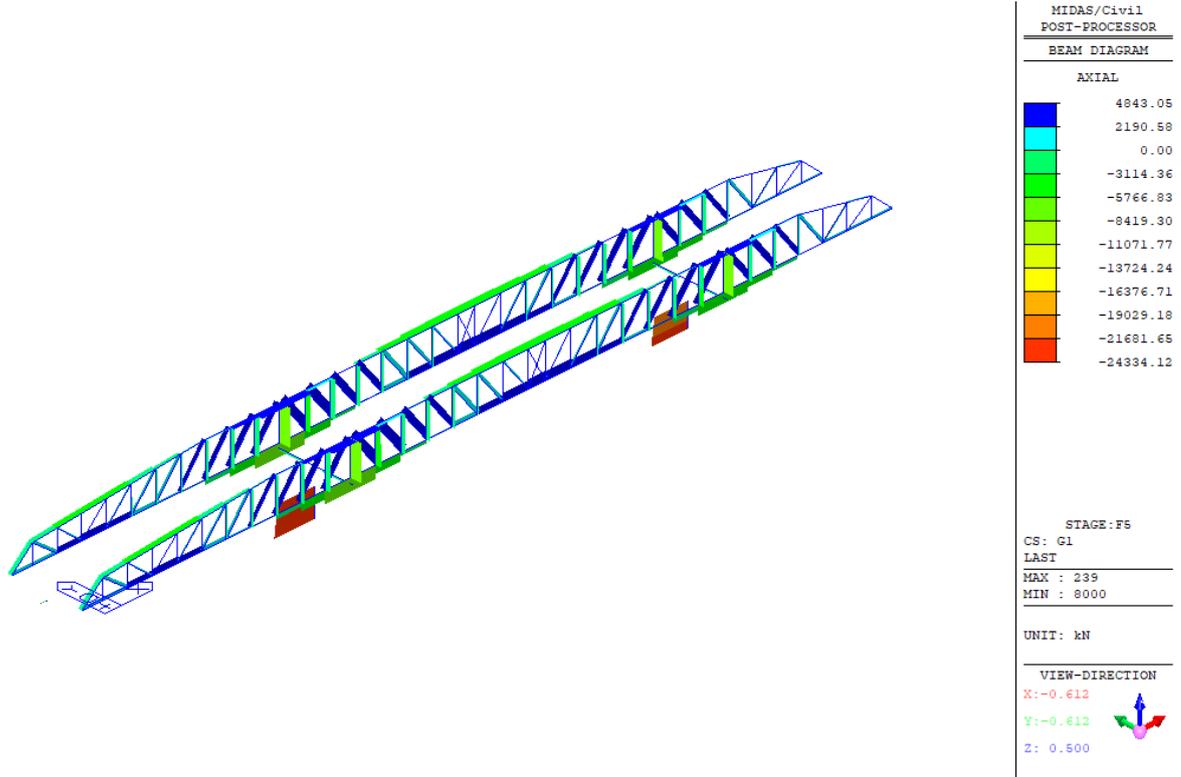


Figura 92 – Permanenti strutturali g1 (acciaio+soletta) – Diagramma dello sforzo assiale N

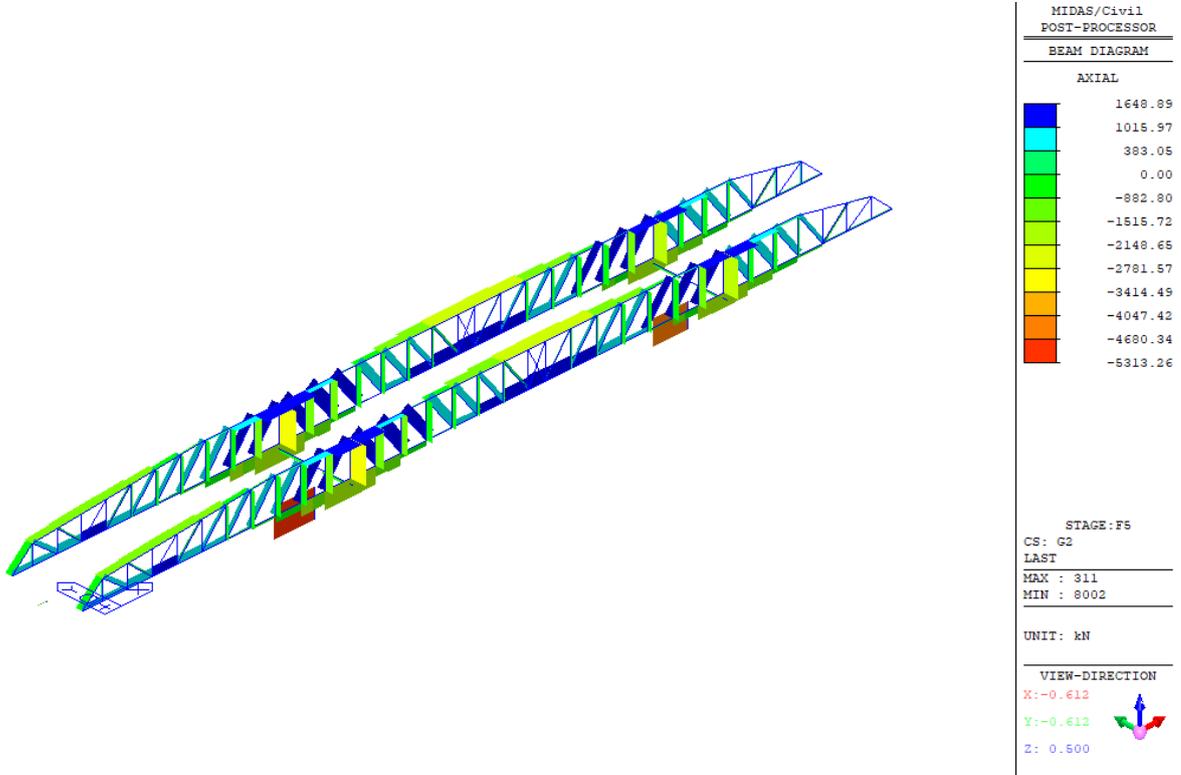


Figura 93 – Permanenti strutturali g2 – Diagramma dello sforzo assiale N

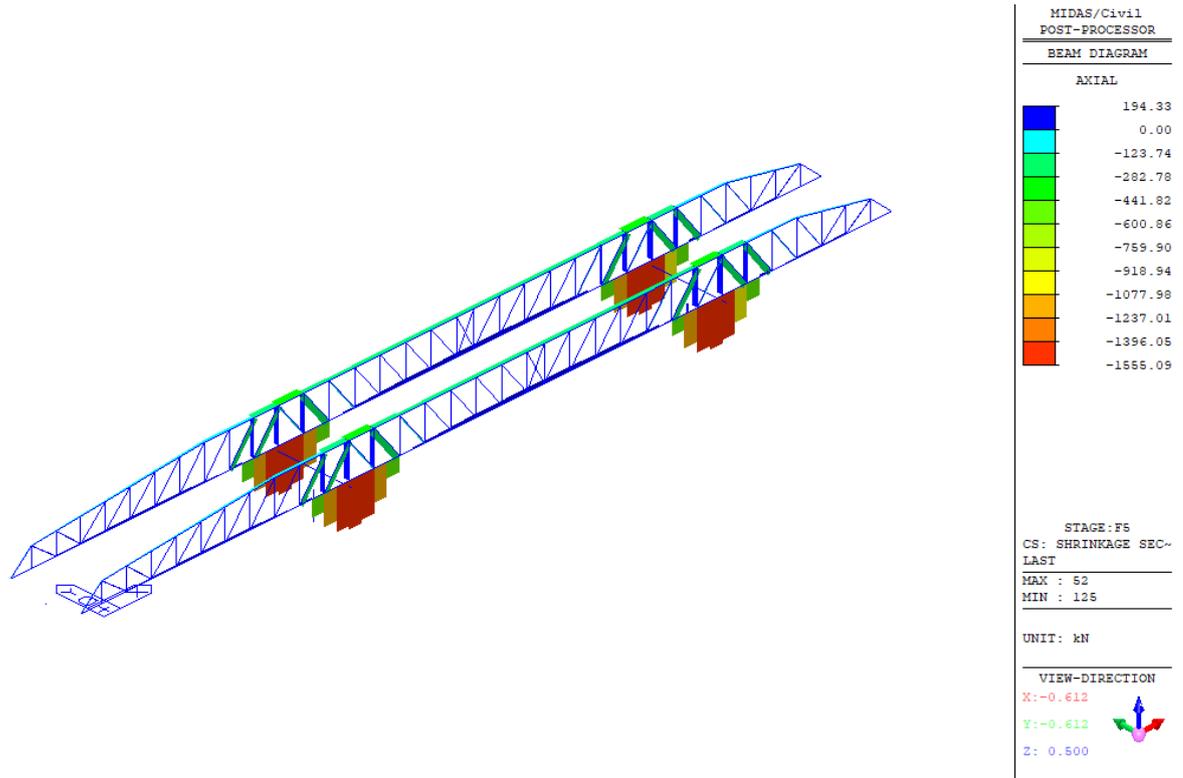


Figura 94 – Contributo secondario dell'azione da ritiro ϵ_{2_iper} – Diagramma dello sforzo assiale N

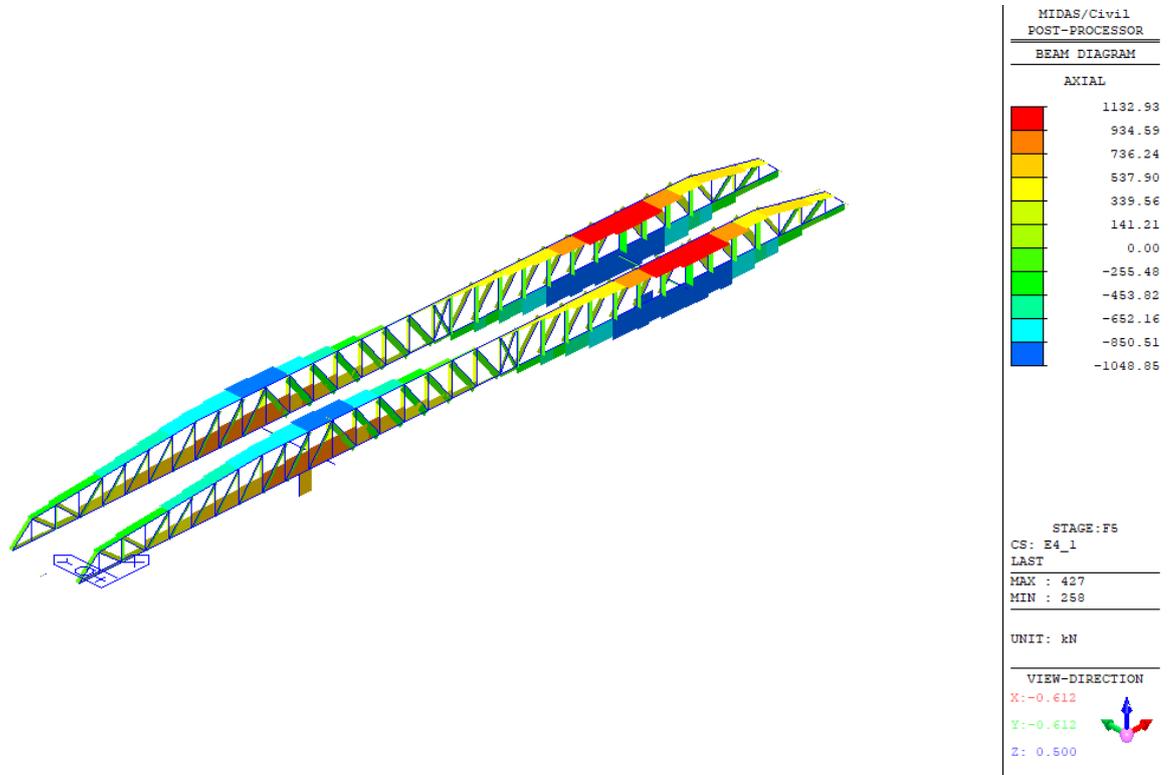


Figura 95 – Cedimenti vincolari caso 1 ϵ_{4_1} – Diagramma dello sforzo assiale N

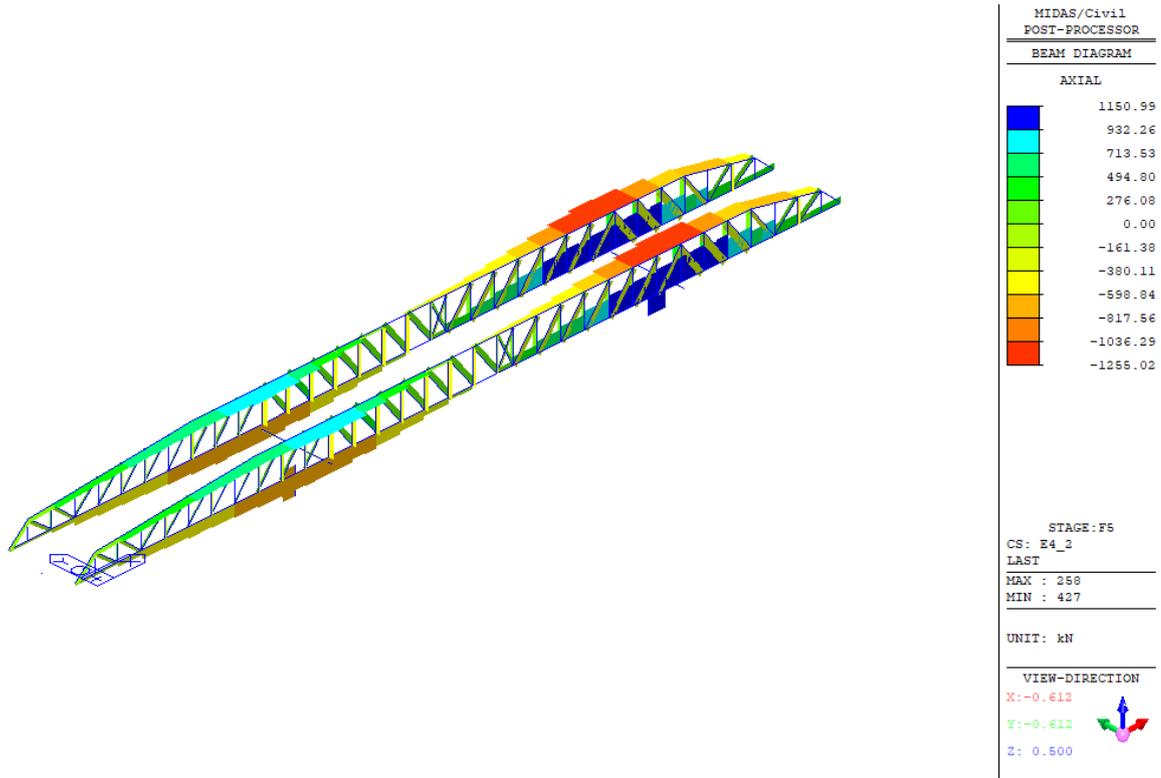


Figura 96 – Cedimenti vincolari caso 1 ε4_2 – Diagramma dello sforzo assiale N

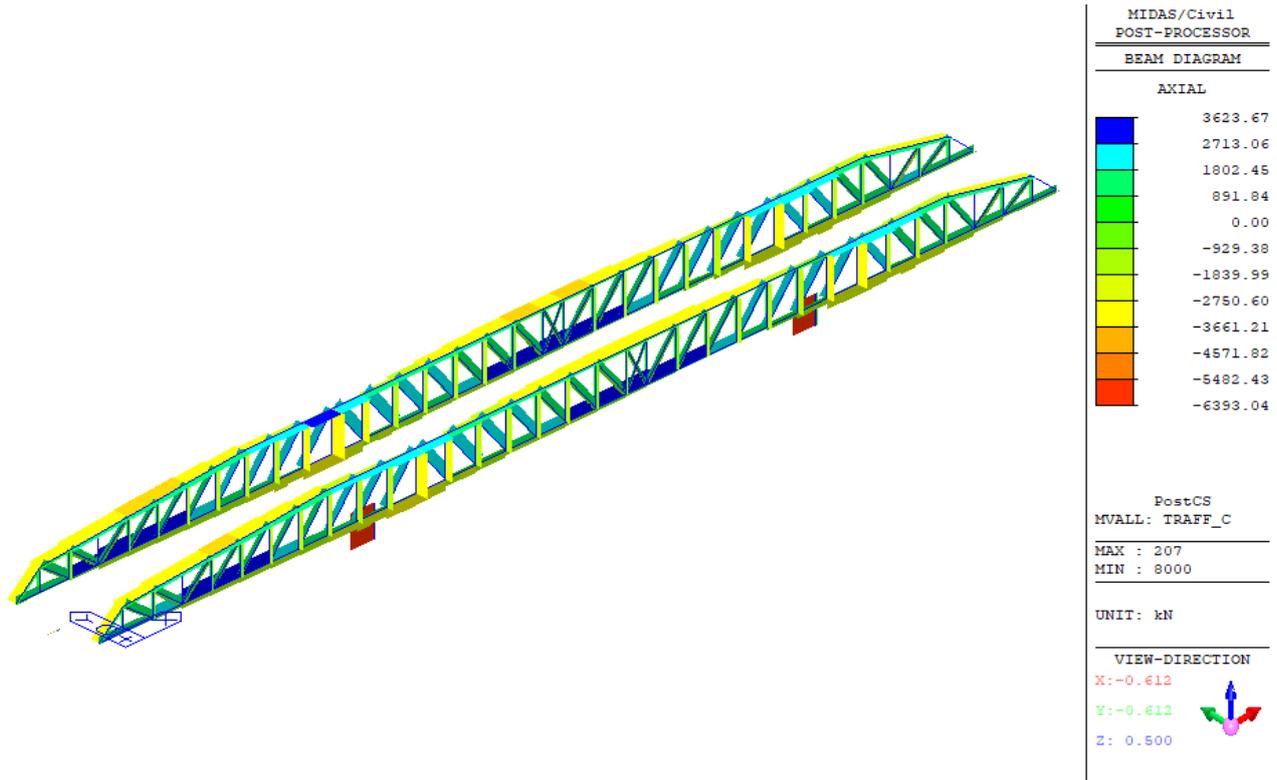


Figura 97 – Verticale da traffico modello 1 caratteristico – Diagramma dello sforzo assiale N

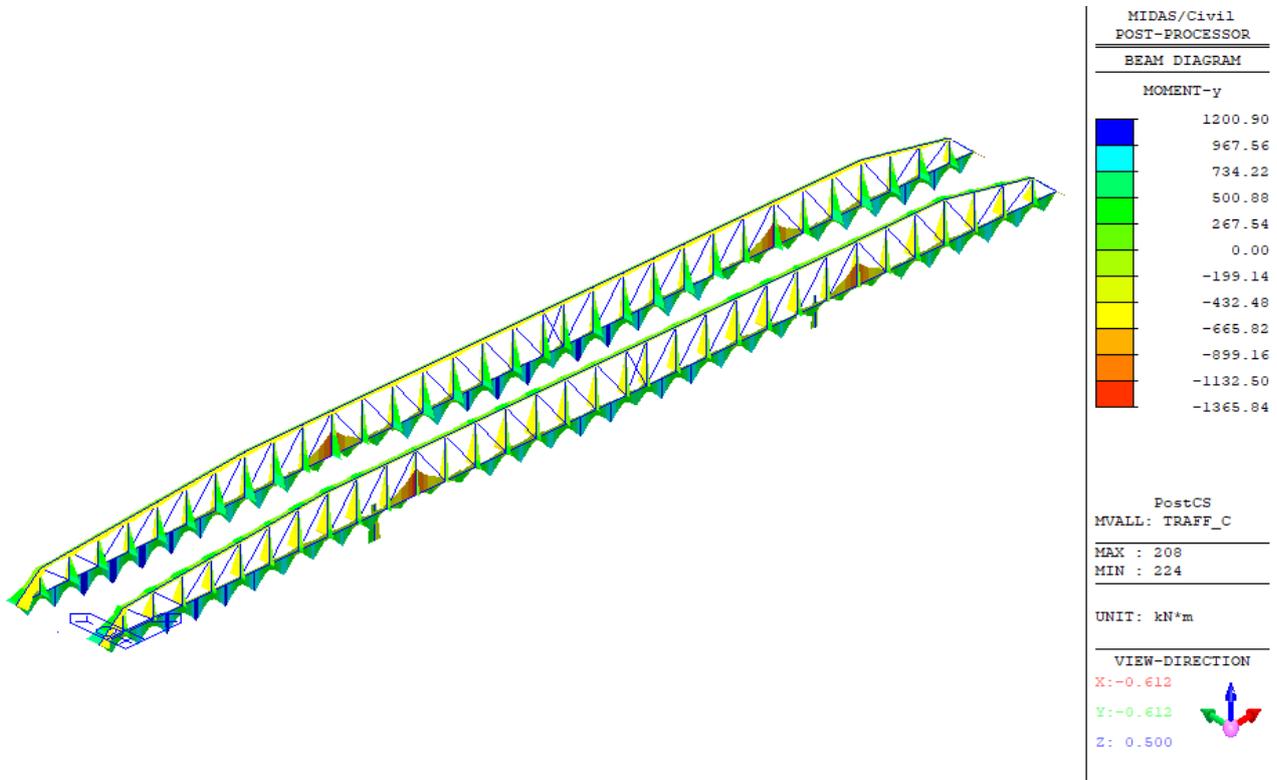


Figura 98 – Verticale da traffico modello 1 caratteristico – Diagramma del momento flettente My

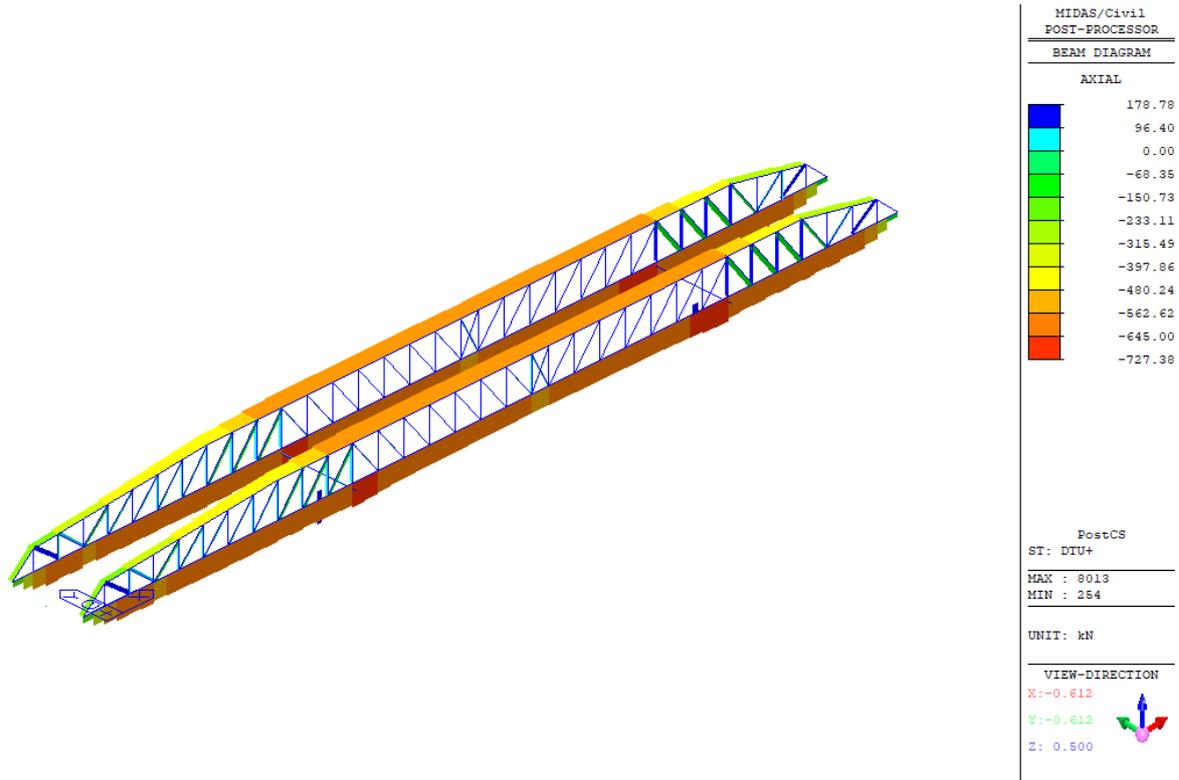


Figura 99 – Variazione termica uniforme (positiva) $q7_{\Delta Tu}$ – Diagramma dello sforzo assiale N

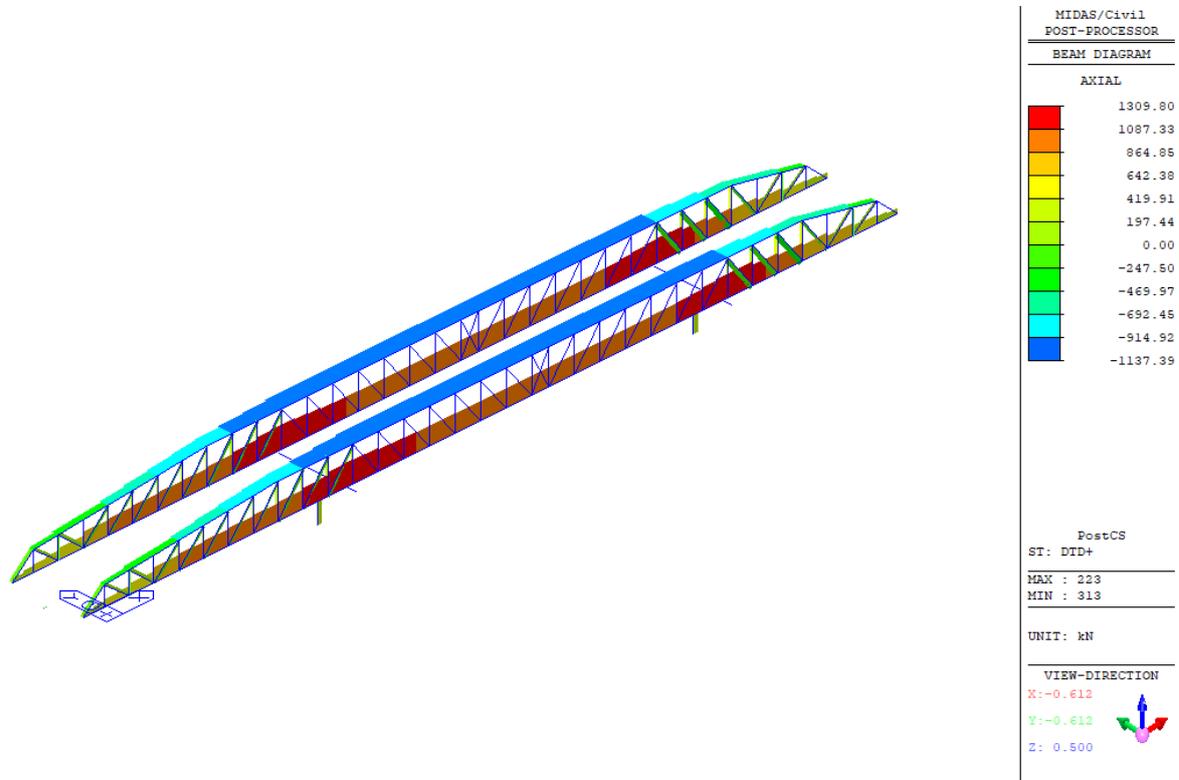


Figura 100 – Variazione termica differenziale (positiva) $q7_{\Delta Td}$ – Diagramma dello sforzo assiale N

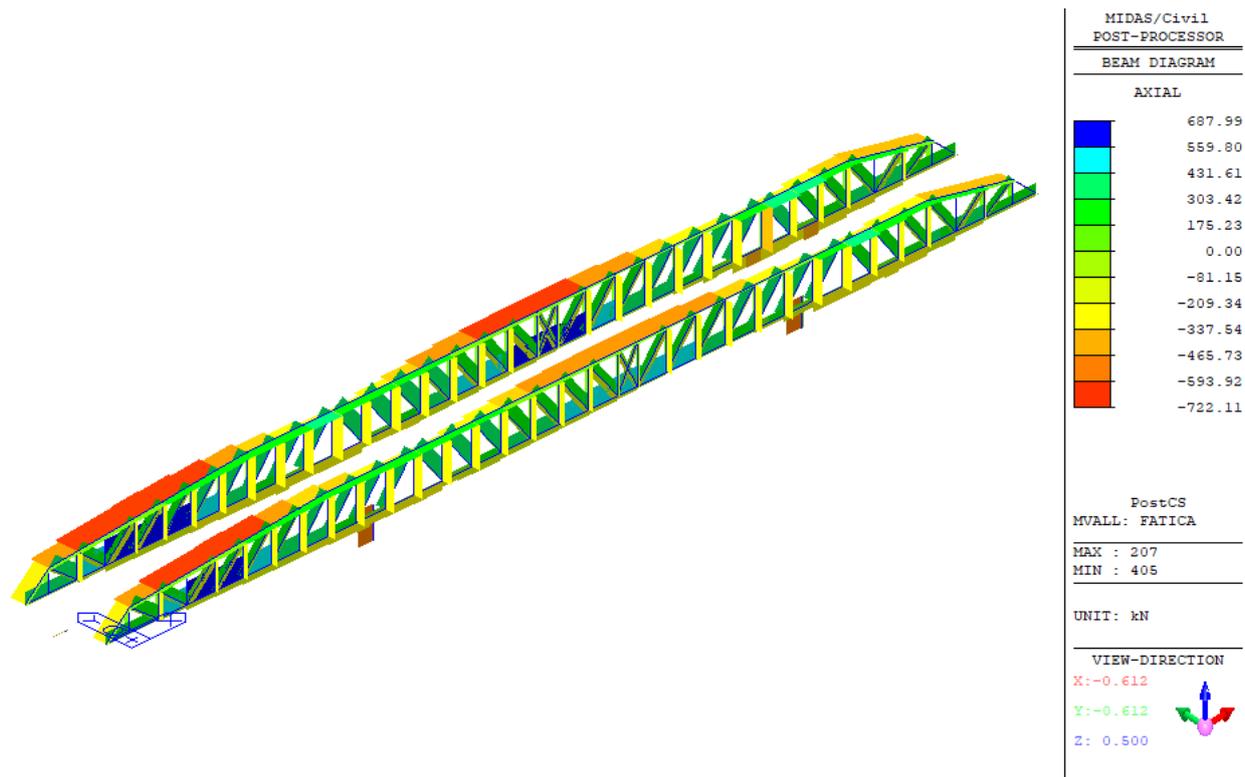


Figura 101 – Verticale da traffico modello 3 (fatica) – Diagramma dello sforzo assiale N

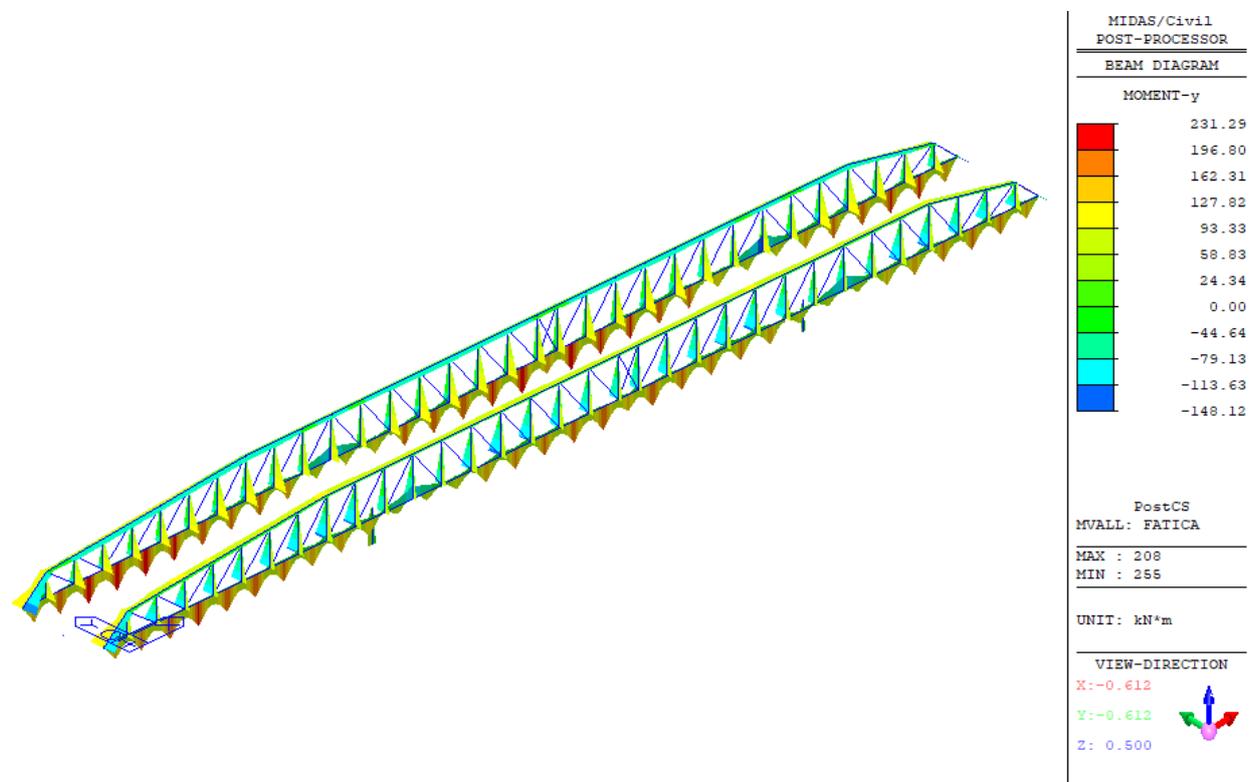


Figura 102 – Verticale da traffico modello 3 (fatica) – Diagramma del momento flettente My

6.3.3 Diagrammi delle sollecitazioni elementari sui traversi

Si riportano nelle immagini seguenti i diagrammi delle sollecitazioni elementari agenti sui traversi.

L'incremento dinamico dei carichi da traffico in corrispondenza dei giunti è stato applicato a posteriori (in fase di verifica) e, dunque, non compare nei grafici seguenti.

In Figura 39 sono riportate le convenzioni di segno adottate nel modello di calcolo. Le frecce indicano la direzione positiva della corrispondente sollecitazione.

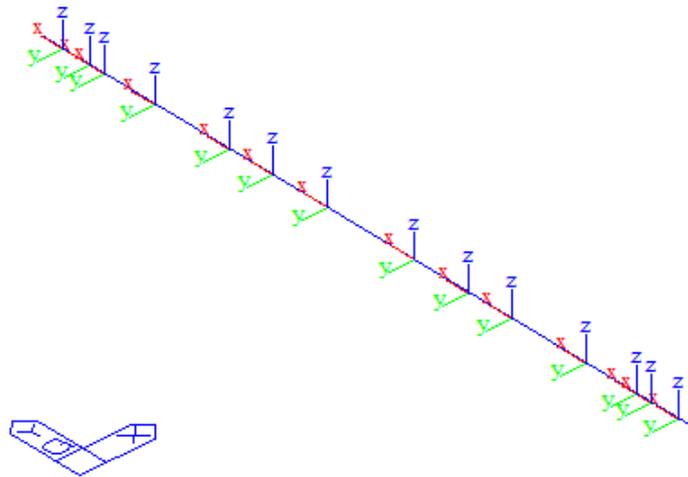


Figura 103– Assi locali elementi traversi

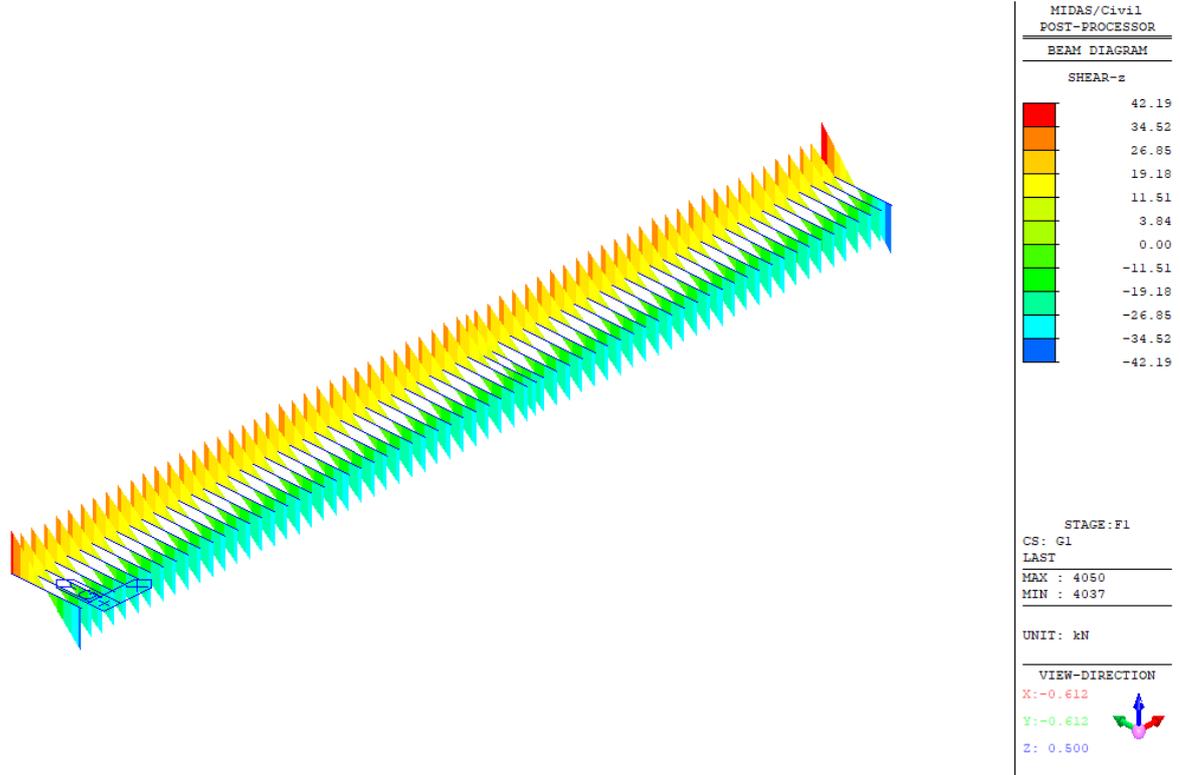


Figura 104 – Peso acciaio– Diagramma del taglio verticale Vz

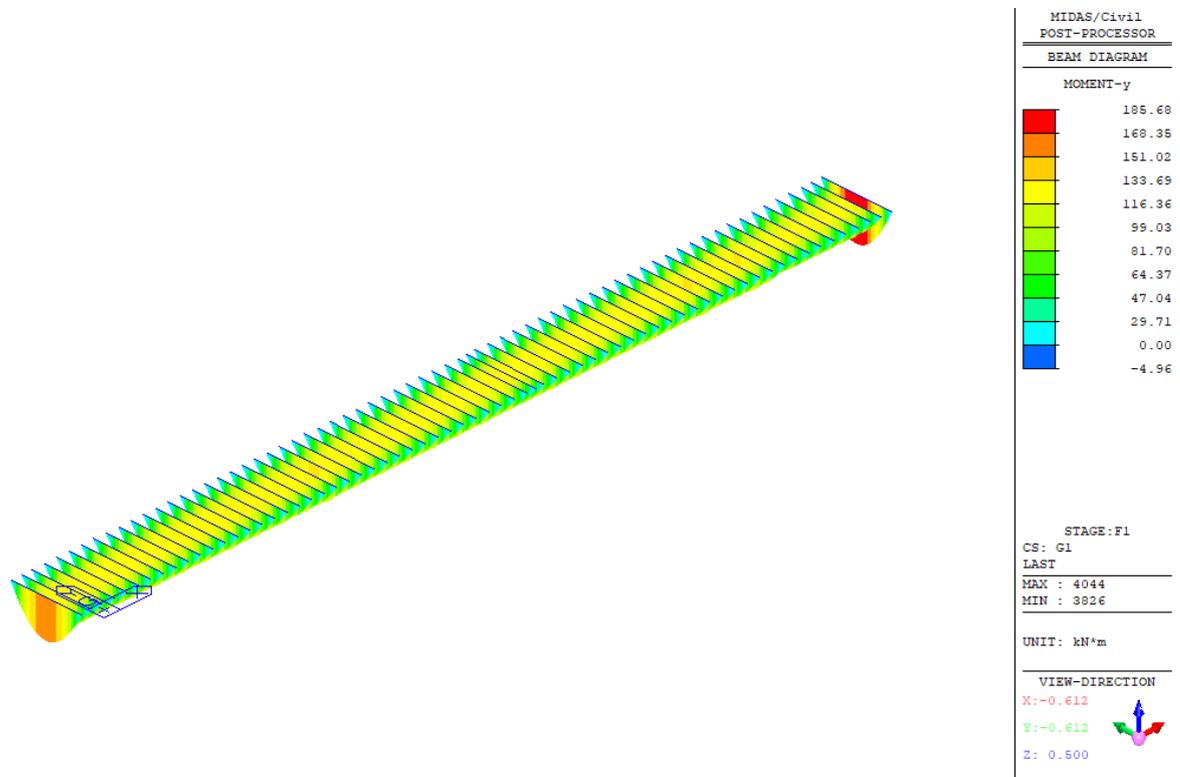


Figura 105 – Peso acciaio– Diagramma del momento flettente My

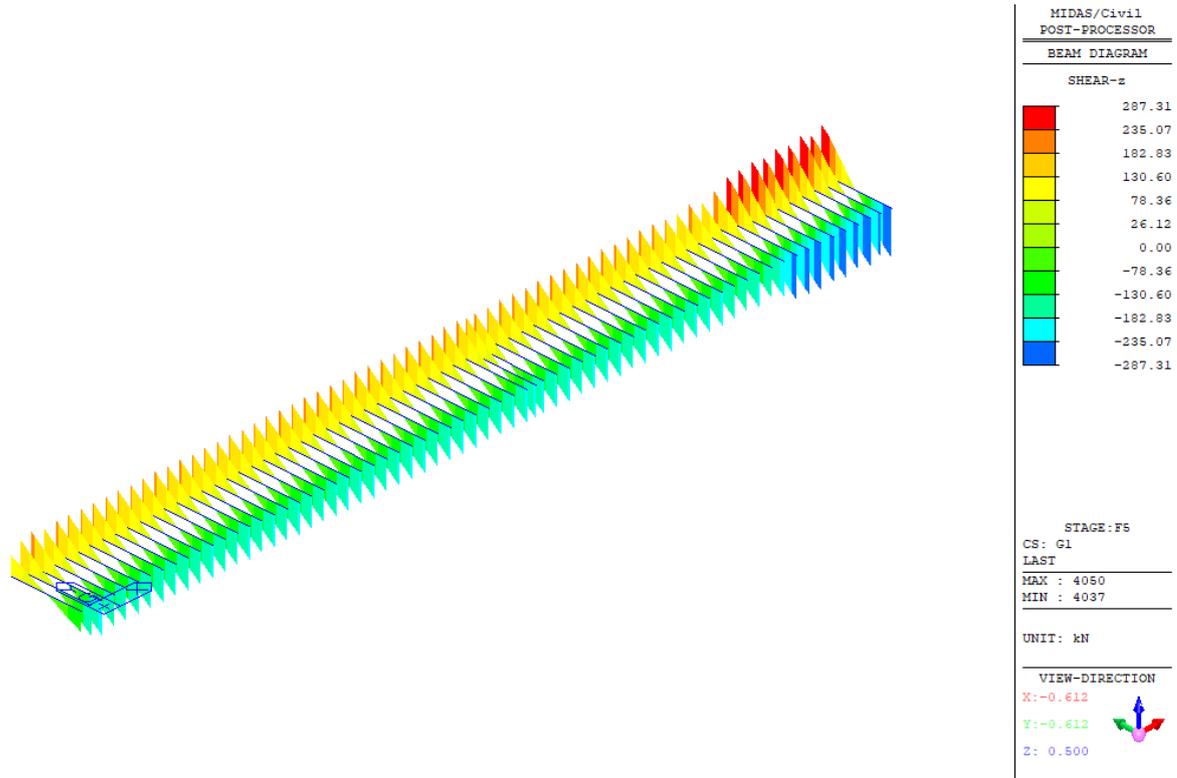


Figura 106 – Permanenti strutturali g1 (acciaio+soletta) – Diagramma del taglio verticale Vz

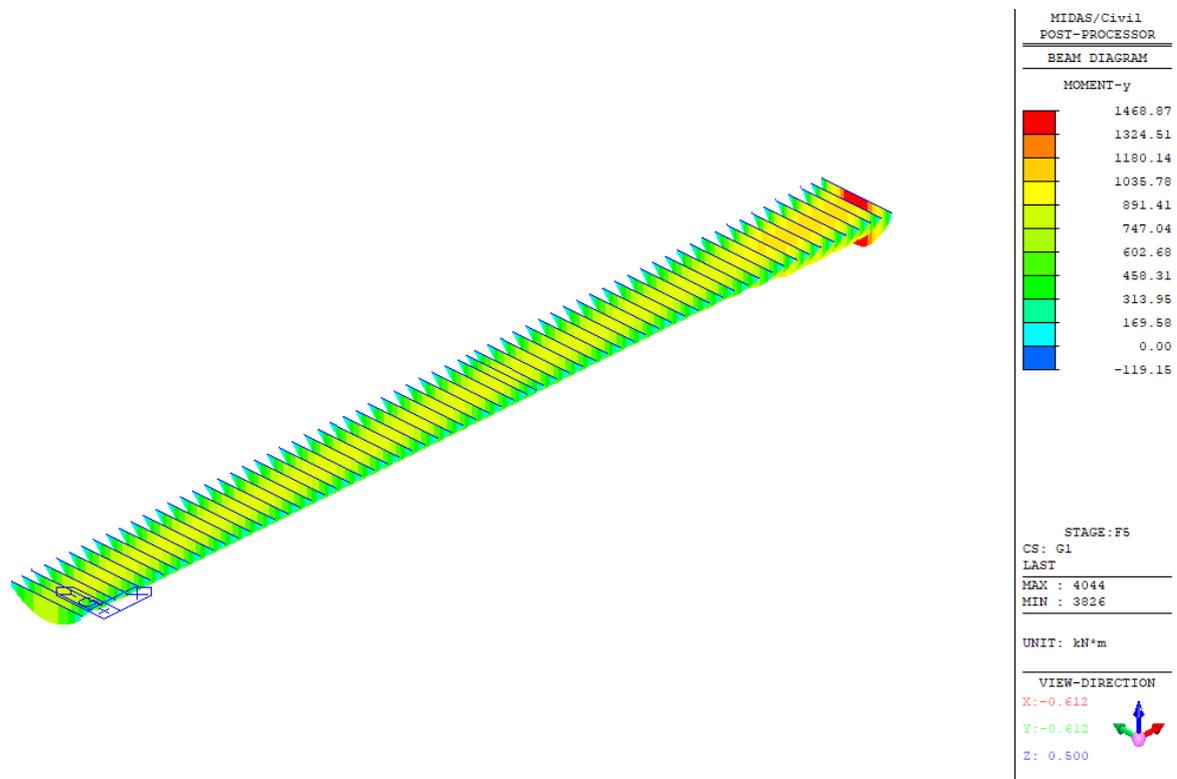


Figura 107 – Permanenti strutturali g1 (acciaio+soletta) – Diagramma del momento flettente My

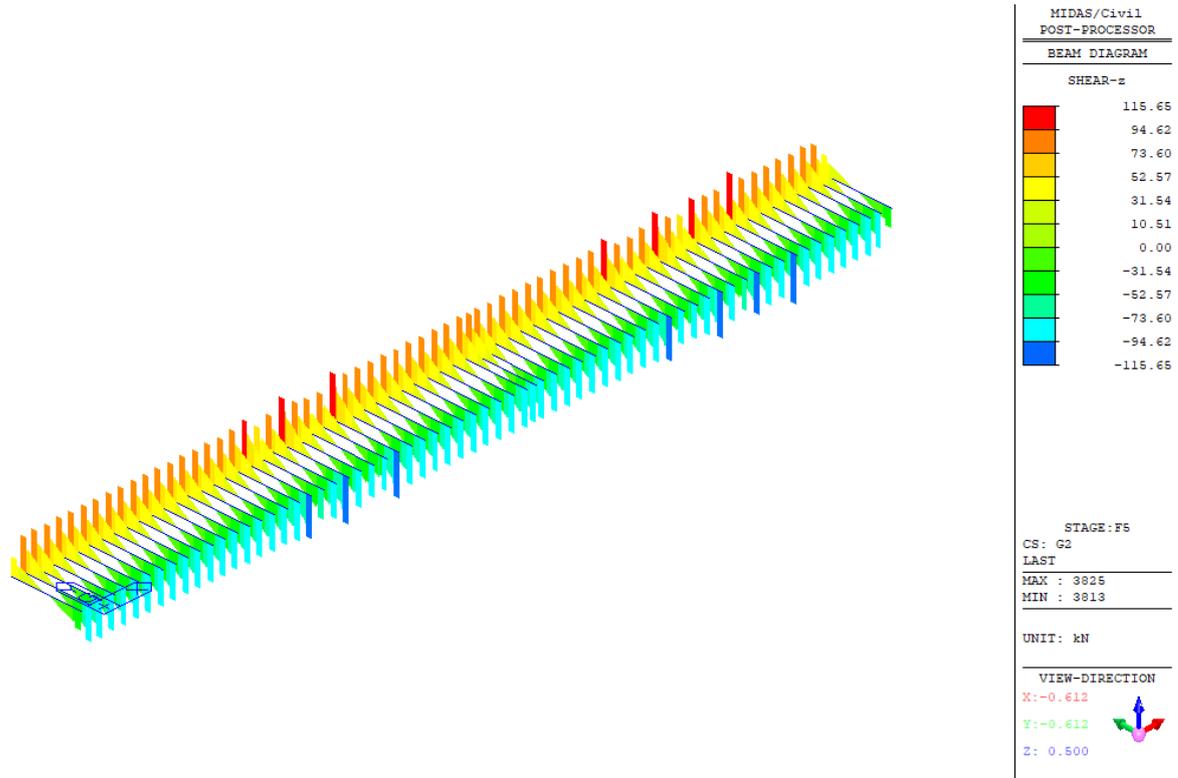


Figura 108 – Permanenti strutturali g2 – Diagramma del taglio verticale Vz

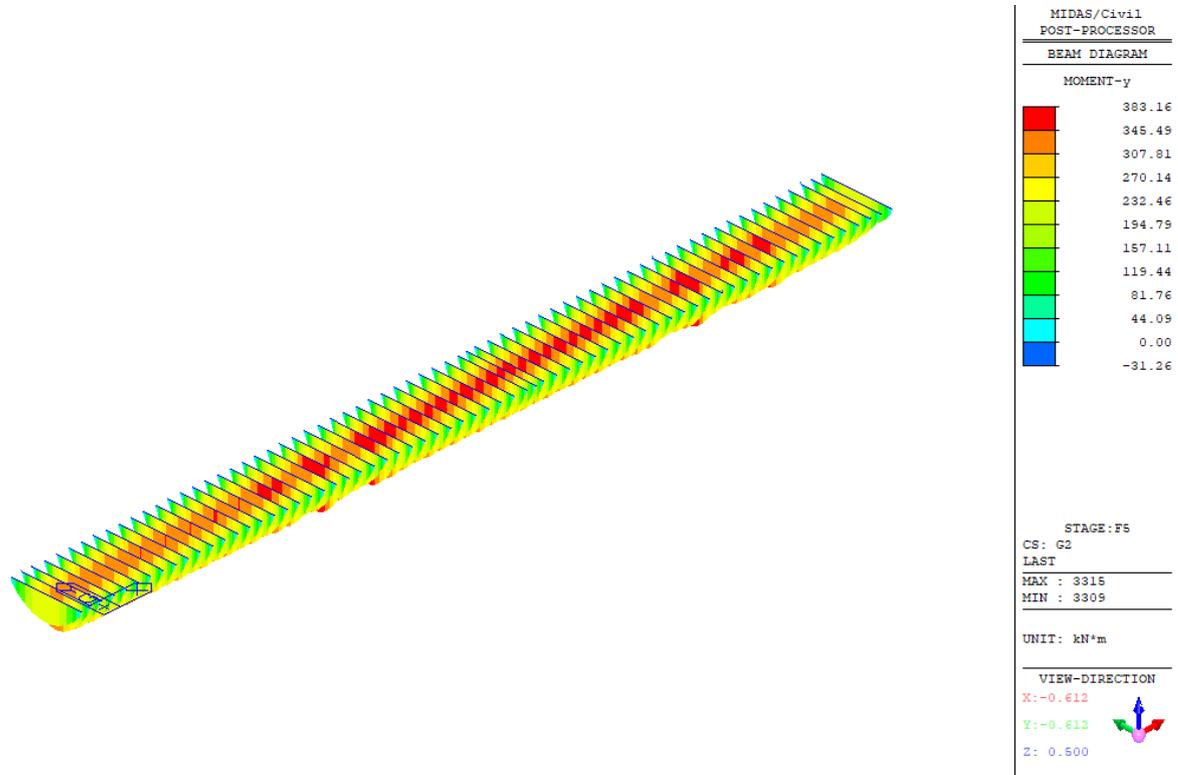


Figura 109 – Permanenti strutturali g2 – Diagramma del momento flettente My

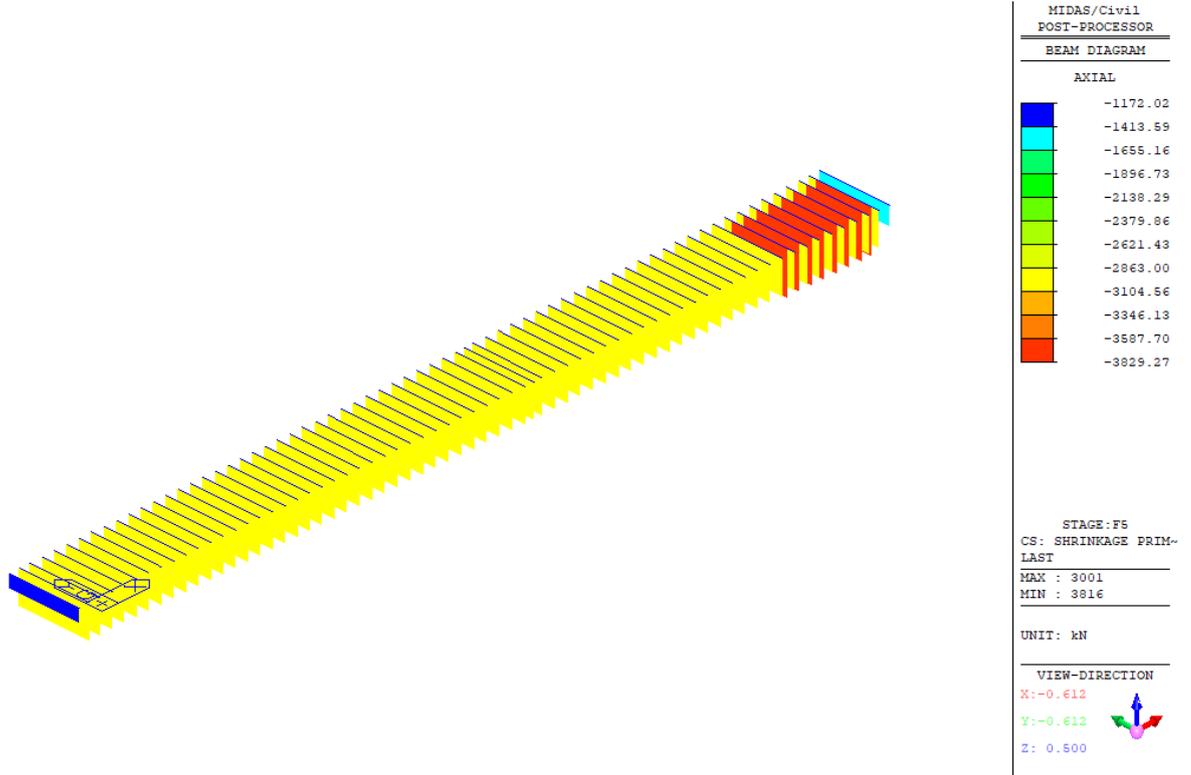


Figura 110 – Contributo primario dell'azione da ritiro ϵ_{2_iso} – Diagramma dello sforzo assiale N

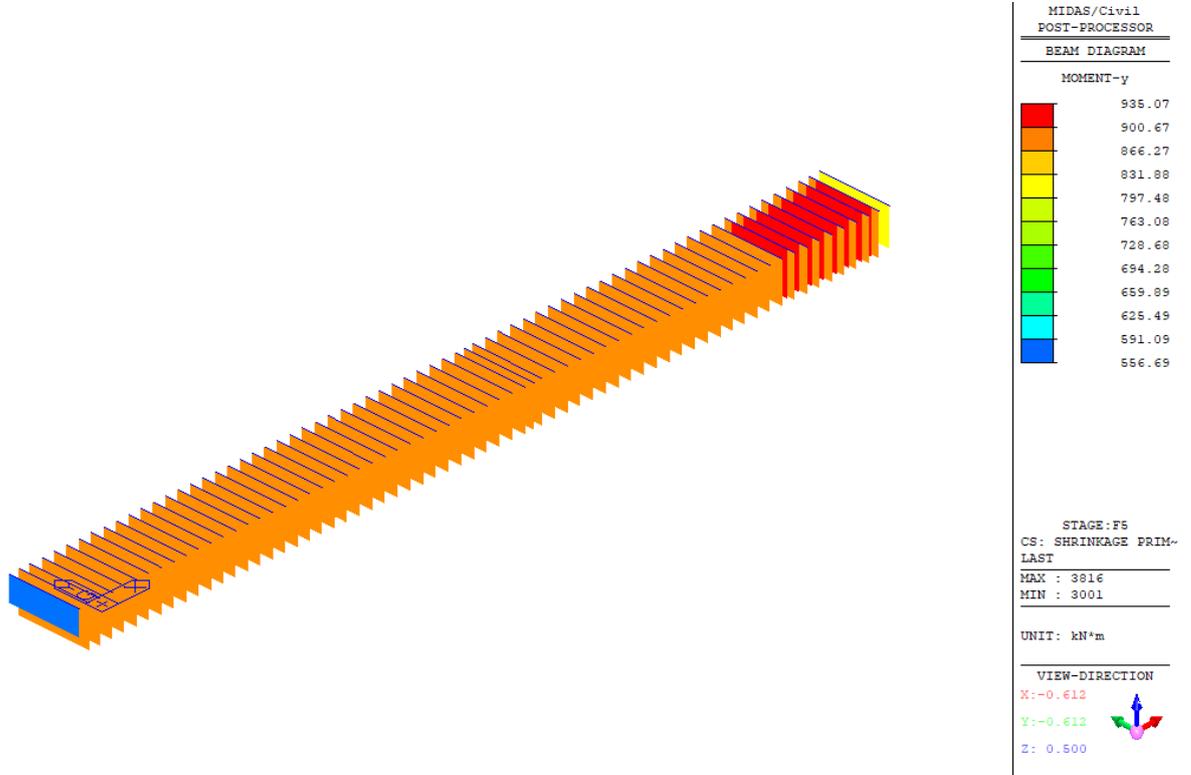


Figura 111 – Contributo primario dell'azione da ritiro ϵ_{2_iso} – Diagramma del momento flettente M_y

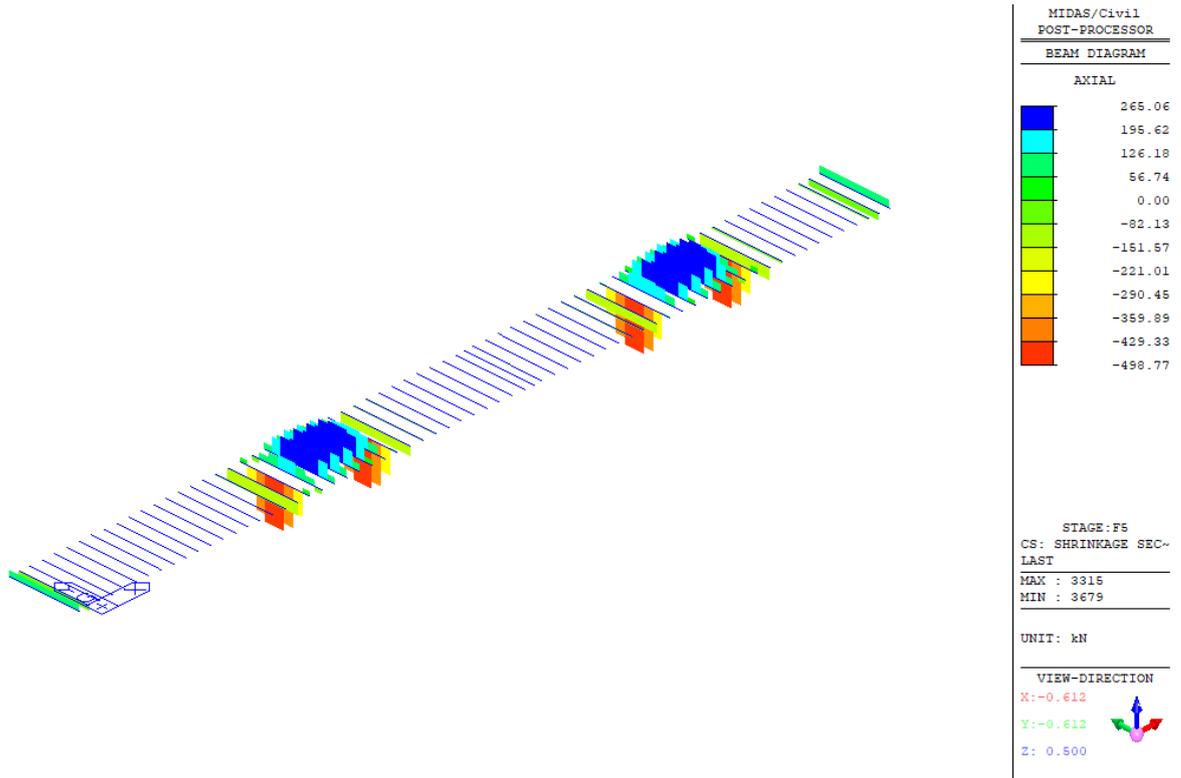


Figura 112 – Contributo secondario dell'azione da ritiro ϵ_{2_iper} – Diagramma dello sforzo assiale N

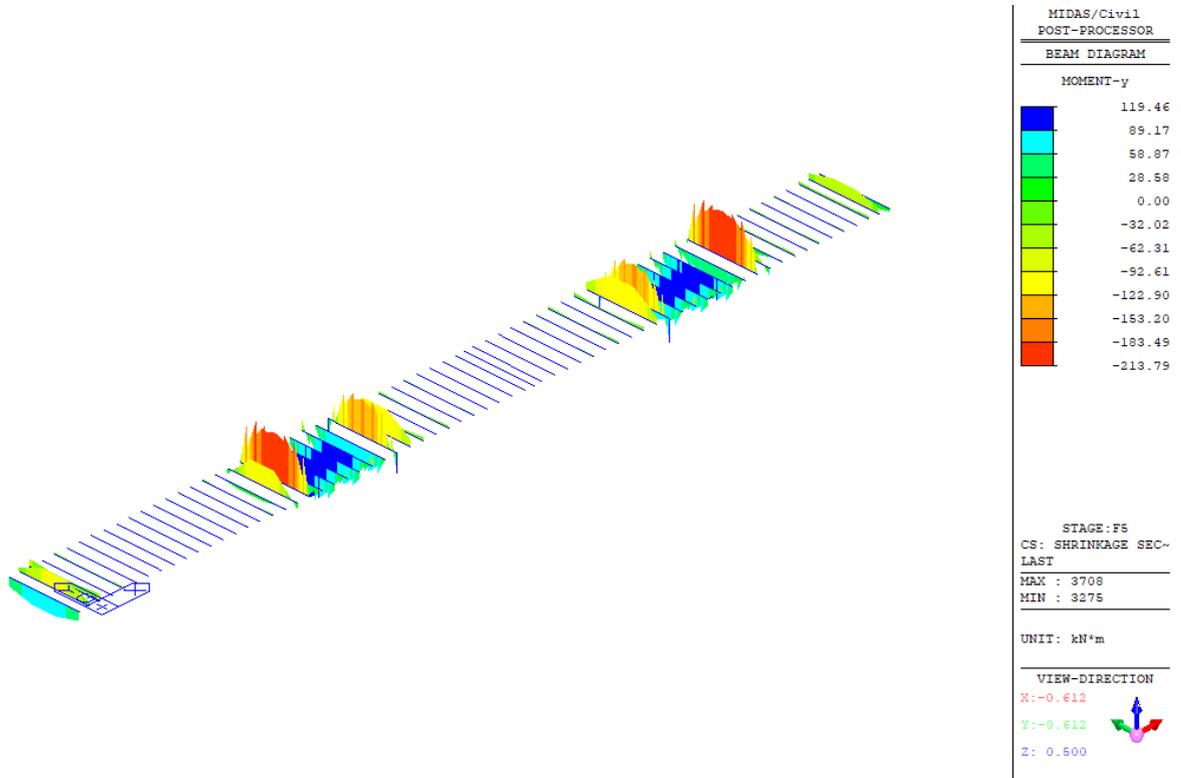


Figura 113 – Contributo secondario dell'azione da ritiro ϵ_{2_iper} – Diagramma del momento flettente My

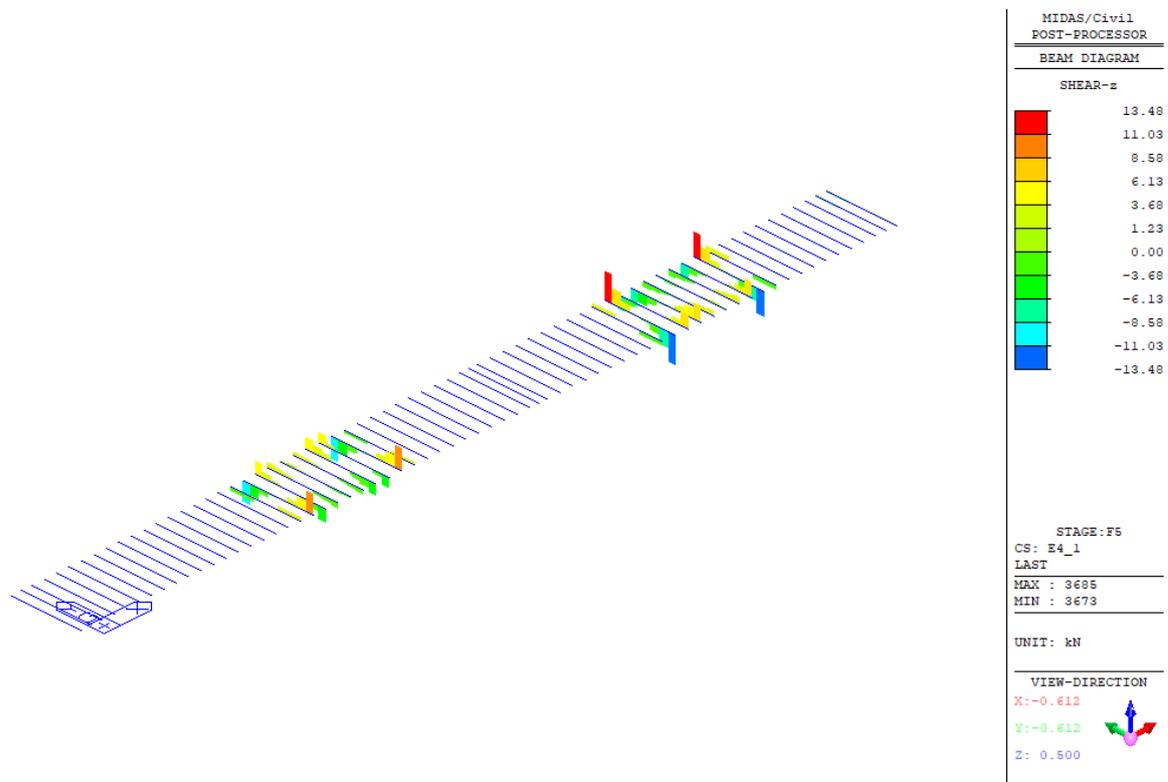


Figura 114 – Cedimenti vincolari caso 1 $\epsilon 4_1$ – Diagramma del taglio verticale V_z

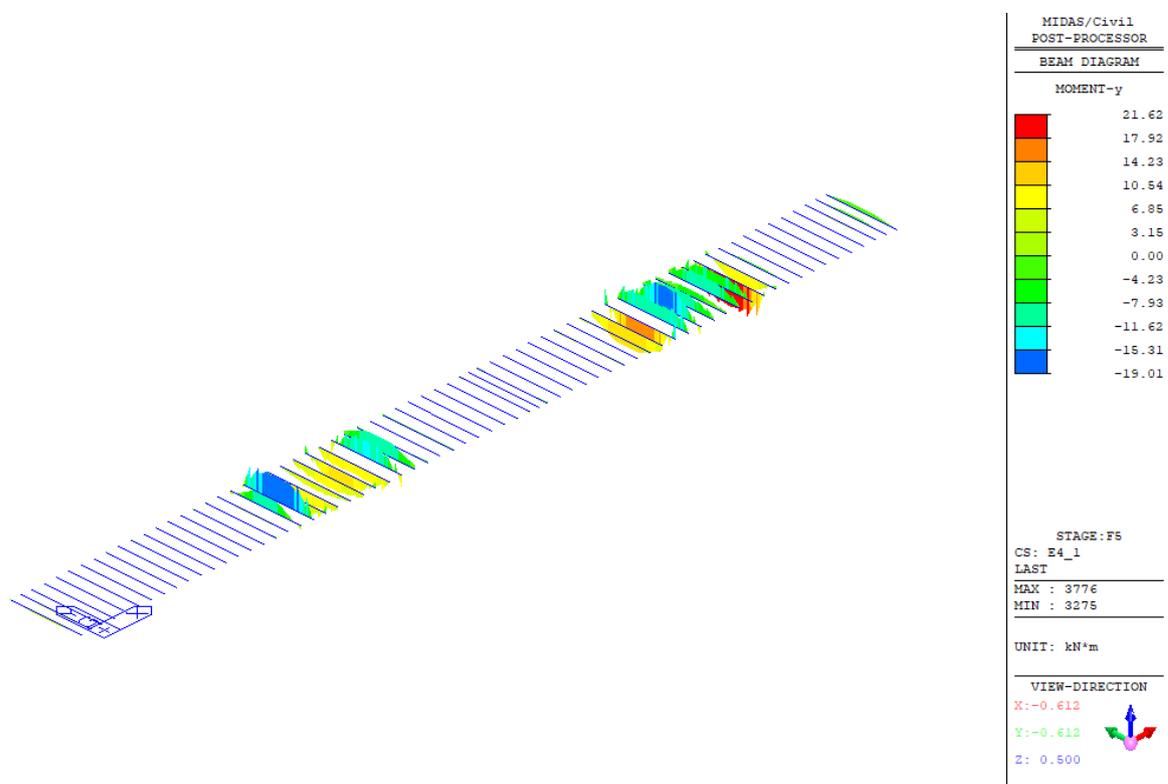


Figura 115 - Cedimenti vincolari caso 1 $\epsilon 4_1$ – Diagramma del momento flettente M_y

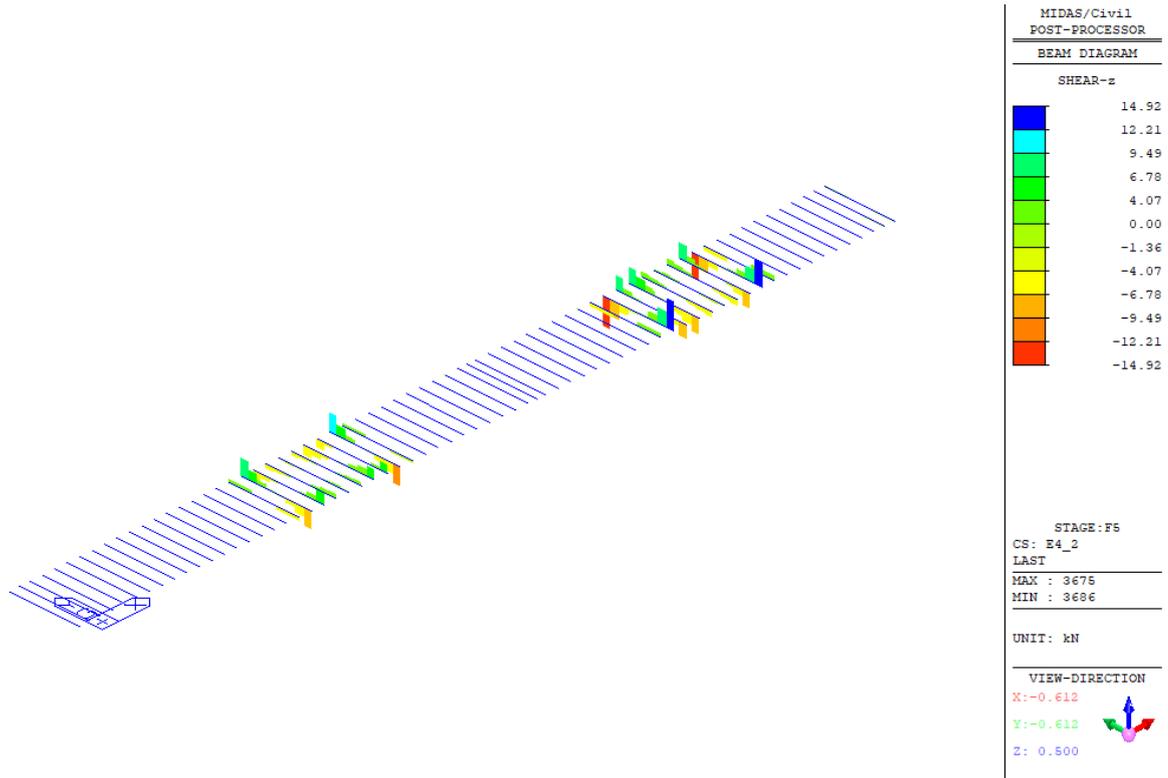


Figura 116 – Cedimenti vincolari caso 2 $\epsilon 4_2$ – Diagramma del taglio verticale Vz

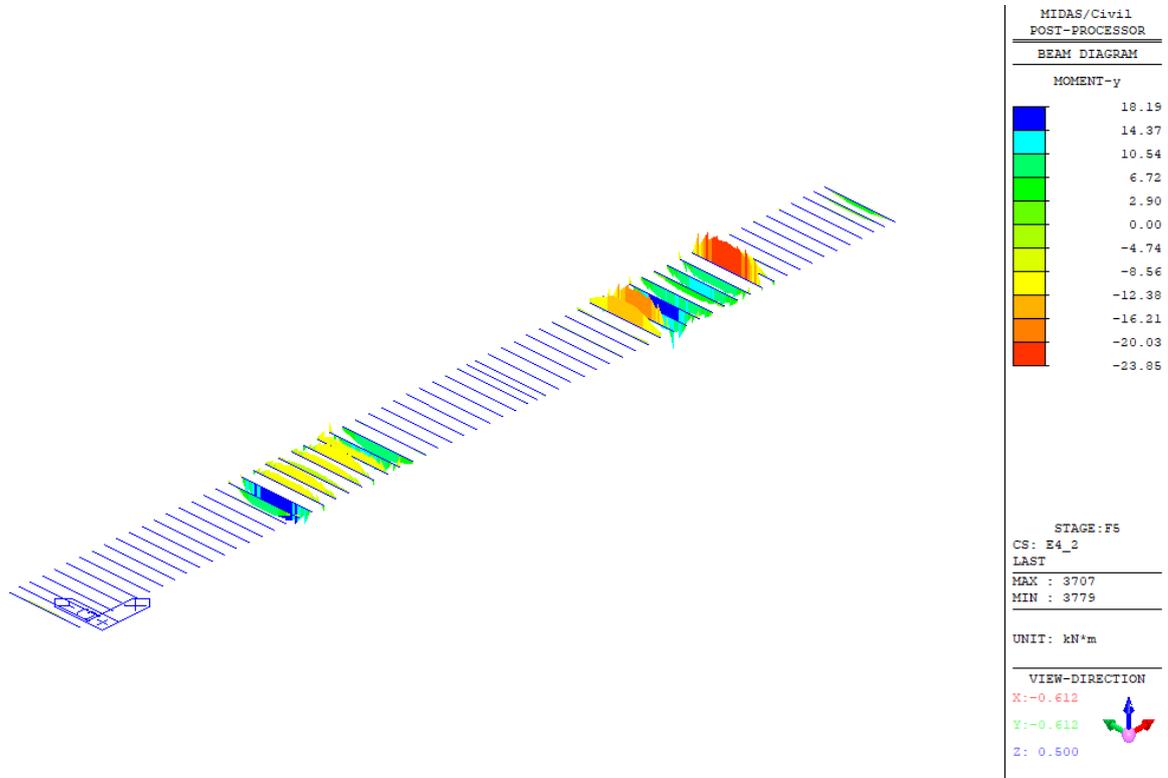


Figura 117 – Cedimenti vincolari caso 2 $\epsilon 4_2$ – Diagramma del momento flettente My

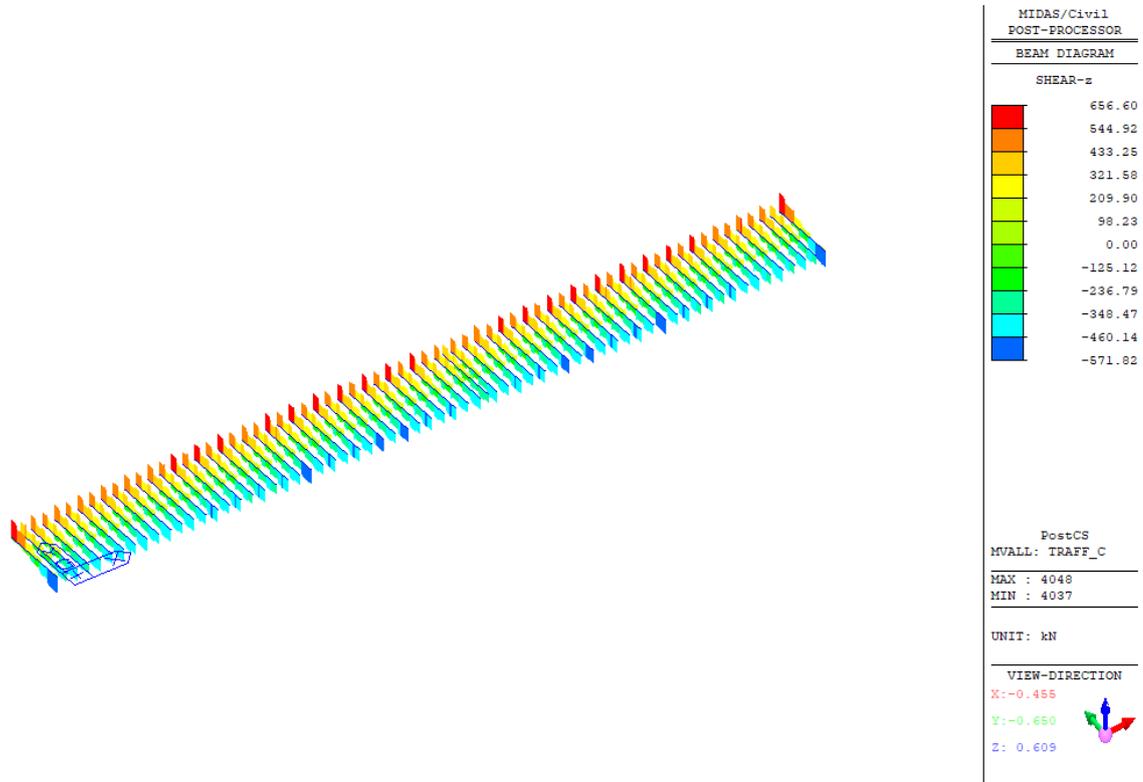


Figura 118 – Verticale da traffico modello 1 caratteristico– Diagramma del taglio verticale Vz

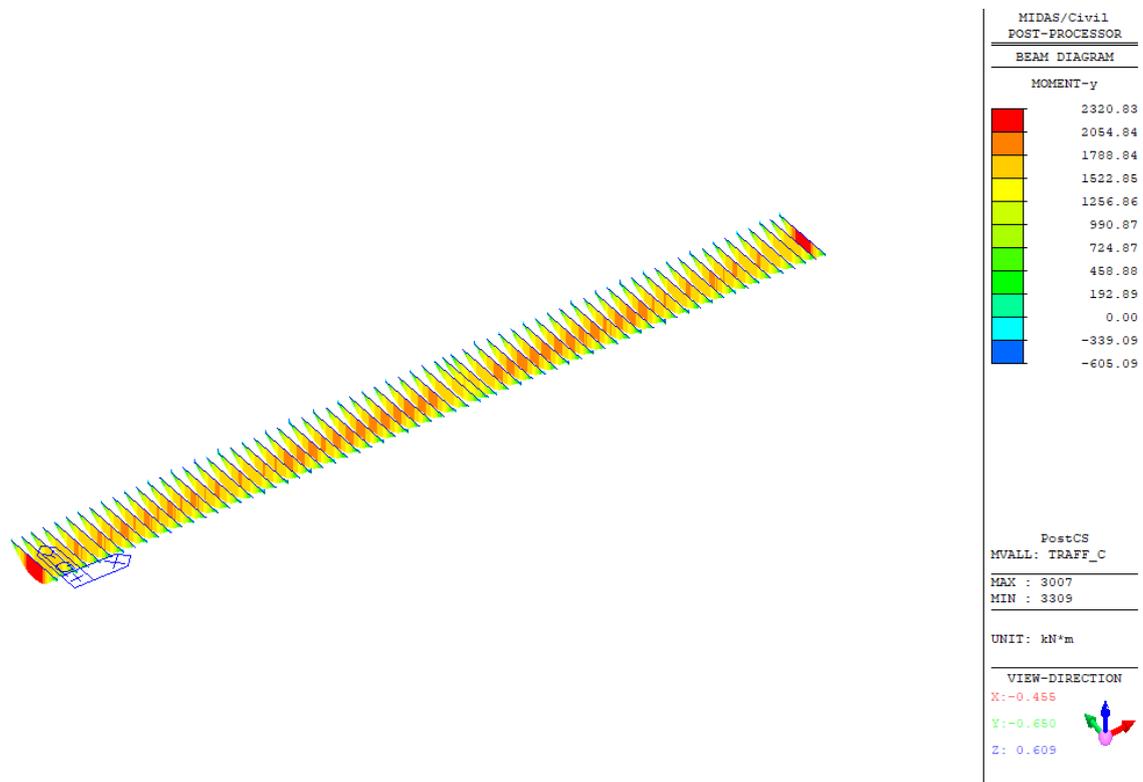


Figura 119 – Verticale da traffico modello 1 caratteristico– Diagramma del momento flettente My

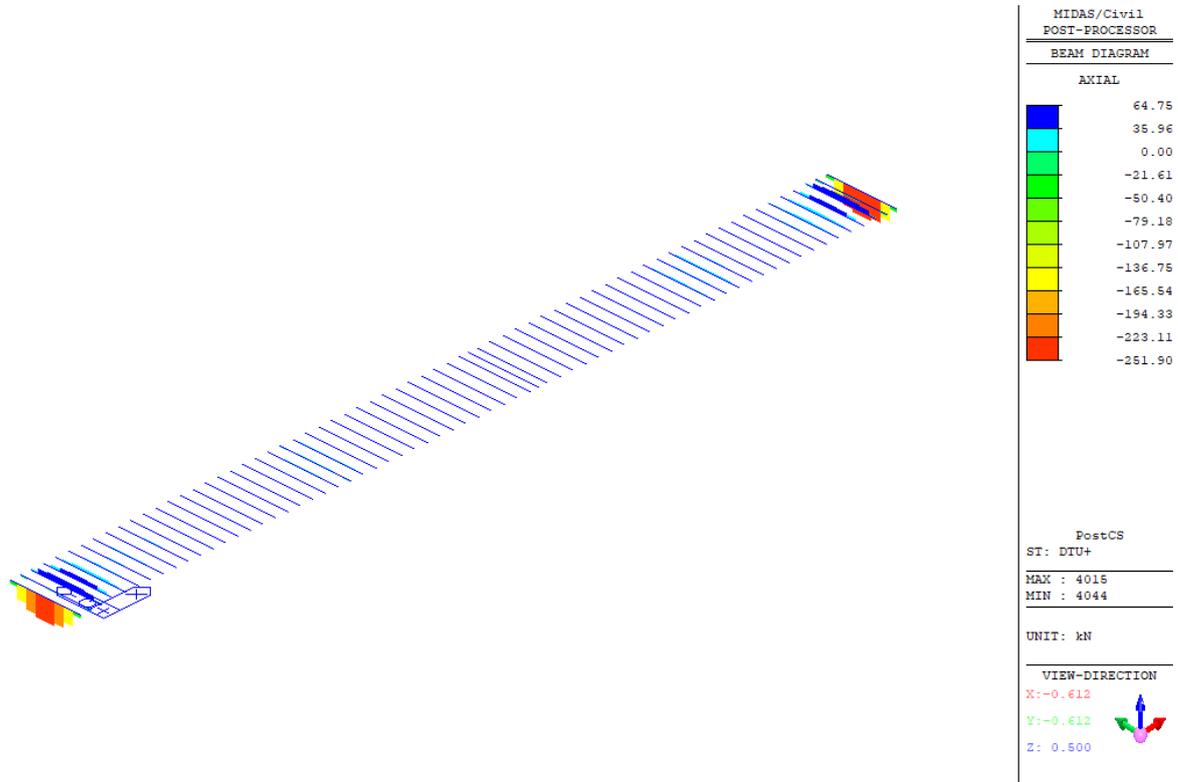


Figura 120 – Variazione termica uniforme (positiva) q7_ΔTu – Diagramma dello sforzo assiale N

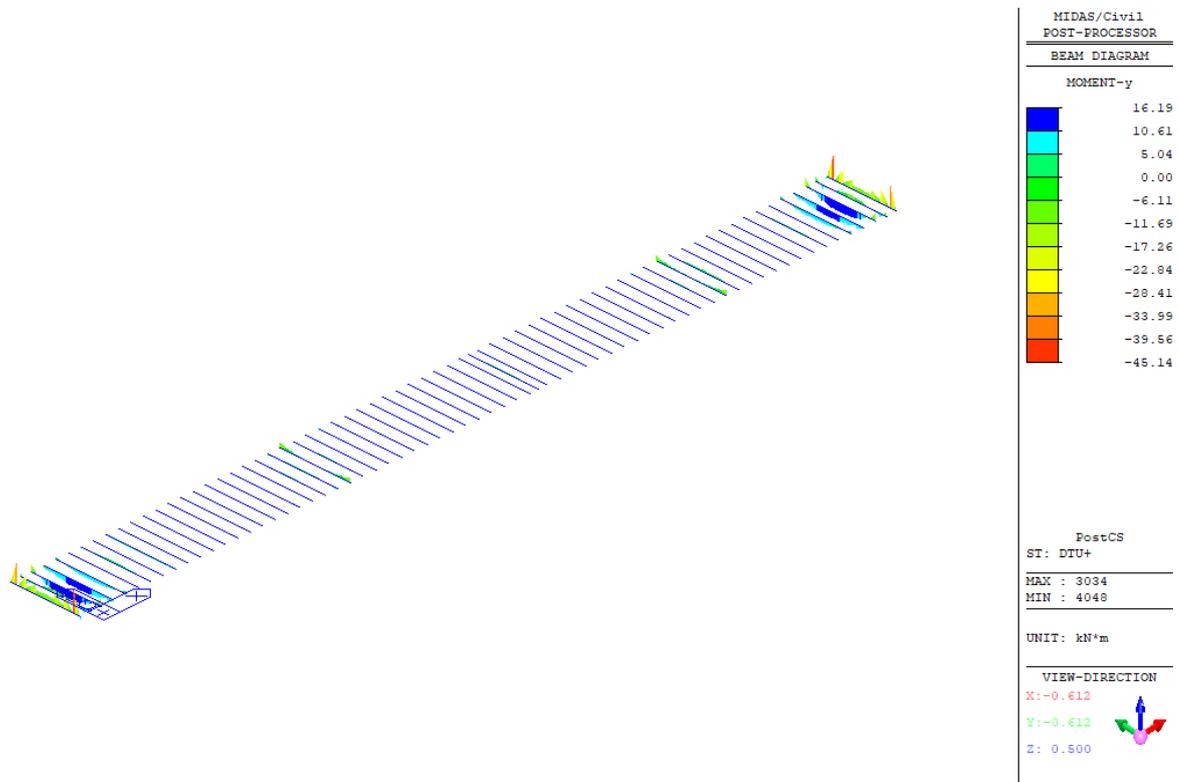


Figura 121 – Variazione termica uniforme (positiva) $q7_{\Delta Tu}$ – Diagramma del momento flettente M_y

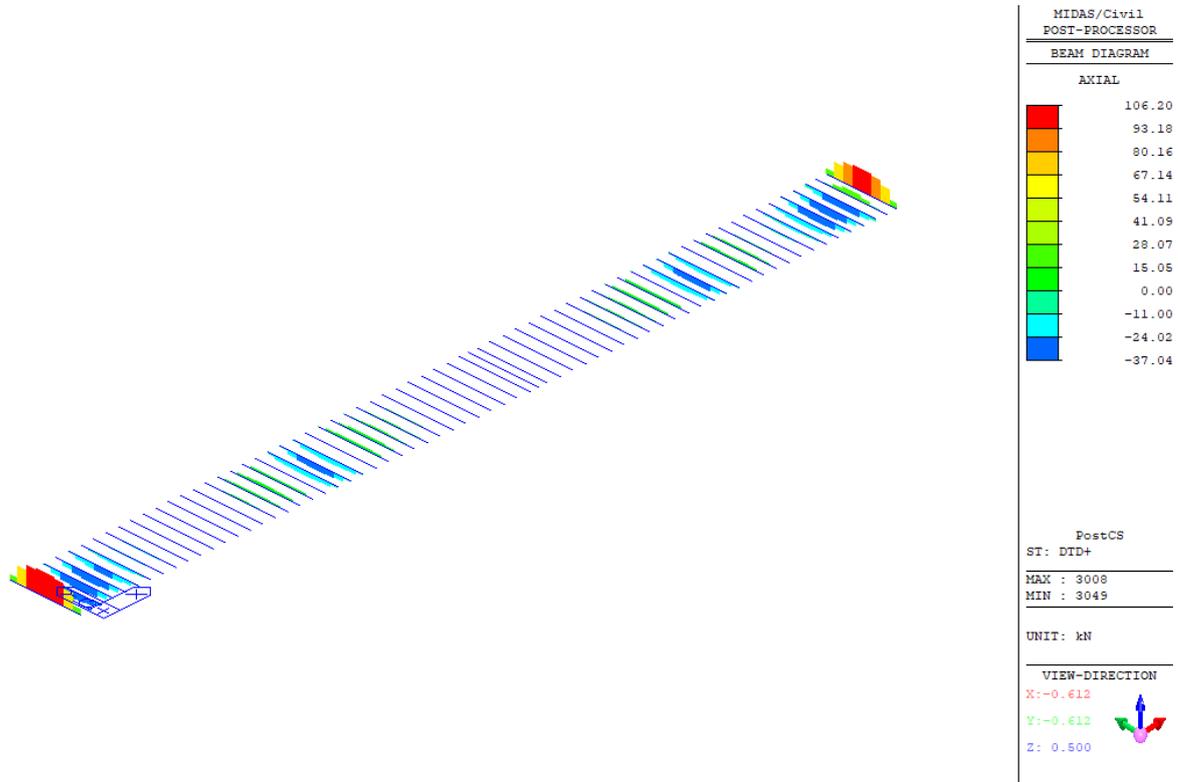


Figura 122 – Variazione termica differenziale (positiva) $q7_{\Delta Td}$ – Diagramma dello sforzo assiale N

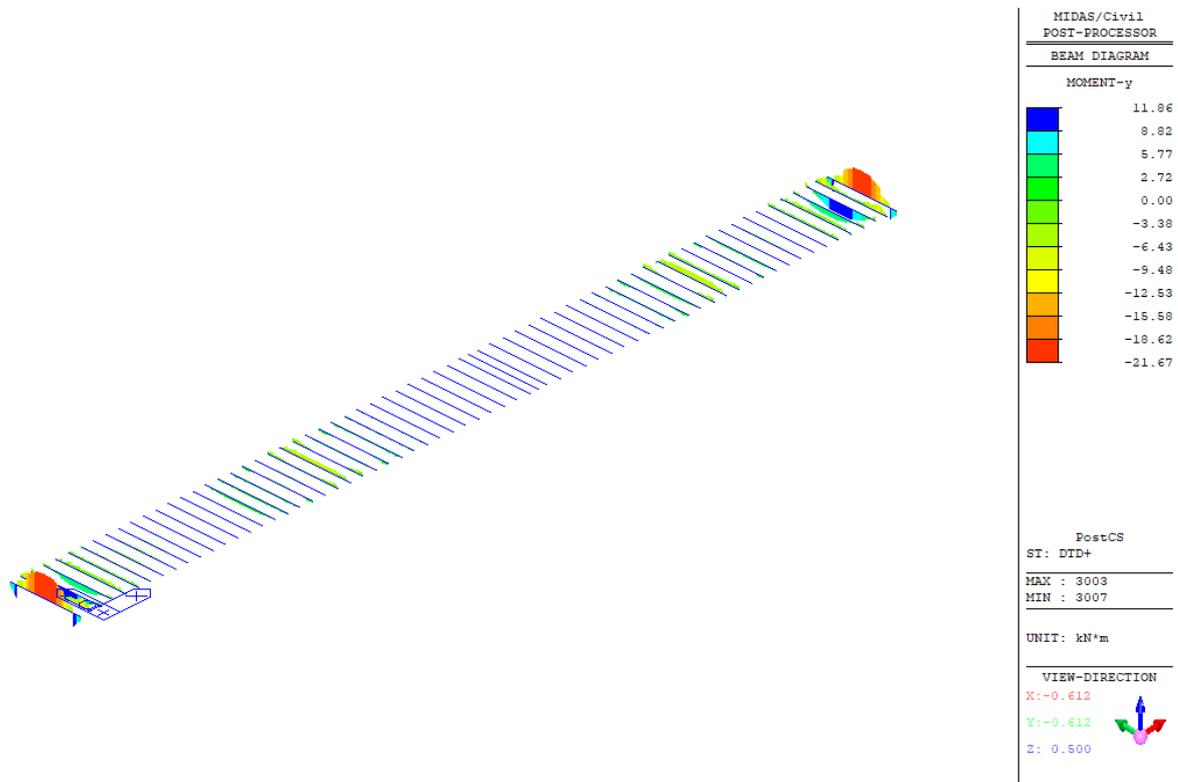


Figura 123 – Variazione termica differenziale (positiva) $q7_{\Delta Td}$ – Diagramma del momento flettente M_y

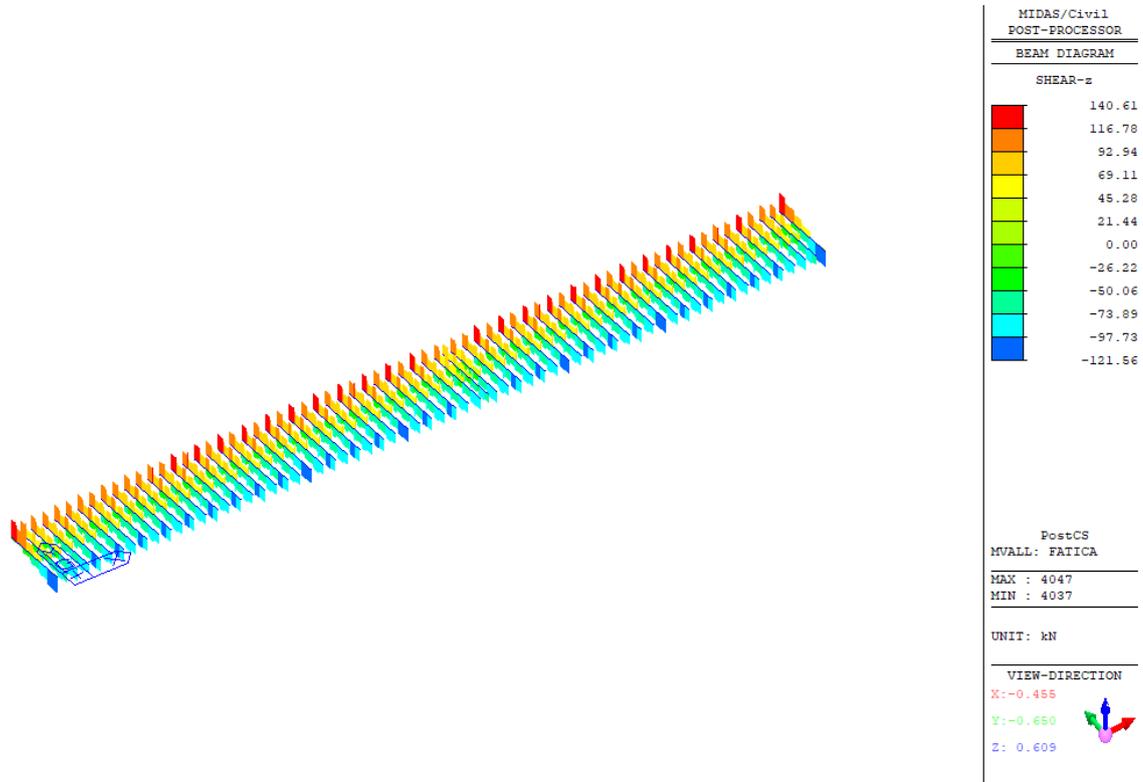


Figura 124 – Verticale da traffico modello 3 (fatica) – Diagramma del taglio verticale V_z

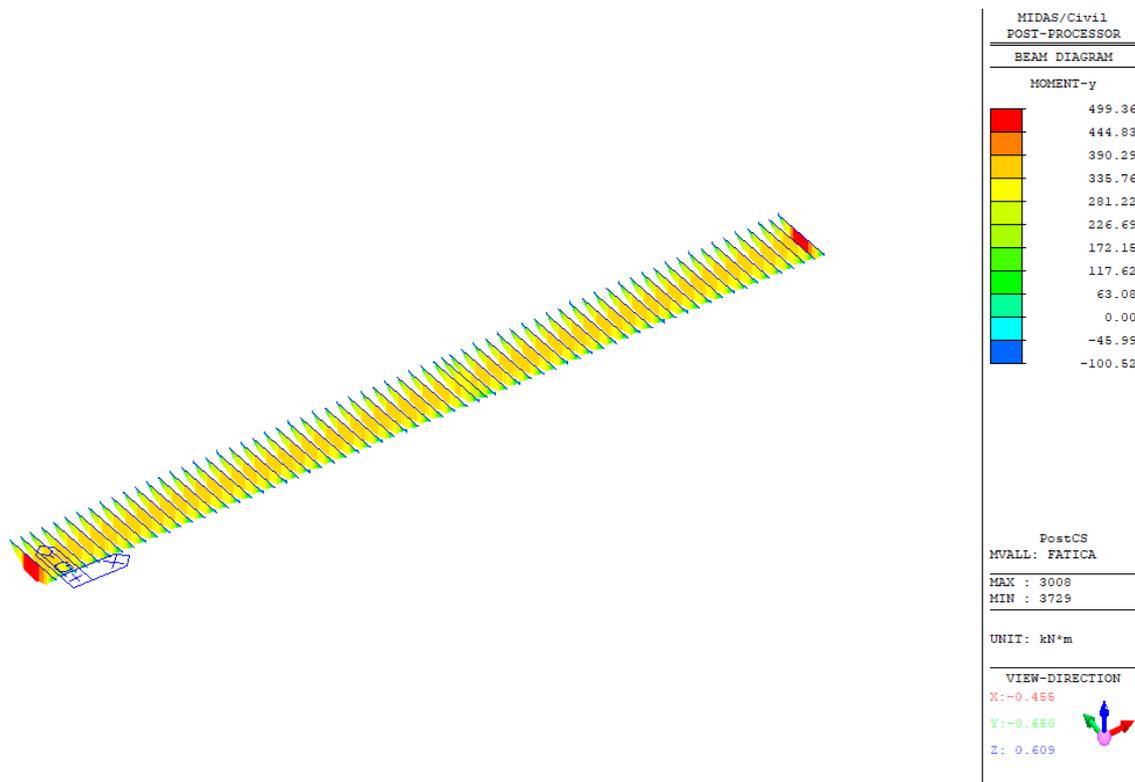
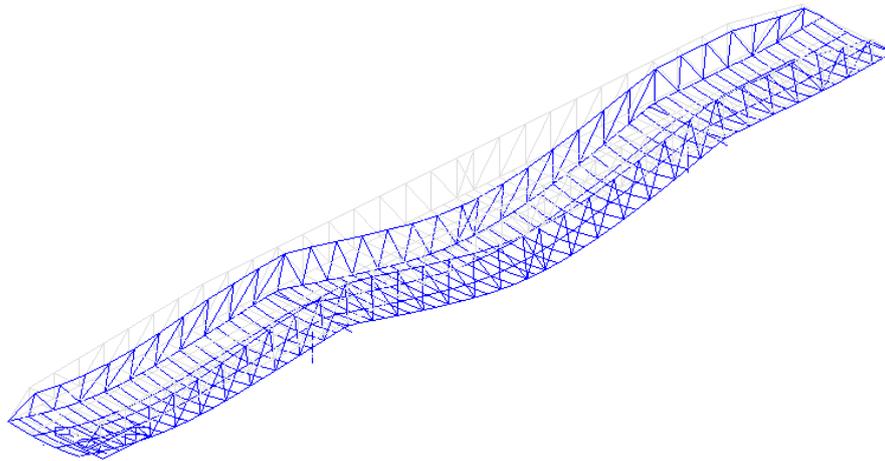


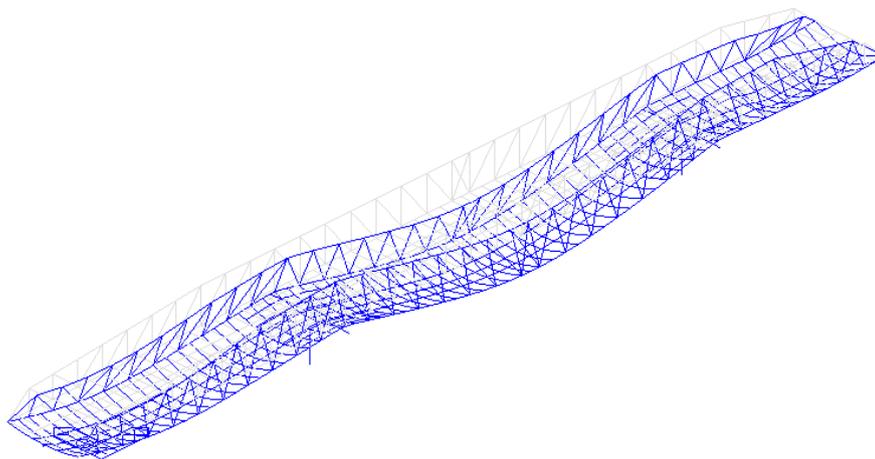
Figura 125 – Verticale da traffico modello 3 (fatica) – Diagramma del momento flettente M_y

6.3.4 Configurazioni deformate



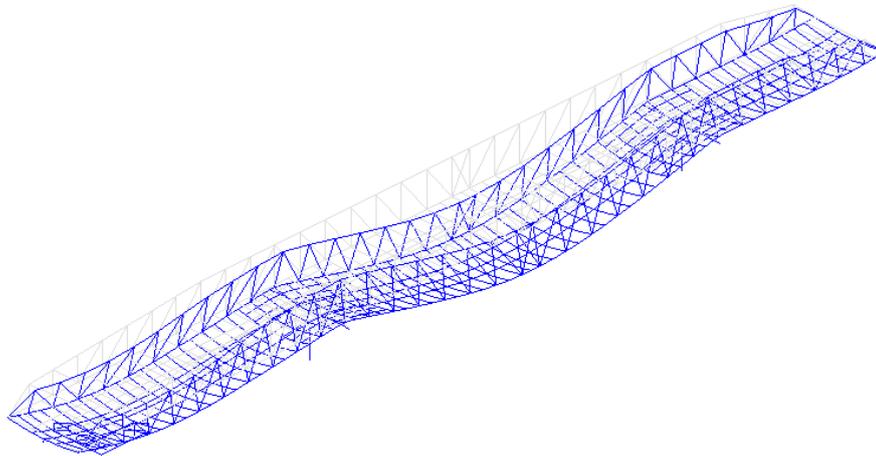
MIDAS/Civil POST-PROCESSOR	
DEFORMED SHAPE	
RESULTANT	
X-DIR=	-0.00
NODE=	426
Y-DIR=	0.01
NODE=	331
Z-DIR=	-0.04
NODE=	538
COMB.=	0.04
NODE=	538
SCALEFACTOR=	2.669E+002
STAGE:F1	
CS:	G1
LAST	
MAX :	538
MIN :	450
UNIT: m	
VIEW-DIRECTION	
X:-0.612	
Y:-0.612	
Z: 0.500	

Figura 126 – Peso acciaio



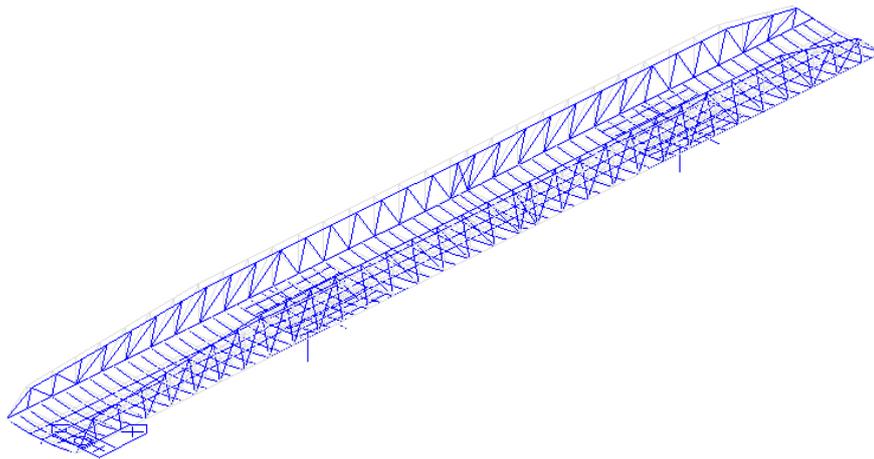
MIDAS/Civil POST-PROCESSOR	
DEFORMED SHAPE	
RESULTANT	
X-DIR=	-0.01
NODE=	426
Y-DIR=	0.04
NODE=	331
Z-DIR=	-0.10
NODE=	538
COMB.=	0.10
NODE=	538
SCALEFACTOR=	9.371E+001
STAGE:F5	
CS:	G1
LAST	
MAX :	538
MIN :	8033
UNIT: m	
VIEW-DIRECTION	
X:-0.612	
Y:-0.612	
Z: 0.500	

Figura 127 – Permanenti strutturali g1 (acciaio+soletta)



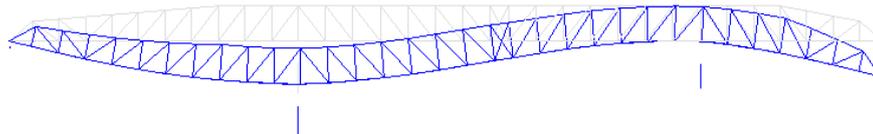
MIDAS/Civil POST-PROCESSOR	
DEFORMED SHAPE	
RESULTANT	
X-DIR=	0.00
NODE=	302
Y-DIR=	-0.01
NODE=	430
Z-DIR=	-0.03
NODE=	538
COMB.=	0.03
NODE=	538
SCALEFACTOR=	3.109E+002
STAGE: F5	
CS:	G2
LAST	
MAX :	538
MIN :	448
UNIT: m	
VIEW-DIRECTION	
X:-0.612	
Y:-0.612	
Z: 0.500	

Figura 128 – Permanenti strutturali g2



MIDAS/Civil POST-PROCESSOR	
DEFORMED SHAPE	
RESULTANT	
X-DIR=	0.00
NODE=	520
Y-DIR=	0.02
NODE=	328
Z-DIR=	-0.01
NODE=	551
COMB.=	0.02
NODE=	328
SCALEFACTOR=	9.097E+001
STAGE: F5	
CS:	SHRINKAGE PRIM-
LAST	
MAX :	328
MIN :	448
UNIT: m	
VIEW-DIRECTION	
X:-0.612	
Y:-0.612	
Z: 0.500	

Figura 129 – Azione da ritiro ϵ_2



```

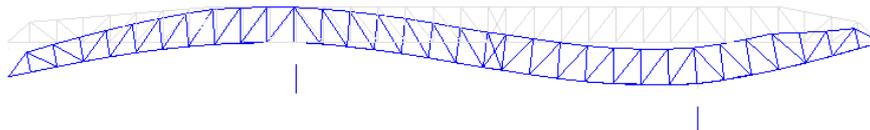
MIDAS/Civil
POST-PROCESSOR
DEFORMED SHAPE
RESULTANT
X-DIR= 0.00
NODE= 431
Y-DIR= 0.00
NODE= 428
Z-DIR= -0.03
NODE= 8000
COMB.= 0.03
NODE= 8000
SCALEFACTOR=
3.754E+002

PostCS
ST: E4_1
MAX : 8000
MIN : 448

UNIT: m

VIEW-DIRECTION
X: 0.000
Y: -1.000
Z: 0.000
  
```

Figura 130 – Cedimenti vincolari caso 1 ε_{4_1} – Configurazione deformata



```

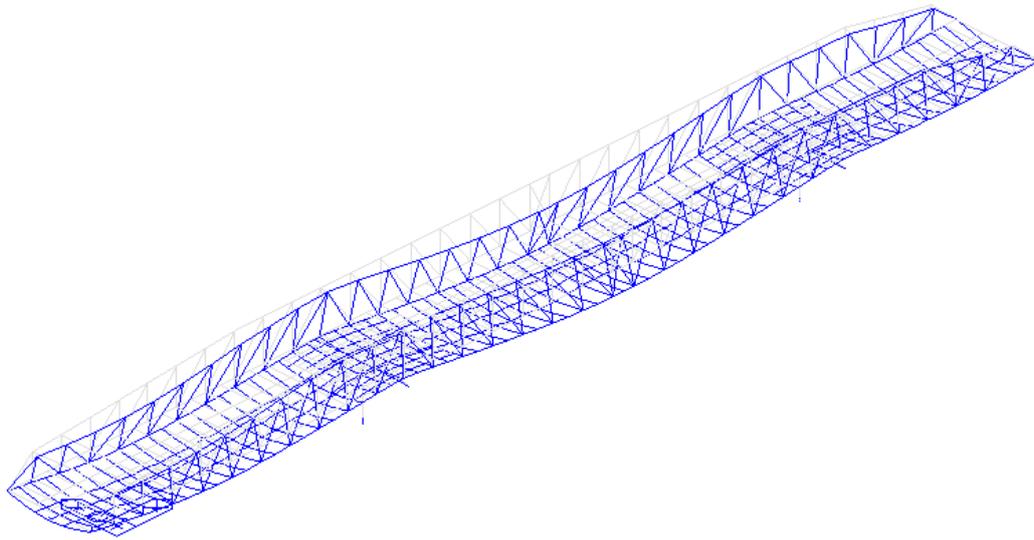
MIDAS/Civil
POST-PROCESSOR
DEFORMED SHAPE
RESULTANT
X-DIR= -0.00
NODE= 431
Y-DIR= 0.00
NODE= 328
Z-DIR= -0.03
NODE= 550
COMB.= 0.03
NODE= 550
SCALEFACTOR=
3.657E+002

PostCS
ST: E4_2
MAX : 550
MIN : 450

UNIT: m

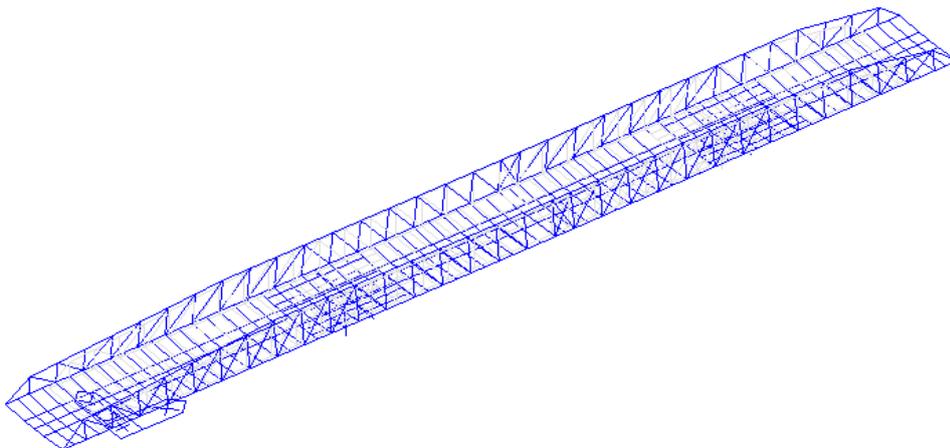
VIEW-DIRECTION
X: 0.000
Y: -1.000
Z: 0.000
  
```

Figura 131 – Cedimenti vincolari caso 2 ε_{4_2} – Configurazione deformata



MIDAS/Civil POST-PROCESSOR	
DEFORMED SHAPE	
RESULTANT	
X-DIR=	0.01
NODE=	413
Y-DIR=	0.03
NODE=	319
Z-DIR=	-0.07
NODE=	536
COMB.=	0.07
NODE=	536
SCALEFACTOR=	7.131E+001
PostCS	
MVALL:	TRAFF_C
MAX :	536
MIN :	8033
UNIT: m	
VIEW-DIRECTION	
X:	-0.612
Y:	-0.612
Z:	0.500

Figura 132 – Verticale da traffico modello 1 caratteristico



MIDAS/Civil POST-PROCESSOR	
DEFORMED SHAPE	
RESULTANT	
X-DIR=	-0.03
NODE=	501
Y-DIR=	0.00
NODE=	285
Z-DIR=	0.00
NODE=	331
COMB.=	0.03
NODE=	829
SCALEFACTOR=	3.216E+002
PostCS	
ST:	DTU+
MAX :	829
MIN :	448
UNIT: m	
VIEW-DIRECTION	
X:	-0.465
Y:	-0.629
Z:	0.623

Figura 133 – Variazione termica uniforme (positiva) $q7_ΔTu$

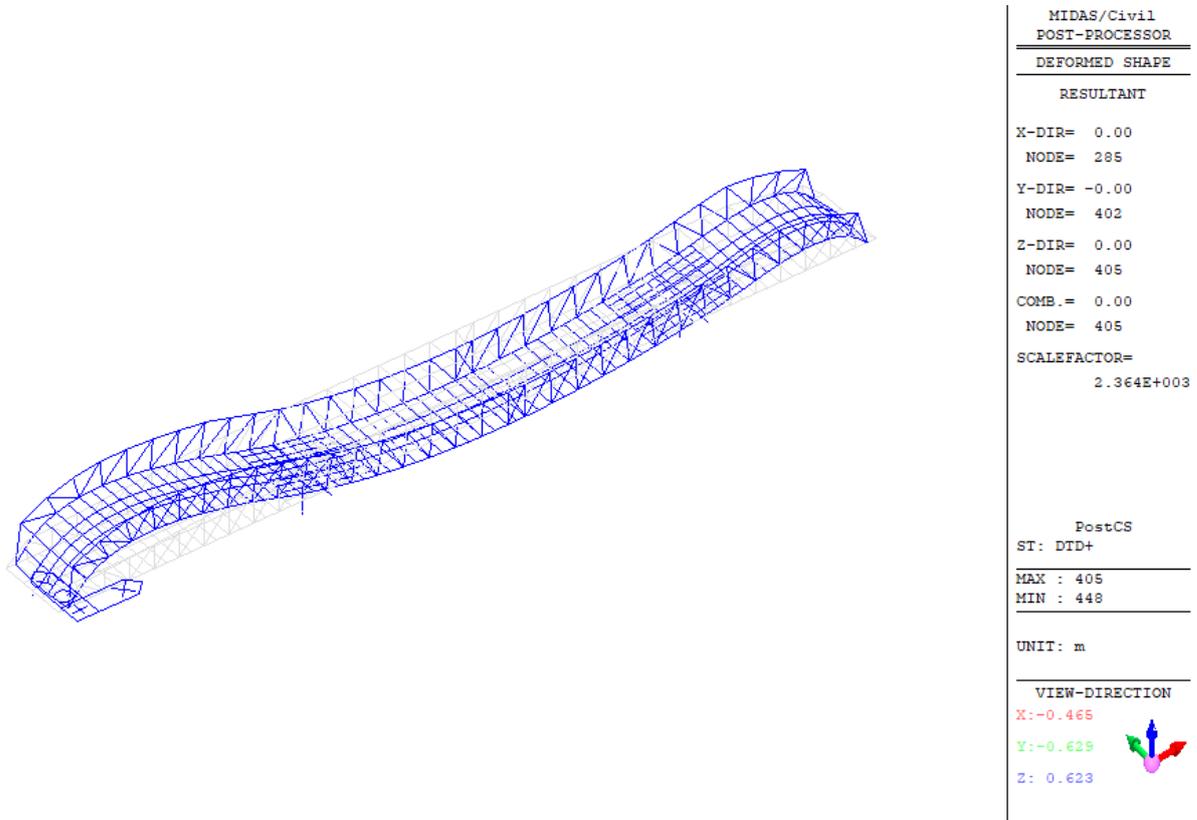


Figura 134 – Variazione termica differenziale (positiva) $q7_ΔTd$

7 COMBINAZIONI DI CARICO

In accordo con le NTC 2018 al paragrafo 2.5.3, sono state utilizzate le seguenti combinazioni delle azioni:

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

$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \gamma_{Q3} \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots$$
 [2.5.1]
- Combinazione caratteristica, cosiddetta rara, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili:

$$G_1 + G_2 + P + Q_{k1} + \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots$$
 [2.5.2]
- Combinazione frequente, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) reversibili:

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots$$
 [2.5.3]
- Combinazione quasi permanente (SLE), generalmente impiegata per gli effetti a lungo termine:

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots$$
 [2.5.4]
- Combinazione sismica, impiegata per gli stati limite ultimi e di esercizio connessi all'azione sismica E:

$$E + G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots$$
 [2.5.5]
- Combinazione eccezionale, impiegata per gli stati limite ultimi connessi alle azioni eccezionali A:

$$G_1 + G_2 + P + A_d + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots$$
 [2.5.6]

Gli effetti dell'azione sismica saranno valutati tenendo conto delle masse associate ai seguenti carichi gravitazionali:

$$G_1 + G_2 + \sum_j \psi_{2j} Q_{kj} \quad [2.5.7]$$

Ai fini della determinazione dei valori caratteristici delle azioni dovute al traffico sono state considerate le combinazioni riportate nella tabella seguente:

Carichi sulla superficie carrabile					
Gruppo di azioni	Carichi verticali			Carichi orizzontali	
	Modello principale (schemi di carico 1, 2, 3, 4 e 6)	Veicoli speciali	Folla (Schema di carico 5)	Frenatura	Forza centrifuga
1	Valore caratteristico				
2a	Valore frequente			Valore caratteristico	
2b	Valore frequente				Valore caratteristico

Tabella 11 - valori caratteristici delle azioni variabili da traffico

I valori dei coefficienti parziali di sicurezza per le combinazioni di carico a SLU sono riportati nella tabella seguente:

		Coefficiente	EQU ¹⁰	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_{Q3}	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30
Distorsioni e presollecitazioni di progetto	favorevoli	γ_{e1}	0,90	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,00 ⁽³⁾	1,00 ⁽⁴⁾	1,00
Ritiro e viscosità, Cedimenti vincolari	favorevoli	$\gamma_{e2}, \gamma_{e3}, \gamma_{e4}$	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,20	1,20	1,00

Tabella 12 - coefficienti parziali γ

I valori dei coefficienti ψ per le combinazioni di carico a SLU e a SLE sono riportati nella tabella seguente:

Azioni	Gruppo di azioni (Tab. 5.1.IV)	Coefficiente ψ_0 di combinazione	Coefficiente ψ_1 (valori frequenti)	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 13 - coefficienti ψ per le azioni variabili di ponti stradali e pedonali

Di seguito si riportano delle tabelle semplificate che illustrano i coefficienti parziali di norma assunti per le combinazioni di carico.

7.1 Combinazioni di carico SLU

Da 1 a 96

il traffico si considera dominante e la temperatura secondaria

A	G1	G2	e2_1	e2_2	e4_1	e4_2	Fren	Vento Y	Traffico_c										Dtu+	Dtu-	DTd+	DTd-	Centr_max	Centr_min			
									Nmax	Vy max	Vz max	T max	My max	Mz max	Nmin	Vy min	Vz min	T min							My min	Mz min	
SLU_1	1.35	1.5	1.2	1.2	1.2	0	0	0	1.35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.9	0	0.9	0	0	0
SLU_2	1.35	1.5	1.2	1.2	1.2	0	0	0	1.35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.9	0	0.9	0	0	0
SLU_3	1.35	1.5	1.2	1.2	1.2	0	0	0	1.35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.9	0.9	0	0	0	0
SLU_4	1.35	1.5	1.2	1.2	1.2	0	0	0	1.35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.9	0	0.9	0	0	0
SLU_5	1.35	1.5	1.2	1.2	1.2	0	0	0	0	1.35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.9	0	0.9	0	0	0
SLU_6	1.35	1.5	1.2	1.2	1.2	0	0	0	0	1.35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.9	0	0.9	0	0	0
SLU_7	1.35	1.5	1.2	1.2	1.2	0	0	0	0	1.35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.9	0.9	0	0	0	0
SLU_8	1.35	1.5	1.2	1.2	1.2	0	0	0	0	1.35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.9	0	0.9	0	0	0

Da97 a 192

temperatura dominante e traffico secondario

B	G1	G2	e2_1	e2_2	e4_1	e4_2	Fren	Vento Y	Traffico_f										Dtu+	Dtu-	DTd+	DTd-	Centr_max	Centr_min			
									Nmax	Vy max	Vz max	T max	My max	Mz max	Nmin	Vy min	Vz min	T min							My min	Mz min	
SLU_97	1.35	1.5	1.2	1.2	1.2	0	0	0	1.35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.5	0	1.5	0	0	0
SLU_98	1.35	1.5	1.2	1.2	1.2	0	0	0	1.35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.5	0	0	1.5	0	0
SLU_99	1.35	1.5	1.2	1.2	1.2	0	0	0	1.35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.5	1.5	0	0	0	0
SLU_100	1.35	1.5	1.2	1.2	1.2	0	0	0	1.35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.5	0	1.5	0	0	0
SLU_101	1.35	1.5	1.2	1.2	1.2	0	0	0	0	1.35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.5	0	1.5	0	0	0
SLU_102	1.35	1.5	1.2	1.2	1.2	0	0	0	0	1.35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.5	0	0	1.5	0	0
SLU_103	1.35	1.5	1.2	1.2	1.2	0	0	0	0	1.35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.5	1.5	0	0	0	0
SLU_104	1.35	1.5	1.2	1.2	1.2	0	0	0	0	1.35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.5	0	1.5	0	0	0

Da 192 a 200

temperatura dominante, g1-g2 e traffico con coeff favorevoli

C	G1	G2	e2_1	e2_2	e4_1	e4_2	Fren	Vento Y	Traffico_f										Dtu+	Dtu-	DTd+	DTd-	Centr_max	Centr_min			
									Nmax	Vy max	Vz max	T max	My max	Mz max	Nmin	Vy min	Vz min	T min							My min	Mz min	
SLU_193	1	1	1.2	1.2	1.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.5	0	1.5	0	0	0
SLU_194	1	1	1.2	1.2	1.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.5	0	0	1.5	0	0
SLU_195	1	1	1.2	1.2	1.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.5	1.5	0	0	0	0
SLU_196	1	1	1.2	1.2	1.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.5	0	1.5	0	0	0
SLU_197	1	1	1.2	1.2	0	1.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.5	0	1.5	0	0	0
SLU_198	1	1	1.2	1.2	0	1.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.5	0	0	1.5	0	0
SLU_199	1	1	1.2	1.2	0	1.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.5	1.5	0	0	0	0
SLU_200	1	1	1.2	1.2	0	1.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.5	0	1.5	0	0	0

Da 201 a 400

come sopra, non considerando il ritiro

D	G1	G2	Traffico_c						Fren	Vento Y	Nmax	Vy max	Vz max	T max	My max	Mz max	Nmin	Vy min	Vz min	T min	My min	Mz min	Dtu+	Dtu-	DTd+	DTd-	Centr_max	Centr_min
			e2_1	e2_2	e4_1	e4_2																						
SLU_201	1.35	1.5	0	0	1.2	0	0	0	0	1.35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.9	0	0.9	0	0	0
SLU_202	1.35	1.5	0	0	1.2	0	0	0	0	1.35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.9	0	0	0.9	0	0
SLU_203	1.35	1.5	0	0	1.2	0	0	0	0	1.35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.9	0.9	0	0	0
SLU_204	1.35	1.5	0	0	1.2	0	0	0	0	1.35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.9	0	0.9	0	0
SLU_205	1.35	1.5	0	0	1.2	0	0	0	0	0	1.35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.9	0	0.9	0	0	0
SLU_206	1.35	1.5	0	0	1.2	0	0	0	0	0	1.35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.9	0	0	0.9	0	0
SLU_207	1.35	1.5	0	0	1.2	0	0	0	0	0	1.35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.9	0.9	0	0	0
SLU_208	1.35	1.5	0	0	1.2	0	0	0	0	0	1.35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.9	0	0.9	0	0

Da 401 a 496

Gr2a_dominante + termica

E	G1	G2	Traffico_f						Fren	Vento Y	Nmax	Vy max	Vz max	T max	My max	Mz max	Nmin	Vy min	Vz min	T min	My min	Mz min	Dtu+	Dtu-	DTd+	DTd-	Centr_max	Centr_min
			e2_1	e2_2	e4_1	e4_2																						
SLU_401	1.35	1.5	1.2	1.2	1.2	0	1.35	0	1.35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.9	0	0.9	0	0	0
SLU_402	1.35	1.5	1.2	1.2	1.2	0	1.35	0	1.35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.9	0	0	0.9	0	0
SLU_403	1.35	1.5	1.2	1.2	1.2	0	1.35	0	1.35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.9	0.9	0	0	0
SLU_404	1.35	1.5	1.2	1.2	1.2	0	1.35	0	1.35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.9	0	0.9	0	0
SLU_405	1.35	1.5	1.2	1.2	1.2	0	1.35	0	0	1.35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.9	0	0.9	0	0	0
SLU_406	1.35	1.5	1.2	1.2	1.2	0	1.35	0	0	1.35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.9	0	0	0.9	0	0
SLU_407	1.35	1.5	1.2	1.2	1.2	0	1.35	0	0	1.35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.9	0.9	0	0	0
SLU_408	1.35	1.5	1.2	1.2	1.2	0	1.35	0	0	1.35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.9	0	0.9	0	0

Da 497 a 592

Come sopra, senza il ritiro

F	G1	G2	Traffico_f						Fren	Vento Y	Nmax	Vy max	Vz max	T max	My max	Mz max	Nmin	Vy min	Vz min	T min	My min	Mz min	Dtu+	Dtu-	DTd+	DTd-	Centr_max	Centr_min
			e2_1	e2_2	e4_1	e4_2																						
SLU_497	1.35	1.5	0	0	1.2	0	1.35	0	1.35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.9	0	0.9	0	0	0
SLU_498	1.35	1.5	0	0	1.2	0	1.35	0	1.35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.9	0	0	0.9	0	0
SLU_499	1.35	1.5	0	0	1.2	0	1.35	0	1.35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.9	0.9	0	0	0
SLU_500	1.35	1.5	0	0	1.2	0	1.35	0	1.35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.9	0	0.9	0	0
SLU_501	1.35	1.5	0	0	1.2	0	1.35	0	0	1.35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.9	0	0.9	0	0	0
SLU_502	1.35	1.5	0	0	1.2	0	1.35	0	0	1.35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.9	0	0	0.9	0	0
SLU_503	1.35	1.5	0	0	1.2	0	1.35	0	0	1.35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.9	0.9	0	0	0
SLU_504	1.35	1.5	0	0	1.2	0	1.35	0	0	1.35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.9	0	0.9	0	0

Da 593 a 688

vento dominante + traffico frequente+ termica

G	G1	G2	Traffico_f								Nmax	Vy max	Vz max	T max	My max	Mz max	Nmin	Vy min	Vz min	T min	My min	Mz min	Dtu+	Dtu-	DTd+	DTd-	Centr_max	Centr_min	
			e2_1	e2_2	e4_1	e4_2	Fren	Vento Y																					
SLU_593	1.35	1.5	1.2	1.2	1.2	0	0	1.5	1.35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.9	0	0.9	0	0	0	
SLU_594	1.35	1.5	1.2	1.2	1.2	0	0	1.5	1.35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.9	0	0	0.9	0	0
SLU_595	1.35	1.5	1.2	1.2	1.2	0	0	1.5	1.35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.9	0.9	0	0	0	
SLU_596	1.35	1.5	1.2	1.2	1.2	0	0	1.5	1.35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.9	0	0.9	0	0	
SLU_597	1.35	1.5	1.2	1.2	1.2	0	0	1.5	0	1.35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.9	0	0.9	0	0	
SLU_598	1.35	1.5	1.2	1.2	1.2	0	0	1.5	0	1.35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.9	0	0	0.9	0	0
SLU_599	1.35	1.5	1.2	1.2	1.2	0	0	1.5	0	1.35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.9	0.9	0	0	0	
SLU_600	1.35	1.5	1.2	1.2	1.2	0	0	1.5	0	1.35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.9	0	0.9	0	0	

Da 689 a 696

vento dominante, g1-g2 e traffico con coeff favorevoli e traffico secondario

H	G1	G2	Traffico_f								Nmax	Vy max	Vz max	T max	My max	Mz max	Nmin	Vy min	Vz min	T min	My min	Mz min	Dtu+	Dtu-	DTd+	DTd-	Centr_max	Centr_min	
			e2_1	e2_2	e4_1	e4_2	Fren	Vento Y																					
SLU_689	1	1	1.2	1.2	1.2	0	0	1.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.9	0	0.9	0	0	0	
SLU_690	1	1	1.2	1.2	1.2	0	0	1.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.9	0	0	0.9	0	0
SLU_691	1	1	1.2	1.2	1.2	0	0	1.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.9	0.9	0	0	0	
SLU_692	1	1	1.2	1.2	1.2	0	0	1.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.9	0	0.9	0	0	
SLU_693	1	1	1.2	1.2	0	1.2	0	1.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.9	0	0.9	0	0	
SLU_694	1	1	1.2	1.2	0	1.2	0	1.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.9	0	0	0.9	0	0
SLU_695	1	1	1.2	1.2	0	1.2	0	1.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.9	0.9	0	0	0	
SLU_696	1	1	1.2	1.2	0	1.2	0	1.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.9	0	0.9	0	0	

Da 696 a 800

come sopra, senza ritiro

I	G1	G2	Traffico_f								Nmax	Vy max	Vz max	T max	My max	Mz max	Nmin	Vy min	Vz min	T min	My min	Mz min	Dtu+	Dtu-	DTd+	DTd-	Centr_max	Centr_min	
			e2_1	e2_2	e4_1	e4_2	Fren	Vento Y																					
SLU_697	1.35	1.5	0	0	1.2	0	0	1.5	1.35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.9	0	0.9	0	0	0
SLU_698	1.35	1.5	0	0	1.2	0	0	1.5	1.35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.9	0	0	0.9	0	0
SLU_699	1.35	1.5	0	0	1.2	0	0	1.5	1.35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.9	0.9	0	0	0	0
SLU_700	1.35	1.5	0	0	1.2	0	0	1.5	1.35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.9	0	0.9	0	0	0
SLU_701	1.35	1.5	0	0	1.2	0	0	1.5	0	1.35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.9	0	0.9	0	0	0
SLU_702	1.35	1.5	0	0	1.2	0	0	1.5	0	1.35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.9	0	0	0.9	0	0
SLU_703	1.35	1.5	0	0	1.2	0	0	1.5	0	1.35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.9	0.9	0	0	0	0
SLU_704	1.35	1.5	0	0	1.2	0	0	1.5	0	1.35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.9	0	0.9	0	0	0

Da 801 a 1184

Centrifuga dominante, con e senza ritiro e alternando centrifuga max e minima

L	G1	G2	e2_1	e2_2	e4_1	e4_2	Fren	Vento Y	Traffico_f												Dtu+	Dtu-	DTd+	DTd-	Centr_max	Centr_min		
									Nmax	Vy max	Vz max	T max	My max	Mz max	Nmin	Vy min	Vz min	T min	My min	Mz min								
SLU_801	1.35	1.5	1.2	1.2	1.2	0	0	0	1.35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.9	0	0.9	0	1.35	0
SLU_802	1.35	1.5	1.2	1.2	1.2	0	0	0	1.35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.9	0	0	0.9	1.35	0
SLU_803	1.35	1.5	1.2	1.2	1.2	0	0	0	1.35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.9	0.9	0	1.35	0	
SLU_804	1.35	1.5	1.2	1.2	1.2	0	0	0	1.35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.9	0	0.9	1.35	0	
SLU_805	1.35	1.5	1.2	1.2	1.2	0	0	0	0	1.35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.9	0	0.9	0	1.35	0
SLU_806	1.35	1.5	1.2	1.2	1.2	0	0	0	0	1.35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.9	0	0	0.9	1.35	0
SLU_807	1.35	1.5	1.2	1.2	1.2	0	0	0	0	1.35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.9	0.9	0	1.35	0	
SLU_808	1.35	1.5	1.2	1.2	1.2	0	0	0	0	1.35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.9	0	0.9	1.35	0	

Da 1185 alla fine

come set A,B,C, L con l'aggiunta del vento secondario

M	G1	G2	e2_1	e2_2	e4_1	e4_2	Fren	Vento Y	Traffico_c												Dtu+	Dtu-	DTd+	DTd-	Centr_max	Centr_min		
									Nmax	Vy max	Vz max	T max	My max	Mz max	Nmin	Vy min	Vz min	T min	My min	Mz min								
SLU_1185	1.35	1.5	1.2	1.2	1.2	0	0	0.9	1.35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.9	0	0.9	0	0	0
SLU_1186	1.35	1.5	1.2	1.2	1.2	0	0	0.9	1.35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.9	0	0	0.9	0	0
SLU_1187	1.35	1.5	1.2	1.2	1.2	0	0	0.9	1.35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.9	0.9	0	0	0	
SLU_1188	1.35	1.5	1.2	1.2	1.2	0	0	0.9	1.35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.9	0	0.9	0	0	
SLU_1189	1.35	1.5	1.2	1.2	1.2	0	0	0.9	0	1.35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.9	0	0.9	0	0	
SLU_1190	1.35	1.5	1.2	1.2	1.2	0	0	0.9	0	1.35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.9	0	0	0.9	0	0
SLU_1191	1.35	1.5	1.2	1.2	1.2	0	0	0.9	0	1.35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.9	0.9	0	0	0	
SLU_1192	1.35	1.5	1.2	1.2	1.2	0	0	0.9	0	1.35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.9	0	0.9	0	0	0

Per semplicità si riportano infine quelle che sono risultate dimensionanti per i vari elementi strutturali.

	G1	G2	e2_1	e2_2	e4_1	e4_2	Fren	Vento Y	Traffico_c												Dtu+	Dtu-	DTd+	DTd-	Centr_max	Centr_min		
									Nmax	Vy max	Vz max	T max	My max	Mz max	Nmin	Vy min	Vz min	T min	My min	Mz min								
SLU_1187	1.35	1.5	1.2	1.2	1.2	0	0	0	1.35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.9	0	0.9	0	0	0
SLU_1204	1.35	1.5	1.2	1.2	1.2	0	0	0	1.35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.9	0	0.9	0	0	0
SLU_252	1.35	1.5	0	0	0	1.2	0	0	1.35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.9	0	0.9	0	0	0
SLU_1209	1.35	1.5	1.2	1.2	1.2	0	0	0	1.35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.9	0	0.9	0	0	0
SLU_1	1.35	1.5	1.2	1.2	1.2	0	0	0	1.35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.9	0	0.9	0	0	0
SLU_235	1.35	1.5	0	0	1.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.35	0	0	0	0	0	0.9	0.9	0	0	0	0

	Traffico_c																		Dtu+	Dtu-	DTd+	DTd-	Centr_max	Centr_min			
	G1	G2	e2_1	e2_2	e4_1	e4_2	Fren	Vento Y	Nmax	Vy max	Vz max	T max	My max	Mz max	Nmin	Vy min	Vz min	T min							My min	Mz min	
SLU_74	1.35	1.5	0	0	1.2	0	0	1.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.35	0	0	0.9	0.9	0	0	0	0
SLU_1253	1.35	1.5	1.2	1.2	1.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.35	0	0	0	0	1.5	0	1.5	0	0	0	0
SLU_1388	1.35	1.5	1.2	1.2	1.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.35	0	1.5	0	0	1.5	0	0	0
SLU_1259	1.35	1.5	1.2	1.2	1.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.35	0	0	0	0	1.5	0	1.5	0	0	0	0
SLU_1459	1.35	1.5	1.2	1.2	0	1.2	0	0	1.35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.5	0	1.5	0	0	0	0
SLU_1460	1.35	1.5	1.2	1.2	0	1.2	0	0	1.35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.5	0	0	1.5	0	0	0
SLU_35	1.35	1.5	0	0	0	1.2	0	0	0	1.35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.5	0	1.5	0	0	0	0
SLU_33	1.35	1.5	0	0	1.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.35	0	0	0	0	1.5	0	1.5	0	0	0	0
SLU_617	1.35	1.5	1.2	1.2	1.2	0	0	1.5	0	0	0	0	0	0	1.35	0	0	0	0	0	0.9	0	0.9	0	0	0	0
SLU_1460	1.35	1.5	1.2	1.2	0	1.2	0	0	1.35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.5	0	0	1.5	0	0	0
SLU_1387	1.35	1.5	1.2	1.2	1.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.35	0	1.5	0	0	1.5	0	0	0
SLU_198	1	1	1.2	1.2	0	1.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.5	0	0	1.5	0	0	0

7.2 Combinazioni di carico SLE

7.2.1 Combinazioni di carico SLE rara

Da 1 a 96

il traffico si considera dominante e la temperatura secondaria

A	G1	G2	e2_1	e2_2	e4_1	e4_2	Fren	Vento Y	Traffico_c										Dtu+	Dtu-	DTd+	DTd-	Centr_max	Centr_min			
									Nmax	Vy max	Vz max	T max	My max	Mz max	Nmin	Vy min	Vz min	T min							My min	Mz min	
SLER_1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.6	0	0.6	0	0	0
SLER_2	1	1	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.6	0	0	0.6	0	0
SLER_3	1	1	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.6	0.6	0	0	0
SLER_4	1	1	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.6	0	0.6	0	0
SLER_5	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.6	0	0.6	0	0	0
SLER_6	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.6	0	0	0.6	0	0
SLER_7	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.6	0.6	0	0	0
SLER_8	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.6	0	0.6	0	0

Da97 a 192

temperatura dominante e traffico secondario

B	G1	G2	e2_1	e2_2	e4_1	e4_2	Fren	Vento Y	Traffico_f										Dtu+	Dtu-	DTd+	DTd-	Centr_max	Centr_min			
									Nmax	Vy max	Vz max	T max	My max	Mz max	Nmin	Vy min	Vz min	T min							My min	Mz min	
SLER_97	1	1	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0
SLER_98	1	1	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
SLER_99	1	1	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0
SLER_100	1	1	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0
SLER_101	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0
SLER_102	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
SLER_103	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0
SLER_104	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0

Da 192 a 200

temperatura dominante, g1-g2 e traffico con coeff favorevoli e traffico secondario

C	G1	G2	e2_1	e2_2	e4_1	e4_2	Fren	Vento Y	Traffico_f										Dtu+	Dtu-	DTd+	DTd-	Centr_max	Centr_min			
									Nmax	Vy max	Vz max	T max	My max	Mz max	Nmin	Vy min	Vz min	T min							My min	Mz min	
SLER_193	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0
SLER_194	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
SLER_195	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0
SLER_196	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0
SLER_197	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0
SLER_198	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
SLER_199	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0
SLER_200	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0

Da 201 a 400

come sopra, non considerando il ritiro

D	G1	G2	e2_1	e2_2	e4_1	e4_2	Fren	Vento Y	Traffico														Dtu+	Dtu-	DTd+	DTd-	Centr_max	Centr_min	
									Nmax	Vy max	Vz max	T max	My max	Mz max	Nmin	Vy min	Vz min	T min	My min	Mz min									
SLER_201	1	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.6	0	0.6	0	0	0
SLER_202	1	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.6	0	0	0.6	0	0
SLER_203	1	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.6	0.6	0	0	0	0
SLER_204	1	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.6	0	0.6	0	0	0
SLER_205	1	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.6	0	0.6	0	0	0
SLER_206	1	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.6	0	0	0.6	0	0
SLER_207	1	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.6	0.6	0	0	0	0
SLER_208	1	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.6	0	0.6	0	0	0

Da 401 a 496

Gr2a_dominante + termica

E	G1	G2	e2_1	e2_2	e4_1	e4_2	Fren	Vento Y	Traffico_f														Dtu+	Dtu-	DTd+	DTd-	Centr_max	Centr_min	
									Nmax	Vy max	Vz max	T max	My max	Mz max	Nmin	Vy min	Vz min	T min	My min	Mz min									
SLER_401	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.6	0	0.6	0	0	0
SLER_402	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.6	0	0	0.6	0	0
SLER_403	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.6	0.6	0	0	0	0
SLER_404	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.6	0	0.6	0	0	0
SLER_405	1	1	1	1	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.6	0	0.6	0	0	0
SLER_406	1	1	1	1	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.6	0	0	0.6	0	0
SLER_407	1	1	1	1	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.6	0.6	0	0	0	0
SLER_408	1	1	1	1	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.6	0	0.6	0	0	0

Da 497 a 592

Come sopra, senza il ritiro

F	G1	G2	e2_1	e2_2	e4_1	e4_2	Fren	Vento Y	Traffico														Dtu+	Dtu-	DTd+	DTd-	Centr_max	Centr_min	
									Nmax	Vy max	Vz max	T max	My max	Mz max	Nmin	Vy min	Vz min	T min	My min	Mz min									
SLER_497	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.6	0	0.6	0	0	0
SLER_498	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.6	0	0	0.6	0	0
SLER_499	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.6	0.6	0	0	0	0
SLER_500	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.6	0	0.6	0	0	0
SLER_501	1	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.6	0	0.6	0	0	0
SLER_502	1	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.6	0	0	0.6	0	0
SLER_503	1	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.6	0.6	0	0	0	0
SLER_504	1	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.6	0	0.6	0	0	0

Da 593 a 688

vento dominante +(traffico + termica) secondari

G									Traffico_f																		
	G1	G2	e2_1	e2_2	e4_1	e4_2	Fren	Vento Y	Nmax	Vy max	Vz max	T max	My max	Mz max	Nmin	Vy min	Vz min	T min	My min	Mz min	Dtu+	Dtu-	DTd+	DTd-	Centr_max	Centr_min	
SLER_593	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.6	0	0.6	0	0	0
SLER_594	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.6	0	0	0.6	0	0
SLER_595	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.6	0.6	0	0	0	0
SLER_596	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.6	0	0.6	0	0
SLER_597	1	1	1	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.6	0	0.6	0	0	0
SLER_598	1	1	1	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.6	0	0	0.6	0	0
SLER_599	1	1	1	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.6	0.6	0	0	0
SLER_600	1	1	1	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.6	0	0.6	0	0

Da 689 a 696

vento dominante, g1-g2 e traffico con coeff favorevoli

H									Traffico_f																		
	G1	G2	e2_1	e2_2	e4_1	e4_2	Fren	Vento Y	Nmax	Vy max	Vz max	T max	My max	Mz max	Nmin	Vy min	Vz min	T min	My min	Mz min	Dtu+	Dtu-	DTd+	DTd-	Centr_max	Centr_min	
SLER_689	1	1	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.6	0	0.6	0	0	0
SLER_690	1	1	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.6	0	0	0.6	0	0
SLER_691	1	1	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.6	0.6	0	0	0
SLER_692	1	1	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.6	0	0.6	0	0
SLER_693	1	1	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.6	0	0.6	0	0	0
SLER_694	1	1	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.6	0	0	0.6	0	0
SLER_695	1	1	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.6	0.6	0	0	0
SLER_696	1	1	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.6	0	0.6	0	0

Da 696 a 800

come sopra, senza ritiro

I									Traffico																		
	G1	G2	e2_1	e2_2	e4_1	e4_2	Fren	Vento Y	Nmax	Vy max	Vz max	T max	My max	Mz max	Nmin	Vy min	Vz min	T min	My min	Mz min	Dtu+	Dtu-	DTd+	DTd-	Centr_max	Centr_min	
SLER_697	1	1	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.6	0	0.6	0	0	0
SLER_698	1	1	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.6	0	0	0.6	0	0
SLER_699	1	1	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.6	0.6	0	0	0
SLER_700	1	1	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.6	0	0.6	0	0
SLER_701	1	1	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.6	0	0.6	0	0	0
SLER_702	1	1	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.6	0	0	0.6	0	0
SLER_703	1	1	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.6	0.6	0	0	0
SLER_704	1	1	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.6	0	0.6	0	0

Da 801 a 1184

Centrifuga dominante, con e senza ritiro e alternando centrifuga max e minima

L	G1	G2	e2_1	e2_2	e4_1	e4_2	Fren	Vento Y	Traffico_f										Dtu+	Dtu-	DTd+	DTd-	Centr_max	Centr_min			
									Nmax	Vy max	Vz max	T max	My max	Mz max	Nmin	Vy min	Vz min	T min							My min	Mz min	
SLER_801	1	1	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.6	0	0.6	0	1	0
SLER_802	1	1	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.6	0	0	0.6	1	0
SLER_803	1	1	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.6	0.6	0	1	0	
SLER_804	1	1	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.6	0	0.6	1	0	
SLER_805	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.6	0	0.6	0	1	0
SLER_806	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.6	0	0	0.6	1	0
SLER_807	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.6	0.6	0	1	0	
SLER_808	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.6	0	0.6	1	0	

Da 1185 alla fine

come set A,B,C, L con l'aggiunta del vento secondario

M	G1	G2	e2_1	e2_2	e4_1	e4_2	Fren	Vento Y	Traffico										Dtu+	Dtu-	DTd+	DTd-	Centr_max	Centr_min			
									Nmax	Vy max	Vz max	T max	My max	Mz max	Nmin	Vy min	Vz min	T min							My min	Mz min	
SLER_1185	1	1	1	1	1	0	0	0.6	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.6	0	0.6	0	0	0
SLER_1186	1	1	1	1	1	0	0	0.6	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.6	0	0	0.6	0	0
SLER_1187	1	1	1	1	1	0	0	0.6	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.6	0.6	0	0	0	0
SLER_1188	1	1	1	1	1	0	0	0.6	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.6	0	0.6	0	0	0
SLER_1189	1	1	1	1	1	0	0	0.6	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.6	0	0.6	0	0	0
SLER_1190	1	1	1	1	1	0	0	0.6	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.6	0	0	0.6	0	0
SLER_1191	1	1	1	1	1	0	0	0.6	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.6	0.6	0	0	0	0
SLER_1192	1	1	1	1	1	0	0	0.6	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.6	0	0.6	0	0	0

Per semplicità si riportano infine quelle che sono risultate dimensionanti per i vari elementi strutturali.

	G1	G2	e2_1	e2_2	e4_1	e4_2	Fren	Vento Y	Traffico_c										Dtu+	Dtu-	DTd+	DTd-	Centr_max	Centr_min			
									Nmax	Vy max	Vz max	T max	My max	Mz max	Nmin	Vy min	Vz min	T min							My min	Mz min	
SLER_244	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0.6	0	0.6	0	0	0
SLER_203	1	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.6	0.6	0	0	0	0
SLER_242	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0.6	0	0.6	0	0	0
SLER_235	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0.6	0.6	0	0	0	0

	G1	G2	e2_1	e2_2	e4_1	e4_2	Fren	Vento Y	Traffico_f										Dtu+	Dtu-	DTd+	DTd-	Centr_max	Centr_min						
									Nmax	Vy max	Vz max	T max	My max	Mz max	Nmin	Vy min	Vz min	T min							My min	Mz min				
SLER_699	1	1	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,6	0,6	0	0	0	0		
SLER_609	1	1	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,6	0	0,6	0	0	0	0	
SLER_20	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	
SLER_33	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
SLER_707	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,6	0,6	0	0	0	0	0	0
SLER_611	1	1	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,6	0,6	0	0	0	0	0	0

7.2.2 Combinazioni di carico SLE frequenti

Da 1 a 48, traffico dominante+e4_1

A	G1	G2	e2_1	e2_2	e4_1	e4_2	Fren	Vento Y	Traffico_f										Dtu+	Dtu-	DTd+	DTd-	Centr_max	Centr_min			
									Nmax	Vy max	Vz max	T max	My max	Mz max	Nmin	Vy min	Vz min	T min							My min	Mz min	
SLEF_1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.5	0	0.5	0	0	0
SLEF_2	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.5	0	0.5	0	0	0
SLEF_3	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.5	0	0.5	0	0	0
SLEF_4	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.5	0	0.5	0	0	0
SLEF_5	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0.5	0	0.5	0	0	0
SLEF_6	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0.5	0	0.5	0	0	0
SLEF_7	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0.5	0	0.5	0	0	0
SLEF_8	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0.5	0	0.5	0	0	0

Da 49 a 52, termica dominante+e4_1

B	G1	G2	e2_1	e2_2	e4_1	e4_2	Fren	Vento Y	Traffico_f										Dtu+	Dtu-	DTd+	DTd-	Centr_max	Centr_min			
									Nmax	Vy max	Vz max	T max	My max	Mz max	Nmin	Vy min	Vz min	T min							My min	Mz min	
SLEF_49	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.6	0	0.6	0	0	0
SLEF_50	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.6	0	0	0.6	0	0
SLEF_51	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.6	0.6	0	0	0
SLEF_52	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.6	0	0.6	0	0

Da 53 a 100, traffico dominante+e4_2

C	G1	G2	e2_1	e2_2	e4_1	e4_2	Fren	Vento Y	Traffico_f										Dtu+	Dtu-	DTd+	DTd-	Centr_max	Centr_min			
									Nmax	Vy max	Vz max	T max	My max	Mz max	Nmin	Vy min	Vz min	T min							My min	Mz min	
SLEF_53	1	1	1	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.5	0	0.5	0	0	0
SLEF_54	1	1	1	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.5	0	0.5	0	0	0
SLEF_55	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.5	0	0.5	0	0	0
SLEF_56	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.5	0	0.5	0	0	0
SLEF_57	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0.5	0	0.5	0	0	0
SLEF_58	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0.5	0	0.5	0	0	0
SLEF_59	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0.5	0	0.5	0	0	0
SLEF_60	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0.5	0	0.5	0	0	0

Da 101 a 105, termica dominante+e4_2

D	G1	G2	e2_1	e2_2	e4_1	e4_2	Fren	Vento Y	Traffico_f										Dtu+	Dtu-	DTd+	DTd-	Centr_max	Centr_min			
									Nmax	Vy max	Vz max	T max	My max	Mz max	Nmin	Vy min	Vz min	T min							My min	Mz min	
SLEF_101	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.6	0	0.6	0	0	0
SLEF_102	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.6	0	0	0.6	0	0

SLEF_103	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.6	0.6	0	0	0
SLEF_104	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.6	0	0.6	0	0

Da 105 a 208, come sopra ma a tempo zero

F	G1	G2	e2_1	e2_2	e4_1	e4_2	Fren	Vento Y	Traffico_f										Dtu+	Dtu-	DTd+	DTd-	Centr_max	Centr_min			
									Nmax	Vy max	Vz max	T max	My max	Mz max	Nmin	Vy min	Vz min	T min							My min	Mz min	
SLEF_105	1	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.5	0	0.5	0	0	0
SLEF_106	1	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.5	0	0.5	0	0	0
SLEF_107	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.5	0	0.5	0	0	0
SLEF_108	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.5	0	0.5	0	0	0
SLEF_109	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0.5	0	0.5	0	0	0
SLEF_110	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0.5	0	0.5	0	0	0
SLEF_111	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0.5	0	0.5	0	0	0

La combinazione dimensionante è risultata essere la 127, riportata per semplicità a seguire.

	G1	G2	e2_1	e2_2	e4_1	e4_2	Fren	Vento Y	Traffico_f										Dtu+	Dtu-	DTd+	DTd-	Centr_max	Centr_min				
									Nmax	Vy max	Vz max	T max	My max	Mz max	Nmin	Vy min	Vz min	T min							My min	Mz min		
SLEF_127	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0.5	0	0	0.5	0	0

7.2.3 Combinazioni di carico SLE quasi permanenti

	G1	G2	e2_1	e2_2	e4_1	e4_2	Fren	Vento Y	Traffico_F										Dtu+	Dtu-	DTd+	DTd-	Centr_max	Centr_min			
									Nmax	Vy max	Vz max	T max	My max	Mz max	Nmin	Vy min	Vz min	T min							My min	Mz min	
SLEQP_1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.5	0	0.5	0	0	0
SLEQP_2	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.5	0	0	0.5	0	0
SLEQP_3	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.5	0.5	0	0	0	0
SLEQP_4	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.5	0	0.5	0	0	0
SLEQP_5	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.5	0	0.5	0	0	0
SLEQP_6	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.5	0	0	0.5	0	0
SLEQP_7	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.5	0.5	0	0	0
SLEQP_8	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.5	0	0.5	0	0
SLEQP_9	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.5	0	0.5	0	0	0
SLEQP_10	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.5	0	0	0.5	0	0
SLEQP_11	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.5	0.5	0	0	0
SLEQP_12	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.5	0	0.5	0	0
SLEQP_13	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.5	0	0	0.5	0	0

									Traffico_F																	
	G1	G2	e2_1	e2_2	e4_1	e4_2	Fren	Vento Y	Nmax	Vy max	Vz max	T max	My max	Mz max	Nmin	Vy min	Vz min	T min	My min	Mz min	Dtu+	Dtu-	DTd+	DTd-	Centr_max	Centr_min
SLEQP_14	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.5	0	0	0.5	0	0
SLEQP_15	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.5	0.5	0	0	0
SLEQP_16	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.5	0	0.5	0	0

7.3 Combinazioni di carico stato limite di fatica

Le verifiche a fatica sono state condotte facendo riferimento alla combinazione caratteristica (rara).

8 CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELL'IMPALCATO

Dal confronto sollecitativo tra gli assi Nord e Sud si evince che lo stato tensionale degli impalcati risulta pressoché analogo. Pertanto si è scelto di riportare le verifiche più gravose ovvero quelle relative all'asse Nord. Si riporta una descrizione sintetica delle proprietà geometriche assegnate ai vari elementi e sezioni sottoposti alle verifiche riportate nei capitoli seguenti.

8.1 Descrizione delle sezioni e dei concetti delle travi

Con riferimento alla numerazione dei concetti illustrata in Figura 135, in Tabella 14 si riportano le caratteristiche delle varie tipologie di concetti componenti la carpenteria metallica degli elementi di impalcato.

