

S.G.C. E78 GROSSETO-FANO

Tratto Siena Bettolle (A1)

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

PROGETTO DEFINITIVO

COD. FI-81

R.T.I. di PROGETTAZIONE: Mandataria Mandante



PROGETTISTI:

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

Ing. Stefano Muffato - Sinergo SpA
Ordine Ing. di Venezia n. 2087

IL GEOLOGO

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

COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE

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

VISTO: IL RESP. DEL PROCEDIMENTO

Ing. Raffaele Franco Carso

PROTOCOLLO

DATA



06 - OPERE D'ARTE

06.02 - Opere d'arte maggiori - Viadotti

06.02.03 - Viadotto Luglie carreggiata Est (VI03E)

Relazione tecnica e di calcolo

CODICE PROGETTO			NOME FILE	REVISIONE	SCALA
PROGETTO	LIV. PROG.	N. PROG.	T00VI03STRRE01B.pdf		
DPFI0081	D	20	CODICE ELAB. T00VI03STRRE01	B	-
D					
C					
B	Revisione per istruttoria ANAS		Maggio 2021	Malandrin	Imbiscuso Muffato
A	Emissione		Ottobre 2020	Malandrin	Imbiscuso Caobianco
REV.	DESCRIZIONE		DATA	REDATTO	VERIFICATO APPROVATO

INDICE

1. PREMESSA E DESCRIZIONE DELLE OPERE	7
1.1 PREMESSA.....	7
1.2 DESCRIZIONE DELLE OPERE	7
2. NORMATIVE E CODICI DI RIFERIMENTO.....	10
2.1 NORMATIVA NAZIONALE COGENTE	10
2.2 NORME DI RIFERIMENTO.....	10
2.2.1 <i>Norme UNI</i>	10
2.2.2 <i>Eurocodici strutturali pubblicati dal CEN</i>	10
2.2.3 <i>Norme CNR</i>	11
3. VITA NOMINALE E CLASSI D'USO	11
4. MATERIALI.....	12
4.1 ACCIAIO DA CARPENTERIA METALLICA.....	12
4.1.1 <i>Caratteristiche meccaniche</i>	12
4.1.2 <i>Coefficienti parziali di sicurezza</i>	12
4.1.3 <i>Classe di resistenza</i>	12
4.2 COLLEGAMENTI	13
4.2.1 <i>Bulloni</i>	13
4.2.2 <i>Connettori acciaio-calcestruzzo</i>	14
4.2.3 <i>Tirafondi</i>	14
4.2.4 <i>Saldature</i>	14
4.3 CALCESTRUZZO SOLETTA IMPALCATO	14
4.3.1 <i>Prescrizioni di durabilità</i>	14
4.3.2 <i>Copriferro</i>	14
4.3.3 <i>Caratteristiche meccaniche e valori di progetto</i>	15
4.3.4 <i>Requisiti di limitazione della fessurazione</i>	15
4.4 CALCESTRUZZO SPALLE ED ELEVAZIONI	16
4.4.1 <i>Prescrizioni di durabilità</i>	16
4.4.2 <i>Copriferro</i>	16
4.4.3 <i>Caratteristiche meccaniche e valori di progetto</i>	17
4.4.4 <i>Requisiti di limitazione della fessurazione</i>	17
4.5 CALCESTRUZZO BATOLI DI FONDAZIONE E PALI	18
4.5.1 <i>Prescrizioni di durabilità</i>	18
4.5.2 <i>Copriferro</i>	18
4.5.3 <i>Caratteristiche meccaniche e valori di progetto</i>	18
4.5.4 <i>Requisiti di limitazione della fessurazione</i>	19
4.6 ACCIAIO PER ARMATURA LENTA	19
4.6.1 <i>Caratteristiche meccaniche</i>	19
4.6.2 <i>Valori di progetto</i>	19
5. MODELLO GEOTECNICO	21
6. SOFTWARE DI CALCOLO	23
6.1 ANALISI STRUTTURALE DELL'IMPALCATO E DELLE SOTTOSTRUTTURE.....	23
6.2 ANALISI DI DETTAGLIO AGLI ELEMENTI FINITI:.....	23
6.3 VERIFICHE DI RESISTENZA.....	23

6.3.1	Per le sezioni in c.a.	23
6.3.2	Per le sezioni miste acciaio-calcestruzzo	24
7.	ANALISI DEI CARICHI	24
7.1	PESI PROPRI STRUTTURALI.....	24
7.1.1	<i>Carpenteria metallica</i>	24
7.1.2	<i>Calcestruzzo di soletta</i>	24
7.2	CARICHI PERMANENTI PORTATI.....	24
7.2.1	<i>Pavimentazione</i>	25
7.2.2	<i>Guard rail impiantistica</i>	25
7.2.3	<i>Cordoli e veletta</i>	25
7.3	RITIRO E VISCOSITÀ DEL CALCESTRUZZO.....	25
7.4	SPINTA DELLE TERRE.....	27
7.5	CARICO DA TRAFFICO SUL RILEVATO	27
7.6	AZIONE SISMICA	27
7.7	SPINTA SISMICA DEL RILEVATO	38
7.8	AZIONI TERMICHE	39
7.9	AZIONE DEL VENTO.....	40
7.10	ATTRITO DEGLI APPOGGI.....	43
7.11	CEDIMENTI VINCOLARI.....	43
7.12	AZIONI VARIABILI DA TRAFFICO.....	43
7.12.1	<i>Schema di carico 1</i>	43
7.12.2	<i>Schema di carico 2</i>	44
7.12.3	<i>Schema di carico 5</i>	45
7.12.4	<i>Diffusione dei carichi</i>	45
7.12.5	<i>Azione longitudinale di frenamento o di accelerazione q3</i>	46
7.13	CARICHI DA TRAFFICO DI FATICA	46
8.	COMBINAZIONI DI CARICO E FASI DI CALCOLO	46
8.1	COMBINAZIONI S.L.U.	46
8.2	COMBINAZIONI S.L.E.	47
8.2.1	<i>Coefficienti parziali</i>	47
8.3	FASI DI CALCOLO	48
9.	MODELLAZIONE DEGLI IMPALCATI E DELLE SOTTOSTRUTTURE	49
9.1	MODELLI GLOBALI DI CALCOLO PER L'IMPALCATO	49
9.1.1	<i>Larghezze collaboranti</i>	49
9.1.2	<i>Rigidezze flessionali considerate nel calcolo delle sollecitazioni</i>	50
9.1.2.1	Concio 1	50
9.1.2.2	Concio 2	51
9.1.2.3	Concio 3	52
9.1.2.4	Concio 4	55
9.1.2.5	Concio 5	55
9.1.2.6	Concio 6	56
9.1.3	<i>Rigidezze torsionali nel calcolo delle sollecitazioni</i>	57
9.1.3.1	Rigidezze torsionali sola sezione di acciaio	58
9.1.3.2	Rigidezze torsionali sezione mista per azioni di lunga durata ($t=\infty$)	60
9.1.3.3	Rigidezze torsionali sezione mista per azioni di breve durata ($t=0$)	61
9.2	MODELLI FEM.....	64
9.3	MODELLO LOCALE PER LA SOLETTA E IL ROMPI-TRATTA.....	65
9.4	MODELLI LOCALI PER I TRAVERSI DI PILA/SPALLA.....	67
9.5	MODELLI GLOBALI PER IL CALCOLO DELLE SOTTOSTRUTTURE	68
10.	VERIFICHE IMPALCATI IN STRUTTURA MISTA	72
10.1	IMPOSTAZIONE GENERALE DELLE VERIFICHE.....	72

10.1.1	Verifiche SLU – Resistenza delle sezioni	72
10.1.2	Verifiche SLE – Limitazione delle tensioni	75
10.1.3	Verifiche SLE – Web Breathing	75
10.1.4	Verifiche SLU e SLE – Verifica connessioni trave soletta	75
10.1.5	Verifiche SLF – Verifiche a fatica.....	76
10.2	CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELLE SEZIONI PER LE VERIFICHE	80
10.3	SOLLECITAZIONI IMPALCATO	117
10.3.1	Peso proprio acciaio e soletta (G1+G2).....	118
10.3.2	Permanenti portati (G3).....	120
10.3.3	Ritiro- componente iperstatica (Rit)	120
10.3.4	Gradiente termico – componente iperstatica (DT)	122
10.3.5	Accidentali mobili (disposizione 1).....	123
10.3.6	Accidentali mobili (disposizione 2).....	123
10.3.7	Accidentali mobili (Fatica).....	124
10.4	VERIFICHE DI RESISTENZA TRAVI PRINCIPALI.....	126
10.4.1	Verifiche SLU	126
10.4.2	SLE caratteristica	134
10.4.3	SLE frequente – Web Breathing – Rapporto di sfruttamento dei pioli	135
10.4.4	Verifiche a fatica.....	136
10.4.5	Saldature di composizione	138
11.	SOLETTA E ROMPITRATTA.....	139
11.1	ANALISI DEL ROMPITRATTA.....	139
11.1.1	Sollecitazioni nominali	139
11.1.2	Caratteristiche geometriche.....	144
11.1.3	Verifiche SLU	144
11.1.4	SLE caratteristica	151
11.1.5	SLE frequente – Web Breathing – Rapporto di sfruttamento dei pioli	152
11.1.6	Verifiche a fatica.....	153
11.2	ANALISI DELLA SOLETTA.....	154
11.2.1	Dimensionamento predalle.....	154
11.2.2	Sollecitazioni di calcolo	155
11.2.3	Armatura e verifiche a flessione	158
11.2.3.1	Armatura trasversale corrente.....	158
11.2.3.2	Armatura trasversale zona bordo	162
11.2.3.3	Armatura longitudinale corrente in campata.....	166
11.2.3.4	Armatura longitudinale corrente conci di pila	170
11.2.3.5	Verifica a taglio	174
11.2.3.6	Verifica dell'armatura nella zona di connessione	175
11.2.3.7	Verifica dei cordoli	176
11.2.3.8	Verifica in caso di urto	178
12.	VERIFICHE CONTROVENTATURA E TRAVERSI	182
12.1	CONTROVENTATURA INFERIORE	182
12.1.1	Calcolo delle sollecitazioni sulla controventatura.....	183
12.1.2	Verifica delle aste della controventatura inferiore	186
12.1.3	Attacchi della controventatura inferiore.....	188
12.2	CONTROVENTATURA SUPERIORE	188
12.3	DIAFRAMMI CORRENTI.....	190
12.3.1	Appoggio della trave rompi-tratta.....	190
12.3.2	Variazione di momento torcente.....	191
12.3.3	Effetto di inclinazione delle anime	192
12.3.4	Calcolo delle aste e verifica	193
12.4	DIAFRAMMI DI PILA E SPALLA	195
12.4.1	Diaframma di pila	196

12.4.2	<i>Diaframma di spalla</i>	196
13.	REAZIONI E DEFORMAZIONI	198
13.1	REAZIONI VINCOLARI.....	198
13.1.1	<i>Reazioni statiche SLU</i>	198
13.1.2	<i>Reazioni sismiche SLV/SLC</i>	200
13.2	DEFORMAZIONI.....	200
13.2.1	<i>Valutazione della contro-monta</i>	200
13.2.2	<i>Deformazioni per accidentali</i>	201
13.2.3	<i>Deformazioni orizzontali e sismiche SLV</i>	202
14.	SOTTOSTRUTTURE	204
14.1	FUSTO DELLE PILE.....	204
14.1.1	<i>Verifica in condizioni statiche</i>	206
14.1.2	<i>Verifiche in condizioni sismiche</i>	215
14.2	PALI DELLE PILE.....	222
14.2.1	<i>Sollecitazioni sui pali</i>	222
14.2.1.1	Statiche SLU	222
14.2.1.2	Sismica SLV	224
14.2.1.3	SLE rara.....	225
14.2.1.4	SLE frequente	226
14.2.1.5	SLE quasi permanente	227
14.2.2	<i>Capacità portante verticale</i>	228
14.2.3	<i>Capacità portante orizzontale</i>	230
14.2.4	<i>Verifica strutturale</i>	231
14.2.4.1	Verifiche in condizioni statiche	233
14.2.4.2	Verifica in condizioni sismiche	239
14.2.4.3	Verifica a taglio	243
14.3	PLINTO DELLE PILE	243
14.3.1.1	Verifica a flessione.....	244
14.3.1.2	Verifica a taglio	247
14.4	SPALLE.....	248
14.4.1	<i>Paraghiaia</i>	248
14.4.2	<i>Plinto spalla</i>	253
14.4.2.1	Verifica a flessione.....	253
14.4.2.2	Verifica a taglio	257
14.5	PALI DELLA SPALLA FISSA.....	257
14.5.1	<i>Sollecitazioni sui pali</i>	258
14.5.1.1	Statiche SLU	258
14.5.1.2	Sismica SLV	260
14.5.1.3	SLE rara.....	262
14.5.1.4	SLE frequente	262
14.5.1.5	SLE quasi permanente	263
14.5.2	<i>Capacità portante verticale</i>	264
14.5.3	<i>Capacità portante orizzontale</i>	266
14.5.4	<i>Verifica strutturale</i>	267
14.5.4.1	Verifiche in condizioni statiche	270
14.5.4.2	Verifiche in condizioni sismiche	275
14.5.4.3	Verifica a taglio	283
14.6	PALI DELLA SPALLA MOBILE	283
14.6.1	<i>Sollecitazioni sui pali</i>	284
14.6.1.1	Statiche SLU	284
14.6.1.2	Sismica SLV	285
14.6.1.3	SLE rara.....	287
14.6.1.4	SLE frequente	288

14.6.1.5	SLE quasi permanente	289
14.6.2	Capacità portante verticale	291
14.6.3	Capacità portante orizzontale	292
14.6.4	Verifica strutturale	293
14.6.4.1	Verifiche in condizioni statiche	296
14.6.4.2	Verifica in condizioni sismiche	301
14.6.4.3	Verifica a taglio	309
15.	OPERE PROVVISORIALI.....	310

1. PREMESSA E DESCRIZIONE DELLE OPERE

1.1 Premessa

Oggetto del presente documento consiste nello sviluppo del calcolo di verifica e dimensionamento delle strutture che costituiscono il "Viadotto Luglie" da realizzarsi sul percorso della arteria E78 Grosseto-Fano nelle immediate vicinanze della città di Siena fra il km 2+400 ed il km 2+600.

Il viadotto in oggetto è inserito nel progetto di raddoppio della carreggiata del "Lotto 0" e viene concepito in sostituzione e ampliamento dell'attuale manufatto esistente; in sostanza verranno realizzati due nuovi viadotti del tutto analoghi atti ad ospitare rispettivamente la carreggiata direzione Firenze e quella direzione Grosseto. In particolare il viadotto che ospiterà la nuova carreggiata direzione Grosseto insisterà parzialmente sul sedime del viadotto esistente.

1.2 Descrizione delle opere

L'opera è composta da un impalcato, strutturalmente continuo sulla lunghezza complessiva di 120 m, e da sostegni intermedi (pile) e di estremità (spalle) che dividono le luci nella sequenza: 35.00 + 50.00 + 35.00 = 120.00 m (misure in asse spalle e asse pile).

L'impalcato, di tipologia a travata, è costituito da due travi metalliche saldate, prefabbricate in conci in officina e assemblate in opera mediante saldatura di testa a completa penetrazione. La sezione è strutturalmente un cassone torsio-rigido con le anime delle travate principali inclinate e con le specchiature superiore ed inferiore costituite rispettivamente dalla soletta in calcestruzzo ad estradosso e da una robusta controventatura reticolare ad intradosso. Al fine di conferire alla sezione una geometria architettonicamente simile ad un vero e proprio cassone chiuso, la piattabanda inferiore delle travi principali è realizzata eccentrica verso asse impalcato rispetto all'anima.

La sezione resistente è dunque mista acciaio-calcestruzzo e la soletta, larga 11.25 m, è gettata in opera con l'ausilio di predalle in c.a. di spessore 5 cm, autoportanti sulle luci fra le travi principali ed un rompi-tratta centrale che appoggia sui traversi correnti del ponte. La soletta ha una larghezza sostanzialmente costante (è presente un modesto allargamento di 15 cm in spalla A) ed ha luce fra le travi di 5.6 m e sbalzi di circa 2.82 m. Come detto è previsto il rompi-tratta piolato che funge da appoggio intermedio e che scarica sui traversi che sono tutti di tipo reticolare ad eccezione di quelli di pila e di spalla che sono ad anima piena e offrono anche il contrasto per la sostituzione degli appoggi.

L'armatura e il getto di completamento sono eseguiti in opera, senza necessità di puntellazione dal basso (la soletta è un sovraccarico e non collaborante fino a indurimento e successivo caricamento con i permanenti portati); la connessione fra travi principali e soletta in calcestruzzo (di spessore complessivo 25 cm) è garantita da pioli muniti di testa elettrosaldati alle piattabande superiori.

Lo schema statico orizzontale prevede una spalla fissa longitudinale (spalla A) che ospita l'appoggio fisso e quello unidirezionale a vincolo longitudinale; sulle pile e sull'altra spalla è sempre presente un multidirezionale e un unidirezionale a vincolo trasversale. Gli appoggi sono del tipo a neoprene incapsulato. In questa circostanza, diversamente da quanto invece scelto in altre opere del lotto, si è deciso di non inserire i dispositivi shock-transmitters e di riportare quindi l'intera azione longitudinale alla spalla fissa. La scelta è dettata dalle seguenti considerazioni:

- L'opera è molto corta (170 m in tutto) e quindi la massa sismica da riportare in spalla non è eccessiva. Non risultano neppure determinanti gli spostamenti sismici in quanto l'effetto termico è comunque dominante.
- La spalla fissa ha altezza nulla ed è dunque costituita solo dal plinto (quindi le forze sismiche hanno modesto braccio rispetto alle palificate).
- Lo schema statico usato consente di fare la spalla mobile con una palificata molto contenuta (solo 4 pali su unica fila), mentre se si facesse partecipare anch'essa al funzionamento sismico sicuramente ne servirebbero più file.

Le considerazioni di cui sopra portano alla conclusione che l'impiego di dispositivi shock-transmitters in questa particolare opera non porta a particolari razionalizzazioni delle opere di fondazione, introducendo nel contempo la complicazione di dover installare i dispositivi antisismici.

Le elevazioni delle pile hanno forma rettangolare con degli smussi agli spigoli di 25 cm e dimensione complessiva in pianta di 5.5x1.5 m. Sul perimetro sono ricavati dei negativi ornamentali della profondità di 15 cm. Le fondazioni sono su plinto di spessore 1.8 m che insiste su 9 pali di diametro 1.2 m.

Le spalle sono costituite da dei plinti su cui sono ricavati direttamente i baggioli di appoggio e che ospitano le fondazioni che sono su pali di 1.2 m di diametro; per la spalla mobile sono previsti 4 pali in linea e un plinto molto contenuto, per la spalla fissa invece sono previsti 12 pali $d=1.2$ m al fine di riuscire a riportare al terreno le azioni sismiche di progetto e di conseguenza il plinto ha dimensione in pianta 12.5x9 m.

Le figure che seguono descrivono i tratti essenziali delle strutture oggetto di verifica.

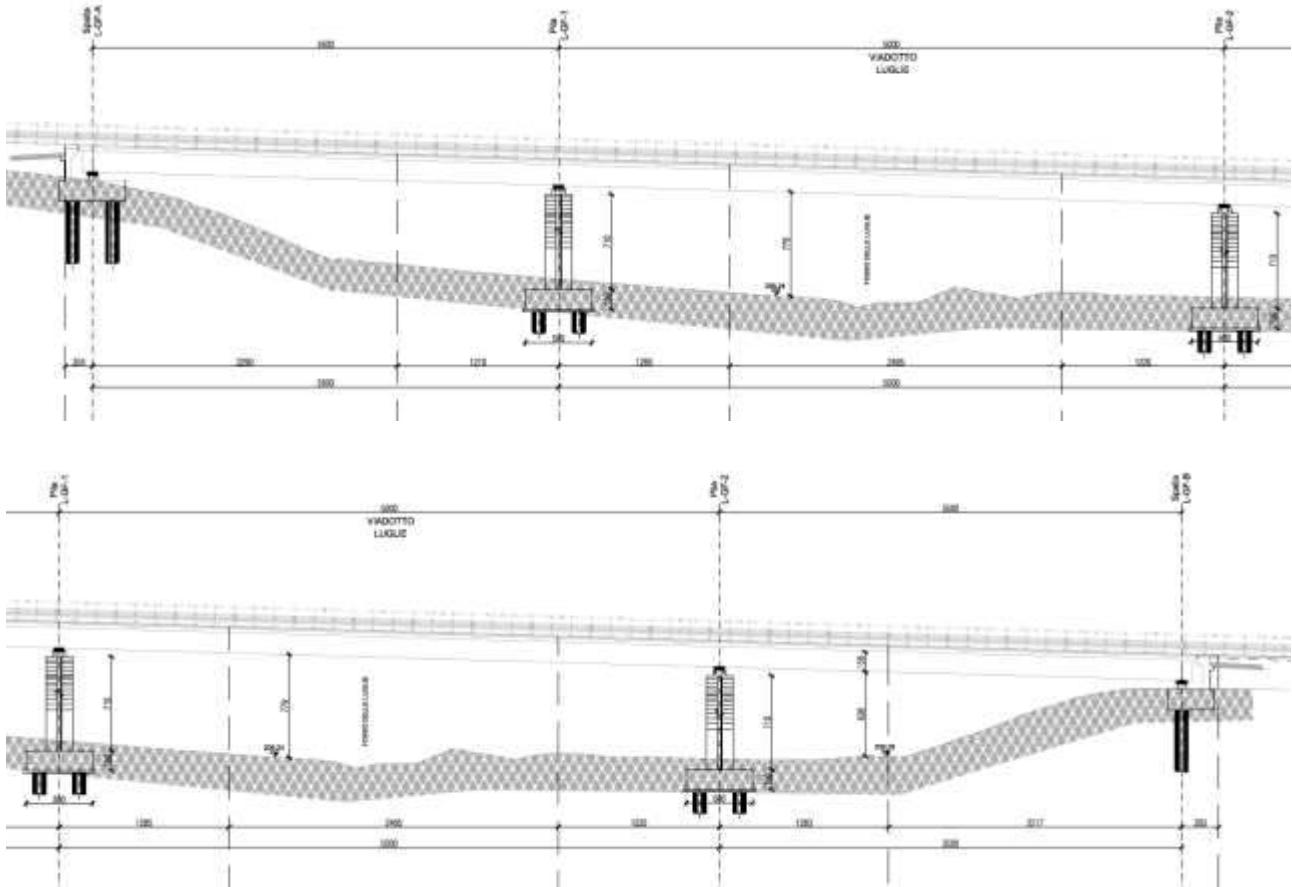


Figura 1: viste e sezioni principali – prospetto longitudinale

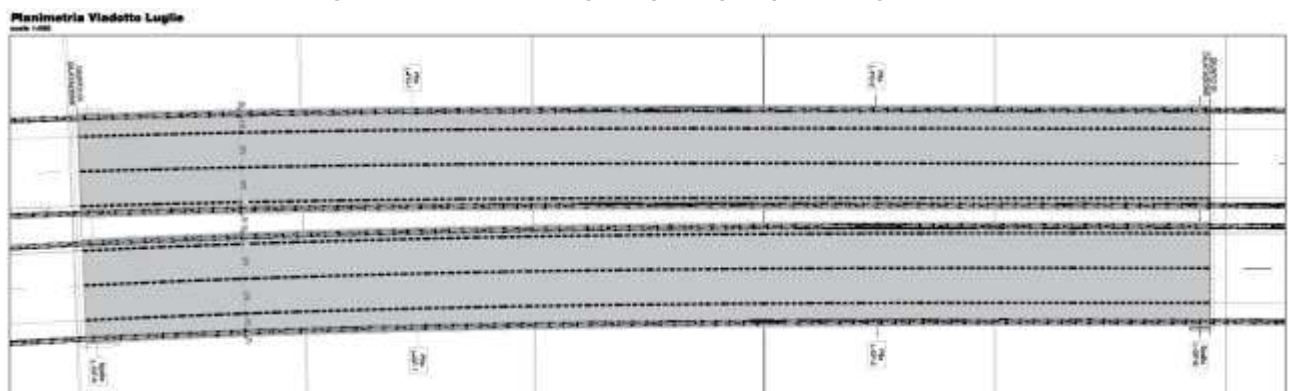


Figura 2: viste e sezioni principali – pianta

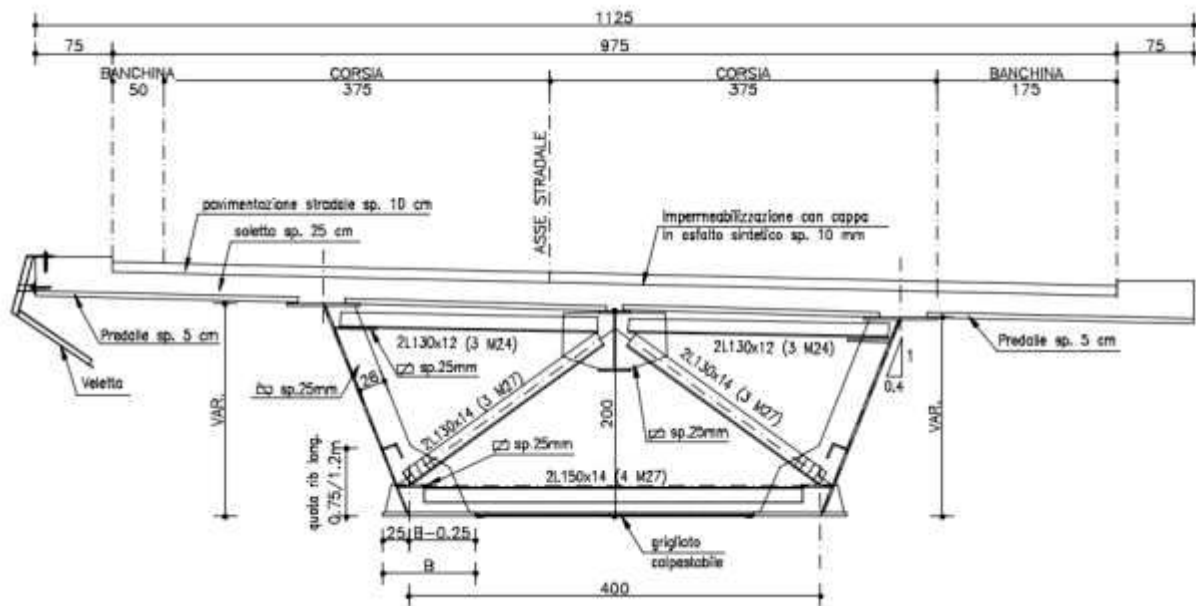


Figura 3: viste e sezioni principali – sezione trasversale corrente

La sezione è caratterizzata dalla presenza, all'intradosso degli sbalzi, di una veletta realizzata in lamiera, collegata da profili metallici fissati alla superficie laterale e superiore del cordolo laterale. La sua funzione è estetica/architettonica, per la mascheratura delle tubazioni di allontanamento delle acque meteoriche) tuttavia consente un facile accesso essendo rimovibile per pannelli di piccole dimensioni.

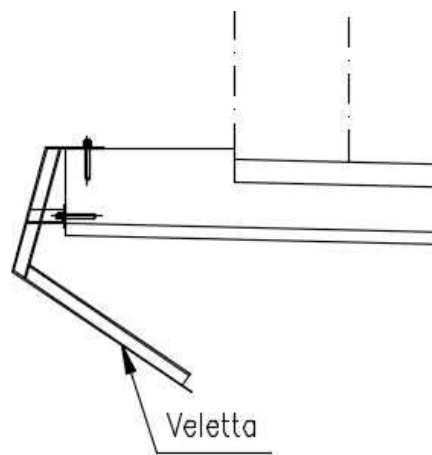


Figura 4: particolare bordo ponte

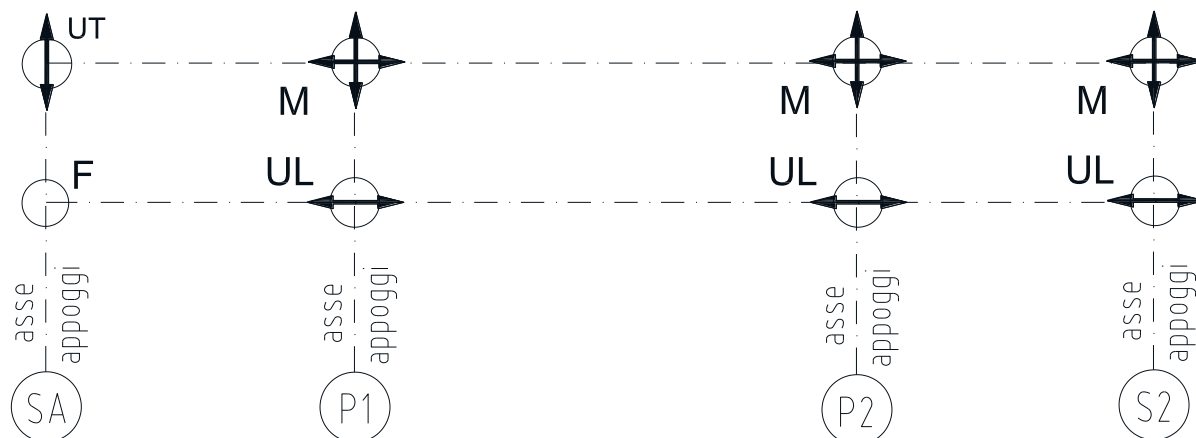


Figura 5: Schema statico impalcato

Per le caratteristiche strutturali e ulteriori dettagli sul ponte, si faccia riferimento alla documentazione grafica del progetto.

I calcoli e i dimensionamenti che seguiranno si riferiscono ad un unico impalcato, ma sono estendibili ad entrambi gli impalcati (uno per via di marcia) che sono sostanzialmente identici.

2. NORMATIVE E CODICI DI RIFERIMENTO

I seguenti codici sono presi a riferimento per la progettazione

2.1 Normativa nazionale cogente

- [1] Legge 5 Novembre 1971, N. 1086 – Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica
- [2] D.M. 17/01/2018 – Norme tecniche per le Costruzioni (NTC)
- [3] C.M. 21/01/2019 n.7/C.S.LL.PP. – Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le Costruzioni" di cui al D.M. 17/01/2018

2.2 Norme di riferimento

In ottemperanza a NTC §12, per riferimenti di calcolo o in mancanza di specifiche indicazioni si farà inoltre riferimento alle seguenti:

2.2.1 Norme UNI

- [4] UNI 11104:2016 - Calcestruzzo - Specificazione, prestazione, produzione e conformità - Specificazioni complementari per l'applicazione della EN 206
- [5] UNI EN 206: 2017 "Calcestruzzo: specificazione, prestazione, produzione e conformità".

2.2.2 Eurocodici strutturali pubblicati dal CEN

(Con le precisazioni riportate nelle Appendici Nazionali, la lista che segue è indicativa e non esaustiva dei codici eventualmente utilizzati nel seguito)

- [6] UNI EN 1991-1-5:2004 Eurocodice 1 - Azioni sulle strutture - Parte 1-5: Azioni in generale - Azioni termiche
- [7] UNI EN 1992-1-1:2015 Eurocodice 2 - Progettazione delle strutture di calcestruzzo - Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici

- [8] UNI EN 1993-1-1:2005 Eurocodice 3 - Progettazione delle strutture di acciaio - Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici
- [9] UNI EN 1993-1-5:2007 Eurocodice 3 - Progettazione delle strutture di acciaio - Parte 1-5: Elementi strutturali a lastra
- [10] UNI EN 1993-1-8:2005 Eurocodice 3 - Progettazione delle strutture di acciaio - Parte 1-8: Progettazione dei collegamenti
- [11] UNI EN 1993-2:2007 Eurocodice 3 - Progettazione delle strutture di acciaio - Parte 2: Ponti di acciaio
- [12] UNI EN 1993-1-10:2005 Eurocodice 3 - Progettazione delle strutture di acciaio - Parte 1-10: Resilienza del materiale e proprietà attraverso lo spessore
- [13] UNI EN 1993-1-11:2007 Eurocodice 3 - Progettazione delle strutture di acciaio - Parte 1-11: Progettazione di strutture con elementi tesi
- [14] UNI EN 1994-1-1:2005 Eurocodice 4 - Progettazione delle strutture composte acciaio-calcestruzzo - Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici
- [15] UNI EN 1994-2:2006 Eurocodice 4 - Progettazione delle strutture composte acciaio-calcestruzzo - Parte 2: Regole generali e regole per i ponti

2.2.3 Norme CNR

Per eventuali ulteriori riferimenti si sono considerate anche le Istruzioni e documenti tecnici del Consiglio Nazionale delle Ricerche (C.N.R.):

- [16] CNR-DT207-2008 Istruzioni per la valutazione delle azioni e degli effetti del vento sulle costruzioni
- [17] CNR-UNI 10011/97 Costruzioni in acciaio: istruzioni per il calcolo, l'esecuzione, il collaudo e la manutenzione;
- [18] CNR-UNI 10016/98 Travi composte acciaio-calcestruzzo: istruzioni per il calcolo e l'esecuzione;
- [19] CNR-UNI 10030/87 Anime irrigidite di travi in parete piena

3. VITA NOMINALE E CLASSI D'USO

Con riferimento alla definizione delle azioni sismiche (si veda nel seguito) si definiscono i parametri di prestazione dell'opera.

In accordo al D.M. 17.01.2018, le azioni sismiche di progetto, in base alle quali viene valutato il rispetto dei diversi stati limite considerati, si definiscono a partire dalla "pericolosità sismica di base" del sito di costruzione.

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), nonché di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente $S_e(T)$, con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza PV_R nel periodo di riferimento V_R .

- a_g accelerazione orizzontale massima al sito;
- F_o valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale
- T periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale

Coerentemente con quanto prescritto dalle NTC e tenendo conto dell'importanza della costruzione in esame, si è prevista per l'opera una vita nominale V_N di 50 anni e una classe d'uso IV, cui corrisponde un coefficiente d'uso CU pari a 2.0.

Il periodo di riferimento per le azioni sismiche risulta quindi pari a $V_R = 100$ anni.

Vita nominale (V_N):	50 anni
--------------------------	---------

Classe d'uso:	IV (Cu = 2.0)
Periodo di riferimento azione sismica ($V_R = V_N \cdot Cu$):	100 anni
Categoria di sottosuolo	C

Stato limite	PVR (Probabilità di superamento nel periodo VR)
SL Operatività	81 %
SL Danno	63 %
SL salvaguardia Vita	10 %
SL prevenzione Collasso	5 %

Con $T_R =$ tempo di ritorno = $-V_R/\ln(1-PV_R)$:
 Da cui: $V_r = V_n \times C_u = 50 \times 2.0 = 100$ anni.

4. MATERIALI

4.1 Acciaio da carpenteria metallica

S355J2 W per spessori ≤ 40 mm
 S355K2 W per spessori > 40 mm
 S355J0 W per elementi non saldati, angolari e piastre
 (UNI EN10025-1, 2 E 5)

4.1.1 Caratteristiche meccaniche

Modulo elastico:	$E_s = 210000$ MPa
Coefficiente di dilatazione termica:	$\alpha = 1.2 \times 10^{-5}$ °C ⁻¹
S355:	
Resistenza allo snervamento (sp. $t \leq 40$ mm):	$f_{yk} = 355$ MPa
Resistenza ultima ($t \leq 40$ mm):	$f_{tk} = 510$ MPa
Resistenza allo snervamento (sp. $40 < t \leq 80$ mm):	$f_{yk} = 335$ MPa
Resistenza ultima ($40 < t \leq 80$ mm):	$f_{tk} = 490$ MPa

4.1.2 Coefficienti parziali di sicurezza

Resistenza sezioni (cl. 1÷4):	$\gamma_{s,M0} = 1.05$
Resistenza instabilità membrature (ponti):	$\gamma_{s,M1} = 1.10$
Resistenza sezioni indebolite dai fori:	$\gamma_{s,M2} = 1.25$
Resistenza a fatica, rispetto a $\Delta\sigma_D$ e $\Delta\tau_D$:	$\gamma_{M,f} = 1.35$

4.1.3 Classe di resistenza

La classe di resistenza adottata è K2 o J2 a temperature di servizio $T_{Ed} = -10^\circ\text{C}$ (si veda nel seguito la valutazione della temperatura minima secondo [2]), lo spessore massimo e la tensione massima corrispondente in combinazione frequente sono date dal prospetto 2.1 di UNI EN 1993-1-10:2005.

proprio 2.1 **Massimi valori ammissibili dello spessore dell'elemento t in millimetri**

Classe di acciaio	Sotto-classe	Energia della prova di Charpy CVN alla temperatura T [°C]	J _{min}	Temperatura di riferimento T _{ref} [°C]																				
				10	0	-10	-20	-30	-40	-50	10	0	-10	-20	-30	-40	-50	10	0	-10	-20	-30	-40	-50
				$\sigma_{ref} = 0,75 f_y(f)$					$\sigma_{ref} = 0,50 f_y(f)$					$\sigma_{ref} = 0,25 f_y(f)$										
S235	JR	20	27	60	50	40	35	30	25	20	90	75	65	55	45	40	35	135	115	100	85	75	65	60
	J0	0	27	90	75	60	50	40	35	30	125	105	90	75	65	55	45	175	155	135	115	100	85	75
	J2	-20	27	125	105	90	75	60	50	40	170	145	125	105	90	75	65	200	200	175	155	135	115	100
S275	JR	20	27	55	45	35	30	25	20	15	80	70	55	50	40	35	30	125	110	95	80	70	60	55
	J0	0	27	75	65	55	45	35	30	25	115	95	80	70	55	50	40	165	145	125	110	95	80	70
	J2	-20	27	110	95	75	65	55	45	35	155	130	115	95	80	70	55	200	190	165	145	125	110	95
	M/N	-20	40	135	110	95	75	65	55	45	180	155	130	115	95	80	70	200	200	190	165	145	125	110
	ML/NL	-50	27	185	160	135	110	95	75	65	200	200	180	155	130	115	95	230	200	200	200	190	165	145
S355	JR	20	27	40	35	25	20	15	10	10	65	55	45	40	30	25	25	110	95	80	70	60	55	45
	J0	0	27	60	50	40	35	25	20	15	95	80	65	55	45	40	30	150	130	110	95	80	70	60
	J2	-20	27	90	75	60	50	40	35	25	135	110	95	80	65	55	45	200	175	150	130	110	95	80
	K2,M/N	-20	40	110	90	75	60	50	40	35	155	135	110	95	80	65	55	200	200	175	150	130	110	95
	ML/NL	-50	27	155	130	110	90	75	60	50	200	180	155	135	110	95	80	210	200	200	200	175	150	130
S420	M/N	-20	40	95	80	65	55	45	35	30	140	120	100	85	70	60	50	200	185	160	140	120	100	85
	ML/NL	-50	27	135	115	95	80	65	55	45	190	165	140	120	100	85	70	200	200	200	185	160	140	120
S460	Q	-20	30	70	60	50	40	30	25	20	110	95	75	65	55	45	35	175	155	130	115	95	80	70
	M/N	-20	40	90	70	60	50	40	30	25	130	110	95	75	65	55	45	200	175	155	130	115	95	80
	QL	-40	30	105	90	70	60	50	40	30	155	130	110	95	75	65	55	200	200	175	155	130	115	95
	ML/NL	-50	27	125	105	90	70	60	50	40	180	155	130	110	95	75	65	200	200	200	175	155	130	115
	QL1	-60	30	150	125	105	90	70	60	50	200	180	155	130	110	95	75	215	200	200	200	175	155	130
S690	Q	0	40	40	30	25	20	15	10	10	65	55	45	35	30	20	20	120	100	85	75	60	50	45
	Q	-20	30	50	40	30	25	20	15	10	80	65	55	45	35	30	20	140	120	100	85	75	60	50
	QL	-20	40	60	50	40	30	25	20	15	95	80	65	55	45	35	30	165	140	120	100	85	75	60
	QL	-40	30	75	60	50	40	30	25	20	115	95	80	65	55	45	35	190	165	140	120	100	85	75
	QL1	-40	40	90	75	60	50	40	30	25	135	115	95	80	65	55	45	200	190	165	140	120	100	85
QL1	-60	30	110	90	75	60	50	40	30	160	135	115	95	80	65	55	200	200	190	165	140	120	100	

Tabella 1: spessore in funzione dei requisiti di resilienza

In base ai requisiti richiesti di resilienza si contiene lo spessore delle lamiere ai valori indicati in rosso per i materiali di progetto, potendo così non limitare le tensioni massime in termini di resistenza. Infatti la limitazione sulla tensione nominale di esercizio è compensata dal fattore di combinazione per i carichi ultimi è mediamente 1.35 (1/1.35=0.74 <0.75); conseguentemente si ha che mantenendo gli spessori massimi impiegato entro i valori indicati non occorre penalizzare la resistenza.