Vale il seguente significato dei simboli:

b fs larghezza piattabanda superiore/destra

t fs spessore piattabanda superiore/destra

b fi larghezza piattabanda inferiore/sinistra

t fi spessore piattabanda inferiore/sinistra

t w spessore anima

a sup altezza sezione di gola della saldatura anima-piattabanda superiore/destra

a inf altezza sezione di gola della saldatura anima-piattabanda inferiore/sinistra

	H tot (mm)	tw (mm)	b fs (mm)	s fs (mm)	b fi (mm)	s fi (mm)	tipo	a sup (mm)	A inf (mm)	l1 (mm)	s1 (mm)
Corrente sup.: CS1	800	18	800	40	800	40		9	9		
Corrente inf. 1: CI1	1000	18	800	40	800	40		9	9		
Corrente inf. 2: CI2	1000	20	800	60	800	70		9	9		
montante 1: M1	800	18	375	30	375	30		9	9		
montante 2: M2	800	20	600	30	600	30		9	9		
montante 3: M3	800	20	800	40	800	40		9	9		
travetto 1: TR1	1000	19	300	36	300	36		9	9		
travetto 2: TR2	1000	19	300	56	300	56		9	9		
diagonale 1: D1							4xL			200	22
diagonale 2: D2							4xL			250	35

Tabella 14 – Caratteristiche delle sezioni degli elementi di impalcato

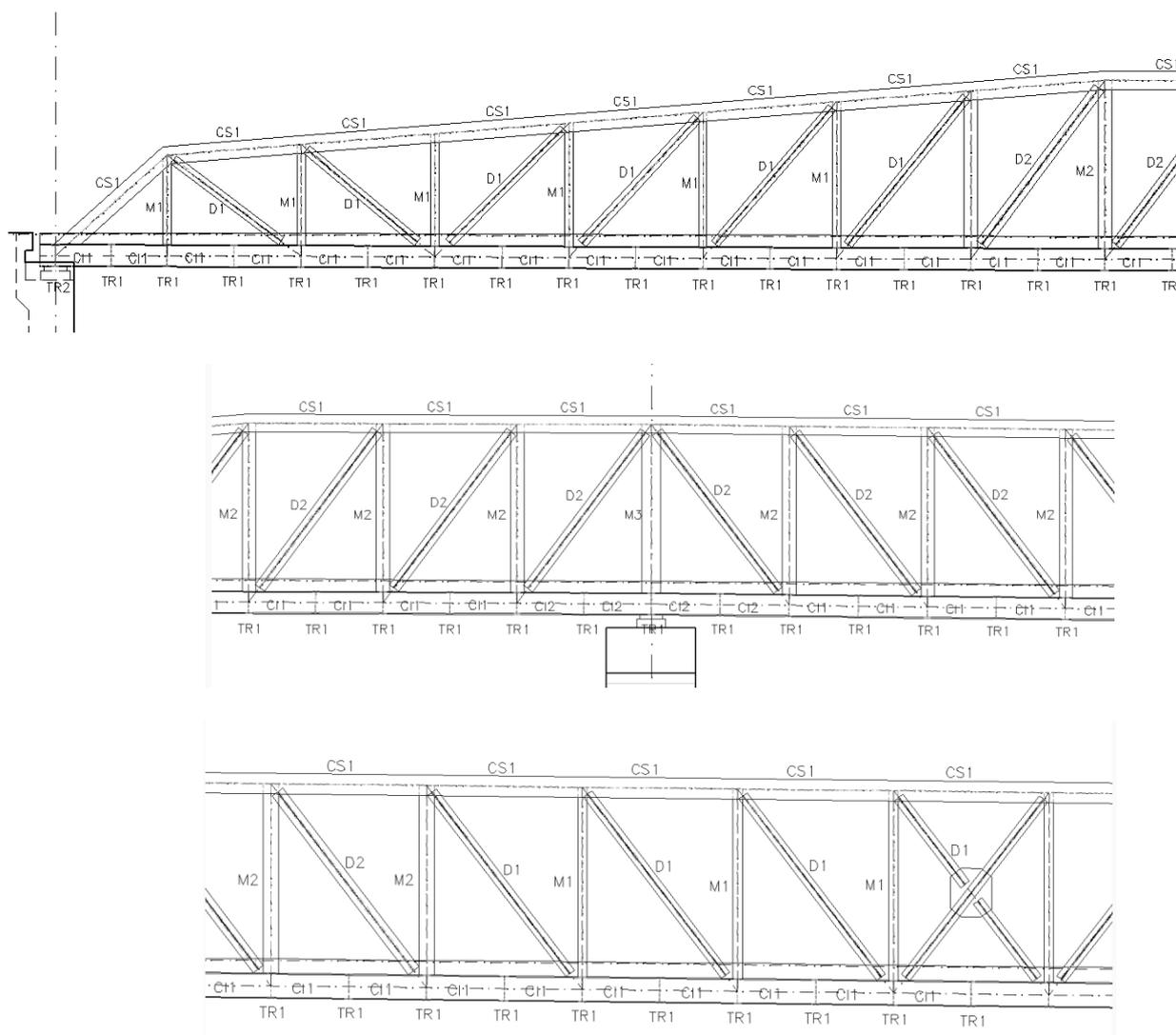


Figura 135 – Scansione elementi di impalcato

La scansione è simmetrica rispetto alla mezzeria.

La soletta è larga 12.50 m e ha spessore 25 cm (5 cm di predalla +20cm).

I traversi hanno i pioli caratterizzati da diametro 22mm e altezza di 175mm.

La saldatura tra anima e piattabande è realizzata tramite cordoni d'angolo.

Le verifiche sono state condotte per la sezione risultata più critica per ciascuna tipologia di elemento considerato.

8.2 Larghezza efficace della soletta

Nelle verifiche della sezione mista delle travi, in accordo con quanto indicato al 4.3.3.3 delle NTC18, per tener conto dell'effetto "shear lag" nella soletta, si è assunta per questa una larghezza efficace calcolata come indicato in Figura 136 e Figura 137, dove $b_{ei} = \min(L_e/8 ; b_i)$.

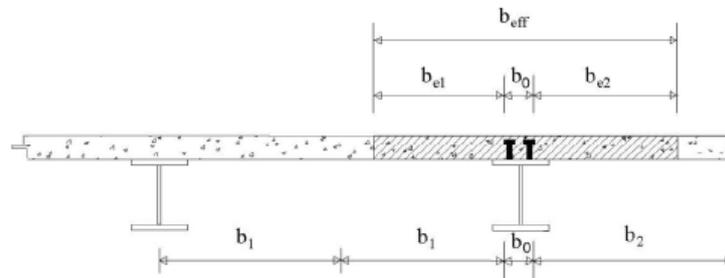


Figura 136 – Definizione della larghezza efficace B_{eff} (NTC2018)

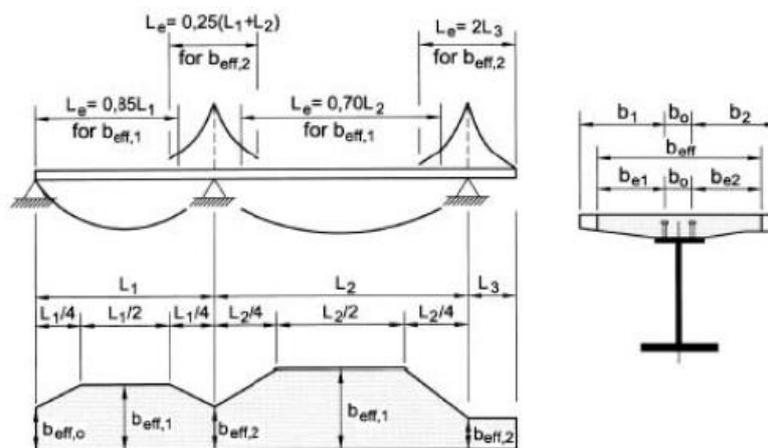


Figura 137 – Definizione della larghezza efficace B_{eff} e luci equivalenti L_e per travi continue (NTC2018)

Nel caso in esame le sezioni miste sono presenti solo sui traversi che risultano appoggiati. Pertanto la larghezza efficace è calcolata come segue:

$$b_{eff} = b_0 + b_{e1} + b_{e2} = 140 \text{ mm} + 1470 \text{ mm} + 1470 \text{ mm} = 3080 \text{ mm}$$

8.3 Coefficienti di omogeneizzazione della soletta

In sede di analisi e verifica dei traversi d'impalcato si è tenuto conto delle caratteristiche sezionali associate alle varie fasi della struttura.

Nel caso di verifiche a tempo infinito, si è tenuto conto degli effetti viscosi sulle azioni di lungo termine abbattendo il modulo del calcestruzzo della soletta.

Nella tabella seguente si riportano i coefficienti di omogeneizzazione utilizzati nelle verifiche.

Il peso dell'acciaio, delle predalle e del getto della soletta si considera agente sulla sezione di solo acciaio.

	Verifica a tempo infinito	Verifica a tempo zero
Peso acciaio, predalle e soletta	-	-
Carichi permanenti portati e cedimenti	18.386	6.298
Azione da ritiro della soletta	17.700	6.298
Carichi variabili	6.298	6.298

Tabella 15 – Coefficienti di omogeneizzazione assunti nelle verifiche

8.4 Caratteristiche geometriche lorde delle sezioni delle travi

Si riportano di seguito le caratteristiche geometriche lorde delle sezioni tipiche. Nel caso dei traversi, si differenzia la condizione di "soletta non fessurata", della condizione di "soletta fessurata". In quest'ultimo caso il calcolo è stato effettuato considerando il calcestruzzo della soletta completamente non reagente e quindi il solo contributo delle armature.

Valgono i seguenti significati dei simboli:

n	coefficiente di omogeneizzazione
zG	distanza asse neutro da estradosso piattabanda superiore
A	area della sezione omogeneizzata
J	inerzia asse forte della sezione omogeneizzata
W sol,s	modulo resistente lembo superiore soletta
W arm,s	modulo resistente armatura superiore

W arm,i	modulo resistente armatura inferiore
W sol,i	modulo resistente lembo inferiore soletta
W pb,s	modulo resistente piattabanda superiore
W an,s	modulo resistente lembo superiore anima
W an,i	modulo resistente lembo inferiore anima
W pb,i	modulo resistente piattabanda inferiore
A	taglio area resistente a taglio

		C1	C2	CS1	M1	M2	M3
n	[-]	-	-	-	-	-	-
zG	[mm]	500	527.9489292	400	400	400	400
A	[mm ²]	80560	121400	76960	35820	50800	78400
A n	[mm ²]	-	-	-	-	-	-
J	[mm ⁴]	1.59E+10	23752175950	9810005333	3944586000	6014173333	9872213333
W sol,s	[mm ³]	-	-	-	-	-	-
W arm,s	[mm ³]	-	-	-	-	-	-
W pb,s	[mm ³]	-3.18E+07	-44989533.34	-24525013.33	-9861465	-15035433.33	-24680533.33
W an,s	[mm ³]	-3.46E+07	-50758051.72	-27250014.81	-10661043.24	-16254522.52	-27422814.81
W an,i	[mm ³]	3.46E+07	59077509.48	27250014.81	10661043.24	16254522.52	27422814.81
W pb,i	[mm ³]	3.18E+07	50316962.33	24525013.33	9861465	15035433.33	24680533.33
A taglio	[mm ²]	16560	17400	12960	13320	14800	14400

TR1 - PROPRIETÀ GEOMETRICHE LORDE					
SOLETTA NON FESSURATA					
		Solo acc.	L.T. (perm.)	B.T. (accid.)	L.T. (rit)
n	[-]	-	18.386	6.298	17.700
zG	[mm]	500	180	31	175
A	[mm ²]	39232	77475	141785	78773
A n	[mm ²]	-	1424448	892913	1394293
J	[mm ⁴]	6.2859E+09	1.4542E+10	1.8592E+10	1.4686E+10
W sol,s	[mm ³]	-	-6.213E+08	-4.174E+08	-6.117E+08
W arm,s	[mm ³]	-	-3.823E+07	-8.065E+07	-3.917E+07
W pb,s	[mm ³]	-1.2572E+07	-8.0622E+07	-6.0910E+08	-8.3953E+07
W an,s	[mm ³]	-1.3547E+07	-1.0073E+08	3.3950E+09	-1.0571E+08
W an,i	[mm ³]	1.3547E+07	1.8557E+07	1.9917E+07	1.8611E+07
W pb,i	[mm ³]	1.2572E+07	1.7742E+07	1.9177E+07	1.7799E+07
A taglio	[mm ²]	17632	17632	17632	17632
SOLETTA FESSURATA					
		Solo acc.	L.T. (perm.)	B.T. (accid.)	L.T. (rit)
n	[-]	-	-	-	-
zG	[mm]	500	432	432	432
A	[mm ²]	39232	43971	43971	43971
A n	[mm ²]	-	-	-	-
J	[mm ⁴]	6.2859E+09	7.9873E+09	7.9873E+09	7.9873E+09
W sol,s	[mm ³]	-	-	-	-
W arm,s	[mm ³]	-	-1.2636E+07	-1.2636E+07	-1.2636E+07
W pb,s	[mm ³]	-1.2572E+07	-1.8485E+07	-1.8485E+07	-1.8485E+07
W an,s	[mm ³]	-1.3547E+07	-2.0165E+07	-2.0165E+07	-2.0165E+07
W an,i	[mm ³]	1.3547E+07	1.5017E+07	1.5017E+07	1.5017E+07
W pb,i	[mm ³]	1.2572E+07	1.4065E+07	1.4065E+07	1.4065E+07
A taglio	[mm ²]	17632	17632	17632	17632

TR2 - PROPRIETÀ GEOMETRICHE LORDE					
SOLETTA NON FESSURATA					
		Solo acc.	L.T. (perm.)	B.T. (accid.)	L.T. (rit)
n	[-]	-	18.386	6.298	17.700
zG	[mm]	500	221	65	216
A	[mm ²]	50472	88715	153025	90013
A n	[mm ²]	-	1631107	963699	1593243
J	[mm ⁴]	8.6030E+09	1.7862E+10	2.3205E+10	1.8042E+10
W sol,s	[mm ³]	-	-6.975E+08	-4.639E+08	-6.860E+08
W arm,s	[mm ³]	-	-4.244E+07	-8.756E+07	-4.342E+07
W pb,s	[mm ³]	-1.7206E+07	-8.0871E+07	-3.5695E+08	-8.3715E+07
W an,s	[mm ³]	-1.9376E+07	-1.0834E+08	-2.5761E+09	-1.1310E+08
W an,i	[mm ³]	1.9376E+07	2.4701E+07	2.6399E+07	2.4767E+07
W pb,i	[mm ³]	1.7206E+07	2.2926E+07	2.4818E+07	2.2999E+07
A taglio	[mm ²]	16872	16872	16872	16872
SOLETTA FESSURATA					
		Solo acc.	L.T. (perm.)	B.T. (accid.)	L.T. (rit)
n	[-]	-	-	-	-
zG	[mm]	500	446	446	446
A	[mm ²]	50472	55211	55211	55211
A n	[mm ²]	-	-	-	-
J	[mm ⁴]	8.6030E+09	1.0346E+10	1.0346E+10	1.0346E+10
W sol,s	[mm ³]	-	-	-	-
W arm,s	[mm ³]	-	-1.6017E+07	-1.6017E+07	-1.6017E+07
W pb,s	[mm ³]	-1.7206E+07	-2.3200E+07	-2.3200E+07	-2.3200E+07
W an,s	[mm ³]	-1.9376E+07	-2.6532E+07	-2.6532E+07	-2.6532E+07
W an,i	[mm ³]	1.9376E+07	2.0771E+07	2.0771E+07	2.0771E+07
W pb,i	[mm ³]	1.7206E+07	1.8672E+07	1.8672E+07	1.8672E+07
A taglio	[mm ²]	16872	16872	16872	16872

8.5 Elementi secondari dell'impalcato

Oltre alle travi principali e agli elementi ad esse direttamente correlati (irrigidimenti, pioli, saldature, ecc), l'impalcato è costituito dai seguenti ulteriori elementi:

- Due travi rompitratta HEA220;

8.6 Classificazione delle sezioni

Le sezioni trasversali si classificano in funzione della loro capacità rotazionale C_{θ} definita come

$$C_{\theta} = \theta_r / \theta_y - 1$$

dove θ_r e θ_y sono rispettivamente la curvatura corrispondente al raggiungimento della deformazione ultima e la curvatura corrispondente al raggiungimento della deformazione elastica.

Si distinguono le seguenti classi di sezioni:

- Classe 1: quando la sezione è in grado di sviluppare una cerniera plastica avente la capacità rotazionale richiesta per l'analisi strutturale condotta con il metodo plastico di cui al §4.2.3.2 delle NTC2018 senza subire riduzioni della resistenza. Possono generalmente classificarsi come tali le sezioni con capacità rotazionale $C_\theta \geq 3$;
- Classe 2: la sezione può sviluppare il proprio momento resistente elastico, ma ha una capacità rotazionale limitata. Possono generalmente classificarsi come tali le sezioni con capacità rotazionale $C_\theta \geq 1.5$;
- Classe 3: sono quelle sezioni trasversali dove la fibra estrema compressa può raggiungere la tensione di snervamento, ma l'instabilità locale impedisce il raggiungimento del momento resistente plastico;
- Classe 4: quando, per determinarne la resistenza flettente, tagliante o normale, è necessario tener conto degli effetti dell'instabilità locale in fase elastica nelle parti compresse che compongono la sezione. In tal caso nel calcolo della resistenza la sezione geometrica effettiva può sostituirsi con una sezione efficace.

La classe di una sezione è data dalla più sfavorevole tra le classi relative alle varie parti che compongono la sezione stessa.

La classe di ogni pannello dipende dalle proprietà geometriche che lo caratterizzano e dalla distribuzione delle tensioni normali attraverso il coefficiente ψ (Figura 139 per i pannelli d'anima e Figura 138 per le piattabande).

Le verifiche sono state condotte assumendo come classe di ogni pannello quella corrispondente al valore effettivo di ψ per la combinazione considerata.

Nel caso dei traversi in misto, la piattabanda superiore è stata assunta di classe 1 in quanto vincolata alla soletta.

In accordo con quanto esposto al §C.4.2.3.1 della circolare delle NTC18, ai fini della classificazione delle sezioni, i limiti per la classe 3 indicati nelle tabelle seguenti sono stati incrementati di un fattore pari a $(f_{yk} / (\sigma_{c,Ed} \gamma_{M0}))^{0.6}$, dove $\sigma_{c,Ed}$ è la massima tensione di compressione sul pannello.

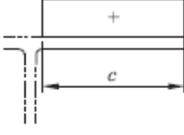
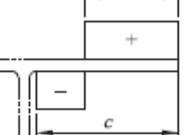
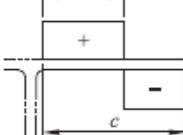
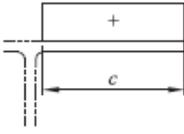
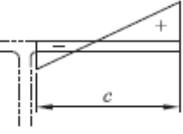
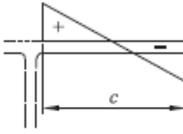
Ali sporgenti						
		Sezioni laminare		Sezioni saldate		
Classe	Elemento soggetto a flessione	Elemento soggetto a flessione e compressione				
		Estremità compressa		Estremità tesa		
	Distribuzione delle tensioni negli elementi (compressione positiva)					
1	$dl \leq 9\varepsilon$		$dl \leq \frac{9\varepsilon}{\alpha}$		$dl \leq \frac{9\varepsilon}{\alpha\sqrt{\alpha}}$	
2	$dl \leq 10\varepsilon$		$dl \leq \frac{10\varepsilon}{\alpha}$		$dl \leq \frac{10\varepsilon}{\alpha\sqrt{\alpha}}$	
	Distribuzione delle tensioni negli elementi (compressione positiva)					
3	$dl \leq 14\varepsilon$		$dl \leq 21 \varepsilon / k_G$ Per k_G vedere EN 1993-1-5			
$\varepsilon = \sqrt{235/f_y}$	f_y	235	275	355	420	460
	ε	1,00	0,92	0,81	0,75	0,71

Figura 138 – Rapporti massimi larghezza spessore per elementi compressi esterni (UNI EN 1993-1-1)

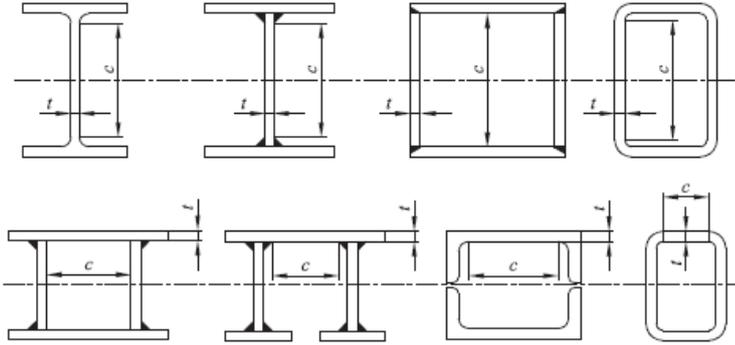
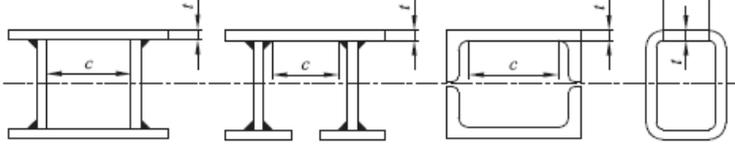
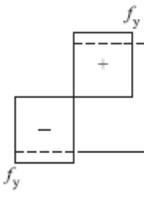
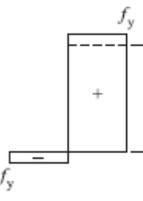
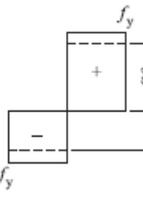
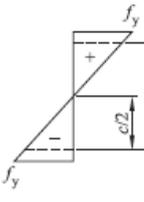
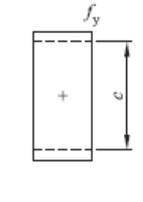
Elementi compressi interni						
				Asse di flessione		
				Asse di flessione		
Classe	Elemento soggetto a flessione	Elemento soggetto a compressione	Elemento soggetto a flessione e compressione			
Distribuzione delle tensioni negli elementi (compressione positiva)						
1	$ct \leq 72\varepsilon$	$ct \leq 33\varepsilon$	quando $\alpha > 0,5$: $ct \leq \frac{396\varepsilon}{13\alpha - 1}$ quando $\alpha \leq 0,5$: $ct \leq \frac{36\varepsilon}{\alpha}$			
2	$ct \leq 83\varepsilon$	$ct \leq 38\varepsilon$	quando $\alpha > 0,5$: $ct \leq \frac{456\varepsilon}{13\alpha - 1}$ quando $\alpha \leq 0,5$: $ct \leq \frac{41,5\varepsilon}{\alpha}$			
Distribuzione delle tensioni negli elementi (compressione positiva)						
3	$ct \leq 124\varepsilon$	$ct \leq 42\varepsilon$	quando $\psi > -1$: $ct \leq \frac{42\varepsilon}{0,67 + 0,33\psi}$ quando $\psi \leq -1$: $ct \leq 62\varepsilon(1 - \psi)\sqrt{(-\psi)}$			
$\varepsilon = \sqrt{235/f_y}$	f_y	235	275	355	420	480
	ε	1,00	0,92	0,81	0,75	0,71

Figura 139 – Rapporti massimi larghezza spessore per elementi compressi interni (UNI EN 1993-1-1)

8.7 Shear Lag nelle piattabande

In accordo con quanto esposto al capitolo 3 delle UNI EN 1993-1-5, l'effetto dello "Shear Lag" nelle piattabande è stato preso in conto applicando un coefficiente riduttivo alla larghezza b_0 delle piattabande.

La larghezza efficace assunta nei calcoli è pari a

$$b_{\text{eff}} = \beta b_0$$

per le verifiche SLE e per le verifiche a fatica; mentre si ricava dalla relazione

$$A_{\text{eff}} = \beta^k A_{c,\text{eff}} \geq \beta A_{c,\text{eff}}$$

per le verifiche SLU, dove $A_{c,\text{eff}}$ è l'area ridotta per tener conto dei fenomeni di instabilità locale.

Il calcolo di β e k è esposto nelle immagini seguenti.

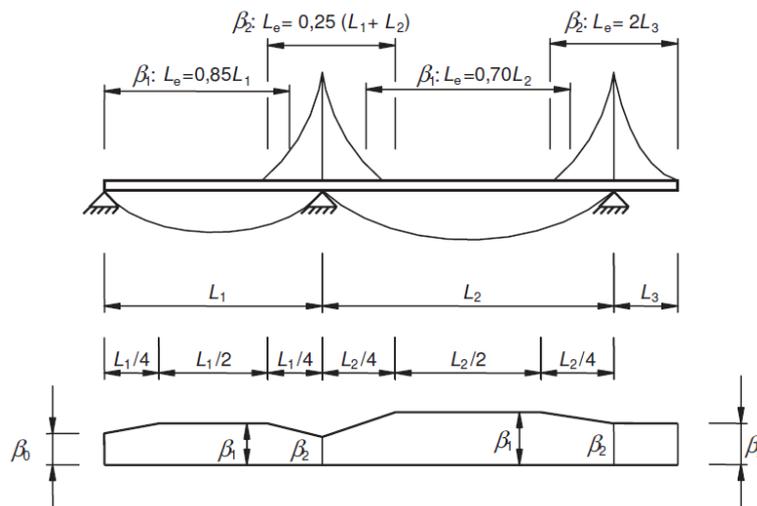


Figura 140 – Definizione delle luci equivalenti L_e per travi continue (UNI EN 1993-1-5)

κ	Verification	β - value
$\kappa \leq 0,02$		$\beta = 1,0$
$0,02 < \kappa \leq 0,70$	sagging bending	$\beta = \beta_1 = \frac{1}{1 + 6,4 \kappa^2}$
	hogging bending	$\beta = \beta_2 = \frac{1}{1 + 6,0 \left(\kappa - \frac{1}{2500 \kappa} \right) + 1,6 \kappa^2}$
$> 0,70$	sagging bending	$\beta = \beta_1 = \frac{1}{5,9 \kappa}$
	hogging bending	$\beta = \beta_2 = \frac{1}{8,6 \kappa}$
all κ	end support	$\beta_0 = (0,55 + 0,025 / \kappa) \beta_1$, but $\beta_0 < \beta_1$
all κ	Cantilever	$\beta = \beta_2$ at support and at the end
$\kappa = \alpha_0 b_0 / L_e$ with $\alpha_0 = \sqrt{1 + \frac{A_{st}}{b_0 t}}$ in which A_{st} is the area of all longitudinal stiffeners within the width b_0 and other symbols are as defined in Figure 3.1 and Figure 3.2.		

Tabella 16 – Valori di β per il calcolo della b_{eff}

8.8 Instabilità locale – “effective width method”

I risultati delle verifiche riportate nel seguito tengono conto di una procedura iterativa atta a valutare la geometria efficace delle sezioni appartenenti alla classe 4.

In accordo con quanto indicato nelle UNI EN 1993-1-5 e UNI-EN 1994-2, la somma delle tensioni risultante dalle diverse fasi, e calcolata sulla sezione lorda, è stata utilizzata per calcolare la sezione efficace da utilizzare allo step successivo per il calcolo delle tensioni in ogni fase. L'iterazione si ripete fino a convergenza.

Si riporta di seguito quanto esposto nelle UNI EN 1993-1-5 in merito al calcolo delle caratteristiche geometriche efficaci.

Per il calcolo delle proprietà efficaci di pannelli non irrigiditi vale quanto indicato in Figura 141, Figura 142 e Figura 143, dove si riporta il calcolo di “ ρ ” e “ b_{eff} ” per i pannelli d'anima (*internal compression element*) e per le piattabande (*outstand compression element*).

Il coefficiente riduttivo ρ è legato agli effetti di instabilità locale del tipo “a piastra” e tiene già in conto del comportamento post-critico del pannello. Tale valore è legato alla dimensione “ b ” ortogonale all'azione di compressione, alla distribuzione e all'entità delle tensioni su esso agenti e ai vincoli esterni del pannello. Tale valore deve essere poi corretto per tener conto del comportamento a colonna in fase post-critica (solitamente trascurabile per pannelli d'anima non irrigiditi).

Nel calcolo di ρ fornito in normativa si assume a priori che:

- la massima tensione di compressione è pari a f_{yk} (a favore di sicurezza);
- i pannelli sono vincolati con delle cerniere cilindriche.

$A_{c,eff} = \rho A_c$
where ρ is the reduction factor for plate buckling.

(2) The reduction factor ρ may be taken as follows:

- internal compression elements:
 $\rho = 1,0$ for $\bar{\lambda}_p \leq 0,673$
 $\rho = \frac{\bar{\lambda}_p - 0,055(3 + \psi)}{\bar{\lambda}_p^2} \leq 1,0$ for $\bar{\lambda}_p > 0,673$, where $(3 + \psi) \geq 0$
- outstand compression elements:
 $\rho = 1,0$ for $\bar{\lambda}_p \leq 0,748$
 $\rho = \frac{\bar{\lambda}_p - 0,188}{\bar{\lambda}_p^2} \leq 1,0$ for $\bar{\lambda}_p > 0,748$

where $\bar{\lambda}_p = \sqrt{\frac{f_y}{\sigma_{cr}}} = \frac{\bar{b}/t}{28,4 \varepsilon \sqrt{k_\sigma}}$

Figura 141 – Stabilità di pannelli privi di irrigidimenti soggetti a compressione

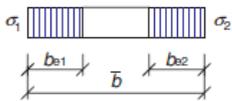
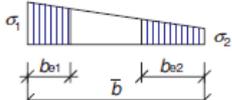
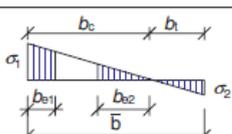
Stress distribution (compression positive)				Effective ^p width b_{eff}		
				$\psi = 1:$ $b_{eff} = \rho \bar{b}$ $b_{e1} = 0,5 b_{eff}$ $b_{e2} = 0,5 b_{eff}$		
				$1 > \psi \geq 0:$ $b_{eff} = \rho \bar{b}$ $b_{e1} = \frac{2}{5 - \psi} b_{eff}$ $b_{e2} = b_{eff} - b_{e1}$		
				$\psi < 0:$ $b_{eff} = \rho b_c = \rho \bar{b} / (1 - \psi)$ $b_{e1} = 0,4 b_{eff}$ $b_{e2} = 0,6 b_{eff}$		
$\psi = \sigma_2 / \sigma_1$	1	$1 > \psi > 0$	0	$0 > \psi > -1$	-1	$-1 > \psi > -3$
Buckling factor k_σ	4,0	$8,2 / (1,05 + \psi)$	7,81	$7,81 - 6,29\psi + 9,78\psi^2$	23,9	$5,98 (1 - \psi)^2$

Figura 142 – Larghezza efficace di pannelli compressi con entrambi i bordi longitudinali irrigiditi

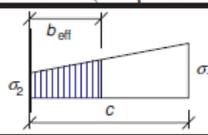
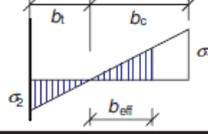
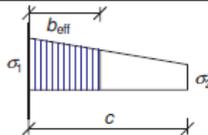
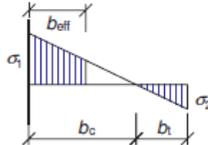
Stress distribution (compression positive)		Effective ^p width b_{eff}			
		$1 > \psi \geq 0:$ $b_{eff} = \rho c$			
		$\psi < 0:$ $b_{eff} = \rho b_c = \rho c / (1-\psi)$			
$\psi = \sigma_2/\sigma_1$	1	0	-1	$1 \geq \psi \geq -3$	
Buckling factor k_σ	0,43	0,57	0,85	$0,57 - 0,21\psi + 0,07\psi^2$	
		$1 > \psi \geq 0:$ $b_{eff} = \rho c$			
		$\psi < 0:$ $b_{eff} = \rho b_c = \rho c / (1-\psi)$			
$\psi = \sigma_2/\sigma_1$	1	$1 > \psi > 0$	0	$0 > \psi > -1$	-1
Buckling factor k_σ	0,43	$0,578 / (\psi + 0,34)$	1,70	$1,7 - 5\psi + 17,1\psi^2$	

Figura 143 – Larghezza efficace di pannelli compressi con un solo bordo longitudinale irrigidito

Gli effetti dell'instabilità locale nei pannelli irrigiditi (nel caso in esame l'anima rientra in tale condizione) sono stati tenuti in conto applicando quando indicato in Figura 144 e Figura 145.

Il parametro ρ_{loc} tiene conto di fenomeni di instabilità locale del singolo sottopannello e viene calcolato considerando quest'ultimo come un pannello non irrigidito.

Il parametro ρ_c considera invece possibili fenomeni di instabilità locale che interessano l'intero pannello irrigidito e si calcola come:

$$\rho_c = (\rho - \chi_c)\xi(2 - \xi) + \chi_c$$

dove:

- ρ è il coefficiente riduttivo che tiene conto dell'instabilità di piastra, calcolato come indicato in Figura 141, assumendo:

$$\lambda_p = \sqrt{\frac{\beta_{A,c} f_{yk}}{\sigma_{cr,p}}}$$

con:

$$\beta_{A,c} = \frac{A_{c,eff,loc}}{A_c}$$

$\sigma_{cr,p}$ tensione critica di piastra, valutata come indicato nell'allegato A delle UNI EN 1993-1-5.

Il calcolo varia a seconda del numero di irrigidimenti longitudinali presenti nel pannello.

- χ_c è il coefficiente riduttivo che tiene conto del comportamento a colonna sul comportamento post-critico del pannello, il quale si calcola come indicato al §4.2.4.1.3.1 delle NTC2018:

$$\chi_c = \frac{1}{\phi + \sqrt{\phi^2 - \bar{\lambda}_c^2}}$$

con

$$\phi = 0.5 [1 + \alpha(\bar{\lambda}_c - 0.2) + \bar{\lambda}_c^2]$$

dove α si assume per pannelli non irrigiditi pari a 0.21 e per pannelli irrigiditi pari a:

$$\alpha_e = \alpha + \frac{0,09}{i/e} \quad (4.12)$$

with $i = \sqrt{\frac{I_{st,1}}{A_{st,1}}}$

$e = \max(e_1, e_2)$ is the largest distance from the respective centroids of the plating and the one-sided stiffener (or of the centroids of either set of stiffeners when present on both sides) to the neutral axis of the effective column, see Figure A.1;

$\alpha = 0,34$ (curve b) for closed section stiffeners;
 $= 0,49$ (curve c) for open section stiffeners.

e invece:

$$\lambda_c = \sqrt{\frac{\beta_{A,c} f_{yk}}{\sigma_{cr,c}}}$$

Dove la tensione critica di colonna è pari a:

$$\sigma_{cr,c} = \frac{\pi^2 E t^2}{12 (1 - \nu^2) a^2}$$

e $\beta_{A,c} = 1$ per pannelli non irrigiditi.

Mentre, per pannelli irrigiditi:

$$\sigma_{cr,c} = \frac{\pi^2 E J_{sl,1}}{A_{sl,1} a^2} \frac{b_c}{b_{sl,1}}$$

con "a" distanza tra gli irrigidimenti trasversali e $A_{sl,1}$ e $J_{sl,1}$ area e momento d'inerzia lordo dell'irrigidimento più vicino alla fibra esterna compressa. Il significato di b_c e $b_{sl,1}$ è indicato in Figura 145 (Fig. A1 UNI-EN 1993-1-5).

$$\beta_{A,c} = \frac{A_{sl,1,eff}}{A_{sl,1}}$$

dove $A_{sl,1}$ e $A_{sl,eff}$ sono rispettivamente l'area lorda e l'area efficace dell'irrigidimento più vicino alla fibra esterna compressa e delle parti di pannello adiacenti, come indicato in Figura 145.

- ξ è un coefficiente pari a:

$$\xi = \frac{\sigma_{cr,p}}{\sigma_{cr,p}} - 1, \quad \text{con } 0 \leq \xi \leq 1$$

(3) The effective^p area of the compression zone of the stiffened plate should be taken as:

$$A_{c,eff} = \rho_c A_{c,eff,loc} + \sum b_{edge,eff} t \quad (4.5)$$

where $A_{c,eff,loc}$ is the effective^p section areas of all the stiffeners and subpanels that are fully or partially in the compression zone except the effective parts supported by an adjacent plate element with the width $b_{edge,eff}$, see example in Figure 4.4.

(4) The area $A_{c,eff,loc}$ should be obtained from:

$$A_{c,eff,loc} = A_{st,eff} + \sum_c \rho_{loc} b_{c,loc} t \quad (4.6)$$

where \sum_c applies to the part of the stiffened panel width that is in compression except the parts $b_{edge,eff}$, see Figure 4.4;

$A_{st,eff}$ is the sum of the effective^p sections according to 4.4 of all longitudinal stiffeners with gross area A_{st} located in the compression zone;

$b_{c,loc}$ is the width of the compressed part of each subpanel;

ρ_{loc} is the reduction factor from 4.4(2) for each subpanel.

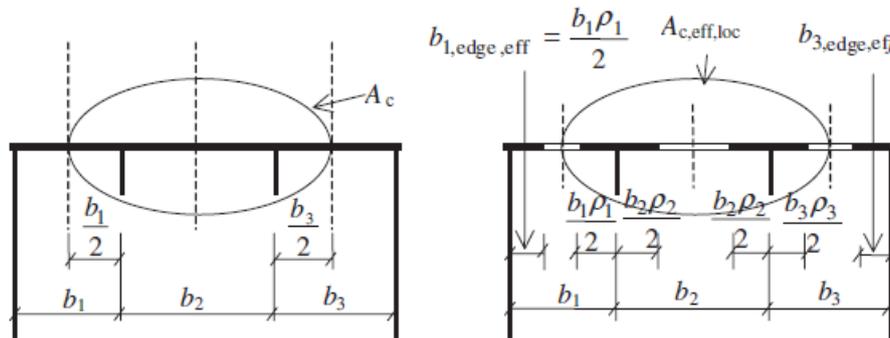
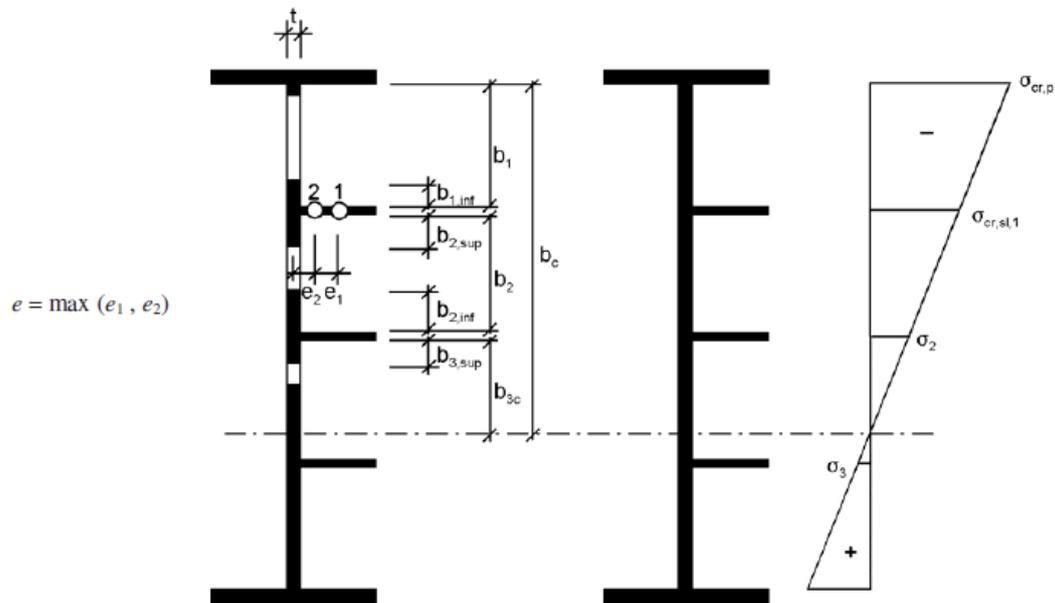
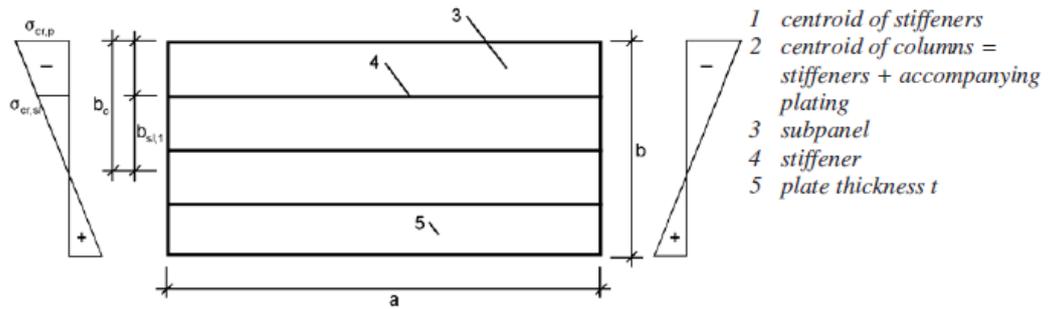


Figura 144 – Calcolo dell'area efficace per pannelli irrigiditi

a , b and t are as defined in Figure A.1.



	width for gross area	width for effective area according to Table 4.1	condition for ψ_i
$b_{1,inf}$	$\frac{3-\psi_1}{5-\psi_1} b_1$	$\frac{3-\psi_1}{5-\psi_1} b_{1,eff}$	$\psi_1 = \frac{\sigma_{cr,sl,1}}{\sigma_{cr,p}} > 0$
$b_{2,sup}$	$\frac{2}{5-\psi_2} b_2$	$\frac{2}{5-\psi_2} b_{2,eff}$	$\psi_2 = \frac{\sigma_2}{\sigma_{cr,sl,1}} > 0$
$b_{2,inf}$	$\frac{3-\psi_2}{5-\psi_2} b_2$	$\frac{3-\psi_2}{5-\psi_2} b_{2,eff}$	$\psi_2 > 0$
$b_{3,sup}$	$0,4 b_{3c}$	$0,4 b_{3c,eff}$	$\psi_3 = \frac{\sigma_3}{\sigma_2} < 0$

Figura 145 – Calcolo della geometria efficace dei sottopannelli di anime irrigidite (Figura A.1 allegato A)

9 VERIFICA IMPALCATO

Nei sotto-paragrafi seguenti si riportano degli accenni teorici e normativi sulle modalità di verifica seguite. Si descrivono inoltre le varie assunzioni che sono state fatte.

A seguire, nell'ultimo sotto-paragrafo, vengono esposti i risultati in forma sintetica delle verifiche effettuate.

9.1 Verifiche sezionali SLU

9.1.1 Verifica SLU a presso/tenso-flessione

La verifica è stata condotta in accordo con quanto previsto dalla UNI EN 1993-1-1 e 1993-1-5.

Poiché le sezioni risultano essere prettamente in classe 3 e 4, le verifiche a presso/tenso-flessione sono state condotte tramite l'approccio elastico, applicando una riduzione delle caratteristiche di resistenza per tener conto dell'instabilità locale laddove la sezione risultasse essere in classe 4.

Si è tenuto conto dell'effetto Shear Lag nelle piattabande, valutando i coefficienti riduttivi ad esso associati, attraverso un approccio elasto-plastico (come indicato nel § 7.5 presente relazione).

Nel caso di sezioni miste, nel calcolo tensionale si è tenuto conto dell'eccentricità addizionale Δ tra il baricentro della sezione lorda e il baricentro della sezione efficace.

La verifica è stata quindi condotta confrontando la massima tensione normale agente nel punto di interesse (anima, piattabande) con il massimo valore tensionale ammesso dalla normativa.

9.1.2 Verifica SLU per instabilità a taglio dell'anima

In accordo con quanto indicato al §5.1 delle EN 1993-1-5, la verifica a stabilità per taglio del pannello d'anima deve essere eseguita quando risulta:

$$h_w / t > 72 \varepsilon / \eta \quad \text{per pannelli non irrigiditi}$$

$$h_w / t > 30 \varepsilon (k_\tau) \quad \text{per pannelli irrigiditi}$$

dove $\varepsilon = 0.814$ per un acciaio S355 e η è stato assunto pari a 1.2 in accordo con quanto indicato sulla Circolare alle NTC del 2019.

La resistenza per instabilità al taglio è pari a:

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

Dove $V_{bw,Rd}$ rappresenta il contributo offerto dall'anima, mentre $V_{bf,Rd}$ rappresenta il contributo offerto dalle flange in fase post-critica.

Nei calcoli è stato trascurato il contributo offerto dalle flange in quanto si presume che quest'ultime siano già sottoposte a tensioni elevate per effetto dell'azione flettente.

Il contributo offerto dall'anima è calcolato come:

$$V_{bw,Rd} = \frac{\chi_w f_{yw} h_w t}{\sqrt{3} \gamma_{M1}}$$

dove χ_w è calcolato come indicato nella tabella seguente.

	Rigid end post	Non-rigid end post
$\bar{\lambda}_w < 0,83/\eta$	η	η
$0,83/\eta \leq \bar{\lambda}_w < 1,08$	$0,83/\bar{\lambda}_w$	$0,83/\bar{\lambda}_w$
$\bar{\lambda}_w \geq 1,08$	$1,37/(0,7 + \bar{\lambda}_w)$	$0,83/\bar{\lambda}_w$

Tabella 17 – Valori del coefficiente χ_w

Per la distinzione tra "rigid end post" e "non-rigid end post" si faccia riferimento UNI-EN 1993-1-5.

Nei calcoli effettuati, a favore di sicurezza, è stata sempre assunta la condizioni di "non-rigid end post".

La snellezza adimensionale è paria a:

$$\bar{\lambda}_w = 0,76 \sqrt{\frac{f_{yw}}{\tau_{cr}}}$$

Dove τ_{cr} è la tensione tangenziale critica pari a:

$$\tau_{cr} = k_\tau \sigma_E$$

Il calcolo della snellezza adimensionale va esteso non solo al pannello intero ma anche, laddove presenti irrigidimenti, a tutti i sottopannelli. Il valore assunto sarà il minore tra tutti quelli calcolati.

Per il calcolo di k_τ si veda allegato A della UNI-EN 1995.

9.1.3 Verifica SLU di interazione taglio-momento

Secondo quanto indicato al capitolo 7 delle UNI EN 1993-1-5, e assumendo come indicato al paragrafo precedente di non considerare il contributo delle flange nella resistenza a taglio, l'influenza dell'azione tagliante sulla resistenza a presso/tenso-flessione, deve essere tenuta in conto solo nei casi in cui, allo stesso tempo:

- il taglio sollecitante V_{Ed} risulta essere maggiore del 50% della resistenza di progetto a taglio dell'anima $V_{bw,Rd}$, la quale tiene in conto dei fenomeni di instabilità a taglio;
- il momento flettente di progetto M_{Ed} risulta maggiore del momento resistente delle solo flange $M_{f,Rd}$.

Quando tale situazione si presenta, deve essere verificato che:

$$\bar{\eta}_1 + \left(1 - \frac{M_{f,Rd}}{M_{pl,Rd}}\right) (2\bar{\eta}_3 - 1)^2 \leq 1,0 \quad \text{for } \bar{\eta}_1 \geq \frac{M_{f,Rd}}{M_{pl,Rd}}$$

Dove:

$$\bar{\eta}_1 = \frac{M_{Ed}}{M_{pl,Rd}}$$

$$\bar{\eta}_3 = \frac{V_{Ed}}{V_{bw,Rd}}$$

Nel calcolo esposto in seguito, per semplicità e a favore di sicurezza, è stato considerato il momento resistente elastico piuttosto che quello plastico $M_{pl,Rd}$.

La verifica secondo la determinazione della tensione ideale di Von Mises non è obbligatoria ed è da considerarsi troppo conservativa per le verifiche allo SLU in quanto esclude la parziale redistribuzione plastica che è invece consentita nella progettazione SLU (si veda Nota al § 6.2.1 della UNI EN 1993-1-1).

9.1.4 Verifica SLU delle saldature anima-piattabanda

Le verifiche sono state condotte in accordo col §4.2.8.2 delle NTC18.

La dimensione dei cordoni d'angolo nelle diverse sezioni può essere desunta dal §8.1 della presente relazione di calcolo.

La resistenza delle saldature è stata calcolata considerando la sezione di gola ribaltata. In tal caso la verifica si effettua controllando che sia soddisfatta la condizione:

$$\tau_{II} < \beta_1 f_{yk}$$

dove τ_{II} è la tensione tangenziale parallela alla sezione di gola ribaltata, $\beta=0.7$ per acciaio S355 e $f_{yk}=355$ MPa.

Deve risultare dunque:

$$\tau_{II} < 248.5 \text{ MPa}$$

La valutazione delle sollecitazioni agenti sulle saldature è stata condotta attraverso un approccio elastico, quindi attraverso la formulazione di Jourawsky.

Le caratteristiche inerziali delle varie sezioni sono le stesse assunte per le verifiche SLU della trave. In particolare si tiene quindi conto dell'instabilità locale, dell'effetto shear-lag e della fessurazione della soletta.

9.1.5 Verifica di membrature soggette ad azione assiale

Trattandosi di elementi soggetti a sforzi prevalentemente assiali, oltre alle suddette verifiche è stata svolta la verifica di instabilità a compressione, secondo quanto previsto dalle NTC18 al paragrafo §4.2.4.1.3.1.

Nelle figure seguenti si riportano degli estratti delle NTC2018.

<p>4.2.4.1.3 Stabilità delle membrature</p> <p>4.2.4.1.3.1 Aste compresse</p> <p>La verifica di stabilità di un'asta si effettua nell'ipotesi che la sezione trasversale sia uniformemente compressa. Deve essere</p> $\frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1 \quad [4.2.41]$ <p>dove</p> <p>N_{Ed} è l'azione di compressione di progetto,</p> <p>$N_{b,Rd}$ è la resistenza di progetto all'instabilità nell'asta compressa, data da</p> $N_{b,Rd} = \frac{\chi A f_{yk}}{\gamma_{M1}} \text{ per le sezioni di classe 1, 2 e 3,} \quad [4.2.42]$ <p>e da</p> $N_{b,Rd} = \frac{\chi A_{eff} f_{yk}}{\gamma_{M1}} \text{ per le sezioni di classe 4} \quad [4.2.43]$ <p>I coefficienti χ dipendono dal tipo di sezione e dal tipo di acciaio impiegato; essi si desumono, in funzione di appropriati valori della snellezza normalizzata $\bar{\lambda}$, dalla seguente formula</p> $\chi = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \bar{\lambda}^2}} \leq 1.0 \quad [4.2.44]$ <p>dove $\Phi = 0.5 \left[1 + \alpha (\bar{\lambda} - 0.2) + \bar{\lambda}^2 \right]$, α è il fattore di imperfezione ricavato dalla Tab. 4.2.VIII e la snellezza normalizzata $\bar{\lambda}$ è pari a</p> $\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_{yk}}{N_{cr}}} \text{ per le sezioni di classe 1, 2 e 3, e a} \quad [4.2.45]$ $\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A_{eff} \cdot f_{yk}}{N_{cr}}} \text{ per le sezioni di classe 4.} \quad [4.2.46]$

Figura 146 – Procedimento per il calcolo della resistenza di aste compresse secondo le NTC2018

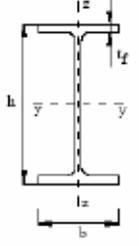
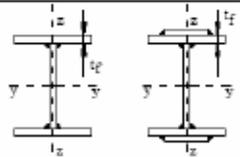
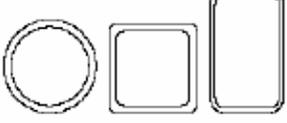
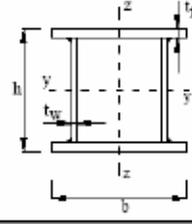
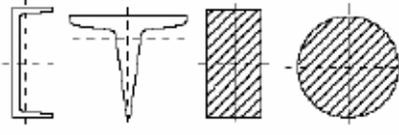
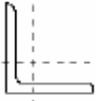
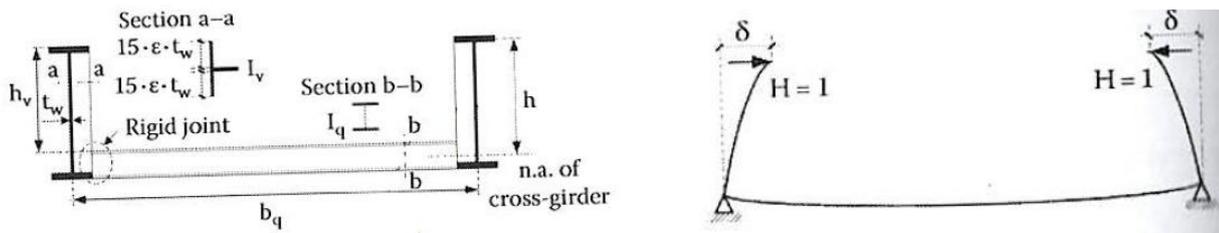
Sezione trasversale		Limiti	Inflazione intorno all'asse	Curva di instabilità		
				S235, S275, S355, S420	S460	
Sezioni laminare		$h/b > 1,2$	$t_f \leq 40 \text{ mm}$	y-y z-z	a b	a ₀ a ₀
			$40 \text{ mm} < t_f \leq 100 \text{ mm}$	y-y z-z	b c	a a
		$h/b \leq 1,2$	$t_f \leq 100 \text{ mm}$	y-y z-z	b c	a a
			$t_f > 100 \text{ mm}$	y-y z-z	d d	c c
Sezioni ad I saldate			$t_f \leq 40 \text{ mm}$	y-y z-z	b c	b e
			$t_f > 40 \text{ mm}$	y-y z-z	c d	e d
Sezioni cave			Sezione formata "a caldo"	qualsunque	a	a ₀
			Sezione formata "a freddo"	qualsunque	c	e
Sezioni scatolari saldate			In generale	qualsunque	b	b
			saldature "spesse": $a > 0,5t_f$ $b/t_f < 30$; $h/t_w < 30$	qualsunque	c	c
Sezioni piene, ad U e T				qualsunque	c	c
Sezioni ad L				qualsunque	b	b
Curva di instabilità		a ₀	a	b	c	d
Fattore di imperfezione α		0,13	0,21	0,34	0,49	0,76

Figura 147 – Curve d'instabilità per varie tipologie di sezioni e classi d'acciaio, per elementi compressi (Tab.4.2.VIII NTC2018)

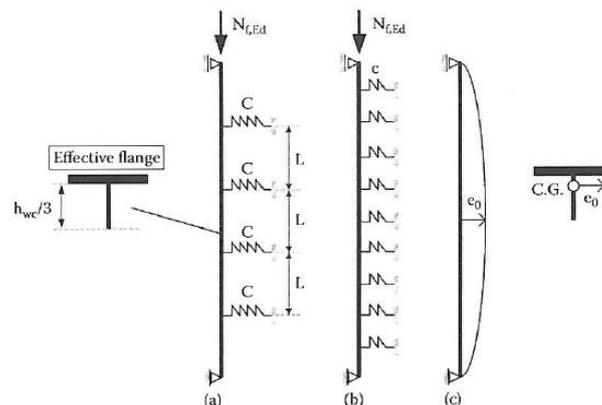
9.1.6 Instabilità laterale e flessione-torsionale

Per il calcolo dell'instabilità laterale e flessione-torsionale si fa riferimento UNI EN 1993-1, adottando il metodo semplificato per supporti laterali flessibili.

Nel caso in esame, infatti, la flangia compressa è supportata indirettamente dalla rigidità degli elementi adiacenti.



La flangia compressa è modellata come illustrato nella figura seguente:



La rigidità C può essere stimata come H/δ dove $H=1\text{kN}$ è una forza laterale applicata e δ è lo spostamento che gli corrisponde.

In via semplificata può essere stimata come:

$$C = \frac{E_a \cdot I_v}{\frac{h_v^3}{3} + \frac{h^2 \cdot b_q \cdot I_v}{n \cdot I_q}}$$

E_a : modulo elastico dell'acciaio

I_v : inerzia dei montanti

h_v : altezza libera

h : altezza al baricentro del travetto

b_q : interasse tra le travi

I_q : inerzia del travetto

$n=2$

Si ricava quindi la rigidezza al metro come $c=C/L$ con L distanza tra i supporti.

Il carico critico N_{cr} è espresso quindi come:

$$N_{cr} = 2 \cdot \sqrt{c \cdot E_a \cdot I_{z,eff}}$$

La rigidezza della flangia $I_{z,eff}$ nel caso di trave reticolare è la rigidezza fuori piano del corrente superiore.

Modulo elastico acciaio	E_a	N/mm ²	210000
Inerzia (irrigidimento)-montante	I_v	mm ⁴	3944586000
Altezza totale	H	mm	8000
Altezza travetto	h_{travet}	mm	1000
Altezza libera	h_v	mm	7500
Altezza al baricentro travetto	h	mm	8000
Interasse travi	b_q	mm	17100
Inerzia travetto	I_q	mm ⁴	6285898000
	n	-	2
Rigidezza molla	C	kN/m	1711.5
Interasse supporti (montanti)	L	m	6.18
Rigidezza spalmata	c	kN/m/m	276.94
Inerzia fuori piano della flangia effettiva	$I_{eff,z}$	m ⁴	0.009810005
N critico	N_{cr}	kN	47770.9

9.1.7 Risultati delle verifiche sezionali SLU

Le verifiche SLU delle travi di impalcato e degli elementi ad esse correlati, sono state effettuate per tutte le combinazioni esposte al §7.1.

I risultati si riportano come andamento del tasso di sfruttamento η degli elementi dell'impalcato. La verifica si intende soddisfatta quando $\eta \leq 1$.

I correnti sono numerati progressivamente da spalla A verso spalla B

101-178 Correnti inferiori trave 1

201-278 Correnti inferiori trave 2

301-338 Correnti superiori trave 1

401-438 Correnti superiori trave 2

I montati sono numerati progressivamente da 1 a 72, da spalla A verso spalla B, con numero dispari se di trave 1 e numero pari se di trave 2.

I diagonalali sono numerati progressivamente da spalla A verso spalla B

1001-1036 diagonalali trave 1

2001-2036 diagonalali trave 2

Corrente inferiore

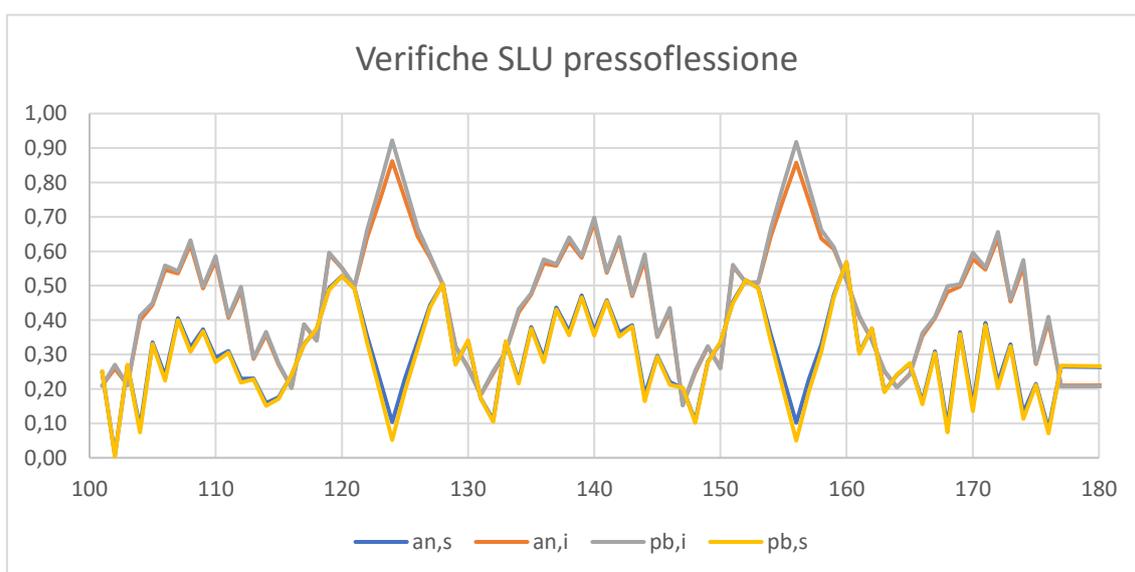


Figura 148 – Trave n°1. Verifiche SLU a presso/tenso-flessione

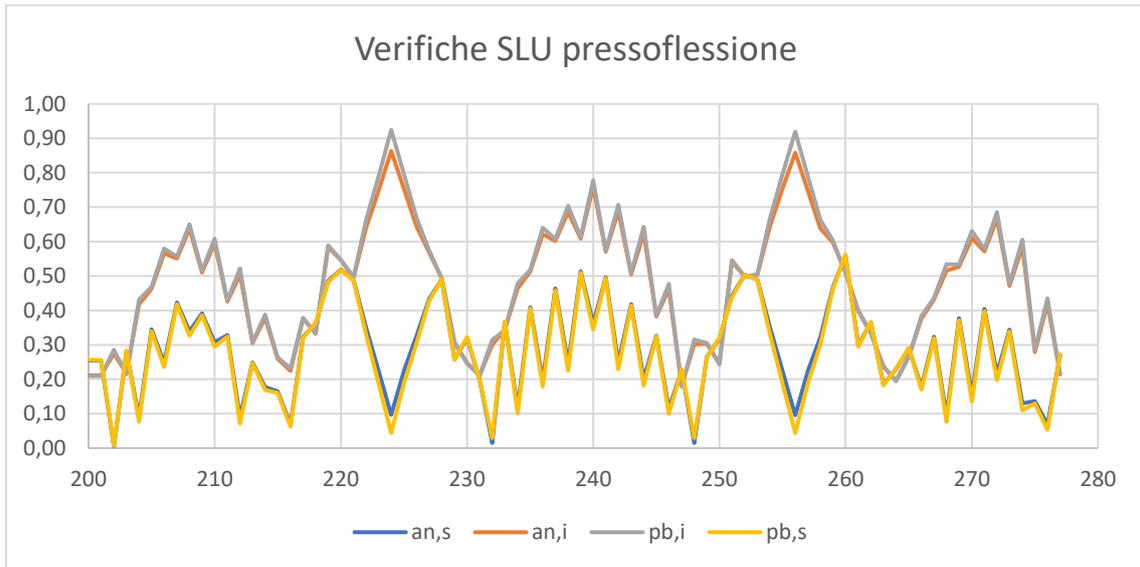


Figura 149 – Trave n°2. Verifiche SLU a presso/tenso-flessione

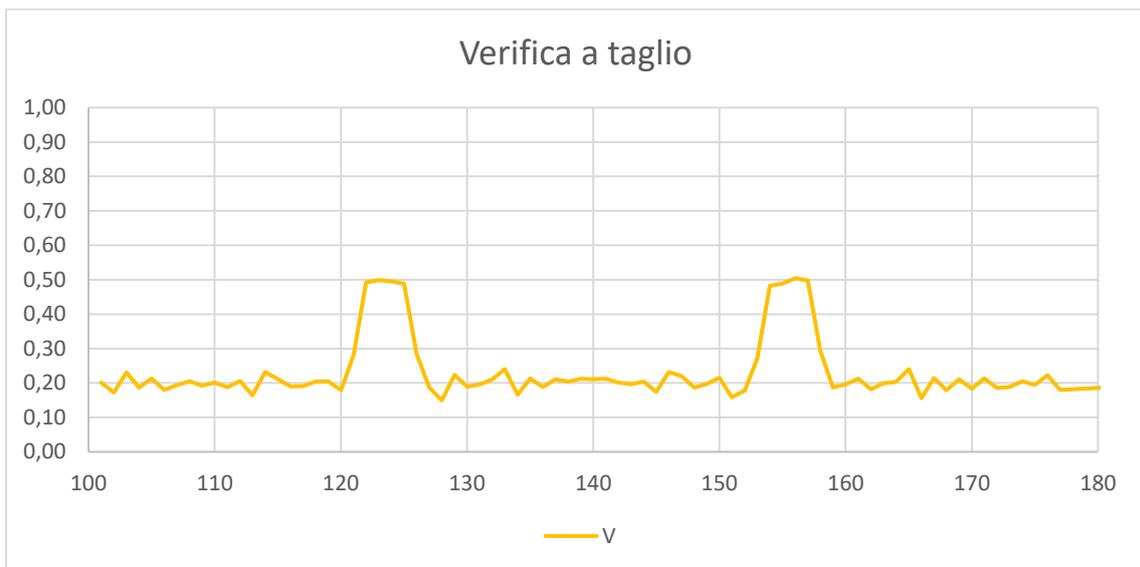


Figura 150 – Trave n°1. Verifiche SLU a taglio dell'anima

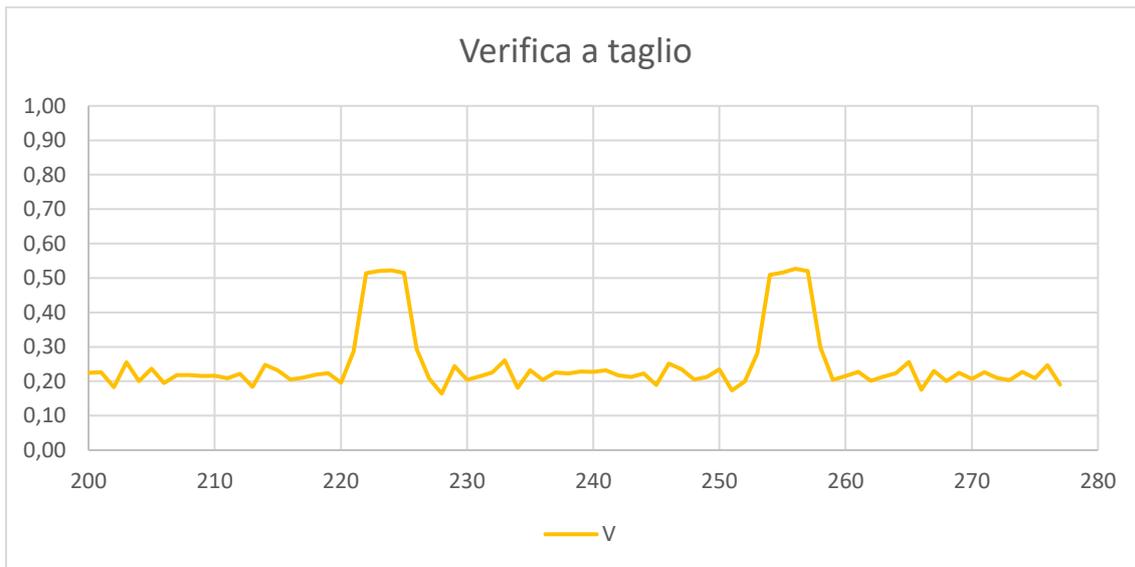


Figura 151 – Trave n°2. Verifiche SLU a taglio dell'anima

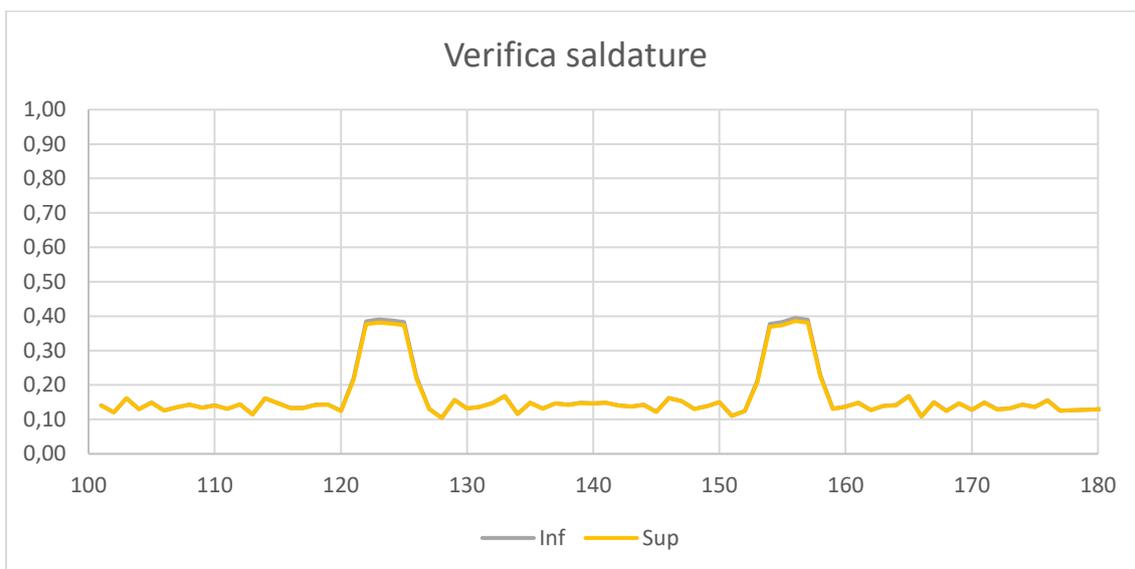


Figura 152 – Trave n°1. Verifiche SLU delle saldature anima-piattabanda

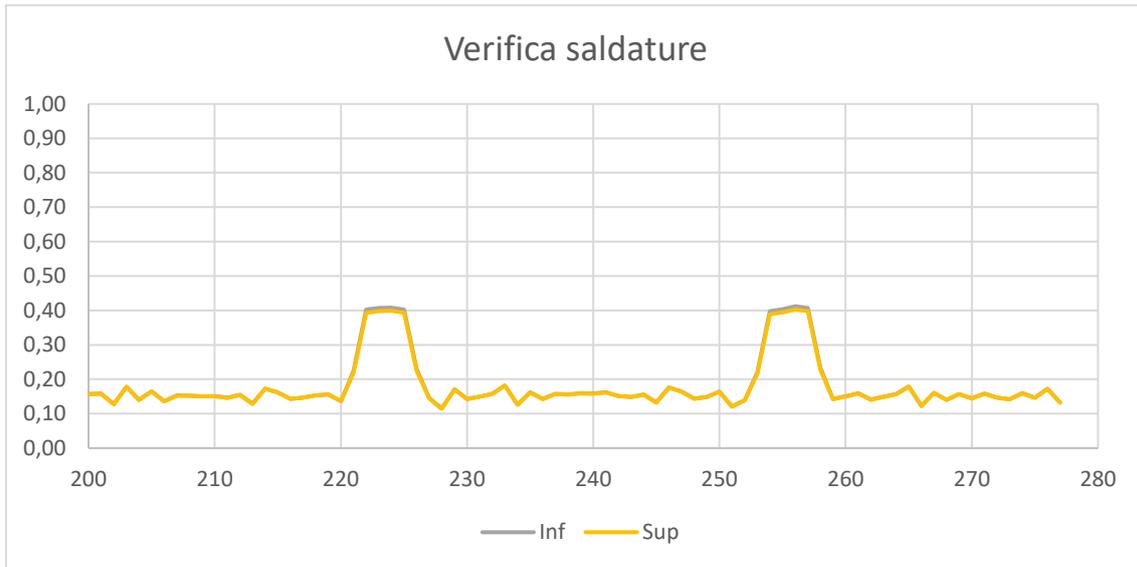


Figura 153 – Trave n°2. Verifiche SLU delle saldature anima-piattabanda

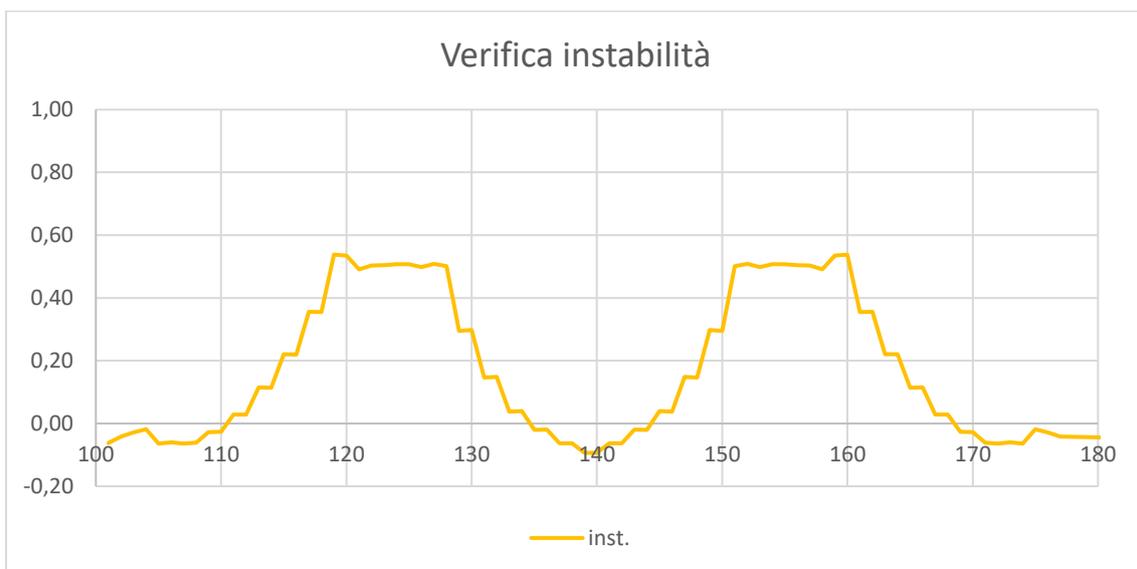


Figura 154 – Trave n°1. Verifiche SLU instabilità

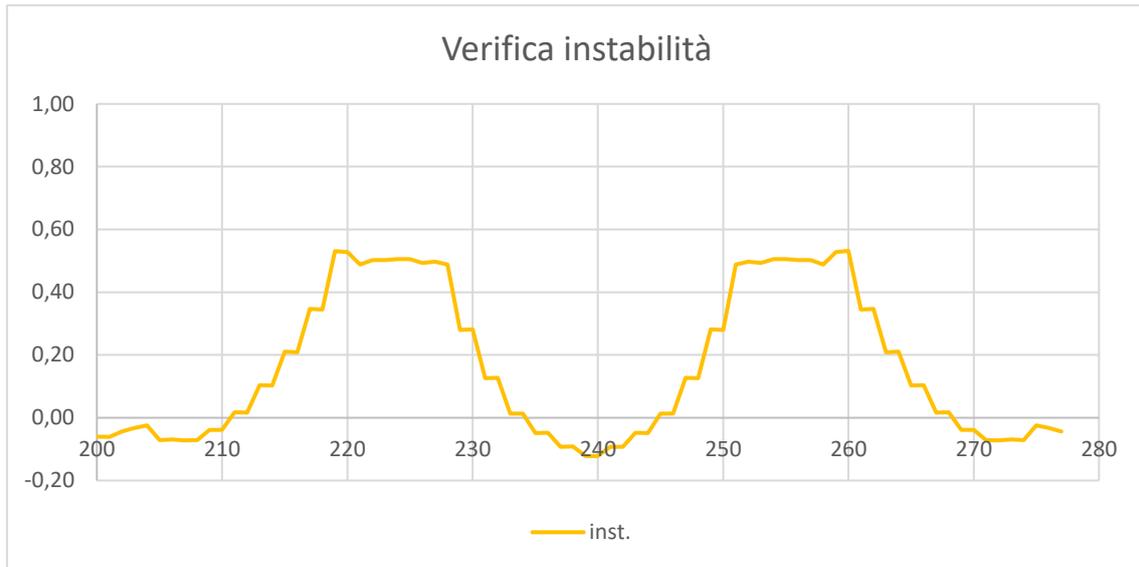


Figura 155 – Trave n°2. Verifiche SLU instabilità

Corrente superiore

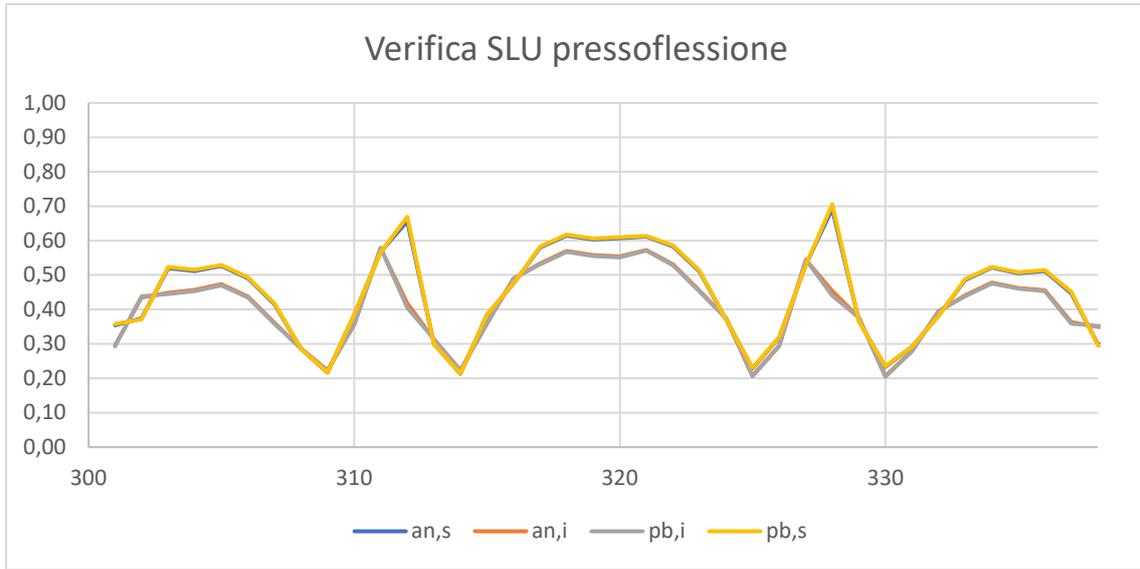


Figura 156 – Trave n°1. Verifiche SLU a presso/tenso-flessione

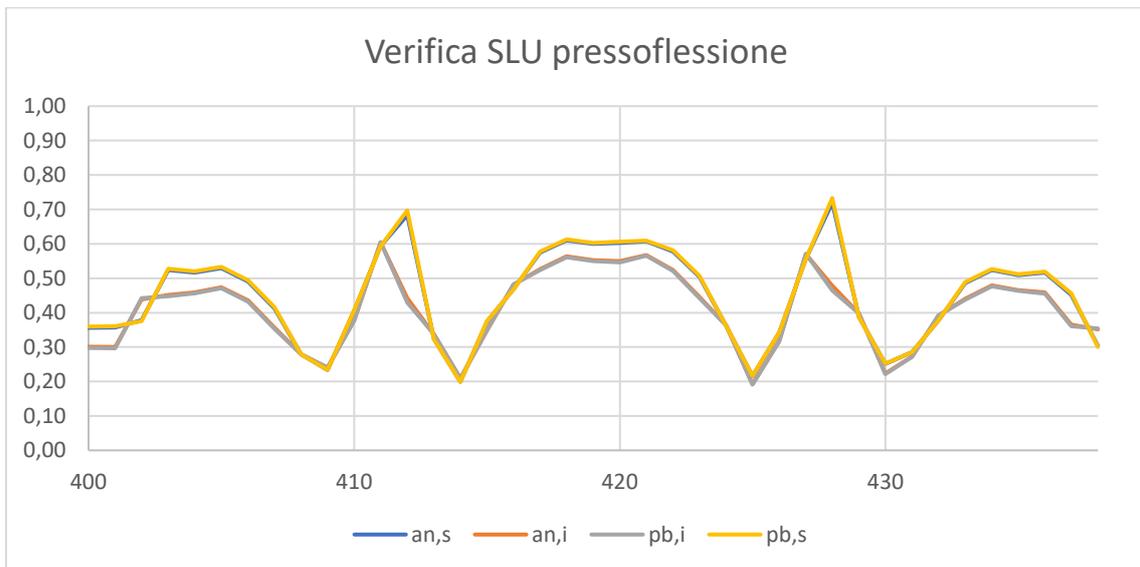


Figura 157 – Trave n°2. Verifiche SLU a presso/tenso-flessione

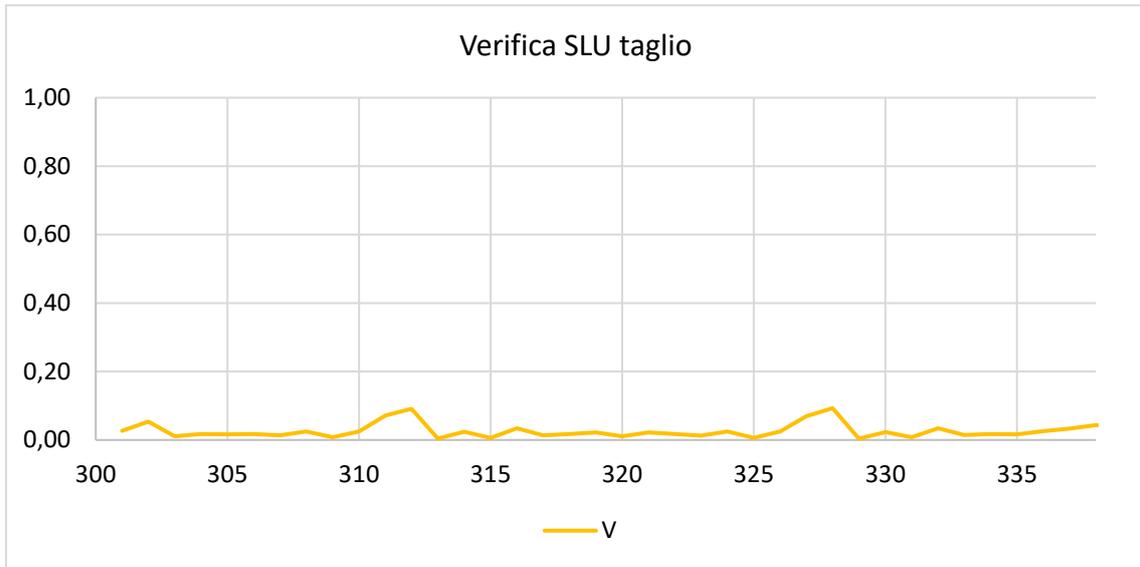


Figura 158 – Trave n°1. Verifiche SLU a taglio dell'anima

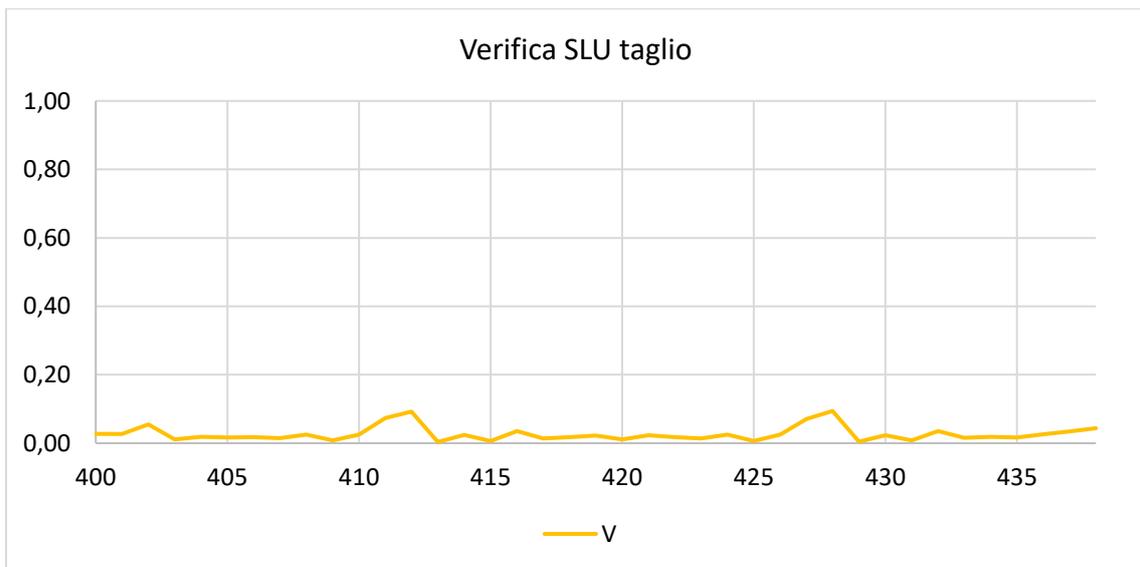


Figura 159 – Trave n°2. Verifiche SLU a taglio dell'anima

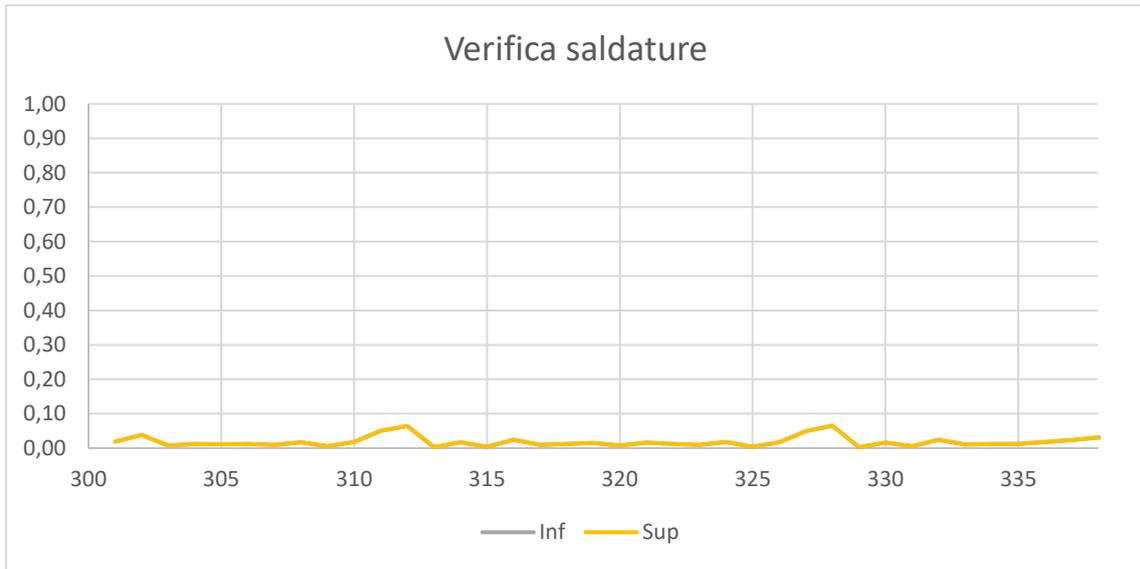


Figura 160 – Trave n°1. Verifiche SLU delle saldature anima-piattabanda

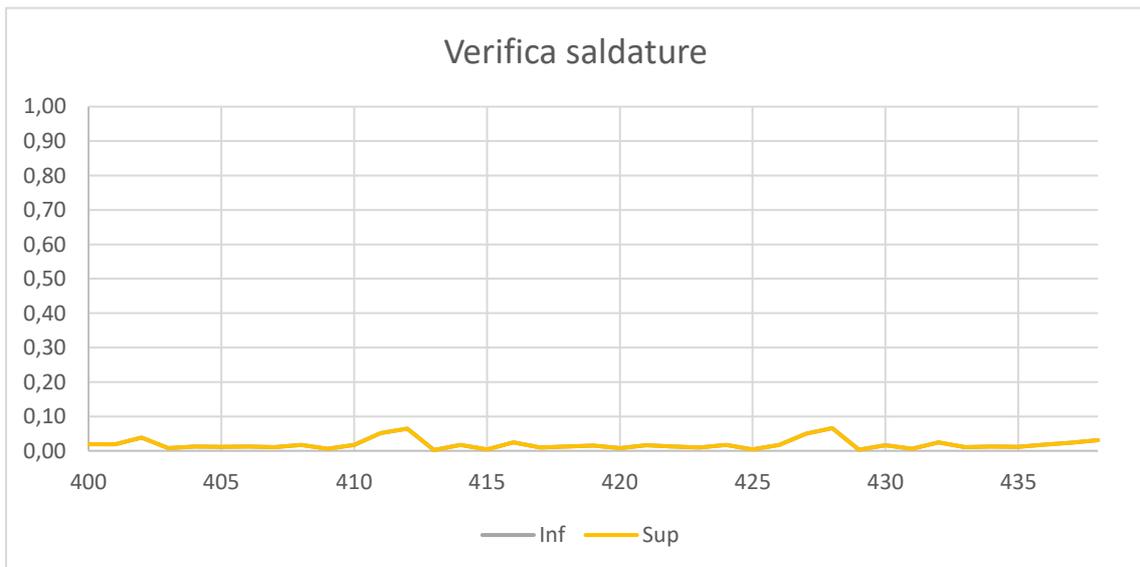


Figura 161 – Trave n°2. Verifiche SLU delle saldature anima-piattabanda

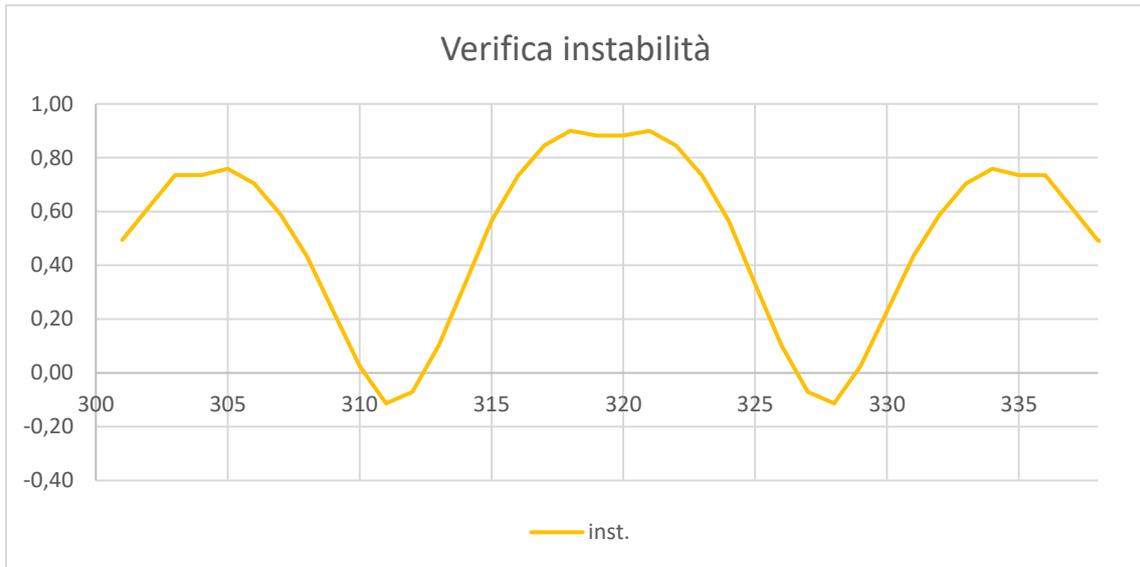


Figura 162 – Trave n°1. Verifiche SLU instabilità

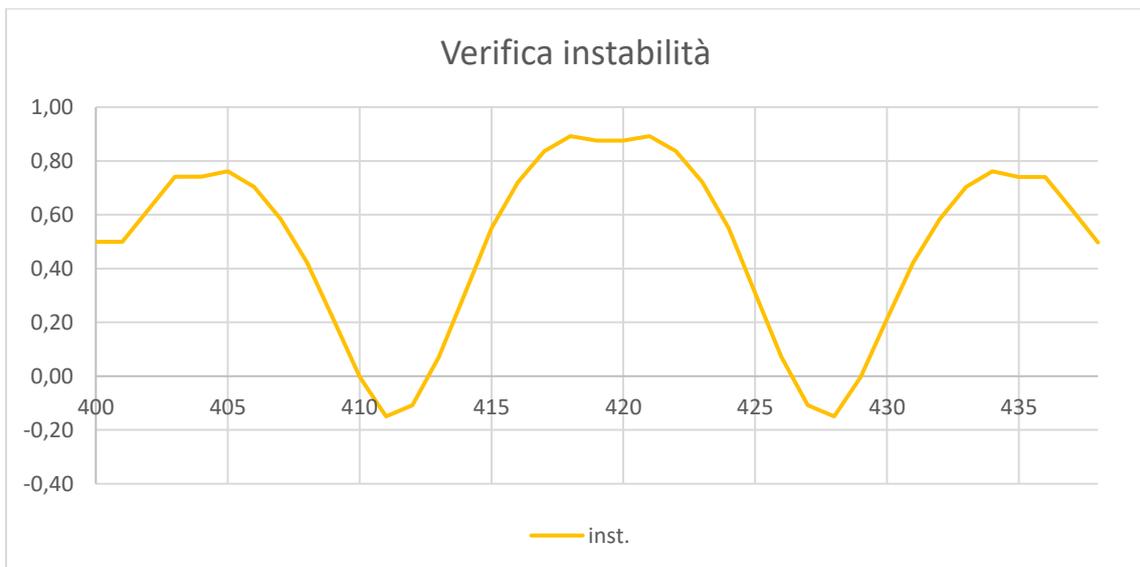


Figura 163 – Trave n°2. Verifiche SLU instabilità

Montanti

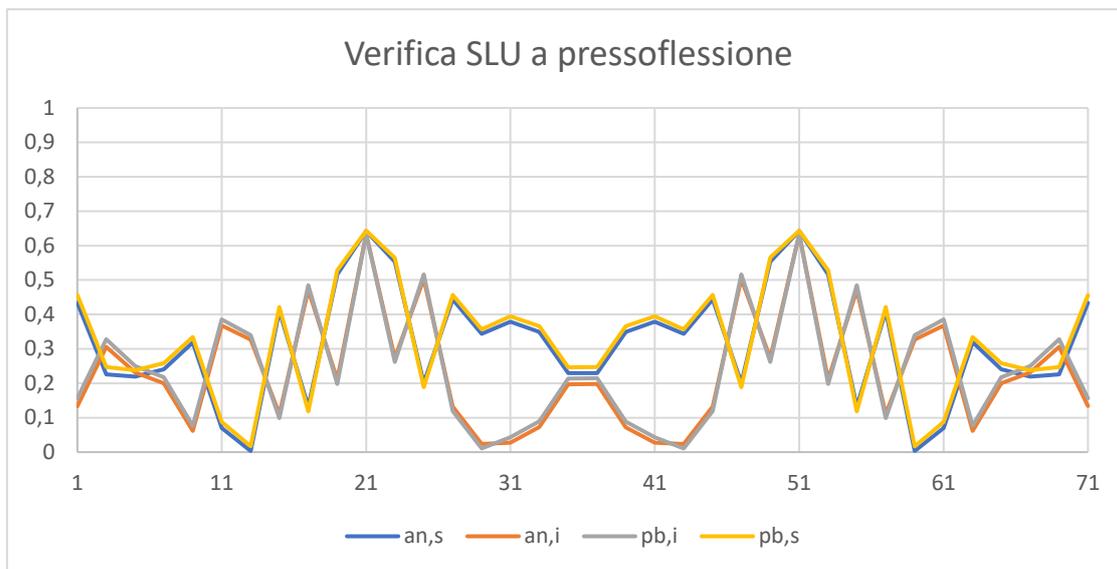


Figura 164 – Trave n°1. Verifiche SLU a presso/tenso-flessione

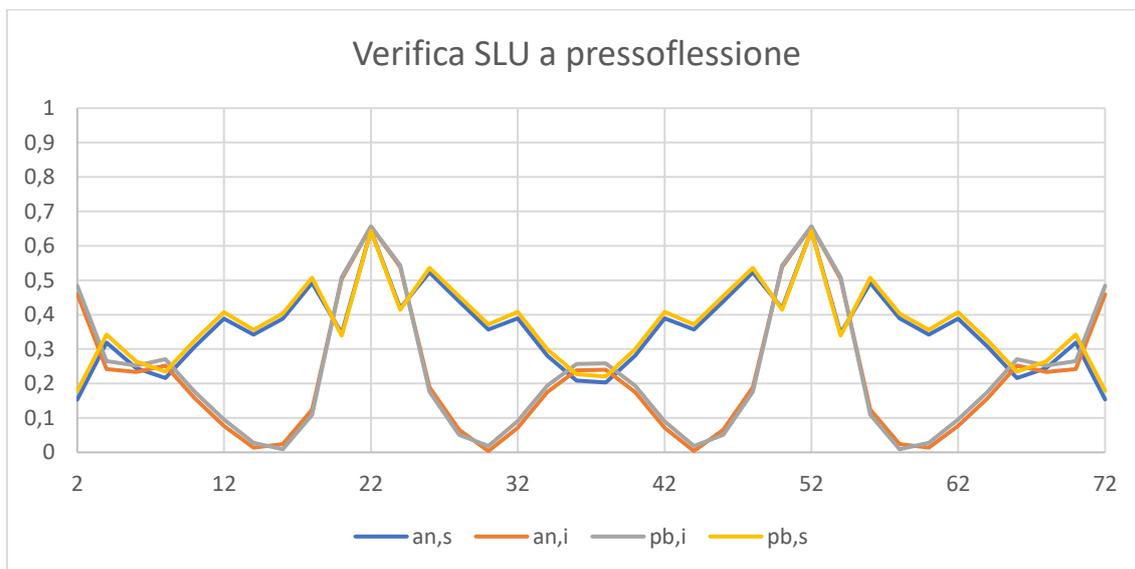


Figura 165 – Trave n°2. Verifiche SLU a presso/tenso-flessione

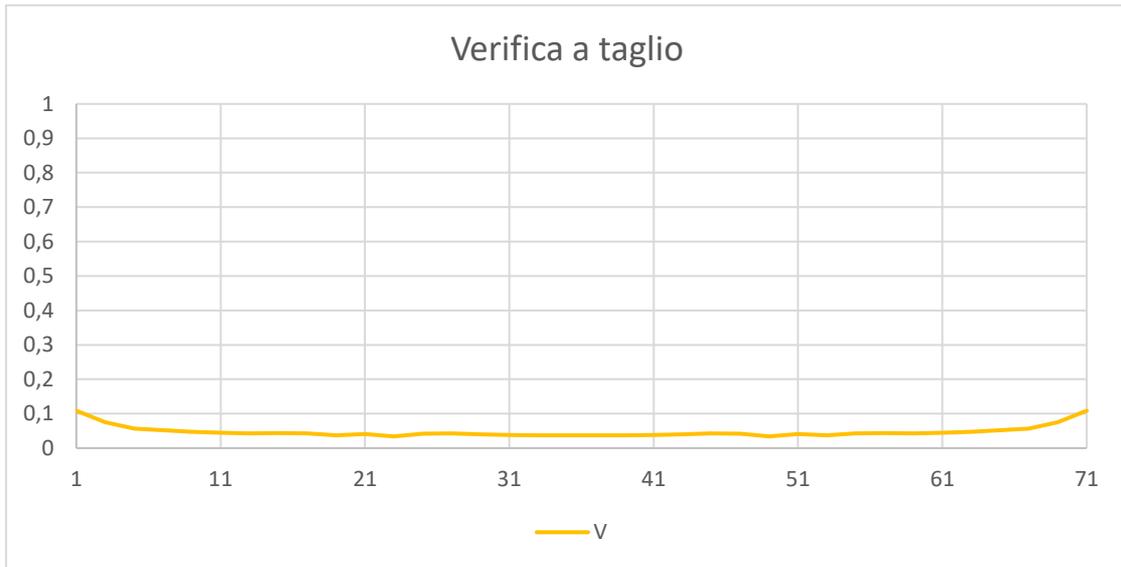


Figura 166 – Trave n°1. Verifiche SLU a taglio dell'anima



Figura 167 – Trave n°2. Verifiche SLU a taglio dell'anima

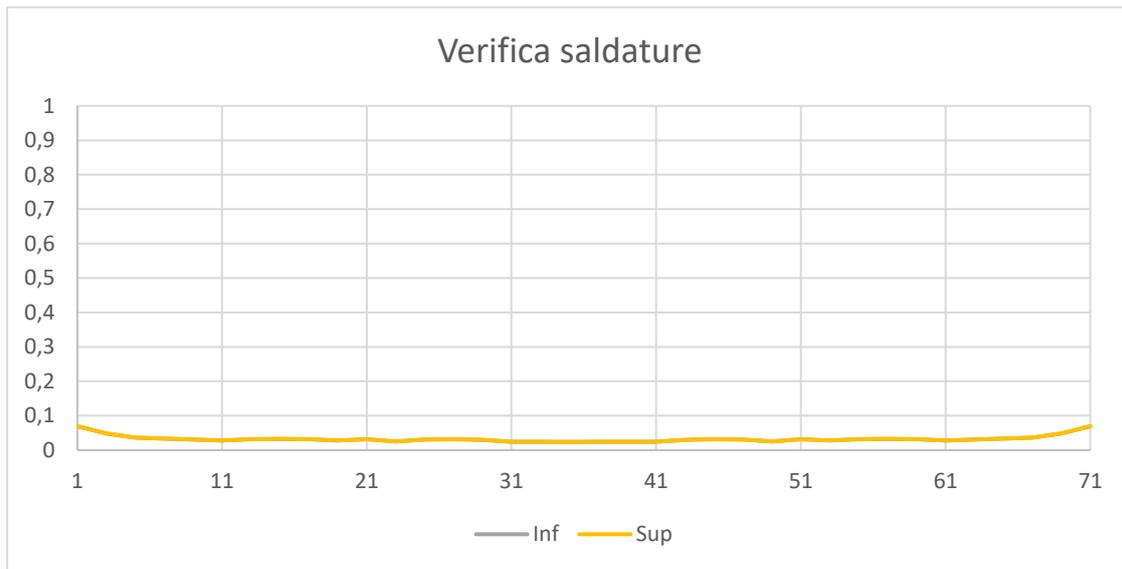


Figura 168 – Trave n°1. Verifiche SLU delle saldature anima-piattabanda

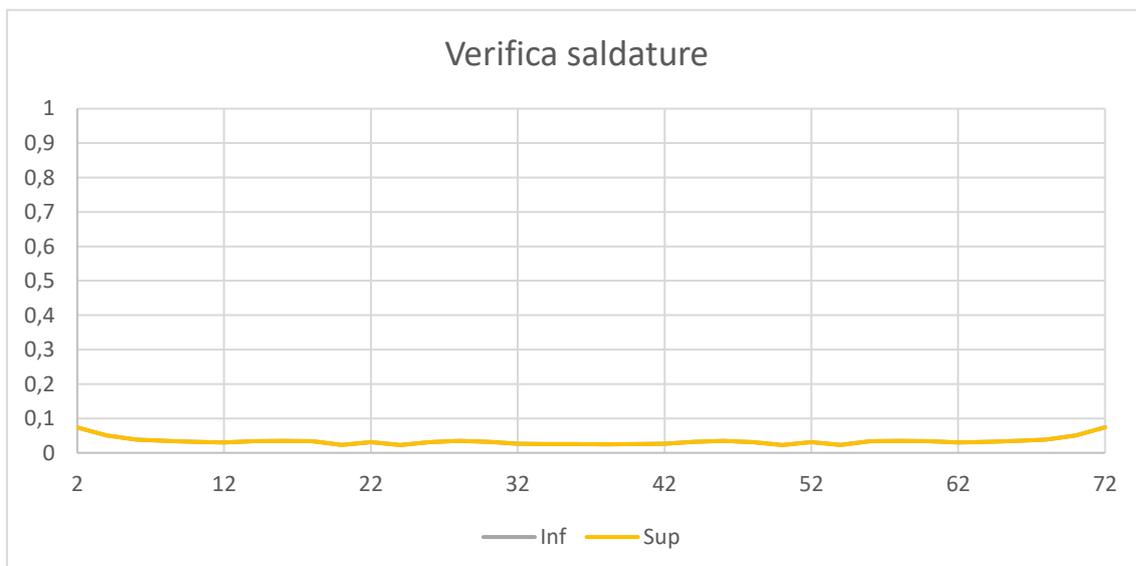


Figura 169 – Trave n°2. Verifiche SLU delle saldature anima-piattabanda

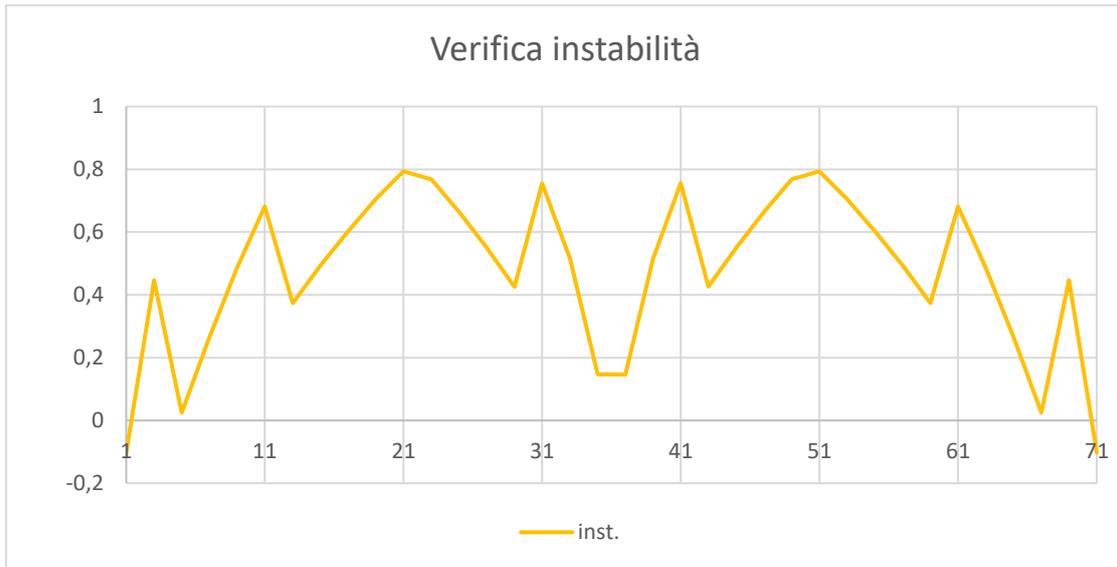


Figura 170 – Trave n°1. Verifiche SLU instabilità

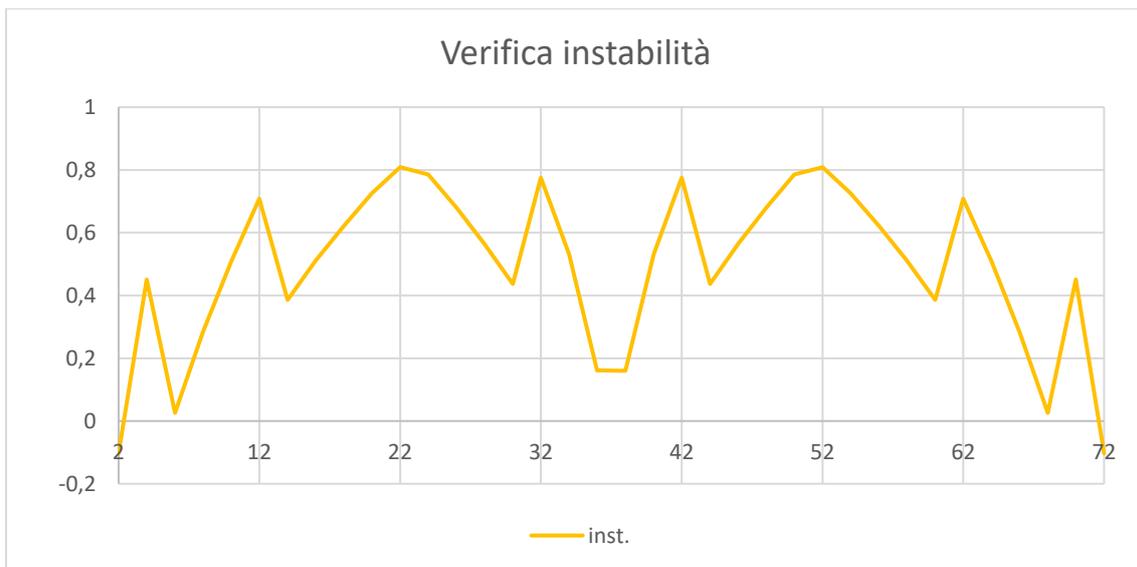


Figura 171 – Trave n°2. Verifiche SLU instabilità

Diagonali

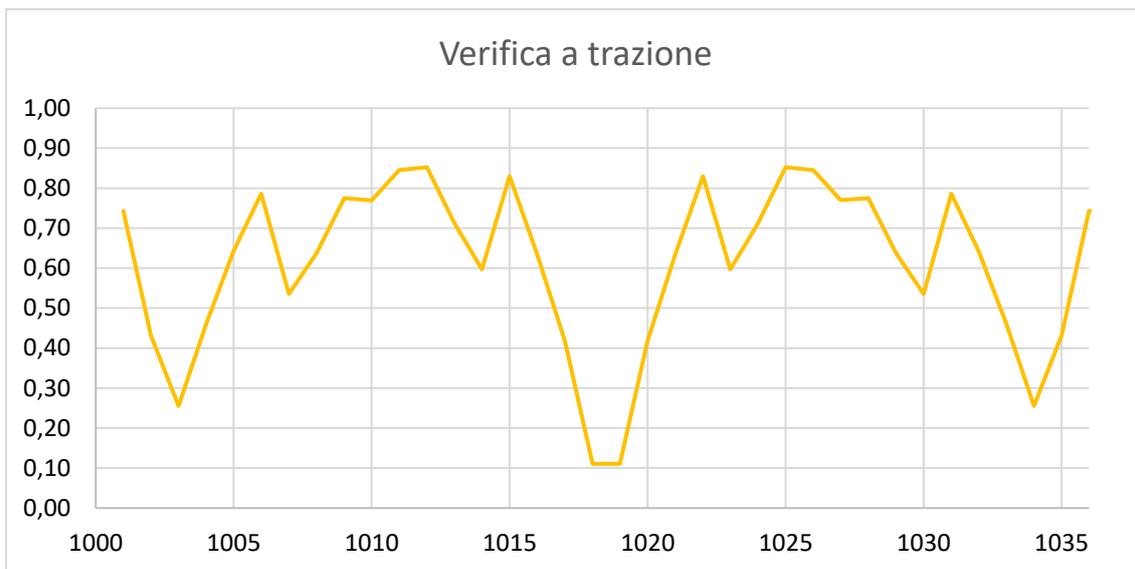


Figura 172 – Trave n°1. Verifiche SLU a trazione

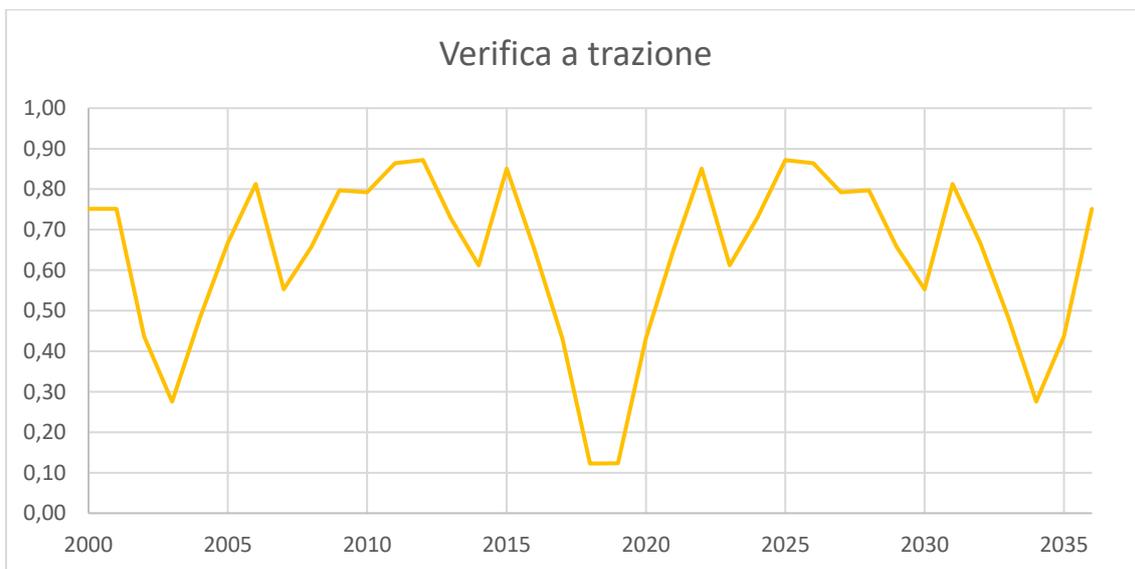


Figura 173 – Trave n°2. Verifiche SLU a trazione

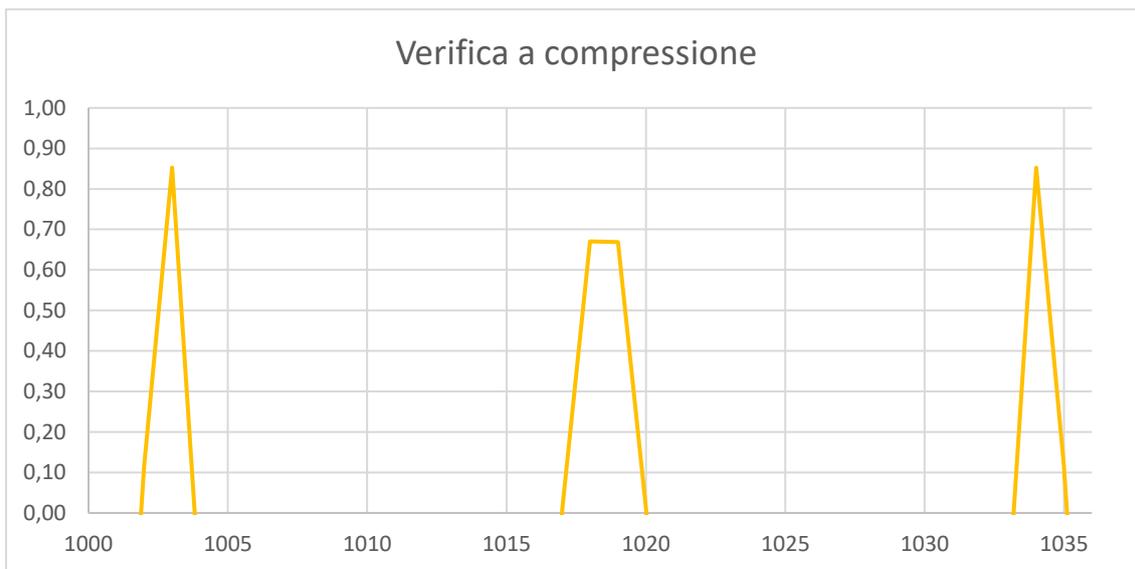


Figura 174 – Trave n°1. Verifiche SLU a compressione

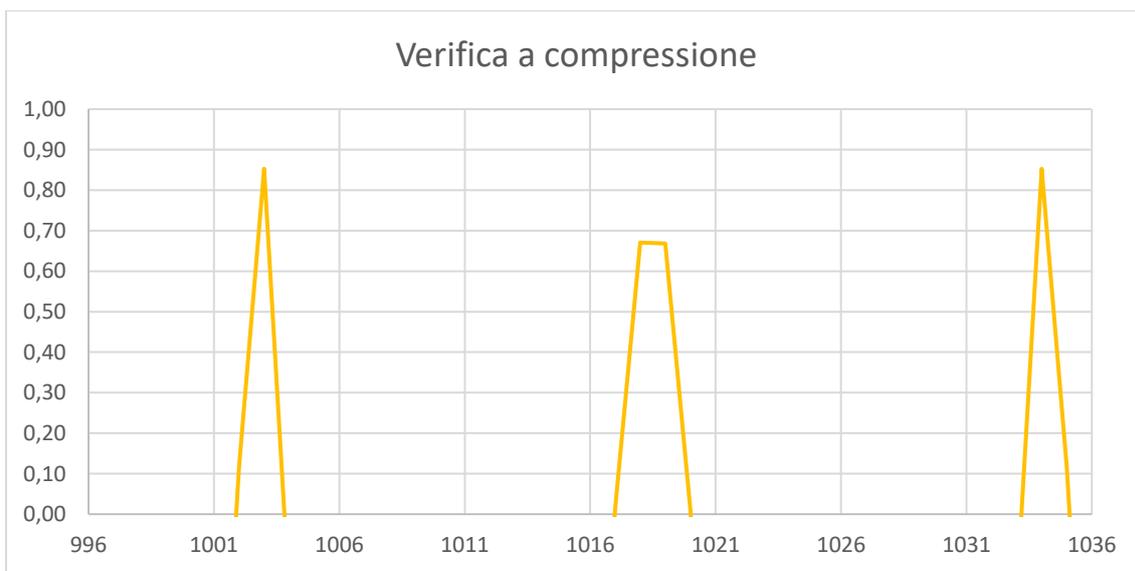


Figura 175 – Trave n°2. Verifiche SLU a compressione

Nel seguito, per ciascun elemento è riportata la verifica più critica.

9.1.7.1 Corrente inferiore

CII – concio mezzeria campata principale

CS1 - sez.240 - Combinazione n°1187 (-)

SOLLECITAZIONI DI PROGETTO SLU SULLA TRAVE										
		g1	g2	qt	q5	q7	ε2	ε4	E	TOT
Ned	[kN]	5892	2017	4946	1436	799	155	35	0	15280
Med	[kNm]	746	292	1289	-9	6	8	1	0	2334
Ved	[kN]	134	68	379	0	2	0	-11	0	571
Ted	[kNm]	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ε sol	[-]	0.00E+00	-							

VERIFICA SLU PER PRESSO/TENSO FLESSIONE					
EFFETTO SHEAR LAG NELLE PIATTABANDE					
Criterio di calcolo elastoplastico: $A_{eff} = \beta \cdot k \cdot A_c$, dove $k = b_{lorda} / L_e$					
Pannello	pb	sup/int	sup/est	inf/int	inf/est
β	[-]	1.000	1.000	1.000	1.000
β^k	[-]	1.000	1.000	1.000	1.000

CLASSIFICAZIONE DELLA SEZIONE (NTC2018-§4.2.3.1)				
Tensioni calcolate con caratteristiche inerziali lorde. Piattabanda superiore in classe 1 poiché connessa alla soletta.				
	Anima	Pb sup	Pb inf	
σ sup	[MPa]	263.0	116.4	263.0
σ inf	[MPa]	263.0	116.4	263.0
ε	[-]	0.814	0.814	0.814
ψ	[-]	-	-	-
k	[-]	-	-	-
c int / t	[-]	51.1	9.8	9.8
c est / t	[-]	-	9.8	9.8
limite cl. 3	[-]	-	-	-
Classe pan.	[-]	1	1	1
Classe sezione	[-]	1		

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE EFFICACI (SHEAR LAG E LOCAL BUCKLING)									
		g1	g2	qt	q5	q7	ε2	ε4	E
n	[-]	-	-	-	-	-	-	-	-
zG	[mm]	500	500	500	500	500	500	500	500
A	[mm ²]	80560	80560	80560	80560	80560	80560	80560	80560
A n	[mm ²]	-	-	-	-	-	-	-	-
J	[mm ⁴]	1.59E+10	1.59E+10	1.59E+10	1.59E+10	1.59E+10	1.59E+10	1.59E+10	1.59E+10
W sol,s	[mm ³]	-	-	-	-	-	-	-	-
W arm,s	[mm ³]	-	-	-	-	-	-	-	-
W pb,s	[mm ³]	3.18E+07	3.18E+07	3.18E+07	-3.18E+07	-3.18E+07	-3.18E+07	-3.18E+07	-3.18E+07
W an,s	[mm ³]	3.46E+07	3.46E+07	3.46E+07	-3.46E+07	-3.46E+07	-3.46E+07	-3.46E+07	-3.46E+07
W an,i	[mm ³]	3.46E+07	3.46E+07	3.46E+07	3.46E+07	3.46E+07	3.46E+07	3.46E+07	3.46E+07
W pb,i	[mm ³]	3.18E+07	3.18E+07	3.18E+07	3.18E+07	3.18E+07	3.18E+07	3.18E+07	3.18E+07
Δ baricentro	[mm]	0	0	0	0	0	0	0	0

TENSIONI NORMALI - VERIFICA												
		g1	g2	qt	q5	q7	ε2	ε4	E	Ed	Rd	η1
σ sol,s	[MPa]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
σ arm,s	[MPa]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
σ pb,s	[MPa]	49.7	15.9	20.9	18.1	9.7	1.7	0.4	0.0	116.4	338.1	0.34
σ an,s	[MPa]	51.6	16.6	24.2	18.1	9.7	1.7	0.4	0.0	122.2	338.1	0.36
σ an,i	[MPa]	94.7	33.5	98.6	17.6	10.1	2.2	0.5	0.0	257.1	338.1	0.76
σ pb,i	[MPa]	96.6	34.2	101.9	17.5	10.1	2.2	0.5	0.0	263.0	338.1	0.78
Tasso di sfruttamento η1												
η1	[-]	0.78										

VERIFICA SLU A TAGLIO												
-----------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Resistenza per instabilità a taglio - Contributo offerto dall'anima

Pannello	ID	INTERO	
bw	[mm]	920	Altezza pannello d'anima
t	[mm]	18	Spessore pannello d'anima
a	[mm]	6180	Distanza tra due irrigiditori longitudinali rigidi
η	[-]	1.20	Coefficiente come da § C.4.2.4.1.3.4 Circolare 2019
bw / t	[-]	51.1	Rapporto altezza/spessore pannello d'anima
κ	[-]	5.43	Coefficiente di imbozzamento a taglio
Lim. Verifica	[-]	48.8	Limite per il quale è richiesta la verifica
Nec. Verifica	[-]	SI	È richiesta la verifica di instabilità a taglio?
σ_E	[Mpa]	72.7	Tensione critica Euleriana
τ_{cr}	[Mpa]	394.4	Tensione tangenziale critica
λ_w	[-]	0.721	Snellezza adimensionale
end post	[-]	Non rigidi	Tipologia di irrigidimenti d'appoggio
Xw	[mm]	1.151	Coefficiente di instabilità a taglio
Vbw,Rd	[kN]	3552	Contributo dell'anima alla resistenza per instabilità a taglio

Resistenza per instabilità a taglio - Contributo offerto dalle piattabande

A favore di sicurezza, non si è tenuto conto del contributo alla resistenza a taglio offerto dalle piattabande

Verifica a taglio

Ved	[kN]	571	Taglio sollecitante di progetto (azione parallela all'anima)
Vb,rd	[kN]	3552	Resistenza per instabilità a taglio UNI EN 1993-1-5-cap.6
Vc,rd	[kN]	3233	Resistenza a taglio NTC2018 §4.2.4.1.2.4

Tasso di sfruttamento η_3

η_3 [-] **0.18**

VERIFICA SLU DI INTERAZIONE TAGLIO-MOMENTO

A favore di sicurezza al posto di $M_{pl,Rd}$ è stato considerato $M_{el,Rd} = M_{ed}/\eta_1$, per cui $\eta_1^* = \eta_1$.

Poiché il contributo alla resistenza per l'instabilità al taglio offerto dalle flange è stato trascurato, $\eta_3^* = \eta_3$

$M_{f,Rd}$	[kNm]	3052	Momento resistente dato dalle sole flange
$M_{el,Rd}$	[kNm]	3001	Momento resistente elastico della sezione
Med / $M_{f,Rd}$	[-]	0.76	Tasso di utilizzo del momento resistente dato dalle sole flange
η_3^*	[-]	0.18	Tasso di utilizzo della resistenza a taglio data dall'anima
Nec. Interaz.	[-]	NO	Richiesta verifica di interazione taglio-momento?
η_1^*	[-]	0.78	Tasso di utilizzo della resistenza a presso-flessione

Tasso di sfruttamento per l'iterazione taglio-momento η_{VM}

η_{VM} [-] **0.78**

CS1 - sez.240 - Combinazione n°1187 (-)

VERIFICA DELLE SALDATURE ANIMA-PIATTABANDE

CARATTERISTICHE DELLE SALDATURE

	sald, sup	sald, inf	
a	[mm]	9.0	Altezza della sezione di gola
β_1	[-]	0.70	Coefficiente definito in Tab.4.2.XIX NTC2018
τ_{rd}	[MPa]	248.5	Tensione tangenziale massima per la verifica

TENSIONI DI TAGLIO (DA FORMULAZIONE DI JOURAWSKY E BREDT) - VERIFICHE

	g1	g2	qt	q5	q7	ϵ_2	ϵ_4	E	Ed	Rd	η_1	
Jy / Sy* an,s	[mm]	1037	1037	1037	1037	1037	1037	1037				
Jy / Sy* an,i	[mm]	1037	1037	1037	1037	1037	1037	1037				
Ω Bredt	[mm ²]	-	-	-	-	-	-	-				
Ved	[kN]	134	68	379	0	2	0	-11	0	571		
Ted	[kNm]	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
q an,s	[N/mm]	129	65	366	0	2	0	-11	0	551		
q an,i	[N/mm]	129	65	366	0	2	0	-11	0	551		
$\tau // \text{sald,s}$	[MPa]	7.2	3.6	20.3	0.0	0.1	0.0	-0.6	0.0	30.6	248.5	0.12
$\tau // \text{sald,i}$	[MPa]	7.2	3.6	20.3	0.0	0.1	0.0	-0.6	0.0	30.6	248.5	0.12

Tasso di sfruttamento delle saldature

η_{sald} [-] **0.12**

CI2 – concio appoggio

CI2 - sez.224 - Combinazione n°74 (-)

SOLLECITAZIONI DI PROGETTO SLU SULLA TRAVE										
		g1	g2	qt	q5	q7	ε2	ε4	E	TOT
Ned	[kN]	-9235	-3079	-4107	-1794	0	-1864	-809	0	-20890
Med	[kNm]	-3788	-1361	-1689	-54	0	-47	-138	0	-7077
Ved	[kN]	-774	-280	-305	-24	0	-43	-16	0	-1442
Ted	[kNm]	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ε sol	[-]	0.00E+00	-							

VERIFICA SLU PER PRESSO/TENSO FLESSIONE					
EFFETTO SHEAR LAG NELLE PIATTABANDE					
Criterio di calcolo elastoplastico: $A_{eff} = \beta \cdot k \cdot A_c$, eff dove $k = b_{lorda} / L_e$					
Pannello	pb	sup/int	sup/est	inf/int	inf/est
β	[-]	1.000	1.000	1.000	1.000
β ^k	[-]	1.000	1.000	1.000	1.000

CLASSIFICAZIONE DELLA SEZIONE (NTC2018-§4.2.3.1)					
Tensioni calcolate con caratteristiche inerziali lorde. Piattabanda superiore in classe 1 poiché connessa alla soletta.					
	Anima	Pb sup	Pb inf		
σ sup	[MPa]	-32.7	-14.8	-312.7	Tensione al lembo superiore (sinistro per le pb) del pannello
σ inf	[MPa]	-291.9	-14.8	-312.7	Tensione al lembo inferiore (destra per le pb) del pannello
ε	[-]	0.814	0.814	0.814	Coefficiente pari a $(235 / f_{yk})^{0.5}$
ψ	[-]	0.112	1.000	1.000	Rapporto σ max / σ min
k	[-]	1.076	4.783	1.040	Coeff. correttivo del limite per la classe 3 pari a $(f_{yd} / \sigma_c)^{0.5}$
c int / t	[-]	43.5	6.5	5.6	Rapporto tra dimensione e spessore del pannello (interno)
c est / t	[-]	-	6.5	5.6	Rapporto tra dimensione e spessore del pannello (esterno)
limite cl. 3	[-]	52.0	54.5	11.8	Limite c/t per il quale la sezione passa da classe 3 a classe 4
Classe pan.	[-]	3	3	3	Classe del pannello (se <3 assunta come classe 3)
Classe sezione	[-]	3			Classe della sezione

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE EFFICACI (SHEAR LAG E LOCAL BUCKLING)									
	g1	g2	qt	q5	q7	ε2	ε4	E	
n	[-]	-	-	-	-	-	-	-	-
zG	[mm]	528	528	528	528	528	528	528	528
A	[mm ²]	121400	121400	121400	121400	121400	121400	121400	121400
A n	[mm ²]	-	-	-	-	-	-	-	-
J	[mm ⁴]	2.38E+10	2.38E+10	2.38E+10	2.38E+10	2.38E+10	2.38E+10	2.38E+10	2.38E+10
W sol,s	[mm ³]	-	-	-	-	-	-	-	-
W arm,s	[mm ³]	-	-	-	-	-	-	-	-
W pb,s	[mm ³]	4.50E+07	4.50E+07	4.50E+07	-4.50E+07	-4.50E+07	-4.50E+07	-4.50E+07	-4.50E+07
W an,s	[mm ³]	5.08E+07	5.08E+07	5.08E+07	-5.08E+07	-5.08E+07	-5.08E+07	-5.08E+07	-5.08E+07
W an,i	[mm ³]	5.91E+07	5.91E+07	5.91E+07	5.91E+07	5.91E+07	5.91E+07	5.91E+07	5.91E+07
W pb,i	[mm ³]	5.03E+07	5.03E+07	5.03E+07	5.03E+07	5.03E+07	5.03E+07	5.03E+07	5.03E+07
Δ baricentro	[mm]	0	0	0	0	0	0	0	0

TENSIONI NORMALI - VERIFICA												
	g1	g2	qt	q5	q7	ε2	ε4	E	Ed	Rd	η1	
σ sol,s	[MPa]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
σ arm,s	[MPa]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
σ pb,s	[MPa]	8.1	4.9	3.7	-13.6	0.0	-14.3	-3.6	0.0	-14.8	338.1	0.04
σ an,s	[MPa]	-1.5	1.4	-0.6	-13.7	0.0	-14.4	-4.0	0.0	-32.7	338.1	0.10
σ an,i	[MPa]	-140.2	-48.4	-62.4	-15.7	0.0	-16.2	-9.0	0.0	-291.9	338.1	0.86
σ pb,i	[MPa]	-151.4	-52.4	-67.4	-15.9	0.0	-16.3	-9.4	0.0	-312.7	338.1	0.92

Tasso di sfruttamento η1

η1 [-] **0.92**

VERIFICA SLU A TAGLIO		
Resistenza per instabilità a taglio - Contributo offerto dall'anima		
Pannello	ID	INTERO

bw	[mm]	870	Altezza pannello d'anima
t	[mm]	20	Spessore pannello d'anima
a	[mm]	6180	Distanza tra due irrigiditori longitudinali rigidi
η	[-]	1.20	Coefficiente come da § C.4.2.4.1.3.4 Circolare 2019
bw / t	[-]	43.5	Rapporto altezza/spessore pannello d'anima
$\kappa\tau$	[-]	5.42	Coefficiente di imbozzamento a taglio
Lim. Verifica	[-]	48.8	Limite per il quale è richiesta la verifica
Nec. Verifica	[-]	NO	È richiesta la verifica di instabilità a taglio?
σ_E	[Mpa]	-	Tensione critica Euleriana
τ_{cr}	[Mpa]	-	Tensione tangenziale critica
λ_w	[-]	-	Snellezza adimensionale
end post	[-]	Non rigidi	Tipologia di irrigidimenti d'appoggio
Xw	[mm]	1.200	Coefficiente di instabilità a taglio
Vbw,Rd	[kN]	3891	Contributo dell'anima alla resistenza per instabilità a taglio

Resistenza per instabilità a taglio - Contributo offerto dalle piattabande

A favore di sicurezza, non si è tenuto conto del contributo alla resistenza a taglio offerto dalle piattabande

Verifica a taglio

Ved	[kN]	-1442	Taglio sollecitante di progetto (azione parallela all'anima)
Vb,rd	[kN]	3891	Resistenza per instabilità a taglio UNI EN 1993-1-5-cap.6
Vc,rd	[kN]	3396	Resistenza a taglio NTC2018 §4.2.4.1.2.4

Tasso di sfruttamento η_3

η_3 [-] **0.42**

VERIFICA SLU DI INTERAZIONE TAGLIO-MOMENTO

A favore di sicurezza al posto di $M_{pl,Rd}$ è stato considerato $M_{el,Rd} = M_{ed}/\eta_1$, per cui $\eta_1^* = \eta_1$.

Poiché il contributo alla resistenza per l'instabilità al taglio offerto dalle flange è stato trascurato, $\eta_3^* = \eta_3$

$M_{f,Rd}$	[kNm]	-6159	Momento resistente dato dalle sole flange
$M_{el,Rd}$	[kNm]	-7651	Momento resistente elastico della sezione
Med / $M_{f,Rd}$	[-]	1.15	Tasso di utilizzo del momento resistente dato dalle sole flange
η_3^*	[-]	0.42	Tasso di utilizzo della resistenza a taglio data dall'anima
Nec. Interaz.	[-]	NO	Richiesta verifica di interazione taglio-momento?
η_1^*	[-]	0.92	Tasso di utilizzo della resistenza a presso-flessione

Tasso di sfruttamento per l'iterazione taglio-momento η_{VM}

η_{VM} [-] **0.92**

CI2 - sez.224 - Combinazione n°74 (-)

VERIFICA DELLE SALDATURE ANIMA-PIATTABANDE

CARATTERISTICHE DELLE SALDATURE

		sald, sup	sald, inf	
a	[mm]	9.0	9.0	Altezza della sezione di gola
β_1	[-]	0.70	0.70	Coefficiente definito in Tab.4.2.XIX NTC2018
τ_{rd}	[MPa]	248.5	248.5	Tensione tangenziale massima per la verifica

TENSIONI DI TAGLIO (DA FORMULAZIONE DI JOURAWSKY E BREDT) - VERIFICHE

		g1	g2	qt	q5	q7	ϵ_2	ϵ_4	E	Ed	Rd	η_1
Jy / Sy* an,s	[mm]	994	994	994	994	994	994	994	994			
Jy / Sy* an,i	[mm]	970	970	970	970	970	970	970	970			
Ω Bredt	[mm ²]	-	-	-	-	-	-	-	-			
Ved	[kN]	-774	-280	-305	-24	0	-43	-16	0	-1442		
Ted	[kNm]	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
q an,s	[N/mm]	-779	-282	-307	-24	0	-44	-16	0	-1451		
q an,i	[N/mm]	-798	-289	-314	-24	0	-45	-16	0	-1486		
$\tau // \text{sald,s}$	[MPa]	-43.3	-15.7	-17.1	-1.3	0.0	-2.4	-0.9	0.0	-80.6	248.5	0.32
$\tau // \text{sald,i}$	[MPa]	-44.3	-16.0	-17.5	-1.4	0.0	-2.5	-0.9	0.0	-82.5	248.5	0.33

Tasso di sfruttamento delle saldature

η_{sald} [-] **0.33**

VERIFICA INSTABILITA'

		nel piano yy	nel piano zz(fuori piano)
Ea	N/mm ²	210000	210000
I	mm ⁴	23752175950	5547246667
I0	mm	1545	1545

f_{yk}	N/mm ²	355	355
A	mm ²	121400	121400
γ_{m1}	-	1.1	1.1
Ncr	kN	20623647	4816589
λ_{LT}	-	0.045713	0.094592
α	-	0.34	0.49
Φ_{LT}	-	0.474816	0.478649
χ_{LT}	-	1.055491	1.055011
Nlim	kN	41353	41334
Nrd	kN	-41334	
Ned	kN	-20890	
Tasso di sfruttamento			
η	[-]	0.51	

9.1.7.2 Corrente superiore

CS1 – concio mezzeria campata da 92m

CS1 - sez.320 - Combinazione n°1253 (-)

SOLLECITAZIONI DI PROGETTO SLU SULLA TRAVE										
		g1	g2	qt	q5	q7	ε2	ε4	E	TOT
Ned	[kN]	-5891	-2144	-5073	-1535	-268	-163	-36	0	-15109
Med	[kNm]	110	34	92	4	-1	2	0	0	240
Ved	[kN]	0	0	0	0	0	0	4	0	5
Ted	[kNm]	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ε sol	[-]	0.00E+00	-							

VERIFICA SLU PER PRESSO/TENSO FLESSIONE					
EFFETTO SHEAR LAG NELLE PIATTABANDE					
Criterio di calcolo elastoplastico: $A_{eff} = \beta \cdot k \cdot A_c$, eff dove $k = b_{lorda} / L_e$					
Pannello	pb	sup/int	sup/est	inf/int	inf/est
β	[-]	1.000	1.000	1.000	1.000
β^k	[-]	1.000	1.000	1.000	1.000

CLASSIFICAZIONE DELLA SEZIONE (NTC2018-§4.2.3.1)					
Tensioni calcolate con caratteristiche inerziali lorde. Piattabanda superiore in classe 1 poiché connessa alla soletta.					
	Anima	Pb sup	Pb inf		
σ sup	[MPa]	-205.1	-206.1	-186.5	Tensione al lembo superiore (sinistro per le pb) del pannello
σ inf	[Mpa]	-187.5	-206.1	-186.5	Tensione al lembo inferiore (destra per le pb) del pannello
ε	[-]	0.814	0.814	0.814	Coefficiente pari a $(235 / f_{yk})^{0.5}$
ψ	[-]	0.914	1.000	1.000	Rapporto σ max / σ min
k	[-]	1.284	1.281	1.346	Coeff. correttivo del limite per la classe 3 pari a $(f_{yd} / \sigma_c)^{0.5}$
c int / t	[-]	40.0	9.8	9.8	Rapporto tra dimensione e spessore del pannello (interno)
c est / t	[-]	-	9.8	9.8	Rapporto tra dimensione e spessore del pannello (esterno)
limite cl. 3	[-]	45.1	14.6	15.3	Limite c/t per il quale la sezione passa da classe 3 a classe 4
Classe pan.	[-]	3	3	3	Classe del pannello (se <3 assunta come classe 3)
Classe sezione	[-]	3			Classe della sezione

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE EFFICACI (SHEAR LAG E LOCAL BUCKLING)									
		g1	g2	qt	q5	q7	ε2	ε4	E
n	[-]	-	-	-	-	-	-	-	-
zG	[mm]	400	400	400	400	400	400	400	400
A	[mm ²]	76960	76960	76960	76960	76960	76960	76960	76960
A n	[mm ²]	-	-	-	-	-	-	-	-
J	[mm ⁴]	9.81E+09	9.81E+09	9.81E+09	9.81E+09	9.81E+09	9.81E+09	9.81E+09	9.81E+09
W sol,s	[mm ³]	-	-	-	-	-	-	-	-
W arm,s	[mm ³]	-	-	-	-	-	-	-	-
W pb,s	[mm ³]	2.45E+07	2.45E+07	2.45E+07	-2.45E+07	-2.45E+07	-2.45E+07	-2.45E+07	-2.45E+07
W an,s	[mm ³]	2.73E+07	2.73E+07	2.73E+07	-2.73E+07	-2.73E+07	-2.73E+07	-2.73E+07	-2.73E+07
W an,i	[mm ³]	2.73E+07	2.73E+07	2.73E+07	2.73E+07	2.73E+07	2.73E+07	2.73E+07	2.73E+07
W pb,i	[mm ³]	2.45E+07	2.45E+07	2.45E+07	2.45E+07	2.45E+07	2.45E+07	2.45E+07	2.45E+07
Δ baricentro	[mm]	0	0	0	0	0	0	0	0

TENSIONI NORMALI - VERIFICA												
		g1	g2	qt	q5	q7	ε2	ε4	E	Ed	Rd	η1
σ sol,s	[MPa]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
σ arm,s	[MPa]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
σ pb,s	[MPa]	-81.0	-29.2	-69.7	-20.1	-3.4	-2.2	-0.5	0.0	-206.1	338.1	0.61
σ an,s	[MPa]	-80.6	-29.1	-69.3	-20.1	-3.4	-2.2	-0.5	0.0	-205.1	338.1	0.61
σ an,i	[MPa]	-72.5	-26.6	-62.5	-19.8	-3.5	-2.0	-0.5	0.0	-187.5	338.1	0.55
σ pb,i	[MPa]	-72.1	-26.5	-62.2	-19.8	-3.5	-2.0	-0.5	0.0	-186.5	338.1	0.55
Tasso di sfruttamento η1												
η1	[-]	0.61										

VERIFICA SLU A TAGLIO

Resistenza per instabilità a taglio - Contributo offerto dall'anima

Pannello	ID	INTERO	
bw	[mm]	720	Altezza pannello d'anima
t	[mm]	18	Spessore pannello d'anima
a	[mm]	6180	Distanza tra due irrigiditori longitudinali rigidi
η	[-]	1.20	Coefficiente come da § C.4.2.4.1.3.4 Circolare 2019
bw / t	[-]	40.0	Rapporto altezza/spessore pannello d'anima
κ	[-]	5.39	Coefficiente di imbozzamento a taglio
Lim. Verifica	[-]	48.8	Limite per il quale è richiesta la verifica
Nec. Verifica	[-]	NO	È richiesta la verifica di instabilità a taglio?
σ_E	[Mpa]	-	Tensione critica Euleriana
τ_{cr}	[Mpa]	-	Tensione tangenziale critica
λ_w	[-]	-	Snellezza adimensionale
end post	[-]	Non rigidi	Tipologia di irrigidimenti d'appoggio
Xw	[mm]	1.200	Coefficiente di instabilità a taglio
Vbw,Rd	[kN]	2898	Contributo dell'anima alla resistenza per instabilità a taglio

Resistenza per instabilità a taglio - Contributo offerto dalle piattabande

A favore di sicurezza, non si è tenuto conto del contributo alla resistenza a taglio offerto dalle piattabande

Verifica a taglio

Ved	[kN]	5	Taglio sollecitante di progetto (azione parallela all'anima)
Vb,rd	[kN]	2898	Resistenza per instabilità a taglio UNI EN 1993-1-5-cap.6
Vc,rd	[kN]	2530	Resistenza a taglio NTC2018 §4.2.4.1.2.4

Tasso di sfruttamento η_3

η_3 [-] **0.00**

VERIFICA SLU DI INTERAZIONE TAGLIO-MOMENTO

A favore di sicurezza al posto di $M_{pl,Rd}$ è stato considerato $M_{el,Rd} = M_{ed}/\eta_1$, per cui $\eta_1^* = \eta_1$.

Poiché il contributo alla resistenza per l'instabilità al taglio offerto dalle flange è stato trascurato, $\eta_3^* = \eta_3$

$M_{f,Rd}$	[kNm]	2481	Momento resistente dato dalle sole flange
$M_{el,Rd}$	[kNm]	394	Momento resistente elastico della sezione
Med / $M_{f,Rd}$	[-]	0.10	Tasso di utilizzo del momento resistente dato dalle sole flange
η_3^*	[-]	0.00	Tasso di utilizzo della resistenza a taglio data dall'anima
Nec. Interaz.	[-]	NO	Richiesta verifica di interazione taglio-momento?
η_1^*	[-]	0.61	Tasso di utilizzo della resistenza a presso-flessione

Tasso di sfruttamento per l'iterazione taglio-momento η_{VM}

η_{VM} [-] **0.61**

VERIFICA DELLE SALDATURE ANIMA-PIATTABANDE

CARATTERISTICHE DELLE SALDATURE

		sald, sup	sald, inf	
a	[mm]	9.0	9.0	Altezza della sezione di gola
β_1	[-]	0.70	0.70	Coefficiente definito in Tab.4.2.XIX NTC2018
τ_{rd}	[MPa]	248.5	248.5	Tensione tangenziale massima per la verifica

TENSIONI DI TAGLIO (DA FORMULAZIONE DI JOURAWSKY E BREDT) - VERIFICHE

		g1	g2	qt	q5	q7	ϵ_2	ϵ_4	E	Ed	Rd	η_1
$J_y / S_y^* a_{n,s}$	[mm]	807	807	807	807	807	807	807	807			
$J_y / S_y^* a_{n,i}$	[mm]	807	807	807	807	807	807	807	807			
Ω Bredt	[mm ²]	-	-	-	-	-	-	-	-			
Ved	[kN]	0	0	0	0	0	0	4	0	5		
Ted	[kNm]	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
q an,s	[N/mm]	1	0	0	0	0	0	5	0	6		
q an,i	[N/mm]	1	0	0	0	0	0	5	0	6		
$\tau // \text{sald},s$	[MPa]	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.3	248.5	0.00
$\tau // \text{sald},i$	[MPa]	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.3	248.5	0.00

Tasso di sfruttamento delle saldature

η_{sald} [-] **0.00**

VERIFICA INSTABILITA' LATERALE		
Ea	N/mm ²	210000
lv	mm ⁴	3944586000
H	mm	8000
hv	mm	7500
h	mm	8000
bq	mm	17100
lq	mm ⁴	6285898000
n	-	2
C	kN/m	1711.461729
L	m	6.18
c	kN/m/m	276.9355549
leff,z	m ⁴	0.009810
Ncr	kN	47771
λ_{LT}	-	0.756249
α	-	0.49
Φ_{LT}	-	0.922237
χ_{LT}	-	0.689621
Nlim	kN	17128
Ned	kN	-15109
Tasso di sfruttamento		
η sald	[-]	0.88

CS1 – concio appoggio

CS1 - sez.428 - Combinazione n°1388 (-)

SOLLECITAZIONI DI PROGETTO SLU SULLA TRAVE										
		g1	g2	qt	q5	q7	ε2	ε4	E	TOT
Ned	[kN]	6237	2364	3996	1429	625	0	931	0	15583
Med	[kNm]	-616	-211	-250	-1	-14	0	-21	0	-1113
Ved	[kN]	-135	-39	-41	0	-3	0	-2	0	-220
Ted	[kNm]	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ε sol	[-]	0.00E+00	-							

VERIFICA SLU PER PRESSO/TENSO FLESSIONE					
EFFETTO SHEAR LAG NELLE PIATTABANDE					
Criterio di calcolo elastoplastico: $A_{eff} = \beta \cdot k \cdot A_c$, eff dove $k = b_{lorda} / L_e$					
Pannello	pb	sup/int	sup/est	inf/int	inf/est
β	[-]	1.000	1.000	1.000	1.000
$\beta \cdot k$	[-]	1.000	1.000	1.000	1.000
CLASSIFICAZIONE DELLA SEZIONE (NTC2018-§4.2.3.1)					
Tensioni calcolate con caratteristiche inerziali lorde. Piattabanda superiore in classe 1 poiché connessa alla soletta.					
	Anima	Pb sup	Pb inf		
σ sup	[MPa]	157.1	247.9	157.1	Tensione al lembo superiore (sinistro per le pb) del pannello
σ inf	[Mpa]	157.1	247.9	157.1	Tensione al lembo inferiore (destra per le pb) del pannello
ϵ	[-]	0.814	0.814	0.814	Coefficiente pari a $(235 / f_{yk})^{0.5}$
ψ	[-]	-	-	-	Rapporto $\sigma_{max} / \sigma_{min}$
k	[-]	-	-	-	Coeff. correttivo del limite per la classe 3 pari a $(f_{yd} / \sigma_c)^{0.5}$
c int / t	[-]	40.0	9.8	9.8	Rapporto tra dimensione e spessore del pannello (interno)
c est / t	[-]	-	9.8	9.8	Rapporto tra dimensione e spessore del pannello (esterno)
limite cl. 3	[-]	-	-	-	Limite c/t per il quale la sezione passa da classe 3 a classe 4
Classe pan.	[-]	1	1	1	Classe del pannello (se <3 assunta come classe 3)
Classe sezione	[-]	1			Classe della sezione

INSTABILITA' LOCALE DELLE PIATTABANDE					
Pannello	pb	sup/int	sup/est	inf/int	inf/est
t	[mm]				Spessore piattabanda
b	[mm]				Larghezza piattabanda
λ_p	[-]				Snellezza adimensionale per $\Psi=1$

ρ [-]	Coefficiente riduttivo per instabilità locale								
CARATTERISTICHE GEOMETRICHE EFFICACI (SHEAR LAG E LOCAL BUCKLING)									
	g1	g2	qt	q5	q7	$\epsilon 2$	$\epsilon 4$	E	
n [-]	-	-	-	-	-	-	-	-	-
zG [mm]	400	400	400	400	400	400	400	400	400
A [mm ²]	76960	76960	76960	76960	76960	76960	76960	76960	76960
A n [mm ²]	-	-	-	-	-	-	-	-	-
J [mm ⁴]	9.81E+09	9.81E+09	9.81E+09	9.81E+09	9.81E+09	9.81E+09	9.81E+09	9.81E+09	9.81E+09
W sol,s [mm ³]	-	-	-	-	-	-	-	-	-
W arm,s [mm ³]	-	-	-	-	-	-	-	-	-
W pb,s [mm ³]	2.45E+07	2.45E+07	2.45E+07	-2.45E+07	-2.45E+07	-2.45E+07	-2.45E+07	-2.45E+07	-2.45E+07
W an,s [mm ³]	2.73E+07	2.73E+07	2.73E+07	-2.73E+07	-2.73E+07	-2.73E+07	-2.73E+07	-2.73E+07	-2.73E+07
W an,i [mm ³]	2.73E+07	2.73E+07	2.73E+07	2.73E+07	2.73E+07	2.73E+07	2.73E+07	2.73E+07	2.73E+07
W pb,i [mm ³]	2.45E+07	2.45E+07	2.45E+07	2.45E+07	2.45E+07	2.45E+07	2.45E+07	2.45E+07	2.45E+07
Δ baricentro [mm]	0	0	0	0	0	0	0	0	0

TENSIONI NORMALI - VERIFICA												
	g1	g2	qt	q5	q7	$\epsilon 2$	$\epsilon 4$	E	Ed	Rd	$\eta 1$	
σ sol,s [MPa]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
σ arm,s [MPa]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
σ pb,s [MPa]	106.1	39.3	62.1	18.6	8.7	0.0	13.0	0.0	247.9	338.1	0.73	
σ an,s [MPa]	103.6	38.5	61.1	18.6	8.6	0.0	12.9	0.0	243.3	338.1	0.72	
σ an,i [MPa]	58.5	23.0	42.7	18.6	7.6	0.0	11.3	0.0	161.6	338.1	0.48	
σ pb,i [MPa]	55.9	22.1	41.7	18.5	7.5	0.0	11.2	0.0	157.1	338.1	0.46	
Tasso di sfruttamento $\eta 1$												
$\eta 1$ [-]	0.73											

VERIFICA SLU A TAGLIO		
Resistenza per instabilità a taglio - Contributo offerto dall'anima		
Pannello	ID	INTERO
bw [mm]	720	Altezza pannello d'anima
t [mm]	18	Spessore pannello d'anima
a [mm]	6180	Distanza tra due irrigiditori longitudinali rigidi
η [-]	1.20	Coefficiente come da § C.4.2.4.1.3.4 Circolare 2019
bw / t [-]	40.0	Rapporto altezza/spessore pannello d'anima
kt [-]	5.39	Coefficiente di imbozzamento a taglio
Lim. Verifica [-]	48.8	Limite per il quale è richiesta la verifica
Nec. Verifica [-]	NO	È richiesta la verifica di instabilità a taglio?
σE [Mpa]	-	Tensione critica Euleriana
τcr [Mpa]	-	Tensione tangenziale critica
λw [-]	-	Snellezza adimensionale
end post [-]	Non rigidi	Tipologia di irrigidimenti d'appoggio
Xw [mm]	1.200	Coefficiente di instabilità a taglio
Vbw,Rd [kN]	2898	Contributo dell'anima alla resistenza per instabilità a taglio

Resistenza per instabilità a taglio - Contributo offerto dalle piattabande
A favore di sicurezza, non si è tenuto conto del contributo alla resistenza a taglio offerto dalle piattabande

Verifica a taglio		
Ved [kN]	-220	Taglio sollecitante di progetto (azione parallela all'anima)
Vb,rd [kN]	2898	Resistenza per instabilità a taglio UNI EN 1993-1-5-cap.6
Vc,rd [kN]	2530	Resistenza a taglio NTC2018 §4.2.4.1.2.4
Tasso di sfruttamento $\eta 3$		
$\eta 3$ [-]	0.09	

VERIFICA SLU DI INTERAZIONE TAGLIO-MOMENTO		
A favore di sicurezza al posto di $M_{pl,Rd}$ è stato considerato $M_{el,Rd} = Med/\eta 1$, per cui $\eta 1^* = \eta 1$.		
Poiché il contributo alla resistenza per l'instabilità al taglio offerto dalle flange è stato trascurato, $\eta 3^* = \eta 3$		
$M_{f,Rd}$ [kNm]	-2301	Momento resistente dato dalle sole flange
$M_{el,Rd}$ [kNm]	-1518	Momento resistente elastico della sezione
Med / $M_{f,Rd}$ [-]	0.48	Tasso di utilizzo del momento resistente dato dalle sole flange
$\eta 3^*$ [-]	0.09	Tasso di utilizzo della resistenza a taglio data dall'anima

Nec. Interaz.	[-]	NO	Richiesta verifica di interazione taglio-momento?
$\eta 1^*$	[-]	0.73	Tasso di utilizzo della resistenza a presso-flessione
Tasso di sfruttamento per l'iterazione taglio-momento ηVM			
ηVM	[-]	0.73	

VERIFICA DELLE SALDATURE ANIMA-PIATTABANDE												
CARATTERISTICHE DELLE SALDATURE												
		sald, sup	sald, inf									
a	[mm]	9.0	9.0	Altezza della sezione di gola								
$\beta 1$	[-]	0.70	0.70	Coefficiente definito in Tab.4.2.XIX NTC2018								
τrd	[MPa]	248.5	248.5	Tensione tangenziale massima per la verifica								
TENSIONI DI TAGLIO (DA FORMULAZIONE DI JOURAWSKY E BREDT) - VERIFICHE												
		g1	g2	qt	q5	q7	$\epsilon 2$	$\epsilon 4$	E	Ed	Rd	$\eta 1$
$Jy / Sy^* an,s$	[mm]	807	807	807	807	807	807	807	807			
$Jy / Sy^* an,i$	[mm]	807	807	807	807	807	807	807	807			
$\Omega Bredt$	[mm ²]	-	-	-	-	-	-	-	-			
Ved	[kN]	-135	-39	-41	0	-3	0	-2	0	-220		
Ted	[kNm]	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
q an,s	[N/mm]	-168	-48	-51	0	-3	0	-3	0	-273		
q an,i	[N/mm]	-168	-48	-51	0	-3	0	-3	0	-273		
$\tau // sald,s$	[MPa]	-9.3	-2.7	-2.9	0.0	-0.2	0.0	-0.2	0.0	-15.2	248.5	0.06
$\tau // sald,i$	[MPa]	-9.3	-2.7	-2.9	0.0	-0.2	0.0	-0.2	0.0	-15.2	248.5	0.06
Tasso di sfruttamento delle saldature												
$\eta sald$	[-]	0.06										

9.1.7.3 Montanti

M1

M1 - sez.32 - Combinazione n°1259 (-)

SOLLECITAZIONI DI PROGETTO SLU SULLA TRAVE										
		g1	g2	qt	q5	q7	ε2	ε4	E	TOT
Ned	[kN]	-1504	-524	-1558	-1	-39	0	-180	0	-3807
Med	[kNm]	-1	-1	-121	0	65	4	0	0	-54
Ved	[kN]	0	0	-16	0	8	1	0	0	-8
Ted	[kNm]	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ε sol	[-]	0.00E+00	-							

VERIFICA SLU PER PRESSO/TENSO FLESSIONE					
EFFETTO SHEAR LAG NELLE PIATTABANDE					
Criterio di calcolo elastoplastico: $A_{eff} = \beta \cdot k \cdot A_c$, eff dove $k = b_{lorda} / L_e$					
Pannello	pb	sup/int	sup/est	inf/int	inf/est
β	[-]	1.000	1.000	1.000	1.000
β^k	[-]	1.000	1.000	1.000	1.000

CLASSIFICAZIONE DELLA SEZIONE (NTC2018-§4.2.3.1)					
Tensioni calcolate con caratteristiche inerziali lorde. Piattabanda superiore in classe 1 poiché connessa alla soletta.					
	Anima	Pb sup	Pb inf		
σ sup	[MPa]	-101.2	-100.8	-111.8	Tensione al lembo superiore (sinistro per le pb) del pannello
σ inf	[MPa]	-111.3	-100.8	-111.8	Tensione al lembo inferiore (destra per le pb) del pannello
ε	[-]	0.814	0.814	0.814	Coefficiente pari a $(235 / f_{yk})^{0.5}$
ψ	[-]	0.909	1.000	1.000	Rapporto σ max / σ min
k	[-]	1.743	1.831	1.739	Coeff. correttivo del limite per la classe 3 pari a $(f_{yd} / \sigma_c)^{0.5}$
c int / t	[-]	41.1	6.0	6.0	Rapporto tra dimensione e spessore del pannello (interno)
c est / t	[-]	-	6.0	6.0	Rapporto tra dimensione e spessore del pannello (esterno)
limite cl. 3	[-]	61.4	20.9	19.8	Limite c/t per il quale la sezione passa da classe 3 a classe 4
Classe pan.	[-]	3	3	3	Classe del pannello (se <3 assunta come classe 3)
Classe sezione	[-]	3			Classe della sezione

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE EFFICACI (SHEAR LAG E LOCAL BUCKLING)									
		g1	g2	qt	q5	q7	ε2	ε4	E
n	[-]	-	-	-	-	-	-	-	-
zG	[mm]	400	400	400	400	400	400	400	400
A	[mm ²]	35820	35820	35820	35820	35820	35820	35820	35820
A n	[mm ²]	-	-	-	-	-	-	-	-
J	[mm ⁴]	3.94E+09	3.94E+09	3.94E+09	3.94E+09	3.94E+09	3.94E+09	3.94E+09	3.94E+09
W sol,s	[mm ³]	-	-	-	-	-	-	-	-
W arm,s	[mm ³]	-	-	-	-	-	-	-	-
W pb,s	[mm ³]	9.86E+06	9.86E+06	9.86E+06	-9.86E+06	-9.86E+06	-9.86E+06	-9.86E+06	-9.86E+06
W an,s	[mm ³]	1.07E+07	1.07E+07	1.07E+07	-1.07E+07	-1.07E+07	-1.07E+07	-1.07E+07	-1.07E+07
W an,i	[mm ³]	1.07E+07	1.07E+07	1.07E+07	1.07E+07	1.07E+07	1.07E+07	1.07E+07	1.07E+07
W pb,i	[mm ³]	9.86E+06	9.86E+06	9.86E+06	9.86E+06	9.86E+06	9.86E+06	9.86E+06	9.86E+06
Δ baricentro	[mm]	0	0	0	0	0	0	0	0

TENSIONI NORMALI - VERIFICA												
		g1	g2	qt	q5	q7	ε2	ε4	E	Ed	Rd	η1
σ sol,s	[MPa]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
σ arm,s	[MPa]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
σ pb,s	[MPa]	-41.9	-14.6	-31.2	0.0	-7.7	-0.4	-5.0	0.0	-100.8	338.1	0.30
σ an,s	[MPa]	-41.9	-14.6	-32.1	0.0	-7.2	-0.4	-5.0	0.0	-101.2	338.1	0.30
σ an,i	[MPa]	-42.1	-14.7	-54.9	0.0	5.0	0.4	-5.1	0.0	-111.3	338.1	0.33
σ pb,i	[MPa]	-42.1	-14.7	-55.8	0.0	5.5	0.4	-5.1	0.0	-111.8	338.1	0.33
Tasso di sfruttamento η1												
η1	[-]	0.33										

VERIFICA SLU A TAGLIO												
-----------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Resistenza per instabilità a taglio - Contributo offerto dall'anima

Pannello	ID	INTERO	
bw	[mm]	740	Altezza pannello d'anima
t	[mm]	18	Spessore pannello d'anima
a	[mm]	8000	Distanza tra due irrigiditori longitudinali rigidi
η	[-]	1.20	Coefficiente come da § C.4.2.4.1.3.4 Circolare 2019
bw / t	[-]	41.1	Rapporto altezza/spessore pannello d'anima
κ	[-]	5.37	Coefficiente di imbozzamento a taglio
Lim. Verifica	[-]	48.8	Limite per il quale è richiesta la verifica
Nec. Verifica	[-]	NO	È richiesta la verifica di instabilità a taglio?
σ_E	[Mpa]	-	Tensione critica Euleriana
τ_{cr}	[Mpa]	-	Tensione tangenziale critica
λ_w	[-]	-	Snellezza adimensionale
end post	[-]	Non rigidi	Tipologia di irrigidimenti d'appoggio
Xw	[mm]	1.200	Coefficiente di instabilità a taglio
Vbw,Rd	[kN]	2978	Contributo dell'anima alla resistenza per instabilità a taglio

Resistenza per instabilità a taglio - Contributo offerto dalle piattabande

A favore di sicurezza, non si è tenuto conto del contributo alla resistenza a taglio offerto dalle piattabande

Verifica a taglio

Ved	[kN]	-8	Taglio sollecitante di progetto (azione parallela all'anima)
Vb,rd	[kN]	2978	Resistenza per instabilità a taglio UNI EN 1993-1-5-cap.6
Vc,rd	[kN]	2600	Resistenza a taglio NTC2018 §4.2.4.1.2.4

Tasso di sfruttamento η_3

η_3 [-] **0.00**

VERIFICA SLU DI INTERAZIONE TAGLIO-MOMENTO

A favore di sicurezza al posto di $M_{pl,Rd}$ è stato considerato $M_{el,Rd} = M_{ed}/\eta_1$, per cui $\eta_1^* = \eta_1$.

Poiché il contributo alla resistenza per l'instabilità al taglio offerto dalle flange è stato trascurato, $\eta_3^* = \eta_3$

$M_{f,Rd}$	[kNm]	-1463	Momento resistente dato dalle sole flange
$M_{el,Rd}$	[kNm]	-164	Momento resistente elastico della sezione
Med / $M_{f,Rd}$	[-]	0.04	Tasso di utilizzo del momento resistente dato dalle sole flange
η_3^*	[-]	0.00	Tasso di utilizzo della resistenza a taglio data dall'anima
Nec. Interaz.	[-]	NO	Richiesta verifica di interazione taglio-momento?
η_1^*	[-]	0.33	Tasso di utilizzo della resistenza a presso-flessione

Tasso di sfruttamento per l'iterazione taglio-momento η_{VM}

η_{VM} [-] **0.33**

VERIFICA DELLE SALDATURE ANIMA-PIATTABANDE

CARATTERISTICHE DELLE SALDATURE

		sald, sup	sald, inf	
a	[mm]	9.0	9.0	Altezza della sezione di gola
β_1	[-]	0.70	0.70	Coefficiente definito in Tab.4.2.XIX NTC2018
τ_{rd}	[MPa]	248.5	248.5	Tensione tangenziale massima per la verifica

TENSIONI DI TAGLIO (DA FORMULAZIONE DI JOURAWSKY E BREDT) - VERIFICHE

		g1	g2	qt	q5	q7	ϵ_2	ϵ_4	E	Ed	Rd	η_1
$J_y / S_y^* a_{n,s}$	[mm]	911	911	911	911	911	911	911	911			
$J_y / S_y^* a_{n,i}$	[mm]	911	911	911	911	911	911	911	911			
Ω Bredt	[mm ²]	-	-	-	-	-	-	-	-			
Ved	[kN]	0	0	-16	0	8	1	0	0	-8		
Ted	[kNm]	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
q an,s	[N/mm]	0	0	-17	0	9	1	0	0	-8		
q an,i	[N/mm]	0	0	-17	0	9	1	0	0	-8		
$\tau // \text{sald,s}$	[MPa]	0.0	0.0	-1.0	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0	-0.5	248.5	0.00
$\tau // \text{sald,i}$	[MPa]	0.0	0.0	-1.0	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0	-0.5	248.5	0.00

Tasso di sfruttamento delle saldature

η_{sald} [-] **0.00**

VERIFICA INSTABILITA'			
		nel piano yy	nel piano zz
Ea	N/mm2	210000	210000
I	mm4	3944586000	264031515
L		2	1
b		8000	8000
Io	mm	16000	8000
f _{yk}	N/mm2	355	355
A	mm2	35820	35820
γ _{m1}	-	1.1	1.1
N _{cr}	kN	31936	8551
λ _{LT}	-	0.631011	1.219494
α	-	0.34	0.49
Φ _{LT}	-	0.772359	1.493358
χ _{LT}	-	0.821193	0.424573
N _{lim}	kN	9493	4908
N _{rd}	kN	4908	
N _{ed}	kN	-3807	
Tasso di sfruttamento			
η	[-]	0.78	

M2

M2 - sez.24 - Combinazione n°1459 (-)

SOLLECITAZIONI DI PROGETTO SLU SULLA TRAVE										
		g1	g2	qt	q5	q7	ε2	ε4	E	TOT
Ned	[kN]	-4425	-1607	-2822	-18	-124	0	-192	0	-9188
Med	[kNm]	-1	-29	-108	0	108	0	-7	0	-38
Ved	[kN]	0	-4	-14	0	14	0	-1	0	-6
Ted	[kNm]	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ε sol	[-]	0.00E+00	-							

VERIFICA SLU PER PRESSO/TENSO FLESSIONE					
EFFETTO SHEAR LAG NELLE PIATTABANDE					
Criterio di calcolo elastoplastico: A _{eff} = β ^k * A _{c,eff} dove k = b _{lorda} / L _e					
Pannello	pb	sup/int	sup/est	inf/int	inf/est
β	[-]	1.000	1.000	1.000	1.000
β ^k	[-]	1.000	1.000	1.000	1.000

CLASSIFICAZIONE DELLA SEZIONE (NTC2018-§4.2.3.1)				
Tensioni calcolate con caratteristiche inerziali lorde. Piattabanda superiore in classe 1 poiché connessa alla soletta.				
	Anima	Pb sup	Pb inf	
σ sup	[MPa]	-178.6	-178.4	Tensione al lembo superiore (sinistro per le pb) del pannello
σ inf	[MPa]	-183.2	-178.4	Tensione al lembo inferiore (destra per le pb) del pannello
ε	[-]	0.814	0.814	Coefficiente pari a (235 / f _{yk}) ^{0.5}
ψ	[-]	0.975	1.000	Rapporto σ max / σ min
k	[-]	1.359	1.377	Coeff. correttivo del limite per la classe 3 pari a (f _{yd} / σ _c) ^{0.5}
c int / t	[-]	37.0	9.7	Rapporto tra dimensione e spessore del pannello (interno)
c est / t	[-]	-	9.7	Rapporto tra dimensione e spessore del pannello (esterno)
limite cl. 3	[-]	46.8	15.7	Limite c/t per il quale la sezione passa da classe 3 a classe 4
Classe pan.	[-]	3	3	Classe del pannello (se <3 assunta come classe 3)
Classe sezione	[-]	3		Classe della sezione

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE EFFICACI (SHEAR LAG E LOCAL BUCKLING)									
	g1	g2	qt	q5	q7	ε2	ε4	E	
n	[-]	-	-	-	-	-	-	-	-
z _G	[mm]	400	400	400	400	400	400	400	400
A	[mm ²]	50800	50800	50800	50800	50800	50800	50800	50800
A _n	[mm ²]	-	-	-	-	-	-	-	-
J	[mm ⁴]	6.01E+09	6.01E+09	6.01E+09	6.01E+09	6.01E+09	6.01E+09	6.01E+09	6.01E+09
W _{sol,s}	[mm ³]	-	-	-	-	-	-	-	-
W _{arm,s}	[mm ³]	-	-	-	-	-	-	-	-
W _{pb,s}	[mm ³]	1.50E+07	1.50E+07	1.50E+07	-1.50E+07	-1.50E+07	-1.50E+07	-1.50E+07	-1.50E+07
W _{an,s}	[mm ³]	-	-	-	-1.63E+07	-1.63E+07	-1.63E+07	-1.63E+07	-1.63E+07

	1.63E+07	1.63E+07	1.63E+07						
W an,i [mm3]	1.63E+07								
W pb,i [mm3]	1.50E+07								
Δ baricentro [mm]	0	0	0	0	0	0	0	0	0

TENSIONI NORMALI - VERIFICA

	g1	g2	qt	q5	q7	ε2	ε4	E	Ed	Rd	η1
σ sol,s [MPa]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
σ arm,s [MPa]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
σ pb,s [MPa]	-87.0	-29.7	-48.4	-0.4	-9.6	0.0	-3.3	0.0	-178.4	338.1	0.53
σ an,s [MPa]	-87.0	-29.8	-48.9	-0.4	-9.1	0.0	-3.4	0.0	-178.6	338.1	0.53
σ an,i [MPa]	-87.2	-33.4	-62.2	-0.4	4.2	0.0	-4.2	0.0	-183.2	338.1	0.54
σ pb,i [MPa]	-87.2	-33.6	-62.7	-0.4	4.7	0.0	-4.2	0.0	-183.4	338.1	0.54

Tasso di sfruttamento η1

η1 [-] **0.54**

VERIFICA SLU A TAGLIO

Resistenza per instabilità a taglio - Contributo offerto dall'anima

Pannello	ID	INTERO	
bw [mm]		740	Altezza pannello d'anima
t [mm]		20	Spessore pannello d'anima
a [mm]		8000	Distanza tra due irrigiditori longitudinali rigidi
η [-]		1.20	Coefficiente come da § C.4.2.4.1.3.4 Circolare 2019
bw / t [-]		37.0	Rapporto altezza/spessore pannello d'anima
kt [-]		5.37	Coefficiente di imbozzamento a taglio
Lim. Verifica [-]		48.8	Limite per il quale è richiesta la verifica
Nec. Verifica [-]		NO	È richiesta la verifica di instabilità a taglio?
σE [Mpa]		-	Tensione critica Euleriana
τcr [Mpa]		-	Tensione tangenziale critica
λw [-]		-	Snellezza adimensionale
end post [-]		Non rigidi	Tipologia di irrigidimenti d'appoggio
Xw [mm]		1.200	Coefficiente di instabilità a taglio
Vbw,Rd [kN]		3309	Contributo dell'anima alla resistenza per instabilità a taglio

Resistenza per instabilità a taglio - Contributo offerto dalle piattabande

A favore di sicurezza, non si è tenuto conto del contributo alla resistenza a taglio offerto dalle piattabande

Verifica a taglio

Ved [kN]	-6	Taglio sollecitante di progetto (azione parallela all'anima)
Vb,rd [kN]	3309	Resistenza per instabilità a taglio UNI 1993-1-5-cap.6
Vc,rd [kN]	2889	Resistenza a taglio NTC2018 §4.2.4.1.2.4

Tasso di sfruttamento η3

η3 [-] **0.00**

VERIFICA SLU DI INTERAZIONE TAGLIO-MOMENTO

A favore di sicurezza al posto di Mpl,Rd è stato considerato Mel,Rd = Med/η1, per cui η1* = η1 .

Poiché il contributo alla resistenza per l'instabilità al taglio offerto dalle flange è stato trascurato, η3* = η3

Mf,Rd [kNm]	-1149	Momento resistente dato dalle sole flange
Mel,Rd [kNm]	-69	Momento resistente elastico della sezione
Med / Mf,Rd [-]	0.03	Tasso di utilizzo del momento resistente dato dalle sole flange
η3* [-]	0.00	Tasso di utilizzo della resistenza a taglio data dall'anima
Nec. Interaz. [-]	NO	Richiesta verifica di interazione taglio-momento?
η1* [-]	0.54	Tasso di utilizzo della resistenza a presso-flessione

Tasso di sfruttamento per l'iterazione taglio-momento η VM

η VM [-] **0.54**

VERIFICA DELLE SALDATURE ANIMA-PIATTABANDE

CARATTERISTICHE DELLE SALDATURE

	sald, sup	sald, inf	
a [mm]	9.0	9.0	Altezza della sezione di gola
β1 [-]	0.70	0.70	Coefficiente definito in Tab.4.2.XIX NTC2018
τ rd [MPa]	248.5	248.5	Tensione tangenziale massima per la verifica

TENSIONI DI TAGLIO (DA FORMULAZIONE DI JOURAWSKY E BREDT) - VERIFICHE

	g1	g2	qt	q5	q7	ε2	ε4	E	Ed	Rd	η1
Jy / Sy* an,s [mm]	868	868	868	868	868	868	868	868			
Jy / Sy* an,i [mm]	868	868	868	868	868	868	868	868			
Ω Bredt [mm2]	-	-	-	-	-	-	-	-			

Ved	[kN]	0	-4	-14	0	14	0	-1	0	-6		
Ted	[kNm]	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
q an,s	[N/mm]	0	-5	-16	0	16	0	-1	0	-6		
q an,i	[N/mm]	0	-5	-16	0	16	0	-1	0	-6		
$\tau // \text{sald,s}$	[MPa]	0.0	-0.3	-0.9	0.0	0.9	0.0	-0.1	0.0	-0.4	248.5	0.00
$\tau // \text{sald,i}$	[MPa]	0.0	-0.3	-0.9	0.0	0.9	0.0	-0.1	0.0	-0.4	248.5	0.00
Tasso di sfruttamento delle saldature												
$\eta \text{ sald}$	[-]	0.00										

VERIFICA INSTABILITA'			
		nel piano yy	nel piano zz
Ea	N/mm ²	210000	210000
I	mm ⁴	6014173333	1080493333
L		2	1
b		8000	8000
l ₀	mm	16000	8000
f _{yk}	N/mm ²	355	355
A	mm ²	50800	50800
γ_{m1}	-	1.1	1.1
N _{cr}	kN	48692	34991
λ_{LT}	-	0.608581	0.717902
α	-	0.34	0.49
Φ_{LT}	-	0.754644	0.884578
χ_{LT}	-	0.832730	0.713577
N _{lim}	kN	13652	11699
N _{rd}	kN	11699	
N _{ed}	kN	-9189	
Tasso di sfruttamento			
η	[-]	0.79	

M3

M3 - sez.22 - Combinazione n°1460 (-)

SOLLECITAZIONI DI PROGETTO SLU SULLA TRAVE										
		g1	g2	qt	q5	q7	$\epsilon 2$	$\epsilon 4$	E	TOT
Ned	[kN]	-8909	-3175	-4391	-178	-289	0	-284	0	-17226
Med	[kNm]	12	39	-78	5	-29	0	-2	0	-54
Ved	[kN]	2	5	-10	1	-5	0	0	0	-7
Ted	[kNm]	0	0	0	0	0	0	0	0	0
$\epsilon \text{ sol}$	[-]	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-

VERIFICA SLU PER PRESSO/TENSO FLESSIONE					
EFFETTO SHEAR LAG NELLE PIATTABANDE					
Criterio di calcolo elastoplastico: $A_{eff} = \beta \cdot k \cdot A_c$, eff dove $k = b_{\text{lorda}} / L_e$					
Pannello	pb	sup/int	sup/est	inf/int	inf/est
β	[-]	1.000	1.000	1.000	1.000
$\beta \cdot k$	[-]	1.000	1.000	1.000	1.000
CLASSIFICAZIONE DELLA SEZIONE (NTC2018-§4.2.3.1)					
Tensioni calcolate con caratteristiche inerziali lorde. Piattabanda superiore in classe 1 poiché connessa alla soletta.					
		Anima	Pb sup	Pb inf	
$\sigma \text{ sup}$	[MPa]	-217.7	-217.5	-221.9	Tensione al lembo superiore (sinistro per le pb) del pannello
$\sigma \text{ inf}$	[Mpa]	-221.7	-217.5	-221.9	Tensione al lembo inferiore (destrò per le pb) del pannello
ϵ	[-]	0.814	0.814	0.814	Coefficiente pari a $(235 / f_{yk})^{0.5}$
ψ	[-]	0.982	1.000	1.000	Rapporto $\sigma \text{ max} / \sigma \text{ min}$
k	[-]	1.235	1.247	1.234	Coeff. correttivo del limite per la classe 3 pari a $(f_{yd} / \sigma c)^{0.5}$
c int / t	[-]	36.0	9.8	9.8	Rapporto tra dimensione e spessore del pannello (interno)
c est / t	[-]	-	9.8	9.8	Rapporto tra dimensione e spessore del pannello (esterno)
limite cl. 3	[-]	42.4	14.2	14.1	Limite c/t per il quale la sezione passa da classe 3 a classe 4
Classe pan.	[-]	3	3	3	Classe del pannello (se <3 assunta come classe 3)
Classe sezione	[-]	3			Classe della sezione

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE EFFICACI (SHEAR LAG E LOCAL BUCKLING)

	g1	g2	qt	q5	q7	ε2	ε4	E
n [-]	-	-	-	-	-	-	-	-
zG [mm]	400	400	400	400	400	400	400	400
A [mm ²]	78400	78400	78400	78400	78400	78400	78400	78400
A n [mm ²]	-	-	-	-	-	-	-	-
J [mm ⁴]	9.87E+09							
W sol,s [mm ³]	-	-	-	-	-	-	-	-
W arm,s [mm ³]	-	-	-	-	-	-	-	-
W pb,s [mm ³]	-2.47E+07							
W an,s [mm ³]	-2.74E+07							
W an,i [mm ³]	2.74E+07							
W pb,i [mm ³]	2.47E+07							
Δ baricentro [mm]	0	0	0	0	0	0	0	0

TENSIONI NORMALI - VERIFICA

	g1	g2	qt	q5	q7	ε2	ε4	E	Ed	Rd	η1
σ sol,s [MPa]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
σ arm,s [MPa]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
σ pb,s [MPa]	-114.1	-42.1	-52.9	-2.5	-2.5	0.0	-3.6	0.0	-217.5	338.1	0.64
σ an,s [MPa]	-114.1	-41.9	-53.2	-2.4	-2.6	0.0	-3.6	0.0	-217.7	338.1	0.64
σ an,i [MPa]	-113.2	-39.1	-58.8	-2.1	-4.8	0.0	-3.7	0.0	-221.7	338.1	0.66
σ pb,i [MPa]	-113.2	-38.9	-59.2	-2.1	-4.9	0.0	-3.7	0.0	-221.9	338.1	0.66

Tasso di sfruttamento η1

η1 [-] **0.66**

VERIFICA SLU A TAGLIO

Resistenza per instabilità a taglio - Contributo offerto dall'anima

Pannello	ID	INTERO	
bw	[mm]	720	Altezza pannello d'anima
t	[mm]	20	Spessore pannello d'anima
a	[mm]	8000	Distanza tra due irrigiditori longitudinali rigidi
η	[-]	1.20	Coefficiente come da § C.4.2.4.1.3.4 Circolare 2019
bw / t	[-]	36.0	Rapporto altezza/spessore pannello d'anima
kt	[-]	5.37	Coefficiente di imbozzamento a taglio
Lim. Verifica	[-]	48.8	Limite per il quale è richiesta la verifica
Nec. Verifica	[-]	NO	È richiesta la verifica di instabilità a taglio?
σE	[Mpa]	-	Tensione critica Euleriana
τcr	[Mpa]	-	Tensione tangenziale critica
λw	[-]	-	Snellezza adimensionale
end post	[-]	Non rigidi	Tipologia di irrigidimenti d'appoggio
Xw	[mm]	1.200	Coefficiente di instabilità a taglio
Vbw,Rd	[kN]	3220	Contributo dell'anima alla resistenza per instabilità a taglio

Resistenza per instabilità a taglio - Contributo offerto dalle piattabande

A favore di sicurezza, non si è tenuto conto del contributo alla resistenza a taglio offerto dalle piattabande

Verifica a taglio

Ved	[kN]	-7	Taglio sollecitante di progetto (azione parallela all'anima)
Vb,rd	[kN]	3220	Resistenza per instabilità a taglio UNI EN 1993-1-5-cap.6
Vc,rd	[kN]	2811	Resistenza a taglio NTC2018 §4.2.4.1.2.4

Tasso di sfruttamento η3

η3 [-] **0.00**

VERIFICA SLU DI INTERAZIONE TAGLIO-MOMENTO

A favore di sicurezza al posto di Mpl,Rd è stato considerato Mel,Rd = Med/η1, per cui η1* = η1 .

Poiché il contributo alla resistenza per l'instabilità al taglio offerto dalle flange è stato trascurato, η3* = η3

Mf,Rd	[kNm]	-1677	Momento resistente dato dalle sole flange
Mel,Rd	[kNm]	-82	Momento resistente elastico della sezione
Med / Mf,Rd	[-]	0.03	Tasso di utilizzo del momento resistente dato dalle sole flange
η3*	[-]	0.00	Tasso di utilizzo della resistenza a taglio data dall'anima
Nec. Interaz.	[-]	NO	Richiesta verifica di interazione taglio-momento?
η1*	[-]	0.66	Tasso di utilizzo della resistenza a presso-flessione

Tasso di sfruttamento per l'iterazione taglio-momento η VM

η_{VM} [-] **0.66**

VERIFICA DELLE SALDATURE ANIMA-PIATTABANDE

CARATTERISTICHE DELLE SALDATURE

		sald, sup	sald, inf	
a	[mm]	9.0	9.0	Altezza della sezione di gola
β_1	[-]	0.70	0.70	Coefficiente definito in Tab.4.2.XIX NTC2018
τ_{rd}	[MPa]	248.5	248.5	Tensione tangenziale massima per la verifica

TENSIONI DI TAGLIO (DA FORMULAZIONE DI JOURAWSKY E BREDT) - VERIFICHE

		g1	g2	qt	q5	q7	ϵ_2	ϵ_4	E	Ed	Rd	η_1
Jy / Sy* an,s	[mm]	812	812	812	812	812	812	812	812			
Jy / Sy* an,i	[mm]	812	812	812	812	812	812	812	812			
Ω Bredt	[mm ²]	-	-	-	-	-	-	-	-			
Ved	[kN]	2	5	-10	1	-5	0	0	0	-7		
Ted	[kNm]	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
q an,s	[N/mm]	2	6	-12	1	-6	0	0	0	-9		
q an,i	[N/mm]	2	6	-12	1	-6	0	0	0	-9		
τ // sald,s	[MPa]	0.1	0.4	-0.7	0.0	-0.3	0.0	0.0	0.0	-0.5	248.5	0.00
τ // sald,i	[MPa]	0.1	0.4	-0.7	0.0	-0.3	0.0	0.0	0.0	-0.5	248.5	0.00

Tasso di sfruttamento delle saldature

η_{sald} [-] **0.00**

VERIFICA INSTABILITA'

		nel piano yy	nel piano zz
Ea	N/mm ²	210000	210000
I	mm ⁴	9872213333	3413813333
L		2	1
b		8000	8000
Io	mm	16000	8000
fyk	N/mm ²	355	355
A	mm ²	78400	78400
γ_{m1}	-	1.1	1.1
Ncr	kN	79927	110555
λ_{LT}	-	0.590100	0.501745
α	-	0.34	0.49
Φ_{LT}	-	0.740426	0.699801
χ_{LT}	-	0.841996	0.842015
Nlim	kN	21304	21305
Nrd	kN	21304	
Ned	kN	-17226	

Tasso di sfruttamento

η [-] **0.81**

9.1.7.4 Diagonali

D1- diagonale compresso – elem.1003

SOLLECITAZIONI									
	g1	g2	qt	q5	q7	ε2	ε4	E	Tot
Nmax (SLU) [kN]	0	0	0	0	0	0	0	0	1850
Nmin (SLU) [kN]	0	0	0	0	0	0	0	0	-1336
Nmax (SLE) [kN]									0
Nmin (SLE) [kN]									0

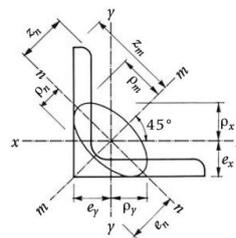
DATI DI INPUT

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E MATERIALI

Materiale del profilo e delle piastra di collegamento		
fyk [Mpa]	355	Resistenza caratteristica a snervamento
ftk [Mpa]	510	Resistenza caratteristica a rottura

Caratteristiche del profilo angolare

L2 [mm]	10000	Luce libera di inflessione nel piano 2-2
L3 [mm]	10000	Luce libera di inflessione nel piano 3-3
Tipo [-]	L 200 x 200 x 22	Designazione profili utilizzati
t [mm]	22	Spessore profilo
b [mm]	200	Dimensione flange
A [mm ²]	8350	Area profilo
e _x [mm]	57.2	Posizione del baricentro
J _x [mm ⁴]	3.094E+07	Inerzia rispetto asse "x"
J _{min} [mm ⁴]	1.273E+07	Inerzia rispetto asse principale "n" (minima)
J _{max} [mm ⁴]	4.915E+07	Inerzia rispetto asse principale "m" (massima)



Caratteristiche del profilo composto

Tipologia [-]	A	Disposizione dei profili: tipologia di profilo composto
s [mm]	3000	Passo imbottiture
ti,2 [mm]	20	Spessore piastra di distanziamento parallela al piano 2-2
ti,3 [mm]	20	Spessore piastra di distanziamento parallela al piano 3-3

Caratteristiche della bullonatura

Classe [-]	10.9	Classe bulloni
n [-]	22	Numero bulloni totali (su entrambi gli angolari)
n file [-]	1	Numero file di bulloni sul singolo angolare
φ _b [mm]	M27	Diametro bulloni
Ares,nom [mm ²]	573	Area resistente nominale del singolo bullone
Ares [mm ²]	459	Area resistente nella zona filettata del singolo bullone
d ₀ [mm]	29	Diametro del foro
e ₁ [mm]	100	Distanza del bullone esterno dal bordo della piastra nella direzione del carico applicato
e ₂ [mm]	125	Distanza del bullone esterno dal bordo della piastra nella direzione ortogonale al carico
p ₁ [mm]	100	Interasse bulloni nella direzione di applicazione del carico
p ₂ [mm]	0	Interasse bulloni nella direzione ortogonale al carico

Caratteristiche della piastra di collegamento

tp [mm]	20	Spessore piastra
---------	----	------------------

VERIFICHE

VERIFICA PER INSTABILITÀ DEL PROFILO COMPOSTO

Snellezza locale (associata al singolo profilo compresso tra due imbottiture)

Ncr,loc [kN]	2932	Carico critico singolo profilo: $N_{cr,loc} = \pi^2 E J_{min} / s^2$
λ _{ad,loc} [-]	1.01	Snellezza adimensionale del singolo profilo per instabilità locale
λ _{loc} [-]	43.35	Snellezza del singolo profilo per instabilità locale.
λ _{min} [-]	50.00	Massima snellezza consentita per evitare interazione tra instabilità locale e globale

Piano inflessione	2-2	3-3	N-N	M-M	
-------------------	-----	-----	-----	-----	--

A [mm ²]	33400	33400	33400	33400	Area profilo composto
J _{id} [mm ⁴]	1.238E+08	1.238E+08	-	-	Inerzia ideale del profilo composto
i _{id} [mm]	60.9	60.9	-	-	Raggio giratore di inerzia ideale del profilo composto
L [mm]	10000	10000	10000	10000	Lunghezza libera di inflessione (si assume L _{max} , a fav di sicurezza, nei piani N-N e M-M)
Ncr,id [kN]	2565	2565	-	-	Carico critico ideale del profilo composto
λ _{ad,id} [-]	2.15	2.15	-	-	Snellezza adimensionale ideale del profilo composto
λ _{ad,eq} [-]	2.37	2.37	-	-	Snellezza adimensionale equivalente del profilo composto
α [-]	0.49	0.49	-	-	Coefficiente legato alla curva di instabilità (Tab. 4.2.VIII NTC2018)
Φ [-]	3.85	3.85	-	-	Coefficiente da §4.2.4.1.3.1 NTC2018
X [-]	0.145	0.145	-	-	Coefficiente di instabilità del profilo composto

Nb,rd	[kN]	1567	1567	-	-	Resistenza per instabilità del profilo composto
Verifica per instabilità						
Nb,rd	[kN]	1567				Resistenza a compressione
η	[-]	0.85				Tasso di sfruttamento a compressione
VERIFICA A TRAZIONE						
Npl,rd	[kN]	11292				Resistenza plastica a trazione della sezione lorda
A netta	[mm]	30848				Area depurata dei fori
β	[-]	0.58				Coefficiente riduttivo della resistenza a trazione per angolari collegati su un solo lato (funzione del numero e del passo dei bulloni)
Nu,Rd	[kN]	7248				Resistenza a rottura della sezione netta in corrispondenza dei fori (UNI-EN-1993-1-8 §3.10.3)
Nt,rd	[kN]	7248				Minore tra Npl,rd e Nu,Rd
η	[-]	0.26				Tasso di sfruttamento a trazione

D1- diagonale teso - elem. 2022

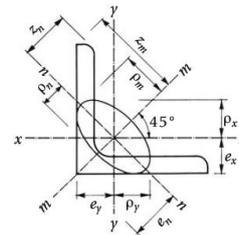
SOLLECITAZIONI										
		g1	g2	qt	q5	q7	$\epsilon 2$	$\epsilon 4$	E	Tot
Nmax (SLU)	[kN]	0	0	0	0	0	0	0	0	6168
Nmin (SLU)	[kN]	0	0	0	0	0	0	0	0	2350
Nmax (SLE)	[kN]									0
Nmin (SLE)	[kN]									0

DATI DI INPUT

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E MATERIALI

Materiale del profilo e delle piastra di collegamento			
fyk	[Mpa]	355	Resistenza caratteristica a snervamento
ftk	[Mpa]	510	Resistenza caratteristica a rottura

Caratteristiche del profilo angolare			
L2	[mm]	10000	Luca libera di inflessione nel piano 2-2
L3	[mm]	10000	Luca libera di inflessione nel piano 3-3
Tipo	[-]	L 200 x 200 x 22	Designazione profili utilizzati
t	[mm]	22	Spessore profilo
b	[mm]	200	Dimensione flange
A	[mm ²]	8350	Area profilo
ex	[mm]	57.2	Posizione del baricentro
Jx	[mm ⁴]	3.094E+07	Inerzia rispetto asse "x"
Jmin	[mm ⁴]	1.273E+07	Inerzia rispetto asse principale "n" (minima)
Jmax	[mm ⁴]	4.915E+07	Inerzia rispetto asse principale "m" (massima)



Caratteristiche del profilo composto			
Tipologia	[-]	A	Disposizione dei profili: tipologia di profilo composto
s	[mm]	3000	Passo imbottiture
ti,2	[mm]	20	Spessore piastra di distanziamento parallela al piano 2-2
ti,3	[mm]	20	Spessore piastra di distanziamento parallela al piano 3-3

Caratteristiche della bullonatura			
Classe	[-]	10.9	Classe bulloni
n	[-]	22	Numero bulloni totali (su entrambi gli angolari)
n file	[-]	1	Numero file di bulloni sul singolo angolare
ϕb	[mm]	M27	Diametro bulloni
Ares,nom	[mm ²]	573	Area resistente nominale del singolo bullone
Ares	[mm ²]	459	Area resistente nella zona filettata del singolo bullone
d0	[mm]	29	Diametro del foro
e1	[mm]	100	Distanza del bullone esterno dal bordo della piastra nella direzione del carico applicato
e2	[mm]	125	Distanza del bullone esterno dal bordo della piastra nella direzione ortogonale al carico
p1	[mm]	100	Interasse bulloni nella direzione di applicazione del carico
p2	[mm]	0	Interasse bulloni nella direzione ortogonale al carico

Caratteristiche della piastra di collegamento			
tp	[mm]	20	Spessore piastra

VERIFICHE

VERIFICA PER INSTABILITÀ DEL PROFILO COMPOSTO

<i>Snellezza locale (associata al singolo profilo compreso tra due imbottiture)</i>			
Ncr,loc	[kN]	2932	Carico critico singolo profilo: $N_{cr,loc} = \pi^2 E J_{min} / s^2$
$\lambda_{ad} loc$	[-]	1.01	Snellezza adimensionale del singolo profilo per instabilità locale

λ loc	[-]	43.35	Snellezza del singolo profilo per instabilità locale.		
λ min	[-]	50.00	Massima snellezza consentita per evitare insterazione tra instabilità locale e globale		
Piano inflessione					
		2-2	3-3	N-N	M-M
A	[mm ²]	33400	33400	33400	33400
J _{id}	[mm ⁴]	1.238E+08	1.238E+08	-	-
i _{id}	[mm]	60.9	60.9	-	-
L	[mm]	10000	10000	10000	10000
Ncr _{id}	[kN]	2565	2565	-	-
λ _{ad, id}	[-]	2.15	2.15	-	-
λ _{ad, eq}	[-]	2.37	2.37	-	-
α	[-]	0.49	0.49	-	-
Φ	[-]	3.85	3.85	-	-
X	[-]	0.145	0.145	-	-
Nb _{rd}	[kN]	1567	1567	-	-
Verifica per instabilità					
Nb _{rd}	[kN]	1567	Resistenza a compressione		
η	[-]	-1.50	Tasso di sfruttamento a compressione		
VERIFICA A TRAZIONE					
Npl _{rd}	[kN]	11292	Resistenza plastica a trazione della sezione lorda		
A netta	[mm]	30848	Area depurata dei fori		
β	[-]	0.58	Coefficiente riduttivo della resistenza a trazione per angolari collegati su un solo lato (funzione del numero e del passo dei bulloni)		
Nu _{Rd}	[kN]	7248	Resistenza a rottura della sezione netta in corrispondenza dei fori (UNI-EN-1993-1-8 §3.10.3)		
Nt _{rd}	[kN]	7248	Minore tra Npl _{rd} e Nu _{Rd}		
η	[-]	0.85	Tasso di sfruttamento a trazione		

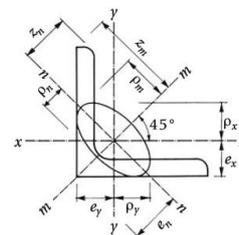
D2 – elem. 2025

SOLLECITAZIONI										
		g1	g2	qt	q5	q7	ϵ 2	ϵ 4	E	Tot
Nmax (SLU)	[kN]	0	0	0	0	0	0	0	0	11692
Nmin (SLU)	[kN]	0	0	0	0	0	0	0	0	4961
Nmax (SLE)	[kN]									0
Nmin (SLE)	[kN]									0

DATI DI INPUT

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E MATERIALI		
Materiale del profilo e delle piastra di collegamento		
f _{yk}	[Mpa]	355
f _{tk}	[Mpa]	510

Caratteristiche del profilo angolare		
L2	[mm]	10000
L3	[mm]	10000
Tipo	[-]	L 250 x 250 x 35
t	[mm]	35
b	[mm]	250
A	[mm ²]	16300
e _x	[mm]	75.0
J _x	[mm ⁴]	9.264E+07
J _{min}	[mm ⁴]	3.862E+07
J _{max}	[mm ²]	1.467E+08



Caratteristiche del profilo composto		
Tipologia	[-]	A
s	[mm]	3000
t _{i,2}	[mm]	20
t _{i,3}	[mm]	20

Caratteristiche della bullonatura		
Classe	[-]	10.9
n	[-]	44

n file	[-]	2	Numero file di bulloni sul singolo angolare
φb	[mm]	M27	Diametro bulloni
Ares,nom	[mm ²]	573	Area resistente nominale del singolo bullone
Ares	[mm ²]	459	Area resistente nella zona filettata del singolo bullone
d0	[mm]	29	Diametro del foro
e1	[mm]	100	Distanza del bullone esterno dal bordo della piastra nella direzione del carico applicato
e2	[mm]	75	Distanza del bullone esterno dal bordo della piastra nella direzione ortogonale al carico
p1	[mm]	100	Interasse bulloni nella direzione di applicazione del carico
p2	[mm]	100	Interasse bulloni nella direzione ortogonale al carico
Caratteristiche della piastra di collegamento			
tp	[mm]	20	Spessore piastra

VERIFICHE

VERIFICA PER INSTABILITÀ DEL PROFILO COMPOSTO

Snellezza locale (associata al singolo profilo compreso tra due imbottiture)

Ncr,loc	[kN]	8894	Carico critico singolo profilo: $N_{cr,loc} = \pi^2 E J_{min} / s^2$			
λad,loc	[-]	0.81	Snellezza adimensionale del singolo profilo per instabilità locale			
λ,loc	[-]	34.77	Snellezza del singolo profilo per instabilità locale.			
λ, min	[-]	50.00	Massima snellezza consentita per evitare insterazione tra instabilità locale e globale			
Piano inflessione		2-2	3-3	N-N	M-M	
A	[mm ²]	65200	65200	65200	65200	Area profilo composto
J,id	[mm ⁴]	3.706E+08	3.706E+08	-	-	Inerzia ideale del profilo composto
i,id	[mm]	75.4	75.4	-	-	Raggio giratore di inerzia ideale del profilo composto
L	[mm]	10000	10000	10000	10000	Lunghezza libera di inflessione (si assume Lmax, a fav di sicurezza, nei piani N-N e M-M)
Ncr,id	[kN]	7680	7680	-	-	Carico critico ideale del profilo composto
λad,id	[-]	1.74	1.74	-	-	Snellezza adimensionale ideale del profilo composto
λad,eq	[-]	1.91	1.91	-	-	Snellezza adimensionale equivalente del profilo composto
α	[-]	0.49	0.49	-	-	Coefficiente legato alla curva di instabilità (Tab. 4.2.VIII NTC2018)
Φ	[-]	2.75	2.75	-	-	Coefficiente da §4.2.4.1.3.1 NTC2018
X	[-]	0.211	0.211	-	-	Coefficiente di instabilità del profilo composto
Nb,rd	[kN]	4449	4449	-	-	Resistenza per instabilità del profilo composto

Verifica per instabilità

Nb,rd	[kN]	4449	Resistenza a compressione
η	[-]	-1.12	Tasso di sfruttamento a compressione

VERIFICA A TRAZIONE

Npl,rd	[kN]	22044	Resistenza plastica a trazione della sezione lorda
A netta	[mm]	57080	Area depurata dei fori
β	[-]	0.58	Coefficiente riduttivo della resistenza a trazione per angolari collegati su un solo lato (funzione del numero e del passo dei bulloni)
Nu,Rd	[kN]	13411	Resistenza a rottura della sezione netta in corrispondenza dei fori (UNI-EN-1993-1-8 §3.10.3)
Nt,rd	[kN]	13411	Minore tra Npl,rd e Nu,Rd
η	[-]	0.87	Tasso di sfruttamento a trazione

9.2 Verifiche SLE in deformabilità

Le deformazioni massime, calcolate con i valori caratteristici dei carichi mobili, non dovranno superare i seguenti limiti:

L [m]	≤ 20	40	60	80	100	150	200
f/L	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,00225	0,00225
ϕ_{max}	0,005	0,006	0,007	0,008	0,010	0,015	0,020

N.B.: per valori intermedi è ammessa l'interpolazione lineare.

Nel caso in esame quindi si avrà

$$f \leq L/500$$

Dove:

L = luce di calcolo;

f = massima freccia verticale.

La freccia massima dovuta ai carichi da traffico ottenuta da modello è pari a:

$$f_{max,92} = 7.54 \text{ cm}$$

in corrispondenza della campata centrale, da 92.0m. La freccia limite per tale campata è pari a:

$$f_{lim,92} = 18.54 \text{ cm}$$

Sulle campate laterali invece si raggiunge una freccia pari a:

$$f_{max,65} = 5.72 \text{ cm}$$

La freccia limite per tale campata di 37.50m è pari a:

$$f_{lim,65} = 13.14 \text{ cm}$$

Le verifiche risultano soddisfatte.

9.3 Verifiche sezionali a fatica

Nelle verifiche si è trascurato l'effetto dell'instabilità locale e si è invece tenuto conto dell'effetto shear-lag nelle piattabande, il quale è stato valutato tramite un approccio elastico (coefficiente β).

9.3.1 Coefficiente di sicurezza per le verifiche a fatica

La struttura è da considerarsi come "sensibile alla rottura per fatica". Inoltre, per le travi di impalcato e gli elementi di connessione quali le saldature anima-piattabanda, si assumono "conseguenza significative alla rottura". In accordo con la Tabella 18, si è dunque assunto $\gamma_{Mf} = 1.35$.

	Conseguenze della rottura	
	Conseguenze moderate	Conseguenze significative
Strutture poco sensibili alla rottura per fatica	$\gamma_{Mf} = 1,00$	$\gamma_{Mf} = 1,15$
Strutture sensibili alla rottura per fatica	$\gamma_{Mf} = 1,15$	$\gamma_{Mf} = 1,35$

Tabella 18 – Coefficienti di sicurezza da assumere per le verifiche a fatica (Tab.4.2.XI NTC2018)

9.3.2 Classe dei dettagli

I dettagli considerati nelle verifiche sono indicati nelle figure seguenti.

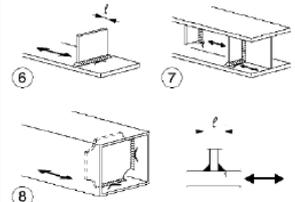
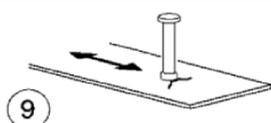
80 (a) 71 (b)		<p>Attacchi trasversali</p> <p>6) Saldati a una piastra 7) Nervature verticali saldate a un profilo o a una trave composta 8) Diagrammi di travi a cassone composte, saldati all'anima o alla piattabanda</p> <p>(a) $l \leq 50$ mm (b) $50 < l \leq 80$ mm</p> <p>Le classi sono valide anche per nervature anulari</p>	<p>6) e 7) Le parti terminali delle saldature devono essere molate accuratamente per eliminare tutte le rientranze presenti</p> <p>7) Se la nervatura termina nell'anima, $\Delta\sigma$ deve essere calcolato usando le tensioni principali</p>
80		<p>9) Effetto della saldatura del piolo sul materiale base della piastra</p>	

Figura 176 – Dettaglio 80 per attacchi e irrigiditori saldati ($\Delta\sigma$)

Classe del dettaglio	Dettaglio costruttivo	Descrizione	Requisiti
100		6) e 7) Prodotti laminati e estrusi (come quelli di tabella C4.2.XVI.a) soggetti a tensioni tangenziali	$\Delta\tau$ calcolati con $\Delta\tau = \frac{\Delta V \cdot S(t)}{I \cdot t}$

Figura 177 – Dettaglio 100 per pannelli d'anima ($\Delta\tau$)

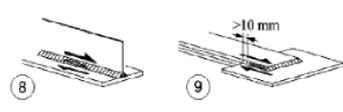
Classe del dettaglio	Dettaglio costruttivo	Descrizione	Requisiti
80		8) Cordoni d'angolo continui soggetti a sforzi di sconnessione, quali quelli di composizione tra anima e piattabanda in travi composte saldate 9) Giunzioni a sovrapposizione a cordoni d'angolo soggette a tensioni tangenziali	8) $\Delta\tau$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

Figura 178 – Dettaglio 80 saldature direttamente sollecitate ($\Delta\tau$)

Si riportano nella tabella seguente le escursioni limite sui diversi dettagli in verifica.

VERIFICHE A FATICA	
ESCURSIONI LIMITE SUI DETTAGLI	
Dettaglio 80 per σ su piattabande e anima	
$\Delta\sigma c$ [MPa]	80
$\Delta\sigma d$ [MPa]	-
$\Delta\sigma c / \gamma M_f$ [MPa]	59.3
Dettaglio 100 per τ anima	
$\Delta\tau c$ [MPa]	100
$\Delta\tau d$ [MPa]	-
$\Delta\sigma c / \gamma M_f$ [MPa]	74.1
Dettaglio 80 per τ su saldature	
$\Delta\tau c$ [MPa]	80
$\Delta\tau d$ [MPa]	-
$\Delta\sigma c / \gamma M_f$ [MPa]	59.3
$\Delta\sigma c$: resistenza a fatica per $N=2 \cdot 10^6$ cicli	
$\Delta\sigma d$: limite di fatica ad ampiezza costante	

Tabella 19 – Escursioni limite nei dettagli per le verifiche a fatica

9.3.3 Verifica a danneggiamento

Per la struttura in progetto sono state eseguite delle verifiche a danneggiamento.

In particolare, si è fatto ricorso al metodo dei coefficienti di danneggiamento λ , esposto nella UNI-EN 1993-1-9 e, più nel dettaglio per i ponti, nella UNI EN 1993-2. Tale approccio è consentito dalle attuali norme tecniche (NTC2018), le quali ne indicano il possibile impiego al §4.2.4.1.4.

Il metodo λ può essere sintetizzato nei seguenti punti:

- si calcola la massima variazione di tensione prodotta dai carichi da traffico nel modello di calcolo:

$$\Delta\sigma_p = |\sigma_{p,max} - \sigma_{p,min}|$$

- sulla base delle caratteristiche del traffico, delle linee di influenza degli elementi strutturali e della vita utile dell'opera, si definisce uno spettro di tensione equivalente, ad ampiezza costante, in grado di produrre in 2×10^6 cicli lo stesso danneggiamento prodotto dallo spettro di progetto. Tale ampiezza è pari a:

$$\Delta\sigma_{E,d} = \lambda_1 \lambda_2 \lambda_3 \lambda_4 \Delta\sigma_p = \lambda \Delta\sigma_p \leq \lambda_{max} \Delta\sigma_p$$

- si confronta quindi l'ampiezza di tensione equivalente di progetto $\Delta\sigma_{E,d}$, con la classe del dettaglio opportunamente ridotta tramite il coefficiente di sicurezza γ_{Mf} :

$$\Delta\sigma_{E,d} \leq \Delta\sigma_c / \gamma_{Mf}$$

Calcolo dei coefficienti di danneggiamento λ

Il coefficiente λ_1 dipende dalla linea di influenza nella sezione considerata ed è stato calcolato come indicato in Figura 179.

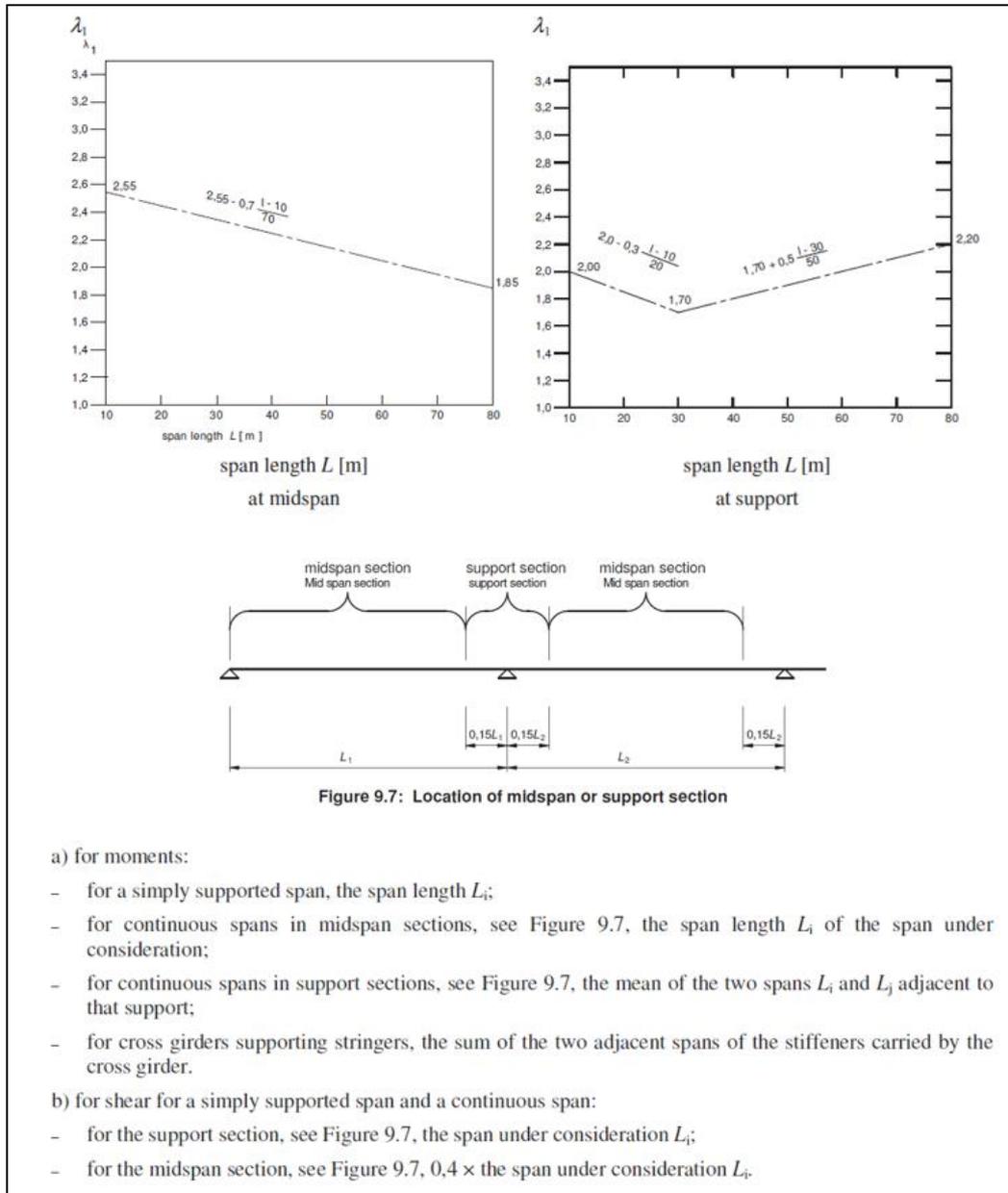


Figura 179 – Calcolo del coefficiente λ_1 come da UNI EN 1993-2

Il coefficiente λ_2 tiene conto del volume di traffico ed è calcolato come indicato in Figura 180.

$$\lambda_2 = \frac{Q_{m1}}{Q_0} \left(\frac{N_{Obs}}{N_0} \right)^{1/5} \quad (9.10)$$

where Q_{m1} is the average gross weight (kN) of the lorries in the slow lane obtained from:

$$Q_{m1} = \left(\frac{\sum n_i Q_i^5}{\sum n_i} \right)^{1/5}$$

$$Q_0 = 480 \text{ kN}$$

$$N_0 = 0,5 \times 10^6$$

N_{Obs} is the total number of lorries per year in the slow lane, see 9.2.2(2);

Q_i is the gross weight in kN of the lorry i in the slow lane as specified by the competent authority;

n_i is the number of lorries of gross weight Q_i in the slow lane as specified by the competent authority.

Figura 180 – Calcolo del coefficiente λ_2 come da UNI EN 1993-2

I valori di N_{Obs} e Q_{m1} , sono stati calcolati in accordo con il §5.1.4.3 delle NTC2018, assumendo il flusso di traffico peggiore in assenza di dati dal gestore della strada:

- composizione del traffico tipica di un'infrastruttura a lunga percorrenza;
- categoria di traffico 1 (intenso traffico pesante) a cui corrisponde un flusso annuo di veicoli di peso superiore a 100 kN sulla corsia lenta pari a 2×10^6 .

Tale assunzione sul traffico, chiaramente a favore di sicurezza, porta comunque a sollecitazioni di progetto più basse rispetto ad un calcolo meno raffinato condotto attraverso le verifiche a vita illimitata.

Il coefficiente λ_3 è correlato alla vita utile dell'opera, la quale è pari a 50 anni.

Design life in years	50	60	70	80	90	100	120
Factor λ_3	0,871	0,903	0,931	0,956	0,979	1,00	1,037

Figura 181 – Calcolo del coefficiente λ_3 come da UNI EN 1993-2

Il coefficiente λ_4 è legato al numero di corsie attraversate da mezzi pesanti (Figura 182). Nel caso in esame si è assunto un valore unitario.

$$\lambda_4 = \left[1 + \frac{N_2}{N_1} \left(\frac{\eta_2 Q_{m2}}{\eta_1 Q_{m1}} \right)^5 + \frac{N_3}{N_1} \left(\frac{\eta_3 Q_{m3}}{\eta_1 Q_{m1}} \right)^5 + \dots + \frac{N_k}{N_1} \left(\frac{\eta_k Q_{mk}}{\eta_1 Q_{m1}} \right)^5 \right]^{1/5} \quad (9.12)$$

where k is the number of lanes with heavy traffic;

N_j is the number of lorries per year in lane j ;

Q_{mj} is the average gross weight of the lorries in lane j ;

η_j is the value of the influence line for the internal force that produces the stress range in the middle of lane j to be inserted in equation (9.12) with positive sign.

Figura 182 – Calcolo del coefficiente λ_4 come da UNI EN 1993-2

Il coefficiente λ_{\max} è stato calcolato come indicato in Figura 183, facendo riferimento alla Figura 179 per il calcolo di "L".

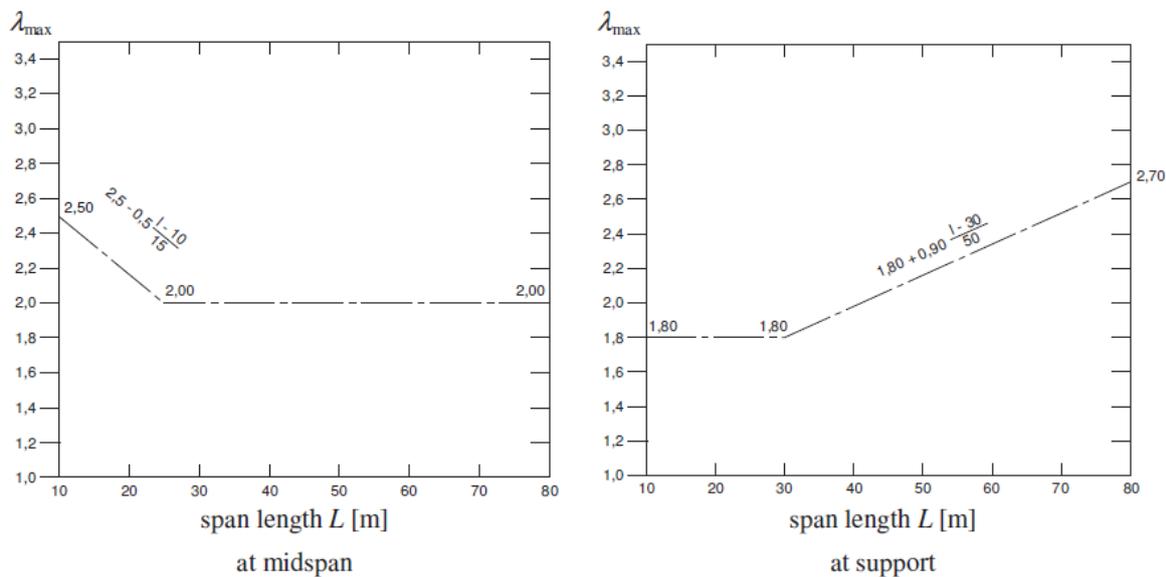


Figura 183 – Calcolo del coefficiente λ_{\max} come da UNI EN 1993-2

Nelle tabelle seguenti si riportano i coefficienti λ ottenuti.

VERIFICHE A FATICA		
COEFFICIENTI λ		
λ_1, σ	[-]	vedi 15.8.3
λ_1, τ	[-]	vedi 15.8.3
λ_2	[-]	1.22
λ_3	[-]	0.87
λ_4	[-]	1.00
λ_{\max}, σ	[-]	vedi 15.8.3
λ_{\max}, τ	[-]	vedi 15.8.3

Tabella 20 – Coefficienti di danneggiamento λ per verifiche a fatica

9.3.4 Risultati delle verifiche a fatica

Le verifiche a fatica sono state effettuate per tutte le combinazioni esposte al §7.3.

Di seguito si riportano i risultati delle verifiche in forma grafica. Nell'15.8.3i risultati si riportano in forma tabellare.

I risultati si riportano come confronto tra le variazioni di tensione massime $\Delta\sigma_{ed}$ e $\Delta\tau_{ed}$ e le variazioni ammissibili dal dettaglio $\Delta\sigma_c/\gamma_{Mf}$ e $\Delta\tau_{ed}/\gamma_{Mf}$.

Le verifiche a fatica per tensioni assiali di anima e piattabande riferite al dettaglio 80, andrebbero svolte solo in prossimità delle sezioni dove vi è presente l'elemento trasversale saldato. Poiché si ha un traverso ogni circa 3m, per semplicità, e a favore di sicurezza, le verifiche sono state estese ad ogni sezione delle travi.

La tensione tangenziale sull'anima è stata valutata come $\tau_m = V_{ed}/A_{taglio}$.

I correnti sono numerati progressivamente da spalla A verso spalla B

101-178 Correnti inferiori trave 1

201-278 Correnti inferiori trave 2

301-338 Correnti superiori trave 1

401-438 Correnti superiori trave 2

I montati sono numerati progressivamente da 1 a 72, da spalla A verso spalla B, con numero dispari se di trave 1 e numero pari se di trave 2.

I diagonali sono numerati progressivamente da spalla A verso spalla B

1001-1036 diagonali trave 1

2001-2036 diagonali trave 2

Corrente Inferiore

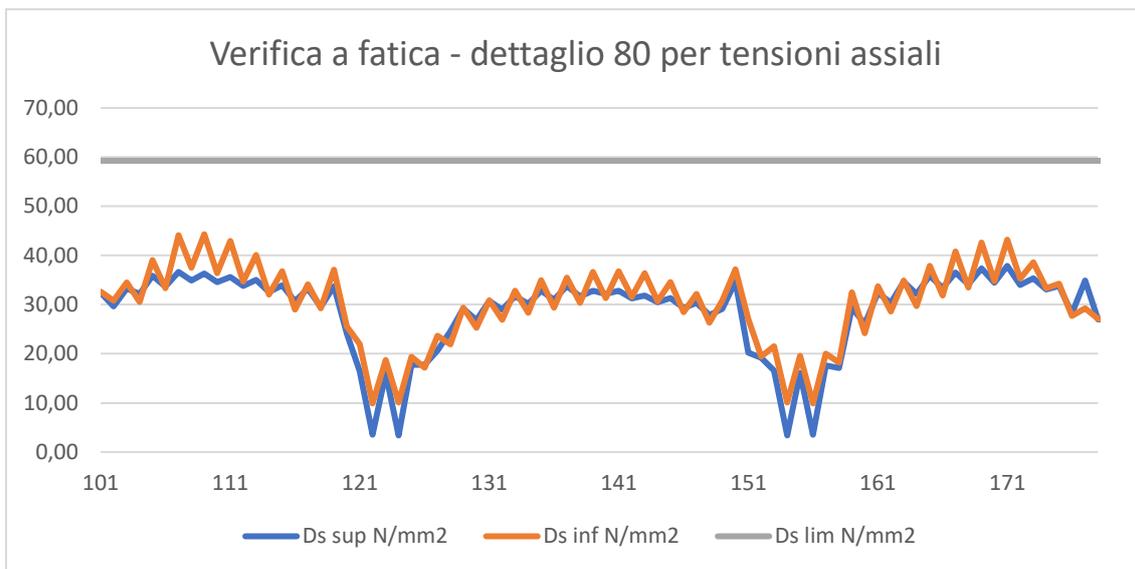


Figura 184 – Trave n°1. Verifiche a fatica delle piattabande per tensioni assiali

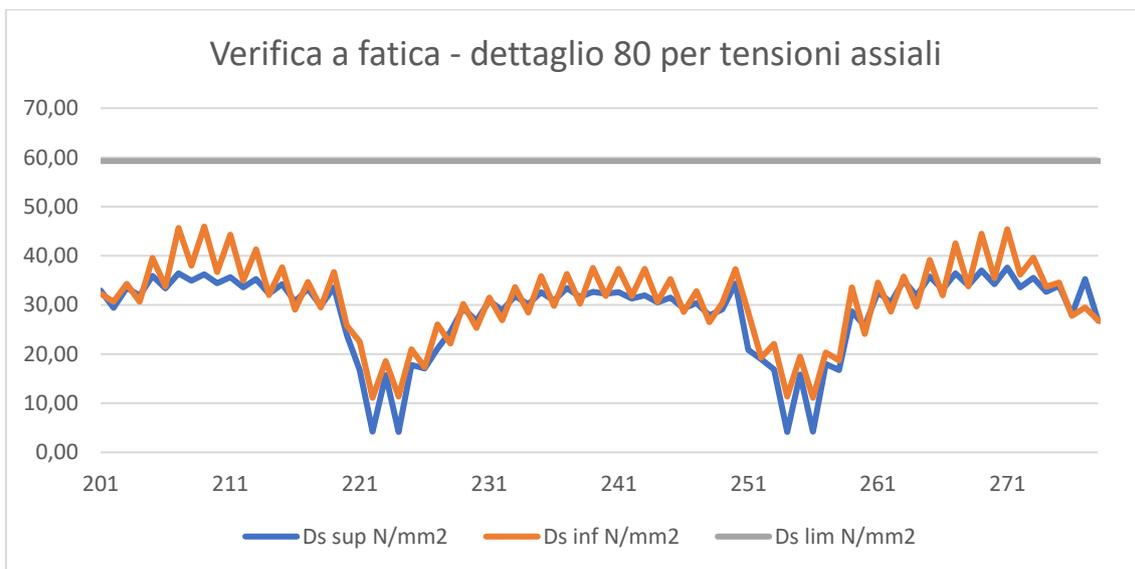


Figura 185 – Trave n°2. Verifiche a fatica delle piattabande per tensioni assiali

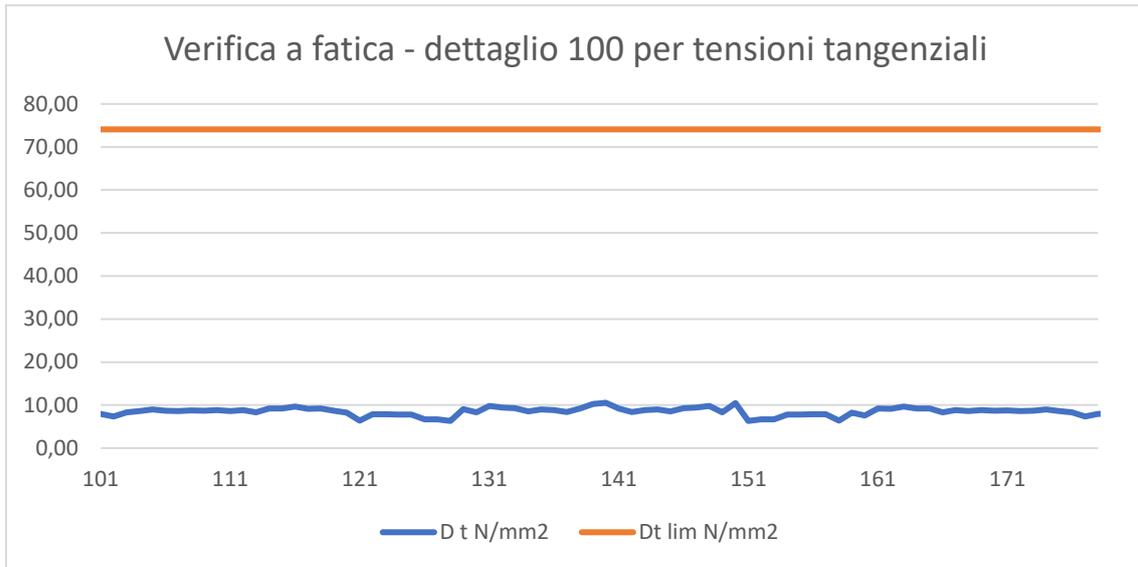


Figura 186 – Trave n°1. Verifiche a fatica dei pannelli d'anima per tensioni tangenziali

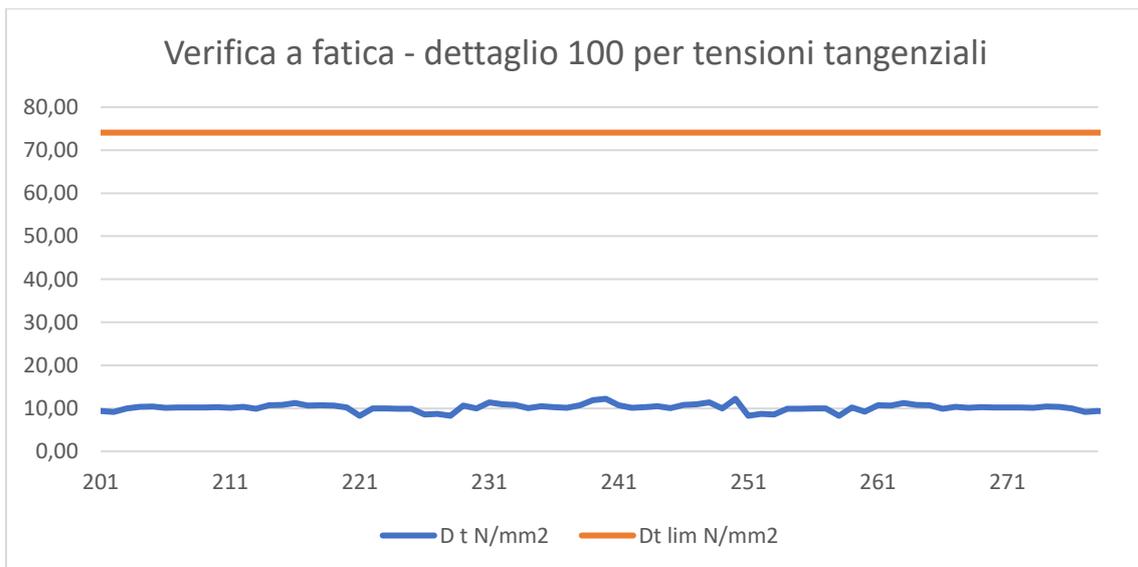


Figura 187 – Trave n°2. Verifiche a fatica dei pannelli d'anima per tensioni tangenziali

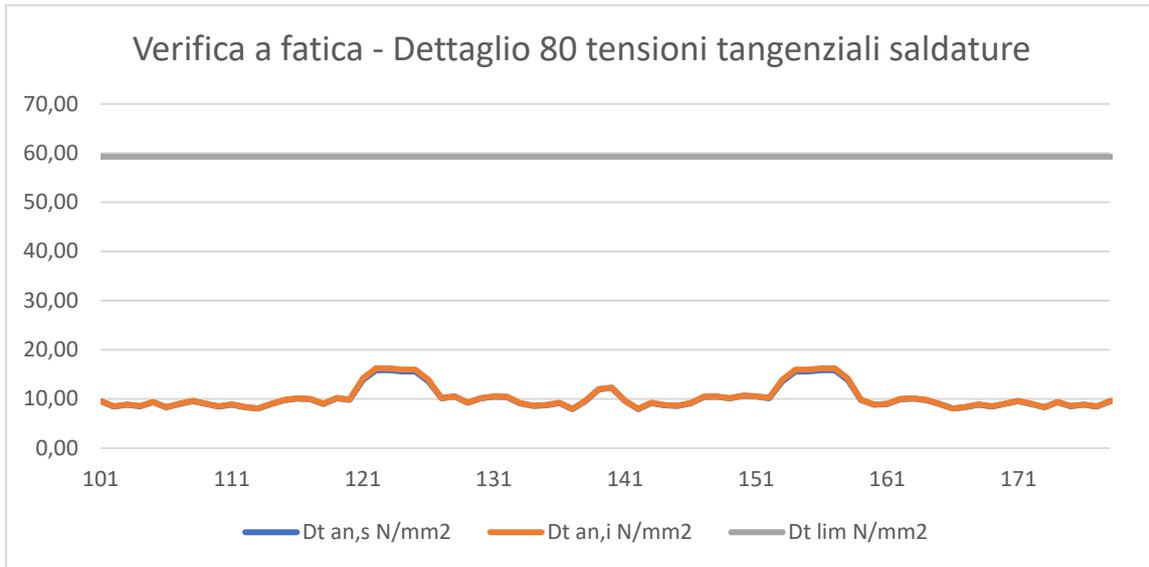


Figura 188 – Trave n°1. Verifiche a fatica delle saldature anima-piattabande per tensioni tangenziali

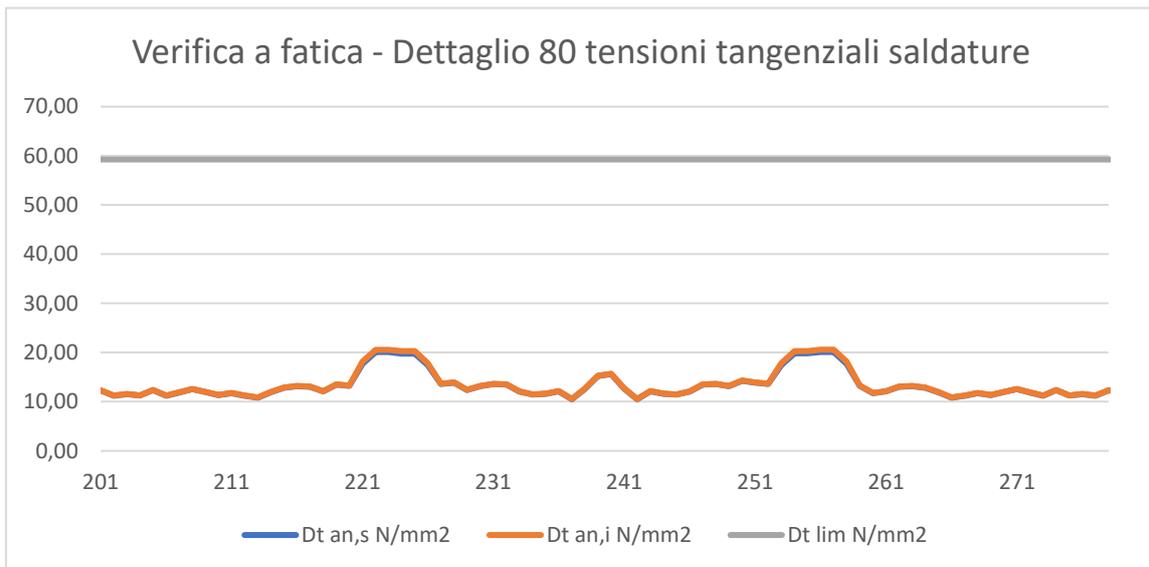


Figura 189 – Trave n°2. Verifiche a fatica delle saldature anima-piattabande per tensioni tangenziali

Corrente Superiore

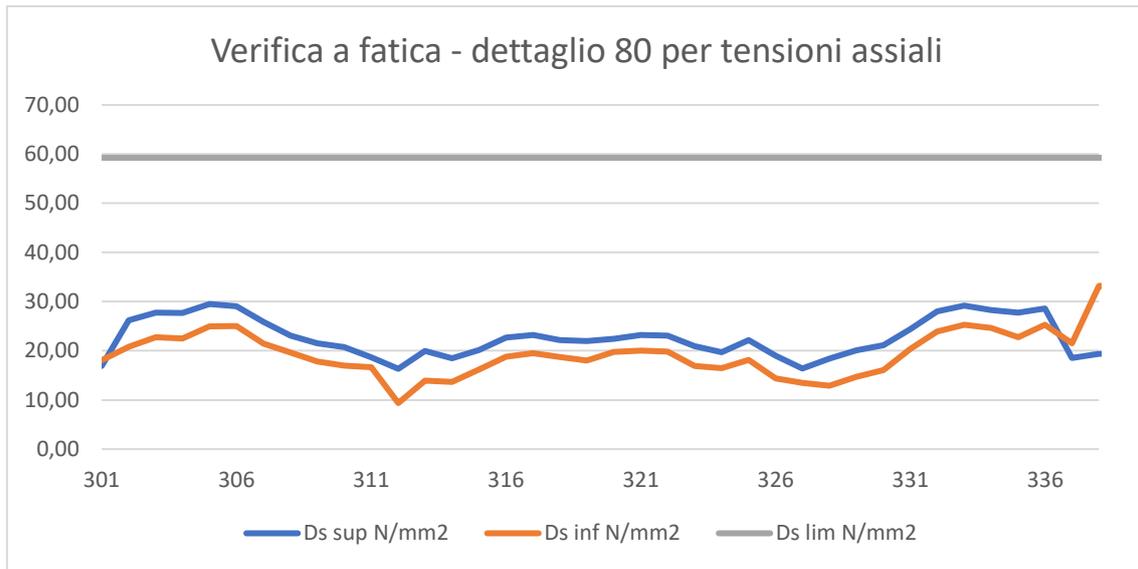


Figura 190 – Trave n°1. Verifiche a fatica delle piattabande per tensioni assiali

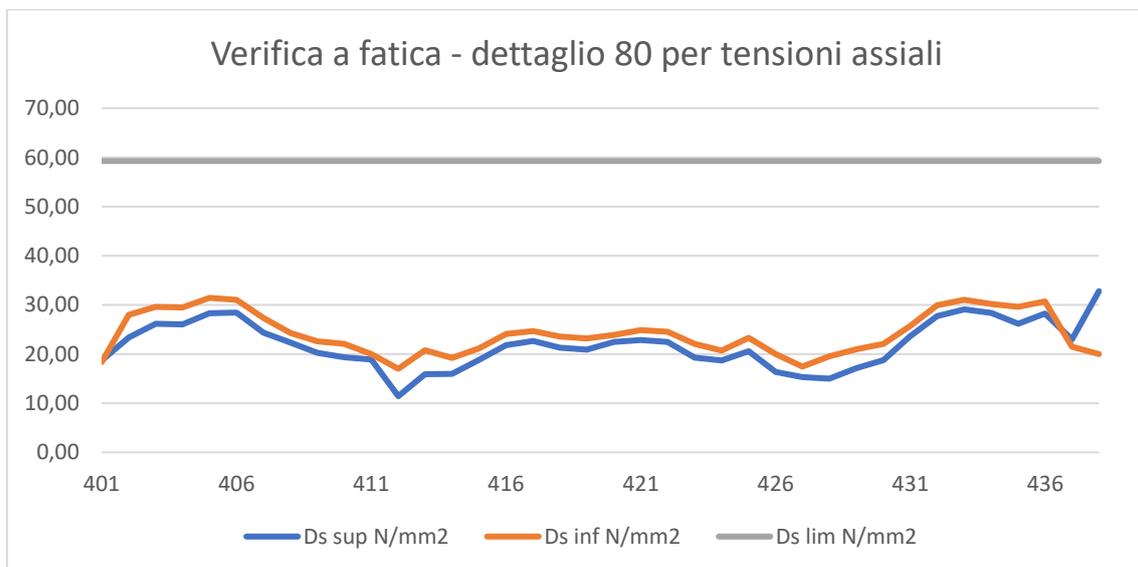


Figura 191 – Trave n°2. Verifiche a fatica delle piattabande per tensioni assiali

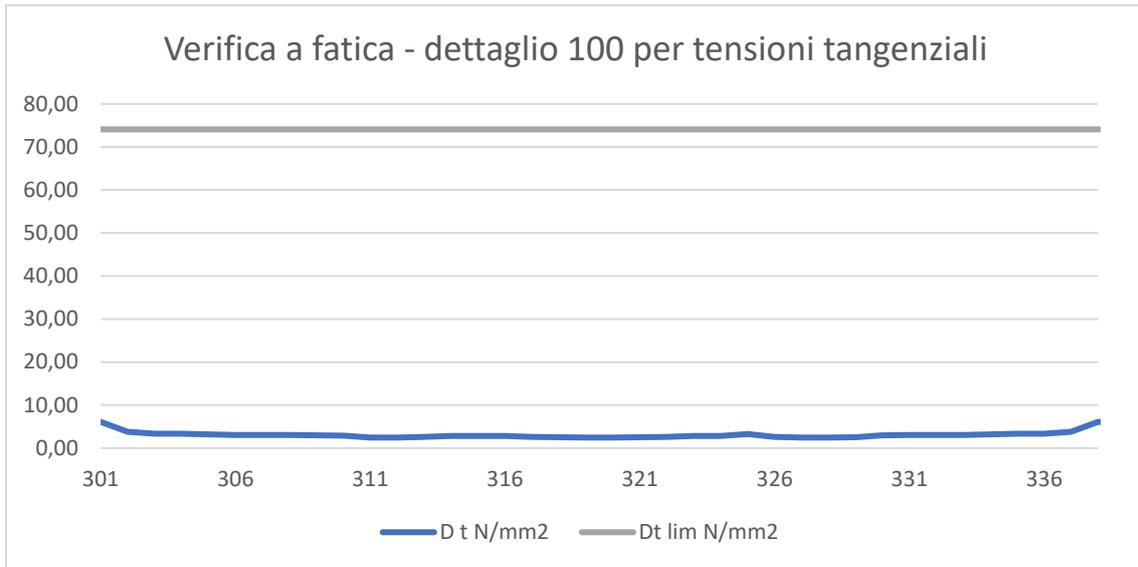


Figura 192 – Trave n°1. Verifiche a fatica dei pannelli d'anima per tensioni tangenziali

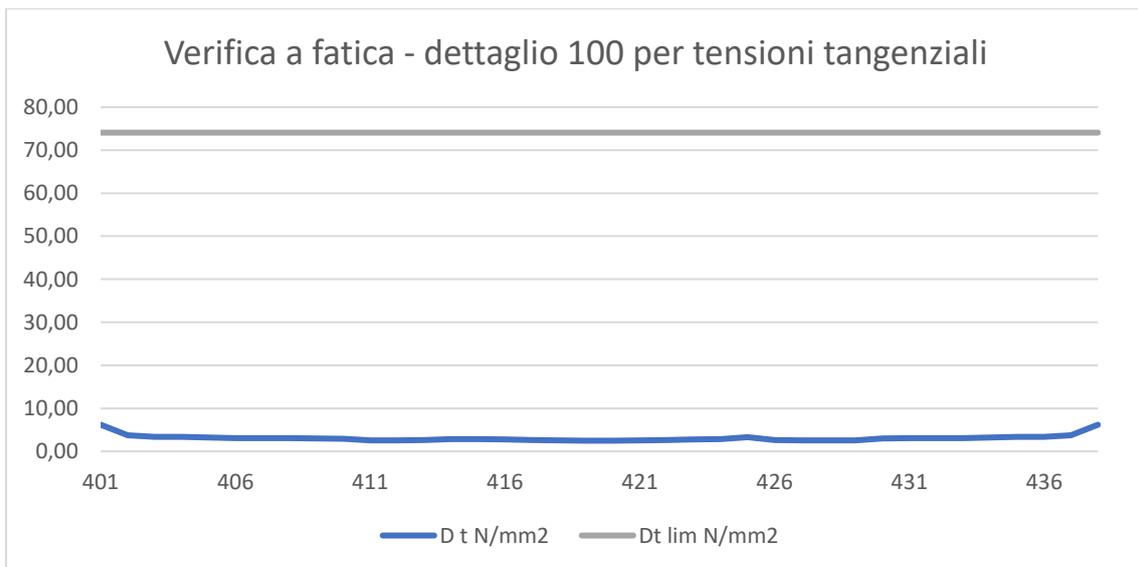


Figura 193 – Trave n°2. Verifiche a fatica dei pannelli d'anima per tensioni tangenziali

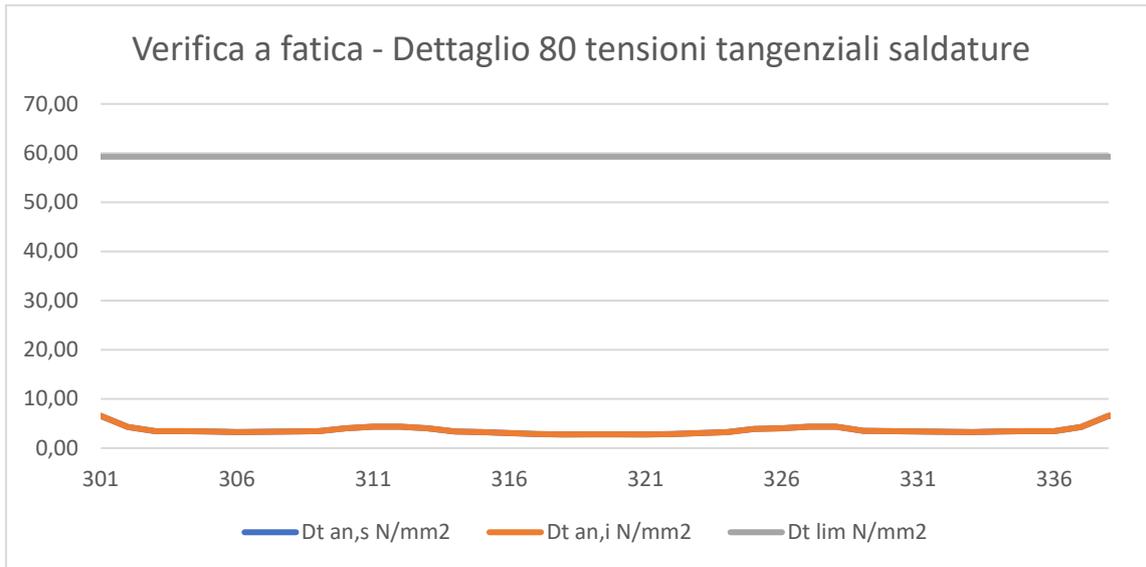


Figura 194 – Trave n°1. Verifiche a fatica delle saldature anima-piattabande per tensioni tangenziali

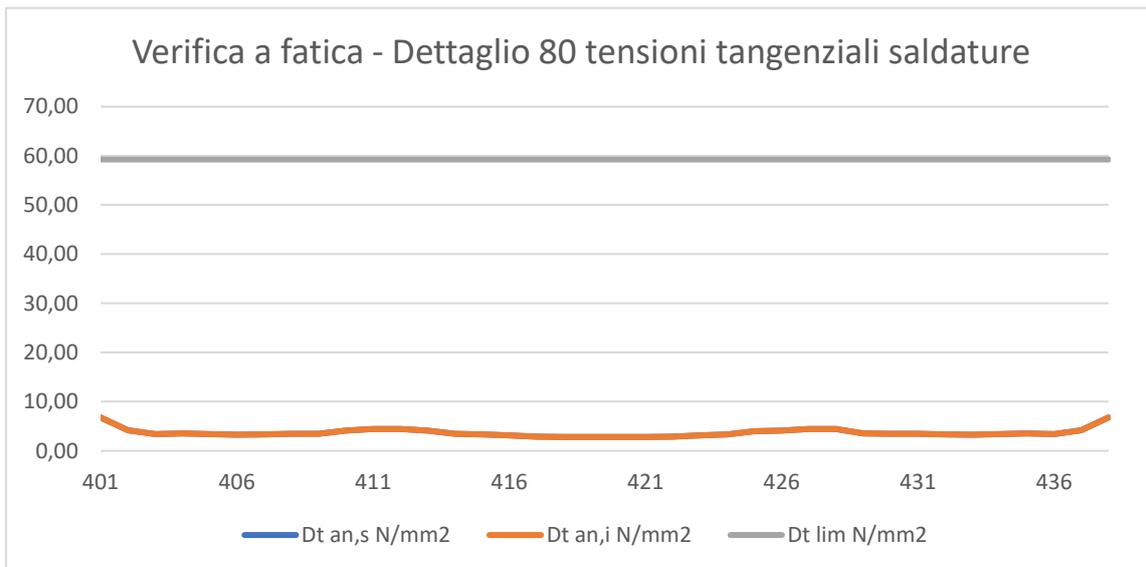


Figura 195 – Trave n°2. Verifiche a fatica delle saldature anima-piattabande per tensioni tangenziali

Montanti

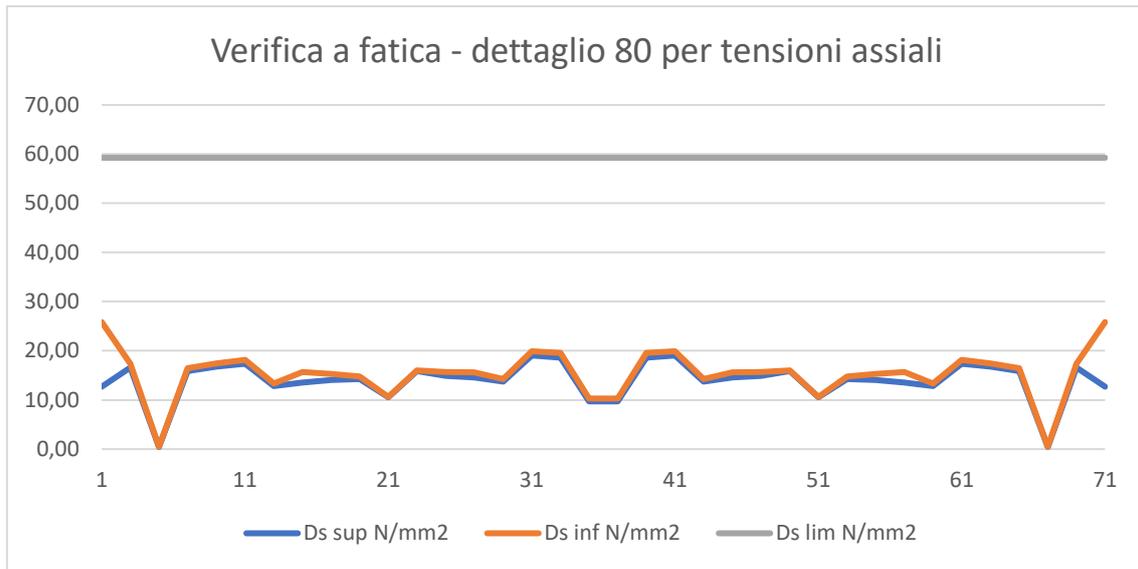


Figura 196 – Trave n°1. Verifiche a fatica delle piattabande per tensioni assiali

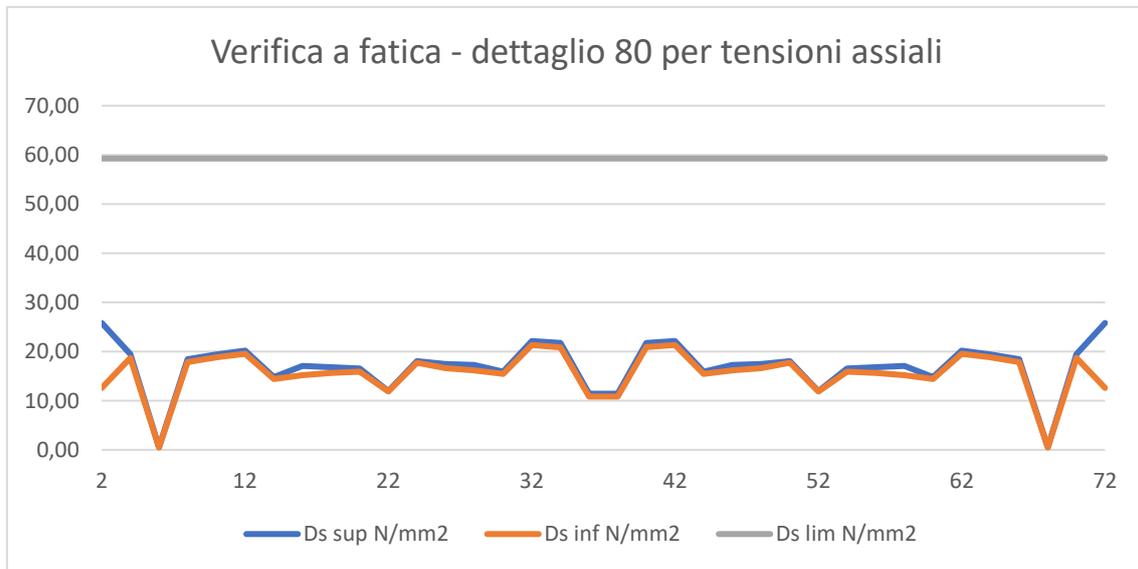


Figura 197 – Trave n°2. Verifiche a fatica delle piattabande per tensioni assiali

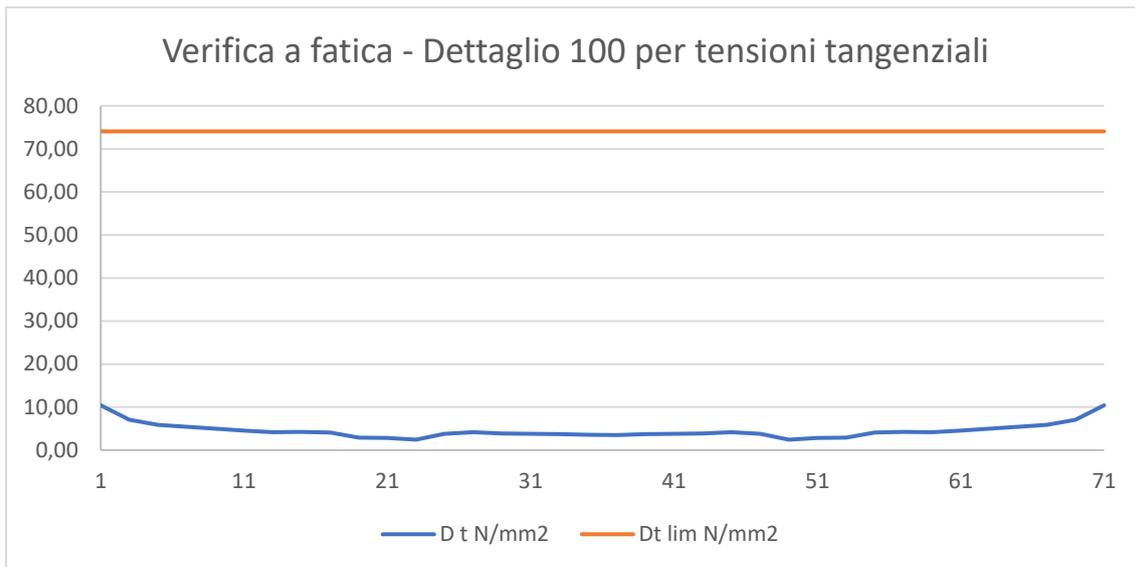


Figura 198 – Trave n°1. Verifiche a fatica dei pannelli d'anima per tensioni tangenziali

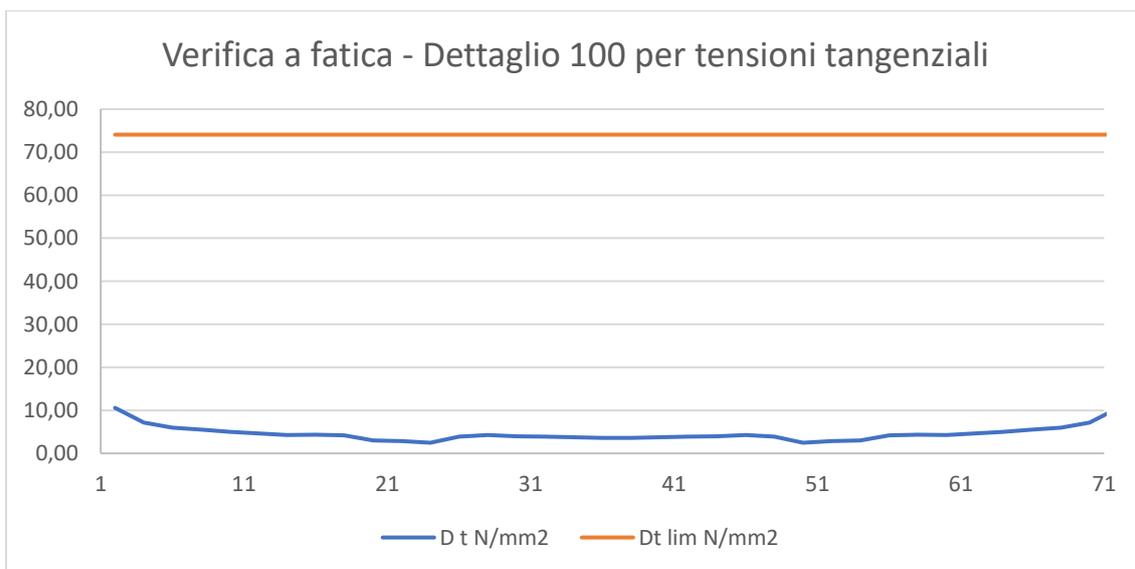


Figura 199 – Trave n°2. Verifiche a fatica dei pannelli d'anima per tensioni tangenziali

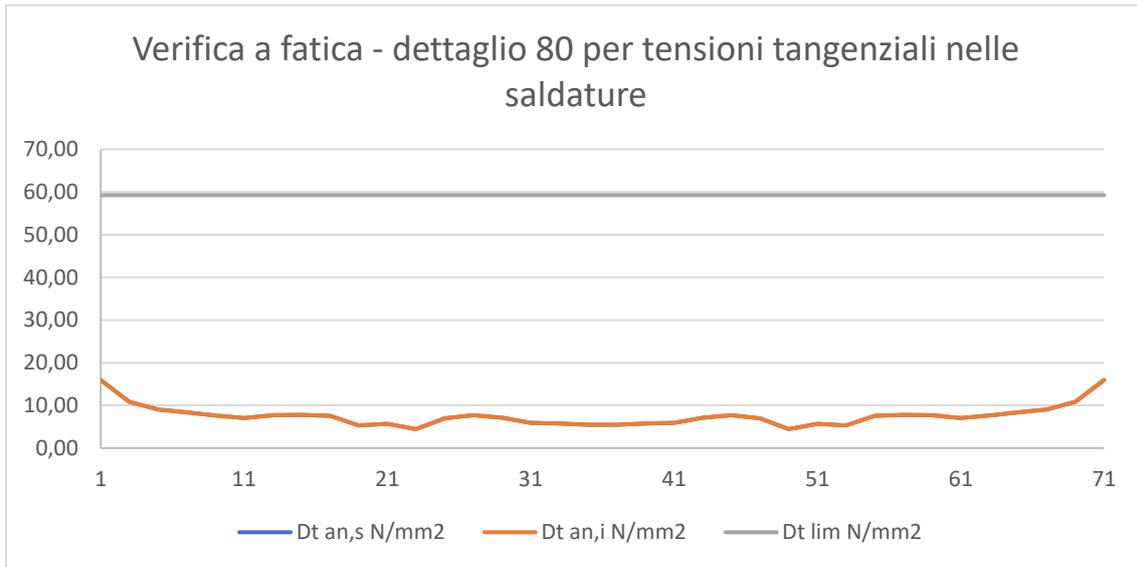


Figura 200 – Trave n°1. Verifiche a fatica delle saldature anima-piattabande per tensioni tangenziali

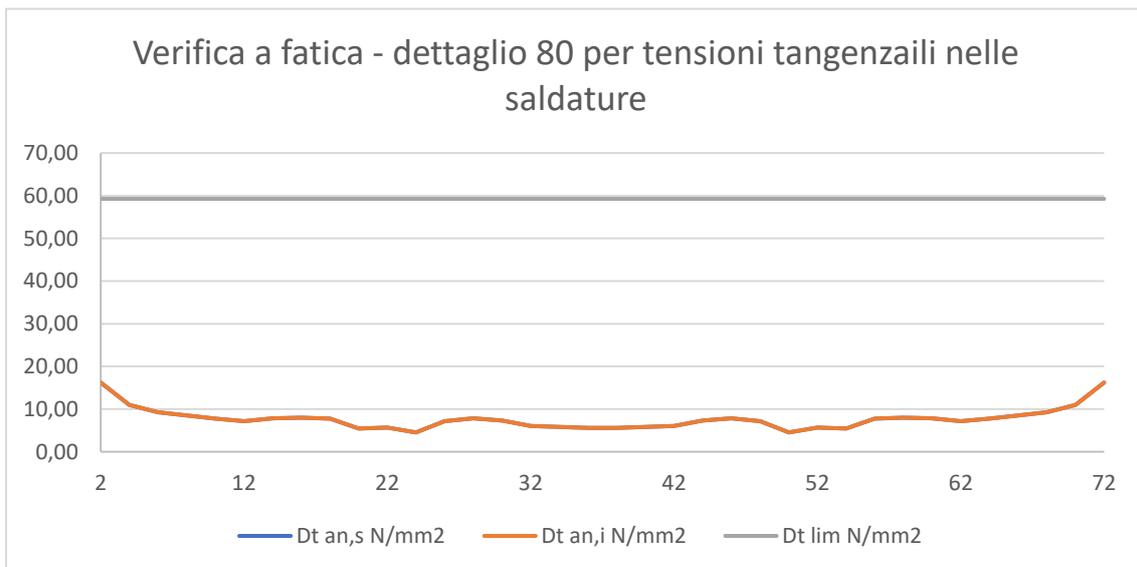


Figura 201 – Trave n°2. Verifiche a fatica delle saldature anima-piattabande per tensioni tangenziali

Diagonali

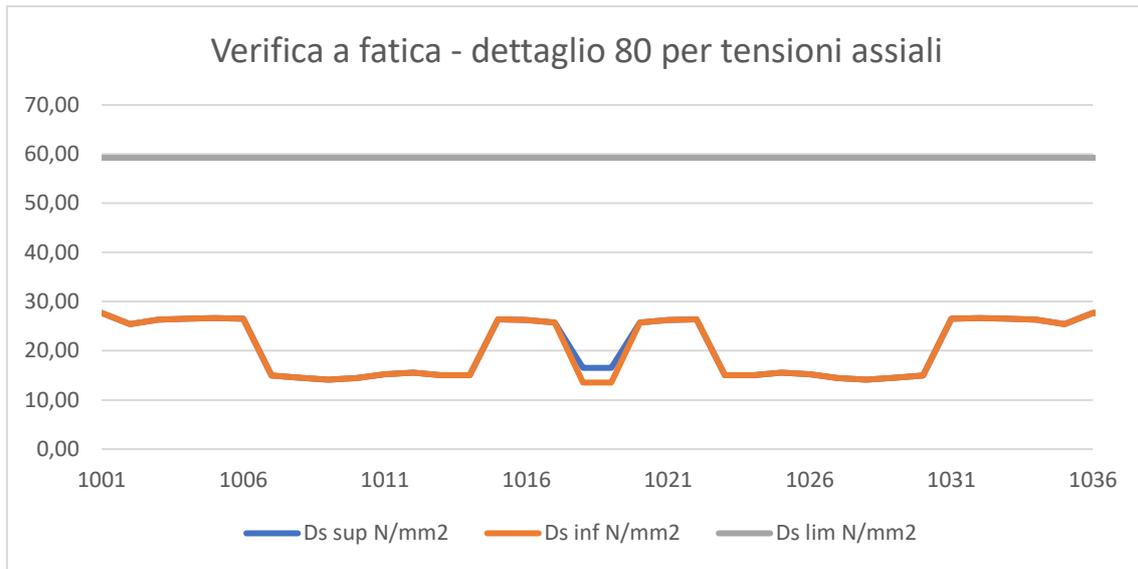


Figura 202 – Trave n°1. Verifiche a fatica per tensioni assiali

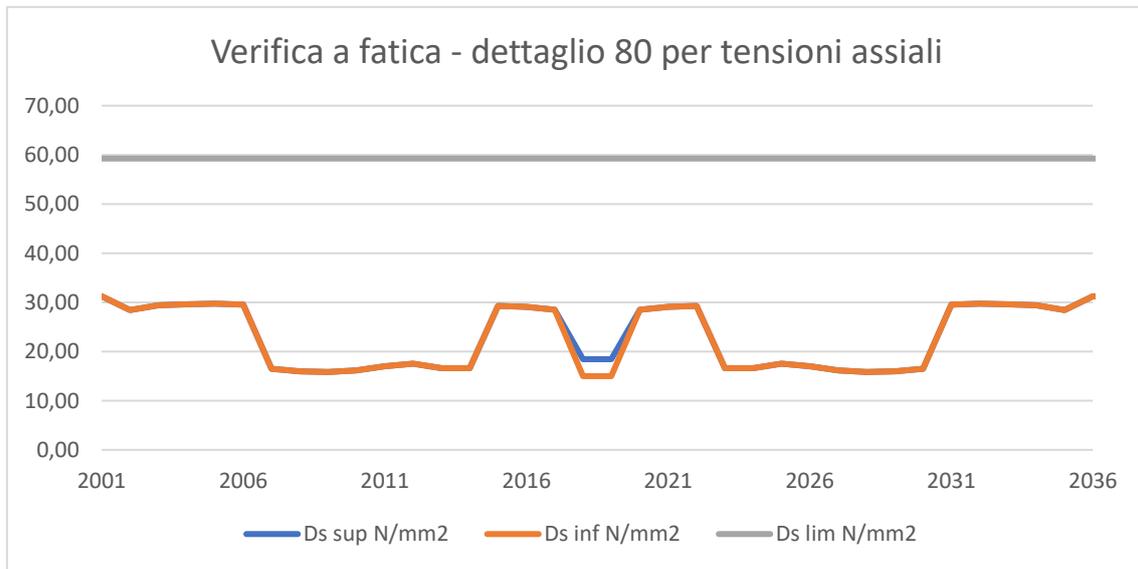


Figura 203 – Trave n°2. Verifiche a fatica per tensioni assiali

Le tensioni tangenziali nei diagonali sono circa zero, per cui i grafici sono omessi.

10 VERIFICA TRAVERSI

Nei sotto-paragrafi seguenti si riportano degli accenni teorici e normativi sulle modalità di verifica seguite. Si descrivono inoltre le varie assunzioni che sono state fatte.

A seguire, nell'ultimo sotto-paragrafo, vengono esposti i risultati in forma sintetica delle verifiche effettuate.

Si individuano due traversi tipologici, quello delle spalle e quello corrente. Ogni traverso è stato modellato con 14 frame, di cui a seguire si riportano le caratteristiche.

- Sez. tipo tipologia di concio in cui ricade la sezione;
- $\Phi 1$, $s1$, $cf1$ rispettivamente: diametro, passo e distanza "baricentro barre-estradosso soletta" dell'armature superiore;
- $\Phi 2$, $s2$, $cf2$ rispettivamente: diametro, passo e distanza "baricentro barre-intradosso soletta (esclusa la predalla)" dell'armature inferiore;
- s pioli passo dei connettori trave-soletta a piolo;
- n pioli numero dei connettori trave-soletta a piolo per ogni allineamento;

	Sez. tipo	$\Phi 1$	$s1$	$c1$	$\Phi 2$	$s2$	$c2$	s pioli	n pioli
Traversi di spalla	TR2	14	200	50	14	200	10	100	3
	TR2	14	200	50	14	200	10	100	3
	TR2	14	200	50	14	200	10	100	3
	TR2	14	200	50	14	200	10	100	3
	TR2	14	200	50	14	200	10	200	2
	TR2	14	200	50	14	200	10	200	2
	TR2	14	200	50	14	200	10	200	2
	TR2	14	200	50	14	200	10	200	2
	TR2	14	200	50	14	200	10	200	2
	TR2	14	200	50	14	200	10	200	2
	TR2	14	200	50	14	200	10	100	3
	TR2	14	200	50	14	200	10	100	3
	TR2	14	200	50	14	200	10	100	3
	TR2	14	200	50	14	200	10	100	3
Traversi correnti	TR1	14	200	50	14	200	10	100	3
	TR1	14	200	50	14	200	10	100	3
	TR1	14	200	50	14	200	10	100	3
	TR1	14	200	50	14	200	10	200	2
	TR1	14	200	50	14	200	10	200	2
	TR1	14	200	50	14	200	10	200	2
	TR1	14	200	50	14	200	10	200	2
	TR1	14	200	50	14	200	10	200	2

Sez. tipo	$\Phi 1$	s1	c1	$\Phi 2$	s2	c2	s pioli	n pioli
TR1	14	200	50	14	200	10	100	3
TR1	14	200	50	14	200	10	100	3
TR1	14	200	50	14	200	10	100	3
TR1	14	200	50	14	200	10	100	3

10.1.1 Verifica SLU a presso/tenso-flessione

Si veda il paragrafo 9.1.1.

10.1.2 Verifica SLU per instabilità a taglio dell'anima

Si veda il paragrafo 9.1.2.

10.1.3 Verifica SLU di interazione taglio-momento

Si veda il paragrafo 9.1.3.

10.1.4 Verifica SLU delle saldature anima-piattabanda

Si veda il paragrafo 9.1.4. Per i traversi correnti, trattandosi di profili commerciali, tali verifiche non sono necessarie.

10.1.5 Verifica SLU dei connettori trasverso-soletta

Le verifiche dei connettori sono state effettuate secondo quanto prescritto al paragrafo §4.3.4.3.1.2 delle NTC18.

Sono stati disposti su ciascuna piattabanda 2 pioli $\Phi 22$ a passo 20cm, fatta eccezione per i primi 3 metri a partire dal corrente, per i quale sono stati disposti 3 pioli $\Phi 22$ a passo 10cm.

La resistenza di calcolo a taglio dei connettori è stata assunta pari al minore dei seguenti valori:

$$P_{Rd,a} = 0.8 f_{tk} (\pi d^2/4) / \gamma_V \quad (\text{resistenza a taglio del gambo del piolo})$$

$$P_{Rd,c} = 0.29 \alpha d^2 \sqrt{(f_{ck} E_{cm})} / \gamma_V \quad (\text{resistenza a schiacciamento del calcestruzzo})$$

Dove:

$$\gamma_V = 1.25 \quad \text{fattore parziale di sicurezza}$$

$f_{tk} = 450 \text{ MPa}$	resistenza a rottura dell'acciaio del piolo
$f_{ck} = 32 \text{ MPa}$	resistenza cilindrica del calcestruzzo della soletta
$d = 22 \text{ mm}$	diametro del piolo
$h_{sc} = 175 \text{ mm}$	altezza del piolo esclusa la saldatura
$\alpha = 0.2 (h_{sc}/d + 1)$	per $3 \leq h_{sc} / d \leq 4$
$\alpha = 1.0$	per $h_{sc} / d > 4$

Si ottiene dunque per il singolo piolo:

$$P_{Rd,a} = 109.5 \text{ kN}$$

$$P_{Rd,c} = 116.0 \text{ kN}$$

In definitiva risulta essere:

$$P_{Rd} = 109.5 \text{ kN}$$

La portata di progetto dei connettori è dunque pari a:

$$q_{Rd} = 1094.8 \text{ kN/m lungo sviluppo trasversi, fatta eccezione per i primi (ultimi) 3 m;}$$

$$q_{Rd} = 3284.3 \text{ kN/m per i primi due metri a partire dai correnti.}$$

Per quanto riguarda la valutazione dello scorrimento sollecitante, poiché le sezioni sono state calcolate attraverso un approccio elastico (sezioni in classe 3 e 4), la forza di scorrimento agente sui connettori è stata valutata anch'essa attraverso la teoria elastica.

La forza di scorrimento è data da:

$$q_{Ed} = V_{Ed} S / J \quad (\text{formulazione di Jourawsky})$$

In cui V_{Ed} è il taglio di progetto derivante dal modello globale, S e J sono rispettivamente il momento statico della soletta rispetto al baricentro e il momento d'inerzia della sezione mista, entrambi calcolati, a favore di sicurezza, assumendo, in accordo con le UNI EN 1994-2, soletta non fessurata (anche laddove nel modello globale la soletta è assunta come fessurata).

Agli estremi della soletta si è tenuto conto delle azioni concentrate dovute agli effetti del delta termico tra trave e soletta (assunto pari a 5°C) e del ritiro primario.

Le verifiche SLU dei pioli si intendono soddisfatte se:

$$q_{Ed} < q_{Rd}$$

10.1.6 Verifica SLU dell'armatura trasversale in soletta

Al fine di evitare rotture fragili nel calcestruzzo della soletta per effetto degli sforzi di taglio che si concentrano in prossimità dei pioli, è necessario che tali azioni vengano assorbite da un'adeguata armatura trasversale.

La verifica è stata condotta in accordo con quanto indicato al §6.2.4 delle UNI EN 1992-1-1:

L'armatura trasversale per unità di lunghezza A_{sf}/s_f può essere determinata come segue:	
$(A_{sf}f_{yd}/s_f) \geq v_{Ed} h_f / \cot \theta_f$	(6.21)
Per prevenire la rottura dei puntoni compressi nella piattabanda, si raccomanda di soddisfare la seguente condizione:	
$v_{Ed} \leq v_{cd} \sin \theta_f \cos \theta_f$	(6.22)
L'intervallo di valori ammesso per $\cot \theta_f$ da adottare in uno Stato può essere reperito nella sua appendice nazionale. In assenza di calcoli più rigorosi, i valori raccomandati sono:	
$1,0 \leq \cot \theta_f \leq 2,0$	per piattabande compresse ($45^\circ \geq \theta_f \geq 26,5^\circ$)
$1,0 \leq \cot \theta_f \leq 1,25$	per piattabande tese ($45^\circ \geq \theta_f \geq 38,6^\circ$)

Figura 204 – Calcolo armatura trasversale in accordo col §6.2.4 delle UNI-EN 1992-1-1

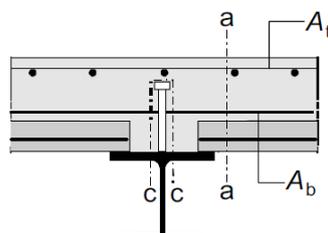


Figura 205 – Piani di potenziale rottura nella soletta

Con v_{Ed} si indica la tensione agente sulla sezione di potenziale rottura di dimensione h_f .

Coerentemente a quanto fatto per le travi e i pioli, la sollecitazione di scorrimento sulla sezione "a-a" (Figura 205) è stata calcolata sulla base della teoria elastica:

$$v_{Ed} = q_{Ed} / 2h_f$$

dove con q_{Ed} si indica lo scorrimento di progetto con il quale sono stati calcolati i pioli (Figura 107).

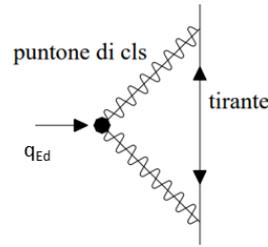


Figura 206 – Schema di calcolo per la valutazione delle sollecitazioni agenti sull'armatura trasversale

L'armatura trasversale per unità di lunghezza deve soddisfare la relazione:

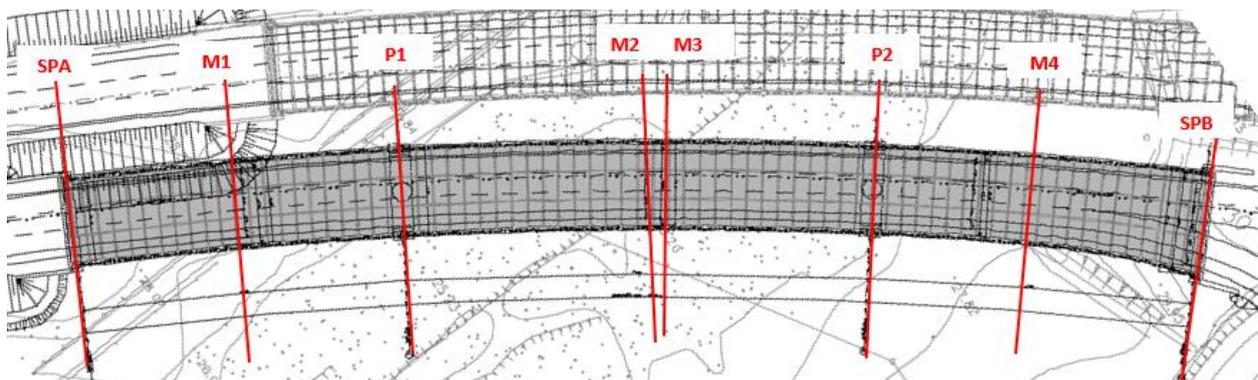
$$A_{sf} / s_f > q_{Ed} / (2 \cot \theta_f \cdot f_{yd})$$

Nelle verifiche si è tenuto conto della sola armatura trasversale inferiore in quanto l'armatura superiore si considera, a favore di sicurezza, già plasticizzata per effetto del momento flettente negativo dovuto agli effetti locali.

10.1.7 Risultati delle verifiche sezionali SLU

Nel seguito si riportano i risultati ottenuti su otto traversi, individuati come nell'immagine seguente.

Ciascun traverso è caratterizzato da 14 frame.



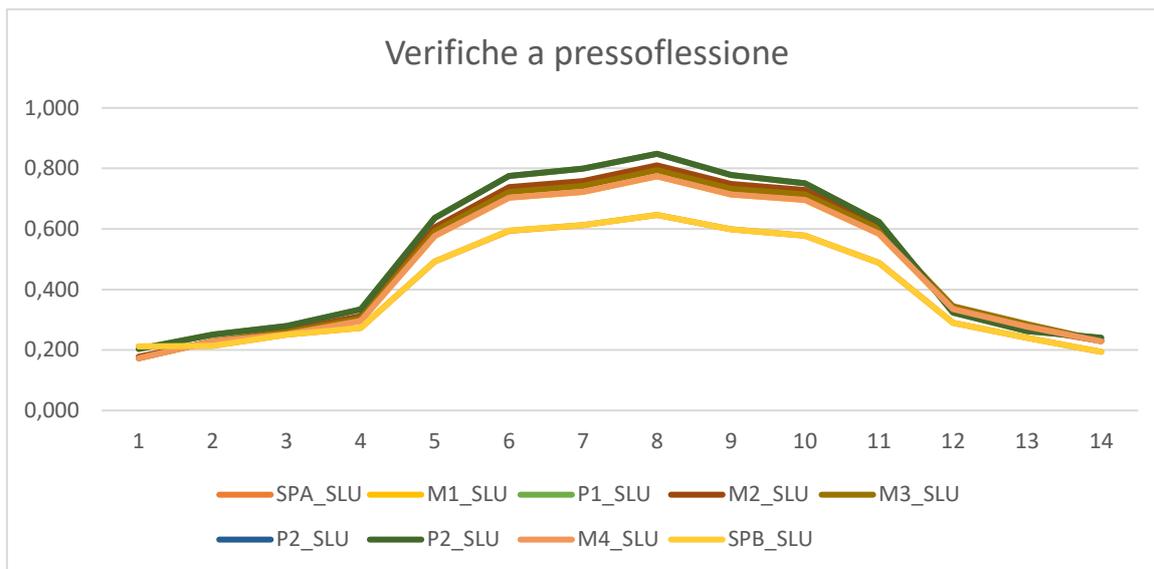


Figura 207 –Verifiche SLU a presso/tenso-flessione

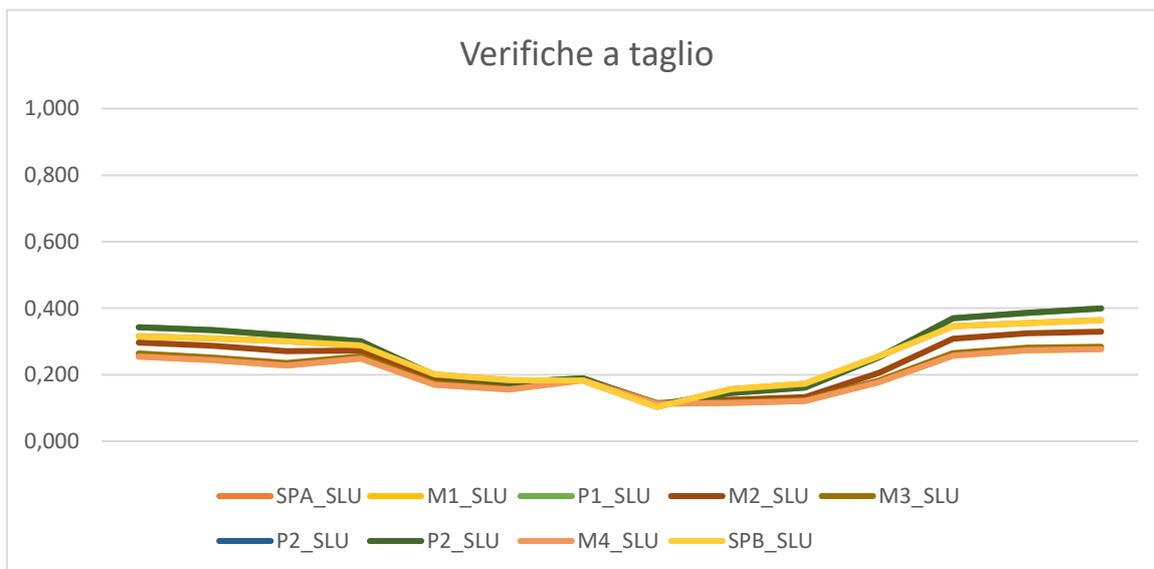


Figura 208 –Verifiche SLU a taglio dell'anima

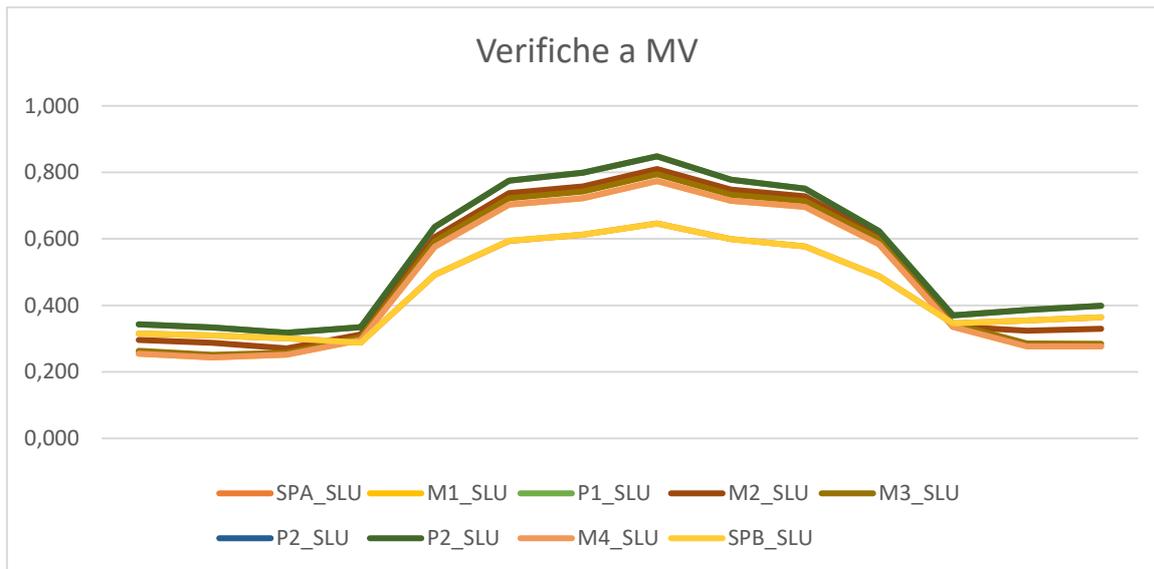


Figura 209 –Verifiche SLU a interazione taglio-momento

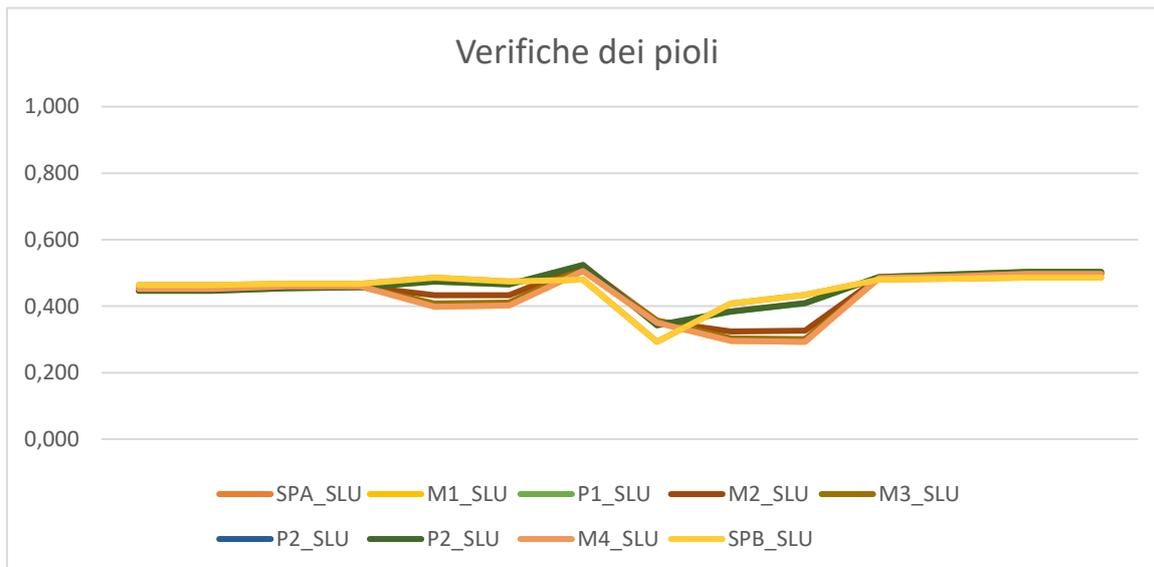


Figura 210 –Verifiche SLU dei connettori a piolo

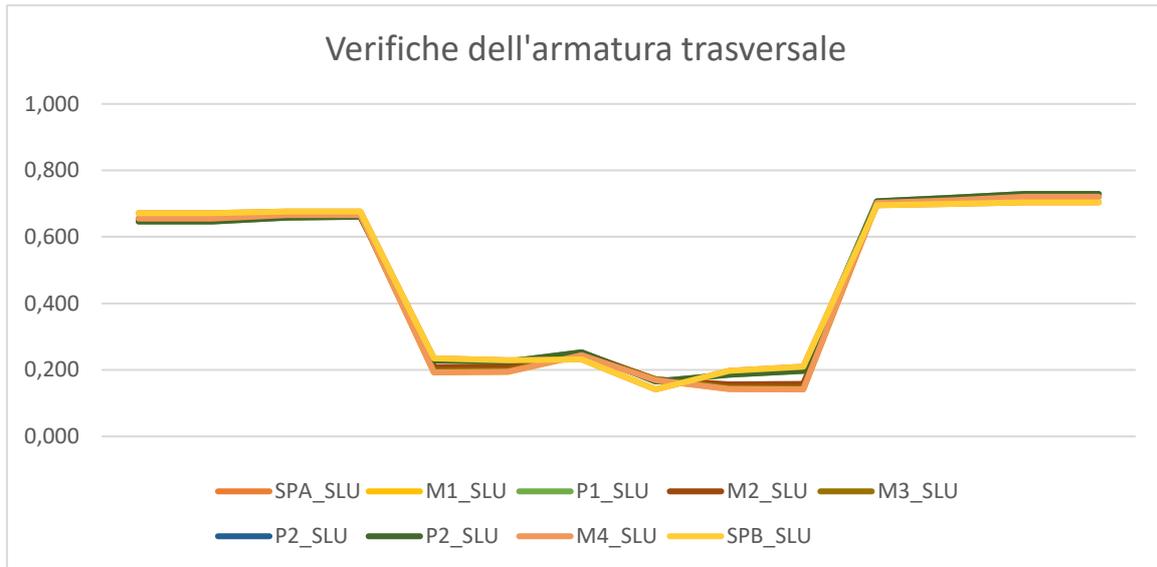


Figura 211 –Verifiche SLU dell'armatura trasversale

10.1.7.1 Traverso di spalla – appoggio

TR2-SPA-3001 - Combinazione n°35 (Tempo infinito)

SOLLECITAZIONI DI PROGETTO SLU SULLA TRAVE										
		g1	g2	qt	q5	q7	ε2	ε4	E	TOT
Ned	[kN]	23	1	-145	49	0	-1215	0	0	-1287
Med	[kNm]	180	47	-501	-4	0	680	0	0	402
Ved	[kN]	-166	-70	-766	-30	0	-7	0	0	-1038
Ted	[kNm]	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ε sol	[-]	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	3.94E-04	0.00E+00	0.00E+00	-

VERIFICA SLU PER PRESSO/TENSO FLESSIONE			
FESSURAZIONE DELLA SOLETTA. Nota: sono escluse le tensioni uniformi legate all'effetto primario delle coazioni			
σ sol,s	[Mpa]	-0.8	Tensione su lembo superiore soletta.
σ sol,i	[Mpa]	-1.1	Tensione su lembo inferiore soletta.
Soletta	[-]	Non Fess	Soletta non fessurata/fessurata/parzializzata

EFFETTO SHEAR LAG NELLE PIATTABANDE					
Criterio di calcolo elastoplastico: Aeff = beta^k * Ac,eff dove k = b_lorda / Le					
Pannello	pb	sup/int	sup/est	inf/int	inf/est
β	[-]	1.000	1.000	1.000	1.000
β^k	[-]	1.000	1.000	1.000	1.000

CLASSIFICAZIONE DELLA SEZIONE (NTC2018-§4.2.3.1)				
Tensioni calcolate con caratteristiche inerziali lorde. Piattabanda superiore in classe 1 poiché connessa alla soletta.				
	Anima	Pb sup	Pb inf	
σ sup	[MPa]	-29.2	-31.4	8.1
σ inf	[MPa]	5.8	-31.4	8.1
ε	[-]	0.814	0.814	0.814
ψ	[-]	-0.200	-	-
k	[-]	3.403	-	-
c int / t	[-]	46.7	2.5	2.5
c est / t	[-]	-	2.5	2.5
limite cl. 3	[-]	192.6	-	-
Classe pan.	[-]	3	1	1
Classe sezione	[-]	3		

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE EFFICACI (SHEAR LAG E LOCAL BUCKLING)									
	g1	g2	qt	q5	q7	ε2	ε4	E	

n	[-]	1E+15	18.386	6.298	6.298	6.298	17.7	18.386	6.298
zG	[mm]	500	221	65	65	65	216	221	65
A	[mm ²]	50472	88715	153025	153025	153025	90013	88715	153025
A n	[mm ²]	5.05E+19	1.63E+06	9.64E+05	9.64E+05	9.64E+05	1.59E+06	1.63E+06	9.64E+05
J	[mm ⁴]	8.60E+09	1.79E+10	2.32E+10	2.32E+10	2.32E+10	1.80E+10	1.79E+10	2.32E+10
W sol,s	[mm ³]	-	-	-	-4.64E+08	-4.64E+08	-6.86E+08	-6.97E+08	-4.64E+08
W arm,s	[mm ³]	-	-	-	-8.76E+07	-8.76E+07	-4.34E+07	-4.24E+07	-8.76E+07
W pb,s	[mm ³]	-	-	-	-3.57E+08	-3.57E+08	-8.37E+07	-8.09E+07	-3.57E+08
W an,s	[mm ³]	-	-	-	-2.58E+09	-2.58E+09	-1.13E+08	-1.08E+08	-2.58E+09
W an,i	[mm ³]	1.94E+07	1.08E+08	2.58E+09	2.64E+07	2.64E+07	2.48E+07	2.47E+07	2.64E+07
W pb,i	[mm ³]	1.72E+07	8.09E+07	3.57E+08	2.48E+07	2.48E+07	2.30E+07	2.29E+07	2.48E+07
Δ baricentro	[mm]	0	0	0	0	0	0	0	0

TENSIONI NORMALI - VERIFICA

	g1	g2	qt	q5	q7	ε2	ε4	E	Ed	Rd	η1
σ sol,s [MPa]	0.0	-0.1	0.9	0.1	0.0	2.9	0.0	0.0	3.8	18.1	0.21
σ arm,s [MPa]	0.0	-1.1	4.8	0.4	0.0	-29.2	0.0	0.0	-25.1	391.3	0.06
σ pb,s [MPa]	-10.0	-0.6	0.5	0.3	0.0	-21.6	0.0	0.0	-31.4	338.1	0.09
σ an,s [MPa]	-8.8	-0.4	-0.8	0.3	0.0	-19.5	0.0	0.0	-29.2	338.1	0.09
σ an,i [MPa]	9.7	1.9	-19.9	0.2	0.0	13.9	0.0	0.0	5.8	338.1	0.02
σ pb,i [MPa]	10.9	2.1	-21.1	0.2	0.0	16.1	0.0	0.0	8.1	338.1	0.02

Tasso di sfruttamento η1

η1 [-] **0.21**

VERIFICA SLU A TAGLIO

Resistenza per instabilità a taglio - Contributo offerto dall'anima

Pannello	ID	INTERO	
bw	[mm]	888	Altezza pannello d'anima
t	[mm]	19	Spessore pannello d'anima
a	[mm]	6200	Distanza tra due irrigiditori longitudinali rigidi
η	[-]	1.20	Coefficiente come da § C.4.2.4.1.3.4 Circolare 2019
bw/t	[-]	46.7	Rapporto altezza/spessore pannello d'anima
κτ	[-]	5.42	Coefficiente di imbozzamento a taglio
Lim. Verifica	[-]	48.8	Limite per il quale è richiesta la verifica
Nec. Verifica	[-]	NO	È richiesta la verifica di instabilità a taglio?
σE	[Mpa]	-	Tensione critica Euleriana
τcr	[Mpa]	-	Tensione tangenziale critica
λw	[-]	-	Snellezza adimensionale
end post	[-]	Non rigidi	Tipologia di irrigidimenti d'appoggio
Xw	[mm]	1.200	Coefficiente di instabilità a taglio
Vbw,Rd	[kN]	3772	Contributo dell'anima alla resistenza per instabilità a taglio

Resistenza per instabilità a taglio - Contributo offerto dalle piattabande

A favore di sicurezza, non si è tenuto conto del contributo alla resistenza a taglio offerto dalle piattabande

Verifica a taglio

Ved	[kN]	-1038	Taglio sollecitante di progetto (azione parallela all'anima)
Vb,rd	[kN]	3772	Resistenza per instabilità a taglio UNI EN 1993-1-5-cap.6
Vc,rd	[kN]	3293	Resistenza a taglio NTC2018 §4.2.4.1.2.4

Tasso di sfruttamento η3

η3 [-] **0.32**

VERIFICA SLU DI INTERAZIONE TAGLIO-MOMENTO

A favore di sicurezza al posto di Mpl,Rd è stato considerato Mel,Rd = Med/η1, per cui η1* = η1 .

Poiché il contributo alla resistenza per l'instabilità al taglio offerto dalle flange è stato trascurato, η3* = η3

Mf,Rd	[kNm]	4754	Momento resistente dato dalle sole flange
Mel,Rd	[kNm]	1898	Momento resistente elastico della sezione
Med / Mf,Rd	[-]	0.08	Tasso di utilizzo del momento resistente dato dalle sole flange
η3*	[-]	0.32	Tasso di utilizzo della resistenza a taglio data dall'anima
Nec. Interaz.	[-]	NO	Richiesta verifica di interazione taglio-momento?
η1*	[-]	0.21	Tasso di utilizzo della resistenza a presso-flessione

Tasso di sfruttamento per l'iterazione taglio-momento η VM

η VM [-] **0.32**

VERIFICA SLU A SCORRIMENTO DEI PIOLI

IPOTESI DI CALCOLO

In accordo con quanto indicato nelle UNI EN 1994-2, laddove la soletta risulta fessurata, questa si considera comunque come non fessurata.

In tale circostanza, baricentro e inerzia, sono stati calcolati aggiungendo alle proprietà efficaci il contributo della soletta.

Per il calcolo delle proprietà efficaci si rimanda alla verifica SLU-pressoflessione della sezione per la presente combinazione di carichi.

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE (EFFICACI SE SEZIONE DI CLASSE 4)

		g1	g2	qt	q5	q7	ε2	ε4	E
n	[-]	1E+15	18.386	6.298	6.298	6.298	17.7	18.386	6.298
zG	[mm]	500	221	65	65	65	216	221	65
J	[mm4]	8.60E+09	1.79E+10	2.32E+10	2.32E+10	2.32E+10	1.80E+10	1.79E+10	2.32E+10
S*	[mm3]	0.00E+00	1.41E+07	2.20E+07	2.20E+07	2.20E+07	1.44E+07	1.41E+07	2.20E+07
Ω Bredt	[mm2]	-	-	-	-	-	-	-	-

SCORRIMENTO LEGATO AL TAGLIO VERTICALE

		g1	g2	qt	q5	q7	ε2	ε4	E	Ed
Ved	[kN]	0	-47	0	0	0	0	0	0	-47
Ted	[kNm]	0	0	0	0	0	0	0	0	0
q ed,1	[kN/m]	0.0	-36.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-36.8

SCORRIMENTO LEGATO A EFFETTO PRIMARIO DI RITIRO E VARIAZIONE TERMICA DIFFERENZIALE TRAVE-SOLETTA

Ned,rit	[kN]	2877	Azioni assiale trasferita tra trave e soletta per effetto dell'azione di ritiro							
Ned,dt	[kN]	1926	Azioni assiale trasferita tra trave e soletta per effetto della termica differenziale							
L diff	[m]	3.08	Lunghezza di diffusione dell'azione (Ldiff = Beff)							
q ed,2	[kN/m]	1559.2	Scorrimento legato alle azioni concentrate							

SCORRIMENTO TOTALE - VERIFICA

q ed,tot	[kN/m]	1522.4	Scorrimento totale qed,1+qed,2 di progetto							
q rd	[kN/m]	3284.3	Scorrimento resistente di progetto							

Tasso di sfruttamento η dei pioli

η pioli	[-]	0.46								
---------	-----	-------------	--	--	--	--	--	--	--	--

VERIFICA PER AZIONI CONCENTRATE IN SOLETTA IN CORRISPONDENZA DEI PIOLI

Parametri per il calcolo dello scorrimento sulla sezione di potenziale rottura a-a

q,ed,tot	[kN/m]	1522.4	Scorrimento sollecitante di progetto							
σ pb,s	[MPa]	-0.4	Tensione agente sulla piattabanda superiore							
cotg(θf)	[-]	1.00	Cotg dell'angolo del puntone di cls: 1<cotgθ≤2 per flangia compressa; 1<cotgθ≤1.25 per flangia tesa							

Verifica dell'armatura trasversale

(Asf / sf)min	[mm2/m]	1945	Armatura trasversale per unità di lunghezza minima							
Asf / sf	[mm2/m]	3142	Armatura trasversale per unità di lunghezza presente							
η arm	[-]	0.62	Tasso di sfruttamento SLU dell'armatura							

Verifica a schiacciamento del puntone compresso

hf	[°]	250	Altezza della soletta (inclusa predalla)							
v rd,c	[MPa]	4.5	Resistenza a scorrimento per rottura del puntone compresso							
v ed	[MPa]	3.0	Tensione di scorrimento							
η cls	[-]	0.67	Tasso di sfruttamento SLU del calcestruzzo							

10.1.7.2 Traverso di spalla – mezzeria

TR2-SPA-3008 - Combinazione n°1204 (Tempo infinito)

SOLLECITAZIONI DI PROGETTO SLU SULLA TRAVE

		g1	g2	qt	q5	q7	ε2	ε4	E	TOT
Ned	[kN]	20	1	584	113	-58	-1216	0	0	-556
Med	[kNm]	904	330	3134	28	50	717	0	0	5162
Ved	[kN]	0	0	-138	1	55	0	0	0	-82
Ted	[kNm]	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ε sol	[-]	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	3.94E-04	0.00E+00	0.00E+00	-

VERIFICA SLU PER PRESSO/TENSO FLESSIONE

FESSURAZIONE DELLA SOLETTA. Nota: sono escluse le tensioni uniformi legate all'effetto primario delle coazioni

σ sol,s	[Mpa]	-8.5	Tensione su lembo superiore soletta.							
σ sol,i	[Mpa]	-3.5	Tensione su lembo inferiore soletta.							
Soletta	[-]	Non Fess	Soletta non fessurata/fessurata/parzializzata							

EFFETTO SHEAR LAG NELLE PIATTABANDE

Criterio di calcolo elastoplastico: $A_{eff} = \beta \cdot k \cdot A_c$, eff dove $k = b_{lorda} / L_e$

Pannello	pb	sup/int	sup/est	inf/int	inf/est
β	[-]	1.000	1.000	1.000	1.000
$\beta \cdot k$	[-]	1.000	1.000	1.000	1.000

CLASSIFICAZIONE DELLA SEZIONE (NTC2018-§4.2.3.1)

Tensioni calcolate con caratteristiche inerziali lorde. Piattabanda superiore in classe 1 poiché connessa alla soletta.

	Anima	Pb sup	Pb inf	
σ_{sup} [MPa]	-66.2	-83.1	218.5	Tensione al lembo superiore (sinistro per le pb) del pannello
σ_{inf} [MPa]	201.7	-83.1	218.5	Tensione al lembo inferiore (destra per le pb) del pannello
ϵ [-]	0.814	0.814	0.814	Coefficiente pari a $(235 / f_{yk})^{0.5}$
ψ [-]	-3.047	-	-	Rapporto $\sigma_{max} / \sigma_{min}$
k [-]	2.260	-	-	Coeff. correttivo del limite per la classe 3 pari a $(f_{yd} / \sigma_c)^{0.5}$
c int / t [-]	46.7	2.5	2.5	Rapporto tra dimensione e spessore del pannello (interno)
c est / t [-]	-	2.5	2.5	Rapporto tra dimensione e spessore del pannello (esterno)
limite cl. 3 [-]	805.3	-	-	Limite c/t per il quale la sezione passa da classe 3 a classe 4
Classe pan. [-]	3	1	1	Classe del pannello (se <3 assunta come classe 3)
Classe sezione [-]	3			Classe della sezione

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE EFFICACI (SHEAR LAG E LOCAL BUCKLING)

	g1	g2	qt	q5	q7	ϵ_2	ϵ_4	E
n [-]	1E+15	18.386	6.298	6.298	6.298	17.7	18.386	6.298
zG [mm]	500	221	65	65	65	216	221	65
A [mm ²]	50472	88715	153025	153025	153025	90013	88715	153025
A n [mm ²]	5.05E+19	1.63E+06	9.64E+05	9.64E+05	9.64E+05	1.59E+06	1.63E+06	9.64E+05
J [mm ⁴]	8.60E+09	1.79E+10	2.32E+10	2.32E+10	2.32E+10	1.80E+10	1.79E+10	2.32E+10
W sol,s [mm ³]	-	6.97E+08	4.64E+08	-4.64E+08	-4.64E+08	-6.86E+08	-6.97E+08	-4.64E+08
W arm,s [mm ³]	-	4.24E+07	8.76E+07	-8.76E+07	-8.76E+07	-4.34E+07	-4.24E+07	-8.76E+07
W pb,s [mm ³]	1.72E+07	8.09E+07	3.57E+08	-3.57E+08	-3.57E+08	-8.37E+07	-8.09E+07	-3.57E+08
W an,s [mm ³]	1.94E+07	1.08E+08	2.58E+09	-2.58E+09	-2.58E+09	-1.13E+08	-1.08E+08	-2.58E+09
W an,i [mm ³]	1.94E+07	2.47E+07	2.64E+07	2.64E+07	2.64E+07	2.48E+07	2.47E+07	2.64E+07
W pb,i [mm ³]	1.72E+07	2.29E+07	2.48E+07	2.48E+07	2.48E+07	2.30E+07	2.29E+07	2.48E+07
Δ baricentro [mm]	0	0	0	0	0	0	0	0

TENSIONI NORMALI - VERIFICA

	g1	g2	qt	q5	q7	ϵ_2	ϵ_4	E	Ed	Rd	η_1
$\sigma_{sol,s}$ [MPa]	0.0	-0.5	-6.1	0.1	-0.2	2.9	0.0	0.0	-3.9	18.1	0.21
$\sigma_{arm,s}$ [MPa]	0.0	-7.8	-32.0	0.4	-0.9	-30.0	0.0	0.0	-70.3	391.3	0.18
$\sigma_{pb,s}$ [MPa]	-52.1	-4.1	-5.0	0.7	-0.5	-22.1	0.0	0.0	-83.1	338.1	0.25
$\sigma_{an,s}$ [MPa]	-46.2	-3.0	2.6	0.7	-0.4	-19.8	0.0	0.0	-66.2	338.1	0.20
$\sigma_{an,i}$ [MPa]	47.0	13.4	122.5	1.8	1.5	15.4	0.0	0.0	201.7	338.1	0.60
$\sigma_{pb,i}$ [MPa]	52.9	14.4	130.1	1.8	1.6	17.7	0.0	0.0	218.5	338.1	0.65

Tasso di sfruttamento η_1

η_1 [-] **0.65**

VERIFICA SLU A TAGLIO

Resistenza per instabilità a taglio - Contributo offerto dall'anima

Pannello	ID	INTERO	
bw	[mm]	888	Altezza pannello d'anima
t	[mm]	19	Spessore pannello d'anima
a	[mm]	6200	Distanza tra due irrigiditori longitudinali rigidi
η	[-]	1.20	Coefficiente come da § C.4.2.4.1.3.4 Circolare 2019
bw / t	[-]	46.7	Rapporto altezza/spessore pannello d'anima
κ_t	[-]	5.42	Coefficiente di imbozzamento a taglio
Lim. Verifica	[-]	48.8	Limite per il quale è richiesta la verifica
Nec. Verifica	[-]	NO	È richiesta la verifica di instabilità a taglio?
σ_E	[MPa]	-	Tensione critica Euleriana
τ_{cr}	[MPa]	-	Tensione tangenziale critica
λ_w	[-]	-	Snellezza adimensionale
end post	[-]	Non rigidi	Tipologia di irrigidimenti d'appoggio
Xw	[mm]	1.200	Coefficiente di instabilità a taglio
Vbw,Rd	[kN]	3772	Contributo dell'anima alla resistenza per instabilità a taglio

Resistenza per instabilità a taglio - Contributo offerto dalle piattabande

A favore di sicurezza, non si è tenuto conto del contributo alla resistenza a taglio offerto dalle piattabande

Verifica a taglio

Ved [kN] -82

Taglio sollecitante di progetto (azione parallela all'anima)

Vb,rd	[kN]	3772	Resistenza per instabilità a taglio UNI EN 1993-1-5-cap.6
Vc,rd	[kN]	3293	Resistenza a taglio NTC2018 §4.2.4.1.2.4
Tasso di sfruttamento η_3			
η_3	[-]	0.02	

VERIFICA SLU DI INTERAZIONE TAGLIO-MOMENTO

A favore di sicurezza al posto di $M_{pl,Rd}$ è stato considerato $M_{el,Rd} = M_{ed}/\eta_1$, per cui $\eta_1^* = \eta_1$.

Poiché il contributo alla resistenza per l'instabilità al taglio offerto dalle flange è stato trascurato, $\eta_3^* = \eta_3$

Mf,Rd	[kNm]	5100	Momento resistente dato dalle sole flange
MeI,Rd	[kNm]	7985	Momento resistente elastico della sezione
Med / Mf,Rd	[-]	1.01	Tasso di utilizzo del momento resistente dato dalle sole flange
η_3^*	[-]	0.02	Tasso di utilizzo della resistenza a taglio data dall'anima
Nec. Interaz.	[-]	NO	Richiesta verifica di interazione taglio-momento?
η_1^*	[-]	0.65	Tasso di utilizzo della resistenza a presso-flessione

Tasso di sfruttamento per l'iterazione taglio-momento η_{VM}

η_{VM}	[-]	0.65	
-------------	-----	-------------	--

TR2-SPA-3008 - Combinazione n°33 (Tempo infinito)

VERIFICA SLU A SCORRIMENTO DEI PIOLI

IPOTESI DI CALCOLO

In accordo con quanto indicato nelle UNI EN 1994-2, laddove la soletta risulta fessurata, questa si considera comunque come non fessurata.

In tale circostanza, baricentro e inerzia, sono stati calcolati aggiungendo alle proprietà efficaci il contributo della soletta.

Per il calcolo delle proprietà efficaci si rimanda alla verifica SLU-presso-flessione della sezione per la presente combinazione di carichi.

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE (EFFICACI SE SEZIONE DI CLASSE 4)									
		g1	g2	qt	q5	q7	ϵ_2	ϵ_4	E
n	[-]	1E+15	18.386	6.298	6.298	6.298	17.7	18.386	6.298
zG	[mm]	500	221	65	65	65	216	221	65
J	[mm ⁴]	8.60E+09	1.79E+10	2.32E+10	2.32E+10	2.32E+10	1.80E+10	1.79E+10	2.32E+10
S*	[mm ³]	0.00E+00	1.41E+07	2.20E+07	2.20E+07	2.20E+07	1.44E+07	1.41E+07	2.20E+07
Ω Bredt	[mm ²]	-	-	-	-	-	-	-	-

SCORRIMENTO LEGATO AL TAGLIO VERTICALE										
		g1	g2	qt	q5	q7	ϵ_2	ϵ_4	E	Ed
Ved	[kN]	0	0	-338	-1	0	0	0	0	-339
Ted	[kNm]	0	0	0	0	0	0	0	0	0
q ed,1	[kN/m]	0.0	0.0	-319.8	-1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-320.7

SCORRIMENTO LEGATO A EFFETTO PRIMARIO DI RITIRO E VARIAZIONE TERMICA DIFFERENZIALE TRAVE-SOLETTA		
Ned,rit	[kN]	0 Azioni assiale trasferita tra trave e soletta per effetto dell'azione di ritiro
Ned,dt	[kN]	0 Azioni assiale trasferita tra trave e soletta per effetto della termica differenziale
L diff	[m]	- Lunghezza di diffusione dell'azione ($L_{diff} = B_{eff}$)
q ed,2	[kN/m]	0.0 Scorrimento legato alle azioni concentrate

SCORRIMENTO TOTALE - VERIFICA		
q ed,tot	[kN/m]	-320.7 Scorrimento totale qed,1+qed,2 di progetto
q rd	[kN/m]	1094.8 Scorrimento resistente di progetto

Tasso di sfruttamento η dei pioli		
η pioli	[-]	0.29

VERIFICA PER AZIONI CONCENTRATE IN SOLETTA IN CORRISPONDENZA DEI PIOLI

Parametri per il calcolo dello scorrimento sulla sezione di potenziale rottura a-a

q,ed,tot	[kN/m]	-320.7	Scorrimento sollecitante di progetto
$\sigma_{pb,s}$	[MPa]	-82.0	Tensione agente sulla piattabanda superiore
cotg(θ_f)	[-]	1.00	Cotg dell'angolo del puntone di cls: $1 \leq \cotg \theta \leq 2$ per flangia compressa; $1 \leq \cotg \theta \leq 1.25$ per flangia tesa

Verifica dell'armatura trasversale			
(Asf / sf)min	[mm ² /m]	410	Armatura trasversale per unità di lunghezza minima
Asf / sf	[mm ² /m]	3142	Armatura trasversale per unità di lunghezza presente
η_{arm}	[-]	0.13	Tasso di sfruttamento SLU dell'armatura

Verifica a schiacciamento del puntone compresso			
hf	[°]	250	Altezza della soletta (inclusa predalla)
v rd,c	[MPa]	4.5	Resistenza a scorrimento per rottura del puntone compresso
v ed	[MPa]	-0.6	Tensione di scorrimento
η_{cls}	[-]	0.14	Tasso di sfruttamento SLU del calcestruzzo

10.1.7.3 Traverso di pila – appoggio

TR1-P2-3742 - Combinazione n°617 (Tempo infinito)

SOLLECITAZIONI DI PROGETTO SLU SULLA TRAVE										
		g1	g2	qt	q5	q7	ε2	ε4	E	TOT
Ned	[kN]	-18	-18	-134	-12	-983	-3134	0	0	-4299
Med	[kNm]	242	123	61	-8	-247	1042	0	0	1213
Ved	[kN]	235	163	509	0	150	52	0	0	1109
Ted	[kNm]	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ε sol	[-]	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	3.94E-04	0.00E+00	0.00E+00	-

VERIFICA SLU PER PRESSO/TENSO FLESSIONE					
FESSURAZIONE DELLA SOLETTA. Nota: sono escluse le tensioni uniformi legate all'effetto primario delle coazioni					
σ sol,s	[Mpa]	-5.0	Tensione su lembo superiore soletta.		
σ sol,i	[Mpa]	-4.4	Tensione su lembo inferiore soletta.		
Soletta	[-]	Non Fess	Soletta non fessurata/fessurata/parzializzata		
EFFETTO SHEAR LAG NELLE PIATTABANDE					
Criterio di calcolo elastoplastico: $A_{eff} = \beta \cdot k \cdot A_c$, eff dove $k = b_{lorda} / L_e$					
Pannello	pb	sup/int	sup/est	inf/int	inf/est
β	[-]	1.000	1.000	1.000	1.000
β^k	[-]	1.000	1.000	1.000	1.000

CLASSIFICAZIONE DELLA SEZIONE (NTC2018-§4.2.3.1)				
Tensioni calcolate con caratteristiche inerziali lorde. Piattabanda superiore in classe 1 poiché connessa alla soletta.				
	Anima	Pb sup	Pb inf	
σ sup	[MPa]	-77.4	-81.3	26.2
σ inf	[MPa]	22.3	-81.3	26.2
ε	[-]	0.814	0.814	0.814
ψ	[-]	-0.288	-	-
k	[-]	2.090	-	-
c int / t	[-]	48.8	3.9	3.9
c est / t	[-]	-	3.9	3.9
limite cl. 3	[-]	124.2	-	-
Classe pan.	[-]	3	1	1
Classe sezione	[-]	3	Classe della sezione	

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE EFFICACI (SHEAR LAG E LOCAL BUCKLING)									
		g1	g2	qt	q5	q7	ε2	ε4	E
n	[-]	1E+15	18.386	6.298	6.298	6.298	17.7	18.386	6.298
zG	[mm]	500	180	31	31	31	175	180	31
A	[mm ²]	39232	77475	141785	141785	141785	78773	77475	141785
A n	[mm ²]	3.92E+19	1.42E+06	8.93E+05	8.93E+05	8.93E+05	1.39E+06	1.42E+06	8.93E+05
J	[mm ⁴]	6.29E+09	1.45E+10	1.86E+10	1.86E+10	1.86E+10	1.47E+10	1.45E+10	1.86E+10
W sol,s	[mm ³]	-	-	-	-4.17E+08	-4.17E+08	-6.12E+08	-6.21E+08	-4.17E+08
W arm,s	[mm ³]	-	-	-	-8.07E+07	-8.07E+07	-3.92E+07	-3.82E+07	-8.07E+07
W pb,s	[mm ³]	-	-	-	-6.09E+08	-6.09E+08	-8.40E+07	-8.06E+07	-6.09E+08
W an,s	[mm ³]	-	-	-	3.39E+09	3.39E+09	-1.06E+08	-1.01E+08	3.39E+09
W an,i	[mm ³]	1.35E+07	1.01E+08	1.99E+07	1.99E+07	1.99E+07	1.86E+07	1.86E+07	1.99E+07
W pb,i	[mm ³]	1.26E+07	1.77E+07	1.92E+07	1.92E+07	1.92E+07	1.78E+07	1.77E+07	1.92E+07
Δ baricentro	[mm]	0	0	0	0	0	0	0	0

TENSIONI NORMALI - VERIFICA												
		g1	g2	qt	q5	q7	ε2	ε4	E	Ed	Rd	η1
σ sol,s	[MPa]	0.0	-0.2	-0.3	0.0	-0.5	0.7	0.0	0.0	-0.3	18.1	0.02
σ arm,s	[MPa]	0.0	-3.5	-1.7	0.0	-3.9	-66.4	0.0	0.0	-75.4	391.3	0.19
σ pb,s	[MPa]	-19.7	-1.8	-1.0	-0.1	-6.5	-52.2	0.0	0.0	-81.3	338.1	0.24
σ an,s	[MPa]	-18.3	-1.5	-0.9	-0.1	-7.0	-49.6	0.0	0.0	-77.4	338.1	0.23
σ an,i	[MPa]	17.4	6.4	2.1	-0.5	-19.3	16.2	0.0	0.0	22.3	338.1	0.07
σ pb,i	[MPa]	18.8	6.7	2.2	-0.5	-19.8	18.7	0.0	0.0	26.2	338.1	0.08

Tasso di sfruttamento η1												
η1	[-]	0.24										

VERIFICA SLU A TAGLIO

Resistenza per instabilità a taglio - Contributo offerto dall'anima

Pannello	ID	INTERO	
bw	[mm]	928	Altezza pannello d'anima
t	[mm]	19	Spessore pannello d'anima
a	[mm]	6200	Distanza tra due irrigiditori longitudinali rigidi
η	[-]	1.20	Coefficiente come da § C.4.2.4.1.3.4 Circolare 2019
bw / t	[-]	48.8	Rapporto altezza/spessore pannello d'anima
κt	[-]	5.43	Coefficiente di imbozzamento a taglio
Lim. Verifica	[-]	48.8	Limite per il quale è richiesta la verifica
Nec. Verifica	[-]	SI	È richiesta la verifica di instabilità a taglio?
σE	[Mpa]	79.6	Tensione critica Euleriana
τcr	[Mpa]	432.0	Tensione tangenziale critica
λw	[-]	0.689	Snellezza adimensionale
end post	[-]	Non rigidi	Tipologia di irrigidimenti d'appoggio
Xw	[mm]	1.200	Coefficiente di instabilità a taglio
Vbw,Rd	[kN]	3942	Contributo dell'anima alla resistenza per instabilità a taglio

Resistenza per instabilità a taglio - Contributo offerto dalle piattabande

A favore di sicurezza, non si è tenuto conto del contributo alla resistenza a taglio offerto dalle piattabande

Verifica a taglio

Ved	[kN]	1109	Taglio sollecitante di progetto (azione parallela all'anima)
Vb,rd	[kN]	3942	Resistenza per instabilità a taglio UNI EN 1993-1-5-cap.6
Vc,rd	[kN]	3442	Resistenza a taglio NTC2018 §4.2.4.1.2.4

Tasso di sfruttamento η_3

η_3	[-]	0.32
----------	-----	-------------

VERIFICA SLU DI INTERAZIONE TAGLIO-MOMENTO

A favore di sicurezza al posto di $M_{pl,Rd}$ è stato considerato $M_{el,Rd} = Med/\eta_1$, per cui $\eta_1^* = \eta_1$.

Poiché il contributo alla resistenza per l'instabilità al taglio offerto dalle flange è stato trascurato, $\eta_3^* = \eta_3$

Mf,Rd	[kNm]	1448	Momento resistente dato dalle sole flange
MeI,Rd	[kNm]	5043	Momento resistente elastico della sezione
Med / Mf,Rd	[-]	0.84	Tasso di utilizzo del momento resistente dato dalle sole flange
η_3^*	[-]	0.32	Tasso di utilizzo della resistenza a taglio data dall'anima
Nec. Interaz.	[-]	NO	Richiesta verifica di interazione taglio-momento?
η_1^*	[-]	0.24	Tasso di utilizzo della resistenza a presso-flessione

Tasso di sfruttamento per l'iterazione taglio-momento η_{VM}

η_{VM}	[-]	0.32
-------------	-----	-------------

TR1-P2-3742 - Combinazione n°0 (Tempo infinito)

VERIFICA SLU A SCORRIMENTO DEI PIOLI

IPOTESI DI CALCOLO

In accordo con quanto indicato nelle UNI EN 1994-2, laddove la soletta risulta fessurata, questa si considera comunque come non fessurata.

In tale circostanza, baricentro e inerzia, sono stati calcolati aggiungendo alle proprietà efficaci il contributo della soletta.

Per il calcolo delle proprietà efficaci si rimanda alla verifica SLU-pressoflessione della sezione per la presente combinazione di carichi.