4.2 Collegamenti

4.2.1 Bulloni

Bulloni per giunzioni ad attrito): cl. 10.9

Tensione di snervamento: $f_{yb} = 1000 \text{ MPa}$

Tensione di rottura: $f_{tb} = 900 \text{ Mpa}$

Coeff. sicurezza materiali: $\gamma_{M2} = 1.25$

Per giunzioni ad attrito, secondo la verifica condotta agli stati limite di esercizio (giunti di tipo 2 resistenti ad attrito in condizioni SLE):

$$V_d \leq V_{s,Rd} = n f N_s / \gamma_{M3}$$

n: numero di superficie di attrito

f (= μ) = 0.30: coefficiente di attrito cautelativo, con superficie delle giunzioni sabbiata a metallo bianco e protette sino al serraggio dei bulloni

Resist. Scorrimento SLE: $\gamma_{M3} = 1.10$

$$\text{Forza di precarico del bullone: } N_s = F_{p,Cd} = 0.70 \cdot \frac{f_{tb} \cdot A_{res}}{\gamma_{M7}}$$

Precarico bulloni: $\gamma_{M7} = 1.10$

È prescritto solo l'uso di bulloni a serraggio controllato. Le superfici di unione ad attrito devono essere preparate mediante sabbiatura a metallo bianco e opportunamente protette nei riguardi

dell'ossidazione.

4.2.2 Connettori acciaio-calcestruzzo

Connettori a piolo con testa, tipo KB NELSON o equivalenti, collegati con saldatura automatica. S235J2G3 + C 450 (EN ISO 13918 – UNI EN 10025) o similari (ST 37 – 3K DIN 50049)

Tensione di snervamento $f_{yk} = 350$ MPa

Tensione di rottura $f_{tk} = 450$ MPa

Coeff. sicurezza lato acciaio: $\gamma_{v,1} = 1.25$

Coeff. sicurezza lato calcestruzzo: $\gamma_{v,2} = 1.25$

4.2.3 Tirafondi

Si impiegano barre tonde di classe 10.9, interamente filettate e zincate a caldo.

4.2.4 Saldature

Sono previste giunzioni a doppio cordone d'angolo.

Coefficienti di sicurezza:

Resistenza collegamenti saldati $\gamma_{s,M2} = 1.25$

Sezione di gola nella reale posizione (acciaio S355) $\beta = 0.90$

Per S355: $f_{tk}/(\beta \gamma_{M2}) = 453$ MPa

I cordoni d'angolo hanno dimensione z (lato della saldatura parallela al piatto) = 0.7 volte lo spessore minimo delle lamiere da collegare. Si prevedono inoltre saldature testa a testa tra i piatti orizzontali dei traversi e quelli delle travi, con preparazione dei lembi.

4.3 Calcestruzzo soletta impalcato

Il calcestruzzo strutturale deve essere prodotto secondo i criteri proposti nella UNI EN 11104:2016 (aggregati EN 12620 ed acqua d'impasto EN 1008).

In considerazione della protezione della soletta rispetto all'ambiente (impermeabilizzazione), si adottano le seguenti prescrizioni.

4.3.1 Prescrizioni di durabilità

Con riferimento a:

- [4] UNI 11104:2016 - Calcestruzzo - Specificazione, prestazione, produzione e conformità - Specificazioni complementari per l'applicazione della EN 206 e [5] UNI EN 206: 2017 "Calcestruzzo: specificazione, prestazione, produzione e conformità".

Si hanno le seguenti caratteristiche del conglomerato:

- Nei confronti della corrosione indotta da carbonatazione: XC4 Ciclicamente asciutto e bagnato.
- Nei confronti della corrosione indotta da gelo e disgelo: XF4 Elevata saturazione d'acqua, con presenza di agente antigelo oppure acqua di mare.
- Classe di resistenza: C35/45
- Classe di lavorabilità: S5
- Massimo rapporto a/c: 0.45
- Contenuto minimo in aria 4%
- Minimo contenuto in cemento 360 kg/m³
- Diametro massimo inerte: 25 mm

4.3.2 Copriferro

Calcolo copriferro - § C4.1.6.1.3 ISTRUZIONI NTC

C _{min}	C _o	ambiente	barre da c.a. elementi a piastra		barre da c.a. altri elementi		cavi da c.a.p. elementi a piastra		cavi da c.a.p. altri elementi	
			C _{≥C_o}	C _{min} ≤C<C _o	C _{≥C_o}	C _{min} ≤C<C _o	C _{≥C_o}	C _{min} ≤C<C _o	C _{≥C_o}	C _{min} ≤C<C _o
C25/30	C35/45	ordinario	15	20	20	25	25	30	30	35
C28/35	C40/50	aggressivo	25	30	30	35	35	40	40	45
C35/45	C45/55	molto ag.	35	40	40	45	45	50	50	50

(ai fini della valutazione dell'ambiente si considera ambiente ordinario per effetto delle condizioni di protezione esterna applicate ai getti di calcestruzzo – impermeabilizzazione)

Elementi a piastra

Classe Calcestruzzo: C35/45
 Condizioni ambientali: molto aggressive
 Vita nominale costruzione: 50 [anni]
 Tolleranza di posa: 5 [mm]
 $c = 40 (C > C_0) + 5 (tolleranza) = 45 \text{ mm}$

4.3.3 Caratteristiche meccaniche e valori di progetto

Con riferimento alla resistenza meccanica sono considerati nella progettazione i seguenti valori.

Classe normata:		35/45	MPa
Classe di resistenza cubica:	R _{ck} =	45	MPa
Resist. a compr. cilindrica caratteristica:	f _{ck} = 0.83×R _{ck} =	37.35	MPa
Resist. a compr. cilindrica media:	f _{cm} = f _{ck} + 8 =	45.35	MPa
Resist. a trazione media:	f _{ctm} = 0.30×f _{ck} ^{2/3} =	3.35	MPa
Resist. a trazione caratteristica:	f _{ctk} = 0.70×f _{ctm} =	2.35	MPa
Resist. a trazione ap. fessure:	σ _t = f _{ctm} /1,2 =	1.96	MPa
Modulo elastico:	E _{cm} = 22000×[f _{cm} /10] ^{0.3} =	34600	MPa
Coeff. sicurezza materiali:	γ _M =	1.50	
Coeff. riduttivo carichi lunga durata:	α _c =	0.85	
Resistenza a compr. di progetto:	f _{cd} = α _c × f _{ck} / γ _M =	21.17	MPa
Resistenza a traz. di progetto:	f _{ctd} = f _{ctk} / γ _M =	1.56	MPa
Tensione di aderenza caratteristica:	f _{bk} = 2,25×n×f _{ctk} =	5.28	MPa
Tens. ader. di progetto (cls tesoro):	f _{bd} = f _{bk} /γ _M /1,50 =	2.35	MPa
Tens. ader. di progetto (cls compr.):	f _{bd} = f _{bk} /γ _M =	3.52	MPa
Tens. massima compressione comb. rara:	σ _c = 0.60×f _{ck} =	22.41	MPa
Tens. massima compressione comb. quasi perm.:	σ _c = 0.45×f _{ck} =	16.81	MPa

4.3.4 Requisiti di limitazione della fessurazione

Condizioni ambientali ([2] D.M. 17/01/2018 – Norme tecniche per le Costruzioni (NTC) §4.1.2.2.4.3).

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

Gruppo di armature ([2] D.M. 17/01/2018 – Norme tecniche per le Costruzioni (NTC) §4.1.2.2.4.4):
poco sensibile.

Scelta dello stato limite di fessurazione ([2] D.M. 17/01/2018 – Norme tecniche per le Costruzioni (NTC) §4.1.2.2.4.5):

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

Le verifiche di fessurazione sono condotte con le limitazioni seguenti:

- quasi permanente $w_1 = 0,2$ mm;
- frequente $w_1 = 0,2$ mm.

4.4 Calcestruzzo spalle ed elevazioni

Il calcestruzzo strutturale deve essere prodotto secondo i criteri proposti nella UNI EN 11104:2016 (aggregati EN 12620 ed acqua d'impasto EN 1008).

4.4.1 Prescrizioni di durabilità

Con riferimento a:

- [4] UNI 11104:2016 - Calcestruzzo - Specificazione, prestazione, produzione e conformità - Specificazioni complementari per l'applicazione della EN 206 e [5] UNI EN 206: 2017 "Calcestruzzo: specificazione, prestazione, produzione e conformità".

Si hanno le seguenti caratteristiche del conglomerato:

- Nei confronti della corrosione indotta da carbonatazione: XC4 Ciclicamente asciutto e bagnato.
- Nei confronti della corrosione indotta da gelo e disgelo: XF2 Moderata saturazione d'acqua in presenza di agente disgelante.
- Classe di resistenza: C32/40
- Classe di lavorabilità: S4
- Massimo rapporto a/c: 0.50
- Contenuto minimo in aria 4%
- Minimo contenuto in cemento 340 kg/m³
- Diametro massimo inerte: 25 mm

4.4.2 Copriferro

Calcolo copriferro - § C4.1.6.1.3 ISTRUZIONI NTC

			barre da c.a.		barre da c.a.		cavi da c.a.p.		cavi da c.a.p.	
			elementi a piastra		altri elementi		elementi a piastra		altri elementi	
C_{min}	C_o	ambiente	$C \geq C_o$	$C_{min} \leq C < C_o$	$C \geq C_o$	$C_{min} \leq C < C_o$	$C \geq C_o$	$C_{min} \leq C < C_o$	$C \geq C_o$	$C_{min} \leq C < C_o$

C25/30	C35/45	ordinario	15	20	20	25	25	30	30	35
C28/35	C40/50	aggressivo	25	30	30	35	35	40	40	45
C35/45	C45/55	molto ag.	35	40	40	45	45	50	50	50

Elementi altri

Classe Calcestruzzo: C35/45
 Condizioni ambientali: aggressive
 Vita nominale costruzione: 50 [anni]
 Tolleranza di posa: 10 [mm]
 $c = 30 (C > C_{min}) + 10 (tolleranza) = 40 \text{ mm}$

4.4.3 Caratteristiche meccaniche e valori di progetto

Con riferimento alla resistenza meccanica sono considerati nella progettazione i seguenti valori.

Classe normata:		32/40	MPa
Classe di resistenza cubica:	$R_{ck} =$	40	MPa
Resist. a compr. cilindrica caratteristica:	$f_{ck} = 0.83 \times R_{ck} =$	33.20	MPa
Resist. a compr. cilindrica media:	$f_{cm} = f_{ck} + 8 =$	41.20	MPa
Resist. a trazione media:	$f_{ctm} = 0.30 \times f_{ck}^{2/3} =$	3.10	MPa
Resist. a trazione caratteristica:	$f_{ctk} = 0.70 \times f_{ctm} =$	2.17	MPa
Resist. a trazione ap. fessure:	$\sigma_t = f_{ctm} / 1,2 =$	2.58	MPa
Modulo elastico:	$E_{cm} = 22000 \times [f_{cm} / 10]^{0.3} =$	33643	MPa
Coeff. sicurezza materiali:	$\gamma_M =$	1.50	
Coeff. riduttivo carichi lunga durata:	$\alpha_c =$	0.85	
Resistenza a compr. di progetto:	$f_{cd} = \alpha_c \times f_{ck} / \gamma_M =$	18.81	MPa
Resistenza a traz. di progetto:	$f_{ctd} = f_{ctk} / \gamma_M =$	1.45	MPa
Tensione di aderenza caratteristica:	$f_{bk} = 2,25 \times n \times f_{ctk} =$	4.88	MPa
Tens. ader. di progetto (cls tes):	$f_{bd} = f_{bk} / \gamma_M / 1,50 =$	2.17	MPa
Tens. ader. di progetto (cls compr.):	$f_{bd} = f_{bk} / \gamma_M =$	3.25	MPa
Tens. massima compressione comb. rara:	$\sigma_c = 0.60 \times f_{ck} =$	19.92	MPa
Tens. massima compressione comb. quasi perm.:	$\sigma_c = 0.45 \times f_{ck} =$	14.94	MPa

4.4.4 Requisiti di limitazione della fessurazione

Condizioni ambientali ([2] D.M. 17/01/2018 – Norme tecniche per le Costruzioni (NTC) §4.1.2.2.4.3).

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

Gruppo di armature ([2] D.M. 17/01/2018 – Norme tecniche per le Costruzioni (NTC) §4.1.2.2.4.4): poco sensibile.

Scelta dello stato limite di fessurazione ([2] D.M. 17/01/2018 – Norme tecniche per le Costruzioni (NTC) §4.1.2.2.4.5):

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

Le verifiche di fessurazione sono condotte con le limitazioni seguenti:

- quasi permanente $w_1 = 0,2$ mm;
- frequente $w_2 = 0,3$ mm.

4.5 Calcestruzzo batoli di fondazione e pali

Il calcestruzzo strutturale deve essere prodotto secondo i criteri proposti nella UNI EN 11104:2016 (aggregati EN 12620 ed acqua d'impasto EN 1008).

4.5.1 Prescrizioni di durabilità

Con riferimento a:

- [4] UNI 11104:2016 - Calcestruzzo - Specificazione, prestazione, produzione e conformità - Specificazioni complementari per l'applicazione della EN 206 e [5] UNI EN 206: 2017 "Calcestruzzo: specificazione, prestazione, produzione e conformità".

Si hanno le seguenti caratteristiche del conglomerato:

- Nei confronti della corrosione indotta da carbonatazione: XC2 Bagnato, raramente asciutto (batoli).
- Classe di resistenza: C28/35
- Classe di lavorabilità: S4
- Massimo rapporto a/c: 0.55
- Minimo contenuto in cemento 320 kg/m³
- Diametro massimo inerte: 32 mm

4.5.2 Copriferro

Calcolo copriferro - § C4.1.6.1.3 ISTRUZIONI NTC

C_{min}	C_o	ambiente	barre da c.a. elementi a piastra		barre da c.a. altri elementi		cavi da c.a.p. elementi a piastra		cavi da c.a.p. altri elementi	
			$C_{\geq C_o}$	$C_{min} \leq C < C_o$	$C_{\geq C_o}$	$C_{min} \leq C < C_o$	$C_{\geq C_o}$	$C_{min} \leq C < C_o$	$C_{\geq C_o}$	$C_{min} \leq C < C_o$
C25/30	C35/45	ordinario	15	20	20	25	25	30	30	35
C28/35	C40/50	aggressivo	25	30	30	35	35	40	40	45
C35/45	C45/55	molto ag.	35	40	40	45	45	50	50	50

Elementi altri

Classe Calcestruzzo: C28/35

Condizioni ambientali: ordinarie

Vita nominale costruzione: 50 [anni]

Tolleranza di posa: 10 [mm]

$c = 30$ (cautelativamente) + 10 (tolleranza) = 40 mm

4.5.3 Caratteristiche meccaniche e valori di progetto

Con riferimento alla resistenza meccanica sono considerati nella progettazione i seguenti valori.

Classe normata:		28/35	MPa
Classe di resistenza cubica:	$R_{ck} =$	35	MPa
Resist. a compr. cilindrica caratteristica:	$f_{ck} = 0.83 \times R_{ck} =$	29.05	MPa
Resist. a compr. cilindrica media:	$f_{cm} = f_{ck} + 8 =$	37.05	MPa
Resist. a trazione media:	$f_{ctm} = 0.30 \times f_{ck}^{2/3} =$	2.83	MPa
Resist. a trazione caratteristica:	$f_{ctk} = 0.70 \times f_{ctm} =$	1.98	MPa
Resist. a trazione ap. fessure:	$st = f_{ctk}/1,2 =$	1.65	MPa

Modulo elastico:	$E_{cm} = 22000 \times [f_{cm}/10]^0.3 =$	32588	MPa
Coeff. sicurezza materiali:	$\gamma_M =$	1.50	
Coeff. riduttivo carichi lunga durata:	$\alpha_c =$	0.85	
Resistenza a compr. di progetto:	$f_{cd} = \alpha_c \times f_{ck} / \gamma_M =$	16.46	MPa
Resistenza a traz. di progetto:	$f_{ctd} = f_{ctk} / \gamma_M =$	1.32	MPa
Tensione di aderenza caratteristica:	$f_{bk} = 2,25 \times n \times f_{ctk} =$	4.46	MPa
Tens. ader. di progetto (cls tesoro):	$f_{bd} = f_{bk} / \gamma_M / 1,50 =$	1.98	MPa
Tens. ader. di progetto (cls compr.):	$f_{bd} = f_{bk} / \gamma_M =$	2.97	MPa
Tens. massima compressione comb. rara:	$sc = 0.60 \times f_{ck} =$	17.93	MPa
Tens. massima compressione comb. quasi perm.:	$sc = 0.45 \times f_{ck} =$	13.07	MPa

4.5.4 Requisiti di limitazione della fessurazione

Condizioni ambientali ([2] D.M. 17/01/2018 – Norme tecniche per le Costruzioni (NTC) §4.1.2.2.4.3).

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

Gruppo di armature ([2] D.M. 17/01/2018 – Norme tecniche per le Costruzioni (NTC) §4.1.2.2.4.4): poco sensibile.

Scelta dello stato limite di fessurazione ([2] D.M. 17/01/2018 – Norme tecniche per le Costruzioni (NTC) §4.1.2.2.4.5):

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

Limitazioni:

- quasi permanente $w_2 = 0,3$ mm;
- frequente $w_3 = 0,4$ mm.

Le verifiche di fessurazione possono essere condotte in favore della sicurezza con le limitazioni previste per l'ambiente aggressivo:

- quasi permanente $w_1 = 0,2$ mm;
- frequente $w_2 = 0,3$ mm.

4.6 Acciaio per armatura lenta

Tipo B450C

4.6.1 Caratteristiche meccaniche

Modulo elastico:	$E_s = 210000$ MPa
Tensione di snervamento	$f_{yk} = f_{y\text{nom}} = 450$ MPa
Tensione di rottura	$f_{tk} = f_{t\text{nom}} = 540$ MPa

4.6.2 Valori di progetto

Coeff. sicurezza materiali:	$Y_{s,M} = 1.15$
Snervam. progetto materiali:	$f_{yd} = f_{yk} / Y_{s,M} = 391.3$ Mpa

5. MODELLO GEOTECNICO

Viene di seguito riportato il modello geotecnico del sottosuolo in corrispondenza del Viadotto Luglie.
 Le indagini di riferimento sono: P2, P3, S8, DH3, PR6.
 In questo tratto si attraversa il fondovalle del F.so Luglie.

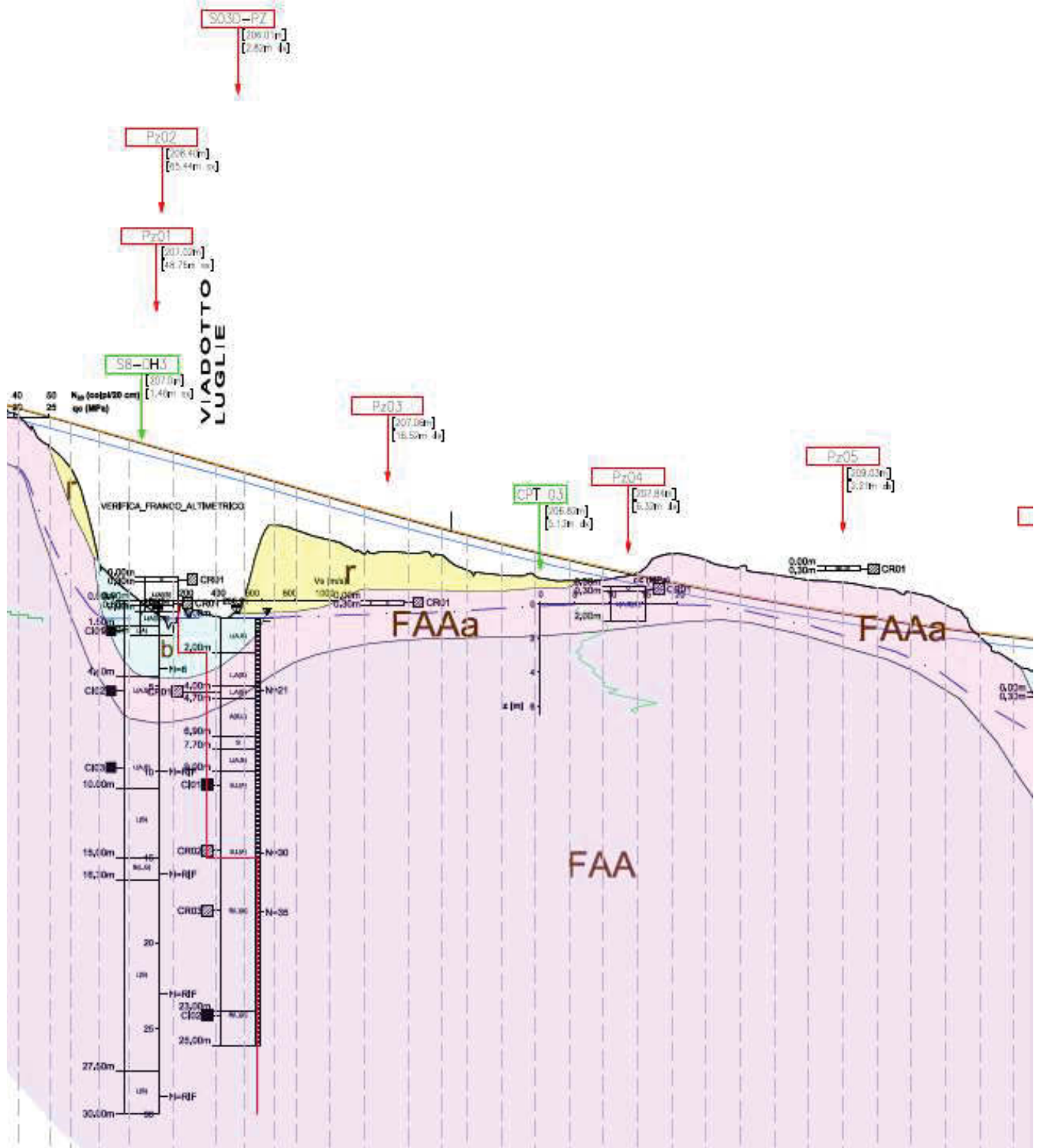


Figura 5 – Modello geotecnico del sottosuolo

UNITA' LITOLOGICHE				
CLASSI BASILARI	ALTERNANZE E INTERCALAZIONI	CLASSI INTERMEDIE TERRENI		
R=MATERIALE DI RIPORTO	S/G =alternanze di sabbie e ghiaie	%	termini AGI	esempio
V=TERRENO VEGETALE	S//G =sabbie con intercalazioni di ghiaie	50 - 50	e	SL=sabbia e limo
G=GHIAIA	S///G =sabbie con livelli di ghiaie	50 - 25	con	S.L=sabbia con limo
S=SABBIA		25 - 10	-oso	S(L)=sabbia limosa
L=LIMO		10 - 5	deb. -oso	S[L]=sabbia deb. limosa
A=ARGILLA				
T=TORBA				

UNITA' GEOTECNICHE	
r	Depositi antropici [Olocene] Rilevati stradali e ferroviari, terrapieni, discariche
b	Depositi alluvionali [Olocene] Ghiaie con sabbie limose e limi sabbiosi argillosi, da mediamente addensate ad addensate, di colore giallo ocra
bn	Depositi alluvionali terrazzati [Pleistocene-Olocene] Ghiaie con ciottoli, sabbie e peliti massive pedogenizzate
b2	Depositi eluvio-colluviali [Pleistocene-Olocene] Limi sabbiosi e sabbie limose depositatisi alla base dei versanti
SVV	Sabbie di S. Vivaldo [Pliocene] Areniti poco cementate e sabbie a grana da fine a media, molto bioturbate, di colore giallo-ocra, localmente con resti di Ostreidi e Pectinidi
FAA	Argille azzurre [Pliocene] Peliti marnose massive, da molto consistenti a dure, spesso bioturbate, localmente fossilifere, talvolta intercalate a strati sabbiosi tabulari; all'interno e nelle parte alta sono presenti argille sabbiose e limi color nocciola con Lamellibranchi e Gasteropodi
FAAa	Argille azzurre [Pliocene] - porzione alterata Argille limose, limi argillosi e limi sabbiosi, da poco a mediamente consistenti

Livello piezometrico della falda

Figura 6 – Legenda

Unità geotecniche	Peso di volume naturale	Peso di volume saturo	Coesione efficace	Angolo di resistenza a taglio	Coesione non drenata	Modulo di elasticità
	γ_N [kN/m ³]	γ_{sat} [kN/m ³]	c' [kPa]	ϕ' [°]	c_u [kPa]	E [MPa]
Unità r - Depositi antropici attuali	18,0	19,0	0	35,0	-	10
Unità bg - Depositi alluvionali - Ghiaie con sabbie limose	18,0	20,0	0	35,0	-	10
Unità bs - Depositi alluvionali - Sabbie limose argillose	19,0	20,0	18	32,0	-	15
Unità bl - Depositi alluvionali - Limi sabbiosi argillosi	19,5	20,5	15	30,0	75	10
Unità b2 - Depositi eluvio-colluviali - Limi sabbiosi e sabbie limose	19,5	20,5	15	30,0	75	10
Unità FAAa - Argille azzurre plioceniche alterate	19,5	20,5	20	24,0	75	10
Unità FAA - Argille azzurre plioceniche	20	21	30	28,0	200	20

Tabella 2 – Parametri geotecnici

Vengono previste fondazioni profonde su pali di diametro 1.2 m per tutti i manufatti delle sottostrutture.

6. SOFTWARE DI CALCOLO

Si fornisce l'elenco del software utilizzato nel presente progetto.

I programmi vengono usati in forza di regolari licenze d'uso e sono testati periodicamente mediante procedure di controllo codificate, tali da verificare l'attendibilità delle applicazioni e dei risultati ottenuti ed individuare eventuali vizi ed anomalie.

6.1 Analisi strutturale dell'impalcato e delle sottostrutture

MIDAS CIVIL versione 2018, prodotto da MIDAS Information Technology Co., Ltd. (MIDAS IT): si tratta di un programma agli elementi finiti che opera in campo lineare e non lineare, statico e dinamico, particolarmente adatto all'utilizzo per ponti e viadotti. Oltre a possedere un'ampia gamma di elementi finiti, fornisce la possibilità di analizzare in automatico le sollecitazioni dovute ai carichi mobili propri degli impalcato da ponte.

Midas Gen 2019 v2.1 sviluppato in Corea del Sud e distribuito in Italia da CSP Fea s.c. via Zuccherificio, 5/D - 35042 Este (PD) Italy - P.I. 04057560288. Questo software è utilizzato per l'analisi delle sollecitazioni degli elementi strutturali. Verifiche di resistenza.

6.2 Analisi di dettaglio agli elementi finiti:

STRAUS 7 Release 2.4.6 prodotto dalla G+D Computing, ed è commercializzato in Italia da HSH S.r.l. di Padova. Si tratta di un software completo e versatile per condurre analisi numerica agli elementi finiti (dei quali possiede una amplissima libreria) adatto ad una molteplicità di analisi.

6.3 Verifiche di resistenza

6.3.1 Per le sezioni in c.a.

- RC-SEC vers. 2010.4 rev. 212, prodotto da GEOSTRU srl. Il programma consente di effettuare il calcolo di verifica delle sezioni di travi e pilastri in c.a. agli stati limite ultimi e di esercizio tenendo conto, nel caso di calcolo sismico, della classe di duttilità richiesta e della posizione della sezione nell'asta (se ricade in zona critica o meno). Per le verifiche di resistenza (e semi-progetto delle armature) a presso-tenso flessione (retta e deviata) è previsto l'uso del diagramma tensioni-deformazione parabola rettangolo per il conglomerato e bilineare per

l'acciaio. Nelle verifiche a taglio è stata implementata la nuova metodologia che prevede l'uso dell'inclinazione variabile delle bielle compresse. Vengono inoltre costruiti diagrammi momenti curvature utilizzando più leggi di comportamento del calcestruzzo (parabola rettangolo, Kent-Park, EC2) nel nucleo confinato della sezione e valutando per ogni combinazione il valore della duttilità in curvatura (CCDF) anche in regime di pressoflessione deviata. Possono essere analizzate sezioni di qualsiasi forma, da quelle più comuni (rettangolari, a T, T doppio, ad L, circolari) a quelle più complesse (a contorno poligonale costituite da uno o più domini di conglomerato, cave, miste).

- VCaSLU v7.7 del professor Pietro Gelfi (software freeware) per il calcolo e la verifica delle sezioni in calcestruzzo armato;
- PresFLE+ 5.30.3 sviluppato da CONCRETE s.r.l., via della Pieve 19, 35121 Padova. Questo software è utilizzato per la verifica delle sezioni di travi, pilastri, solette e pareti di altri elementi legati a modellazioni locali;
- Fogli di calcolo excel.

6.3.2 Per le sezioni miste acciaio-calcestruzzo

Per le sezioni miste degli impalcati si impiega il software **PONTI EC4 ver. 3.2.8**, software per il calcolo di sezioni miste acciaio-calcestruzzo per impalcati da ponte prodotto da Alhambra srl.

7. ANALISI DEI CARICHI

7.1 Pesì propri strutturali

7.1.1 Carpenteria metallica

Il peso degli elementi in acciaio è calcolato con il seguente valore per unità di volume, tenendo conto di una maggiorazione cautelativa pari al 10%:

$$\gamma = 78.50 \times 1.10 = 86.35 \text{ kN/m}^3$$

Le stime di pre-dimensionamento conducono ad una incidenza cautelativa di 300kg/mq di impalcato.

Il carico per unità di lunghezza delle sole strutture metalliche utilizzato nelle analisi risulta:

$$G_{1,1} = 3 \times 11.25 = 33.75 \text{ kN/m}$$

Il computo di dettaglio (esclusi bulloni, calastrelli e saldature) condotto a valle della progettazione conferma i valori assunti in quanto porta ad avere il seguente peso della carpenteria metallica:

$$P = 401 \text{ ton}$$

Che riferite alla superficie del ponte $S = 121 \times 11.25 = 1361.3 \text{ mq}$ portano alla incidenza:

$$I = 401000 / 1361.3 = 295 \text{ kg/mq}$$

7.1.2 Calcestruzzo di soletta

Il peso degli elementi in calcestruzzo è calcolato con il seguente valore per unità di volume:

$$\gamma = 25.00 \text{ kN/m}^3$$

La soletta ha spessore 25 cm e larghezza sostanzialmente costante pari a 11.25 m; il carico per unità di lunghezza risulta pertanto:

$$G_{1,2} = 0.25 \times 25 \times 11.25 = 70.31 \text{ kN/m}$$

Il peso complessivo delle strutture risulta:

$$G_1 = G_{1,1} + G_{1,2} = 104.06 \text{ kN/m}$$

7.2 Carichi permanenti portati

I carichi permanenti da considerare vengono elencati nel seguito nel loro valore a metro di sviluppo di implacato:

7.2.1 Pavimentazione

Si considera un peso per unità di volume della pavimentazione (B=9.75 m) di 24 kN/m³ e uno spessore di 15 cm (per considerare eventuali riasfaltatura senza scarifica).

$$G_{2,1}=0.15 \times 24 \times 9.75 = 35.1 \text{ kN/m}$$

7.2.2 Guard rail impiantistica

Si considera un peso per unità di lunghezza dei guard rail 1.5 kN/m per ciascun elemento.

$$G_{2,2}=1.5 \times 2 = 3 \text{ kN/m}$$

Si considera un peso per gli impianti (anche futuri) di 3 kN/m

$$G_{2,3}=3 \text{ kN/m}$$

7.2.3 Cordoli e veletta

Si considera una veletta in calcestruzzo (a favore di sicurezza) di dimensioni 90x7 cm e il cordolo di dimensioni 75x15 cm.

$$G_{2,4}=0.15 \times 0.75 \times 25 \times 2 = 5.625 \text{ kN/m} \quad (\text{cordoli})$$

$$G_{2,5}=0.07 \times 0.9 \times 25 \times 2 = 3.15 \text{ kN/m} \quad (\text{veletta})$$

Il valore complessivo dei permanenti portati risulta quindi:

$$G_2 = G_{2,1} + G_{2,2} + G_{2,3} + G_{2,4} + G_{2,5} = 49.875 \text{ kN/m}$$

7.3 Ritiro e viscosità del calcestruzzo

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

Caratteristiche del cls a tempo zero

Resistenza a compressione caratteristica, f_{ck} (N/mm ²)	35.00
Resistenza a compressione media, $f_{cm} = f_{ck} + 8$ (N/mm ²)	43.00
Modulo elastico secante, $E_{cm} = 22000 (f_{cm}/10)^{0.3}$ k (N/mm ²)	34 077.15
Coefficiente di correzione, k	1.00
Tipo di aggregati presenti nell'impasto	Quarziti
Classe del cemento	N

Coefficienti di omogeneizzazione

Moduli elastici Longitudinali		Moduli elastici Tangenziali	
nE a tempo 0	6.162	nG a tempo 0	5.688
nE(t,t ₀) - Permanenti	19.812	nG(t,t ₀) - Permanenti	18.288
nE(t,t ₀) - Ritiro	12.987	nG(t,t ₀) - Ritiro	11.988
nE(t,t ₀) - Def. imposte	20.489	nG(t,t ₀) - Def. imposte	18.913

Tempo e ambiente

Eta' del calcestruzzo in giorni all'inizio del ritiro per essiccamento, t_s	3
Eta' del calcestruzzo in giorni al momento dell'applicazione dei carichi permanenti, t_0	7
Eta' del calcestruzzo in giorni al momento dell'applicazione del ritiro, t_0	7
Eta' del calcestruzzo in giorni al momento dell'applicazione delle deformazioni imposte, t_0	28
Eta' del calcestruzzo in giorni, t	36 500
Dimensione fittizia dell'elemento di cls, $h_0 = 2A_c/u$ (mm)	377
Sezione dell'elemento, A_c (mm ²)	2 250 000.00

Relazione tecnica e di calcolo

25

RTP di progettazione:

Mandataria:

Mandanti:



Perimetro a contatto con l'atmosfera, u (mm)	11 950.00
Umidita' relativa percentuale, RH (%)	75

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

Coefficiente di viscosita' $\varphi(t, t_0) = \varphi_0 \beta_c(t, t_0) =$ al momento dell'applicazione dei carichi permanenti	2.014
al momento dell'applicazione del ritiro	2.014
al momento dell'applicazione delle deformazioni imposte	1.550
Coefficiente nominale di viscosita', $\varphi_0 = \varphi_{RH} \beta_c(f_{cm}) \beta_c(t_0) =$ al momento dell'applicazione dei carichi permanenti	2.028
al momento dell'applicazione del ritiro	2.028
al momento dell'applicazione delle deformazioni imposte	1.561
Coefficiente per l'evoluzione della viscosita' nel tempo, $\beta_c(t_0) = 1/(0.1+t_0^{0.20})$ al momento dell'applicazione dei carichi permanenti	0.635
al momento dell'applicazione del ritiro	0.635
al momento dell'applicazione delle deformazioni imposte	0.488
Eta' del calcestruzzo corretta in funzione della tipologia di cemento, $t_0 = t_0 [9/(2+t_0^{1.2})+1]^\alpha >= 0.5$ al momento dell'applicazione dei carichi permanenti	7.00
al momento dell'applicazione del ritiro	7.00
al momento dell'applicazione delle deformazioni imposte	28.00
Coefficiente per la variabilita' della viscosita' nel tempo, $\beta_c(t, t_0) = [(t-t_0)/(\beta_H + t - t_0)]^{0.30}$ al momento dell'applicazione dei carichi permanenti	0.993
al momento dell'applicazione del ritiro	0.993
al momento dell'applicazione delle deformazioni imposte	0.993
Modulo elastico al tempo "t", $E_{cm}(t, t_0) = E_{cm} / [1 + \psi \cdot \varphi(t, t_0)]$ al momento dell'applicazione dei carichi permanenti	10 600
al momento dell'applicazione del ritiro	16 170
al momento dell'applicazione delle deformazioni imposte	10 250
$\psi =$ al momento dell'applicazione dei carichi permanenti	1.100
al momento dell'applicazione del ritiro	0.550
al momento dell'applicazione delle deformazioni imposte	1.500
Altri dati: Coefficiente che tiene conto dell'umidita', $\varphi_{RH} = 1 + [(1-RH/100)/(0.1h_0^{1/3})] \alpha_1 \alpha_2$	1.247
Coefficiente per la resistenza del cls, $\alpha_1 = (35/f_{cm})^{0.7}$ per $f_{cm} > 35$ Mpa oppure $\alpha_1 = 1$ per $f_{cm} \leq 35$ Mpa	0.866
Coefficiente per la resistenza del cls, $\alpha_2 = (35/f_{cm})^{0.2}$ per $f_{cm} > 35$ Mpa oppure $\alpha_2 = 1$ per $f_{cm} \leq 35$ Mpa	0.960
Coefficiente per la resistenza del cls, $\beta_c(f_{cm}) = 16.8/f_{cm}^{0.5}$	2.562
Coefficiente per il tipo di cemento, $\alpha =$	0
Coefficiente che tiene conto dell'umidita', $\beta_H = 1.5 [1 + (0.012 RH)^{18}] h_0 + 250$ $\alpha_3 \leq 1500$ α_3	875
Coefficiente per la resistenza del cls, $\alpha_3 = (35/f_{cm})^{0.5}$ per $f_{cm} > 35$ Mpa oppure $\alpha_3 = 1$ per $f_{cm} \leq 35$ Mpa	0.902

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

$\epsilon_s(t, t_0) = \epsilon_{cd}(t) + \epsilon_{ca}(t) = 0.000280$

Dove:

Deformazione dovuta al ritiro per essiccamento, $\epsilon_{cd}(t) = \beta_{ds}(t, t_s) k_h \epsilon_{cd,0} =$	0.000218
Coeff. per la variabilita' della deformazione nel tempo, $\beta_{ds}(t, t_s) = (t-t_s)/[(t-t_s)+0.04(h_0^3)^{0.5}] =$	0.992
Parametro che dipende da h_0 (vedi prospetto seguente), $k_h =$	0.73
Deformazione di base, $\epsilon_{cd,0} = 0.85 [(220+110\alpha_{ds1}) \cdot \exp(-\alpha_{ds2} \cdot f_{cm}/f_{cm0})] 10^{-6} \beta_{RH} =$	0.000300
$\beta_{RH} = 1.55 [1 - (RH/RH_0)^3] =$	0.896
$f_{cm0} =$	10 Mpa
$RH_0 =$	100%
Coefficiente per il tipo di cemento, $\alpha_{ds1} =$	4
Coefficiente per il tipo di cemento, $\alpha_{ds2} =$	0.12
Deformazione dovuta al ritiro autogeno, $\epsilon_{ca}(t) = \beta_{as}(t) \epsilon_{ca00} =$	0.0000625
$\beta_{as}(t) = 1 - \exp(-0.2t^{0.5}) =$	1.00
$\epsilon_{ca00} = 2.5(f_{ck} - 10) 10^{-6} =$	0.0000625

Valori di k_h

h_0 k_h

Relazione tecnica e di calcolo



Vita nominale:

$V_n = 50$ anni

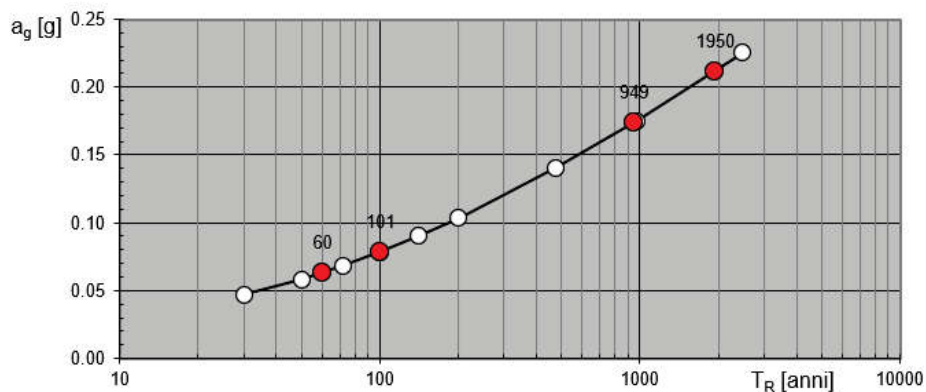
Classe d'uso:

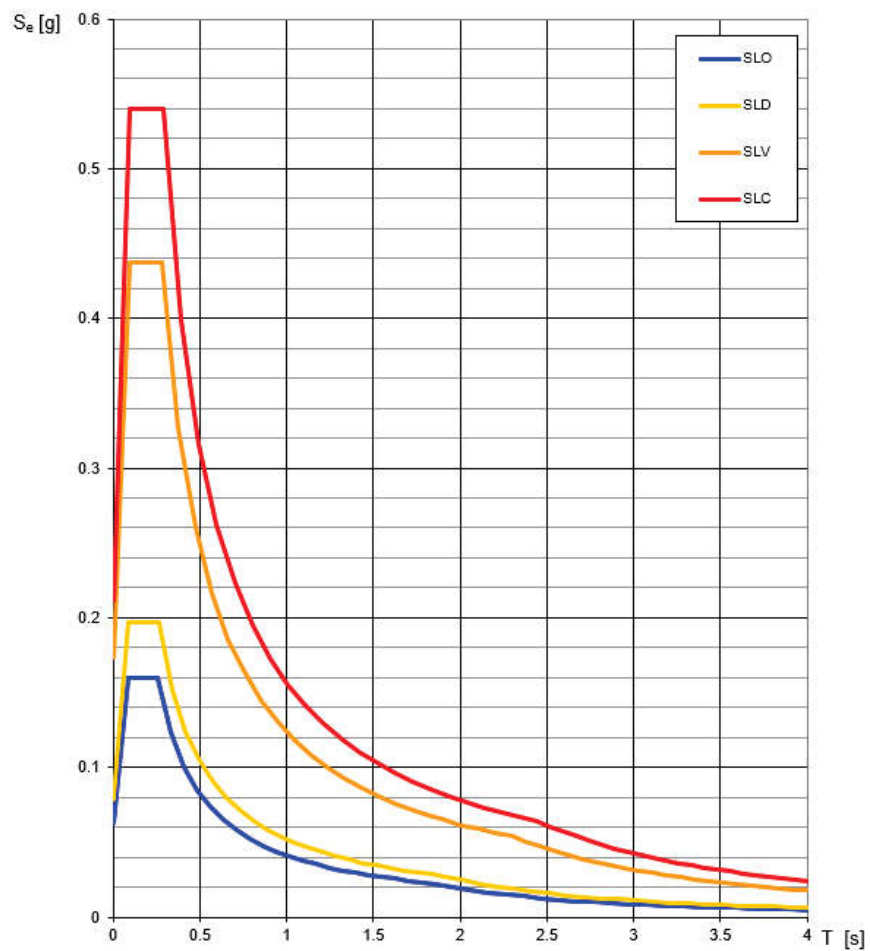
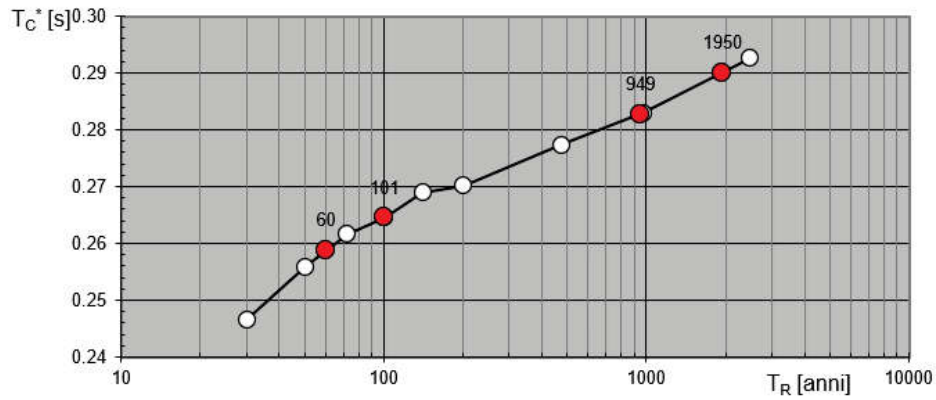
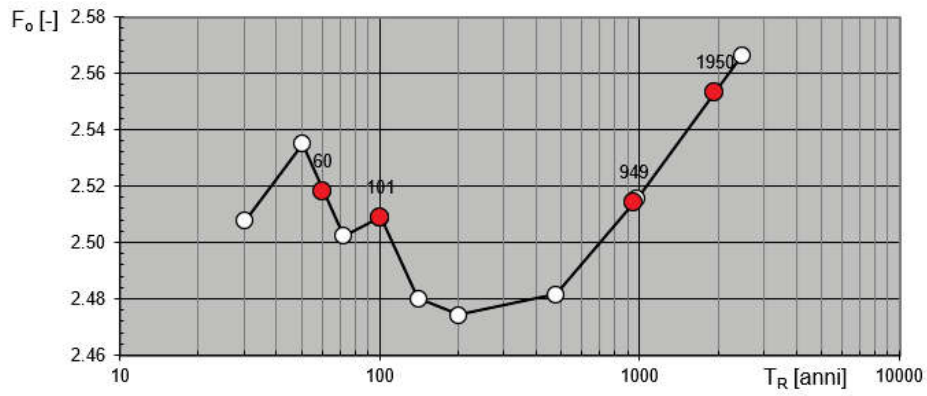
IV - Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al DM 5/11/2001, n. 6792, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica. Categoria del sottosuolo:

C - Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < NSPT_{,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < cu_{,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).