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE (EFFICACI SE SEZIONE DI CLASSE 4)

	g1	g2	qt	q5	q7	ϵ_2	ϵ_4	E	
n	[-]	1E+15	18.386	6.298	6.298	6.298	17.7	18.386	6.298
zG	[mm]	500	180	31	31	31	175	180	31
J	[mm ⁴]	6.29E+09	1.45E+10	1.86E+10	1.86E+10	1.86E+10	1.47E+10	1.45E+10	1.86E+10
S*	[mm ³]	0.00E+00	1.25E+07	1.84E+07	1.84E+07	1.84E+07	1.28E+07	1.25E+07	1.84E+07
Ω Bredt	[mm ²]	-	-	-	-	-	-	-	-

SCORRIMENTO LEGATO AL TAGLIO VERTICALE

	g1	g2	qt	q5	q7	ϵ_2	ϵ_4	E	Ed
Ved	[kN]	0	108	0	0	0	0	0	108
Ted	[kNm]	0	0	0	0	0	0	0	0
q ed,1	[kN/m]	0.0	93.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	93.5

SCORRIMENTO LEGATO A EFFETTO PRIMARIO DI RITIRO E VARIAZIONE TERMICA DIFFERENZIALE TRAVE-SOLETTA

Ned,rit	[kN]	2877	Azioni assiale trasferita tra trave e soletta per effetto dell'azione di ritiro
Ned,dt	[kN]	1926	Azioni assiale trasferita tra trave e soletta per effetto della termica differenziale
L diff	[m]	3.08	Lunghezza di diffusione dell'azione (Ldiff = Beff)
q ed,2	[kN/m]	1559.2	Scorrimento legato alle azioni concentrate

SCORRIMENTO TOTALE - VERIFICA

q ed,tot	[kN/m]	1652.7	Scorrimento totale qed,1+qed,2 di progetto
----------	--------	--------	--

q rd	[kN/m]	3284.3	Scorrimento resistente di progetto
Tasso di sfruttamento η dei pioli			
η pioli	[-]	0.50	
VERIFICA PER AZIONI CONCENTRATE IN SOLETTA IN CORRISPONDENZA DEI PIOLI			
Parametri per il calcolo dello scorrimento sulla sezione di potenziale rottura a-a			
q,ed,tot	[kN/m]	1652.7	Scorrimento sollecitante di progetto
σ pb,s	[MPa]	-1.2	Tensione agente sulla piattabanda superiore
cotg(θf)	[-]	1.00	Cotg dell'angolo del puntone di cls: 1<cotgθ<2 per flangia compressa; 1<cotgθ<1.25 per flangia tesa
Verifica dell'armatura trasversale			
(Asf / sf)min	[mm2/m]	2112	Armatura trasversale per unità di lunghezza minima
Asf / sf	[mm2/m]	3142	Armatura trasversale per unità di lunghezza presente
η arm	[-]	0.67	Tasso di sfruttamento SLU dell'armatura
Verifica a schiacciamento del puntone compresso			
hf	[°]	250	Altezza della soletta (inclusa predalla)
v rd,c	[MPa]	4.5	Resistenza a scorrimento per rottura del puntone compresso
v ed	[MPa]	3.3	Tensione di scorrimento
η cls	[-]	0.73	Tasso di sfruttamento SLU del calcestruzzo

10.1.7.4 Traverso di pila – mezzeria

TR1-P2-3736 - Combinazione n°1204 (Tempo infinito)

SOLLECITAZIONI DI PROGETTO SLU SULLA TRAVE										
		g1	g2	qt	q5	q7	ε2	ε4	E	TOT
Ned	[kN]	-18	3	168	13	-16	-2942	0	0	-2793
Med	[kNm]	1130	571	2552	4	60	1157	0	0	5474
Ved	[kN]	0	1	-210	0	51	5	0	0	-153
Ted	[kNm]	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ε sol	[-]	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	3.94E-04	0.00E+00	0.00E+00	-

VERIFICA SLU PER PRESSO/TENSO FLESSIONE					
FESSURAZIONE DELLA SOLETTA. Nota: sono escluse le tensioni uniformi legate all'effetto primario delle coazioni					
σ sol,s	[Mpa]	-11.0	Tensione su lembo superiore soletta.		
σ sol,i	[Mpa]	-5.2	Tensione su lembo inferiore soletta.		
Soletta	[-]	Non Fess	Soletta non fessurata/fessurata/parzializzata		
EFFETTO SHEAR LAG NELLE PIATTABANDE					
Criterio di calcolo elastoplastico: Aeff = beta^k * Ac,eff dove k = b_lorda / Le					
Pannello	pb	sup/int	sup/est	inf/int	inf/est
β	[-]	1.000	1.000	1.000	1.000
β^k	[-]	1.000	1.000	1.000	1.000

CLASSIFICAZIONE DELLA SEZIONE (NTC2018-§4.2.3.1)					
Tensioni calcolate con caratteristiche inerziali lorde. Piattabanda superiore in classe 1 poiché connessa alla soletta.					
	Anima	Pb sup	Pb inf		
σ sup	[MPa]	-135.8	-151.6	286.8	Tensione al lembo superiore (sinistro per le pb) del pannello
σ inf	[MPa]	271.0	-151.6	286.8	Tensione al lembo inferiore (destra per le pb) del pannello
ε	[-]	0.814	0.814	0.814	Coefficiente pari a (235 / fyk)^0.5
ψ	[-]	-1.995	-	-	Rapporto σ max / σ min
k	[-]	1.578	-	-	Coeff. correttivo del limite per la classe 3 pari a (fyd / σc)^0.5
c int / t	[-]	48.8	3.9	3.9	Rapporto tra dimensione e spessore del pannello (interno)
c est / t	[-]	-	3.9	3.9	Rapporto tra dimensione e spessore del pannello (esterno)
limite cl. 3	[-]	336.7	-	-	Limite c/t per il quale la sezione passa da classe 3 a classe 4
Classe pan.	[-]	3	1	1	Classe del pannello (se <3 assunta come classe 3)
Classe sezione	[-]	3	Classe della sezione		

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE EFFICACI (SHEAR LAG E LOCAL BUCKLING)										
		g1	g2	qt	q5	q7	ε2	ε4	E	
n	[-]	1E+15	18.386	6.298	6.298	6.298	17.7	18.386	6.298	
zG	[mm]	500	180	31	31	31	175	180	31	
A	[mm2]	39232	77475	141785	141785	141785	78773	77475	141785	
A n	[mm2]	3.92E+19	1.42E+06	8.93E+05	8.93E+05	8.93E+05	1.39E+06	1.42E+06	8.93E+05	
J	[mm4]	6.29E+09	1.45E+10	1.86E+10	1.86E+10	1.86E+10	1.47E+10	1.45E+10	1.86E+10	
W sol,s	[mm3]	-	-	-	-4.17E+08	-4.17E+08	-6.12E+08	-6.21E+08	-4.17E+08	

		6.21E+08	4.17E+08						
W arm,s [mm3]	-	3.82E+07	8.07E+07	-8.07E+07	-8.07E+07	-3.92E+07	-3.82E+07	-8.07E+07	
W pb,s [mm3]	1.26E+07	8.06E+07	6.09E+08	-6.09E+08	-6.09E+08	-8.40E+07	-8.06E+07	-6.09E+08	
W an,s [mm3]	1.35E+07	1.01E+08	3.39E+09	3.39E+09	3.39E+09	-1.06E+08	-1.01E+08	3.39E+09	
W an,i [mm3]	1.35E+07	1.86E+07	1.99E+07	1.99E+07	1.99E+07	1.86E+07	1.86E+07	1.99E+07	
W pb,i [mm3]	1.26E+07	1.77E+07	1.92E+07	1.92E+07	1.92E+07	1.78E+07	1.77E+07	1.92E+07	
Δ baricentro [mm]	0	0	0	0	0	0	0	0	0

TENSIONI NORMALI - VERIFICA

	g1	g2	qt	q5	q7	ε2	ε4	E	Ed	Rd	η1
σ sol,s [MPa]	0.0	-0.9	-5.9	0.0	-0.2	0.7	0.0	0.0	-6.3	18.1	0.35
σ arm,s [MPa]	0.0	-14.9	-30.5	0.0	-0.9	-66.9	0.0	0.0	-113.1	391.3	0.29
σ pb,s [MPa]	-90.3	-7.0	-3.0	0.1	-0.2	-51.1	0.0	0.0	-151.6	338.1	0.45
σ an,s [MPa]	-83.9	-5.6	1.9	0.1	-0.1	-48.3	0.0	0.0	-135.8	338.1	0.40
σ an,i [MPa]	82.9	30.8	129.3	0.3	2.9	24.8	0.0	0.0	271.0	338.1	0.80
σ pb,i [MPa]	89.4	32.2	134.3	0.3	3.0	27.7	0.0	0.0	286.8	338.1	0.85

Tasso di sfruttamento η1

η1 [-] **0.85**

VERIFICA SLU A TAGLIO

Resistenza per instabilità a taglio - Contributo offerto dall'anima

Pannello	ID	INTERO	
bw [mm]	928		Altezza pannello d'anima
t [mm]	19		Spessore pannello d'anima
a [mm]	6200		Distanza tra due irrigiditori longitudinali rigidi
η [-]	1.20		Coefficiente come da § C.4.2.4.1.3.4 Circolare 2019
bw / t [-]	48.8		Rapporto altezza/spessore pannello d'anima
κτ [-]	5.43		Coefficiente di imbozzamento a taglio
Lim. Verifica [-]	48.8		Limite per il quale è richiesta la verifica
Nec. Verifica [-]	SI		È richiesta la verifica di instabilità a taglio?
σE [Mpa]	79.6		Tensione critica Euleriana
τcr [Mpa]	432.0		Tensione tangenziale critica
λw [-]	0.689		Snellezza adimensionale
end post [-]	Non rigidi		Tipologia di irrigidimenti d'appoggio
Xw [mm]	1.200		Coefficiente di instabilità a taglio
Vbw,Rd [kN]	3942		Contributo dell'anima alla resistenza per instabilità a taglio

Resistenza per instabilità a taglio - Contributo offerto dalle piattabande

A favore di sicurezza, non si è tenuto conto del contributo alla resistenza a taglio offerto dalle piattabande

Verifica a taglio

Ved [kN]	-153	Taglio sollecitante di progetto (azione parallela all'anima)
Vb,rd [kN]	3942	Resistenza per instabilità a taglio UNI EN 1993-1-5-cap.6
Vc,rd [kN]	3442	Resistenza a taglio NTC2018 §4.2.4.1.2.4

Tasso di sfruttamento η3

η3 [-] **0.04**

VERIFICA SLU DI INTERAZIONE TAGLIO-MOMENTO

A favore di sicurezza al posto di Mpl,Rd è stato considerato Mel,Rd = Med/η1, per cui η1* = η1 .

Poiché il contributo alla resistenza per l'instabilità al taglio offerto dalle flange è stato trascurato, η3* = η3

Mf,Rd [kNm]	2174	Momento resistente dato dalle sole flange
Mel,Rd [kNm]	6452	Momento resistente elastico della sezione
Med / Mf,Rd [-]	2.52	Tasso di utilizzo del momento resistente dato dalle sole flange
η3* [-]	0.04	Tasso di utilizzo della resistenza a taglio data dall'anima
Nec. Interaz. [-]	NO	Richiesta verifica di interazione taglio-momento?
η1* [-]	0.85	Tasso di utilizzo della resistenza a presso-flessione

Tasso di sfruttamento per l'iterazione taglio-momento η VM

η VM [-] **0.85**

TR1-P2-3736 - Combinazione n°235 (Tempo infinito)

VERIFICA SLU A SCORRIMENTO DEI PIOLI

IPOTESI DI CALCOLO

In accordo con quanto indicato nelle UNI EN 1994-2, laddove la soletta risulta fessurata, questa si considera comunque come non fessurata.

In tale circostanza, baricentro e inerzia, sono stati calcolati aggiungendo alle proprietà efficaci il contributo della soletta.

Per il calcolo delle proprietà efficaci si rimanda alla verifica SLU-pressoflessione della sezione per la presente combinazione di carichi.

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE (EFFICACI SE SEZIONE DI CLASSE 4)

		g1	g2	qt	q5	q7	ε2	ε4	E
n	[-]	1E+15	18.386	6.298	6.298	6.298	17.7	18.386	6.298
zG	[mm]	500	180	31	31	31	175	180	31
J	[mm ⁴]	6.29E+09	1.45E+10	1.86E+10	1.86E+10	1.86E+10	1.47E+10	1.45E+10	1.86E+10
S*	[mm ³]	0.00E+00	1.25E+07	1.84E+07	1.84E+07	1.84E+07	1.28E+07	1.25E+07	1.84E+07
Ω Bredt	[mm ²]	-	-	-	-	-	-	-	-

SCORRIMENTO LEGATO AL TAGLIO VERTICALE

		g1	g2	qt	q5	q7	ε2	ε4	E	Ed
Ved	[kN]	0	1	-380	0	0	0	0	0	-378
Ted	[kNm]	0	0	0	0	0	0	0	0	0
q ed,1	[kN/m]	0.0	1.2	-376.0	-0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	-375.0

SCORRIMENTO LEGATO A EFFETTO PRIMARIO DI RITIRO E VARIAZIONE TERMICA DIFFERENZIALE TRAVE-SOLETTA

Ned,rit	[kN]	0	Azioni assiale trasferita tra trave e soletta per effetto dell'azione di ritiro							
Ned,dt	[kN]	0	Azioni assiale trasferita tra trave e soletta per effetto della termica differenziale							
L diff	[m]	-	Lunghezza di diffusione dell'azione (Ldiff = Beff)							
q ed,2	[kN/m]	0.0	Scorrimento legato alle azioni concentrate							

SCORRIMENTO TOTALE - VERIFICA

q ed,tot	[kN/m]	-375.0	Scorrimento totale qed,1+qed,2 di progetto							
q rd	[kN/m]	3284.3	Scorrimento resistente di progetto							

Tasso di sfruttamento η dei pioli

η pioli	[-]	0.11								
---------	-----	-------------	--	--	--	--	--	--	--	--

VERIFICA PER AZIONI CONCENTRATE IN SOLETTA IN CORRISPONDENZA DEI PIOLI

Parametri per il calcolo dello scorrimento sulla sezione di potenziale rottura a-a

q ed,tot	[kN/m]	-375.0	Scorrimento sollecitante di progetto							
σ pb,s	[MPa]	-99.6	Tensione agente sulla piattabanda superiore							
cotg(θf)	[-]	1.00	Cotg dell'angolo del puntone di cls: 1≤cotgθ≤2 per flangia compressa; 1≤cotgθ≤1.25 per flangia tesa							

Verifica dell'armatura trasversale

(Asf / sf)min	[mm ² /m]	479	Armatura trasversale per unità di lunghezza minima							
Asf / sf	[mm ² /m]	3142	Armatura trasversale per unità di lunghezza presente							
η arm	[-]	0.15	Tasso di sfruttamento SLU dell'armatura							

Verifica a schiacciamento del puntone compresso

hf	[°]	250	Altezza della soletta (inclusa predalla)							
v rd,c	[MPa]	4.5	Resistenza a scorrimento per rottura del puntone compresso							
v ed	[MPa]	-0.8	Tensione di scorrimento							
η cls	[-]	0.17	Tasso di sfruttamento SLU del calcestruzzo							

10.2 Verifiche sezionali SLE

Nei sotto-paragrafi seguenti si riportano degli accenni teorici e normativi sulle modalità di verifica seguite. Si descrivono inoltre le varie assunzioni che sono state fatte.

A seguire, nell'ultimo sotto-paragrafo, vengono esposti i risultati in forma sintetica delle verifiche effettuate.

10.2.1 Verifica dello stato limite di limitazione delle tensioni

In accordo col 4.1.2.2.5.1 delle NTC2018, tali verifiche consistono in un controllo delle tensioni calcolate attraverso un approccio elastico.

Nelle verifiche si è trascurato l'effetto dell'instabilità locale e, dunque, sono state considerate le caratteristiche geometriche lorde delle sezioni. Si è invece tenuto conto dell'effetto shear-lag nelle piattabande, il quale è stato valutato tramite un approccio elastico (β).

In particolare:

- per l'acciaio di armatura:

$$\sigma_{s,max} \leq 0.80 f_{yk} \quad \text{per combinazione rara}$$

- per il calcestruzzo della soletta:

$$\sigma_{c,max} \leq 0.60 f_{ck} \quad \text{per combinazione rara}$$

$$\sigma_{c,max} \leq 0.45 f_{ck} \quad \text{per combinazione quasi permanente}$$

10.2.2 Verifica dello stato limite di apertura delle fessure

In accordo con quanto esposto al §4.1.2.2.4 delle NTC2018, è stato verificato lo "stato limite di apertura delle fessure" nella soletta, per effetto delle azioni globali (quindi fessure nella direzione trasversale dell'impalcato).

Nelle verifiche si è trascurato l'effetto dell'instabilità locale e, dunque, sono state considerate le caratteristiche geometriche lorde delle sezioni. Si è invece tenuto conto dell'effetto shear-lag nelle piattabande, il quale è stato valutato tramite un approccio elastico (β).

Il calcolo è stato condotto attraverso il metodo diretto esposto al §C.4.1.2.2.4.5 della Circolare 2019.

La soletta è catalogabile all'interno della classe di esposizione **XC4+XD13**. Le condizioni ambientali si considerano dunque di tipo "**aggressive**" (Tabella 21).

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 21 – Descrizione delle condizioni ambientali (Tab.4.1.III NTC2018)

Le armature in soletta sono classificabili come "poco sensibili".

Deve dunque essere verificato che:

$$w_k \leq w_2 \quad \text{per combinazione frequente}$$

$$w_k \leq w_1 \quad \text{per combinazione quasi-permanente}$$

dove w_k è la dimensione caratteristica della fessura calcolata, $w_2 = 0.3\text{mm}$ e $w_1 = 0.2\text{ mm}$

10.2.3 Verifica SLE dei connettori trave-soletta

In accordo con quanto indicato al §C.4.3.4.3.3 della Circolare alle NTC18, le verifiche SLE dei pioli si intendono soddisfatte se:

$$Q_{Ed} < 0.6 Q_{Rd}$$

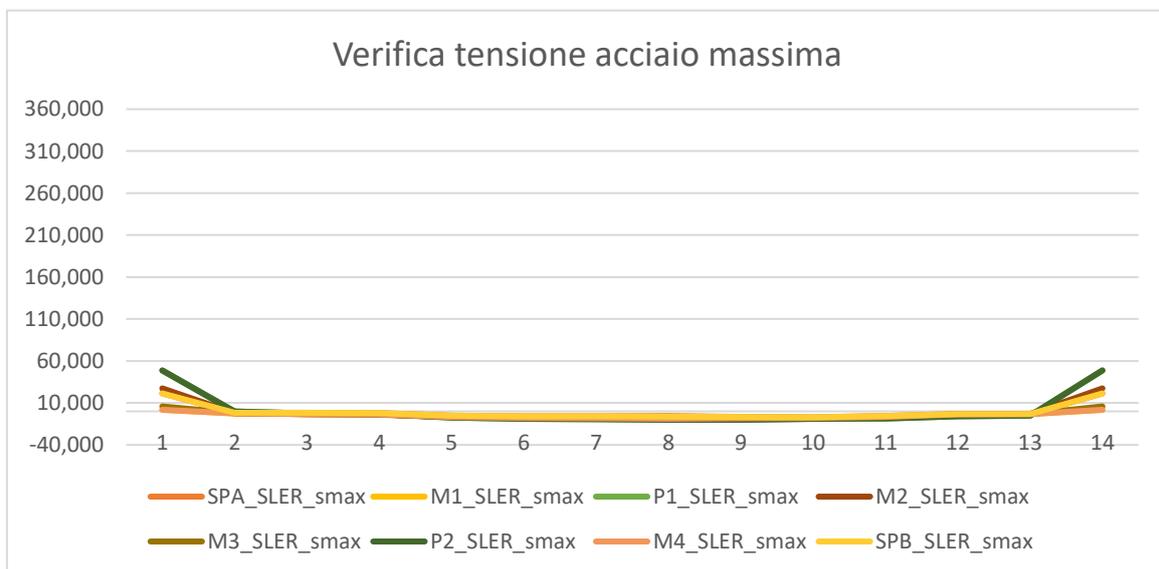
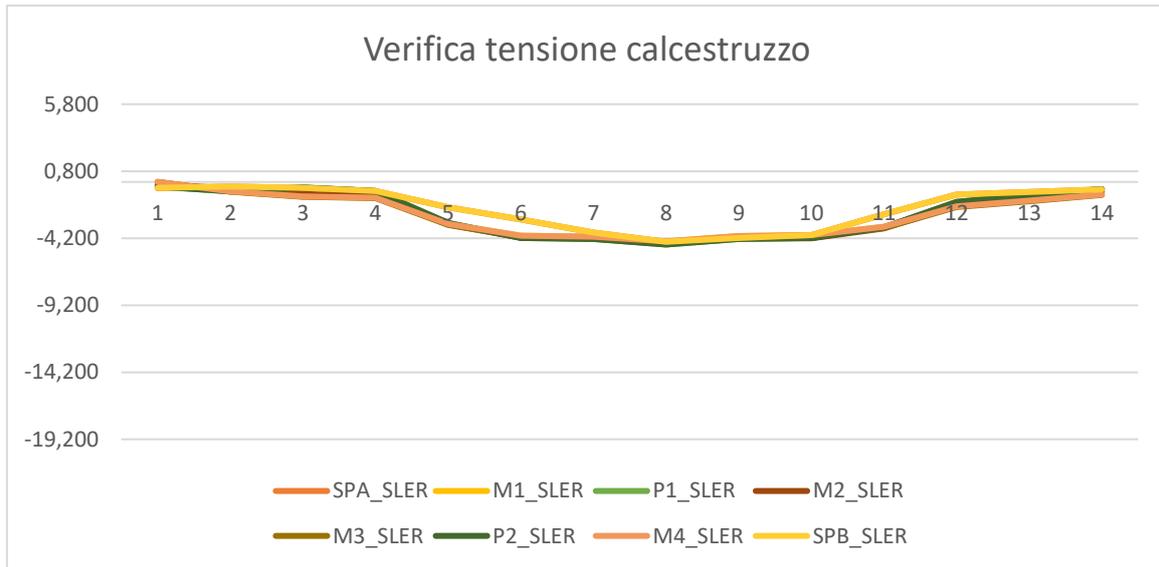
Dove Q_{Ed} è calcolato assumendo la combinazione caratteristica delle azioni.

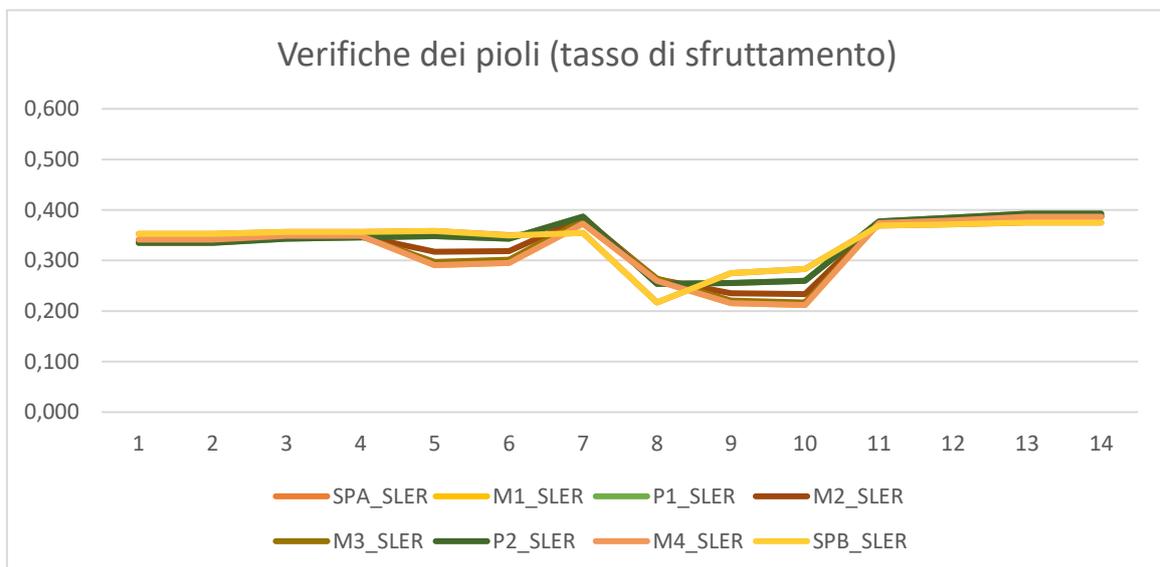
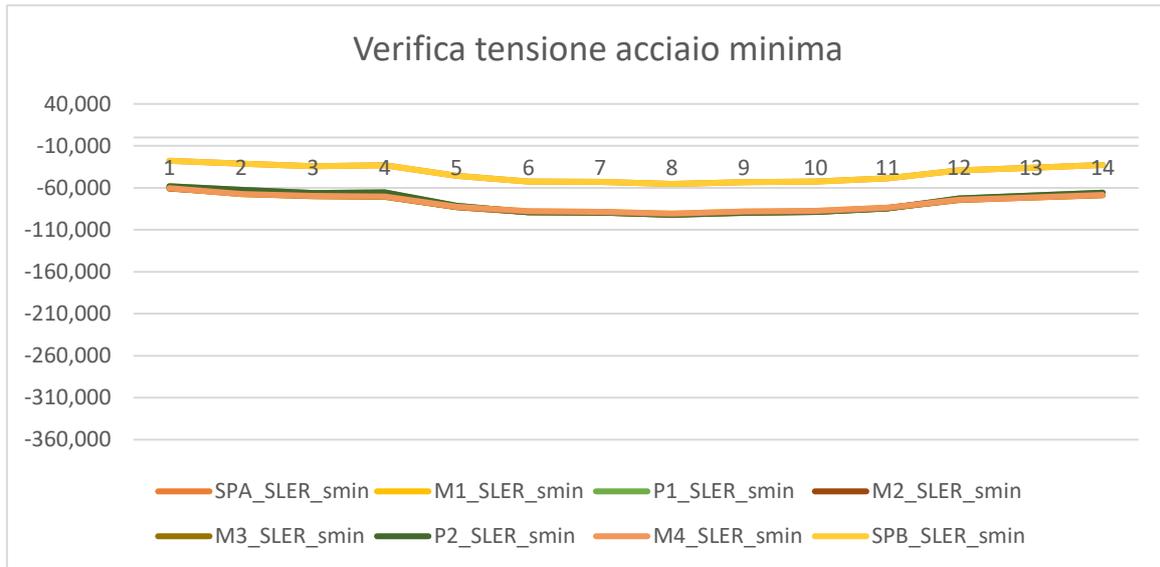
Per il calcolo di Q_{Rd} si faccia riferimento al §10.1.5 della presente relazione di calcolo.

10.2.4 Risultati delle verifiche sezionali SLE

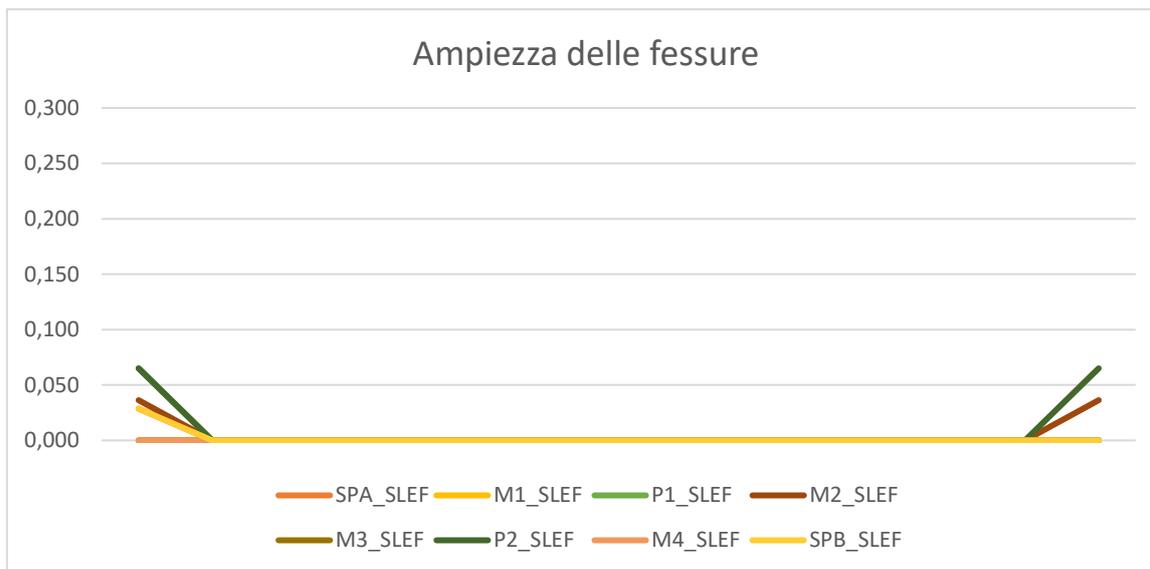
Le verifiche SLE delle travi di impalcato e degli elementi ad esse correlati, sono state effettuate per tutte le combinazioni esposte al §7.2

SLE RARA

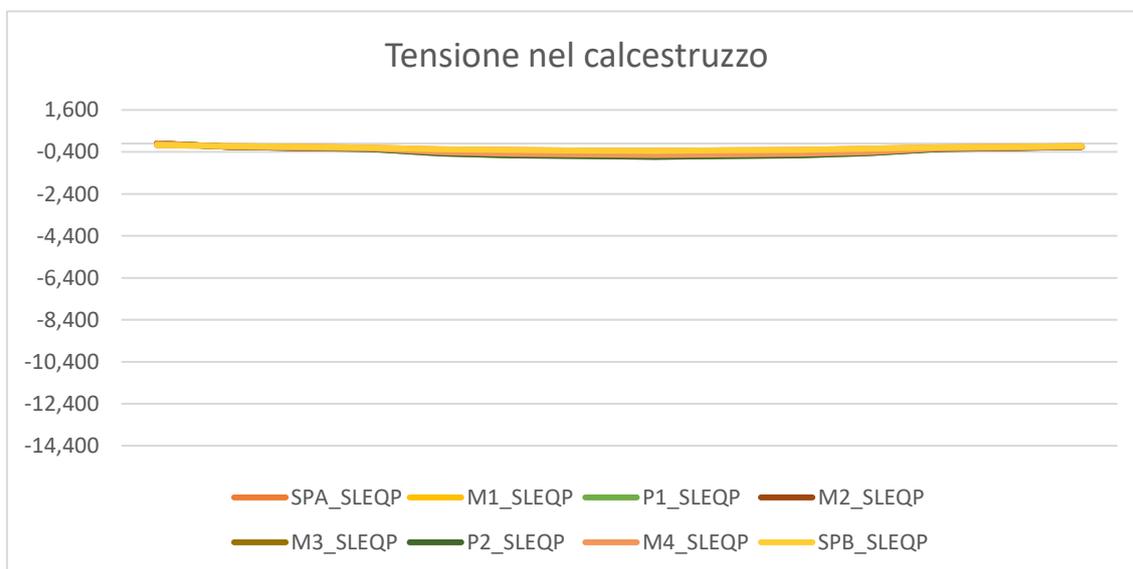


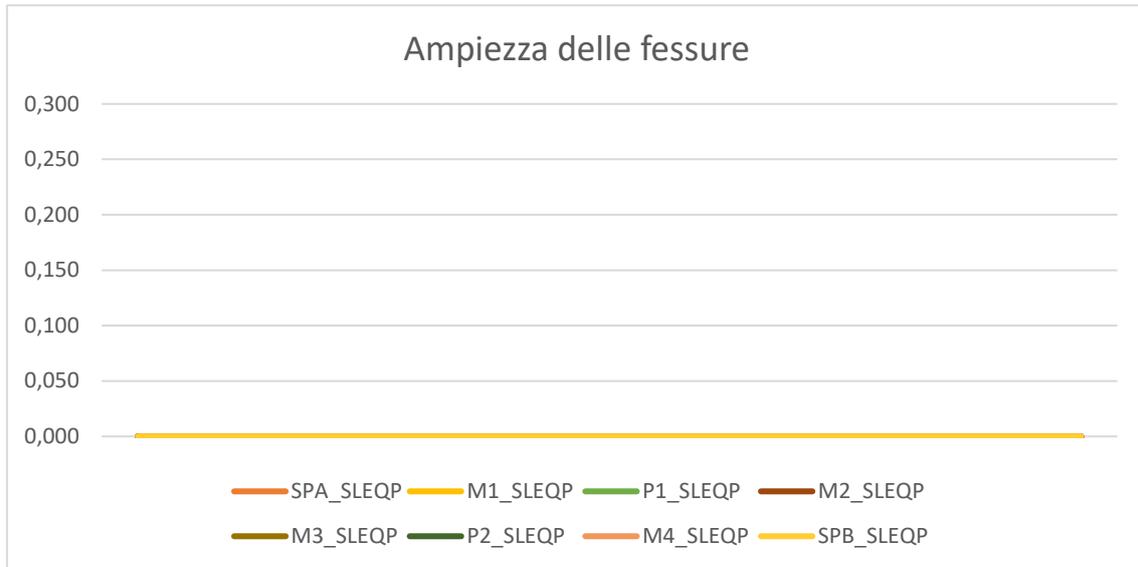


SLE FREQUENTE



SLE QUASI PERMANENTE





10.2.4.1 Sle rara

Traverso di spalla – appoggio

TR2-SPA-3001 - Combinazione n°699 ()

SOLLECITAZIONI DI PROGETTO SLE-CARATTERISTICA SULLA TRAVE										
		g1	g2	qt	q5	q7	ε2	ε4	E	TOT
Ned	[kN]	17	1	60	33	611	0	0	0	721
Med	[kNm]	133	31	67	6	460	0	0	0	502
Ved	[kN]	-123	-47	-115	-20	79	0	0	0	-225
Ted	[kNm]	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ε sol	[-]	0.00E+00	-							

VERIFICHE SLE TENSIONALI E DI FESSURAZIONE DELLA SOLETTA					
FESSURAZIONE DELLA SOLETTA. Nota: sono escluse se tensioni uniformi legate all'effetto primario delle coazioni					
σ sol,s	[Mpa]	-0.5	Tensione su lembo superiore soletta. Calcolata su sezione lorda con soletta non fessurata		
σ sol,i	[Mpa]	0.3	Tensione su lembo inferiore soletta. Calcolata su sezione lorda con soletta non fessurata		
Soletta	[-]	Parzializ	Soletta fessurata/non fessurata/parzializzata		
EFFETTO SHEAR LAG NELLE PIATTABANDE					
Criterio di calcolo elastoplastico: Aeff = beta^k * Ac,eff dove k = b_lorda / Le					
Pannello	pb	sup/int	sup/est	inf/int	inf/est
β	[-]	1.000	1.000	1.000	1.000
β^k	[-]	1.000	1.000	1.000	1.000

INSTABILITÀ LOCALE

Si trascurano gli effetti dell'instabilità locale per uno stato tensionale corrispondente a combinazioni di esercizio

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE LORDE										
		g1	g2	qt	q5	q7	ε2	ε4	E	
n	[-]	1E+15	18.386	6.298	6.298	6.298	17.7	18.386	6.298	
zG	[mm]	500	237	78	78	78	232	237	78	
A	[mm²]	50472	84026	139336	139336	139336	85142	84026	139336	

A n	[mm2]	5.05E+19	1.54E+06	8.77E+05	8.77E+05	8.77E+05	1.51E+06	1.54E+06	8.77E+05
J	[mm4]	8.60E+09	1.75E+10	2.30E+10	2.30E+10	2.30E+10	1.76E+10	1.75E+10	2.30E+10
W sol,s	[mm3]	-	-6.59E+08	-4.41E+08	-4.41E+08	4.41E+08	6.48E+08	6.59E+08	4.41E+08
W arm,s	[mm3]	-	-4.00E+07	-8.27E+07	-8.27E+07	8.27E+07	4.09E+07	4.00E+07	8.27E+07
W pb,s	[mm3]	-1.72E+07	-7.37E+07	-2.95E+08	-2.95E+08	2.95E+08	7.62E+07	7.37E+07	2.95E+08
W an,s	[mm3]	-1.94E+07	-9.66E+07	-1.06E+09	-1.06E+09	1.06E+09	1.01E+08	9.66E+07	1.06E+09
W an,i	[mm3]	1.94E+07	2.47E+07	2.65E+07	2.65E+07	2.65E+07	2.48E+07	2.47E+07	2.65E+07
W pb,i	[mm3]	1.72E+07	2.29E+07	2.49E+07	2.49E+07	2.49E+07	2.30E+07	2.29E+07	2.49E+07
Av	[mm]	16872	16872	16872	16872	16872	16872	16872	16872

VERIFICA TENSIONALE SULLA TRAVE

	g1	g2	qt	q5	q7	ε2	ε4	E	Ed	Rk	Ed/Ek
σ pb,s [MPa]	-7.4	-0.4	0.2	0.2	2.8	0.0	0.0	0.0	-4.6	355.0	0.01
σ an,s [MPa]	-6.5	-0.3	0.4	0.2	3.9	0.0	0.0	0.0	-2.3	355.0	0.01
σ an,i [MPa]	7.2	1.3	2.9	0.5	21.7	0.0	0.0	0.0	33.6	355.0	0.09
σ pb,i [MPa]	8.1	1.4	3.1	0.5	22.9	0.0	0.0	0.0	35.9	355.0	0.10
τ an [MPa]	-7.3	-2.8	-6.8	-1.2	4.7	0.0	0.0	0.0	-13.3	355.0	0.04
σ id an,s [MPa]	-	-	-	-	-	-	-	-	23.2	355.0	0.11
σ id an,i [MPa]	-	-	-	-	-	-	-	-	40.8	355.0	0.11

Tasso di sfruttamento SLE

η1,sle [-] **0.11**

VERIFICA TENSIONALE IN SOLETTA

σ sol,s [MPa]	0.0	0.0	-0.1	0.0	-0.3	0.0	0.0	0.0	-0.5	19.2	SI
σ arm,s [MPa]	0.0	-0.8	-0.4	0.2	-1.2	0.0	0.0	0.0	-2.2	360.0	SI

TR2-SPA-3001 - Combinazione n°244 ()

SOLLECITAZIONI DI PROGETTO SLE-CARATTERISTICA SULLA TRAVE

	g1	g2	qt	q5	q7	ε2	ε4	E	TOT
Ned [kN]	17	1	-161	2	0	0	0	0	-141
Med [kNm]	133	31	-412	-7	0	0	0	0	-255
Ved [kN]	-123	-47	-547	-14	0	0	0	0	-730
Ted [kNm]	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ε sol [-]	0.00E+00	-							

VERIFICHE SLE TENSIONALI E DI FESSURAZIONE DELLA SOLETTA

FESSURAZIONE DELLA SOLETTA. Nota: sono escluse se tensioni uniformi legate all'effetto primario delle coazioni

σ sol,s [Mpa] 0.7 Tensione su lembo superiore soletta. Calcolata su sezione lorda con soletta non fessurata

σ sol,i [Mpa] 0.1 Tensione su lembo inferiore soletta. Calcolata su sezione lorda con soletta non fessurata

Soletta [-] **Fess** Soletta fessurata/non fessurata/parzializzata

EFFETTO SHEAR LAG NELLE PIATTABANDE

Criterio di calcolo elastoplastico: Aeff = beta^k * Ac,eff dove k = b_lorda / Le

Pannello	pb	sup/int	sup/est	inf/int	inf/est
β [-]	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
β^k [-]	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

INSTABILITÀ LOCALE

Si trascurano gli effetti dell'instabilità locale per uno stato tensionale corrispondente a combinazioni di esercizio

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE LORDE

	g1	g2	qt	q5	q7	ε2	ε4	E
n [-]	1E+15	1E+15	1E+15	1E+15	1E+15	1E+15	1E+15	1E+15
zG [mm]	500	446	446	446	446	446	446	446
A [mm2]	50472	55211	55211	55211	55211	55211	55211	55211
A n [mm2]	5.05E+19	5.52E+19	5.52E+19	5.52E+19	5.52E+19	5.52E+19	5.52E+19	5.52E+19
J [mm4]	8.60E+09	1.03E+10	1.03E+10	1.03E+10	1.03E+10	1.03E+10	1.03E+10	1.03E+10
W sol,s [mm3]	-	-1.49E+22	-1.49E+22	-1.49E+22	1.49E+22	1.49E+22	1.49E+22	1.49E+22
W arm,s [mm3]	-	-1.60E+07	-1.60E+07	-1.60E+07	1.60E+07	1.60E+07	1.60E+07	1.60E+07

W pb,s [mm3]	-1.72E+07	-2.32E+07	-2.32E+07	-2.32E+07	2.32E+07	2.32E+07	2.32E+07	2.32E+07	-	-	-	-
W an,s [mm3]	-1.94E+07	-2.65E+07	-2.65E+07	-2.65E+07	2.65E+07	2.65E+07	2.65E+07	2.65E+07	-	-	-	-
W an,i [mm3]	1.94E+07	2.08E+07	2.08E+07	2.08E+07	2.08E+07	2.08E+07	2.08E+07	2.08E+07	-	-	-	-
W pb,i [mm3]	1.72E+07	1.87E+07	1.87E+07	1.87E+07	1.87E+07	1.87E+07	1.87E+07	1.87E+07	-	-	-	-
Av [mm]	16872	16872	16872	16872	16872	16872	16872	16872	16872	-	-	-
VERIFICA TENSIONALE SULLA TRAVE												
	g1	g2	qt	q5	q7	ε2	ε4	E	Ed	Rk	Ed/Ek	
σ pb,s [MPa]	-7.4	-1.3	14.9	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	6.4	355.0	0.02	
σ an,s [MPa]	-6.5	-1.2	12.6	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	5.2	355.0	0.01	
σ an,i [MPa]	7.2	1.5	-22.8	-0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	-14.3	355.0	0.04	
σ pb,i [MPa]	8.1	1.7	-25.0	-0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	-15.6	355.0	0.04	
τ an [MPa]	-7.3	-2.8	-32.4	-0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	-43.3	355.0	0.12	
σ id an,s [MPa]	-	-	-	-	-	-	-	-	75.2	355.0	0.22	
σ id an,i [MPa]	-	-	-	-	-	-	-	-	76.3	355.0	0.22	
Tasso di sfruttamento SLE												
η1,sle [-]	0.22											
VERIFICA TENSIONALE IN SOLETTA												
σ sol,s [MPa]	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	19.2	SI	
σ arm,s [MPa]	0.0	-1.9	22.8	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	21.4	360.0	SI	

TR2-SPA-3001 - Combinazione n°609 (Tempo infinito)

SOLLECITAZIONI DI PROGETTO SLE-CARATTERISTICA SULLA TRAVE												
	g1	g2	qt	q5	q7	ε2	ε4	E	TOT			
Ned [kN]	17	1	31	-2	611	-1107	0	0	-450			
Med [kNm]	133	31	157	7	290	597	0	0	1215			
Ved [kN]	-123	-47	12	14	79	-6	0	0	-70			
Ted [kNm]	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
ε sol [-]	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	3.28E-04	0.00E+00	0.00E+00	-			

VERIFICHE SLE TENSIONALI E DI FESSURAZIONE DELLA SOLETTA

FESSURAZIONE DELLA SOLETTA. Nota: sono escluse se tensioni uniformi legate all'effetto primario delle coazioni

σ sol,s [Mpa]	-1.9	Tensione su lembo superiore soletta. Calcolata su sezione lorda con soletta non fessurata
σ sol,i [Mpa]	-0.9	Tensione su lembo inferiore soletta. Calcolata su sezione lorda con soletta non fessurata
Soletta [-]	Non Fess	Soletta fessurata/non fessurata/parzializzata

EFFETTO SHEAR LAG NELLE PIATTABANDE

Criterio di calcolo elastoplastico: Aeff = beta^k * Ac,eff dove k = b_lorda / Le

Pannello	pb	sup/int	sup/est	inf/int	inf/est
β [-]	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
β^k [-]	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

INSTABILITÀ LOCALE

Si trascurano gli effetti dell'instabilità locale per uno stato tensionale corrispondente a combinazioni di esercizio

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE LORDE

	g1	g2	qt	q5	q7	ε2	ε4	E
n [-]	1E+15	18.386	6.298	6.298	6.298	17.7	18.386	6.298
zG [mm]	500	221	65	65	65	216	221	65
A [mm2]	50472	88715	153025	153025	153025	90013	88715	153025
A n [mm2]	5.05E+19	1.63E+06	9.64E+05	9.64E+05	9.64E+05	1.59E+06	1.63E+06	9.64E+05
J [mm4]	8.60E+09	1.79E+10	2.32E+10	2.32E+10	2.32E+10	1.80E+10	1.79E+10	2.32E+10
W sol,s [mm3]	-	-6.97E+08	-4.64E+08	-4.64E+08	4.64E+08	6.86E+08	6.97E+08	4.64E+08
W arm,s [mm3]	-	-4.24E+07	-8.76E+07	-8.76E+07	8.76E+07	4.34E+07	4.24E+07	8.76E+07
W pb,s [mm3]	-1.72E+07	-8.09E+07	-3.57E+08	-3.57E+08	3.57E+08	8.37E+07	8.09E+07	3.57E+08
W an,s [mm3]	-1.94E+07	-1.08E+08	-2.58E+09	-2.58E+09	2.58E+09	1.13E+08	1.08E+08	2.58E+09
W an,i [mm3]	1.94E+07	2.47E+07	2.64E+07	2.64E+07	2.64E+07	2.48E+07	2.47E+07	2.64E+07
W pb,i [mm3]	1.72E+07	2.29E+07	2.48E+07	2.48E+07	2.48E+07	2.30E+07	2.29E+07	2.48E+07

Av	[mm]	16872	16872	16872	16872	16872	16872	16872	16872	16872			
VERIFICA TENSIONALE SULLA TRAVE													
		g1	g2	qt	q5	q7	ε2	ε4	E		Ed	Rk	Ed/Ek
σ pb,s	[MPa]	-7.4	-0.4	-0.2	0.0	3.2	-19.4	0.0	0.0		-24.3	355.0	0.07
σ an,s	[MPa]	-6.5	-0.3	0.1	0.0	3.9	-17.6	0.0	0.0		-20.4	355.0	0.06
σ an,i	[MPa]	7.2	1.3	6.1	0.2	15.0	11.8	0.0	0.0		41.6	355.0	0.12
σ pb,i	[MPa]	8.1	1.4	6.5	0.3	15.7	13.7	0.0	0.0		45.6	355.0	0.13
τ an	[MPa]	-7.3	-2.8	0.7	0.8	4.7	-0.3	0.0	0.0		-4.1	355.0	0.01
σ id an,s	[MPa]	-	-	-	-	-	-	-	-		21.6	355.0	0.12
σ id an,i	[MPa]	-	-	-	-	-	-	-	-		42.3	355.0	0.12
Tasso di sfruttamento SLE													
η1,sle	[-]	0.13											
VERIFICA TENSIONALE IN SOLETTA													
σ sol,s	[MPa]	0.0	0.0	-0.3	0.0	0.0	2.3	0.0	0.0		2.0	19.2	SI
σ arm,s	[MPa]	0.0	-0.7	-1.6	-0.1	0.7	-26.1	0.0	0.0		-27.8	360.0	SI

TR2-SPA-3001 - Combinazione n°0 ()

VERIFICA SLE A SCORRIMENTO DEI PIOLI

IPOTESI DI
CALCOLO

In accordo con quanto indicato nelle UNI EN 1994-2, laddove la soletta risulta fessurata, questa si considera comunque come non fessurata.

In tale circostanza, baricentro e inerzia, sono stati calcolati aggiungendo alle proprietà efficaci il contributo della soletta.

Per il calcolo delle proprietà efficaci si rimanda alla verifica SLU-pressoflessione della sezione per la presente combinazione di carichi.

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE (EFFICACI SE SEZIONE DI CLASSE 4)

		g1	g2	qt	q5	q7	ε2	ε4	E	
n	[-]	1E+15	18.386	6.298	6.298	6.298	17.7	18.386	6.298	
zG	[mm]	500	221	65	65	65	216	221	65	
J	[mm4]	8.60E+09	1.79E+10	2.32E+10	2.32E+10	2.32E+10	1.80E+10	1.79E+10	2.32E+10	
S*	[mm3]	0.00E+00	1.41E+07	2.20E+07	2.20E+07	2.20E+07	1.44E+07	1.41E+07	2.20E+07	
Ω Bredt	[mm2]	-	-	-	-	-	-	-	-	

SCORRIMENTO LEGATO AL TAGLIO VERTICALE

		g1	g2	qt	q5	q7	ε2	ε4	E	Ed
Ved	[kN]	0	-47	0	0	0	0	0	0	-47
Ted	[kNm]	0	0	0	0	0	0	0	0	0
q ed,1	[kN/m]	0.0	-36.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-36.8

SCORRIMENTO LEGATO A EFFETTO PRIMARIO DI RITIRO E VARIAZIONE TERMICA DIFFERENZIALE TRAVE-SOLETTA

Ned,rit	[kN]	2397	Azioni assiale trasferita tra trave e soletta per effetto dell'azione di ritiro										
Ned,dt	[kN]	1284	Azioni assiale trasferita tra trave e soletta per effetto della termica differenziale										
L diff	[m]	3.08	Lunghezza di diffusione dell'azione (Ldiff = Beff)										
q ed,2	[kN/m]	1195.1	Scorrimento legato alle azioni concentrate										

SCORRIMENTO TOTALE - VERIFICA

q ed,tot	[kN/m]	1158.3	Scorrimento totale qed,1+qed,2 di progetto										
q rd	[kN/m]	3284.3	Scorrimento resistente di progetto										

Tasso di sfruttamento η dei pioli (deve essere minore di 0.60)

η pioli [-] 0.35

Traverso di spalla – mezzeria

TR2-SPA-3008 - Combinazione n°203 (Tempo infinito)

SOLLECITAZIONI DI PROGETTO SLE-CARATTERISTICA SULLA TRAVE

		g1	g2	qt	q5	q7	ε2	ε4	E	TOT
Ned	[kN]	15	1	573	203	0	0	0	0	791
Med	[kNm]	669	220	2306	-7	0	0	0	0	3188
Ved	[kN]	0	0	-103	0	0	0	0	0	-103
Ted	[kNm]	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ε sol	[-]	0.00E+00	-							

VERIFICHE SLE TENSIONALI E DI FESSURAZIONE DELLA SOLETTA

FESSURAZIONE DELLA SOLETTA. Nota: sono escluse se tensioni uniformi legate all'effetto primario delle coazioni

$\sigma_{sol,s}$ [Mpa]	-4.5	Tensione su lembo superiore soletta. Calcolata su sezione lorda con soletta non fessurata
$\sigma_{sol,i}$ [Mpa]	-1.2	Tensione su lembo inferiore soletta. Calcolata su sezione lorda con soletta non fessurata
Soletta [-]	Non Fess	Soletta fessurata/non fessurata/parzializzata

EFFETTO SHEAR LAG NELLE PIATTABANDE

Criterio di calcolo elastoplastico: $A_{eff} = \beta \cdot k \cdot A_c$, eff dove $k = b \cdot l_{orda} / L_e$

Pannello	pb	sup/int	sup/est	inf/int	inf/est
β [-]	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
$\beta \cdot k$ [-]	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

INSTABILITÀ LOCALE

Si trascurano gli effetti dell'instabilità locale per uno stato tensionale corrispondente a combinazioni di esercizio

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE LORDE

	g1	g2	qt	q5	q7	ϵ_2	ϵ_4	E
n [-]	1E+15	18.386	6.298	6.298	6.298	17.7	18.386	6.298
zG [mm]	500	221	65	65	65	216	221	65
A [mm ²]	50472	88715	153025	153025	153025	90013	88715	153025
A n [mm ²]	5.05E+19	1.63E+06	9.64E+05	9.64E+05	9.64E+05	1.59E+06	1.63E+06	9.64E+05
J [mm ⁴]	8.60E+09	1.79E+10	2.32E+10	2.32E+10	2.32E+10	1.80E+10	1.79E+10	2.32E+10
W sol,s [mm ³]	-	-6.97E+08	-4.64E+08	-4.64E+08	-4.64E+08	6.86E+08	6.97E+08	4.64E+08
W arm,s [mm ³]	-	-4.24E+07	-8.76E+07	-8.76E+07	-8.76E+07	4.34E+07	4.24E+07	8.76E+07
W pb,s [mm ³]	-1.72E+07	-8.09E+07	-3.57E+08	-3.57E+08	-3.57E+08	8.37E+07	8.09E+07	3.57E+08
W an,s [mm ³]	-1.94E+07	-1.08E+08	-2.58E+09	-2.58E+09	-2.58E+09	1.13E+08	1.08E+08	2.58E+09
W an,i [mm ³]	1.94E+07	2.47E+07	2.64E+07	2.64E+07	2.64E+07	2.48E+07	2.47E+07	2.64E+07
W pb,i [mm ³]	1.72E+07	2.29E+07	2.48E+07	2.48E+07	2.48E+07	2.30E+07	2.29E+07	2.48E+07
Av [mm]	16872	16872	16872	16872	16872	16872	16872	16872

VERIFICA TENSIONALE SULLA TRAVE

	g1	g2	qt	q5	q7	ϵ_2	ϵ_4	E	Ed	Rk	Ed/Ek
$\sigma_{pb,s}$ [MPa]	-38.6	-2.7	-2.7	1.3	0.0	0.0	0.0	0.0	-42.7	355.0	0.12
$\sigma_{an,s}$ [MPa]	-34.3	-2.0	2.8	1.3	0.0	0.0	0.0	0.0	-32.1	355.0	0.09
$\sigma_{an,i}$ [MPa]	34.8	8.9	91.1	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	135.9	355.0	0.38
$\sigma_{pb,i}$ [MPa]	39.2	9.6	96.7	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	146.5	355.0	0.41
τ_{an} [MPa]	0.0	0.0	-6.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-6.1	355.0	0.02
$\sigma_{id,an,s}$ [MPa]	-	-	-	-	-	-	-	-	33.8	355.0	0.38
$\sigma_{id,an,i}$ [MPa]	-	-	-	-	-	-	-	-	136.3	355.0	0.38

Tasso di sfruttamento SLE

$\eta_{1,sle}$ [-]	0.41
--------------------	-------------

VERIFICA TENSIONALE IN SOLETTA

$\sigma_{sol,s}$ [MPa]	0.0	-0.3	-4.4	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	-4.5	19.2	SI
$\sigma_{arm,s}$ [MPa]	0.0	-5.2	-22.6	1.4	0.0	0.0	0.0	0.0	-26.4	360.0	SI

TR2-SPA-3008 - Combinazione n°20 (Tempo infinito)

SOLLECITAZIONI DI PROGETTO SLE-CARATTERISTICA SULLA TRAVE

	g1	g2	qt	q5	q7	ϵ_2	ϵ_4	E	TOT
Ned [kN]	15	1	433	75	0	-1108	0	0	-584
Med [kNm]	669	220	2322	18	0	629	0	0	3859
Ved [kN]	0	0	-102	1	0	0	0	0	-102
Ted [kNm]	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ϵ_{sol} [-]	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	3.28E-04	0.00E+00	0.00E+00	-

VERIFICHE SLE TENSIONALI E DI FESSURAZIONE DELLA SOLETTA

FESSURAZIONE DELLA SOLETTA. Nota: sono escluse se tensioni uniformi legate all'effetto primario delle coazioni

$\sigma_{sol,s}$ [Mpa]	-6.4	Tensione su lembo superiore soletta. Calcolata su sezione lorda con soletta non fessurata
$\sigma_{sol,i}$ [Mpa]	-2.7	Tensione su lembo inferiore soletta. Calcolata su sezione lorda con soletta non fessurata
Soletta [-]	Non Fess	Soletta fessurata/non fessurata/parzializzata

EFFETTO SHEAR LAG NELLE PIATTABANDE

Criterio di calcolo elastoplastico: $A_{eff} = \beta \cdot k \cdot A_c$, eff dove $k = b \cdot l_{orda} / L_e$

Pannello	pb	sup/int	sup/est	inf/int	inf/est
----------	----	---------	---------	---------	---------

β	[-]	1.000	1.000	1.000	1.000								
β^*k	[-]	1.000	1.000	1.000	1.000								
INSTABILITÀ LOCALE													
Si trascurano gli effetti dell'instabilità locale per uno stato tensionale corrispondente a combinazioni di esercizio													
CARATTERISTICHE GEOMETRICHE LORDE													
		g1	g2	qt	q5	q7	$\epsilon 2$	$\epsilon 4$	E				
n	[-]	1E+15	18.386	6.298	6.298	6.298	17.7	18.386	6.298				
zG	[mm]	500	221	65	65	65	216	221	65				
A	[mm ²]	50472	88715	153025	153025	153025	90013	88715	153025				
A n	[mm ²]	5.05E+19	1.63E+06	9.64E+05	9.64E+05	9.64E+05	1.59E+06	1.63E+06	9.64E+05				
J	[mm ⁴]	8.60E+09	1.79E+10	2.32E+10	2.32E+10	2.32E+10	1.80E+10	1.79E+10	2.32E+10				
W sol,s	[mm ³]	-	-6.97E+08	-4.64E+08	-4.64E+08	-4.64E+08	6.86E+08	6.97E+08	4.64E+08				
W arm,s	[mm ³]	-	-4.24E+07	-8.76E+07	-8.76E+07	-8.76E+07	4.34E+07	4.24E+07	8.76E+07				
W pb,s	[mm ³]	-1.72E+07	-8.09E+07	-3.57E+08	-3.57E+08	-3.57E+08	8.37E+07	8.09E+07	3.57E+08				
W an,s	[mm ³]	-1.94E+07	-1.08E+08	-2.58E+09	-2.58E+09	-2.58E+09	1.13E+08	1.08E+08	2.58E+09				
W an,i	[mm ³]	1.94E+07	2.47E+07	2.64E+07	2.64E+07	2.64E+07	2.48E+07	2.47E+07	2.64E+07				
W pb,i	[mm ³]	1.72E+07	2.29E+07	2.48E+07	2.48E+07	2.48E+07	2.30E+07	2.29E+07	2.48E+07				
Av	[mm]	16872	16872	16872	16872	16872	16872	16872	16872				
VERIFICA TENSIONALE SULLA TRAVE													
		g1	g2	qt	q5	q7	$\epsilon 2$	$\epsilon 4$	E	Ed	Rk	Ed/Ek	
σ pb,s	[MPa]	-38.6	-2.7	-3.7	0.4	0.0	-19.8	0.0	0.0	-64.4	355.0	0.18	
σ an,s	[MPa]	-34.3	-2.0	1.9	0.5	0.0	-17.9	0.0	0.0	-51.7	355.0	0.15	
σ an,i	[MPa]	34.8	8.9	90.8	1.2	0.0	13.1	0.0	0.0	148.8	355.0	0.42	
σ pb,i	[MPa]	39.2	9.6	96.4	1.2	0.0	15.1	0.0	0.0	161.5	355.0	0.45	
τ an	[MPa]	0.0	0.0	-6.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-6.0	355.0	0.02	
σ id an,s	[MPa]	-	-	-	-	-	-	-	-	52.8	355.0	0.42	
σ id an,i	[MPa]	-	-	-	-	-	-	-	-	149.2	355.0	0.42	
Tasso di sfruttamento SLE													
$\eta 1,sle$	[-]	0.45											
VERIFICA TENSIONALE IN SOLETTA													
σ sol,s	[MPa]	0.0	-0.3	-4.6	0.0	0.0	2.3	0.0	0.0	-2.6	19.2	SI	
σ arm,s	[MPa]	0.0	-5.2	-23.7	0.3	0.0	-26.8	0.0	0.0	-55.4	360.0	SI	

TR2-SPA-3008 - Combinazione n°33 (Tempo infinito)

VERIFICA SLE A SCORRIMENTO DEI PIOLI

IPOTESI DI

CALCOLO

In accordo con quanto indicato nelle UNI EN 1994-2, laddove la soletta risulta fessurata, questa si considera comunque come non fessurata.

In tale circostanza, baricentro e inerzia, sono stati calcolati aggiungendo alle proprietà efficaci il contributo della soletta.

Per il calcolo delle proprietà efficaci si rimanda alla verifica SLU-pressoflessione della sezione per la presente combinazione di carichi.

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE (EFFICACI SE SEZIONE DI CLASSE 4)

		g1	g2	qt	q5	q7	$\epsilon 2$	$\epsilon 4$	E				
n	[-]	1E+15	18.386	6.298	6.298	6.298	17.7	18.386	6.298				
zG	[mm]	500	221	65	65	65	216	221	65				
J	[mm ⁴]	8.60E+09	1.79E+10	2.32E+10	2.32E+10	2.32E+10	1.80E+10	1.79E+10	2.32E+10				
S*	[mm ³]	0.00E+00	1.41E+07	2.20E+07	2.20E+07	2.20E+07	1.44E+07	1.41E+07	2.20E+07				
Ω Bredt	[mm ²]	-	-	-	-	-	-	-	-				

SCORRIMENTO LEGATO AL TAGLIO VERTICALE

		g1	g2	qt	q5	q7	$\epsilon 2$	$\epsilon 4$	E	Ed	
Ved	[kN]	0	0	-250	-1	0	0	0	0	-251	
Ted	[kNm]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
q ed,1	[kN/m]	0.0	0.0	-236.9	-0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	-237.5	

SCORRIMENTO LEGATO A EFFETTO PRIMARIO DI RITIRO E VARIAZIONE TERMICA DIFFERENZIALE TRAVE-SOLETTA

Ned,rit	[kN]	0	Azioni assiale trasferita tra trave e soletta per effetto dell'azione di ritiro									
Ned,dt	[kN]	0	Azioni assiale trasferita tra trave e soletta per effetto della termica differenziale									
L diff	[m]	-	Lunghezza di diffusione dell'azione (Ldiff = Beff)									
q ed,2	[kN/m]	0.0	Scorrimento legato alle azioni concentrate									

SCORRIMENTO TOTALE - VERIFICA

q ed,tot	[kN/m]	-237.5	Scorrimento totale qed,1+qed,2 di progetto
q rd	[kN/m]	1094.8	Scorrimento resistente di progetto
Tasso di sfruttamento η dei pioli (deve essere minore di 0.60)			
η pioli	[-]	0.22	

Traverso di pila – appoggio

TR2-P2-3729 - Combinazione n°707 (Tempo infinito)

SOLLECITAZIONI DI PROGETTO SLE-CARATTERISTICA SULLA TRAVE

		g1	g2	qt	q5	q7	$\epsilon 2$	$\epsilon 4$	E	TOT
Ned	[kN]	-4	-10	-17	3	852	0	0	0	824
Med	[kNm]	-12	-31	81	7	447	0	0	0	451
Ved	[kN]	-197	-109	6	4	131	0	0	0	-166
Ted	[kNm]	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ϵ sol	[-]	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-

VERIFICHE SLE TENSIONALI E DI FESSURAZIONE DELLA SOLETTA

FESSURAZIONE DELLA SOLETTA. Nota: sono escluse se tensioni uniformi legate all'effetto primario delle coazioni

σ sol,s	[Mpa]	-0.4	Tensione su lembo superiore soletta. Calcolata su sezione lorda con soletta non fessurata
σ sol,i	[Mpa]	0.7	Tensione su lembo inferiore soletta. Calcolata su sezione lorda con soletta non fessurata
Soletta	[-]	Parzializ	Soletta fessurata/non fessurata/parzializzata

EFFETTO SHEAR LAG NELLE PIATTABANDE

Criterio di calcolo elastoplastico: $A_{eff} = \beta \cdot k \cdot A_c$, eff dove $k = b_{lorda} / L_e$

Pannello	pb	sup/int	sup/est	inf/int	inf/est
β	[-]	1.000	1.000	1.000	1.000
$\beta \cdot k$	[-]	1.000	1.000	1.000	1.000

INSTABILITÀ LOCALE

Si trascurano gli effetti dell'instabilità locale per uno stato tensionale corrispondente a combinazioni di esercizio

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE LORDE

		g1	g2	qt	q5	q7	$\epsilon 2$	$\epsilon 4$	E
n	[-]	1E+15	18.386	6.298	6.298	6.298	17.7	18.386	6.298
zG	[mm]	500	296	149	149	149	292	296	149
A	[mm ²]	39232	55680	78156	78156	78156	56134	55680	78156
A n	[mm ²]	3.92E+19	1.02E+06	4.92E+05	4.92E+05	4.92E+05	9.94E+05	1.02E+06	4.92E+05
J	[mm ⁴]	6.29E+09	1.19E+10	1.61E+10	1.61E+10	1.61E+10	1.20E+10	1.19E+10	1.61E+10
W sol,s	[mm ³]	-	-4.00E+08	-2.53E+08	-2.53E+08	-2.53E+08	3.91E+08	4.00E+08	2.53E+08
W arm,s	[mm ³]	-	-2.39E+07	-4.60E+07	-4.60E+07	-4.60E+07	2.44E+07	2.39E+07	4.60E+07
W pb,s	[mm ³]	-1.26E+07	-4.01E+07	-1.08E+08	-1.08E+08	-1.08E+08	4.11E+07	4.01E+07	1.08E+08
W an,s	[mm ³]	-1.35E+07	-4.56E+07	-1.42E+08	-1.42E+08	-1.42E+08	4.68E+07	4.56E+07	1.42E+08
W an,i	[mm ³]	1.35E+07	1.78E+07	1.97E+07	1.97E+07	1.97E+07	1.78E+07	1.78E+07	1.97E+07
W pb,i	[mm ³]	1.26E+07	1.69E+07	1.89E+07	1.89E+07	1.89E+07	1.69E+07	1.69E+07	1.89E+07
Av	[mm]	17632	17632	17632	17632	17632	17632	17632	17632

VERIFICA TENSIONALE SULLA TRAVE

		g1	g2	qt	q5	q7	$\epsilon 2$	$\epsilon 4$	E	Ed	Rk	Ed/Ek
σ pb,s	[MPa]	0.8	0.6	-1.0	0.0	6.7	0.0	0.0	0.0	7.1	355.0	0.02
σ an,s	[MPa]	0.7	0.5	-0.8	0.0	7.8	0.0	0.0	0.0	8.2	355.0	0.02
σ an,i	[MPa]	-0.9	-1.9	3.9	0.4	33.6	0.0	0.0	0.0	35.0	355.0	0.10
σ pb,i	[MPa]	-1.0	-2.0	4.1	0.4	34.6	0.0	0.0	0.0	36.1	355.0	0.10
τ an	[MPa]	-11.2	-6.2	0.3	0.2	7.4	0.0	0.0	0.0	-9.4	355.0	0.03
σ id an,s	[MPa]	-	-	-	-	-	-	-	-	18.3	355.0	0.11
σ id an,i	[MPa]	-	-	-	-	-	-	-	-	38.6	355.0	0.11

Tasso di sfruttamento SLE

$\eta_{1,sle}$	[-]	0.11
----------------	-----	-------------

VERIFICA TENSIONALE IN SOLETTA

σ sol,s	[MPa]	0.0	0.1	-0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.3	19.2	SI
----------------	-------	-----	-----	------	-----	-----	-----	-----	-----	------	------	----

$\sigma_{arm,s}$ [MPa]	0.0	1.1	-2.0	-0.1	1.2	0.0	0.0	0.0	0.2	360.0	SI
------------------------	-----	-----	------	------	-----	-----	-----	-----	-----	-------	----

TR2-P2-3729 - Combinazione n°242 (Tempo infinito)

SOLLECITAZIONI DI PROGETTO SLE-CARATTERISTICA SULLA TRAVE

	g1	g2	qt	q5	q7	$\epsilon 2$	$\epsilon 4$	E	TOT
Ned [kN]	-4	-10	-102	-3	0	0	0	0	-119
Med [kNm]	-12	-31	-612	-7	0	0	0	0	-661
Ved [kN]	-197	-109	-498	-4	0	0	0	0	-808
Ted [kNm]	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ϵ_{sol} [-]	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-

VERIFICHE SLE TENSIONALI E DI FESSURAZIONE DELLA SOLETTA

FESSURAZIONE DELLA SOLETTA. Nota: sono escluse se tensioni uniformi legate all'effetto primario delle coazioni

$\sigma_{sol,s}$ [Mpa]	1.4	Tensione su lembo superiore soletta. Calcolata su sezione lorda con soletta non fessurata
$\sigma_{sol,i}$ [Mpa]	0.3	Tensione su lembo inferiore soletta. Calcolata su sezione lorda con soletta non fessurata
Soletta [-]	Fess	Soletta fessurata/non fessurata/parzializzata

EFFETTO SHEAR LAG NELLE PIATTABANDE

Criterio di calcolo elastoplastico: $A_{eff} = \beta \cdot k \cdot A_c$, eff dove $k = b_{lorda} / L_e$

Pannello	pb	sup/int	sup/est	inf/int	inf/est
β [-]	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
$\beta \cdot k$ [-]	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

INSTABILITÀ LOCALE

Si trascurano gli effetti dell'instabilità locale per uno stato tensionale corrispondente a combinazioni di esercizio

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE LORDE

	g1	g2	qt	q5	q7	$\epsilon 2$	$\epsilon 4$	E
n [-]	1E+15	1E+15	1E+15	1E+15	1E+15	1E+15	1E+15	1E+15
zG [mm]	500	432	432	432	432	432	432	432
A [mm ²]	39232	43971	43971	43971	43971	43971	43971	43971
A n [mm ²]	3.92E+19	4.40E+19	4.40E+19	4.40E+19	4.40E+19	4.40E+19	4.40E+19	4.40E+19
J [mm ⁴]	6.29E+09	7.99E+09	7.99E+09	7.99E+09	7.99E+09	7.99E+09	7.99E+09	7.99E+09
W sol,s [mm ³]	-	-1.17E+22	-1.17E+22	-1.17E+22	-1.17E+22	1.17E+22	1.17E+22	1.17E+22
W arm,s [mm ³]	-	-1.26E+07	-1.26E+07	-1.26E+07	-1.26E+07	1.26E+07	1.26E+07	1.26E+07
W pb,s [mm ³]	-1.26E+07	-1.85E+07	-1.85E+07	-1.85E+07	-1.85E+07	1.85E+07	1.85E+07	1.85E+07
W an,s [mm ³]	-1.35E+07	-2.02E+07	-2.02E+07	-2.02E+07	-2.02E+07	2.02E+07	2.02E+07	2.02E+07
W an,i [mm ³]	1.35E+07	1.50E+07	1.50E+07	1.50E+07	1.50E+07	1.50E+07	1.50E+07	1.50E+07
W pb,i [mm ³]	1.26E+07	1.41E+07	1.41E+07	1.41E+07	1.41E+07	1.41E+07	1.41E+07	1.41E+07
Av [mm]	17632	17632	17632	17632	17632	17632	17632	17632

VERIFICA TENSIONALE SULLA TRAVE

	g1	g2	qt	q5	q7	$\epsilon 2$	$\epsilon 4$	E	Ed	Rk	Ed/Ek
$\sigma_{pb,s}$ [MPa]	0.8	1.4	30.8	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	33.3	355.0	0.09
$\sigma_{an,s}$ [MPa]	0.7	1.3	28.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	30.3	355.0	0.09
$\sigma_{an,i}$ [MPa]	-0.9	-2.3	-43.0	-0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	-46.8	355.0	0.13
$\sigma_{pb,i}$ [MPa]	-1.0	-2.4	-45.8	-0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	-49.8	355.0	0.14
τ_{an} [MPa]	-11.2	-6.2	-28.2	-0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	-45.8	355.0	0.13
$\sigma_{id an,s}$ [MPa]	-	-	-	-	-	-	-	-	85.0	355.0	0.26
$\sigma_{id an,i}$ [MPa]	-	-	-	-	-	-	-	-	92.2	355.0	0.26

Tasso di sfruttamento SLE

$\eta_{1,sle}$ [-]	0.26
--------------------	-------------

VERIFICA TENSIONALE IN SOLETTA

$\sigma_{sol,s}$ [MPa]	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	19.2	SI
$\sigma_{arm,s}$ [MPa]	0.0	2.2	46.1	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	48.8	360.0	SI

TR2-P2-3729 - Combinazione n°611 (Tempo infinito)

SOLLECITAZIONI DI PROGETTO SLE-CARATTERISTICA SULLA TRAVE										
		g1	g2	qt	q5	q7	ε2	ε4	E	TOT
Ned	[kN]	-4	-10	-7	3	852	-2855	0	0	-2022
Med	[kNm]	-12	-31	116	7	404	861	0	0	1345
Ved	[kN]	-197	-109	-7	4	131	-44	0	0	-223
Ted	[kNm]	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ε sol	[-]	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	3.28E-04	0.00E+00	0.00E+00	-

VERIFICHE SLE TENSIONALI E DI FESSURAZIONE DELLA SOLETTA										
FESSURAZIONE DELLA SOLETTA. Nota: sono escluse se tensioni uniformi legate all'effetto primario delle coazioni										
σ sol,s	[Mpa]	-3.7	Tensione su lembo superiore soletta. Calcolata su sezione lorda con soletta non fessurata							
σ sol,i	[Mpa]	-2.2	Tensione su lembo inferiore soletta. Calcolata su sezione lorda con soletta non fessurata							
Soletta	[-]	Non Fess	Soletta fessurata/non fessurata/parzializzata							

EFFETTO SHEAR LAG NELLE PIATTABANDE										
Criterio di calcolo elastoplastico: Aeff = beta^k * Ac,eff dove k = b_lorda / Le										
Pannello	pb	sup/int	sup/est	inf/int	inf/est					
β	[-]	1.000	1.000	1.000	1.000					
β^k	[-]	1.000	1.000	1.000	1.000					

INSTABILITÀ LOCALE										
Si trascurano gli effetti dell'instabilità locale per uno stato tensionale corrispondente a combinazioni di esercizio										

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE LORDE										
		g1	g2	qt	q5	q7	ε2	ε4	E	
n	[-]	1E+15	18.386	6.298	6.298	6.298	17.7	18.386	6.298	
zG	[mm]	500	180	31	31	31	175	180	31	
A	[mm ²]	39232	77475	141785	141785	141785	78773	77475	141785	
A n	[mm ²]	3.92E+19	1.42E+06	8.93E+05	8.93E+05	8.93E+05	1.39E+06	1.42E+06	8.93E+05	
J	[mm ⁴]	6.29E+09	1.45E+10	1.86E+10	1.86E+10	1.86E+10	1.47E+10	1.45E+10	1.86E+10	
W sol,s	[mm ³]	-	-6.21E+08	-4.17E+08	-4.17E+08	-4.17E+08	6.12E+08	6.21E+08	4.17E+08	
W arm,s	[mm ³]	-	-3.82E+07	-8.07E+07	-8.07E+07	-8.07E+07	3.92E+07	3.82E+07	8.07E+07	
W pb,s	[mm ³]	-1.26E+07	-8.06E+07	-6.09E+08	-6.09E+08	-6.09E+08	8.40E+07	8.06E+07	6.09E+08	
W an,s	[mm ³]	-1.35E+07	-1.01E+08	3.39E+09	3.39E+09	3.39E+09	1.06E+08	1.01E+08	3.39E+09	
W an,i	[mm ³]	1.35E+07	1.86E+07	1.99E+07	1.99E+07	1.99E+07	1.86E+07	1.86E+07	1.99E+07	
W pb,i	[mm ³]	1.26E+07	1.77E+07	1.92E+07	1.92E+07	1.92E+07	1.78E+07	1.77E+07	1.92E+07	
Av	[mm]	17632	17632	17632	17632	17632	17632	17632	17632	

VERIFICA TENSIONALE SULLA TRAVE													
		g1	g2	qt	q5	q7	ε2	ε4	E	Ed	Rk	Ed/Ek	
σ pb,s	[MPa]	0.8	0.2	-0.2	0.0	5.3	-46.5	0.0	0.0	-40.3	355.0	0.11	
σ an,s	[MPa]	0.7	0.2	0.0	0.0	6.1	-44.4	0.0	0.0	-37.3	355.0	0.11	
σ an,i	[MPa]	-0.9	-1.8	5.8	0.4	26.3	10.0	0.0	0.0	39.7	355.0	0.11	
σ pb,i	[MPa]	-1.0	-1.9	6.0	0.4	27.1	12.1	0.0	0.0	42.7	355.0	0.12	
τ an	[MPa]	-11.2	-6.2	-0.4	0.2	7.4	-2.5	0.0	0.0	-12.6	355.0	0.04	
σ id an,s	[MPa]	-	-	-	-	-	-	-	-	43.3	355.0	0.13	
σ id an,i	[MPa]	-	-	-	-	-	-	-	-	45.3	355.0	0.13	

Tasso di sfruttamento SLE													
η1,sle	[-]	0.13											

VERIFICA TENSIONALE IN SOLETTA													
σ sol,s	[MPa]	0.0	0.0	-0.3	0.0	0.0	0.4	0.0	0.0	0.2	19.2	SI	
σ arm,s	[MPa]	0.0	0.7	-1.5	-0.1	1.0	-58.2	0.0	0.0	-58.1	360.0	SI	

TR2-P2-3729 - Combinazione n°611 (Tempo infinito)

VERIFICA SLE A SCORRIMENTO DEI PIOLI													
IPOTESI DI CALCOLO													
In accordo con quanto indicato nelle UNI EN 1994-2, laddove la soletta risulta fessurata, questa si considera comunque come non fessurata.													
In tale circostanza, baricentro e inerzia, sono stati calcolati aggiungendo alle proprietà efficaci il contributo della soletta.													
Per il calcolo delle proprietà efficaci si rimanda alla verifica SLU-pressoflessione della sezione per la presente combinazione di carichi.													

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE (EFFICACI SE SEZIONE DI CLASSE 4)										
		g1	g2	qt	q5	q7	ε2	ε4	E	
n	[-]	1E+15	18.386	6.298	6.298	6.298	17.7	18.386	6.298	
zG	[mm]	500	180	31	31	31	175	180	31	
J	[mm ⁴]	6.29E+09	1.45E+10	1.86E+10	1.86E+10	1.86E+10	1.47E+10	1.45E+10	1.86E+10	
S*	[mm ³]	0.00E+00	1.25E+07	1.84E+07	1.84E+07	1.84E+07	1.28E+07	1.25E+07	1.84E+07	
Ω Bredt	[mm ²]	-	-	-	-	-	-	-	-	
SCORRIMENTO LEGATO AL TAGLIO VERTICALE										
		g1	g2	qt	q5	q7	ε2	ε4	E	Ed
Ved	[kN]	0	-109	0	0	0	0	0	0	-109
Ted	[kNm]	0	0	0	0	0	0	0	0	0
q ed,1	[kN/m]	0.0	-94.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-94.2
SCORRIMENTO LEGATO A EFFETTO PRIMARIO DI RITIRO E VARIAZIONE TERMICA DIFFERENZIALE TRAVE-SOLETTA										
Ned,rit	[kN]	2397	Azioni assiale trasferita tra trave e soletta per effetto dell'azione di ritiro							
Ned,dt	[kN]	1284	Azioni assiale trasferita tra trave e soletta per effetto della termica differenziale							
L diff	[m]	3.08	Lunghezza di diffusione dell'azione (Ldiff = Beff)							
q ed,2	[kN/m]	1195.1	Scorrimento legato alle azioni concentrate							
SCORRIMENTO TOTALE - VERIFICA										
q ed,tot	[kN/m]	1100.9	Scorrimento totale qed,1+qed,2 di progetto							
q rd	[kN/m]	3284.3	Scorrimento resistente di progetto							
Tasso di sfruttamento η dei pioli (deve essere minore di 0.60)										
η pioli	[-]	0.34								

Traverso di pila – mezzeria

TR2-P2-3736 - Combinazione n°20 (Tempo infinito)

SOLLECITAZIONI DI PROGETTO SLE-CARATTERISTICA SULLA TRAVE										
		g1	g2	qt	q5	q7	ε2	ε4	E	TOT
Ned	[kN]	-4	4	125	9	0	-2679	0	0	-2547
Med	[kNm]	839	383	1890	3	0	1002	0	0	4117
Ved	[kN]	0	1	-156	0	0	4	0	0	-151
Ted	[kNm]	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ε sol	[-]	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	3.28E-04	0.00E+00	0.00E+00	-
VERIFICHE SLE TENSIONALI E DI FESSURAZIONE DELLA SOLETTA										
FESSURAZIONE DELLA SOLETTA. Nota: sono escluse se tensioni uniformi legate all'effetto primario delle coazioni										
σ sol,s	[Mpa]	-8.6	Tensione su lembo superiore soletta. Calcolata su sezione lorda con soletta non fessurata							
σ sol,i	[Mpa]	-4.3	Tensione su lembo inferiore soletta. Calcolata su sezione lorda con soletta non fessurata							
Soletta	[-]	Non Fess	Soletta fessurata/non fessurata/parzializzata							
EFFETTO SHEAR LAG NELLE PIATTABANDE										
Criterio di calcolo elastoplastico: Aeff = beta^k * Ac,eff dove k = b_lorda / Le										
Pannello	pb	sup/int	sup/est	inf/int	inf/est					
β	[-]	1.000	1.000	1.000	1.000					
β^k	[-]	1.000	1.000	1.000	1.000					
INSTABILITÀ LOCALE										
Si trascurano gli effetti dell'instabilità locale per uno stato tensionale corrispondente a combinazioni di esercizio										
CARATTERISTICHE GEOMETRICHE LORDE										
		g1	g2	qt	q5	q7	ε2	ε4	E	
n	[-]	1E+15	18.386	6.298	6.298	6.298	17.7	18.386	6.298	
zG	[mm]	500	180	31	31	31	175	180	31	
A	[mm ²]	39232	77475	141785	141785	141785	78773	77475	141785	
A n	[mm ²]	3.92E+19	1.42E+06	8.93E+05	8.93E+05	8.93E+05	1.39E+06	1.42E+06	8.93E+05	
J	[mm ⁴]	6.29E+09	1.45E+10	1.86E+10	1.86E+10	1.86E+10	1.47E+10	1.45E+10	1.86E+10	
W sol,s	[mm ³]	-	-6.21E+08	-4.17E+08	-4.17E+08	-4.17E+08	6.12E+08	6.21E+08	4.17E+08	
W arm,s	[mm ³]	-	-3.82E+07	-8.07E+07	-8.07E+07	-8.07E+07	3.92E+07	3.82E+07	8.07E+07	
W pb,s	[mm ³]	-1.26E+07	-8.06E+07	-6.09E+08	-6.09E+08	-6.09E+08	8.40E+07	8.06E+07	6.09E+08	
W an,s	[mm ³]	-1.35E+07	-1.01E+08	3.39E+09	3.39E+09	3.39E+09	1.06E+08	1.01E+08	3.39E+09	

W an,i [mm ³]	1.35E+07	1.86E+07	1.99E+07	1.99E+07	1.99E+07	1.86E+07	1.86E+07	1.99E+07				
W pb,i [mm ³]	1.26E+07	1.77E+07	1.92E+07	1.92E+07	1.92E+07	1.78E+07	1.77E+07	1.92E+07				
Av [mm]	17632	17632	17632	17632	17632	17632	17632	17632				

VERIFICA TENSIONALE SULLA TRAVE

	g1	g2	qt	q5	q7	ε2	ε4	E	Ed	Rk	Ed/Ek
σ pb,s [MPa]	-66.9	-4.7	-2.2	0.1	0.0	-45.9	0.0	0.0	-119.7	355.0	0.34
σ an,s [MPa]	-62.1	-3.8	1.4	0.1	0.0	-43.5	0.0	0.0	-107.8	355.0	0.30
σ an,i [MPa]	61.9	20.7	95.8	0.2	0.0	19.8	0.0	0.0	198.3	355.0	0.56
σ pb,i [MPa]	66.7	21.6	99.4	0.2	0.0	22.3	0.0	0.0	210.2	355.0	0.59
τ an [MPa]	0.0	0.0	-8.8	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	-8.6	355.0	0.02
σ id an,s [MPa]	-	-	-	-	-	-	-	-	108.8	355.0	0.56
σ id an,i [MPa]	-	-	-	-	-	-	-	-	198.9	355.0	0.56

Tasso di sfruttamento SLE

η1,sle [-] **0.59**

VERIFICA TENSIONALE IN SOLETTA

σ sol,s [MPa]	0.0	-0.6	-4.4	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	-4.7	19.2	SI
σ arm,s [MPa]	0.0	-10.0	-22.6	0.0	0.0	-59.6	0.0	0.0	-92.1	360.0	SI

TR2-P2-3736 - Combinazione n°235 (Tempo infinito)

VERIFICA SLE A SCORRIMENTO DEI PIOLI

IPOTESI DI CALCOLO

In accordo con quanto indicato nelle UNI EN 1994-2, laddove la soletta risulta fessurata, questa si considera comunque come non fessurata. In tale circostanza, baricentro e inerzia, sono stati calcolati aggiungendo alle proprietà efficaci il contributo della soletta. Per il calcolo delle proprietà efficaci si rimanda alla verifica SLU-pressoflessione della sezione per la presente combinazione di carichi.

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE (EFFICACI SE SEZIONE DI CLASSE 4)

	g1	g2	qt	q5	q7	ε2	ε4	E
n [-]	1E+15	18.386	6.298	6.298	6.298	17.7	18.386	6.298
zG [mm]	500	180	31	31	31	175	180	31
J [mm ⁴]	6.29E+09	1.45E+10	1.86E+10	1.86E+10	1.86E+10	1.47E+10	1.45E+10	1.86E+10
S* [mm ³]	0.00E+00	1.25E+07	1.84E+07	1.84E+07	1.84E+07	1.28E+07	1.25E+07	1.84E+07
Ω Bredt [mm ²]	-	-	-	-	-	-	-	-

SCORRIMENTO LEGATO AL TAGLIO VERTICALE

	g1	g2	qt	q5	q7	ε2	ε4	E	Ed
Ved [kN]	0	1	-281	0	0	0	0	0	-280
Ted [kNm]	0	0	0	0	0	0	0	0	0
q ed,1 [kN/m]	0.0	0.8	-278.5	-0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	-277.9

SCORRIMENTO LEGATO A EFFETTO PRIMARIO DI RITIRO E VARIAZIONE TERMICA DIFFERENZIALE TRAVE-SOLETTA

Ned,rit [kN]	0	Azioni assiale trasferita tra trave e soletta per effetto dell'azione di ritiro
Ned,dt [kN]	0	Azioni assiale trasferita tra trave e soletta per effetto della termica differenziale
L diff [m]	-	Lunghezza di diffusione dell'azione (Ldiff = Beff)
q ed,2 [kN/m]	0.0	Scorrimento legato alle azioni concentrate

SCORRIMENTO TOTALE - VERIFICA

q ed,tot [kN/m]	-277.9	Scorrimento totale qed,1+qed,2 di progetto
q rd [kN/m]	1094.8	Scorrimento resistente di progetto

Tasso di sfruttamento η dei pioli (deve essere minore di 0.60)

η pioli [-] **0.25**

10.2.4.2 Sle Frequente

Traverso di P2 – appoggio

traverso - Combinazione n°127 (Tempo zero)

SOLLECITAZIONI DI PROGETTO SLE-FREQUENTE SULLA TRAVE

	g1	g2	qt	q5	q7	ε2	ε4	E	TOT
--	----	----	----	----	----	----	----	---	-----

Ned	[kN]	-4	-10	-78	-2	0	0	0	0	-94
Med	[kNm]	-12	-31	-405	-6	0	0	0	0	-453
Ved	[kN]	-197	-109	-325	-3	0	0	0	0	-634
Ted	[kNm]	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ε sol	[-]	0.00E+00	-							

VERIFICHE SLE TENSIONALI E DI FESSURAZIONE DELLA SOLETTA

FESSURAZIONE DELLA SOLETTA. Nota: sono escluse le tensioni uniformi legate all'effetto primario delle coazioni

σ sol,s	[Mpa]	0.9	Tensione su lembo superiore soletta. Calcolata su sezione lorda con soletta non fessurata	
σ sol,i	[Mpa]	0.2	Tensione su lembo inferiore soletta. Calcolata su sezione lorda con soletta non fessurata	
Soletta	[-]	Fess	Soletta fessurata/non fessurata/parzializzata	

EFFETTO SHEAR LAG NELLE PIATTABANDE

Criterio di calcolo elastoplastico: Aeff = beta*k * Ac,eff dove k = b_lorda / Le

Pannello	pb	sup/int	sup/est	inf/int	inf/est
β	[-]	1.000	1.000	1.000	1.000
β^k	[-]	1.000	1.000	1.000	1.000

INSTABILITÀ LOCALE

Si trascurano gli effetti dell'instabilità locale per uno stato tensionale corrispondente a combinazioni di esercizio

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE LORDE

	g1	g2	qt	q5	q7	ε2	ε4	E
n	[-]	1E+15						
zG	[mm]	500	432	432	432	432	432	432
A	[mm2]	39232	43971	43971	43971	43971	43971	43971
A n	[mm2]	3.92E+19	4.40E+19	4.40E+19	4.40E+19	4.40E+19	4.40E+19	4.40E+19
J	[mm4]	6.29E+09	7.99E+09	7.99E+09	7.99E+09	7.99E+09	7.99E+09	7.99E+09
W sol,s	[mm3]	-	1.17E+22	1.17E+22	1.17E+22	1.17E+22	1.17E+22	1.17E+22
W arm,s	[mm3]	-	1.26E+07	1.26E+07	1.26E+07	1.26E+07	1.26E+07	1.26E+07
W pb,s	[mm3]	1.26E+07	1.85E+07	1.85E+07	1.85E+07	1.85E+07	1.85E+07	1.85E+07
W an,s	[mm3]	1.35E+07	2.02E+07	2.02E+07	2.02E+07	2.02E+07	2.02E+07	2.02E+07
W an,i	[mm3]	1.35E+07	1.50E+07	1.50E+07	1.50E+07	1.50E+07	1.50E+07	1.50E+07
W pb,i	[mm3]	1.26E+07	1.41E+07	1.41E+07	1.41E+07	1.41E+07	1.41E+07	1.41E+07
Av	[mm]	17632	17632	17632	17632	17632	17632	17632

VERIFICA TENSIONALE SULLA TRAVE

	g1	g2	qt	q5	q7	ε2	ε4	E	Ed	Rk	Ed/Ek
σ pb,s	[MPa]	0.8	1.4	20.1	0.3	0.0	0.0	0.0	22.6	355.0	0.06
σ an,s	[MPa]	0.7	1.3	18.3	0.2	0.0	0.0	0.0	20.6	355.0	0.06
σ an,i	[MPa]	-0.9	-2.3	-28.7	-0.4	0.0	0.0	0.0	-32.4	355.0	0.09
σ pb,i	[MPa]	-1.0	-2.4	-30.6	-0.5	0.0	0.0	0.0	-34.4	355.0	0.10
τ an	[MPa]	-11.2	-6.2	-18.4	-0.2	0.0	0.0	0.0	-36.0	355.0	0.10
oid an,s	[MPa]	-	-	-	-	-	-	-	65.6	355.0	0.20
oid an,i	[MPa]	-	-	-	-	-	-	-	70.2	355.0	0.20

Tasso di sfruttamento SLE

η1,sle [-] **0.20**

VERIFICA TENSIONALE IN SOLETTA

σ sol,s	[MPa]	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-
σ arm,s	[MPa]	0.0	2.2	30.3	0.4	0.0	0.0	0.0	32.9	-

VERIFICA PER STATO LIMITE DI FESSURAZIONE

ρ eff,s	[-]	0.008	Rapporto tra area di armatura superiore e area di calcestruzzo efficace ad essa corrispondente								
ρ eff,i	[-]	0.031	Rapporto tra area di armatura inferiore e area di calcestruzzo efficace ad essa corrispondente								
	g1	g2	qt	q5	q7	ε2	ε4	E	Ed	Rk	Ed/Ek
kt	[-]	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6			
n	[-]	1E+15	18.386	6.298	6.298	6.298	17.7	18.386	6.298		
σ arm,s	[MPa]	0.0	2.2	30.3	0.4	0.0	0.0	0.0			
σ arm,i	[MPa]	0.0	1.7	23.2	0.3	0.0	0.0	0.0			
ε sm,s	[-]	0.00E+00	6.27E-06	8.65E-05	1.17E-06	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	9.39E-05		
ε sm,i	[-]	0.00E+00	4.73E-06	6.62E-05	8.82E-07	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	7.18E-05		
Δ sm,s	[mm]	407.5	Distanza media tra le fessure - armatura superiore								
Δ sm,i	[mm]	176.9	Distanza media tra le fessure - armatura inferiore								
w k,s	[mm]	0.07	Ampiezza caratteristica delle fessure - armatura superiore								
w k,i	[mm]	0.02	Ampiezza caratteristica delle fessure - armatura inferiore								

w lim [mm]	0.30	Limite consentito di apertura delle fessure per lo stato limite considerato
Ver. SI/NO?	SI	Verifica soddisfatta?

10.2.4.3 Sle quasi-permanente

Traverso di spalla – mezzeria

TR2-SPA-3008 - Combinazione n°49 (Tempo infinito)

SOLLECITAZIONI DI PROGETTO SLE-QUASI PERMANENTE SULLA TRAVE										
		g1	g2	qt	q5	q7	ε2	ε4	E	TOT
Ned	[kN]	15	1	0	-63	0	0	0	0	-47
Med	[kNm]	669	220	0	-15	0	0	0	0	874
Ved	[kN]	0	0	0	-1	0	0	0	0	-1
Ted	[kNm]	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ε sol	[-]	0.00E+00	-							

VERIFICHE SLE TENSIONALI E DI FESSURAZIONE DELLA SOLETTA			
FESSURAZIONE DELLA SOLETTA. Nota: sono escluse se tensioni uniformi legate all'effetto primario delle coazioni			
σ sol,s [Mpa]	-0.3	Tensione su lembo superiore soletta. Calcolata su sezione lorda con soletta non fessurata	
σ sol,i [Mpa]	-0.2	Tensione su lembo inferiore soletta. Calcolata su sezione lorda con soletta non fessurata	
Soletta [-]	Non Fess	Soletta fessurata/non fessurata/parzializzata	

EFFETTO SHEAR LAG NELLE PIATTABANDE					
Criterio di calcolo elastoplastico: Aeff = beta^k * Ac,eff dove k = b_lorda / Le					
Pannello	pb	sup/int	sup/est	inf/int	inf/est
β [-]	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
β^k [-]	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

INSTABILITÀ LOCALE
Si trascurano gli effetti dell'instabilità locale per uno stato tensionale corrispondente a combinazioni di esercizio

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE LORDE									
		g1	g2	qt	q5	q7	ε2	ε4	E
n	[-]	1E+15	18.386	6.298	6.298	6.298	17.7	18.386	6.298
zG	[mm]	500	221	65	65	65	216	221	65
A	[mm2]	50472	88715	153025	153025	153025	90013	88715	153025
A n	[mm2]	5.05E+19	1.63E+06	9.64E+05	9.64E+05	9.64E+05	1.59E+06	1.63E+06	9.64E+05
J	[mm4]	8.60E+09	1.79E+10	2.32E+10	2.32E+10	2.32E+10	1.80E+10	1.79E+10	2.32E+10
W sol,s	[mm3]	-	6.97E+08	4.64E+08	4.64E+08	4.64E+08	6.86E+08	6.97E+08	4.64E+08
W arm,s	[mm3]	-	4.24E+07	8.76E+07	8.76E+07	8.76E+07	4.34E+07	4.24E+07	8.76E+07
W pb,s	[mm3]	1.72E+07	8.09E+07	3.57E+08	3.57E+08	3.57E+08	8.37E+07	8.09E+07	3.57E+08
W an,s	[mm3]	1.94E+07	1.08E+08	2.58E+09	2.58E+09	2.58E+09	1.13E+08	1.08E+08	2.58E+09
W an,i	[mm3]	1.94E+07	2.47E+07	2.64E+07	2.64E+07	2.64E+07	2.48E+07	2.47E+07	2.64E+07
W pb,i	[mm3]	1.72E+07	2.29E+07	2.48E+07	2.48E+07	2.48E+07	2.30E+07	2.29E+07	2.48E+07
Av	[mm]	16872	16872	16872	16872	16872	16872	16872	16872

VERIFICA TENSIONALE SULLA TRAVE												
		g1	g2	qt	q5	q7	ε2	ε4	E	Ed	Rk	Ed/Ek
σ pb,s	[MPa]	-38.6	-2.7	0.0	-0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	-41.7	355.0	0.12
σ an,s	[MPa]	-34.3	-2.0	0.0	-0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	-36.7	355.0	0.10
σ an,i	[MPa]	34.8	8.9	0.0	-1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	42.8	355.0	0.12
σ pb,i	[MPa]	39.2	9.6	0.0	-1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	47.8	355.0	0.13
τ,an	[MPa]	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	355.0	0.00
oid an,s	[MPa]	-	-	-	-	-	-	-	-	36.7	355.0	0.12
oid an,i	[MPa]	-	-	-	-	-	-	-	-	42.8	355.0	0.12

Tasso di sfruttamento SLE
η1,sle [-] **0.13**

VERIFICA TENSIONALE IN SOLETTA												
σ sol,s	[MPa]	0.0	-0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.3	14.4	SI

$\sigma_{arm,s}$ [MPa]	0.0	-5.2	0.0	-0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-5.4	-	-
VERIFICA PER STATO LIMITE DI FESSURAZIONE												
$\rho_{eff,s}$ [-]	Rapporto tra area di armatura superiore e area di calcestruzzo efficace ad essa corrispondente											
$\rho_{eff,i}$ [-]	Rapporto tra area di armatura inferiore e area di calcestruzzo efficace ad essa corrispondente											
	g1	g2	qt	q5	q7	ϵ_2	ϵ_4	E	Ed	Rk	Ed/Ek	
kt [-]												
n [-]												
$\sigma_{arm,s}$ [MPa]												
$\sigma_{arm,i}$ [MPa]												
$\epsilon_{sm,s}$ [-]												
$\epsilon_{sm,i}$ [-]												
$\Delta_{sm,s}$ [mm]	Distanza media tra le fessure - armatura superiore											
$\Delta_{sm,i}$ [mm]	Distanza media tra le fessure - armatura inferiore											
w _{k,s} [mm]	Ampiezza caratteristica delle fessure - armatura superiore											
w _{k,i} [mm]	Ampiezza caratteristica delle fessure - armatura inferiore											
w _{lim} [mm]	Limite consentito di apertura delle fessure per lo stato limite considerato											
Ver. SI/NO?	Verifica soddisfatta?											

Traverso Pila 1 – mezzaria

TR1-P2-3736 - Combinazione n°73 (Tempo infinito)

SOLLECITAZIONI DI PROGETTO SLE-QUASI PERMANENTE SULLA TRAVE												
		g1	g2	qt	q5	q7	ϵ_2	ϵ_4	E	TOT		
Ned	[kN]	-4	4	0	-20	0	0	0	0	0	-20	
Med	[kNm]	839	383	0	-1	0	0	0	0	0	1221	
Ved	[kN]	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	
Ted	[kNm]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
ϵ_{sol}	[-]	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	

VERIFICHE SLE TENSIONALI E DI FESSURAZIONE DELLA SOLETTA												
FESSURAZIONE DELLA SOLETTA. Nota: sono escluse se tensioni uniformi legate all'effetto primario delle coazioni												
$\sigma_{sol,s}$ [Mpa]	-0.6	Tensione su lembo superiore soletta. Calcolata su sezione lorda con soletta non fessurata										
$\sigma_{sol,i}$ [Mpa]	-0.3	Tensione su lembo inferiore soletta. Calcolata su sezione lorda con soletta non fessurata										
Soletta [-]	Non Fess	Soletta fessurata/non fessurata/parzializzata										

EFFETTO SHEAR LAG NELLE PIATTABANDE												
Criterio di calcolo elastoplastico: $A_{eff} = \beta \cdot k \cdot A_c$, eff dove $k = b_{lorda} / L_e$												
Pannello	pb	sup/int	sup/est	inf/int	inf/est							
β [-]	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000							
$\beta \cdot k$ [-]	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000							

INSTABILITÀ LOCALE												
Si trascurano gli effetti dell'instabilità locale per uno stato tensionale corrispondente a combinazioni di esercizio												

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE LORDE												
		g1	g2	qt	q5	q7	ϵ_2	ϵ_4	E			
n	[-]	1E+15	18.386	6.298	6.298	6.298	17.7	18.386	6.298			
zG	[mm]	500	180	31	31	31	175	180	31			
A	[mm ²]	39232	77475	141785	141785	141785	78773	77475	141785			
A _n	[mm ²]	3.92E+19	1.42E+06	8.93E+05	8.93E+05	8.93E+05	1.39E+06	1.42E+06	8.93E+05			
J	[mm ⁴]	6.29E+09	1.45E+10	1.86E+10	1.86E+10	1.86E+10	1.47E+10	1.45E+10	1.86E+10			
W _{sol,s}	[mm ³]	-	6.21E+08	4.17E+08	4.17E+08	4.17E+08	6.12E+08	6.21E+08	4.17E+08			
W _{arm,s}	[mm ³]	-	3.82E+07	8.07E+07	8.07E+07	8.07E+07	3.92E+07	3.82E+07	8.07E+07			
W _{pb,s}	[mm ³]	1.26E+07	8.06E+07	6.09E+08	6.09E+08	6.09E+08	8.40E+07	8.06E+07	6.09E+08			
W _{an,s}	[mm ³]	1.35E+07	1.01E+08	3.39E+09	3.39E+09	3.39E+09	1.06E+08	1.01E+08	3.39E+09			
W _{an,i}	[mm ³]	1.35E+07	1.86E+07	1.99E+07	1.99E+07	1.99E+07	1.86E+07	1.86E+07	1.99E+07			
W _{pb,i}	[mm ³]	1.26E+07	1.77E+07	1.92E+07	1.92E+07	1.92E+07	1.78E+07	1.77E+07	1.92E+07			
Av	[mm]	17632	17632	17632	17632	17632	17632	17632	17632			

VERIFICA TENSIONALE SULLA TRAVE												
---------------------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

	g1	g2	qt	q5	q7	ε2	ε4	E	Ed	Rk	Ed/Ek
σ pb,s [MPa]	-66.9	-4.7	0.0	-0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	-71.7	355.0	0.20
σ an,s [MPa]	-62.1	-3.8	0.0	-0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	-66.0	355.0	0.19
σ an,i [MPa]	61.9	20.7	0.0	-0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	82.3	355.0	0.23
σ pb,i [MPa]	66.7	21.6	0.0	-0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	88.1	355.0	0.25
τ an [MPa]	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	355.0	0.00
σ id an,s [MPa]	-	-	-	-	-	-	-	-	66.0	355.0	0.23
σ id an,i [MPa]	-	-	-	-	-	-	-	-	82.3	355.0	0.23
Tasso di sfruttamento SLE											
η1,sle [-]	0.25										
VERIFICA TENSIONALE IN SOLETTA											
σ sol,s [MPa]	0.0	-0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.6	14.4	SI
σ arm,s [MPa]	0.0	-10.0	0.0	-0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	-10.1	-	-
VERIFICA PER STATO LIMITE DI FESSURAZIONE											
ρ eff,s [-]	Rapporto tra area di armatura superiore e area di calcestruzzo efficace ad essa corrispondente										
ρ eff,i [-]	Rapporto tra area di armatura inferiore e area di calcestruzzo efficace ad essa corrispondente										
	g1	g2	qt	q5	q7	ε2	ε4	E	Ed	Rk	Ed/Ek
kt [-]											
n [-]											
σ arm,s [MPa]											
σ arm,i [MPa]											
ε sm,s [-]											
ε sm,i [-]											
Δ sm,s [mm]	Distanza media tra le fessure - armatura superiore										
Δ sm,i [mm]	Distanza media tra le fessure - armatura inferiore										
w k,s [mm]	Ampiezza caratteristica delle fessure - armatura superiore										
w k,i [mm]	Ampiezza caratteristica delle fessure - armatura inferiore										
w lim [mm]	Limite consentito di apertura delle fessure per lo stato limite considerato										
Ver. SI/NO? [-]	Verifica soddisfatta?										

10.3 Verifiche sezionali a fatica

Nelle verifiche si è trascurato l'effetto dell'instabilità locale e si è invece tenuto conto dell'effetto shear-lag nelle piattabande, il quale è stato valutato tramite un approccio elastico (coefficiente β).

10.3.1 Coefficiente di sicurezza per le verifiche a fatica

La struttura è da considerarsi come "sensibile alla rottura per fatica". Inoltre, per le travi di impalcato e gli elementi di connessione quali le saldature anima-piattabanda, si assumono "conseguenza significative alla rottura". In accordo con la Tabella 18, si è dunque assunto $\gamma_{Mf} = 1.35$.

	Conseguenze della rottura	
	Conseguenze moderate	Conseguenze significative
Strutture poco sensibili alla rottura per fatica	$\gamma_{Mf} = 1,00$	$\gamma_{Mf} = 1,15$
Strutture sensibili alla rottura per fatica	$\gamma_{Mf} = 1,15$	$\gamma_{Mf} = 1,35$

Tabella 22 – Coefficienti di sicurezza da assumere per le verifiche a fatica (Tab.4.2.XI NTC2018)

10.3.2 Classe dei dettagli

I dettagli considerati nelle verifiche sono indicati nelle figure seguenti.

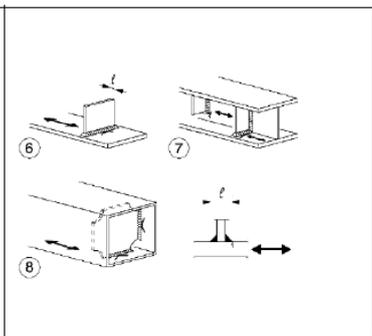
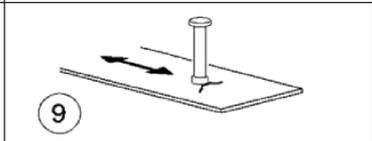
<p>80 (a) 71 (b)</p>		<p>Attacchi trasversali</p> <p>6) Saldati a una piastra 7) Nervature verticali saldate a un profilo o a una trave composta 8) Diagrammi di travi a cassone composte, saldati all'anima o alla piattabanda</p> <p>(a) $l \leq 50$ mm (b) $50 < l \leq 80$ mm</p> <p>Le classi sono valide anche per nervature anulari</p>	<p>6) e 7) Le parti terminali delle saldature devono essere molate accuratamente per eliminare tutte le rientranze presenti</p> <p>7) Se la nervatura termina nell'anima, $\Delta\sigma$ deve essere calcolato usando le tensioni principali</p>
<p>80</p>		<p>9) Effetto della saldatura del piolo sul materiale base della piastra</p>	

Figura 212 – Dettaglio 80 per attacchi e irrigiditori saldati ($\Delta\sigma$)

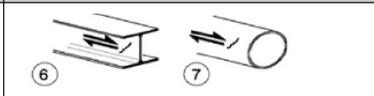
Classe del dettaglio	Dettaglio costruttivo	Descrizione	Requisiti
<p>100</p>		<p>6) e 7) Prodotti laminati e estrusi (come quelli di tabella C4.2.XVI.a) soggetti a tensioni tangenziali</p>	<p>$\Delta\tau$ calcolati con</p> $\Delta\tau = \frac{\Delta V \cdot S(t)}{I \cdot t}$

Figura 213 – Dettaglio 100 per pannelli d'anima ($\Delta\tau$)

Per i pioli sollecitata da azioni tangenziali, in accordo con quanto indicato al §C4.2.4.1.4.4 della Circolare 2019, si è assunta una classe di dettaglio 90.

Si riportano nella tabella seguente le escursioni limite sui diversi dettagli in verifica.

VERIFICHE A FATICA	
ESCURSIONI LIMITE SUI DETTAGLI	
Dettaglio 80 per σ su piattabande e anima	
$\Delta\sigma c$ [MPa]	80
$\Delta\sigma d$ [MPa]	-
$\Delta\sigma c / \gamma M_f$ [MPa]	59.3
Dettaglio 100 per τ anima	
$\Delta\tau c$ [MPa]	100
$\Delta\tau d$ [MPa]	-
$\Delta\sigma c / \gamma M_f$ [MPa]	74.1
Dettaglio 90 per τ su pioli	
$\Delta\tau c$ [MPa]	90

$\Delta\tau d$ [MPa]	-
$\Delta\sigma_c / \gamma_{Mf}$ [MPa]	66.7
$\Delta\sigma_c$: resistenza a fatica per $N=2 \cdot 10^6$ cicli	
$\Delta\sigma d$: limite di fatica ad ampiezza costante	

Tabella 23 – Escursioni limite nei dettagli per le verifiche a fatica

10.3.3 Verifica a danneggiamento

Per la struttura in progetto sono state eseguite delle verifiche a danneggiamento.

In particolare, si è fatto ricorso al metodo dei coefficienti di danneggiamento λ , esposto nella UNI-EN 1993-1-9 e, più nel dettaglio per i ponti, nella UNI EN 1993-2. Tale approccio è consentito dalle attuali norme tecniche (NTC2018), le quali ne indicano il possibile impiego al §4.2.4.1.4.

Il metodo λ può essere sintetizzato nei seguenti punti:

- si calcola la massima variazione di tensione prodotta dai carichi da traffico nel modello di calcolo:

$$\Delta\sigma_p = |\sigma_{p,max} - \sigma_{p,min}|$$

- sulla base delle caratteristiche del traffico, delle linee di influenza degli elementi strutturali e della vita utile dell'opera, si definisce uno spettro di tensione equivalente, ad ampiezza costante, in grado di produrre in 2×10^6 cicli lo stesso danneggiamento prodotto dallo spettro di progetto. Tale ampiezza è pari a:

$$\Delta\sigma_{E,d} = \lambda_1 \lambda_2 \lambda_3 \lambda_4 \Delta\sigma_p = \lambda \Delta\sigma_p \leq \lambda_{max} \Delta\sigma_p$$

- si confronta quindi l'ampiezza di tensione equivalente di progetto $\Delta\sigma_{E,d}$, con la classe del dettaglio opportunamente ridotta tramite il coefficiente di sicurezza γ_{Mf} :

$$\Delta\sigma_{E,d} \leq \Delta\sigma_c / \gamma_{Mf}$$

Calcolo dei coefficienti di danneggiamento λ

Il coefficiente λ_1 dipende dalla linea di influenza nella sezione considerata ed è stato calcolato come indicato in Figura 179.

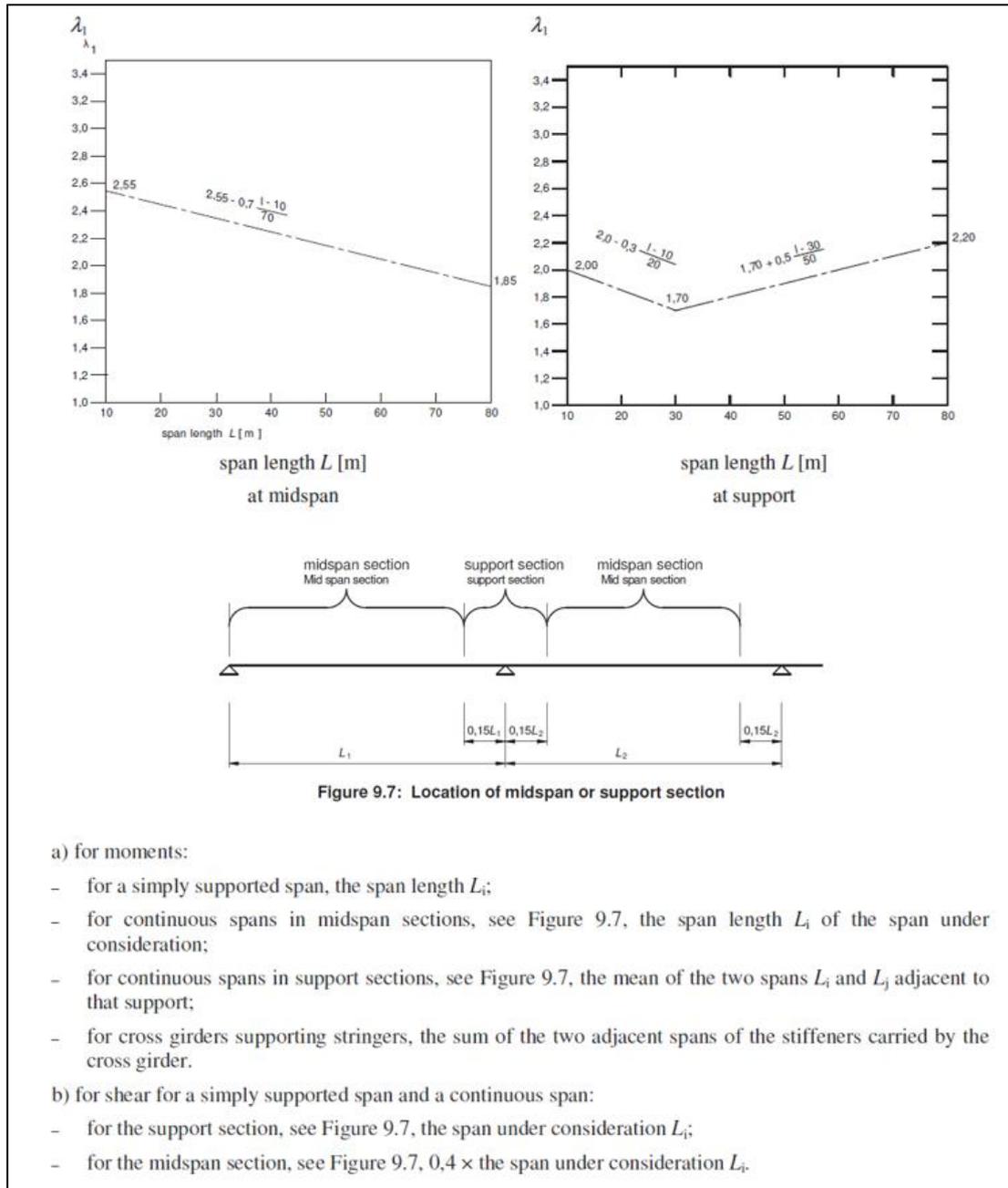


Figura 214 – Calcolo del coefficiente λ_1 come da UNI EN 1993-2

Il coefficiente λ_2 tiene conto del volume di traffico ed è calcolato come indicato in Figura 180.

$$\lambda_2 = \frac{Q_{m1}}{Q_0} \left(\frac{N_{Obs}}{N_0} \right)^{1/5} \quad (9.10)$$

where Q_{m1} is the average gross weight (kN) of the lorries in the slow lane obtained from:

$$Q_{m1} = \left(\frac{\sum n_i Q_i^5}{\sum n_i} \right)^{1/5}$$

$$Q_0 = 480 \text{ kN}$$

$$N_0 = 0,5 \times 10^6$$

N_{Obs} is the total number of lorries per year in the slow lane, see 9.2.2(2);

Q_i is the gross weight in kN of the lorry i in the slow lane as specified by the competent authority;

n_i is the number of lorries of gross weight Q_i in the slow lane as specified by the competent authority.

Figura 215 – Calcolo del coefficiente λ_2 come da UNI EN 1993-2

I valori di N_{Obs} e Q_{m1} , sono stati calcolati in accordo con il §5.1.4.3 delle NTC2018, assumendo il flusso di traffico peggiore in assenza di dati dal gestore della strada:

- composizione del traffico tipica di un'infrastruttura a lunga percorrenza;
- categoria di traffico 1 (intenso traffico pesante) a cui corrisponde un flusso annuo di veicoli di peso superiore a 100 kN sulla corsia lenta pari a 2×10^6 .

Tale assunzione sul traffico, chiaramente a favore di sicurezza, porta comunque a sollecitazioni di progetto più basse rispetto ad un calcolo meno raffinato condotto attraverso le verifiche a vita illimitata.

Il coefficiente λ_3 è correlato alla vita utile dell'opera, la quale è pari a 50 anni.

Design life in years	50	60	70	80	90	100	120
Factor λ_3	0,871	0,903	0,931	0,956	0,979	1,00	1,037

Figura 216 – Calcolo del coefficiente λ_3 come da UNI EN 1993-2

Il coefficiente λ_4 è legato al numero di corsie attraversate da mezzi pesanti (Figura 182). Nel caso in esame si è assunto un valore unitario.

$$\lambda_4 = \left[1 + \frac{N_2}{N_1} \left(\frac{\eta_2 Q_{m2}}{\eta_1 Q_{m1}} \right)^5 + \frac{N_3}{N_1} \left(\frac{\eta_3 Q_{m3}}{\eta_1 Q_{m1}} \right)^5 + \dots + \frac{N_k}{N_1} \left(\frac{\eta_k Q_{mk}}{\eta_1 Q_{m1}} \right)^5 \right]^{1/5} \quad (9.12)$$

where k is the number of lanes with heavy traffic;

N_j is the number of lorries per year in lane j ;

Q_{mj} is the average gross weight of the lorries in lane j ;

η_j is the value of the influence line for the internal force that produces the stress range in the middle of lane j to be inserted in equation (9.12) with positive sign.

Figura 217 – Calcolo del coefficiente λ_4 come da UNI EN 1993-2

Il coefficiente λ_{max} è stato calcolato come indicato in Figura 183, facendo riferimento alla Figura 179 per il calcolo di "L".

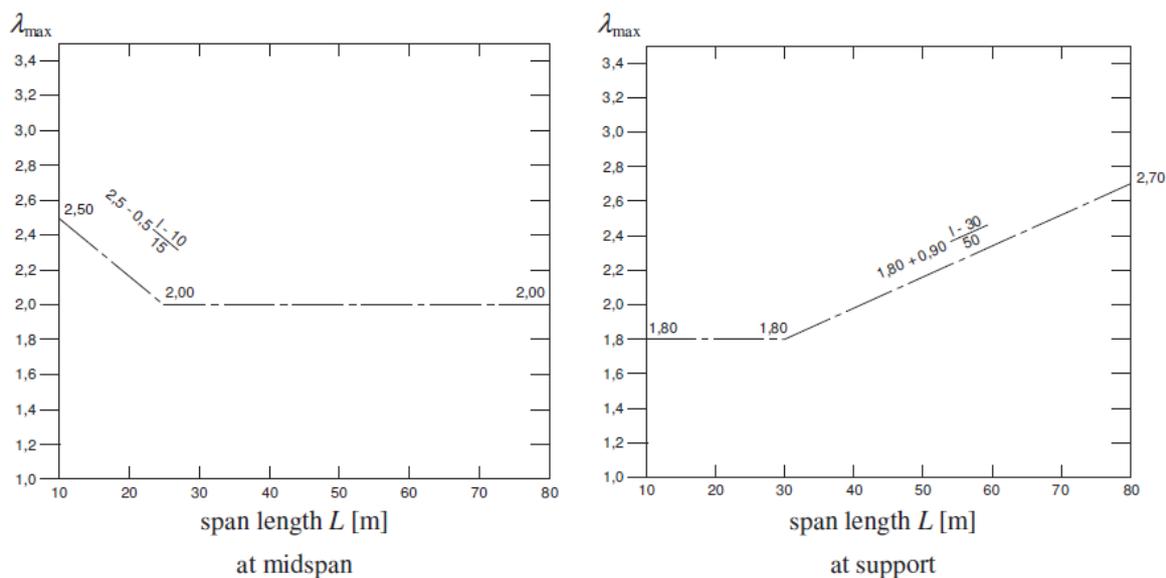


Figura 218 – Calcolo del coefficiente λ_{max} come da UNI EN 1993-2

In accordo con quanto indicato nella UNI-EN 1994-2, per la verifica a fatica dei pioli si è assunto:

$\lambda_{v,1} = 1.55$ al posto di λ_v ;

$\lambda_{v,2}$, $\lambda_{v,3}$ e $\lambda_{v,4}$ come da formule indicate in precedenza, impiegando gli esponenti "8" ed "1/8" in luogo di "5" ed "1/5".

Nelle tabelle seguenti si riportano i coefficienti λ e λ_v ottenuti. Essendo i traversi considerati come travi appoggiate, nelle verifiche a fatica si fa riferimento esclusivamente al grafico relativo alla "midspan" e con la stessa lunghezza L. Pertanto i coefficienti λ_1 e λ_{max} , sia per tensioni assiali che tangenziali, risulta essere lo stesso.

VERIFICHE A FATICA		
COEFFICIENTI λ		
λ_1, σ	[-]	2.48
λ_1, τ	[-]	2.48
$\lambda_{1,v}$	[-]	1.55
λ_2	[-]	1.21
$\lambda_{2,v}$	[-]	1.12
λ_3	[-]	0.87
$\lambda_{3,vi}$	[-]	0.92
λ_4	[-]	1.00
$\lambda_{4,v}$	[-]	1.00
$\lambda_{max, \sigma}$	[-]	2.26
$\lambda_{max, \tau}$	[-]	2.26

Tabella 24 – Coefficienti di danneggiamento λ per verifiche a fatica

10.3.4 Risultati delle verifiche a fatica

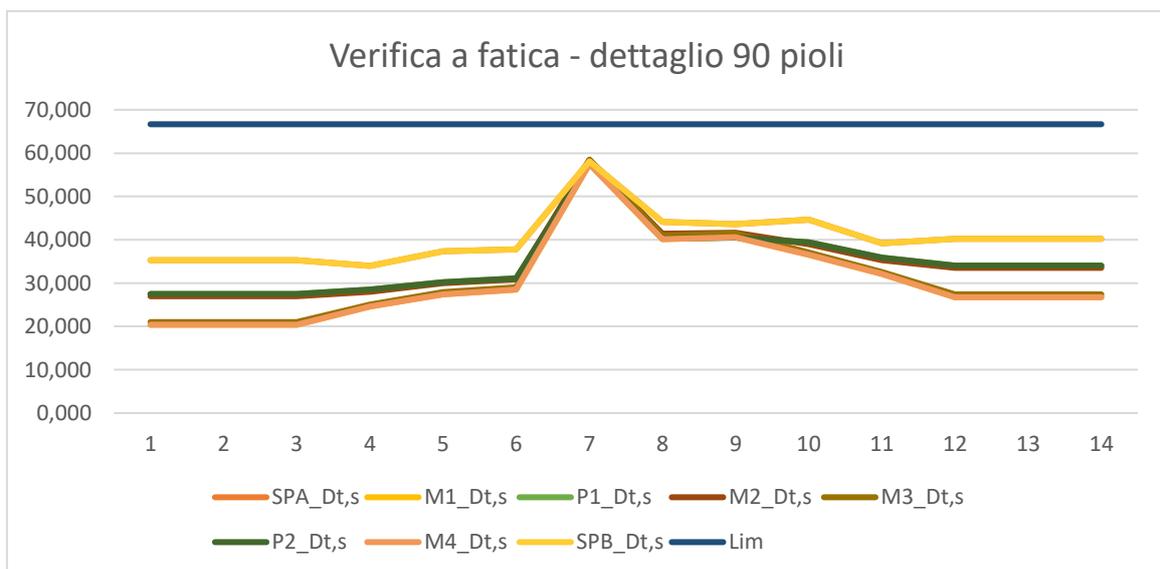
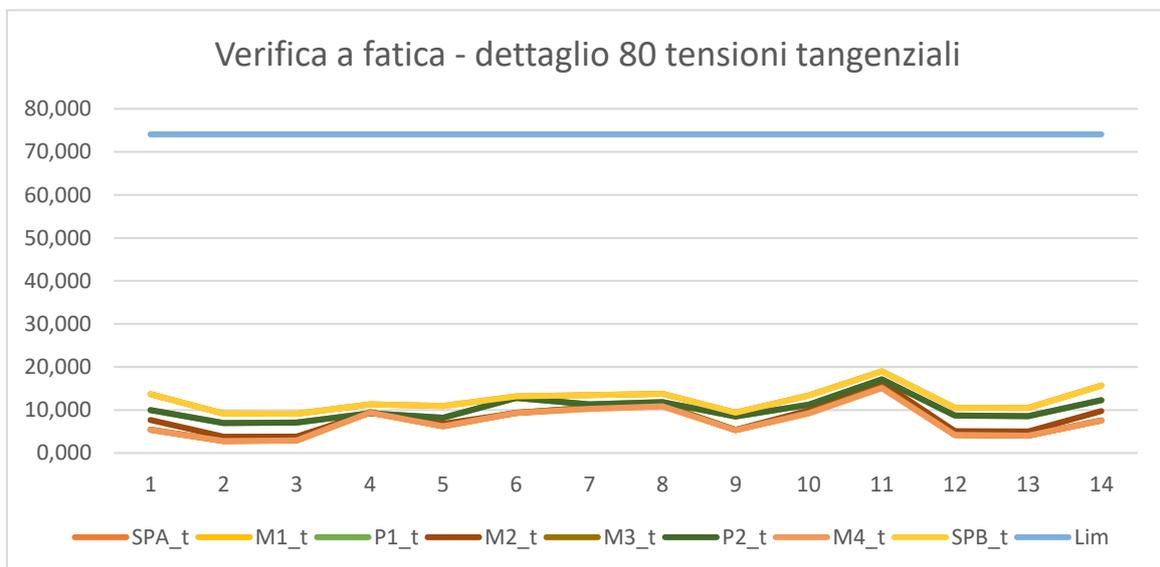
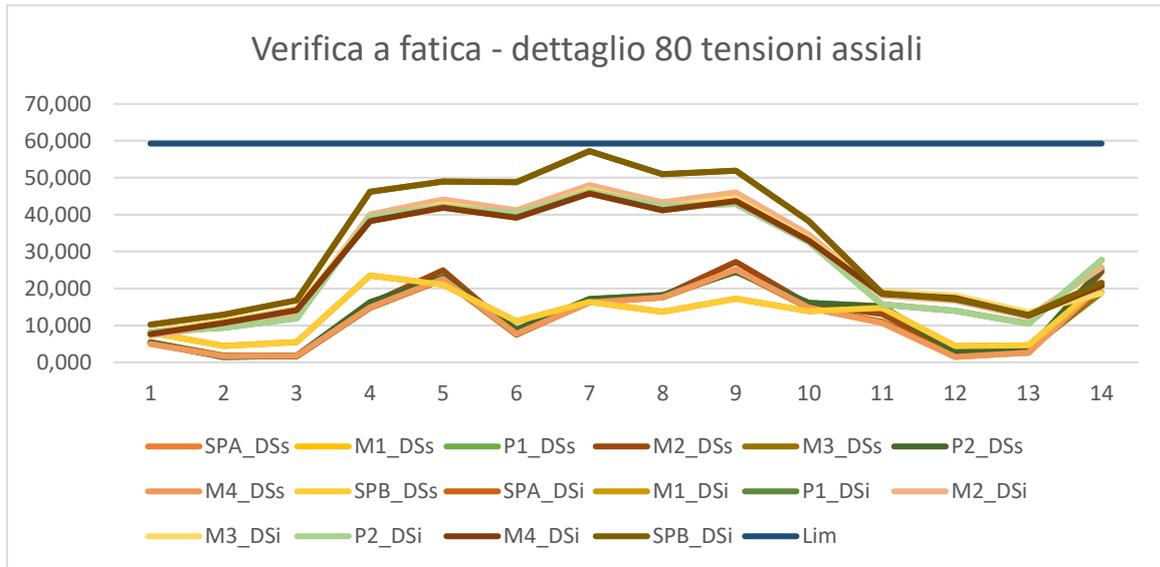
Le verifiche a fatica sono state effettuate per tutte le combinazioni esposte al §7.3.

Di seguito si riportano i risultati delle verifiche in forma grafica. Nell'15.8.3i risultati si riportano in forma tabellare.

I risultati si riportano come confronto tra le variazioni di tensione massime $\Delta\sigma_{ed}$ e $\Delta\tau_{ed}$ e le variazioni ammissibili dal dettaglio $\Delta\sigma_c/\gamma_{Mf}$ e $\Delta\tau_{ed}/\gamma_{Mf}$.

Le verifiche a fatica per tensioni assiali di anima e piattabande riferite al dettaglio 80, andrebbero svolte solo in prossimità delle sezioni dove vi è presente un irrigidimento trasversale saldato. Poiché si ha un irrigidimento mediamente ogni 3m, per semplicità, e a favore di sicurezza, le verifiche sono state estese ad ogni sezione delle travi.

La tensione tangenziale sull'anima è stata valutata come $\tau_m = V_{ed}/A_{taglio}$.



11 VERIFICA A SOLLEVAMENTO

Si analizza lo scenario ritenuto sfavorevole, ovvero la situazione di sollevamento in asse spalla, in cui la disposizione per il sollevamento prevede due martinetti posti internamente ai correnti, lungo il trasverso.

I martinetti sono posti a 90 cm dall'asse del corrente inferiore. Si analizza lo schema semplificato seguente:

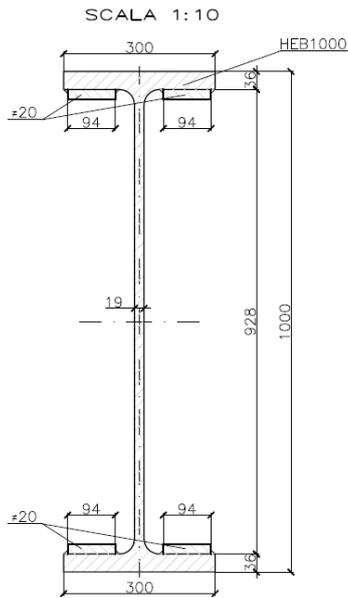


Figura 219: Schema semplificato sollevamento asse spalla

Il peso g_1+g_2 della semi campata di riva, pari a 5203.4 kN, è riportato al traverso mediante i montanti; pertanto è lecito approssimare, in via cautelativa, tale peso come due forze concentrate applicate alle estremità del traverso, pari a 2601.7 kN

Il traverso, quindi, sarà sollecitato con un'azione di taglio pari a 2601.7 kN e un'azione flettente pari a $2601.7 \text{ kN} \times 0.9 \text{ m} = 2341.8 \text{ kN}$.

Si riporta la verifica del traverso di spalla.



traverso - Combinazione n°4 (Tempo infinito)

SOLLECITAZIONI DI PROGETTO SLU SULLA TRAVE

	g1	g2	G1+G2	q5	q7	ε2	ε4	E	TOT
Ned [kN]	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Med [kNm]	0	0	-2602	0	0	0	0	0	-2602
Ved [kN]	0	0	2342	0	0	0	0	0	2342
Ted [kNm]	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ε sol [-]	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	4.50E-05	4.00E-04	0.00E+00	0.00E+00	-

VERIFICA SLU PER PRESSO/TENSO FLESSIONE

FESSURAZIONE DELLA SOLETTA. Nota: sono escluse le tensioni uniformi legate all'effetto primario delle coazioni

σ sol,s [Mpa]	8.9	Tensione su lembo superiore soletta.
σ sol,i [Mpa]	4.7	Tensione su lembo inferiore soletta.
Soletta [-]	Fess	Soletta non fessurata/fessurata/parzializzata

EFFETTO SHEAR LAG NELLE PIATTABANDE

Criterio di calcolo elastoplastico: $A_{eff} = \beta \cdot k \cdot A_c$, eff dove $k = b_{lorda} / L_e$

Pannello	pb	sup/int	sup/est	inf/int	inf/est
β [-]	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
β*k [-]	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

CLASSIFICAZIONE DELLA SEZIONE (NTC2018-54.2.3.1)

Tensioni calcolate con caratteristiche inerziali lorde. Piattabanda superiore in classe 1 poiché connessa alla soletta.

	Anima	Pb sup	Pb inf	
σ sup [MPa]	113.7	129.0	-144.5	Tensione al lembo superiore (sinistro per le pb) del pannello
σ inf [MPa]	-129.2	129.0	-144.5	Tensione al lembo inferiore (destra per le pb) del pannello
ε [-]	0.814	0.814	0.814	Coefficiente pari a $(235 / f_y k)^{0.5}$
ψ [-]	-0.880	-	1.000	Rapporto σ max / σ min
k [-]	1.618	-	1.530	Coeff. correttivo del limite per la classe 3 pari a $(f_{yd} / \sigma_c)^{0.5}$
c int / t [-]	46.7	2.5	2.5	Rapporto tra dimensione e spessore del pannello (interno)
c est / t [-]	-	2.5	2.5	Rapporto tra dimensione e spessore del pannello (esterno)
limite cl. 3 [-]	145.7	-	17.4	Limite c/t per il quale la sezione passa da classe 3 a classe 4
Classe pan. [-]	3	1	3	Classe del pannello (se <3 assunta come classe 3)
Classe sezione [-]	3			Classe della sezione

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE EFFICACI (SHEAR LAG E LOCAL BUCKLING)

	g1	g2	qt	q5	q7	ε2	ε4	E
n [-]	1E+15							
zG [mm]	500	472	472	472	472	472	472	472
A [mm ²]	50472	52841	52841	52841	52841	52841	52841	52841
A n [mm ²]	5.05E+19	5.28E+19						
J [mm ⁴]	8.60E+09	9.51E+09						

W sol,s [mm3]	-	1.32E+22	1.32E+22	1.32E+22	-1.32E+22	-1.32E+22	-1.32E+22	-1.32E+22
W arm,s [mm3]	-	1.42E+07	1.42E+07	1.42E+07	-1.42E+07	-1.42E+07	-1.42E+07	-1.42E+07
W pb,s [mm3]	1.72E+07	2.02E+07	2.02E+07	2.02E+07	-2.02E+07	-2.02E+07	-2.02E+07	-2.02E+07
W an,s [mm3]	1.94E+07	2.29E+07	2.29E+07	2.29E+07	-2.29E+07	-2.29E+07	-2.29E+07	-2.29E+07
W an,i [mm3]	1.94E+07	2.01E+07	2.01E+07	2.01E+07	2.01E+07	2.01E+07	2.01E+07	2.01E+07
W pb,i [mm3]	1.72E+07	1.80E+07	1.80E+07	1.80E+07	1.80E+07	1.80E+07	1.80E+07	1.80E+07
Δ baricentro [mm]	0	0	0	0	0	0	0	0

TENSIONI NORMALI - VERIFICA

	g1	g2	G1+G2	q5	q7	ε2	ε4	E	Ed	Rd	η1
σ sol,s [MPa]	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	18.7	0.00
σ arm,s [MPa]	0.0	0.0	183.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	183.7	391.3	0.47
σ pb,s [MPa]	0.0	0.0	129.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	129.0	338.1	0.38
σ an,s [MPa]	0.0	0.0	113.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	113.7	338.1	0.34
σ an,i [MPa]	0.0	0.0	-129.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-129.2	338.1	0.38
σ pb,i [MPa]	0.0	0.0	-144.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-144.5	338.1	0.43

Tasso di sfruttamento η1

η1 [-] **0.47**

VERIFICA SLU A TAGLIO

Resistenza per instabilità a taglio - Contributo offerto dall'anima

Pannello	ID	INTERO	
bw	[mm]	888	Altezza pannello d'anima
t	[mm]	19	Spessore pannello d'anima
a	[mm]	6200	Distanza tra due irrigiditori longitudinali rigidi
η	[-]	1.20	Coefficiente come da § C.4.2.4.1.3.4 Circolare 2019
bw / t	[-]	46.7	Rapporto altezza/spessore pannello d'anima
κτ	[-]	5.42	Coefficiente di imbozzamento a taglio
Lim. Verifica	[-]	48.8	Limite per il quale è richiesta la verifica
Nec. Verifica	[-]	NO	È richiesta la verifica di instabilità a taglio?
σE	[Mpa]	-	Tensione critica Euleriana
τcr	[Mpa]	-	Tensione tangenziale critica
λw	[-]	-	Snellezza adimensionale
end post	[-]	Non rigidi	Tipologia di irrigidimenti d'appoggio
Xw	[mm]	1.200	Coefficiente di instabilità a taglio
Vbw,Rd	[kN]	3772	Contributo dell'anima alla resistenza per instabilità a taglio

Resistenza per instabilità a taglio - Contributo offerto dalle piattabande

A favore di sicurezza, non si è tenuto conto del contributo alla resistenza a taglio offerto dalle piattabande

Verifica a taglio

Ved	[kN]	2342	Taglio sollecitante di progetto (azione parallela all'anima)
Vb,rd	[kN]	3772	Resistenza per instabilità a taglio UNI EN 1993-1-5-cap.6
Vc,rd	[kN]	3293	Resistenza a taglio NTC2018 §4.2.4.1.2.4

Tasso di sfruttamento η3

η3 [-] **0.71**

VERIFICA SLU DI INTERAZIONE TAGLIO-MOMENTO

A favore di sicurezza al posto di Mpl,Rd è stato considerato Mel,Rd = Med/η1, per cui η1* = η1 .

Poiché il contributo alla resistenza per l'instabilità al taglio offerto dalle flange è stato trascurato, η3* = η3

Mf,Rd	[kNm]	-5362	Momento resistente dato dalle sole flange
Mel,Rd	[kNm]	-5541	Momento resistente elastico della sezione
Med / Mf,Rd	[-]	0.49	Tasso di utilizzo del momento resistente dato dalle sole flange
η3*	[-]	0.71	Tasso di utilizzo della resistenza a taglio data dall'anima
Nec. Interaz.	[-]	NO	Richiesta verifica di interazione taglio-momento?
η1*	[-]	0.47	Tasso di utilizzo della resistenza a presso-flessione

Tasso di sfruttamento per l'iterazione taglio-momento η VM

η VM [-] **0.71**

La disposizione per il sollevamento in asse pila prevede invece l'inserimento di 4 martinetti, disposti prima e dopo gli appoggi, sui correnti inferiori, nella direzione longitudinale.

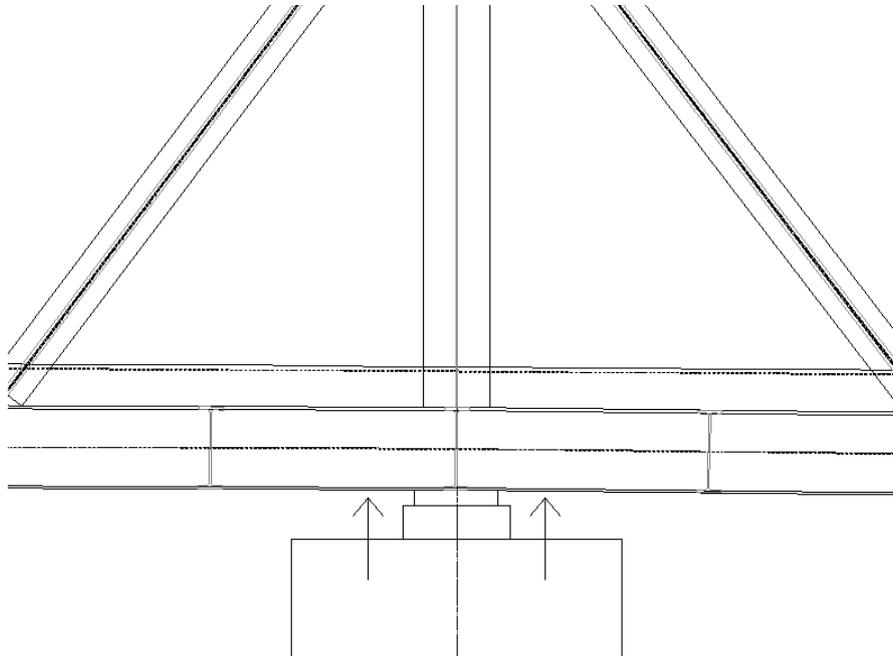


Figura 220: Schema semplificato sollevamento asse pila, vista longitudinale

12 ANALISI LOCALI E VERIFICA SOLETTA

Il calcolo degli effetti locali è stato eseguito assumendo due diverse fasi:

- la fase di getto della soletta, nelle quale il compito di sostenere il getto inerte è affidato alle sole predalle;
- la fase in esercizio, dove lo schema resistente è quello della soletta in c.a.

Per la fase in esercizio:

- nelle verifiche SLU e SLE a pressoflessione, per semplicità di calcolo e a favore di sicurezza, si è considerato il solo contributo resistente della soletta, trascurando dunque la predalla. I carichi agenti sono $g_2 + g_1$ (g_1 è considerato agente sulla sola predalla);
- nelle verifiche SLU a taglio si è considerato il contributo dell'intero spessore soletta + predalla e quindi di tutte le armature presenti. I carichi agenti sono $g_1 + g_2 + q_1$.

12.1 Verifica predalle

La lastra è realizzata con una predalle di spessore 5 cm di larghezza pari a 120 cm su cui sono annegati tre tralicci ad interasse di 40 cm come riportato nella figura seguente.

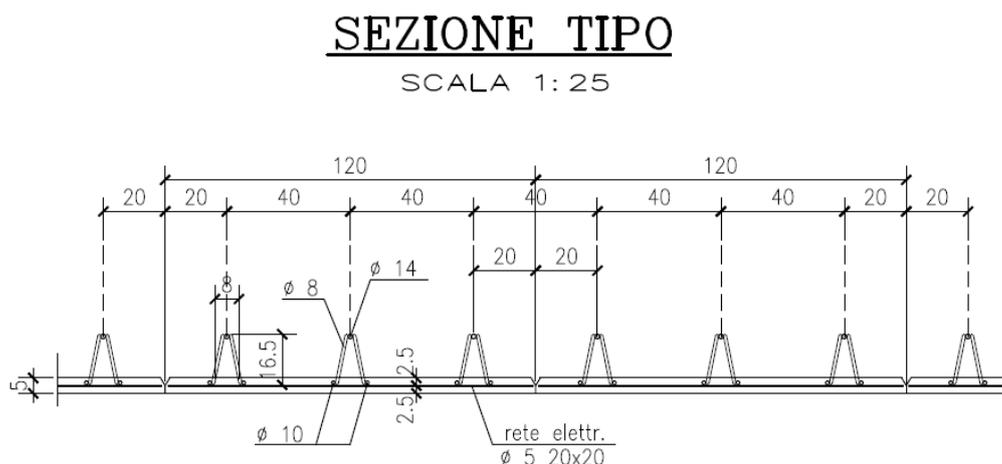


Figura 221: Lastra predalle

La predalle ha la funzione di portare il peso proprio della soletta in fase di getto, mentre in esercizio non la si considera collaborante.

Si riportano di seguito le verifiche dei tralicci.

CARATTERISTICHE DELLE PREDALLE PREFABBRICATE

CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

Calcestruzzo C28/35

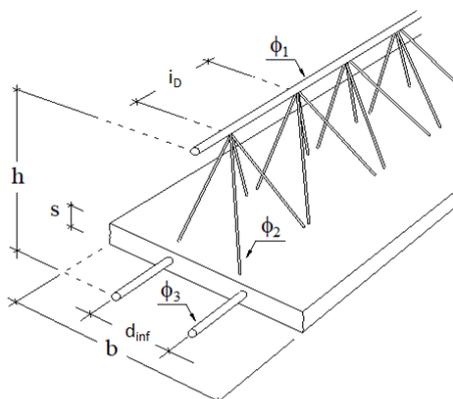
Peso proprio	γ_c	25	[kN/m ³]
Res. cubica car.	R_{ck}	50.0	[MPa]
Res. cilindrica car.	f_{ck}	40.0	[MPa]
Coeff. sicurezza	γ_M	1.50	[-]

Acciaio per armature B450C

Snervamento car.	f_{yk}	450	[Mpa]
Modulo elastico	E_s	2.1E+05	[Mpa]
Coeff. sicurezza	γ_{M0}	1.15	[-]
	γ_{M1}	1.15	[MPa]

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE

Dimensione lastra	b	1200	[mm]
Spessore coppella	s	50	[mm]
n° tralicci per predalla	n	3	[-]
Interasse tralicci	i_T	400	[mm]
Altezza tralicci	h	165	[mm]
Base fuoritutto traliccio	d_{inf}	100	[mm]
Interasse diagonali	i_D	200	[mm]
Interasse ferri inferiori	i_{inf}	90	[mm]
Braccio interno forze	z	153	[mm]
Angolo in sezione staffa	α	16.4	[°]
Angolo in profilo staffa	β	33.2	[°]



CORRENTE SUPERIORE

Diametro barra	Φ_1	14	[mm]
Area sezione barra	A	154	[mm ²]
Inerzia sezione barra	J	1886	[mm ⁴]
Luce libera inflessione	L_0	200	[mm]
Carico critico	N_{cr}	97.7	[kN]
Snellezza adim.	λ	0.842	[-]
Coefficiente ϕ	ϕ	1.012	[-]
Coeff. di instabilità	χ	0.636	[-]
Res. a trazione	$N_{c,Rd}$	60.2	[kN]
Res. a compressione	$N_{b,Rd}$	38.3	[kN]

CORRENTI INFERIORI

Diametro barra	Φ_3	10	[mm]
Area sezione barra	A	79	[mm ²]
Inerzia sezione barra	J	491	[mm ⁴]
Luce libera inflessione (*)	L_0	200	[mm]
Carico critico	N_{cr}	25.4	[kN]
Snellezza adim.	λ	1.179	[-]
Coefficiente ϕ	ϕ	1.435	[-]
Coeff. di instabilità	χ	0.444	[-]
Res. a trazione	$N_{c,Rd}$	30.7	[kN]
Res. a compressione	$N_{b,Rd}$	13.6	[kN]

BARRE INCLINATE

Diametro barra	Φ_2	8	[mm]
Area sezione barra	A	50	[mm ²]
Inerzia sezione barra	J	201	[mm ⁴]
Coefficiente di vincolo	β	0.70	[-]
Luce libera inflessione	L_0	133	[mm]
Carico critico	N_{cr}	23.4	[kN]
Snellezza adim.	λ	0.983	[-]
Coefficiente ϕ	ϕ	1.174	[-]
Coeff. di instabilità	χ	0.550	[-]
Res. a trazione	$N_{c,Rd}$	19.7	[kN]
Res. a compressione	$N_{b,Rd}$	10.8	[kN]

ANALISI DEI CARICHI ED EFFETTI LOCALI

<i>Interasse travi</i>	L	3.080	[m]	<i>PP predalla</i>	G _{1, pred}	2.00	[kN/m/m]
<i>Dim. sbalzo sinistro</i>	L _{SX}	0.000	[m]	<i>PP getto campata</i>	G _{1, sol, camp}	5.00	[kN/m/m]
<i>Dim. sbalzo destro</i>	L _{DX}	0.000	[m]	<i>PP getto appoggio</i>	G _{1, sol, app}	5.00	[kN/m/m]
<i>Sbalzo non gettato in 1^a fase</i>	L _{ng}	0.000	[m]	<i>Carico accidentale</i>	Q _{acc}	1.50	[kN/m]
<i>Appoggio predalle</i>	c	50	[mm]	<i>PP veletta</i>	G _{2, vel}	4.50	[kN]
<i>Dim. piattabanda</i>	B _{pb}	300	[mm]	<i>Coeff. parziale G1</i>	Y _{G1}	1.35	[-]
<i>Spessore getto campata</i>	H _{getto}	200	[mm]	<i>Coeff. parziale Q</i>	Y _Q	1.50	[-]
<i>Spessore getto appoggio</i>	H _{getto}	200	[mm]				

VERIFICHE DEL TRALICCIO IN FASE DI GETTO

<i>Fasi getto sbalzo</i>	n° fasi	1	[-]
--------------------------	---------	---	-----

GETTO IN CAMPATA - fase 1a

<i>Luce di calcolo campata</i>	L _c	2.83	[m]
Momento in appoggio			
<i>PP predalla</i>	M _{g1, pred}	2.00	[kNm/m]
<i>PP getto campata</i>	M _{g1}	5.01	[kNm/m]
<i>Carico accidentale</i>	M _{q, acc}	1.50	[kNm/m]
<i>SLU</i>	M _{slu}	11.71	[kNm/m]
<i>SLU singolo traliccio</i>	M_{slu}	4.69	[kNm]
Taglio in appoggio			
<i>PP predalla</i>	V _{g1, pred}	2.83	[kN]
<i>PP getto campata</i>	V _{g1}	7.08	[kN]
<i>Carico accidentale</i>	V _{q, acc}	2.12	[kN]
<i>SLU</i>	V_{slu}	16.56	[kN]
<i>SLU singolo traliccio</i>	V_{slu}	6.62	[kN]
Assiale corrente sup.			
<i>(instabilità)</i>	N _{Ed, sup}	-30.6	[kN]
	N _{Rd, sup}	-38.3	[kN]
	η	0.80	[-] Ok
Assiale corrente inf.			
<i>(resistenza trazione)</i>	N _{Ed, inf}	15.3	[kN]
	N _{Rd, inf}	30.7	[kN]
	η	0.50	[-] Ok
Assiale sul diagonale			
<i>(instabilità)</i>	N _{Ed, diag}	-4.1	[kN]
	N _{Rd, diag}	-10.8	[kN]
	η	0.38	[-] Ok

12.2 Modelli locali della soletta

Le analisi di tipo locale sono state condotte su modelli "plate" rappresentativi di porzioni di soletta.

Tali modelli sono stati realizzati attraverso il software "Midas Civil".

Sono state modellate:

- la soletta nella zona "corrente";
- la soletta in corrispondenza del giunto di dilatazione sulla spalla B.

Per la valutazione delle sollecitazioni nella zona in prossimità del giunto di spalla si è assunto un coefficiente di amplificazione dinamico dei carichi da traffico pari a 1.3.

I carichi da traffico sono stati posizionati sulla soletta in modo tale da massimizzare le sollecitazioni di taglio e momento.

È stata considerata una ripartizione a 45° dei carichi concentrati da traffico (TS) fino al piano medio della soletta (§ 5.1.3.3.6 NTC2018).

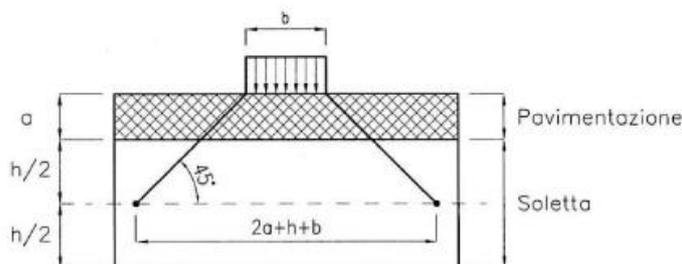


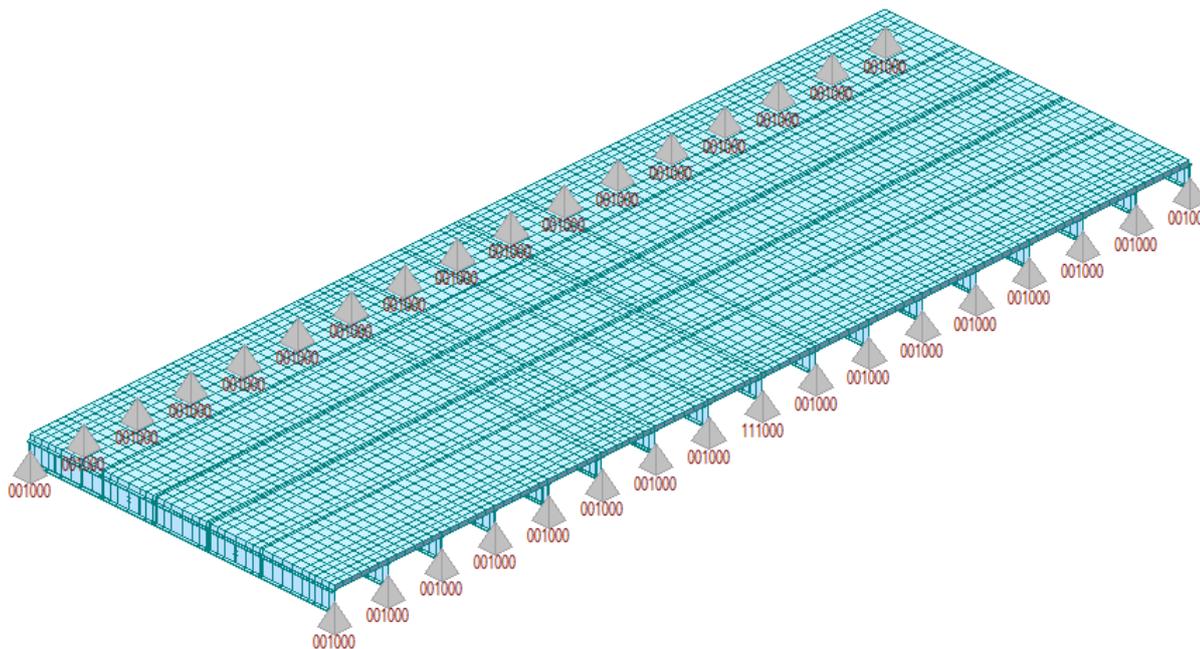
Figura 222 – Diffusione dei carichi concentrati nelle solette

Nel calcolo dell'altezza di diffusione si è assunto uno spessore della soletta pari a 20 cm (esclusa la predalla) e uno spessore della pavimentazione e del massetto pari a 8+4cm.

12.2.1 Modello locale della soletta corrente

È stata modellata la soletta nella zona corrente. La dimensione del modello è pari a 48m x 17.1m.

Sono state modellati anche i traversi con elementi "beam" e sono stati vincolati con dei carrelli verticali.



Su tale modello sono stati applicati i seguenti carichi:

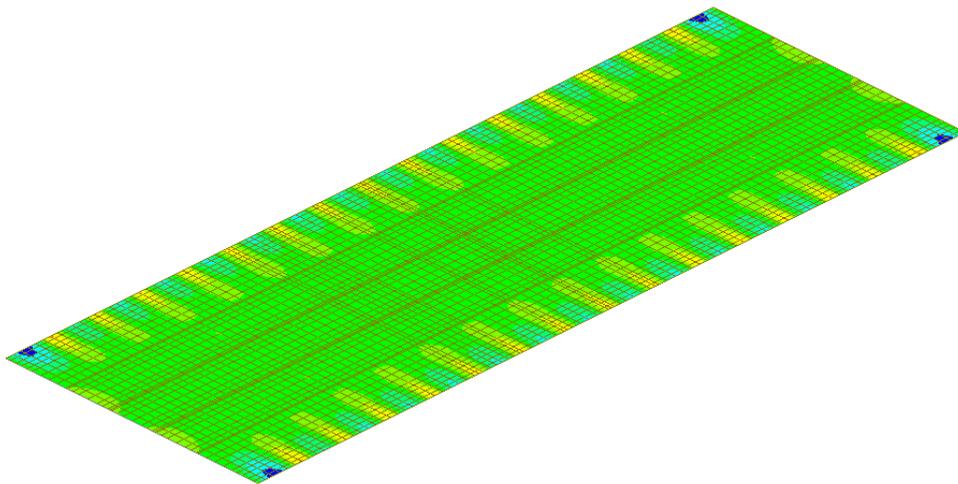
- carichi permanenti non strutturali come indicato al §5.2 della presente relazione di calcolo;
- carichi da traffico verticali: schema di carico 1 e 2;
- azione di urto su parapetto associato allo schema di carico 2.

Sono state considerate diverse configurazioni di traffico allo scopo di massimizzare il momento positivo, il momento negativo e lo sforzo di taglio sulla soletta.

Di seguito si riportano i momenti flettenti agenti sugli elementi plate del modello, per i diversi casi di carico analizzati.

Si omette la rappresentazione dei carichi di sicurvia e reti, i quali sono comunque compresi all'interno dei casi di carico.

Si indica con M_{yy} il momento flettente trasversale e con M_{xx} il flettente longitudinale.