Categoria topografica:

T1 - Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$





Valori dei parametri a_g , F_o , T_C^* per i periodi di ritorno T_R associati a ciascun

SLATO LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_C^* [s]
SLO	60	0.063	2.518	0.259
SLD	101	0.078	2.509	0.265
SLV	949	0.174	2.514	0.283
SLC	1950	0.212	2.553	0.290

In forza di quanto prescritto al §7.3.1 del DM 17/01/2018 circa il fattore di struttura utilizzabile per la tipologia in oggetto (ponte con pile in c.a. inflesse e spalle in genere) e riportato nella tabella seguente:

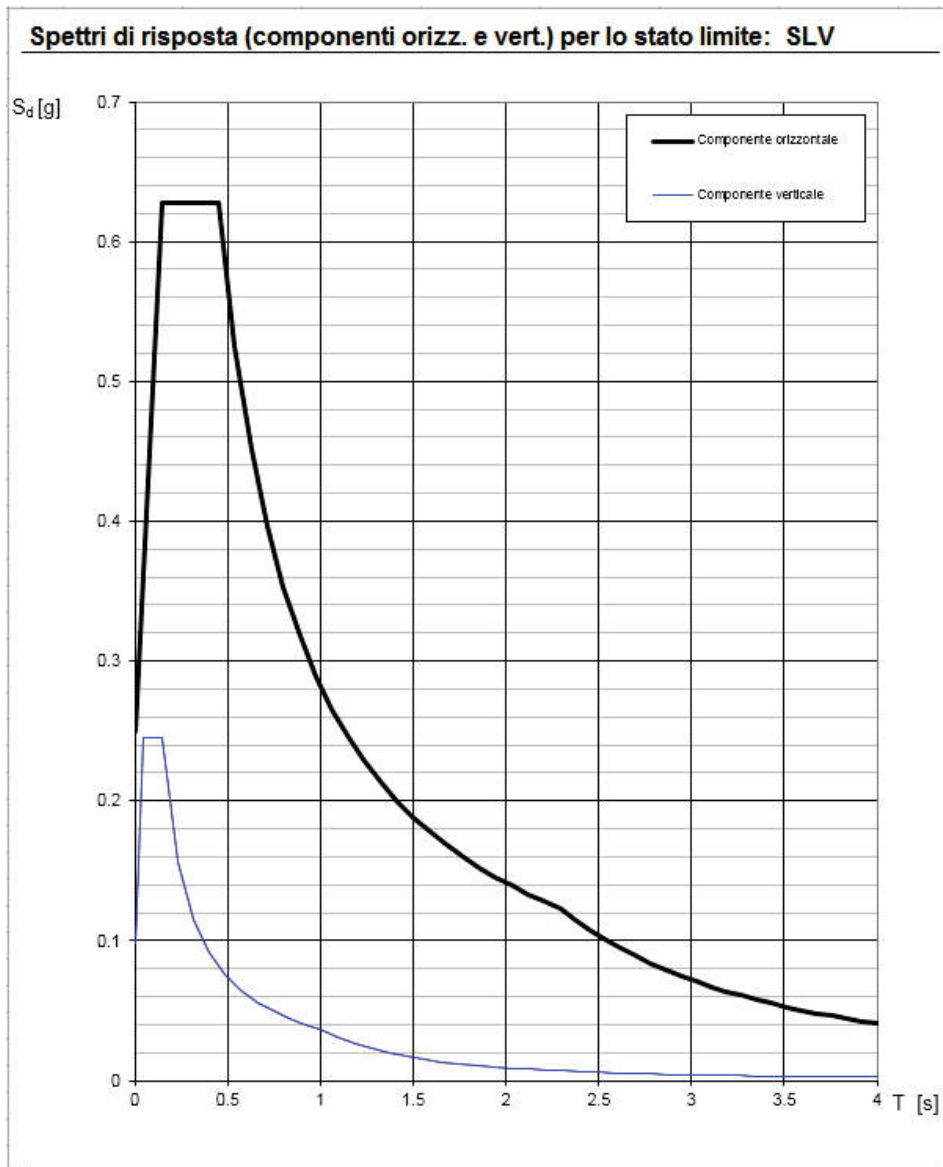
Tab. 7.3.II – Valori massimi del valore di base q_b del fattore di comportamento allo SLV per diverse tecniche costruttive ed in funzione della tipologia strutturale e della classe di duttilità CD

Tipologia strutturale	q_b	
	CD "A"	CD "B"
Ponti (§ 7.9.2.1)		
Pile in calcestruzzo armato		
Pile verticali inflesse	3,5 λ	1,5
Elementi di sostegno inclinati inflessi	2,1 λ	1,2
Pile in acciaio:		
Pile verticali inflesse	3,5	1,5
Elementi di sostegno inclinati inflessi	2,0	1,2
Pile con controventi concentrici	2,5	1,5
Pile con controventi eccentrici	3,5	-
Spalle		
In genere	1,5	1,5
Se si muovono col terreno	1,0	1,0

Si assume una classe di duttilità B e un fattore di struttura seguente:

$q = 1.5$.

Nelle figure che seguono si riportano gli spettri elastici sia SLV ed SLC (quest'ultimo utilizzato nel dimensionamento degli appoggi e dispositivi sismici).



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

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_g	0.174 g
F_o	2.514
T_c	0.283 s
S_s	1.438
C_c	1.593
S_T	1.000
q	1.000

Parametri dipendenti

S	1.438
η	1.000
T_B	0.150 s
T_C	0.451 s
T_D	2.295 s

Espressioni dei parametri dipendenti

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

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

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

$$T_C = C_c \cdot T_c \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.7})$$

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

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

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

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

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

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

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

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0.000	0.250
$T_B \leftarrow$	0.150	0.628
$T_C \leftarrow$	0.451	0.628
	0.538	0.525
	0.626	0.452
	0.714	0.396
	0.802	0.353
	0.890	0.318
	0.977	0.289
	1.065	0.265
	1.153	0.245
	1.241	0.228
	1.329	0.213
	1.417	0.200
	1.504	0.188
	1.592	0.178
	1.680	0.168
	1.768	0.160
	1.856	0.152
	1.943	0.146
	2.031	0.139
	2.119	0.133
	2.207	0.128
$T_D \leftarrow$	2.295	0.123
	2.376	0.115
	2.457	0.107
	2.538	0.101
	2.620	0.095
	2.701	0.089
	2.782	0.084
	2.863	0.079
	2.944	0.075
	3.026	0.071
	3.107	0.067
	3.188	0.064
	3.269	0.061
	3.350	0.058
	3.432	0.055
	3.513	0.053
	3.594	0.050
	3.675	0.048
	3.756	0.046
	3.838	0.044
	3.919	0.042
	4.000	0.041

Parametri e punti dello spettro di risposta verticale per lo stato linSLV

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_{av}	0.098 g
S_s	1.000
S_T	1.000
q	1.000
T_B	0.050 s
T_C	0.150 s
T_D	1.000 s

Parametri dipendenti

F_v	1.414
S	1.000
η	1.000

Espressioni dei parametri dipendenti

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

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

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

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

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

$$T_B \leq T < T_C \quad S_c(T) = a_s \cdot S \cdot \eta \cdot F_v$$

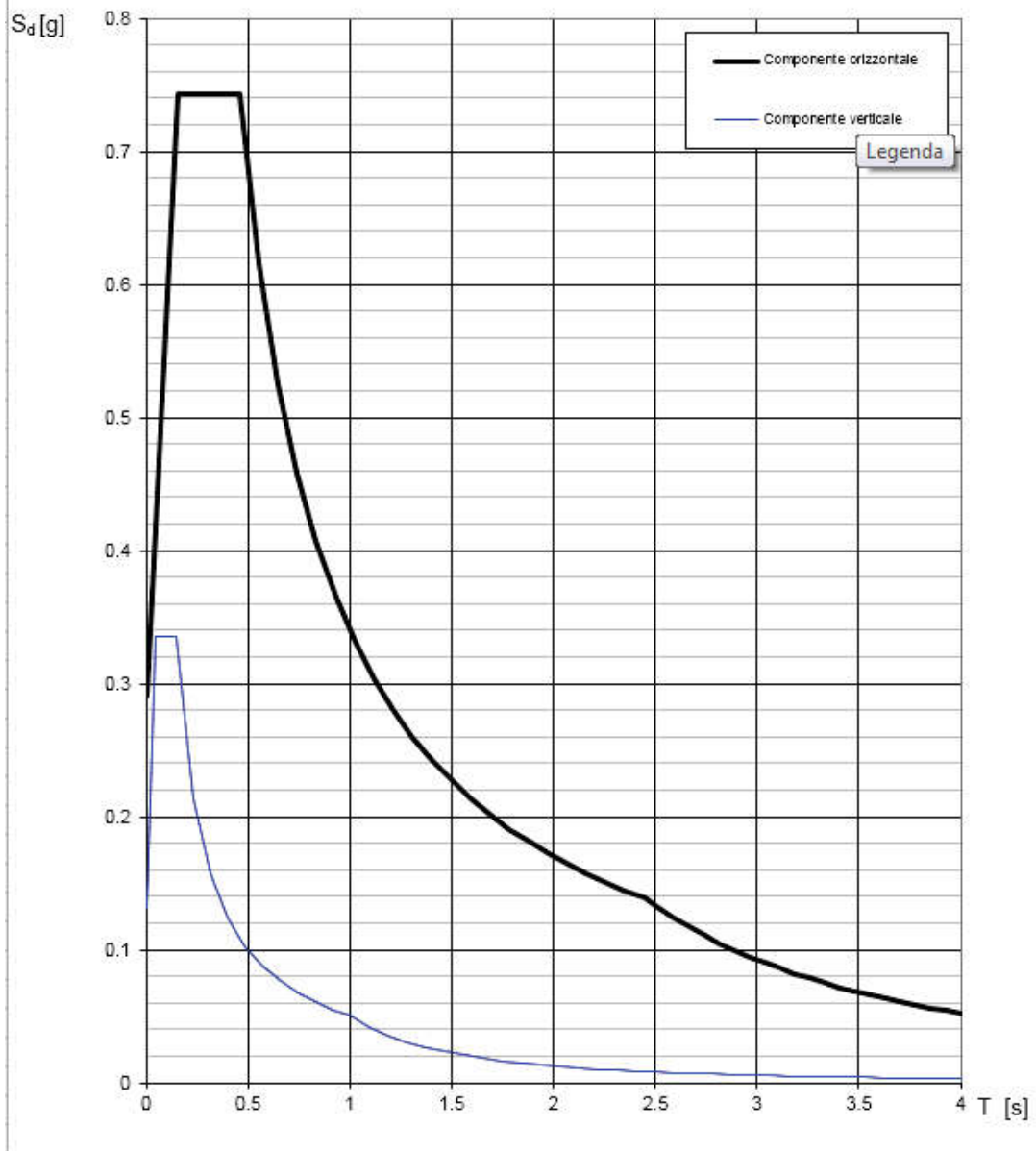
$$T_C \leq T < T_D \quad S_c(T) = a_s \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right)$$

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

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0.000	0.098
$T_B \leftarrow$	0.050	0.246
$T_C \leftarrow$	0.150	0.246
	0.235	0.157
	0.320	0.115
	0.405	0.091
	0.490	0.075
	0.575	0.064
	0.660	0.056
	0.745	0.049
	0.830	0.044
	0.915	0.040
$T_D \leftarrow$	1.000	0.037
	1.094	0.031
	1.188	0.026
	1.281	0.022
	1.375	0.019
	1.469	0.017
	1.563	0.015
	1.656	0.013
	1.750	0.012
	1.844	0.011
	1.938	0.010
	2.031	0.009
	2.125	0.008
	2.219	0.007
	2.313	0.007
	2.406	0.006
	2.500	0.006
	2.594	0.005
	2.688	0.005
	2.781	0.005
	2.875	0.004
	2.969	0.004
	3.063	0.004
	3.156	0.004
	3.250	0.003
	3.344	0.003
	3.438	0.003
	3.531	0.003
	3.625	0.003
	3.719	0.003
	3.813	0.003
	3.906	0.002
	4.000	0.002

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



Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato BLC

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLC
a_g	0.211 g
F_o	2.552
T_c	0.290 s
S_s	1.376
C_c	1.579
S_T	1.000
q	1.000

Parametri dipendenti

S	1.376
η	1.000
T_B	0.153 s
T_C	0.458 s
T_D	2.445 s

Espressioni dei parametri dipendenti

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

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

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

$$T_C = C_c \cdot T_c \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.7})$$

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

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

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

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

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

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

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

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0.000	0.291
T_B ←	0.153	0.742
T_C ←	0.458	0.742
	0.553	0.615
	0.648	0.525
	0.742	0.458
	0.837	0.407
	0.932	0.365
	1.026	0.332
	1.121	0.304
	1.215	0.280
	1.310	0.260
	1.405	0.242
	1.499	0.227
	1.594	0.214
	1.688	0.202
	1.783	0.191
	1.878	0.181
	1.972	0.173
	2.067	0.165
	2.162	0.157
	2.256	0.151
	2.351	0.145
T_D ←	2.445	0.139
	2.520	0.131
	2.594	0.124
	2.668	0.117
	2.742	0.111
	2.816	0.105
	2.890	0.100
	2.964	0.095
	3.038	0.090
	3.112	0.086
	3.186	0.082
	3.260	0.078
	3.334	0.075
	3.408	0.072
	3.482	0.069
	3.556	0.066
	3.630	0.063
	3.704	0.061
	3.778	0.058
	3.852	0.056
	3.926	0.054
	4.000	0.052

Parametri e punti dello spettro di risposta verticale per lo stato IIRSLC

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLC
a_{gv}	0.131 g
S_s	1.000
S_T	1.000
q	1.000
T_B	0.050 s
T_C	0.150 s
T_D	1.000 s

Parametri dipendenti

F_v	1.584
S	1.000
η	1.000

Espressioni dei parametri dipendenti

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

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

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

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

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

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

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

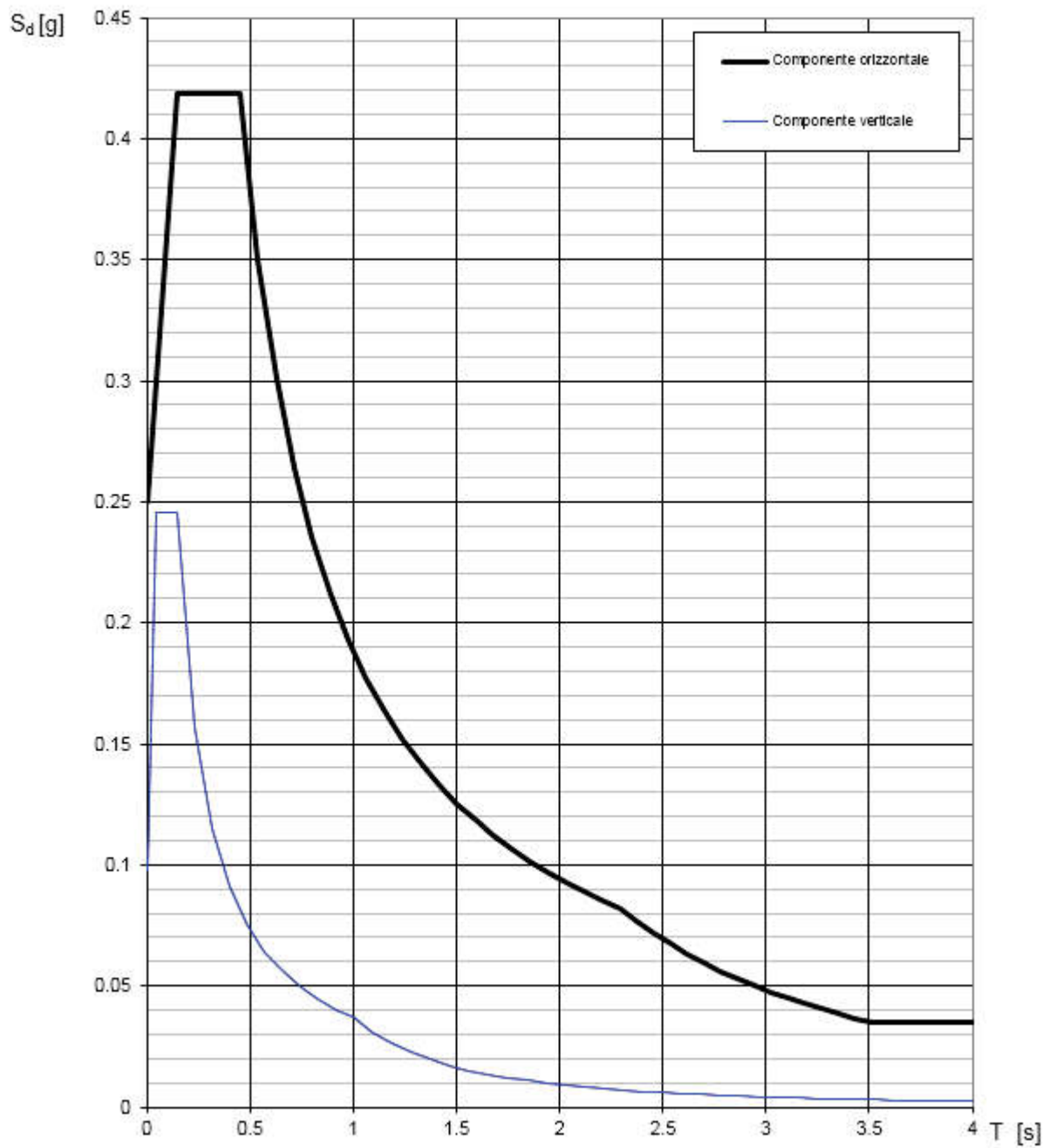
$$T_D \leq T \quad \left| \quad S_d(T) = a_s \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left(\frac{T_C T_D}{T^2} \right) \right.$$

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0.000	0.131
$T_v \leftarrow$	0.050	0.335
$T_c \leftarrow$	0.150	0.335
	0.235	0.214
	0.320	0.157
	0.405	0.124
	0.490	0.102
	0.575	0.087
	0.660	0.076
	0.745	0.067
	0.830	0.061
	0.915	0.055
$T_D \leftarrow$	1.000	0.050
	1.094	0.042
	1.188	0.036
	1.281	0.031
	1.375	0.027
	1.469	0.023
	1.563	0.021
	1.656	0.018
	1.750	0.016
	1.844	0.015
	1.938	0.013
	2.031	0.012
	2.125	0.011
	2.219	0.010
	2.313	0.009
	2.406	0.009
	2.500	0.008
	2.594	0.007
	2.688	0.007
	2.781	0.006
	2.875	0.006
	2.969	0.006
	3.063	0.005
	3.156	0.005
	3.250	0.005
	3.344	0.004
	3.438	0.004
	3.531	0.004
	3.625	0.004
	3.719	0.004
	3.813	0.003
	3.906	0.003
	4.000	0.003

Nel seguito invece si riporta lo spettro SLV di progetto (quindi con fattore di struttura) utilizzato nell'analisi strutturali.

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



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

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_g	0.174 g
F_o	2.514
T_c	0.283 s
S_B	1.438
C_c	1.593
S_T	1.000
q	1.500

Parametri dipendenti

S	1.438
η	0.667
T_B	0.150 s
T_C	0.451 s
T_D	2.295 s

Espressioni dei parametri dipendenti

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

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

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

$$T_C = C_c \cdot T_c \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.7})$$

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

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

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

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

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

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

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

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0.000	0.250
$T_B \leftarrow$	0.150	0.419
$T_C \leftarrow$	0.451	0.419
	0.538	0.350
	0.626	0.301
	0.714	0.264
	0.802	0.235
	0.890	0.212
	0.977	0.193
	1.065	0.177
	1.153	0.164
	1.241	0.152
	1.329	0.142
	1.417	0.133
	1.504	0.125
	1.592	0.118
	1.680	0.112
	1.768	0.107
	1.856	0.102
	1.943	0.097
	2.031	0.093
	2.119	0.089
	2.207	0.085
$T_D \leftarrow$	2.295	0.082
	2.376	0.077
	2.457	0.072
	2.538	0.067
	2.620	0.063
	2.701	0.059
	2.782	0.056
	2.863	0.053
	2.944	0.050
	3.026	0.047
	3.107	0.045
	3.188	0.043
	3.269	0.040
	3.350	0.039
	3.432	0.037
	3.513	0.035
	3.594	0.035
	3.675	0.035
	3.756	0.035
	3.838	0.035
	3.919	0.035
	4.000	0.035

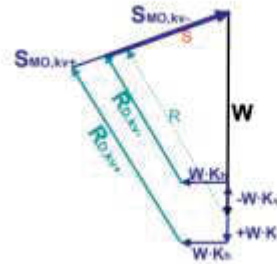
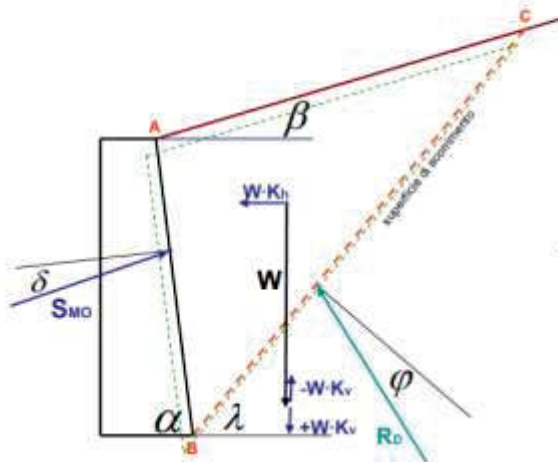
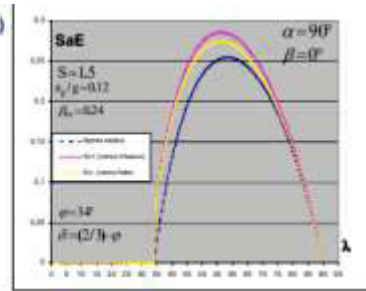
7.7 Spinta sismica del rilevato

L'azione è valutata nell'ipotesi d'interfaccia deformabile col terreno (manufatto che matura spostamenti), secondo la formulazione di Mononobe-Okabe:

Spinta Attiva: Teoria di Mononobe-Okabe (condizioni dinamiche)

Costituisce un'estensione della teoria di Coulomb al caso dinamico.

Vaiono le stesse ipotesi della teoria di Coulomb (superficie di scorrimento piana)



$$S_{a,E} = \frac{1}{2} \cdot \gamma^* \cdot (1 \pm k_v) \cdot H^2 \cdot K_{a,E}$$

$$\beta \leq \varphi - \theta$$

$$K_{a,E} = \frac{\sin^2(\alpha + \varphi - \theta)}{\cos \theta \cdot \sin^2 \alpha \cdot \sin(\alpha - \delta - \theta) \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\varphi + \delta) \cdot \sin(\varphi - \beta - \theta)}{\sin(\alpha - \delta - \theta) \cdot \sin(\alpha + \beta)}} \right]^2}$$

$$\beta > \varphi - \theta$$

$$K_{a,E} = \frac{\sin^2(\alpha + \varphi - \theta)}{\cos \theta \cdot \sin^2 \alpha \cdot \sin(\alpha - \delta - \theta)}$$

$$\theta_A = \text{atn} \left(\frac{k_h}{1 + k_v} \right)$$

$$\theta_B = \text{atn} \left(\frac{k_h}{1 - k_v} \right)$$

7.8 Azioni termiche

Ai fini degli effetti globali è considerata la variazione termica uniforme in conformità al §3.5 del DM 17/01/2018 con il sito che ricade in zona II e a quota as=210 m s.l.m.:

Zona II

Liguria, Toscana, Umbria, Lazio, Sardegna, Campania, Basilicata:

$$T_{\min} = -8 - 6 \cdot a_s / 1000 \quad [3.5.3]$$

$$T_{\max} = 42 - 2 \cdot a_s / 1000 \quad [3.5.4]$$

$$T_{\max} = 42 - 2 \cdot 210 / 1000 = 41.58^\circ\text{C}$$

$$T_{\min} = -8 - 6 \cdot 210 / 1000 = -9.26^\circ\text{C}$$

La temperatura iniziale, salvo diverse indicazioni viene assunta $T_0 = 15^\circ\text{C}$; risulta dunque:

$$\Delta T = +26.58 / -24.26^\circ\text{C}$$

Che viene arrotondata per eccesso in $\pm 27^\circ\text{C}$

La variazione termica uniforme è presa in considerazione nella determinazione degli effetti globali per l'impalcato (dimensionamento giunti e scorrimenti appoggi).


Per quanto riguarda invece gli effetti locali sulla struttura mista acciaio-calcestruzzo dell'impalcato, e limitatamente alle relative membrature, si considera una differenza di temperatura di ± 10 °C tra la soletta in calcestruzzo e la trave in acciaio.

Tale azione viene introdotta come effetto isostatico direttamente nel software "Ponti EC4", mentre i suoi effetti iperstatici sono valutati sui modelli di calcolo del ponte.

7.9 Azione del vento

Il vento viene valutato in aderenza alle prescrizioni contenute in §3.3 del DM 17/01/2018 e la relativa circolare applicativa. La valutazione avviene su foglio di calcolo di cui si riportano le risultanze.

Vento				
Tab. 3.3.1 - Valori dei parametri $v_{b,0}$, a_0 , k_s				
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



regione	Toscana		
zona		3	
velocità caratteristica del sito	$v_{b,0}$	27.00	m/s
quota di riferimento sul medio mare	a_0	500.00	m
coefficiente correttivo della velocità	K_s	0.370	-
quota del sito sul medio mare	a_s	210.00	m
Coefficiente di altitudine	c_a	1.00	
periodo di ritorno	T_R	50.00	anni
coefficiente di ritorno	c_R	1.0	-
velocità caratteristica a 10 m dal suolo ($T_R=50$)	v_b	27.0	
velocità caratteristica a 10 m dal suolo	$v_r [T_R]$	27.0	m/s
densità dell'aria	ρ	1.25	kg/m ³
pressione cinetica di riferimento	q_b	456.29	N/m ²

Tab. 3.3.III - Classi di rugosità del terreno

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).

descrizione della superficie

Aree prive di ostacoli (aperta campagna, aeroporti, aree agricole, pascoli, zone paludose o sabbiose, superfici innevate e ghiacciate, mari, laghi, ...)

classe di rugosità del terreno

D

Distanza dalla costa (-)

70

Classe di esposizione

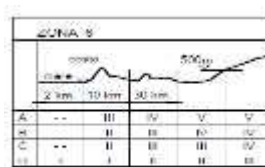
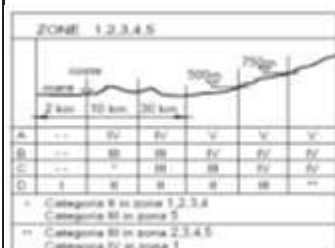
II

Altezza sul suolo del punto considerato

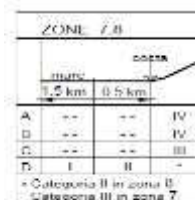
z

11.00

m



3.3.2 - Definizione delle categorie di esposizione



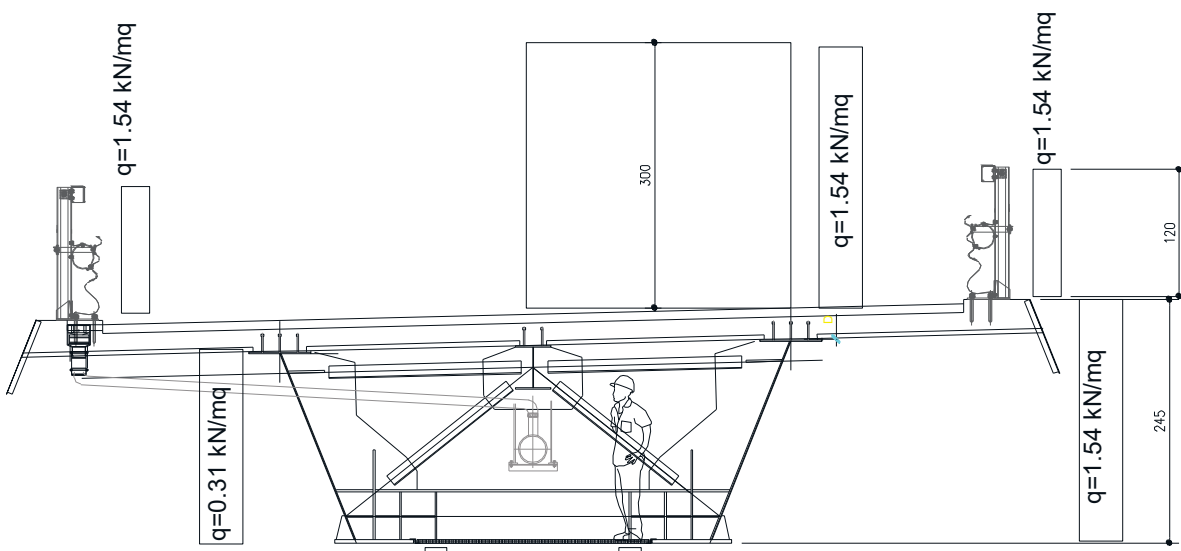
Tab. 3.3.II - Parametri per la definizione del coefficiente di esposizione

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

Parametri	k_R	0.19	-
	z_0	0.05	m
	z_{min}	4	m
coefficiente di topografia	C_t	1	-
coefficiente di esposizione	$C_e(z_{min})$	1.80	-
coefficiente di esposizione	$C_e(z)$	2.41	-
coefficiente dinamico	C_d	1	-
tipo di costruzione			
rapporto S_p/S	φ	1	-
coefficiente di pressione	C_p	1.4	-
distanza tra due travi successive	d	4	m
altezza delle travi	h	2.35	m
rapporto d/h	d/h	1.70	-
coefficiente di riduzione	μ	0.20	-
pressione del vento prima trave	$p(z_{min})$	1.15	kN/m^2
	$p(z)$	1.54	kN/m^2
pressione del vento seconda trave	$p(z_{min})$	0.23	kN/m^2
	$p(z)$	0.31	kN/m^2

La pressione del vento è applicata:

- Alle tre travi principali di fiancata secondo quanto stabilito in §C3.3.8.6.2
- Alla superficie di riferimento del traffico pari a 3 m a partire dal piano viario
- Alle barriere bordo ponte considerate isolate e alte 1.2 m



$$Q_{tot} = 1.54 \times (2.45 + 1.2 + 1.2 + 3) + 2.0 \times 0.31 = 12.71 \text{ kN/m}$$

Saranno applicati al modello anche i momenti torcenti generati dalle varie componenti.

7.10 Attrito degli appoggi

Le forze orizzontali parassite che si generano agli appoggi sono assunte pari a una percentuale del 3% del carico in situazione quasi permanente:

$F_{\text{parassita appoggio}} = 3\% \times N (G1+G2)$.

7.11 Cedimenti vincolari

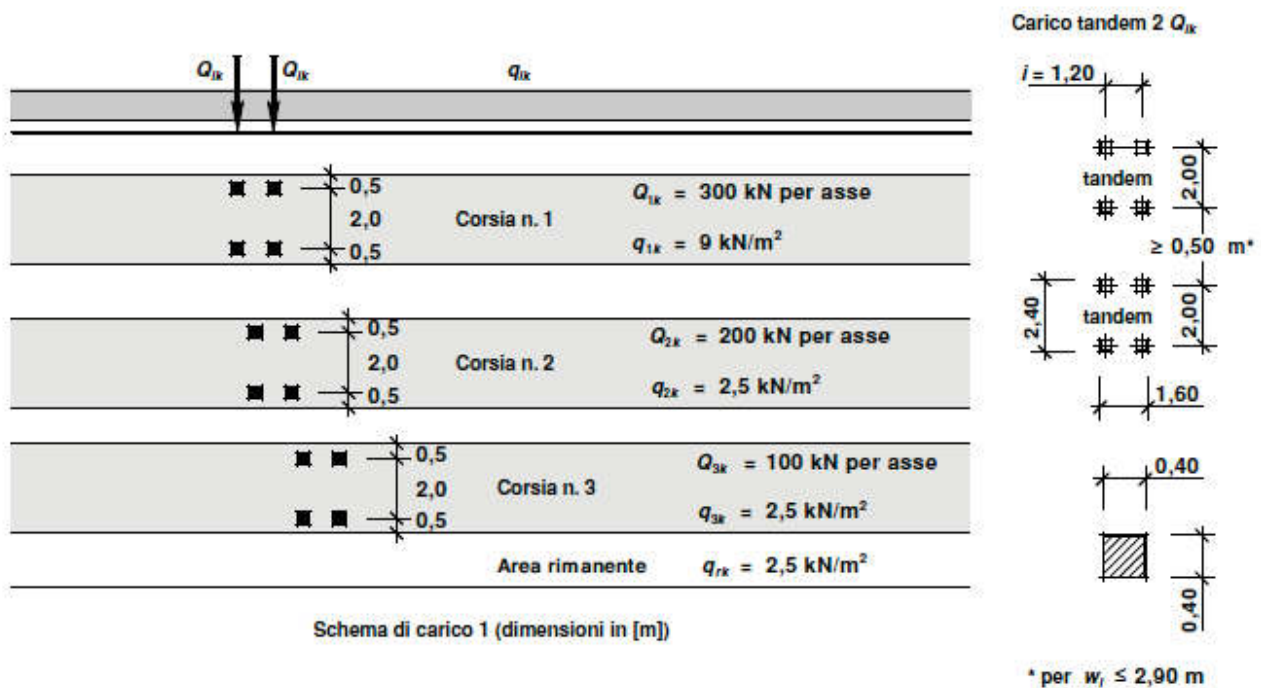
La scelta di progettare fondazioni profonde per l'opera in oggetto consente di contenere in maniera importante la possibilità deformativa verticale delle fondazioni. Operando considerazioni in analogia con altre opere del medesimo lotto si stimano cedimenti delle fonazioni allo stato limite ultimo dell'ordine di 3/4 mm. L'entità di tali spostamenti, ancorchè dovessero avvenire in modo differenziale fra un appoggio e l'altro, rende di fatto trascurabili gli effetti iperstatici che essi avrebbero sul ponte dando luogo a sollecitazioni 2 ordini di grandezza inferiori a quelle per carichi accidentali.

7.12 Azioni variabili da traffico

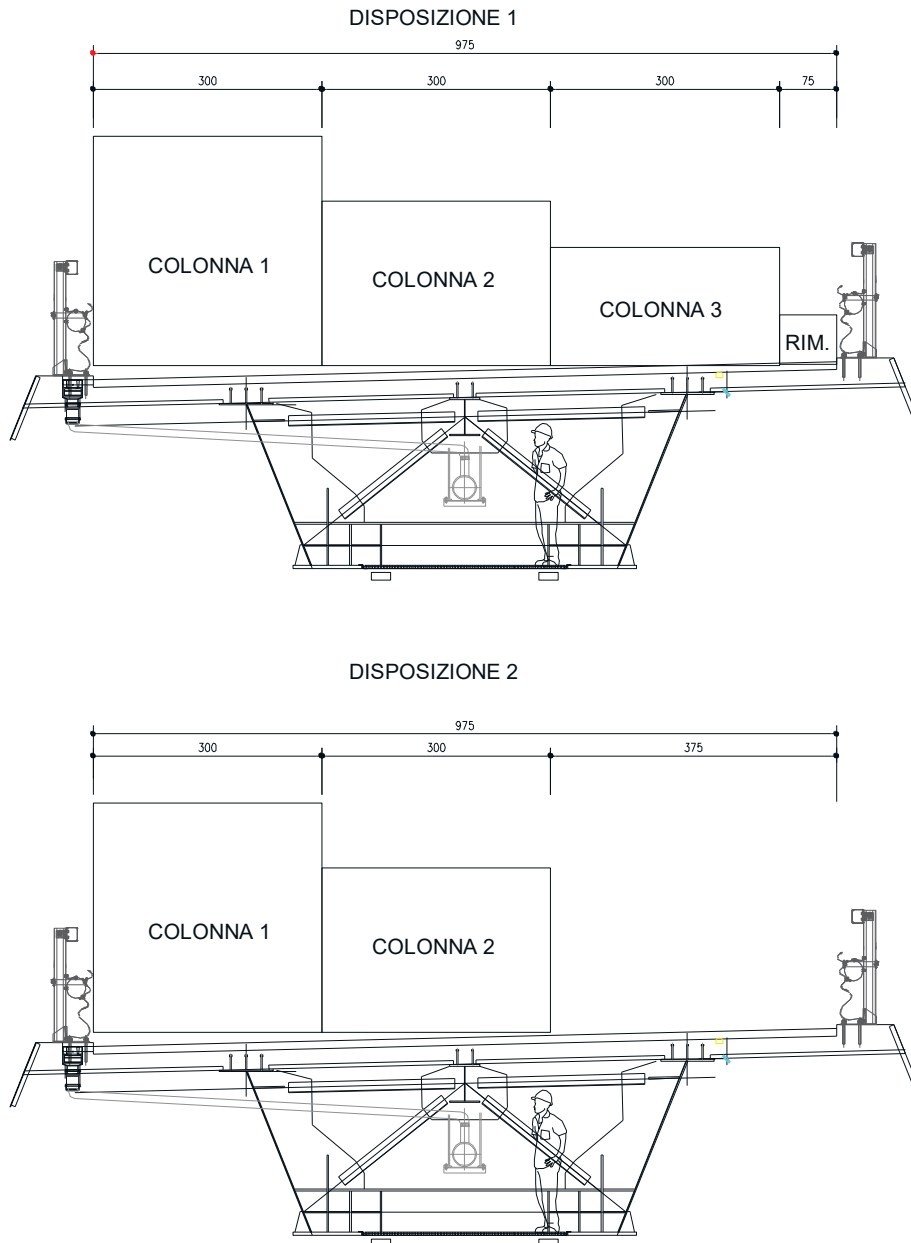
Sono definite dai seguenti schemi di carico comprensivi degli effetti dinamici.

7.12.1 Schema di carico 1

- Carichi Q_{ik} concentrati su due assi in tandem su impronta quadrata di pneumatico con lato $l = 0,40$ m e carichi ripartiti uniformi, per ponti di 1a categoria. Questo schema è utilizzato per verifiche globali e locali.

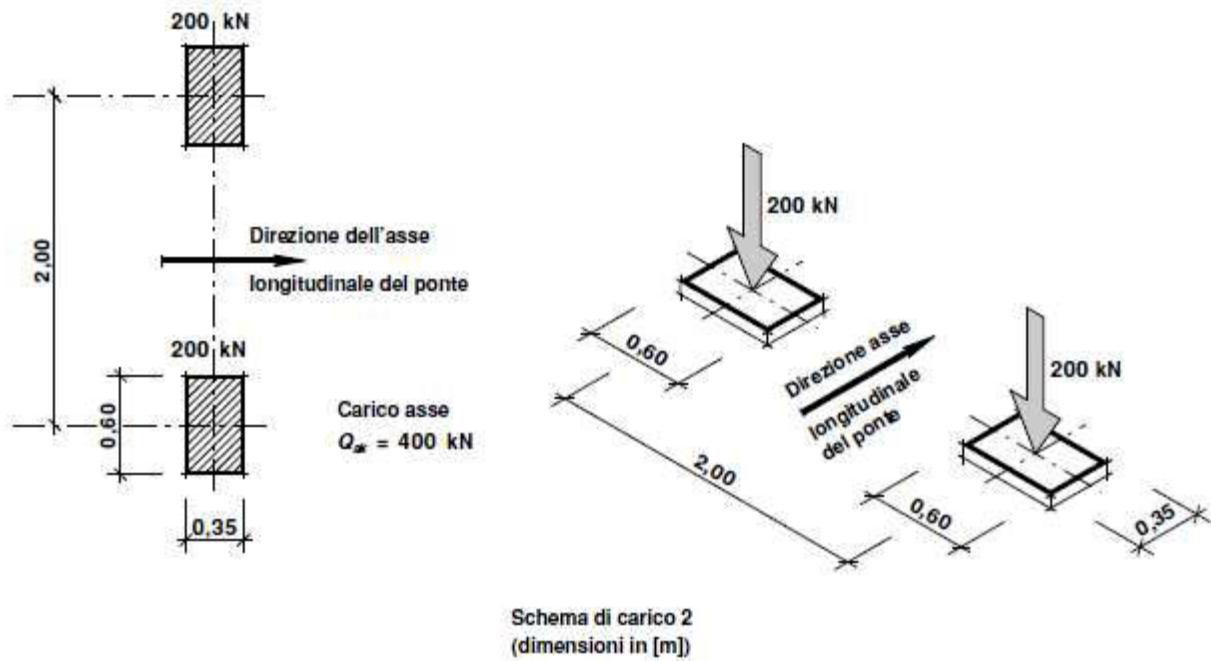


Nella fattispecie si individuano la disposizione 1 che massimizza i carichi verticali e la disposizione 2 che massimizza invece le torsioni. La figura che segue illustra le disposizioni considerate.



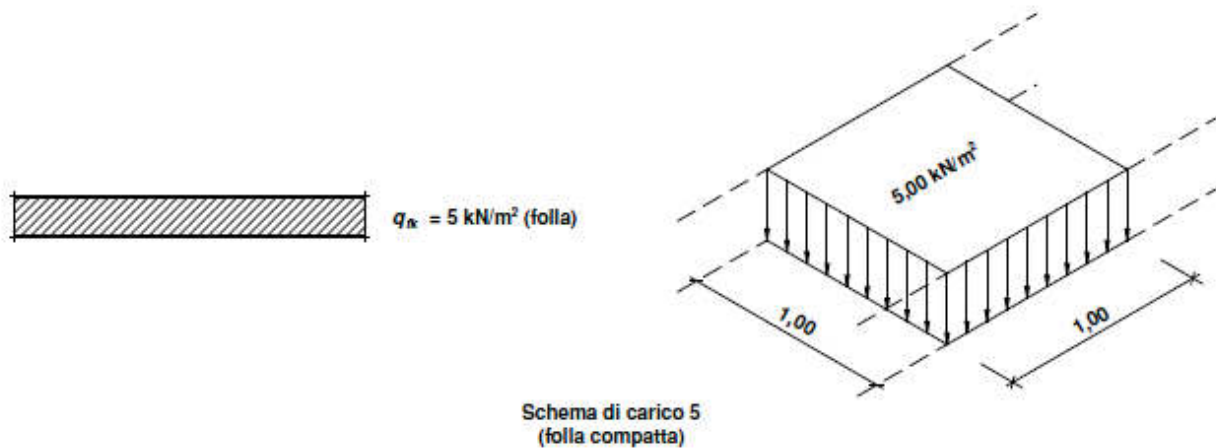
7.12.2 Schema di carico 2

- Un solo asse con peso compressivo $Q_k = 400$ kN, disposto in asse alla corsia; il carico Q_k di ogni pneumatico grava su un'impronta rettangolare di $0,60 \times 0,35$ m²; questo schema è utilizzato per verifiche locali.



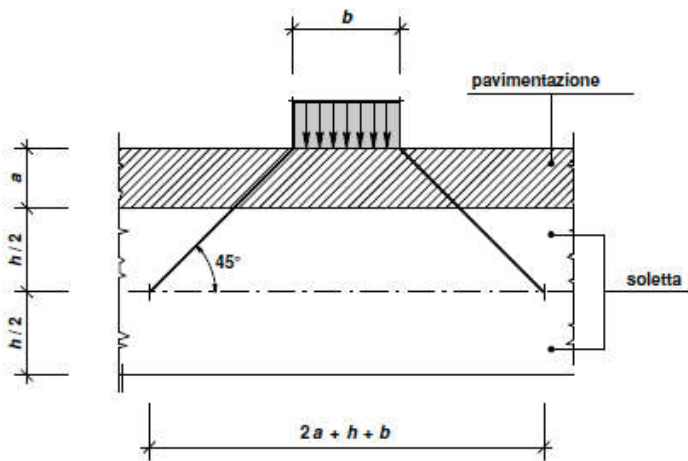
7.12.3 Schema di carico 5

- Schema di carico 5 (fig. 6): folla compatta considerata come carico ripartito uniforme con intensità nominale $q_k = 5,00 \text{ kN/m}^2$, compresi gli effetti dinamici, e con valore di combinazione $q_k = 2,50 \text{ kN/m}^2$.



7.12.4 Diffusione dei carichi

I carichi concentrati si considerano uniformemente ripartiti sulla relativa impronta con una diffusione a 45° fino al piano medio della soletta; nel caso di elementi monodimensionali il carico si diffonde solo nel senso del suo asse



7.12.5 Azione longitudinale di frenamento o di accelerazione q_3

Si considera uniformemente distribuita sulla lunghezza L della zona caricata e dipende dal carico verticale che grava sulla corsia convenzionale n. 1.

Agisce a livello della pavimentazione e lungo l'asse della corsia con intensità fornita da (ponti di 1a categoria):

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

dove:

w_l = larghezza della corsia

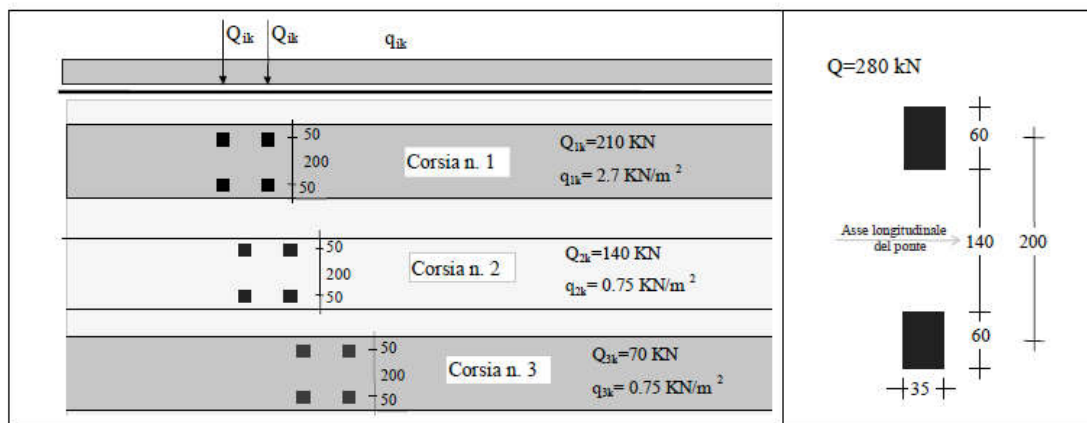
$$F_{\text{fren. corsia 1}} = 0,6 \cdot 2 \cdot 300 + 0,1 \cdot 9 \cdot 3 \cdot (120) = 684 \text{ kN}$$

7.13 Carichi da traffico di fatica

Sono condotte verifiche per vita illimitata.

Le verifiche sono condotte, per dettagli caratterizzati da limite di fatica ad ampiezza costante, controllando che il massimo delta di tensione indotto nel dettaglio stesso dallo spettro di carico significativo risulti minore del limite di fatica del dettaglio stesso.

Ai fini del calcolo del delta massimo tensionale è impiegato il modello di carico di fatica 1 costituito dallo schema di carico 1 con valore dei carichi concentrati ridotti del 30% e valori dei carichi distribuiti ridotti del 70% (vedi fig):



8. COMBINAZIONI DI CARICO E FASI DI CALCOLO

8.1 Combinazioni S.L.U.

Si adottano le combinazioni di carico tipo:

$$YG1 \cdot G1 + YG2 \cdot G2 + YP \cdot P + YQ1 \cdot Qk1 + YQ2 \cdot \psi 02 \cdot Qk2 + YQ3 \cdot \psi 03 \cdot Qk3 + \dots$$

dove:

- G_1 valore caratt. delle azioni da peso proprio;
 G_2 valore caratt. delle azioni da carichi permanenti portati;
 Q_{k1} valore caratt. dell'azione variabile di base di ogni combinazione;
 Q_{ki} valore caratt. delle azioni variabili tra loro indipendenti;
 P valore caratt. delle deformazioni impresse;
 $\square_G, \square_Q, \square_P$ coefficienti parziali per le azioni;
 ψ_{0i} coefficienti di comb. per le verifiche allo stato limite ultimo.

8.2 Combinazioni S.L.E.

Combinazione caratteristica (rara)

$$G1 + G2 + P + Qk1 + \psi 02 \cdot Qk2 + \psi 03 \cdot Qk3 + \dots$$

Combinazione frequente

$$G1 + G2 + P + \psi 11 \cdot Qk1 + \psi 22 \cdot Qk2 + \psi 23 \cdot Qk3 + \dots$$

Combinazione quasi permanente

$$G1 + G2 + P + \psi 21 \cdot Qk1 + \psi 22 \cdot Qk2 + \psi 23 \cdot Qk3 + \dots$$

8.2.1 Coefficienti parziali

- Coefficienti parziali di sicurezza per le combinazioni di carico agli SLU

[2] D.M. 17/01/2018 – Norme tecniche per le Costruzioni (NTC) § 5.1.3.12 - Tabella 5.1.V:

		Coefficiente	EQU ⁽¹⁾	A1 STR	A2 GEO
Carichi permanenti	favorevoli	γ_{G1}	0,90	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,10	1,35	1,00
Carichi permanenti non strutturali ⁽²⁾	favorevoli	γ_{G2}	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30
Carichi variabili da traffico	favorevoli	γ_Q	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,35	1,35	1,15
Carichi variabili	favorevoli	γ_{Qi}	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, Variazioni termiche, Cedimenti vincolari	favorevoli	$\gamma_{e2}, \gamma_{e3}, \gamma_{e4}$	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,20	1,20	1,00

⁽¹⁾ Equilibrio che non coinvolga i parametri di deformabilità e resistenza del terreno; altrimenti si applicano i valori di GEO.
⁽²⁾ Nel caso in cui i carichi permanenti non strutturali (ad es. carichi permanenti portati) siano compiutamente definiti si potranno adottare gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti.
⁽³⁾ 1,30 per instabilità in strutture con precompressione esterna
⁽⁴⁾ 1,20 per effetti locali

- Coefficienti ψ per le azioni variabili per ponti stradali e pedonali

[2] D.M. 17/01/2018 – Norme tecniche per le Costruzioni (NTC) § 5.1.3.12 - Tabella 5.1.VI:

Azioni	Gruppo di azioni (Tabella 5.1.IV)	Coefficiente Ψ_0 di combinazione	Coefficiente Ψ_1 (valori frequenti)	Coefficiente Ψ_2 (valori quasi permanenti)
Azioni da traffico (Tabella 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
Vento q_s	Vento a ponte scarico			
	SLU e SLE	0,6	0,2	0,0
	Esecuzione	0,8	----	0,0
	Vento a ponte carico	0,6		
Neve q_s	SLU e SLE	0,0	0,0	0,0
	esecuzione	0,8	0,6	0,5
Temperatura	T_k	0,6	0,6	0,5

8.3 Fasi di calcolo

La sezione di impalcato, come meglio descritto in premessa, è costituita da un cassone metallico (con contro-soletta reticolare) completato in opera dal getto di una soletta in calcestruzzo armato. Tale soletta è collaborante con la parte metallica per mezzo di adatti connettori a piolo muniti di testa.

Data tale tipologia strutturale, le sollecitazioni, connesse alle condizioni elementari di carico descritte al capitolo precedente, non possono essere fra loro sommate e fattorizzate al fine di ottenere semplicemente i valori di combinazione. Le singole sollecitazioni infatti nascono su sezioni diverse (solo acciaio o mista) e anche la rigidezza dello schema statico a trave su più appoggi che deve essere utilizzata è diversa a seconda delle sollecitazioni da valutare.

Il calcolo di verifica dell'impalcato viene condotto con riferimento alla sezione mista acciaio-calcestruzzo utilizzando il criterio di omogeneizzazione ad acciaio della soletta di calcestruzzo riducendone le caratteristiche per mezzo del coefficiente di omogeneizzazione n (rapporto fra i moduli elastici dei due materiali) descritto in precedenza. Ai soli fini della modellazione delle inerzie nei modelli il coefficiente di omogeneizzazione assume due possibili valori in funzione della tipologia di carico di cui deve essere valutato l'effetto sulla struttura (nel calcolo di verifica col software EC4 Ponti si assumeranno valori anche più mirati per le varie sollecitazioni come descritto in analisi dei carichi):

per carichi di breve durata

$$n(t = 0) = \frac{E_a}{E_c}$$

per carichi di lunga durata

$$n(t = \infty) = \frac{E_a}{E_c^*}$$

Sono quindi identificabili nel caso in oggetto tre set di caratteristiche statiche-inerziali per una stessa sezione:

- area e rigidezza della sola sezione di acciaio
- area e rigidezza della sezione mista per carichi di tipo permanente (ottenuta impiegando $n(t=\infty)$)
- area e rigidezza della sezione mista per carichi di breve durata (ottenuta impiegando $n(t=0)$)

Da quanto detto discende che le azioni di cui sopra debbono essere differenziate e trattate per fasi di carico in quanto alcune nascono sulla sezione di solo acciaio, altre sono carichi di lunga durata

mentre altri sono di breve durata. In particolare si possono riconoscere le seguenti fasi:

- FASE 1: si considera come sezione reagente la sola sezione in acciaio ($n = \infty$)
carico 1: peso proprio della struttura metallica + peso proprio della soletta in cls;
- FASE 2: si considera come reagente l'intera sezione mista con acciaio omogeneizzato a calcestruzzo; la rigidezza del modello per il calcolo delle sollecitazioni e i parametri resistenti per le verifiche si valutano usando $n(t=\infty)$.
carico 2.1: carichi permanenti (pavimentazione e finiture)
carico 2.2: ritiro
carico 2.3: Eventuali Coazioni
- FASE 3: si considera come reagente l'intera sezione mista con acciaio omogeneizzato a calcestruzzo; la rigidezza del modello per il calcolo delle sollecitazioni e i parametri resistenti per le verifiche si valutano usando $n(t=0)$.
- carico 3.1:* variazione differenziale della temperatura +/- 10°C fra soletta e travi
- carico 3.2:* carichi mobili. Il programma di calcolo "sposta" automaticamente il treno di carichi secondo D.M. 17.01.2018 lungo l'impalcato, generando un involucro di sollecitazioni flettenti e taglianti. In concomitanza si considera anche la spinta generata dal sovraccarico sul rilevato.
- carico 3.3:* Vento sulle strutture del ponte

9. MODELLAZIONE DEGLI IMPALCATI E DELLE SOTTOSTRUTTURE

Nel seguito si riporta la descrizione dei modelli agli elementi finiti impiegati nello studio del viadotto e delle sottostrutture.

9.1 Modelli globali di calcolo per l'impalcato

Nel seguito le considerazioni svolte per la modellazione globale dell'impalcato e per la schematizzazione delle sezioni.

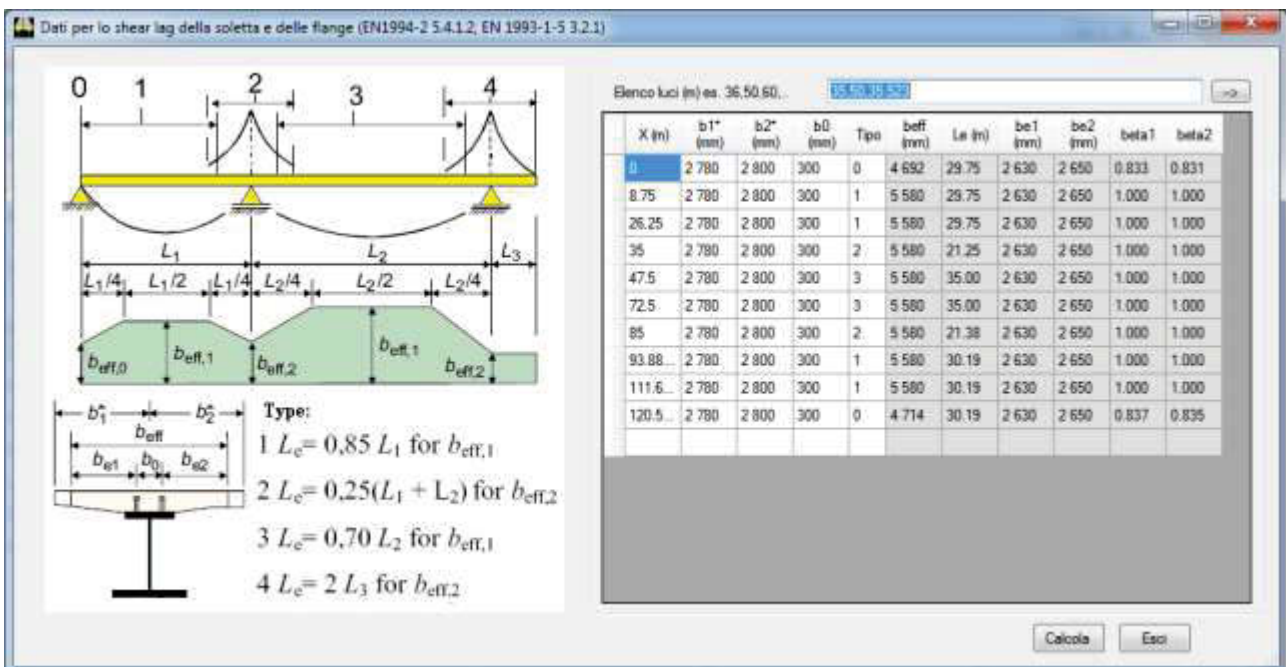
9.1.1 Larghezze collaboranti

Le sezioni di controllo su cui vengono condotti dimensionamenti e verifiche dell'impalcato sono raccolte nella tabella che segue in funzione dell'ascissa misurata a partire dall'asse appoggi della spalla A.

Sezione di controllo	Tipo concio	Ascissa $X (m)$
1-i	C01	0
2-j	C01	4.8
3-j	C01	7.2
4-i	C02	7.2
5-j	C02	12.7
7-j	C02	18.2
8-i	C03	18.2
9-j	C03	23.7
11-j	C03	29.2
12-i	C04	29.2
13-j	C04	35.2
14-i	C04	35.2
15-j	C04	41.2
16-i	C05	41.2
17-j	C05	47.5
19-j	C05	53.8
20-i	C06	53.8

Sezione di controllo	Tipo concio	Ascissa $X (m)$
21-j	C06	60.2
23-j	C06	66.6
24-i	C07	66.6
25-j	C07	72.9
27-j	C07	79.2
28-i	C08	79.2
29-j	C08	85.2
30-i	C08	85.2
31-j	C08	91.2
32-i	C09	91.2
33-j	C09	96.7
35-j	C09	102.2
36-i	C10	102.2
37-j	C10	107.7
39-j	C10	113.2
40-i	C11	113.2
41-i	C11	115.7
42-j	C11	120.5

Nella valutazione delle caratteristiche statiche delle sezioni è stata considerata la larghezza collaborante della soletta in calcestruzzo secondo quanto riportato nel seguito in ossequio a quanto prescritto in [2](i valori di larghezza seguenti collaborante sono riferiti a una sola trave):



9.1.2 Rigidezze flessionali considerate nel calcolo delle sollecitazioni

Nelle tabelle ai paragrafi seguenti si riassumono le caratteristiche geometriche e statiche verticali dei conci impiegate nel calcolo delle sollecitazioni e delle verifiche (in realtà le verifiche verranno condotte sulla singola trave e quindi i parametri seguenti saranno dimezzati). I valori riportati sono riferiti alla intera sezione di impalcato. Per brevità ed essendo il ponte poi simmetrico rispetto alla mezzzeria della campata centrale si riportano i conci fino al 6.

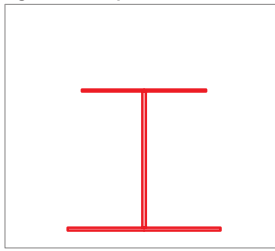
9.1.2.1 Concio 1

Trave generale acciaio-clc

DATI

u.m. kN, mm, MPa

caratteristiche geometriche profilo in acciaio



hiniz concio	2000	
h finale concio	2000	
Altezza trave	2000	mm
b (larghez.) [mm] t (spess.) [mm]		
Piatt. Sup.	1300	25
Raddoppio PS	0	0
Anima	0	36
Raddoppio PI	0	0
Piatt. Inf.	1600	40
altezza profilo	h =	2000.00 mm
area profilo	A =	166160.00 mm ²
dist. baricentro dalla base	Y _G =	818.83 mm
momento di inerzia	J =	1.09E+11 mm ⁴
modulo res. Inf.	W _i =	1.34E+08 mm ³
modulo res. Sup.	W _s =	-9.27E+07 mm ³
modulo res. anima inf. - attacco	W _{an,inf} =	1.41E+08 mm ³
modulo res. anima sup. - attacco	W _{an,sup} =	-9.47E+07 mm ³
sp. Anima	s =	36 mm
mom. Statico baric	S _{max} =	6.20E+07 mm ³
mom. Statico anima inf. - attacco	S _{an,inf} =	5.11E+07 mm ³
mom. Statico anima sup. - attacco	S _{an,sup} =	3.80E+07 mm ³

c1

punto m

Vuote se non è presente raddoppio

Vuote se non è presente raddoppio

caratteristiche geometriche soletta

base	b =	9384	mm
altezza	h =	200	mm
distanza trave-soletta	d _{trave-sol} =	50	mm
ARMATURA	posiz. 1 armatura lenta	As1 =	14732.88 mm ²
	distanza arm1 da bordo inferiore soletta	d1 _{b inf sol} =	10 mm
	posiz. 2 armatura lenta	As2 =	14732.88 mm ²
	distanza arm2 da bordo inferiore soletta	d2 _{b inf sol} =	165 mm
	distanza base soletta da base profilo	d* =	2050 mm
	dist. Baricentro soletta c.a. dalla base	Y _G =	2150 mm
	dist. baricentro armatura dalla base	Y _G =	2138 mm
	area soletta	A =	1876800 mm ²
	momento di inerzia	J =	6.E+09 mm ⁴
	momento di inerzia trasversale	J _t =	1.38.E+13 mm ⁴

dati sui materiali

modulo di elasticità acciaio	E _a =	2.06E+05	MPa
modulo di elasticità c.a.	E _c =	3.45E+04	MPa
coeff. di viscosità	ø =	2.94	
coeff. di omog. breve durata	n =	5.96	
coeff. di omog. lunga durata	n =	23.50	

caratteristiche geometriche sezione mista a t = 0

altezza	h =	2250.00	mm
area	A =	480889.32	mm ²
dist. baricentro dalla base	Y _G =	1690.04	mm
momento di inerzia	J =	3.03E+11	mm ⁴
modulo res. Inf. Sol.	W _{i,sol} =	-5.02E+09	mm ³
modulo res. Sup. sol	W _{s,sol} =	-3.23E+09	mm ³
modulo res. Inf. Acciaio	W _{i,a} =	1.79E+08	mm ³
modulo res. Sup. acciaio	W _{s,a} =	-9.78E+08	mm ³
modulo res. anima inf. - attacco	W _{an,inf} =	1.84E+08	mm ³
modulo res. anima sup. - attacco	W _{an,sup} =	-1.06E+09	mm ³
mom. Statico soletta	S _{sol} =	1.45E+08	mm ³
mom. Statico anima inf. - attacco	S _{an,inf} =	1.07E+08	mm ³

caratteristiche geometriche sezione mista a t = inf

altezza	h =	2250.00	mm
area	A =	246040.54	mm ²
dist. baricentro dalla base	Y _G =	1251.01	mm
momento di inerzia	J =	2.05E+11	mm ⁴
modulo res. Inf. Sol.	W _{i,sol} =	-6.04E+09	mm ³
modulo res. Sup. sol	W _{s,sol} =	-4.83E+09	mm ³
modulo res. Inf. Acciaio	W _{i,a} =	1.64E+08	mm ³
modulo res. Sup. acciaio	W _{s,a} =	-2.74E+08	mm ³
modulo res. anima inf. - attacco	W _{an,inf} =	1.70E+08	mm ³
modulo res. anima sup. - attacco	W _{an,sup} =	-2.84E+08	mm ³
mom. Statico soletta	S _{sol} =	7.18E+07	mm ³
mom. Statico anima inf. - attacco	S _{an,inf} =	7.88E+07	mm ³

9.1.2.2Concio 2

Trave generale acciaio-clc

DATI		u.m. kN, mm, MPa
caratteristiche geometriche profilo in acciaio	hiniz concio	2000
	h finale concio	2000
	Altezza trave	2000 mm
	b (larghez.) [mm] t (spess.) [mm]	
	Piatt. Sup.	1300 30
	Raddoppio PS	0 0
	Anima	0 30
	Raddoppio PI	0 0
	Piatt. Inf.	1900 60
	altezza profilo	h = 2000.00 mm
	area profilo	A = 210300.00 mm ²
	dist. baricentro dalla base	Y _G = 660.93 mm
momento di inerzia	J = 1.38E+11 mm ⁴	
modulo res. Inf.	W _i = 2.09E+08 mm ³	
modulo res. Sup.	W _s = -1.03E+08 mm ³	
modulo res. anima inf. - attacco	W _{an,inf} = 2.30E+08 mm ³	
modulo res. anima sup. - attacco	W _{an,sup} = -1.06E+08 mm ³	
sp. Anima	s = 30 mm	
mom. Statico baric	S _{max} = 7.73E+07 mm ³	
mom. Statico anima inf. - attacco	S _{an,inf} = 7.19E+07 mm ³	
mom. Statico anima sup. - attacco	S _{an,sup} = 5.16E+07 mm ³	

caratteristiche geometriche soletta		
	base	b = 11160 mm
	altezza	h = 200 mm
	distanza trave-soletta	d _{trave-sol} = 50 mm
ARMATURA	posiz. 1 armatura lenta	As1 = 17521.2 mm ²
	distanza arm1 da bordo inferiore soletta	d1 _{b inf sol} = 10 mm
	posiz. 2 armatura lenta	As2 = 17521.2 mm ²
	distanza arm2 da bordo inferiore soletta	d2 _{b inf sol} = 165 mm
	distanza base soletta da base profilo	d* = 2050 mm
	dist. Baricentro soletta c.a. dalla	Y _G = 2150 mm
	dist. baricentro armatura dalla ba	Y _G = 2138 mm
	area soletta	A = 2232000 mm ²
	momento di inerzia	J = 7.E+09 mm ⁴
	momento di inerzia trasversale	J _t = 2.32.E+13 mm ⁴

dati sui materiali		
	modulo di elasticità acciaio	E _a = 2.06E+05 MPa
	modulo di elasticità c.a.	E _c = 3.45E+04 MPa
	coeff. di viscosità	ø = 2.94
	coeff. di omog. breve durata	n = 5.96
	coeff. di omog. lunga durata	n = 23.50

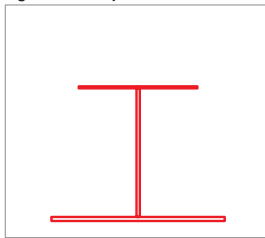
caratteristiche geometriche sezione mista a t = 0		
	altezza	h = 2250.00 mm
	area	A = 584594.46 mm ²
	dist. baricentro dalla base	Y _G = 1614.33 mm
	momento di inerzia	J = 4.38E+11 mm ⁴
	modulo res. Inf. Sol.	W _{i,sol} = -6.00E+09 mm ³
	modulo res. Sup. sol	W _{s,sol} = -4.11E+09 mm ³
	modulo res. Inf. Acciaio	W _{i,a} = 2.71E+08 mm ³
	modulo res. Sup. acciaio	W _{s,a} = -1.14E+09 mm ³
	modulo res. anima inf. - attacco	W _{an,inf} = 2.82E+08 mm ³
	modulo res. anima sup. - attacco	W _{an,sup} = -1.23E+09 mm ³
	mom. Statico soletta	S _{sol} = 2.00E+08 mm ³
	mom. Statico anima inf. - attacco	S _{an,inf} = 1.81E+08 mm ³

caratteristiche geometriche sezione mista a t = inf		
	altezza	h = 2250.00 mm
	area	A = 305298.60 mm ²
	dist. baricentro dalla base	Y _G = 1124.28 mm
	momento di inerzia	J = 2.84E+11 mm ⁴
	modulo res. Inf. Sol.	W _{i,sol} = -7.20E+09 mm ³
	modulo res. Sup. sol	W _{s,sol} = -5.92E+09 mm ³
	modulo res. Inf. Acciaio	W _{i,a} = 2.52E+08 mm ³
	modulo res. Sup. acciaio	W _{s,a} = -3.24E+08 mm ³
	modulo res. anima inf. - attacco	W _{an,inf} = 2.67E+08 mm ³
	modulo res. anima sup. - attacco	W _{an,sup} = -3.36E+08 mm ³
	mom. Statico soletta	S _{sol} = 9.74E+07 mm ³
	mom. Statico anima inf. - attacco	S _{an,inf} = 1.25E+08 mm ³

9.1.2.3Concio 3

Trave generale acciaio-clis

DATI		u.m. kN, mm, MPa
caratteristiche geometriche profilo in acciaio		
hiniz concio	2000	
h finale concio	2000	
Altezza trave	2000 mm	c3
b (larghez.) [mm] t (spess.) [mm]		
Piatt. Sup.	1300 30	punto i
Raddoppio PS	0 0	Vuote se non è presente raddoppio
Anima	0 36	
Raddoppio PI	0 0	Vuote se non è presente raddoppio
Piatt. Inf.	1900 60	
altezza profilo	h = 2000.00	mm
area profilo	A = 221760.00	mm ²
dist. baricentro dalla base	y _G = 679.23	mm
momento di inerzia	J = 1.43E+11	mm ⁴
modulo res. Inf.	W _i = 2.11E+08	mm ³
modulo res. Sup.	W _s = -1.08E+08	mm ³
modulo res. anima inf. - attacco	W _{an,inf} = 2.31E+08	mm ³
modulo res. anima sup. - attacco	W _{an,sup} = -1.11E+08	mm ³
sp. Anima	s = 36	mm
mom. Statico baric	S _{max} = 8.09E+07	mm ³
mom. Statico anima inf. - attacco	S _{an,inf} = 7.40E+07	mm ³
mom. Statico anima sup. - attacco	S _{an,sup} = 5.09E+07	mm ³



caratteristiche geometriche soletta		
base	b = 11160	mm
altezza	h = 200	mm
distanza trave-soletta	d _{trave-sol} = 50	mm
ARMATURA	As1 = 50443.2	mm ²
distanza arm1 da bordo inferiore soletta	d1 _{b inf sol} = 10	mm
posiz. 2 armatura lenta	As2 = 50443.2	mm ²
distanza arm2 da bordo inferiore soletta	d2 _{b inf sol} = 165	mm
distanza base soletta da base profilo	d* = 2050	mm
dist. Baricentro soletta c.a. dalla l	y _G = 2150	mm
dist. baricentro armatura dalla ba	y _G = 2138	mm
area soletta	A = 2232000	mm ²
momento di inerzia	J = 7.E+09	mm ⁴
momento di inerzia trasversale	J _t = 2.32.E+13	mm ⁴

dati sui materiali		
modulo di elasticità acciaio	E _a = 2.06E+05	MPa
modulo di elasticità c.a.	E _c = 3.45E+04	MPa
coeff. di viscosità	ø = 2.94	
coeff. di omog. breve durata	n = 5.96	
coeff. di omog. lunga durata	n = 23.50	

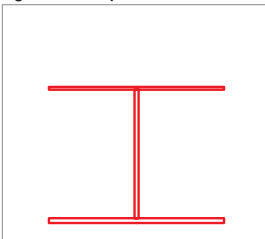
caratteristiche geometriche sezione mista a t = 0		
altezza	h = 2250.00	mm
area	A = 596054.46	mm ²
dist. baricentro dalla base	y _G = 1602.81	mm
momento di inerzia	J = 4.46E+11	mm ⁴
modulo res. Inf. Sol.	W _{i,sol} = -5.94E+09	mm ³
modulo res. Sup. sol	W _{s,sol} = -4.11E+09	mm ³
modulo res. Inf. Acciaio	W _{i,a} = 2.78E+08	mm ³
modulo res. Sup. acciaio	W _{s,a} = -1.12E+09	mm ³
modulo res. anima inf. - attacco	W _{an,inf} = 2.89E+08	mm ³
modulo res. anima sup. - attacco	W _{an,sup} = -1.21E+09	mm ³
mom. Statico soletta	S _{sol} = 2.05E+08	mm ³
mom. Statico anima inf. - attacco	S _{an,inf} = 1.79E+08	mm ³

caratteristiche geometriche sezione mista a t = inf		
altezza	h = 2250.00	mm
area	A = 316758.60	mm ²
dist. baricentro dalla base	y _G = 1120.33	mm
momento di inerzia	J = 2.87E+11	mm ⁴
modulo res. Inf. Sol.	W _{i,sol} = -7.26E+09	mm ³
modulo res. Sup. sol	W _{s,sol} = -5.98E+09	mm ³
modulo res. Inf. Acciaio	W _{i,a} = 2.57E+08	mm ³
modulo res. Sup. acciaio	W _{s,a} = -3.27E+08	mm ³
modulo res. anima inf. - attacco	W _{an,inf} = 2.71E+08	mm ³
modulo res. anima sup. - attacco	W _{an,sup} = -3.38E+08	mm ³
mom. Statico soletta	S _{sol} = 9.78E+07	mm ³
mom. Statico anima inf. - attacco	S _{an,inf} = 1.24E+08	mm ³

caratteristiche geometriche sezione fessurata

altezza	h =	2215.00	mm
area	A =	322646.40	mm ²
dist. baricentro dalla base	Y _G =	1135.21	mm
momento di inerzia	J =	2.91E+11	mm ⁴
modulo res. Arm Inf.	W _{i,sol} =	-3.14E+08	mm ³
modulo res. Arm Sup.	W _{s,sol} =	-2.69E+08	mm ³
modulo res. Inf. Acciaio	W _{i,a} =	2.56E+08	mm ³
modulo res. Sup. acciaio	W _{s,a} =	-3.36E+08	mm ³
modulo res. anima inf. - attacco	W _{an,inf} =	2.70E+08	mm ³
modulo res. anima sup. - attacco	W _{an,sup} =	-3.48E+08	mm ³
mom. Statico soletta	S _{sol} =	1.01E+08	mm ³
mom. Statico anima inf. - attacco	S _{an,inf} =	1.26E+08	mm ³