MIDAS/Civil POST-PROCESSOR	
PLATE FORCE	
MOMENT-Mxx	
3.11	
2.29	
1.47	
0.65	
0.00	
-1.00	
-1.82	
-2.64	
-3.46	
-4.28	
-5.10	
-5.92	

ST: G2_CORDOLI
 ELEMENT

MAX : 19872
 MIN : 19517

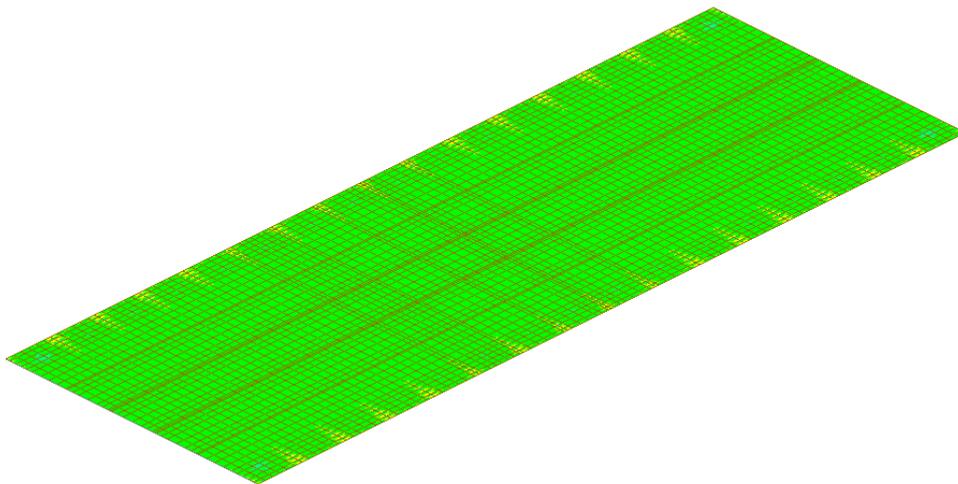
UNIT: kN*m/m

VIEW-DIRECTION

X: -0.612

Y: -0.612

Z: 0.500



MIDAS/Civil POST-PROCESSOR	
PLATE FORCE	
MOMENT-Myy	
2.52	
1.92	
1.33	
0.73	
0.00	
-0.46	
-1.05	
-1.65	
-2.24	
-2.84	
-3.44	
-4.03	

ST: G2_CORDOLI
 ELEMENT

MAX : 19828
 MIN : 19731

UNIT: kN*m/m

VIEW-DIRECTION

X: -0.612

Y: -0.612

Z: 0.500

Figura 223 – Soletta corrente – Permanenti non strutturali g2 – cordoli

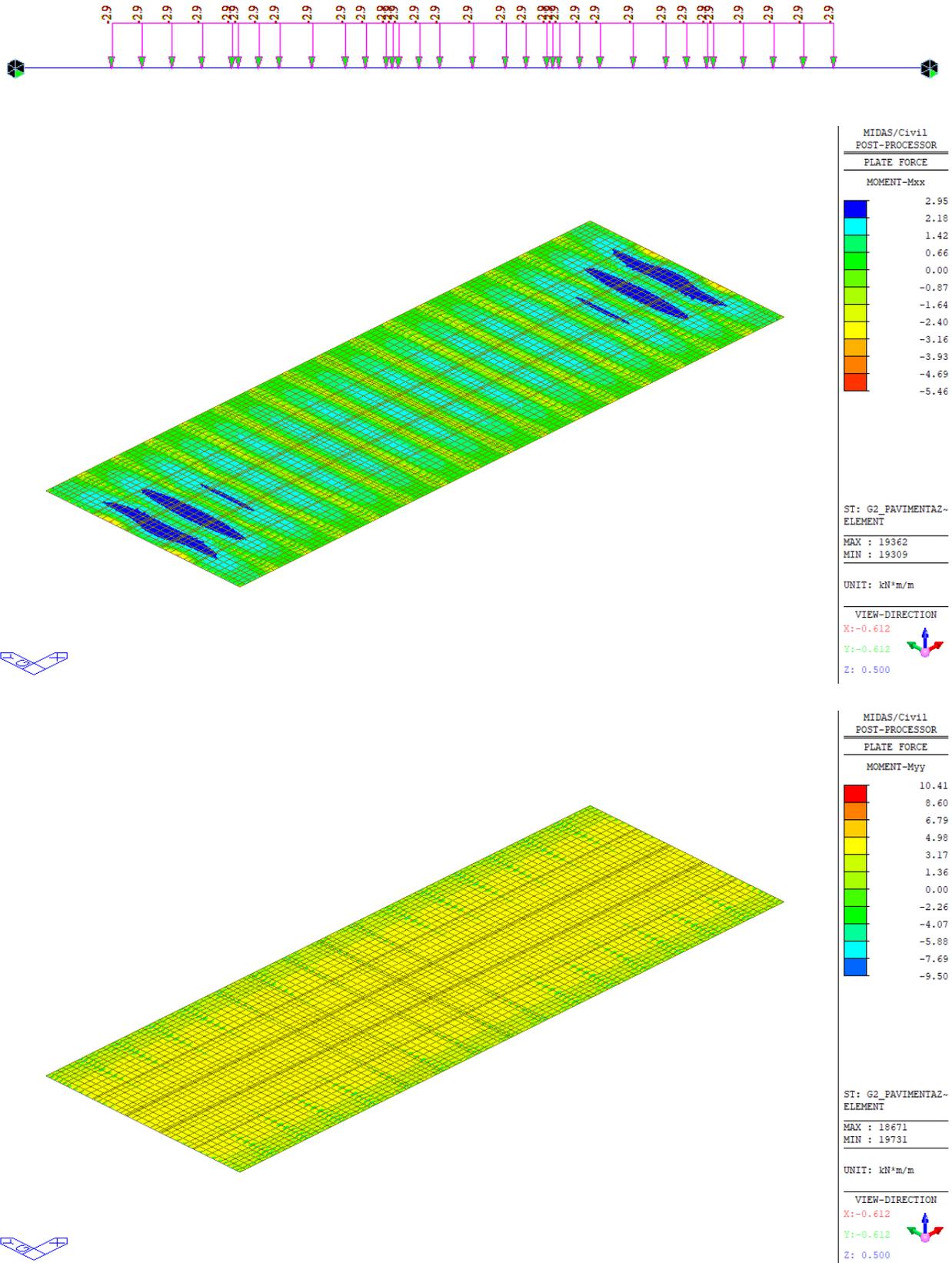


Figura 224 – Soletta corrente – Permanenti non strutturali g2 - pavimentazione

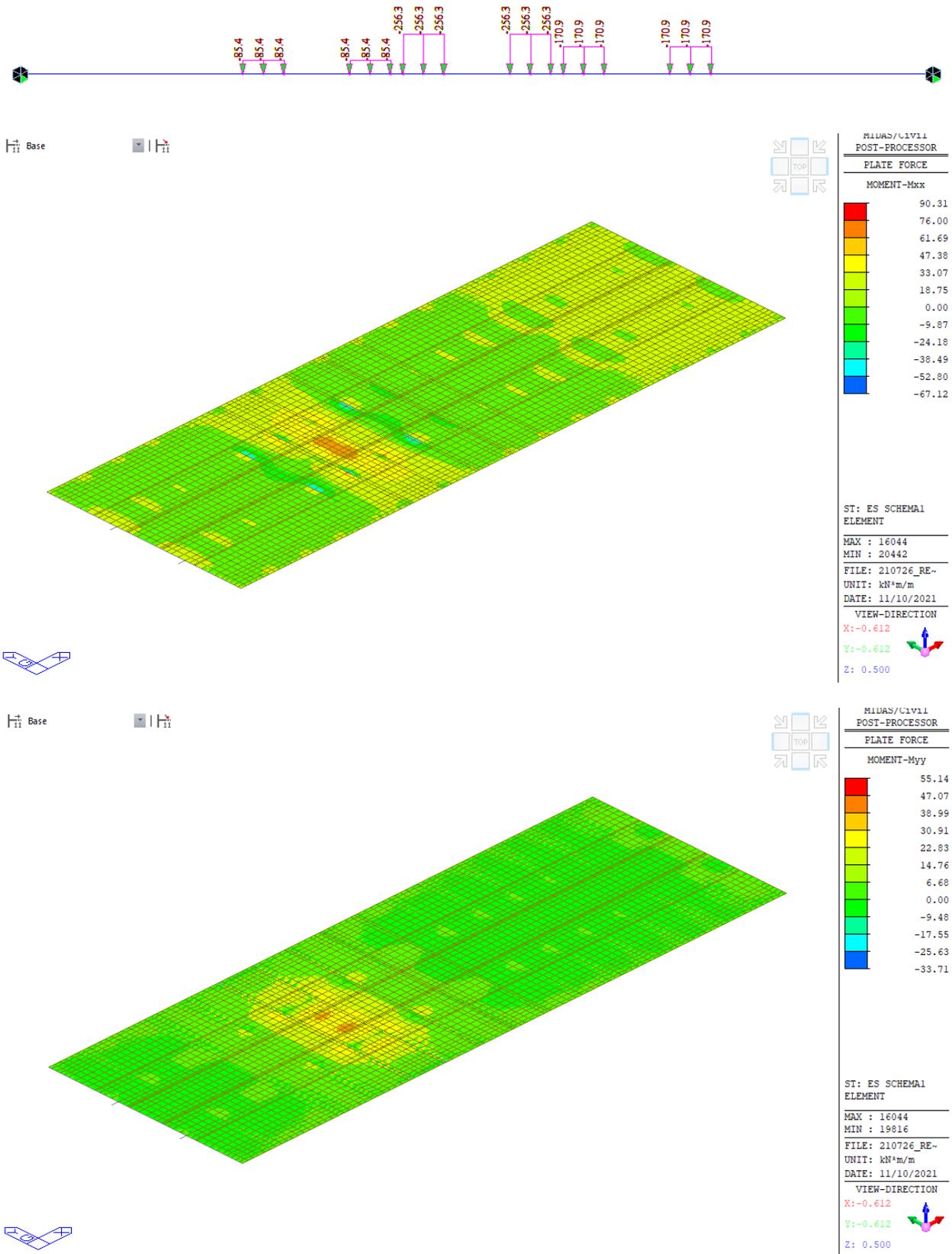
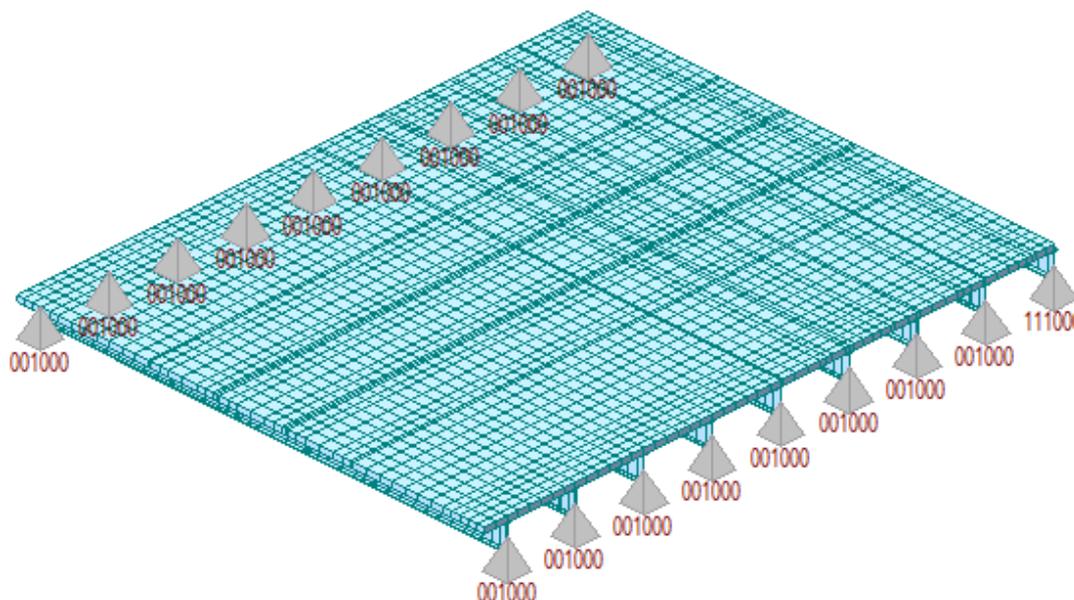


Figura 225 – Soletta corrente - Verticali da traffico TS q1 / Schema di carico 1 / Scenario 1

12.2.2 Modello locale della soletta zona spalla B

È stata modellata la soletta nella zona corrente. La dimensione del modello è pari a 25.0 m x 20.45 m.

Sono state modellati anche i traversi con elementi "beam" e sono stati vincolati con dei carrelli verticali.



Su tale modello sono stati applicati i seguenti carichi:

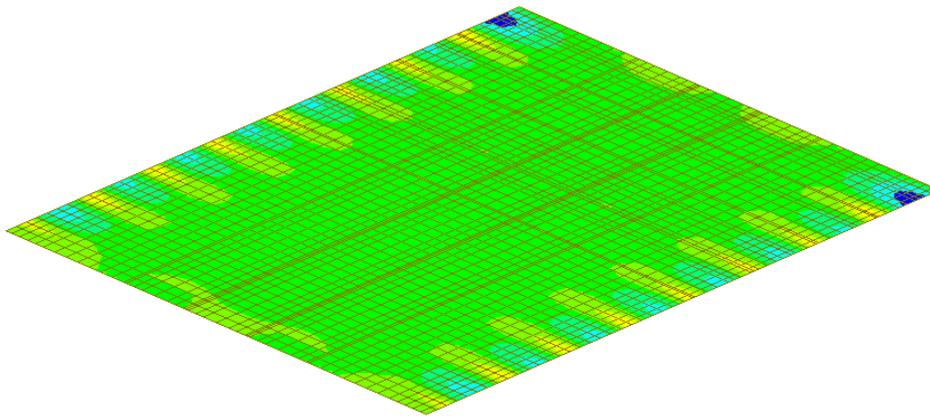
- carichi permanenti non strutturali come indicato al §5.2 della presente relazione di calcolo;
- carichi da traffico verticali: schema di carico 1 e 2;
- azione di urto su parapetto associato allo schema di carico 2.

Sono state considerate diverse configurazioni di traffico allo scopo di massimizzare il momento positivo, il momento negativo e lo sforzo di taglio sulla soletta.

Di seguito si riportano i momenti flettenti agenti sugli elementi plate del modello, per i diversi casi di carico analizzati.

Si omette la rappresentazione dei carichi di sicurtà e reti, i quali sono comunque compresi all'interno dei casi di carico.

Si indica con M_{yy} il momento flettente trasversale e con M_{xx} il flettente longitudinale.



MIDAS/Civil
 POST-PROCESSOR

PLATE FORCE

MOMENT-Mxx

Blue	3.02
Cyan	2.19
Green	1.35
Light Green	0.51
Yellow-Green	0.00
Yellow	-1.17
Orange	-2.00
Red-Orange	-2.84
Red	-3.68
Dark Red	-4.52
Dark Red	-5.36
Dark Red	-6.19

ST: G2_CORDOLI
 ELEMENT

MAX : 24642
 MIN : 24640

UNIT: kN*m/m

VIEW-DIRECTION

X: -0.612 

Y: -0.612

Z: 0.500



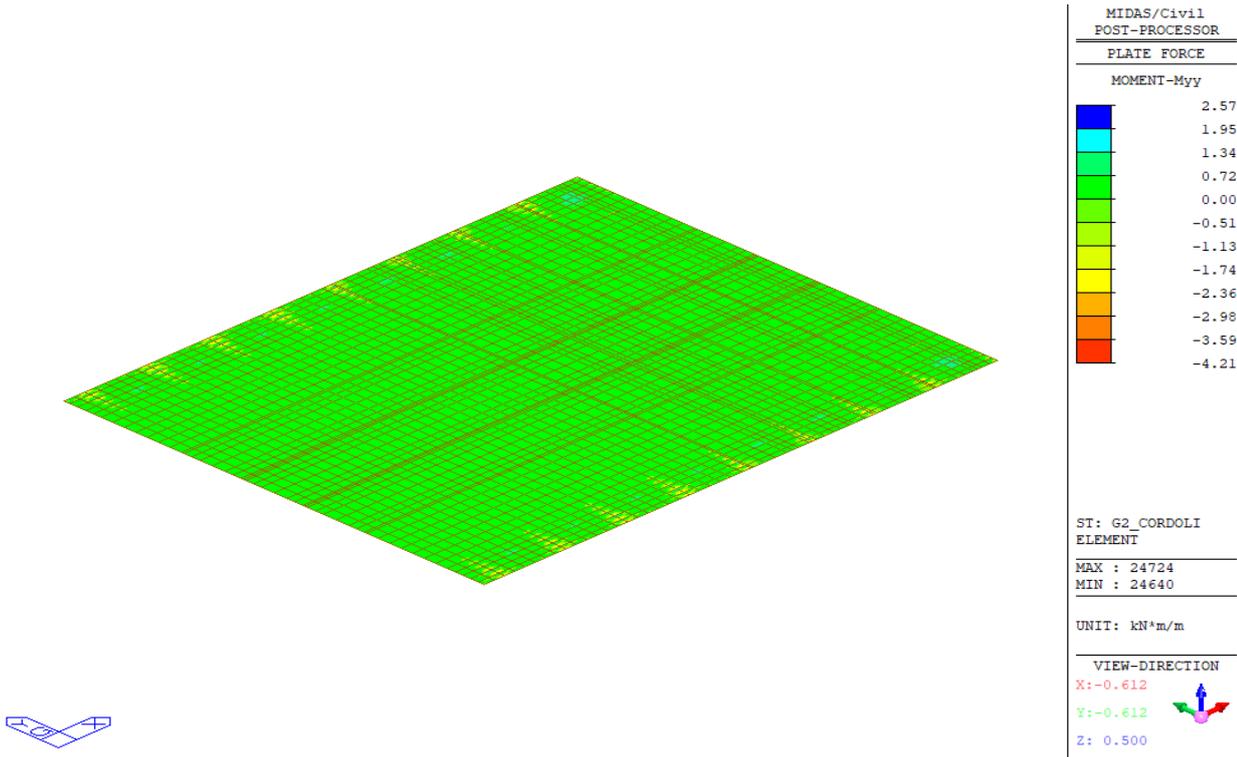


Figura 226 – Soletta corrente – Permanenti non strutturali g2 – cordoli

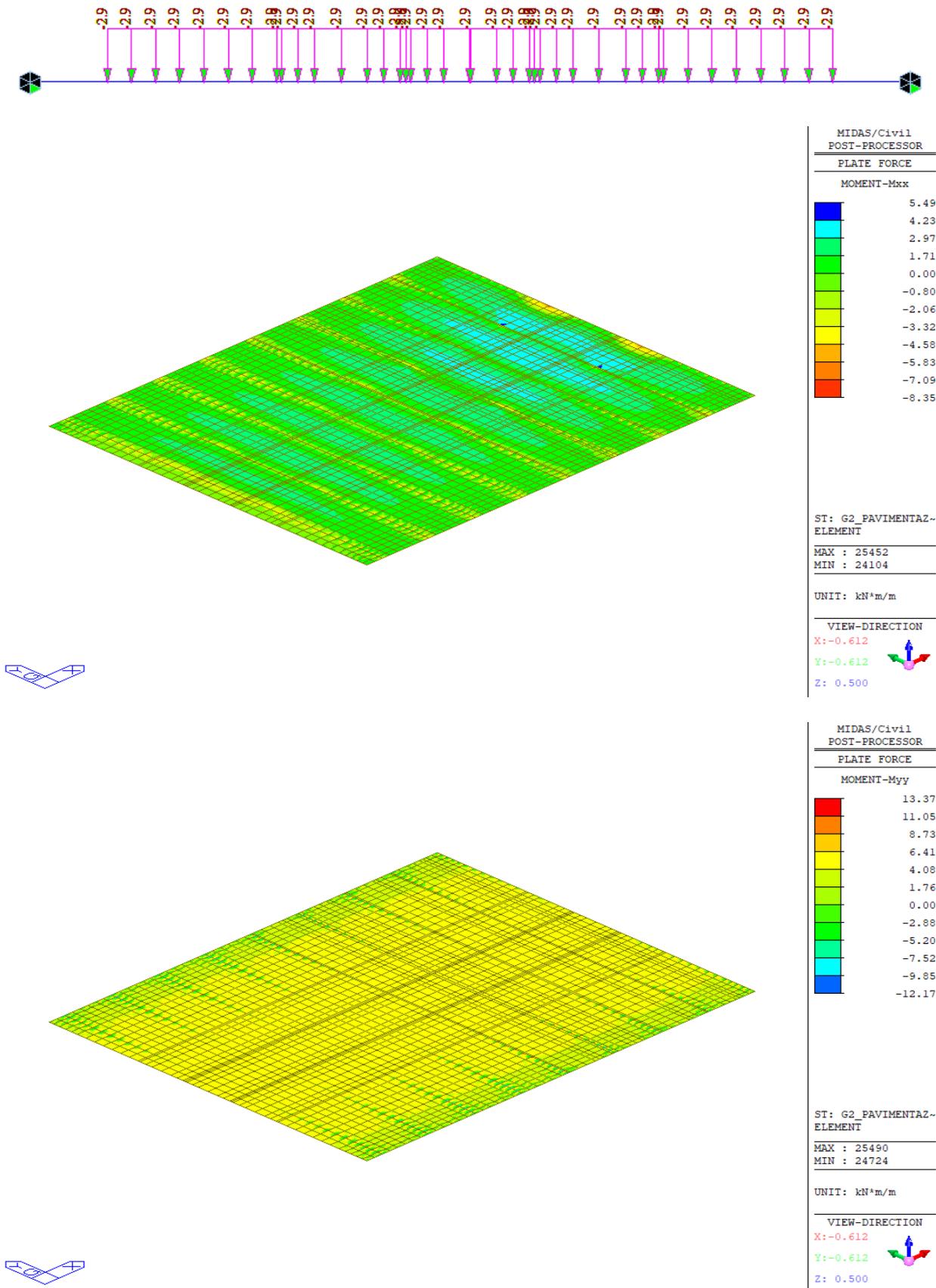


Figura 227 – Soletta corrente – Permanenti non strutturali g2 - pavimentazione

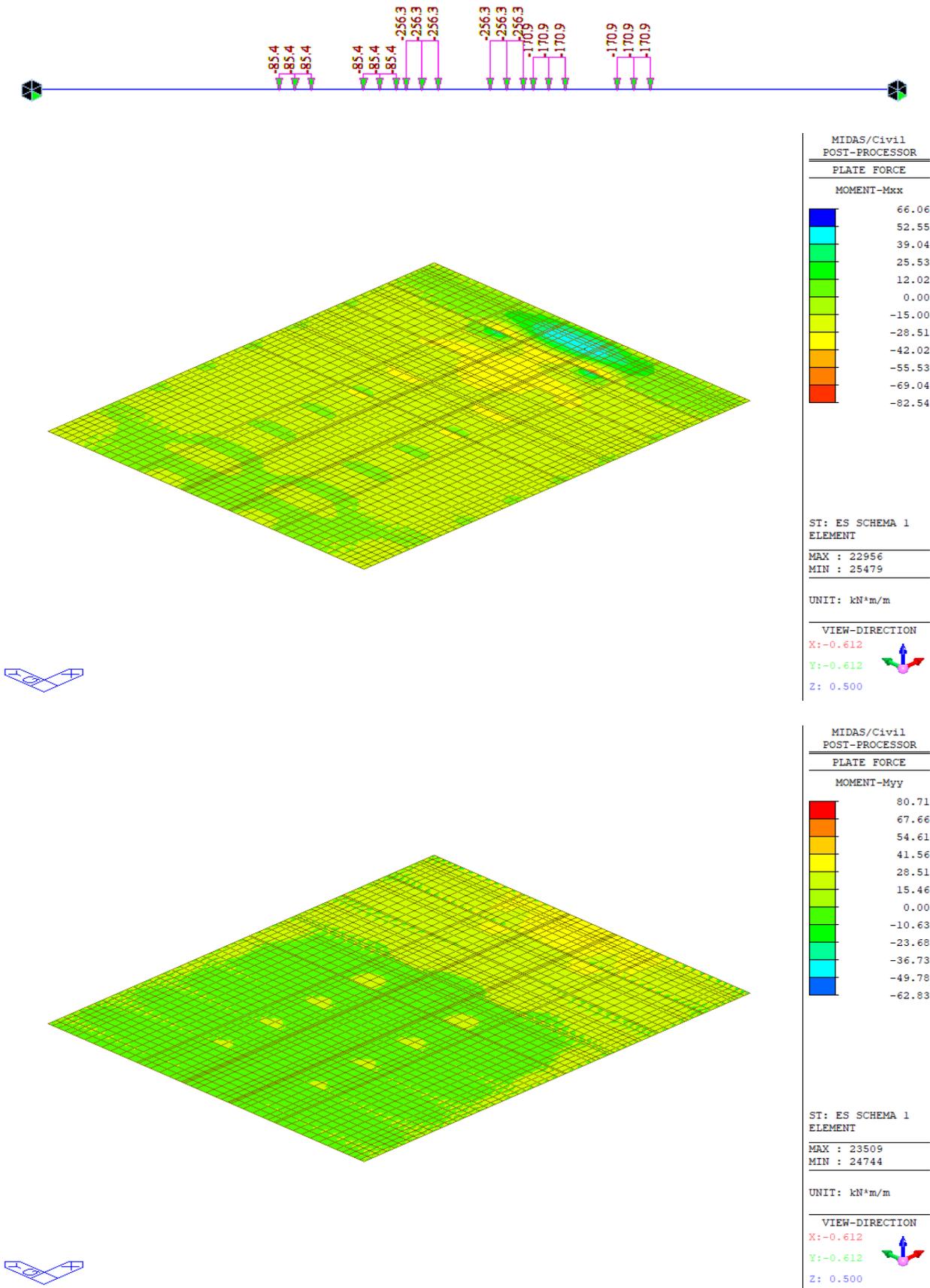


Figura 228 – Soletta corrente - Verticali da traffico TS q1 / Schema di carico 1 / Scenario 1

12.3 Verifiche soletta

Le sollecitazioni assunte per il calcolo sono state ottenute mediando su una larghezza di soletta pari a 1m. In particolare, le verifiche sono state eseguite in corrispondenza delle sezioni che massimizzano il taglio V e i momenti positivi.

Le verifiche a pressoflessione sono state effettuate attraverso il software RC-SEC

12.3.1 Verifiche della soletta zona corrente

La soletta è stata armata nel seguente modo:

- Trasversalmente $\Phi 14/20$ superiori + $\Phi 14/20$ inferiori
- Longitudinalmente $\Phi 16/20$ superiori + $\Phi 20/10$ inferiori

Il copriferro netto delle barre è stato assunto nel calcolo pari a 3 cm.

Nella tabella seguente lo sforzo assiale è positivo se di compressione.

Zona corrente	Tipo Soll.	Carichi	SLU			SLE - caratteristica			SLE - frequente			SLE - quasi perm.		
			V [kN]	N [kN]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]	M [kNm]
Appoggio	Long.	g2 + q1	0	0	-27.68	-	0	-20.35	-	0	-14.01	-	0	-1.46
Mezzeria	Trasv.	g2 + q1	177	0	107.25	-	0	76.24	-	0	58.56	-	0	3.06

Tabella 25 – Sollecitazioni agenti sulla soletta corrente

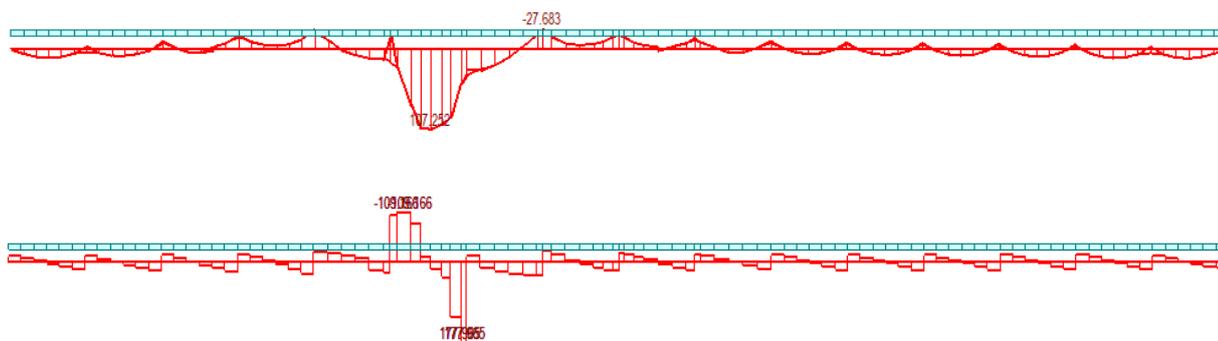


Figura 229 – Involuppo SLU sollecitazioni di momento flettente e taglio



Figura 230 – Involuppo SLE-R sollecitazione di momento flettente

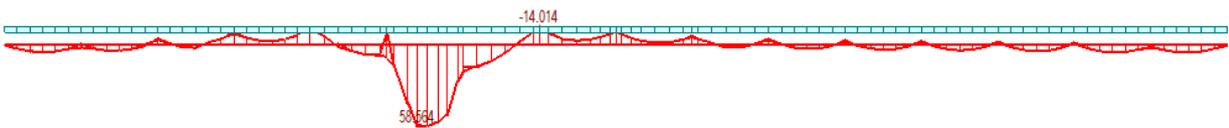


Figura 231 – Involuppo SLE-FQ sollecitazione di momento flettente

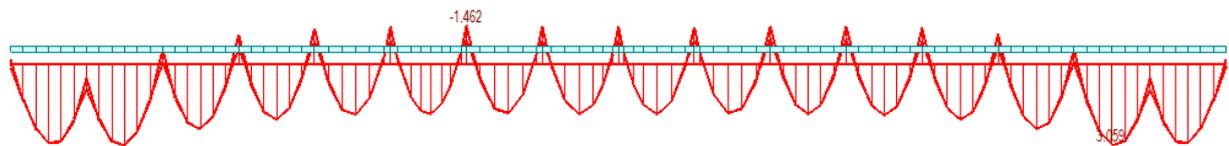


Figura 232 – Involuppo SLE-QP sollecitazione di momento flettente

12.3.1.1 Verifica a pressoflessione

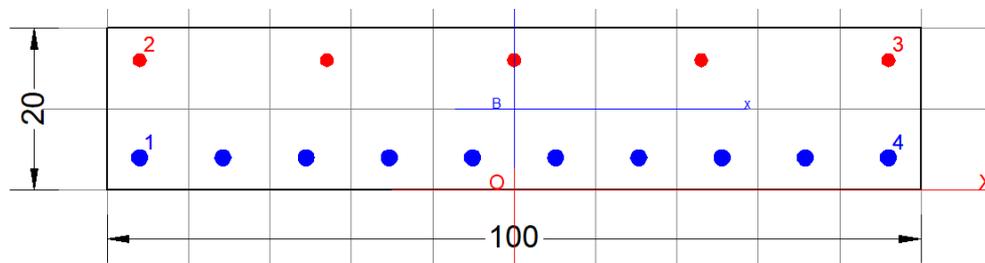


Figura 233 – Armature in soletta nella zona corrente

DATI GENERALI SEZIONE GENERICA IN C.A.
 NOME FILE SEZIONE: soletta_L17.1

Descrizione Sezione:	
Metodo di calcolo resistenza:	Resistenze agli Stati Limite Ultimi
Tipologia sezione:	Sezione generica di Trave
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Condizioni Ambientali:	Moderat. aggressive
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicit�:	Zona non sismica

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C32/40	
	Resis. compr. di progetto fcd:	18.130	MPa
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020	
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035	
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale Ec:	33346.0	MPa
	Resis. media a trazione fctm:	3.020	MPa
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	192.00	daN/cm ²
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.300	mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.00	Mpa
	Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.200	mm
	ACCIAIO -	Tipo:	B450C
Resist. caratt. snervam. fyk:		450.00	MPa
Resist. caratt. rottura ftk:		450.00	MPa
Resist. snerv. di progetto fyd:		391.30	MPa
Resist. ultima di progetto ftd:		391.30	MPa
Deform. ultima di progetto Epu:		0.068	
Modulo Elastico Ef		2000000	daN/cm ²
Diagramma tensione-deformaz.:		Bilineare finito	
Coeff. Aderenza istantaneo $\beta_1*\beta_2$:		1.00	
Coeff. Aderenza differito $\beta_1*\beta_2$:		0.50	
Sf limite S.L.E. Comb. Rare:	360.00	MPa	

CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio:	Poligonale
Classe Conglomerato:	C32/40

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-50.0	0.0
2	-50.0	20.0
3	50.0	20.0
4	50.0	0.0

DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-46.0	4.0	20
2	-46.0	16.0	16
3	46.0	16.0	16
4	46.0	4.0	20

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

N°Gen.	Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre
N°Barra Ini.	Numero della barra iniziale cui si riferisce la generazione
N°Barra Fin.	Numero della barra finale cui si riferisce la generazione
N°Barre	Numero di barre generate equidistanti cui si riferisce la generazione

Ø Diametro in mm delle barre della generazione

N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	Ø
1	1	4	8	20
2	2	3	3	16

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

	N	Mx	My	Vy	Vx
N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)				
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.				
My	Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.				
Vy	Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia y				
Vx	Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia x				
N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	0.00	107.25	0.00	0.00	0.00
2	0.00	-27.68	0.00	0.00	0.00

COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

	N	Mx	My
N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)		
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione		
My	Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione		
N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	76.24	0.00
2	0.00	-20.35	0.00

COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

	N	Mx	My
N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)		
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione		
My	Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione		
N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	58.56 (28.56)	0.00 (0.00)
2	0.00	-14.01 (-24.66)	0.00 (0.00)

COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

	N	Mx	My
N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)		
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione		
My	Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione		
N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	3.06 (28.56)	0.00 (0.00)
2	0.00	-1.46 (-24.66)	0.00 (0.00)

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 3.0 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali: 8.2 cm

VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)
Mx Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
N Res Sforzo normale resistente [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)
Mx Res Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Res Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r,Mx Res,My Res) e (N,Mx,My)
Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
As Tesa Area armature trave [cm²] in zona tesa. [Tra parentesi l'area minima ex (4.1.15)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	0.00	107.25	0.00	0.00	159.79	0.00	1.49	31.4(2.8)
2	S	0.00	-27.68	0.00	0.00	-60.59	0.00	2.19	10.1(2.8)

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
x/d Rapporto di duttilità [§ 4.1.2.1.2.1 NTC] deve essere < 0.45
Xc max Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Xs min Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys min Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
Xs max Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys max Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	x/d	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	0.407	-50.0	20.0	0.00135	-46.0	16.0	-0.00509	-46.0	4.0
2	0.00350	0.234	-50.0	0.0	-0.00024	-46.0	4.0	-0.01147	46.0	16.0

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a, b, c Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro aX+bY+c=0 nel rif. X,Y,O gen.
x/d Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere < 0.45
C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000537146	-0.007242920	0.407	0.949
2	0.000000000	-0.000935715	0.003500000	0.234	0.732

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

Ver S = comb. verificata/ N = comb. non verificata
Sc max Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [Mpa]
Xc max, Yc max Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sf min Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [Mpa]
Xs min, Ys min Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Ac eff. Area di calcestruzzo [cm²] in zona tesa considerata aderente alle barre
As eff. Area barre [cm²] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	12.25	-50.0	20.0	-184.9	35.8	4.0	400	31.4
2	S	4.40	-50.0	0.0	-147.5	23.0	16.0	476	10.1

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	9.41	-50.0	20.0	-142.0	35.8	4.0	400	31.4
2	S	3.03	-50.0	0.0	-101.5	23.0	16.0	476	10.1

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Ver.	La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a f_{ctm}
e1	Esito della verifica
e2	Massima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
k1	Minima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
kt	= 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2]
k2	= 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb. frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2]
k3	= 0.5 per flessione; $= (e1 + e2) / (2 * e1)$ per trazione eccentrica [eq.(7.13)EC2]
k4	= 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
Ø	= 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
Cf	Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace $A_{c\ eff}$ [eq.(7.11)EC2]
e sm - e cm	Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
sr max	Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]
wk	Tra parentesi: valore minimo = $0.6 S_{max} / E_s$ [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]
Mx fess.	Massima distanza tra le fessure [mm]
My fess.	Apertura fessure in mm calcolata = $sr\ max * (e_{sm} - e_{cm})$ [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. Valore limite tra parentesi
	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]
	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00106	0	0.500	20.0	30	0.00054 (0.00043)	145	0.078 (0.30)	28.56	0.00
2	S	-0.00069	0	0.500	16.0	32	0.00030 (0.00030)	238	0.072 (0.30)	-24.66	0.00

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	0.49	-50.0	20.0	-7.4	35.8	4.0	400	31.4
2	S	0.32	-50.0	0.0	-10.6	23.0	16.0	476	10.1

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00006	0	0.500	20.0	30	0.00002 (0.00002)	145	0.003 (0.20)	28.56	0.00
2	S	-0.00007	0	0.500	16.0	32	0.00003 (0.00003)	238	0.008 (0.20)	-24.66	0.00

12.3.1.2 Verifica a taglio

Per la verifica a taglio non si è potuto trascurare il contributo dei tralicci delle predalle. La verifica è stata quindi condotta assumendo come sezione resistente quella dell'intera soletta e come carichi agenti $g1+g2+q1$.

Si riporta nell'immagine seguente l'andamento del taglio associato al carico $g1$ come da modello.

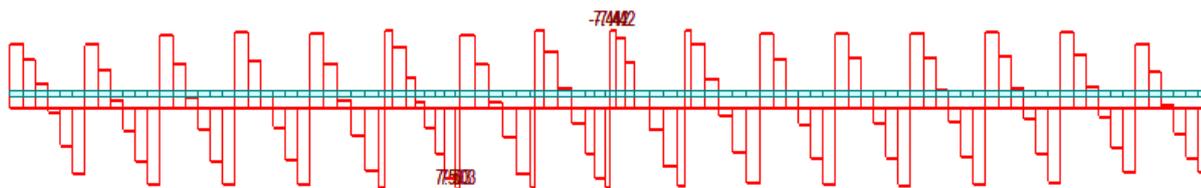


Figura 201 – Soletta corrente – Permanenti strutturali g1 – Taglio verticale V

Il taglio totale di progetto è pari a $V_{Ed} = 187.12$ kN

Geometrie sezione

b_w	1000	mm	larghezza dell'anima anima resistente (larghezza minima d'anima)
d	165	mm	altezza utile della sezione
A_c	250000	mm ²	area della sezione di calcestruzzo

Caratteristiche armature

n_{bl}	10		numero di barre longitudinali
\varnothing_{bl}	20	mm	diametro delle barre longitudinali
n_{bw}	5		numero di bracci delle staffe
\varnothing_{st}	8	mm	diametro delle staffe
s_{st}	200	mm	passo delle staffe
α	56.8	°	inclinazione delle staffe ($\alpha=90^\circ$ per staffe ortogonali all'asse)

Dati traliccio resistente

θ	22.00	°	inclinazione delle bielle di calcestruzzo rispetto all'asse
----------	-------	---	---

Valore di verifica del taglio resistente

V_{Rd}	163.7	KN	taglio resistente per elemento privo di armatura trasversale
V_{Rd}	191.2	KN	taglio resistente per elemento con armatura trasversale

$V_{Rd} > V_{Ed}$, la verifica è soddisfatta.

12.3.2 Verifiche della soletta zona giunto

La soletta è stata armata nel seguente modo:

- Trasversalmente $\Phi 14/20$ superiori + $\Phi 14/20$ inferiori
- Longitudinalmente $\Phi 16/20$ superiori + $\Phi 20/10$ inferiori

Il copriferro netto delle barre è stato assunto nel calcolo pari a 3 cm.

Nella tabella seguente lo sforzo assiale è positivo se di compressione.

Zona corrente	Tipo Soll.	Carichi	SLU			SLE - caratteristica			SLE - frequente			SLE - quasi perm.		
			V [kN]	N [kN]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]	M [kNm]	V [kN]	N [kN]	M [kNm]
Appoggio	Long.	g2 + q1	0	0	-39.5	-	0	-29.3	-	0	-20.7	-	0	-1.5
Mezzeria	Trasv.	g2 + q1	107.2	0	98.7	-	0	72.8	-	0	52.4	-	0	4.2

Tabella 26 – Sollecitazioni agenti sulla soletta corrente

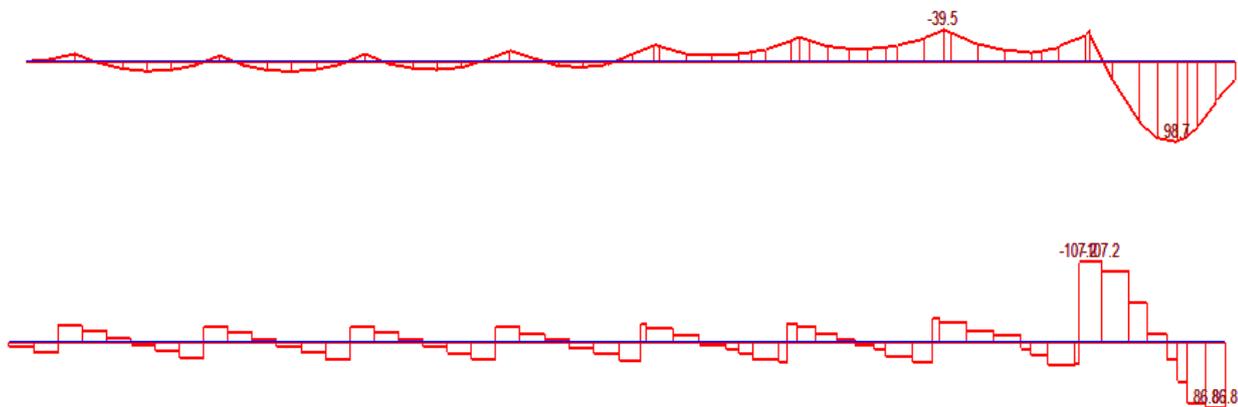


Figura 234 – Involuppo SLU sollecitazioni di momento flettente e taglio



Figura 235 – Involuppo SLE-R sollecitazione di momento flettente



Figura 236 – Involuppo SLE-FQ sollecitazione di momento flettente

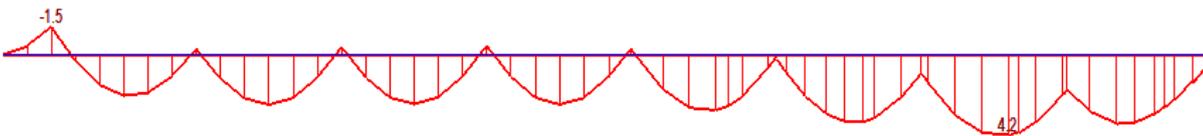


Figura 237 – Involuppo SLE-QP sollecitazione di momento flettente

12.3.2.1 Verifica a pressoflessione

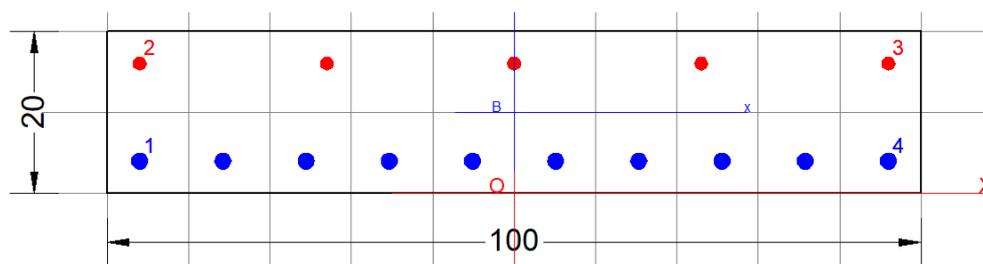


Figura 238 – Armature in soletta nella zona corrente

DATI GENERALI SEZIONE GENERICA IN C.A. NOME FILE SEZIONE: soletta_L20.45

Descrizione Sezione:	
Metodo di calcolo resistenza:	Resistenze agli Stati Limite Ultimi
Tipologia sezione:	Sezione generica di Trave
Normativa di riferimento:	N.T.C.

Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Condizioni Ambientali:	Moderat. aggressive
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inertzia
Riferimento alla sismicit�:	Zona non sismica

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C32/40	
	Resis. compr. di progetto fcd:	18.130	MPa
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020	
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035	
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale Ec:	33346.0	MPa
	Resis. media a trazione fctm:	3.020	MPa
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	192.00	daN/cm ²
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.300	mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.00	Mpa
	Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.200	mm
ACCIAIO -	Tipo:	B450C	
	Resist. caratt. snervam. fyk:	450.00	MPa
	Resist. caratt. rottura ftk:	450.00	MPa
	Resist. snerv. di progetto fyd:	391.30	MPa
	Resist. ultima di progetto ftd:	391.30	MPa
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068	
	Modulo Elastico Ef	2000000	daN/cm ²
	Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito	
	Coeff. Aderenza istantaneo $\beta_1 \cdot \beta_2$:	1.00	
	Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \cdot \beta_2$:	0.50	
Sf limite S.L.E. Comb. Rare:	360.00	MPa	

CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio:	Poligonale
Classe Conglomerato:	C32/40

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-50.0	0.0
2	-50.0	20.0
3	50.0	20.0
4	50.0	0.0

DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-46.0	4.0	20
2	-46.0	16.0	16
3	46.0	16.0	16
4	46.0	4.0	20

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

N°Gen.	Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre
N°Barra Ini.	Numero della barra iniziale cui si riferisce la generazione
N°Barra Fin.	Numero della barra finale cui si riferisce la generazione
N°Barre	Numero di barre generate equidistanti cui si riferisce la generazione
Ø	Diametro in mm delle barre della generazione

N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	Ø
1	1	4	8	20

2 2 3 3 16

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

	N	Mx	My	Vy	Vx
N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)				
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.				
My	Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.				
Vy	Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia y				
Vx	Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia x				
N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	0.00	98.70	0.00	0.00	0.00
2	0.00	-39.50	0.00	0.00	0.00

COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

	N	Mx	My
N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)		
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione		
My	Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione		
N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	72.80	0.00
2	0.00	-29.30	0.00

COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

	N	Mx	My
N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)		
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione		
My	Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione		
N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	52.40 (28.56)	0.00 (0.00)
2	0.00	-20.70 (-24.66)	0.00 (0.00)

COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

	N	Mx	My
N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)		
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione		
My	Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione		
N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	4.20 (28.56)	0.00 (0.00)
2	0.00	-1.50 (-24.66)	0.00 (0.00)

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 3.0 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali: 8.2 cm

VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N	Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)
Mx	Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My	Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
N Res	Sforzo normale resistente [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)
Mx Res	Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Res	Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r,Mx Res,My Res) e (N,Mx,My) Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
As Tesa	Area armature trave [cm²] in zona tesa. [Tra parentesi l'area minima ex (4.1.15)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	0.00	98.70	0.00	0.00	159.79	0.00	1.62	31.4(2.8)
2	S	0.00	-39.50	0.00	0.00	-60.59	0.00	1.53	10.1(2.8)

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
x/d	Rapporto di duttilità [§ 4.1.2.1.2.1 NTC] deve essere < 0.45
Xc max	Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Xs min	Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
Xs max	Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	x/d	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	0.407	-50.0	20.0	0.00135	-46.0	16.0	-0.00509	-46.0	4.0
2	0.00350	0.234	-50.0	0.0	-0.00024	-46.0	4.0	-0.01147	46.0	16.0

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a, b, c	Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro aX+bY+c=0 nel rif. X,Y,O gen.
x/d	Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere < 0.45
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000537146	-0.007242920	0.407	0.949
2	0.000000000	-0.000935715	0.003500000	0.234	0.732

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

Ver	S = comb. verificata/ N = comb. non verificata
Sc max	Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [Mpa]
Xc max, Yc max	Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sf min	Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [Mpa]
Xs min, Ys min	Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Ac eff.	Area di calcestruzzo [cm²] in zona tesa considerata aderente alle barre
As eff.	Area barre [cm²] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	11.70	-50.0	20.0	-176.5	35.8	4.0	400	31.4
2	S	6.33	-50.0	0.0	-212.4	23.0	16.0	476	10.1

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
--------	-----	--------	--------	--------	--------	--------	--------	---------	---------

1	S	8.42	-50.0	20.0	-127.0	35.8	4.0	400	31.4
2	S	4.47	-50.0	0.0	-150.0	23.0	16.0	476	10.1

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Ver.	La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a f_{ctm}
e1	Esito della verifica
e2	Massima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
k1	Minima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
kt	= 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2]
k2	= 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb. frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2]
k3	= 0.5 per flessione; $=(e1 + e2)/(2 \cdot e1)$ per trazione eccentrica [eq.(7.13)EC2]
k4	= 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
Ø	= 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
Cf	Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace $A_{c\text{ eff}}$ [eq.(7.11)EC2]
e sm - e cm	Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
sr max	Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]
wk	Tra parentesi: valore minimo = $0.6 S_{max} / E_s$ [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]
Mx fess.	Massima distanza tra le fessure [mm]
My fess.	Apertura fessure in mm calcolata = $sr \cdot \max(e_{sm} - e_{cm})$ [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. Valore limite tra parentesi
	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]
	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00095	0	0.500	20.0	30	0.00047 (0.00038)	145	0.068 (0.30)	28.56	0.00
2	S	-0.00102	0	0.500	16.0	32	0.00045 (0.00045)	238	0.107 (0.30)	-24.66	0.00

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	0.67	-50.0	20.0	-10.2	46.0	4.0	400	31.4
2	S	0.32	-50.0	0.0	-10.9	23.0	16.0	476	10.1

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00008	0	0.500	20.0	30	0.00003 (0.00003)	145	0.004 (0.20)	28.56	0.00
2	S	-0.00007	0	0.500	16.0	32	0.00003 (0.00003)	238	0.008 (0.20)	-24.66	0.00

12.3.2.2 Verifica a taglio

Per la verifica a taglio non si è potuto trascurare il contributo dei tralicci delle predalle. La verifica è stata quindi condotta assumendo come sezione resistente quella dell'intera soletta e come carichi agenti $g1+g2+q1$.

Si riporta nell'immagine seguente l'andamento del taglio associato al carico $g1$ come da modello.

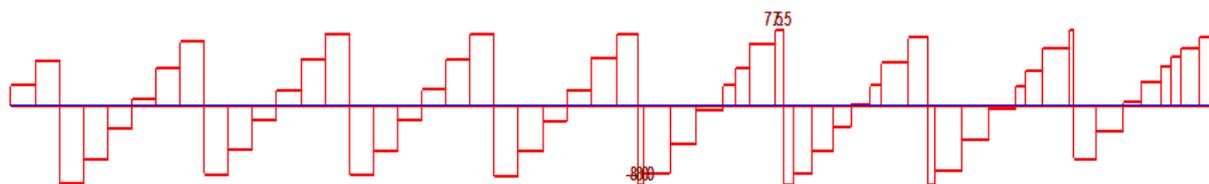


Figura 201 – Soletta corrente – Permanenti strutturali $g1$ – Taglio verticale V

Il taglio totale di progetto è pari a $V_{Ed} = 118$ kN

Geometrie sezione

b_w	1000	mm	larghezza dell'anima anima resistente (larghezza minima d'anima)
d	165	mm	altezza utile della sezione
A_c	250000	mm ²	area della sezione di calcestruzzo

Caratteristiche armature

n_{bl}	10		numero di barre longitudinali
\varnothing_{bl}	20	mm	diametro delle barre longitudinali
n_{bw}	5		numero di bracci delle staffe
\varnothing_{st}	8	mm	diametro delle staffe
s_{st}	200	mm	passo delle staffe
α	56.8	°	inclinazione delle staffe ($\alpha=90^\circ$ per staffe ortogonali all'asse)

Dati traliccio resistente

θ	22.00	°	inclinazione delle bielle di calcestruzzo rispetto all'asse
----------	--------------	---	---

Valore di verifica del taglio resistente

V_{Rd}	163.7	KN	taglio resistente per elemento privo di armatura trasversale
V_{Rd}	191.2	KN	taglio resistente per elemento con armatura trasversale

$V_{Rd} > V_{Ed}$, la verifica è soddisfatta.

12.4 Verifica dei cordoli

Il cordolo viene verificato a torsione con l'azione maggiore tra quella del vento agente sulla barriera, calcolata con una pressione di 1.678 kN/m² agente sull'altezza della barriera pari a 1.6 m e l'azione eccezionale dell'urto di un veicolo, assunto con una forza di 100 kN applicata ad un metro di altezza.

Mslu	100.0	kNm/m
Φ	12	mm
Passo	200	mm
Φ	12	mm
n	12	-

Momento SLU
Diametro staffa
Passo staffa
Diametro longitudinale
numero ferri longitudinali

b	140	cm
h	42	cm
clong	6	cm
fcd	19.8	Mpa
fyd	391.3	Mpa

base cordolo
altezza cordolo
Copriferro distanza tra bordo e centro ferro long
resistenza cilindrica di progetto
resistenza a snervamento di progetto

Ac	588000	mm ²
u	3640	mm
t	161.538	mm

Area cls
Perimetro
Spessore sezione cava

θ	45	°
Cot θ	1.000	
A	320095	mm ²
um	2993.85	mm
As	113	mm ²
ΣA1	1583	mm ²

Angolo inclinazione
Cotangente di teta
area racchiusa dalla fibra media del profilo periferico
Perimetro medio resistente
Area staffa
Somma area armature long

Trcd	1025.5	kNm
Trsd	141.7	kNm
Trld	132.5	kNm

Contributo cls
contributo staffe
contributo arm long

Trd	132.5	kNm
Ted	100.0	kNm
CS	1.32	

Momento resistente
Momento agente
Coefficiente di sicurezza

13 VERIFICHE DEGLI APPOGGI / ISOLATORI E DEI GIUNTI

Nel presente capitolo si riportano le verifiche degli apparecchi d'appoggio e dei giunti di espansione.

Sono riportate le sollecitazioni e gli spostamenti di entrambi gli assi Nord e Sud, a causa del differente rapporto tra le luci delle campate.

Per gli apparecchi d'appoggio, nonché isolatori, si è scelto di utilizzare dei dispositivi elastomerici tipo SI-H1000/182. Se ne riportano di seguito le caratteristiche meccaniche principali:

$d_{2,max}$ = 350mm Massimo spostamento consentito per combinazione SLC

K_e = 6.04 kN/mm Rigidezza orizzontale equivalente (nominale)

K_v = 3927 kN/mm Rigidezza verticale

V = 12650 kN Carico verticale ammissibile in condizioni di max spost (SLC)

F_{zd} = 22590 kN Carico verticale ammissibile in condizioni SLU

SI-H	V kN	F_{zd} kN	K_e kN/mm	K_v kN/mm	D_g mm	t_e mm	h mm	H mm	Z mm	W kg
SI-H 400/175	85	3640	1.01	650	400	175	283	333	450	205
SI-H 450/180	400	4850	1.24	778	450	180	307	357	500	281
SI-H 500/180	1090	7560	1.53	1043	500	180	307	357	550	346
SI-H 550/175	1990	9820	1.90	1262	550	175	287	337	600	390
SI-H 600/176	2940	10310	2.25	1459	600	176	279	329	650	444
SI-H 650/180	3630	10830	2.58	1641	650	180	277	327	700	507
SI-H 700/180	4310	11370	2.99	1871	700	180	281	341	750	642
SI-H 800/180	6790	14990	3.91	2710	800	180	281	341	850	835
SI-H 900/180	10870	21220	4.95	3310	900	180	286	346	950	1078
SI-H 1000/182	12650	22590	6.04	3927	1000	182	290	370	1050	1515
SI-H 1100/182	16480	27480	7.31	5101	1100	182	290	370	1150	1828
SI-H 1200/192	18150	28700	8.25	5601	1200	192	296	376	1250	2150

Legenda

V	Carico verticale massimo agente sull'isolatore in presenza di sisma corrispondente allo SLC
F_{zd}	Carico verticale massimo agente sull'isolatore in assenza di sisma (SLU), concomitante con rotazione 0 e spostamento orizzontale 10 mm
K_e	Rigidezza orizzontale equivalente
K_v	Rigidezza verticale
D_g	Diametro elastomero
t_e	Spessore totale gomma
h	Altezza escluse piastre di ancoraggio
H	Altezza totale incluse piastre di ancoraggio
Z	Lato piastre di ancoraggio
W	Peso isolatore escluse zanche

Figura 239 – Isolatori elastomerici d=350 miscela "Hard". Da catalogo FIP Industriale

13.1 Asse Nord - Sollecitazioni e spostamenti sugli isolatori

Si riportano di seguito le sollecitazioni elementari sugli appoggi.

La numerazione degli isolatori segue il seguente schema:

- N° 1 e 2 su spalla SPA
- N° 3 e 4 su pila P1
- N° 5 e 6 su pila P2
- N° 7 e 8 su spalla SPB

Load	1			2			3			4		
	N (kN)	V-y (kN)	V-z (kN)	N (kN)	V-y (kN)	V-z (kN)	N (kN)	V-y (kN)	V-z (kN)	N (kN)	V-y (kN)	V-z (kN)
G1	-1929	11	-20	-1929	-11	-20	-7954	4	-4	-7954	-4	-4
G2	-673	3	-7	-673	-3	-7	-2595	2	-1	-2595	-2	-1
e2	-16	6	4	-16	-6	4	16	5	3	16	-5	3
DTu+_App	-79	17	-196	-79	-17	-196	79	18	-81	79	-18	-81
DTu-_App	79	-17	196	79	17	196	-79	-18	81	-79	18	81
DTd+	-141	0	8	-141	0	8	141	0	-2	141	0	-2
Fren(max)	7	0	108	7	0	108	-6	0	108	-6	0	108
Fren(min)	3	0	70	3	0	70	-9	0	70	-9	0	70
Centr(max)	6	-3	1	2	-3	1	8	-7	1	1	-7	1
Centr(min)	-2	-17	-1	-6	-17	-1	-1	-13	-1	-8	-13	-1
VPC_Y+	62	-499	18	-61	-500	-18	453	-596	11	-454	-598	-11
TS(max)	90	18	4	103	1	5	73	7	6	82	2	7
TS(min)	-712	-1	-8	-816	-17	-10	-718	-1	-6	-820	-7	-7
UDL(max)	245	6	10	239	4	10	143	7	15	139	5	14
UDL(min)	-1001	-4	-20	-974	-6	-19	-3182	-5	-17	-3097	-7	-16
SLC_X(RS)	52	0	1406	52	0	1406	-61	0	1393	-61	0	1393
SLC_Y(RS)	311	-1200	50	-311	-1200	-50	851	-1483	32	-851	-1483	-32
SLC_Z(RS)	608	-2	7	608	2	7	1569	2	-3	1569	-2	-3
SLV_X(RS)	42	0	1124	42	0	1124	-48	0	1114	-48	0	1114
SLV_X(RS)	259	-960	40	-259	-960	-40	704	-1186	26	-704	-1186	-26
SLV_X(RS)	407	-1	5	407	1	5	1050	1	-2	1050	-1	-2
SLD_X(RS)	14	0	386	14	0	386	-17	0	383	-17	0	383
SLD_X(RS)	106	-314	13	-106	-314	-13	276	-388	9	-276	-388	-9
SLD_X(RS)	90	0	1	90	0	1	233	0	0	233	0	0
e4_1	-113	0	-7	-113	0	-7	266	0	6	266	0	6
e4_2	105	0	5	105	0	5	-258	0	-7	-258	0	-7

Load	5			6			7			8		
	N (kN)	V-y (kN)	V-z (kN)	N (kN)	V-y (kN)	V-z (kN)	N (kN)	V-y (kN)	V-z (kN)	N (kN)	V-y (kN)	V-z (kN)
G1	-7955	4	4	-7955	-4	4	-1928	11	20	-1928	-11	20
G2	-2596	2	1	-2596	-2	1	-673	3	7	-673	-3	7
e2	16	5	-3	16	-5	-3	-16	6	-4	-16	-6	-4
DTu+_App	79	18	81	79	-18	81	-79	17	196	-79	-17	196
DTu-_App	-79	-18	-81	-79	18	-81	79	-17	-196	79	17	-196
DTd+	141	0	2	141	0	2	-141	0	-8	-141	0	-8
Fren(max)	11	0	108	11	0	108	-7	0	108	-7	0	108
Fren(min)	9	0	69	9	0	69	-8	0	69	-8	0	69
Centr(max)	5	0	-1	2	0	1	1	2	0	2	2	1
Centr(min)	-2	-10	-1	-5	-10	1	-2	-3	-1	-1	-3	0
VPC_Y+	460	-598	-11	-462	-600	11	59	-498	-18	-58	-499	18
TS(max)	73	7	6	82	2	7	90	18	8	103	1	10
TS(min)	-718	-1	-6	-821	-7	-7	-712	-1	-4	-816	-17	-5
UDL(max)	142	6	17	139	4	16	246	6	20	239	3	19
UDL(min)	-3185	-4	-15	-3099	-6	-14	-1000	-4	-10	-973	-6	-10
SLC_X(RS)	61	0	1396	61	0	1396	-52	0	1406	-52	0	1406
SLC_Y(RS)	808	-1486	-32	-808	-1486	32	-294	-1196	-50	294	-1196	50
SLC_Z(RS)	1569	2	3	1569	-2	3	609	-2	-7	609	2	-7
SLV_X(RS)	49	0	1117	49	0	1117	-42	0	1124	-42	0	1124
SLV_Y(RS)	667	-1189	-26	-667	-1189	26	-245	-957	-40	245	-957	40
SLV_Z(RS)	1050	1	2	1050	-1	2	407	-1	-5	407	1	-5
SLD_X(RS)	17	0	384	17	0	384	-14	0	386	-14	0	386
SLD_Y(RS)	259	-388	-9	-259	-388	9	-100	-313	-13	100	-313	13
SLD_Z(RS)	233	0	0	233	0	0	91	0	-1	91	0	-1
e4_1	-258	0	7	-258	0	7	105	0	-5	105	0	-5
e4_2	266	0	-6	266	0	-6	-113	0	7	-113	0	7

Per le combinazioni SLU si faccia riferimento al paragrafo 7.1. Nelle combinazioni sismiche invece, come riportato al paragrafo 5.12.9, non si tiene conto della variabilità spaziale del moto sismico.

L'azione termica, nella combinazione sismica, è considerata con un coefficiente di combinazione pari a 0.5. Si ricorda che il valore considerato nel calcolo risulta amplificato di 5°, avendo prescritto l'installazione dei dispositivi con misurazione accurata della temperatura e prerogolazione per effetti termici a fine costruzione.

Le verifiche sismiche, quindi, sono condotte per le combinazioni di carichi derivanti dalla combinazione riportata a seguire, in cui sono alternati i segni della termica, i cedimenti, e le direzioni principali del sisma:

- SLC/SLV/SLD $g1 + g2 + \epsilon2 + \epsilon4 + 0.5 q7_{\Delta Tu-App} + Ex + 0.3 Ey + 0.3 Ez$

Si riportano le sollecitazioni massime e gli spostamenti conseguenti massimi concomitanti, longitudinali, trasversali e vettoriali, sugli apparecchi di appoggio.

		SLC						SLV							
		N	Vy	Vz	d trasv	d long	Vtot	d tot	N	Vy	Vz	d trasv	d long	Vtot	d
		kN	kN	kN	mm	mm	kN	mm	kN	kN	kN	mm	mm	kN	mm
1	N_max	-1790	-351	514	-58	85	623	103	-2061	-261	229	-43	38	347	58
1	N_min	-3445	390	-561	65	-93	683	113	-3197	317	-471	53	-78	568	94
1	Vy_max	-3205	1229	253	203	42	1255	208	-3068	988	179	164	30	1004	166
1	Vy_min	-2171	-1190	-291	-197	-48	1225	203	-2331	-932	-413	-154	-68	1020	169
1	Vz_max	-2320	-349	1502	-58	249	1542	255	-2458	-260	1021	-43	169	1054	174
1	Vz_min	-2915	389	-1548	64	-256	1596	264	-2800	316	-1263	52	-209	1302	216
2	N_max	-1790	351	514	58	85	623	103	-2061	261	229	43	38	347	58
2	N_min	-3445	-390	-561	-65	-93	683	113	-3197	-317	-471	-53	-78	568	94
2	Vy_max	-2171	1190	-291	197	-48	1225	203	-2331	932	-413	154	-68	1020	169
2	Vy_min	-3205	-1229	253	-203	42	1255	208	-3068	-988	179	-164	30	1004	166
2	Vz_max	-2320	349	1502	58	249	1542	255	-2458	260	1021	43	169	1054	174
2	Vz_min	-2915	-389	-1548	-64	-256	1596	264	-2800	-316	-1263	-52	-209	1302	216
3	N_max	-8581	-423	-455	-70	-75	621	103	-9175	-335	-372	-56	-62	501	83
3	N_min	-12486	445	450	74	74	633	105	-11868	373	287	62	48	471	78
3	Vy_max	-10786	1503	-494	249	-82	1583	262	-10826	1206	-404	200	-67	1271	211
3	Vy_min	-10281	-1482	490	-245	81	1561	258	-10218	-1168	319	-193	53	1210	200
3	Vz_max	-10920	-444	1442	-73	239	1509	250	-10745	-337	1081	-56	179	1132	187
3	Vz_min	-10147	465	-1447	77	-240	1520	252	-10299	375	-1166	62	-193	1224	203
4	N_max	-8581	423	-455	70	-75	621	103	-9175	335	-372	56	-62	501	83
4	N_min	-12486	-445	450	-74	74	633	105	-11868	-373	287	-62	48	471	78
4	Vy_max	-10281	1482	490	245	81	1561	258	-10218	1168	319	193	53	1210	200
4	Vy_min	-10786	-1503	-494	-249	-82	1583	262	-10826	-1206	-404	-200	-67	1271	211
4	Vz_max	-10920	444	1442	73	239	1509	250	-10745	337	1081	56	179	1132	187
4	Vz_min	-10147	-465	-1447	-77	-240	1520	252	-10299	-375	-1166	-62	-193	1224	203
5	N_max	-8595	-424	456	-70	75	623	103	-9188	336	373	56	62	502	83
5	N_min	-12475	446	-451	74	-75	634	105	-11859	-374	-288	-62	-48	472	78
5	Vy_max	-10744	1506	496	249	82	1586	263	-10256	1170	-320	194	-53	1213	201
5	Vy_min	-10326	-1485	-491	-246	-81	1564	259	-10790	-1208	405	-200	67	1274	211
5	Vz_max	-10136	466	1451	77	240	1524	252	-10289	-376	1169	-62	193	1228	203
5	Vz_min	-10934	-445	-1446	-74	-239	1513	250	-10757	338	-1084	56	-179	1135	188
6	N_max	-8595	424	456	70	75	623	103	-9188	336	373	56	62	502	83
6	N_min	-12475	-446	-451	-74	-75	634	105	-11859	-374	-288	-62	-48	472	78
6	Vy_max	-10326	1485	-491	246	-81	1564	259	-10256	1170	-320	194	-53	1213	201
6	Vy_min	-10744	-1506	496	-249	82	1586	263	-10790	-1208	405	-200	67	1274	211
6	Vz_max	-10136	-466	1451	-77	240	1524	252	-10289	-376	1169	-62	193	1228	203
6	Vz_min	-10934	445	-1446	74	-239	1513	250	-10757	338	-1084	56	-179	1135	188
7	N_max	-1794	368	-484	61	-80	608	101	-1820	-419	-125	-69	-21	437	72
7	N_min	-3440	-329	531	-54	88	624	103	-6280	483	206	80	34	525	87
7	Vy_max	-2600	1225	-253	203	-42	1251	207	-3518	810	241	134	40	845	140
7	Vy_min	-2775	-1186	291	-196	48	1221	202	-3754	-753	-198	-125	-33	778	129
7	Vz_max	-2733	387	1548	64	256	1596	264	-3480	503	411	83	68	650	108

7	Vz_min	-2501	-348	-1502	-58	-249	1542	255	-3779	-454	-334	-75	-55	563	93
8	N_max	-1794	-368	-484	-61	-80	608	101	-1813	457	-124	76	-21	473	78
8	N_min	-3440	329	531	54	88	624	103	-6382	-521	206	-86	34	561	93
8	Vy_max	-2775	1186	291	196	48	1221	202	-2261	753	-169	125	-28	772	128
8	Vy_min	-2600	-1225	-253	-203	-42	1251	207	-5091	-810	212	-134	35	838	139
8	Vz_max	-2733	-387	1548	-64	256	1596	264	-3470	-480	413	-79	68	633	105
8	Vz_min	-2501	348	-1502	58	-249	1542	255	-3871	430	-335	71	-55	545	90

		SLD							SLU						
		N	Vy	Vz	d trasv	d long	Vtot	d	N	Vy	Vz	d trasv	d long	Vtot	d
		kN	kN	kN	mm	mm	kN	mm	kN	kN	kN	mm	mm	kN	mm
1	N_max	-2370	-303	200	-50	33	363	60	-1769	-420	183	-69	30	458	76
1	N_min	-2865	342	-246	57	-41	422	70	-6334	484	-264	80	-44	551	91
1	Vy_max	-2856	342	-15	57	-2	343	57	-3836	812	-228	134	-38	843	140
1	Vy_min	-2520	-303	-23	-50	-4	304	50	-3961	-755	156	-125	26	771	128
1	Vz_max	-2575	-83	469	-14	78	477	79	-2242	-431	335	-71	55	546	90
1	Vz_min	-2660	122	-516	20	-85	530	88	-5020	480	-412	79	-68	633	105
2	N_max	-2370	303	200	50	33	363	60	-1762	458	184	76	30	494	82
2	N_min	-2865	-342	-246	-57	-41	422	70	-6437	-523	-266	-87	-44	587	97
2	Vy_max	-2520	303	-23	50	-4	304	50	-2469	755	186	125	31	778	129
2	Vy_min	-2856	-342	-15	-57	-2	343	57	-5409	-812	-258	-134	-43	852	141
2	Vz_max	-2575	83	469	14	78	477	79	-2234	455	336	75	56	566	94
2	Vz_min	-2660	-122	-516	-20	-85	530	88	-5109	-505	-414	-84	-68	653	108
3	N_max	-10072	-368	-150	-61	-25	397	66	-9202	-860	-42	-142	-7	861	143
3	N_min	-10995	390	145	64	24	416	69	-20812	520	19	86	3	520	86
3	Vy_max	-10624	407	-167	67	-28	440	73	-14623	935	-73	155	-12	938	155
3	Vy_min	-10443	-386	162	-64	27	419	69	-12824	-908	63	-150	10	910	151
3	Vz_max	-10648	-115	424	-19	70	439	73	-13941	-527	247	-87	41	582	96
3	Vz_min	-10419	136	-429	23	-71	450	75	-17587	556	-259	92	-43	614	102
4	N_max	-10072	368	-150	61	-25	397	66	-9192	879	-41	146	-7	880	146
4	N_min	-10995	-390	145	-64	24	416	69	-20837	-549	19	-91	3	549	91
4	Vy_max	-10443	386	162	64	27	419	69	-10218	912	93	151	15	916	152
4	Vy_min	-10624	-407	-167	-67	-28	440	73	-17279	-938	-104	-155	-17	944	156
4	Vz_max	-10648	115	424	19	70	439	73	-13932	544	248	90	41	598	99
4	Vz_min	-10419	-136	-429	-23	-71	450	75	-17646	-573	-260	-95	-43	629	104
5	N_max	-10090	-369	150	-61	25	398	66	-9192	-864	71	-143	12	867	144
5	N_min	-10980	390	-145	65	-24	417	69	-20825	523	-78	87	-13	528	87
5	Vy_max	-10609	408	168	68	28	441	73	-14637	938	103	155	17	943	156
5	Vy_min	-10461	-387	-163	-64	-27	420	69	-12816	-911	-92	-151	-15	915	152
5	Vz_max	-10416	136	430	23	71	451	75	-14993	572	260	95	43	629	104
5	Vz_min	-10654	-115	-425	-19	-70	440	73	-16542	-543	-248	-90	-41	597	99
6	N_max	-10090	369	150	61	25	398	66	-9182	882	71	146	12	885	146
6	N_min	-10980	-390	-145	-65	-24	417	69	-20850	-550	-79	-91	-13	555	92
6	Vy_max	-10461	387	-163	64	-27	420	69	-10208	914	-63	151	-10	917	152
6	Vy_min	-10609	-408	168	-68	28	441	73	-17294	-941	73	-156	12	944	156
6	Vz_max	-10416	-136	430	-23	71	451	75	-14987	-560	261	-93	43	618	102
6	Vz_min	-10654	115	-425	19	-70	440	73	-16598	531	-249	88	-41	586	97
7	N_max	-2375	324	-173	54	-29	367	61	-1770	-419	-126	-69	-21	438	72
7	N_min	-2858	-285	220	-47	36	360	60	-6330	484	207	80	34	526	87
7	Vy_max	-2650	341	15	56	2	342	57	-3568	810	241	134	40	845	140
7	Vy_min	-2725	-302	23	-50	4	303	50	-3703	-753	-199	-125	-33	779	129

7	Vz_max	-2598	122	516	20	85	530	88	-3531	504	412	83	68	650	108
7	Vz_min	-2636	-83	-469	-14	-78	476	79	-3729	-454	-335	-75	-55	564	93
8	N_max	-2375	-324	-173	-54	-29	367	61	-1763	457	-125	76	-21	474	78
8	N_min	-2858	285	220	47	36	360	60	-6433	-522	207	-86	34	562	93
8	Vy_max	-2725	302	23	50	4	303	50	-2211	753	-170	125	-28	772	128
8	Vy_min	-2650	-341	15	-56	2	342	57	-5142	-811	213	-134	35	838	139
8	Vz_max	-2598	-122	516	-20	85	530	88	-3520	-480	413	-80	68	634	105
8	Vz_min	-2636	83	-469	14	-78	476	79	-3821	431	-336	71	-56	546	90

Verifica del carico verticale SLC

SLC		
Nsism	kN	-12486
Nmax	kN	-12650
CS	-	1.01

Verifica del carico verticale SLU

SLU		
Nslu	kN	-20850
Nmax	kN	-22590
CS	-	1.08

Nmin	kN	-1790
------	----	-------

Nmin	kN	-1792
------	----	-------

Verifica del massimo spostamento vettoriale SLC

SLC		
dmax	mm	264
dlim	mm	350
cs	-	1.32

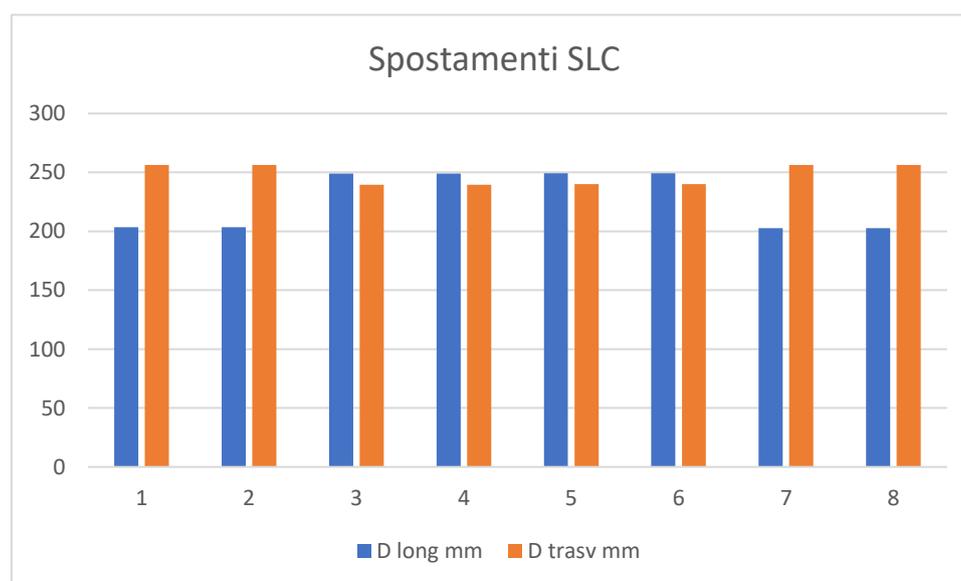


Figura 240 – Istogramma riassuntivo delle verifiche SLC degli isolatori

13.2 Asse Sud - Sollecitazioni e spostamenti sugli isolatori

Si riportano di seguito le sollecitazioni elementari sugli appoggi.

La numerazione degli isolatori segue il seguente schema:

- N° 1 e 2 su spalla SPA
- N° 3 e 4 su pila P1
- N° 5 e 6 su pila P2
- N° 7 e 8 su spalla SPB

Load	1			2			3			4		
	N (kN)	V-y (kN)	V-z (kN)	N (kN)	V-y (kN)	V-z (kN)	N (kN)	V-y (kN)	V-z (kN)	N (kN)	V-y (kN)	V-z (kN)
G1	-1906	11	-18	-1906	-11	-18	-8098	5	-5	-8098	-5	-5
G2	-663	3	-6	-663	-3	-6	-2657	2	-1	-2657	-2	-1
e2	-17	6	4	-17	-6	4	15	5	3	15	-5	3
DTu+_App	-80	17	-183	-80	-17	-183	87	18	-68	87	-18	-68
DTu-_App	80	-17	183	80	17	183	-87	-18	68	-87	18	68
DTd+	-141	0	6	-141	0	6	150	0	-1	150	0	-1
Fren(max)	6	0	96	6	0	96	-3	0	95	-3	0	95
Fren(min)	4	0	69	4	0	69	-5	0	69	-5	0	69
Centr(max)	7	-3	0	1	-3	1	8	-5	0	0	-5	1
Centr(min)	-1	-16	-1	-7	-16	0	0	-10	-1	-8	-10	0
VPC_Y+	64	-496	13	-64	-497	-13	474	-553	5	-474	-556	-5
TS(max)	86	17	4	97	1	4	25	7	6	28	2	7
TS(min)	-712	-1	-8	-816	-17	-10	-717	-1	-5	-819	-7	-6
UDL(max)	225	5	9	219	3	9	31	7	13	30	5	13
UDL(min)	-976	-3	-18	-949	-5	-18	-3104	-4	-16	-3021	-7	-15
SLC_X(RS)	48	0	1354	48	0	1354	-58	0	1342	-58	0	1342
SLC_Y(RS)	310	-1314	35	-310	-1314	-35	881	-1468	18	-881	-1468	-18
SLC_Z(RS)	662	-2	8	662	2	8	1481	2	-4	1481	-2	-4
SLV_X(RS)	38	0	1084	38	0	1084	-47	0	1074	-47	0	1074
SLV_X(RS)	259	-1051	28	-259	-1051	-28	728	-1174	14	-728	-1174	-14
SLV_X(RS)	443	-1	6	443	1	6	991	1	-3	991	-1	-3
SLD_X(RS)	14	0	388	14	0	388	-17	0	384	-17	0	384
SLD_X(RS)	106	-363	10	-106	-363	-10	287	-405	5	-287	-405	-5
SLD_X(RS)	98	0	1	98	0	1	220	0	-1	220	0	-1
e4_1	-125	0	-6	-125	0	-6	328	0	8	328	0	8
e4_2	119	0	4	119	0	4	-329	0	-10	-329	0	-10

Load	5			6			7			8		
	N (kN)	V-y (kN)	V-z (kN)	N (kN)	V-y (kN)	V-z (kN)	N (kN)	V-y (kN)	V-z (kN)	N (kN)	V-y (kN)	V-z (kN)
G1	-7193	5	18	-7193	-5	18	-1259	20	5	-1259	-20	5
G2	-2292	2	7	-2292	-2	7	-256	2	1	-256	-2	1
e2	32	5	-2	32	-5	-2	-30	6	-5	-30	-6	-5
DTu+_App	104	18	89	104	-18	89	-111	18	162	-111	-18	162
DTu-_App	-104	-18	-89	-104	18	-89	111	-18	-162	111	18	-162
DTd+	196	0	0	196	0	0	-205	0	-5	-205	0	-5
Fren(max)	8	0	95	8	0	95	-6	0	96	-6	0	96
Fren(min)	5	0	68	5	0	68	-10	0	69	-10	0	69
Centr(max)	4	0	0	1	0	1	0	3	0	2	3	1
Centr(min)	-1	-5	-1	-4	-5	0	-2	-4	-1	0	-4	0
VPC_Y+	413	-485	-17	-413	-487	17	1	-403	-20	-1	-404	20
TS(max)	88	7	4	99	1	5	163	14	4	186	1	5
TS(min)	-748	-1	-3	-854	-7	-3	-706	-1	-2	-809	-14	-3
UDL(max)	173	4	13	169	2	12	432	4	8	421	2	8
UDL(min)	-2784	-2	-5	-2710	-5	-4	-703	-3	-6	-684	-4	-6
SLC_X(RS)	92	0	1344	92	0	1344	-85	0	1354	-85	0	1354
SLC_Y(RS)	783	-1309	-44	-783	-1309	44	-411	-1112	-50	411	-1112	50
SLC_Z(RS)	1243	3	-2	1243	-3	-2	-713	3	5	-713	-3	5
SLV_X(RS)	74	0	1076	74	0	1076	-68	0	1084	-68	0	1084
SLV_X(RS)	648	-1047	-35	-648	-1047	35	-343	-890	-40	343	-890	40
SLV_X(RS)	832	2	-2	832	-2	-2	-477	2	4	-477	-2	4
SLD_X(RS)	26	0	385	26	0	385	-24	0	388	-24	0	388
SLD_X(RS)	256	-362	-12	-256	-362	12	-140	-308	-14	140	-308	14
SLD_X(RS)	183	0	0	183	0	0	-105	0	1	-105	0	1
e4_1	-453	0	4	-453	0	4	250	0	-7	250	0	-7
e4_2	485	0	-3	485	0	-3	-275	0	9	-275	0	9

Per le combinazioni SLU si faccia riferimento al paragrafo 7.1. Nelle combinazioni sismiche invece, come riportato al paragrafo 5.12.9, non si tiene conto della variabilità spaziale del moto sismico.

L'azione termica, nella combinazione sismica, è considerata con un coefficiente di combinazione pari a 0.5. Si ricorda che il valore considerato nel calcolo risulta amplificato di 5°, avendo prescritto l'installazione dei dispositivi con misurazione accurata della temperatura e prerogolazione per effetti termici a fine costruzione.

Le verifiche sismiche, quindi, sono condotte per le combinazioni di carichi derivanti dalla combinazione riportata a seguire, in cui sono alternati i segni della termica, i cedimenti, e le direzioni principali del sisma:

- SLC/SLV/SLD $g1 + g2 + \epsilon2 + 0.5 q7_{\Delta Tu-App} + Ex + 0.3 Ey + 0.3 Ez$

Si riportano le sollecitazioni massime e gli spostamenti conseguenti massimi concomitanti, longitudinali, trasversali e vettoriali, sugli apparecchi di appoggio.

		SLC						SLV							
		N	Vy	Vz	d trasv	d long	Vtot	d	N	Vy	Vz	d trasv	d long	Vtot	d
		kN	kN	kN	mm	mm	kN	mm	kN	kN	kN	mm	mm	kN	mm
1	N_max	-1705	-385	494	-64	82	626	104	-1942	-306	408	-51	67	510	84
1	N_min	-3466	425	-534	70	-88	682	113	-3228	345	-448	57	-74	565	94
1	Vy_max	-3191	1343	260	222	43	1368	227	-3076	1080	187	179	31	1096	181
1	Vy_min	-1980	-1304	-300	-216	-50	1338	222	-2094	-1041	-227	-172	-38	1065	176
1	Vz_max	-2276	-383	1442	-63	239	1492	247	-2367	-304	1168	-50	193	1207	200
1	Vz_min	-2894	423	-1482	70	-245	1541	255	-2803	344	-1209	57	-200	1257	208
2	N_max	-1705	385	494	64	82	626	104	-1942	306	408	51	67	510	84
2	N_min	-3466	-425	-534	-70	-88	682	113	-3228	-345	-448	-57	-74	565	94
2	Vy_max	-1980	1304	-300	216	-50	1338	222	-2094	1041	-227	172	-38	1065	176
2	Vy_min	-3191	-1343	260	-222	43	1368	227	-3076	-1080	187	-179	31	1096	181
2	Vz_max	-2276	383	1442	63	239	1492	247	-2367	304	1168	50	193	1207	200
2	Vz_min	-2894	-423	-1482	-70	-245	1541	255	-2803	-344	-1209	-57	-200	1257	208
3	N_max	-8859	-418	-439	-69	-73	606	100	-9399	-331	-358	-55	-59	487	81
3	N_min	-12622	441	432	73	72	617	102	-12082	353	352	59	58	499	83
3	Vy_max	-11040	1489	-460	246	-76	1558	258	-11038	1195	-375	198	-62	1252	207
3	Vy_min	-10440	-1466	453	-243	75	1535	254	-10443	-1172	369	-194	61	1229	203
3	Vz_max	-11097	-439	1380	-73	228	1448	240	-10985	-350	1110	-58	184	1164	193
3	Vz_min	-10383	461	-1386	76	-229	1461	242	-10496	373	-1117	62	-185	1177	195
4	N_max	-8859	418	-439	69	-73	606	100	-9399	331	-358	55	-59	487	81
4	N_min	-12622	-441	432	-73	72	617	102	-12082	-353	352	-59	58	499	83
4	Vy_max	-10440	1466	453	243	75	1535	254	-10443	1172	369	194	61	1229	203
4	Vy_min	-11040	-1489	-460	-246	-76	1558	258	-11038	-1195	-375	-198	-62	1252	207
4	Vz_max	-11097	439	1380	73	228	1448	240	-10985	350	1110	58	184	1164	193
4	Vz_min	-10383	-461	-1386	-76	-229	1461	242	-10496	-373	-1117	-62	-185	1177	195
5	N_max	-7798	-368	455	-61	75	585	97	-8254	-291	378	-48	63	476	79
5	N_min	-11108	394	-410	65	-68	568	94	-10651	316	-333	52	-55	459	76
5	Vy_max	-9686	1332	514	220	85	1427	236	-9679	1069	424	177	70	1150	184
5	Vy_min	-9220	-1306	-469	-216	-78	1388	230	-9227	-1044	-380	-173	-63	1111	190
5	Vz_max	-9819	413	1425	68	236	1484	246	-9673	335	1154	55	191	1201	199
5	Vz_min	-9087	-388	-1381	-64	-229	1434	237	-9232	-310	-1109	-51	-184	1152	191
6	N_max	-7798	368	455	61	75	585	97	-8254	291	378	48	63	476	79
6	N_min	-11108	-394	-410	-65	-68	568	94	-10651	-316	-333	-52	-55	459	76
6	Vy_max	-9220	1306	-469	216	-78	1388	230	-9227	1044	-380	173	-63	1111	184
6	Vy_min	-9686	-1332	514	-220	85	1427	236	-9679	-1069	424	-177	70	1150	190
6	Vz_max	-9819	-413	1425	-68	236	1484	246	-9673	-335	1154	-55	191	1201	199
6	Vz_min	-9087	388	-1381	64	-229	1434	237	-9232	310	-1109	51	-184	1152	191
7	N_max	-526	351	-474	58	-78	590	98	-787	285	-394	47	-65	486	60
7	N_min	-2565	-293	476	-49	79	559	93	-2304	-227	396	-38	66	457	73
7	Vy_max	-1480	1151	-275	191	-45	1183	196	-1482	928	-204	154	-34	950	116
7	Vy_min	-1611	-1093	277	-181	46	1128	187	-1608	-870	206	-144	34	894	103
7	Vz_max	-1674	372	1456	62	241	1502	249	-1607	305	1182	50	196	1220	89
7	Vz_min	-1417	-314	-1453	-52	-241	1487	246	-1484	-247	-1179	-41	-195	1205	76
8	N_max	-526	-351	-474	-58	-78	590	98	-787	-285	-394	-47	-65	486	64
8	N_min	-2565	293	476	49	79	559	93	-2304	227	396	38	66	457	78

8	Vy_max	-1611	1093	277	181	46	1128	187	-1608	870	206	144	34	894	102
8	Vy_min	-1480	-1151	-275	-191	-45	1183	196	-1482	-928	-204	-154	-34	950	115
8	Vz_max	-1674	-372	1456	-62	241	1502	249	-1607	-305	1182	-50	196	1220	86
8	Vz_min	-1417	314	-1453	52	-241	1487	246	-1484	247	-1179	41	-195	1205	74

		SLD							SLU						
		N	Vy	Vz	d trasv	d long	Vtot	d	N	Vy	Vz	d trasv	d long	Vtot	d
		kN	kN	kN	mm	mm	kN	mm	kN	kN	kN	mm	mm	kN	mm
1	N_max	-2335	-352	195	-58	32	403	67	-1750	-418	169	-69	28	451	75
1	N_min	-2835	391	-236	65	-39	457	76	-6273	482	-243	80	-40	540	89
1	Vy_max	-2827	391	-3	65	0	391	65	-3825	806	-206	134	-34	832	138
1	Vy_min	-2343	-352	-38	-58	-6	354	59	-3671	-750	129	-124	21	761	126
1	Vz_max	-2541	-98	466	-16	77	476	79	-2207	-428	300	-71	50	523	87
1	Vz_min	-2630	137	-506	23	-84	524	87	-4976	477	-370	79	-61	604	100
2	N_max	-2335	352	195	58	32	403	67	-1742	455	169	75	28	485	80
2	N_min	-2835	-391	-236	-65	-39	457	76	-6377	-520	-244	-86	-40	574	95
2	Vy_max	-2343	352	-38	58	-6	354	59	-2206	750	157	124	26	766	127
2	Vy_min	-2827	-391	-3	-65	0	391	65	-5371	-807	-234	-134	-39	841	139
2	Vz_max	-2541	98	466	16	77	476	79	-2198	452	300	75	50	543	90
2	Vz_min	-2630	-137	-506	-23	-84	524	87	-5067	-502	-371	-83	-61	624	103
3	N_max	-10263	-385	-148	-64	-25	413	68	-9395	-797	-38	-132	-6	798	132
3	N_min	-11218	408	142	68	23	432	71	-21110	483	10	80	2	483	80
3	Vy_max	-10838	426	-158	70	-26	454	75	-14962	872	-51	144	-8	874	145
3	Vy_min	-10643	-403	152	-67	25	431	71	-13054	-844	38	-140	6	845	140
3	Vz_max	-10856	-119	418	-20	69	434	72	-14256	-488	214	-81	35	533	88
3	Vz_min	-10625	142	-424	24	-70	447	74	-17922	519	-229	86	-38	567	94
4	N_max	-10263	385	-148	64	-25	413	68	-9392	815	-37	135	-6	816	135
4	N_min	-11218	-408	142	-68	23	432	71	-21136	-511	10	-85	2	511	85
4	Vy_max	-10643	403	152	67	25	431	71	-10608	848	66	140	11	850	141
4	Vy_min	-10838	-426	-158	-70	-26	454	75	-17464	-876	-79	-145	-13	879	146
4	Vz_max	-10856	119	418	20	69	434	72	-14254	505	214	84	35	548	91
4	Vz_min	-10625	-142	-424	-24	-70	447	74	-17981	-535	-229	-89	-38	582	96
5	N_max	-8984	-340	170	-56	28	380	63	-7832	-694	87	-115	14	699	116
5	N_min	-9922	365	-126	60	-21	386	64	-19101	427	-35	71	-6	428	71
5	Vy_max	-9497	383	195	63	32	430	71	-12696	771	146	128	24	784	130
5	Vy_min	-9409	-358	-150	-59	-25	388	64	-11939	-739	-82	-122	-14	743	123
5	Vz_max	-9408	130	456	22	75	474	78	-13600	472	275	78	46	547	91
5	Vz_min	-9497	-105	-411	-17	-68	424	70	-11073	-447	-209	-74	-35	493	82
6	N_max	-8984	340	170	56	28	380	63	-7823	709	87	117	14	715	118
6	N_min	-9922	-365	-126	-60	-21	386	64	-19144	-449	-35	-74	-6	450	75
6	Vy_max	-9409	358	-150	59	-25	388	64	-9487	742	-65	123	-11	745	123
6	Vy_min	-9497	-383	195	-63	32	430	71	-15206	-774	129	-128	21	785	130
6	Vz_max	-9408	-130	456	-22	75	474	78	-13591	-462	276	-77	46	538	89
6	Vz_min	-9497	105	-411	17	-68	424	70	-11141	437	-209	72	-35	484	80
7	N_max	-1208	328	-180	54	-30	374	62	-127	-331	-145	-55	-24	362	60
7	N_min	-1882	-270	182	-45	30	326	54	-4636	413	161	68	27	443	73
7	Vy_max	-1587	346	-23	57	-4	346	57	-1706	676	174	112	29	698	116
7	Vy_min	-1504	-288	25	-48	4	289	48	-2654	-600	-160	-99	-27	622	103
7	Vz_max	-1512	130	477	22	79	494	82	-1940	426	325	71	54	536	89

7	Vz_min	-1579	-72	-475	-12	-79	480	80	-2989	-342	-309	-57	-51	461	76
8	N_max	-1208	-328	-180	-54	-30	374	62	-111	361	-144	60	-24	389	64
8	N_min	-1882	270	182	45	30	326	54	-4749	-443	161	-73	27	471	78
8	Vy_max	-1504	288	25	48	4	289	48	-1145	601	-145	100	-24	619	102
8	Vy_min	-1587	-346	-23	-57	-4	346	57	-3293	-677	160	-112	26	695	115
8	Vz_max	-1512	-130	477	-22	79	494	82	-1923	-408	326	-68	54	522	86
8	Vz_min	-1579	72	-475	12	-79	480	80	-3083	324	-309	54	-51	448	74

Verifica del carico verticale SLC

SLC		
Nsism	kN	-12622
Nmax	kN	-12650
CS	-	1.00

Verifica del carico verticale SLU

SLU		
Nslu	kN	-21136
Nmax	kN	-22590
CS	-	1.07

Nmin	kN	-526
------	----	------

Nmin	kN	-111
------	----	------

Verifica del massimo spostamento vettoriale SLC

SLC		
dmax	mm	258
dlim	mm	350
cs	-	1.36

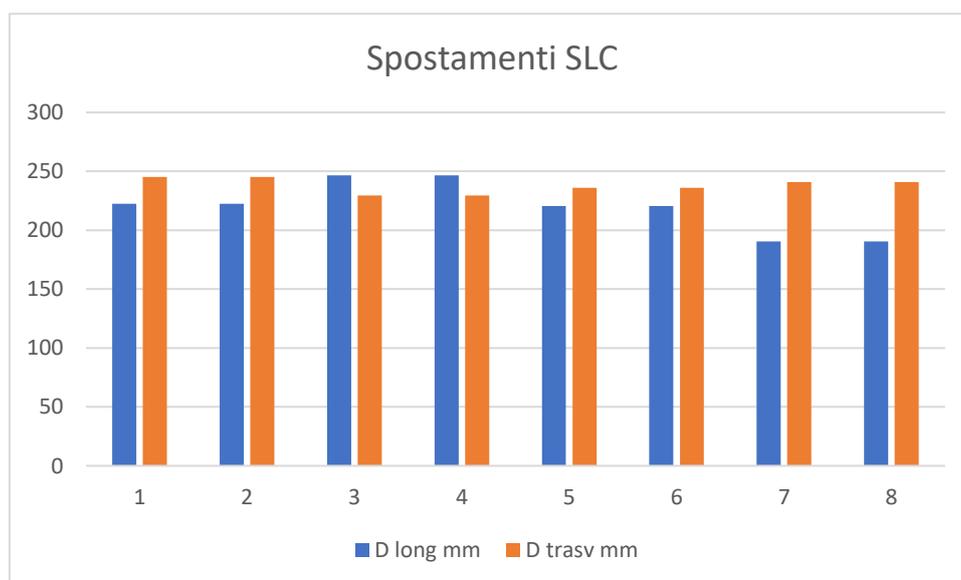


Figura 241 – Istogramma riassuntivo delle verifiche SLC degli isolatori

13.3 Verifica dei giunti di espansione

I giunti di espansione da predisporre agli estremi dell'impalcato devono garantire uno spostamento pari al massimo ottenuto in direzione longitudinale all'interno degli isolatori presenti sulle spalle.

Spostamento long. SLD 85 mm

Sono dunque stati scelti dei giunti tali da garantire uno spostamento pari a ± 85 mm.

14 VERIFICA DEI BAGGIOLI

Il dimensionamento dei baggioli è stato condotto effettuando le verifiche di seguito riportate.

- Verifica a tranciamento per il dimensionamento delle armature verticali;
- Verifica a compressione del cls, secondo quanto prescritto al §6.7 dell'Eurocodice 1992-1-1. Tale paragrafo fa riferimento a zone sottoposte ad elevate pressioni localizzate, dunque adatto per la verifica di resistenza del calcestruzzo dei baggioli, in quanto sottoposti ad elevati carichi di compressione.

La forza di compressione ultima è data da:

$$F_{Rdu} = A_{c0} \cdot f_{cd} \cdot \sqrt{A_{c1}/A_{c0}} \leq 3,0 \cdot f_{cd} \cdot A_{c0} \quad (6.63)$$

dove:

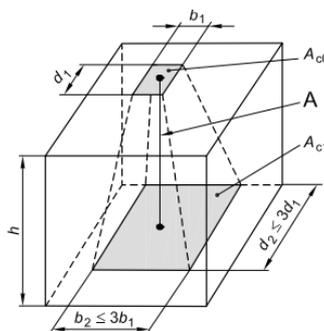
A_{c0} è l'area caricata;

A_{c1} è la massima area di diffusione del carico utilizzata per il calcolo e che ha una forma ometetica a quella di A_{c0} .

figura 6.29 Distribuzione di progetto nel caso di pressioni localizzate

Legenda

A Linea di azione
 $h \geq (b_2 - b_1)$ e
 $\geq (d_2 - d_1)$



Verifiche a tranciamento

Il taglio di progetto è il massimo taglio risultante allo SLV e pari a 1302 kN

Sui baggioli è necessario disporre dei ferri verticali $\phi 20$ passo 20 cm, con un numero totale di braccia pari a 24, per soddisfare le verifiche a tranciamento.

Verifica a tranciamento (Acciaio)

Resistenza di calcolo acciaio	f _{yd}	391.30	MPa
Area totale ferri	A _{s,tot}	7539.8	mm ²
Resistenza a tranciamento	VR _d	1703.39	kN
Taglio agente	V _{ed}	1302.00	kN
Verifica	Verifica	ok	
Coefficiente di sicurezza	F _t	1.31	

Verifica a tranciamento (Eurocodice 1992-1-1)

Coeff. 1	c	0.2	
Coeff. 2	μ	0.6	
Resistenza a trazione cls	f _{ctd}	1.50	MPa
Resistenza di calcolo acciaio	f _{yd}	391.30	MPa
Resistenza di calcolo cls	f _{cd}	19.83	MPa
Angolo inclinazione ferri	α	90	°
Coeff. 3	v	0.52	
Area totale ferri	A _s	7539.8	mm ²
Area totale cls	A _c	1690000	mm ²
As/Ac	ρ	0.004	
Resistenza di progetto	τ _{rd}	1.35	MPa
Taglio agente	V _{ed}	1302.00	
Tensione agente	τ _{ed}	0.77	MPa
Verifica	Verifica	ok	
Coefficiente di sicurezza	F _s	1.75	

Verifica a compressione del cls

L'azione sollecitante è data dal massimo sforzo assiale allo SLU e pari a 21127 kN (Asse Sud)

Verifica pressioni localizzate: compressione ultima (EC2 par. 6.7)

b1	1	m	Larghezza isolatore
d1	1	m	Larghezza isolatore
h	0.4	m	Altezza baggiolo
b2	1.30	mm	Larghezza area diffusione direzione trasv
d2	1.30	mm	Larghezza area diffusione direzione long
Ac,0	1	m ²	Area caricata
Ac,1	1.69	m ²	Area di massima diffusione del carico
fcd	19.83	MPa	Resistenza cilindrica di progetto
Fr,du	25783.33	kN	Forza di compressione ultima
Ned	21127	kN	Sforzo di compressione massimo
Verifica	ok		
Ft	1.22		Coefficiente di sicurezza

15 VERIFICA SOTTOSTRUTTURE

Le pile hanno una sezione circolare piena di diametro 4.0m e altezza variabile da 5.65 m a 6.60m.

Il pulvino, invece, ha una larghezza di 18.90 m, un'altezza variabile da 2.0 m a 4.0 m e una profondità di 4.0m. È precompresso con 80 barre inclinate tipo Dywidag tesate a 800MPa ciascuna.

Nel seguito si riporta la sezione tipo del pulvino.

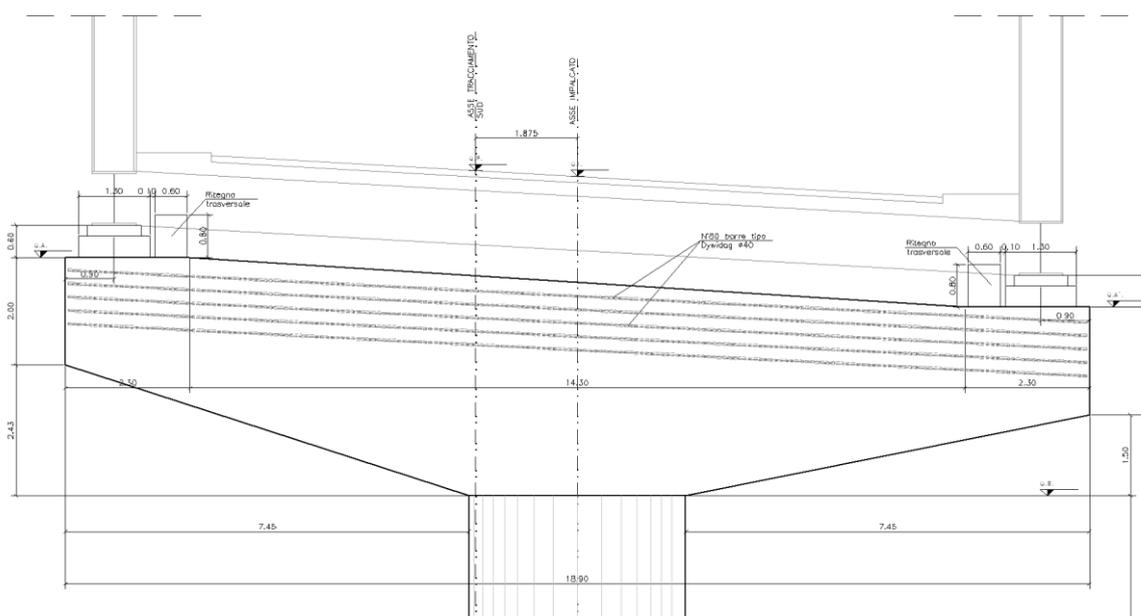


Figura 242 – Carpenteria pulvino

Il baricentro delle barre di precompressione è tale da risultare all'interno del nocciolo centrale di inerzia della sezione posta in corrispondenza dell'appoggio, in modo da risultare sempre compressa.

15.1 Descrizione delle fasi

Per il pulvino sono state considerate 5 fasi, nel seguito descritte.

Fase 0 (t=0) : getto del calcestruzzo pulvino

Fase 1 (t=10gg): prima tesatura delle barre. La sezione reagente è la sezione netta del solo pulvino (al netto delle barre). I carichi agenti sono costituiti dalla precompressione e dal peso proprio del pulvino. Lo sforzo di precompressione è quello iniziale meno le perdite istantanee e le cadute lente sviluppatesi nell'arco di 10 gg.

Fase 2 (t=59gg): verifica fase prima della ritesatura. Lo sforzo di precompressione è quello iniziale meno le perdite istantanee e le cadute lente sviluppatasi nell'arco di 59 gg (ritiro, viscosità e rilassamento)

Fase 3 (t=60gg): ritesatura delle barre e messa in opera dell'impalcato. La sezione reagente è la sezione netta del pulvino. I carichi agenti sono costituiti dalla precompressione, dal peso proprio del pulvino e dal peso proprio dell'impalcato. Lo sforzo di precompressione è quello iniziale meno le perdite istantanee e le cadute lente sviluppatasi nell'arco di 60 gg (ritiro)

Fase 4 (t=90gg): messa in opera dei carichi permanenti non strutturali dell'impalcato. La sezione reagente è la sezione netta del pulvino. I carichi agenti sono costituiti dalla precompressione e dai g1+g2. Lo sforzo di precompressione è quello iniziale meno le perdite istantanee e le cadute lente sviluppatasi nell'arco di 60 gg (ritiro, viscosità e rilassamento)

Fase 5 (tempo infinito): La sezione reagente è la sezione intera del pulvino. I carichi agenti sono costituiti dalla precompressione, dai g1+g2 e dagli accidentali. Si considerano le cadute lente esaurite.

Le cadute del ritiro sono state calcolate secondo quanto previsto dalle NTC2018 al paragrafo §11.2.10.6, avendo assunto un'umidità relativa pari al 70%.

Le perdite da viscosità e da rilassamento sono calcolate seguendo l'EC2, rispettivamente l'appendice B e il paragrafo 3.3.2.

15.2 Criteri di resistenza

15.2.1 Stati limite ultimi

In coerenza con quanto prescritto nelle NTC2018, gli stati limite ultimi si traducono nel confrontare in modo diretto la domanda amplificata con la capacità decrementata. Coefficienti amplificativi e deamplificativi variano in funzione della tipologia di sollecitazione e di concomitanza, traducendosi in:

$$A_{Ed} \leq A_{Rd}$$

Le verifiche agli stati limite ultimi sono state eseguite con l'ausilio del software Vca-Slu, assumendo per il coefficiente amplificativo della forza di precompressione il valore $\gamma_p=1$.

La verifica a taglio è condotta come previsto dalle NTC2018 al paragrafo 4.1.2.3.5.2, che per completezza si riporta nel seguito.

4.1.2.3.5.2 Elementi con armature trasversali resistenti al taglio

La resistenza di progetto a taglio V_{Rd} di elementi strutturali dotati di specifica armatura a taglio deve essere valutata sulla base di una adeguata schematizzazione a traliccio. Gli elementi resistenti dell'ideale traliccio sono: le armature trasversali, le armature longitudinali, il corrente compresso di calcestruzzo e i puntoni d'anima inclinati. L'inclinazione θ dei puntoni di calcestruzzo rispetto all'asse della trave deve rispettare i limiti seguenti:

$$1 \leq \text{ctg } \theta \leq 2,5 \quad [4.1.25]$$

La verifica di resistenza (SLU) si pone con

$$V_{Rd} \geq V_{Ed} \quad [4.1.26]$$

dove V_{Ed} è il valore di progetto dello sforzo di taglio agente.

Con riferimento all'armatura trasversale, la resistenza di progetto a "taglio trazione" si calcola con:

$$V_{Rsd} = 0,9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{yd} \cdot (\text{ctg } \alpha + \text{ctg } \theta) \cdot \sin \alpha \quad [4.1.27]$$

Con riferimento al calcestruzzo d'anima, la resistenza di progetto a "taglio compressione" si calcola con

$$V_{Rcd} = 0,9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot v \cdot f_{cd} \cdot (\text{ctg } \alpha + \text{ctg } \theta) / (1 + \text{ctg}^2 \theta) \quad [4.1.28]$$

La resistenza di progetto a taglio della trave è la minore delle due sopra definite:

$$V_{Rd} = \min (V_{Rsd}, V_{Rcd}) \quad [4.1.29]$$

dove d , b_w e σ_{cp} hanno il significato indicato in § 4.1.2.3.5.1. e inoltre si è posto:

A_{sw} area dell'armatura trasversale;

s interasse tra due armature trasversali consecutive;

α angolo di inclinazione dell'armatura trasversale rispetto all'asse della trave;

$v f_{cd}$ resistenza di progetto a compressione ridotta del calcestruzzo d'anima ($v = 0,5$);

α_c coefficiente maggiorativo pari a

1	per membrature non compresse
$1 + \sigma_{cp}/f_{cd}$	per $0 \leq \sigma_{cp} < 0,25 f_{cd}$
1,25	per $0,25 f_{cd} \leq \sigma_{cp} \leq 0,5 f_{cd}$
$2,5 (1 - \sigma_{cp}/f_{cd})$	per $0,5 f_{cd} < \sigma_{cp} < f_{cd}$

Figura 243 – Procedimento per il calcolo della a taglio secondo le NTC2018

15.2.2 Stati limite d'esercizio

La verifica nei confronti degli Stati limite di esercizio consiste nel controllare, con riferimento alle sollecitazioni di calcolo corrispondenti alle combinazioni di esercizio, il tasso di Lavoro nei materiali e l'ampiezza delle fessure attesa, secondo quanto di seguito specificato.

Tensione massima di compressione del calcestruzzo

- per combinazione caratteristica (rara) : 0.6 fck
- per combinazione quasi permanente : 0.45 fck

Tensione massima di trazione dell'acciaio

- per combinazione caratteristica (rara): $0.8 f_{yk}$

Per l'acciaio da precompressione si sostituisce $f_{p(0.1)k}$ a f_{yk}

Per il pulvino precompresso oltre a quanto esposto, si verificano le tensioni iniziali nella condizione a vuoto:

Tensione di compressione del calcestruzzo

- $\sigma_c < 0.6 f_{ckj}$

Con f_{ckj} : resistenza caratteristica del calcestruzzo all'atto del tiro

Tensione di trazione negli acciai di precompressione

- Min tra $0.85 f_{p(0.1)k}$

$$0.75 f_{ptk}$$

Con f_{ptk} : resistenza caratteristica a rottura

e $f_{p(0.1)k}$: resistenza allo 0.1% di deformazione residua

Ampiezza delle fessure

La pila è catalogabile all'interno della classe di esposizione **XC4**. Le condizioni ambientali si considerano dunque di tipo "**aggressive**" (Tabella 21).

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 27 – Descrizione delle condizioni ambientali (Tab.4.1.III NTC2018)

Le armature sono classificabili come "poco sensibili".

Deve dunque essere verificato che:

$$w_k \leq w_2 \quad \text{per combinazione frequente}$$

$$w_k \leq w_1 \quad \text{per combinazione quasi-permanente}$$

dove w_k è la dimensiona caratteristica della fessura calcolata, $w_2 = 0.3\text{mm}$ e $w_1 = 0.2\text{ mm}$

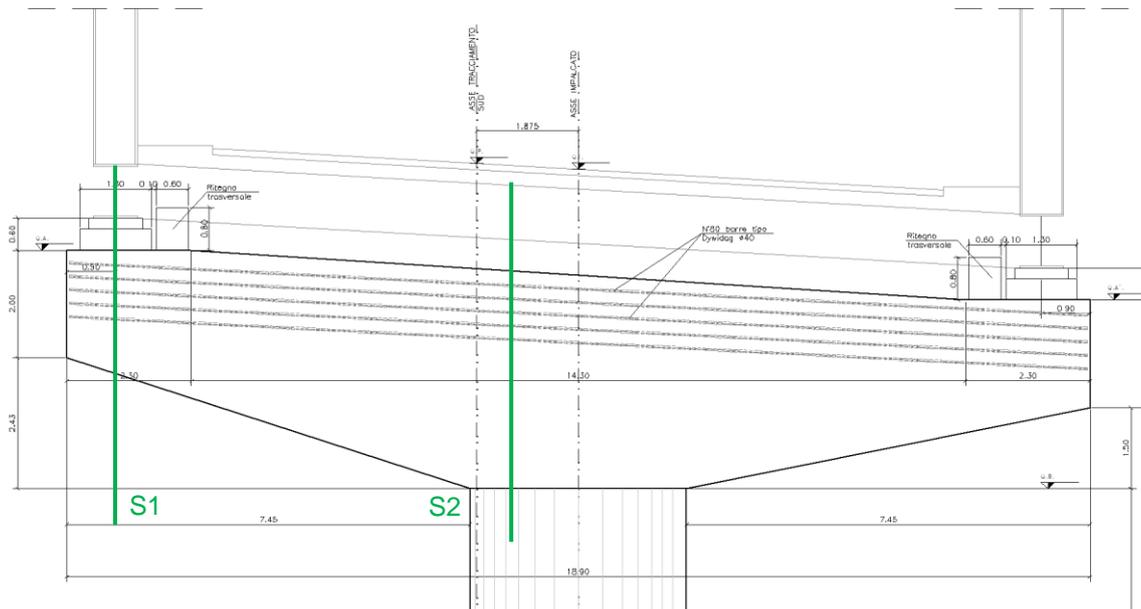
Si riportano le verifiche delle analisi effettuate, in particolare:

- verifiche a pressoflessione e taglio delle pile
- verifiche a pressoflessione e taglio del pulvino

15.3 Verifica pulvino P1

15.3.1 Sollecitazioni

Nel seguito si riportano le sollecitazioni risultanti da peso proprio, g1 impalcato, g2 impalcato e carichi da traffico, nelle due sezioni di verifica.



S1	Axial (kN)	Shear-y (kN)	Shear-z (kN)	Torsion (kN*m)	Moment-y (kN*m)	Moment-z (kN*m)
Ppulg	-26	0	-187	0	-83	0
G1_imp	-1054	4	-7886	-4	-6	1
G2	-344	1	-2573	-1	-2	0

Qt (My min)	-211	-1	-1680	1	-16	0
Qt (Vy min)	-238	-21	-1757	24	2	-3
Dtu+	25	73	69	-81	-18	11
Dtd+	19	1	138	-1	0	0
VPC_Y+	532	11	-530	-12	-670	2

SLEqp1	-1398	5	-10459	-5	-7	1
SLEqp2	-1423	5	-10645	-5	-91	1
SLER633	-931	52	-11646	-57	-787	8
SLEF10	-1252	36	-10370	-40	-240	5
SLU633	-1231	79	-16211	-88	-1164	12
SLU1468	-2274	-36	-20970	40	-715	-5

S2	Axial (kN)	Shear-y (kN)	Shear-z (kN)	Torsion (kN*m)	Moment-y (kN*m)	Moment-z (kN*m)
Ppult	0	0	-2416	0	-8492	0
G1_imp	4	4	-7973	-7	-56159	26
G2	2	1	-2595	-2	-18301	8
Qt (My min)	4	4	-3918	-8	-27629	28
Qt (Vy min)	-2	-4	-3655	9	-25763	-32
Dtu+	16	73	72	-146	475	516
Dtd+	0	1	139	-1	979	5
VPC_Y+	598	11	-454	-22	-4399	78

SLEqp1	6	5	-10568	-10	-74460	35
SLEqp2	6	5	-12984	-10	-82952	35
SLER1276	363	-25	-17544	49	-115811	-174
SLEF202	0	-23	-15202	47	-98578	-165
SLU1476	536	-36	-24116	73	-159481	-257
SLU1468	536	-36	-24116	73	-159481	-256

15.3.2 Verifica a pressoflessione

Verifiche

Caratteristiche CLS

Caratteristiche acciaio

fck	N/mm ²	40	fptk	N/mm ²	1050.1
fcd	N/mm ²	22.7	fp(0.1)k	N/mm ²	947.1
fcmm	N/mm ²	48	fyd	N/mm ²	824
Ec	N/mm ²	35220	Ep	N/mm ²	195000
fctd	N/mm ²	1.64			

Limiti calcestruzzo

Resistenza caratteristica al tiro (10gg)	fckj	22.6	N/mm ²
limitazioni a vuoto	$\sigma_c <$	13.6	N/mm ²
limitazioni in es rara	$\sigma_c <$	24	N/mm ²
limitazioni in es q.p	$\sigma_c <$	18	N/mm ²

Limiti acciaio

Tensione massima all'atto di tesatura	$\sigma_s <$	787.6	N/mm ²
Tensione massima in esercizio a perdite avvenute	$\sigma_s <$	757.7	N/mm ²

Si riporta di seguito la verifica del pulvino nella sezione S1.

	t (gg)	Ecm (t)	n (t)	Sx (mm ³)	A id (mm ²)	yg (mm)	d (mm)	lid (mm ⁴)	w (mm ³)	perdita	Np (kN)	Mp (kNm)	Mg pulv (kNm)	σ_c (N/mm ²)	σ_a (N/mm ²)
Fase 1	sup	10	33486.02624	5.8	7921864880	7899440	1002.8	2.66E+12	2.65E+09	3.59%	15511	3459	-83	3.24	
	barra	10	33486.02624	5.8	7921864880	7899440	1002.8	2.66E+12	1.18E+10	3.59%	15511	3459	-83	2.25	-154.29
	inf	10	33486.02624	5.8	7921864880	7899440	1002.8	2.66E+12	-2.67E+09	3.59%	15511	3459	-83	0.70	

	t (gg)	Ecm (t)	n (t)	Sx (mm ³)	A id (mm ²)	yg (mm)	d (mm)	lid (mm ⁴)	w (mm ³)	perdita	Np (kN)	Mp (kNm)	Mg pulv (kNm)	σ_c (N/mm ²)	σ_a (N/mm ²)
Fase 2	sup	59	36051.91945	5.4	7921864880	7899440	1002.8	2.66E+12	2.65E+09	12.38%	14097	3144	-83	2.94	
	barra	59	36051.91945	5.4	7921864880	7899440	1002.8	2.66E+12	1.18E+10	12.38%	14097	3144	-83	2.04	-140.22
	inf	59	36051.91945	5.4	7921864880	7899440	1002.8	2.66E+12	-2.67E+09	12.38%	14097	3144	-83	0.64	

	t (gg)	Ecm (t)	n (t)	Sx (mm ³)	A id (mm ²)	yg (mm)	d (mm)	lid (mm ⁴)	w (mm ³)	perdita	Np (kN)	Mp (kNm)	M g1+g2 (kNm)	σ_c (N/mm ²)	σ_a (N/mm ²)
Fase 3	sup	60	36067.51053	5.4	7921864880	7899440	1002.8	2.66E+12	2.65E+09	4.59%	76754	17116	-89	16.13	
	barra	60	36067.51053	5.4	8422439702	7899440	1066.2	2.69E+12	1.19E+10	4.59%	76754	17116	-89	11.14	-763.31
	inf	60	36067.51053	5.4	8422439702	7899440	1066.2	2.69E+12	-2.70E+09	4.59%	76754	17116	-89	3.41	

	t (gg)	Ecm (t)	n (t)	Sx (mm ³)	A id (mm ²)	yg (mm)	d (mm)	lid (mm ⁴)	w (mm ³)	perdita	Np (kN)	Mp (kNm)	M g1+g2 (kNm)	σ_c (N/mm ²)	σ_a (N/mm ²)
Fase 4	sup	90	36408.20741	5.4	7921864880	7899440	1002.8	2.66E+12	2.65E+09	12.90%	70074	15627	-91	14.72	
	barra	90	36408.20741	5.4	8418486640	7899440	1065.7	2.69E+12	1.19E+10	12.90%	70074	15627	-91	10.17	-696.88
	inf	90	36408.20741	5.4	8418486640	7899440	1065.7	2.69E+12	-2.70E+09	12.90%	70074	15627	-91	3.12	

	t (gg)	Ecm (t)	n (t)	Sx (mm ³)	A id (mm ²)	yg (mm)	d (mm)	lid (mm ⁴)	w (mm ³)	perdita	Np (kN)	Mp (kNm)	M sle rara (kNm)	σ_c (N/mm ²)	σ_a (N/mm ²)
Fase 5	sup	10000	37813.21338	5.2	8402937149	8518580.6	986.4	2.69E+12	2.73E+09	23.91%	61217	13651	-787	11.90	
	barra	10000	37813.21338	5.2	8402937149	8518580.6	986.4	2.69E+12	1.28E+10	23.91%	61217	13651	-787	8.19	-609.07
	inf	10000	37813.21338	5.2	8402937149	8518580.6	986.4	2.69E+12	-2.65E+09	23.91%	61217	13651	-787	2.34	

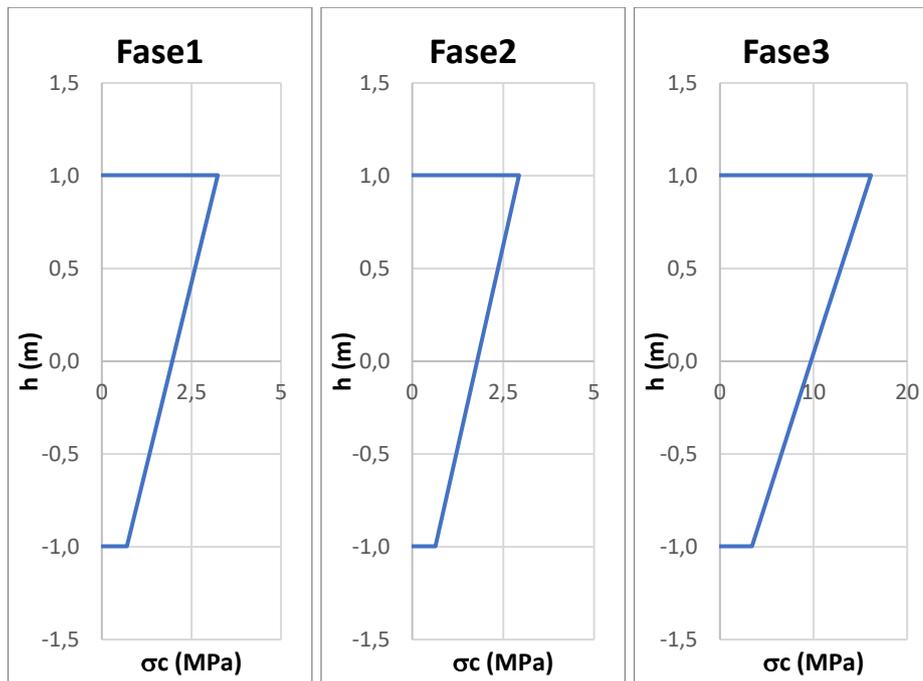
		Verifiche cls		Verifiche acciaio	
		σ (N/mm ²)	(limite al tiro)	σ_a (N/mm ²)	(limite al tiro)
Fase 1	sup	3.24	< 13.6		
	barra	2.25	< 13.6	-154.3	> -787.6
	inf	0.70	< 13.6		

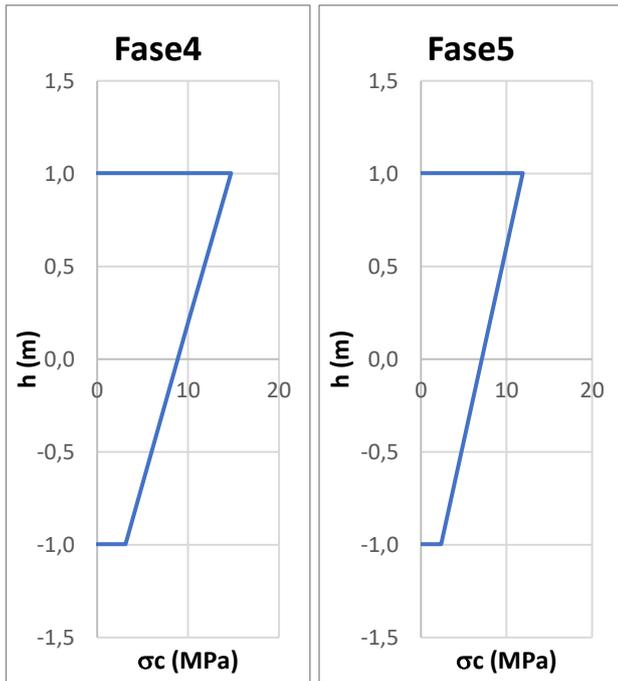
		Verifiche cls		Verifiche acciaio	
		σ (N/mm ²)	(limite qp)	σ_a (N/mm ²)	(limite a perdite avvenute)
Fase 2	sup	2.94	< 18.0		
	barra	2.04	< 18.0	-140.2	> -757.7
	inf	0.64	< 18.0		

		Verifiche cls		Verifiche acciaio	
		σ (N/mm ²)	(limite qp)	σ_a (N/mm ²)	(limite al tiro)
Fase 3	sup	16.13	< 18.0		
	barra	11.14	< 18.0	-763.3	> -787.6
	inf	3.41	< 18.0		

		Verifiche cls		Verifiche acciaio	
		σ (N/mm ²)	(limite qp)	σ_a (N/mm ²)	(limite al tiro)
Fase 4	sup	14.72	< 18.0		
	barra	10.17	< 18.0	-696.9	> -757.7
	inf	3.12	< 18.0		

		Verifiche cls		Verifiche acciaio	
		σ (N/mm ²)	(limite rara)	σ_a (N/mm ²)	(limite a perdite avvenute)
Fase 5	sup	11.90	< 24.0		
	barra	8.19	< 24.0	-609.1	> -757.7
	inf	2.34	< 24.0		





Si riporta di seguito la verifica del pulvino nella sezione S2.

	t (gg)	Ecm (t)	n (t)	Sx (mm3)	Aid (mm2)	yg (mm)	d (mm)	lid (mm4)	w (mm3)	perdita	Np (kN)	Mp (kNm)	Mg pulv (kNm)	σ (N/mm2)	σ_a (N/mm2)
Fase 1	sup	10	33486.02624	5.8	31921864880	15899440	2007.7	2.12E+13	1.06E+10	3.59%	15511	18970	-8491	1.97	
	barra	10	33486.02624	5.8	31921864880	15899440	2007.7	1230.7	2.12E+13		15511	18970	-8491	1.58	-157.12
	inf	10	33486.02624	5.8	31921864880	15899440	2007.7	-1992.3	2.12E+13	-1.06E+10	3.59%	15511	18970	-8491	-0.01

	t (gg)	Ecm (t)	n (t)	Sx (mm3)	Aid (mm2)	yg (mm)	d (mm)	lid (mm4)	w (mm3)	perdita	Np (kN)	Mp (kNm)	Mg pulv (kNm)	σ (N/mm2)	σ_a (N/mm2)
Fase 2	sup	59	36051.91945	5.4	31921864880	15899440	2007.7	2.12E+13	1.06E+10	12.38%	14097	17241	-8491	1.72	
	barra	59	36051.91945	5.4	31921864880	15899440	2007.7	1230.7	2.12E+13		14097	17241	-8491	1.40	-142.86
	inf	59	36051.91945	5.4	31921864880	15899440	2007.7	-1992.3	2.12E+13	-1.06E+10	12.38%	14097	17241	-8491	0.06

	t (gg)	Ecm (t)	n (t)	Sx (mm3)	Aid (mm2)	yg (mm)	d (mm)	lid (mm4)	w (mm3)	perdita	Np (kN)	Mp (kNm)	M g1-g2 (kNm)	σ (N/mm2)	σ_a (N/mm2)
Fase 3	sup	60	36067.51053	5.4	31921864880	15899440	2007.7	2.12E+13	1.06E+10	4.59%	76754	93870	-64651	7.60	
	barra	60	36067.51053	5.4	32422439702	15899440	2039.2	1230.7	2.12E+13		76754	93870	-64651	6.52	-783.56
	inf	60	36067.51053	5.4	32422439702	15899440	2039.2	-1992.3	2.12E+13	-1.06E+10	4.59%	76754	93870	-64651	2.08

	t (gg)	Ecm (t)	n (t)	Sx (mm3)	Aid (mm2)	yg (mm)	d (mm)	lid (mm4)	w (mm3)	perdita	Np (kN)	Mp (kNm)	M g1-g2 (kNm)	σ (N/mm2)	σ_a (N/mm2)
Fase 4	sup	90	36408.20741	5.4	31921864880	15899440	2007.7	2.12E+13	1.06E+10	12.90%	70074	85701	-82952	4.67	
	barra	90	36408.20741	5.4	32418486640	15899440	2039.0	1230.7	2.12E+13		70074	85701	-82952	4.57	-722.63
	inf	90	36408.20741	5.4	32418486640	15899440	2039.0	-1992.3	2.12E+13	-1.06E+10	12.90%	70074	85701	-82952	4.15

	t (gg)	Ecm (t)	n (t)	Sx (mm3)	Aid (mm2)	yg (mm)	d (mm)	lid (mm4)	w (mm3)	perdita	Np (kN)	Mp (kNm)	M sle rara (kNm)	σ (N/mm2)	σ_a (N/mm2)
Fase 5	sup	10000	37813.21338	5.2	32402937149	16518580.6	1961.6	2.21E+13	1.13E+10	23.91%	61217	74868	-115811	0.07	
	barra	10000	37813.21338	5.2	32402937149	16518580.6	1961.6	1184.6	2.21E+13		61217	74868	-115811	1.51	-640.79
	inf	10000	37813.21338	5.2	32402937149	16518580.6	1961.6	-2038.4	2.21E+13	-1.08E+10	23.91%	61217	74868	-115811	7.48

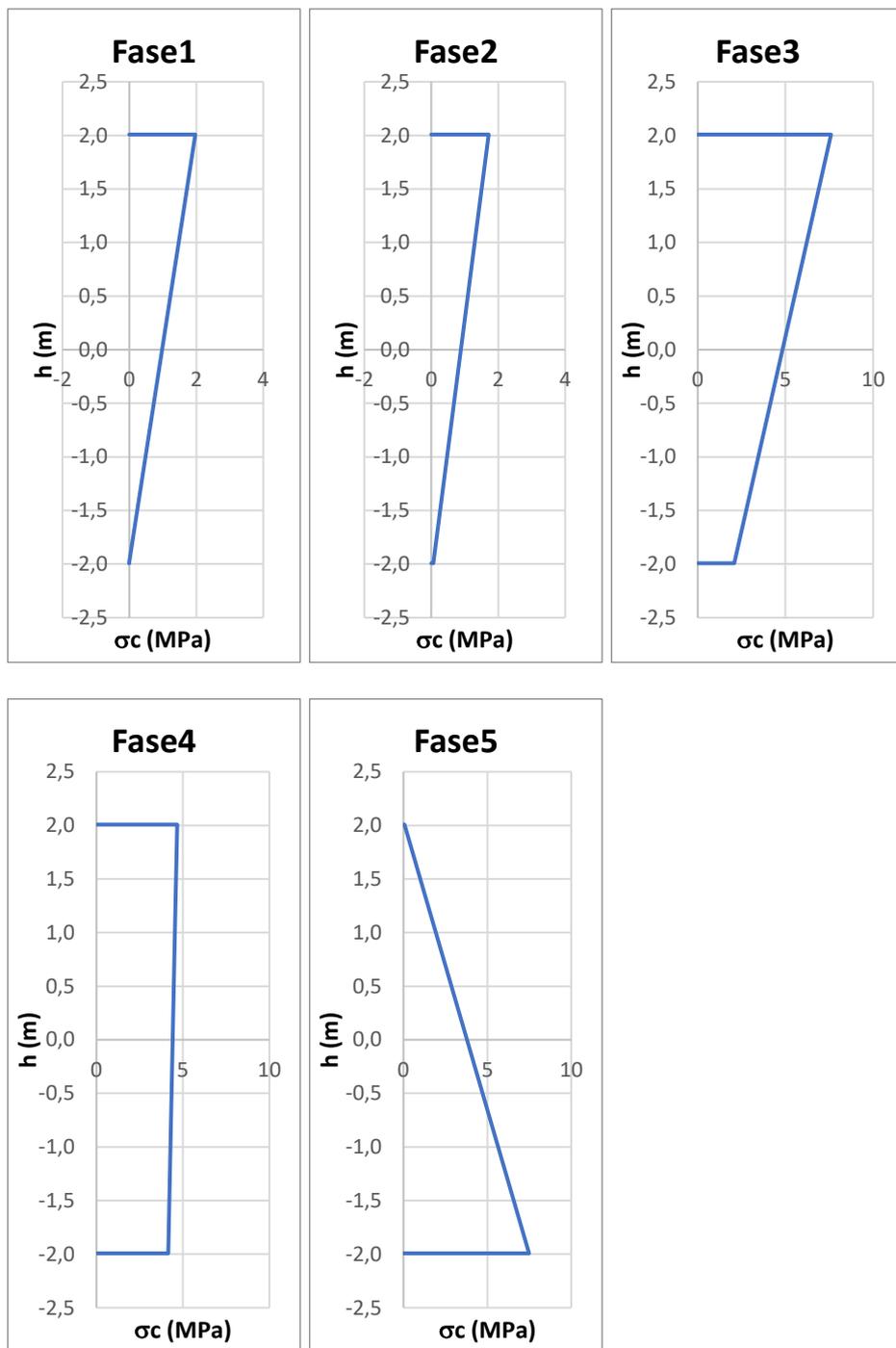
		Verifiche cls		Verifiche acciaio	
		σ (N/mm2)	(limite al tiro)	σ_a (N/mm2)	(limite al tiro)
Fase 1	sup	1.97	< 13.6		
	barra	1.58	< 13.6	-157.1	> -787.6
	inf	-0.01	< 13.6		

		σ (N/mm2)	(limite qp)	σ_a (N/mm2)	(limite a perdite avvenute)
		Fase 2	sup	1.72	< 18.0
barra	1.40		< 18.0	-142.9	> -757.7
inf	0.06		< 18.0		

		σ (N/mm2)	(limite qp)	σ_a (N/mm2)	(limite al tiro)
		Fase 3	sup	7.60	< 18.0
barra	6.52		< 18.0	-783.6	> -787.6
inf	2.08		< 18.0		

		σ (N/mm2)	(limite qp)	σ_a (N/mm2)	(limite al tiro)
		Fase 4	sup	4.67	< 18.0
barra	4.57		< 18.0	-722.6	> -757.7
inf	4.15		< 18.0		

		σ (N/mm2)	(limite rara)	σ_a (N/mm2)	(limite a perdite avvenute)
		Fase 5	sup	0.07	< 24.0
barra	1.51		< 24.0	-640.8	> -757.7
inf	7.48		< 24.0		



Si riporta infine la verifica allo stato limite ultimo.

Verifica C.A. S.L.U. - File: pulvino_Dywid_2m

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008 ?

Titolo: S1

N° Vertici: 4 **Zoom** N° barre: 0 **Zoom**

N°	x [cm]	y [cm]
1	0	200
2	400	200
3	400	400
4	0	400

Sollecitazioni
S.L.U. Metodo n

N_{Ed}: 0 kN
M_{xEd}: -1164 kNm
M_{yEd}: 0 kNm

P.to applicazione N
Centro Baricentro cls
Coord.[cm] xN: 0 yN: 0

Materiali
B450C C40/50
E_{su}: 67.5 ‰ E_{c2}: 2 ‰
f_{yd}: 391.3 N/mm² E_{cu}: 3.5 ‰
E_s: 200 000 N/mm² f_{cd}: 22.67
E_s/E_c: 15 f_{cc}/f_{cd}: 0.8
E_{syd}: 1.957 ‰ σ_{c,adm}: 14.75
σ_{s,adm}: 255 N/mm² τ_{co}: 0.8667
τ_{c1}: 2.4

M_{xRd}: -59 851 kN m
σ_c: -22.67 N/mm²
σ_s: N/mm²
ε_c: 3.5 ‰
ε_s: ‰
d: 122.3 cm
x: 102.2 x/d: 0.8354
δ: 1

Armadura Precompressione
N° cavi: 1 **Zoom**

N°	As [cm ²]	x [cm]	y [cm]	σ _{sp} [MPa]
1	1005.6	200	322.3	608

Tipo Sezione
Rettan.re Trapezi
a T Circolare
Rettangoli **Coord.**

Metodo di calcolo
S.L.U.+ S.L.U.-
Metodo n

Tipo flessione
Retta Deviata

N° rett.: 100
Calcola MRd Dominio M-N
L₀: 0 cm Col. modello

Precompresso

Tipo cavo
Trefolo
E_{su}: 67.5 ‰
f_{yd}: 824 N/mm²
E_s/E_c: 6
E_{syd}: 4.12 ‰
σ_{s,adm}: 1080 N/mm²

σ_{sp}: 745.9 N/mm²
ε_{sp}: 3.729 ‰ compressa predef.

Verifica C.A. S.L.U. - File: pulvino_Dywid

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008 ?

Titolo: S2

N° Vertici: 4 **Zoom** N° barre: 0 **Zoom**

N°	x [cm]	y [cm]
1	0	0
2	400	0
3	400	400
4	0	400

Sollecitazioni
S.L.U. Metodo n

N_{Ed}: 0 kN
M_{xEd}: -159481 kNm
M_{yEd}: 0 kNm

P.to applicazione N
Centro Baricentro cls
Coord.[cm] xN: 0 yN: 0

Materiali
B450C C40/50
E_{su}: 67.5 ‰ E_{c2}: 2 ‰
f_{yd}: 391.3 N/mm² E_{cu}: 3.5 ‰
E_s: 200 000 N/mm² f_{cd}: 22.67
E_s/E_c: 15 f_{cc}/f_{cd}: 0.8
E_{syd}: 1.957 ‰ σ_{c,adm}: 14.75
σ_{s,adm}: 255 N/mm² τ_{co}: 0.8667
τ_{c1}: 2.4

M_{xRd}: -228 147 kN m
σ_c: -22.67 N/mm²
σ_s: N/mm²
ε_c: 3.5 ‰
ε_s: ‰
d: 322.3 cm
x: 112.9 x/d: 0.3501
δ: 0.8777

Armadura Precompressione
N° cavi: 1 **Zoom**

N°	As [cm ²]	x [cm]	y [cm]	σ _{sp} [MPa]
1	1005.6	200	322.3	608

Tipo Sezione
Rettan.re Trapezi
a T Circolare
Rettangoli **Coord.**

Metodo di calcolo
S.L.U.+ S.L.U.-
Metodo n

Tipo flessione
Retta Deviata

N° rett.: 100
Calcola MRd Dominio M-N
L₀: 0 cm Col. modello

Precompresso

Tipo cavo
Trefolo
E_{su}: 67.5 ‰
f_{yd}: 824 N/mm²
E_s/E_c: 6
E_{syd}: 4.12 ‰
σ_{s,adm}: 1080 N/mm²

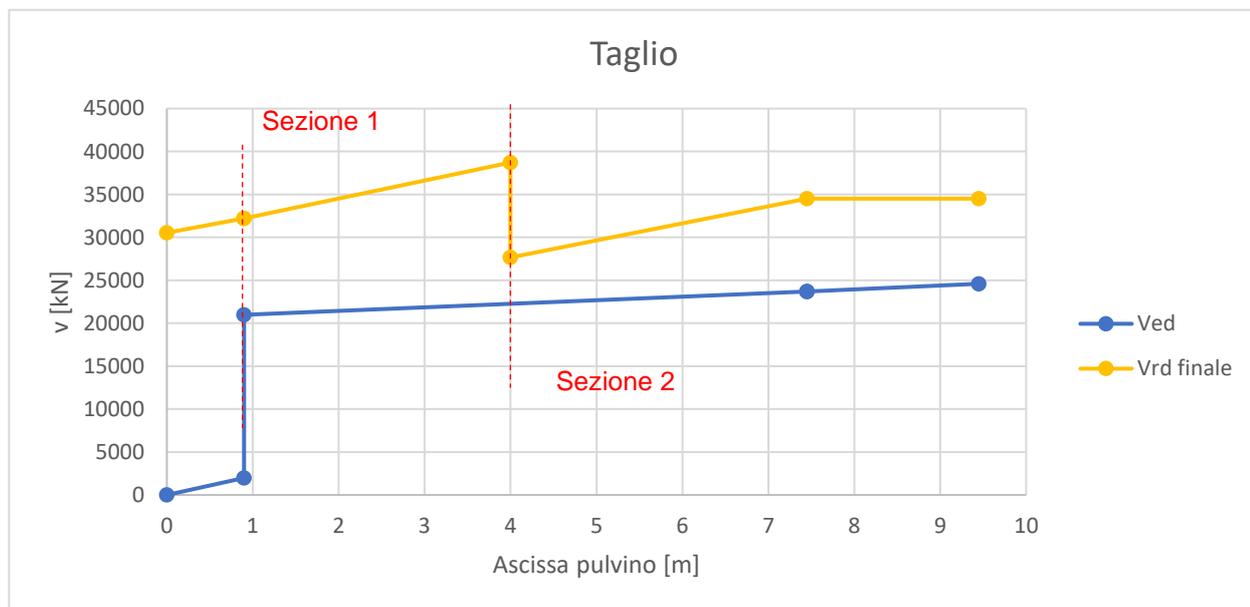
σ_{sp}: 824 N/mm²
ε_{sp}: 9.536 ‰ compressa predef.

Le verifiche risultano soddisfatte.

15.3.3 Verifica a taglio

Si adottano staffe $\phi 16/100$ a 10br per i primi 4m dal bordo mentre internamente si adottano staffe $\phi 16/200$.

Nel grafico seguente si riporta l'andamento del taglio resistente e del taglio sollecitante, su metà pulvino. A seguire poi sono esplicitate le verifiche in corrispondenza delle due sezioni critiche, ovvero all'appoggio (con altezza della sezione circa 2m) e in corrispondenza del cambio del passo delle staffe (con altezza della sezione pari a 3.22 m).



Sezione I

Caratteristiche materiali

Cl _s R _{ck}	<input type="text" value="50.00"/>	
Cl _s	<input type="text" value="Fessurato (v=0)"/>	condizioni calcestruzzo
Acciaio 1	<input type="text" value="B450"/>	acciaio barre longitudinali
Acciaio 2	<input type="text" value="B450"/>	acciaio armature trasversali
γ _c	<input type="text" value="1.5"/>	coefficiente parziale relativo al calcestruzzo
γ _s	<input type="text" value="1.15"/>	coefficiente parziale relativo all'acciaio

Geometrie sezione

b _w	<input type="text" value="4000"/>	mm	larghezza dell'anima anima resistente (larghezza minima d'anima)
d	<input type="text" value="2122"/>	mm	altezza utile della sezione
A _c	<input type="text" value="8728000"/>	mm ²	area della sezione di calcestruzzo

Caratteristiche armature

n _{bl}	<input type="text" value="80"/>		numero di barre longitudinali
Ø _{bl}	<input type="text" value="40"/>	mm	diametro delle barre longitudinali
n _{bw}	<input type="text" value="10"/>		numero di bracci delle staffe
Ø _{st}	<input type="text" value="16"/>	mm	diametro delle staffe
s _{st}	<input type="text" value="100"/>	mm	passo delle staffe
α	<input type="text" value="90"/>	°	inclinazione delle staffe (α=90° per staffe ortogonali all'asse)

Caratteristiche sollecitazioni

N _{Ed}	<input type="text" value="0.00"/>	KN	sforzo normale di calcolo (+ per compressione)
V _{Ed}	<input type="text" value="20970.00"/>	KN	taglio di calcolo
N _{Rd}	197834.7	KN	sforzo normale di compressione massimo

Dati traliccio resistente

θ	<input type="text" value="25.00"/>	°	inclinazione delle bielle di calcestruzzo rispetto all'asse
---	------------------------------------	---	---

Valore di verifica del taglio resistente

V _{Rd}	<input type="text" value="4817.1"/>	KN	taglio resistente per elemento privo di armatura trasversale
V _{Rd}	<input type="text" value="32222.5"/>	KN	taglio resistente per elemento con armatura trasversale

Sezione 2 $h=3.2m$

Caratteristiche materiali

Cl _s R _{ck}	<input type="text" value="50.00"/>	
Cl _s	<input type="text" value="Fessurato (v=0)"/>	condizioni calcestruzzo
Acciaio 1	<input type="text" value="B450"/>	acciaio barre longitudinali
Acciaio 2	<input type="text" value="B450"/>	acciaio armature trasversali
γ_c	<input type="text" value="1.5"/>	coefficiente parziale relativo al calcestruzzo
γ_s	<input type="text" value="1.15"/>	coefficiente parziale relativo all'acciaio

Geometrie sezione

b_w	<input type="text" value="4000"/>	mm	larghezza dell'anima anima resistente (larghezza minima d'anima)
d	<input type="text" value="3157"/>	mm	altezza utile della sezione
A_c	<input type="text" value="12868000"/>	mm ²	area della sezione di calcestruzzo

Caratteristiche armature

n_{bl}	<input type="text" value="80"/>		numero di barre longitudinali
\varnothing_{bl}	<input type="text" value="40"/>	mm	diametro delle barre longitudinali
n_{bw}	<input type="text" value="10"/>		numero di bracci delle staffe
\varnothing_{st}	<input type="text" value="16"/>	mm	diametro delle staffe
s_{st}	<input type="text" value="200"/>	mm	passo delle staffe
α	<input type="text" value="90"/>	°	inclinazione delle staffe ($\alpha=90^\circ$ per staffe ortogonali all'asse)

Caratteristiche sollecitazioni

N_{Ed}	<input type="text" value="0.00"/>	KN	sforzo normale di calcolo (+ per compressione)
V_{Ed}	<input type="text" value="22265.00"/>	KN	taglio di calcolo
N_{Rd}	291674.7	KN	sforzo normale di compressione massimo

Dati traliccio resistente

θ	<input type="text" value="22.00"/>	°	inclinazione delle bielle di calcestruzzo rispetto all'asse
----------	------------------------------------	---	---

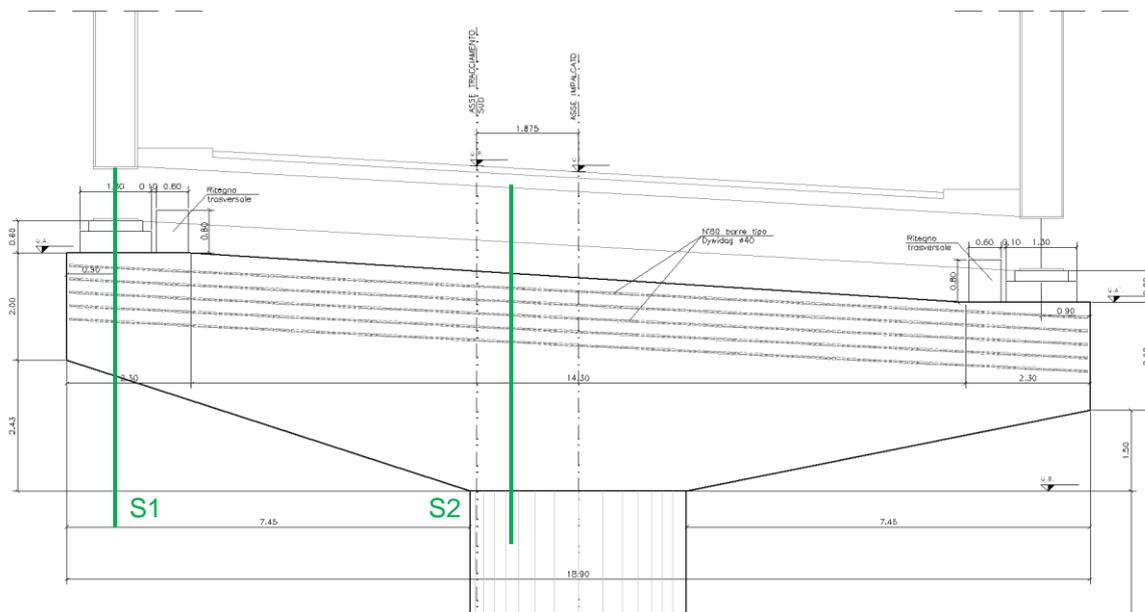
Valore di verifica del taglio resistente

V_{Rd}	<input type="text" value="6012.1"/>	KN	taglio resistente per elemento privo di armatura trasversale
V_{Rd}	<input type="text" value="27664.5"/>	KN	taglio resistente per elemento con armatura trasversale

15.4 Verifica pulvino P2

15.4.1 Sollecitazioni

Nel seguito si riportano le sollecitazioni elementari e le combinazioni risultate più gravose a taglio e flessione, nelle due sezioni di verifica.



S1	Axial (kN)	Shear-y (kN)	Shear-z (kN)	Torsion (kN*m)	Moment-y (kN*m)	Moment-z (kN*m)
Ppulv	-26	0	-187	0	-83	0
G1_imp	-1054	-4	-7887	4	-6	-1
G2	-344	-1	-2573	1	-2	0
Qt (My min)	-212	1	-1680	-1	-15	0
Qt (Vy min)	-322	-23	-2393	26	1	-3
Dtu+	25	-73	69	81	-18	-11
Dtd+	19	-1	138	1	0	0
VPC_Y+	533	-11	-538	12	-673	-2

SLEqp1	-1398	-5	-10460	6	-7	-1
SLEqp2	-1423	-5	-10647	6	-91	-1
SLER681	-930	-52	-11655	58	-789	-8
SLEF10	-1252	-36	-10373	40	-240	-5
SLU761	-1230	-80	-16224	89	-1167	-12
SLU1428	-2272	36	-20983	-40	-718	5

S2	Axial (kN)	Shear-y (kN)	Shear-z (kN)	Torsion (kN*m)	Moment-y (kN*m)	Moment-z (kN*m)
Ppultv	0	0	-2416	0	-8492	0
G1_imp	4	-4	-7974	8	-56167	-27
G2	2	-1	-2596	2	-18303	-8
Qt (My min)	5	-4	-3921	8	-27649	-29
Qt (Vy min)	-1	-9	-3770	19	-26580	-66
Dtu+	16	-73	72	147	475	-517
Dtd+	0	-1	139	1	980	-5
VPC_Y+	600	-11	-462	22	-4456	-79

SLEqp1	6	-5	-10570	10	-74470	-35
SLEqp2	6	-5	-12986	10	-82962	-35
SLER636	360	22	-17568	-44	-115977	156
SLEF150	1	23	-15205	-47	-98598	165
SLU1428	539	36	-24128	-73	-159574	256
SLU1420	539	36	-24128	-72	-159574	255

15.4.2 Verifica a pressoflessione

Verifiche

Caratteristiche CLS

fck	N/mm ²	40
fcd	N/mm ²	22.7
fcm	N/mm ²	48
Ec	N/mm ²	35220
fctd	N/mm ²	1.64

Caratteristiche acciaio

fptk	N/mm ²	1050.1
fp(0.1)k	N/mm ²	947.1
fyd	N/mm ²	824
Ep	N/mm ²	195000

Limiti calcestruzzo

Resistenza caratteristica al tiro (10gg)	fckj	22.6	N/mm ²
limitazioni a vuoto	$\sigma_c <$	13.6	N/mm ²
limitazioni in es rara	$\sigma_c <$	24	N/mm ²
limitazioni in es q.p	$\sigma_c <$	18	N/mm ²

Limiti acciaio

Tensione massima all'atto di tesatura	$\sigma_s <$	787.6	N/mm ²
Tensione massima in esercizio a perdite avvenute	$\sigma_s <$	757.7	N/mm ²

Si riporta di seguito la verifica del pulvino nella sezione S1.

	t (gg)	Ecm (t)	n (t)	Sx (mm3)	A id (mm2)	yg (mm)	d (mm)	lid (mm4)	w (mm3)	perdita	Np (kN)	Mp (kNm)	Mg pulv (kNm)	σc (N/mm2)	σa (N/mm2)
Fase 1	sup	10	33486.02624	5.8	7921864880	7899440	1002.8	2.66E+12	2.65E+09	3.59%	15511	3459	-83	3.24	
	barra	10	33486.02624	5.8	7921864880	7899440	1002.8	2.66E+12	1.18E+10	3.59%	15511	3459	-83	2.25	-154.29
	inf	10	33486.02624	5.8	7921864880	7899440	1002.8	2.66E+12	-2.67E+09	3.59%	15511	3459	-83	0.70	
Fase 2	sup	59	36051.91945	5.4	7921864880	7899440	1002.8	2.66E+12	2.65E+09	12.38%	14097	3144	-83	2.94	
	barra	59	36051.91945	5.4	7921864880	7899440	1002.8	2.66E+12	1.18E+10	12.38%	14097	3144	-83	2.04	-140.22
	inf	59	36051.91945	5.4	7921864880	7899440	1002.8	2.66E+12	-2.67E+09	12.38%	14097	3144	-83	0.64	
Fase 3	sup	60	36067.51053	5.4	8422439702	7899440	1002.8	2.66E+12	2.65E+09	4.59%	76754	17116	-89	16.13	
	barra	60	36067.51053	5.4	8422439702	7899440	1066.2	2.69E+12	1.19E+10	4.59%	76754	17116	-89	11.14	-763.31
	inf	60	36067.51053	5.4	8422439702	7899440	1066.2	2.69E+12	-2.70E+09	4.59%	76754	17116	-89	3.41	
Fase 4	sup	90	36408.20741	5.4	7921864880	7899440	1002.8	2.66E+12	2.65E+09	12.90%	70074	15627	-91	14.72	
	barra	90	36408.20741	5.4	8418486640	7899440	1065.7	2.69E+12	1.19E+10	12.90%	70074	15627	-91	10.17	-696.88
	inf	90	36408.20741	5.4	8418486640	7899440	1065.7	2.69E+12	-2.70E+09	12.90%	70074	15627	-91	3.12	
Fase 5	sup	10000	37813.21338	5.2	8402937149	8518580.6	986.4	2.69E+12	2.73E+09	23.91%	61217	13651	-789	11.90	
	barra	10000	37813.21338	5.2	8402937149	8518580.6	986.4	2.69E+12	1.28E+10	23.91%	61217	13651	-789	8.19	-609.07
	inf	10000	37813.21338	5.2	8402937149	8518580.6	986.4	2.69E+12	-2.65E+09	23.91%	61217	13651	-789	2.34	

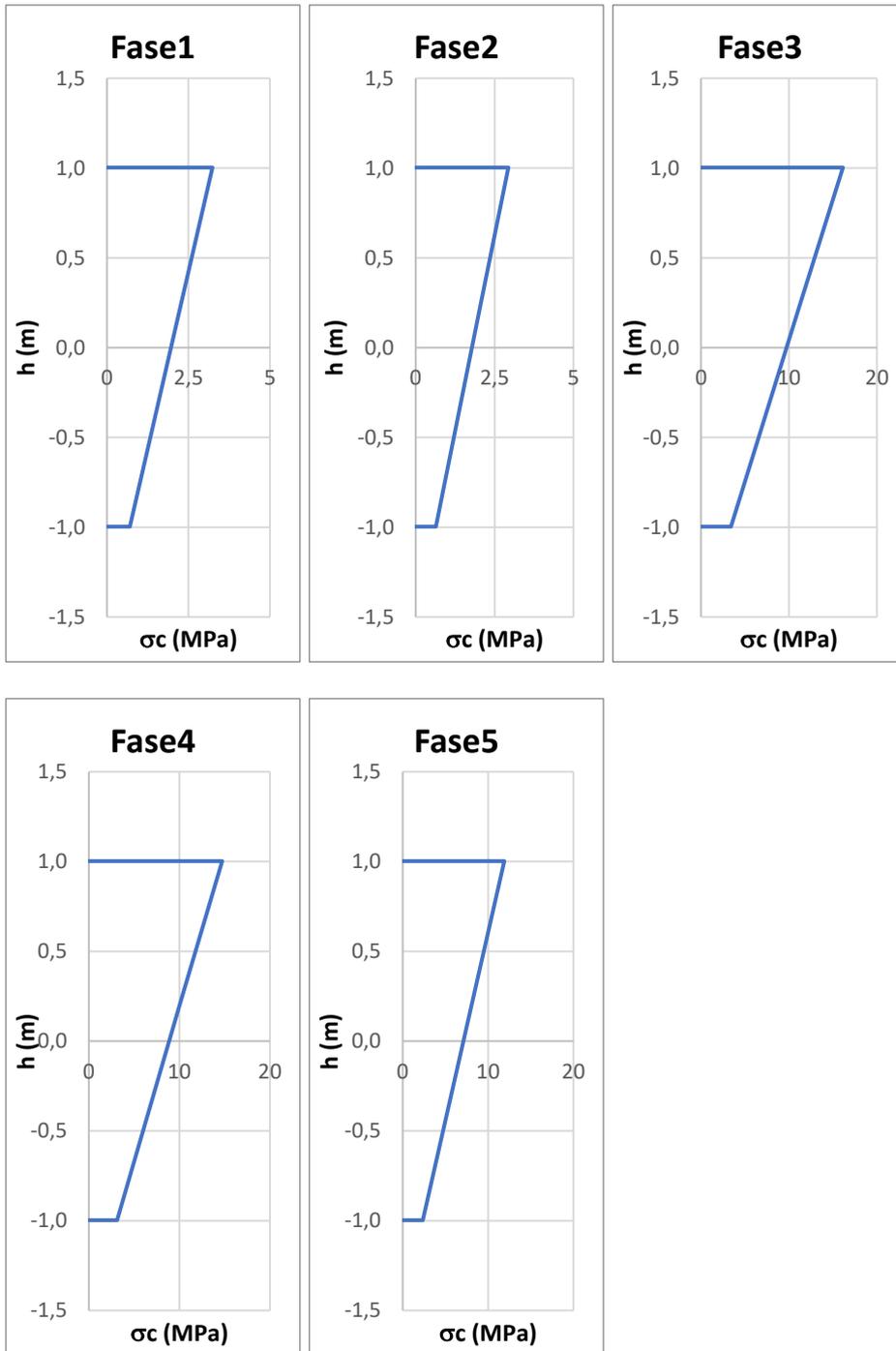
Fase	t	Verifiche cls		Verifiche acciaio	
		σc (N/mm2)	(limite al tiro)	σa (N/mm2)	(limite al tiro)
Fase 1	sup	3.24	< 13.6		
	barra	2.25	< 13.6	-154.3	> -787.6
	inf	0.70	< 13.6		

Fase	t	(limite qp)		(limite a perdite avvenute)	
		σc (N/mm2)	σa (N/mm2)	σc (N/mm2)	σa (N/mm2)
Fase 2	sup	2.94	< 18.0		
	barra	2.04	< 18.0	-140.2	> -757.7
	inf	0.64	< 18.0		

Fase	t	(limite qp)		(limite al tiro)	
		σc (N/mm2)	σa (N/mm2)	σc (N/mm2)	σa (N/mm2)
Fase 3	sup	16.13	< 18.0		
	barra	11.14	< 18.0	-763.3	> -787.6
	inf	3.41	< 18.0		

Fase	t	(limite qp)		(limite al tiro)	
		σc (N/mm2)	σa (N/mm2)	σc (N/mm2)	σa (N/mm2)
Fase 4	sup	14.72	< 18.0		
	barra	10.17	< 18.0	-696.9	> -757.7
	inf	3.12	< 18.0		

Fase	t	(limite rara)		(limite a perdite avvenute)	
		σc (N/mm2)	σa (N/mm2)	σc (N/mm2)	σa (N/mm2)
Fase 5	sup	11.90	< 24.0		
	barra	8.19	< 24.0	-609.1	> -757.7
	inf	2.34	< 24.0		



Si riporta di seguito la verifica del pulvino nella sezione S2.

	t (gg)	Ecm (t)	n (t)	Sx (mm3)	A id (mm2)	vg (mm)	d (mm)	lid (mm4)	w (mm3)	perdita	Np (kN)	Mp (kNm)	Mg pulv (kNm)	σ (N/mm2)	σ_a (N/mm2)	
Fase 1	sup	10	33486.02624	5.8	31921864880	15899440	2007.7	2.12E+13	1.06E+10	3.59%	15511	18970	-8491	1.97		
	barra	10	33486.02624	5.8	31921864880	15899440	2007.7	1230.7	2.12E+13	1.72E+10	3.59%	15511	18970	-8491	1.58	-157.12
	inf	10	33486.02624	5.8	31921864880	15899440	2007.7	-1992.3	2.12E+13	-1.06E+10	3.59%	15511	18970	-8491	-0.01	

	t (gg)	Ecm (t)	n (t)	Sx (mm3)	A id (mm2)	vg (mm)	d (mm)	lid (mm4)	w (mm3)	perdita	Np (kN)	Mp (kNm)	Mg pulv (kNm)	σ (N/mm2)	σ_a (N/mm2)	
Fase 2	sup	59	36051.91945	5.4	31921864880	15899440	2007.7	2.12E+13	1.06E+10	12.38%	14097	17241	-8491	1.72		
	barra	59	36051.91945	5.4	31921864880	15899440	2007.7	1230.7	2.12E+13	1.72E+10	12.38%	14097	17241	-8491	1.40	-142.86
	inf	59	36051.91945	5.4	31921864880	15899440	2007.7	-1992.3	2.12E+13	-1.06E+10	12.38%	14097	17241	-8491	0.06	

	t (gg)	Ecm (t)	n (t)	Sx (mm3)	A id (mm2)	vg (mm)	d (mm)	lid (mm4)	w (mm3)	perdita	Np (kN)	Mp (kNm)	Mg1-g2 (kNm)	σ (N/mm2)	σ_a (N/mm2)	
Fase 3	sup	60	36067.51053	5.4	31921864880	15899440	2007.7	2.12E+13	1.06E+10	4.59%	76754	93870	-64659	7.60		
	barra	60	36067.51053	5.4	32422439702	15899440	2039.2	1230.7	2.12E+13	1.72E+10	4.59%	76754	93870	-64659	6.52	-783.56
	inf	60	36067.51053	5.4	32422439702	15899440	2039.2	-1992.3	2.12E+13	-1.06E+10	4.59%	76754	93870	-64659	2.08	

	t (gg)	Ecm (t)	n (t)	Sx (mm3)	A id (mm2)	vg (mm)	d (mm)	lid (mm4)	w (mm3)	perdita	Np (kN)	Mp (kNm)	Mg1-g2 (kNm)	σ (N/mm2)	σ_a (N/mm2)	
Fase 4	sup	90	36408.20741	5.4	31921864880	15899440	2007.7	2.12E+13	1.06E+10	12.90%	70074	85701	-82962	4.67		
	barra	90	36408.20741	5.4	32418486640	15899440	2039.0	1230.7	2.12E+13	1.72E+10	12.90%	70074	85701	-82962	4.57	-722.64
	inf	90	36408.20741	5.4	32418486640	15899440	2039.0	-1992.3	2.12E+13	-1.06E+10	12.90%	70074	85701	-82962	4.15	

	t (gg)	Ecm (t)	n (t)	Sx (mm3)	A id (mm2)	vg (mm)	d (mm)	lid (mm4)	w (mm3)	perdita	Np (kN)	Mp (kNm)	M sle rara (kNm)	σ (N/mm2)	σ_a (N/mm2)	
Fase 5	sup	10000	37813.21338	5.2	32402937149	16518580.6	1961.6	2.21E+13	1.13E+10	23.91%	61217	74868	-115977	0.05		
	barra	10000	37813.21338	5.2	32402937149	16518580.6	1961.6	1184.6	2.21E+13	1.86E+10	23.91%	61217	74868	-115977	1.50	-640.84
	inf	10000	37813.21338	5.2	32402937149	16518580.6	1961.6	-2038.4	2.21E+13	-1.08E+10	23.91%	61217	74868	-115977	7.50	

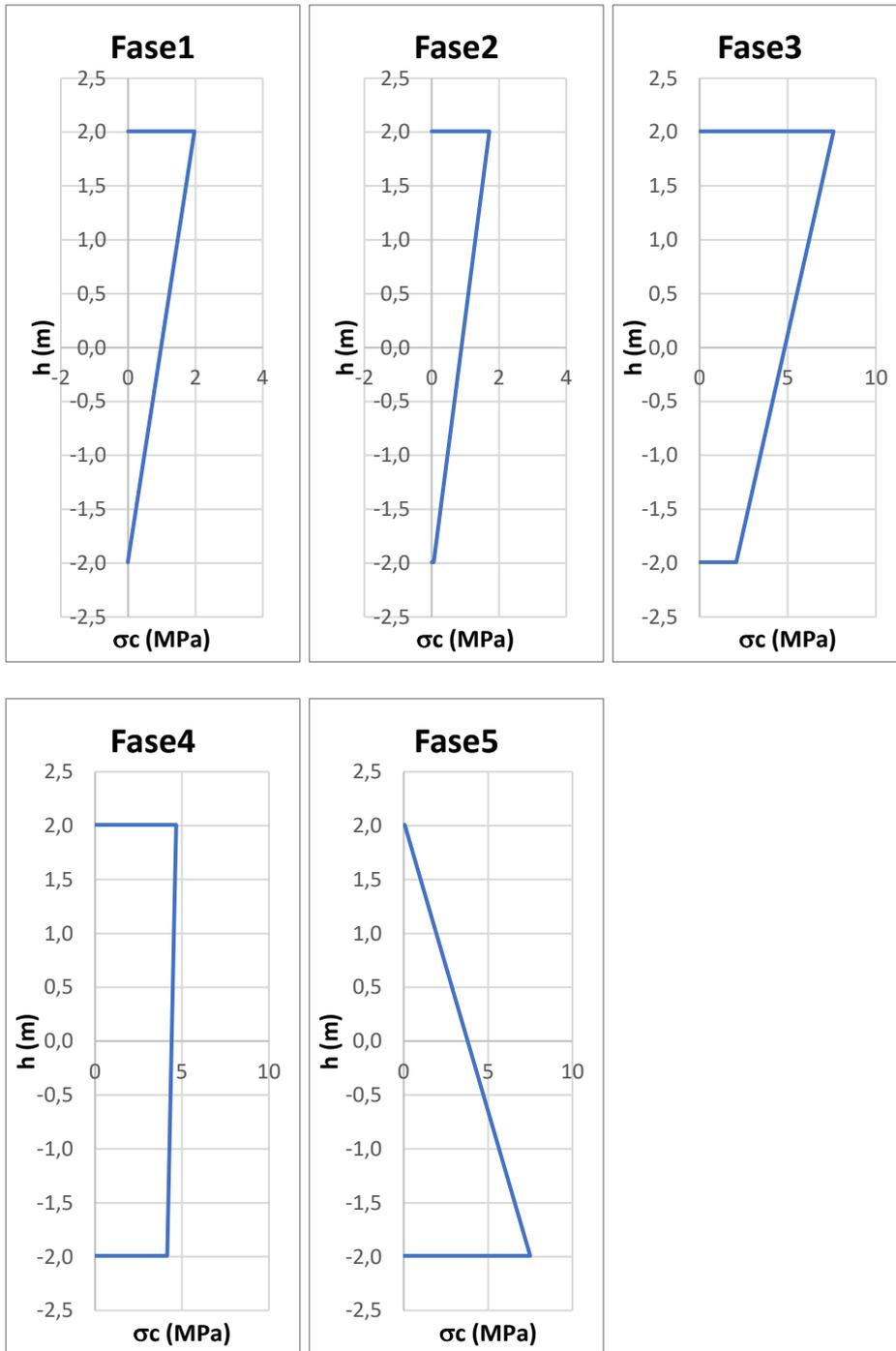
		Verifiche cls		Verifiche acciaio	
		σ (N/mm2)	(limite al tiro)	σ_a (N/mm2)	(limite al tiro)
Fase 1	sup	1.97	< 13.6		
	barra	1.58	< 13.6	-157.1	> -787.6
	inf	-0.01	< 13.6		

		σ (N/mm2)	(limite qp)	σ_a (N/mm2)	(limite a perdite avvenute)
		sup	1.72	< 18.0	
Fase 2	barra	1.40	< 18.0	-142.9	> -757.7
	inf	0.06	< 18.0		

		σ (N/mm2)	(limite qp)	σ_a (N/mm2)	(limite al tiro)
		sup	7.60	< 18.0	
Fase 3	barra	6.52	< 18.0	-783.6	> -787.6
	inf	2.08	< 18.0		

		σ (N/mm2)	(limite qp)	σ_a (N/mm2)	(limite al tiro)
		sup	4.67	< 18.0	
Fase 4	barra	4.57	< 18.0	-722.6	> -757.7
	inf	4.15	< 18.0		

		σ (N/mm2)	(limite rara)	σ_a (N/mm2)	(limite a perdite avvenute)
		sup	0.05	< 24.0	
Fase 5	barra	1.50	< 24.0	-640.8	> -757.7
	inf	7.50	< 24.0		



Si riporta infine la verifica allo stato limite ultimo.