9.1.2.4 Concio 4

Trave generale acciaio-cis			
DATI		u.m. kN, mm, MPa	
caratteristiche geometriche profilo in acciaio			
h iniz concio	2000		
h finale concio	2000		
Altezza trave	2000 mm	<div style="border: 1px dashed red; padding: 5px; display: inline-block;"> c4a punto j </div>	
b (larghez.) [mm] t (spess.) [mm]			
Piatt. Sup.	1900 40		
Raddoppio PS	0 0		
Anima	0 44		
Raddoppio PI	0 0	Vuote se non è presente raddoppio	
Piatt. Inf.	1900 70	Vuote se non è presente raddoppio	
			
altezza profilo	h = 2000.00	mm	
area profilo	A = 292160.00	mm ²	
dist. baricentro dalla base	Y _G = 819.90	mm	
momento di inerzia	J = 2.12E+11	mm ⁴	
modulo res. Inf.	W _i = 2.59E+08	mm ³	
modulo res. Sup.	W _s = -1.80E+08	mm ³	
modulo res. anima inf. - attacco	W _{an,inf} = 2.83E+08	mm ³	
modulo res. anima sup. - attacco	W _{an,sup} = -1.86E+08	mm ³	
sp. Anima	s = 44	mm	
mom. Statico baric	S _{max} = 1.17E+08	mm ³	
mom. Statico anima inf. - attacco	S _{an,inf} = 1.04E+08	mm ³	
mom. Statico anima sup. - attacco	S _{an,sup} = 8.82E+07	mm ³	
caratteristiche geometriche soletta			
base	b = 11160	mm	
altezza	h = 200	mm	
distanza trave-soletta	d _{trave-sol} = 50	mm	
ARMATURA	posiz. 1 armatura lenta	As1 = 50443.2	mm ²
	distanza arm1 da bordo inferiore soletta	d1 _{b inf sol} = 10	mm
	posiz. 2 armatura lenta	As2 = 50443.2	mm ²
	distanza arm2 da bordo inferiore soletta	d2 _{b inf sol} = 165	mm
distanza base soletta da base profilo	d* = 2050	mm	
dist. Baricentro soletta c.a. dalla l	Y _G = 2150	mm	
dist. baricentro armatura dalla ba	Y _G = 2138	mm	
area soletta	A = 2232000	mm ²	
momento di inerzia	J = 7.E+09	mm ⁴	
momento di inerzia trasversale	J _t = 2.32.E+13	mm ⁴	
dati sui materiali			
modulo di elasticità acciaio	E _a = 2.06E+05	MPa	
modulo di elasticità c.a.	E _c = 3.45E+04	MPa	
coeff. di viscosità	ø = 2.94		
coeff. di omog. breve durata	n = 5.96		
coeff. di omog. lunga durata	n = 23.50		
caratteristiche geometriche sezione fessurata			
altezza	h = 2215.00	mm	
area	A = 393046.40	mm ²	
dist. baricentro dalla base	Y _G = 1158.10	mm	
momento di inerzia	J = 3.42E+11	mm ⁴	
modulo res. Arm Inf.	W _{i,sol} = -3.80E+08	mm ³	
modulo res. Arm Sup.	W _{s,sol} = -3.24E+08	mm ³	
modulo res. Inf. Acciaio	W _{i,a} = 2.96E+08	mm ³	
modulo res. Sup. acciaio	W _{s,a} = -4.07E+08	mm ³	
modulo res. anima inf. - attacco	W _{an,inf} = 3.15E+08	mm ³	
modulo res. anima sup. - attacco	W _{an,sup} = -4.27E+08	mm ³	
mom. Statico soletta	S _{sol} = 9.88E+07	mm ³	
mom. Statico anima inf. - attacco	S _{an,inf} = 1.49E+08	mm ³	

9.1.2.5 Concio 5

Trave generale acciaio-cis		
DATI	u.m. kN, mm, MPa	
caratteristiche geometriche profilo in acciaio	hiniz concio	2000
	h finale concio	2000
	Altezza trave	2000 mm
	b (larghez.) [mm] t (spess.) [mm]	
	Piatt. Sup.	1200 30
	Raddoppio PS	0 0
	Anima	0 36
	Raddoppio PI	0 0
	Piatt. Inf.	1900 60
	altezza profilo	h = 2000.00 mm
	area profilo	A = 218760.00 mm ²
	dist. baricentro dalla base	Y _G = 661.32 mm
momento di inerzia	J = 1.38E+11 mm ⁴	
modulo res. Inf.	W _i = 2.09E+08 mm ³	
modulo res. Sup.	W _s = -1.03E+08 mm ³	
modulo res. anima inf. - attacco	W _{an,inf} = 2.30E+08 mm ³	
modulo res. anima sup. - attacco	W _{an,sup} = -1.05E+08 mm ³	
sp. Anima	s = 36 mm	
mom. Statico baric	S _{max} = 7.85E+07 mm ³	
mom. Statico anima inf. - attacco	S _{an,inf} = 7.20E+07 mm ³	
mom. Statico anima sup. - attacco	S _{an,sup} = 4.77E+07 mm ³	
caratteristiche geometriche soletta		
	base	b = 11160 mm
	altezza	h = 200 mm
	distanza trave-soletta	d _{trave-sol} = 50 mm
ARMATURA	posiz. 1 armatura lenta	As1 = 50443.2 mm ²
	distanza arm1 da bordo inferiore soletta	d1 _{b inf sol} = 10 mm
	posiz. 2 armatura lenta	As2 = 50443.2 mm ²
	distanza arm2 da bordo inferiore soletta	d2 _{b inf sol} = 165 mm
	distanza base soletta da base profilo	d* = 2050 mm
	dist. Baricentro soletta c.a. dalla l	Y _G = 2150 mm
	dist. baricentro armatura dalla ba	Y _G = 2138 mm
	area soletta	A = 2232000 mm ²
	momento di inerzia	J = 7.E+09 mm ⁴
	momento di inerzia trasversale	J _t = 2.32.E+13 mm ⁴
dati sui materiali		
	modulo di elasticità acciaio	E _a = 2.06E+05 MPa
	modulo di elasticità c.a.	E _c = 3.45E+04 MPa
	coeff. di viscosità	ø = 2.94
	coeff. di omog. breve durata	n = 5.96
	coeff. di omog. lunga durata	n = 23.50
caratteristiche geometriche sezione mista a t = 0		
	altezza	h = 2250.00 mm
	area	A = 593054.46 mm ²
	dist. baricentro dalla base	Y _G = 1600.87 mm
	momento di inerzia	J = 4.45E+11 mm ⁴
	modulo res. Inf. Sol.	W _{i,sol} = -5.91E+09 mm ³
	modulo res. Sup. sol	W _{s,sol} = -4.09E+09 mm ³
	modulo res. Inf. Acciaio	W _{i,a} = 2.78E+08 mm ³
	modulo res. Sup. acciaio	W _{s,a} = -1.12E+09 mm ³
	modulo res. anima inf. - attacco	W _{an,inf} = 2.89E+08 mm ³
	modulo res. anima sup. - attacco	W _{an,sup} = -1.21E+09 mm ³
	mom. Statico soletta	S _{sol} = 2.06E+08 mm ³
	mom. Statico anima inf. - attacco	S _{an,inf} = 1.79E+08 mm ³
caratteristiche geometriche sezione mista a t = inf		
	altezza	h = 2250.00 mm
	area	A = 313758.60 mm ²
	dist. baricentro dalla base	Y _G = 1112.06 mm
	momento di inerzia	J = 2.85E+11 mm ⁴
	modulo res. Inf. Sol.	W _{i,sol} = -7.14E+09 mm ³
	modulo res. Sup. sol	W _{s,sol} = -5.89E+09 mm ³
	modulo res. Inf. Acciaio	W _{i,a} = 2.56E+08 mm ³
	modulo res. Sup. acciaio	W _{s,a} = -3.21E+08 mm ³
	modulo res. anima inf. - attacco	W _{an,inf} = 2.71E+08 mm ³
	modulo res. anima sup. - attacco	W _{an,sup} = -3.32E+08 mm ³
	mom. Statico soletta	S _{sol} = 9.86E+07 mm ³
	mom. Statico anima inf. - attacco	S _{an,inf} = 1.23E+08 mm ³

9.1.2.6Concio 6

Trave generale acciaio-clc			
DATI		u.m. kN, mm, MPa	
caratteristiche geometriche profilo in acciaio	hiniz concio	2000	
	h finale concio	2000	
	Altezza trave	2000	mm
		c6	
	b (larghez.) [mm] t (spess.) [mm]		
	Piatt. Sup.	1200	40
	Raddoppio PS	0	0
	Anima	0	30
	Raddoppio PI	0	0
	Piatt. Inf.	2000	60
altezza profilo	h =	2000.00 mm	
area profilo	A =	225000.00 mm ²	
dist. baricentro dalla base	Y _G =	694.27 mm	
momento di inerzia	J =	1.55E+11 mm ⁴	
modulo res. Inf.	W _i =	2.24E+08 mm ³	
modulo res. Sup.	W _s =	-1.19E+08 mm ³	
modulo res. anima inf. - attacco	W _{an,inf} =	2.45E+08 mm ³	
modulo res. anima sup. - attacco	W _{an,sup} =	-1.23E+08 mm ³	
sp. Anima	s =	30 mm	
mom. Statico baric	S _{max} =	8.57E+07 mm ³	
mom. Statico anima inf. - attacco	S _{an,inf} =	7.97E+07 mm ³	
mom. Statico anima sup. - attacco	S _{an,sup} =	6.17E+07 mm ³	
caratteristiche geometriche soletta			
base	b =	11160 mm	
altezza	h =	200 mm	
distanza trave-soletta	d _{trave-sol} =	50 mm	
ARMATURA	posiz. 1 armatura lenta	As1 =	17521.2 mm ²
	distanza arm1 da bordo inferiore soletta	d1 _{b inf sol} =	10 mm
	posiz. 2 armatura lenta	As2 =	17521.2 mm ²
	distanza arm2 da bordo inferiore soletta	d2 _{b inf sol} =	165 mm
distanza base soletta da base profilo	d* =	2050 mm	
dist. Baricentro soletta c.a. dalla	Y _G =	2150 mm	
dist. baricentro armatura dalla ba	Y _G =	2138 mm	
area soletta	A =	2232000 mm ²	
momento di inerzia	J =	7.E+09 mm ⁴	
momento di inerzia trasversale	Jt =	2.32.E+13 mm ⁴	
dati sui materiali			
modulo di elasticità acciaio	E _a =	2.06E+05 MPa	
modulo di elasticità c.a.	E _c =	3.45E+04 MPa	
coeff. di viscosità	ø =	2.94	
coeff. di omog. breve durata	n =	5.96	
coeff. di omog. lunga durata	n =	23.50	
caratteristiche geometriche sezione mista a t = 0			
altezza	h =	2250.00 mm	
area	A =	599294.46 mm ²	
dist. baricentro dalla base	Y _G =	1603.46 mm	
momento di inerzia	J =	4.54E+11 mm ⁴	
modulo res. Inf. Sol.	W _{i,sol} =	-6.07E+09 mm ³	
modulo res. Sup. sol	W _{s,sol} =	-4.19E+09 mm ³	
modulo res. Inf. Acciaio	W _{i,a} =	2.83E+08 mm ³	
modulo res. Sup. acciaio	W _{s,a} =	-1.15E+09 mm ³	
modulo res. anima inf. - attacco	W _{an,inf} =	2.94E+08 mm ³	
modulo res. anima sup. - attacco	W _{an,sup} =	-1.27E+09 mm ³	
mom. Statico soletta	S _{sol} =	2.05E+08 mm ³	
mom. Statico anima inf. - attacco	S _{an,inf} =	1.89E+08 mm ³	
caratteristiche geometriche sezione mista a t = inf			
altezza	h =	2250.00 mm	
area	A =	319998.60 mm ²	
dist. baricentro dalla base	Y _G =	1126.43 mm	
momento di inerzia	J =	2.97E+11 mm ⁴	
modulo res. Inf. Sol.	W _{i,sol} =	-7.56E+09 mm ³	
modulo res. Sup. sol	W _{s,sol} =	-6.21E+09 mm ³	
modulo res. Inf. Acciaio	W _{i,a} =	2.64E+08 mm ³	
modulo res. Sup. acciaio	W _{s,a} =	-3.40E+08 mm ³	
modulo res. anima inf. - attacco	W _{an,inf} =	2.79E+08 mm ³	
modulo res. anima sup. - attacco	W _{an,sup} =	-3.56E+08 mm ³	
mom. Statico soletta	S _{sol} =	9.72E+07 mm ³	
mom. Statico anima inf. - attacco	S _{an,inf} =	1.32E+08 mm ³	

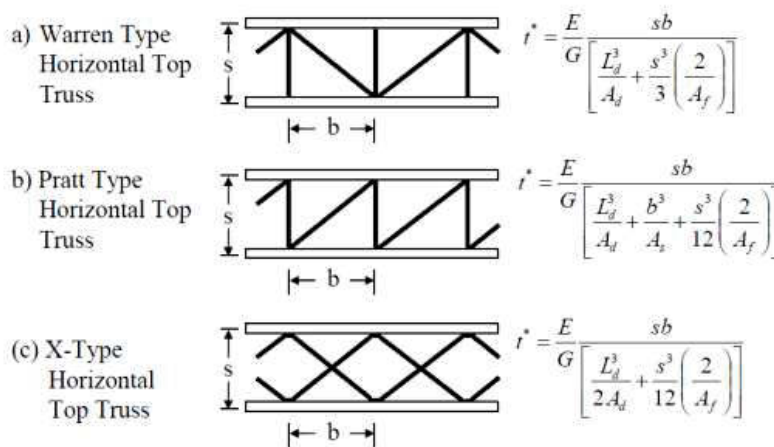
9.1.3 Rigidezze torsionali nel calcolo delle sollecitazioni

Per quanto attiene alle caratteristiche di rigidezza da conferire al cassone, l'inerzia torsionale di una sezione chiusa, secondo Bredt, è espressa dalla seguente espressione:

$$J_t = 4 \Omega^2 / \sum (L_i / s_i)$$

Nel caso in esame l'altezza, e quindi la rigidezza, della sezione è sostanzialmente costante e il calcolo è svolto con un foglio di calcolo appositamente redatto; per quanto riguarda lo spessore equivalente della contro soletta reticolare (e della controventatura superiore attiva nelle prime fasi di carico) da utilizzare nella relazione precedente trattandosi di una struttura reticolare, si calcola secondo Kollbrunner – Basler: Torsion, Springer Verlag per la configurazione di controventatura adottata:

t^* = equivalent plate thickness;
 E = Modulus of elasticity (29000 ksi for steel);
 G = Shear modulus (11200 ksi for steel);
 s = panel length (spacing between struts);
 b = strut length (width between flanges);
 L_d = diagonal length = $\sqrt{s^2 + b^2}$;
 A_d = area of diagonal;
 A_s = area of strut;
 A_f = area of girder top flange (one flange).



$$t^* = \frac{E}{G} \cdot \frac{a \cdot b}{\frac{d^3}{2 \cdot F_d} + \frac{a^3}{12} \cdot \left(\frac{1}{F_a} + \frac{1}{F_u} \right)}$$

dove :

- a lunghezza di un campo controventato
- d lunghezza "effettiva" della diagonale del campo, misurata all'asse attacco
- b larghezza del campo
- $F_a = F_u$ area dei correnti (piattabande)
- F_d area del diagonale

Si riportano nel seguito le schermate del foglio di calcolo utilizzato per la valutazione di t^* e della rigidezza torsionale sia nella sezione di solo acciaio che per la sezione mista.

Per le valutazioni della rigidezza sulla sezione mista, si fa riferimento sia alle azioni di breve durata (applicando alla soletta superiore l'omogeneizzazione con il coefficiente $n(t=0)$), sia alle azioni permanenti (applicando alla soletta superiore l'omogeneizzazione con il coefficiente $n(t=\infty)$).

9.1.3.1 Rigidezze torsionali sola sezione di acciaio

C1		controsoletta			soletta			
Hsez	155.000	(cm)	a	550	(cm)	a	550	(cm)
Sa	1.800	(cm)	b	400	(cm)	b	569	(cm)
Ss	0.124	(cm)	E	210000	(MPa)	E	210000	(MPa)
Sc	0.302	(cm)	G	80000	(MPa)	G	80000	(MPa)
La	167.034	(cm)	d	680.1	(cm)	d	791.4	(cm)
Ls	569.000	(cm)	Fu	320	(cm ²)	Fu	162.5	(cm ²)
Lc	400.000	(cm)	Fo	320	(cm ²)	Fo	162.5	(cm ²)
Omega	75097.500	(cm ²)	Fd	86	(cm ²)	Fd	38.4	(cm ²)
Jp	3.698E+06	(cm ⁴)						

C2		controsoletta			soletta			
Hsez	155.000	(cm)	a	550	(cm)	a	550	(cm)
Sa	1.500	(cm)	b	400	(cm)	b	569	(cm)
Ss	0.125	(cm)	E	210000	(MPa)	E	210000	(MPa)
Sc	0.308	(cm)	G	80000	(MPa)	G	80000	(MPa)
La	167.034	(cm)	d	680.1	(cm)	d	791.4	(cm)
Ls	569.000	(cm)	Fu	570	(cm ²)	Fu	195	(cm ²)
Lc	400.000	(cm)	Fo	570	(cm ²)	Fo	195	(cm ²)
Omega	75097.500	(cm ²)	Fd	86	(cm ²)	Fd	38.4	(cm ²)
Jp	3.703E+06	(cm ⁴)						

C3		INIZ controsoletta			soletta			
Hsez	155.000	(cm)	a	550	(cm)	a	550	(cm)
Sa	1.800	(cm)	b	400	(cm)	b	569	(cm)
Ss	0.125	(cm)	E	210000	(MPa)	E	210000	(MPa)
Sc	0.308	(cm)	G	80000	(MPa)	G	80000	(MPa)
La	167.034	(cm)	d	680.1	(cm)	d	791.4	(cm)
Ls	569.000	(cm)	Fu	570	(cm ²)	Fu	195	(cm ²)
Lc	400.000	(cm)	Fo	570	(cm ²)	Fo	195	(cm ²)
Omega	75097.500	(cm ²)	Fd	86	(cm ²)	Fd	38.4	(cm ²)
Jp	3.726E+06	(cm ⁴)						

C4a		INIZ controsoletta			soletta			
Hsez	155.000	(cm)	a	550	(cm)	a	550	(cm)
Sa	2.200	(cm)	b	400	(cm)	b	569	(cm)
Ss	0.126	(cm)	E	210000	(MPa)	E	210000	(MPa)
Sc	0.309	(cm)	G	80000	(MPa)	G	80000	(MPa)
La	167.034	(cm)	d	680.1	(cm)	d	791.4	(cm)
Ls	569.000	(cm)	Fu	665	(cm ²)	Fu	380	(cm ²)
Lc	400.000	(cm)	Fo	665	(cm ²)	Fo	380	(cm ²)
Omega	75097.500	(cm ²)	Fd	86	(cm ²)	Fd	38.4	(cm ²)
Jp	3.780E+06	(cm ⁴)						

C4b		INIZ controsoletta			soletta			
Hsez	155.000	(cm)	a	550	(cm)	a	550	(cm)
Sa	2.200	(cm)	b	400	(cm)	b	569	(cm)
Ss	0.126	(cm)	E	210000	(MPa)	E	210000	(MPa)
Sc	0.309	(cm)	G	80000	(MPa)	G	80000	(MPa)
La	167.034	(cm)	d	680.1	(cm)	d	791.4	(cm)
Ls	569.000	(cm)	Fu	665	(cm ²)	Fu	380	(cm ²)
Lc	400.000	(cm)	Fo	665	(cm ²)	Fo	380	(cm ²)
Omega	75097.500	(cm ²)	Fd	86	(cm ²)	Fd	38.4	(cm ²)
Jp	3.780E+06	(cm ⁴)						

C5		INIZ controsoletta			soletta			
Hsez	155.000	(cm)	a	550	(cm)	a	550	(cm)
Sa	1.800	(cm)	b	400	(cm)	b	569	(cm)
Ss	0.124	(cm)	E	210000	(MPa)	E	210000	(MPa)
Sc	0.308	(cm)	G	80000	(MPa)	G	80000	(MPa)
La	167.034	(cm)	d	680.1	(cm)	d	791.4	(cm)
Ls	569.000	(cm)	Fu	570	(cm ²)	Fu	180	(cm ²)
Lc	400.000	(cm)	Fo	570	(cm ²)	Fo	180	(cm ²)
Omega	75097.500	(cm ²)	Fd	86	(cm ²)	Fd	38.4	(cm ²)
Jp	3.721E+06	(cm ⁴)						

C6 INIZ controsoletta soletta

Hsez	155.000	(cm)	a	550	(cm)	a	550	(cm)
Sa	1.500	(cm)	b	400	(cm)	b	569	(cm)
Ss	0.125	(cm)	E	210000	(MPa)	E	210000	(MPa)
Sc	0.308	(cm)	G	80000	(MPa)	G	80000	(MPa)
La	167.034	(cm)	d	680.1	(cm)	d	791.4	(cm)
Ls	569.000	(cm)	Fu	600	(cm ²)	Fu	240	(cm ²)
Lc	400.000	(cm)	Fo	600	(cm ²)	Fo	240	(cm ²)
Omega	75097.500	(cm ²)	Fd	86	(cm ²)	Fd	38.4	(cm ²)
Jp	3.716E+06	(cm ⁴)						

C7 INIZ controsoletta soletta

Hsez	155.000	(cm)	a	550	(cm)	a	550	(cm)
Sa	1.800	(cm)	b	400	(cm)	b	569	(cm)
Ss	0.124	(cm)	E	210000	(MPa)	E	210000	(MPa)
Sc	0.308	(cm)	G	80000	(MPa)	G	80000	(MPa)
La	167.034	(cm)	d	680.1	(cm)	d	791.4	(cm)
Ls	569.000	(cm)	Fu	570	(cm ²)	Fu	180	(cm ²)
Lc	400.000	(cm)	Fo	570	(cm ²)	Fo	180	(cm ²)
Omega	75097.500	(cm ²)	Fd	86	(cm ²)	Fd	38.4	(cm ²)
Jp	3.721E+06	(cm ⁴)						

C8B INIZ controsoletta soletta

Hsez	155.000	(cm)	a	550	(cm)	a	550	(cm)
Sa	2.200	(cm)	b	400	(cm)	b	569	(cm)
Ss	0.126	(cm)	E	210000	(MPa)	E	210000	(MPa)
Sc	0.309	(cm)	G	80000	(MPa)	G	80000	(MPa)
La	167.034	(cm)	d	680.1	(cm)	d	791.4	(cm)
Ls	569.000	(cm)	Fu	665	(cm ²)	Fu	380	(cm ²)
Lc	400.000	(cm)	Fo	665	(cm ²)	Fo	380	(cm ²)
Omega	75097.500	(cm ²)	Fd	86	(cm ²)	Fd	38.4	(cm ²)
Jp	3.780E+06	(cm ⁴)						

C9 controsoletta soletta

Hsez	155.000	(cm)	a	550	(cm)	a	550	(cm)
Sa	1.800	(cm)	b	400	(cm)	b	569	(cm)
Ss	0.125	(cm)	E	210000	(MPa)	E	210000	(MPa)
Sc	0.308	(cm)	G	80000	(MPa)	G	80000	(MPa)
La	167.034	(cm)	d	680.1	(cm)	d	791.4	(cm)
Ls	569.000	(cm)	Fu	570	(cm ²)	Fu	195	(cm ²)
Lc	400.000	(cm)	Fo	570	(cm ²)	Fo	195	(cm ²)
Omega	75097.500	(cm ²)	Fd	86	(cm ²)	Fd	38.4	(cm ²)
Jp	3.726E+06	(cm ⁴)						

C10 controsoletta soletta

Hsez	155.000	(cm)	a	550	(cm)	a	550	(cm)
Sa	1.500	(cm)	b	400	(cm)	b	569	(cm)
Ss	0.125	(cm)	E	210000	(MPa)	E	210000	(MPa)
Sc	0.308	(cm)	G	80000	(MPa)	G	80000	(MPa)
La	167.034	(cm)	d	680.1	(cm)	d	791.4	(cm)
Ls	569.000	(cm)	Fu	570	(cm ²)	Fu	195	(cm ²)
Lc	400.000	(cm)	Fo	570	(cm ²)	Fo	195	(cm ²)
Omega	75097.500	(cm ²)	Fd	86	(cm ²)	Fd	38.4	(cm ²)
Jp	3.703E+06	(cm ⁴)						

c11 controsoletta soletta

Hsez	155.000	(cm)	a	550	(cm)	a	550	(cm)
Sa	1.800	(cm)	b	400	(cm)	b	569	(cm)
Ss	0.124	(cm)	E	210000	(MPa)	E	210000	(MPa)
Sc	0.302	(cm)	G	80000	(MPa)	G	80000	(MPa)
La	167.034	(cm)	d	680.1	(cm)	d	791.4	(cm)
Ls	569.000	(cm)	Fu	320	(cm ²)	Fu	162.5	(cm ²)
Lc	400.000	(cm)	Fo	320	(cm ²)	Fo	162.5	(cm ²)
Omega	75097.500	(cm ²)	Fd	86	(cm ²)	Fd	38.4	(cm ²)
Jp	3.698E+06	(cm ⁴)						

9.1.3.2 Rigidezze torsionali sezione mista per azioni di lunga durata ($t=inf$)

C1		controsoletta				soletta				
Hsez	182.500	(cm)	a	550	(cm)	a	550	(cm)		
Sa	1.800	(cm)	b	400	(cm)	b	569	(cm)		
Ss	1.136	(cm)	E	210000	(MPa)	E	210000	(MPa)		
Sc	0.245	(cm)	G	80000	(MPa)	G	80000	(MPa)		
La	196.669	(cm)	d	680.1	(cm)	d	791.4	(cm)		
Ls	569.000	(cm)	Fu	320	(cm ²)	Fu	162.5	(cm ²)		
Lc	400.000	(cm)	Fo	320	(cm ²)	Fo	162.5	(cm ²)		
Omega	88421.250	(cm ²)	Fd	69.4	(cm ²)	Fd	42.5	(cm ²)		
Jp	1.331E+07	(cm ⁴)								

C2		controsoletta				soletta				
Hsez	182.500	(cm)	a	550	(cm)	a	550	(cm)		
Sa	1.500	(cm)	b	400	(cm)	b	569	(cm)		
Ss	1.136	(cm)	E	210000	(MPa)	E	210000	(MPa)		
Sc	0.249	(cm)	G	80000	(MPa)	G	80000	(MPa)		
La	196.669	(cm)	d	680.1	(cm)	d	791.4	(cm)		
Ls	569.000	(cm)	Fu	570	(cm ²)	Fu	195	(cm ²)		
Lc	400.000	(cm)	Fo	570	(cm ²)	Fo	195	(cm ²)		
Omega	88421.250	(cm ²)	Fd	69.4	(cm ²)	Fd	42.5	(cm ²)		
Jp	1.322E+07	(cm ⁴)								

C3		INIZ controsoletta				soletta				
Hsez	182.500	(cm)	a	550	(cm)	a	550	(cm)		
Sa	1.800	(cm)	b	400	(cm)	b	569	(cm)		
Ss	1.136	(cm)	E	210000	(MPa)	E	210000	(MPa)		
Sc	0.249	(cm)	G	80000	(MPa)	G	80000	(MPa)		
La	196.669	(cm)	d	680.1	(cm)	d	791.4	(cm)		
Ls	569.000	(cm)	Fu	570	(cm ²)	Fu	195	(cm ²)		
Lc	400.000	(cm)	Fo	570	(cm ²)	Fo	195	(cm ²)		
Omega	88421.250	(cm ²)	Fd	69.4	(cm ²)	Fd	42.5	(cm ²)		
Jp	1.347E+07	(cm ⁴)								

C4a		INIZ controsoletta				soletta				
Hsez	182.500	(cm)	a	550	(cm)	a	550	(cm)		
Sa	2.200	(cm)	b	400	(cm)	b	569	(cm)		
Ss	1.136	(cm)	E	210000	(MPa)	E	210000	(MPa)		
Sc	0.250	(cm)	G	80000	(MPa)	G	80000	(MPa)		
La	196.669	(cm)	d	680.1	(cm)	d	791.4	(cm)		
Ls	569.000	(cm)	Fu	665	(cm ²)	Fu	380	(cm ²)		
Lc	400.000	(cm)	Fo	665	(cm ²)	Fo	380	(cm ²)		
Omega	88421.250	(cm ²)	Fd	69.4	(cm ²)	Fd	42.5	(cm ²)		
Jp	1.373E+07	(cm ⁴)								

c4b		INIZ controsoletta				soletta				
Hsez	182.500	(cm)	a	550	(cm)	a	550	(cm)		
Sa	2.200	(cm)	b	400	(cm)	b	569	(cm)		
Ss	1.136	(cm)	E	210000	(MPa)	E	210000	(MPa)		
Sc	0.250	(cm)	G	80000	(MPa)	G	80000	(MPa)		
La	196.669	(cm)	d	680.1	(cm)	d	791.4	(cm)		
Ls	569.000	(cm)	Fu	665	(cm ²)	Fu	380	(cm ²)		
Lc	400.000	(cm)	Fo	665	(cm ²)	Fo	380	(cm ²)		
Omega	88421.250	(cm ²)	Fd	69.4	(cm ²)	Fd	42.5	(cm ²)		
Jp	1.373E+07	(cm ⁴)								

c5		INIZ controsoletta				soletta				
Hsez	182.500	(cm)	a	550	(cm)	a	550	(cm)		
Sa	1.800	(cm)	b	400	(cm)	b	569	(cm)		
Ss	1.136	(cm)	E	210000	(MPa)	E	210000	(MPa)		
Sc	0.249	(cm)	G	80000	(MPa)	G	80000	(MPa)		
La	196.669	(cm)	d	680.1	(cm)	d	791.4	(cm)		
Ls	569.000	(cm)	Fu	570	(cm ²)	Fu	180	(cm ²)		
Lc	400.000	(cm)	Fo	570	(cm ²)	Fo	180	(cm ²)		
Omega	88421.250	(cm ²)	Fd	69.4	(cm ²)	Fd	42.5	(cm ²)		
Jp	1.347E+07	(cm ⁴)								

9.1.3.3 Rigidezze torsionali sezione mista per azioni di breve durata ($t=0$)

C1		controsoletta		soletta	
Hsez	182.500 (cm)	a	550 (cm)	a	550 (cm)
Sa	1.800 (cm)	b	400 (cm)	b	569 (cm)
Ss	4.167 (cm)	E	210000 (MPa)	E	210000 (MPa)
Sc	0.245 (cm)	G	80000 (MPa)	G	80000 (MPa)
La	196.669 (cm)	d	680.1 (cm)	d	791.4 (cm)
Ls	569.000 (cm)	Fu	320 (cm ²)	Fu	162.5 (cm ²)
Lc	400.000 (cm)	Fo	320 (cm ²)	Fo	162.5 (cm ²)
Omega	88421.250 (cm ²)	Fd	69.4 (cm ²)	Fd	42.5 (cm ²)
Jp	1.576E+07 (cm ⁴)				

C2		controsoletta		soletta	
Hsez	182.500 (cm)	a	550 (cm)	a	550 (cm)
Sa	1.500 (cm)	b	400 (cm)	b	569 (cm)
Ss	4.167 (cm)	E	210000 (MPa)	E	210000 (MPa)
Sc	0.249 (cm)	G	80000 (MPa)	G	80000 (MPa)
La	196.669 (cm)	d	680.1 (cm)	d	791.4 (cm)
Ls	569.000 (cm)	Fu	570 (cm ²)	Fu	195 (cm ²)
Lc	400.000 (cm)	Fo	570 (cm ²)	Fo	195 (cm ²)
Omega	88421.250 (cm ²)	Fd	69.4 (cm ²)	Fd	42.5 (cm ²)
Jp	1.562E+07 (cm ⁴)				

C3		INIZ controsoletta		soletta	
Hsez	182.500 (cm)	a	550 (cm)	a	550 (cm)
Sa	1.800 (cm)	b	400 (cm)	b	569 (cm)
Ss	4.167 (cm)	E	210000 (MPa)	E	210000 (MPa)
Sc	0.249 (cm)	G	80000 (MPa)	G	80000 (MPa)
La	196.669 (cm)	d	680.1 (cm)	d	791.4 (cm)
Ls	569.000 (cm)	Fu	570 (cm ²)	Fu	195 (cm ²)
Lc	400.000 (cm)	Fo	570 (cm ²)	Fo	195 (cm ²)
Omega	88421.250 (cm ²)	Fd	69.4 (cm ²)	Fd	42.5 (cm ²)
Jp	1.597E+07 (cm ⁴)				

C4a		INIZ controsoletta		soletta	
Hsez	182.500 (cm)	a	550 (cm)	a	550 (cm)
Sa	2.200 (cm)	b	400 (cm)	b	569 (cm)
Ss	4.167 (cm)	E	210000 (MPa)	E	210000 (MPa)
Sc	0.250 (cm)	G	80000 (MPa)	G	80000 (MPa)
La	196.669 (cm)	d	680.1 (cm)	d	791.4 (cm)
Ls	569.000 (cm)	Fu	665 (cm ²)	Fu	380 (cm ²)
Lc	400.000 (cm)	Fo	665 (cm ²)	Fo	380 (cm ²)
Omega	88421.250 (cm ²)	Fd	69.4 (cm ²)	Fd	42.5 (cm ²)
Jp	1.634E+07 (cm ⁴)				

c4b		INIZ controsoletta		soletta	
Hsez	182.500 (cm)	a	550 (cm)	a	550 (cm)
Sa	2.200 (cm)	b	400 (cm)	b	569 (cm)
Ss	4.167 (cm)	E	210000 (MPa)	E	210000 (MPa)
Sc	0.250 (cm)	G	80000 (MPa)	G	80000 (MPa)
La	196.669 (cm)	d	680.1 (cm)	d	791.4 (cm)
Ls	569.000 (cm)	Fu	665 (cm ²)	Fu	380 (cm ²)
Lc	400.000 (cm)	Fo	665 (cm ²)	Fo	380 (cm ²)
Omega	88421.250 (cm ²)	Fd	69.4 (cm ²)	Fd	42.5 (cm ²)
Jp	1.634E+07 (cm ⁴)				

c5		INIZ controsoletta		soletta	
Hsez	182.500 (cm)	a	550 (cm)	a	550 (cm)
Sa	1.800 (cm)	b	400 (cm)	b	569 (cm)
Ss	4.167 (cm)	E	210000 (MPa)	E	210000 (MPa)
Sc	0.249 (cm)	G	80000 (MPa)	G	80000 (MPa)
La	196.669 (cm)	d	680.1 (cm)	d	791.4 (cm)
Ls	569.000 (cm)	Fu	570 (cm ²)	Fu	180 (cm ²)
Lc	400.000 (cm)	Fo	570 (cm ²)	Fo	180 (cm ²)
Omega	88421.250 (cm ²)	Fd	69.4 (cm ²)	Fd	42.5 (cm ²)
Jp	1.597E+07 (cm ⁴)				

c6 INIZ controsoletta soletta

Hsez	182.500	(cm)	a	550	(cm)	a	550	(cm)
Sa	1.500	(cm)	b	400	(cm)	b	569	(cm)
Ss	4.167	(cm)	E	210000	(MPa)	E	210000	(MPa)
Sc	0.250	(cm)	G	80000	(MPa)	G	80000	(MPa)
La	196.669	(cm)	d	680.1	(cm)	d	791.4	(cm)
Ls	569.000	(cm)	Fu	600	(cm ²)	Fu	240	(cm ²)
Lc	400.000	(cm)	Fo	600	(cm ²)	Fo	240	(cm ²)
Omega	88421.250	(cm ²)	Fd	69.4	(cm ²)	Fd	42.5	(cm ²)
Jp	1.563E+07	(cm ⁴)						

c7 INIZ controsoletta soletta

Hsez	182.500	(cm)	a	550	(cm)	a	550	(cm)
Sa	1.800	(cm)	b	400	(cm)	b	569	(cm)
Ss	4.167	(cm)	E	210000	(MPa)	E	210000	(MPa)
Sc	0.249	(cm)	G	80000	(MPa)	G	80000	(MPa)
La	196.669	(cm)	d	680.1	(cm)	d	791.4	(cm)
Ls	569.000	(cm)	Fu	570	(cm ²)	Fu	180	(cm ²)
Lc	400.000	(cm)	Fo	570	(cm ²)	Fo	180	(cm ²)
Omega	88421.250	(cm ²)	Fd	69.4	(cm ²)	Fd	42.5	(cm ²)
Jp	1.597E+07	(cm ⁴)						

c8b INIZ controsoletta soletta

Hsez	182.500	(cm)	a	550	(cm)	a	550	(cm)
Sa	2.200	(cm)	b	400	(cm)	b	569	(cm)
Ss	4.167	(cm)	E	210000	(MPa)	E	210000	(MPa)
Sc	0.250	(cm)	G	80000	(MPa)	G	80000	(MPa)
La	196.669	(cm)	d	680.1	(cm)	d	791.4	(cm)
Ls	569.000	(cm)	Fu	665	(cm ²)	Fu	380	(cm ²)
Lc	400.000	(cm)	Fo	665	(cm ²)	Fo	380	(cm ²)
Omega	88421.250	(cm ²)	Fd	69.4	(cm ²)	Fd	42.5	(cm ²)
Jp	1.634E+07	(cm ⁴)						

c9 controsoletta soletta

Hsez	182.500	(cm)	a	550	(cm)	a	550	(cm)
Sa	1.800	(cm)	b	400	(cm)	b	569	(cm)
Ss	4.167	(cm)	E	210000	(MPa)	E	210000	(MPa)
Sc	0.249	(cm)	G	80000	(MPa)	G	80000	(MPa)
La	196.669	(cm)	d	680.1	(cm)	d	791.4	(cm)
Ls	569.000	(cm)	Fu	570	(cm ²)	Fu	195	(cm ²)
Lc	400.000	(cm)	Fo	570	(cm ²)	Fo	195	(cm ²)
Omega	88421.250	(cm ²)	Fd	69.4	(cm ²)	Fd	42.5	(cm ²)
Jp	1.597E+07	(cm ⁴)						

c10 controsoletta soletta

Hsez	182.500	(cm)	a	550	(cm)	a	550	(cm)
Sa	1.500	(cm)	b	400	(cm)	b	569	(cm)
Ss	4.167	(cm)	E	210000	(MPa)	E	210000	(MPa)
Sc	0.249	(cm)	G	80000	(MPa)	G	80000	(MPa)
La	196.669	(cm)	d	680.1	(cm)	d	791.4	(cm)
Ls	569.000	(cm)	Fu	570	(cm ²)	Fu	195	(cm ²)
Lc	400.000	(cm)	Fo	570	(cm ²)	Fo	195	(cm ²)
Omega	88421.250	(cm ²)	Fd	69.4	(cm ²)	Fd	42.5	(cm ²)
Jp	1.562E+07	(cm ⁴)						

c11 controsoletta soletta

Hsez	182.500	(cm)	a	550	(cm)	a	550	(cm)
Sa	1.800	(cm)	b	400	(cm)	b	569	(cm)
Ss	4.167	(cm)	E	210000	(MPa)	E	210000	(MPa)
Sc	0.245	(cm)	G	80000	(MPa)	G	80000	(MPa)
La	196.669	(cm)	d	680.1	(cm)	d	791.4	(cm)
Ls	569.000	(cm)	Fu	320	(cm ²)	Fu	162.5	(cm ²)
Lc	400.000	(cm)	Fo	320	(cm ²)	Fo	162.5	(cm ²)
Omega	88421.250	(cm ²)	Fd	69.4	(cm ²)	Fd	42.5	(cm ²)
Jp	1.576E+07	(cm ⁴)						

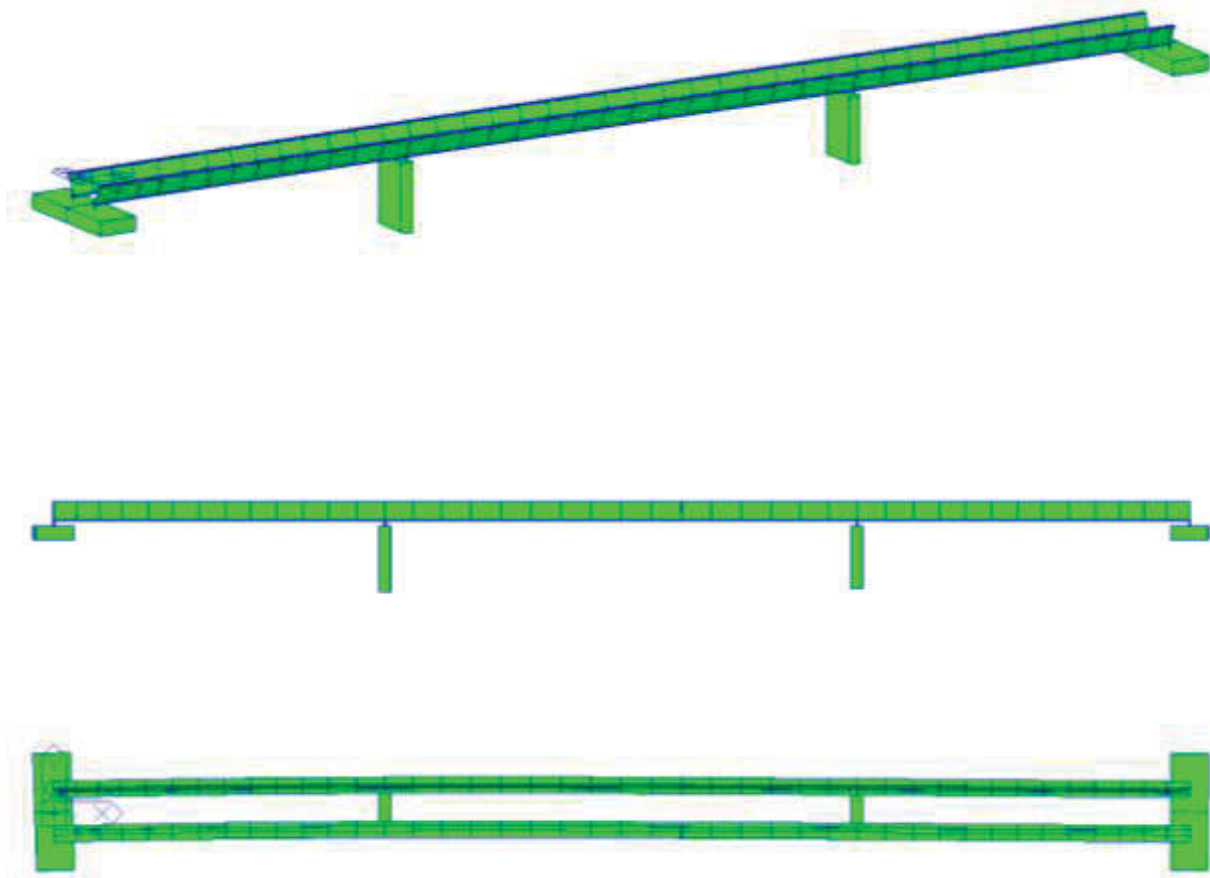
9.2 Modelli FEM

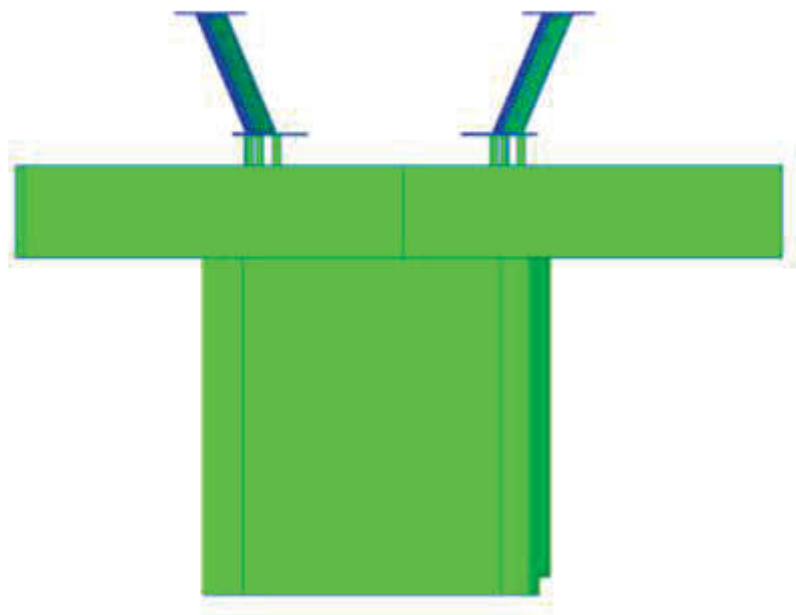
L'impalcato, come accennato in precedenza è trattato come una trave a cassone complessivo dotata di opportuna rigidità torsionale.