Verifica C.A. S.L.U. - File: pulvino_Dywid_2m

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008 ?

Titolo: S1

N° Vertici: 4 Zoom N° barre: 0 Zoom

N°	x [cm]	y [cm]
1	0	200
2	400	200
3	400	400
4	0	400

Sollecitazioni
S.L.U. Metodo n

N_{Ed}: 0 kN
M_{xEd}: -1167 kNm
M_{yEd}: 0 kNm

P.to applicazione N
Centro Baricentro cls
Coord.[cm] xN: 0 yN: 0

Materiali
B450C C40/50
E_{su}: 67.5‰ E_{c2}: 2‰
f_{yd}: 391.3 N/mm² E_{cu}: 3.5‰
E_s: 200 000 N/mm² f_{cd}: 22.67
E_s/E_c: 15 f_{cc}/f_{cd}: 0.8
E_{syd}: 1.957‰ σ_{c,adm}: 14.75
σ_{s,adm}: 255 N/mm² τ_{co}: 0.8667
τ_{c1}: 2.4

M_{xRd}: -59 851 kN m
σ_c: -22.67 N/mm²
σ_s: N/mm²
ε_c: 3.5‰
ε_s: ‰
d: 122.3 cm
x: 102.2 x/d: 0.8354
δ: 1

Tipo Sezione
Rettan.re Trapezi
a T Circolare
Rettangoli **Coord.**

Armatura Precompressione
N° cavi: 1 Zoom

N°	As [cm ²]	x [cm]	y [cm]	σ _{sp} [MPa]
1	1005.6	200	322.3	608

Tipo cavo
Trefolo
E_{su}: 67.5‰
f_{yd}: 824 N/mm²
E_s/E_c: 6
E_{syd}: 4.12‰
σ_{s,adm}: 1080 N/mm²

σ_{sp}: 745.9 N/mm²
ε_{sp}: 3.729‰ compressa predef.

Metodo di calcolo: S.L.U.+ S.L.U.- Metodo n
Tipo flessione: Retta Deviata
N° rett.: 100
Calcola MRd Dominio M-N
L₀: 0 cm Col. modello

Precompresso

Verifica C.A. S.L.U. - File: pulvino_Dywid

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008 ?

Titolo: S2

N° Vertici: 4 Zoom N° barre: 0 Zoom

N°	x [cm]	y [cm]
1	0	0
2	400	0
3	400	400
4	0	400

Sollecitazioni
S.L.U. Metodo n

N_{Ed}: 0 kN
M_{xEd}: -159574 kNm
M_{yEd}: 0 kNm

P.to applicazione N
Centro Baricentro cls
Coord.[cm] xN: 0 yN: 0

Materiali
B450C C40/50
E_{su}: 67.5‰ E_{c2}: 2‰
f_{yd}: 391.3 N/mm² E_{cu}: 3.5‰
E_s: 200 000 N/mm² f_{cd}: 22.67
E_s/E_c: 15 f_{cc}/f_{cd}: 0.8
E_{syd}: 1.957‰ σ_{c,adm}: 14.75
σ_{s,adm}: 255 N/mm² τ_{co}: 0.8667
τ_{c1}: 2.4

M_{xRd}: -228 147 kN m
σ_c: -22.67 N/mm²
σ_s: N/mm²
ε_c: 3.5‰
ε_s: ‰
d: 322.3 cm
x: 112.9 x/d: 0.3501
δ: 0.8777

Tipo Sezione
Rettan.re Trapezi
a T Circolare
Rettangoli **Coord.**

Armatura Precompressione
N° cavi: 1 Zoom

N°	As [cm ²]	x [cm]	y [cm]	σ _{sp} [MPa]
1	1005.6	200	322.3	608

Tipo cavo
Trefolo
E_{su}: 67.5‰
f_{yd}: 824 N/mm²
E_s/E_c: 6
E_{syd}: 4.12‰
σ_{s,adm}: 1080 N/mm²

σ_{sp}: 824 N/mm²
ε_{sp}: 9.536‰ compressa predef.

Metodo di calcolo: S.L.U.+ S.L.U.- Metodo n
Tipo flessione: Retta Deviata
N° rett.: 100
Calcola MRd Dominio M-N
L₀: 0 cm Col. modello

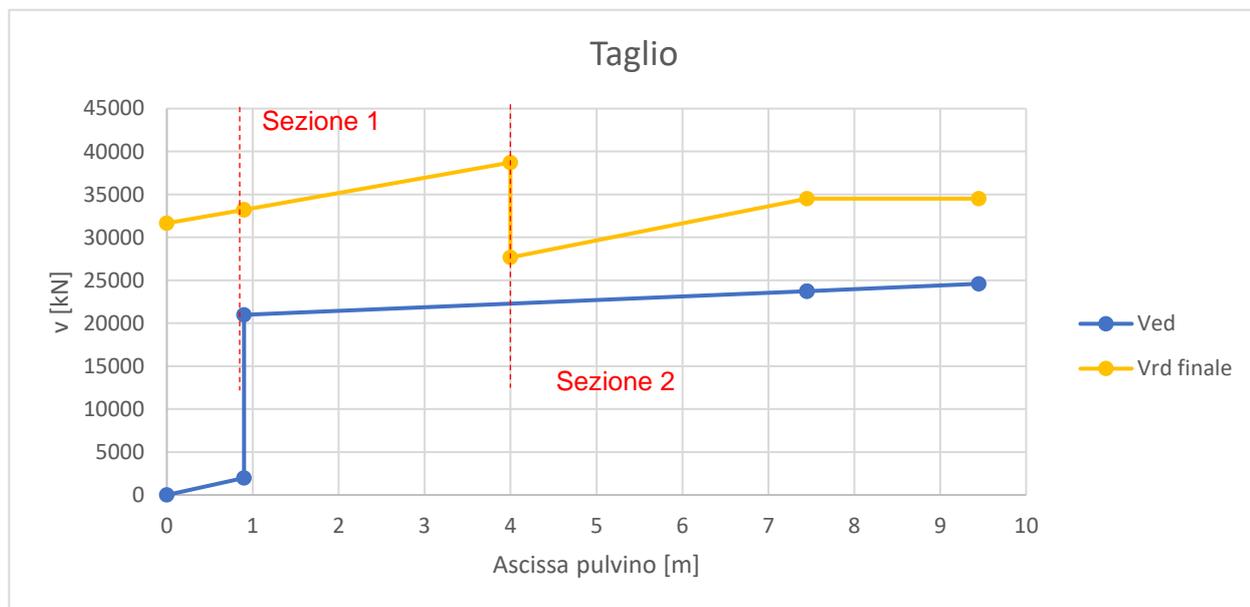
Precompresso

Le verifiche risultano soddisfatte.

15.4.3 Verifica a taglio

Si adottano staffe $\phi 16/100$ a 10br per i primi 4m dal bordo mentre internamente si adottano staffe $\phi 16/200$.

Nel grafico seguente si riporta l'andamento del taglio resistente e del taglio sollecitante, su metà pulvino. A seguire poi sono esplicitate le verifiche in corrispondenza delle due sezioni critiche, ovvero all'appoggio (con altezza della sezione circa 2m) e in corrispondenza del cambio del passo delle staffe (con altezza della sezione pari a 3.22 m).



Sezione 1

Caratteristiche materiali

Cls R_{ck}	<input type="text" value="50.00"/>	
Cls	<input type="text" value="Fessurato (v=0)"/>	condizioni calcestruzzo
Acciaio 1	<input type="text" value="B450"/>	acciaio barre longitudinali
Acciaio 2	<input type="text" value="B450"/>	acciaio armature trasversali
γ_c	<input type="text" value="1.5"/>	coefficiente parziale relativo al calcestruzzo
γ_s	<input type="text" value="1.15"/>	coefficiente parziale relativo all'acciaio

Geometrie sezione

b_w	<input type="text" value="4000"/>	mm	larghezza dell'anima anima resistente (larghezza minima d'anima)
d	<input type="text" value="2122"/>	mm	altezza utile della sezione
A_c	<input type="text" value="8728000"/>	mm ²	area della sezione di calcestruzzo

Caratteristiche armature

n_{bl}	<input type="text" value="80"/>		numero di barre longitudinali
\varnothing_{bl}	<input type="text" value="40"/>	mm	diametro delle barre longitudinali
n_{bw}	<input type="text" value="10"/>		numero di bracci delle staffe
\varnothing_{st}	<input type="text" value="16"/>	mm	diametro delle staffe
s_{st}	<input type="text" value="100"/>	mm	passo delle staffe
α	<input type="text" value="90"/>	°	inclinazione delle staffe ($\alpha=90^\circ$ per staffe ortogonali all'asse)

Caratteristiche sollecitazioni

N_{Ed}	<input type="text" value="0.00"/>	KN	sfuerzo normale di calcolo (+ per compressione)
V_{Ed}	<input type="text" value="20983.00"/>	KN	taglio di calcolo
N_{Rd}	197834.7	KN	sfuerzo normale di compressione massimo

Dati traliccio resistente

θ	<input type="text" value="25.00"/>	°	inclinazione delle bielle di calcestruzzo rispetto all'asse
----------	------------------------------------	---	---

Valore di verifica del taglio resistente

V_{Rd}	<input type="text" value="4817.1"/>	KN	taglio resistente per elemento privo di armatura trasversale
V_{Rd}	<input type="text" value="32222.5"/>	KN	taglio resistente per elemento con armatura trasversale

Sezione 2 - $h=3.2m$

Caratteristiche materiali

Cls R_{ck}	<input type="text" value="50.00"/>	
Cls	<input type="text" value="Fessurato (<math>v=0</math>)"/>	condizioni calcestruzzo
Acciaio 1	<input type="text" value="B450"/>	acciaio barre longitudinali
Acciaio 2	<input type="text" value="B450"/>	acciaio armature trasversali
γ_c	<input type="text" value="1.5"/>	coefficiente parziale relativo al calcestruzzo
γ_s	<input type="text" value="1.15"/>	coefficiente parziale relativo all'acciaio

Geometrie sezione

b_w	<input type="text" value="4000"/>	mm	larghezza dell'anima anima resistente (larghezza minima d'anima)
d	<input type="text" value="3157"/>	mm	altezza utile della sezione
A_c	<input type="text" value="12868000"/>	mm ²	area della sezione di calcestruzzo

Caratteristiche armature

n_{bl}	<input type="text" value="80"/>		numero di barre longitudinali
\varnothing_{bl}	<input type="text" value="40"/>	mm	diametro delle barre longitudinali
n_{bw}	<input type="text" value="10"/>		numero di bracci delle staffe
\varnothing_{st}	<input type="text" value="16"/>	mm	diametro delle staffe
s_{st}	<input type="text" value="200"/>	mm	passo delle staffe
α	<input type="text" value="90"/>	°	inclinazione delle staffe ($\alpha=90^\circ$ per staffe ortogonali all'asse)

Caratteristiche sollecitazioni

N_{Ed}	<input type="text" value="0.00"/>	KN	sforzo normale di calcolo (+ per compressione)
V_{Ed}	<input type="text" value="22277.00"/>	KN	taglio di calcolo
N_{Rd}	291674.7	KN	sforzo normale di compressione massimo

Dati traliccio resistente

θ	<input type="text" value="22.00"/>	°	inclinazione delle bielle di calcestruzzo rispetto all'asse
----------	------------------------------------	---	---

Valore di verifica del taglio resistente

V_{Rd}	<input type="text" value="6012.1"/>	KN	taglio resistente per elemento privo di armatura trasversale
V_{Rd}	<input type="text" value="27664.5"/>	KN	taglio resistente per elemento con armatura trasversale

15.5 Verifica pila P1

15.5.1 Sollecitazioni base pila

Si riportano di seguito le sollecitazioni massime alla base della pila.

	Comb	Axial (kN)	Shear-y (kN)	Shear-z (kN)	Torsion (kN*m)	Moment-y (kN*m)	Moment-z (kN*m)
Nmax	SLU_1377	-27935.0	-1111.8	-213.3	180.9	-2256.5	-18814.0
Nmin	SLU_276	-50039.6	-2.6	103.3	-1.5	1092.9	1820.9
Vymax	SLU_5	-44317.6	23.6	-122.0	-12.8	-1290.9	-22543.8
Vymin	SLU_621	-41946.7	-1862.4	-123.2	308.9	-1303.3	-22392.7
Vzmax	SLU_412	-41885.1	-1.0	444.2	6.0	4699.4	924.6
Vzmin	SLU_377	-42811.8	-1.1	-264.8	-7.6	-2802.1	1251.1
My max	SLU_412	-41885.1	-1.0	444.2	6.0	4699.4	924.6
My min	SLU_1561	-42811.8	-1112.8	-264.8	173.2	-2802.1	-17563.0
Mz max	SLU_21	-45722.0	-18.4	-128.3	-28.3	-1357.9	22324.1
Mz min	SLU_1229	-44735.5	-1091.6	-128.7	211.7	-1362.0	-43985.4
Nmax	SLV33	-26359.2	-854.6	1574.4	134.6	16155.7	-11285.8
Nmin	SLV144	-32124.5	-854.6	1704.0	134.6	17525.2	-11285.8
Vymax	SLV65	-27853.4	2848.5	1578.0	-448.6	16193.5	37619.3
Vymin	SLV17	-27853.4	-2848.5	1578.0	448.6	16193.5	-37619.3
Vzmax	SLV100	-29619.6	-854.6	5573.8	134.6	57296.9	-11285.8
Vzmin	SLV45	-27716.7	-854.6	1546.5	134.6	15860.4	-11285.8
My max	SLV100	-29619.6	-854.6	5573.8	134.6	57296.9	-11285.8
My min	SLV45	-27716.7	-854.6	1546.5	134.6	15860.4	-11285.8
Mz max	SLV65	-27853.4	2848.5	1578.0	-448.6	16193.5	37619.3
Mz min	SLV17	-27853.4	-2848.5	1578.0	448.6	16193.5	-37619.3

	Comb	Axial (kN)	Shear-y (kN)	Shear-z (kN)	Torsion (kN*m)	Moment-y (kN*m)	Moment-z (kN*m)
Nmax	SLER_1185	-28073.7	-741.1	-84.8	122.2	-897.3	-12689.3
Nmin	SLER_276	-36519.2	-1.9	65.4	-1.1	692.0	1348.8
Vymax	SLER_5	-32216.4	17.5	-78.4	-9.5	-829.4	-16699.1
Vymin	SLER_621	-30460.1	-1242.3	-79.3	206.5	-838.5	-14264.5
Vzmax	SLER_412	-30358.9	-0.8	321.2	4.5	3398.2	684.9
Vzmin	SLER_377	-31239.4	-0.8	-180.9	-5.7	-1913.4	926.7
My max	SLER_412	-30358.9	-0.8	321.2	4.5	3398.2	684.9
My min	SLER_1561	-31239.4	-742.0	-180.9	114.9	-1913.5	-11616.0
Mz max	SLER_21	-33256.6	-13.6	-83.1	-21.0	-878.9	16536.4
Mz min	SLER_1229	-32525.9	-726.2	-83.4	143.4	-882.0	-31188.2

Comb	Axial (kN)	Shear-y (kN)	Shear-z (kN)	Torsion (kN*m)	Moment-y (kN*m)	Moment-z (kN*m)
------	------------	--------------	--------------	----------------	-----------------	-----------------

Nmax	SLEF104	-28315.4	0.0	-73.9	0.8	-782.0	-67.4
Nmin	SLEF198	-32984.3	3.4	50.7	5.1	536.7	-3987.0
Vymax	SLEF1	-30225.9	8.2	-64.4	-11.0	-681.4	-7639.3
Vymin	SLEF7	-30501.8	-7.0	-64.4	5.5	-681.2	6640.0
Vzmax	SLEF51	-28922.9	0.0	95.7	0.0	1012.4	0.0
Vzmin	SLEF204	-29502.0	0.0	-112.2	0.0	-1186.9	0.0
My max	SLEF51	-28922.9	0.0	95.7	0.0	1012.4	0.0
My min	SLEF204	-29502.0	0.0	-112.2	0.0	-1186.9	0.0
Mz max	SLEF5	-30738.0	-5.7	-68.1	-9.1	-720.3	7507.0
Mz min	SLEF11	-30445.7	6.5	-68.2	10.0	-721.5	-8848.1

	Comb	Axial (kN)	Shear-y (kN)	Shear-z (kN)	Torsion (kN*m)	Moment-y (kN*m)	Moment-z (kN*m)
Nmax	SLEQP1	-28464.4	0.0	-67.9	0.0	-718.0	0.0
Nmin	SLEQP16	-29960.5	0.0	51.4	0.0	543.4	0.0
Vymax	SLEQP1	-28464.4	0.0	-67.9	0.0	-718.0	0.0
Vymin	SLEQP1	-28464.4	0.0	-67.9	0.0	-718.0	0.0
Vzmax	SLEQP1	-28464.4	0.0	-67.9	0.0	-718.0	0.0
Vzmin	SLEQP13	-29821.9	0.0	-95.8	0.0	-1013.3	0.0
My max	SLEQP4	-28881.2	0.0	80.8	0.0	855.1	0.0
My min	SLEQP13	-29821.9	0.0	-95.8	0.0	-1013.3	0.0
Mz max	SLEQP1	-28464.4	0.0	-67.9	0.0	-718.0	0.0
Mz min	SLEQP1	-28464.4	0.0	-67.9	0.0	-718.0	0.0

15.5.2 Verifica Pressoflessione

La verifica a pressoflessione è eseguita con l'ausilio di Rc-sec. Nel seguito di riporta il tabulato di calcolo per le combinazioni SLU/SLV, SLE-rara, SLE-freq, SLE-qp.

DATI GENERALI SEZIONE GENERICA NON DISSIPATIVA IN C.A.

NOME FILE SEZIONE: pila_P1

Descrizione Sezione:

Metodo di calcolo resistenza: Resistenze in campo sostanzialmente elastico

Tipologia sezione: Sezione generica di Pilastro

Normativa di riferimento: N.T.C.

Percorso sollecitazione: A Sforzo Norm. costante

Condizioni Ambientali: Moderat. aggressive

Riferimento Sforzi assegnati: Assi x,y principali d'inerzia

Riferimento alla sismicità: Zona non sismica

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C32/40
	Resis. compr. di progetto fcd:	18.130 MPa
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale Ec:	33346.0 MPa
	Resis. media a trazione fctm:	3.020 MPa

Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00
Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00
Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	192.00 daN/cm ²
Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.300 mm
Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.00 Mpa
Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.200 mm

ACCIAIO -	Tipo:	B450C
	Resist. caratt. snervam. fyk:	450.00 MPa
	Resist. caratt. rottura ftk:	450.00 MPa
	Resist. snerv. di progetto fyd:	391.30 MPa
	Resist. ultima di progetto ftd:	391.30 MPa
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068
	Modulo Elastico Ef	2000000 daN/cm ²
	Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito
	Coeff. Aderenza istantaneo $\beta_1 \cdot \beta_2$:	1.00
	Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \cdot \beta_2$:	0.50
	Sf limite S.L.E. Comb. Rare:	360.00 MPa

CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio:	Circolare
Classe Conglomerato:	C32/40

Raggio circ.:	200.0 cm
X centro circ.:	0.0 cm
Y centro circ.:	0.0 cm

DATI GENERAZIONI CIRCOLARI DI BARRE

N°Gen.	Numero assegnato alla singola generazione circolare di barre
Xcentro	Ascissa [cm] del centro della circonf. lungo cui sono disposte le barre generate
Ycentro	Ordinata [cm] del centro della circonf. lungo cui sono disposte le barre generate
Raggio	Raggio [cm] della circonferenza lungo cui sono disposte le barre generate
N°Barre	Numero di barre generate equidist. disposte lungo la circonferenza
Ø	Diametro [mm] della singola barra generata

N°Gen.	Xcentro	Ycentro	Raggio	N°Barre	Ø
1	0.0	0.0	192.0	80	26
2	0.0	0.0	167.0	80	26

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.
My	Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.
Vy	Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia y
Vx	Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia x

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	27934.99	-2256.48	-18814.02	0.00	0.00
2	50039.57	1092.86	1820.91	0.00	0.00
3	44317.64	-1290.92	-22543.81	0.00	0.00
4	41946.68	-1303.32	-22392.73	0.00	0.00
5	41885.14	4699.38	924.64	0.00	0.00
6	42811.81	-2802.06	1251.06	0.00	0.00
7	41885.14	4699.38	924.64	0.00	0.00
8	42811.79	-2802.09	-17562.96	0.00	0.00
9	45721.97	-1357.86	22324.13	0.00	0.00
10	44735.48	-1362.02	-43985.42	0.00	0.00

11	26359.20	16155.66	-11285.80	0.00	0.00
12	32124.53	17525.16	-11285.80	0.00	0.00
13	27853.42	16193.50	37619.34	0.00	0.00
14	27853.42	16193.50	-37619.34	0.00	0.00
15	29619.59	57296.92	-11285.80	0.00	0.00
16	27716.70	15860.37	-11285.80	0.00	0.00
17	29619.59	57296.92	-11285.80	0.00	0.00
18	27716.70	15860.37	-11285.80	0.00	0.00
19	27853.42	16193.50	37619.34	0.00	0.00
20	27853.42	16193.50	-37619.34	0.00	0.00

COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	28073.70	-897.30	-12689.30
2	36519.20	692.00	1348.80
3	32216.40	-829.40	-16699.10
4	30460.10	-838.50	-14264.50
5	30358.90	3398.20	684.90
6	31239.40	-1913.40	926.70
7	30358.90	3398.20	684.90
8	31239.40	-1913.50	-11616.00
9	33256.60	-878.90	16536.40
10	32525.90	-882.00	-31188.20

COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	28315.40	-782.00 (0.00)	-67.40 (0.00)
2	32984.30	536.70 (0.00)	-3987.00 (0.00)
3	30225.90	-681.40 (0.00)	-7639.30 (0.00)
4	30501.80	-681.20 (0.00)	6640.00 (0.00)
5	28922.90	1012.40 (0.00)	0.00 (0.00)
6	29502.00	-1186.90 (0.00)	0.00 (0.00)
7	28922.90	1012.40 (0.00)	0.00 (0.00)
8	29502.00	-1186.90 (0.00)	0.00 (0.00)
9	30738.00	-720.30 (0.00)	7507.00 (0.00)
10	30445.70	-721.50 (0.00)	-8848.10 (0.00)

COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	28464.40	-718.00 (0.00)	0.00 (0.00)
2	29960.50	543.40 (0.00)	0.00 (0.00)

3	28464.40	-718.00 (0.00)	0.00 (0.00)
4	28464.40	-718.00 (0.00)	0.00 (0.00)
5	28464.40	-718.00 (0.00)	0.00 (0.00)
6	29821.90	-1013.30 (0.00)	0.00 (0.00)
7	28881.20	855.10 (0.00)	0.00 (0.00)
8	29821.90	-1013.30 (0.00)	0.00 (0.00)
9	28464.40	-718.00 (0.00)	0.00 (0.00)
10	28464.40	-718.00 (0.00)	0.00 (0.00)

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	6.7 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	10.5 cm

VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE SOSTANZIALMENTE ELASTICO

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N	Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)
Mx	Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My	Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
N Res	Sforzo normale resistente [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)
Mx Res	Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Res	Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r,Mx Res,My Res) e (N,Mx,My) Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
As Totale	Area totale barre longitudinali [cm²]. [Tra parentesi il valore minimo di normativa]

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Totale
1	S	27934.99	-2256.48	-18814.02	27934.98	-8142.42	-67889.83	3.61849.5(377.0)	
2	S	50039.57	1092.86	1820.91	50039.64	45897.74	76474.17	42.00849.5(377.0)	
3	S	44317.64	-1290.92	-22543.81	44317.53	-4811.82	-84030.70	3.73849.5(377.0)	
4	S	41946.68	-1303.32	-22392.73	41946.56	-4765.12	-81871.22	3.66849.5(377.0)	
5	S	41885.14	4699.38	924.64	41885.11	80426.63	15824.60	17.11849.5(377.0)	
6	S	42811.81	-2802.06	1251.06	42811.61	-75613.10	33759.58	26.98849.5(377.0)	
7	S	41885.14	4699.38	924.64	41885.11	80426.63	15824.60	17.11849.5(377.0)	
8	S	42811.79	-2802.09	-17562.96	42811.82	-13044.68	-81761.62	4.66849.5(377.0)	
9	S	45721.97	-1357.86	22324.13	45721.80	-5186.31	85266.06	3.82849.5(377.0)	
10	S	44735.48	-1362.02	-43985.42	44735.65	-2616.94	-84511.98	1.92849.5(377.0)	
11	S	26359.20	16155.66	-11285.80	26359.13	54702.84	-38213.56	3.39849.5(377.0)	
12	S	32124.53	17525.16	-11285.80	32124.66	61043.53	-39310.63	3.48849.5(377.0)	
13	S	27853.42	16193.50	37619.34	27853.49	26994.57	62711.46	1.67849.5(377.0)	
14	S	27853.42	16193.50	-37619.34	27853.49	26994.57	-62711.46	1.67849.5(377.0)	
15	S	29619.59	57296.92	-11285.80	29619.43	68777.50	-13547.14	1.20849.5(377.0)	
16	S	27716.70	15860.37	-11285.80	27716.91	55512.85	-39501.41	3.50849.5(377.0)	
17	S	29619.59	57296.92	-11285.80	29619.43	68777.50	-13547.14	1.20849.5(377.0)	
18	S	27716.70	15860.37	-11285.80	27716.91	55512.85	-39501.41	3.50849.5(377.0)	
19	S	27853.42	16193.50	37619.34	27853.49	26994.57	62711.46	1.67849.5(377.0)	
20	S	27853.42	16193.50	-37619.34	27853.49	26994.57	-62711.46	1.67849.5(377.0)	

METODO AGLI STATI LIMITE IN CAMPO SOSTANZIALMENTE ELASTICO - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
Xc max	Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Xs min	Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
Xs max	Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00126	-198.6	-200.0	0.00119	-189.6	-30.0	-0.00196	189.6	30.0

2	0.00167	171.5	200.0	0.00160	163.7	100.3	-0.00196	-163.7	-100.3
3	0.00156	-199.7	-200.0	0.00149	-191.4	-15.1	-0.00196	191.4	15.1
4	0.00152	-199.7	-200.0	0.00145	-191.4	-15.1	-0.00196	191.4	15.1
5	0.00152	38.6	-200.0	0.00145	30.0	189.6	-0.00196	-30.0	-189.6
6	0.00154	81.5	-200.0	0.00146	73.5	-177.4	-0.00196	-73.5	177.4
7	0.00152	38.6	200.0	0.00145	30.0	189.6	-0.00196	-30.0	-189.6
8	0.00154	-197.5	-200.0	0.00147	-189.6	-30.0	-0.00196	189.6	30.0
9	0.00159	199.6	-200.0	0.00152	191.4	-15.1	-0.00196	-191.4	15.1
10	0.00157	-199.9	-200.0	0.00150	-192.0	0.0	-0.00196	192.0	0.0
11	0.00123	-114.5	164.0	0.00116	-112.9	155.3	-0.00196	112.9	-155.3
12	0.00134	-108.3	168.1	0.00127	-100.3	163.7	-0.00196	100.3	-163.7
13	0.00126	183.7	79.1	0.00119	177.4	73.5	-0.00196	-177.4	-73.5
14	0.00126	-183.7	79.1	0.00119	-177.4	73.5	-0.00196	177.4	-73.5
15	0.00129	-38.7	196.2	0.00122	-30.0	189.6	-0.00196	30.0	-189.6
16	0.00125	-116.0	163.0	0.00119	-112.9	155.3	-0.00196	112.9	-155.3
17	0.00129	-38.7	196.2	0.00122	-30.0	189.6	-0.00196	30.0	-189.6
18	0.00125	-116.0	163.0	0.00119	-112.9	155.3	-0.00196	112.9	-155.3
19	0.00126	183.7	79.1	0.00119	177.4	73.5	-0.00196	-177.4	-73.5
20	0.00126	-183.7	79.1	0.00119	-177.4	73.5	-0.00196	177.4	-73.5

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a, b, c Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
x/d Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere < 0.45
C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	-0.000008145	-0.00000977	-0.000382561	----	----
2	0.000007937	0.000004764	-0.000179291	----	----
3	-0.000008969	-0.00000514	-0.000231946	----	----
4	-0.000008856	-0.00000515	-0.000253638	----	----
5	0.000001713	0.000008704	-0.000254417	----	----
6	0.000003634	-0.000008139	-0.000245797	----	----
7	0.000001713	0.000008704	-0.000254417	----	----
8	-0.000008799	-0.000001404	-0.000245629	----	----
9	0.000009034	-0.00000549	-0.000219045	----	----
10	-0.000009001	-0.00000279	-0.000228228	----	----
11	-0.000004652	0.000006660	-0.000396981	----	----
12	-0.000004549	0.000007064	-0.000343629	----	----
13	0.000007528	0.000003241	-0.000383034	----	----
14	-0.000007528	0.000003241	-0.000383034	----	----
15	-0.000001601	0.000008129	-0.000366944	----	----
16	-0.000004748	0.000006672	-0.000384283	----	----
17	-0.000001601	0.000008129	-0.000366944	----	----
18	-0.000004748	0.000006672	-0.000384283	----	----
19	0.000007528	0.000003241	-0.000383034	----	----
20	-0.000007528	0.000003241	-0.000383034	----	----

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

Ver S = comb. verificata/ N = comb. non verificata
Sc max Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [Mpa]
Xc max, Yc max Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sf min Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [Mpa]
Xs min, Ys min Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Ac eff. Area di calcestruzzo [cm²] in zona tesa considerata aderente alle barre
As eff. Area barre [cm²] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	3.77	-199.5	0.0	5.4	191.4	15.1	----	----
2	S	2.85	177.9	0.0	36.6	-171.1	-87.2	----	----
3	S	4.61	-199.8	0.0	2.0	191.4	15.1	----	----
4	S	4.15	-199.7	0.0	4.9	191.4	15.1	----	----

5	S	2.67	39.5	0.0	26.1	-44.8	-186.7	----	----
6	S	2.55	87.2	0.0	29.7	-87.2	171.1	----	----
7	S	2.67	39.5	0.0	26.1	-44.8	-186.7	----	----
8	S	3.87	-197.3	0.0	10.7	189.6	30.0	----	----
9	S	4.67	199.7	0.0	3.5	-191.4	15.1	----	----
10	S	7.12	-199.9	0.0	-41.4	192.0	0.0	6249	111.5

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	2.15	-17.2	0.0	29.1	15.1	191.4	----	----
2	S	2.93	-198.2	0.0	27.8	189.6	-30.0	----	----
3	S	3.23	-199.2	0.0	17.7	191.4	15.1	----	----
4	S	3.12	199.0	0.0	19.9	-191.4	15.1	----	----
5	S	2.23	0.0	0.0	29.4	0.0	-192.0	----	----
6	S	2.29	0.0	0.0	29.6	0.0	192.0	----	----
7	S	2.23	0.0	0.0	29.4	0.0	-192.0	----	----
8	S	2.29	0.0	0.0	29.6	0.0	192.0	----	----
9	S	3.25	199.1	0.0	18.5	-191.4	15.1	----	----
10	S	3.41	-199.3	0.0	15.5	191.4	15.1	----	----

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Ver.	La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a f_{ctm}
e1	Esito della verifica
e2	Massima deformazione di trazione del calcestruzzo, valutata in sezione fessurata
k1	Minima deformazione di trazione del cls. (in sezione fessurata), valutata nella fibra più interna dell'area $A_{c\ eff}$
kt	= 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2]
k2	= 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb. frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2]
k3	= $(e1 + e2)/(2 \cdot e1)$ [eq.(7.13)EC2]
k4	= 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
Ø	= 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
Cf	Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace $A_{c\ eff}$ [eq.(7.11)EC2]
e sm - e cm	Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
sr max	Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]
wk	Tra parentesi: valore minimo = $0.6 \cdot S_{max} / E_s$ [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]
Mx fess.	Massima distanza tra le fessure [mm]
My fess.	Apertura fessure in mm calcolata = $sr \cdot max \cdot (e_{sm} - e_{cm})$ [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. Valore limite tra parentesi
	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]
	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	0.00000	0.00000	----	----	----	----	----	0.000 (0.30)	0.00	0.00
2	S	0.00000	0.00000	----	----	----	----	----	0.000 (0.30)	0.00	0.00
3	S	0.00000	0.00000	----	----	----	----	----	0.000 (0.30)	0.00	0.00
4	S	0.00000	0.00000	----	----	----	----	----	0.000 (0.30)	0.00	0.00
5	S	0.00000	0.00000	----	----	----	----	----	0.000 (0.30)	0.00	0.00
6	S	0.00000	0.00000	----	----	----	----	----	0.000 (0.30)	0.00	0.00
7	S	0.00000	0.00000	----	----	----	----	----	0.000 (0.30)	0.00	0.00
8	S	0.00000	0.00000	----	----	----	----	----	0.000 (0.30)	0.00	0.00
9	S	0.00000	0.00000	----	----	----	----	----	0.000 (0.30)	0.00	0.00
10	S	0.00000	0.00000	----	----	----	----	----	0.000 (0.30)	0.00	0.00

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	2.15	0.0	0.0	29.4	0.0	192.0	----	----
2	S	2.24	0.0	0.0	31.4	0.0	-192.0	----	----
3	S	2.15	0.0	0.0	29.4	0.0	192.0	----	----
4	S	2.15	0.0	0.0	29.4	0.0	192.0	----	----
5	S	2.15	0.0	0.0	29.4	0.0	192.0	----	----
6	S	2.29	0.0	0.0	30.3	0.0	192.0	----	----
7	S	2.20	0.0	0.0	29.6	0.0	-192.0	----	----
8	S	2.29	0.0	0.0	30.3	0.0	192.0	----	----
9	S	2.15	0.0	0.0	29.4	0.0	192.0	----	----

10 S 2.15 0.0 0.0 29.4 0.0 192.0 --- ---

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00
2	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00
3	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00
4	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00
5	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00
6	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00
7	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00
8	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00
9	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00
10	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00

15.5.3 Verifica a taglio

Caratteristiche materiali

Cls R_{ck}	40.00	
Cls	Fessurato ($v=0$)	condizioni calcestruzzo
Acciaio 1	B450	acciaio barre longitudinali
Acciaio 2	B450	acciaio armature trasversali
γ_c	1.5	coefficiente parziale relativo al calcestruzzo
γ_s	1.15	coefficiente parziale relativo all'acciaio

Geometrie sezione

b_w	3367	mm	larghezza dell'anima anima resistente (larghezza minima d'anima)
d	3223	mm	altezza utile della sezione
A_c	11116178	mm ²	area della sezione di calcestruzzo

Caratteristiche armature

n_{bl}	80		numero di barre longitudinali
\varnothing_{bl}	26	mm	diametro delle barre longitudinali
n_{bw}	2		numero di bracci delle staffe
\varnothing_{st}	20	mm	diametro delle staffe
s_{st}	200	mm	passo delle staffe
α	90	°	inclinazione delle staffe ($\alpha=90^\circ$ per staffe ortogonali all'asse)

Caratteristiche sollecitazioni

N_{Ed}	28818.00	KN	sforzo normale di calcolo (+ per compressione)
V_{Ed}	5573.00	KN	taglio di calcolo
N_{Rd}	201573.4	KN	sforzo normale di compressione massimo

Dati traliccio resistente

θ	22.00	°	inclinazione delle bielle di calcestruzzo rispetto all'asse
$ctg\theta$	2.48		(il valore deve essere compreso fra 1.0 e 2.5)

Valore di verifica del taglio resistente

V_{Rd}	7996.4	KN	taglio resistente per elemento privo di armatura trasversale
V_{Rd}	8825.7	KN	taglio resistente per elemento con armatura trasversale
CS	1.58		coefficiente di sicurezza

15.6 Verifica pila P2

15.6.1 Sollecitazioni base pila

Si riportano di seguito le sollecitazioni massime alla base della pila.

	Comb	Axial (kN)	Shear-y (kN)	Shear-z (kN)	Torsion (kN*m)	Moment-y (kN*m)	Moment-z (kN*m)
Nmax		-27645.7	-1114.0	213.6	-182.9	2061.4	-17927.3
Nmin		-49649.8	-2.2	-103.4	1.7	-997.3	1839.7
Vymax		-45159.9	20.3	151.5	16.6	1462.4	-22141.4
Vymin		-42659.0	-1864.9	153.8	-314.3	1483.8	-21269.0
Vzmax		-42656.0	-0.8	467.8	7.8	4514.7	1262.7
Vzmin		-41729.8	-0.9	-242.6	-6.0	-2341.2	931.2
My max		-42656.0	-0.8	467.8	7.8	4514.7	1262.7
My min		-41729.8	-0.9	-242.6	-6.0	-2341.2	931.2
Mz max		-46589.0	-14.7	157.9	29.1	1523.8	22472.3
Mz min		-45602.7	-1097.9	158.3	-214.5	1527.7	-43261.5
Nmax	SLV37	-26012.5	-838.6	1672.0	-136.1	15810.6	-10719.8
Nmin	SLV140	-31775.0	-838.6	1543.7	-136.1	14572.5	-10719.8
Vymax	SLV65	-28553.5	2795.5	1693.3	453.8	16016.3	35732.6
Vymin	SLV17	-28553.5	-2795.5	1693.3	-453.8	16016.3	-35732.6
Vzmax	SLV9	-28516.3	-838.6	5430.6	-136.1	51325.1	-10719.8
Vzmin	SLV136	-30695.7	-838.6	1514.1	-136.1	14287.5	-10719.8
My max	SLV9	-28516.3	-838.6	5430.6	-136.1	51325.1	-10719.8
My min	SLV136	-30695.7	-838.6	1514.1	-136.1	14287.5	-10719.8
Mz max	SLV65	-28553.5	2795.5	1693.3	453.8	16016.3	35732.6
Mz min	SLV17	-28553.5	-2795.5	1693.3	-453.8	16016.3	-35732.6

	Comb	Axial (kN)	Shear-y (kN)	Shear-z (kN)	Torsion (kN*m)	Moment-y (kN*m)	Moment-z (kN*m)
Nmax	SLER_1233	-27784.6	-742.5	85.0	-123.5	820.1	-12094.0
Nmin	SLER_228	-36230.4	-1.6	-65.4	1.3	-631.4	1362.7
Vymax	SLER_5	-32956.6	15.0	103.0	12.3	993.6	-16401.0
Vymin	SLER_621	-31104.1	-1243.9	104.6	-210.3	1009.4	-13541.6
Vzmax	SLER_505	-31105.4	-0.6	337.8	5.8	3260.0	935.4
Vzmin	SLER_180	-30225.3	-0.7	-165.3	-4.4	-1594.7	689.8
My max	SLER_505	-31105.4	-0.6	337.8	5.8	3260.0	935.4
My min	SLER_180	-30225.3	-0.7	-165.3	-4.4	-1594.7	689.8
Mz max	SLER_21	-34015.2	-10.9	107.7	21.5	1039.1	16646.1
Mz min	SLER_1229	-33284.6	-730.7	108.0	-145.4	1041.9	-30717.6

	Comb	Axial (kN)	Shear-y (kN)	Shear-z (kN)	Torsion (kN*m)	Moment-y (kN*m)	Moment-z (kN*m)
Nmax	SLEF52	-27994.6	0.1	69.0	-0.7	665.6	-65.5
Nmin	SLEF146	-32695.3	2.7	-50.7	-5.2	-489.5	-4014.6
Vymax	SLEF1	-30973.9	7.1	89.0	12.4	859.0	-7461.6
Vymin	SLEF7	-31145.8	-6.1	89.7	-7.0	865.7	6377.7
Vzmax	SLEF152	-29212.8	0.0	112.4	0.0	1084.8	0.0
Vzmin	SLEF103	-28633.7	0.0	-95.8	0.0	-924.3	0.0
My max	SLEF152	-29212.8	0.0	112.4	0.0	1084.8	0.0
My min	SLEF103	-28633.7	0.0	-95.8	0.0	-924.3	0.0
Mz max	SLEF5	-31496.5	-4.5	92.7	9.3	894.1	7554.8
Mz min	SLEF11	-31204.3	5.1	92.8	-10.2	895.3	-8903.1

	Comb	Axial (kN)	Shear-y (kN)	Shear-z (kN)	Torsion (kN*m)	Moment-y (kN*m)	Moment-z (kN*m)
Nmax	SLEQP5	-28175.2	0.0	68.0	0.0	656.2	0.0
Nmin	SLEQP12	-29671.3	0.0	-51.4	0.0	-495.7	0.0
Vymax	SLEQP1	-29222.9	0.0	92.4	0.0	892.0	0.0
Vymin	SLEQP1	-29222.9	0.0	92.4	0.0	892.0	0.0
Vzmax	SLEQP1	-29222.9	0.0	92.4	0.0	892.0	0.0
Vzmin	SLEQP8	-28592.0	0.0	-80.9	0.0	-780.7	0.0
My max	SLEQP9	-29254.5	0.0	97.5	0.0	941.1	0.0
My min	SLEQP8	-28592.0	0.0	-80.9	0.0	-780.7	0.0
Mz max	SLEQP1	-29222.9	0.0	92.4	0.0	892.0	0.0
Mz min	SLEQP1	-29222.9	0.0	92.4	0.0	892.0	0.0

15.6.2 Verifica Pressoflessione

La verifica a pressoflessione è eseguita con l'ausilio di Rc-sec. Nel seguito di riporta il tabulato di calcolo per le combinazioni SLU/SLV, SLE-rara, SLE-freq, SLE-qp.

DATI GENERALI SEZIONE GENERICA NON DISSIPATIVA IN C.A.

NOME FILE SEZIONE: pila_P2

Descrizione Sezione:
Metodo di calcolo resistenza: Resistenze in campo sostanzialmente elastico
Tipologia sezione: Sezione generica di Pilastro
Normativa di riferimento: N.T.C.
Percorso sollecitazione: A Sforzo Norm. costante
Condizioni Ambientali: Moderat. aggressive
Riferimento Sforzi assegnati: Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicità: Zona non sismica

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO - Classe: C32/40
Resis. compr. di progetto fcd: 18.130 MPa

Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020	
Def.unit. ultima ecu:	0.0035	
Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
Modulo Elastico Normale Ec:	33346.0	MPa
Resis. media a trazione fctm:	3.020	MPa
Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00	
Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00	
Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	192.00	daN/cm ²
Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.300	mm
Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.00	Mpa
Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.200	mm

ACCIAIO -	Tipo:	B450C	
	Resist. caratt. snervam. fyk:	450.00	MPa
	Resist. caratt. rottura ftk:	450.00	MPa
	Resist. snerv. di progetto fyd:	391.30	MPa
	Resist. ultima di progetto ftd:	391.30	MPa
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068	
	Modulo Elastico Ef	2000000	daN/cm ²
	Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito	
	Coeff. Aderenza istantaneo $\beta_1 \cdot \beta_2$:	1.00	
	Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \cdot \beta_2$:	0.50	
	Sf limite S.L.E. Comb. Rare:	360.00	MPa

CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio:	Circolare
Classe Conglomerato:	C32/40

Raggio circ.:	200.0 cm
X centro circ.:	0.0 cm
Y centro circ.:	0.0 cm

DATI GENERAZIONI CIRCOLARI DI BARRE

N°Gen.	Numero assegnato alla singola generazione circolare di barre
Xcentro	Ascissa [cm] del centro della circonf. lungo cui sono disposte le barre generate
Ycentro	Ordinata [cm] del centro della circonf. lungo cui sono disposte le barre generate
Raggio	Raggio [cm] della circonferenza lungo cui sono disposte le barre generate
N°Barre	Numero di barre generate equidist. disposte lungo la circonferenza
Ø	Diametro [mm] della singola barra generata

N°Gen.	Xcentro	Ycentro	Raggio	N°Barre	Ø
1	0.0	0.0	192.0	80	26
2	0.0	0.0	167.0	80	26

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.
My	Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.
Vy	Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia y
Vx	Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia x

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	27645.71	2061.35	-17927.30	0.00	0.00
2	49649.84	-997.33	1839.67	0.00	0.00
3	45159.94	1462.41	-22141.38	0.00	0.00
4	42659.02	1483.82	-21268.98	0.00	0.00
5	42656.04	4514.73	1262.75	0.00	0.00

6	41729.80	-2341.25	931.24	0.00	0.00
7	42656.04	4514.73	1262.75	0.00	0.00
8	41729.80	-2341.25	931.24	0.00	0.00
9	46589.05	1523.82	22472.29	0.00	0.00
10	45602.68	1527.66	-43261.52	0.00	0.00
11	26012.50	15810.61	-10719.78	0.00	0.00
12	31775.04	14572.46	-10719.78	0.00	0.00
13	28553.49	16016.29	35732.59	0.00	0.00
14	28553.49	16016.29	-35732.59	0.00	0.00
15	28516.32	51325.07	-10719.78	0.00	0.00
16	30695.71	14287.47	-10719.78	0.00	0.00
17	28516.32	51325.07	-10719.78	0.00	0.00
18	30695.71	14287.47	-10719.78	0.00	0.00
19	28553.49	16016.29	35732.59	0.00	0.00
20	28553.49	16016.29	-35732.59	0.00	0.00

COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	27784.60	820.10	-12094.00
2	36230.40	-631.40	1362.70
3	32956.60	993.60	-16401.00
4	31104.10	1009.40	-13541.60
5	31105.40	3260.00	935.40
6	30225.30	-1594.70	689.80
7	31105.40	3260.00	935.40
8	30225.30	-1594.70	689.80
9	34015.20	1039.10	16646.10
10	33284.60	1041.90	-30717.60

COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	27994.60	665.60 (0.00)	-65.50 (0.00)
2	32695.30	-489.50 (0.00)	-4014.60 (0.00)
3	30973.90	859.00 (0.00)	-7461.60 (0.00)
4	31145.80	865.70 (0.00)	6377.70 (0.00)
5	29212.80	1084.80 (0.00)	0.00 (0.00)
6	28633.70	-924.30 (0.00)	0.00 (0.00)
7	29212.80	1084.80 (0.00)	0.00 (0.00)
8	28633.70	-924.30 (0.00)	0.00 (0.00)
9	31496.50	894.10 (0.00)	7554.80 (0.00)
10	31204.30	895.30 (0.00)	-8903.10 (0.00)

COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)

con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	28175.20	656.20 (0.00)	0.00 (0.00)
2	29671.30	-495.70 (0.00)	0.00 (0.00)
3	29222.90	892.00 (0.00)	0.00 (0.00)
4	29222.90	892.00 (0.00)	0.00 (0.00)
5	29222.90	892.00 (0.00)	0.00 (0.00)
6	28592.00	-780.70 (0.00)	0.00 (0.00)
7	29254.50	941.10 (0.00)	0.00 (0.00)
8	28592.00	-780.70 (0.00)	0.00 (0.00)
9	29222.90	892.00 (0.00)	0.00 (0.00)
10	29222.90	892.00 (0.00)	0.00 (0.00)

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	6.7 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	10.5 cm

VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE SOSTANZIALMENTE ELASTICO

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N	Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls. (positivo se di compressione)
Mx	Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My	Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
N Res	Sforzo normale resistente [kN] nel baricentro B sezione cls. (positivo se di compress.)
Mx Res	Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Res	Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r, Mx Res, My Res) e (N, Mx, My)
	Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
As Totale	Area totale barre longitudinali [cm²]. [Tra parentesi il valore minimo di normativa]

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Totale
1	S	27645.71	2061.35	-17927.30	27645.54	7776.42	-67630.50	3.77849.5(377.0)	
2	S	49649.84	-997.33	1839.67	49650.09	-42352.87	78123.71	42.47849.5(377.0)	
3	S	45159.94	1462.41	-22141.38	45159.64	5596.61	-84734.86	3.83849.5(377.0)	
4	S	42659.02	1483.82	-21268.98	42658.76	5752.57	-82456.86	3.88849.5(377.0)	
5	S	42656.04	4514.73	1262.75	42656.18	79619.92	22269.31	17.64849.5(377.0)	
6	S	41729.80	-2341.25	931.24	41730.05	-76014.72	30235.25	32.47849.5(377.0)	
7	S	42656.04	4514.73	1262.75	42656.18	79619.92	22269.31	17.64849.5(377.0)	
8	S	41729.80	-2341.25	931.24	41730.05	-76014.72	30235.25	32.47849.5(377.0)	
9	S	46589.05	1523.82	22472.29	46589.11	5831.00	85991.96	3.83849.5(377.0)	
10	S	45602.68	1527.66	-43261.52	45602.75	3011.42	-85279.53	1.97849.5(377.0)	
11	S	26012.50	15810.61	-10719.78	26012.57	54939.51	-37249.62	3.47849.5(377.0)	
12	S	31775.04	14572.46	-10719.78	31774.93	58199.54	-42812.67	3.99849.5(377.0)	
13	S	28553.49	16016.29	35732.59	28553.71	28223.58	62967.27	1.76849.5(377.0)	
14	S	28553.49	16016.29	-35732.59	28553.71	28223.58	-62967.27	1.76849.5(377.0)	
15	S	28516.32	51325.07	-10719.78	28516.37	67509.08	-14099.98	1.32849.5(377.0)	
16	S	30695.71	14287.47	-10719.78	30695.54	56928.53	-42713.02	3.98849.5(377.0)	
17	S	28516.32	51325.07	-10719.78	28516.37	67509.08	-14099.98	1.32849.5(377.0)	
18	S	30695.71	14287.47	-10719.78	30695.54	56928.53	-42713.02	3.98849.5(377.0)	
19	S	28553.49	16016.29	35732.59	28553.71	28223.58	62967.27	1.76849.5(377.0)	
20	S	28553.49	16016.29	-35732.59	28553.71	28223.58	-62967.27	1.76849.5(377.0)	

METODO AGLI STATI LIMITE IN CAMPO SOSTANZIALMENTE ELASTICO - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
Xc max	Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Xs min	Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)

N°Comb	ec max	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00125	-198.7	200.0	0.00119	-191.4	15.1	-0.00196	191.4	-15.1
2	0.00166	175.8	-200.0	0.00159	171.1	-87.2	-0.00196	-171.1	87.2
3	0.00158	-199.6	200.0	0.00151	-191.4	15.1	-0.00196	191.4	-15.1
4	0.00153	-199.5	200.0	0.00146	-191.4	15.1	-0.00196	191.4	-15.1
5	0.00153	53.9	200.0	0.00146	44.8	186.7	-0.00196	-44.8	-186.7
6	0.00152	73.9	-200.0	0.00145	73.5	-177.4	-0.00196	-73.5	177.4
7	0.00153	53.9	200.0	0.00146	44.8	186.7	-0.00196	-44.8	-186.7
8	0.00152	73.9	-200.0	0.00145	73.5	-177.4	-0.00196	-73.5	177.4
9	0.00161	199.5	200.0	0.00153	191.4	15.1	-0.00196	-191.4	-15.1
10	0.00159	-199.9	200.0	0.00152	-192.0	0.0	-0.00196	192.0	0.0
11	0.00122	-112.2	165.5	0.00116	-112.9	155.3	-0.00196	112.9	-155.3
12	0.00133	-118.5	161.1	0.00126	-112.9	155.3	-0.00196	112.9	-155.3
13	0.00127	182.5	81.8	0.00120	177.4	73.5	-0.00196	-177.4	-73.5
14	0.00127	-182.5	81.8	0.00120	-177.4	73.5	-0.00196	177.4	-73.5
15	0.00127	-40.9	195.8	0.00120	-44.8	186.7	-0.00196	44.8	-186.7
16	0.00131	-120.0	160.0	0.00124	-112.9	155.3	-0.00196	112.9	-155.3
17	0.00127	-40.9	195.8	0.00120	-44.8	186.7	-0.00196	44.8	-186.7
18	0.00131	-120.0	160.0	0.00124	-112.9	155.3	-0.00196	112.9	-155.3
19	0.00127	182.5	81.8	0.00120	177.4	73.5	-0.00196	-177.4	-73.5
20	0.00127	-182.5	81.8	0.00120	-177.4	73.5	-0.00196	177.4	-73.5

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a, b, c	Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
x/d	Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere < 0.45
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	-0.000008135	0.000000935	-0.000385220	----	----
2	0.000008123	-0.000004404	-0.000183007	----	----
3	-0.000009004	0.000000595	-0.000224165	----	----
4	-0.000008882	0.000000620	-0.000247046	----	----
5	0.000002399	0.000008579	-0.000247360	----	----
6	0.000003275	-0.000008233	-0.000255569	----	----
7	0.000002399	0.000008579	-0.000247360	----	----
8	0.000003275	-0.000008233	-0.000255569	----	----
9	0.000009071	0.000000615	-0.000211044	----	----
10	-0.000009042	0.000000319	-0.000220344	----	----
11	-0.000004551	0.000006712	-0.000400380	----	----
12	-0.000004968	0.000006754	-0.000346742	----	----
13	0.000007512	0.000003367	-0.000376680	----	----
14	-0.000007512	0.000003367	-0.000376680	----	----
15	-0.000001683	0.000008056	-0.000377041	----	----
16	-0.000005001	0.000006666	-0.000356737	----	----
17	-0.000001683	0.000008056	-0.000377041	----	----
18	-0.000005001	0.000006666	-0.000356737	----	----
19	0.000007512	0.000003367	-0.000376680	----	----
20	-0.000007512	0.000003367	-0.000376680	----	----

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

Ver	S = comb. verificata/ N = comb. non verificata
Sc max	Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [Mpa]
Xc max, Yc max	Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sf min	Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [Mpa]
Xs min, Ys min	Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Ac eff.	Area di calcestruzzo [cm²] in zona tesa considerata aderente alle barre
As eff.	Area barre [cm²] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	3.66	-199.5	0.0	6.2	191.4	-15.1	----	----
2	S	2.82	181.5	0.0	36.3	-171.1	87.2	----	----
3	S	4.63	-199.6	0.0	3.4	191.4	-15.1	----	----
4	S	4.10	-199.4	0.0	7.0	191.4	-15.1	----	----
5	S	2.71	55.2	0.0	27.0	-59.3	-182.6	----	----
6	S	2.42	79.4	0.0	29.3	-73.5	177.4	----	----
7	S	2.71	55.2	0.0	27.0	-59.3	-182.6	----	----
8	S	2.42	79.4	0.0	29.3	-73.5	177.4	----	----
9	S	4.74	199.6	0.0	4.0	-191.4	-15.1	----	----
10	S	7.03	-199.9	0.0	-37.1	192.0	0.0	5705	106.2

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	2.11	-19.6	0.0	29.0	15.1	-191.4	----	----
2	S	2.92	-198.5	0.0	27.5	189.6	30.0	----	----
3	S	3.26	-198.7	0.0	18.8	191.4	-15.1	----	----
4	S	3.13	198.2	0.0	21.1	-189.6	-30.0	----	----
5	S	2.26	0.0	0.0	29.5	0.0	-192.0	----	----
6	S	2.20	0.0	0.0	29.2	0.0	192.0	----	----
7	S	2.26	0.0	0.0	29.5	0.0	-192.0	----	----
8	S	2.20	0.0	0.0	29.2	0.0	192.0	----	----
9	S	3.32	198.6	0.0	19.2	-191.4	-15.1	----	----
10	S	3.48	-199.0	0.0	16.2	191.4	-15.1	----	----

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a f_{ctm}

Ver. Esito della verifica

e1 Massima deformazione di trazione del calcestruzzo, valutata in sezione fessurata

e2 Minima deformazione di trazione del cls. (in sezione fessurata), valutata nella fibra più interna dell'area $A_{c\text{ eff}}$

k1 = 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2]

kt = 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb. frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2]

k2 = $(e1 + e2)/(2 \cdot e1)$ [eq.(7.13)EC2]

k3 = 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali

k4 = 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali

Ø Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace $A_{c\text{ eff}}$ [eq.(7.11)EC2]

Cf Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa

e sm - e cm Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]

Tra parentesi: valore minimo = $0.6 \cdot S_{max} / E_s$ [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]

sr max Massima distanza tra le fessure [mm]

wk Apertura fessure in mm calcolata = $sr \cdot \max(e_{sm} - e_{cm})$ [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. Valore limite tra parentesi

Mx fess. Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]

My fess. Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	0.00000	0.00000	----	----	----	----	----	0.000 (0.30)	0.00	0.00
2	S	0.00000	0.00000	----	----	----	----	----	0.000 (0.30)	0.00	0.00
3	S	0.00000	0.00000	----	----	----	----	----	0.000 (0.30)	0.00	0.00
4	S	0.00000	0.00000	----	----	----	----	----	0.000 (0.30)	0.00	0.00
5	S	0.00000	0.00000	----	----	----	----	----	0.000 (0.30)	0.00	0.00
6	S	0.00000	0.00000	----	----	----	----	----	0.000 (0.30)	0.00	0.00
7	S	0.00000	0.00000	----	----	----	----	----	0.000 (0.30)	0.00	0.00
8	S	0.00000	0.00000	----	----	----	----	----	0.000 (0.30)	0.00	0.00
9	S	0.00000	0.00000	----	----	----	----	----	0.000 (0.30)	0.00	0.00
10	S	0.00000	0.00000	----	----	----	----	----	0.000 (0.30)	0.00	0.00

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	2.13	0.0	0.0	29.2	0.0	-192.0	----	----
2	S	2.21	0.0	0.0	31.2	0.0	192.0	----	----
3	S	2.23	0.0	0.0	29.9	0.0	-192.0	----	----

4	S	2.23	0.0	0.0	29.9	0.0	-192.0	----	----
5	S	2.23	0.0	0.0	29.9	0.0	-192.0	----	----
6	S	2.17	0.0	0.0	29.5	0.0	192.0	----	----
7	S	2.24	0.0	0.0	29.9	0.0	-192.0	----	----
8	S	2.17	0.0	0.0	29.5	0.0	192.0	----	----
9	S	2.23	0.0	0.0	29.9	0.0	-192.0	----	----
10	S	2.23	0.0	0.0	29.9	0.0	-192.0	----	----

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	0.00000	0.00000	----	----	----	----	----	0.000 (0.20)	0.00	0.00
2	S	0.00000	0.00000	----	----	----	----	----	0.000 (0.20)	0.00	0.00
3	S	0.00000	0.00000	----	----	----	----	----	0.000 (0.20)	0.00	0.00
4	S	0.00000	0.00000	----	----	----	----	----	0.000 (0.20)	0.00	0.00
5	S	0.00000	0.00000	----	----	----	----	----	0.000 (0.20)	0.00	0.00
6	S	0.00000	0.00000	----	----	----	----	----	0.000 (0.20)	0.00	0.00
7	S	0.00000	0.00000	----	----	----	----	----	0.000 (0.20)	0.00	0.00
8	S	0.00000	0.00000	----	----	----	----	----	0.000 (0.20)	0.00	0.00
9	S	0.00000	0.00000	----	----	----	----	----	0.000 (0.20)	0.00	0.00
10	S	0.00000	0.00000	----	----	----	----	----	0.000 (0.20)	0.00	0.00

15.6.3 Verifica a taglio

Caratteristiche materiali

Cls R_{ck}	<input type="text" value="40.00"/>	
Cls	<input type="text" value="Fessurato (v=0)"/>	condizioni calcestruzzo
Acciaio 1	<input type="text" value="B450"/>	acciaio barre longitudinali
Acciaio 2	<input type="text" value="B450"/>	acciaio armature trasversali
γ_c	<input type="text" value="1.5"/>	coefficiente parziale relativo al calcestruzzo
γ_s	<input type="text" value="1.15"/>	coefficiente parziale relativo all'acciaio

Geometrie sezione

b_w	<input type="text" value="3367"/>	mm	larghezza dell'anima anima resistente (larghezza minima d'anima)
d	<input type="text" value="3223"/>	mm	altezza utile della sezione
A_c	<input type="text" value="11116178"/>	mm ²	area della sezione di calcestruzzo

Caratteristiche armature

n_{bl}	<input type="text" value="80"/>		numero di barre longitudinali
\varnothing_{bl}	<input type="text" value="26"/>	mm	diametro delle barre longitudinali
n_{bw}	<input type="text" value="2"/>		numero di bracci delle staffe
\varnothing_{st}	<input type="text" value="20"/>	mm	diametro delle staffe
s_{st}	<input type="text" value="200"/>	mm	passo delle staffe
α	<input type="text" value="90"/>	°	inclinazione delle staffe ($\alpha=90^\circ$ per staffe ortogonali all'asse)

Caratteristiche sollecitazioni

N_{Ed}	<input type="text" value="28818.00"/>	KN	sforzo normale di calcolo (+ per compressione)
V_{Ed}	<input type="text" value="5431.00"/>	KN	taglio di calcolo
N_{Rd}	201573.4	KN	sforzo normale di compressione massimo

Dati traliccio resistente

θ	<input type="text" value="22.00"/>	°	inclinazione delle bielle di calcestruzzo rispetto all'asse
$ctg\theta$	2.48		(il valore deve essere compreso fra 1.0 e 2.5)

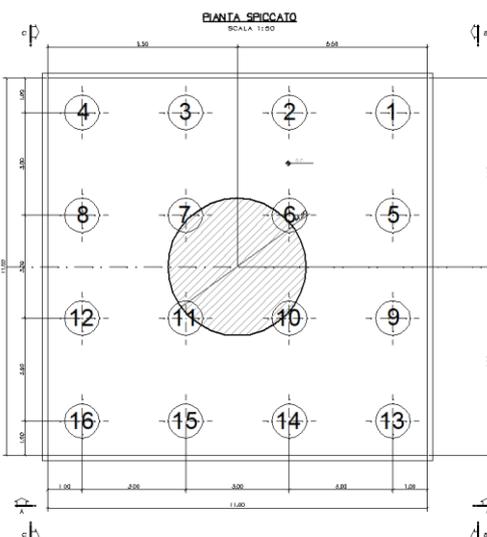
Valore di verifica del taglio resistente

V_{Rd}	<input type="text" value="7996.4"/>	KN	taglio resistente per elemento privo di armatura trasversale
V_{Rd}	<input type="text" value="8825.7"/>	KN	taglio resistente per elemento con armatura trasversale
CS	<input type="text" value="1.63"/>		coefficiente di sicurezza

15.7 Verifica plinto di fondazione P1

Per la progettazione e verifica del plinto di fondazione è necessario valutare preventivamente le sollecitazioni agenti sui singoli pali. Tali sollecitazioni sono state identificate mediante una ripartizione rigida dal baricentro della fondazione.

numero pali	n	16	-
diametro pali	D	1	m
interasse pali	i	3	m



n	Dz (m)	Dy (m)	N _{SLU} [kN]	N _{SLV} [kN]	N _{SLE_R} [kN]	N _{SLE_QP} [kN]
1	4.5	4.5	3495	3300	2554	1970
2	1.5	4.5	3517	3014	2568	1961
3	-1.5	4.5	3540	2728	2583	1956
4	-4.5	4.5	3563	2442	2598	1973
5	4.5	1.5	3283	3321	2395	1970
6	1.5	1.5	3265	2333	2383	1961
7	-1.5	1.5	3246	2047	2372	1956
8	-4.5	1.5	3228	1761	2360	1973
9	4.5	-1.5	3253	3525	2372	1970
10	1.5	-1.5	3264	2516	2369	1961
11	-1.5	-1.5	3287	2047	2384	1956
12	-4.5	-1.5	3310	1761	2398	1973
13	4.5	-4.5	3974	3729	2874	1970
14	1.5	-4.5	3997	3014	2889	1961
15	-1.5	-4.5	4020	2728	2904	1956
16	-4.5	-4.5	4043	2442	2918	1973

Il plinto, ricadendo nella categoria di elementi tozzi, è stato verificato ipotizzando un meccanismo di tirante puntone.

La larghezza collaborante è stata considerata, in funzione della posizione del palo, pari all'interasse dei pali o pari alla somma di metà interasse e della distanza tra il palo ed il bordo del plinto.

Armatura longitudinale inferiore

Diametro ferro ϕ	26	mm
Passo s	200	mm
Numero di strati	3	

Armatura trasversale inferiore

Diametro ferro ϕ	26	mm
Passo s	200	mm
Numero di strati	3	

In corrispondenza dei pali d'angolo è previsto un infittimento con un ulteriore strato di $\phi 26/200$ in entrambe le direzioni.

15.7.1 Verifica dei tiranti

Viene riportata la verifica in corrispondenza del palo maggiormente sollecitato.

Zona palo d'angolo

Verifica SLU

Verifica acciaio - SLU			
angolo di deviazione risultate rispetto alle ascisse	$\alpha 1$	45.0	gradi
	$\alpha 2$	45.0	gradi
ipotenusa proiezione orizzontale puntone	L	4.45	m
altezza utile	d	2.36	m
inclinazione rispetto all'orizzontale puntone (0.9d/L)	ϑ	25.5	gradi
reazione in testa palo più sollecitato	R_{max}	4043	KN
forza di trazione risultante	T_{ed}	8462	KN
proiezione forza di trazione in trasversale	$T_{ed,t}$	5984	KN
proiezione forza di trazione in longitudinale	$T_{ed,l}$	5984	KN

Longitudinale

f_{yd}	391.30	MPa	Tensione di snervamento di progetto
$A_{s,l}$	26546.46	mm ²	Area totale ferri
$T_{rd,l}$	10387.74	kN	Forza di trazione resistente
T_{ed}	5984	kN	Forza di trazione di progetto
Verifica	ok		
CS	1.74		Coefficiente di sicurezza

Trasversale

f_{yd}	391.30	MPa	Tensione di snervamento di progetto
$A_{s,t}$	26546.46	mm ²	Area totale ferri
$T_{rd,t}$	10387.74	kN	Forza di trazione resistente
T_{ed}	5984	kN	Forza di trazione di progetto

Verifica	ok
CS	1.74

Coefficiente di sicurezza

Verifica SLE: valori limite delle tensioni

angolo di deviazione risultate rispetto alle ascisse	$\alpha 1$	45.0	gradi
	$\alpha 2$	45.0	gradi
ipotenusa proiezione orizzontale puntone	L	4.45	m
altezza utile	d	2.36	m
inclinazione rispetto all'orizzontale puntone (0.9d/L)	ϑ	25.5	gradi
reazione in testa palo più sollecitato	R_{max}	2918	KN
forza di trazione risultante	T_{ed}	6109	KN
proiezione forza di trazione in trasversale	$T_{ed,t}$	4320	KN
proiezione forza di trazione in longitudinale	$T_{ed,l}$	4320	KN

Longitudinale

0.8 f_{yk}	360.00	MPa	Limite tensionale dell'acciaio
$T_{max,l}$	4320	kN	Trazione di progetto (comb. Rara)
$A_{s,l}$	26546.46	mm ²	Area totale ferri
σ_s	162.72	MPa	Tensione acciaio
Verifica	ok		
CS	2.21		Coefficiente di sicurezza

Trasversale

0.8 f_{yk}	360.00	MPa	Limite tensionale dell'acciaio
$T_{max,t}$	4320	kN	Trazione di progetto (comb. Rara)
$A_{s,t}$	26546.46	mm ²	Area totale ferri
σ_s	162.72	MPa	Tensione acciaio
Verifica	ok		
CS	2.21		Coefficiente di sicurezza

Zona palo di bordo

Verifica SLU

Verifica acciaio - SLU			
angolo di deviazione risultate rispetto alle ascisse	$\alpha 1$	90.0	gradi
	$\alpha 2$	0.0	gradi
ipotenusa proiezione orizzontale puntone	L	2.74	m
altezza utile	d	2.36	m
inclinazione rispetto all'orizzontale puntone (0.9d/L)	ϑ	37.8	gradi

reazione in testa palo più sollecitato	R_{max}	4020	KN
forza di trazione risultante	T_{ed}	5181	KN
proiezione forza di trazione in trasversale	$T_{ed,t}$	0	KN
proiezione forza di trazione in longitudinale	$T_{ed,l}$	5181	KN

Longitudinale

f_{yd}	391.30	MPa	<i>Tensione di snervamento di progetto</i>
$A_{s,l}$	23891.81	mm ²	<i>Area totale ferri</i>
$T_{rd,l}$	9348.97	kN	<i>Forza di trazione resistente</i>
T_{ed}	5181	kN	<i>Forza di trazione di progetto</i>
Verifica	ok		
CS	1.80		<i>Coefficiente di sicurezza</i>

Verifica SLE: valori limite delle tensioni

angolo di deviazione risultate rispetto alle ascisse	α_1	90.0	gradi
	α_2	0.0	gradi
ipotenusa proiezione orizzontale puntone	L	2.74	m
altezza utile	h	2.36	m
inclinazione rispetto all'orizzontale puntone (0.9d/L)	ϑ	37.8	gradi
reazione in testa palo più sollecitato	R_{max}	2904	KN
forza di trazione risultante	T_{ed}	3743	KN
proiezione forza di trazione in trasversale	$T_{ed,t}$	0	KN
proiezione forza di trazione in longitudinale	$T_{ed,l}$	3743	KN

Longitudinale

$0.8 f_{yk}$	360.00	MPa	<i>Limite tensionale dell'acciaio</i>
$T_{max,l}$	3743	kN	<i>Trazione di progetto (comb. Rara)</i>
$A_{s,l}$	23891.81	mm ²	<i>Area totale ferri</i>
σ_s	156.64	MPa	<i>Tensione acciaio</i>
Verifica	ok		
CS	2.30		<i>Coefficiente di sicurezza</i>

15.7.2 Verifica dei puntoni

Viene riportata la verifica in corrispondenza del palo maggiormente sollecitato.

Zona palo d'angolo

Verifica SLU

ipotenusa proiezione orizzontale puntone	L	4.45	m
altezza utile	d	2.36	m
inclinazione rispetto all'orizzontale puntone (0.9d/L)	ϑ	25.5	gradi
reazione in testa palo più sollecitato	R_{max}	4043	KN
forza di compressione risultante	N_{ed}	9378	KN

N_{ed}	9378	kN	Forza di compressione agente
b	3536	mm	Larghezza puntone
d	2362	mm	Altezza utile
f_{cd}	14.17	MPa	Resistenza di progetto del cls
N_{rd}	20398	MPa	Forza di compressione resistente
Verifica	ok		
CS	2.17		Coefficiente di sicurezza

Verifica SLE RARA: valori limite delle tensioni

ipotenusa proiezione orizzontale puntone	L	4.45	m
altezza utile	d	2.36	m
inclinazione rispetto all'orizzontale puntone (0.9d/L)	ϑ	25.5	gradi
reazione in testa palo più sollecitato	R_{max}	2918	KN
forza di compressione risultante	N_{ed}	6770	KN

b	3536	mm	Larghezza direzione trasv.
d	2362	mm	Altezza utile
A	1439865	mm ²	Area puntone

$N_{ed,I}$	6770	kN	Forza di compressione agente (comb. Rara)
σ_c	4.7	MPa	Tensione di compressione agente
0.60 f_{ck}	15.0	MPa	Resistenza di progetto del cls
Verifica	ok		
CS	3.19		Coefficiente di sicurezza

Verifica SLE QUASI PERMANENTE: valori limite delle tensioni

ipotenusa proiezione orizzontale puntone	L	4.5	m
altezza utile	d	2.4	m
inclinazione rispetto all'orizzontale puntone (0.9d/L)	ϑ	25.5	gradi
reazione in testa palo più sollecitato	R _{max}	1973	KN
forza di compressione risultante	N _{ed}	4577	KN

Zona palo di bordo

Verifica SLU

ipotenusa proiezione orizzontale puntone	L	2.74	m
altezza utile	h	2.36	m
inclinazione rispetto all'orizzontale puntone (0.9d/L)	ϑ	37.8	gradi
reazione in testa palo più sollecitato	R _{max}	4020	KN
forza di compressione risultante	N _{ed}	6558	KN

N _{ed}	6558	kN	Forza di compressione agente
b	3000	mm	Larghezza puntone
d	2362	mm	Altezza utile
f _{cd}	14.17	MPa	Resistenza di progetto del cls
N _{rd}	24614	MPa	Forza di compressione resistente
Verifica	ok		
CS	3.75		Coefficiente di sicurezza

Verifica SLE RARA: valori limite delle tensioni

ipotenusa proiezione orizzontale puntone	L	2.74	m
altezza utile	h	2.36	m
inclinazione rispetto all'orizzontale puntone (0.9d/L)	ϑ	37.8	gradi
reazione in testa palo più sollecitato	R _{max}	2904	KN
forza di compressione risultante	N _{ed}	4737	KN

b	3000	mm	Larghezza direzione trasv.
d	2362	mm	Altezza utile
A	1737447	mm ²	Area puntone

$N_{ed,I}$	4737	kN	Forza di compressione agente (comb. Rara)
σ_c	2.7	MPa	Tensione di compressione agente
$0.60 f_{ck}$	15.0	MPa	Resistenza di progetto del cls
Verifica	ok		
CS	5.50		Coefficiente di sicurezza

Verifica SLE QUASI PERMANENTE: valori limite delle tensioni

ipotenusa proiezione orizzontale puntone	L	2.7	m
altezza utile	h	2.4	m
inclinazione rispetto all'orizzontale puntone (0.9d/L)	ϑ	37.8	gradi
reazione in testa palo più sollecitato	R_{max}	1973	KN
forza di compressione risultante	N_{ed}	3218	KN

b	3000	mm	Larghezza direzione trasv.
d	2362	mm	Altezza utile
A	1737447	mm ²	Area puntone

$N_{ed,I}$	3218	kN	Forza di compressione agente (comb. Rara)
σ_c	1.9	MPa	Tensione di compressione agente
$0.60 f_{ck}$	11.3	MPa	Resistenza di progetto del cls
Verifica	ok		
CS	6.07		Coefficiente di sicurezza

15.7.1 Verifica a fessurazione

Per la verifica a fessurazione si determina la massima tensione nelle barre del tirante e si valuta l'ampiezza delle fessure considerando l'area effettiva completamente tesa.

Zona palo d'angolo

Verifica fessure - SLE_qp

angolo di deviazione risultate rispetto alle ascisse	α_1	45.0	gradi
	α_2	45.0	gradi
ipotenusa proiezione orizzontale puntone	L	4.45	m
altezza utile	h	2.36	m
inclinazione rispetto all'orizzontale puntone (0.9d/L)	ϑ	25.5	gradi
reazione in testa palo più sollecitato	R_{max}	1973	KN
forza di trazione risultante	T_{ed}	4130	KN
proiezione forza di trazione in trasversale	$T_{ed,t}$	2920	KN
proiezione forza di trazione in longitudinale	$T_{ed,l}$	2920	KN

f_{ctm}	2.56	N/mm ²
E_s	210000	N/mm ²
E_{cm}	31476	N/mm ²
c	60	mm
k_1	0.8	-
k_2	1	-
k_3	3.4	-
k_4	0.425	-
ϕ_1	26	mm
n1	12.5	-
ϕ_2	26	mm
n2	12.5	-
ϕ_3	26	mm
n3	12.5	-
ϕ_4	26	mm
n4	12.5	-
h	2500	mm
b	2500	mm
d	2362	mm
h_{eff}	345	mm
$A_{c,eff}$	862500	mm ²
$A_{s,tot}$	26546.458	mm ²
ρ_{eff}	0.0308	-
Δs_m	289	mm
N[kN]	2920	kN
σ_s	110	N/mm ²
ϵ_s	0.000524	-
k_t	0.4	-
α_e	6.67	-
ϵ_{sm}	0.00033	-

Resistenza a trazione media

Modulo elastico acciaio

Modulo elastico calcestruzzo

Ricoprimento dell'armatura

coeff. K1 (0.8 barre ad aderenza migliorata)

coeff. K2 (1 nel caso di trazione)

coeff. K3

Coeff K4

Diametro delle barre strato 1

Numero delle barre strato 1

Diametro delle barre strato 2

Numero delle barre strato 2

Diametro delle barre strato 3

Numero delle barre strato 3

Diametro delle barre strato 4

Numero delle barre strato 4

Altezza sezione

Larghezza sezione

Altezza efficace

Altezza effettiva

Area calcestruzzo effettiva

Area totale barre armatura

Rapporto $A_s/A_{c,eff}$

Distanza media tra le fessure

Azione assiale

Tensione sulle barre

Deformazione nelle barre

0.6 carichi breve durata, 0.4 carichi lunga durata

Rapporto tra E_s/E_{cm}

Deformazione unitaria media delle barre di armatura

wk	0.163	mm	<0.200 mm	Ampiezza caratteristica di verifica
----	-------	----	-----------	-------------------------------------

Zona palo di bordo

angolo di deviazione risultate rispetto alle ascisse	α_1	90.0	gradi
	α_2	0.0	gradi
ipotenusa proiezione orizzontale puntone	L	2.74	m
altezza utile	h	2.36	m
inclinazione rispetto all'orizzontale puntone (0.9d/L)	ϑ	37.8	gradi
reazione in testa palo più sollecitato	R_{max}	1973	KN
forza di trazione risultante	T_{ed}	2543	KN
proiezione forza di trazione in trasversale	$T_{ed,t}$	0	KN
proiezione forza di trazione in longitudinale	$T_{ed,l}$	2543	KN

f_{ctm}	2.56	N/mm ²
E_s	210000	N/mm ²
E_{cm}	31475.8	N/mm ²
c	60	mm
k_1	0.8	-
k_2	1	-
k_3	3.4	-
k_4	0.425	-
ϕ_1	26	mm
n1	15	-
ϕ_2	26	mm
n2	15	-
ϕ_3	26	mm
n3	15	-
h	2500	mm
b	3000	mm
x	-1000000	mm
d	2362	mm
h_{eff}	345	mm
$A_{c,eff}$	1035000	mm ²
$A_{s,tot}$	23891.812	mm ²
ρ_{eff}	0.0231	-
Δs_m	345	mm
N[kN]	2543	kN
σ_s	106	N/mm ²
ϵ_s	0.000507	-
k_t	0.4	-
α_e	6.67	-
ϵ_{sm}	0.00030	-
wk	0.178	mm

Resistenza a trazione media

Modulo elastico acciaio

Modulo elastico calcestruzzo

Ricoprimento dell'armatura

coeff. K1 (0.8 barre ad aderenza migliorata)

coeff. K2 (1 nel caso di trazione)

coeff. K3

Coeff. K4

Diametro delle barre strato 1

Numero delle barre strato 1

Diametro delle barre strato 2

Numero delle barre strato 2

Diametro delle barre strato 3

Numero delle barre strato 3

Altezza sezione

Larghezza sezione

Asse neutro

Altezza efficace

Altezza effettiva

Area calcestruzzo effettiva

Area totale barre armatura

Rapporto $A_s/A_{c,eff}$

Distanza media tra le fessure

Azione assiale

Tensione sulle barre

Deformazione nelle barre

0.6 carichi breve durata, 0.4 carichi lunga durata

Rapporto tra E_s/E_{cm}

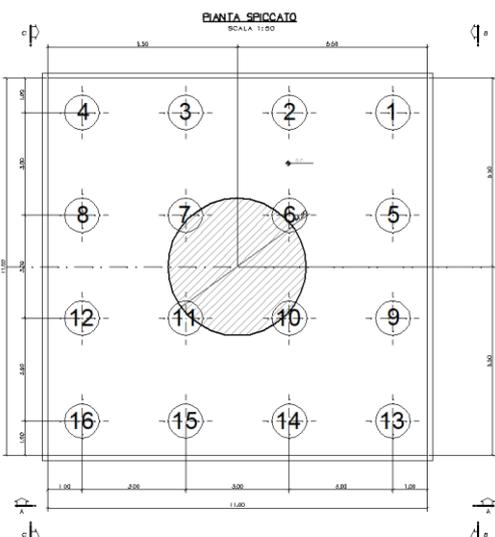
Deformazione unitaria media delle barre di armatura

<0.200 mm Ampiezza caratteristica di verifica

15.8 Verifica plinto di fondazione P2

Per la progettazione e verifica del plinto di fondazione è necessario valutare preventivamente le sollecitazioni agenti sui singoli pali. Tali sollecitazioni sono state identificate mediante una ripartizione rigida dal baricentro della fondazione.

numero pali	n	16	-
diametro pali	D	1	m
interasse pali	i	3	m



n	Dz (m)	Dy (m)	N _{SLU} [kN]	N _{SLV} [kN]	N _{SLE_R} [kN]	N _{SLE_QP} [kN]
1	4.5	4.5	3495	3300	2554	1970
2	1.5	4.5	3517	3014	2568	1961
3	-1.5	4.5	3540	2728	2583	1956
4	-4.5	4.5	3563	2442	2598	1973
5	4.5	1.5	3283	3321	2395	1970
6	1.5	1.5	3265	2333	2383	1961
7	-1.5	1.5	3246	2047	2372	1956
8	-4.5	1.5	3228	1761	2360	1973
9	4.5	-1.5	3253	3525	2372	1970
10	1.5	-1.5	3264	2516	2369	1961
11	-1.5	-1.5	3287	2047	2384	1956
12	-4.5	-1.5	3310	1761	2398	1973
13	4.5	-4.5	3974	3729	2874	1970
14	1.5	-4.5	3997	3014	2889	1961
15	-1.5	-4.5	4020	2728	2904	1956
16	-4.5	-4.5	4043	2442	2918	1973

Il plinto, ricadendo nella categoria di elementi tozzi, è stato verificato ipotizzando un meccanismo di tirante puntone.

La larghezza collaborante è stata considerata, in funzione della posizione del palo, pari all'interasse dei pali o pari alla somma di metà interasse e della distanza tra il palo ed il bordo del plinto.

Armatura longitudinale inferiore

Diametro ferro ϕ	26	mm
Passo s	200	mm
Numero di strati	3	

Armatatura trasversale inferiore

Diametro ferro ϕ	26	mm
Passo s	200	mm
Numero di strati	3	

In corrispondenza dei pali d'angolo è previsto un infittimento con un ulteriore strato di $\phi 26/200$ in entrambe le direzioni.

15.8.1 Verifica dei tiranti

Viene riportata la verifica in corrispondenza del palo maggiormente sollecitato.

Zona palo d'angolo

Verifica SLU

angolo di deviazione risultate rispetto alle ascisse	$\alpha 1$	45.0	gradi
	$\alpha 2$	45.0	gradi
ipotenusa proiezione orizzontale puntone	L	4.45	m
altezza utile	d	2.36	m
inclinazione rispetto all'orizzontale puntone (0.9d/L)	ϑ	25.5	gradi
reazione in testa palo più sollecitato	R_{max}	4083	KN
forza di trazione risultante	T_{ed}	8547	KN
proiezione forza di trazione in trasversale	$T_{ed,t}$	6043	KN
proiezione forza di trazione in longitudinale	$T_{ed,l}$	6043	KN

Longitudinale

f_{yd}	391.30	MPa	Tensione di snervamento di progetto
$A_{s,l}$	26546.46	mm ²	Area totale ferri
$T_{rd,l}$	10387.74	kN	Forza di trazione resistente
T_{ed}	6043	kN	Forza di trazione di progetto
Verifica	ok		
CS	1.72		Coefficiente di sicurezza

Trasversale

f_{yd}	391.30	MPa	Tensione di snervamento di progetto
$A_{s,t}$	26546.46	mm ²	Area totale ferri
$T_{rd,t}$	10387.74	kN	Forza di trazione resistente

T_{ed}	6043	kN	Forza di trazione di progetto
Verifica	ok		
CS	1.72		Coefficiente di sicurezza

Verifica SLE: valori limite delle tensioni

angolo di deviazione risultate rispetto alle ascisse	$\alpha 1$	45.0	gradi
	$\alpha 2$	45.0	gradi
ipotenusa proiezione orizzontale puntone	L	4.45	m
altezza utile	d	2.36	m
inclinazione rispetto all'orizzontale puntone (0.9d/L)	ϑ	25.5	gradi
reazione in testa palo più sollecitato	R_{max}	2958	KN
forza di trazione risultante	T_{ed}	6192	KN
proiezione forza di trazione in trasversale	$T_{ed,t}$	4378	KN
proiezione forza di trazione in longitudinale	$T_{ed,l}$	4378	KN

Longitudinale

$0.8 f_{yk}$	360.00	MPa	Limite tensionale dell'acciaio
$T_{max,l}$	4378	kN	Trazione di progetto (comb. Rara)
$A_{s,l}$	26546.46	mm ²	Area totale ferri
σ_s	164.93	MPa	Tensione acciaio
Verifica	ok		
CS	2.18		Coefficiente di sicurezza

Trasversale

$0.8 f_{yk}$	360.00	MPa	Limite tensionale dell'acciaio
$T_{max,t}$	4378	kN	Trazione di progetto (comb. Rara)
$A_{s,t}$	26546.46	mm ²	Area totale ferri
σ_s	164.93	MPa	Tensione acciaio
Verifica	ok		
CS	2.18		Coefficiente di sicurezza

Zona palo di bordo

Verifica SLU

angolo di deviazione risultate rispetto alle ascisse	$\alpha 1$	90.0	gradi
	$\alpha 2$	0.0	gradi
ipotenusa proiezione orizzontale puntone	L	2.74	m
altezza utile	d	2.36	m
inclinazione rispetto all'orizzontale puntone (0.9d/L)	ϑ	37.8	gradi
reazione in testa palo più sollecitato	R_{max}	4057	KN

forza di trazione risultante	T_{ed}	5230	KN
proiezione forza di trazione in trasversale	$T_{ed,t}$	0	KN
proiezione forza di trazione in longitudinale	$T_{ed,l}$	5230	KN

Longitudinale

f_{yd}	391.30	MPa	Tensione di snervamento di progetto
$A_{s,l}$	23891.81	mm ²	Area totale ferri
$T_{rd,l}$	9348.97	kN	Forza di trazione resistente
T_{ed}	5230	kN	Forza di trazione di progetto
Verifica	ok		
CS	1.79		Coefficiente di sicurezza

Verifica SLE: valori limite delle tensioni

angolo di deviazione risultate rispetto alle ascisse	α_1	90.0	gradi
	α_2	0.0	gradi
ipotenusa proiezione orizzontale puntone	L	2.74	m
altezza utile	h	2.36	m
inclinazione rispetto all'orizzontale puntone (0.9d/L)	ϑ	37.8	gradi
reazione in testa palo più sollecitato	R_{max}	2941	KN
forza di trazione risultante	T_{ed}	3790	KN
proiezione forza di trazione in trasversale	$T_{ed,t}$	0	KN
proiezione forza di trazione in longitudinale	$T_{ed,l}$	3790	KN

Longitudinale

$0.8 f_{yk}$	360.00	MPa	Limite tensionale dell'acciaio
$T_{max,l}$	3790	kN	Trazione di progetto (comb. Rara)
$A_{s,l}$	23891.81	mm ²	Area totale ferri
σ_s	158.64	MPa	Tensione acciaio
Verifica	ok		
CS	2.27		Coefficiente di sicurezza

15.8.2 Verifica dei puntoni

Zona palo d'angolo

Verifica SLU

ipotenusa proiezione orizzontale puntone	L	4.45	m
altezza utile	d	2.36	m
inclinazione rispetto all'orizzontale puntone (0.9d/L)	ϑ	25.5	gradi
reazione in testa palo più sollecitato	R_{max}	4083	KN
forza di compressione risultante	N_{ed}	9472	KN

N_{ed}	9472	kN	Forza di compressione agente
b	3536	mm	Larghezza puntone
d	2362	mm	Altezza utile
f_{cd}	14.17	MPa	Resistenza di progetto del cls
N_{rd}	20398	MPa	Forza di compressione resistente
Verifica	ok		
CS	2.15		Coefficiente di sicurezza

Verifica SLE RARA: valori limite delle tensioni

ipotenusa proiezione orizzontale puntone	L	4.45	m
altezza utile	d	2.36	m
inclinazione rispetto all'orizzontale puntone (0.9d/L)	ϑ	25.5	gradi
reazione in testa palo più sollecitato	R_{max}	2958	KN
forza di compressione risultante	N_{ed}	6862	KN

b	3536	mm	Larghezza direzione trasv.
d	2362	mm	Altezza utile
A	1439865	mm ²	Area puntone

$N_{ed,l}$	6862	kN	Forza di compressione agente (comb. Rara)
σ_c	4.8	MPa	Tensione di compressione agente
$0.60 f_{ck}$	15.0	MPa	Resistenza di progetto del cls
Verifica	ok		
CS	3.15		Coefficiente di sicurezza

Verifica SLE QUASI PERMANENTE: valori limite delle tensioni

ipotenusa proiezione orizzontale puntone	L	4.5	m
altezza utile	d	2.4	m
inclinazione rispetto all'orizzontale puntone (0.9d/L)	ϑ	25.5	gradi
reazione in testa palo più sollecitato	R _{max}	1951	KN
forza di compressione risultante	N _{ed}	4525	KN

b	3536	mm	Larghezza direzione trasv.
d	2362	mm	Altezza utile
A	1439865	mm ²	Area puntone

N _{ed,I}	4525	kN	Forza di compressione agente (comb. Rara)
σ_c	3.1	MPa	Tensione di compressione agente
0.60 f _{ck}	11.3	MPa	Resistenza di progetto del cls
Verifica	ok		
CS	3.58		Coefficiente di sicurezza

Zona palo di bordo

Verifica SLU

ipotenusa proiezione orizzontale puntone	L	2.74	m
altezza utile	h	2.36	m
inclinazione rispetto all'orizzontale puntone (0.9d/L)	ϑ	37.8	gradi
reazione in testa palo più sollecitato	R _{max}	4057	KN
forza di compressione risultante	N _{ed}	6619	KN

N _{ed}	6619	kN	Forza di compressione agente
b	3000	mm	Larghezza puntone
d	2362	mm	Altezza utile
f _{cd}	14.17	MPa	Resistenza di progetto del cls
N _{rd}	24614	MPa	Forza di compressione resistente
Verifica	ok		
CS	3.72		Coefficiente di sicurezza

Verifica SLE RARA: valori limite delle tensioni

ipotenusa proiezione orizzontale puntone	L	2.74	m
altezza utile	h	2.36	m
inclinazione rispetto all'orizzontale puntone (0.9d/L)	ϑ	37.8	gradi

reazione in testa palo più sollecitato	R_{max}	2941	KN
forza di compressione risultante	N_{ed}	4797	KN

b	3000	mm	Larghezza direzione trasv.
d	2362	mm	Altezza utile
A	1737447	mm ²	Area puntone

$N_{ed,l}$	4797	kN	Forza di compressione agente (comb. Rara)
σ_c	2.8	MPa	Tensione di compressione agente
$0.60 f_{ck}$	15.0	MPa	Resistenza di progetto del cls
Verifica	ok		
CS	5.43		Coefficiente di sicurezza

Verifica SLE QUASI PERMANENTE: valori limite delle tensioni

ipotenusa proiezione orizzontale puntone	L	2.7	m
altezza utile	h	2.4	m
inclinazione rispetto all'orizzontale puntone (0.9d/L)	ϑ	37.8	gradi
reazione in testa palo più sollecitato	R_{max}	1951	KN
forza di compressione risultante	N_{ed}	3182	KN

b	3000	mm	Larghezza direzione trasv.
d	2362	mm	Altezza utile
A	1737447	mm ²	Area puntone

$N_{ed,l}$	3182	kN	Forza di compressione agente (comb. Rara)
σ_c	1.8	MPa	Tensione di compressione agente
$0.60 f_{ck}$	11.3	MPa	Resistenza di progetto del cls
Verifica	ok		
CS	6.14		Coefficiente di sicurezza

15.8.3 Verifica a fessurazione

Per la verifica a fessurazione si determina la massima tensione nelle barre del tirante e si valuta l'ampiezza delle fessure considerando l'area effettiva completamente tesa.

Zona palo d'angolo

<i>Verifica fessure - SLE_qp</i>			
angolo di deviazione risultate rispetto alle ascisse	α_1	45.0	gradi
	α_2	45.0	gradi
ipotenusa proiezione orizzontale puntone	L	4.45	m
altezza utile	h	2.36	m
inclinazione rispetto all'orizzontale puntone (0.9d/L)	ϑ	25.5	gradi
reazione in testa palo più sollecitato	R_{max}	1973	KN
forza di trazione risultante	T_{ed}	4130	KN
proiezione forza di trazione in trasversale	$T_{ed,t}$	2920	KN
proiezione forza di trazione in longitudinale	$T_{ed,l}$	2920	KN

f_{ctm}	2.56	N/mm ²
E_s	210000	N/mm ²
E_{cm}	31475.806	N/mm ²
c	60	mm
k_1	0.8	-
k_2	1	-
k_3	3.4	-
k_4	0.425	-
ϕ_1	26	mm
n1	12.5	-
ϕ_2	26	mm
n2	12.5	-
ϕ_3	26	mm
n3	12.5	-
ϕ_4	26	mm
n4	12.5	-
h	2500	mm
b	2500	mm
d	2362	mm
h_{eff}	345	mm
$A_{c,eff}$	862500	mm ²
$A_{s,tot}$	26546.458	mm ²
ρ_{eff}	0.0308	-
Δs_m	289	mm
N[kN]	2887	kN
σ_s	109	N/mm ²
ϵ_s	0.000518	-
k_t	0.4	-
α_e	6.67	-
ϵ_{sm}	0.00033	-

Resistenza a trazione media

Modulo elastico acciaio

Modulo elastico calcestruzzo

Ricoprimento dell'armatura

coeff. K1 (0.8 barre ad aderenza migliorata)

coeff. K2 (1 nel caso di trazione)

coeff. K3

coeff. K4

Diametro delle barre strato 1

Numero delle barre strato 1

Diametro delle barre strato 2

Numero delle barre strato 2

Diametro delle barre strato 3

Numero delle barre strato 3

Diametro delle barre strato 4

Numero delle barre strato 4

Altezza sezione

Larghezza sezione

Altezza efficace

Altezza effettiva

Area calcestruzzo effettiva

Area totale barre armatura

Rapporto $A_s/A_{c,eff}$

Distanza media tra le fessure

Azione assiale

Tensione sulle barre

Deformazione nelle barre

0.6 carichi breve durata, 0.4 carichi lunga durata

Rapporto tra E_s/E_{cm}

Deformazione unitaria media delle barre di armatura

wk	0.160	mm	<0.200 mm	Ampiezza caratteristica di verifica
----	-------	----	-----------	-------------------------------------

Zona palo di bordo

Verifica fessure - SLE_qp

angolo di deviazione risultate rispetto alle ascisse	$\alpha 1$	90.0	gradi
	$\alpha 2$	0.0	gradi
ipotenusa proiezione orizzontale puntone	L	2.74	m
altezza utile	h	2.36	m
inclinazione rispetto all'orizzontale puntone (0.9d/L)	ϑ	37.8	gradi
reazione in testa palo più sollecitato	R_{max}	1951	KN
forza di trazione risultante	T_{ed}	2514	KN
proiezione forza di trazione in trasversale	$T_{ed,t}$	0	KN
proiezione forza di trazione in longitudinale	$T_{ed,l}$	2514	KN

f_{ctm}	2.56	N/mm ²
E_s	210000	N/mm ²
E_{cm}	31475.806	N/mm ²
c	60	mm
k_1	0.8	-
k_2	1	-
k_3	3.4	-
k_4	0.425	-
$\phi 1$	26	mm
n1	15	-
$\phi 2$	26	mm
n2	15	-
$\phi 3$	26	mm
n3	15	-
h	2500	mm
b	3000	mm
x	-1000000	mm
d	2362	mm
h_{eff}	345	mm
$A_{c,eff}$	1035000	mm ²
$A_{s,tot}$	23891.812	mm ²
ρ_{eff}	0.0231	-
Δs_m	345	mm
N[kN]	2514	kN
σ_s	105	N/mm ²
ϵ_s	0.000501	-
k_t	0.4	-
α_e	6.67	-
ϵ_{sm}	0.00030	-
wk	0.176	mm

<0.200 mm Ampiezza caratteristica di verifica

Resistenza a trazione media

Modulo elastico acciaio

Modulo elastico calcestruzzo

Ricoprimento dell'armatura

coeff. K1 (0.8 barre ad aderenza migliorata)

coeff. K2 (1 nel caso di trazione)

coeff.

coeff

Diametro delle barre strato 1

Numero delle barre strato 1

Diametro delle barre strato 2

Numero delle barre strato 2

Diametro delle barre strato 3

Numero delle barre strato 3

Altezza sezione

Larghezza sezione

Asse neutro

Altezza efficace

Altezza effettiva

Area calcestruzzo effettiva

Area totale barre armatura

Rapporto $A_s/A_{c,eff}$

Distanza media tra le fessure

Azione assiale

Tensione sulle barre

Deformazione nelle barre

0.6 carichi breve durata, 0.4 carichi lunga durata

Rapporto tra E_s/E_{cm}

Deformazione unitaria media delle barre di armatura

15.9 Verifica strutturale pali fondazione P1

Il momento flettente agente in testa palo viene derivato dal taglio in testa palo nell'ipotesi di elasticità lineare sia per il palo che per il terreno. Risulta:

$$M = T * \alpha$$

$$\alpha = 2.20$$

Per la determinazione di α si rimanda al paragrafo 16.5.2.

Di seguito si riepilogano le sollecitazioni per le verifiche strutturali del singolo palo:

pila1	N (kN)	M (kNm)	T (kN)
SLU	1303	155.7	71
	3168	14.2	6
	2142	256.6	117
	1775	151.1	69
	2356	155.7	70.8
	3313	14.2	6.5
	3327	256.6	116.7
	4043	151.1	68.7
SLV	1080	393.3	179
	1239	408.1	185
	399	814.4	370
	90	1144.2	520
	2549	393.3	178.8
	2777	408.1	185.5
	3300	814.4	370.2
	3729	1144.2	520.1
SLER	1497	102.8	47
	2298	9.0	4
	1664	171.6	78
	1370	101.6	46
	2143	102.8	46.7
	2398	9.0	4.1
	2391	171.6	78.0
	2958	101.6	46.2
SLEF	1657	35.2	16
	2032	7.0	3
	1657	35.2	16
	1747	9.4	4
	1901	35.2	16.0
	2258	7.0	3.2
	1901	35.2	16.0
	2226	9.4	4.3
SLQP	1845	9.3	4
	1943	7.1	3
	1922	13.2	6
	1922	13.2	6
	1881	9.3	4.2

pila1	N (kN)	M (kNm)	T (kN)
	1970	7.1	3.2
	1973	13.2	6.0
	1973	13.2	6.0

Sono considerate le seguenti armature:

ferri longitudinali: 28 ϕ 30

staffe: ϕ 12 /150

DATI GENERALI SEZIONE CIRCOLARE DI PALO IN C.A.

NOME SEZIONE: palo pila1

Descrizione Sezione:	
Metodo di calcolo resistenza:	Stati Limite Ultimi
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Tipologia sezione:	Sezione predefinita di Palo
Forma della sezione:	Circolare
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Condizioni Ambientali:	Poco aggressive
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicit�:	Comb. non sismiche

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C25/30
	Resistenza compress. di progetto fcd:	14.16 MPa
	Resistenza compress. ridotta fcd':	7.08 MPa
	Deform. unitaria max resistenza ec2:	0.0020
	Deformazione unitaria ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale Ec:	31475.0 MPa
	Resis. media a trazione fctm:	2.56 MPa
	Coeff.Omogen. S.L.E.:	15.00
	Sc limite S.L.E. comb. Rare:	15.0 MPa
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	15.0 MPa
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.400 mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	11.3 MPa
	Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.300 mm
ACCIAIO -	Tipo:	B450C
	Resist. caratt. a snervamento fyk:	450.0 MPa
	Resist. caratt. a rottura ftk:	450.0 MPa
	Resist. a snerv. di progetto fyd:	391.3 MPa
	Resist. ultima di progetto ftd:	391.3 MPa
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068
	Modulo Elastico Ef:	200000.0 MPa
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Bilineare finito
	Coeff. Aderenza istant. $\beta_1*\beta_2$:	1.00
	Coeff. Aderenza differito $\beta_1*\beta_2$:	0.50
Comb.Rare - Sf Limite:	360.0 MPa	

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Diametro sezione:	100.0	cm
Barre circonferenza:	28 ϕ 30	(197.9 cm ²)

Coprif.(dal baric. barre): 10.2 cm

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	1303.00	155.70	71.00	0.00
2	3168.00	14.20	6.00	0.00
3	2142.00	256.60	117.00	0.00
4	1775.00	151.10	69.00	0.00
5	2356.00	155.70	70.80	0.00
6	3313.00	14.20	6.50	0.00
7	3327.00	256.60	116.70	0.00
8	4043.00	151.10	68.70	0.00
9	1080.00	393.30	179.00	0.00
10	1239.00	408.10	185.00	0.00
11	399.00	814.40	370.00	0.00
12	90.00	1144.20	520.00	0.00
13	2549.00	393.30	178.80	0.00
14	2777.00	408.10	185.50	0.00
15	3300.00	814.40	370.20	0.00
16	3729.00	1144.20	520.10	0.00

COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N°Comb.	N	Mx
1	1497.00	102.80
2	2298.00	9.00
3	1664.00	171.60
4	1370.00	101.60
5	2143.00	102.80
6	2398.00	9.00
7	2391.00	171.60
8	2958.00	101.60

COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N°Comb.	N	Mx
1	1657.00	35.20 (0.00)
2	2032.00	7.00 (0.00)
3	1657.00	35.20 (0.00)
4	1747.00	9.40 (0.00)
5	1901.00	35.20 (0.00)
6	2258.00	7.00 (0.00)
7	1901.00	35.20 (0.00)
8	2226.00	9.40 (0.00)

COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Mx
Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)	Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione)

con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	1845.00	9.30 (0.00)
2	1943.00	7.10 (0.00)
3	1922.00	13.20 (0.00)
4	1922.00	13.20 (0.00)
5	1881.00	9.30 (0.00)
6	1970.00	7.10 (0.00)
7	1973.00	13.20 (0.00)
8	1973.00	13.20 (0.00)

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	8.7	cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	5.9	cm
Interferro massimo barre longitudinali:	0.0	cm [deve essere < 30.0]
Copriferro netto minimo staffe:	7.5	cm

VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N	Sforzo normale baricentrico assegnato [kN] (positivo se di compressione)
Mx	Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse x baricentrico
N Ult	Sforzo normale alla massima resistenza [kN] nella sezione (positivo se di compress.)
Mx rd	Momento resistente ultimo [kNm] riferito all'asse x baricentrico
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N rd, Mx rd) e (N, Mx) Verifica positiva se tale rapporto risulta ≥ 1.000
Yn	Ordinata [cm] dell'asse neutro alla massima resistenza nel sistema di rif. X,Y,O sez.
As Tot.	Area complessiva armature long. pilastro [cm ²]. (tra parentesi l'area minima di normativa)

N°Comb	Ver	N	Mx	N rd	Mx rd	Mis.Sic.	Yn	x/d	C.Rid.	As Tot.
1	S	1303.00	155.70	1303.14	2669.43	17.145	12.0	---	---	197.9 (23.6)
2	S	3168.00	14.20	3167.78	2840.04	200.003	4.4	---	---	197.9 (23.6)
3	S	2142.00	256.60	2142.10	2763.89	10.771	8.6	---	---	197.9 (23.6)
4	S	1775.00	151.10	1775.21	2723.36	18.024	10.1	---	---	197.9 (23.6)
5	S	2356.00	155.70	2355.87	2786.82	17.899	7.7	---	---	197.9 (23.6)
6	S	3313.00	14.20	3312.98	2847.43	200.523	3.8	---	---	197.9 (23.6)
7	S	3327.00	256.60	3326.90	2848.12	11.099	3.7	---	---	197.9 (23.6)
8	S	4043.00	151.10	4042.89	2869.64	18.992	.8	---	---	197.9 (23.6)
9	S	1080.00	393.30	1079.76	2637.60	6.706	12.9	---	---	197.9 (23.6)
10	S	1239.00	408.10	1239.26	2662.00	6.523	12.2	---	---	197.9 (23.6)
11	S	399.00	814.40	398.93	2528.55	3.105	15.8	---	---	197.9 (23.6)
12	S	90.00	1144.20	89.94	2477.63	2.165	17.1	---	---	197.9 (23.6)
13	S	2549.00	393.30	2549.23	2806.41	7.136	6.9	---	---	197.9 (23.6)
14	S	2777.00	408.10	2776.81	2819.17	6.908	6.0	---	---	197.9 (23.6)
15	S	3300.00	814.40	3299.88	2846.77	3.496	3.8	---	---	197.9 (23.6)
16	S	3729.00	1144.20	3728.97	2867.05	2.506	2.0	---	---	197.9 (23.6)

DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

ec max	Deform. unit. massima del calcestruzzo a compressione
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compressione)
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00350	50.0	0.00256	39.8	-0.00476	-39.8

2	0.00350	50.0	0.00272	39.8	-0.00339	-39.8
3	0.00350	50.0	0.00264	39.8	-0.00409	-39.8
4	0.00350	50.0	0.00260	39.8	-0.00438	-39.8
5	0.00350	50.0	0.00266	39.8	-0.00393	-39.8
6	0.00350	50.0	0.00273	39.8	-0.00330	-39.8
7	0.00350	50.0	0.00273	39.8	-0.00329	-39.8
8	0.00350	50.0	0.00277	39.8	-0.00288	-39.8
9	0.00350	50.0	0.00254	39.8	-0.00498	-39.8
10	0.00350	50.0	0.00256	39.8	-0.00482	-39.8
11	0.00350	50.0	0.00246	39.8	-0.00569	-39.8
12	0.00350	50.0	0.00242	39.8	-0.00604	-39.8
13	0.00350	50.0	0.00267	39.8	-0.00379	-39.8
14	0.00350	50.0	0.00269	39.8	-0.00364	-39.8
15	0.00350	50.0	0.00273	39.8	-0.00330	-39.8
16	0.00350	50.0	0.00276	39.8	-0.00305	-39.8

ARMATURE A TAGLIO E/O TORSIONE DI INVILUPPO PER LE COMBINAZIONI ASSEGNATE

Diametro staffe/legature:	12	mm	
Passo staffe:	15.0	cm	[Passo massimo di normativa = 25.0 cm]
N.Bracci staffe:	2		
Area staffe/m :	15.1	cm ² /m	[Area Staffe Minima NTC = 2.3 cm ² /m]

VERIFICHE A TAGLIO

Ver	S = comb.verificata a taglio-tors./ N = comb. non verificata
Ved	Taglio agente [kN] uguale al taglio Vy di comb. (sollecit. retta)
Vrd	Taglio resistente [kN] in assenza di staffe [formula (4.1.23)NTC]
Vcd	Taglio compressione resistente [kN] lato calcestruzzo [formula (4.1.28)NTC]
Vwd	Taglio trazione resistente [kN] assorbito dalle staffe [formula (4.1.27)NTC]
bw z	Larghezza minima [cm] sezione misurata parallelam. all'asse neutro Braccio coppia interna
Ctg	Cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di calcestruzzo
Acw	Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione
Ast	Area staffe/metro strettamente necessaria per taglio e torsione [cm ² /m]

N°Comb	Ver	Ved	Vcd	Vwd	bw z	Ctg	Acw	Ast
1	S	71.00	1563.37	930.34	90.9 63.1	2.500	1.117	1.2
2	S	6.00	1658.32	889.18	90.2 60.3	2.500	1.250	0.1
3	S	117.00	1630.62	912.11	90.6 61.8	2.500	1.193	1.9
4	S	69.00	1602.22	920.28	90.7 62.4	2.500	1.160	1.1
5	S	70.80	1646.46	907.22	90.5 61.5	2.500	1.212	1.2
6	S	6.50	1651.07	885.91	90.1 60.1	2.500	1.250	0.1
7	S	116.70	1650.37	885.60	90.1 60.0	2.500	1.250	2.0
8	S	68.70	1615.24	869.83	89.8 59.0	2.500	1.250	1.2
9	S	179.00	1537.57	939.14	90.2 63.7	2.500	1.097	2.9
10	S	185.00	1550.27	935.25	90.1 63.4	2.500	1.111	3.0
11	S	370.00	1469.20	959.82	89.3 65.1	2.500	1.036	5.8
12	S	520.00	1441.25	966.74	89.4 65.5	2.500	1.008	8.1
13	S	178.80	1660.07	902.64	90.4 61.2	2.500	1.229	3.0
14	S	185.50	1676.97	897.77	90.3 60.9	2.500	1.250	3.1
15	S	370.20	1651.72	886.21	90.1 60.1	2.500	1.250	6.3
16	S	520.10	1629.82	876.37	89.9 59.4	2.500	1.250	8.9

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
Sc max	Massima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([MPa])
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sc min	Minima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([MPa])
Yc min	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc min (sistema rif. X,Y,O)
Ss min	Minima tensione di trazione (-) nell'acciaio [MPa]
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a Ss min (sistema rif. X,Y,O)
Dw Eff.	Spessore di calcestruzzo [cm] in zona tesa considerata aderente alle barre
Ac eff.	Area di congl. [cm ²] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)
As eff.	Area Barre tese di acciaio [cm ²] ricadente nell'area efficace(verifica fess.)

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Ss min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
--------	-----	--------	--------	--------	--------	--------	--------	---------	---------	---------	---------

1	S	2.09	-50.0	0.68	50.0	12.3	39.8	0.0	2250	0.0	---
2	S	2.19	-50.0	2.06	50.0	31.1	39.8	0.0	2250	0.0	---
3	S	2.72	-50.0	0.36	50.0	9.0	39.8	0.0	1885	0.0	---
4	S	1.97	-50.0	0.57	50.0	10.6	39.8	0.0	1864	0.0	---
5	S	2.69	-50.0	1.27	50.0	21.2	39.8	0.0	1892	0.0	---
6	S	2.28	-50.0	2.15	50.0	32.5	39.8	0.0	0	0.0	---
7	S	3.39	-50.0	1.03	50.0	19.0	39.8	0.0	1850	0.0	---
8	S	3.43	-50.0	2.03	50.0	32.6	39.8	0.0	1850	0.0	---

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

Ver	Esito verifica
e1	Minima deformazione unitaria (trazione: segno -) nel calcestruzzo in sez. fessurata
e2	Massima deformazione unitaria (compress.: segno +) nel calcestruzzo in sez. fessurata
K2	= 0.5 per flessione; $=(e1 + e2)/(2 \cdot e2)$ in trazione eccentrica per la (7.13)EC2 e la (C4.1.11)NTC
Kt	fattore di durata del carico di cui alla (7.9) dell'EC2
e sm	Deformazione media acciaio tra le fessure al netto di quella del cls. Tra parentesi il valore minimo = 0.6 Ss/Es
srm	Distanza massima in mm tra le fessure
wk	Apertura delle fessure in mm fornito dalla (7.8)EC2 e dalla (C4.1.7)NTC. Tra parentesi è indicato il valore limite.
M fess.	Momento di prima fessurazione [kNm]

N°Comb	Ver	e1	e2	e3	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	0.00005	0.00016	---	---	---	---	---	---	0.00
2	S	0.00015	0.00016	---	---	---	---	---	---	0.00
3	S	0.00003	0.00020	---	---	---	---	---	---	0.00
4	S	0.00004	0.00015	---	---	---	---	---	---	0.00
5	S	0.00010	0.00020	---	---	---	---	---	---	0.00
6	S	0.00016	0.00017	---	---	---	---	---	---	0.00
7	S	0.00008	0.00025	---	---	---	---	---	---	0.00
8	S	0.00015	0.00026	---	---	---	---	---	---	0.00

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Ss min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	1.77	-50.0	1.29	50.0	20.1	39.8	0.0	2250	0.0	---
2	S	1.93	-50.0	1.83	50.0	27.6	39.8	0.0	2250	0.0	---
3	S	1.77	-50.0	1.29	50.0	20.1	39.8	0.0	1850	0.0	---
4	S	1.68	-50.0	1.55	50.0	23.4	39.8	0.0	1850	0.0	---
5	S	2.00	-50.0	1.51	50.0	23.5	39.8	0.0	0	0.0	---
6	S	2.13	-50.0	2.04	50.0	30.7	39.8	0.0	0	0.0	---
7	S	2.00	-50.0	1.51	50.0	23.5	39.8	0.0	0	0.0	---
8	S	2.12	-50.0	1.99	50.0	30.1	39.8	0.0	0	0.0	---

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	e1	e2	e3	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	0.00010	0.00013	---	---	---	---	---	---	0.00
2	S	0.00014	0.00014	---	---	---	---	---	---	0.00
3	S	0.00010	0.00013	---	---	---	---	---	---	0.00
4	S	0.00012	0.00013	---	---	---	---	---	---	0.00
5	S	0.00011	0.00015	---	---	---	---	---	---	0.00
6	S	0.00015	0.00016	---	---	---	---	---	---	0.00
7	S	0.00011	0.00015	---	---	---	---	---	---	0.00
8	S	0.00015	0.00016	---	---	---	---	---	---	0.00

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Ss min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	1.77	-50.0	1.64	50.0	24.8	39.8	0.0	2250	0.0	---
2	S	1.84	-50.0	1.75	50.0	26.3	39.8	0.0	2250	0.0	---
3	S	1.87	-50.0	1.68	50.0	25.6	39.8	0.0	0	0.0	---
4	S	1.87	-50.0	1.68	50.0	25.6	39.8	0.0	0	0.0	---
5	S	1.80	-50.0	1.67	50.0	25.3	39.8	0.0	0	0.0	---

6	S	1.87	-50.0	1.77	50.0	26.7	39.8	0.0	0	0.0	---
7	S	1.91	-50.0	1.73	50.0	26.3	39.8	0.0	0	0.0	---
8	S	1.91	-50.0	1.73	50.0	26.3	39.8	0.0	0	0.0	---

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	e1	e2	e3	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	0.00012	0.00013		---	---	---	---	---	0.00
2	S	0.00013	0.00014		---	---	---	---	---	0.00
3	S	0.00013	0.00014		---	---	---	---	---	0.00
4	S	0.00013	0.00014		---	---	---	---	---	0.00
5	S	0.00013	0.00014		---	---	---	---	---	0.00
6	S	0.00013	0.00014		---	---	---	---	---	0.00
7	S	0.00013	0.00014		---	---	---	---	---	0.00
8	S	0.00013	0.00014		---	---	---	---	---	0.00

15.10 Verifica strutturale pali fondazione P2

Il momento flettente agente in testa palo viene derivato dal taglio in testa palo nell'ipotesi di elasticità lineare sia per il palo che per il terreno. Risulta:

$$M = T * \alpha$$

$$\alpha = 2.20$$

Per la determinazione di α si rimanda al paragrafo 16.5.2.

Di seguito si riepilogano le sollecitazioni per le verifiche strutturali del singolo palo:

Pila 2	N (kN)	M (kNm)	T (kN)
SLU	1312	156.0	71
	3145	14.2	6
	2210	257.3	117
	1843	152.5	69
	2311	156.0	70.9
	3287	14.2	6.5
	3348	257.3	117.0
	4083	152.5	69.3
SLV	1081	403.2	183
	1305	388.6	177
	495	814.2	370
	235	1124.5	511
	2505	403.2	183.3
	2667	388.6	176.6
	3292	814.2	370.1
	3547	1124.5	511.1
SLER	1497	102.8	47
	2298	9.0	4
	1664	171.6	78
	1370	101.6	46
	2143	102.8	46.7
	2398	9.0	4.1
	2391	171.6	78.0
	2958	101.6	46.2
SLEF	1645	35.3	16
	2015	7.0	3
	1705	36.3	17
	1789	12.8	6
	1877	35.3	16.0
	2240	7.0	3.2
	1948	36.3	16.5
	2279	12.8	5.8
SLQP	1828	9.3	4
	1926	7.1	3
	1889	11.1	5
	1851	13.2	6
	1861	9.3	4.2

Pila 2	N (kN)	M (kNm)	T (kN)
	1951	7.1	3.2
	1936	11.1	5.1
	1890	13.2	6.0

Sono considerate le seguenti armature:

ferri longitudinali: 28 ϕ 30

staffe: ϕ 12 /150

DATI GENERALI SEZIONE CIRCOLARE DI PALO IN C.A.

NOME SEZIONE: palo pila2

Descrizione Sezione:	
Metodo di calcolo resistenza:	Stati Limite Ultimi
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Tipologia sezione:	Sezione predefinita di Palo
Forma della sezione:	Circolare
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Condizioni Ambientali:	Poco aggressive
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inertia
Riferimento alla sismicit�:	Comb. non sismiche

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C25/30
	Resistenza compress. di progetto fcd:	14.16 MPa
	Resistenza compress. ridotta fcd':	7.08 MPa
	Deform. unitaria max resistenza ec2:	0.0020
	Deformazione unitaria ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale Ec:	31475.0 MPa
	Resis. media a trazione fctm:	2.56 MPa
	Coeff.Omogen. S.L.E.:	15.00
	Sc limite S.L.E. comb. Rare:	15.0 MPa
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	15.0 MPa
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.400 mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	11.3 MPa
	Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.300 mm

ACCIAIO -	Tipo:	B450C
	Resist. caratt. a snervamento fyk:	450.0 MPa
	Resist. caratt. a rottura ftk:	450.0 MPa
	Resist. a snerv. di progetto fyd:	391.3 MPa
	Resist. ultima di progetto ftd:	391.3 MPa
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068
	Modulo Elastico Ef:	200000.0 MPa
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Bilineare finito
	Coeff. Aderenza istant. $\beta_1 \beta_2$:	1.00
	Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \beta_2$:	0.50
	Comb.Rare - Sf Limite:	360.0 MPa

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Diametro sezione:	100.0	cm
Barre circonferenza:	28 ϕ 30	(197.9 cm ²)
Coprif.(dal baric. barre):	10.2	cm

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	1312.00	156.00	71.00	0.00
2	3145.00	14.20	6.00	0.00
3	2210.00	257.30	117.00	0.00
4	1843.00	152.50	69.00	0.00
5	2311.00	156.00	70.90	0.00
6	3287.00	14.20	6.50	0.00
7	3348.00	257.30	117.00	0.00
8	4083.00	152.50	69.30	0.00
9	1081.00	403.20	183.00	0.00
10	1305.00	388.60	177.00	0.00
11	495.00	814.20	370.00	0.00
12	235.00	1124.50	511.00	0.00
13	2505.00	403.20	183.30	0.00
14	2667.00	388.60	176.60	0.00
15	3292.00	814.20	370.10	0.00
16	3547.00	1124.50	511.10	0.00

COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N°Comb.	N	Mx
1	1497.00	102.80
2	2298.00	9.00
3	1664.00	171.60
4	1370.00	101.60
5	2143.00	102.80
6	2398.00	9.00
7	2391.00	171.60
8	2958.00	101.60

COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N°Comb.	N	Mx
1	1645.00	35.30 (0.00)
2	2015.00	7.00 (0.00)
3	1705.00	36.30 (0.00)
4	1789.00	12.80 (0.00)
5	1877.00	35.30 (0.00)
6	2240.00	7.00 (0.00)
7	1948.00	36.30 (0.00)
8	2279.00	12.80 (0.00)

COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N°Comb.	N	Mx
1	1645.00	35.30 (0.00)
2	2015.00	7.00 (0.00)
3	1705.00	36.30 (0.00)
4	1789.00	12.80 (0.00)
5	1877.00	35.30 (0.00)
6	2240.00	7.00 (0.00)
7	1948.00	36.30 (0.00)
8	2279.00	12.80 (0.00)

1	1828.00	9.30 (0.00)
2	1926.00	7.10 (0.00)
3	1889.00	11.10 (0.00)
4	1851.00	13.20 (0.00)
5	1861.00	9.30 (0.00)
6	1951.00	7.10 (0.00)
7	1936.00	11.10 (0.00)
8	1890.00	13.20 (0.00)

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	8.7	cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	5.9	cm
Interferro massimo barre longitudinali:	0.0	cm [deve essere < 30.0]
Copriferro netto minimo staffe:	7.5	cm

VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N	Sforzo normale baricentrico assegnato [kN] (positivo se di compressione)
Mx	Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse x baricentrico
N Ult	Sforzo normale alla massima resistenza [kN] nella sezione (positivo se di compress.)
Mx rd	Momento resistente ultimo [kNm] riferito all'asse x baricentrico
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N rd, Mx rd) e (N, Mx) Verifica positiva se tale rapporto risulta ≥ 1.000
Yn	Ordinata [cm] dell'asse neutro alla massima resistenza nel sistema di rif. X, Y, O sez.
As Tot.	Area complessiva armature long. pilastro [cm ²]. (tra parentesi l'area minima di normativa)

N°Comb	Ver	N	Mx	N rd	Mx rd	Mis.Sic.	Yn	x/d	C.Rid.	As Tot.
1	S	1312.00	156.00	1312.01	2670.45	17.118	11.9	---	---	197.9 (23.6)
2	S	3145.00	14.20	3145.05	2838.86	199.920	4.5	---	---	197.9 (23.6)
3	S	2210.00	257.30	2210.04	2771.23	10.770	8.3	---	---	197.9 (23.6)
4	S	1843.00	152.50	1843.02	2730.95	17.908	9.8	---	---	197.9 (23.6)
5	S	2311.00	156.00	2311.03	2782.07	17.834	7.9	---	---	197.9 (23.6)
6	S	3287.00	14.20	3287.19	2846.13	200.432	3.9	---	---	197.9 (23.6)
7	S	3348.00	257.30	3347.95	2849.17	11.073	3.6	---	---	197.9 (23.6)
8	S	4083.00	152.50	4083.05	2869.91	18.819	.6	---	---	197.9 (23.6)
9	S	1081.00	403.20	1080.77	2637.76	6.542	12.9	---	---	197.9 (23.6)
10	S	1305.00	388.60	1305.04	2669.65	6.870	12.0	---	---	197.9 (23.6)
11	S	495.00	814.20	495.29	2544.27	3.125	15.4	---	---	197.9 (23.6)
12	S	235.00	1124.50	235.19	2501.65	2.225	16.5	---	---	197.9 (23.6)
13	S	2505.00	403.20	2505.20	2802.26	6.950	7.1	---	---	197.9 (23.6)
14	S	2667.00	388.60	2667.04	2813.08	7.239	6.4	---	---	197.9 (23.6)
15	S	3292.00	814.20	3292.27	2846.39	3.496	3.8	---	---	197.9 (23.6)
16	S	3547.00	1124.50	3546.99	2858.87	2.542	2.8	---	---	197.9 (23.6)

DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

ec max	Deform. unit. massima del calcestruzzo a compressione
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X, Y, O sez.)
es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X, Y, O sez.)
es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compressione)
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X, Y, O sez.)

N°Comb	ec max	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00350	50.0	0.00256	39.8	-0.00476	-39.8
2	0.00350	50.0	0.00272	39.8	-0.00340	-39.8
3	0.00350	50.0	0.00264	39.8	-0.00404	-39.8
4	0.00350	50.0	0.00261	39.8	-0.00433	-39.8

5	0.00350	50.0	0.00265	39.8	-0.00396	-39.8
6	0.00350	50.0	0.00273	39.8	-0.00331	-39.8
7	0.00350	50.0	0.00273	39.8	-0.00328	-39.8
8	0.00350	50.0	0.00278	39.8	-0.00286	-39.8
9	0.00350	50.0	0.00254	39.8	-0.00497	-39.8
10	0.00350	50.0	0.00256	39.8	-0.00476	-39.8
11	0.00350	50.0	0.00247	39.8	-0.00559	-39.8
12	0.00350	50.0	0.00244	39.8	-0.00588	-39.8
13	0.00350	50.0	0.00267	39.8	-0.00382	-39.8
14	0.00350	50.0	0.00268	39.8	-0.00371	-39.8
15	0.00350	50.0	0.00273	39.8	-0.00331	-39.8
16	0.00350	50.0	0.00274	39.8	-0.00315	-39.8

ARMATURE A TAGLIO E/O TORSIONE DI INVILUPPO PER LE COMBINAZIONI ASSEGNATE

Diametro staffe/legature:	12	mm	
Passo staffe:	15.0	cm	[Passo massimo di normativa = 25.0 cm]
N.Bracci staffe:	2		
Area staffe/m :	15.1	cm ² /m	[Area Staffe Minima NTC = 2.3 cm ² /m]

VERIFICHE A TAGLIO

Ver	S = comb.verificata a taglio-tors./ N = comb. non verificata
Ved	Taglio agente [kN] uguale al taglio Vy di comb. (sollecit. retta)
Vrd	Taglio resistente [kN] in assenza di staffe [formula (4.1.23)NTC]
Vcd	Taglio compressione resistente [kN] lato calcestruzzo [formula (4.1.28)NTC]
Vwd	Taglio trazione resistente [kN] assorbito dalle staffe [formula (4.1.27)NTC]
bw z	Larghezza minima [cm] sezione misurata parallelam. all'asse neutro Braccio coppia interna
Ctg	Cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di calcestruzzo
Acw	Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione
Ast	Area staffe/metro strettamente necessaria per taglio e torsione [cm ² /m]

N°Comb	Ver	Ved	Vcd	Vwd	bw z	Ctg	Acw	ASt
1	S	71.00	1564.15	930.16	90.9 63.1	2.500	1.118	1.2
2	S	6.00	1659.45	889.69	90.2 60.3	2.500	1.250	0.1
3	S	117.00	1635.72	910.57	90.5 61.7	2.500	1.199	1.9
4	S	69.00	1607.60	918.79	90.7 62.3	2.500	1.166	1.1
5	S	70.90	1643.15	908.25	90.5 61.6	2.500	1.208	1.2
6	S	6.50	1652.35	886.49	90.1 60.1	2.500	1.250	0.1
7	S	117.00	1649.31	885.13	90.1 60.0	2.500	1.250	2.0
8	S	69.30	1613.37	868.99	89.7 58.9	2.500	1.250	1.2
9	S	183.00	1537.65	939.11	90.2 63.7	2.500	1.097	2.9
10	S	177.00	1563.55	930.30	90.9 63.1	2.500	1.117	2.9
11	S	370.00	1488.34	952.96	90.3 64.6	2.500	1.045	5.9
12	S	511.00	1454.50	963.53	89.3 65.3	2.500	1.021	8.0
13	S	183.30	1657.05	903.71	90.4 61.3	2.500	1.225	3.1
14	S	176.60	1668.84	900.11	90.4 61.0	2.500	1.240	3.0
15	S	370.10	1652.10	886.38	90.1 60.1	2.500	1.250	6.3
16	S	511.10	1639.19	880.57	90.0 59.7	2.500	1.250	8.8

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
Sc max	Massima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([MPa])
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sc min	Minima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([MPa])
Yc min	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc min (sistema rif. X,Y,O)
Ss min	Minima tensione di trazione (-) nell'acciaio [MPa]
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a Ss min (sistema rif. X,Y,O)
Dw Eff.	Spessore di calcestruzzo [cm] in zona tesa considerata aderente alle barre
Ac eff.	Area di congl. [cm ²] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)
As eff.	Area Barre tese di acciaio [cm ²] ricadente nell'area efficace(verifica fess.)

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Ss min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	2.09	-50.0	0.68	50.0	12.3	39.8	0.0	2250	0.0	----
2	S	2.19	-50.0	2.06	50.0	31.1	39.8	0.0	2250	0.0	----
3	S	2.72	-50.0	0.36	50.0	9.0	39.8	0.0	1885	0.0	----

4	S	1.97	-50.0	0.57	50.0	10.6	39.8	0.0	1864	0.0	---
5	S	2.69	-50.0	1.27	50.0	21.2	39.8	0.0	1892	0.0	---
6	S	2.28	-50.0	2.15	50.0	32.5	39.8	0.0	0	0.0	---
7	S	3.39	-50.0	1.03	50.0	19.0	39.8	0.0	1850	0.0	---
8	S	3.43	-50.0	2.03	50.0	32.6	39.8	0.0	1850	0.0	---

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

Ver	Esito verifica
e1	Minima deformazione unitaria (trazione: segno -) nel calcestruzzo in sez. fessurata
e2	Massima deformazione unitaria (compress.: segno +) nel calcestruzzo in sez. fessurata
K2	= 0.5 per flessione; $=(e1 + e2)/(2 * e2)$ in trazione eccentrica per la (7.13)EC2 e la (C4.1.11)NTC
Kt	fattore di durata del carico di cui alla (7.9) dell'EC2
e sm	Deformazione media acciaio tra le fessure al netto di quella del cls. Tra parentesi il valore minimo = 0.6 Ss/Es
sm	Distanza massima in mm tra le fessure
wk	Apertura delle fessure in mm fornito dalla (7.8)EC2 e dalla (C4.1.7)NTC. Tra parentesi è indicato il valore limite.
M fess.	Momento di prima fessurazione [kNm]

N°Comb	Ver	e1	e2	e3	K2	Kt	e sm	sm	wk	M Fess.
1	S	0.00005	0.00016		---	---	---	---	---	0.00
2	S	0.00015	0.00016		---	---	---	---	---	0.00
3	S	0.00003	0.00020		---	---	---	---	---	0.00
4	S	0.00004	0.00015		---	---	---	---	---	0.00
5	S	0.00010	0.00020		---	---	---	---	---	0.00
6	S	0.00016	0.00017		---	---	---	---	---	0.00
7	S	0.00008	0.00025		---	---	---	---	---	0.00
8	S	0.00015	0.00026		---	---	---	---	---	0.00

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Ss min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	1.76	-50.0	1.28	50.0	19.9	39.8	0.0	2250	0.0	---
2	S	1.91	-50.0	1.81	50.0	27.4	39.8	0.0	2250	0.0	---
3	S	1.83	-50.0	1.33	50.0	20.6	39.8	0.0	1850	0.0	---
4	S	1.74	-50.0	1.56	50.0	23.7	39.8	0.0	1850	0.0	---
5	S	1.98	-50.0	1.49	50.0	23.1	39.8	0.0	0	0.0	---
6	S	2.12	-50.0	2.02	50.0	30.5	39.8	0.0	0	0.0	---
7	S	2.05	-50.0	1.55	50.0	24.0	39.8	0.0	0	0.0	---
8	S	2.19	-50.0	2.02	50.0	30.5	39.8	0.0	0	0.0	---

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	e1	e2	e3	K2	Kt	e sm	sm	wk	M Fess.
1	S	0.00010	0.00013		---	---	---	---	---	0.00
2	S	0.00014	0.00014		---	---	---	---	---	0.00
3	S	0.00010	0.00014		---	---	---	---	---	0.00
4	S	0.00012	0.00013		---	---	---	---	---	0.00
5	S	0.00011	0.00015		---	---	---	---	---	0.00
6	S	0.00015	0.00016		---	---	---	---	---	0.00
7	S	0.00012	0.00015		---	---	---	---	---	0.00
8	S	0.00015	0.00016		---	---	---	---	---	0.00

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Ss min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	1.75	-50.0	1.62	50.0	24.6	39.8	0.0	2250	0.0	---
2	S	1.83	-50.0	1.73	50.0	26.1	39.8	0.0	2250	0.0	---
3	S	1.82	-50.0	1.67	50.0	25.3	39.8	0.0	0	0.0	---
4	S	1.80	-50.0	1.62	50.0	24.6	39.8	0.0	0	0.0	---
5	S	1.78	-50.0	1.66	50.0	25.0	39.8	0.0	0	0.0	---
6	S	1.85	-50.0	1.75	50.0	26.5	39.8	0.0	0	0.0	---
7	S	1.87	-50.0	1.71	50.0	25.9	39.8	0.0	0	0.0	---
8	S	1.84	-50.0	1.66	50.0	25.1	39.8	0.0	0	0.0	---

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	e1	e2	e3	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	0.00012	0.00013		---	---	---	---	---	0.00
2	S	0.00013	0.00014		---	---	---	---	---	0.00
3	S	0.00013	0.00014		---	---	---	---	---	0.00
4	S	0.00012	0.00014		---	---	---	---	---	0.00
5	S	0.00012	0.00013		---	---	---	---	---	0.00
6	S	0.00013	0.00014		---	---	---	---	---	0.00
7	S	0.00013	0.00014		---	---	---	---	---	0.00
8	S	0.00012	0.00014		---	---	---	---	---	0.00

16 GEOTECNICA

16.1 Condizioni stratigrafiche e carichi applicati

Di seguito si riportano brevemente le stratigrafie di calcolo utilizzate per le verifiche di portanza dei pali di fondazione di pile e spalle e con riferimento alle caratteristiche meccaniche dei terreni descritte nella relazione geotecnica a base progetto.

Viadotto Gerace - Stratigrafie di calcolo per dimensionamento fondazioni											
Spalla 1			Pila 1			Pila 2			Spalla 2		
unità	z_sup (m)	z_inf (m)	unità	z_sup (m)	z_inf (m)	unità	z_sup (m)	z_inf (m)	unità	z_sup (m)	z_inf (m)
SG	0,00	-4,00	LNC	0,00	-3,00	LNC	0,00	-17,00	SG	0,00	-6,00
LNC	-4,00	-8,00	CON-SGL	-3,00	-12,00	AL	-17,00	-25,00	LNC	-6,00	-20,00
AL	-8,00	-16,00	SL	-12,00	-17,00	CON-SGL	-25,00	-	AL	-20,00	-30,00
SL	-16,00	-21	CON-SGL	-17,00	-				CON-SGL	-30,00	-
CON-SGL	-21,00	-									

Figura 16-1: stratigrafie di calcolo (quote da testa palo)

Unità	SG	SL	CON	AL	LNC
γ (kN/m ³)	18.5-20	18.5-20	19-21	19-19.5	18-19
D_r (%)	55-75	40-50	30-55	-	-
c' (kPa)	0	0	0	15-30	15-20
φ' (°)	35-39	32-33	35-37	24-27	24-26
c_u (kPa)	-	-	-	60-100 per $z < 5m$ pc 120-200 per $z > 5m$ pc	50-70
E'_{sp} (MPa)	50-75	40-70	60-100	5-15 per $z < 5m$ pc 15-40 per $z > 5m$ pc	9-18
ν' (-)	0.30-0.35	0.30-0.35	0.30-0.35	0.20-0.30	0.20-0.30
σ'_b (kPa)	-	-	-	>500	-
k (m/s)	10^{-3} - 10^{-2}	10^{-7} - 10^{-6}	1×10^{-5} - 5×10^{-5}	10^{-10} - 10^{-9}	10^{-8} - 10^{-7}

Figura 16-2: parametri geotecnici di progetto

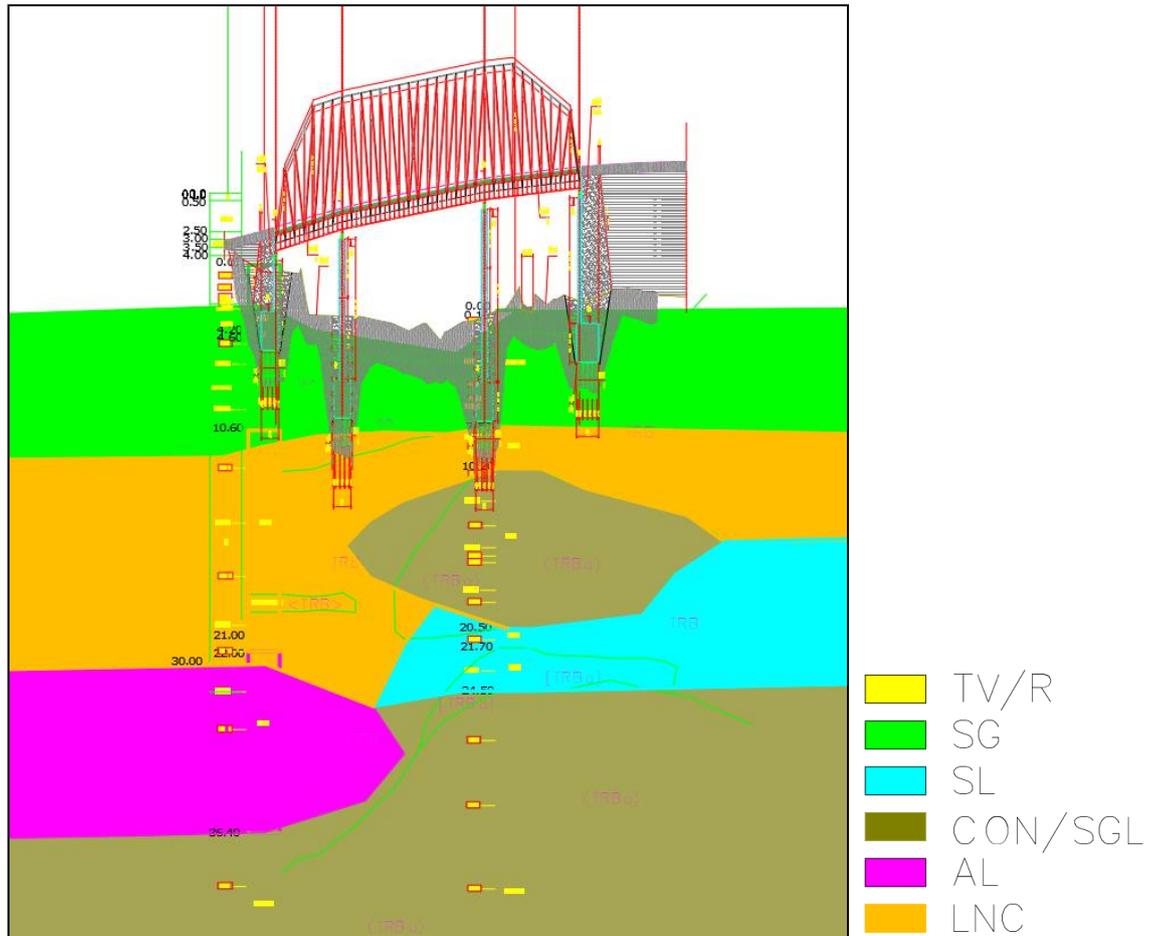


Figura 16-3: Stralcio del Profilo Geotecnico nell'area del viadotto Gerace

La falda si è considerata cautelativamente a testa palo.

I valori massimi dei carichi agenti sui pali di spalle e pile e le convenzioni adottate, con riferimento alle valutazioni strutturali calcolate in fase statica (SLU) e sismica (SLV), nonché allo SLE, sono di seguito sintetizzate.

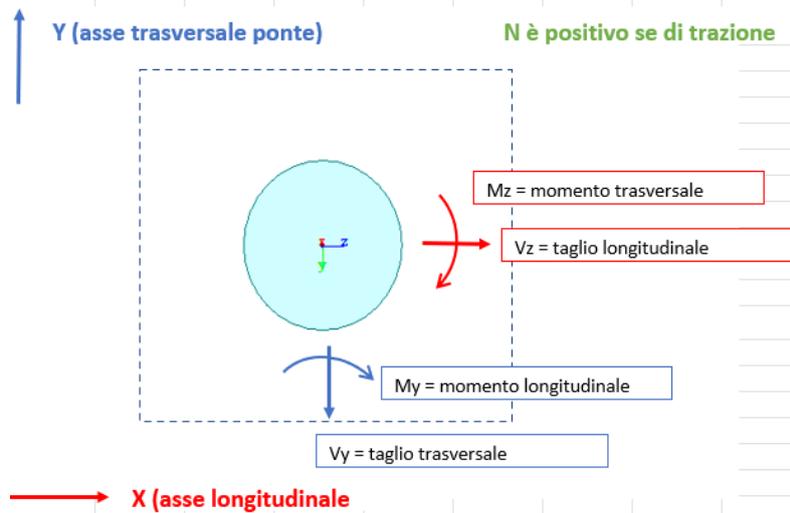


Figura 16-4: convenzioni per le sollecitazioni sulle pile

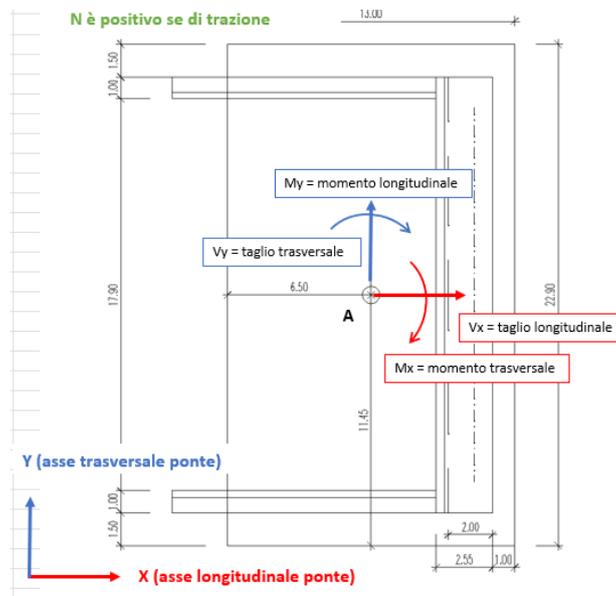


Figura 16-5: convenzioni per le sollecitazioni sulle spalle

Pila 1	Comb	Axial (kN)	Shear-y (kN)	Shear-z (kN)	Torsion (kN*m)	trasversale	longitudinale	su singolo palo			
						Moment-y (kN*m)	Moment-z (kN*m)	Nmin (kN)	Nmax (kN)	Tmax (kN)	
SLU-A1	Nmin	SLU_276	-51847	-3	103	-1	1093	1821	3168	3313	6
	Vymax	SLU_5	-46125	24	-122	-13	-1291	-22544	2287	3479	8
	Mz min	SLU_1229	-46543	-1092	-129	212	-1362	-43985	1775	4043	69
SLV	Vymax	SLV65	-29594	5435	2354	-449	17163	40852	399	3300	370
	Vzmax	SLV100	-30557	-1630	8160	135	60530	-12256	90	3729	520
SLE-rara	Nmin	SLER_276	-37858	-2	65	-1	692	1349	2315	2417	4
	Vzmax	SLER_412	-31697	-1	321	4	3398	685	1879	2083	20
	Mz min	SLER_1229	-33864	-726	-83	143	-882	-31188	1315	2918	46

Pila 2	Comb	Axial (kN)	Shear-y (kN)	Shear-z (kN)	Torsion (kN*m)	trasversale	longitudinale	su singolo palo			
						Moment-y (kN*m)	Moment-z (kN*m)	Nmin (kN)	Nmax (kN)	Tmax (kN)	
SLU-A1	Nmin	SLU_228	-51457	-2	-103	2	-997	1840	3145	3287	6
	Vymax	SLU_5	-46967	20	152	17	1462	-22141	2345	3526	10
	Mz min	SLU_1229	-47410	-1098	158	-215	1528	-43262	1843	4083	69
SLV	Vymax	SLV65	-30294	5382	2469	454	16986	38966	495	3292	370
	Vzmax	SLV9	-30256	-1615	8017	-136	54558	-11690	235	3547	511
SLE-rara	Nmin	SLER_228	-37569	-2	-65	1	-631	1363	2298	2398	4
	Vymin	SLER_621	-32443	-1244	105	-210	1009	-13542	1664	2391	78
	Mz min	SLER_1229	-34623	-731	108	-145	1042	-30718	1370	2958	46

SPALLA1			trasv	long	long	trasv	su singolo palo		
		N (KN)	Vy (KN)	Vx (KN)	My (KNm)	Mx (KNm)	Nmin (kN)	Nmax (kN)	Tmax (kN)
SLU	1_A1+M1+R3	-113267	898	20831	108433	-9848	1873	3790	521
	2_A1+M1+R3	-107847	905	18827	94866	-21140	1788	3604	471
SLV	sisma X + 0.3 sisma Y + 0.3 sisma Z verso alto	-73443	8841	42961	229748	-54023			
	sisma X + 0.3 sisma Y + 0.3 sisma Z verso basso	-81344	9028	44782	237418	-55124	-251	4318	1142
	sisma Y + 0.3 sisma X + 0.3 sisma Z verso alto	-73502	29471	18784	94451	-180077			
	sisma Y + 0.3 sisma X + 0.3 sisma Z verso basso	-81403	30092	19326	96704	-183746	207	3860	894
	sisma Z verso basso + 0.3 sisma Y + 0.3 sisma X	-88998	9028	19339	88968	-55124			
SLE_rara	1_SLE rara	-83705	599	15405	79510	-6662	1393	2792	385
	2_SLE rara	-79689	603	13921	69460	-15027	1330	2655	348

SPALLA2			trasv	long	long	trasv	su singolo palo		
		N (KN)	Vy (KN)	Vx (KN)	My (KNm)	Mx (KNm)	Nmin (kN)	Nmax (kN)	Tmax (kN)
SLU	1_A1+M1+R3	-72662	754	10009	53019	-3606	1411	2629	279
	2_A1+M1+R3	-67800	799	8449	46304	-15063	1291	2486	236
SLV	sisma X + 0.3 sisma Y + 0.3 sisma Z verso alto	-45524	5106	24436	87075	-17822			
	sisma X + 0.3 sisma Y + 0.3 sisma Z verso basso	-50403	5139	25247	89878	-17863	309	2504	716
	sisma Y + 0.3 sisma X + 0.3 sisma Z verso alto	-45465	17127	10176	39884	-62047			
	sisma Y + 0.3 sisma X + 0.3 sisma Z verso basso	-50344	17238	10423	41231	-62419	616	2224	560
	sisma Z verso basso + 0.3 sisma Y + 0.3 sisma X	-54415	5139	10411	34182	-17744			
SLE_rara	1_SLE rara	-53634	492	7394	38549	-2358	1049	1932	206
	2_SLE rara	-50032	526	6239	33575	-10844	960	1827	174

16.2 Profondità di scalzamento

Dai risultati delle analisi idrauliche risulta che la massima profondità di scalzamento è limitata allo spessore del plinto; pertanto, non interessa il fusto del palo.

16.3 Metodologie di calcolo capacità portante dei pali

16.3.1 Analisi agli stati limite

Le verifiche di capacità portante dei pali vengono svolte secondo la metodologia degli stati limite ultimi, in accordo alla normativa vigente NTC2018. La verifica della capacità portante dei pali è soddisfatta se:

$$F_{cd} < R_{cd}$$

essendo

$$R_{cd} = R_k / \gamma_R$$

dove:

F_{cd} = carico assiale di compressione di progetto;

R_{cd} = capacità portante di progetto nei confronti dei carichi assiali;

R_k = valore caratteristico della capacità portante limite del palo.

In particolare le verifiche di capacità portante dei pali agli stati limite ultimi (SLU) vengono condotte secondo l'Approccio 2 con la combinazione (A1+M1+R3) tenendo conto dei valori dei coefficienti parziali delle tabelle di normativa 6.2.I, 6.2.II e 6.4.VI.

La resistenza di progetto a compressione $R_{c,d}$ è calcolata applicando al valore caratteristico della resistenza $R_{c,k}$ i coefficienti parziali γ_R riportati in tabella seguente (tabella di normativa 6.4.II), relativi alla condizione di pali trivellati.

Il valore caratteristico della resistenza $R_{c,k}$ a compressione del palo (o a trazione R_{tk}) è ottenuto applicando i fattori di correlazione ξ_3 e ξ_4 (vedasi tabella seguente) alle resistenze di calcolo $R_{c,cal}$ (o $R_{t,cal}$); tali fattori di correlazione sono funzione del numero di verticali d'indagine rappresentative (tabella di normativa 6.4.IV).

Per ogni opera verrà assunto un coefficiente γ_R in funzione delle verticali di indagine eseguite, sufficientemente rappresentative per la caratterizzazione geotecnica, secondo quanto indicato da normativa.

In condizioni sismiche le verifiche di capacità portante dei pali agli stati limite ultimi vanno condotte con riferimento allo stesso approccio utilizzato per le condizioni statiche (A1+M1+R3), tenendo conto dei coefficienti parziali riportati nella successiva tabella e ponendo i coefficienti parziali sulle azioni tutti pari all'unità.

Resistenza	Simbolo	Pali infissi	Pali trivellati	Pali ad elica continua
	γ_R	(R3)	(R3)	(R3)
Base	γ_b	1,15	1,35	1,3
Laterale in compressione	γ_s	1,15	1,15	1,15
Totale ^{o)}	γ	1,15	1,30	1,25
Laterale in trazione	γ_{st}	1,25	1,25	1,25

^{o)} da applicare alle resistenze caratteristiche dedotte dai risultati di prove di carico di progetto.

Tabella 28 Coefficienti parziali γ_R da applicare alle resistenze caratteristiche a carico verticale dei pali

$$R_{c,k} = \text{Min} \left\{ \frac{(R_{c,cal})_{media}}{\xi_3}, \frac{(R_{c,cal})_{min}}{\xi_4} \right\}$$

$$R_{t,k} = \text{Min} \left\{ \frac{(R_{t,cal})_{media}}{\xi_3}, \frac{(R_{t,cal})_{min}}{\xi_4} \right\}$$

Numero di verticali indagate	1	2	3	4	5	7	≥ 10
ξ_3	1,70	1,65	1,60	1,55	1,50	1,45	1,40
ξ_4	1,70	1,55	1,48	1,42	1,34	1,28	1,21

Tabella 29 Fattori di correlazione ξ per la determinazione della resistenza caratteristica in funzione del numero di verticali d'indagine

Si è considerato per le verifiche un valore di ξ pari a 1.70.

16.3.2 Metodologia di calcolo capacità portante ai carichi verticali

La portata di progetto di un palo trivellato (eseguito con completa asportazione del terreno) "Qd" può essere espressa dalla seguente relazione:

$$Q_d = Q_{ll} / F_{SL} + Q_{bl} / F_{SB} - W'_p$$

dove:

Q_{ll} = portata laterale limite,

Q_{bl} = portata di base limite,

W'_p = peso efficace del palo (al netto del peso del terreno asportato: peso calcestruzzo-peso terreno),

F_{SL} = fattore di sicurezza per la portata laterale a compressione ($=\xi_3 \cdot \gamma_s$).