Le sollecitazioni principali sull'impalcato vengono valutate su un modello ad elementi finiti dello stesso che riproduce la scansione degli 11 conci in cui è suddiviso (rintracciabile negli elaborati grafici). La schematizzazione è ad elementi beam che vengono dotati delle reali caratteristiche inerziali come meglio evidenziato nel seguito. La configurazione planimetrica (in debole curva) è quella reale.

Nel modello vengono schematizzati anche gli appoggi come elementi beam che consentono di indagare esattamente le reazioni vincolari; la posizione degli appoggi è quella reale e dei link rigidi permettono di collegare gli appoggi al beam unico di impalcato. I beam di appoggio sono stati dotati delle opportune rotazioni e traslazioni libere di estremità che simulano lo schema statico del ponte già descritto in premessa.

Le figure seguenti mostrano il modello utilizzato implementato sul software Midas Civil.





Le caratteristiche di rigidità delle sezioni di impalcato saranno riassunte al paragrafo che segue e sono conformi alle sezioni progettate.

In conformità a quanto già esposto circa la "Load History" della struttura, vengono predisposti 3 versioni del modello ora descritto per il calcolo delle azioni:

- Un modello per valutare le azioni su sola sezione di acciaio,
- Un modello per valutare le azioni su sezione mista ma di lunga durata,
- Un modello per valutare le azioni su sezione mista per effetti istantanei di carico

Come detto il programma di calcolo utilizzato consente di applicare i carichi mobili al modello. Una volta definite le tipologie di carico mobile e generate le linee di carico (con le rispettive eccentricità rispetto all'asse dell'impalcato) il software consente di fare l'analisi massimizzando tutti i parametri di sollecitazione secondo la linea di influenza della struttura.

Il modello viene anche dotato di nodi posizionati nella reale posizione delle travi posti ad ogni giunto dei conci al fine di poter valutare le reali deformazioni e apportare le giuste contro-monte alla struttura. Tali nodi sono connessi con link rigidi all'impalcato e sono posizionati unicamente per avere una rapida lettura delle deformazioni.

9.3 Modello locale per la soletta e il rompi-tratta

Viene realizzato un modello locale, sempre con Midas Civil; per indagare il comportamento localizzato della soletta in calcestruzzo e, contestualmente le sollecitazioni sul rompi-tratta.

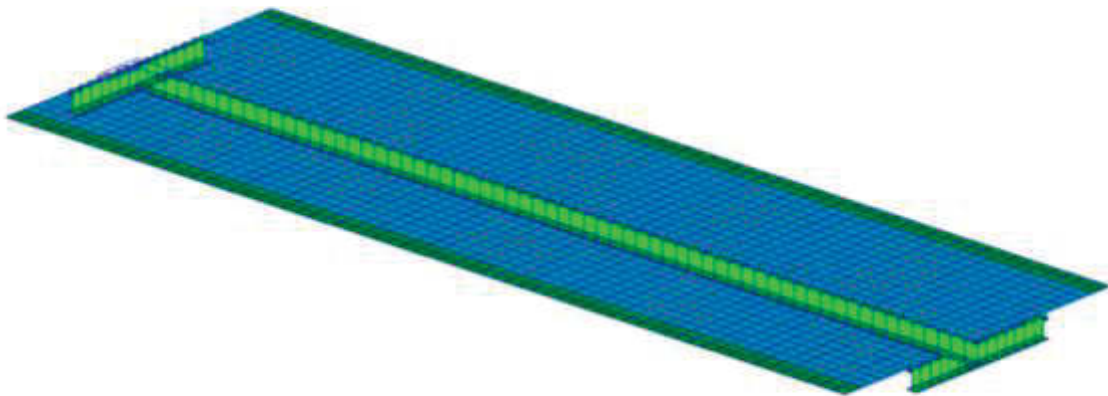
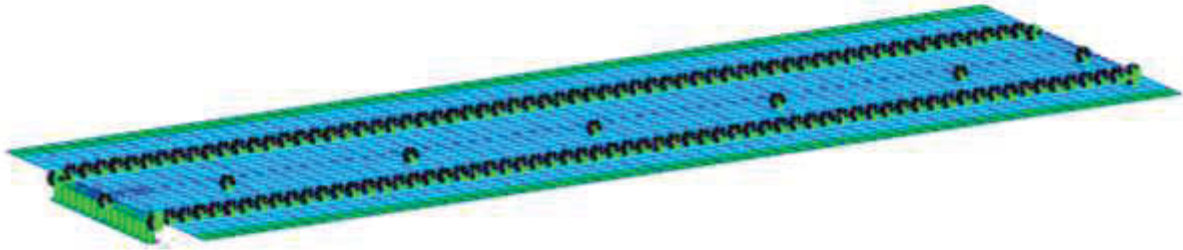
La soletta in c.a. è modellata con elementi finiti di tipo plate a 4 nodi che hanno caratteristiche di modulo elastico e spessore coincidenti con quelle reali; viene previsto uno spessore superiore per la zona di cordolo. Il rompi-tratta e il traverso di spalla sono modellati con dei beam dotati della loro reale rigidità (in funzione della fase di calcolo). Il collegamento fra i beam del rompi-tratta e la soletta avviene interponendo dei truss di elevata rigidità che puntualmente trasmettono la reazione della soletta: in questo modo si evita l'accoppiamento fra elementi beam e plate che genererebbe un comportamento scorretto della modellazione. Il rompi-tratta è a sua volta vincolato rigidamente in corrispondenza dell'appoggio fra i traversi: vengono modellate in tutto 6 campate di rompi-tratta per cogliere le varie luci fra i traversi presenti.

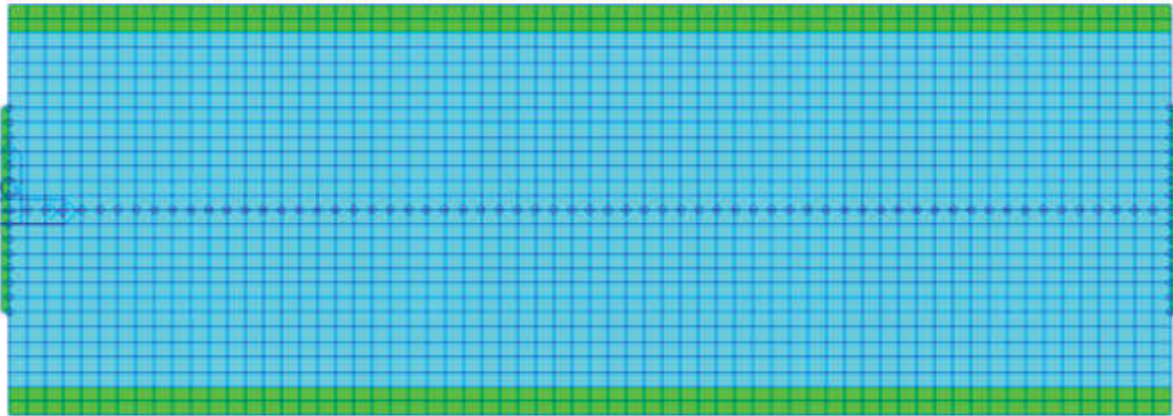
L'appoggio della soletta in corrispondenza delle travi principali è conferito direttamente applicando vincoli verticali alle linee nodali corrispondenti.

I carichi sono applicati direttamente ai plate e viene utilizzata la funzionalità dei carichi mobili in continuo sulla superficie dei plate per studiare le circostanze peggiori sia per la soletta che per il

rompi-tratta.

La figura che segue mostra il modello utilizzato.

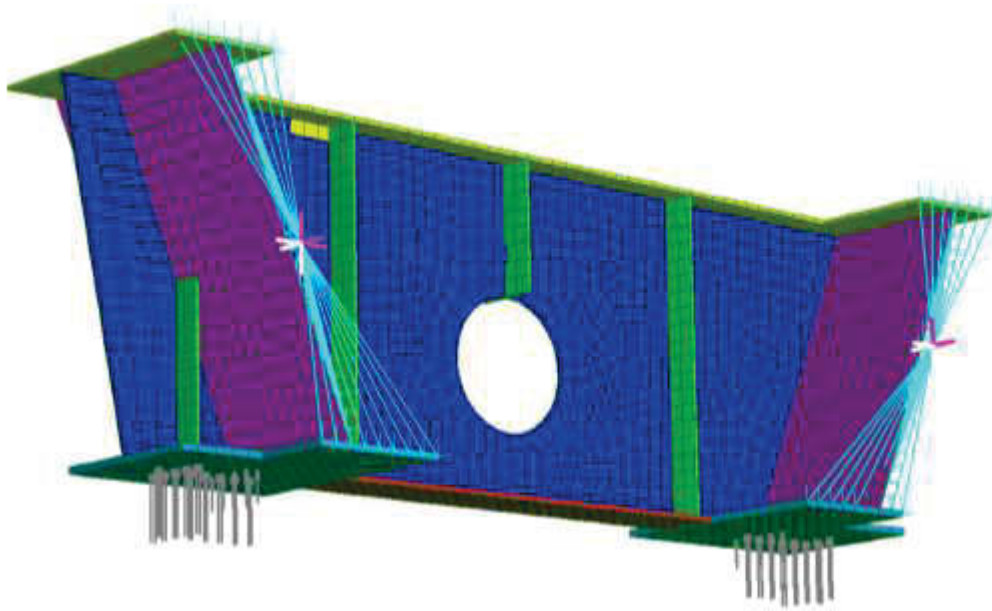




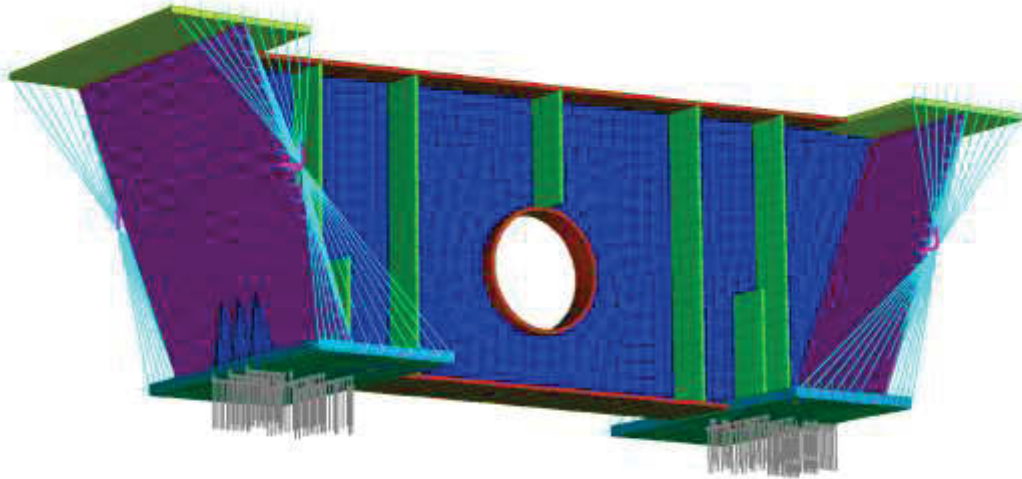
9.4 Modelli locali per i traversi di pila/spalla

Per lo studio dei traversi di pila e di spalla vengono approntati 2 modelli agli elementi finiti per lo studio di dettaglio. Trattandosi, a differenza dei traversi correnti, di elementi a parete piena vengono schematizzati con elementi plate che simulano anche la presenza delle costole di ripartizione e l'interazione con le anime del ponte. I modelli sono implementati su Straus 7 e risolti con solutore statico lineare, al fine di avere la restituzione della mappa tensionale sulle varie membrature.

La geometria del traverso riprodotta è quella realmente progettata e viene schematizzato anche uno spezzone della trave; vengono poi realizzati link rigidi fra i nodi di estremità della trave schematizzata e un nodo baricentrico della sezione della trave principale. Tale nodo viene vincolato in modo da mantenere isostatico l'intero modello; i carichi applicati sono quindi la reazione del rompi-tratta e le reazioni vincolari massime. E' inoltre stata applicata, nella reale posizione ed in un'altra condizione di carico la reazione vincolare durante il sollevamento per manutenzione/sostituzione degli appoggi. Nella figura che segue il modello locale del traverso di spalla.



Nella figura che segue il modello locale del traverso di pila



9.5 Modelli globali per il calcolo delle sottostrutture

Per quanto riguarda pile, spalle e fondazioni viene ottenuto un modello globale a partire da quello visto per l'impalcato, in cui vengono aggiunti i pali di fondazione.

La reale posizione dei pali viene individuata da un nodo linkato alla base della pila e i pali modellati con elementi beam dotati della rigidezza della sezione tonda di diametro 1.2 m. L'interazione fra terreno e struttura viene schematizzata conferendo ai nodi dei pali una rigidezza esterna pari alla rigidezza orizzontale del terreno. In particolare, data la natura argillosa del terreno si utilizza l'ipotesi di modulo di reazione orizzontale costante con la profondità e ci si riferisce a valori di letteratura per argille sovra-consolidate e in particolare alla formulazione di Davisson (1970) per cui il valore del modulo orizzontale è dato in funzione della resistenza a taglio non drenata c_u :

$$k_h = 67 \cdot \frac{c_u}{d}$$

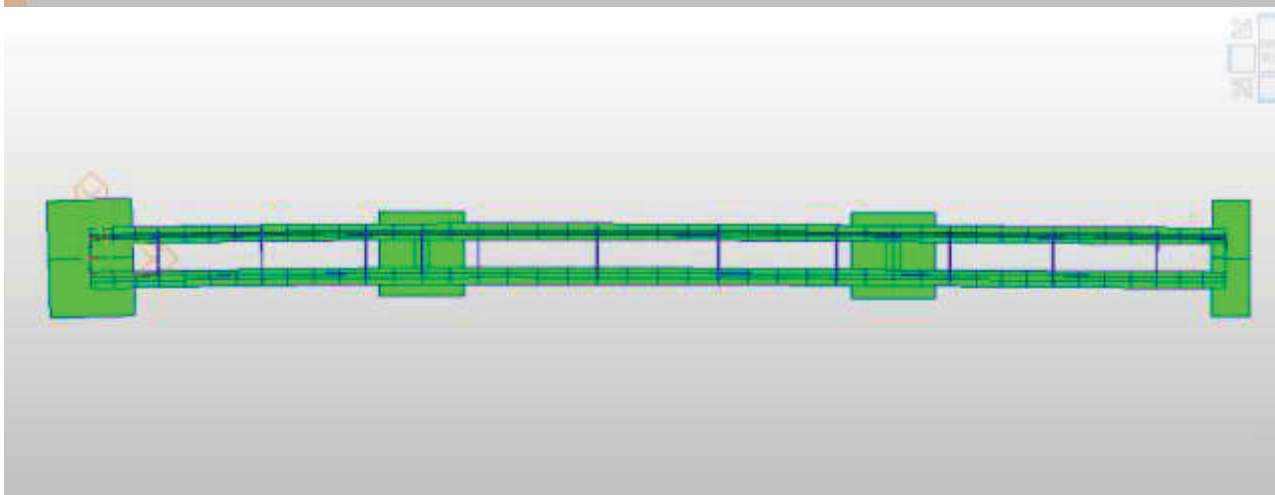
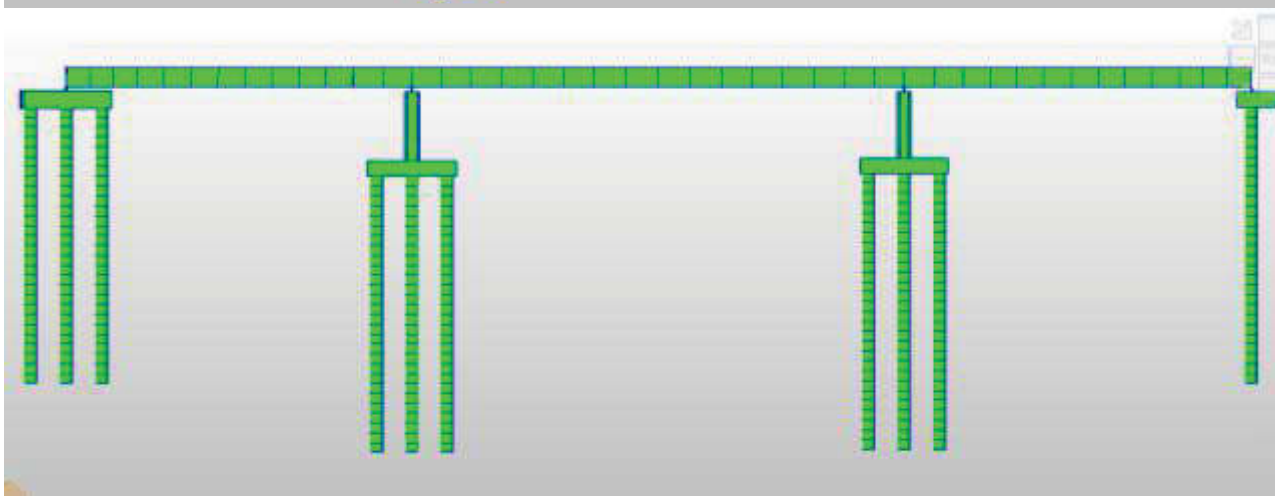
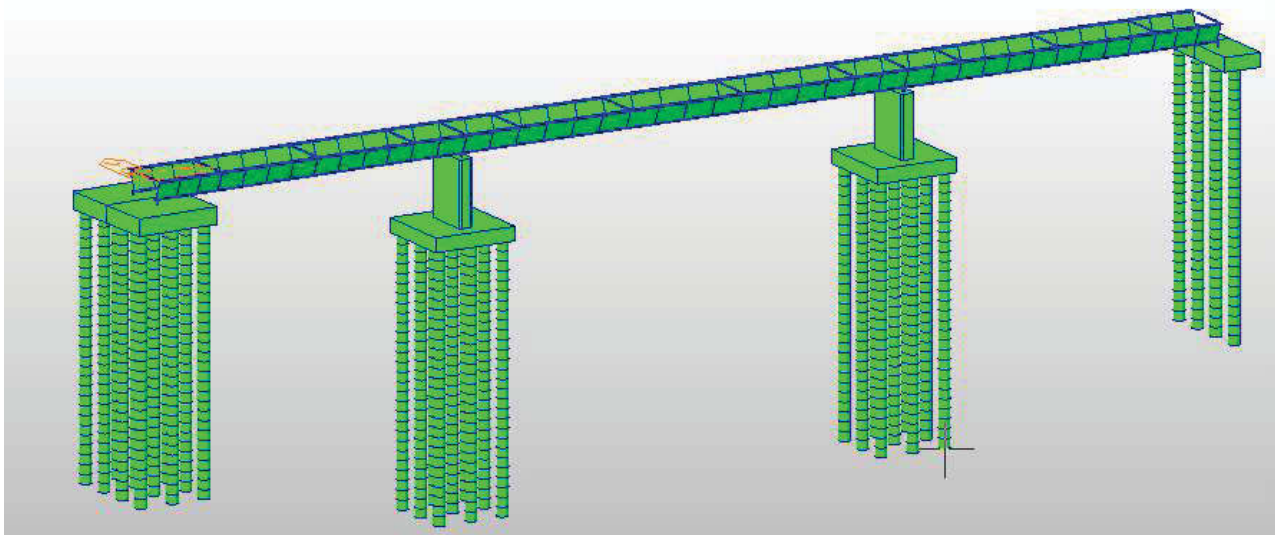
Nel caso particolare si assume ($c_u=150$ kPa) quindi un valore di:

$$k_h = 67 \cdot \frac{150}{1.2} = 8375 \text{ kPa/m}$$

La rigidezza in questione è conferita come molla esterna nelle due direzioni x e y ai nodi dei pali.

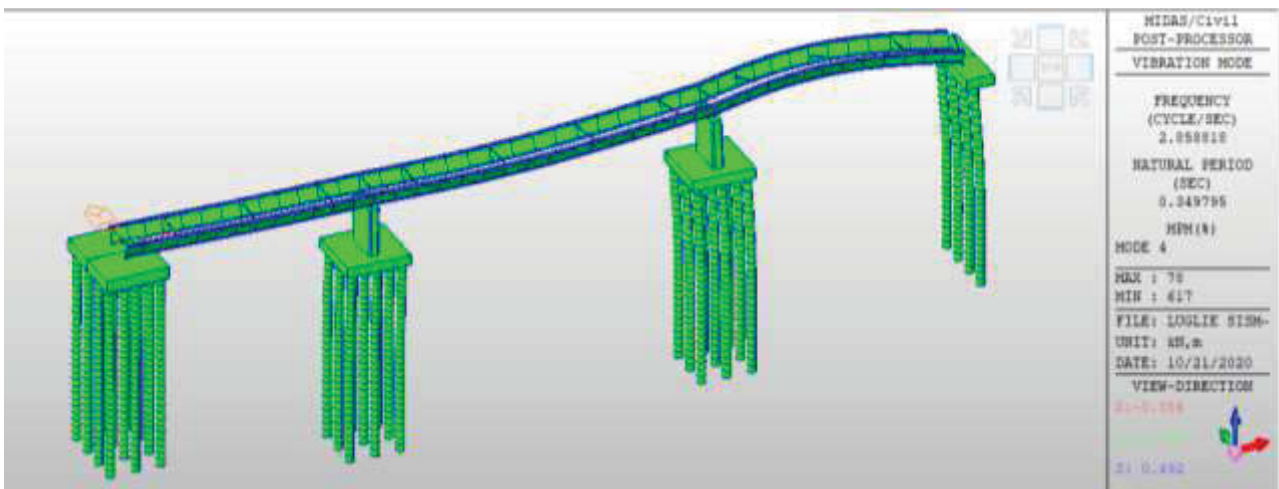
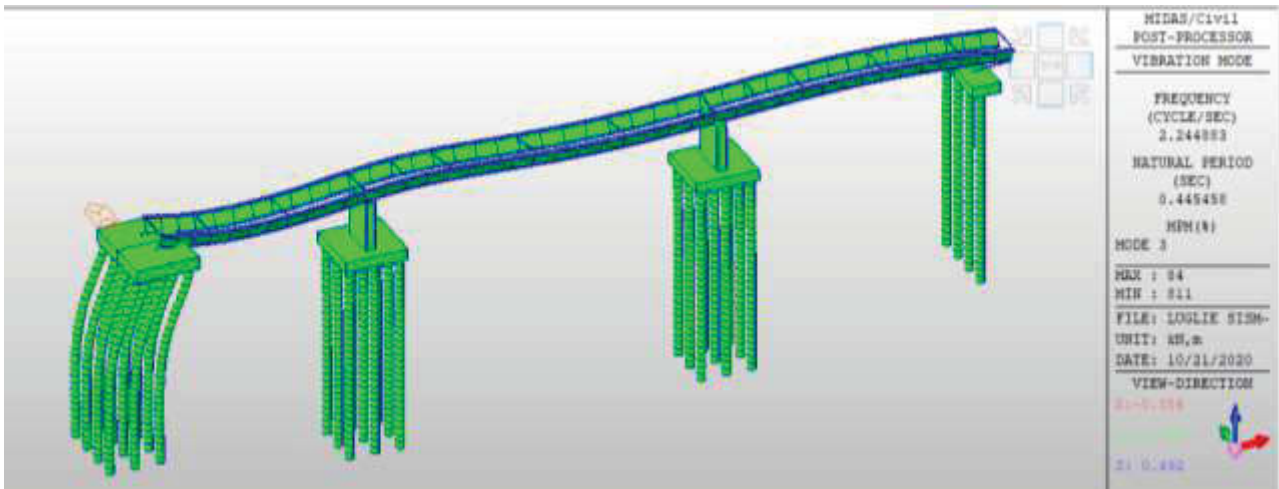
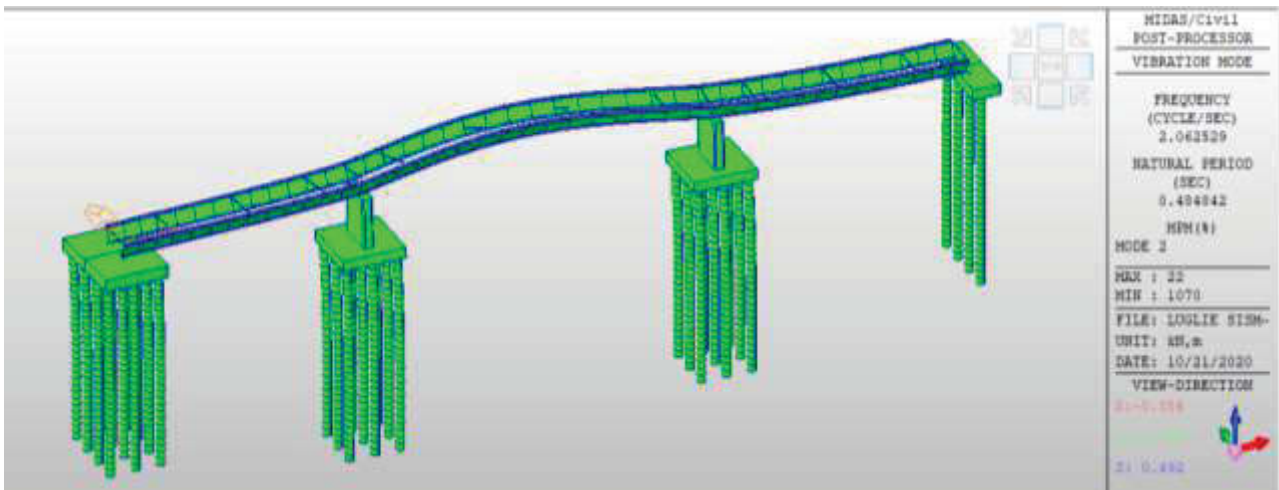
Per quanto attiene la rigidezza delle pile e dei corpi spalla si assume a favore di sicurezza la rigidezza non fessurata (una riduzione delle rigidezze porta a sollecitazioni potenzialmente inferiori); tale assunzione è anche rafforzata dal fatto che per quanto riguarda il sisma longitudinale la spalla fissa è sostanzialmente costituita dal solo plinto e che è stata invece considerata l'interazione terreno-struttura che ha impatto significativo sul comportamento dell'opera. Dal punto di vista degli spostamenti longitudinali, essi sono influenzati essenzialmente dalla sola spalla fissa che come detto è costituita dal solo plinto.

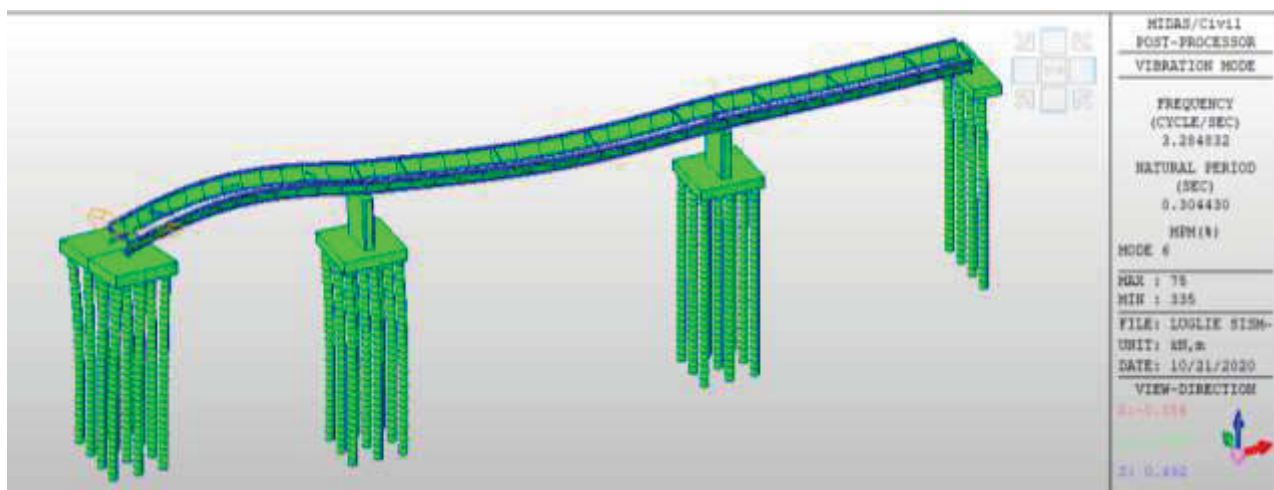
Il modello, che a parte le fondazioni è analogo a quello descritto per l'impalcato, è quello illustrato nelle figure che seguono.



Si riportano nel seguito i risultati principali dell'analisi sismica in termini di frequenze proprie e di massa partecipata.

Node	Mode	UX		UY		UZ		RX		RY		RZ	
EIGENVALUE ANALYSIS													
	Mode No	Frequency				Period		Tolerance					
		(rad/sec)		(cycle/sec)		(sec)							
	1	11.837.263		1.883.959		0.530797		0,0E+00					
	2	12.959.250		2.062.529		0.484842		0,0E+00					
	3	14.105.015		2.244.883		0.445458		0,0E+00					
	4	17.962.482		2.858.818		0.349795		0,0E+00					
	5	20.110.136		3.200.628		0.312439		0,0E+00					
	6	20.639.206		3.284.832		0.304430		0,0E+00					
	7	22.152.798		3.525.727		0.283629		0,0E+00					
	8	30.443.671		4.845.261		0.206387		0,0E+00					
	9	38.029.792		6.052.629		0.165217		0,0E+00					
	10	39.305.282		6.255.630		0.159856		0,0E+00					
	11	43.575.409		6.935.242		0.144191		0,0E+00					
	12	53.750.548		8.554.665		0.116895		2,0E-245					
	13	59.897.547		9.532.991		0.104899		7,6E-232					
	14	61.502.413		9.788.413		0.102162		1,3E-228					
	15	64.157.478		10.210.980		0.097934		2,0E-223					
	16	65.269.347		10.387.939		0.096265		7,8E-222					
	17	70.324.994		11.192.570		0.089345		1,0E-214					
	18	75.333.262		11.989.661		0.083405		3,6E-207					
	19	87.003.474		13.847.033		0.072218		1,2E-191					
	20	98.733.192		15.713.876		0.063638		1,4E-176					
	21	103.097.668		16.408.504		0.060944		9,5E-172					
	22	108.821.460		17.319.473		0.057738		3,0E-164					
	23	109.829.704		17.479.940		0.057208		2,7E-162					
	24	110.251.085		17.547.005		0.056990		4,9E-163					
	25	120.940.979		19.248.355		0.051952		3,2E-153					
MODAL PARTICIPATION MASSES PRINTOUT													
	Mode No	TRAN-X		TRAN-Y		TRAN-Z		ROTN-X		ROTN-Y		ROTN-Z	
		MASS(%)	SUM(%)	MASS(%)	SUM(%)	MASS(%)	SUM(%)	MASS(%)	SUM(%)	MASS(%)	SUM(%)	MASS(%)	SUM(%)
	1	1.92	1.92	0.07	0.07	6.00	6.00	1.06	1.06	0.15	0.15	0.00	0.00
	2	2.98	4.90	44.14	44.21	0.06	6.06	4.43	5.49	0.01	0.16	0.89	0.89
	3	92.33	97.22	1.11	45.32	0.80	6.86	0.24	5.73	0.34	0.50	0.08	0.97
	4	0.00	97.22	13.93	59.25	0.00	6.86	1.45	7.18	0.00	0.50	54.63	55.60
	5	0.99	98.21	0.51	59.76	0.56	7.42	0.32	7.50	46.75	47.25	0.23	55.83
	6	0.20	98.42	29.02	88.78	0.23	7.65	0.76	8.26	0.82	48.07	14.57	70.40
	7	0.79	99.20	0.06	88.84	60.83	68.48	0.00	8.27	0.32	48.39	0.04	70.44
	8	0.00	99.21	0.80	89.64	0.00	68.48	1.61	9.88	0.00	48.39	4.72	75.15
	9	0.01	99.21	0.00	89.64	0.00	68.48	0.10	9.98	11.63	60.03	0.00	75.15
	10	0.01	99.22	4.12	93.76	0.00	68.48	22.59	32.56	0.00	60.03	6.07	81.22
	11	0.00	99.22	2.13	95.89	0.00	68.48	23.66	56.22	0.00	60.03	15.90	97.12
	12	0.00	99.22	3.66	99.55	0.00	68.48	11.93	68.15	0.00	60.03	0.30	97.43
	13	0.02	99.24	0.00	99.55	0.05	68.54	0.20	68.34	0.02	60.05	0.00	97.43
	14	0.04	99.28	0.00	99.55	0.01	68.55	0.04	68.39	0.67	60.72	0.00	97.43
	15	0.00	99.28	0.01	99.56	0.00	68.55	9.69	78.08	0.00	60.72	1.98	99.41
	16	0.59	99.88	0.00	99.56	0.00	68.55	0.00	78.08	0.01	60.73	0.00	99.41
	17	0.00	99.88	0.00	99.56	6.34	74.89	0.21	78.29	0.17	60.89	0.00	99.41
	18	0.00	99.88	0.27	99.83	0.00	74.89	2.29	80.58	0.00	60.89	0.32	99.73
	19	0.00	99.88	0.07	99.90	0.00	74.89	2.93	83.51	0.00	60.89	0.11	99.84
	20	0.00	99.88	0.00	99.91	0.00	74.89	2.70	86.22	0.00	60.89	0.01	99.84
	21	0.00	99.88	0.00	99.91	0.00	74.89	0.02	86.24	0.33	61.22	0.00	99.84
	22	0.00	99.88	0.00	99.91	4.28	79.17	0.04	86.27	4.10	65.32	0.00	99.84
	23	0.00	99.88	0.00	99.91	2.38	81.54	0.15	86.43	4.30	69.63	0.00	99.85
	24	0.00	99.88	0.00	99.91	0.31	81.86	1.19	87.62	0.41	70.03	0.02	99.87
	25	0.05	99.94	0.00	99.91	0.13	81.98	0.07	87.69	0.01	70.04	0.00	99.87





10. VERIFICHE IMPALCATI IN STRUTTURA MISTA

Nel seguito le verifiche condotte sugli impalcati metallici (carreggiata direzione Grosseto e carreggiata direzione Firenze uguali fra loro) che costituiscono l'opera in oggetto. Per quanto riguarda la soletta in calcestruzzo nel suo funzionamento trasversale per effetti locali e il rompi-tratta centrale si conduce un dimensionamento tipologico nei paragrafi finali del presente capitolo.

10.1 Impostazione generale delle verifiche

La verifica delle sezioni composte acciaio-calcestruzzo viene condotta, come accennato in precedenza, impiegando il software di calcolo automatico Ponti EC4 che implementa le verifiche di Eurocodice 4, peraltro sostanzialmente sovrapponibili a quanto prescritto in DM 17/01/2018.

Nell'ambito dei vari stati limite considerati si effettuano, a livello sezionele, le seguenti verifiche:

- Verifiche di resistenza flessionale SLU della trave composta:
 - Verifica Plastica (quando applicabile)
 - Verifica tensionale (sempre applicabile almeno si sezione efficace)

- Verifica di resistenza al taglio SLU

Verifica Plastica
Shear Buckling

Controllo interazione Taglio-Flessione

- Verifiche di controllo tensionale SLE
- Verifica delle connessioni trave-soletta (piolature) SLU e SLE
- Stabilità dei pannelli d'anima in esercizio (web breathing)
- Verifiche di fatica

Il complesso delle precedenti verifiche viene effettuato in automatico dal programma "Ponti EC4" per tutte le sezioni significative del ponte. Nel seguito vengono espone in dettaglio i criteri di verifica adottati.

10.1.1 Verifiche SLU – Resistenza delle sezioni

Le verifiche di resistenza delle sezioni allo S.L.U. viene effettuata attraverso i seguenti passaggi:

- Preclassificazione della sezione

Effettuata sulla base delle caratteristiche geometriche dei singoli sotto componenti

- Analisi plastica

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

Per la valutazione di N_{pl} e M_{pl} si seguono i criteri contenuti in EN 1994-2, cap. 6.2.1.2. (4.3.2.1.2. delle NTC 2018).

Il calcolo di M_{pl} viene effettuato mediante semplici considerazioni di equilibrio delle forze plastiche sviluppate dai singoli elementi componenti la sezione, e della eventuale azione assiale concomitante, sotto opportune ipotesi, verificate a posteriori, riguardanti la posizione dell'asse neutro plastico.

In generale, quindi, indicato con:

$N_{abf} = t_{inf} \times b_{inf} \times f_{yinf} / \gamma_{m0}$ azione assiale plastica sviluppabile dalla piattabanda inferiore;

$N_{aweb} = t_{web} \times h_{web} \times f_{yweb} / \gamma_{m0}$ azione assiale plastica sviluppabile dalla anima;

$N_{atf} = t_{sup} \times b_{sup} \times f_{ysup} / \gamma_{m0}$ azione assiale plastica sviluppabile dalla piattabanda superiore;

$N_{c1} = 0.85 \times f_{ck} \times b_{eff} \times t_{c1} / \gamma_c$ azione assiale plastica sviluppabile dal layer di cls (di spessore pari a t_{c1}) compreso tra il layer superiore di armatura e l'estradosso della soletta (agente solo a compressione);

$N_{c2} = 0.85 \times f_{ck} \times b_{eff} \times t_{c2} / \gamma_c$ azione assiale plastica sviluppabile dal layer di cls (di spessore pari a t_{c2}) compreso tra i due layers di armatura (agente solo a compressione);

$N_{c3} = 0.85 \times f_{ck} \times b_{eff} \times t_{c3} / \gamma_c$ azione assiale plastica sviluppabile dal layer di cls (di spessore pari a t_{c3}) compreso tra la piattabanda superiore e il layer di armatura inferiore (agente solo a compressione);

$N_{layer1} = A_{s1inf} \times f_{yk} / \gamma_s$ azione assiale plastica sviluppabile dal layer inferiore di armatura (di area complessiva A_{s1inf});

$N_{layer2} = A_{s1sup} \times f_{yk} / \gamma_s$ azione assiale plastica sviluppabile dal layer superiore di armatura (di area complessiva A_{s1sup});

N_e azione assiale esterna, agente in corrispondenza del baricentro geometrico della sezione;

f_{yinf} , f_{ysup} , f_{yweb} resistenze caratteristiche di snervamento dell'acciaio componente rispettivamente la piattabanda inferiore, la piattabanda superiore e l'anima;

La posizione dell'asse neutro plastico, per un dato segno dell'azione flettente, è immediatamente e univocamente determinabile dall'esame di relazioni simili alla seguente, esplicitata per il caso di momento flettente negativo (soletta compressa), e asse neutro plastico disposto nell'anima:

$$Z_{pl} = t_{inf} + (-N_e + N_{layer1} + N_{layer2} + N_{atf} - N_{abf} + N_{aweb}) / (2 t_{web} f_{yweb} \gamma_{m0})$$

Si evidenzia inoltre che:

- l'azione assiale plastica sviluppata dal calcestruzzo in compressione viene valutata sulla base di uno stress block equivalente, di altezza pari a quella effettiva, ma di intensità ridotta all'85% (cfr. EN 1994-2, cap. 6.2.1.2.(1), punto d),
- le armature in compressione vengono considerate, al fine di evitare possibili punti di discontinuità nella ricerca di a.n.p. per azione assiale variabile, rinunciando all'ipotesi semplificativa contemplata da EN 1994-2, cap. 6.2.1.2.(1), punto c
- per i medesimi motivi indicati al punto precedente, i layers di armatura vengono modellati con "strisce" di spessore equivalente.

Il tracciamento dei domini viene effettuato per punti, valutando di volta in volta la posizione dell'asse neutro plastico e il valore di M_{pl} sotto l'azione dell'azione assiale N incrementata da 0 (flessione semplice, positiva o negativa) fino a $\pm N_{pl}$ con incrementi pari a $N_{pl}/10$.

L'operazione viene effettuata in automatico dal programma PontiEC4 per tutte le sezioni di verifica, considerando sia la sezione completa, sia la sezione formata dalle sole flange in acciaio e calcestruzzo.

- Classificazione effettiva della sezione

Effettuata sulla base dell'effettivo valore di N_{Ed} , M_{Ed} per la combinazione in esame

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

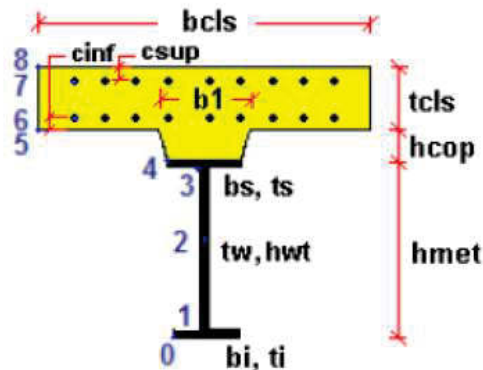
Valutazione del massimo rapporto di sfruttamento plastico η_1 ; effettuata con riferimento a N_{Ed} , M_{Ed}

agenti isolatamente, e per effetto combinato.

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

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

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



Nell'ambito del calcolo tensionale, la soletta viene considerata fessurata (non reagente) all'atto dell'annullamento della tensione di compressione valutata in corrispondenza della fibra media. Contestualmente all'annullamento della soletta, si annullano anche le sollecitazioni da ritiro primario.

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

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

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

Per sezioni soggette a "shear buckling" viene valutato il coefficiente di riduzione χ_w , e successivamente valutato il taglio resistente $V_{b,Rd}$ come somma dei contributo resistenti dell'anima $V_{bw,Rd}$ e, se applicabile, delle flange $V_{bf,Rd}$, secondo la procedura indicata nell' EN1993-1-5.

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

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

Un'ulteriore ipotesi cautelativa, riservata alla verifica di sezioni in classe 3 e 4, è l'utilizzo sistematico del rapporto di sfruttamento elastico η_1 in luogo di quello plastico η_1 , indipendentemente dall'andamento delle tensioni lungo l'anima (a rigore la EN 1993-1-5, cap. 7.1.(4) e (5) prevede tale accortezza solo qualora l'anima risulta interamente in compressione). Inoltre in EN 1993-1-5 7.1 (2) è indicato che la verifica deve essere effettuata a distanza maggiore di $h_w/2$ dalla sezione di appoggio.

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

$$M_{pl,Rd} = M_{pl(N),Rd} \text{ (sezione intera)}$$

$$M_{f,Rd} = M_{f(N),Rd} \text{ (sezione costituita dalle sole flange)}$$

Si rileva che la disequaglianza associata alla formula di interazione presentata poco sopra, evidenzia implicitamente che la formula non è applicabile (non vi è interazione) qualora il momento di progetto

sia minore di quello sopportabile dalle sole flange.

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

10.1.2 Verifiche SLE – Limitazione delle tensioni

La verifica viene condotta puntualmente, sulla sezione omogenizzata, con riferimento alle tensioni di Von Mises valutate sotto la combinazione fondamentale S.L.E. rara.

dove:

$\sigma_{x,Ed}$ è il valore di calcolo della tensione normale nel punto in esame, agente in direzione parallela all'asse della membratura;

$\sigma_{z,Ed}$ è il valore di calcolo della tensione normale nel punto in esame, agente in direzione ortogonale all'asse della membratura;

τ_{Ed} è il valore di calcolo della tensione tangenziale nel punto in esame, agente nel piano della sezione della membratura.

$\gamma_{m,ser} = 1.0$ è il coefficiente da applicare al materiale in condizioni di esercizio secondo le EN 1993-2 e EN 1994-2.

I punti di verifica in cui sono valutate le tensioni sono sempre gli stessi della figura precedente.

10.1.3 Verifiche SLE – Web Breathing

La verifica è volta alla limitazione della snellezza dei singoli pannelli e sotto pannelli. I criteri di verifica sono contenuti nelle istruzioni a NTC-18, cap. 4.2.4.1.3.4, che rimandano a EN 1993.2, cap. 7.4.

Tra i metodi proposti, si sceglie quello più rigoroso, comprendente la verifica diretta della stabilità dei sottopannelli. Tale metodo consistente nel confronto del quadro tensionale indotto dalla combinazione S.L.E. frequente e rappresentato da $\sigma_{x,Ed,ser}$ e $\sigma_{xy,Ed,ser}$, con le tensioni normali e tangenziali critiche del pannello. Si applica pertanto la relazione (cfr. 1993-2 cap. 7.4.(3)):

$$\sqrt{\left(\frac{\sigma_{x,Ed,ser}}{k_{\sigma}\sigma_E}\right)^2 + \left(\frac{1.1 \cdot \tau_{x,Ed,ser}}{k_{\tau}\sigma_E}\right)^2} \leq 1.1$$

In cui:

σ_E è la tensione normale critica viene valutata a partire da quella Euleriana, tenendo conto della eventuale sovrapposizione dei fenomeni di instabilità di piastra e di colonna tramite il coefficiente ξ , seguendo i criteri contenuti in EN 1993-1-5 - 4.5.4.(1).

k_{σ}, k_{τ} sono i coefficienti di imbozzamento per tensioni normali e per taglio, funzione della geometria e dello stato di sforzo del pannello.

La verifica viene effettuata in automatico dal programma Ponti EC4, sulla base delle combinazioni S.L.E. frequenti elaborate per tutte le sezioni di verifica.

10.1.4 Verifiche SLU e SLE – Verifica connessioni trave soletta

Le piolature adottate sono tutte a completo ripristino di resistenza. I dettagli adottati per la connessione trave-soletta sono conformi alle NTC-18 paragrafo 4.3.4.1.2 e C.4.3.4 delle relative istruzioni.

- Verifica tensionale elastica SLU e SLE

La verifica tensionale elastica viene condotta mediante la deduzione del massimo scorrimento "elastico" a taglio sul singolo piolo secondo la condizione di carico analizzata (SLU o SLE). Lo scorrimento unitario è calcolato come segue:

$$v_{ED} = \frac{V \cdot S}{J}$$

In cui S e J sono univocamente definite sulla base delle caratteristiche non fessurate.

Quindi si fa il confronto con la portanza del piolo valutata come:

$$P_{RD}^1 = \frac{0.8 \cdot f_u \cdot \pi \cdot d^2}{4 \cdot \gamma_V}$$

$$P_{RD}^2 = \frac{0.29 \cdot \alpha \cdot d^2 \sqrt{f_{ct} E_{cm}}}{\gamma_V}$$

$$\alpha = 0.2 \cdot \left(\frac{h_{sc}}{d} + 1 \right) \quad \text{per } 3 \leq \frac{h_{sc}}{d} \leq 4$$

$$\alpha = 1 \quad \text{per } \frac{h_{sc}}{d} > 4$$

$$P_{RD} = \min(P_{RD}^1, P_{RD}^2)$$

La verifica sarà quindi condotta come segue:

$$V_{ED} \leq n \cdot P_{RD} \quad \text{S.L.U. (combinazione fondamentale)}$$

$$V_{ED} \leq K_s \cdot n \cdot P_{RD} \quad \text{S.L.E. (combinazione caratteristica)}$$

K_s è un coefficiente riduttivo per lo S.L.E. assunto pari a 0.6

n è il numero di pioli per unità di lunghezza considerata

- Verifica concentrazione scorrimenti per effetto del ritiro e della variazione termica nelle zone di estremità trave

L'ammontare delle azioni di scorrimento per ritiro e variazione termica nelle zone di coda viene calcolato a partire dall'azione assiale indotta dalle relative deformazioni impresse nella soletta (ritiro e ΔT), assumendo una distribuzione costante del flusso per una lunghezza di trave assunta pari alla larghezza di soletta efficace (b_{eff}).

$$V_{L,ED,max} = \frac{V_{L,ED}}{b_{eff}}$$

$$n_{pioli} = \frac{V_{L,ED,max}}{P_{RD}}$$

n_{pioli} è il numero di pioli da inserire per una lunghezza b_{eff} a partire dalla testata della trave.

10.1.5 Verifiche SLF – Verifiche a fatica

Le verifiche a fatica vengono effettuate sono implementate all'interno del programma Ponti EC4 con l'impiego del metodo dei coefficienti λ , associato all'impiego del veicolo a fatica FLM3 (istruzioni NTC-08, cap. 4.2.4.1.4.6.3., ovvero EN 1993-2 cap. 9). Tuttavia settando nel programma i coefficienti λ in modo opportuno è possibile condurre la verifica secondo quanto prescritto al §5.1.4.3 del DM 17/01/2018 ed in particolare alle verifiche a vita illimitata e allo schema di carico 2 meglio descritto in analisi dei carichi.

Le verifiche a fatica per vita illimitata, impongono la relazione:

$$\Delta\sigma_{max} \leq \Delta\sigma_D / \gamma_M$$

dove:

$\Delta\sigma_{max}$ = massima escursione di tensione per il dettaglio esaminato, indotta dal modello di carico prescelto

$\Delta\sigma_D$ = limite di fatica ad ampiezza costante per il dettaglio esaminato (relativo a rottura per 5×10^6 cicli)

γ_M = coeff. parziale assunto pari a 1.35, come da tabella seguente

Tab. 4.2.XI - Coefficienti di sicurezza da assumere per le verifiche a fatica.

	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	$\gamma_{Mf} = 1,15$	$\gamma_{Mf} = 1,35$

Nei dettagli a fatica è fornito sempre il valore caratteristico $\Delta\sigma_C$ dal quale si passa al valore ad ampiezza costante (vita illimitata) con i criteri seguenti estratti dal §C4.2.4.1.4 della circolare applicativa al DM 17/01/2018.

$$\Delta\sigma = \Delta\sigma_C \left(\frac{2 \cdot 10^6}{N} \right)^{\frac{1}{m}} \quad \text{per } N \leq 5 \cdot 10^6$$

$$\Delta\sigma = \Delta\sigma_D \left(\frac{2 \cdot 10^6}{N} \right)^{\frac{1}{m+2}} \quad \text{per } 5 \cdot 10^6 < N \leq 10^8, \quad [C4.2.94]$$

$$\Delta\sigma = \Delta\sigma_L \quad \text{per } N > 10^8$$

dove $m=3$, cosicchè risulta

$$\Delta\sigma_D = 0,737\Delta\sigma_C; \quad \Delta\sigma_L = 0,549\Delta\sigma_C \quad [C4.2.95]$$

Le curve S-N per tensioni normali sono rappresentate in Figura C4.2.21.

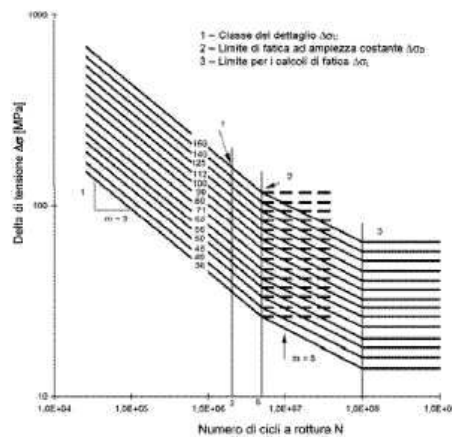


Figura C4.2.21 - Curve S-N per dettagli/elementi soggetti a tensioni normali

$$\Delta\tau = \Delta\tau_c \left(\frac{2 \cdot 10^6}{N} \right)^{\frac{1}{m}} \quad \text{per } N \leq 10^8 \quad [C4.2.96]$$

$$\Delta\tau = \Delta\tau_L \quad \text{per } N > 10^8$$

dove $m=5$, cosicché risulta

$$\Delta\tau_L = 0,457\Delta\tau_c \quad [C4.2.97]$$

Le classi di resistenza a fatica per tensioni tangenziali relative ai dettagli più comuni sono riportate nella Tabelle C4.2.XII.b, C4.2.XII.c e C4.2.XVI.b.

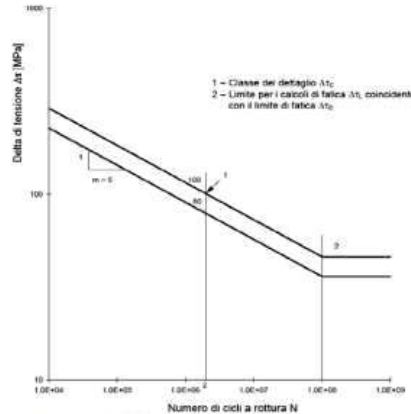


Figura C4.2.23 - Curve S-N per dettagli elementi soggetti a tensioni tangenziali

Per quanto riguarda i pioli si fa invece riferimento alla curva SN seguente da cui si ricava $\Delta\tau_D$ per 5×10^6 cicli:

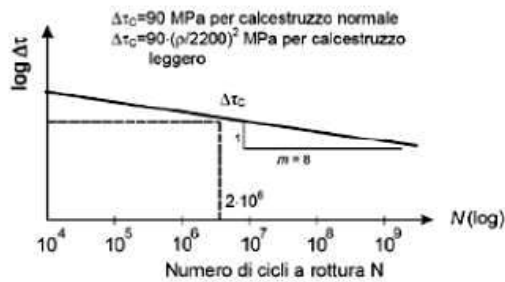


Figura C4.2.24 - Curva S-N per connettori a piolo

$$\Delta\tau_D = 0.892 \times \Delta\tau_c$$

I dettagli considerati sono richiamati nelle tabelle ai paragrafi che seguono e sono riportati nel seguito.

Le verifiche vengono svolte per i particolari più limitativi:

1. Presenza di saldature trasversali su anima e piattabande derivanti dalla presenza di nervature d'irrigidimento.
2. Saldatura di risvolto nello slot dell'anima in corrispondenza dei giunti principali.
3. Saldature di testa principali delle piattabande
4. Terminale del rib longitudinale d'anima
5. Connessioni anima piattabanda (sforzi tangenziali)

Per i dettagli si fa riferimento a quanto raccomandato in circolare n°21 del 21/1/2019 applicativa del DM 17/01/2018.

Caso 1:

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

$$\Delta\sigma_D = \Delta\sigma_C \times 0.737 = 80 \times 0.737 = 58.96 \text{ MPa}$$

$$\Delta\sigma_{\max} \leq \Delta\sigma_D / \gamma_{M,f} = 43.7 \text{ MPa}$$

Caso 2:

71		9) Saldatura longitudinale a piena penetrazione, a cordoni d'angolo e a tratti, con lunette di scanco di altezza non maggiore di 60 mm. Per lunette di altezza maggiore vedere dettaglio 1) della tabella C4.2.XX)	$\Delta\sigma$ riferiti alle tensioni nella piattabanda
----	--	--	---

$$\Delta\sigma_D = \Delta\sigma_C \times 0.737 = 71 \times 0.737 = 52.33 \text{ MPa}$$

$$\Delta\sigma_{\max} \leq \Delta\sigma_D / \gamma_{M,f} = 38.76 \text{ MPa}$$

Caso 3:

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

$$\Delta\sigma_D = \Delta\sigma_C \times 0.737 = 90 \times 0.737 = 66.33 \text{ MPa}$$

$$\Delta\sigma_{\max} \leq \Delta\sigma_D / \gamma_{M,f} = 49.13 \text{ MPa}$$

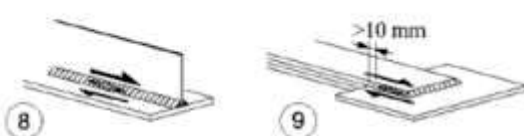
Caso 3 (per rib longitudinale):

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

$$\Delta\sigma_D = \Delta\sigma_C \times 0.737 = 56 \times 0.737 = 41.27 \text{ MPa}$$

$$\Delta\sigma_{\max} \leq \Delta\sigma_D / \gamma_{M,f} = 30.57 \text{ MPa}$$

Caso 4

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

$$\Delta\tau_L = \Delta\tau_C \times 0.457 = 80 \times 0.457 = 36.56 \text{ MPa}$$

$$\Delta\sigma_{\max} \leq \Delta\sigma_D / \gamma_{M,f} = 27.08 \text{ MPa}$$

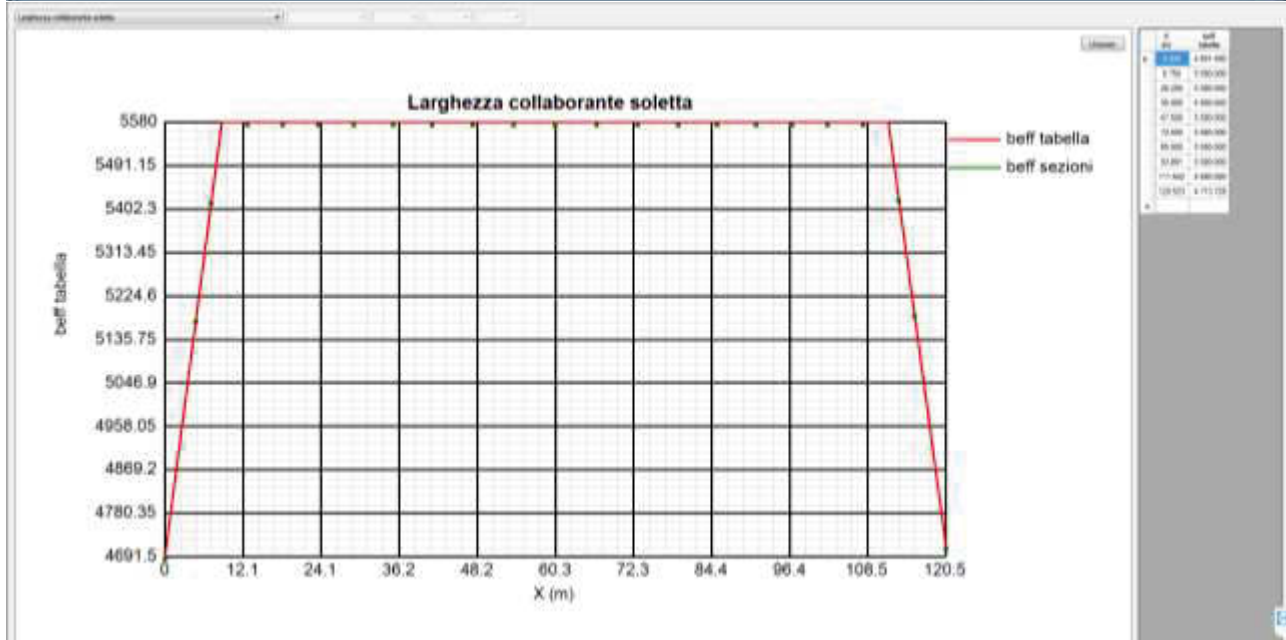
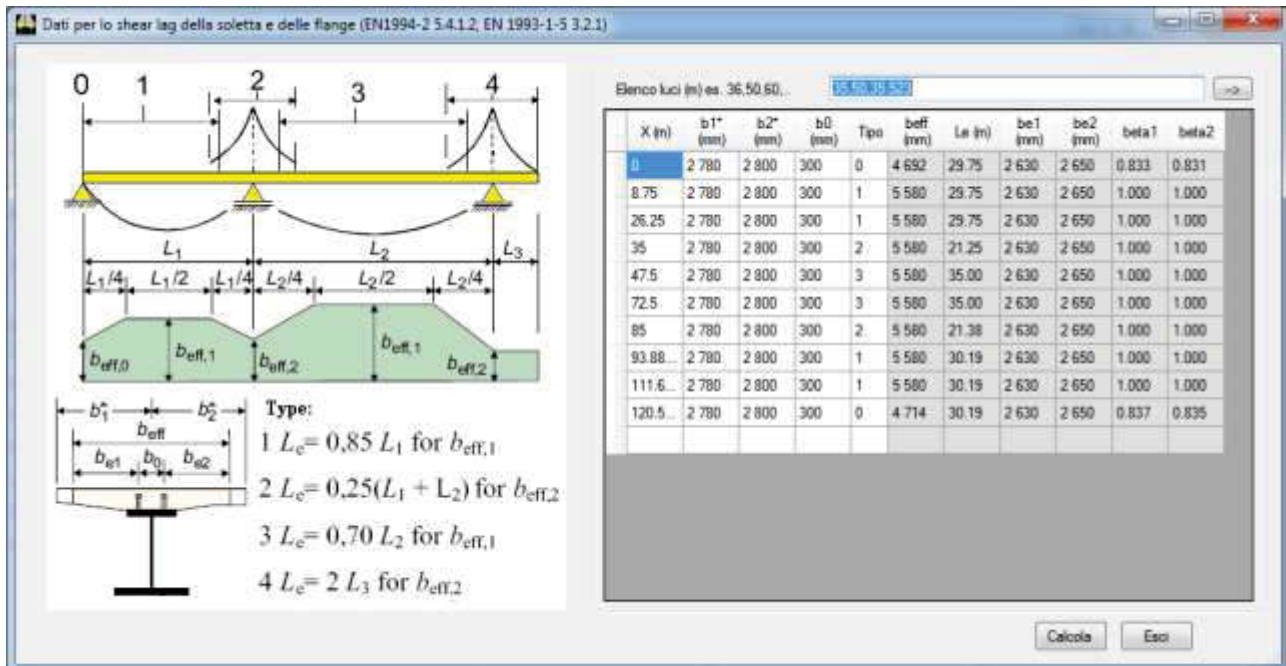
10.2 Caratteristiche geometriche delle sezioni per le verifiche

Le sezioni di controllo su cui vengono condotti dimensionamenti e verifiche dell'impalcato sono raccolte nella tabella che segue in funzione dell'ascissa misurata a partire dall'asse appoggi della spalla A.

Sezione di controllo	Tipo concio	Ascissa <i>X (m)</i>
1-i	C01	0
2-j	C01	4.8
3-j	C01	7.2
4-i	C02	7.2
5-j	C02	12.7
7-j	C02	18.2
8-i	C03	18.2
9-j	C03	23.7
11-j	C03	29.2
12-i	C04	29.2
13-j	C04	35.2
14-i	C04	35.2
15-j	C04	41.2
16-i	C05	41.2
17-j	C05	47.5
19-j	C05	53.8
20-i	C06	53.8

Sezione di controllo	Tipo concio	Ascissa <i>X (m)</i>
21-j	C06	60.2
23-j	C06	66.6
24-i	C07	66.6
25-j	C07	72.9
27-j	C07	79.2
28-i	C08	79.2
29-j	C08	85.2
30-i	C08	85.2
31-j	C08	91.2
32-i	C09	91.2
33-j	C09	96.7
35-j	C09	102.2
36-i	C10	102.2
37-j	C10	107.7
39-j	C10	113.2
40-i	C11	113.2
41-i	C11	115.7
42-j	C11	120.5

Nella valutazione delle caratteristiche statiche delle sezioni è stata considerata la larghezza collaborante della soletta in calcestruzzo secondo quanto riportato nel seguito in ossequio a quanto prescritto in [2] (i valori di larghezza seguenti collaborante sono riferiti a una sola trave):



Sezione C01 1-i

Caratteristiche generali

Dati principali

Altezza della sezione di acciaio	2000 mm
Piattabanda superiore	650x25 mm
Piattabanda inferiore	800x40 mm
Anima	18x2084 mm, Inclinazione: 21.8
Soletta	4692x200 mm
Raccordo	300x50 mm (escluso nel calcolo delle proprieta' geometriche)
Armatura superiore	di diametro 16 mm, passo 200 mm, dist. estradosso-baricentro armatura 50 mm
Armatura inferiore	di diametro 16 mm, passo 200 mm, dist. intradosso-baricentro armatura 10 mm
Pioli	di diametro 22 mm, altezza 175 mm, numero 25/m

Irrigidenti verticali

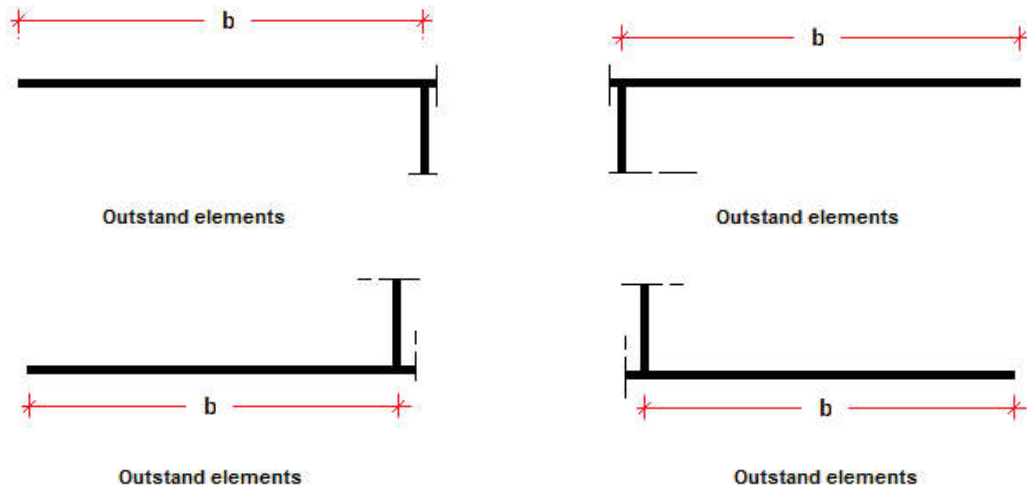
Interasse	2000 mm
Tipo	R da un solo lato
Piatto 1	250x25 mm
Piatto 2	---

Irrigidenti longitudinali dell'anima

distanza estradosso trave-irrigidente 1	800 mm
distanza estradosso trave-irrigidente 2	0 mm
Dimensione dei piatti - sinistra	orizzontali 150x12 mm, verticali 150x12 mm
Dimensione dei piatti - destra	orizzontali 0x0 mm, verticali 0x0 mm

Irrigidenti longitudinali delle flange

	tipo	b_I	b_{II}	b_{III}	b_{IV}	b_V	b_{VI}	b_{VII}	t_{sIII}	t_{sIV}	b
Flangia superiore sinistra	No stif.	--	--	--	--	--	--	--	--	--	325
Flangia superiore destra	No stif.	--	--	--	--	--	--	--	--	--	325
Flangia inferiore sinistra	No stif.	--	--	--	--	--	--	--	--	--	250
Flangia inferiore destra	No stif.	--	--	--	--	--	--	--	--	--	550



Caratteristiche geometriche lorde

	Fase 1	Fase 2a	Fase 2b	Fase 2c	Fase 3	Fessurata
A (mm ²)	8.576E+4	1.426E+5	1.674E+5	1.41E+5	2.475E+5	9.52E+4
Z _G (mm)	824.728	1351.381	1470.083	1342.523	1689.927	954.066
J _y (mm ⁴)	5.566E+10	1.156E+11	1.292E+11	1.146E+11	1.545E+11	7.018E+10
W _{y,0} (mm ³)	-6.748E+7	-8.552E+7	-8.787E+7	-8.533E+7	-9.14E+7	-7.356E+7
W _{y,1} (mm ³)	-7.092E+7	-8.813E+7	-9.032E+7	-8.795E+7	-9.362E+7	-7.678E+7
W _{y,3} (mm ³)	4.839E+7	1.853E+8	2.558E+8	1.811E+8	5.418E+8	6.874E+7
W _{y,4} (mm ³)	4.736E+7	1.782E+8	2.438E+8	1.742E+8	4.982E+8	6.71E+7
W _{y,5} (mm ³)	1E+300	1.654E+8	2.227E+8	1.619E+8	4.29E+8	6.404E+7
W _{y,6} (mm ³)	1E+300	1.631E+8	2.19E+8	1.597E+8	4.174E+8	6.346E+7
W _{y,7} (mm ³)	1E+300	1.362E+8	1.77E+8	1.336E+8	3.028E+8	5.633E+7
W _{y,8} (mm ³)	1E+300	1.286E+8	1.656E+8	1.262E+8	2.758E+8	5.415E+7
S _{y,1} (mm ³)	2.575E+7	4.26E+7	4.64E+7	4.232E+7	5.344E+7	2.989E+7
S _{y,2} (mm ³)	3.172E+7	5.927E+7	6.623E+7	5.877E+7	7.983E+7	3.799E+7
S _{y,3} (mm ³)	1.89E+7	5.55E+7	6.376E+7	5.489E+7	7.904E+7	2.789E+7
S _{y,4} (mm ³)	-3.725E-9	4.517E+7	5.535E+7	4.441E+7	7.42E+7	1.109E+7
n _E	1E+300	19.812	12.987	20.489	6.162	1E+300

Sezione C01 2-j

Caratteristiche generali

Dati principali

Altezza della sezione di acciaio	2000 mm
Piattabanda superiore	650x25 mm
Piattabanda inferiore	800x40 mm
Anima	18x2084 mm, Inclinazione: 21.8
Soletta	5177x200 mm
Raccordo	300x50 mm (escluso nel calcolo delle proprietà geometriche)
Armatura superiore	diametro 16 mm, passo 200 mm, dist. estradosso-baricentro armatura 50 mm
Armatura inferiore	diametro 16 mm, passo 200 mm, dist. intradosso-baricentro armatura 10 mm
Pioli	diametro 22 mm, altezza 175 mm, numero 25/m

Irrigidenti verticali

Interasse	2000 mm
Tipo	R da un solo lato

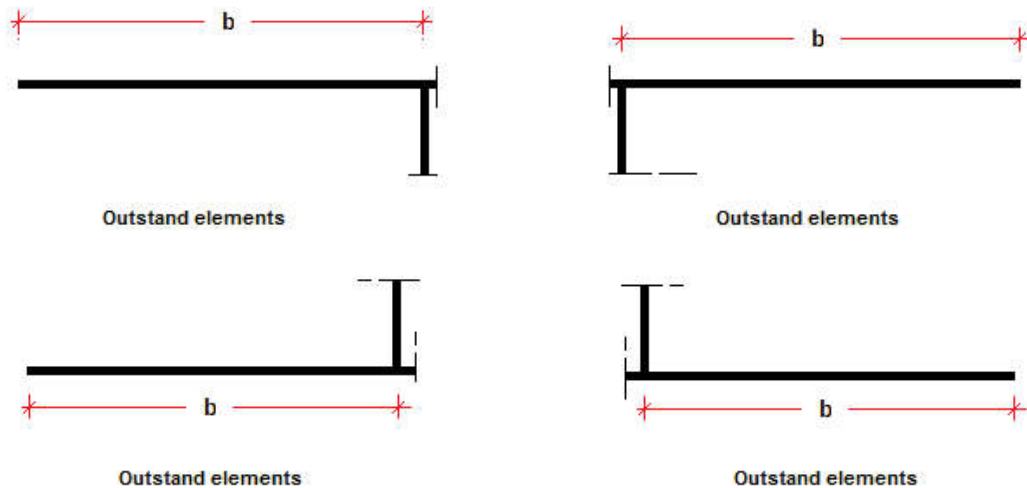
Piatto 1	250x25 mm
Piatto 2	---

Irrigidenti longitudinali dell'anima

distanza estradosso trave-irrigidente 1	800 mm
distanza estradosso trave-irrigidente 2	0 mm
Dimensione dei piatti - sinistra	orizzontali 150x12 mm, verticali 150x12 mm
Dimensione dei piatti - destra	orizzontali 0x0 mm, verticali 0x0 mm

Irrigidenti longitudinali delle flange

	tipo	b_I	b_{II}	b_{III}	b_{IV}	b_V	b_{VI}	b_{VII}	t_{sIII}	t_{sIV}	b
Flangia superiore sinistra	No stif.	--	--	--	--	--	--	--	--	--	325
Flangia superiore destra	No stif.	--	--	--	--	--	--	--	--	--	325
Flangia inferiore sinistra	No stif.	--	--	--	--	--	--	--	--	--	250
Flangia inferiore destra	No stif.	--	--	--	--	--	--	--	--	--	550



Caratteristiche geometriche lorde

	Fase 1	Fase 2a	Fase 2b	Fase 2c	Fase 3	Fessurata
A (mm ²)	8.576E+4	1.484E+5	1.759E+5	1.467E+5	2.642E+5	9.617E+4
Z _G (mm)	824.728	1382.865	1502.639	1373.841	1718.987	966
J _v (mm ⁴)	5.566E+10	1.192E+11	1.329E+11	1.181E+11	1.578E+11	7.152E+10
W _{v,0} (mm ³)	-6.748E+7	-8.617E+7	-8.844E+7	-8.599E+7	-9.181E+7	-7.404E+7
W _{v,1} (mm ³)	-7.092E+7	-8.874E+7	-9.086E+7	-8.856E+7	-9.4E+7	-7.724E+7
W _{v,3} (mm ³)	4.839E+7	2.012E+8	2.813E+8	1.965E+8	6.165E+8	7.088E+7
W _{v,4} (mm ³)	4.736E+7	1.931E+8	2.672E+8	1.887E+8	5.616E+8	6.917E+7
W _{v,5} (mm ³)	1E+300	1.786E+8	2.428E+8	1.747E+8	4.768E+8	6.598E+7
W _{v,6} (mm ³)	1E+300	1.76E+8	2.384E+8	1.722E+8	4.628E+8	6.538E+7
W _{v,7} (mm ³)	1E+300	1.458E+8	1.906E+8	1.43E+8	3.281E+8	5.796E+7
W _{v,8} (mm ³)	1E+300	1.374E+8	1.778E+8	1.348E+8	2.972E+8	5.57E+7
S _{v,1} (mm ³)	2.575E+7	4.361E+7	4.744E+7	4.332E+7	5.437E+7	3.027E+7
S _{v,2} (mm ³)	3.172E+7	6.109E+7	6.818E+7	6.057E+7	8.169E+7	3.858E+7
S _{v,3} (mm ³)	1.89E+7	5.769E+7	6.602E+7	5.707E+7	8.106E+7	2.872E+7
S _{v,4} (mm ³)	-3.725E-9	4.787E+7	5.814E+7	4.709E+7	7.669E+7	1.212E+7
ρ _E	1E+300	19.812	12.987	20.489	6.162	1E+300

Sezione C01 3-j

Caratteristiche generali

Dati principali

Altezza della sezione di acciaio	2000 mm
Piattabanda superiore	650x25 mm
Piattabanda inferiore	800x40 mm
Anima	18x2084 mm, Inclinazione: 21.8
Soletta	5420x200 mm
Raccordo	300x50 mm (escluso nel calcolo delle proprietà geometriche)
Armatura superiore	diametro 16 mm, passo 200 mm, dist. estradosso-baricentro armatura 50 mm
Armatura inferiore	diametro 16 mm, passo 200 mm, dist. intradosso-baricentro armatura 10 mm
Pioli	diametro 22 mm, altezza 175 mm, numero 25/m

Irrigidenti verticali

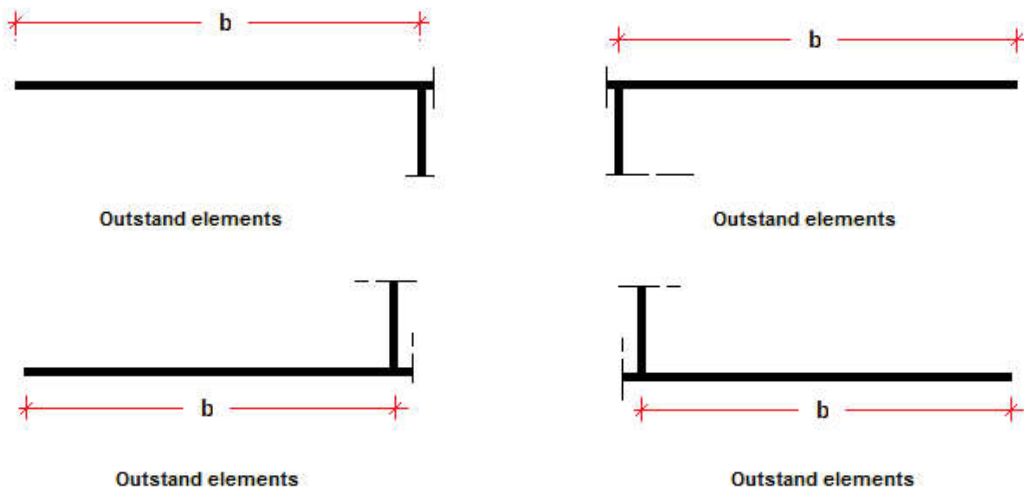
Interasse	2000 mm
Tipo	R da un solo lato
Piatto 1	250x25 mm
Piatto 2	---

Irrigidenti longitudinali dell'anima

distanza estradosso trave-irrigidente 1	800 mm
distanza estradosso trave-irrigidente 2	0 mm
Dimensione dei piatti - sinistra	orizzontali 150x12 mm, verticali 150x12 mm
Dimensione dei piatti - destra	orizzontali 0x0 mm, verticali 0x0 mm

Irrigidenti longitudinali delle flange

	tipo	b_I	b_{II}	b_{III}	b_{IV}	b_V	b_{VI}	b_{VII}	t_{sIII}	t_{sIV}	b
Flangia superiore sinistra	No stif.	--	--	--	--	--	--	--	--	--	325
Flangia superiore destra	No stif.	--	--	--	--	--	--	--	--	--	325
Flangia inferiore sinistra	No stif.	--	--	--	--	--	--	--	--	--	250
Flangia inferiore destra	No stif.	--	--	--	--	--	--	--	--	--	550