F_{SB} = fattore di sicurezza per la portata di base ($=\xi_3 \cdot \gamma_b$).

Portata laterale

La portata laterale limite viene valutata con la seguente relazione:

$$Q_{ll} = \pi \cdot D \cdot \sum_i (\tau_i \cdot h_i)$$

dove:

D = diametro palo,

τ_i = tensione di adesione laterale limite nello strato i-esimo,

h_i = altezza dello strato i-esimo.

Depositi incoerenti

Per i depositi incoerenti, la tensione tangenziale ultima lungo il fusto del palo, in accordo ad esempio a Burland [1973], Reese & O'Neill [1988], Chen & Kulhawy [1994], O'Neill & Hassan [1994], può essere valutata con riferimento alla seguente espressione:

$$\tau_i = \beta \cdot \sigma'_v \leq \tau_{i,max}$$

dove:

σ'_v = tensione verticale efficace litostatica,

$\tau_{l,max}$ = valore massimo dell'adesione laterale limite palo-terreno (pari a 150 kPa per terreni incoerenti).

β = coefficiente empirico $\beta = k \cdot \tan \phi$, essendo

k = coefficiente di pressione laterale = 0.7 a compressione e 0.5 a trazione;

ϕ = angolo di resistenza al taglio.

Depositi coesivi

Per i terreni coesivi superficiali (alluvionali) la tensione tangenziale è stata valutata con la seguente espressione:

$$\tau_i = \alpha \cdot c_u \leq \tau_{l,max}$$

dove:

c_u = resistenza al taglio in condizioni non drenate

α = parametro empirico assunto come da Indicazione AGI:

$$\alpha = 0.90 \quad \text{per } c_u \leq 25 \text{ kPa};$$

$$\alpha = 0.80 \quad \text{per } 25 \leq c_u \leq 50 \text{ kPa};$$

$$\alpha = 0.60 \quad \text{per } 50 \leq c_u \leq 75 \text{ kPa};$$

$$\alpha = 0.40 \quad \text{per } c_u \geq 75 \text{ kPa}.$$

$\tau_{l,max}$ = valore massimo dell'adesione laterale limite palo-terreno (pari a 100 kPa per terreni coesivi alluvionali).

Inoltre, per i terreni coesivi alluvionali è stata anche eseguita una verifica in tensioni efficaci; in particolare si è controllato che:

$$\tau_i > 0.23 * \sigma'_v$$

$$\tau_i < 0.25 * \sigma'_v$$

Per i depositi coesivi del substrato la tensione tangenziale può essere valutata con la correlazione di Burland (1993):

$$\tau_i = \beta \cdot \sigma'_v \leq \tau_{l,max}$$

dove

$$\beta = 0.1 + 0.4 \cdot c_u / \sigma'_v \quad (\text{con } \beta > 0.23, \text{ AGI dicembre 1984}).$$

c_u = resistenza al taglio in condizioni non drenate;

σ'_v = tensioni verticali efficaci;

$\tau_{l,max}$ = valore massimo dell'adesione laterale limite palo-terreno (pari a 120 kPa per terreni coesivi del substrato).

Portata di base

Per la valutazione della portata di base limite sono state utilizzate le seguenti relazioni:

$$Q_{bl} = A_p \cdot q_{bl}$$

dove:

A_p = area della base del palo,

q_{bl} = portata limite specifica di base.

Depositi incoerenti

Nei terreni incoerenti, la pressione di base del palo associabile a cedimenti pari al 10% del diametro del palo, viene valutata con la relazione di Berezantzev (1965) indicata nelle Raccomandazioni AGI:

$$q_b = N_q^* \cdot \sigma'_v \leq q_{b,lim}$$

essendo:

N_q^* = coefficiente in funzione dell'angolo di resistenza al taglio del terreno (Raccomandazioni AGI);

σ'_v = tensione verticale efficace;

$q_{b,lim}$ = pressione ultima di base massima consigliabile. Nel caso in esame si è fatto riferimento a quanto indicato da Gwidzala, 1984, vedasi seguente tabella.

	$q_{b,lim}$ (kPa)
GHIAIE	7300
SABBIE	5800
SABBIE LIMOSE	4300

Tabella 30 – Valori di q_{blim} secondo Gwizdala [1984]

Depositi coesivi

La portata di base limite nei terreni coesivi viene valutata con la seguente relazione:

$$q_b = 9 \cdot c_u + \sigma_v \leq q_{b,lim}$$

dove:

c_u = resistenza al taglio non drenata [kPa];

σ_v = tensione totale verticale;

$q_{b,lim}$ = pressione ultima di base massima consigliabile (3800 kPa in accordo a Engling e Reese, 1974).

16.3.3 Verifica a carico limite verticale di una palificata

La valutazione del carico limite verticale di una palificata, è eseguito come di seguito indicato:

$$R_{d,G} = N \cdot E \cdot R_{d, \text{singolo palo}}$$

La resistenza a carico verticale della palificata è data dal prodotto della resistenza del palo singolo per il numero N di pali del gruppo e per il fattore E di efficienza della palificata.

L'esperienza (Vesic, 1968) ha mostrato che per palificate in terreni incoerenti, l'efficienza risulta non minore dell'unità, quindi si può assumere $E = 1$ (per terreni incoerenti).

Per palificate in terreni coesivi, invece, l'efficienza risulta minore dell'unità e può essere valutata ad esempio con la formulazione empirica di Converse Labarre, di seguito esplicitata.

$$E = 1 - (\Phi / 90) \cdot [(n - 1) \cdot m + (m - 1) \cdot n] / (m \cdot n)$$

dove:

E = efficienza della palificata

n = numero di pali per fila

m = numero di file

$\Phi = \arctg (D/i)$ con D = diametro pali, i = interasse pali.

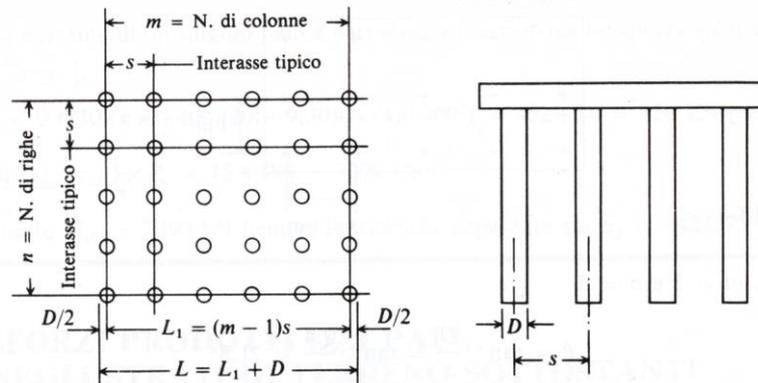


Figura 16-6: Efficienza di un gruppo di pali: schema di calcolo

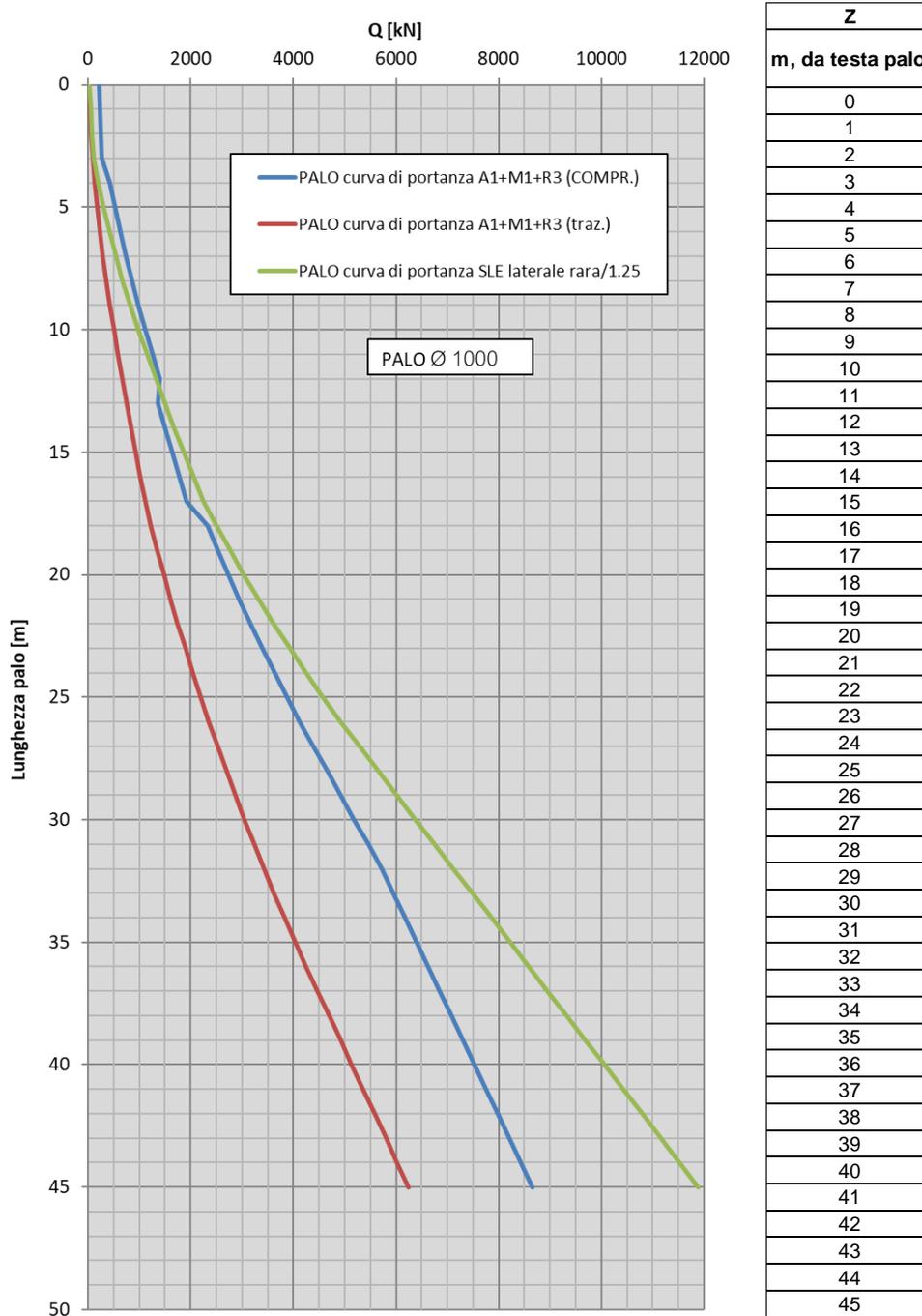
Ovvero si ha:

SPALLA 1						parametri di calcolo			
D (m)	A (m2)	n pali	interasse (m)	m	n	$\theta/(\pi/2)$			eta
1	0,785	40	3	8	5	0,2	1,68	0,34	0,66

PILE 1 & 2						parametri di calcolo			
D (m)	A (m2)	n pali	interasse (m)	m	n	$\theta/(\pi/2)$			eta
1	0,785	16	3	4	4	0,2	1,50	0,31	0,69

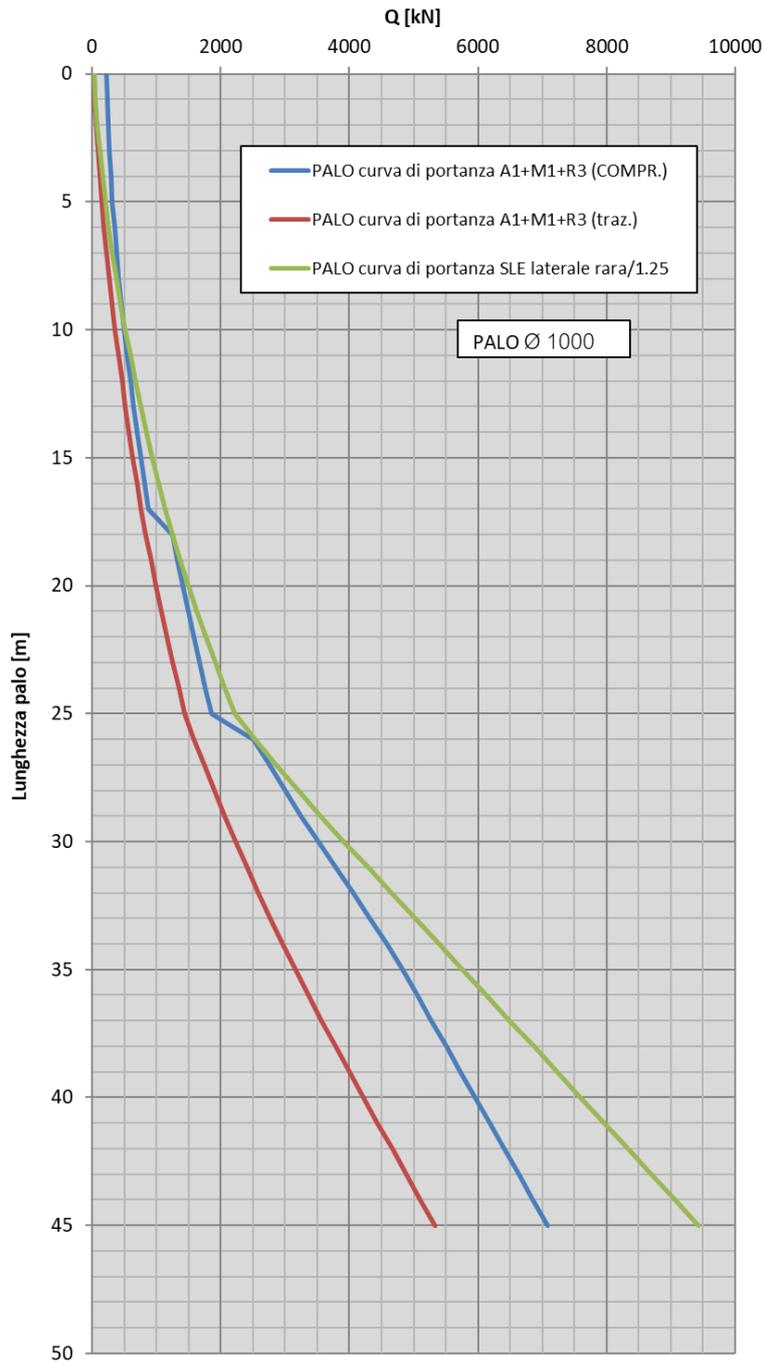
SPALLA 2						parametri di calcolo			
D (m)	A (m2)	n pali	interasse (m)	m	n	$\theta/(\pi/2)$			eta
1	0,785	36	3	9	4	0,2	1,64	0,34	0,66

Di seguito si riportano le curve di portanza del singolo palo di diametro 1000 per i pali di pile e spalle.



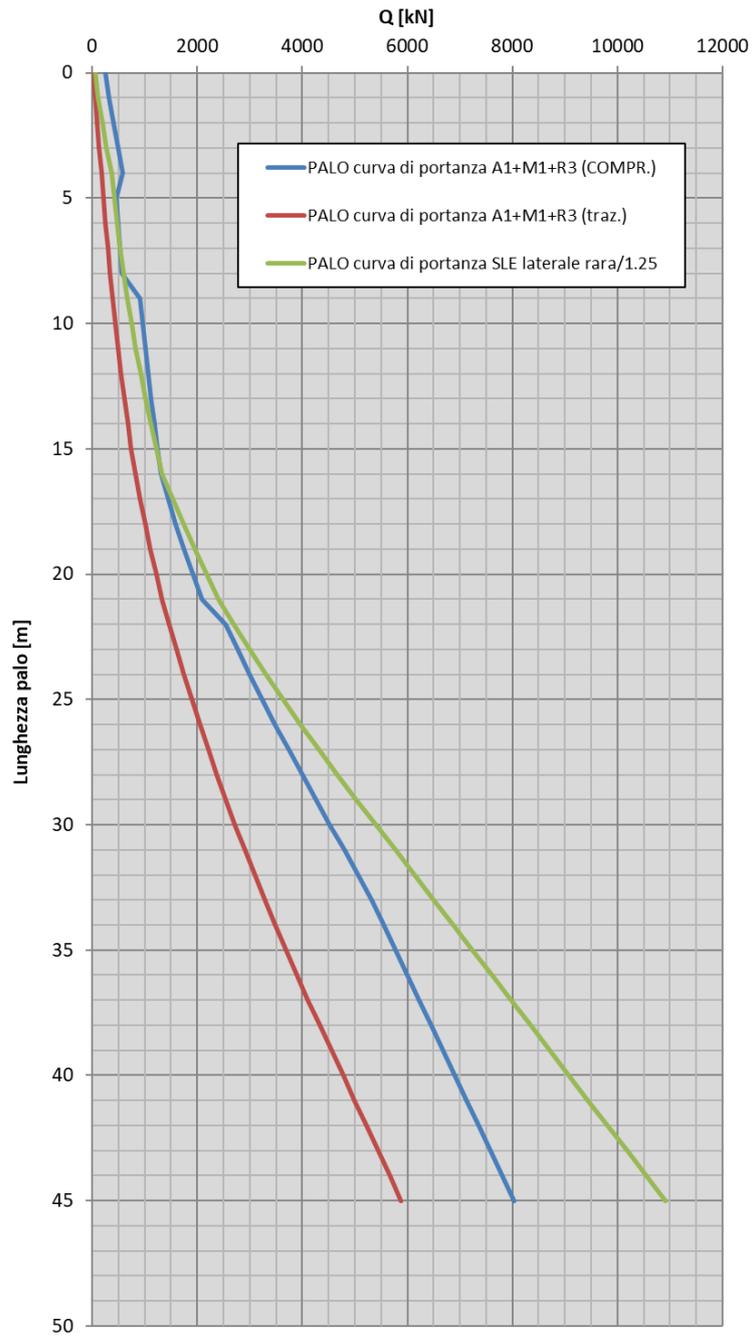
Rcomp-tot_slu3	Rtraz-lat_slu3	Rcomp-lat_sle/1.25
kN	kN	kN
219	17	29
232	37	54
249	61	84
268	87	120
431	131	208
526	180	307
629	235	418
740	295	541
858	360	676
984	431	823
1117	507	982
1258	589	1153
1406	675	1335
1365	754	1500
1496	838	1675
1632	925	1859
1775	1017	2052
1924	1113	2255
2329	1230	2504
2527	1352	2765
2734	1480	3038
2947	1613	3323
3169	1752	3619
3398	1895	3928
3634	2045	4248
3879	2199	4580
4130	2359	4924
4390	2525	5280
4656	2695	5648
4923	2871	6015
5190	3053	6383
5456	3240	6750
5723	3432	7117
5950	3629	7485
6176	3832	7852
6401	4040	8219
6627	4254	8587
6852	4473	8954
7078	4695	9322
7304	4916	9689
7529	5138	10056
7755	5360	10424
7981	5581	10791
8206	5803	11159
8432	6025	11526
8657	6246	11893

Figura 16-7: Pila 1 – Curva di portanza del palo d=1000 mm (SLU)



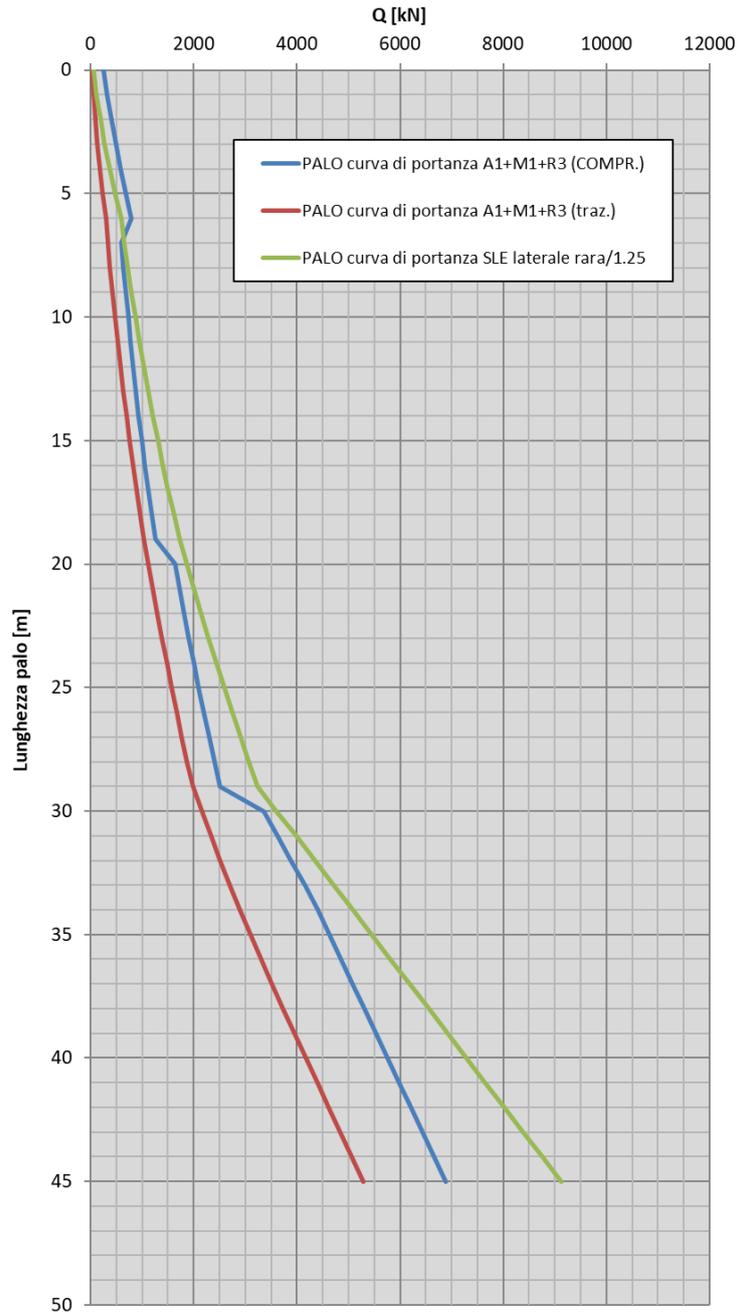
Z	Rcomp-tot_slu3	Rtraz-lat_slu3	Rcomp-lat_sle/1.25
m, da testa palo	kN	kN	kN
0	219	17	29
1	232	37	54
2	249	61	84
3	268	87	120
4	292	117	161
5	318	150	207
6	348	186	259
7	382	225	316
8	419	267	378
9	459	312	446
10	503	361	519
11	550	412	597
12	599	465	678
13	648	519	759
14	700	575	845
15	755	634	936
16	813	696	1032
17	875	761	1133
18	1254	835	1249
19	1329	912	1371
20	1408	993	1499
21	1491	1077	1633
22	1578	1164	1772
23	1668	1255	1917
24	1762	1350	2068
25	1856	1444	2220
26	2508	1592	2536
27	2750	1745	2865
28	2999	1903	3205
29	3256	2066	3557
30	3520	2235	3921
31	3787	2410	4288
32	4054	2589	4656
33	4320	2774	5023
34	4587	2965	5390
35	4827	3161	5758
36	5053	3362	6125
37	5279	3568	6493
38	5504	3780	6860
39	5730	3997	7227
40	5955	4219	7595
41	6181	4441	7962
42	6407	4662	8329
43	6632	4884	8697
44	6858	5106	9064
45	7083	5327	9432

Figura 16-8: Pila 2 – Curva di portanza del palo d=1000 mm (SLU)



Z	NTC2018	NTC2018	
	Rcomp-tot_slu3	Rtraz-lat_slu3	Rcomp-lat_sle/1.25
m, da testa palo	kN	kN	kN
0	252	27	59
1	323	59	120
2	401	96	193
3	487	138	277
4	579	185	372
5	457	220	422
6	489	258	476
7	524	299	536
8	563	343	602
9	914	390	673
10	960	441	750
11	1011	495	833
12	1065	553	921
13	1122	614	1016
14	1184	678	1116
15	1249	746	1222
16	1318	818	1334
17	1444	911	1531
18	1595	1009	1738
19	1753	1111	1953
20	1916	1217	2179
21	2085	1328	2414
22	2546	1461	2700
23	2768	1601	2998
24	2998	1745	3308
25	3236	1895	3630
26	3481	2051	3964
27	3734	2211	4310
28	3994	2377	4668
29	4261	2549	5035
30	4528	2726	5402
31	4794	2908	5770
32	5061	3095	6137
33	5323	3288	6505
34	5549	3486	6872
35	5775	3690	7239
36	6000	3899	7607
37	6226	4113	7974
38	6451	4333	8341
39	6677	4555	8709
40	6903	4777	9076
41	7128	4998	9444
42	7354	5220	9811
43	7579	5441	10178
44	7805	5663	10546
45	8031	5885	10913

Figura 16-9: Spalla 1 – Curva di portanza del palo d=1000 mm (SLU)



Z	NTC2018	NTC2018	
	Rcomp-tot_slu3	Rtraz-lat_slu3	Rcomp-lat_sle/1.25
m, da testa palo	kN	kN	kN
0	252	27	59
1	323	59	120
2	401	96	193
3	487	138	277
4	579	185	372
5	679	238	479
6	787	296	597
7	603	337	658
8	642	382	724
9	685	429	796
10	731	480	873
11	780	533	954
12	829	587	1035
13	880	642	1120
14	935	700	1210
15	992	762	1304
16	1053	826	1404
17	1117	893	1508
18	1184	963	1618
19	1254	1035	1732
20	1642	1118	1862
21	1727	1204	1999
22	1816	1293	2142
23	1909	1386	2291
24	2003	1481	2443
25	2098	1576	2594
26	2194	1672	2748
27	2293	1771	2907
28	2397	1874	3073
29	2504	1980	3244
30	3355	2153	3611
31	3621	2332	3979
32	3888	2516	4346
33	4155	2705	4714
34	4404	2900	5081
35	4629	3100	5448
36	4855	3305	5816
37	5081	3516	6183
38	5306	3732	6550
39	5532	3954	6918
40	5757	4175	7285
41	5983	4397	7653
42	6209	4619	8020
43	6434	4840	8387
44	6660	5062	8755
45	6886	5283	9122

Figura 16-10: Spalla 2 – Curva di portanza del palo d=1000 mm (SLU)

Di seguito si riporta la sintesi dei risultati delle verifiche di portanza verticale.

Pila 1		Comb	su singolo palo			verifica su singolo palo		verifica su palificata	
			Nmin (kN)	Nmax (kN)	Tmax (kN)	diametro pali 1000 mm - L= 30 m	diametro pali 1000 mm - L= 30 m	Rd (kN)	Fs,verticale
SLU-A1	Nmin	SLU_276	3168	3313	6	5190	1,28	57298	1,94
	Vymax	SLU_5	2287	3479	8				
	Mz min	SLU_1229	1775	4043	69				
SLV	Vymax	SLV65	399	3300	370	6383	2,19	70468	2,22
	Vzmax	SLV100	90	3729	520				
SLE-rara	Nmin	SLER_276	2315	2417	4	6383	2,19	70468	2,22
	Vzmax	SLER_412	1879	2083	20				
	Mz min	SLER_1229	1315	2918	46				

Pila 2		Comb	su singolo palo			verifica su singolo palo		verifica su palificata	
			Nmin (kN)	Nmax (kN)	Tmax (kN)	diametro pali 1000 mm - L= 34 m	diametro pali 1000 mm - L= 34 m	Rd (kN)	Fs,verticale
SLU-A1	Nmin	SLU_228	3145	3287	6	4587	1,12	50640	1,67
	Vymax	SLU_5	2345	3526	10				
	Mz min	SLU_1229	1843	4083	69				
SLV	Vymax	SLV65	495	3292	370	5390	1,82	59506	1,83
	Vzmax	SLV9	235	3547	511				
SLE-rara	Nmin	SLER_228	2298	2398	4	5390	1,82	59506	1,83
	Vymin	SLER_621	1664	2391	78				
	Mz min	SLER_1229	1370	2958	46				

SPALLA1		su singolo palo			diametro pali 1000 mm - L= 30 m	
		Nmin (kN)	Nmax (kN)	Tmax (kN)	Rd (kN)	Fs,verticale
SLU	1_A1+M1+R3	1873	3790	521	4528	1,05
	2_A1+M1+R3	1788	3604	471		
SLV	sisma X + 0.3 sisma Y + 0.3 sisma Z verso alto				4528	1,05
	sisma X + 0.3 sisma Y + 0.3 sisma Z verso basso	-251	4318	1142		
	sisma Y + 0.3 sisma X + 0.3 sisma Z verso alto					
	sisma Y + 0.3 sisma X + 0.3 sisma Z verso basso	207	3860	894		
	sisma Z verso basso + 0.3 sisma Y + 0.3 sisma X					
SLE_rara	1_SLE rara	1393	2792	385	5402	1,93
	2_SLE rara	1330	2655	348		
SPALLA2		su singolo palo			diametro pali 1000 mm - L= 34 m	
		Nmin (kN)	Nmax (kN)	Tmax (kN)	Rd (kN)	Fs,verticale
SLU	1_A1+M1+R3	1411	2629	279	4404	1,68
	2_A1+M1+R3	1291	2486	236		
SLV	sisma X + 0.3 sisma Y + 0.3 sisma Z verso alto				4404	1,68
	sisma X + 0.3 sisma Y + 0.3 sisma Z verso basso	309	2504	716		
	sisma Y + 0.3 sisma X + 0.3 sisma Z verso alto					
	sisma Y + 0.3 sisma X + 0.3 sisma Z verso basso	616	2224	560		
	sisma Z verso basso + 0.3 sisma Y + 0.3 sisma X					
SLE_rara	1_SLE rara	1049	1932	206	5081	2,63
	2_SLE rara	960	1827	174		

16.4 Metodologia per la determinazione del carico limite orizzontale dei pali

16.4.1 Premessa

In linea generale, per la verifica del carico limite orizzontale si fa riferimento alla teoria di Broms per il caso di pali con rotazione in testa impedita. Le metodologie di calcolo sono riportate nel paragrafo seguente.

16.4.2 Analisi agli stati limite

Per la determinazione del valore di progetto della resistenza dei pali soggetti a carichi trasversali valgono le indicazioni di normativa NTC2018 al paragrafo 6.4.3.1.1, applicando il coefficiente parziale (γ_T) della seguente tabella (vedasi tabella di normativa 6.4.VI) ed i coefficienti ξ_3 e ξ_4 , fattori di correlazione in funzione del numero di verticali d'indagine rappresentative (tabella di normativa 6.4.IV).

La valutazione è stata eseguita tenendo conto di effetto gruppo, cautelativamente assunto pari a 0.8.

Coefficiente parziale (R3)
$\gamma_T = 1,3$

Tabella 31 Coefficiente parziale γ_T per le verifiche agli stati limite ultimi di pali soggetti a carichi trasversali

16.4.3 Verifica a carico limite orizzontale - Broms

Per la verifica del carico limite orizzontale si fa riferimento alla teoria di Broms per il caso di pali con rotazione in testa impedita.

Le equazioni con cui si determina il carico limite a forze orizzontali dei pali sono definite di seguito al variare del tipo di meccanismo considerato.

In terreni coesivi si ha:

Palo corto:
$$H = 9c_u d^2 \left(\frac{L}{d} - 1.5 \right)$$

Palo intermedio:
$$H = -9c_u d^2 \left(\frac{L}{d} + 1.5 \right) + 9c_u d^2 \sqrt{2 \left(\frac{L}{d} \right)^2 + \frac{4}{9} \frac{M_y}{c_u d^3} + 4.5}$$

Palo lungo:
$$H = -13.5c_u d^2 + c_u d^2 \sqrt{182.25 + 36 \frac{M_y}{c_u d^3}}$$

dove :

H = carico limite orizzontale del palo;

c_u = resistenza non drenata del terreno;

M_y = momento di plasticizzazione del palo;

L = lunghezza del palo;

d = diametro del palo.

In terreni incoerenti si ha (vedasi figura seguente):

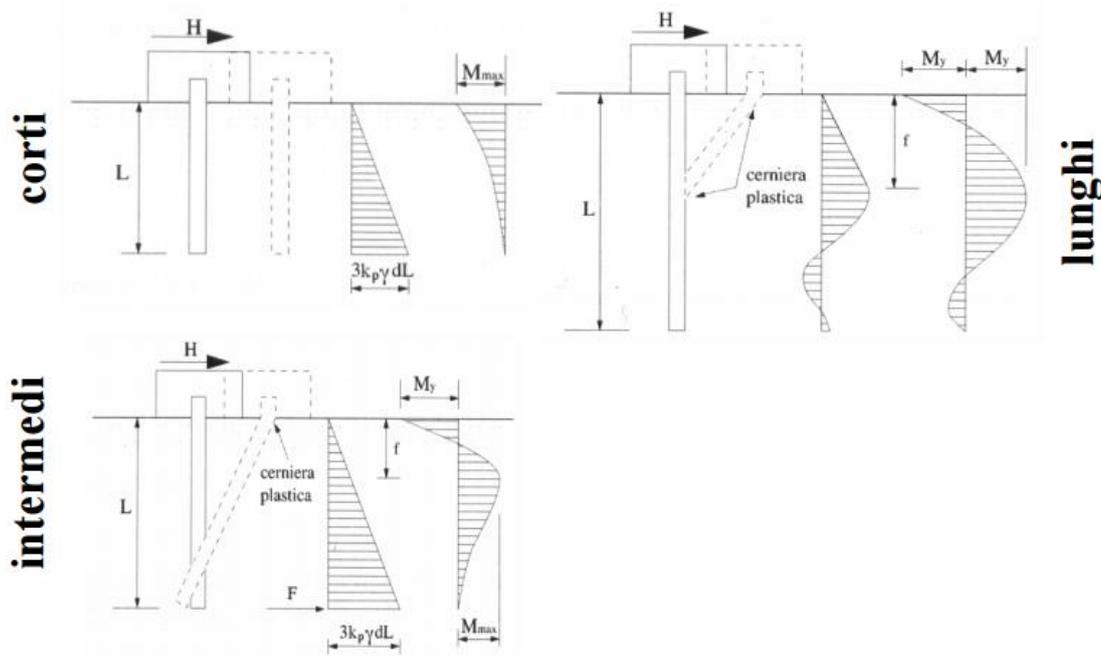
Palo corto:
$$H = 1.5k_p \gamma d^3 \left(\frac{L}{d} \right)^2$$

Palo intermedio:
$$H = \frac{1}{2} k_p \gamma d^3 \left(\frac{L}{d} \right)^2 + \frac{M_y}{L}$$

Palo lungo:
$$H = k_p \gamma d^3 \sqrt[3]{\left(3.676 \frac{M_y}{k_p \gamma d^4} \right)^2}$$

Dove, oltre ai termini già definiti,

k_p = coefficiente di spinta passiva.



Il valore di H dovrà essere confrontato con il massimo valore del taglio agente sul palo al variare delle combinazioni (V_{pd}). Per le verifiche a carico limite orizzontale si considera cautelativamente un coefficiente di gruppo 0.8.

Il valore determinato con la teoria di Broms dovrà essere ridotto secondo quanto prevede la normativa vigente.

$$H_{lim} = H / (\xi \cdot \gamma_T) > V_{pd}$$

dove:

H = valore limite in funzione del meccanismo attivato;

ξ = fattore di correlazione in funzione delle verticali indagate;

γ_T = fattore parziale per pali soggetti a carichi orizzontali.

In presenza di sovraccarico laterale la formulazione nell'ipotesi di palo lungo in terreno granulare, quale il presente caso, può essere estesa come segue.

Nello specifico tale formulazione è stata utilizzata nella stima della portanza orizzontale delle spalle, considerando che i primi metri del fusto dei pali sono interessati, a differenza di quelli delle pile (più profondi), da terreni granulari (unità SG).

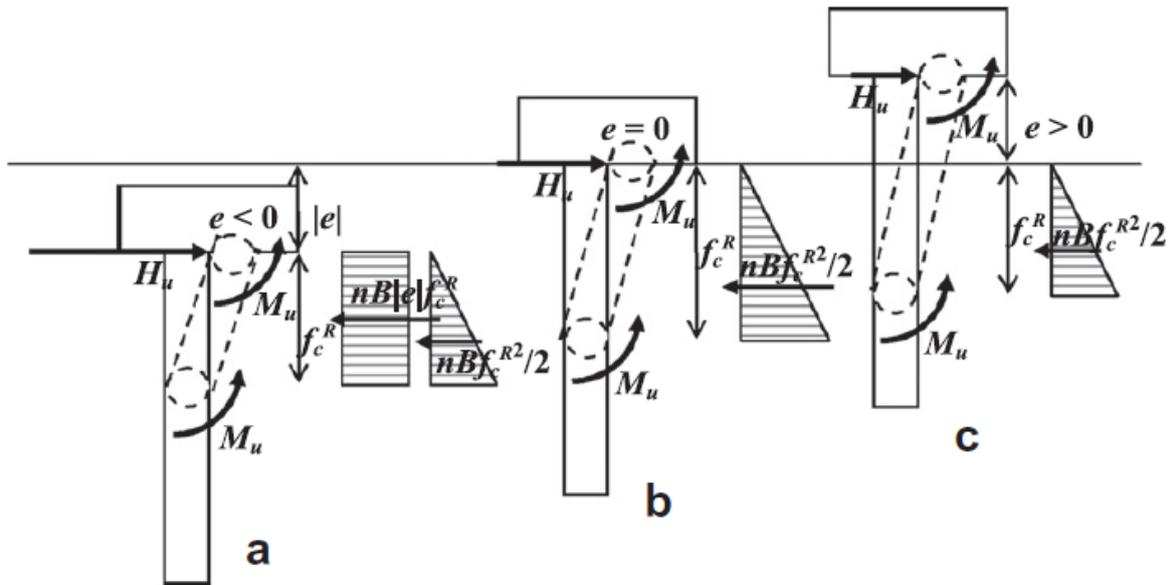


Fig. 3. Soil reaction for long piles: trapezoidal (a) $e < 0$, triangular (b) $e = 0$, (Broms) and (c) $e > 0$.

Di seguito si riportano i risultati delle analisi esplicitati in termini di fattore di sicurezza rispetto all'azione tagliante di progetto e i tabulati delle verifiche.

			su singolo palo			verifica su singolo palo diametro pali 1000 mm - L= 30 m	
Pila 1		Comb	Nmin (kN)	Nmax (kN)	Tmax (kN)	Hd (kN)	Fs,orizzontale
SLU-A1	Nmin	SLU_276	3168	3313	6	616	1,18
	Vymax	SLU_5	2287	3479	8		
	Mz min	SLU_1229	1775	4043	69		
SLV	Vymax	SLV65	399	3300	370		
	Vzmax	SLV100	90	3729	520		
SLE-rara	Nmin	SLER_276	2315	2417	4	-	-
	Vzmax	SLER_412	1879	2083	20		
	Mz min	SLER_1229	1315	2918	46		

			su singolo palo			verifica su singolo palo diametro pali 1000 mm - L= 34 m	
Pila 2		Comb	Nmin (kN)	Nmax (kN)	Tmax (kN)	Hd (kN)	Fs,orizzontale
SLU-A1	Nmin	SLU_228	3145	3287	6	611	1,20
	Vymax	SLU_5	2345	3526	10		
	Mz min	SLU_1229	1843	4083	69		
SLV	Vymax	SLV65	495	3292	370		
	Vzmax	SLV9	235	3547	511		
SLE-rara	Nmin	SLER_228	2298	2398	4	-	-
	Vymin	SLER_621	1664	2391	78		
	Mz min	SLER_1229	1370	2958	46		

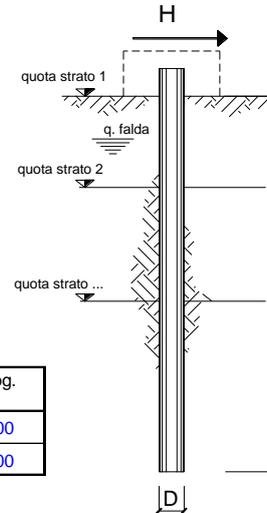
SPALLA1	verifica su singolo palo						
	su singolo palo			diametro pali 1000 mm - L= 30 m			
	Nmin (kN)	Nmax (kN)	Tmax (kN)	Rd (kN)	Fs,verticale	Hd (kN)	Fs,orizzontale
1_A1+M1+R3	1873	3790	521	4528	1,05	1385	1,21
2_A1+M1+R3	1788	3604	471				
sisma X + 0.3 sisma Y + 0.3 sisma Z verso alto							
sisma X + 0.3 sisma Y + 0.3 sisma Z verso basso	-251	4318	1142				
sisma Y + 0.3 sisma X + 0.3 sisma Z verso alto							
sisma Y + 0.3 sisma X + 0.3 sisma Z verso basso	207	3860	894				
sisma Z verso basso + 0.3 sisma Y + 0.3 sisma X				5402	1,93	-	-
1_SLE rara	1393	2792	385				
2_SLE rara	1330	2655	348				

SPALLA2	verifica su singolo palo						
	su singolo palo			diametro pali 1000 mm - L= 34 m			
	Nmin (kN)	Nmax (kN)	Tmax (kN)	Rd (kN)	Fs,verticale	Hd (kN)	Fs,orizzontale
1_A1+M1+R3	1411	2629	279	4404	1,68	1361	1,90
2_A1+M1+R3	1291	2486	236				
sisma X + 0.3 sisma Y + 0.3 sisma Z verso alto							
sisma X + 0.3 sisma Y + 0.3 sisma Z verso basso	309	2504	716				
sisma Y + 0.3 sisma X + 0.3 sisma Z verso alto							
sisma Y + 0.3 sisma X + 0.3 sisma Z verso basso	616	2224	560				
sisma Z verso basso + 0.3 sisma Y + 0.3 sisma X				5081	2,63	-	-
1_SLE rara	1049	1932	206				
2_SLE rara	960	1827	174				

Pila 1 (armatura palo: 28Ø30)

opera

coefficienti parziali Metodo di calcolo		A		M		R	
		permanenti γ_G	variabili γ_Q	γ_ψ	γ_{cu}	γ_T	
SLS	A1+M1+R1	<input type="radio"/>	1,30	1,50	1,00	1,00	1,00
	A2+M1+R2	<input type="radio"/>	1,00	1,30	1,00	1,00	1,60
	A1+M1+R3	<input type="radio"/>	1,30	1,50	1,00	1,00	1,30
	SISMA	<input checked="" type="radio"/>	1,00	1,00	1,00	1,00	1,30
DM88		<input type="radio"/>	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
definiti dal progettista		<input type="radio"/>	1,30	1,50	1,25	1,40	1,00



n	<input checked="" type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 4	<input type="radio"/> 5	<input type="radio"/> 7	<input type="radio"/> ≥10	T.A.	prog.
ξ_3	1,70	1,65	1,60	1,55	1,50	1,45	1,40	1,00	1,00
ξ_4	1,70	1,55	1,48	1,42	1,34	1,28	1,21	1,00	1,00

strati terreno	descrizione	quote (m)	γ (kN/m ³)	γ' (kN/m ³)	ϕ (°)	Parametri medi		Parametri minimi		
						k_p	c_u (kPa)	ϕ (°)	k_p	c_u (kPa)
p.c.=strato 1	LNC	100,00	18,5	8,5	25	2,46	60	25	2,46	60
<input checked="" type="checkbox"/> strato 2	CON-SGL	97,00	20	10	36	3,85	0	36	3,85	0
<input checked="" type="checkbox"/> strato 3	SL	88,00	19,25	9,25	32	3,25	0	32	3,25	0
<input checked="" type="checkbox"/> strato 4	CON-SGL	83,00	20	10	36	3,85	0	36	3,85	0
<input type="checkbox"/> strato 5						1,00			1,00	
<input type="checkbox"/> strato 6						1,00			1,00	

Quota falda 100 (m)
 Diametro del palo D 1,00 (m)
 Lunghezza del palo L 30,00 (m)
 Momento di plasticizzazione palo M_y 2515,03 (kNm)
 Step di calcolo 0,25 (m)

palo impedito di ruotare
 palo libero

Calcolo
(ctrl+r)

	<u>H medio</u>		<u>H minimo</u>	
Palo lungo	1701,5 (kN)		1701,5 (kN)	
Palo intermedio	13484,5 (kN)		13484,5 (kN)	
Palo corto	49107,3 (kN)		49107,3 (kN)	
H_{med}	1701,5 (kN)	Palo lungo	H_{min}	1701,5 (kN) Palo lungo
$H_k = \text{Min}(H_{med}/\xi_3 ; R_{min}/\xi_4)$			1000,90 (kN)	
$H_d = H_k/\gamma_T$			769,92 (kN)	X0.8 = 616
Carico Assiale Permanente (G):	G =	1 (kN)		
Carico Assiale variabile (Q):	Q =	0 (kN)		
$F_d = G \cdot \gamma_G + Q \cdot \gamma_Q =$		1,00 (kN)		
$FS = H_d / F_d =$		769,92	X0.8 =	616

Calcolo del momento di plasticizzazione di una sezione circolare

Diametro = 1000 (mm)
Raggio = 500 (mm)
Sforzo Normale = 0 (kN)

Caratteristiche dei Materiali

calcestruzzo

C25/30

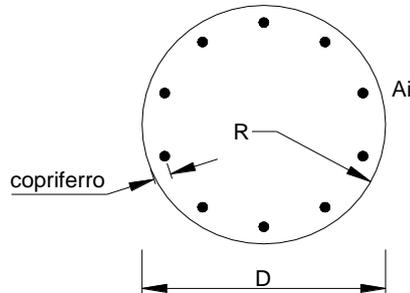
Rck = 30 (Mpa)

fck = 25 (Mpa)

γ_c = 1,5

α_{cc} = 0,85

$f_{cd} = \alpha_{cc} f_{ck} / \gamma_c = 14,17$ (Mpa)



Acciaio

tipo di acciaio

B450C

f_{yk} = 450 (Mpa)

γ_s = 1,15

$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s / \gamma_E = 391,3$ (Mpa)

E_s = 206000 (Mpa)

ϵ_{ys} = 0,190%

ϵ_{uk} = 10,000%

Armature

numero	diametro (mm)	area (mm ²)	copriferro (mm)
28	φ 30	19792,03	90
0	φ 0	0,00	130
0	φ 0	0,00	30

calcolo

Momento di Plasticizzazione

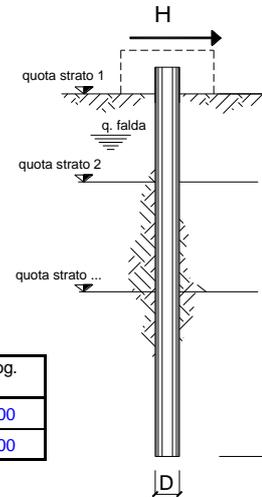
$M_y = 2515,0$ (kN m)

Inserisci

Pila 2 (armatura palo: 28Ø30)

opera

coefficienti parziali			A		M		R
Metodo di calcolo			permanenti γ_G	variabili γ_Q	γ_{φ}	γ_{cu}	γ_T
SLU	A1+M1+R1	<input type="radio"/>	1,30	1,50	1,00	1,00	1,00
	A2+M1+R2	<input type="radio"/>	1,00	1,30	1,00	1,00	1,60
	A1+M1+R3	<input type="radio"/>	1,30	1,50	1,00	1,00	1,30
	SISMA	<input checked="" type="radio"/>	1,00	1,00	1,00	1,00	1,30
DM88		<input type="radio"/>	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
definiti dal progettista		<input type="radio"/>	1,30	1,50	1,25	1,40	1,00



n	1	2	3	4	5	7	≥10	T.A.	prog.
ξ_3	1,70	1,65	1,60	1,55	1,50	1,45	1,40	1,00	1,00
ξ_4	1,70	1,55	1,48	1,42	1,34	1,28	1,21	1,00	1,00

strati terreno	descrizione	quote (m)	γ (kN/m ³)	γ' (kN/m ³)	φ (°)	Parametri medi		Parametri minimi		
						k_p	c_u (kPa)	φ (°)	k_p	c_u (kPa)
p.c.=strato 1	LNC	100,00	18,5	8,5	25	2,46	60	25	2,46	60
<input checked="" type="checkbox"/> strato 2	AL	83,00	19,25	9,25	25	2,46	160	25	2,46	160
<input checked="" type="checkbox"/> strato 3	CON-SGL	75,00	20	10	36	3,85	0	36	3,85	0
<input type="checkbox"/> strato 4						1,00			1,00	
<input type="checkbox"/> strato 5						1,00			1,00	
<input type="checkbox"/> strato 6						1,00			1,00	

Quota falda 100 (m)
 Diametro del palo D 1,00 (m)
 Lunghezza del palo L 34,00 (m)
 Momento di plasticizzazione palo M_y 2515,03 (kNm)
 Step di calcolo 0,25 (m)

palo impedito di ruotare
 palo libero

Calcolo
(ctrl+r)

	H medio		H minimo	
Palo lungo	1687,5 (kN)		1687,5 (kN)	
Palo intermedio	10982,1 (kN)		10982,1 (kN)	
Palo corto	47428,9 (kN)		47428,9 (kN)	
	H_{med} 1687,5 (kN)	Palo lungo	H_{min} 1687,5 (kN)	Palo lungo
	$H_k = \text{Min}(H_{med}/\xi_3 ; R_{min}/\xi_4)$		992,65 (kN)	
	$H_d = H_k/\gamma_T$		763,57 (kN)	X0.8 = 611
Carico Assiale Permanente (G):	G = 1 (kN)			
Carico Assiale variabile (Q):	Q = 0 (kN)			
	$F_d = G \cdot \gamma_G + Q \cdot \gamma_Q =$		1,00 (kN)	
	$FS = H_d / F_d =$		763,57	X0.8 = 611

Calcolo del momento di plasticizzazione di una sezione circolare

Diametro = 1000 (mm)
Raggio = 500 (mm)
Sforzo Normale = 0 (kN)

Caratteristiche dei Materiali

calcestruzzo

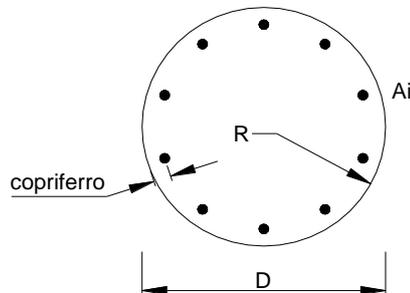
Rck = 30 (Mpa)

fck = 25 (Mpa)

γ_c = 1,5

α_{cc} = 0,85

$f_{cd} = \alpha_{cc} f_{ck} / \gamma_c = 14,17$ (Mpa)



Acciaio

tipo di acciaio

f_{yk} = 450 (Mpa)

γ_s = 1,15

$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s = 391,3$ (Mpa)

E_s = 206000 (Mpa)

ϵ_{ys} = 0,190%

ϵ_{uk} = 10,000%

Armature

numero	diametro (mm)	area (mm ²)	copriferro (mm)
28	ϕ 30	19792,03	90
0	ϕ 0	0,00	130
0	ϕ 0	0,00	30

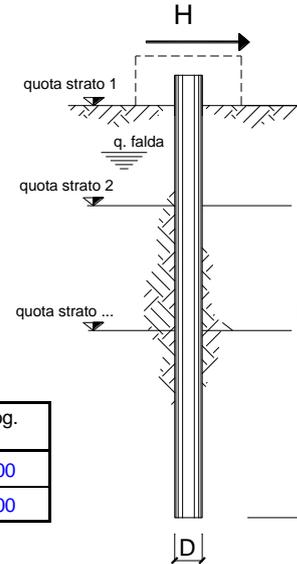
Momento di Plasticizzazione

$M_y = 2515,0$ (kN m)

Spalla 1 (armatura palo: 28+14Ø30)

opera

coefficienti parziali			A		M		R	
Metodo di calcolo			permanenti γ_G	variabili γ_Q	γ_ψ	γ_{cu}	γ_T	
SLU	A1+M1+R1	<input type="radio"/>	1,30	1,50	1,00	1,00	1,00	
	A2+M1+R2	<input type="radio"/>	1,00	1,30	1,00	1,00	1,60	
	A1+M1+R3	<input type="radio"/>	1,30	1,50	1,00	1,00	1,30	
	SISMA	<input checked="" type="radio"/>	1,00	1,00	1,00	1,00	1,30	
DM88		<input type="radio"/>	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
definiti dal progettista			<input type="radio"/>	1,30	1,50	1,25	1,40	1,00



n	1	2	3	4	5	7	≥10	T.A.	prog.
ξ_3	1,70	1,65	1,60	1,55	1,50	1,45	1,40	1,00	1,00
ξ_4	1,70	1,55	1,48	1,42	1,34	1,28	1,21	1,00	1,00

strati terreno	descrizione	quote (m)	γ (kN/m ³)	γ' (kN/m ³)	φ (°)	Parametri medi		Parametri minimi		
						k_p	c_u (kPa)	φ (°)	k_p	c_u (kPa)
p.c.=strato 1	SG	100,00	19,25	9,25	37	4,02	0	37	4,02	0
<input checked="" type="checkbox"/> strato 2	LNC	96,00	18,5	8,5	25	2,46	60	25	2,46	60
<input checked="" type="checkbox"/> strato 3	AL	92,00	19,25	9,25	25	2,46	160	25	2,46	160
<input checked="" type="checkbox"/> strato 4	SL	84,00	19,25	9,25	32	3,25	0	32	3,25	0
<input checked="" type="checkbox"/> strato 5	CON-SGL	79,00	20	10	36	3,85	0	36	3,85	0
<input type="checkbox"/> strato 6						1,00			1,00	

Quota falda **99,5** (m)
 Diametro del palo D **1,00** (m)
 Lunghezza del palo L **30,00** (m)
 Momento di plasticizzazione palo M_y **3679,40** (kNm)
 Step di calcolo **0,25** (m)

palo impedito di ruotare
 palo libero

Calcolo
(ctrl+r)

	<u>H medio</u>		<u>H minimo</u>	
Palo lungo	1996,8 (kN)		1996,8 (kN)	
Palo intermedio	13465,0 (kN)		13465,0 (kN)	
Palo corto	48341,0 (kN)		48341,0 (kN)	
H_{med}	1996,8 (kN)	Palo lungo	H_{min}	1996,8 (kN)
$H_k = \text{Min}(H_{med}/\xi_3 ; R_{min}/\xi_4)$			1174,61 (kN)	
$H_d = H_k/\gamma_T$			903,55 (kN)	

$K_p=$	4,02		coefficiente di spinta passivo minimo
$\gamma=$	19,3	kN/m ³	peso di volume medio
$n=$	312	kN/m ² /m	gradiente della reazione orizzontale ($k_p^2 \times \gamma$)
$e=$	3	m	approfondimento pali rispetto al piano campagna
$H_d (Broms)=$	904	kN	portanza orizzontale (Broms) singolo palo
$H_k (Broms)=$	1175	kN	portanza orizzontale caratteristico (Broms) singolo palo
$H_k (e<0)=$	2251	kN	portanza orizzontale per pali sotto p.c.
$H_d = H_k/gT =$	1731	kN	portanza orizzontale (Broms) singolo palo
$H_d = H_k/gT =$	1385	kN	portanza orizzontale (Broms) considerando l'effetto gruppo
$H_{max}=$	1142	kN	azione del taglio globale (composta F_X+F_Y)
$FS=$	1,21		

Calcolo del momento di plasticizzazione di una sezione circolare

Diametro = 1000 (mm)
Raggio = 500 (mm)
Sforzo Normale = 0 (kN)

Caratteristiche dei Materiali

calcestruzzo

C25/30

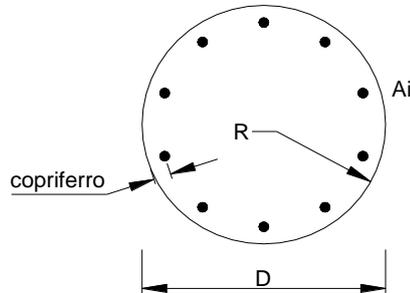
Rck = 30 (Mpa)

fck = 25 (Mpa)

γ_c = 1,5

α_{cc} = 0,85

$f_{cd} = \alpha_{cc} f_{ck} / \gamma_c = 14,17$ (Mpa)



Acciaio

tipo di acciaio

B450C

f_{yk} = 450 (Mpa)

γ_s = 1,15

$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s / \gamma_E = 391,3$ (Mpa)

E_s = 206000 (Mpa)

ϵ_{ys} = 0,190%

ϵ_{uk} = 10,000%

Armature

numero	diametro (mm)	area (mm ²)	copriferro (mm)
28	φ 30	19792,03	90
14	φ 30	9896,02	130
0	φ 0	0,00	30

calcolo

Momento di Plasticizzazione

$M_y = 3469,6$ (kN m)

Inserisci

Calcolo del momento di plasticizzazione di una sezione circolare

Diametro = 1000 (mm)
Raggio = 500 (mm)
Sforzo Normale = 0 (kN)

Caratteristiche dei Materiali

calcestruzzo

C25/30

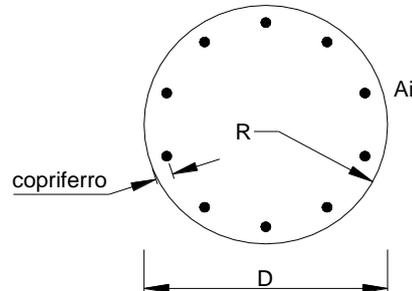
Rck = 30 (Mpa)

fck = 25 (Mpa)

γ_c = 1,5

α_{cc} = 0,85

$f_{cd} = \alpha_{cc} f_{ck} / \gamma_c = 14,17$ (Mpa)



Acciaio

tipo di acciaio

B450C

f_{yk} = 450 (Mpa)

γ_s = 1,15

$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s / \gamma_E = 391,3$ (Mpa)

E_s = 206000 (Mpa)

ϵ_{ys} = 0,190%

ϵ_{uk} = 10,000%

Armature

numero	diametro (mm)	area (mm ²)	copriferrò (mm)
28	φ 30	19792,03	90
14	φ 30	9896,02	130
0	φ 0	0,00	30

calcolo

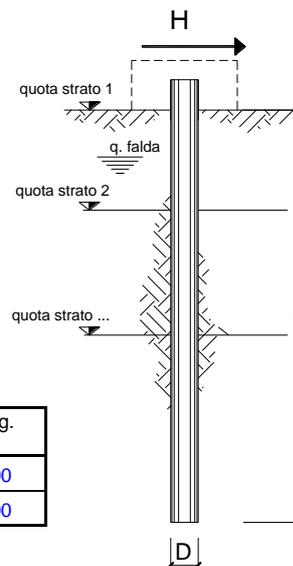
Momento di Plasticizzazione

$M_y = 3469,6$ (kN m)

Inserisci

Spalla 2 (armatura palo: 28+14Ø30)

opera



coefficienti parziali			A		M		R	
Metodo di calcolo			permanenti	variabili	γ_ψ	γ_{cu}	γ_T	
			γ_G	γ_Q				
SLU	A1+M1+R1	<input type="radio"/>	1,30	1,50	1,00	1,00	1,00	
	A2+M1+R2	<input type="radio"/>	1,00	1,30	1,00	1,00	1,60	
	A1+M1+R3	<input type="radio"/>	1,30	1,50	1,00	1,00	1,30	
	SISMA	<input checked="" type="radio"/>	1,00	1,00	1,00	1,00	1,30	
DM88		<input type="radio"/>	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
definiti dal progettista			<input type="radio"/>	1,30	1,50	1,25	1,40	1,00

n	1	2	3	4	5	7	≥ 10	T.A.	prog.
ξ_3	1,70	1,65	1,60	1,55	1,50	1,45	1,40	1,00	1,00
ξ_4	1,70	1,55	1,48	1,42	1,34	1,28	1,21	1,00	1,00

strati terreno	descrizione	quote (m)	γ (kN/m ³)	γ' (kN/m ³)	φ (°)	Parametri medi		Parametri minimi		
						k_p	c_u (kPa)	φ (°)	k_p	c_u (kPa)
p.c.=strato 1	SG	100,00	19,25	9,25	37	4,02	0	37	4,02	0
<input checked="" type="checkbox"/> strato 2	LNC	94,00	18,5	8,5	25	2,46	60	25	2,46	60
<input checked="" type="checkbox"/> strato 3	AL	80,00	19,25	9,25	25	2,46	160	25	2,46	160
<input checked="" type="checkbox"/> strato 4	CON-SGL	70,00	20	10	36	3,85	0	36	3,85	0
<input type="checkbox"/> strato 5										
<input type="checkbox"/> strato 6						1,00			1,00	

Quota falda **100** (m)
 Diametro del palo D **1,00** (m)
 Lunghezza del palo L **34,00** (m)
 Momento di plasticizzazione palo M_y **3679,40** (kNm)
 Step di calcolo **0,25** (m)

palo impedito di ruotare
 palo libero

Calcolo
(ctrl+r)

	H medio		H minimo	
Palo lungo	1927,4 (kN)		1927,4 (kN)	
Palo intermedio	9623,6 (kN)		9623,6 (kN)	
Palo corto	37235,1 (kN)		37235,1 (kN)	
H_{med}	1927,4 (kN)	Palo lungo	H_{min}	1927,4 (kN)
H_k = Min(H_{med}/ξ_3 ; R_{min}/ξ_4)				1133,77 (kN)
H_d = H_k/γ_T				872,13 (kN)

K_p =	4,02		coefficiente di spinta passivo minimo
γ =	19,3	kN/m ³	peso di volume medio
n =	312	kN/m ² /m	gradiente della reazione orizzontale (k _p ² ×γ)
e =	3	m	approfondimento pali rispetto al piano campagna
H_d (Broms) =	872	kN	portanza orizzontale (Broms) singolo palo
H_k (Broms) =	1134	kN	portanza orizzontale caratteristico (Broms) singolo palo
H_k (e<0) =	2211	kN	portanza orizzontale per pali sotto p.c.
H_d = H_k/gT =	1701	kN	portanza orizzontale (Broms) singolo palo
H_d = H_k/gT =	1361	kN	portanza orizzontale (Broms) considerando l'effetto gruppo
H_{max} =	716	kN	azione del taglio globale (composta FX+FY)
FS =	1,90		

Calcolo del momento di plasticizzazione di una sezione circolare

Diametro = 1000 (mm)
Raggio = 500 (mm)
Sforzo Normale = 0 (kN)

Caratteristiche dei Materiali

calcestruzzo

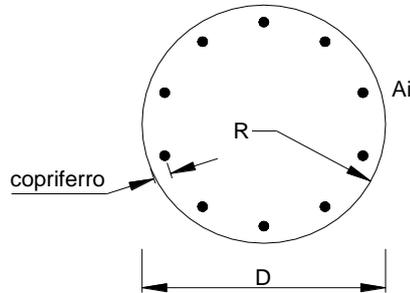
Rck = 30 (Mpa)

fck = 25 (Mpa)

$\gamma_c = 1,5$

$\alpha_{cc} = 0,85$

$f_{cd} = \alpha_{cc} f_{ck} / \gamma_c = 14,17$ (Mpa)



Acciaio

tipo di acciaio

$f_{yk} = 450$ (Mpa)

$\gamma_s = 1,15$

$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s / \gamma_E = 391,3$ (Mpa)

$E_s = 206000$ (Mpa)

$\epsilon_{ys} = 0,190\%$

$\epsilon_{uk} = 10,000\%$

Armature

numero	diametro (mm)	area (mm ²)	copriferro (mm)
28	ϕ 30	19792,03	90
14	ϕ 30	9896,02	130
0	ϕ 0	0,00	30

calcolo

Momento di Plasticizzazione

$M_y = 3469,6$ (kN m)

Inserisci

16.5 Metodologia per l'analisi dei pali soggetti a carichi trasversali

16.5.1 Comportamento del palo soggetto ai carichi orizzontali - Modulo di reazione orizzontale del terreno

Lo studio dell'interazione tra palo soggetto ai carichi orizzontali ed il terreno viene effettuato ricorrendo alla teoria di Matlock e Reese che si basa sul noto modello di suolo alla Winkler (elastico-lineare), caratterizzato da un modulo di reazione orizzontale del terreno (E_{MR}) definito come il rapporto fra la reazione del terreno per unità di lunghezza del palo (p) ed il corrispondente spostamento orizzontale (y):

$$E_{MR} = p/y \quad [FL^{-2}]$$

L'interazione terreno-struttura è stata analizzata nel modello di calcolo delle fondazioni mediante l'applicazione delle seguenti molle di reazione desunte K_h , dedotti dalla relazione di Chen, (1978):

Terreni a grana fine (coesivi): $K_h = 1,6 \times E / D$

Terreni a grana grossa (incoerenti): $K_h = 3,0 \times E / D$

La formulazione originale lega il valore della costante al modulo pressiometrico che può variare tra 1/3 e 2/3 di quello elastico di progetto.

16.5.2 Valutazione del momento adimensionale lungo il palo

Per ricavare il momento adimensionalizzato lungo il fusto del palo si ricorre al metodo di Matlock e Reese (1956), che utilizzando il metodo delle differenze finite, hanno risolto il problema del palo soggetto ad un carico orizzontale, mediante l'impiego di parametri adimensionali, ottenuti esprimendo l'equazione della linea elastica attraverso equazioni differenziali funzione del tipo di sollecitazione agente.

Nel caso in esame, considerando l'andamento del modulo di reazione orizzontale palo-terreno (E_{MR} , valutato in accordo al precedente paragrafo), si ricorre al metodo degli elementi finiti, adimensionalizzando la soluzione come segue:

$$M_0 = \alpha_m \cdot H_0$$

$$M(z) = M_0 \cdot M_{ad}(z)$$

essendo:

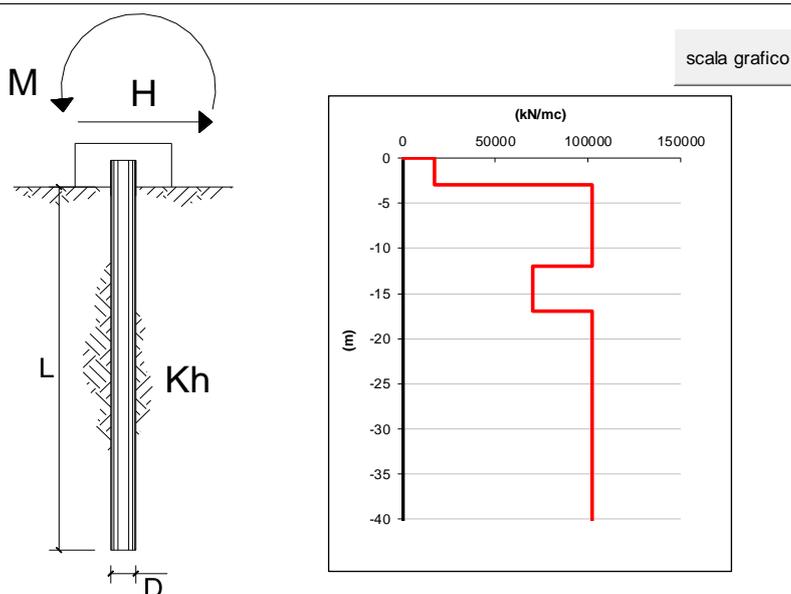
$$H_0 = \text{azione tagliante in testa palo [F];}$$

M_0 = azione flettente, conseguente ad H_0 , in testa al palo;

α_m = rapporto momento taglio in testa palo nell'ipotesi di rotazione impedita [L];

M_{ad} = momento flettente adimensionale lungo il fusto del palo.

Pila 1



strati terreno	descrizione	quote (m)	k_h (kN/m ³)	n_h (kN/m ³)
p.c.=strato 1	LNC	0,00	17280	0
<input checked="" type="checkbox"/> strato 2	CON-SGL	-3,00	102400	0
<input checked="" type="checkbox"/> strato 3	SL	-12,00	70400	0
<input checked="" type="checkbox"/> strato 4	CON-SGL	-17,00	102400	0
<input type="checkbox"/> strato 5				
<input type="checkbox"/> strato 6				

Diametro del palo 1 (m)
 J palo 0,04909 (m⁴)
 Lunghezza del palo 45 (m)
 Forza orizzontale in testa 100 (kN)
 Momento in testa 0 (kNm)
 E cls 31220 (Mpa)
 dimensione elementi 0,2 (m)

- palo impedito di ruotare
 palo impedito di traslare
 palo libero

Calcolo
(ctrl+r)

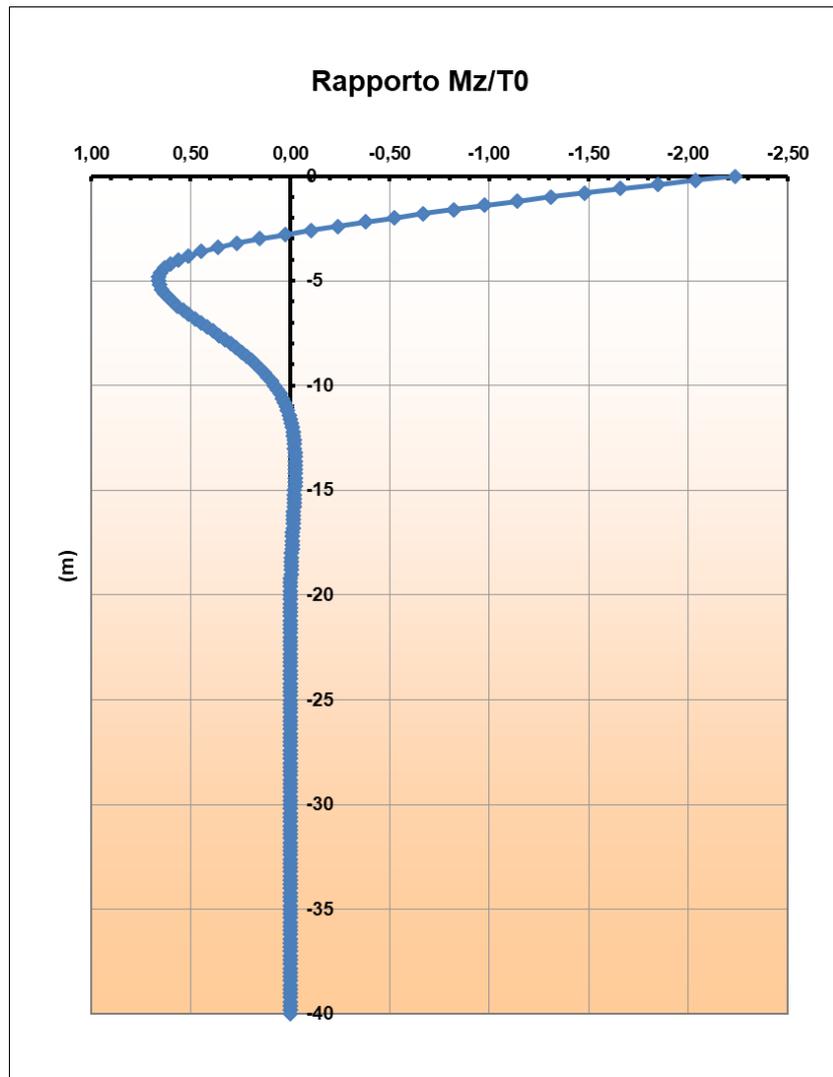
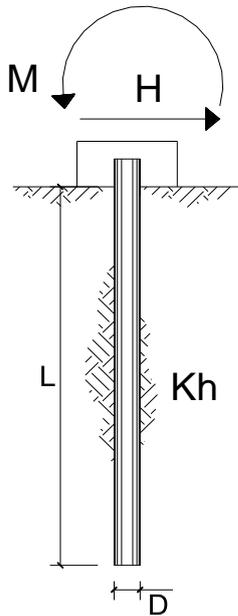
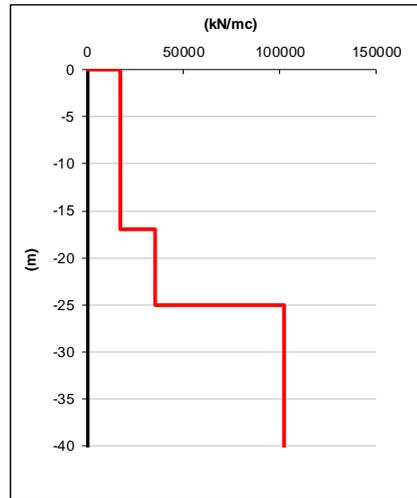


Figura 16-11 rapporto adimensionale momento/taglio (pila 1)

Pila 2



scala g



strati terreno	descrizione	quote (m)	k_h (kN/m ³)	n_h (kN/m ³)
p.c.=strato 1	LNC	0,00	17280	0
<input checked="" type="checkbox"/> strato 2	AL	-17,00	35200	0
<input checked="" type="checkbox"/> strato 3	CON-SGL	-25,00	102400	0
<input type="checkbox"/> strato 4				
<input type="checkbox"/> strato 5				
<input type="checkbox"/> strato 6				

Diametro del palo 1 (m)
 J palo 0,04909 (m⁴)
 Lunghezza del palo 45 (m)
 Forza orizzontale in testa 100 (kN)
 Momento in testa 0 (kNm)
 E cls 31220 (Mpa)
 dimensione elementi 0,2 (m)

- palo impedito di ruotare
 palo impedito di traslare
 palo libero

Calcolo
(ctrl+r)

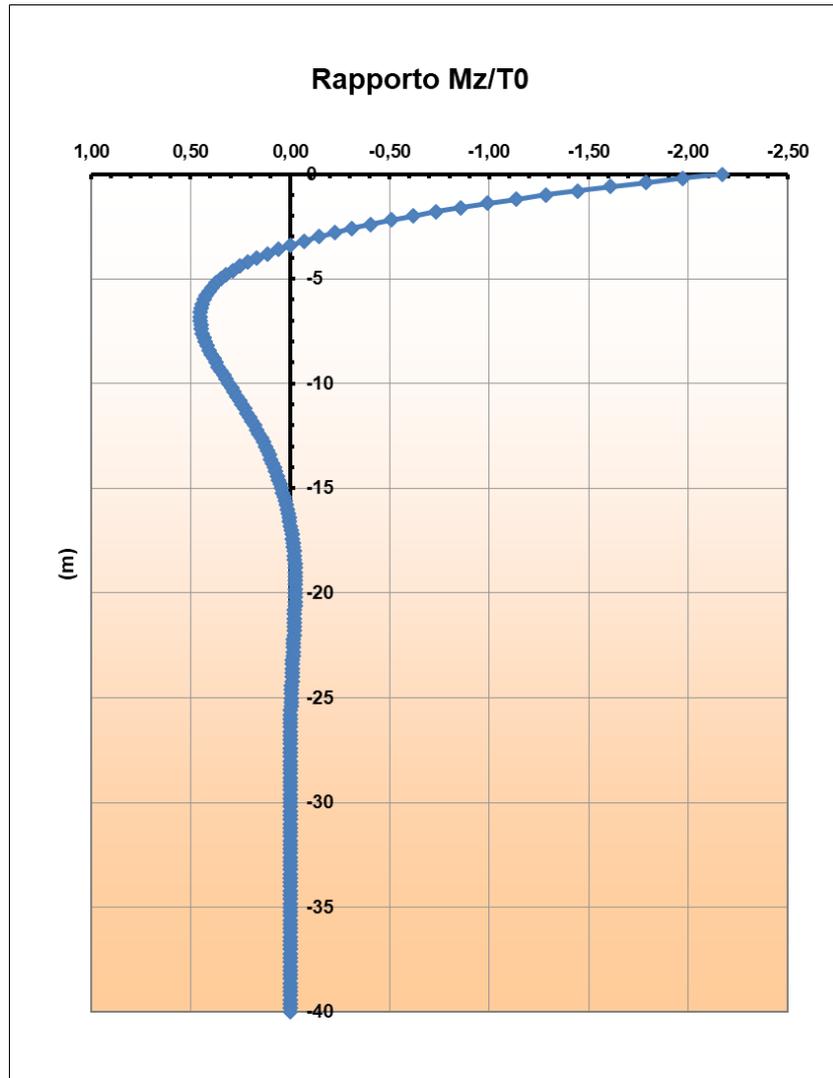
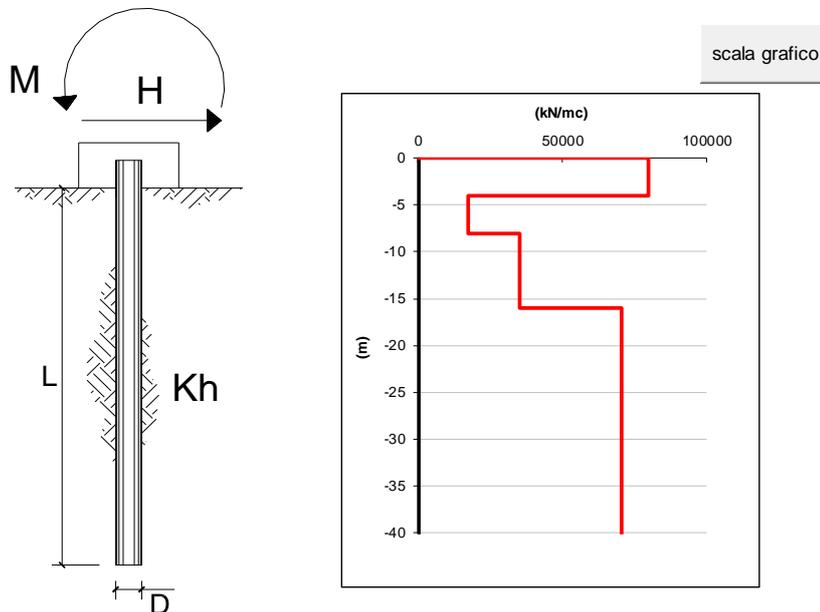


Figura 16-12 rapporto adimensionale momento/taglio (pila 2)

Spalla A



strati terreno	descrizione	quote (m)	k_h (kN/m ³)	n_h (kN/m ³)
p.c.=strato 1	SG	0,00	80000	0
<input checked="" type="checkbox"/> strato 2	LNC	-4,00	17280	0
<input checked="" type="checkbox"/> strato 3	AL	-8,00	35200	0
<input checked="" type="checkbox"/> strato 4	SL	-16,00	70400	0
<input type="checkbox"/> strato 5	CON-SGL	-21,00	102400	1
<input type="checkbox"/> strato 6				

Diametro del palo 1 (m)
 J palo 0,04909 (m⁴)
 Lunghezza del palo 45 (m)
 Forza orizzontale in testa 100 (kN)
 Momento in testa 0 (kNm)
 E cls 31220 (Mpa)
 dimensione elementi 0,2 (m)

- palo impedito di ruotare
- palo impedito di traslare
- palo libero

Calcolo
(ctrl+r)

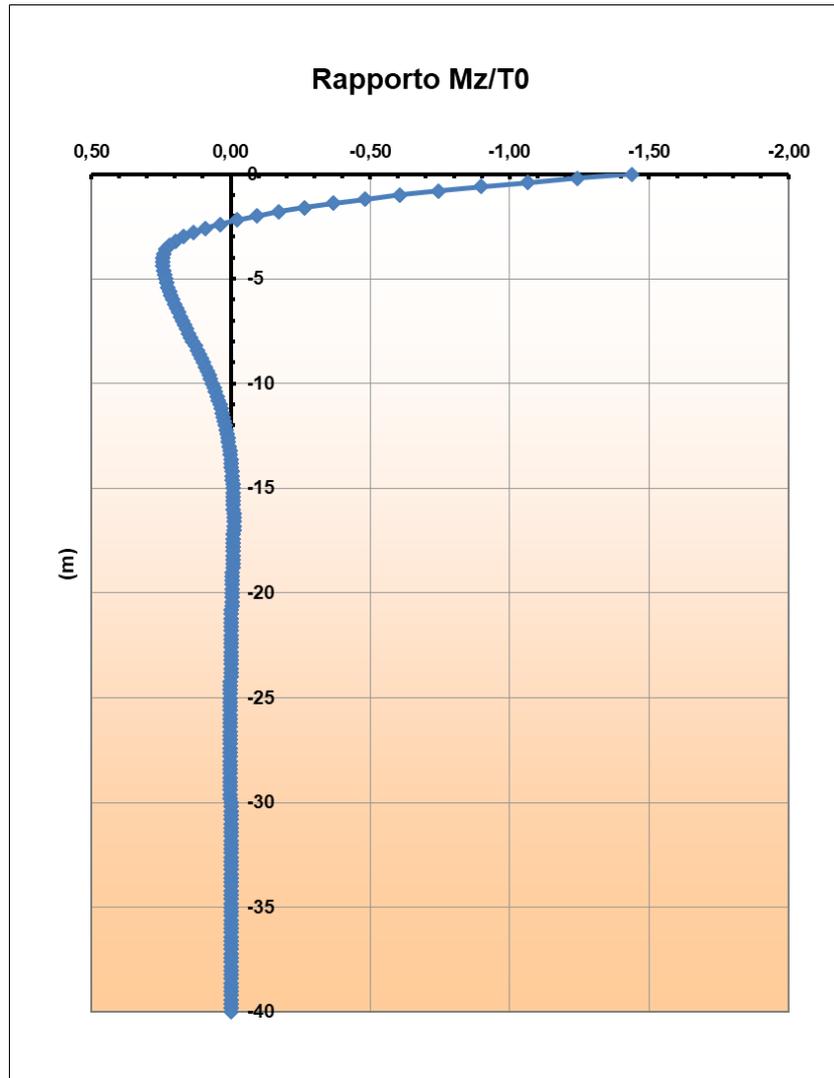
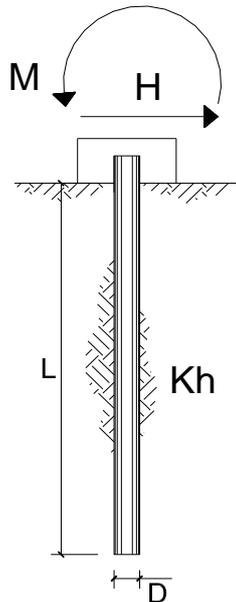
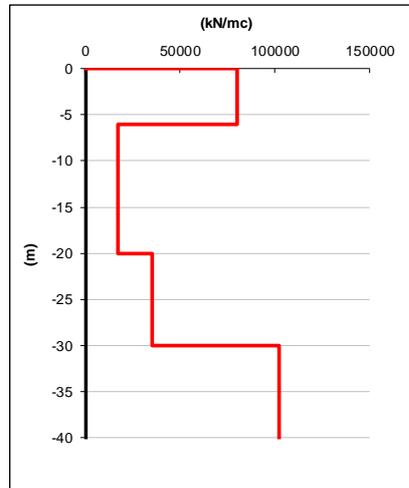


Figura 16-13 rapporto adimensionale momento/taglio (Spalla 1)

Spalla B



scala grafico



strati terreno	descrizione	quote (m)	k_h (kN/m ³)	n_h (kN/m ³)
p.c.=strato 1	SG	0,00	80000	0
<input checked="" type="checkbox"/> strato 2	LNC	-6,00	17280	0
<input checked="" type="checkbox"/> strato 3	AL	-20,00	35200	0
<input checked="" type="checkbox"/> strato 4	CON-SGL	-30,00	102400	0
<input type="checkbox"/> strato 5				
<input type="checkbox"/> strato 6				

Diametro del palo 1 (m)
 J palo 0,04909 (m⁴)
 Lunghezza del palo 45 (m)
 Forza orizzontale in testa 100 (kN)
 Momento in testa 0 (kNm)
 E cls 31220 (Mpa)
 dimensione elementi 0,2 (m)

- palo impedito di ruotare
- palo impedito di traslare
- palo libero

Calcolo
(ctrl+r)

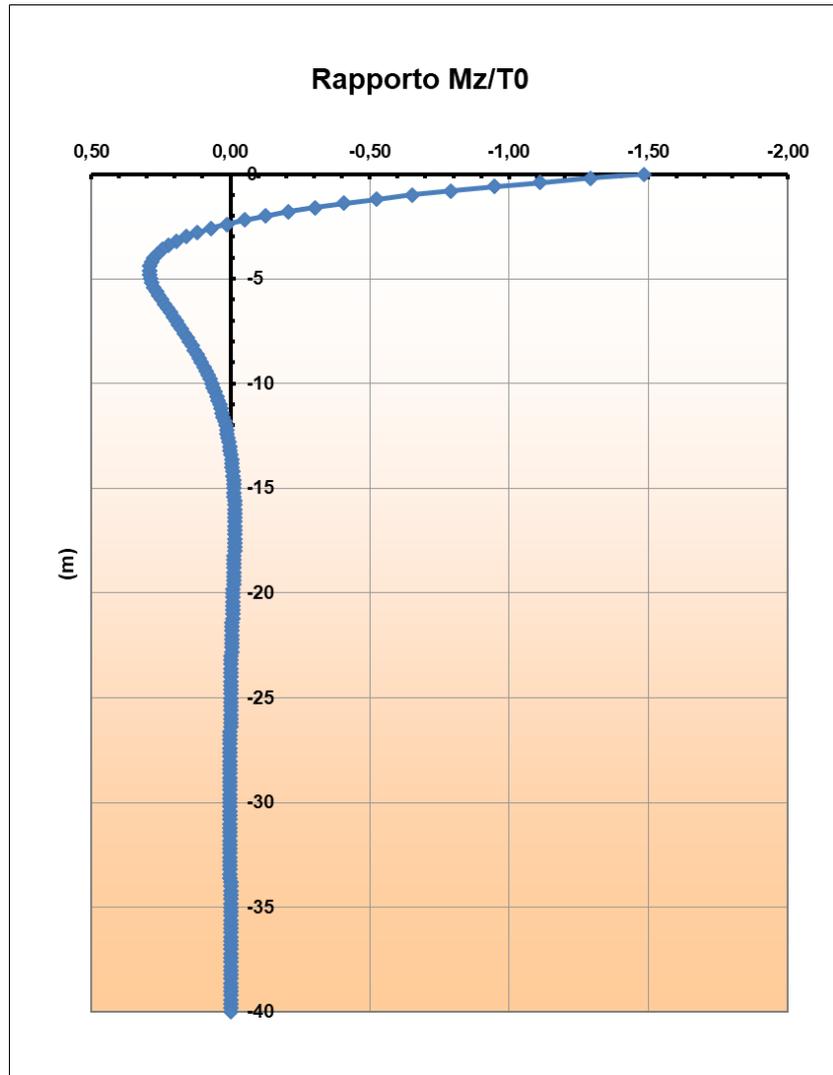


Figura 16-14 rapporto adimensionale momento/taglio (Spalla 2)

16.6 Valutazione dei cedimenti assiali del singolo palo e del gruppo

Per quanto riguarda il calcolo dei cedimenti delle fondazioni, è stata prima di tutto analizzata la risposta del singolo palo considerando i metodi tradizionali proposti in letteratura.

Una descrizione sintetica dei metodi utilizzati e delle ipotesi cui fanno riferimento è riportata nei paragrafi seguenti. Quindi dal cedimento del generico palo è stato calcolato il cedimento del gruppo di pali.

Metodo di Poulos & Davis (1980)

Nell'ambito del Metodo di Poulos & Davis (1980), il cedimento di un singolo palo isolato w_s sotto l'azione di un carico Q è espresso dalla:

$$w_s = \frac{I_w}{EL} Q$$

nella quale I_w è un coefficiente d'influenza adimensionale funzione dei parametri L/D (con L =lunghezza del palo; D =diametro del palo), del coefficiente di Poisson del mezzo elastico con cui si rappresenta il terreno e K . Il terreno è modellato come un mezzo elastico stratificato alla Gibson, di spessore finito H e modulo crescente con la profondità. K è il rapporto tra il modulo di rigidezza del palo, E_p e il Modulo di Young del terreno, E .

I_w si ottiene come prodotto di quattro coefficienti I_0 , R_k , R_v ed R_h ricavabili dai grafici nelle figure seguenti.

Si assume un modulo di rigidezza E crescente con la profondità con la seguente legge:

$$E = E_0 + E_0 * \left(\frac{\sigma'_v}{p_a}\right)^n$$

con $p_a=100$ kPa e $n=0.25$.

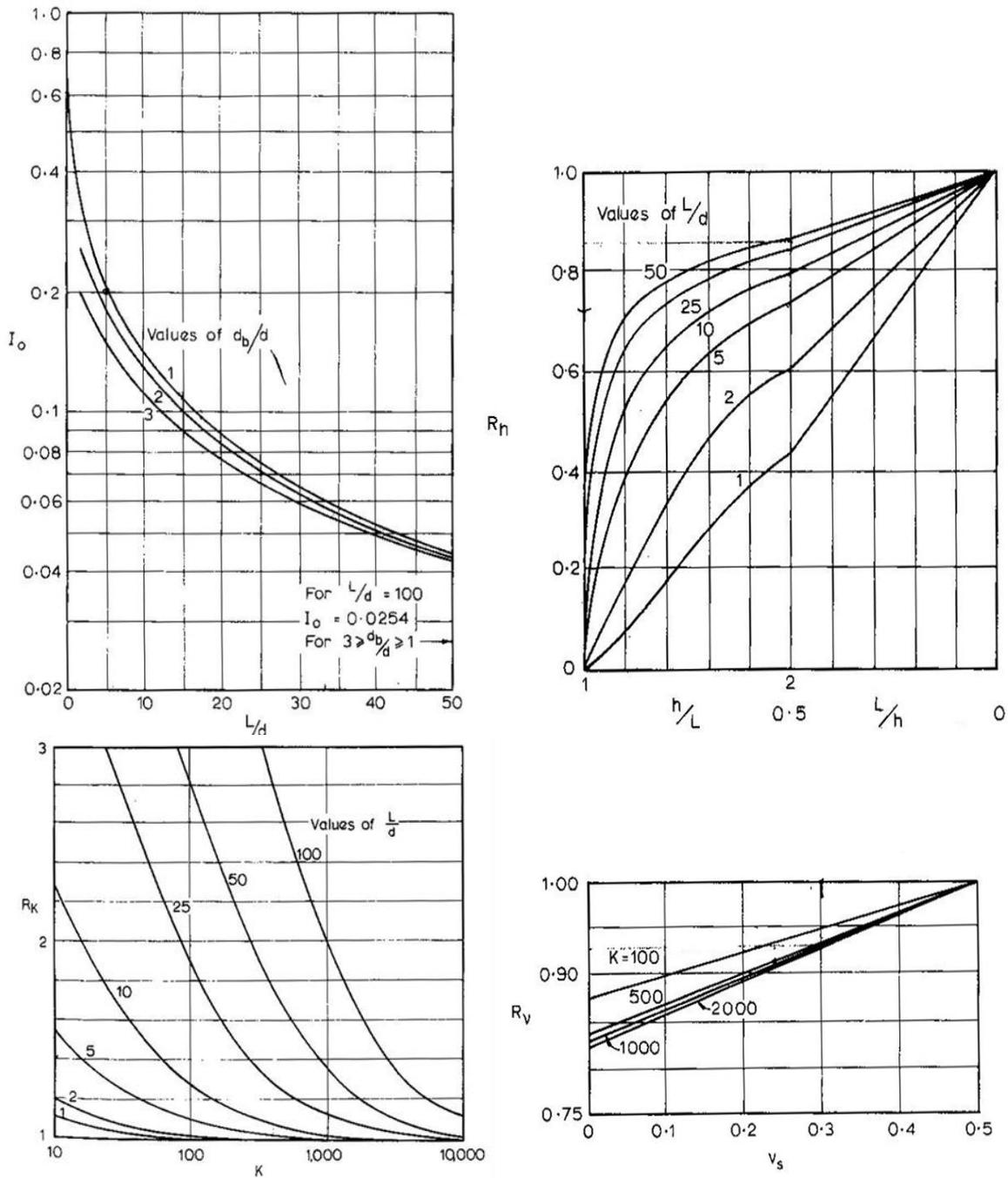


Figura 16-15 Coefficienti d'influenza I_0 , R_k , R_v ed R_h per la stima di I_w

Metodo di Randolph & Wroth (1978)

Il metodo di Randolph & Wroth (1978) è un metodo analitico che considera il palo immerso in un mezzo elastico ed esamina separatamente l'interazione con tale mezzo della superficie laterale e della base del palo; le due soluzioni vengono poi sovrapposte.

Per il palo rigido il cedimento alla testa del palo è espresso dalla:

$$\frac{Q}{w r_0 G_L} = \frac{4 r_b G_b}{(1 - \nu) r_0 G_L} + \frac{2 \pi L G_m}{r_0 G_L}$$

dove Q è il carico totale agente alla testa del palo, GL il Modulo di taglio G valutato alla profondità L, r0 il raggio del palo, rb il raggio della base del palo e Gb il Modulo di taglio al di sotto della base del palo.

Per tenere conto della deformabilità del palo gli Autori propongono :

$$\frac{Q}{w r_0 G_L} = \frac{\frac{4}{1 - \nu} \frac{\eta}{\xi} + \frac{2 \pi \rho}{\zeta} \frac{\text{tgh}(\mu L)}{\mu L} \frac{L}{r_0}}{1 + \frac{1}{\pi \lambda} \frac{4}{1 - \nu} \frac{\eta}{\xi} \frac{\text{tgh}(\mu L)}{\mu L} \frac{L}{r_0}}$$

con: $\eta = r_b / r_0$.

Metodo di calcolo dei cedimenti del gruppo di pali

Il cedimento del singolo palo è stato esteso a quello del gruppo di pali, $w_{\text{palificata}}$. Il problema è stato studiato nell'ipotesi che ciascun palo si comporti come un elemento elastico indipendente dagli altri quindi il cedimento di una palificata può essere espresso come prodotto del cedimento del singolo palo per un coefficiente di amplificazione R, dipendente da fattori essenzialmente geometrici come il numero di pali della palificata n e il rapporto i/D ossia il rapporto tra l'interasse e il diametro dei pali. E' possibile stimare un cedimento della palificata massimo o medio.

$$w_{\text{palificata, max}} = n \cdot R_{G, \text{max}} \cdot w_{s, \text{max}} \quad ; \quad w_{\text{palificata, medio}} = n \cdot R_{G, \text{medio}} \cdot w_{s, \text{medio}}$$

con:

$$R_{G, \text{max}} = (0.5/R) + (0.13/R^2)$$

$$R_{G, \text{medio}} = 0.3 \cdot R^{-1.2}$$

Per R, Randolph & Clancy (1993) e Mandolini (1994a) hanno proposto la relazione:

$$R = n \cdot (i/L)^{0.5}$$

e con:

- n= numero di pali facenti parte della palificata;
- $w_{s, \text{max}}$ = cedimento massimo del singolo palo;
- $w_{s, \text{medio}}$ = cedimento medio del singolo palo;
- i= interasse;

- L= lunghezza dei pali.

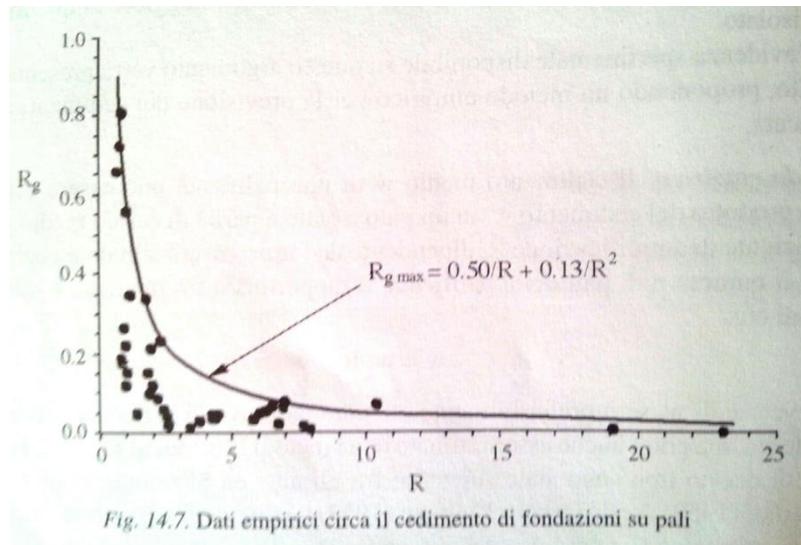


Figura 16-16 Dati empirici circa il cedimento di fondazioni su pali

Di seguito si riportano le valutazioni numeriche sul singolo palo e sul gruppo di pali della spalla e della pila maggiormente caricate.

Spalla

SPALLA									
rif. "FONDAZIONI" - Viggiani									
rif. "Elastic Solutions for Soil and Rock Mechanics" - Poulos and Davis									
INCREMENTO MODULO CON LA PROFONDITA'	pa =	100	kPa	pressione di riferimento (1 atm)					
	n =	0,25		esponente legge di variazione del modulo					
	v =	0,3		coefficiente di Poisson del terreno					
	z _{tp} =	0	m	quota di testa palificata					
tensione verticale efficace (incremento a piano campagna) =				80	kPa				
quota fondo	terreno	E _{OP INIZ.} (kPa)	γ'	spessore	σ' _v	E	G	G	G ₀
	-	(kPa)	(kN/m ³)	(m)	(kPa)	(kPa)	(kPa)	(MPa)	(MPa)
0	SG	62500	9,25	-	80	121609	46773	47	24
4	LNC	13500	8,5	4,0	114	27450	10558	11	5
8	AL	27500	9,25	4,0	117	56101	21577	22	11
16	SL	55000	9,25	8,0	154	116269	44719	45	21
21,0	CON-SGL	80000	10	5,0	130	165423	63624	64	31
30,0	CON-SGL	80000	10	9,0	170	171349	65903	66	31
POULOS "floating pile"									
P =	2792	kN	carico assiale		$w = P * I / E_S * d$				
R _k =	1,8								
R _h =	1								
R _v =	0,95								
I ₀ =	0,062								
I =	0,10602								
E _S =	121120	kPa	modulo di Young						
d =	1,00	m	diametro						
α =	1,00		sbulbamento medio						
d _e =	1,00	m	diametro equivalente						
L =	30,0	m	lunghezza palo		L _{tot} =	30,0	m		
L/d =	30								
E _p =	31220186	kPa	modulo el. del palo						
K =	258								
w = 0,00244 m = 2,4 mm									

RANDOLPH & WROTH (palo rigido)				
B=	1,00	m	diametro	$w = P / (r_0 * G_L) / Y$
A_{base} =	0,785	m ²		
RAGGIO EQUIVALENTE =	0,50	m		
CARICO ASSIALE =	2792	KN		
w = 0,00226 m = 2,3 mm				
v =	0,3			
L =	30,0	m		Y = A + B
G_m =	30907	kPa	modulo di taglio medio	A = 3,99
G_b =	21577	kPa	modulo di taglio alla base	B = 75,83
G_l =	30907	kPa	modulo di taglio laterale	Y = 79,82
ζ =	4,97			

RANDOLPH & WROTH (palo deformabile)				
B=	1,00	m	diametro	$w = P / (r_0 * G_L) * X$
A_{base} =	0,785	m ²		
E_p =	31220186	kPa	modulo el. del palo	
RAGGIO EQUIVALENTE =	0,50	m		
CARICO ASSIALE =	2792	KN		
v =	0,3			w = 0,0034 m = 3,4 mm
L =	30,0	m		
				X = C/D
G_m =	30907	kPa	modulo di taglio medio	C = 1,0525
G_b =	21577	kPa	modulo di taglio alla base	D = 56,752
G_l =	30907	kPa	modulo di taglio laterale	X = 0,01854
η =	1			
ξ =	1,432368977		η / ξ = 0,698144	2 π ρ / ζ = 1,26443
ζ =	4,97		1/π λ = 0,000315	tanh (μL)/μL = 0,6955
λ =	1010		4 / (1-v) = 5,71429	L/r ₀ = 60,00
ρ =	1			
μL =	1,198			

ANALISI DEI CEDIMENTI della palificata			
CEDIMENTO GEOTECNICO	2,7 mm	valore medio dei 3 metodi	
CEDIMENTO ELASTICO	0,0 mm		
CEDIMENTO TOTALE Ws	2,7 mm	singolo palo	
$W = n \times Rg \times Ws$	cedimento della palificata		
n	40	numero di pali	
interasse	3 m	combinato x , y	
$W = n \times Rg \times Ws$	cedimento della palificata		
$R = (n \times \text{int.} / L)^{0.5} =$	2,00	parametro funzione dell'interasse e della lunghezza	
$Rg_{max} = 0.5 / R + 0.13 / R^2 =$	0,28	per il cedimento massimo	
$Rg_{medio} = 0.3 \times R^{-1.2} =$	0,13	per il cedimento medio	
Wmax =	33,0	mm	
Wmedio =	16,7	mm	

ANALISI DEI CEDIMENTI della palificata			
CEDIMENTO GEOTECNICO	3,4 mm	valore MAX dei 3 metodi	
CEDIMENTO ELASTICO	0,0 mm		
CEDIMENTO TOTALE Ws	3,4 mm	singolo palo	
$W = n \times Rg \times Ws$	cedimento della palificata		
n	40	numero di pali	
interasse	3 m	combinato x , y	
$W = n \times Rg \times Ws$	cedimento della palificata		
$R = (n \times \text{int.} / L)^{0.5} =$	2,00	parametro funzione dell'interasse e della lunghezza	
$Rg_{max} = 0.5 / R + 0.13 / R^2 =$	0,28	per il cedimento massimo	
$Rg_{medio} = 0.3 \times R^{-1.2} =$	0,13	per il cedimento medio	
Wmax =	41,2	mm	
Wmedio =	20,9	mm	

Pila

PILA									
rif. "FONDAZIONI" - Viggiani									
rif. "Elastic Solutions for Soil and Rock Mechanics" - Poulos and Davis									
INCREMENTO MODULO CON LA PROFONDITA'	$p_a =$	100	kPa	pressione di riferimento (1 atm)					
	$n =$	0,25		esponente legge di variazione del modulo					
	$\nu =$	0,3		coefficiente di Poisson del terreno					
	$z_{tp} =$	0	m	quota di testa palificata					
tensione verticale efficace (incremento a piano campagna) =				100	kPa				
quota fondo	terreno	$E_{OP\ INIZ.}$ (kPa)	γ'	spessore	σ'_v	E	G	G	G_0
	-	(kPa)	(kN/m ³)	(m)	(kPa)	(kPa)	(kPa)	(MPa)	(MPa)
0	LNC	13500	8,5	-	100	27000	10385	10	5
17	AL	27500	9,25	17,0	257	62327	23972	24	11
25	CON-SGL	80000	10	8,0	180	172663	66409	66	31
34	CON-SGL	80000	10	9,0	190	173924	66894	67	31
POULOS "floating pile"									
P =	2958	kN	carico assiale		$w = P * I / E_s * d$				
$R_k =$	1,9								
$R_h =$	1								
$R_v =$	0,95								
$I_0 =$	0,06				w = 0,0027 m = 2,7 mm				
I =	0,1083								
$E_s =$	117829	kPa	modulo di Young						
d =	1,00	m	diametro						
$\alpha =$	1,00		sbulbamento medio						
$d_e =$	1,00	m	diametro equivalente						
L =	34,0	m	lunghezza palo		$L_{tot} =$	34,0	m		
L/d =	34								
$E_p =$	31220186	kPa	modulo el. del palo						
K =	265								

RANDOLPH & WROTH (palo rigido)					
B=	1,00	m	diametro	$w = P / (r_0 * G_L) / Y$	
A_{base} =	0,785	m ²			
RAGGIO EQUIVALENTE =	0,50	m			
CARICO ASSIALE =	2958	KN			
w = 0,00133 m = 1,3 mm					
v =	0,3				
L =	34,0	m		Y = A + B	
G_m =	41915	kPa	modulo di taglio medio	A = 9,05	
G_b =	66409	kPa	modulo di taglio alla base	B = 97,07	
G_L =	41915	kPa	modulo di taglio laterale	Y = 106,13	
ζ =	4,40				
RANDOLPH & WROTH (palo deformabile)					
B=	1	m	diametro	$w = P / (r_0 * G_L) * X$	
A_{base} =	0,785	m ²			
E_p =	31220186	kPa	modulo el. del palo		
RAGGIO EQUIVALENTE =	0,50	m			
CARICO ASSIALE =	2958	KN		w = 0,0026 m = 2,6 mm	
v =	0,3				
L =	34,0	m		X = C/D	
G_m =	41915	kPa	modulo di taglio medio	C = 1,1461	
G_b =	66409	kPa	modulo di taglio alla base	D = 62,984	
G_L =	41915	kPa	modulo di taglio laterale	X = 0,01820	
η =	1				
ξ =	0,631163391		η / ξ =	1,584376	2 π ρ / ζ =
ζ =	4,40		1/π λ =	0,000427	tanh (μL)/μL =
λ =	745		4 / (1-v) =	5,71429	L/r ₀ =
ρ =	1				68,00
μL =	1,680				

ANALISI DEI CEDIMENTI della palificata			
CEDIMENTO GEOTECNICO	2,2 mm	valore medio dei 3 metodi	
CEDIMENTO ELASTICO	0,0 mm		
CEDIMENTO TOTALE Ws	2,2 mm	singolo palo	
$W = n \times Rg \times Ws$	cedimento della palificata		
n	16	numero di pali	
interasse	3 m	combinato x , y	
$W = n \times Rg \times Ws$	cedimento della palificata		
$R = (n \times \text{int.} / L)^{0.5} =$	1,19	parametro funzione dell'interasse e della lunghezza	
$Rg_{max} = 0.5 / R + 0.13 / R^2 =$	0,51	per il cedimento massimo	
$Rg_{medio} = 0.3 \times R^{-1.2} =$	0,24	per il cedimento medio	
Wmax =	20,3	mm	
Wmedio =	10,8	mm	
ANALISI DEI CEDIMENTI della palificata			
CEDIMENTO GEOTECNICO	2,7 mm	valore MAX dei 3 metodi	
CEDIMENTO ELASTICO	0,0 mm		
CEDIMENTO TOTALE Ws	2,7 mm	singolo palo	
$W = n \times Rg \times Ws$	cedimento della palificata		
n	16	numero di pali	
interasse	3 m	combinato x , y	
$W = n \times Rg \times Ws$	cedimento della palificata		
$R = (n \times \text{int.} / L)^{0.5} =$	1,19	parametro funzione dell'interasse e della lunghezza	
$Rg_{max} = 0.5 / R + 0.13 / R^2 =$	0,51	per il cedimento massimo	
$Rg_{medio} = 0.3 \times R^{-1.2} =$	0,24	per il cedimento medio	
Wmax =	25,0	mm	
Wmedio =	13,3	mm	

ALLEGATO A VERIFICHE SLF DELLE TRAVI MISTE DI IMPALCATO

Si riportano, in formato tabulare, le massime escursioni di calcolo $\Delta\sigma_{Ed}$ e $\Delta\tau_{Ed}$ per le verifiche a fatica delle travi miste di impalcato e dei pioli.

Nelle stesse tabelle si riportano i valori dei coefficienti λ_1 e λ_{max} assunti nel calcolo.

Correnti

I correnti sono numeri progressivamente da spalla A verso spalla B

101-178 Correnti inferiori trave 1

201-278 Correnti inferiori trave 2

301-338 Correnti superiori trave 1

401-438 Correnti superiori trave 2

	$\lambda_{1,\sigma}$	$\lambda_{1,\tau}$	$\lambda_{max,\sigma}$	$\lambda_{max,\tau}$	$\Delta\sigma_{sup}$	$\Delta\sigma_{inf}$	Δt	$\Delta\tau_{sald,s}$	$\Delta\tau_{sald,i}$
101	2.00	2.39	2.00	2.00	32.44	32.64	7.93	9.53	9.57
102	2.00	2.39	2.00	2.00	29.66	30.82	7.38	8.47	8.50
103	2.00	2.39	2.00	2.00	33.30	34.50	8.35	8.81	8.85
104	2.00	2.39	2.00	2.00	32.16	30.58	8.59	8.52	8.55
105	2.00	2.39	2.00	2.00	35.86	39.06	8.96	9.35	9.38
106	2.00	2.39	2.00	2.00	33.68	33.32	8.68	8.30	8.33
107	2.00	2.39	2.00	2.00	36.62	44.14	8.63	8.97	9.01
108	2.00	2.39	2.00	2.00	34.90	37.50	8.74	9.55	9.59
109	2.00	2.39	2.00	2.00	36.34	44.30	8.70	9.03	9.06
110	2.00	2.39	2.00	2.00	34.60	36.38	8.82	8.47	8.50
111	2.00	2.39	2.00	2.00	35.60	42.94	8.62	8.84	8.87
112	2.00	2.39	2.00	2.00	33.82	34.72	8.85	8.34	8.37
113	2.00	2.39	2.00	2.00	35.06	40.08	8.29	8.02	8.05
114	2.00	2.39	2.00	2.00	32.54	32.02	9.18	8.94	8.97
115	2.00	2.39	2.00	2.00	33.92	36.80	9.22	9.77	9.81
116	2.00	2.39	2.00	2.00	30.66	28.98	9.68	10.07	10.11
117	2.00	2.39	2.00	2.00	33.30	34.12	9.12	9.97	10.00
118	2.00	2.39	2.00	2.00	29.50	29.22	9.17	8.98	9.02
119	2.19	2.19	2.68	2.68	33.71	37.09	8.70	10.15	10.19
120	2.19	2.19	2.68	2.68	24.13	25.58	8.22	9.83	9.87
121	2.19	2.19	2.68	2.68	16.49	21.99	6.40	13.81	14.15
122	2.19	2.19	2.68	2.68	3.53	9.88	7.86	15.84	16.22
123	2.19	2.19	2.68	2.68	15.98	18.72	7.86	15.84	16.22

	$\lambda_{1,\sigma}$	$\lambda_{1,\tau}$	$\lambda_{max,\sigma}$	$\lambda_{max,\tau}$	$\Delta\sigma$ sup	$\Delta\sigma$ inf	Δt	$\Delta\tau$ sald,s	$\Delta\tau$ sald,i
124	2.19	2.19	2.68	2.68	3.39	10.10	7.79	15.59	15.96
125	2.19	2.19	2.68	2.68	17.73	19.36	7.79	15.59	15.96
126	2.19	2.19	2.68	2.68	17.73	17.15	6.70	13.57	13.89
127	2.19	2.19	2.68	2.68	20.70	23.67	6.71	10.12	10.16
128	2.19	2.19	2.68	2.68	24.59	21.90	6.29	10.50	10.54
129	1.72	2.28	2.00	2.00	29.20	29.37	9.08	9.23	9.26
130	1.72	2.28	2.00	2.00	26.86	25.29	8.33	10.11	10.15
131	1.72	2.28	2.00	2.00	30.73	30.87	9.81	10.45	10.49
132	1.72	2.28	2.00	2.00	29.02	26.92	9.40	10.42	10.46
133	1.72	2.28	2.00	2.00	31.72	32.85	9.29	9.10	9.13
134	1.72	2.28	2.00	2.00	30.16	28.37	8.55	8.60	8.63
135	1.72	2.28	2.00	2.00	32.85	34.95	9.01	8.73	8.77
136	1.72	2.28	2.00	2.00	31.02	29.38	8.82	9.18	9.21
137	1.72	2.28	2.00	2.00	33.82	35.46	8.41	7.94	7.97
138	1.72	2.28	2.00	2.00	31.63	30.33	9.19	9.61	9.65
139	1.72	2.28	2.00	2.00	32.83	36.67	10.27	11.97	12.02
140	1.72	2.28	2.00	2.00	32.18	31.32	10.55	12.25	12.30
141	1.72	2.28	2.00	2.00	32.81	36.76	9.21	9.60	9.64
142	1.72	2.28	2.00	2.00	31.27	31.60	8.41	7.94	7.97
143	1.72	2.28	2.00	2.00	31.83	36.42	8.82	9.17	9.21
144	1.72	2.28	2.00	2.00	30.51	30.71	9.01	8.73	8.76
145	1.72	2.28	2.00	2.00	31.34	34.60	8.55	8.60	8.63
146	1.72	2.28	2.00	2.00	29.33	28.46	9.29	9.10	9.14
147	1.72	2.28	2.00	2.00	30.33	32.14	9.40	10.42	10.46
148	1.72	2.28	2.00	2.00	27.86	26.34	9.81	10.45	10.49
149	1.72	2.28	2.00	2.00	29.11	30.80	8.33	10.11	10.15
150	2.19	2.19	2.68	2.68	34.67	37.16	10.46	10.62	10.66
151	2.19	2.19	2.68	2.68	20.24	27.05	6.29	10.49	10.53
152	2.19	2.19	2.68	2.68	19.16	19.48	6.71	10.13	10.17
153	2.19	2.19	2.68	2.68	16.60	21.55	6.70	13.57	13.90
154	2.19	2.19	2.68	2.68	3.39	10.10	7.79	15.59	15.97
155	2.19	2.19	2.68	2.68	16.07	19.57	7.79	15.59	15.97
156	2.19	2.19	2.68	2.68	3.53	9.88	7.86	15.85	16.23
157	2.19	2.19	2.68	2.68	17.66	20.03	7.86	15.85	16.23
158	2.19	2.19	2.68	2.68	17.13	18.21	6.40	13.82	14.15
159	2.19	2.19	2.68	2.68	29.40	32.51	8.22	9.83	9.87
160	2.00	2.39	2.00	2.00	26.10	24.18	7.56	8.82	8.85
161	2.00	2.39	2.00	2.00	32.40	33.76	9.17	8.98	9.02
162	2.00	2.39	2.00	2.00	30.38	28.58	9.12	9.96	10.00
163	2.00	2.39	2.00	2.00	34.66	34.88	9.68	10.07	10.10
164	2.00	2.39	2.00	2.00	32.20	29.72	9.22	9.77	9.81
165	2.00	2.39	2.00	2.00	35.84	37.90	9.18	8.94	8.97

	$\lambda_{1,\sigma}$	$\lambda_{1,\tau}$	$\lambda_{max,\sigma}$	$\lambda_{max,\tau}$	$\Delta\sigma$ sup	$\Delta\sigma$ inf	Δt	$\Delta\tau$ sald,s	$\Delta\tau$ sald,i
166	2.00	2.39	2.00	2.00	33.38	31.84	8.29	8.03	8.06
167	2.00	2.39	2.00	2.00	36.54	40.78	8.85	8.34	8.37
168	2.00	2.39	2.00	2.00	34.14	33.50	8.62	8.84	8.87
169	2.00	2.39	2.00	2.00	37.38	42.60	8.82	8.47	8.50
170	2.00	2.39	2.00	2.00	34.42	34.80	8.70	9.03	9.06
171	2.00	2.39	2.00	2.00	37.88	43.18	8.74	9.55	9.59
172	2.00	2.39	2.00	2.00	34.02	35.32	8.63	8.97	9.01
173	2.00	2.39	2.00	2.00	35.36	38.60	8.68	8.30	8.33
174	2.00	2.39	2.00	2.00	33.06	33.36	8.96	9.35	9.38
175	2.00	2.39	2.00	2.00	33.78	34.22	8.59	8.52	8.55
176	2.00	2.39	2.00	2.00	28.18	27.68	8.35	8.81	8.85
177	2.00	2.39	2.00	2.00	34.88	29.28	7.38	8.47	8.51
178	2.00	2.39	2.00	2.00	26.96	27.12	7.93	9.53	9.57
201	2.00	2.39	2.00	2.00	32.90	32.26	9.37	12.28	12.33
202	2.00	2.39	2.00	2.00	29.40	30.64	9.13	11.22	11.26
203	2.00	2.39	2.00	2.00	33.46	34.24	9.99	11.52	11.56
204	2.00	2.39	2.00	2.00	31.86	30.66	10.32	11.25	11.29
205	2.00	2.39	2.00	2.00	35.92	39.50	10.44	12.34	12.39
206	2.00	2.39	2.00	2.00	33.36	33.72	10.13	11.20	11.24
207	2.00	2.39	2.00	2.00	36.44	45.66	10.16	11.88	11.92
208	2.00	2.39	2.00	2.00	34.90	37.98	10.21	12.53	12.58
209	2.00	2.39	2.00	2.00	36.24	45.92	10.16	11.95	11.99
210	2.00	2.39	2.00	2.00	34.38	36.68	10.29	11.35	11.39
211	2.00	2.39	2.00	2.00	35.66	44.24	10.11	11.75	11.79
212	2.00	2.39	2.00	2.00	33.56	34.94	10.32	11.20	11.24
213	2.00	2.39	2.00	2.00	35.26	41.26	9.93	10.83	10.87
214	2.00	2.39	2.00	2.00	32.28	32.00	10.70	11.94	11.98
215	2.00	2.39	2.00	2.00	34.20	37.62	10.75	12.81	12.86
216	2.00	2.39	2.00	2.00	30.66	29.04	11.25	13.18	13.23
217	2.00	2.39	2.00	2.00	33.28	34.64	10.65	13.03	13.07
218	2.00	2.39	2.00	2.00	29.82	29.44	10.70	12.09	12.13
219	2.19	2.19	2.68	2.68	33.57	36.68	10.62	13.49	13.54
220	2.19	2.19	2.68	2.68	23.85	25.79	10.17	13.22	13.27
221	2.19	2.19	2.68	2.68	16.76	22.52	8.29	17.70	18.12
222	2.19	2.19	2.68	2.68	4.23	11.10	9.96	20.09	20.57
223	2.19	2.19	2.68	2.68	15.70	18.56	9.96	20.09	20.57
224	2.19	2.19	2.68	2.68	4.16	11.35	9.87	19.80	20.28
225	2.19	2.19	2.68	2.68	17.75	20.95	9.87	19.80	20.28
226	2.19	2.19	2.68	2.68	17.08	17.34	8.54	17.43	17.85
227	2.19	2.19	2.68	2.68	21.09	25.99	8.74	13.63	13.68
228	2.19	2.19	2.68	2.68	24.54	22.10	8.24	13.85	13.90
229	1.72	2.28	2.00	2.00	29.35	30.16	10.60	12.38	12.42

	$\lambda_{1,\sigma}$	$\lambda_{1,\tau}$	$\lambda_{max,\sigma}$	$\lambda_{max,\tau}$	$\Delta\sigma$ sup	$\Delta\sigma$ inf	Δt	$\Delta\tau$ sald,s	$\Delta\tau$ sald,i
230	1.72	2.28	2.00	2.00	26.76	25.34	9.96	13.17	13.22
231	1.72	2.28	2.00	2.00	30.85	31.50	11.37	13.58	13.63
232	1.72	2.28	2.00	2.00	28.88	26.86	10.92	13.50	13.55
233	1.72	2.28	2.00	2.00	31.78	33.59	10.81	12.07	12.11
234	1.72	2.28	2.00	2.00	30.11	28.44	10.01	11.44	11.49
235	1.72	2.28	2.00	2.00	32.61	35.80	10.47	11.62	11.66
236	1.72	2.28	2.00	2.00	30.85	29.82	10.28	12.11	12.15
237	1.72	2.28	2.00	2.00	33.41	36.29	10.09	10.50	10.53
238	1.72	2.28	2.00	2.00	31.60	30.25	10.68	12.65	12.70
239	1.72	2.28	2.00	2.00	32.63	37.50	11.87	15.25	15.30
240	1.72	2.28	2.00	2.00	32.25	31.83	12.21	15.65	15.71
241	1.72	2.28	2.00	2.00	32.56	37.31	10.70	12.64	12.69
242	1.72	2.28	2.00	2.00	31.29	31.78	10.09	10.49	10.53
243	1.72	2.28	2.00	2.00	31.90	37.32	10.28	12.11	12.15
244	1.72	2.28	2.00	2.00	30.49	30.63	10.47	11.62	11.66
245	1.72	2.28	2.00	2.00	31.50	35.26	10.01	11.44	11.49
246	1.72	2.28	2.00	2.00	29.28	28.53	10.81	12.07	12.11
247	1.72	2.28	2.00	2.00	30.34	32.76	10.92	13.51	13.56
248	1.72	2.28	2.00	2.00	27.84	26.47	11.37	13.58	13.63
249	1.72	2.28	2.00	2.00	29.08	30.34	9.96	13.17	13.22
250	2.19	2.19	2.68	2.68	34.33	37.23	12.21	14.25	14.30
251	2.19	2.19	2.68	2.68	20.81	28.46	8.24	13.84	13.90
252	2.19	2.19	2.68	2.68	18.97	19.27	8.74	13.63	13.68
253	2.19	2.19	2.68	2.68	16.88	22.03	8.54	17.43	17.85
254	2.19	2.19	2.68	2.68	4.16	11.35	9.87	19.80	20.28
255	2.19	2.19	2.68	2.68	15.82	19.46	9.87	19.80	20.28
256	2.19	2.19	2.68	2.68	4.22	11.10	9.96	20.10	20.58
257	2.19	2.19	2.68	2.68	17.96	20.28	9.96	20.10	20.58
258	2.19	2.19	2.68	2.68	16.72	18.67	8.29	17.70	18.13
259	2.19	2.19	2.68	2.68	28.67	33.55	10.17	13.22	13.27
260	2.00	2.39	2.00	2.00	25.72	24.08	9.22	11.72	11.76
261	2.00	2.39	2.00	2.00	32.66	34.54	10.70	12.09	12.13
262	2.00	2.39	2.00	2.00	30.46	28.60	10.65	13.03	13.08
263	2.00	2.39	2.00	2.00	34.92	35.76	11.25	13.18	13.23
264	2.00	2.39	2.00	2.00	31.86	29.68	10.75	12.81	12.86
265	2.00	2.39	2.00	2.00	35.76	39.14	10.70	11.94	11.98
266	2.00	2.39	2.00	2.00	33.10	31.94	9.93	10.83	10.87
267	2.00	2.39	2.00	2.00	36.44	42.54	10.32	11.20	11.24
268	2.00	2.39	2.00	2.00	33.92	33.74	10.11	11.75	11.79
269	2.00	2.39	2.00	2.00	37.00	44.48	10.29	11.35	11.39
270	2.00	2.39	2.00	2.00	34.22	35.42	10.16	11.95	11.99
271	2.00	2.39	2.00	2.00	37.56	45.38	10.21	12.54	12.58

	$\lambda_{1,\sigma}$	$\lambda_{1,\tau}$	$\lambda_{max,\sigma}$	$\lambda_{max,\tau}$	$\Delta\sigma_{sup}$	$\Delta\sigma_{inf}$	Δt	$\Delta\tau_{sald,s}$	$\Delta\tau_{sald,i}$
272	2.00	2.39	2.00	2.00	33.56	36.14	10.16	11.88	11.92
273	2.00	2.39	2.00	2.00	35.52	39.62	10.13	11.20	11.24
274	2.00	2.39	2.00	2.00	32.64	33.66	10.44	12.34	12.39
275	2.00	2.39	2.00	2.00	33.90	34.56	10.32	11.25	11.29
276	2.00	2.39	2.00	2.00	28.06	27.80	9.99	11.52	11.56
277	2.00	2.39	2.00	2.00	35.22	29.44	9.13	11.22	11.26
278	2.00	2.39	2.00	2.00	26.78	26.90	9.37	12.28	12.33
301	2.00	2.39	2.00	2.00	16.94	18.08	6.10	6.59	6.59
302	2.00	2.39	2.00	2.00	26.18	20.82	3.75	4.29	4.29
303	2.00	2.39	2.00	2.00	27.76	22.74	3.34	3.42	3.42
304	2.00	2.39	2.00	2.00	27.66	22.50	3.34	3.45	3.45
305	2.00	2.39	2.00	2.00	29.50	24.94	3.18	3.36	3.36
306	2.00	2.39	2.00	2.00	29.04	25.06	3.02	3.23	3.23
307	2.00	2.39	2.00	2.00	25.86	21.44	3.07	3.32	3.32
308	2.00	2.39	2.00	2.00	23.06	19.66	3.03	3.39	3.39
309	2.00	2.39	2.00	2.00	21.52	17.84	2.98	3.44	3.44
310	2.19	2.19	2.68	2.68	20.74	16.97	2.90	4.03	4.03
311	2.19	2.19	2.68	2.68	18.70	16.64	2.45	4.33	4.33
312	2.19	2.19	2.68	2.68	16.32	9.37	2.47	4.34	4.34
313	2.19	2.19	2.68	2.68	19.94	13.95	2.59	4.04	4.04
314	1.72	2.28	2.00	2.00	18.45	13.65	2.85	3.40	3.40
315	1.72	2.28	2.00	2.00	20.16	16.17	2.85	3.27	3.27
316	1.72	2.28	2.00	2.00	22.71	18.82	2.79	3.08	3.08
317	1.72	2.28	2.00	2.00	23.18	19.52	2.59	2.86	2.86
318	1.72	2.28	2.00	2.00	22.17	18.71	2.52	2.77	2.77
319	1.72	2.28	2.00	2.00	21.99	18.00	2.48	2.77	2.77
320	1.72	2.28	2.00	2.00	22.44	19.78	2.48	2.77	2.77
321	1.72	2.28	2.00	2.00	23.24	20.03	2.52	2.77	2.77
322	1.72	2.28	2.00	2.00	23.11	19.83	2.59	2.86	2.86
323	1.72	2.28	2.00	2.00	20.94	16.93	2.79	3.08	3.08
324	1.72	2.28	2.00	2.00	19.69	16.48	2.85	3.27	3.27
325	2.19	2.19	2.68	2.68	22.15	18.17	3.28	3.92	3.92
326	2.19	2.19	2.68	2.68	18.97	14.39	2.59	4.04	4.04
327	2.19	2.19	2.68	2.68	16.42	13.46	2.47	4.34	4.34
328	2.19	2.19	2.68	2.68	18.40	12.89	2.45	4.33	4.33
329	2.00	2.39	2.00	2.00	20.08	14.68	2.52	3.50	3.50
330	2.00	2.39	2.00	2.00	21.12	16.04	2.98	3.44	3.44
331	2.00	2.39	2.00	2.00	24.38	20.36	3.03	3.38	3.38
332	2.00	2.39	2.00	2.00	28.04	23.94	3.07	3.32	3.32
333	2.00	2.39	2.00	2.00	29.20	25.26	3.02	3.23	3.23
334	2.00	2.39	2.00	2.00	28.30	24.62	3.18	3.36	3.36
335	2.00	2.39	2.00	2.00	27.76	22.74	3.34	3.45	3.45

	$\lambda_{1,\sigma}$	$\lambda_{1,\tau}$	$\lambda_{max,\sigma}$	$\lambda_{max,\tau}$	$\Delta\sigma$ sup	$\Delta\sigma$ inf	Δt	$\Delta\tau$ sald,s	$\Delta\tau$ sald,i
336	2.00	2.39	2.00	2.00	28.58	25.32	3.34	3.42	3.42
337	2.00	2.39	2.00	2.00	18.54	21.52	3.75	4.29	4.29
338	2.00	2.39	2.00	2.00	19.36	33.24	6.10	6.59	6.59
401	2.00	2.39	2.00	2.00	18.72	18.34	6.22	6.76	6.76
402	2.00	2.39	2.00	2.00	23.34	27.96	3.71	4.20	4.20
403	2.00	2.39	2.00	2.00	26.18	29.58	3.36	3.40	3.40
404	2.00	2.39	2.00	2.00	26.04	29.46	3.37	3.53	3.53
405	2.00	2.39	2.00	2.00	28.30	31.40	3.20	3.42	3.42
406	2.00	2.39	2.00	2.00	28.42	31.02	3.04	3.27	3.27
407	2.00	2.39	2.00	2.00	24.36	27.34	3.09	3.38	3.38
408	2.00	2.39	2.00	2.00	22.30	24.24	3.06	3.46	3.46
409	2.00	2.39	2.00	2.00	20.24	22.60	3.00	3.50	3.50
410	2.19	2.19	2.68	2.68	19.32	22.08	2.95	4.10	4.10
411	2.19	2.19	2.68	2.68	18.86	19.99	2.53	4.44	4.44
412	2.19	2.19	2.68	2.68	11.42	16.99	2.53	4.44	4.44
413	2.19	2.19	2.68	2.68	15.91	20.74	2.64	4.11	4.11
414	1.72	2.28	2.00	2.00	15.99	19.23	2.87	3.47	3.47
415	1.72	2.28	2.00	2.00	18.83	21.17	2.87	3.34	3.34
416	1.72	2.28	2.00	2.00	21.79	24.05	2.80	3.12	3.12
417	1.72	2.28	2.00	2.00	22.64	24.65	2.60	2.89	2.89
418	1.72	2.28	2.00	2.00	21.30	23.57	2.53	2.80	2.80
419	1.72	2.28	2.00	2.00	20.86	23.18	2.49	2.82	2.82
420	1.72	2.28	2.00	2.00	22.48	23.87	2.49	2.82	2.82
421	1.72	2.28	2.00	2.00	22.82	24.83	2.52	2.80	2.80
422	1.72	2.28	2.00	2.00	22.46	24.56	2.59	2.88	2.88
423	1.72	2.28	2.00	2.00	19.25	22.06	2.80	3.12	3.12
424	1.72	2.28	2.00	2.00	18.69	20.68	2.87	3.34	3.34
425	2.19	2.19	2.68	2.68	20.56	23.28	3.30	3.99	3.99
426	2.19	2.19	2.68	2.68	16.32	19.96	2.64	4.11	4.11
427	2.19	2.19	2.68	2.68	15.31	17.45	2.53	4.44	4.44
428	2.19	2.19	2.68	2.68	14.97	19.50	2.53	4.44	4.44
429	2.00	2.39	2.00	2.00	17.14	20.96	2.56	3.56	3.56
430	2.00	2.39	2.00	2.00	18.76	22.04	3.00	3.50	3.50
431	2.00	2.39	2.00	2.00	23.62	25.70	3.06	3.46	3.46
432	2.00	2.39	2.00	2.00	27.72	29.90	3.09	3.38	3.38
433	2.00	2.39	2.00	2.00	29.10	31.00	3.04	3.27	3.27
434	2.00	2.39	2.00	2.00	28.36	30.20	3.20	3.42	3.42
435	2.00	2.39	2.00	2.00	26.18	29.58	3.37	3.53	3.53
436	2.00	2.39	2.00	2.00	28.20	30.68	3.36	3.40	3.40
437	2.00	2.39	2.00	2.00	22.96	21.50	3.71	4.20	4.20
438	2.00	2.39	2.00	2.00	32.80	19.98	6.22	6.76	6.76

Montanti e diagonali

I montanti e i diagonali sono numeri progressivamente da spalla A verso spalla B

numeri dispari da 1 a 71 montanti trave 1

numeri pari da 2 a 72 montanti trave 2

1001-1036 diagonali trave 1

2001-2036 diagonali trave 2

	$\lambda_{1,\sigma}$	$\lambda_{1,\tau}$	$\lambda_{max,\sigma}$	$\lambda_{max,\tau}$	$\Delta\sigma$ sup	$\Delta\sigma$ inf	Δt	$\Delta\tau$ sald,s	$\Delta\tau$ sald,i
1	2.61	2.61	2.68	2.68	12.70	25.84	10.41	15.96	15.96
2	2.61	2.61	2.68	2.68	25.81	12.62	10.57	16.20	16.20
3	2.60	2.60	2.67	2.67	16.61	17.39	7.04	10.85	10.85
4	2.60	2.60	2.67	2.67	19.47	18.72	7.14	11.01	11.01
5	2.60	2.60	2.65	2.65	0.44	0.47	5.88	9.08	9.08
6	2.60	2.60	2.65	2.65	0.53	0.50	5.97	9.25	9.25
7	2.59	2.59	2.63	2.63	15.88	16.48	5.41	8.36	8.36
8	2.59	2.59	2.63	2.63	18.41	17.85	5.51	8.53	8.53
9	2.59	2.59	2.62	2.62	16.80	17.45	4.94	7.63	7.63
10	2.59	2.59	2.62	2.62	19.44	18.84	5.03	7.79	7.79
11	2.58	2.58	2.60	2.60	17.39	18.12	4.55	7.04	7.04
12	2.58	2.58	2.60	2.60	20.18	19.53	4.64	7.18	7.18
13	2.58	2.58	2.58	2.58	12.82	13.31	4.17	7.69	7.69
14	2.58	2.58	2.58	2.58	14.82	14.39	4.25	7.87	7.87
15	2.57	2.57	2.57	2.57	13.55	15.66	4.24	7.82	7.82
16	2.57	2.57	2.57	2.57	17.07	15.19	4.31	7.98	7.98
17	2.57	2.57	2.57	2.57	14.07	15.27	4.08	7.55	7.55
18	2.57	2.57	2.57	2.57	16.82	15.64	4.21	7.76	7.76
19	2.57	2.57	2.57	2.57	14.23	14.75	2.90	5.34	5.34
20	2.57	2.57	2.57	2.57	16.53	15.88	2.97	5.47	5.47
21	2.57	2.57	2.57	2.57	10.57	10.64	2.86	5.69	5.69
22	2.57	2.57	2.57	2.57	11.94	11.88	2.84	5.67	5.67
23	2.57	2.57	2.57	2.57	15.89	16.03	2.42	4.45	4.45
24	2.57	2.57	2.57	2.57	18.06	17.72	2.46	4.52	4.52
25	2.57	2.57	2.57	2.57	14.92	15.67	3.78	6.97	6.97
26	2.57	2.57	2.57	2.57	17.44	16.65	3.88	7.17	7.17
27	2.57	2.57	2.57	2.57	14.55	15.63	4.18	7.70	7.70
28	2.57	2.57	2.57	2.57	17.25	16.20	4.24	7.85	7.85
29	2.57	2.57	2.57	2.57	13.76	14.27	3.86	7.14	7.14

	$\lambda_{1,\sigma}$	$\lambda_{1,\tau}$	$\lambda_{max,\sigma}$	$\lambda_{max,\tau}$	$\Delta\sigma_{sup}$	$\Delta\sigma_{inf}$	Δt	$\Delta\tau_{sald,s}$	$\Delta\tau_{sald,i}$
30	2.57	2.57	2.57	2.57	15.91	15.45	3.95	7.28	7.28
31	2.57	2.57	2.57	2.57	19.04	19.92	3.82	5.91	5.91
32	2.57	2.57	2.57	2.57	22.12	21.33	3.89	6.02	6.02
33	2.57	2.57	2.57	2.57	18.61	19.58	3.71	5.74	5.74
34	2.57	2.57	2.57	2.57	21.74	20.87	3.77	5.85	5.85
35	2.57	2.57	2.57	2.57	9.70	10.29	3.54	5.49	5.49
36	2.57	2.57	2.57	2.57	11.40	10.86	3.61	5.59	5.59
37	2.57	2.57	2.57	2.57	9.70	10.29	3.53	5.46	5.46
38	2.57	2.57	2.57	2.57	11.40	10.86	3.60	5.57	5.57
39	2.57	2.57	2.57	2.57	18.63	19.58	3.70	5.74	5.74
40	2.57	2.57	2.57	2.57	21.74	20.89	3.77	5.84	5.84
41	2.57	2.57	2.57	2.57	19.04	19.92	3.82	5.91	5.91
42	2.57	2.57	2.57	2.57	22.12	21.33	3.89	6.02	6.02
43	2.57	2.57	2.57	2.57	13.76	14.27	3.86	7.14	7.14
44	2.57	2.57	2.57	2.57	15.91	15.45	3.95	7.28	7.28
45	2.57	2.57	2.57	2.57	14.55	15.63	4.18	7.70	7.70
46	2.57	2.57	2.57	2.57	17.25	16.20	4.24	7.85	7.85
47	2.57	2.57	2.57	2.57	14.92	15.67	3.78	6.97	6.97
48	2.57	2.57	2.57	2.57	17.44	16.65	3.88	7.17	7.17
49	2.57	2.57	2.57	2.57	15.89	16.03	2.42	4.45	4.45
50	2.57	2.57	2.57	2.57	18.06	17.72	2.46	4.52	4.52
51	2.57	2.57	2.57	2.57	10.57	10.64	2.86	5.69	5.69
52	2.57	2.57	2.57	2.57	11.94	11.88	2.84	5.67	5.67
53	2.57	2.57	2.57	2.57	14.23	14.75	2.90	5.34	5.34
54	2.57	2.57	2.57	2.57	16.53	15.88	2.97	5.47	5.47
55	2.57	2.57	2.57	2.57	14.07	15.27	4.08	7.55	7.55
56	2.57	2.57	2.57	2.57	16.82	15.64	4.21	7.76	7.76
57	2.57	2.57	2.57	2.57	13.55	15.66	4.24	7.82	7.82
58	2.57	2.57	2.57	2.57	17.07	15.19	4.31	7.98	7.98
59	2.58	2.58	2.58	2.58	12.82	13.31	4.17	7.69	7.69
60	2.58	2.58	2.58	2.58	14.82	14.39	4.25	7.87	7.87
61	2.58	2.58	2.60	2.60	17.39	18.12	4.55	7.04	7.04
62	2.58	2.58	2.60	2.60	20.18	19.53	4.64	7.18	7.18
63	2.59	2.59	2.62	2.62	16.80	17.45	4.94	7.63	7.63
64	2.59	2.59	2.62	2.62	19.44	18.84	5.03	7.79	7.79
65	2.59	2.59	2.63	2.63	15.88	16.48	5.41	8.36	8.36
66	2.59	2.59	2.63	2.63	18.41	17.85	5.51	8.53	8.53
67	2.60	2.60	2.65	2.65	0.44	0.47	5.88	9.08	9.08
68	2.60	2.60	2.65	2.65	0.53	0.50	5.97	9.25	9.25
69	2.60	2.60	2.67	2.67	16.61	17.39	7.04	10.85	10.85
70	2.60	2.60	2.67	2.67	19.47	18.72	7.14	11.01	11.01
71	2.61	2.61	2.68	2.68	12.70	25.84	10.41	15.96	15.96

	$\lambda_{1,\sigma}$	$\lambda_{1,\tau}$	$\lambda_{max,\sigma}$	$\lambda_{max,\tau}$	$\Delta\sigma_{sup}$	$\Delta\sigma_{inf}$	Δt	$\Delta\tau_{sald,s}$	$\Delta\tau_{sald,i}$
72	2.61	2.61	2.68	2.68	25.81	12.62	10.57	16.20	16.20
1001	2.58	2.58	2.58	2.58	27.69	27.69	0.00	0.00	0.00
1002	2.57	2.57	2.57	2.57	25.40	25.40	0.00	0.00	0.00
1003	2.57	2.57	2.55	2.55	26.32	26.32	0.00	0.00	0.00
1004	2.56	2.56	2.54	2.54	26.55	26.55	0.00	0.00	0.00
1005	2.56	2.56	2.53	2.53	26.62	26.62	0.00	0.00	0.00
1006	2.55	2.55	2.51	2.51	26.51	26.51	0.00	0.00	0.00
1007	2.55	2.55	2.50	2.50	14.98	14.98	0.00	0.00	0.00
1008	2.55	2.55	2.50	2.50	14.52	14.52	0.00	0.00	0.00
1009	2.55	2.55	2.50	2.50	14.15	14.15	0.00	0.00	0.00
1010	2.55	2.55	2.50	2.50	14.45	14.45	0.00	0.00	0.00
1011	2.55	2.55	2.50	2.50	15.24	15.24	0.00	0.00	0.00
1012	2.55	2.55	2.50	2.50	15.56	15.56	0.00	0.00	0.00
1013	2.55	2.55	2.50	2.50	15.02	15.02	0.00	0.00	0.00
1014	2.55	2.55	2.50	2.50	15.05	15.05	0.00	0.00	0.00
1015	2.55	2.55	2.50	2.50	26.36	26.36	0.00	0.00	0.00
1016	2.55	2.55	2.50	2.50	26.24	26.24	0.00	0.00	0.00
1017	2.55	2.55	2.50	2.50	25.71	25.71	0.00	0.00	0.00
1018	2.60	2.60	2.66	2.66	16.55	13.54	0.07	0.00	0.00
1019	2.60	2.60	2.66	2.66	16.55	13.54	0.07	0.00	0.00
1020	2.55	2.55	2.50	2.50	25.71	25.71	0.00	0.00	0.00
1021	2.55	2.55	2.50	2.50	26.24	26.24	0.00	0.00	0.00
1022	2.55	2.55	2.50	2.50	26.36	26.36	0.00	0.00	0.00
1023	2.55	2.55	2.50	2.50	15.05	15.05	0.00	0.00	0.00
1024	2.55	2.55	2.50	2.50	15.02	15.02	0.00	0.00	0.00
1025	2.55	2.55	2.50	2.50	15.56	15.56	0.00	0.00	0.00
1026	2.55	2.55	2.50	2.50	15.24	15.24	0.00	0.00	0.00
1027	2.55	2.55	2.50	2.50	14.45	14.45	0.00	0.00	0.00
1028	2.55	2.55	2.50	2.50	14.15	14.15	0.00	0.00	0.00
1029	2.55	2.55	2.50	2.50	14.52	14.52	0.00	0.00	0.00
1030	2.55	2.55	2.50	2.50	14.98	14.98	0.00	0.00	0.00
1031	2.55	2.55	2.51	2.51	26.51	26.51	0.00	0.00	0.00
1032	2.56	2.56	2.53	2.53	26.62	26.62	0.00	0.00	0.00
1033	2.56	2.56	2.54	2.54	26.55	26.55	0.00	0.00	0.00
1034	2.57	2.57	2.55	2.55	26.32	26.32	0.00	0.00	0.00
1035	2.57	2.57	2.57	2.57	25.40	25.40	0.00	0.00	0.00
1036	2.58	2.58	2.58	2.58	27.69	27.69	0.00	0.00	0.00
2001	2.58	2.58	2.58	2.58	31.23	31.23	0.00	0.00	0.00
2002	2.57	2.57	2.57	2.57	28.43	28.43	0.00	0.00	0.00
2003	2.57	2.57	2.55	2.55	29.38	29.38	0.00	0.00	0.00
2004	2.56	2.56	2.54	2.54	29.60	29.60	0.00	0.00	0.00
2005	2.56	2.56	2.53	2.53	29.73	29.73	0.00	0.00	0.00

	$\lambda_{1,\sigma}$	$\lambda_{1,\tau}$	$\lambda_{max,\sigma}$	$\lambda_{max,\tau}$	$\Delta\sigma_{sup}$	$\Delta\sigma_{inf}$	Δt	$\Delta\tau_{sald,s}$	$\Delta\tau_{sald,i}$
2006	2.55	2.55	2.51	2.51	29.53	29.53	0.00	0.00	0.00
2007	2.55	2.55	2.50	2.50	16.50	16.50	0.00	0.00	0.00
2008	2.55	2.55	2.50	2.50	15.97	15.97	0.00	0.00	0.00
2009	2.55	2.55	2.50	2.50	15.81	15.81	0.00	0.00	0.00
2010	2.55	2.55	2.50	2.50	16.15	16.15	0.00	0.00	0.00
2011	2.55	2.55	2.50	2.50	17.01	17.01	0.00	0.00	0.00
2012	2.55	2.55	2.50	2.50	17.54	17.54	0.00	0.00	0.00
2013	2.55	2.55	2.50	2.50	16.65	16.65	0.00	0.00	0.00
2014	2.55	2.55	2.50	2.50	16.60	16.60	0.00	0.00	0.00
2015	2.55	2.55	2.50	2.50	29.28	29.28	0.00	0.00	0.00
2016	2.55	2.55	2.50	2.50	29.11	29.11	0.00	0.00	0.00
2017	2.55	2.55	2.50	2.50	28.53	28.53	0.00	0.00	0.00
2018	2.60	2.60	2.66	2.66	18.47	15.03	0.08	0.00	0.00
2019	2.60	2.60	2.66	2.66	18.47	15.03	0.08	0.00	0.00
2020	2.55	2.55	2.50	2.50	28.53	28.53	0.00	0.00	0.00
2021	2.55	2.55	2.50	2.50	29.11	29.11	0.00	0.00	0.00
2022	2.55	2.55	2.50	2.50	29.28	29.28	0.00	0.00	0.00
2023	2.55	2.55	2.50	2.50	16.60	16.60	0.00	0.00	0.00
2024	2.55	2.55	2.50	2.50	16.65	16.65	0.00	0.00	0.00
2025	2.55	2.55	2.50	2.50	17.54	17.54	0.00	0.00	0.00
2026	2.55	2.55	2.50	2.50	17.01	17.01	0.00	0.00	0.00
2027	2.55	2.55	2.50	2.50	16.15	16.15	0.00	0.00	0.00
2028	2.55	2.55	2.50	2.50	15.81	15.81	0.00	0.00	0.00
2029	2.55	2.55	2.50	2.50	15.97	15.97	0.00	0.00	0.00
2030	2.55	2.55	2.50	2.50	16.50	16.50	0.00	0.00	0.00
2031	2.55	2.55	2.51	2.51	29.53	29.53	0.00	0.00	0.00
2032	2.56	2.56	2.53	2.53	29.73	29.73	0.00	0.00	0.00
2033	2.56	2.56	2.54	2.54	29.60	29.60	0.00	0.00	0.00
2034	2.57	2.57	2.55	2.55	29.38	29.38	0.00	0.00	0.00
2035	2.57	2.57	2.57	2.57	28.43	28.43	0.00	0.00	0.00
2036	2.58	2.58	2.58	2.58	31.23	31.23	0.00	0.00	0.00

Traversi

I traversi sono numerati progressivamente da trave 1 a trave 2 poi da spalla A verso spalla B.

Ogni traverso è composto di 14 elementi.

Es.

Traverso di spalla A, 3001-3014

Traverso 2, 3015-3028

	$\lambda_{1,\sigma}$	$\lambda_{1,\tau}$	$\lambda_{max,\sigma}$	$\lambda_{max,\tau}$	$\Delta\sigma$ sup	$\Delta\sigma$ inf	Δt	$\Delta\tau$ sald,s
3001	2.48	2.48	2.26	2.26	8.09	10.21	13.72	35.26
3002	2.48	2.48	2.26	2.26	4.42	12.94	9.16	35.26
3003	2.48	2.48	2.26	2.26	5.51	16.80	9.14	35.26
3004	2.48	2.48	2.26	2.26	23.51	46.23	11.31	33.98
3005	2.48	2.48	2.26	2.26	21.00	49.01	10.96	37.35
3006	2.48	2.48	2.26	2.26	11.07	48.80	13.15	37.76
3007	2.48	2.48	2.26	2.26	16.35	57.21	13.49	58.11
3008	2.48	2.48	2.26	2.26	13.65	50.97	13.78	44.13
3009	2.48	2.48	2.26	2.26	17.27	51.91	9.37	43.62
3010	2.48	2.48	2.26	2.26	13.83	38.27	13.41	44.63
3011	2.48	2.48	2.26	2.26	14.73	18.70	19.00	39.21
3012	2.48	2.48	2.26	2.26	4.39	17.09	10.48	40.25
3013	2.48	2.48	2.26	2.26	4.59	12.80	10.47	40.25
3014	2.48	2.48	2.26	2.26	21.41	21.50	15.68	40.25
3015	2.48	2.48	2.26	2.26	5.18	9.08	5.64	19.31
3016	2.48	2.48	2.26	2.26	2.16	10.86	3.08	19.31
3017	2.48	2.48	2.26	2.26	2.28	14.22	3.22	19.31
3018	2.48	2.48	2.26	2.26	13.36	37.45	9.21	23.37
3019	2.48	2.48	2.26	2.26	15.50	39.53	6.11	25.98
3020	2.48	2.48	2.26	2.26	7.93	38.86	9.42	26.91
3021	2.48	2.48	2.26	2.26	15.68	45.87	9.53	53.18
3022	2.48	2.48	2.26	2.26	15.32	40.90	10.30	35.93
3023	2.48	2.48	2.26	2.26	16.34	42.07	5.45	37.05
3024	2.48	2.48	2.26	2.26	12.92	32.04	9.03	35.04
3025	2.48	2.48	2.26	2.26	9.56	18.37	14.59	30.71
3026	2.48	2.48	2.26	2.26	2.08	17.03	4.88	25.06
3027	2.48	2.48	2.26	2.26	3.82	12.44	4.67	25.06
3028	2.48	2.48	2.26	2.26	25.37	28.93	7.73	25.06
3029	2.48	2.48	2.26	2.26	5.00	9.20	6.80	23.52
3030	2.48	2.48	2.26	2.26	2.27	11.57	3.49	23.52

	$\lambda_{1,\sigma}$	$\lambda_{1,\tau}$	$\lambda_{max,\sigma}$	$\lambda_{max,\tau}$	$\Delta\sigma_{sup}$	$\Delta\sigma_{inf}$	Δt	$\Delta\tau_{sald,s}$
3031	2.48	2.48	2.26	2.26	2.63	14.15	3.50	23.52
3032	2.48	2.48	2.26	2.26	14.89	38.58	9.17	25.21
3033	2.48	2.48	2.26	2.26	24.29	42.57	6.21	26.86
3034	2.48	2.48	2.26	2.26	8.49	39.08	9.44	28.02
3035	2.48	2.48	2.26	2.26	15.71	45.67	10.05	56.50
3036	2.48	2.48	2.26	2.26	16.64	41.57	10.77	38.88
3037	2.48	2.48	2.26	2.26	26.16	45.13	5.36	38.94
3038	2.48	2.48	2.26	2.26	15.14	32.91	9.18	36.19
3039	2.48	2.48	2.26	2.26	12.04	17.56	15.46	32.99
3040	2.48	2.48	2.26	2.26	2.80	16.44	4.90	30.24
3041	2.48	2.48	2.26	2.26	2.20	11.53	4.82	30.24
3042	2.48	2.48	2.26	2.26	25.30	26.75	9.01	30.24
3043	2.48	2.48	2.26	2.26	4.54	7.65	5.49	20.35
3044	2.48	2.48	2.26	2.26	1.91	11.26	2.82	20.35
3045	2.48	2.48	2.26	2.26	2.25	14.82	2.93	20.35
3046	2.48	2.48	2.26	2.26	15.02	39.10	9.39	24.73
3047	2.48	2.48	2.26	2.26	23.06	43.11	6.23	27.53
3048	2.48	2.48	2.26	2.26	7.92	39.29	9.35	28.62
3049	2.48	2.48	2.26	2.26	16.14	46.03	10.34	57.53
3050	2.48	2.48	2.26	2.26	17.31	41.34	10.93	40.14
3051	2.48	2.48	2.26	2.26	25.12	44.95	5.32	40.64
3052	2.48	2.48	2.26	2.26	14.96	33.44	9.31	36.64
3053	2.48	2.48	2.26	2.26	11.13	18.72	15.18	32.22
3054	2.48	2.48	2.26	2.26	1.52	17.61	4.22	26.73
3055	2.48	2.48	2.26	2.26	2.44	12.72	4.04	26.73
3056	2.48	2.48	2.26	2.26	19.94	19.76	7.62	26.73
3057	2.48	2.48	2.26	2.26	5.24	7.67	7.45	25.79
3058	2.48	2.48	2.26	2.26	1.84	10.10	3.76	25.79
3059	2.48	2.48	2.26	2.26	1.93	13.56	3.77	25.79
3060	2.48	2.48	2.26	2.26	15.84	39.08	9.17	27.36
3061	2.48	2.48	2.26	2.26	25.03	43.23	6.70	29.36
3062	2.48	2.48	2.26	2.26	8.19	40.01	9.32	30.27
3063	2.48	2.48	2.26	2.26	16.25	46.54	10.37	57.48
3064	2.48	2.48	2.26	2.26	17.81	42.05	11.00	40.36
3065	2.48	2.48	2.26	2.26	27.43	44.84	5.39	40.56
3066	2.48	2.48	2.26	2.26	15.62	33.89	9.74	38.39
3067	2.48	2.48	2.26	2.26	12.75	18.01	16.11	34.64
3068	2.48	2.48	2.26	2.26	2.62	16.71	5.06	32.24
3069	2.48	2.48	2.26	2.26	2.33	12.19	4.98	32.24
3070	2.48	2.48	2.26	2.26	25.62	28.00	9.58	32.24
3071	2.48	2.48	2.26	2.26	5.05	7.91	5.42	20.45
3072	2.48	2.48	2.26	2.26	1.54	10.58	2.78	20.45

	$\lambda_{1,\sigma}$	$\lambda_{1,\tau}$	$\lambda_{max,\sigma}$	$\lambda_{max,\tau}$	$\Delta\sigma$ sup	$\Delta\sigma$ inf	Δt	$\Delta\tau$ sald,s
3073	2.48	2.48	2.26	2.26	1.57	14.10	2.91	20.45
3074	2.48	2.48	2.26	2.26	14.92	38.13	9.37	24.57
3075	2.48	2.48	2.26	2.26	22.54	41.66	6.22	27.45
3076	2.48	2.48	2.26	2.26	7.79	39.14	9.35	28.54
3077	2.48	2.48	2.26	2.26	16.14	45.70	10.30	57.54
3078	2.48	2.48	2.26	2.26	17.70	41.19	10.91	40.19
3079	2.48	2.48	2.26	2.26	25.06	43.88	5.32	40.63
3080	2.48	2.48	2.26	2.26	14.89	32.93	9.27	36.52
3081	2.48	2.48	2.26	2.26	10.93	18.57	15.13	32.04
3082	2.48	2.48	2.26	2.26	1.36	17.33	4.23	26.84
3083	2.48	2.48	2.26	2.26	2.78	12.89	4.04	26.84
3084	2.48	2.48	2.26	2.26	20.96	20.80	7.55	26.84
3085	2.48	2.48	2.26	2.26	5.35	7.64	7.24	25.06
3086	2.48	2.48	2.26	2.26	1.79	9.81	3.65	25.06
3087	2.48	2.48	2.26	2.26	1.84	13.20	3.69	25.06
3088	2.48	2.48	2.26	2.26	15.62	38.88	9.17	26.77
3089	2.48	2.48	2.26	2.26	24.76	42.54	6.57	28.81
3090	2.48	2.48	2.26	2.26	8.08	39.81	9.32	29.79
3091	2.48	2.48	2.26	2.26	16.21	46.41	10.34	57.48
3092	2.48	2.48	2.26	2.26	17.63	41.84	11.00	40.37
3093	2.48	2.48	2.26	2.26	27.05	44.37	5.36	40.50
3094	2.48	2.48	2.26	2.26	15.48	33.45	9.63	37.87
3095	2.48	2.48	2.26	2.26	12.55	17.98	15.94	34.09
3096	2.48	2.48	2.26	2.26	2.36	16.67	4.96	31.49
3097	2.48	2.48	2.26	2.26	2.61	12.22	4.91	31.49
3098	2.48	2.48	2.26	2.26	24.53	26.07	9.36	31.49
3099	2.48	2.48	2.26	2.26	5.07	7.79	5.42	20.49
3100	2.48	2.48	2.26	2.26	1.60	10.76	2.78	20.49
3101	2.48	2.48	2.26	2.26	1.65	14.12	2.91	20.49
3102	2.48	2.48	2.26	2.26	14.77	38.36	9.39	24.59
3103	2.48	2.48	2.26	2.26	22.57	42.20	6.21	27.44
3104	2.48	2.48	2.26	2.26	7.72	39.27	9.35	28.55
3105	2.48	2.48	2.26	2.26	16.16	45.76	10.30	57.54
3106	2.48	2.48	2.26	2.26	17.47	41.31	10.91	40.20
3107	2.48	2.48	2.26	2.26	25.03	44.00	5.34	40.65
3108	2.48	2.48	2.26	2.26	14.80	32.94	9.26	36.52
3109	2.48	2.48	2.26	2.26	10.77	18.58	15.15	32.05
3110	2.48	2.48	2.26	2.26	1.40	17.48	4.23	26.87
3111	2.48	2.48	2.26	2.26	2.68	12.77	4.05	26.87
3112	2.48	2.48	2.26	2.26	20.82	20.57	7.57	26.87
3113	2.48	2.48	2.26	2.26	5.48	7.67	7.29	25.19
3114	2.48	2.48	2.26	2.26	1.88	9.88	3.66	25.19

	$\lambda_{1,\sigma}$	$\lambda_{1,\tau}$	$\lambda_{max,\sigma}$	$\lambda_{max,\tau}$	$\Delta\sigma_{sup}$	$\Delta\sigma_{inf}$	Δt	$\Delta\tau_{sald,s}$
3115	2.48	2.48	2.26	2.26	1.82	13.39	3.70	25.19
3116	2.48	2.48	2.26	2.26	15.58	39.39	9.17	26.83
3117	2.48	2.48	2.26	2.26	24.72	43.08	6.58	28.83
3118	2.48	2.48	2.26	2.26	8.10	40.33	9.32	29.80
3119	2.48	2.48	2.26	2.26	16.25	46.67	10.34	57.49
3120	2.48	2.48	2.26	2.26	17.63	42.36	11.00	40.38
3121	2.48	2.48	2.26	2.26	27.09	45.09	5.36	40.54
3122	2.48	2.48	2.26	2.26	15.48	33.93	9.63	37.89
3123	2.48	2.48	2.26	2.26	12.51	17.86	15.97	34.15
3124	2.48	2.48	2.26	2.26	2.68	16.54	4.99	31.64
3125	2.48	2.48	2.26	2.26	2.40	12.17	4.90	31.64
3126	2.48	2.48	2.26	2.26	25.49	26.80	9.41	31.64
3127	2.48	2.48	2.26	2.26	4.93	7.73	5.42	20.46
3128	2.48	2.48	2.26	2.26	1.64	10.68	2.78	20.46
3129	2.48	2.48	2.26	2.26	1.61	14.11	2.92	20.46
3130	2.48	2.48	2.26	2.26	14.84	38.39	9.39	24.69
3131	2.48	2.48	2.26	2.26	22.59	42.13	6.22	27.49
3132	2.48	2.48	2.26	2.26	7.72	39.59	9.35	28.59
3133	2.48	2.48	2.26	2.26	16.16	46.04	10.30	57.54
3134	2.48	2.48	2.26	2.26	17.50	41.40	10.91	40.17
3135	2.48	2.48	2.26	2.26	25.06	43.95	5.34	40.64
3136	2.48	2.48	2.26	2.26	14.80	33.18	9.29	36.58
3137	2.48	2.48	2.26	2.26	10.69	18.56	15.16	32.16
3138	2.48	2.48	2.26	2.26	1.40	17.40	4.23	26.83
3139	2.48	2.48	2.26	2.26	2.63	12.76	4.05	26.83
3140	2.48	2.48	2.26	2.26	20.71	20.57	7.55	26.83
3141	2.48	2.48	2.26	2.26	5.50	7.55	7.31	25.24
3142	2.48	2.48	2.26	2.26	1.98	9.81	3.69	25.24
3143	2.48	2.48	2.26	2.26	1.97	13.25	3.71	25.24
3144	2.48	2.48	2.26	2.26	15.64	39.02	9.19	26.90
3145	2.48	2.48	2.26	2.26	24.69	42.78	6.61	28.89
3146	2.48	2.48	2.26	2.26	8.10	39.94	9.32	29.85
3147	2.48	2.48	2.26	2.26	16.25	46.68	10.34	57.49
3148	2.48	2.48	2.26	2.26	17.65	41.98	10.98	40.35
3149	2.48	2.48	2.26	2.26	27.07	44.55	5.36	40.54
3150	2.48	2.48	2.26	2.26	15.48	33.59	9.67	37.96
3151	2.48	2.48	2.26	2.26	12.57	17.80	15.99	34.22
3152	2.48	2.48	2.26	2.26	2.73	16.47	5.00	31.67
3153	2.48	2.48	2.26	2.26	2.34	12.14	4.94	31.67
3154	2.48	2.48	2.26	2.26	25.44	26.71	9.44	31.67
3155	2.48	2.48	2.26	2.26	4.93	7.64	5.40	20.39
3156	2.48	2.48	2.26	2.26	1.69	10.70	2.78	20.39

	$\lambda_{1,\sigma}$	$\lambda_{1,\tau}$	$\lambda_{max,\sigma}$	$\lambda_{max,\tau}$	$\Delta\sigma_{sup}$	$\Delta\sigma_{inf}$	Δt	$\Delta\tau_{sald,s}$
3157	2.48	2.48	2.26	2.26	1.72	14.12	2.92	20.39
3158	2.48	2.48	2.26	2.26	14.89	38.21	9.37	24.61
3159	2.48	2.48	2.26	2.26	22.59	41.89	6.18	27.41
3160	2.48	2.48	2.26	2.26	7.76	39.17	9.35	28.52
3161	2.48	2.48	2.26	2.26	16.18	45.74	10.30	57.52
3162	2.48	2.48	2.26	2.26	17.56	41.21	10.91	40.14
3163	2.48	2.48	2.26	2.26	25.10	43.74	5.32	40.59
3164	2.48	2.48	2.26	2.26	14.80	33.00	9.26	36.52
3165	2.48	2.48	2.26	2.26	10.67	18.55	15.13	32.09
3166	2.48	2.48	2.26	2.26	1.46	17.38	4.23	26.76
3167	2.48	2.48	2.26	2.26	2.60	12.67	4.03	26.76
3168	2.48	2.48	2.26	2.26	20.91	20.73	7.55	26.76
3169	2.48	2.48	2.26	2.26	5.42	7.55	7.30	25.16
3170	2.48	2.48	2.26	2.26	1.97	9.90	3.69	25.16
3171	2.48	2.48	2.26	2.26	2.05	13.33	3.73	25.16
3172	2.48	2.48	2.26	2.26	15.76	39.10	9.19	26.88
3173	2.48	2.48	2.26	2.26	24.60	42.81	6.59	28.87
3174	2.48	2.48	2.26	2.26	8.10	39.79	9.32	29.84
3175	2.48	2.48	2.26	2.26	16.27	46.36	10.34	57.48
3176	2.48	2.48	2.26	2.26	17.65	41.83	10.98	40.32
3177	2.48	2.48	2.26	2.26	26.98	44.60	5.36	40.51
3178	2.48	2.48	2.26	2.26	15.46	33.68	9.65	37.95
3179	2.48	2.48	2.26	2.26	12.45	17.62	15.99	34.20
3180	2.48	2.48	2.26	2.26	2.73	16.51	5.00	31.59
3181	2.48	2.48	2.26	2.26	2.30	12.12	4.94	31.59
3182	2.48	2.48	2.26	2.26	25.58	27.30	9.43	31.59
3183	2.48	2.48	2.26	2.26	5.09	7.73	5.37	20.35
3184	2.48	2.48	2.26	2.26	1.60	10.53	2.76	20.35
3185	2.48	2.48	2.26	2.26	1.60	13.94	2.89	20.35
3186	2.48	2.48	2.26	2.26	14.82	38.38	9.37	24.61
3187	2.48	2.48	2.26	2.26	22.34	42.15	6.19	27.39
3188	2.48	2.48	2.26	2.26	7.65	39.08	9.35	28.51
3189	2.48	2.48	2.26	2.26	16.16	45.66	10.30	57.51
3190	2.48	2.48	2.26	2.26	17.52	41.11	10.91	40.11
3191	2.48	2.48	2.26	2.26	24.76	43.78	5.32	40.57
3192	2.48	2.48	2.26	2.26	14.73	32.94	9.27	36.50
3193	2.48	2.48	2.26	2.26	10.65	18.42	15.14	32.11
3194	2.48	2.48	2.26	2.26	1.34	17.21	4.20	26.75
3195	2.48	2.48	2.26	2.26	2.58	12.81	4.02	26.75
3196	2.48	2.48	2.26	2.26	20.51	20.28	7.50	26.75
3197	2.48	2.48	2.26	2.26	5.45	7.67	7.72	26.33
3198	2.48	2.48	2.26	2.26	1.89	9.73	3.87	26.33

	$\lambda_{1,\sigma}$	$\lambda_{1,\tau}$	$\lambda_{max,\sigma}$	$\lambda_{max,\tau}$	$\Delta\sigma_{sup}$	$\Delta\sigma_{inf}$	Δt	$\Delta\tau_{sald,s}$
3199	2.48	2.48	2.26	2.26	1.99	12.93	3.89	26.33
3200	2.48	2.48	2.26	2.26	15.80	38.89	9.21	27.60
3201	2.48	2.48	2.26	2.26	24.58	42.57	6.78	29.45
3202	2.48	2.48	2.26	2.26	8.03	39.77	9.32	30.35
3203	2.48	2.48	2.26	2.26	16.21	46.55	10.34	57.44
3204	2.48	2.48	2.26	2.26	17.56	41.81	11.00	40.28
3205	2.48	2.48	2.26	2.26	26.87	44.15	5.37	40.50
3206	2.48	2.48	2.26	2.26	15.53	33.47	9.83	38.56
3207	2.48	2.48	2.26	2.26	12.92	17.40	16.30	34.91
3208	2.48	2.48	2.26	2.26	2.74	16.40	5.16	32.79
3209	2.48	2.48	2.26	2.26	2.38	12.11	5.10	32.79
3210	2.48	2.48	2.26	2.26	25.42	28.27	9.83	32.79
3211	2.48	2.48	2.26	2.26	5.04	7.82	5.35	20.34
3212	2.48	2.48	2.26	2.26	1.86	10.60	2.76	20.34
3213	2.48	2.48	2.26	2.26	1.69	14.06	2.89	20.34
3214	2.48	2.48	2.26	2.26	14.46	38.19	9.39	24.60
3215	2.48	2.48	2.26	2.26	21.75	42.05	6.19	27.37
3216	2.48	2.48	2.26	2.26	7.47	38.89	9.35	28.50
3217	2.48	2.48	2.26	2.26	16.18	45.69	10.30	57.50
3218	2.48	2.48	2.26	2.26	17.34	40.92	10.91	40.09
3219	2.48	2.48	2.26	2.26	24.13	43.52	5.32	40.52
3220	2.48	2.48	2.26	2.26	14.53	32.75	9.25	36.50
3221	2.48	2.48	2.26	2.26	10.58	18.62	15.14	32.11
3222	2.48	2.48	2.26	2.26	1.61	17.53	4.20	26.75
3223	2.48	2.48	2.26	2.26	3.03	12.89	4.02	26.75
3224	2.48	2.48	2.26	2.26	18.99	18.60	7.52	26.75
3225	2.48	2.48	2.26	2.26	5.41	7.63	7.59	26.02
3226	2.48	2.48	2.26	2.26	1.78	9.49	3.82	26.02
3227	2.48	2.48	2.26	2.26	1.87	12.68	3.83	26.02
3228	2.48	2.48	2.26	2.26	15.55	38.70	9.10	27.42
3229	2.48	2.48	2.26	2.26	24.44	42.79	6.72	29.28
3230	2.48	2.48	2.26	2.26	7.99	39.59	9.32	30.21
3231	2.48	2.48	2.26	2.26	16.21	46.36	10.34	57.39
3232	2.48	2.48	2.26	2.26	17.47	41.62	10.98	40.20
3233	2.48	2.48	2.26	2.26	26.73	44.19	5.36	40.31
3234	2.48	2.48	2.26	2.26	15.41	33.28	9.78	38.40
3235	2.48	2.48	2.26	2.26	13.06	17.51	16.19	34.72
3236	2.48	2.48	2.26	2.26	2.59	16.33	5.13	32.46
3237	2.48	2.48	2.26	2.26	2.55	12.10	5.07	32.46
3238	2.48	2.48	2.26	2.26	25.15	27.68	9.73	32.46
3239	2.48	2.48	2.26	2.26	5.03	7.85	5.33	20.25
3240	2.48	2.48	2.26	2.26	1.79	10.64	2.73	20.25

	$\lambda_{1,\sigma}$	$\lambda_{1,\tau}$	$\lambda_{max,\sigma}$	$\lambda_{max,\tau}$	$\Delta\sigma_{sup}$	$\Delta\sigma_{inf}$	Δt	$\Delta\tau_{sald,s}$
3241	2.48	2.48	2.26	2.26	1.66	14.08	2.87	20.25
3242	2.48	2.48	2.26	2.26	14.46	38.00	9.35	24.54
3243	2.48	2.48	2.26	2.26	21.75	41.57	6.18	27.34
3244	2.48	2.48	2.26	2.26	7.49	38.65	9.32	28.44
3245	2.48	2.48	2.26	2.26	16.18	45.46	10.30	57.48
3246	2.48	2.48	2.26	2.26	17.38	40.70	10.91	40.06
3247	2.48	2.48	2.26	2.26	24.13	43.26	5.32	40.48
3248	2.48	2.48	2.26	2.26	14.53	32.74	9.26	36.47
3249	2.48	2.48	2.26	2.26	10.71	18.65	15.12	32.06
3250	2.48	2.48	2.26	2.26	1.52	17.58	4.20	26.68
3251	2.48	2.48	2.26	2.26	2.91	12.90	4.00	26.68
3252	2.48	2.48	2.26	2.26	19.15	18.83	7.50	26.68
3253	2.48	2.48	2.26	2.26	5.27	7.63	7.62	26.03
3254	2.48	2.48	2.26	2.26	1.76	9.32	3.84	26.03
3255	2.48	2.48	2.26	2.26	1.86	12.42	3.85	26.03
3256	2.48	2.48	2.26	2.26	15.55	38.48	9.10	27.43
3257	2.48	2.48	2.26	2.26	24.42	42.23	6.73	29.25
3258	2.48	2.48	2.26	2.26	7.99	39.11	9.32	30.18
3259	2.48	2.48	2.26	2.26	16.21	45.93	10.30	57.36
3260	2.48	2.48	2.26	2.26	17.50	41.23	10.98	40.14
3261	2.48	2.48	2.26	2.26	26.71	43.61	5.36	40.23
3262	2.48	2.48	2.26	2.26	15.39	33.05	9.79	38.38
3263	2.48	2.48	2.26	2.26	13.13	17.29	16.21	34.73
3264	2.48	2.48	2.26	2.26	2.54	16.10	5.15	32.48
3265	2.48	2.48	2.26	2.26	2.46	11.89	5.09	32.48
3266	2.48	2.48	2.26	2.26	25.03	27.77	9.74	32.48
3267	2.48	2.48	2.26	2.26	4.82	7.59	5.34	20.26
3268	2.48	2.48	2.26	2.26	1.58	10.46	2.77	20.26
3269	2.48	2.48	2.26	2.26	1.49	13.87	2.91	20.26
3270	2.48	2.48	2.26	2.26	14.51	37.99	9.37	24.51
3271	2.48	2.48	2.26	2.26	21.77	41.54	6.17	27.30
3272	2.48	2.48	2.26	2.26	7.51	38.72	9.35	28.44
3273	2.48	2.48	2.26	2.26	16.18	45.36	10.28	57.44
3274	2.48	2.48	2.26	2.26	17.41	40.76	10.89	40.00
3275	2.48	2.48	2.26	2.26	24.13	42.95	5.34	40.39
3276	2.48	2.48	2.26	2.26	14.51	32.76	9.25	36.44
3277	2.48	2.48	2.26	2.26	10.66	18.45	15.12	32.03
3278	2.48	2.48	2.26	2.26	1.43	17.28	4.24	26.69
3279	2.48	2.48	2.26	2.26	2.72	12.64	4.04	26.69
3280	2.48	2.48	2.26	2.26	19.60	19.28	7.49	26.69
3281	2.48	2.48	2.26	2.26	5.27	8.17	7.72	26.28
3282	2.48	2.48	2.26	2.26	1.62	8.94	3.89	26.28

	$\lambda_{1,\sigma}$	$\lambda_{1,\tau}$	$\lambda_{max,\sigma}$	$\lambda_{max,\tau}$	$\Delta\sigma_{sup}$	$\Delta\sigma_{inf}$	Δt	$\Delta\tau_{sald,s}$
3283	2.48	2.48	2.26	2.26	1.77	12.20	3.90	26.28
3284	2.48	2.48	2.26	2.26	15.88	38.61	9.12	27.68
3285	2.48	2.48	2.26	2.26	24.35	42.49	6.78	29.49
3286	2.48	2.48	2.26	2.26	7.94	39.39	9.28	30.40
3287	2.48	2.48	2.26	2.26	16.16	46.23	10.30	57.32
3288	2.48	2.48	2.26	2.26	17.41	41.57	10.93	40.01
3289	2.48	2.48	2.26	2.26	26.50	43.76	5.28	40.17
3290	2.48	2.48	2.26	2.26	15.44	33.17	9.86	38.65
3291	2.48	2.48	2.26	2.26	13.03	16.70	16.34	34.99
3292	2.48	2.48	2.26	2.26	2.46	15.55	5.19	32.68
3293	2.48	2.48	2.26	2.26	2.51	11.74	5.14	32.68
3294	2.48	2.48	2.26	2.26	25.10	28.29	9.84	32.68
3295	2.48	2.48	2.26	2.26	6.06	8.87	6.40	20.88
3296	2.48	2.48	2.26	2.26	2.08	10.73	4.10	20.88
3297	2.48	2.48	2.26	2.26	2.15	14.23	4.26	20.88
3298	2.48	2.48	2.26	2.26	14.55	39.19	9.46	24.99
3299	2.48	2.48	2.26	2.26	21.16	42.42	6.86	27.70
3300	2.48	2.48	2.26	2.26	7.85	38.91	11.02	28.80
3301	2.48	2.48	2.26	2.26	16.57	45.74	10.84	57.39
3302	2.48	2.48	2.26	2.26	18.02	41.00	11.34	39.94
3303	2.48	2.48	2.26	2.26	22.86	43.37	6.81	40.30
3304	2.48	2.48	2.26	2.26	14.76	33.08	9.89	36.90
3305	2.48	2.48	2.26	2.26	11.41	17.76	15.51	32.52
3306	2.48	2.48	2.26	2.26	1.55	17.19	5.75	27.36
3307	2.48	2.48	2.26	2.26	3.11	13.13	5.57	27.36
3308	2.48	2.48	2.26	2.26	19.51	19.19	8.64	27.36
3309	2.48	2.48	2.26	2.26	5.24	8.26	9.97	27.48
3310	2.48	2.48	2.26	2.26	1.43	9.33	6.97	27.48
3311	2.48	2.48	2.26	2.26	1.75	11.93	7.05	27.48
3312	2.48	2.48	2.26	2.26	16.28	39.45	9.26	28.53
3313	2.48	2.48	2.26	2.26	23.00	42.22	8.21	30.22
3314	2.48	2.48	2.26	2.26	8.85	40.36	12.83	31.07
3315	2.48	2.48	2.26	2.26	17.13	46.25	11.29	57.71
3316	2.48	2.48	2.26	2.26	18.20	42.40	11.81	40.32
3317	2.48	2.48	2.26	2.26	24.53	42.88	8.46	40.53
3318	2.48	2.48	2.26	2.26	16.07	32.65	11.24	39.42
3319	2.48	2.48	2.26	2.26	15.17	15.65	17.14	35.85
3320	2.48	2.48	2.26	2.26	2.86	13.99	8.70	34.04
3321	2.48	2.48	2.26	2.26	3.28	10.46	8.59	34.04
3322	2.48	2.48	2.26	2.26	25.49	27.70	12.27	34.04
3323	2.48	2.48	2.26	2.26	6.05	8.94	6.46	21.29
3324	2.48	2.48	2.26	2.26	2.04	10.97	4.10	21.29

	$\lambda_{1,\sigma}$	$\lambda_{1,\tau}$	$\lambda_{max,\sigma}$	$\lambda_{max,\tau}$	$\Delta\sigma$ sup	$\Delta\sigma$ inf	Δt	$\Delta\tau$ sald,s
3325	2.48	2.48	2.26	2.26	2.03	14.46	4.26	21.29
3326	2.48	2.48	2.26	2.26	14.67	39.65	9.53	25.44
3327	2.48	2.48	2.26	2.26	21.32	42.90	6.93	28.24
3328	2.48	2.48	2.26	2.26	7.76	39.65	11.02	29.31
3329	2.48	2.48	2.26	2.26	16.79	46.42	10.98	58.08
3330	2.48	2.48	2.26	2.26	18.24	41.92	11.48	40.65
3331	2.48	2.48	2.26	2.26	22.86	43.82	6.81	41.03
3332	2.48	2.48	2.26	2.26	14.94	33.54	9.99	37.40
3333	2.48	2.48	2.26	2.26	11.52	18.11	15.64	32.94
3334	2.48	2.48	2.26	2.26	1.53	17.46	5.73	27.82
3335	2.48	2.48	2.26	2.26	3.10	13.34	5.55	27.82
3336	2.48	2.48	2.26	2.26	19.46	19.22	8.72	27.82
3337	2.48	2.48	2.26	2.26	5.17	8.22	7.79	26.90
3338	2.48	2.48	2.26	2.26	1.48	9.15	3.91	26.90
3339	2.48	2.48	2.26	2.26	1.66	12.40	3.92	26.90
3340	2.48	2.48	2.26	2.26	16.15	39.27	9.23	28.26
3341	2.48	2.48	2.26	2.26	24.69	42.98	6.90	30.18
3342	2.48	2.48	2.26	2.26	7.81	40.42	9.28	31.07
3343	2.48	2.48	2.26	2.26	16.34	47.28	10.48	58.01
3344	2.48	2.48	2.26	2.26	17.68	42.51	11.11	40.81
3345	2.48	2.48	2.26	2.26	26.75	44.67	5.32	40.94
3346	2.48	2.48	2.26	2.26	15.57	33.83	9.97	39.30
3347	2.48	2.48	2.26	2.26	13.32	17.04	16.52	35.50
3348	2.48	2.48	2.26	2.26	2.47	15.91	5.16	33.32
3349	2.48	2.48	2.26	2.26	2.54	12.01	5.11	33.32
3350	2.48	2.48	2.26	2.26	25.21	28.52	9.91	33.32
3351	2.48	2.48	2.26	2.26	4.83	7.76	5.43	20.84
3352	2.48	2.48	2.26	2.26	1.60	10.73	2.79	20.84
3353	2.48	2.48	2.26	2.26	1.47	14.34	2.93	20.84
3354	2.48	2.48	2.26	2.26	14.66	38.67	9.46	25.00
3355	2.48	2.48	2.26	2.26	21.86	42.25	6.26	27.88
3356	2.48	2.48	2.26	2.26	7.36	39.63	9.35	29.00
3357	2.48	2.48	2.26	2.26	16.39	46.26	10.46	58.15
3358	2.48	2.48	2.26	2.26	17.65	41.89	11.02	40.76
3359	2.48	2.48	2.26	2.26	24.13	43.66	5.36	41.16
3360	2.48	2.48	2.26	2.26	14.58	33.22	9.34	36.98
3361	2.48	2.48	2.26	2.26	10.87	18.91	15.28	32.47
3362	2.48	2.48	2.26	2.26	1.44	17.73	4.22	27.30
3363	2.48	2.48	2.26	2.26	2.81	12.98	4.04	27.30
3364	2.48	2.48	2.26	2.26	19.56	19.28	7.58	27.30
3365	2.48	2.48	2.26	2.26	5.26	7.67	7.71	26.71
3366	2.48	2.48	2.26	2.26	1.69	9.58	3.86	26.71

	$\lambda_{1,\sigma}$	$\lambda_{1,\tau}$	$\lambda_{max,\sigma}$	$\lambda_{max,\tau}$	$\Delta\sigma_{sup}$	$\Delta\sigma_{inf}$	Δt	$\Delta\tau_{sald,s}$
3367	2.48	2.48	2.26	2.26	1.79	12.80	3.87	26.71
3368	2.48	2.48	2.26	2.26	15.79	39.17	9.21	28.03
3369	2.48	2.48	2.26	2.26	24.72	42.87	6.85	29.96
3370	2.48	2.48	2.26	2.26	7.88	40.25	9.32	30.87
3371	2.48	2.48	2.26	2.26	16.41	47.06	10.50	58.06
3372	2.48	2.48	2.26	2.26	17.77	42.51	11.14	40.96
3373	2.48	2.48	2.26	2.26	26.91	44.71	5.38	41.02
3374	2.48	2.48	2.26	2.26	15.50	33.74	9.90	39.03
3375	2.48	2.48	2.26	2.26	13.43	17.72	16.42	35.28
3376	2.48	2.48	2.26	2.26	2.55	16.50	5.12	33.19
3377	2.48	2.48	2.26	2.26	2.46	12.18	5.06	33.19
3378	2.48	2.48	2.26	2.26	25.08	28.02	9.82	33.19
3379	2.48	2.48	2.26	2.26	4.92	7.94	5.42	20.85
3380	2.48	2.48	2.26	2.26	1.74	10.96	2.75	20.85
3381	2.48	2.48	2.26	2.26	1.57	14.51	2.89	20.85
3382	2.48	2.48	2.26	2.26	14.62	38.64	9.48	25.04
3383	2.48	2.48	2.26	2.26	21.89	42.22	6.27	27.92
3384	2.48	2.48	2.26	2.26	7.33	39.78	9.35	29.02
3385	2.48	2.48	2.26	2.26	16.39	46.37	10.46	58.18
3386	2.48	2.48	2.26	2.26	17.63	42.04	11.02	40.82
3387	2.48	2.48	2.26	2.26	24.15	43.91	5.34	41.25
3388	2.48	2.48	2.26	2.26	14.58	33.20	9.34	37.00
3389	2.48	2.48	2.26	2.26	10.96	19.09	15.28	32.50
3390	2.48	2.48	2.26	2.26	1.58	17.98	4.18	27.31
3391	2.48	2.48	2.26	2.26	2.95	13.15	4.00	27.31
3392	2.48	2.48	2.26	2.26	19.22	18.88	7.57	27.31
3393	2.48	2.48	2.26	2.26	5.39	7.67	7.68	26.72
3394	2.48	2.48	2.26	2.26	1.77	9.78	3.84	26.72
3395	2.48	2.48	2.26	2.26	1.82	13.06	3.85	26.72
3396	2.48	2.48	2.26	2.26	15.80	39.36	9.23	27.99
3397	2.48	2.48	2.26	2.26	24.74	43.50	6.84	29.96
3398	2.48	2.48	2.26	2.26	7.90	40.49	9.30	30.87
3399	2.48	2.48	2.26	2.26	16.39	47.28	10.50	58.08
3400	2.48	2.48	2.26	2.26	17.74	42.75	11.16	41.03
3401	2.48	2.48	2.26	2.26	26.93	45.14	5.39	41.10
3402	2.48	2.48	2.26	2.26	15.53	33.94	9.89	39.03
3403	2.48	2.48	2.26	2.26	13.37	17.93	16.38	35.24
3404	2.48	2.48	2.26	2.26	2.58	16.74	5.10	33.21
3405	2.48	2.48	2.26	2.26	2.58	12.39	5.04	33.21
3406	2.48	2.48	2.26	2.26	25.24	27.95	9.79	33.21
3407	2.48	2.48	2.26	2.26	5.03	8.00	5.44	20.91
3408	2.48	2.48	2.26	2.26	1.86	10.99	2.76	20.91

	$\lambda_{1,\sigma}$	$\lambda_{1,\tau}$	$\lambda_{max,\sigma}$	$\lambda_{max,\tau}$	$\Delta\sigma_{sup}$	$\Delta\sigma_{inf}$	Δt	$\Delta\tau_{sald,s}$
3409	2.48	2.48	2.26	2.26	1.66	14.50	2.91	20.91
3410	2.48	2.48	2.26	2.26	14.59	38.85	9.48	25.06
3411	2.48	2.48	2.26	2.26	21.89	42.57	6.28	27.93
3412	2.48	2.48	2.26	2.26	7.33	39.78	9.35	29.04
3413	2.48	2.48	2.26	2.26	16.36	46.57	10.46	58.19
3414	2.48	2.48	2.26	2.26	17.59	42.03	11.02	40.86
3415	2.48	2.48	2.26	2.26	24.13	44.26	5.36	41.29
3416	2.48	2.48	2.26	2.26	14.58	33.40	9.34	37.00
3417	2.48	2.48	2.26	2.26	10.82	19.09	15.30	32.52
3418	2.48	2.48	2.26	2.26	1.61	18.02	4.18	27.36
3419	2.48	2.48	2.26	2.26	3.11	13.18	4.00	27.36
3420	2.48	2.48	2.26	2.26	19.06	18.63	7.59	27.36
3421	2.48	2.48	2.26	2.26	5.47	7.65	7.80	27.01
3422	2.48	2.48	2.26	2.26	1.87	9.95	3.89	27.01
3423	2.48	2.48	2.26	2.26	1.90	13.28	3.90	27.01
3424	2.48	2.48	2.26	2.26	16.03	39.32	9.35	28.20
3425	2.48	2.48	2.26	2.26	24.87	43.10	6.89	30.15
3426	2.48	2.48	2.26	2.26	7.92	40.66	9.35	31.04
3427	2.48	2.48	2.26	2.26	16.39	47.44	10.55	58.16
3428	2.48	2.48	2.26	2.26	17.79	42.92	11.16	41.11
3429	2.48	2.48	2.26	2.26	27.05	45.14	5.40	41.32
3430	2.48	2.48	2.26	2.26	15.64	33.90	9.97	39.22
3431	2.48	2.48	2.26	2.26	13.21	17.77	16.48	35.44
3432	2.48	2.48	2.26	2.26	2.71	16.78	5.15	33.49
3433	2.48	2.48	2.26	2.26	2.43	12.40	5.09	33.49
3434	2.48	2.48	2.26	2.26	25.42	28.47	9.91	33.49
3435	2.48	2.48	2.26	2.26	5.04	7.88	5.44	20.93
3436	2.48	2.48	2.26	2.26	1.55	10.78	2.75	20.93
3437	2.48	2.48	2.26	2.26	1.58	14.33	2.91	20.93
3438	2.48	2.48	2.26	2.26	14.95	38.81	9.48	25.09
3439	2.48	2.48	2.26	2.26	22.52	42.71	6.28	27.96
3440	2.48	2.48	2.26	2.26	7.51	40.20	9.35	29.06
3441	2.48	2.48	2.26	2.26	16.34	46.56	10.46	58.21
3442	2.48	2.48	2.26	2.26	17.77	42.23	11.02	40.87
3443	2.48	2.48	2.26	2.26	24.85	44.57	5.36	41.33
3444	2.48	2.48	2.26	2.26	14.85	33.37	9.36	37.03
3445	2.48	2.48	2.26	2.26	10.86	18.89	15.30	32.54
3446	2.48	2.48	2.26	2.26	1.31	17.68	4.18	27.36
3447	2.48	2.48	2.26	2.26	2.66	13.14	4.00	27.36
3448	2.48	2.48	2.26	2.26	20.62	20.32	7.59	27.36
3449	2.48	2.48	2.26	2.26	5.40	7.44	7.44	25.91
3450	2.48	2.48	2.26	2.26	1.94	10.12	3.71	25.91

	$\lambda_{1,\sigma}$	$\lambda_{1,\tau}$	$\lambda_{max,\sigma}$	$\lambda_{max,\tau}$	$\Delta\sigma_{sup}$	$\Delta\sigma_{inf}$	Δt	$\Delta\tau_{sald,s}$
3451	2.48	2.48	2.26	2.26	2.01	13.66	3.75	25.91
3452	2.48	2.48	2.26	2.26	15.99	39.53	9.35	27.52
3453	2.48	2.48	2.26	2.26	24.90	43.27	6.74	29.59
3454	2.48	2.48	2.26	2.26	7.97	40.66	9.32	30.53
3455	2.48	2.48	2.26	2.26	16.45	47.22	10.55	58.21
3456	2.48	2.48	2.26	2.26	17.90	42.92	11.14	41.13
3457	2.48	2.48	2.26	2.26	27.18	45.32	5.41	41.34
3458	2.48	2.48	2.26	2.26	15.57	34.11	9.79	38.62
3459	2.48	2.48	2.26	2.26	12.74	17.97	16.20	34.77
3460	2.48	2.48	2.26	2.26	2.69	16.89	4.99	32.36
3461	2.48	2.48	2.26	2.26	2.34	12.37	4.93	32.36
3462	2.48	2.48	2.26	2.26	25.64	27.54	9.54	32.36
3463	2.48	2.48	2.26	2.26	4.95	7.81	5.48	20.92
3464	2.48	2.48	2.26	2.26	1.64	10.95	2.78	20.92
3465	2.48	2.48	2.26	2.26	1.72	14.47	2.91	20.92
3466	2.48	2.48	2.26	2.26	15.03	38.82	9.48	25.07
3467	2.48	2.48	2.26	2.26	22.81	42.32	6.26	27.93
3468	2.48	2.48	2.26	2.26	7.60	39.99	9.35	29.04
3469	2.48	2.48	2.26	2.26	16.36	46.55	10.46	58.21
3470	2.48	2.48	2.26	2.26	17.81	42.03	11.02	40.88
3471	2.48	2.48	2.26	2.26	25.21	44.40	5.36	41.33
3472	2.48	2.48	2.26	2.26	14.89	33.15	9.34	37.00
3473	2.48	2.48	2.26	2.26	10.81	18.97	15.28	32.50
3474	2.48	2.48	2.26	2.26	1.41	17.81	4.20	27.33
3475	2.48	2.48	2.26	2.26	2.69	13.01	4.02	27.33
3476	2.48	2.48	2.26	2.26	21.00	20.82	7.61	27.33
3477	2.48	2.48	2.26	2.26	5.54	7.35	7.44	25.92
3478	2.48	2.48	2.26	2.26	2.01	9.95	3.72	25.92
3479	2.48	2.48	2.26	2.26	2.03	13.48	3.73	25.92
3480	2.48	2.48	2.26	2.26	15.89	39.37	9.32	27.52
3481	2.48	2.48	2.26	2.26	24.94	42.94	6.73	29.60
3482	2.48	2.48	2.26	2.26	7.97	40.67	9.32	30.54
3483	2.48	2.48	2.26	2.26	16.48	47.45	10.55	58.21
3484	2.48	2.48	2.26	2.26	17.93	42.93	11.14	41.13
3485	2.48	2.48	2.26	2.26	27.27	45.17	5.38	41.35
3486	2.48	2.48	2.26	2.26	15.57	33.95	9.79	38.62
3487	2.48	2.48	2.26	2.26	12.82	18.07	16.20	34.77
3488	2.48	2.48	2.26	2.26	2.70	16.76	5.00	32.38
3489	2.48	2.48	2.26	2.26	2.36	12.29	4.92	32.38
3490	2.48	2.48	2.26	2.26	25.71	27.16	9.54	32.38
3491	2.48	2.48	2.26	2.26	5.00	7.90	5.48	21.10
3492	2.48	2.48	2.26	2.26	1.70	11.04	2.78	21.10

	$\lambda_{1,\sigma}$	$\lambda_{1,\tau}$	$\lambda_{max,\sigma}$	$\lambda_{max,\tau}$	$\Delta\sigma_{sup}$	$\Delta\sigma_{inf}$	Δt	$\Delta\tau_{sald,s}$
3493	2.48	2.48	2.26	2.26	1.70	14.54	2.93	21.10
3494	2.48	2.48	2.26	2.26	15.04	38.90	9.51	25.16
3495	2.48	2.48	2.26	2.26	22.84	42.12	6.32	28.06
3496	2.48	2.48	2.26	2.26	7.65	40.26	9.32	29.15
3497	2.48	2.48	2.26	2.26	16.36	46.80	10.48	58.23
3498	2.48	2.48	2.26	2.26	17.84	42.30	11.05	40.93
3499	2.48	2.48	2.26	2.26	25.26	44.42	5.34	41.39
3500	2.48	2.48	2.26	2.26	14.94	33.39	9.38	37.11
3501	2.48	2.48	2.26	2.26	11.20	19.02	15.33	32.58
3502	2.48	2.48	2.26	2.26	1.44	17.90	4.20	27.52
3503	2.48	2.48	2.26	2.26	2.60	13.23	4.02	27.52
3504	2.48	2.48	2.26	2.26	21.21	21.00	7.61	27.52
3505	2.48	2.48	2.26	2.26	5.50	7.28	7.66	26.96
3506	2.48	2.48	2.26	2.26	1.69	9.81	3.79	26.96
3507	2.48	2.48	2.26	2.26	1.74	13.44	3.81	26.96
3508	2.48	2.48	2.26	2.26	15.85	40.07	9.39	28.00
3509	2.48	2.48	2.26	2.26	24.92	44.17	6.83	29.97
3510	2.48	2.48	2.26	2.26	7.92	41.22	9.35	30.87
3511	2.48	2.48	2.26	2.26	16.57	48.01	10.59	58.49
3512	2.48	2.48	2.26	2.26	17.93	43.39	11.23	41.43
3513	2.48	2.48	2.26	2.26	27.21	45.99	5.41	41.63
3514	2.48	2.48	2.26	2.26	15.64	34.63	9.88	39.00
3515	2.48	2.48	2.26	2.26	13.11	18.09	16.40	35.30
3516	2.48	2.48	2.26	2.26	2.48	16.76	5.08	33.52
3517	2.48	2.48	2.26	2.26	2.63	12.31	5.02	33.52
3518	2.48	2.48	2.26	2.26	24.53	25.73	9.79	33.52
3519	2.48	2.48	2.26	2.26	5.42	8.29	5.48	21.00
3520	2.48	2.48	2.26	2.26	1.87	11.06	2.80	21.00
3521	2.48	2.48	2.26	2.26	1.56	14.53	2.93	21.00
3522	2.48	2.48	2.26	2.26	14.77	38.84	9.53	25.08
3523	2.48	2.48	2.26	2.26	22.43	42.84	6.28	27.95
3524	2.48	2.48	2.26	2.26	7.47	39.99	9.37	29.06
3525	2.48	2.48	2.26	2.26	16.39	46.78	10.48	58.40
3526	2.48	2.48	2.26	2.26	17.59	42.25	11.07	40.98
3527	2.48	2.48	2.26	2.26	24.74	44.51	5.36	41.45
3528	2.48	2.48	2.26	2.26	14.76	33.44	9.38	37.05
3529	2.48	2.48	2.26	2.26	10.97	19.11	15.34	32.55
3530	2.48	2.48	2.26	2.26	1.66	18.14	4.22	27.42
3531	2.48	2.48	2.26	2.26	3.51	13.52	4.04	27.42
3532	2.48	2.48	2.26	2.26	18.88	18.72	7.63	27.42
3533	2.48	2.48	2.26	2.26	5.51	7.28	7.64	26.78
3534	2.48	2.48	2.26	2.26	1.70	9.73	3.79	26.78

	$\lambda_{1,\sigma}$	$\lambda_{1,\tau}$	$\lambda_{max,\sigma}$	$\lambda_{max,\tau}$	$\Delta\sigma_{sup}$	$\Delta\sigma_{inf}$	Δt	$\Delta\tau_{sald,s}$
3535	2.48	2.48	2.26	2.26	1.74	13.35	3.81	26.78
3536	2.48	2.48	2.26	2.26	15.76	39.84	9.35	27.76
3537	2.48	2.48	2.26	2.26	24.85	43.90	6.78	29.69
3538	2.48	2.48	2.26	2.26	8.01	40.99	9.35	30.59
3539	2.48	2.48	2.26	2.26	16.43	47.56	10.55	58.12
3540	2.48	2.48	2.26	2.26	17.88	43.04	11.14	41.06
3541	2.48	2.48	2.26	2.26	27.21	45.73	5.41	41.28
3542	2.48	2.48	2.26	2.26	15.59	34.18	9.82	38.67
3543	2.48	2.48	2.26	2.26	13.00	18.02	16.28	35.01
3544	2.48	2.48	2.26	2.26	2.53	16.66	5.08	33.27
3545	2.48	2.48	2.26	2.26	2.58	12.20	5.02	33.27
3546	2.48	2.48	2.26	2.26	24.69	25.89	9.75	33.27
3547	2.48	2.48	2.26	2.26	5.00	7.90	5.46	21.07
3548	2.48	2.48	2.26	2.26	1.71	11.04	2.78	21.07
3549	2.48	2.48	2.26	2.26	1.70	14.52	2.91	21.07
3550	2.48	2.48	2.26	2.26	15.04	38.90	9.48	25.13
3551	2.48	2.48	2.26	2.26	22.84	42.12	6.30	28.02
3552	2.48	2.48	2.26	2.26	7.65	40.03	9.32	29.11
3553	2.48	2.48	2.26	2.26	16.39	46.80	10.46	58.22
3554	2.48	2.48	2.26	2.26	17.84	42.30	11.05	40.90
3555	2.48	2.48	2.26	2.26	25.24	44.19	5.34	41.36
3556	2.48	2.48	2.26	2.26	14.96	33.39	9.38	37.08
3557	2.48	2.48	2.26	2.26	11.17	18.98	15.30	32.56
3558	2.48	2.48	2.26	2.26	1.43	17.86	4.20	27.50
3559	2.48	2.48	2.26	2.26	2.59	13.16	4.02	27.50
3560	2.48	2.48	2.26	2.26	21.14	20.94	7.59	27.50
3561	2.48	2.48	2.26	2.26	5.54	7.35	7.44	25.92
3562	2.48	2.48	2.26	2.26	2.01	9.95	3.72	25.92
3563	2.48	2.48	2.26	2.26	2.03	13.48	3.73	25.92
3564	2.48	2.48	2.26	2.26	15.87	39.37	9.35	27.51
3565	2.48	2.48	2.26	2.26	24.94	42.74	6.73	29.60
3566	2.48	2.48	2.26	2.26	7.99	40.67	9.32	30.54
3567	2.48	2.48	2.26	2.26	16.45	47.22	10.55	58.21
3568	2.48	2.48	2.26	2.26	17.90	42.71	11.14	41.13
3569	2.48	2.48	2.26	2.26	27.27	45.17	5.38	41.35
3570	2.48	2.48	2.26	2.26	15.57	33.95	9.79	38.62
3571	2.48	2.48	2.26	2.26	12.83	18.07	16.20	34.77
3572	2.48	2.48	2.26	2.26	2.70	16.76	5.00	32.38
3573	2.48	2.48	2.26	2.26	2.36	12.29	4.92	32.38
3574	2.48	2.48	2.26	2.26	25.67	27.11	9.54	32.38
3575	2.48	2.48	2.26	2.26	4.95	7.81	5.48	20.92
3576	2.48	2.48	2.26	2.26	1.64	10.95	2.78	20.92

	$\lambda_{1,\sigma}$	$\lambda_{1,\tau}$	$\lambda_{max,\sigma}$	$\lambda_{max,\tau}$	$\Delta\sigma_{sup}$	$\Delta\sigma_{inf}$	Δt	$\Delta\tau_{sald,s}$
3577	2.48	2.48	2.26	2.26	1.72	14.47	2.91	20.92
3578	2.48	2.48	2.26	2.26	15.05	38.82	9.48	25.07
3579	2.48	2.48	2.26	2.26	22.81	42.33	6.26	27.93
3580	2.48	2.48	2.26	2.26	7.60	39.99	9.35	29.04
3581	2.48	2.48	2.26	2.26	16.36	46.55	10.46	58.21
3582	2.48	2.48	2.26	2.26	17.81	42.03	11.02	40.88
3583	2.48	2.48	2.26	2.26	25.21	44.41	5.36	41.33
3584	2.48	2.48	2.26	2.26	14.89	33.15	9.34	37.00
3585	2.48	2.48	2.26	2.26	10.82	18.97	15.28	32.50
3586	2.48	2.48	2.26	2.26	1.41	17.81	4.20	27.33
3587	2.48	2.48	2.26	2.26	2.69	13.01	4.02	27.33
3588	2.48	2.48	2.26	2.26	20.98	20.80	7.61	27.33
3589	2.48	2.48	2.26	2.26	5.40	7.44	7.44	25.91
3590	2.48	2.48	2.26	2.26	1.94	10.12	3.71	25.91
3591	2.48	2.48	2.26	2.26	2.01	13.66	3.75	25.91
3592	2.48	2.48	2.26	2.26	15.99	39.53	9.35	27.51
3593	2.48	2.48	2.26	2.26	24.90	43.26	6.74	29.59
3594	2.48	2.48	2.26	2.26	7.97	40.66	9.32	30.53
3595	2.48	2.48	2.26	2.26	16.45	47.22	10.55	58.21
3596	2.48	2.48	2.26	2.26	17.90	42.92	11.14	41.13
3597	2.48	2.48	2.26	2.26	27.18	45.31	5.41	41.34
3598	2.48	2.48	2.26	2.26	15.57	34.11	9.79	38.62
3599	2.48	2.48	2.26	2.26	12.74	17.97	16.20	34.76
3600	2.48	2.48	2.26	2.26	2.69	16.89	4.99	32.36
3601	2.48	2.48	2.26	2.26	2.33	12.37	4.93	32.36
3602	2.48	2.48	2.26	2.26	25.64	27.57	9.54	32.36
3603	2.48	2.48	2.26	2.26	5.04	7.88	5.44	20.93
3604	2.48	2.48	2.26	2.26	1.55	10.78	2.75	20.93
3605	2.48	2.48	2.26	2.26	1.58	14.33	2.91	20.93
3606	2.48	2.48	2.26	2.26	14.95	38.81	9.48	25.09
3607	2.48	2.48	2.26	2.26	22.52	42.71	6.28	27.96
3608	2.48	2.48	2.26	2.26	7.51	40.20	9.35	29.06
3609	2.48	2.48	2.26	2.26	16.34	46.56	10.46	58.21
3610	2.48	2.48	2.26	2.26	17.77	42.23	11.02	40.87
3611	2.48	2.48	2.26	2.26	24.85	44.57	5.36	41.33
3612	2.48	2.48	2.26	2.26	14.85	33.37	9.36	37.03
3613	2.48	2.48	2.26	2.26	10.86	18.89	15.30	32.54
3614	2.48	2.48	2.26	2.26	1.31	17.68	4.18	27.36
3615	2.48	2.48	2.26	2.26	2.66	13.14	4.00	27.36
3616	2.48	2.48	2.26	2.26	20.64	20.30	7.59	27.36
3617	2.48	2.48	2.26	2.26	5.45	7.65	7.80	27.01
3618	2.48	2.48	2.26	2.26	1.87	9.95	3.89	27.01

	$\lambda_{1,\sigma}$	$\lambda_{1,\tau}$	$\lambda_{max,\sigma}$	$\lambda_{max,\tau}$	$\Delta\sigma_{sup}$	$\Delta\sigma_{inf}$	Δt	$\Delta\tau_{sald,s}$
3619	2.48	2.48	2.26	2.26	1.90	13.28	3.90	27.01
3620	2.48	2.48	2.26	2.26	16.03	39.32	9.35	28.20
3621	2.48	2.48	2.26	2.26	24.87	43.10	6.89	30.15
3622	2.48	2.48	2.26	2.26	7.92	40.66	9.35	31.04
3623	2.48	2.48	2.26	2.26	16.39	47.44	10.55	58.16
3624	2.48	2.48	2.26	2.26	17.79	42.92	11.16	41.11
3625	2.48	2.48	2.26	2.26	27.05	45.14	5.40	41.32
3626	2.48	2.48	2.26	2.26	15.64	33.90	9.97	39.22
3627	2.48	2.48	2.26	2.26	13.21	17.77	16.48	35.44
3628	2.48	2.48	2.26	2.26	2.71	16.79	5.15	33.49
3629	2.48	2.48	2.26	2.26	2.43	12.40	5.09	33.49
3630	2.48	2.48	2.26	2.26	25.42	28.50	9.91	33.49
3631	2.48	2.48	2.26	2.26	5.03	8.00	5.44	20.91
3632	2.48	2.48	2.26	2.26	1.86	10.99	2.76	20.91
3633	2.48	2.48	2.26	2.26	1.65	14.50	2.91	20.91
3634	2.48	2.48	2.26	2.26	14.59	38.85	9.48	25.06
3635	2.48	2.48	2.26	2.26	21.89	42.57	6.28	27.93
3636	2.48	2.48	2.26	2.26	7.33	39.78	9.35	29.04
3637	2.48	2.48	2.26	2.26	16.36	46.57	10.46	58.19
3638	2.48	2.48	2.26	2.26	17.59	42.03	11.02	40.86
3639	2.48	2.48	2.26	2.26	24.13	44.26	5.36	41.29
3640	2.48	2.48	2.26	2.26	14.58	33.40	9.34	37.00
3641	2.48	2.48	2.26	2.26	10.82	19.09	15.30	32.52
3642	2.48	2.48	2.26	2.26	1.61	18.02	4.18	27.36
3643	2.48	2.48	2.26	2.26	3.11	13.18	4.00	27.36
3644	2.48	2.48	2.26	2.26	19.06	18.65	7.59	27.36
3645	2.48	2.48	2.26	2.26	5.39	7.67	7.68	26.72
3646	2.48	2.48	2.26	2.26	1.77	9.78	3.84	26.72
3647	2.48	2.48	2.26	2.26	1.82	13.06	3.85	26.72
3648	2.48	2.48	2.26	2.26	15.80	39.36	9.23	27.99
3649	2.48	2.48	2.26	2.26	24.74	43.50	6.84	29.96
3650	2.48	2.48	2.26	2.26	7.90	40.49	9.30	30.87
3651	2.48	2.48	2.26	2.26	16.39	47.28	10.50	58.08
3652	2.48	2.48	2.26	2.26	17.74	42.75	11.16	41.03
3653	2.48	2.48	2.26	2.26	26.93	45.14	5.39	41.10
3654	2.48	2.48	2.26	2.26	15.53	33.94	9.89	39.02
3655	2.48	2.48	2.26	2.26	13.39	17.93	16.38	35.24
3656	2.48	2.48	2.26	2.26	2.58	16.74	5.10	33.21
3657	2.48	2.48	2.26	2.26	2.58	12.39	5.04	33.21
3658	2.48	2.48	2.26	2.26	25.24	27.95	9.79	33.21
3659	2.48	2.48	2.26	2.26	4.92	7.94	5.42	20.85
3660	2.48	2.48	2.26	2.26	1.74	10.96	2.75	20.85

	$\lambda_{1,\sigma}$	$\lambda_{1,\tau}$	$\lambda_{max,\sigma}$	$\lambda_{max,\tau}$	$\Delta\sigma_{sup}$	$\Delta\sigma_{inf}$	Δt	$\Delta\tau_{sald,s}$
3661	2.48	2.48	2.26	2.26	1.57	14.51	2.89	20.85
3662	2.48	2.48	2.26	2.26	14.62	38.64	9.48	25.04
3663	2.48	2.48	2.26	2.26	21.89	42.22	6.27	27.92
3664	2.48	2.48	2.26	2.26	7.33	39.78	9.35	29.02
3665	2.48	2.48	2.26	2.26	16.39	46.37	10.46	58.18
3666	2.48	2.48	2.26	2.26	17.63	42.04	11.02	40.82
3667	2.48	2.48	2.26	2.26	24.15	43.91	5.34	41.25
3668	2.48	2.48	2.26	2.26	14.58	33.20	9.34	37.00
3669	2.48	2.48	2.26	2.26	10.96	19.09	15.28	32.50
3670	2.48	2.48	2.26	2.26	1.58	17.98	4.18	27.31
3671	2.48	2.48	2.26	2.26	2.95	13.15	4.00	27.31
3672	2.48	2.48	2.26	2.26	19.22	18.90	7.57	27.31
3673	2.48	2.48	2.26	2.26	5.26	7.67	7.71	26.71
3674	2.48	2.48	2.26	2.26	1.69	9.58	3.86	26.71
3675	2.48	2.48	2.26	2.26	1.79	12.80	3.87	26.71
3676	2.48	2.48	2.26	2.26	15.79	39.17	9.21	28.03
3677	2.48	2.48	2.26	2.26	24.72	42.87	6.85	29.96
3678	2.48	2.48	2.26	2.26	7.88	40.25	9.32	30.87
3679	2.48	2.48	2.26	2.26	16.41	47.06	10.50	58.06
3680	2.48	2.48	2.26	2.26	17.77	42.51	11.14	40.95
3681	2.48	2.48	2.26	2.26	26.91	44.71	5.38	41.02
3682	2.48	2.48	2.26	2.26	15.50	33.74	9.90	39.03
3683	2.48	2.48	2.26	2.26	13.43	17.72	16.42	35.28
3684	2.48	2.48	2.26	2.26	2.54	16.50	5.12	33.19
3685	2.48	2.48	2.26	2.26	2.46	12.18	5.06	33.19
3686	2.48	2.48	2.26	2.26	25.10	28.02	9.82	33.19
3687	2.48	2.48	2.26	2.26	4.83	7.76	5.43	20.84
3688	2.48	2.48	2.26	2.26	1.59	10.73	2.79	20.84
3689	2.48	2.48	2.26	2.26	1.47	14.34	2.93	20.84
3690	2.48	2.48	2.26	2.26	14.66	38.68	9.46	25.00
3691	2.48	2.48	2.26	2.26	21.86	42.25	6.26	27.88
3692	2.48	2.48	2.26	2.26	7.36	39.63	9.35	29.00
3693	2.48	2.48	2.26	2.26	16.39	46.26	10.46	58.15
3694	2.48	2.48	2.26	2.26	17.65	41.89	11.02	40.76
3695	2.48	2.48	2.26	2.26	24.13	43.66	5.36	41.16
3696	2.48	2.48	2.26	2.26	14.58	33.22	9.34	36.98
3697	2.48	2.48	2.26	2.26	10.87	18.92	15.28	32.47
3698	2.48	2.48	2.26	2.26	1.44	17.73	4.22	27.30
3699	2.48	2.48	2.26	2.26	2.81	12.99	4.04	27.30
3700	2.48	2.48	2.26	2.26	19.58	19.28	7.58	27.30
3701	2.48	2.48	2.26	2.26	5.17	8.22	7.79	26.90
3702	2.48	2.48	2.26	2.26	1.48	9.15	3.91	26.90

	$\lambda_{1,\sigma}$	$\lambda_{1,\tau}$	$\lambda_{max,\sigma}$	$\lambda_{max,\tau}$	$\Delta\sigma_{sup}$	$\Delta\sigma_{inf}$	Δt	$\Delta\tau_{sald,s}$
3703	2.48	2.48	2.26	2.26	1.65	12.41	3.92	26.90
3704	2.48	2.48	2.26	2.26	16.16	39.27	9.23	28.26
3705	2.48	2.48	2.26	2.26	24.69	42.98	6.90	30.18
3706	2.48	2.48	2.26	2.26	7.81	40.42	9.28	31.07
3707	2.48	2.48	2.26	2.26	16.34	47.28	10.48	58.01
3708	2.48	2.48	2.26	2.26	17.68	42.51	11.11	40.81
3709	2.48	2.48	2.26	2.26	26.75	44.54	5.32	40.94
3710	2.48	2.48	2.26	2.26	15.57	33.83	9.97	39.30
3711	2.48	2.48	2.26	2.26	13.32	17.02	16.52	35.51
3712	2.48	2.48	2.26	2.26	2.47	15.91	5.16	33.32
3713	2.48	2.48	2.26	2.26	2.54	12.01	5.11	33.32
3714	2.48	2.48	2.26	2.26	25.19	28.52	9.91	33.32
3715	2.48	2.48	2.26	2.26	6.05	8.94	6.46	21.29
3716	2.48	2.48	2.26	2.26	2.04	10.97	4.10	21.29
3717	2.48	2.48	2.26	2.26	2.03	14.46	4.26	21.29
3718	2.48	2.48	2.26	2.26	14.67	39.65	9.53	25.45
3719	2.48	2.48	2.26	2.26	21.32	42.89	6.93	28.24
3720	2.48	2.48	2.26	2.26	7.76	39.65	11.02	29.31
3721	2.48	2.48	2.26	2.26	16.79	46.42	10.98	58.08
3722	2.48	2.48	2.26	2.26	18.24	41.92	11.48	40.65
3723	2.48	2.48	2.26	2.26	22.86	43.82	6.81	41.03
3724	2.48	2.48	2.26	2.26	14.94	33.54	9.99	37.40
3725	2.48	2.48	2.26	2.26	11.52	18.12	15.64	32.94
3726	2.48	2.48	2.26	2.26	1.54	17.46	5.73	27.82
3727	2.48	2.48	2.26	2.26	3.12	13.34	5.55	27.82
3728	2.48	2.48	2.26	2.26	19.46	19.19	8.72	27.82
3729	2.48	2.48	2.26	2.26	5.24	8.26	9.97	27.49
3730	2.48	2.48	2.26	2.26	1.43	9.33	6.97	27.49
3731	2.48	2.48	2.26	2.26	1.75	11.91	7.08	27.49
3732	2.48	2.48	2.26	2.26	16.28	39.45	9.26	28.53
3733	2.48	2.48	2.26	2.26	23.00	42.22	8.21	30.22
3734	2.48	2.48	2.26	2.26	8.85	40.36	12.83	31.07
3735	2.48	2.48	2.26	2.26	17.13	46.25	11.29	57.71
3736	2.48	2.48	2.26	2.26	18.20	42.40	11.81	40.32
3737	2.48	2.48	2.26	2.26	24.53	42.88	8.46	40.52
3738	2.48	2.48	2.26	2.26	16.07	32.64	11.24	39.43
3739	2.48	2.48	2.26	2.26	15.17	15.65	17.14	35.85
3740	2.48	2.48	2.26	2.26	2.86	13.96	8.70	34.05
3741	2.48	2.48	2.26	2.26	3.28	10.43	8.59	34.05
3742	2.48	2.48	2.26	2.26	25.49	27.68	12.27	34.05
3743	2.48	2.48	2.26	2.26	6.06	8.87	6.40	20.87
3744	2.48	2.48	2.26	2.26	2.08	10.73	4.10	20.87

	$\lambda_{1,\sigma}$	$\lambda_{1,\tau}$	$\lambda_{max,\sigma}$	$\lambda_{max,\tau}$	$\Delta\sigma_{sup}$	$\Delta\sigma_{inf}$	Δt	$\Delta\tau_{sald,s}$
3745	2.48	2.48	2.26	2.26	2.15	14.23	4.26	20.87
3746	2.48	2.48	2.26	2.26	14.55	39.19	9.46	25.00
3747	2.48	2.48	2.26	2.26	21.16	42.42	6.86	27.70
3748	2.48	2.48	2.26	2.26	7.85	38.91	11.02	28.80
3749	2.48	2.48	2.26	2.26	16.57	45.74	10.84	57.39
3750	2.48	2.48	2.26	2.26	17.99	41.00	11.34	39.94
3751	2.48	2.48	2.26	2.26	22.86	43.37	6.81	40.30
3752	2.48	2.48	2.26	2.26	14.78	33.08	9.89	36.91
3753	2.48	2.48	2.26	2.26	11.41	17.76	15.51	32.52
3754	2.48	2.48	2.26	2.26	1.55	17.19	5.75	27.36
3755	2.48	2.48	2.26	2.26	3.11	13.13	5.57	27.36
3756	2.48	2.48	2.26	2.26	19.51	19.19	8.64	27.36
3757	2.48	2.48	2.26	2.26	5.28	8.17	7.72	26.28
3758	2.48	2.48	2.26	2.26	1.62	8.94	3.89	26.28
3759	2.48	2.48	2.26	2.26	1.77	12.21	3.90	26.28
3760	2.48	2.48	2.26	2.26	15.88	38.61	9.12	27.68
3761	2.48	2.48	2.26	2.26	24.35	42.49	6.78	29.49
3762	2.48	2.48	2.26	2.26	7.94	39.39	9.28	30.40
3763	2.48	2.48	2.26	2.26	16.16	46.23	10.30	57.32
3764	2.48	2.48	2.26	2.26	17.41	41.57	10.91	40.01
3765	2.48	2.48	2.26	2.26	26.50	43.76	5.28	40.16
3766	2.48	2.48	2.26	2.26	15.44	33.17	9.86	38.65
3767	2.48	2.48	2.26	2.26	13.03	16.70	16.34	34.99
3768	2.48	2.48	2.26	2.26	2.46	15.55	5.19	32.68
3769	2.48	2.48	2.26	2.26	2.51	11.74	5.14	32.68
3770	2.48	2.48	2.26	2.26	25.10	28.29	9.84	32.68
3771	2.48	2.48	2.26	2.26	4.80	7.59	5.34	20.26
3772	2.48	2.48	2.26	2.26	1.58	10.46	2.77	20.26
3773	2.48	2.48	2.26	2.26	1.49	13.87	2.91	20.26
3774	2.48	2.48	2.26	2.26	14.51	37.99	9.37	24.51
3775	2.48	2.48	2.26	2.26	21.77	41.54	6.17	27.30
3776	2.48	2.48	2.26	2.26	7.51	38.72	9.35	28.44
3777	2.48	2.48	2.26	2.26	16.18	45.36	10.28	57.44
3778	2.48	2.48	2.26	2.26	17.41	40.76	10.89	40.00
3779	2.48	2.48	2.26	2.26	24.13	42.95	5.34	40.39
3780	2.48	2.48	2.26	2.26	14.51	32.76	9.25	36.45
3781	2.48	2.48	2.26	2.26	10.66	18.45	15.12	32.03
3782	2.48	2.48	2.26	2.26	1.43	17.28	4.24	26.69
3783	2.48	2.48	2.26	2.26	2.72	12.64	4.04	26.69
3784	2.48	2.48	2.26	2.26	19.60	19.28	7.49	26.69
3785	2.48	2.48	2.26	2.26	5.27	7.63	7.62	26.03
3786	2.48	2.48	2.26	2.26	1.76	9.32	3.84	26.03

	$\lambda_{1,\sigma}$	$\lambda_{1,\tau}$	$\lambda_{max,\sigma}$	$\lambda_{max,\tau}$	$\Delta\sigma_{sup}$	$\Delta\sigma_{inf}$	Δt	$\Delta\tau_{sald,s}$
3787	2.48	2.48	2.26	2.26	1.87	12.42	3.85	26.03
3788	2.48	2.48	2.26	2.26	15.55	38.48	9.10	27.43
3789	2.48	2.48	2.26	2.26	24.42	42.23	6.73	29.25
3790	2.48	2.48	2.26	2.26	7.99	39.11	9.32	30.18
3791	2.48	2.48	2.26	2.26	16.21	45.93	10.30	57.36
3792	2.48	2.48	2.26	2.26	17.50	41.23	10.98	40.14
3793	2.48	2.48	2.26	2.26	26.71	43.61	5.36	40.23
3794	2.48	2.48	2.26	2.26	15.39	33.05	9.79	38.38
3795	2.48	2.48	2.26	2.26	13.13	17.29	16.21	34.74
3796	2.48	2.48	2.26	2.26	2.54	16.10	5.15	32.48
3797	2.48	2.48	2.26	2.26	2.46	11.89	5.09	32.48
3798	2.48	2.48	2.26	2.26	25.03	27.77	9.74	32.48
3799	2.48	2.48	2.26	2.26	5.03	7.85	5.33	20.25
3800	2.48	2.48	2.26	2.26	1.79	10.64	2.73	20.25
3801	2.48	2.48	2.26	2.26	1.67	14.08	2.87	20.25
3802	2.48	2.48	2.26	2.26	14.44	38.00	9.35	24.54
3803	2.48	2.48	2.26	2.26	21.75	41.57	6.18	27.34
3804	2.48	2.48	2.26	2.26	7.49	38.65	9.32	28.44
3805	2.48	2.48	2.26	2.26	16.18	45.46	10.30	57.48
3806	2.48	2.48	2.26	2.26	17.38	40.70	10.91	40.06
3807	2.48	2.48	2.26	2.26	24.13	43.26	5.32	40.48
3808	2.48	2.48	2.26	2.26	14.53	32.74	9.26	36.47
3809	2.48	2.48	2.26	2.26	10.71	18.65	15.12	32.06
3810	2.48	2.48	2.26	2.26	1.53	17.58	4.20	26.68
3811	2.48	2.48	2.26	2.26	2.91	12.90	4.00	26.68
3812	2.48	2.48	2.26	2.26	19.17	18.83	7.50	26.68
3813	2.48	2.48	2.26	2.26	5.41	7.63	7.59	26.02
3814	2.48	2.48	2.26	2.26	1.78	9.49	3.82	26.02
3815	2.48	2.48	2.26	2.26	1.87	12.68	3.83	26.02
3816	2.48	2.48	2.26	2.26	15.55	38.70	9.10	27.42
3817	2.48	2.48	2.26	2.26	24.44	42.79	6.72	29.28
3818	2.48	2.48	2.26	2.26	7.99	39.59	9.32	30.21
3819	2.48	2.48	2.26	2.26	16.21	46.36	10.34	57.39
3820	2.48	2.48	2.26	2.26	17.47	41.62	10.98	40.20
3821	2.48	2.48	2.26	2.26	26.73	44.19	5.36	40.31
3822	2.48	2.48	2.26	2.26	15.41	33.28	9.78	38.40
3823	2.48	2.48	2.26	2.26	13.08	17.51	16.19	34.72
3824	2.48	2.48	2.26	2.26	2.59	16.33	5.13	32.46
3825	2.48	2.48	2.26	2.26	2.55	12.10	5.07	32.46
3826	2.48	2.48	2.26	2.26	25.17	27.68	9.73	32.46
3827	2.48	2.48	2.26	2.26	5.04	7.82	5.35	20.34
3828	2.48	2.48	2.26	2.26	1.86	10.60	2.76	20.34

	$\lambda_{1,\sigma}$	$\lambda_{1,\tau}$	$\lambda_{max,\sigma}$	$\lambda_{max,\tau}$	$\Delta\sigma_{sup}$	$\Delta\sigma_{inf}$	Δt	$\Delta\tau_{sald,s}$
3829	2.48	2.48	2.26	2.26	1.69	14.06	2.89	20.34
3830	2.48	2.48	2.26	2.26	14.46	38.19	9.39	24.60
3831	2.48	2.48	2.26	2.26	21.75	42.05	6.19	27.37
3832	2.48	2.48	2.26	2.26	7.47	38.89	9.35	28.50
3833	2.48	2.48	2.26	2.26	16.18	45.69	10.30	57.50
3834	2.48	2.48	2.26	2.26	17.34	40.92	10.91	40.09
3835	2.48	2.48	2.26	2.26	24.13	43.52	5.32	40.52
3836	2.48	2.48	2.26	2.26	14.53	32.75	9.25	36.50
3837	2.48	2.48	2.26	2.26	10.58	18.62	15.14	32.11
3838	2.48	2.48	2.26	2.26	1.61	17.53	4.20	26.75
3839	2.48	2.48	2.26	2.26	3.03	12.89	4.02	26.75
3840	2.48	2.48	2.26	2.26	18.99	18.60	7.52	26.75
3841	2.48	2.48	2.26	2.26	5.45	7.67	7.72	26.33
3842	2.48	2.48	2.26	2.26	1.89	9.73	3.87	26.33
3843	2.48	2.48	2.26	2.26	1.99	12.93	3.89	26.33
3844	2.48	2.48	2.26	2.26	15.80	38.89	9.21	27.60
3845	2.48	2.48	2.26	2.26	24.58	42.57	6.78	29.45
3846	2.48	2.48	2.26	2.26	8.03	39.77	9.32	30.35
3847	2.48	2.48	2.26	2.26	16.21	46.55	10.34	57.44
3848	2.48	2.48	2.26	2.26	17.56	41.81	11.00	40.28
3849	2.48	2.48	2.26	2.26	26.87	44.15	5.37	40.50
3850	2.48	2.48	2.26	2.26	15.53	33.47	9.83	38.56
3851	2.48	2.48	2.26	2.26	12.92	17.40	16.30	34.91
3852	2.48	2.48	2.26	2.26	2.74	16.40	5.16	32.79
3853	2.48	2.48	2.26	2.26	2.38	12.11	5.10	32.79
3854	2.48	2.48	2.26	2.26	25.39	28.27	9.83	32.79
3855	2.48	2.48	2.26	2.26	5.09	7.73	5.37	20.35
3856	2.48	2.48	2.26	2.26	1.60	10.53	2.76	20.35
3857	2.48	2.48	2.26	2.26	1.60	13.94	2.89	20.35
3858	2.48	2.48	2.26	2.26	14.82	38.38	9.37	24.61
3859	2.48	2.48	2.26	2.26	22.34	42.15	6.19	27.39
3860	2.48	2.48	2.26	2.26	7.65	39.08	9.35	28.51
3861	2.48	2.48	2.26	2.26	16.16	45.66	10.30	57.51
3862	2.48	2.48	2.26	2.26	17.52	41.11	10.91	40.11
3863	2.48	2.48	2.26	2.26	24.76	43.78	5.32	40.57
3864	2.48	2.48	2.26	2.26	14.73	32.94	9.27	36.50
3865	2.48	2.48	2.26	2.26	10.65	18.42	15.14	32.11
3866	2.48	2.48	2.26	2.26	1.34	17.21	4.20	26.75
3867	2.48	2.48	2.26	2.26	2.58	12.81	4.02	26.75
3868	2.48	2.48	2.26	2.26	20.53	20.30	7.50	26.75
3869	2.48	2.48	2.26	2.26	5.42	7.55	7.30	25.16
3870	2.48	2.48	2.26	2.26	1.97	9.90	3.69	25.16

	$\lambda_{1,\sigma}$	$\lambda_{1,\tau}$	$\lambda_{max,\sigma}$	$\lambda_{max,\tau}$	$\Delta\sigma_{sup}$	$\Delta\sigma_{inf}$	Δt	$\Delta\tau_{sald,s}$
3871	2.48	2.48	2.26	2.26	2.05	13.33	3.73	25.16
3872	2.48	2.48	2.26	2.26	15.76	39.10	9.19	26.88
3873	2.48	2.48	2.26	2.26	24.60	42.81	6.59	28.87
3874	2.48	2.48	2.26	2.26	8.10	39.79	9.32	29.84
3875	2.48	2.48	2.26	2.26	16.27	46.36	10.34	57.48
3876	2.48	2.48	2.26	2.26	17.65	41.83	10.98	40.32
3877	2.48	2.48	2.26	2.26	26.98	44.60	5.36	40.51
3878	2.48	2.48	2.26	2.26	15.46	33.68	9.65	37.95
3879	2.48	2.48	2.26	2.26	12.45	17.62	15.99	34.20
3880	2.48	2.48	2.26	2.26	2.73	16.51	5.00	31.59
3881	2.48	2.48	2.26	2.26	2.30	12.12	4.94	31.59
3882	2.48	2.48	2.26	2.26	25.60	27.30	9.43	31.59
3883	2.48	2.48	2.26	2.26	4.93	7.64	5.40	20.39
3884	2.48	2.48	2.26	2.26	1.69	10.70	2.78	20.39
3885	2.48	2.48	2.26	2.26	1.72	14.12	2.92	20.39
3886	2.48	2.48	2.26	2.26	14.89	38.21	9.37	24.61
3887	2.48	2.48	2.26	2.26	22.59	41.89	6.18	27.41
3888	2.48	2.48	2.26	2.26	7.76	39.17	9.35	28.52
3889	2.48	2.48	2.26	2.26	16.18	45.74	10.30	57.52
3890	2.48	2.48	2.26	2.26	17.56	41.21	10.91	40.14
3891	2.48	2.48	2.26	2.26	25.10	43.74	5.32	40.59
3892	2.48	2.48	2.26	2.26	14.80	33.00	9.26	36.52
3893	2.48	2.48	2.26	2.26	10.67	18.55	15.13	32.09
3894	2.48	2.48	2.26	2.26	1.46	17.38	4.23	26.76
3895	2.48	2.48	2.26	2.26	2.60	12.67	4.03	26.76
3896	2.48	2.48	2.26	2.26	20.94	20.75	7.55	26.76
3897	2.48	2.48	2.26	2.26	5.50	7.55	7.31	25.24
3898	2.48	2.48	2.26	2.26	1.98	9.81	3.69	25.24
3899	2.48	2.48	2.26	2.26	1.97	13.25	3.71	25.24
3900	2.48	2.48	2.26	2.26	15.64	39.02	9.19	26.90
3901	2.48	2.48	2.26	2.26	24.69	42.78	6.61	28.89
3902	2.48	2.48	2.26	2.26	8.10	39.94	9.32	29.85
3903	2.48	2.48	2.26	2.26	16.25	46.68	10.34	57.49
3904	2.48	2.48	2.26	2.26	17.65	41.98	10.98	40.35
3905	2.48	2.48	2.26	2.26	27.07	44.55	5.36	40.54
3906	2.48	2.48	2.26	2.26	15.48	33.59	9.67	37.96
3907	2.48	2.48	2.26	2.26	12.56	17.80	15.99	34.22
3908	2.48	2.48	2.26	2.26	2.73	16.47	5.00	31.67
3909	2.48	2.48	2.26	2.26	2.34	12.12	4.94	31.67
3910	2.48	2.48	2.26	2.26	25.42	26.73	9.44	31.67
3911	2.48	2.48	2.26	2.26	4.93	7.73	5.42	20.46
3912	2.48	2.48	2.26	2.26	1.64	10.68	2.78	20.46

	$\lambda_{1,\sigma}$	$\lambda_{1,\tau}$	$\lambda_{max,\sigma}$	$\lambda_{max,\tau}$	$\Delta\sigma_{sup}$	$\Delta\sigma_{inf}$	Δt	$\Delta\tau_{sald,s}$
3913	2.48	2.48	2.26	2.26	1.61	14.11	2.92	20.46
3914	2.48	2.48	2.26	2.26	14.84	38.39	9.39	24.69
3915	2.48	2.48	2.26	2.26	22.59	42.13	6.22	27.49
3916	2.48	2.48	2.26	2.26	7.72	39.59	9.35	28.59
3917	2.48	2.48	2.26	2.26	16.16	46.04	10.30	57.54
3918	2.48	2.48	2.26	2.26	17.50	41.40	10.91	40.17
3919	2.48	2.48	2.26	2.26	25.06	43.95	5.34	40.64
3920	2.48	2.48	2.26	2.26	14.80	33.18	9.29	36.58
3921	2.48	2.48	2.26	2.26	10.69	18.56	15.16	32.16
3922	2.48	2.48	2.26	2.26	1.40	17.40	4.23	26.83
3923	2.48	2.48	2.26	2.26	2.63	12.76	4.05	26.83
3924	2.48	2.48	2.26	2.26	20.71	20.60	7.55	26.83
3925	2.48	2.48	2.26	2.26	5.48	7.67	7.29	25.19
3926	2.48	2.48	2.26	2.26	1.88	9.88	3.66	25.19
3927	2.48	2.48	2.26	2.26	1.82	13.39	3.70	25.19
3928	2.48	2.48	2.26	2.26	15.58	39.39	9.17	26.83
3929	2.48	2.48	2.26	2.26	24.72	43.08	6.58	28.83
3930	2.48	2.48	2.26	2.26	8.10	40.33	9.32	29.80
3931	2.48	2.48	2.26	2.26	16.25	46.67	10.34	57.49
3932	2.48	2.48	2.26	2.26	17.63	42.36	11.00	40.38
3933	2.48	2.48	2.26	2.26	27.09	45.09	5.36	40.54
3934	2.48	2.48	2.26	2.26	15.48	33.93	9.63	37.89
3935	2.48	2.48	2.26	2.26	12.50	17.86	15.97	34.15
3936	2.48	2.48	2.26	2.26	2.68	16.54	4.99	31.64
3937	2.48	2.48	2.26	2.26	2.40	12.17	4.90	31.64
3938	2.48	2.48	2.26	2.26	25.49	26.80	9.41	31.64
3939	2.48	2.48	2.26	2.26	5.07	7.79	5.42	20.49
3940	2.48	2.48	2.26	2.26	1.60	10.76	2.78	20.49
3941	2.48	2.48	2.26	2.26	1.65	14.13	2.91	20.49
3942	2.48	2.48	2.26	2.26	14.77	38.36	9.39	24.59
3943	2.48	2.48	2.26	2.26	22.57	42.20	6.21	27.44
3944	2.48	2.48	2.26	2.26	7.72	39.27	9.35	28.55
3945	2.48	2.48	2.26	2.26	16.16	45.76	10.30	57.54
3946	2.48	2.48	2.26	2.26	17.47	41.31	10.91	40.20
3947	2.48	2.48	2.26	2.26	25.03	44.00	5.34	40.65
3948	2.48	2.48	2.26	2.26	14.80	32.94	9.26	36.52
3949	2.48	2.48	2.26	2.26	10.79	18.58	15.15	32.06
3950	2.48	2.48	2.26	2.26	1.40	17.48	4.23	26.87
3951	2.48	2.48	2.26	2.26	2.68	12.77	4.05	26.87
3952	2.48	2.48	2.26	2.26	20.82	20.57	7.57	26.87
3953	2.48	2.48	2.26	2.26	5.35	7.64	7.24	25.06
3954	2.48	2.48	2.26	2.26	1.79	9.81	3.65	25.06

	$\lambda_{1,\sigma}$	$\lambda_{1,\tau}$	$\lambda_{max,\sigma}$	$\lambda_{max,\tau}$	$\Delta\sigma_{sup}$	$\Delta\sigma_{inf}$	Δt	$\Delta\tau_{sald,s}$
3955	2.48	2.48	2.26	2.26	1.84	13.20	3.69	25.06
3956	2.48	2.48	2.26	2.26	15.62	38.88	9.17	26.77
3957	2.48	2.48	2.26	2.26	24.76	42.54	6.57	28.82
3958	2.48	2.48	2.26	2.26	8.08	39.81	9.32	29.78
3959	2.48	2.48	2.26	2.26	16.21	46.41	10.34	57.48
3960	2.48	2.48	2.26	2.26	17.63	41.84	11.00	40.37
3961	2.48	2.48	2.26	2.26	27.05	44.37	5.36	40.50
3962	2.48	2.48	2.26	2.26	15.48	33.45	9.63	37.87
3963	2.48	2.48	2.26	2.26	12.55	17.98	15.94	34.09
3964	2.48	2.48	2.26	2.26	2.36	16.67	4.96	31.49
3965	2.48	2.48	2.26	2.26	2.61	12.22	4.91	31.49
3966	2.48	2.48	2.26	2.26	24.56	26.07	9.36	31.49
3967	2.48	2.48	2.26	2.26	5.05	7.91	5.42	20.45
3968	2.48	2.48	2.26	2.26	1.54	10.58	2.78	20.45
3969	2.48	2.48	2.26	2.26	1.56	14.07	2.91	20.45
3970	2.48	2.48	2.26	2.26	14.92	38.13	9.37	24.57
3971	2.48	2.48	2.26	2.26	22.54	41.66	6.22	27.45
3972	2.48	2.48	2.26	2.26	7.76	39.14	9.35	28.54
3973	2.48	2.48	2.26	2.26	16.14	45.70	10.30	57.54
3974	2.48	2.48	2.26	2.26	17.70	41.19	10.91	40.19
3975	2.48	2.48	2.26	2.26	25.06	43.88	5.32	40.63
3976	2.48	2.48	2.26	2.26	14.89	32.93	9.27	36.52
3977	2.48	2.48	2.26	2.26	10.92	18.58	15.13	32.04
3978	2.48	2.48	2.26	2.26	1.36	17.33	4.22	26.84
3979	2.48	2.48	2.26	2.26	2.78	12.89	4.04	26.84
3980	2.48	2.48	2.26	2.26	20.96	20.80	7.55	26.84
3981	2.48	2.48	2.26	2.26	5.24	7.67	7.45	25.79
3982	2.48	2.48	2.26	2.26	1.84	10.08	3.76	25.79
3983	2.48	2.48	2.26	2.26	1.93	13.55	3.77	25.79
3984	2.48	2.48	2.26	2.26	15.84	39.08	9.17	27.36
3985	2.48	2.48	2.26	2.26	25.03	43.23	6.70	29.36
3986	2.48	2.48	2.26	2.26	8.19	40.01	9.32	30.27
3987	2.48	2.48	2.26	2.26	16.25	46.54	10.37	57.48
3988	2.48	2.48	2.26	2.26	17.81	42.05	11.00	40.36
3989	2.48	2.48	2.26	2.26	27.43	44.84	5.39	40.56
3990	2.48	2.48	2.26	2.26	15.62	33.89	9.74	38.39
3991	2.48	2.48	2.26	2.26	12.75	18.01	16.11	34.64
3992	2.48	2.48	2.26	2.26	2.62	16.71	5.06	32.24
3993	2.48	2.48	2.26	2.26	2.33	12.19	4.98	32.24
3994	2.48	2.48	2.26	2.26	25.60	28.00	9.58	32.24
3995	2.48	2.48	2.26	2.26	4.54	7.65	5.49	20.35
3996	2.48	2.48	2.26	2.26	1.91	11.26	2.82	20.35

	$\lambda_{1,\sigma}$	$\lambda_{1,\tau}$	$\lambda_{max,\sigma}$	$\lambda_{max,\tau}$	$\Delta\sigma_{sup}$	$\Delta\sigma_{inf}$	Δt	$\Delta\tau_{sald,s}$
3997	2.48	2.48	2.26	2.26	2.25	14.82	2.93	20.35
3998	2.48	2.48	2.26	2.26	15.02	39.10	9.39	24.73
3999	2.48	2.48	2.26	2.26	23.06	43.12	6.23	27.53
4000	2.48	2.48	2.26	2.26	7.92	39.29	9.35	28.62
4001	2.48	2.48	2.26	2.26	16.14	46.03	10.34	57.53
4002	2.48	2.48	2.26	2.26	17.31	41.34	10.93	40.14
4003	2.48	2.48	2.26	2.26	25.12	44.95	5.32	40.64
4004	2.48	2.48	2.26	2.26	14.96	33.44	9.31	36.64
4005	2.48	2.48	2.26	2.26	11.13	18.72	15.18	32.22
4006	2.48	2.48	2.26	2.26	1.52	17.61	4.22	26.73
4007	2.48	2.48	2.26	2.26	2.44	12.72	4.04	26.73
4008	2.48	2.48	2.26	2.26	19.96	19.76	7.62	26.73
4009	2.48	2.48	2.26	2.26	5.00	9.20	6.80	23.52
4010	2.48	2.48	2.26	2.26	2.27	11.58	3.49	23.52
4011	2.48	2.48	2.26	2.26	2.63	14.15	3.50	23.52
4012	2.48	2.48	2.26	2.26	14.89	38.58	9.17	25.21
4013	2.48	2.48	2.26	2.26	24.29	42.57	6.21	26.86
4014	2.48	2.48	2.26	2.26	8.49	39.08	9.44	28.02
4015	2.48	2.48	2.26	2.26	15.71	45.67	10.05	56.50
4016	2.48	2.48	2.26	2.26	16.64	41.57	10.77	38.88
4017	2.48	2.48	2.26	2.26	26.16	45.13	5.36	38.94
4018	2.48	2.48	2.26	2.26	15.14	32.91	9.18	36.19
4019	2.48	2.48	2.26	2.26	12.04	17.59	15.46	32.99
4020	2.48	2.48	2.26	2.26	2.80	16.44	4.90	30.24
4021	2.48	2.48	2.26	2.26	2.20	11.53	4.82	30.24
4022	2.48	2.48	2.26	2.26	25.30	26.75	9.01	30.24
4023	2.48	2.48	2.26	2.26	5.18	9.08	5.64	19.30
4024	2.48	2.48	2.26	2.26	2.16	10.86	3.08	19.30
4025	2.48	2.48	2.26	2.26	2.28	14.23	3.22	19.30
4026	2.48	2.48	2.26	2.26	13.36	37.45	9.21	23.37
4027	2.48	2.48	2.26	2.26	15.50	39.53	6.11	25.98
4028	2.48	2.48	2.26	2.26	7.93	38.85	9.42	26.91
4029	2.48	2.48	2.26	2.26	15.68	45.87	9.53	53.18
4030	2.48	2.48	2.26	2.26	15.32	40.90	10.30	35.93
4031	2.48	2.48	2.26	2.26	16.34	42.07	5.45	37.05
4032	2.48	2.48	2.26	2.26	12.92	32.04	9.03	35.04
4033	2.48	2.48	2.26	2.26	9.56	18.37	14.59	30.71
4034	2.48	2.48	2.26	2.26	2.08	17.03	4.88	25.06
4035	2.48	2.48	2.26	2.26	3.82	12.44	4.67	25.06
4036	2.48	2.48	2.26	2.26	25.37	28.93	7.73	25.06
4037	2.48	2.48	2.26	2.26	8.09	10.20	13.72	35.26
4038	2.48	2.48	2.26	2.26	4.42	12.94	9.16	35.26

	$\lambda_{1,\sigma}$	$\lambda_{1,\tau}$	$\lambda_{max,\sigma}$	$\lambda_{max,\tau}$	$\Delta\sigma_{sup}$	$\Delta\sigma_{inf}$	Δt	$\Delta\tau_{sald,s}$
4039	2.48	2.48	2.26	2.26	5.51	16.80	9.14	35.26
4040	2.48	2.48	2.26	2.26	23.51	46.23	11.31	33.97
4041	2.48	2.48	2.26	2.26	21.00	49.01	10.96	37.35
4042	2.48	2.48	2.26	2.26	11.07	48.80	13.15	37.76
4043	2.48	2.48	2.26	2.26	16.35	57.21	13.49	58.11
4044	2.48	2.48	2.26	2.26	13.65	50.96	13.78	44.13
4045	2.48	2.48	2.26	2.26	17.27	51.91	9.37	43.62
4046	2.48	2.48	2.26	2.26	13.83	38.26	13.41	44.62
4047	2.48	2.48	2.26	2.26	14.73	18.69	19.00	39.21
4048	2.48	2.48	2.26	2.26	4.39	17.08	10.48	40.25
4049	2.48	2.48	2.26	2.26	4.59	12.79	10.47	40.25
4050	2.48	2.48	2.26	2.26	21.41	21.52	15.68	40.25

ALLEGATO B TABULATI VERIFICHE DI PORTANZA PALI DI FONDAZIONE

SPALLA 1

prof. plinto da p.c.		2,5	m	fattore riduzione Rcal		ξ	1,70	SLU1: A1 + M1 + R1		γ lat	1,00	SLU2: A2 + M1 + R2		γ base	1,00	γ tot=	1,1	SLU3: A1 + M1 + R3		γ lat	1,15	NTC2018 invariate		γ base	1,35	R		per pali trivellati	γ lat	1,25	α = parametro empirico assunto come da Indicazione AGI:		A1		1,3	A2		1	nel calcolo del peso sommerso del palo è stato considerato il coefficiente amplificativo delle azioni A1		Fs, laterale SLE rara=		1,25
sovr. plinto		48	kPa	CA		CA - coesivi alluvionali	costante	Berez Ridotto		max	100	min		0,23	max	120	max	150	max	150	TIPO		DI																				
Z	γ	σv	u	σ'v	lito	c'	φ'	Cu	tipo di terreno	L/D	Nc	Nq	tan φ'	α	k	k	τ	τ min	τ max1	τ max2	τ max	τ	β	τ	τcomp	τtraz	TERRENO																
m, da testa palo	kN/m3	kPa	kPa	kPa	-	kPa	°	kPa	C/I						compr	traz	coes all da cu	coes all	coes all	coes all	coes all	coes all car	coes sub	oes sub ca	inc	inc	TERRENO																
0	19,25	48,125	0	48,125	SG	0	37	0	I	0,0	15,9	13	0,75	0,40	0,650	0,500	0,000	11,069	12,031	100,000	12,031	11,069	0,230	11,069	23,572	18,132	incoerente																
1	19,25	67,375	10	57,375	SG	0	37	0	I	1,0	15,9	13	0,75	0,40	0,650	0,500	0,000	13,196	14,344	100,000	14,344	13,196	0,230	13,196	28,103	21,618	incoerente																
2	19,25	86,625	20	66,625	SG	0	37	0	I	2,0	15,9	13	0,75	0,40	0,650	0,500	0,000	15,324	16,656	100,000	16,656	15,324	0,230	15,324	32,634	25,103	incoerente																
3	19,25	105,875	30	75,875	SG	0	37	0	I	3,0	15,9	13	0,75	0,40	0,650	0,500	0,000	17,451	18,969	100,000	18,969	17,451	0,230	17,451	37,164	28,588	incoerente																
4	19,25	125,125	40	85,125	SG	0	37	0	I	4,0	15,9	13	0,75	0,40	0,650	0,500	0,000	19,579	21,281	100,000	21,281	19,579	0,230	19,579	41,695	32,073	incoerente																
5	18,50	143,625	50	93,625	LCN	17,5	25	60	CA	5,0	8,6	5	0,47	0,60	0,650	0,500	36,000	21,534	23,406	100,000	23,406	23,406	0,356	33,363	28,378	21,829	coesivo alluvionale																
6	18,50	162,125	60	102,125	LCN	17,5	25	60	CA	6,0	8,6	5	0,47	0,60	0,650	0,500	36,000	23,489	25,531	100,000	25,531	25,531	0,335	34,213	30,954	23,811	coesivo alluvionale																
7	18,50	180,625	70	110,625	LCN	17,5	25	60	CA	7,0	8,6	5	0,47	0,60	0,650	0,500	36,000	25,444	27,656	100,000	27,656	27,656	0,317	35,063	33,530	25,793	coesivo alluvionale																
8	18,50	199,125	80	119,125	LCN	17,5	25	60	CA	8,0	8,6	5	0,47	0,60	0,650	0,500	36,000	27,399	29,781	100,000	29,781	29,781	0,301	35,913	36,107	27,774	coesivo alluvionale																
9	19,25	218,375	90	128,375	AL	22,5	25	160	CA	9,0	8,6	5	0,47	0,40	0,650	0,500	64,000	29,526	32,094	100,000	32,094	32,094	0,599	76,838	38,910	29,931	coesivo alluvionale																
10	19,25	237,625	100	137,625	AL	22,5	25	160	CA	10,0	8,6	5	0,47	0,40	0,650	0,500	64,000	31,654	34,406	100,000	34,406	34,406	0,565	77,763	41,714	32,088	coesivo alluvionale																
11	19,25	256,875	110	146,875	AL	22,5	25	160	CA	11,0	8,6	5	0,47	0,40	0,650	0,500	64,000	33,781	36,719	100,000	36,719	36,719	0,536	78,688	44,518	34,244	coesivo alluvionale																
12	19,25	276,125	120	156,125	AL	22,5	25	160	CA	12,0	8,6	5	0,47	0,40	0,650	0,500	64,000	35,909	39,031	100,000	39,031	39,031	0,510	79,613	47,321	36,401	coesivo alluvionale																
13	19,25	295,375	130	165,375	AL	22,5	25	160	CA	13,0	8,6	5	0,47	0,40	0,650	0,500	64,000	38,036	41,344	100,000	41,344	41,344	0,487	80,538	50,125	38,558	coesivo alluvionale																
14	19,25	314,625	140	174,625	AL	22,5	25	160	CA	14,0	8,6	5	0,47	0,40	0,650	0,500	64,000	40,164	43,656	100,000	43,656	43,656	0,466	81,463	52,929	40,714	coesivo alluvionale																
15	19,25	333,875	150	183,875	AL	22,5	25	160	CA	15,0	8,6	5	0,47	0,40	0,650	0,500	64,000	42,291	45,969	100,000	45,969	45,969	0,448	82,388	55,733	42,871	coesivo alluvionale																
16	19,25	353,125	160	193,125	AL	22,5	25	160	CA	16,0	8,6	5	0,47	0,40	0,650	0,500	64,000	44,419	48,281	100,000	48,281	48,281	0,431	83,313	58,536	45,028	coesivo alluvionale																
17	19,25	372,375	170	202,375	SL	0	32	0	I	17,0	12,8	9	0,62	0,40	0,650	0,500	0,000	46,546	50,594	100,000	50,594	46,546	0,230	46,546	82,198	63,229	incoerente																
18	19,25	391,625	180	211,625	SL	0	32	0	I	18,0	12,8	9	0,62	0,40	0,650	0,500	0,000	48,674	52,906	100,000	52,906	48,674	0,230	48,674	85,955	66,119	incoerente																
19	19,25	410,875	190	220,875	SL	0	32	0	I	19,0	12,8	9	0,62	0,40	0,650	0,500	0,000	50,801	55,219	100,000	55,219	50,801	0,230	50,801	89,712	69,009	incoerente																
20	19,25	430,125	200	230,125	SL	0	32	0	I	20,0	12,8	9	0,62	0,40	0,650	0,500	0,000	52,929	57,531	100,000	57,531	52,929	0,230	52,929	93,469	71,899	incoerente																
21	19,25	449,375	210	239,375	SL	0	32	0	I	21,0	12,8	9	0,62	0,40	0,650	0,500	0,000	55,056	59,844	100,000	59,844	55,056	0,230	55,056	97,226	74,789	incoerente																
22	20,00	469,375	220	249,375	CON-SGL	0	36	0	I	22,0	15,1	12	0,73	0,40	0,650	0,500	0,000	57,356	62,344	100,000	62,344	57,356	0,230	57,356	117,768	90,591	incoerente																
23	20,00	489,375	230	259,375	CON-SGL	0	36	0	I	23,0	15,1	12	0,73	0,40	0,650	0,500	0,000	59,656	64,844	100,000	64,844	59,656	0,230	59,656	122,491	94,223	incoerente																
24	20,00	509,375	240	269,375	CON-SGL	0	36	0	I	24,0	15,1	12	0,73	0,40	0,650	0,500	0,000	61,956	67,344	100,000	67,344	61,956	0,230	61,956	127,213	97,856	incoerente																
25	20,00	529,375	250	279,375	CON-SGL	0	36	0	I	25,0	15,1	12	0,73	0,40	0,650	0,500	0,000	64,256	69,844	100,000	69,844	64,256	0,230	64,256	131,936	101,489	incoerente																
26	20,00	549,375	260	289,375	CON-SGL	0	36	0	I	26,0	15,1	12	0,73	0,40	0,650	0,500	0,000	66,556	72,344	100,000	72,344	66,556	0,230	66,556	136,658	105,122	incoerente																
27	20,00	569,375	270	299,375	CON-SGL	0	36	0	I	27,0	15,1	12	0,73	0,40	0,650	0,500	0,000	68,856	74,844	100,000	74,844	68,856	0,230	68,856	141,381	108,754	incoerente																
28	20,00	589,375	280	309,375	CON-SGL	0	36	0	I	28,0	15,1	12	0,73	0,40	0,650	0,500	0,000	71,156	77,344	100,000	77,344	71,156	0,230	71,156	146,103	112,387	incoerente																
29	20,00	609,375	290	319,375	CON-SGL	0	36	0	I	29,0	15,1	12	0,73	0,40	0,650	0,500	0,000	73,456	79,844	100,000	79,844	73,456	0,230	73,456	150,000	116,020	incoerente																
30	20,00	629,375	300	329,375	CON-SGL	0	36	0	I	30,0	15,1	12	0,73	0,40	0,650	0,500	0,000	75,756	82,344	100,000	82,344	75,756	0,230	75,756	150,000	119,652	incoerente																
31	20,00	649,375	310	339,375	CON-SGL	0	36	0	I	31,0	15,1	12	0,73	0,40	0,650	0,500	0,000	78,056	84,844	100,000	84,844	78,056	0,230	78,056	150,000	123,285	incoerente																
32	20,00	669,375	320	349,375	CON-SGL	0	36	0	I	32,0	15,1	12	0,73	0,40	0,650	0,500	0,000	80,356	87,344	100,000	87,344	80,356	0,230	80,356	150,000	126,918	incoerente																
33	20,00	689,375	330	359,375	CON-SGL	0	36	0	I	33,0	15,1	12	0,73	0,40	0,650	0,500	0,000	82,656	89,844	100,000	89,844	82,656	0,230	82,656	150,000	130,551	incoerente																
34	20,00	709,375	340	369,375	CON-SGL	0	36	0	I	34,0	15,1	12	0,73	0,40	0,650	0,500	0,000	84,956	92,344	100,000	92,344	84,956	0,230	84,956	150,000	134,183	incoerente																
35	20,00	729,375	350	379,375	CON-SGL	0	36	0	I	35,0	15,1	12	0,73	0,40	0,650	0,500	0,000	87,256	94,844	100,000	94,844	87,256	0,230	87,256	150,000	137,816	incoerente																
36	20,00	749,375	360	389,375	CON-SGL	0	36	0	I	36,0	15,1	12	0,73	0,40	0,650	0,500	0,000	89,556	97,344	100,000	97,344	89,556	0,230	89,556	150,000	141,449	incoerente																
37	20,00	769,375	370	399,375	CON-SGL	0	36	0	I	37,0	15,1	12	0,73	0,40	0,650	0,500	0,000	91,856	99,844	100,000	99,844	91,856	0,230	91,856	150,000	145,081	incoerente																
38	20,00	789,375	380	409,375	CON-SGL	0	36	0	I	38,0	15,1	12	0,73	0,40	0,650	0,500	0,000	94,156	102,344	100,000	102,344	94,156	0,230	94,156	150,000	148,714	incoerente																
39	20,00	809,375	390	419,375	CON-SGL	0	36	0	I	39,0	15,1	12	0,73	0,40	0,650	0,500	0,000	96,456	104,844	100,000	104,844	96,456	0,230	96,456	150,000	152,347	incoerente																
40	20,00	829,375	400	429,375	CON-SGL	0	36	0	I	40,0	15,1	12	0,73	0,40	0,650	0,500	0,000	98,756	107,344																								

valori caratteristici													compr totale			compr laterale		traz laterale		compressione		compressione solo lat	
tcomp	ttraz	τ_tot compr	τ_tot traz	Rlat compr	Rlat traz	qb (kPa)	qb (kPa)	qb (kPa)	Rb	Rtot-comp	w'	w' (A1)	NTC2018 Rcomp-tot_slu3	NTC2018 Rcomp-lat_slu3	NTC2018 Rtraz-lat_slu3	Z	Rlat_sle	Rcomp-lat_sle/1.25					
kPa		kPa	kPa	kN	kN	inc	coes	kPa	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN	m, da p.c.	kN	kN					
23,6	18,1	23,6	18,1	74	57	625,6	48,1	626	491	565	0	0	252	38	27	0	74	59					
28,1	21,6	51,7	39,7	162	125	745,9	67,4	746	586	748	12	15	323	68	59	1	150	120					
32,6	25,1	84,3	64,9	265	204	866,1	86,6	866	680	945	24	31	401	105	96	2	241	193					
37,2	28,6	121,5	93,4	381	293	986,4	105,9	986	774	1156	35	46	487	149	138	3	346	277					
41,7	32,1	163,2	125,5	512	394	1106,6	125,1	1107	869	1381	47	61	579	201	185	4	465	372					
23,4	23,4	186,6	148,9	586	468	468,1	683,6	684	537	1122	59	77	457	223	220	5	527	422					
25,5	25,5	212,1	174,5	666	548	510,6	702,1	702	551	1217	71	92	489	249	258	6	595	476					
27,7	27,7	239,8	202,1	753	635	553,1	720,6	721	566	1319	82	107	524	278	299	7	670	536					
29,8	29,8	269,5	231,9	846	728	595,6	739,1	739	580	1427	94	122	563	310	343	8	752	602					
32,1	32,1	301,6	264,0	947	829	641,9	1658,4	1658	1302	2249	106	138	914	347	390	9	841	673					
34,4	34,4	336,0	298,4	1055	937	688,1	1677,6	1678	1317	2372	118	153	960	387	441	10	937	750					
36,7	36,7	372,8	335,1	1170	1052	734,4	1696,9	1697	1332	2503	130	168	1011	430	495	11	1041	833					
39,0	39,0	411,8	374,1	1293	1175	780,6	1716,1	1716	1347	2640	141	184	1065	478	553	12	1152	921					
41,3	41,3	453,1	415,5	1423	1305	826,9	1735,4	1735	1362	2785	153	199	1122	529	614	13	1270	1016					
43,7	43,7	496,8	459,1	1560	1442	873,1	1754,6	1755	1377	2937	165	214	1184	584	678	14	1395	1116					
46,0	46,0	542,8	505,1	1704	1586	919,4	1773,9	1774	1392	3097	177	230	1249	642	746	15	1528	1222					
48,3	48,3	591,0	553,4	1856	1738	965,6	1793,1	1793	1408	3263	188	245	1318	704	818	16	1667	1334					
82,2	63,2	673,2	616,6	2114	1936	1821,4	372,4	1821	1430	3544	200	260	1444	821	911	17	1914	1531					
86,0	66,1	759,2	682,7	2384	2144	1904,6	391,6	1905	1495	3879	212	276	1595	944	1009	18	2172	1738					
89,7	69,0	848,9	751,7	2666	2360	1987,9	410,9	1988	1560	4226	224	291	1753	1073	1111	19	2442	1953					
93,5	71,9	942,4	823,6	2959	2586	2071,1	430,1	2071	1626	4585	236	306	1916	1207	1217	20	2724	2179					
97,2	74,8	1039,6	898,4	3264	2821	2154,4	449,4	2154	1691	4956	247	321	2085	1348	1328	21	3017	2414					
117,8	90,6	1157,4	989,0	3634	3106	2992,5	469,4	2993	2349	5983	259	337	2546	1522	1461	22	3375	2700					
122,5	94,2	1279,9	1083,2	4019	3401	3112,5	489,4	4019	2443	6462	271	352	2768	1704	1601	23	3748	2998					
127,2	97,9	1407,1	1181,1	4418	3709	3232,5	509,4	3233	2538	6956	283	367	2998	1893	1745	24	4136	3308					
131,9	101,5	1539,0	1282,6	4832	4027	3352,5	529,4	3353	2632	7464	294	383	3236	2089	1895	25	4538	3630					
136,7	105,1	1675,7	1387,7	5262	4357	3472,5	549,4	3473	2726	7988	306	398	3481	2293	2051	26	4955	3964					
141,4	108,8	1817,0	1496,5	5706	4699	3592,5	569,4	3593	2820	8526	318	413	3734	2505	2211	27	5388	4310					
146,1	112,4	1963,2	1608,9	6164	5052	3712,5	589,4	3713	2914	9079	330	429	3994	2724	2377	28	5835	4668					
150,0	116,0	2113,2	1724,9	6635	5416	3832,5	609,4	3833	3009	9644	341	444	4261	2950	2549	29	6294	5035					
150,0	119,7	2263,2	1844,5	7106	5792	3952,5	629,4	3953	3103	10209	353	459	4528	3176	2726	30	6753	5402					
150,0	123,3	2413,2	1967,8	7577	6179	4072,5	649,4	4073	3197	10774	365	475	4794	3401	2908	31	7212	5770					
150,0	126,9	2563,2	2094,7	8048	6577	4192,5	669,4	4193	3291	11339	377	490	5061	3627	3095	32	7671	6137					
150,0	130,6	2713,2	2225,3	8519	6987	4300,0	689,4	4300	3376	11895	389	505	5323	3853	3288	33	8131	6505					
150,0	134,2	2863,2	2359,5	8990	7409	4300,0	709,4	4300	3376	12366	400	520	5549	4078	3486	34	8590	6872					
150,0	137,8	3013,2	2497,3	9461	7841	4300,0	729,4	4300	3376	12837	412	536	5775	4304	3690	35	9049	7239					
150,0	141,4	3163,2	2638,7	9932	8286	4300,0	749,4	4300	3376	13308	424	551	6000	4529	3899	36	9508	7607					
150,0	145,1	3313,2	2783,8	10403	8741	4300,0	769,4	4300	3376	13779	436	566	6226	4755	4113	37	9968	7974					
150,0	148,7	3463,2	2932,5	10874	9208	4300,0	789,4	4300	3376	14250	447	582	6451	4981	4333	38	10427	8341					
150,0	150,0	3613,2	3082,5	11345	9679	4300,0	809,4	4300	3376	14721	459	597	6677	5206	4555	39	10886	8709					
150,0	150,0	3763,2	3232,5	11816	10150	4300,0	829,4	4300	3376	15192	471	612	6903	5432	4777	40	11345	9076					
150,0	150,0	3913,2	3382,5	12287	10621	4300,0	849,4	4300	3376	15663	483	628	7128	5657	4998	41	11805	9444					
150,0	150,0	4063,2	3532,5	12758	11092	4300,0	869,4	4300	3376	16134	495	643	7354	5883	5220	42	12264	9811					
150,0	150,0	4213,2	3682,5	13229	11563	4300,0	889,4	4300	3376	16605	506	658	7579	6109	5441	43	12723	10178					
150,0	150,0	4363,2	3832,5	13700	12034	4300,0	909,4	4300	3376	17076	518	674	7805	6334	5663	44	13182	10546					
150,0	150,0	4513,2	3982,5	14171	12505	4300,0	929,4	4300	3376	17547	530	689	8031	6560	5885	45	13641	10913					

PILA 1

prof. plinto da p.c.		2,5	m	sovr. plinto		46	kPa	fattore riduzione Rcal		ξ	1,70	SLU1: A1 + M1 + R1		γ lat	1,00	SLU2: A2 + M1 + R2		γ base	1,00	SLU3: A1 + M1 + R3		γ base	1,35	R		γ lat traz	1,25	γ tot=		1,1	α = parametro empirico assunto come da Indicazione AGI:		A1		1,3	nel calcolo del peso sommerso del palo è stato considerato il coefficiente amplificativo delle azioni A1		F _{s,laterale} SLE rara=		1,25
Z	γ	σ _v	u	σ' _v	lito	parametri		Cu	CA	CA - coesivi alluvionali	costante	CS	CS - coesivi substrato	Berez. Ridotto	Nc	Nq	tan φ'	α	k	k	τ	τ min	τ max1	τ max2	τ max	τ	β	τ	τcomp	τtraz	max		100	min	max	max	max			
m, da testa palo	kN/m3	kPa	kPa	kPa	-	kPa	φ'	°	kPa	C/I	L/D	-	-	-	-	-	-	-	compr	traz	coes all da cu	coes all car	coes sub	oes sub ca	inc	inc	0,23	120	150	150										
0	18,50	46,25	0	46,25	LCN	17,5	25	60	CA	0,0	8,6	5,0	0,47	0,60	0,650	0,500	36,000	10,638	11,563	100,000	11,563	11,563	0,619	28,625	14,018	10,783														
1	18,50	64,75	10	54,75	LCN	17,5	25	60	CA	1,0	8,6	5,0	0,47	0,60	0,650	0,500	36,000	12,593	13,688	100,000	13,688	13,688	0,538	29,475	16,595	12,765														
2	18,50	83,25	20	63,25	LCN	17,5	25	60	CA	2,0	8,6	5,0	0,47	0,60	0,650	0,500	36,000	14,548	15,813	100,000	15,813	15,813	0,479	30,325	19,171	14,747														
3	18,50	101,75	30	71,75	LCN	17,5	25	60	CA	3,0	8,6	5,0	0,47	0,60	0,650	0,500	36,000	16,503	17,938	100,000	17,938	17,938	0,434	31,175	21,747	16,729														
4	20,00	121,75	40	81,75	CON-SGL	0	36	0	I	4,0	15,1	12,0	0,73	0,40	0,650	0,500	0,000	18,803	20,438	100,000	20,438	20,438	0,230	18,803	38,607	29,697														
5	20,00	141,75	50	91,75	CON-SGL	0	36	0	I	5,0	15,1	12,0	0,73	0,40	0,650	0,500	0,000	21,103	22,938	100,000	22,938	22,938	0,230	21,103	43,329	33,330														
6	20,00	161,75	60	101,75	CON-SGL	0	36	0	I	6,0	15,1	12,0	0,73	0,40	0,650	0,500	0,000	23,403	25,438	100,000	25,438	25,438	0,230	23,403	48,052	36,963														
7	20,00	181,75	70	111,75	CON-SGL	0	36	0	I	7,0	15,1	12,0	0,73	0,40	0,650	0,500	0,000	25,703	27,938	100,000	27,938	27,938	0,230	25,703	52,774	40,596														
8	20,00	201,75	80	121,75	CON-SGL	0	36	0	I	8,0	15,1	12,0	0,73	0,40	0,650	0,500	0,000	28,003	30,438	100,000	30,438	30,438	0,230	28,003	57,497	44,228														
9	20,00	221,75	90	131,75	CON-SGL	0	36	0	I	9,0	15,1	12,0	0,73	0,40	0,650	0,500	0,000	30,303	32,938	100,000	32,938	32,938	0,230	30,303	62,219	47,861														
10	20,00	241,75	100	141,75	CON-SGL	0	36	0	I	10,0	15,1	12,0	0,73	0,40	0,650	0,500	0,000	32,603	35,438	100,000	35,438	35,438	0,230	32,603	66,942	51,494														
11	20,00	261,75	110	151,75	CON-SGL	0	36	0	I	11,0	15,1	12,0	0,73	0,40	0,650	0,500	0,000	34,903	37,938	100,000	37,938	37,938	0,230	34,903	71,664	55,126														
12	20,00	281,75	120	161,75	CON-SGL	0	36	0	I	12,0	15,1	12,0	0,73	0,40	0,650	0,500	0,000	37,203	40,438	100,000	40,438	40,438	0,230	37,203	76,387	58,759														
13	19,25	301	130	171	SL	0	32	0	I	13,0	12,8	9,0	0,62	0,40	0,650	0,500	0,000	39,330	42,750	100,000	42,750	42,750	0,230	39,330	81,111	63,426														
14	19,25	320,25	140	180,25	SL	0	32	0	I	14,0	12,8	9,0	0,62	0,40	0,650	0,500	0,000	41,458	45,063	100,000	45,063	45,063	0,230	41,458	85,836	66,516														
15	19,25	339,5	150	189,5	SL	0	32	0	I	15,0	12,8	9,0	0,62	0,40	0,650	0,500	0,000	43,585	47,375	100,000	47,375	47,375	0,230	43,585	90,351	69,606														
16	19,25	358,75	160	198,75	SL	0	32	0	I	16,0	12,8	9,0	0,62	0,40	0,650	0,500	0,000	45,713	49,688	100,000	49,688	49,688	0,230	45,713	95,006	72,806														
17	19,25	378	170	208	SL	0	32	0	I	17,0	12,8	9,0	0,62	0,40	0,650	0,500	0,000	47,840	52,000	100,000	52,000	52,000	0,230	47,840	99,811	76,096														
18	20,00	398	180	218	CON-SGL	0	36	0	I	18,0	15,1	12,0	0,73	0,40	0,650	0,500	0,000	50,140	54,500	100,000	54,500	54,500	0,230	50,140	104,711	79,193														
19	20,00	418	190	228	CON-SGL	0	36	0	I	19,0	15,1	12,0	0,73	0,40	0,650	0,500	0,000	52,440	57,000	100,000	57,000	57,000	0,230	52,440	109,711	82,286														
20	20,00	438	200	238	CON-SGL	0	36	0	I	20,0	15,1	12,0	0,73	0,40	0,650	0,500	0,000	54,740	59,500	100,000	59,500	59,500	0,230	54,740	114,811	85,459														
21	20,00	458	210	248	CON-SGL	0	36	0	I	21,0	15,1	12,0	0,73	0,40	0,650	0,500	0,000	57,040	62,000	100,000	62,000	62,000	0,230	57,040	119,911	88,691														
22	20,00	478	220	258	CON-SGL	0	36	0	I	22,0	15,1	12,0	0,73	0,40	0,650	0,500	0,000	59,340	64,500	100,000	64,500	64,500	0,230	59,340	125,111	91,974														
23	20,00	498	230	268	CON-SGL	0	36	0	I	23,0	15,1	12,0	0,73	0,40	0,650	0,500	0,000	61,640	67,000	100,000	67,000	67,000	0,230	61,640	130,411	95,257														
24	20,00	518	240	278	CON-SGL	0	36	0	I	24,0	15,1	12,0	0,73	0,40	0,650	0,500	0,000	63,940	69,500	100,000	69,500	69,500	0,230	63,940	135,711	98,599														
25	20,00	538	250	288	CON-SGL	0	36	0	I	25,0	15,1	12,0	0,73	0,40	0,650	0,500	0,000	66,240	72,000	100,000	72,000	72,000	0,230	66,240	141,111	101,996														
26	20,00	558	260	298	CON-SGL	0	36	0	I	26,0	15,1	12,0	0,73	0,40	0,650	0,500	0,000	68,540	74,500	100,000	74,500	74,500	0,230	68,540	146,511	105,454														
27	20,00	578	270	308	CON-SGL	0	36	0	I	27,0	15,1	12,0	0,73	0,40	0,650	0,500	0,000	70,840	77,000	100,000	77,000	77,000	0,230	70,840	151,911	108,961														
28	20,00	598	280	318	CON-SGL	0	36	0	I	28,0	15,1	12,0	0,73	0,40	0,650	0,500	0,000	73,140	79,500	100,000	79,500	79,500	0,230	73,140	157,411	112,524														
29	20,00	618	290	328	CON-SGL	0	36	0	I	29,0	15,1	12,0	0,73	0,40	0,650	0,500	0,000	75,440	82,000	100,000	82,000	82,000	0,230	75,440	162,911	116,147														
30	20,00	638	300	338	CON-SGL	0	36	0	I	30,0	15,1	12,0	0,73	0,40	0,650	0,500	0,000	77,740	84,500	100,000	84,500	84,500	0,230	77,740	168,411	119,824														
31	20,00	658	310	348	CON-SGL	0	36	0	I	31,0	15,1	12,0	0,73	0,40	0,650	0,500	0,000	80,040	87,000	100,000	87,000	87,000	0,230	80,040	173,911	123,557														
32	20,00	678	320	358	CON-SGL	0	36	0	I	32,0	15,1	12,0	0,73	0,40	0,650	0,500	0,000	82,340	89,500	100,000	89,500	89,500	0,230	82,340	179,411	127,344														
33	20,00	698	330	368	CON-SGL	0	36	0	I	33,0	15,1	12,0	0,73	0,40	0,650	0,500	0,000	84,640	92,000	100,000	92,000	92,000	0,230	84,640	184,911	131,187														
34	20,00	718	340	378	CON-SGL	0	36	0	I	34,0	15,1	12,0	0,73	0,40	0,650	0,500	0,000	86,940	94,500	100,000	94,500	94,500	0,230	86,940	190,411	135,094														
35	20,00	738	350	388	CON-SGL	0	36	0	I	35,0	15,1	12,0	0,73	0,40	0,650	0,500	0,000	89,240	97,000	100,000	97,000	97,000	0,230	89,240	195,911	139,057														
36	20,00	758	360	398	CON-SGL	0	36	0	I	36,0	15,1	12,0	0,73	0,40	0,650	0,500	0,000	91,540	99,500	100,000	99,500	99,500	0,230	91,540	201,411	143,074														
37	20,00	778	370	408	CON-SGL	0	36	0	I	37,0	15,1	12,0	0,73	0,40	0,650	0,500	0,000	93,840	102,000	100,000	102,000	102,000	0,230	93,840	206,911	147,147														
38	20,00	798	380	418	CON-SGL	0	36	0	I	38,0	15,1	12,0	0,73	0,40	0,650	0,500	0,000	96,140	104,500	100,000	104,500	104,500	0,230	96,140	212,411	151,274														
39	20,00	818	390	428	CON-SGL	0	36	0	I	39,0	15,1	12,0	0,73	0,40	0,650	0,500	0,000	98,440	107,000	100,000	107,000	107,000	0,230	98,440	217,911	155,457														
40	20,00	838	400	438	CON-SGL	0	36	0	I	40,0	15,1	12,0	0,73	0,40	0,650	0,500	0,000	100,740	109,500	100,000	109,500	109,500	0,230	100,740	223,411	159,694														
41	20,00	858	410	448	CON-SGL	0	36	0	I	41,0	15,1	12,0	0,73	0,40	0,650	0,500	0,000	103,040	112,000	100,000	112,000	112,000	0,230	103,040	228,911	163,987														
42	20,00	878	420	458	CON-SGL	0	36	0	I	42,0	15,1	12,0	0,73	0,40	0,650	0,500	0,000	105,340	114,500	100,000	114,500	114,500	0,230	105,340	234,411	168,344														
43	20,00	898	430	468	CON-SGL	0	36	0	I	43,0	15,1	12,0	0,73	0,40	0,650	0,500	0,000	107,640	117,000	100,000	117,000	117,000	0,230</																	

TIPO	valori caratteristici													compr			Z	compressione			
	DI	tcomp	ttroz	τ_tot compr	τ_tot traz	Rlat compr	Rlat traz	qb (kpa)	qb (kpa)	qb (kpa)	Rb	Rtot-comp	w'	w' (A1)	compr	compr		traz	m, da p.c.	Rlat sle	Rcomp-lat sle/1.25
															totale	laterale		laterale			
TERRENO	kPa	kPa	kPa	kPa	kN	kN	inc	coes	kPa	kN	kN	kN	kN	kN	Rcomp-tot_slu3	Rcomp-lat_slu3	Rtraz-lat_slu3	kN	kN		
coesivo alluvionale	11,6	11,6	11,6	11,6	36	36	231,3	586,3	586	460	497	0	0	219	19	17	0	36	29		
coesivo alluvionale	13,7	13,7	25,3	25,3	79	79	273,8	604,8	605	475	554	12	15	232	25	37	1	68	54		
coesivo alluvionale	15,8	15,8	41,1	41,1	129	129	316,3	623,3	623	489	618	24	31	249	35	61	2	105	84		
coesivo alluvionale	17,9	17,9	59,0	59,0	185	185	358,8	641,8	642	504	689	35	46	268	49	87	3	150	120		
incoerente	38,6	29,7	97,6	88,7	306	279	981,0	121,8	981	770	1077	47	61	431	96	131	4	259	208		
incoerente	43,3	33,3	140,9	122,0	443	383	1101,0	141,8	1101	864	1307	59	77	526	150	180	5	384	307		
incoerente	48,1	37,0	189,0	159,0	593	499	1221,0	161,8	1221	958	1552	71	92	629	212	235	6	523	418		
incoerente	52,8	40,6	241,8	199,6	759	627	1341,0	181,8	1341	1053	1812	82	107	740	281	295	7	677	541		
incoerente	57,5	44,2	299,3	243,8	940	766	1461,0	201,8	1461	1147	2087	94	122	858	358	360	8	845	676		
incoerente	62,2	47,9	361,5	291,7	1135	916	1581,0	221,8	1581	1241	2376	106	138	984	443	431	9	1029	823		
incoerente	66,9	51,5	428,4	343,2	1345	1078	1701,0	241,8	1701	1335	2681	118	153	1117	535	507	10	1227	982		
incoerente	71,7	55,1	500,1	398,3	1570	1251	1821,0	261,8	1821	1429	3000	130	168	1258	635	589	11	1441	1153		
incoerente	76,4	58,8	576,5	457,1	1810	1435	1941,0	281,8	1941	1524	3334	141	184	1406	742	675	12	1669	1335		
incoerente	69,5	53,4	645,9	510,5	2028	1603	1539,0	301,0	1539	1208	3236	153	199	1365	838	754	13	1875	1500		
incoerente	73,2	56,3	719,1	566,8	2258	1780	1622,3	320,3	1622	1273	3532	165	214	1496	941	838	14	2093	1675		
incoerente	77,0	59,2	796,1	626,0	2500	1966	1705,5	339,5	1706	1339	3839	177	230	1632	1049	925	15	2323	1859		
incoerente	80,7	62,1	876,8	688,1	2753	2161	1788,8	358,8	1789	1404	4157	188	245	1775	1163	1017	16	2565	2052		
incoerente	84,5	65,0	961,3	753,1	3019	2365	1872,0	378,0	1872	1470	4488	200	260	1924	1284	1113	17	2818	2255		
incoerente	103,0	79,2	1064,3	832,3	3342	2613	2616,0	398,0	2616	2054	5395	212	276	2329	1434	1230	18	3130	2504		
incoerente	107,7	82,8	1171,9	915,1	3680	2873	2736,0	418,0	2736	2148	5828	224	291	2527	1591	1352	19	3456	2765		
incoerente	112,4	86,5	1284,3	1001,6	4033	3145	2856,0	438,0	2856	2242	6275	236	306	2734	1757	1480	20	3797	3038		
incoerente	117,1	90,1	1401,5	1091,7	4401	3428	2976,0	458,0	2976	2336	6737	247	321	2947	1929	1613	21	4153	3323		
incoerente	121,8	93,7	1523,3	1185,4	4783	3722	3096,0	478,0	3096	2430	7213	259	337	3169	2110	1752	22	4524	3619		
incoerente	126,6	97,4	1649,9	1282,7	5181	4028	3216,0	498,0	3216	2525	7705	271	352	3398	2298	1895	23	4910	3928		
incoerente	131,3	101,0	1781,1	1383,7	5593	4345	3336,0	518,0	3336	2619	8212	283	367	3634	2493	2045	24	5310	4248		
incoerente	136,0	104,6	1917,2	1488,3	6020	4673	3456,0	538,0	3456	2713	8733	294	383	3879	2697	2199	25	5725	4580		
incoerente	140,7	108,3	2057,9	1596,6	6462	5013	3576,0	558,0	3576	2807	9269	306	398	4130	2907	2359	26	6156	4924		
incoerente	145,5	111,9	2203,3	1708,5	6918	5365	3696,0	578,0	3696	2901	9820	318	413	4390	3126	2525	27	6601	5280		
incoerente	150,0	115,5	2353,3	1824,0	7389	5727	3816,0	598,0	3816	2996	10385	330	429	4656	3351	2695	28	7060	5648		
incoerente	150,0	119,2	2503,3	1943,2	7860	6102	3936,0	618,0	3936	3090	10950	341	444	4923	3577	2871	29	7519	6015		
incoerente	150,0	122,8	2653,3	2065,9	8331	6487	4056,0	638,0	4056	3184	11515	353	459	5190	3802	3053	30	7978	6383		
incoerente	150,0	126,4	2803,3	2192,4	8802	6884	4176,0	658,0	4176	3278	12081	365	475	5456	4028	3240	31	8437	6750		
incoerente	150,0	130,1	2953,3	2322,4	9273	7292	4296,0	678,0	4296	3372	12646	377	490	5723	4254	3432	32	8897	7117		
incoerente	150,0	133,7	3103,3	2456,1	9744	7712	4300,0	698,0	4300	3376	13120	389	505	5950	4479	3629	33	9356	7485		
incoerente	150,0	137,3	3253,3	2593,4	10215	8143	4300,0	718,0	4300	3376	13591	400	520	6176	4705	3832	34	9815	7852		
incoerente	150,0	140,9	3403,3	2734,4	10686	8586	4300,0	738,0	4300	3376	14062	412	536	6401	4930	4040	35	10274	8219		
incoerente	150,0	144,6	3553,3	2878,9	11157	9040	4300,0	758,0	4300	3376	14533	424	551	6627	5156	4254	36	10734	8587		
incoerente	150,0	148,2	3703,3	3027,2	11628	9505	4300,0	778,0	4300	3376	15004	436	566	6852	5382	4473	37	11193	8954		
incoerente	150,0	150,0	3853,3	3177,2	12099	9976	4300,0	798,0	4300	3376	15475	447	582	7078	5607	4695	38	11652	9322		
incoerente	150,0	150,0	4003,3	3327,2	12570	10447	4300,0	818,0	4300	3376	15946	459	597	7304	5833	4916	39	12111	9689		
incoerente	150,0	150,0	4153,3	3477,2	13041	10918	4300,0	838,0	4300	3376	16417	471	612	7529	6059	5138	40	12570	10056		
incoerente	150,0	150,0	4303,3	3627,2	13512	11389	4300,0	858,0	4300	3376	16888	483	628	7755	6284	5360	41	13030	10424		
incoerente	150,0	150,0	4453,3	3777,2	13983	11860	4300,0	878,0	4300	3376	17359	495	643	7981	6510	5581	42	13489	10791		
incoerente	150,0	150,0	4603,3	3927,2	14454	12331	4300,0	898,0	4300	3376	17830	506	658	8206	6735	5803	43	13948	11159		
incoerente	150,0	150,0	4753,3	4077,2	14925	12802	4300,0	918,0	4300	3376	18301	518	674	8432	6961	6025	44	14407	11526		
incoerente	150,0	150,0	4903,3	4227,2	15396	13273	4300,0	938,0	4300	3376	18772	530	689	8657	7187	6246	45	14867	11893		

PILA 2

parametri										I - incoerente		CA - coesivi alluvionali		CS - coesivi substrato		Berez. Ridotto		costante		max		min		max		max		TIPO	
Z	γ	ov	u	σ'v	lito	c'	φ'	Cu	tipo di terreno	Nc	Nq	tan φ'	α	k	k	τ	τ min	τ max1	τ max2	τ max	τ	β	τ	τcomp	τtraz	DI	TERRENO		
m, da testa palo	kN/m3	kPa	kPa	kPa	-	kPa	°	kPa	C/I	-	-	-	-	compr	traz	coes all da cu	coes all car	coes sub	oes sub ca	inc	inc								
0	18,50	46,25	0	46,25	LCN	17,5	25	60	CA	0,0	8,6	5,0	0,47	0,60	0,650	0,500	36,000	10,638	11,563	100,000	11,563	0,619	28,625	14,018	10,783	coesivo alluvionale			
1	18,50	64,75	10	54,75	LCN	17,5	25	60	CA	1,0	8,6	5,0	0,47	0,60	0,650	0,500	36,000	12,593	13,688	100,000	13,688	0,538	29,475	16,595	12,765	coesivo alluvionale			
2	18,50	83,25	20	63,25	LCN	17,5	25	60	CA	2,0	8,6	5,0	0,47	0,60	0,650	0,500	36,000	14,548	15,813	100,000	15,813	0,479	30,325	19,171	14,747	coesivo alluvionale			
3	18,50	101,75	30	71,75	LCN	17,5	25	60	CA	3,0	8,6	5,0	0,47	0,60	0,650	0,500	36,000	16,503	17,938	100,000	17,938	0,434	31,175	21,747	16,729	coesivo alluvionale			
4	18,50	120,25	40	80,25	LCN	17,5	25	60	CA	4,0	8,6	5,0	0,47	0,60	0,650	0,500	36,000	18,458	20,063	100,000	20,063	0,399	32,025	24,324	18,711	coesivo alluvionale			
5	18,50	138,75	50	88,75	LCN	17,5	25	60	CA	5,0	8,6	5,0	0,47	0,60	0,650	0,500	36,000	20,413	22,188	100,000	22,188	0,370	32,875	26,900	20,692	coesivo alluvionale			
6	18,50	157,25	60	97,25	LCN	17,5	25	60	CA	6,0	8,6	5,0	0,47	0,60	0,650	0,500	36,000	22,368	24,313	100,000	24,313	0,347	33,725	29,476	22,674	coesivo alluvionale			
7	18,50	175,75	70	105,75	LCN	17,5	25	60	CA	7,0	8,6	5,0	0,47	0,60	0,650	0,500	36,000	24,323	26,438	100,000	26,438	0,327	34,575	32,053	24,656	coesivo alluvionale			
8	18,50	194,25	80	114,25	LCN	17,5	25	60	CA	8,0	8,6	5,0	0,47	0,60	0,650	0,500	36,000	26,278	28,563	100,000	28,563	0,310	35,425	34,629	26,638	coesivo alluvionale			
9	18,50	212,75	90	122,75	LCN	17,5	25	60	CA	9,0	8,6	5,0	0,47	0,60	0,650	0,500	36,000	28,233	30,688	100,000	30,688	0,296	36,275	37,206	28,620	coesivo alluvionale			
10	18,50	231,25	100	131,25	LCN	17,5	25	60	CA	10,0	8,6	5,0	0,47	0,60	0,650	0,500	36,000	30,188	32,813	100,000	32,813	0,283	37,125	39,782	30,601	coesivo alluvionale			
11	18,50	249,75	110	139,75	LCN	17,5	25	60	CA	11,0	8,6	5,0	0,47	0,60	0,650	0,500	36,000	32,143	34,938	100,000	34,938	0,272	37,975	42,358	32,583	coesivo alluvionale			
12	18,50	268,25	120	148,25	LCN	17,5	25	60	CA	12,0	8,6	5,0	0,47	0,60	0,650	0,500	36,000	34,098	37,063	100,000	37,063	0,262	38,825	44,935	34,565	coesivo alluvionale			
13	18,50	286,75	130	156,75	LCN	17,5	25	60	CA	13,0	8,6	5,0	0,47	0,60	0,650	0,500	36,000	36,053	39,188	100,000	39,188	0,253	39,675	47,511	36,547	coesivo alluvionale			
14	18,50	305,25	140	165,25	LCN	17,5	25	60	CA	14,0	8,6	5,0	0,47	0,60	0,650	0,500	36,000	38,008	41,313	100,000	41,313	0,245	40,525	50,087	38,529	coesivo alluvionale			
15	18,50	323,75	150	173,75	LCN	17,5	25	60	CA	15,0	8,6	5,0	0,47	0,60	0,650	0,500	36,000	39,963	43,438	100,000	43,438	0,238	41,375	52,664	40,510	coesivo alluvionale			
16	18,50	342,25	160	182,25	LCN	17,5	25	60	CA	16,0	8,6	5,0	0,47	0,60	0,650	0,500	36,000	41,918	45,563	100,000	45,563	0,232	42,225	55,240	42,492	coesivo alluvionale			
17	18,50	360,75	170	190,75	LCN	17,5	25	60	CA	17,0	8,6	5,0	0,47	0,60	0,650	0,500	36,000	43,873	47,688	100,000	47,688	0,230	43,075	57,816	44,474	coesivo alluvionale			
18	19,25	380	180	200	AL	22,5	25	160	CA	18,0	8,6	5,0	0,47	0,40	0,650	0,500	64,000	46,000	50,000	100,000	50,000	0,420	84,000	60,620	46,631	coesivo alluvionale			
19	19,25	399,25	190	209,25	AL	22,5	25	160	CA	19,0	8,6	5,0	0,47	0,40	0,650	0,500	64,000	48,128	52,313	100,000	52,313	0,406	84,925	63,424	48,787	coesivo alluvionale			
20	19,25	418,5	200	218,5	AL	22,5	25	160	CA	20,0	8,6	5,0	0,47	0,40	0,650	0,500	64,000	50,255	54,625	100,000	54,625	0,393	85,850	66,227	50,944	coesivo alluvionale			
21	19,25	437,75	210	227,75	AL	22,5	25	160	CA	21,0	8,6	5,0	0,47	0,40	0,650	0,500	64,000	52,383	56,938	100,000	56,938	0,381	86,775	69,031	53,101	coesivo alluvionale			
22	19,25	457	220	237	AL	22,5	25	160	CA	22,0	8,6	5,0	0,47	0,40	0,650	0,500	64,000	54,510	59,250	100,000	59,250	0,370	87,700	71,835	55,257	coesivo alluvionale			
23	19,25	476,25	230	246,25	AL	22,5	25	160	CA	23,0	8,6	5,0	0,47	0,40	0,650	0,500	64,000	56,638	61,563	100,000	61,563	0,360	88,625	74,638	57,414	coesivo alluvionale			
24	19,25	495,5	240	255,5	AL	22,5	25	160	CA	24,0	8,6	5,0	0,47	0,40	0,650	0,500	64,000	58,765	63,875	100,000	63,875	0,350	89,550	77,442	59,571	coesivo alluvionale			
25	19,25	514,75	250	264,75	AL	22,5	25	160	CA	25,0	8,6	5,0	0,47	0,40	0,650	0,500	64,000	60,893	66,188	100,000	66,188	0,342	90,475	80,246	61,727	coesivo alluvionale			
26	20,00	534,75	260	274,75	CON-SGL	0	36	0	I	26,0	15,1	12,0	0,73	0,40	0,650	0,500	0,000	63,193	68,688	100,000	68,688	0,230	63,193	129,751	99,809	incoerente			
27	20,00	554,75	270	284,75	CON-SGL	0	36	0	I	27,0	15,1	12,0	0,73	0,40	0,650	0,500	0,000	65,493	71,188	100,000	71,188	0,230	65,493	134,474	103,441	incoerente			
28	20,00	574,75	280	294,75	CON-SGL	0	36	0	I	28,0	15,1	12,0	0,73	0,40	0,650	0,500	0,000	67,793	73,688	100,000	73,688	0,230	67,793	139,196	107,074	incoerente			
29	20,00	594,75	290	304,75	CON-SGL	0	36	0	I	29,0	15,1	12,0	0,73	0,40	0,650	0,500	0,000	70,093	76,188	100,000	76,188	0,230	70,093	143,919	110,707	incoerente			
30	20,00	614,75	300	314,75	CON-SGL	0	36	0	I	30,0	15,1	12,0	0,73	0,40	0,650	0,500	0,000	72,393	78,688	100,000	78,688	0,230	72,393	148,642	114,340	incoerente			
31	20,00	634,75	310	324,75	CON-SGL	0	36	0	I	31,0	15,1	12,0	0,73	0,40	0,650	0,500	0,000	74,693	81,188	100,000	81,188	0,230	74,693	153,365	117,972	incoerente			
32	20,00	654,75	320	334,75	CON-SGL	0	36	0	I	32,0	15,1	12,0	0,73	0,40	0,650	0,500	0,000	76,993	83,688	100,000	83,688	0,230	76,993	158,088	121,605	incoerente			
33	20,00	674,75	330	344,75	CON-SGL	0	36	0	I	33,0	15,1	12,0	0,73	0,40	0,650	0,500	0,000	79,293	86,188	100,000	86,188	0,230	79,293	162,811	125,238	incoerente			
34	20,00	694,75	340	354,75	CON-SGL	0	36	0	I	34,0	15,1	12,0	0,73	0,40	0,650	0,500	0,000	81,593	88,688	100,000	88,688	0,230	81,593	167,534	128,870	incoerente			
35	20,00	714,75	350	364,75	CON-SGL	0	36	0	I	35,0	15,1	12,0	0,73	0,40	0,650	0,500	0,000	83,893	91,188	100,000	91,188	0,230	83,893	172,257	132,503	incoerente			
36	20,00	734,75	360	374,75	CON-SGL	0	36	0	I	36,0	15,1	12,0	0,73	0,40	0,650	0,500	0,000	86,193	93,688	100,000	93,688	0,230	86,193	176,980	136,136	incoerente			
37	20,00	754,75	370	384,75	CON-SGL	0	36	0	I	37,0	15,1	12,0	0,73	0,40	0,650	0,500	0,000	88,493	96,188	100,000	96,188	0,230	88,493	181,703	139,769	incoerente			
38	20,00	774,75	380	394,75	CON-SGL	0	36	0	I	38,0	15,1	12,0	0,73	0,40	0,650	0,500	0,000	90,793	98,688	100,000	98,688	0,230	90,793	186,426	143,401	incoerente			
39	20,00	794,75	390	404,75	CON-SGL	0	36	0	I	39,0	15,1	12,0	0,73	0,40	0,650	0,500	0,000	93,093	101,188	100,000	100,000	0,230	93,093	191,149	147,034	incoerente			
40																													

valori caratteristici													compr totale			compr laterale		traz laterale		compressione		compressione solo lat	
tcomp	ttraz	r_tot compr	r_tot traz	Rlat compr	Rlat traz	qb (kpa)	qb (kpa)	qb (kpa)	Rb	Rtot-comp	w'	w' (A1)	NTC2018 Rcomp-tot_slu3	NTC2018 Rcomp-lat_slu3	NTC2018 Rtraz-lat_slu3	Z	Rlat_sle	Rcomp-lat_sle/1.25					
kPa		kPa	kPa	kN	kN	inc	coes	kPa	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN	m, da p.c.	kN	kN					
11,6	11,6	11,6	11,6	36	36	231,3	586,3	586	460	497	0	0	219	19	17	0	36	29					
13,7	13,7	25,3	25,3	79	79	273,8	604,8	605	475	554	12	15	232	25	37	1	68	54					
15,8	15,8	41,1	41,1	129	129	316,3	623,3	623	489	618	24	31	249	35	61	2	105	84					
17,9	17,9	59,0	59,0	185	185	358,8	641,8	642	504	689	35	46	268	49	87	3	150	120					
20,1	20,1	79,1	79,1	248	248	401,3	660,3	660	518	767	47	61	292	66	117	4	201	161					
22,2	22,2	101,3	101,3	318	318	443,8	678,8	679	533	851	59	77	318	86	150	5	259	207					
24,3	24,3	125,6	125,6	394	394	486,3	697,3	697	547	942	71	92	348	110	186	6	324	259					
26,4	26,4	152,0	152,0	477	477	528,8	715,8	716	562	1039	82	107	382	137	225	7	395	316					
28,6	28,6	180,6	180,6	567	567	571,3	734,3	734	576	1143	94	122	419	168	267	8	473	378					
30,7	30,7	211,3	211,3	663	663	613,8	752,8	753	591	1254	106	138	459	202	312	9	557	446					
32,8	32,8	244,1	244,1	766	766	656,3	771,3	771	605	1372	118	153	503	239	361	10	649	519					
34,9	34,9	279,0	279,0	876	876	698,8	789,8	790	620	1496	130	168	550	280	412	11	747	597					
36,0	36,0	315,0	315,0	989	989	741,3	808,3	808	634	1624	141	184	599	322	465	12	848	678					
36,1	36,1	351,1	351,1	1102	1102	783,8	826,8	827	649	1751	153	199	648	365	519	13	949	759					
38,0	38,0	389,1	389,1	1222	1222	826,3	845,3	845	664	1885	165	214	700	411	575	14	1057	845					
40,0	40,0	429,0	429,0	1347	1347	868,8	863,8	864	678	2025	177	230	755	459	634	15	1171	936					
41,9	41,9	470,9	470,9	1479	1479	911,3	882,3	882	693	2171	188	245	813	511	696	16	1290	1032					
43,9	43,9	514,8	514,8	1617	1617	953,8	900,8	901	707	2324	200	260	875	567	761	17	1416	1133					
50,0	50,0	564,8	564,8	1774	1774	1000,0	1820,0	1820	1429	3202	212	276	1254	632	835	18	1562	1249					
52,3	52,3	617,1	617,1	1938	1938	1046,3	1839,3	1839	1444	3382	224	291	1329	700	912	19	1714	1371					
54,6	54,6	671,8	671,8	2109	2109	1092,5	1858,5	1859	1459	3568	236	306	1408	773	993	20	1874	1499					
56,9	56,9	728,7	728,7	2288	2288	1138,8	1877,8	1878	1474	3762	247	321	1491	849	1077	21	2041	1633					
59,3	59,3	787,9	787,9	2474	2474	1185,0	1897,0	1897	1489	3963	259	337	1578	929	1164	22	2215	1772					
61,6	61,6	849,5	849,5	2667	2667	1231,3	1916,3	1916	1504	4172	271	352	1668	1012	1255	23	2397	1917					
63,9	63,9	913,4	913,4	2868	2868	1277,5	1935,5	1936	1519	4387	283	367	1762	1100	1350	24	2585	2068					
64,0	64,0	977,4	977,4	3069	3069	1323,8	1954,8	1955	1534	4603	294	383	1856	1187	1444	25	2775	2220					
129,8	99,8	1107,1	1077,2	3476	3382	3297,0	534,8	3297	2588	6065	306	398	2508	1380	1592	26	3170	2536					
134,5	103,4	1241,6	1180,6	3899	3707	3417,0	554,8	3417	2682	6581	318	413	2750	1581	1745	27	3581	2865					
139,2	107,1	1380,8	1287,7	4336	4043	3537,0	574,8	3537	2777	7112	330	429	2999	1789	1903	28	4006	3205					
143,9	110,7	1524,7	1398,4	4788	4391	3657,0	594,8	3657	2871	7658	341	444	3256	2005	2066	29	4446	3557					
148,6	114,3	1673,4	1512,7	5254	4750	3777,0	614,8	3777	2965	8219	353	459	3520	2228	2235	30	4901	3921					
150,0	118,0	1823,4	1630,7	5725	5120	3897,0	634,8	3897	3059	8784	365	475	3787	2454	2410	31	5360	4288					
150,0	121,6	1973,4	1752,3	6196	5502	4017,0	654,8	4017	3153	9350	377	490	4054	2680	2589	32	5820	4656					
150,0	125,2	2123,4	1877,6	6667	5896	4137,0	674,8	4137	3248	9915	389	505	4320	2905	2774	33	6279	5023					
150,0	128,9	2273,4	2006,4	7138	6300	4257,0	694,8	4257	3342	10480	400	520	4587	3131	2965	34	6738	5390					
150,0	132,5	2423,4	2138,9	7609	6716	4300,0	714,8	4300	3376	10985	412	536	4827	3356	3161	35	7197	5758					
150,0	136,1	2573,4	2275,1	8080	7144	4300,0	734,8	4300	3376	11456	424	551	5053	3582	3362	36	7656	6125					
150,0	139,8	2723,4	2414,8	8551	7583	4300,0	754,8	4300	3376	11927	436	566	5279	3808	3568	37	8116	6493					
150,0	143,4	2873,4	2558,2	9022	8033	4300,0	774,8	4300	3376	12398	447	582	5504	4033	3780	38	8575	6860					
150,0	147,0	3023,4	2705,3	9493	8495	4300,0	794,8	4300	3376	12869	459	597	5730	4259	3997	39	9034	7227					
150,0	150,0	3173,4	2855,3	9964	8966	4300,0	814,8	4300	3376	13340	471	612	5955	4485	4219	40	9493	7595					
150,0	150,0	3323,4	3005,3	10435	9437	4300,0	834,8	4300	3376	13811	483	628	6181	4710	4441	41	9953	7962					
150,0	150,0	3473,4	3155,3	10906	9908	4300,0	854,8	4300	3376	14282	495	643	6407	4936	4662	42	10412	8329					
150,0	150,0	3623,4	3305,3	11377	10379	4300,0	874,8	4300	3376	14753	506	658	6632	5161	4884	43	10871	8697					
150,0	150,0	3773,4	3455,3	11848	10850	4300,0	894,8	4300	3376	15224	518	674	6858	5387	5106	44	11330	9064					
150,0	150,0	3923,4	3605,3	12319	11321	4300,0	914,8	4300	3376	15695	530	689	7083	5613	5327	45	11789	9432					

SPALLA 2

parametri		CA - coesivi alluvionali		CS - coesivi substrato		costante Berez. Ridotto		max		min		max		max		max		TIPO									
Z	γ	σ _v	u	σ' _v	lito	c'	φ'	Cu	tipo di terreno	Nc	Nq	tan φ'	α	k compr	k traz	τ coes all da cu	τ coes all	τ max1	τ max2	τ max	τ	β	τ	τ comp	τ traz	DI	TERRENO
m, da testa palo	kN/m3	kPa	kPa	kPa	-	kPa	°	kPa	C/I	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0	19,25	48,125	0	48,125	SG	0	37	0	I	15,9	13	0,75	0,40	0,650	0,500	0,000	11,069	12,031	100,000	12,031	11,069	0,230	11,069	23,572	18,132	incoerente	
1	19,25	67,375	10	57,375	SG	0	37	0	I	15,9	13	0,75	0,40	0,650	0,500	0,000	13,196	14,344	100,000	14,344	13,196	0,230	13,196	28,103	21,618	incoerente	
2	19,25	86,625	20	66,625	SG	0	37	0	I	15,9	13	0,75	0,40	0,650	0,500	0,000	15,324	16,656	100,000	16,656	15,324	0,230	15,324	32,634	25,103	incoerente	
3	19,25	105,875	30	75,875	SG	0	37	0	I	15,9	13	0,75	0,40	0,650	0,500	0,000	17,451	18,969	100,000	18,969	17,451	0,230	17,451	37,164	28,588	incoerente	
4	19,25	125,125	40	85,125	SG	0	37	0	I	15,9	13	0,75	0,40	0,650	0,500	0,000	19,579	21,281	100,000	21,281	19,579	0,230	19,579	41,695	32,073	incoerente	
5	19,25	144,375	50	94,375	SG	0	37	0	I	15,9	13	0,75	0,40	0,650	0,500	0,000	21,706	23,594	100,000	23,594	21,706	0,230	21,706	46,226	35,558	incoerente	
6	19,25	163,625	60	103,625	SG	0	37	0	I	15,9	13	0,75	0,40	0,650	0,500	0,000	23,834	25,906	100,000	25,906	23,834	0,230	23,834	50,757	39,044	incoerente	
7	18,50	182,125	70	112,125	LCN	17,5	25	60	CA	8,6	5	0,47	0,60	0,650	0,500	36,000	25,789	28,031	100,000	28,031	28,031	0,314	35,213	33,985	26,142	coesivo alluvionale	
8	18,50	200,625	80	120,625	LCN	17,5	25	60	CA	8,6	5	0,47	0,60	0,650	0,500	36,000	27,744	30,156	100,000	30,156	30,156	0,299	36,063	36,561	28,124	coesivo alluvionale	
9	18,50	219,125	90	129,125	LCN	17,5	25	60	CA	8,6	5	0,47	0,60	0,650	0,500	36,000	29,699	32,281	100,000	32,281	32,281	0,286	36,913	39,138	30,106	coesivo alluvionale	
10	18,50	237,625	100	137,625	LCN	17,5	25	60	CA	8,6	5	0,47	0,60	0,650	0,500	36,000	31,654	34,406	100,000	34,406	34,406	0,274	37,763	41,714	32,088	coesivo alluvionale	
11	18,50	256,125	110	146,125	LCN	17,5	25	60	CA	8,6	5	0,47	0,60	0,650	0,500	36,000	33,609	36,531	100,000	36,531	36,000	0,264	38,613	44,290	34,070	coesivo alluvionale	
12	18,50	274,625	120	154,625	LCN	17,5	25	60	CA	8,6	5	0,47	0,60	0,650	0,500	36,000	35,564	38,656	100,000	38,656	36,000	0,255	39,463	46,867	36,051	coesivo alluvionale	
13	18,50	293,125	130	163,125	LCN	17,5	25	60	CA	8,6	5	0,47	0,60	0,650	0,500	36,000	37,519	40,781	100,000	40,781	37,519	0,247	40,313	49,443	38,033	coesivo alluvionale	
14	18,50	311,625	140	171,625	LCN	17,5	25	60	CA	8,6	5	0,47	0,60	0,650	0,500	36,000	39,474	42,906	100,000	42,906	39,474	0,240	41,163	52,020	40,015	coesivo alluvionale	
15	18,50	330,125	150	180,125	LCN	17,5	25	60	CA	8,6	5	0,47	0,60	0,650	0,500	36,000	41,429	45,031	100,000	45,031	41,429	0,233	42,013	54,596	41,997	coesivo alluvionale	
16	18,50	348,625	160	188,625	LCN	17,5	25	60	CA	8,6	5	0,47	0,60	0,650	0,500	36,000	43,384	47,156	100,000	47,156	43,384	0,230	43,384	57,172	43,979	coesivo alluvionale	
17	18,50	367,125	170	197,125	LCN	17,5	25	60	CA	8,6	5	0,47	0,60	0,650	0,500	36,000	45,339	49,281	100,000	49,281	45,339	0,230	45,339	59,749	45,960	coesivo alluvionale	
18	18,50	385,625	180	205,625	LCN	17,5	25	60	CA	8,6	5	0,47	0,60	0,650	0,500	36,000	47,294	51,406	100,000	51,406	47,294	0,230	47,294	62,325	47,942	coesivo alluvionale	
19	18,50	404,125	190	214,125	LCN	17,5	25	60	CA	8,6	5	0,47	0,60	0,650	0,500	36,000	49,249	53,531	100,000	53,531	49,249	0,230	49,249	64,901	49,924	coesivo alluvionale	
20	18,50	422,625	200	222,625	AL	22,5	25	160	CA	8,6	5	0,47	0,40	0,650	0,500	64,000	51,204	55,656	100,000	55,656	55,656	0,387	86,263	67,478	51,906	coesivo alluvionale	
21	20,00	442,625	210	232,625	AL	22,5	25	160	CA	8,6	5	0,47	0,40	0,650	0,500	64,000	53,159	58,156	100,000	58,156	58,156	0,375	87,263	70,509	54,237	coesivo alluvionale	
22	20,00	462,625	220	242,625	AL	22,5	25	160	CA	8,6	5	0,47	0,40	0,650	0,500	64,000	55,114	60,656	100,000	60,656	60,656	0,364	88,263	73,540	56,569	coesivo alluvionale	
23	20,00	482,625	230	252,625	AL	22,5	25	160	CA	8,6	5	0,47	0,40	0,650	0,500	64,000	57,069	63,156	100,000	63,156	63,156	0,353	89,263	76,571	58,900	coesivo alluvionale	
24	20,00	502,625	240	262,625	AL	22,5	25	160	CA	8,6	5	0,47	0,40	0,650	0,500	64,000	59,024	65,656	100,000	65,656	64,000	0,344	90,263	79,602	61,232	coesivo alluvionale	
25	20,00	522,625	250	272,625	AL	22,5	25	160	CA	8,6	5	0,47	0,40	0,650	0,500	64,000	60,979	68,156	100,000	68,156	64,000	0,335	91,263	82,633	63,564	coesivo alluvionale	
26	20,00	542,625	260	282,625	AL	22,5	25	160	CA	8,6	5	0,47	0,40	0,650	0,500	64,000	62,934	70,656	100,000	70,656	65,004	0,326	92,263	85,664	65,895	coesivo alluvionale	
27	20,00	562,625	270	292,625	AL	22,5	25	160	CA	8,6	5	0,47	0,40	0,650	0,500	64,000	64,889	73,156	100,000	73,156	67,304	0,319	93,263	88,695	68,227	coesivo alluvionale	
28	20,00	582,625	280	302,625	AL	22,5	25	160	CA	8,6	5	0,47	0,40	0,650	0,500	64,000	66,844	75,656	100,000	75,656	69,604	0,311	94,263	91,726	70,558	coesivo alluvionale	
29	20,00	602,625	290	312,625	AL	22,5	25	160	CA	8,6	5	0,47	0,40	0,650	0,500	64,000	68,799	78,156	100,000	78,156	71,904	0,305	95,263	94,757	72,890	coesivo alluvionale	
30	20,00	622,625	300	322,625	CON-SGL	0	36	0	I	15,1	12	0,73	0,40	0,650	0,500	0,000	74,204	80,656	100,000	80,656	74,204	0,230	74,204	150,000	117,200	incoerente	
31	20,00	642,625	310	332,625	CON-SGL	0	36	0	I	15,1	12	0,73	0,40	0,650	0,500	0,000	76,504	83,156	100,000	83,156	76,504	0,230	76,504	150,000	120,833	incoerente	
32	20,00	662,625	320	342,625	CON-SGL	0	36	0	I	15,1	12	0,73	0,40	0,650	0,500	0,000	78,804	85,656	100,000	85,656	78,804	0,230	78,804	150,000	124,466	incoerente	
33	20,00	682,625	330	352,625	CON-SGL	0	36	0	I	15,1	12	0,73	0,40	0,650	0,500	0,000	81,104	88,156	100,000	88,156	81,104	0,230	81,104	150,000	128,099	incoerente	
34	20,00	702,625	340	362,625	CON-SGL	0	36	0	I	15,1	12	0,73	0,40	0,650	0,500	0,000	83,404	90,656	100,000	90,656	83,404	0,230	83,404	150,000	131,731	incoerente	
35	20,00	722,625	350	372,625	CON-SGL	0	36	0	I	15,1	12	0,73	0,40	0,650	0,500	0,000	85,704	93,156	100,000	93,156	85,704	0,230	85,704	150,000	135,364	incoerente	
36	20,00	742,625	360	382,625	CON-SGL	0	36	0	I	15,1	12	0,73	0,40	0,650	0,500	0,000	88,004	95,656	100,000	95,656	88,004	0,230	88,004	150,000	138,997	incoerente	
37	20,00	762,625	370	392,625	CON-SGL	0	36	0	I	15,1	12	0,73	0,40	0,650	0,500	0,000	90,304	98,156	100,000	98,156	90,304	0,230	90,304	150,000	142,629	incoerente	
38	20,00	782,625	380	402,625	CON-SGL	0	36	0	I	15,1	12	0,73	0,40	0,650	0,500	0,000	92,604	100,656	100,000	100,000	92,604	0,230	92,604	150,000	146,262	incoerente	
39	20,00	802,625	390	412,625	CON-SGL	0																					

valori caratteristici													compr totale			compr laterale		traz laterale		compressione		compressione solo lat	
tcomp	ttraz	τ_tot compr	τ_tot traz	Rlat compr	Rlat traz	qb (kpa)	qb (kpa)	qb (kpa)	Rb	Rtot-comp	w'	w' (A1)	NTC2018	NTC2018	NTC2018	Z	Rlat sle	Rcomp-lat sle/1.25					
kPa		kPa	kPa	kN	kN	inc	coes	kPa	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN	m, da p.c.	kN	kN					
23,6	18,1	23,6	18,1	74	57	625,6	48,1	626	491	565	0	0	252	38	27	0	74	59					
28,1	21,6	51,7	39,7	162	125	745,9	67,4	746	586	748	12	15	323	68	59	1	150	120					
32,6	25,1	84,3	64,9	265	204	866,1	86,6	866	680	945	24	31	401	105	96	2	241	193					
37,2	28,6	121,5	93,4	381	293	986,4	105,9	986	774	1156	35	46	487	149	138	3	346	277					
41,7	32,1	163,2	125,5	512	394	1106,6	125,1	1107	869	1381	47	61	579	201	185	4	465	372					
46,2	35,6	209,4	161,1	657	506	1226,9	144,4	1227	963	1621	59	77	679	260	238	5	599	479					
50,8	39,0	260,2	200,1	817	628	1347,1	163,6	1347	1057	1874	71	92	787	326	296	6	746	597					
28,0	28,0	288,2	228,1	905	716	560,6	722,1	722	567	1472	82	107	603	356	337	7	822	658					
30,2	30,2	318,3	258,3	1000	811	603,1	740,6	741	581	1581	94	122	642	389	382	8	905	724					
32,3	32,3	350,6	290,6	1101	912	645,6	759,1	759	596	1697	106	138	685	425	429	9	995	796					
34,4	34,4	385,0	325,0	1209	1020	688,1	777,6	778	610	1819	118	153	731	465	480	10	1091	873					
36,0	36,0	421,0	361,0	1322	1134	730,6	796,1	796	625	1947	130	168	780	508	533	11	1192	954					
36,0	36,0	457,0	397,0	1435	1247	773,1	814,6	815	639	2075	141	184	829	550	587	12	1294	1035					
37,5	37,5	494,5	434,5	1553	1364	815,6	833,1	833	654	2207	153	199	880	595	642	13	1400	1120					
39,5	39,5	534,0	474,0	1677	1488	858,1	851,6	852	669	2345	165	214	935	643	700	14	1512	1210					
41,4	41,4	575,4	515,4	1807	1618	900,6	870,1	870	683	2490	177	230	992	695	762	15	1630	1304					
43,4	43,4	618,8	558,8	1943	1755	943,1	888,6	889	698	2641	188	245	1053	749	826	16	1755	1404					
45,3	45,3	664,2	604,1	2085	1897	985,6	907,1	907	712	2798	200	260	1117	807	893	17	1885	1508					
47,3	47,3	711,5	651,4	2234	2045	1028,1	925,6	926	727	2961	212	276	1184	867	963	18	2022	1618					
49,2	49,2	760,7	700,7	2389	2200	1070,6	944,1	944	741	3130	224	291	1254	931	1035	19	2165	1732					
55,7	55,7	816,4	756,3	2563	2375	1113,1	1862,6	1863	1462	4026	236	306	1642	1005	1118	20	2328	1862					
58,2	58,2	874,5	814,5	2746	2557	1163,1	1882,6	1883	1478	4224	247	321	1727	1083	1204	21	2499	1999					
60,7	60,7	935,2	875,1	2936	2748	1213,1	1902,6	1903	1494	4430	259	337	1816	1165	1293	22	2677	2142					
63,2	63,2	998,3	938,3	3135	2946	1263,1	1922,6	1923	1509	4644	271	352	1909	1251	1386	23	2864	2291					
64,0	64,0	1062,3	1002,3	3336	3147	1313,1	1942,6	1943	1525	4861	283	367	2003	1339	1481	24	3053	2443					
64,0	64,0	1126,3	1066,3	3537	3348	1363,1	1962,6	1963	1541	5077	294	383	2098	1426	1576	25	3242	2594					
65,0	65,0	1191,3	1131,3	3741	3552	1413,1	1982,6	1983	1556	5297	306	398	2194	1515	1672	26	3435	2748					
67,3	67,3	1258,6	1198,6	3952	3764	1463,1	2002,6	2003	1572	5524	318	413	2293	1608	1771	27	3634	2907					
69,6	69,6	1328,2	1268,2	4171	3982	1513,1	2022,6	2023	1588	5758	330	429	2397	1705	1874	28	3841	3073					
71,9	71,9	1400,2	1340,1	4396	4208	1563,1	2042,6	2043	1603	6000	341	444	2504	1805	1980	29	4055	3244					
150,0	117,2	1550,2	1457,3	4867	4576	3871,5	622,6	4867	3039	7907	353	459	3355	2031	2153	30	4514	3611					
150,0	120,8	1700,2	1578,2	5338	4955	3991,5	642,6	3992	3133	8472	365	475	3621	2256	2332	31	4973	3979					
150,0	124,5	1850,2	1702,6	5809	5346	4111,5	662,6	4112	3228	9037	377	490	3888	2482	2516	32	5433	4346					
150,0	128,1	2000,2	1830,7	6280	5748	4231,5	682,6	4232	3322	9602	389	505	4155	2707	2705	33	5892	4714					
150,0	131,7	2150,2	1962,4	6751	6162	4300,0	702,6	4300	3376	10127	400	520	4404	2933	2900	34	6351	5081					
150,0	135,4	2300,2	2097,8	7222	6587	4300,0	722,6	4300	3376	10598	412	536	4629	3159	3100	35	6810	5448					
150,0	139,0	2450,2	2236,8	7693	7024	4300,0	742,6	4300	3376	11069	424	551	4855	3384	3305	36	7270	5816					
150,0	142,6	2600,2	2379,4	8164	7471	4300,0	762,6	4300	3376	11540	436	566	5081	3610	3516	37	7729	6183					
150,0	146,3	2750,2	2525,7	8635	7931	4300,0	782,6	4300	3376	12011	447	582	5306	3835	3732	38	8188	6550					
150,0	149,9	2900,2	2675,6	9106	8401	4300,0	802,6	4300	3376	12482	459	597	5532	4061	3954	39	8647	6918					
150,0	150,0	3050,2	2825,6	9577	8872	4300,0	822,6	4300	3376	12953	471	612	5757	4287	4175	40	9106	7285					
150,0	150,0	3200,2	2975,6	10048	9343	4300,0	842,6	4300	3376	13424	483	628	5983	4512	4397	41	9566	7653					
150,0	150,0	3350,2	3125,6	10519	9814	4300,0	862,6	4300	3376	13895	495	643	6209	4738	4619	42	10025	8020					
150,0	150,0	3500,2	3275,6	10990	10285	4300,0	882,6	4300	3376	14366	506	658	6434	4964	4840	43	10484	8387					
150,0	150,0	3650,2	3425,6	11461	10756	4300,0	902,6	4300	3376	14837	518	674	6660	5189	5062	44	10943	8755					
150,0	150,0	3800,2	3575,6	11932	11227	4300,0	922,6	4300	3376	15308	530	689	6886	5415	5283	45	11403	9122					