Caratteristiche geometriche lorde

	Fase 1	Fase 2a	Fase 2b	Fase 2c	Fase 3	Fessurata
A (mm ²)	8.576E+4	1.514E+5	1.801E+5	1.496E+5	2.725E+5	9.666E+4
Z _G (mm)	824.728	1397.684	1517.765	1388.597	1732.174	971.874
J _y (mm ⁴)	5.566E+10	1.209E+11	1.346E+11	1.198E+11	1.593E+11	7.218E+10
W _{y,0} (mm ³)	-6.748E+7	-8.647E+7	-8.87E+7	-8.628E+7	-9.199E+7	-7.427E+7
W _{y,1} (mm ³)	-7.092E+7	-8.901E+7	-9.11E+7	-8.884E+7	-9.417E+7	-7.746E+7
W _{y,3} (mm ³)	4.839E+7	2.093E+8	2.944E+8	2.043E+8	6.562E+8	7.196E+7
W _{y,4} (mm ³)	4.736E+7	2.006E+8	2.792E+8	1.96E+8	5.95E+8	7.021E+7
W _{y,5} (mm ³)	1E+300	1.853E+8	2.529E+8	1.811E+8	5.014E+8	6.695E+7
W _{y,6} (mm ³)	1E+300	1.825E+8	2.483E+8	1.785E+8	4.861E+8	6.634E+7
W _{y,7} (mm ³)	1E+300	1.506E+8	1.973E+8	1.477E+8	3.406E+8	5.877E+7
W _{y,8} (mm ³)	1E+300	1.418E+8	1.839E+8	1.391E+8	3.077E+8	5.647E+7
S _{y,1} (mm ³)	2.575E+7	4.409E+7	4.793E+7	4.38E+7	5.479E+7	3.046E+7
S _{y,2} (mm ³)	3.172E+7	6.195E+7	6.91E+7	6.142E+7	8.255E+7	3.888E+7
S _{y,3} (mm ³)	1.89E+7	5.872E+7	6.707E+7	5.809E+7	8.197E+7	2.912E+7
S _{y,4} (mm ³)	-3.725E-9	4.914E+7	5.944E+7	4.836E+7	7.782E+7	1.262E+7
n _E	1E+300	19.812	12.987	20.489	6.162	1E+300

Sezione C02 4-i

Caratteristiche generali

Dati principali

Altezza della sezione di acciaio	2000 mm
Piattabanda superiore	650x30 mm
Piattabanda inferiore	950x60 mm
Anima	15x2057 mm, Inclinazione: 21.8
Soletta	5420x200 mm
Raccordo	300x50 mm (escluso nel calcolo delle proprieta' geometriche)
Armatura superiore	diametro 20 mm, passo 200 mm, dist. estradosso-baricentro armatura 50 mm
Armatura inferiore	diametro 20 mm, passo 200 mm, dist. intradosso-baricentro armatura 10 mm
Pioli	diametro 22 mm, altezza 175 mm, numero 15/m

Irrigidenti verticali

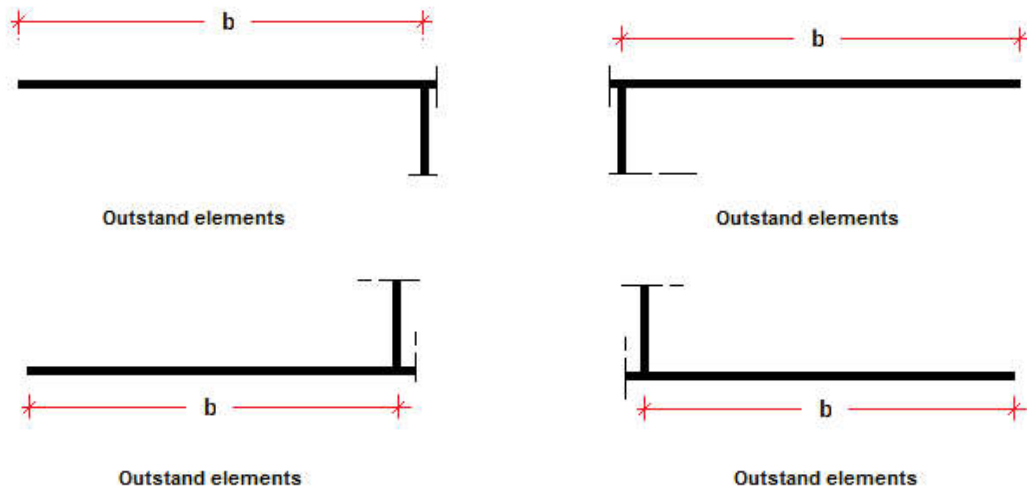
Interasse	2250 mm
Tipo	R da un solo lato
Piatto 1	250x25 mm
Piatto 2	---

Irrigidenti longitudinali dell'anima

distanza estradosso trave-irrigidente 1	800 mm
distanza estradosso trave-irrigidente 2	0 mm
Dimensione dei piatti - sinistra	orizzontali 150x12 mm, verticali 150x12 mm
Dimensione dei piatti - destra	orizzontali 0x0 mm, verticali 0x0 mm

Irrigidenti longitudinali delle flange

	tipo	b_I	b_{II}	b_{III}	b_{IV}	b_V	b_{VI}	b_{VII}	t_{sIII}	t_{sIV}	b
Flangia superiore sinistra	No stif.	--	--	--	--	--	--	--	--	--	325
Flangia superiore destra	No stif.	--	--	--	--	--	--	--	--	--	325
Flangia inferiore sinistra	No stif.	--	--	--	--	--	--	--	--	--	250
Flangia inferiore destra	No stif.	--	--	--	--	--	--	--	--	--	700



Caratteristiche geometriche lorde

	Fase 1	Fase 2a	Fase 2b	Fase 2c	Fase 3	Fessurata
A (mm ²)	1.074E+5	1.791E+5	2.078E+5	1.773E+5	3.003E+5	1.244E+5
Z _G (mm)	668.212	1259.846	1382.977	1250.775	1619.082	868.309
J _y (mm ⁴)	7.014E+10	1.642E+11	1.84E+11	1.628E+11	2.219E+11	1.016E+11
W _{y,0} (mm ³)	-1.05E+8	-1.304E+8	-1.33E+8	-1.301E+8	-1.371E+8	-1.17E+8
W _{y,1} (mm ³)	-1.153E+8	-1.369E+8	-1.39E+8	-1.367E+8	-1.423E+8	-1.257E+8
W _{y,3} (mm ³)	5.388E+7	2.313E+8	3.134E+8	2.263E+8	6.323E+8	9.224E+7
W _{y,4} (mm ³)	5.267E+7	2.219E+8	2.981E+8	2.173E+8	5.825E+8	8.98E+7
W _{y,5} (mm ³)	1E+300	2.078E+8	2.758E+8	2.037E+8	5.149E+8	8.6E+7
W _{y,6} (mm ³)	1E+300	2.052E+8	2.717E+8	2.011E+8	5.033E+8	8.528E+7
W _{y,7} (mm ³)	1E+300	1.747E+8	2.251E+8	1.715E+8	3.82E+8	7.631E+7
W _{y,8} (mm ³)	1E+300	1.659E+8	2.122E+8	1.629E+8	3.517E+8	7.355E+7
S _{y,1} (mm ³)	3.638E+7	7.01E+7	7.712E+7	6.958E+7	9.058E+7	4.778E+7
S _{y,2} (mm ³)	3.937E+7	8.173E+7	9.126E+7	8.104E+7	1.102E+8	5.306E+7
S _{y,3} (mm ³)	2.568E+7	7.766E+7	8.847E+7	7.686E+7	1.092E+8	4.326E+7
S _{y,4} (mm ³)	-1.118E-8	6.352E+7	7.673E+7	6.254E+7	1.021E+8	2.148E+7
I _E	1E+300	19.812	12.987	20.489	6.162	1E+300

Sezione C02 5-j

Caratteristiche generali

Dati principali

Altezza della sezione di acciaio	2000 mm
Piattabanda superiore	650x30 mm
Piattabanda inferiore	950x60 mm
Anima	15x2057 mm, Inclinazione: 21.8
Soletta	5580x200 mm
Raccordo	300x50 mm (escluso nel calcolo delle proprieta' geometriche)
Armatura superiore	diametro 20 mm, passo 200 mm, dist. estradosso-baricentro armatura 50 mm

Armatura inferiore	diametro 20 mm, passo 200 mm, dist. intradosso-baricentro armatura 10 mm
Pioli	diametro 22 mm, altezza 175 mm, numero 15/m

Irrigidenti verticali

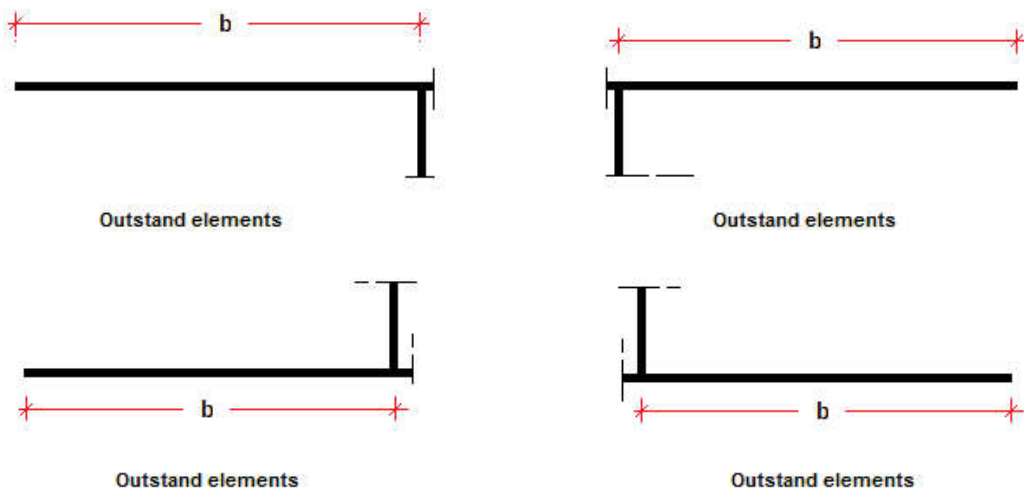
Interasse	2250 mm
Tipo	R da un solo lato
Piatto 1	250x25 mm
Piatto 2	---

Irrigidenti longitudinali dell'anima

distanza estradosso trave-irrigidente 1	800 mm
distanza estradosso trave-irrigidente 2	0 mm
Dimensione dei piatti - sinistra	orizzontali 150x12 mm, verticali 150x12 mm
Dimensione dei piatti - destra	orizzontali 0x0 mm, verticali 0x0 mm

Irrigidenti longitudinali delle flange

	tipo	b_I	b_{II}	b_{III}	b_{IV}	b_V	b_{VI}	b_{VII}	t_{sIII}	t_{sIV}	b
Flangia superiore sinistra	No stif.	--	--	--	--	--	--	--	--	--	325
Flangia superiore destra	No stif.	--	--	--	--	--	--	--	--	--	325
Flangia inferiore sinistra	No stif.	--	--	--	--	--	--	--	--	--	250
Flangia inferiore destra	No stif.	--	--	--	--	--	--	--	--	--	700



Caratteristiche geometriche lorde

	Fase 1	Fase 2a	Fase 2b	Fase 2c	Fase 3	Fessurata
A (mm ²)	1.074E+5	1.812E+5	2.108E+5	1.794E+5	3.06E+5	1.249E+5
Z _G (mm)	668.212	1270.219	1393.75	1261.095	1628.956	873.4
J _y (mm ⁴)	7.014E+10	1.659E+11	1.857E+11	1.644E+11	2.235E+11	1.024E+11
W _{y,0} (mm ³)	-1.05E+8	-1.306E+8	-1.332E+8	-1.304E+8	-1.372E+8	-1.173E+8
W _{y,1} (mm ³)	-1.153E+8	-1.371E+8	-1.392E+8	-1.369E+8	-1.424E+8	-1.259E+8
W _{y,3} (mm ³)	5.388E+7	2.37E+8	3.222E+8	2.319E+8	6.553E+8	9.34E+7
W _{y,4} (mm ³)	5.267E+7	2.273E+8	3.063E+8	2.225E+8	6.023E+8	9.092E+7
W _{y,5} (mm ³)	1E+300	2.127E+8	2.829E+8	2.084E+8	5.308E+8	8.705E+7
W _{y,6} (mm ³)	1E+300	2.1E+8	2.787E+8	2.058E+8	5.185E+8	8.632E+7
W _{y,7} (mm ³)	1E+300	1.784E+8	2.303E+8	1.751E+8	3.914E+8	7.721E+7
W _{y,8} (mm ³)	1E+300	1.693E+8	2.168E+8	1.663E+8	3.599E+8	7.44E+7
S _{y,1} (mm ³)	3.638E+7	7.069E+7	7.773E+7	7.017E+7	9.114E+7	4.807E+7
S _{y,2} (mm ³)	3.937E+7	8.252E+7	9.21E+7	8.183E+7	1.11E+8	5.342E+7
S _{y,3} (mm ³)	2.568E+7	7.857E+7	8.942E+7	7.777E+7	1.101E+8	4.37E+7
S _{y,4} (mm ³)	-1.118E-8	6.463E+7	7.789E+7	6.365E+7	1.031E+8	2.203E+7
n _E	1E+300	19.812	12.987	20.489	6.162	1E+300

Sezione C02 7-j

Caratteristiche generali

Dati principali

Altezza della sezione di acciaio	2000 mm
Piattabanda superiore	650x30 mm
Piattabanda inferiore	950x60 mm
Anima	15x2057 mm, Inclinazione: 21.8
Soletta	5580x200 mm

Raccordo	300x50 mm (escluso nel calcolo delle proprieta' geometriche)
Armatura superiore	diametro 20 mm, passo 200 mm, dist. estradosso-baricentro armatura 50 mm
Armatura inferiore	diametro 20 mm, passo 200 mm, dist. intradosso-baricentro armatura 10 mm
Pioli	diametro 22 mm, altezza 175 mm, numero 15/m

Irrigidenti verticali

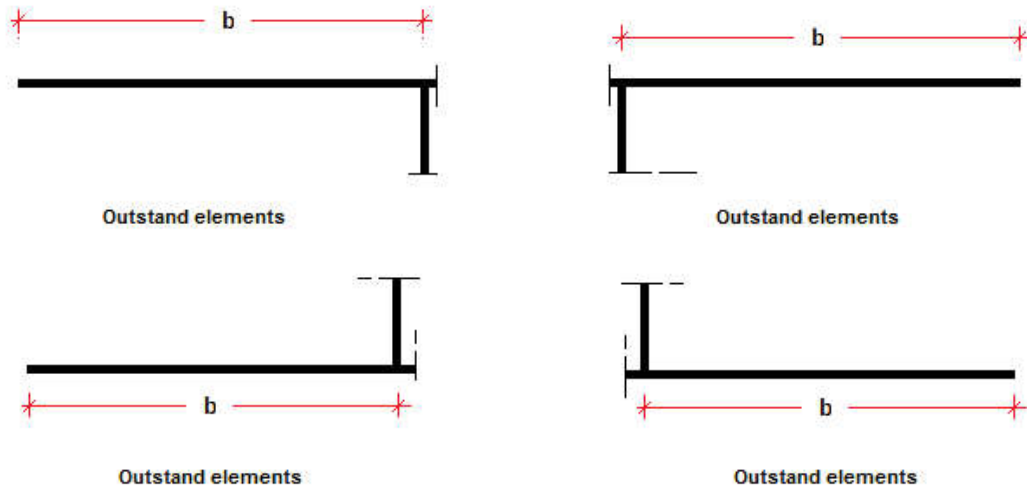
Interasse	2250 mm
Tipo	R da un solo lato
Piatto 1	250x25 mm
Piatto 2	---

Irrigidenti longitudinali dell'anima

distanza estradosso trave-irrigidente 1	800 mm
distanza estradosso trave-irrigidente 2	0 mm
Dimensione dei piatti - sinistra	orizzontali 150x12 mm, verticali 150x12 mm
Dimensione dei piatti - destra	orizzontali 0x0 mm, verticali 0x0 mm

Irrigidenti longitudinali delle flange

	tipo	b_I	b_{II}	b_{III}	b_{IV}	b_V	b_{VI}	b_{VII}	t_{sIII}	t_{sIV}	b
Flangia superiore sinistra	No stif.	--	--	--	--	--	--	--	--	--	325
Flangia superiore destra	No stif.	--	--	--	--	--	--	--	--	--	325
Flangia inferiore sinistra	No stif.	--	--	--	--	--	--	--	--	--	250
Flangia inferiore destra	No stif.	--	--	--	--	--	--	--	--	--	700



Caratteristiche geometriche lorde

	Fase 1	Fase 2a	Fase 2b	Fase 2c	Fase 3	Fessurata
A (mm ²)	1.074E+5	1.812E+5	2.108E+5	1.794E+5	3.06E+5	1.249E+5
Z _G (mm)	668.212	1270.219	1393.75	1261.095	1628.956	873.4
J _y (mm ⁴)	7.014E+10	1.659E+11	1.857E+11	1.644E+11	2.235E+11	1.024E+11
W _{y,0} (mm ³)	-1.05E+8	-1.306E+8	-1.332E+8	-1.304E+8	-1.372E+8	-1.173E+8
W _{y,1} (mm ³)	-1.153E+8	-1.371E+8	-1.392E+8	-1.369E+8	-1.424E+8	-1.259E+8
W _{y,3} (mm ³)	5.388E+7	2.37E+8	3.222E+8	2.319E+8	6.553E+8	9.34E+7
W _{y,4} (mm ³)	5.267E+7	2.273E+8	3.063E+8	2.225E+8	6.023E+8	9.092E+7
W _{y,5} (mm ³)	1E+300	2.127E+8	2.829E+8	2.084E+8	5.308E+8	8.705E+7
W _{y,6} (mm ³)	1E+300	2.1E+8	2.787E+8	2.058E+8	5.185E+8	8.632E+7
W _{y,7} (mm ³)	1E+300	1.784E+8	2.303E+8	1.751E+8	3.914E+8	7.721E+7
W _{y,8} (mm ³)	1E+300	1.693E+8	2.168E+8	1.663E+8	3.599E+8	7.44E+7
S _{y,1} (mm ³)	3.638E+7	7.069E+7	7.773E+7	7.017E+7	9.114E+7	4.807E+7
S _{y,2} (mm ³)	3.937E+7	8.252E+7	9.21E+7	8.183E+7	1.11E+8	5.342E+7
S _{y,3} (mm ³)	2.568E+7	7.857E+7	8.942E+7	7.777E+7	1.101E+8	4.37E+7
S _{y,4} (mm ³)	-1.118E-8	6.463E+7	7.789E+7	6.365E+7	1.031E+8	2.203E+7
n _E	1E+300	19.812	12.987	20.489	6.162	1E+300

Sezione C03 8-i

Caratteristiche generali

Dati principali

Altezza della sezione di acciaio	2000 mm
Piattabanda superiore	650x30 mm
Piattabanda inferiore	950x60 mm

Anima	18x2057 mm, Inclinazione: 21.8
Soletta	5580x200 mm
Raccordo	300x50 mm (escluso nel calcolo delle proprieta' geometriche)
Armatura superiore	diametro 24 mm, passo 100 mm, dist. estradosso-baricentro armatura 50 mm
Armatura inferiore	diametro 24 mm, passo 100 mm, dist. intradosso-baricentro armatura 10 mm
Pioli	diametro 22 mm, altezza 175 mm, numero 20/m

Irrigidenti verticali

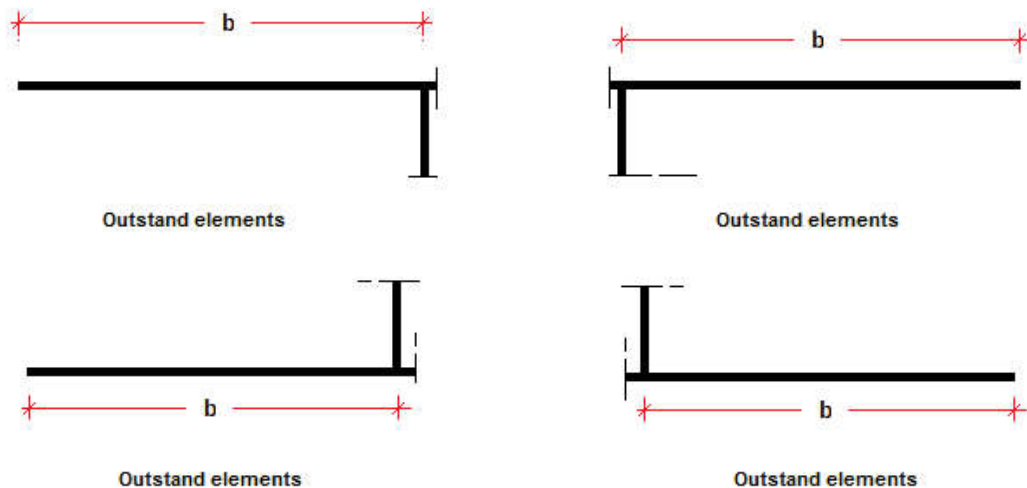
Interasse	2250 mm
Tipo	R da un solo lato
Piatto 1	250x25 mm
Piatto 2	---

Irrigidenti longitudinali dell'anima

distanza estradosso trave-irrigidente 1	800 mm
distanza estradosso trave-irrigidente 2	1250 mm
Dimensione dei piatti - sinistra	orizzontali 150x12 mm, verticali 150x12 mm
Dimensione dei piatti - destra	orizzontali 150x12 mm, verticali 150x12 mm

Irrigidenti longitudinali delle flange

	tipo	b_I	b_{II}	b_{III}	b_{IV}	b_V	b_{VI}	b_{VII}	t_{sIII}	t_{sIV}	b
Flangia superiore sinistra	No stif.	--	--	--	--	--	--	--	--	--	325
Flangia superiore destra	No stif.	--	--	--	--	--	--	--	--	--	325
Flangia inferiore sinistra	No stif.	--	--	--	--	--	--	--	--	--	250
Flangia inferiore destra	No stif.	--	--	--	--	--	--	--	--	--	700



Caratteristiche geometriche lorde

	Fase 1	Fase 2a	Fase 2b	Fase 2c	Fase 3	Fessurata
A (mm ²)	1.135E+5	2.203E+5	2.499E+5	2.185E+5	3.451E+5	1.64E+5
Z _G (mm)	687.063	1391.667	1481.477	1385.211	1665.824	1131.225
J _y (mm ⁴)	7.272E+10	1.894E+11	2.045E+11	1.883E+11	2.357E+11	1.457E+11
W _{y,0} (mm ³)	-1.058E+8	-1.361E+8	-1.381E+8	-1.36E+8	-1.415E+8	-1.288E+8
W _{y,1} (mm ³)	-1.16E+8	-1.423E+8	-1.439E+8	-1.421E+8	-1.468E+8	-1.36E+8
W _{y,3} (mm ³)	5.668E+7	3.275E+8	4.187E+8	3.221E+8	7.747E+8	1.737E+8
W _{y,4} (mm ³)	5.538E+7	3.114E+8	3.945E+8	3.064E+8	7.052E+8	1.677E+8
W _{y,5} (mm ³)	1E+300	2.877E+8	3.598E+8	2.833E+8	6.134E+8	1.586E+8
W _{y,6} (mm ³)	1E+300	2.834E+8	3.535E+8	2.791E+8	5.978E+8	1.569E+8
W _{y,7} (mm ³)	1E+300	2.343E+8	2.847E+8	2.312E+8	4.412E+8	1.363E+8
W _{y,8} (mm ³)	1E+300	2.207E+8	2.661E+8	2.178E+8	4.034E+8	1.303E+8
S _{y,1} (mm ³)	3.745E+7	7.762E+7	8.273E+7	7.725E+7	9.324E+7	6.277E+7
S _{y,2} (mm ³)	4.126E+7	9.48E+7	1.023E+8	9.427E+7	1.182E+8	7.389E+7
S _{y,3} (mm ³)	2.531E+7	9.156E+7	1E+8	9.096E+7	1.173E+8	6.707E+7
S _{y,4} (mm ³)	-3.725E-9	7.999E+7	9.019E+7	7.926E+7	1.111E+8	5.042E+7
n _E	1E+300	19.812	12.987	20.489	6.162	1E+300

Sezione C03 9-j

Caratteristiche generali

Dati principali

Altezza della sezione di acciaio	2000 mm
----------------------------------	---------

Piattabanda superiore	650x30 mm
Piattabanda inferiore	950x60 mm
Anima	18x2057 mm, Inclinazione: 21.8
Soletta	5580x200 mm
Raccordo	300x50 mm (escluso nel calcolo delle proprietà geometriche)
Armatura superiore	diametro 24 mm, passo 100 mm, dist. estradosso-baricentro armatura 50 mm
Armatura inferiore	diametro 24 mm, passo 100 mm, dist. intradosso-baricentro armatura 10 mm
Pioli	diametro 22 mm, altezza 175 mm, numero 20/m

Irrigidenti verticali

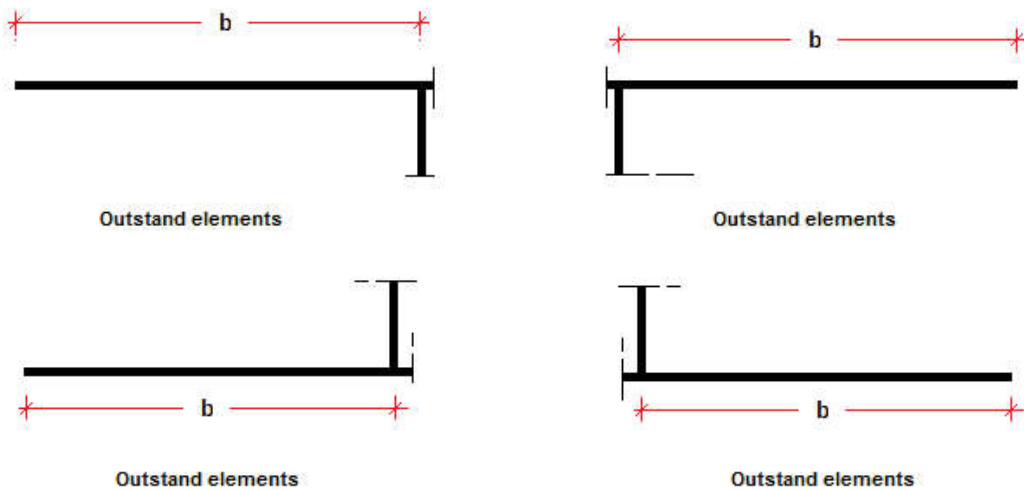
Interasse	2250 mm
Tipo	R da un solo lato
Piatto 1	250x25 mm
Piatto 2	---

Irrigidenti longitudinali dell'anima

distanza estradosso trave-irrigidente 1	800 mm
distanza estradosso trave-irrigidente 2	1250 mm
Dimensione dei piatti - sinistra	orizzontali 150x12 mm, verticali 150x12 mm
Dimensione dei piatti - destra	orizzontali 150x12 mm, verticali 150x12 mm

Irrigidenti longitudinali delle flange

	tipo	b_I	b_{II}	b_{III}	b_{IV}	b_V	b_{VI}	b_{VII}	t_{sIII}	t_{sIV}	b
Flangia superiore sinistra	No stif.	--	--	--	--	--	--	--	--	--	325
Flangia superiore destra	No stif.	--	--	--	--	--	--	--	--	--	325
Flangia inferiore sinistra	No stif.	--	--	--	--	--	--	--	--	--	250
Flangia inferiore destra	No stif.	--	--	--	--	--	--	--	--	--	700



Caratteristiche geometriche lorde

	Fase 1	Fase 2a	Fase 2b	Fase 2c	Fase 3	Fessurata
A (mm ²)	1.135E+5	2.203E+5	2.499E+5	2.185E+5	3.451E+5	1.64E+5
Z _G (mm)	687.063	1391.667	1481.477	1385.211	1665.824	1131.225
J _v (mm ⁴)	7.272E+10	1.894E+11	2.045E+11	1.883E+11	2.357E+11	1.457E+11
W _{v,0} (mm ³)	-1.058E+8	-1.361E+8	-1.381E+8	-1.36E+8	-1.415E+8	-1.288E+8
W _{v,1} (mm ³)	-1.16E+8	-1.423E+8	-1.439E+8	-1.421E+8	-1.468E+8	-1.36E+8
W _{v,3} (mm ³)	5.668E+7	3.275E+8	4.187E+8	3.221E+8	7.747E+8	1.737E+8
W _{v,4} (mm ³)	5.538E+7	3.114E+8	3.945E+8	3.064E+8	7.052E+8	1.677E+8
W _{v,5} (mm ³)	1E+300	2.877E+8	3.598E+8	2.833E+8	6.134E+8	1.586E+8
W _{v,6} (mm ³)	1E+300	2.834E+8	3.535E+8	2.791E+8	5.978E+8	1.569E+8
W _{v,7} (mm ³)	1E+300	2.343E+8	2.847E+8	2.312E+8	4.412E+8	1.363E+8
W _{v,8} (mm ³)	1E+300	2.207E+8	2.661E+8	2.178E+8	4.034E+8	1.303E+8
S _{v,1} (mm ³)	3.745E+7	7.762E+7	8.273E+7	7.725E+7	9.324E+7	6.277E+7
S _{v,2} (mm ³)	4.126E+7	9.48E+7	1.023E+8	9.427E+7	1.182E+8	7.389E+7
S _{v,3} (mm ³)	2.531E+7	9.156E+7	1E+8	9.096E+7	1.173E+8	6.707E+7
S _{v,4} (mm ³)	-3.725E-9	7.999E+7	9.019E+7	7.926E+7	1.111E+8	5.042E+7
η _E	1E+300	19.812	12.987	20.489	6.162	1E+300

Sezione C03 11-j

Caratteristiche generali

Dati principali

Altezza della sezione di acciaio	2000 mm
Piattabanda superiore	650x30 mm
Piattabanda inferiore	950x60 mm
Anima	18x2057 mm, Inclinazione: 21.8
Soletta	5580x200 mm
Raccordo	300x50 mm (escluso nel calcolo delle proprieta' geometriche)
Armatura superiore	diametro 24 mm, passo 100 mm, dist. estradosso-baricentro armatura 50 mm
Armatura inferiore	diametro 24 mm, passo 100 mm, dist. intradosso-baricentro armatura 10 mm
Pioli	diametro 22 mm, altezza 175 mm, numero 20/m

Irrigidenti verticali

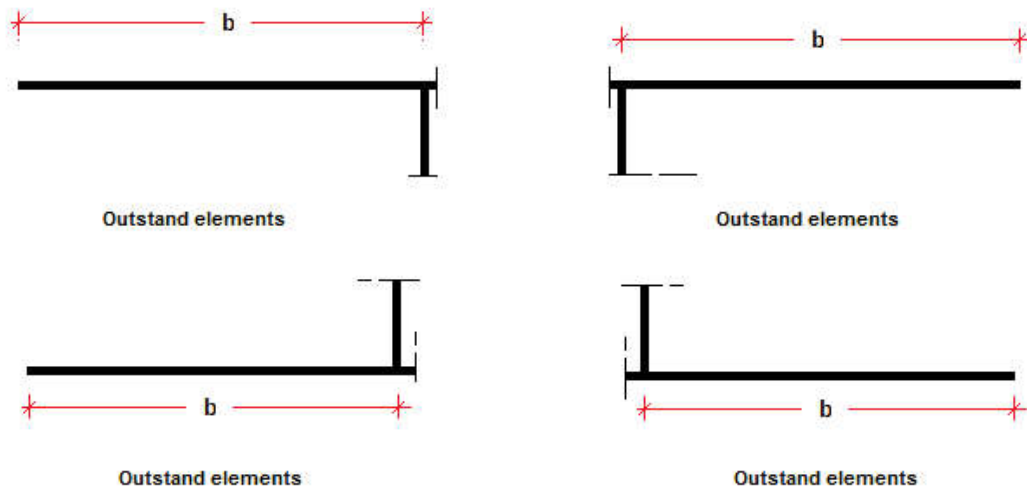
Interasse	2250 mm
Tipo	R da un solo lato
Piatto 1	250x25 mm
Piatto 2	---

Irrigidenti longitudinali dell'anima

distanza estradosso trave-irrigidente 1	800 mm
distanza estradosso trave-irrigidente 2	1250 mm
Dimensione dei piatti - sinistra	orizzontali 150x12 mm, verticali 150x12 mm
Dimensione dei piatti - destra	orizzontali 150x12 mm, verticali 150x12 mm

Irrigidenti longitudinali delle flange

	tipo	b_I	b_{II}	b_{III}	b_{IV}	b_V	b_{VI}	b_{VII}	t_{sIII}	t_{sIV}	b
Flangia superiore sinistra	No stif.	--	--	--	--	--	--	--	--	--	325
Flangia superiore destra	No stif.	--	--	--	--	--	--	--	--	--	325
Flangia inferiore sinistra	No stif.	--	--	--	--	--	--	--	--	--	250
Flangia inferiore destra	No stif.	--	--	--	--	--	--	--	--	--	700



Caratteristiche geometriche lorde

	Fase 1	Fase 2a	Fase 2b	Fase 2c	Fase 3	Fessurata
A (mm ²)	1.135E+5	2.203E+5	2.499E+5	2.185E+5	3.451E+5	1.64E+5
Z _G (mm)	687.063	1391.667	1481.477	1385.211	1665.824	1131.225
J _y (mm ⁴)	7.272E+10	1.894E+11	2.045E+11	1.883E+11	2.357E+11	1.457E+11
W _{y,0} (mm ³)	-1.058E+8	-1.361E+8	-1.381E+8	-1.36E+8	-1.415E+8	-1.288E+8
W _{y,1} (mm ³)	-1.16E+8	-1.423E+8	-1.439E+8	-1.421E+8	-1.468E+8	-1.36E+8
W _{y,3} (mm ³)	5.668E+7	3.275E+8	4.187E+8	3.221E+8	7.747E+8	1.737E+8
W _{y,4} (mm ³)	5.538E+7	3.114E+8	3.945E+8	3.064E+8	7.052E+8	1.677E+8
W _{y,5} (mm ³)	1E+300	2.877E+8	3.598E+8	2.833E+8	6.134E+8	1.586E+8
W _{y,6} (mm ³)	1E+300	2.834E+8	3.535E+8	2.791E+8	5.978E+8	1.569E+8
W _{y,7} (mm ³)	1E+300	2.343E+8	2.847E+8	2.312E+8	4.412E+8	1.363E+8
W _{y,8} (mm ³)	1E+300	2.207E+8	2.661E+8	2.178E+8	4.034E+8	1.303E+8
S _{v,1} (mm ³)	3.745E+7	7.762E+7	8.273E+7	7.725E+7	9.324E+7	6.277E+7
S _{v,2} (mm ³)	4.126E+7	9.48E+7	1.023E+8	9.427E+7	1.182E+8	7.389E+7
S _{v,3} (mm ³)	2.531E+7	9.156E+7	1E+8	9.096E+7	1.173E+8	6.707E+7
S _{v,4} (mm ³)	-3.725E-9	7.999E+7	9.019E+7	7.926E+7	1.111E+8	5.042E+7
n _E	1E+300	19.812	12.987	20.489	6.162	1E+300

Sezione C04 12-i

Caratteristiche generali

Dati principali

Altezza della sezione di acciaio	2000 mm
Piattabanda superiore	950x40 mm
Piattabanda inferiore	950x70 mm
Anima	22x2036 mm, Inclinazione: 21.8
Soletta	5580x200 mm
Raccordo	300x50 mm (escluso nel calcolo delle proprietà geometriche)
Armatura superiore	diametro 24 mm, passo 100 mm, dist. estradosso-baricentro armatura 50 mm
Armatura inferiore	diametro 24 mm, passo 100 mm, dist. intradosso-baricentro armatura 10 mm
Pioli	diametro 22 mm, altezza 175 mm, numero 20/m

Irrigidenti verticali

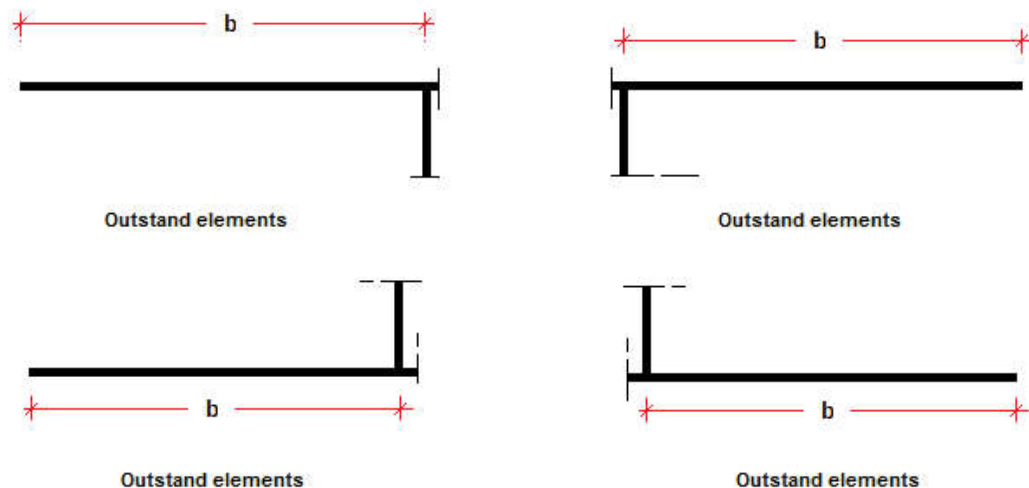
Interasse	2250 mm
Tipo	R da un solo lato
Piatto 1	250x25 mm
Piatto 2	---

Irrigidenti longitudinali dell'anima

distanza estradosso trave-irrigidente 1	1250 mm
distanza estradosso trave-irrigidente 2	0 mm
Dimensione dei piatti - sinistra	orizzontali 150x12 mm, verticali 150x12 mm
Dimensione dei piatti - destra	orizzontali 0x0 mm, verticali 0x0 mm

Irrigidenti longitudinali delle flange

	tipo	b_I	b_{II}	b_{III}	b_{IV}	b_V	b_{VI}	b_{VII}	t_{sIII}	t_{sIV}	b
Flangia superiore sinistra	No stif.	--	--	--	--	--	--	--	--	--	475
Flangia superiore destra	No stif.	--	--	--	--	--	--	--	--	--	475
Flangia inferiore sinistra	No stif.	--	--	--	--	--	--	--	--	--	250
Flangia inferiore destra	No stif.	--	--	--	--	--	--	--	--	--	700



Caratteristiche geometriche lorde

	Fase 1	Fase 2a	Fase 2b	Fase 2c	Fase 3	Fessurata
A (mm ²)	1.493E+5	2.561E+5	2.857E+5	2.542E+5	3.809E+5	1.998E+5
Z _G (mm)	824.087	1373.168	1453.655	1367.485	1627.648	1154.124
J _y (mm ⁴)	1.072E+11	2.155E+11	2.316E+11	2.144E+11	2.666E+11	1.718E+11
W _{y,0} (mm ³)	-1.301E+8	-1.57E+8	-1.593E+8	-1.568E+8	-1.638E+8	-1.488E+8
W _{y,1} (mm ³)	-1.421E+8	-1.654E+8	-1.674E+8	-1.652E+8	-1.711E+8	-1.584E+8
W _{y,3} (mm ³)	9.435E+7	3.673E+8	4.575E+8	3.618E+8	8.021E+8	2.131E+8
W _{y,4} (mm ³)	9.114E+7	3.438E+8	4.24E+8	3.39E+8	7.159E+8	2.031E+8
W _{y,5} (mm ³)	1E+300	3.184E+8	3.884E+8	3.141E+8	6.312E+8	1.917E+8
W _{y,6} (mm ³)	1E+300	3.138E+8	3.82E+8	3.096E+8	6.166E+8	1.896E+8
W _{y,7} (mm ³)	1E+300	2.607E+8	3.104E+8	2.575E+8	4.657E+8	1.642E+8
W _{y,8} (mm ³)	1E+300	2.458E+8	2.909E+8	2.429E+8	4.283E+8	1.567E+8
S _{y,1} (mm ³)	5.247E+7	8.899E+7	9.434E+7	8.861E+7	1.059E+8	7.442E+7
S _{y,2} (mm ³)	5.921E+7	1.091E+8	1.17E+8	1.086E+8	1.347E+8	8.835E+7
S _{y,3} (mm ³)	4.392E+7	1.05E+8	1.14E+8	1.044E+8	1.333E+8	8.065E+7
S _{y,4} (mm ³)	0E+00	8.197E+7	9.398E+7	8.112E+7	1.2E+8	4.927E+7
n _E	1E+300	19.812	12.987	20.489	6.162	1E+300

Sezione C04 13-j

Caratteristiche generali

Dati principali

Altezza della sezione di acciaio	2000 mm
Piattabanda superiore	950x40 mm
Piattabanda inferiore	950x70 mm
Anima	22x2036 mm, Inclinazione: 21.8
Soletta	5580x200 mm
Raccordo	300x50 mm (escluso nel calcolo delle proprietà geometriche)
Armatura superiore	diametro 24 mm, passo 100 mm, dist. estradosso-baricentro armatura 50 mm
Armatura inferiore	diametro 24 mm, passo 100 mm, dist. intradosso-baricentro armatura 10 mm
Pioli	diametro 22 mm, altezza 175 mm, numero 20/m

Irrigidenti verticali

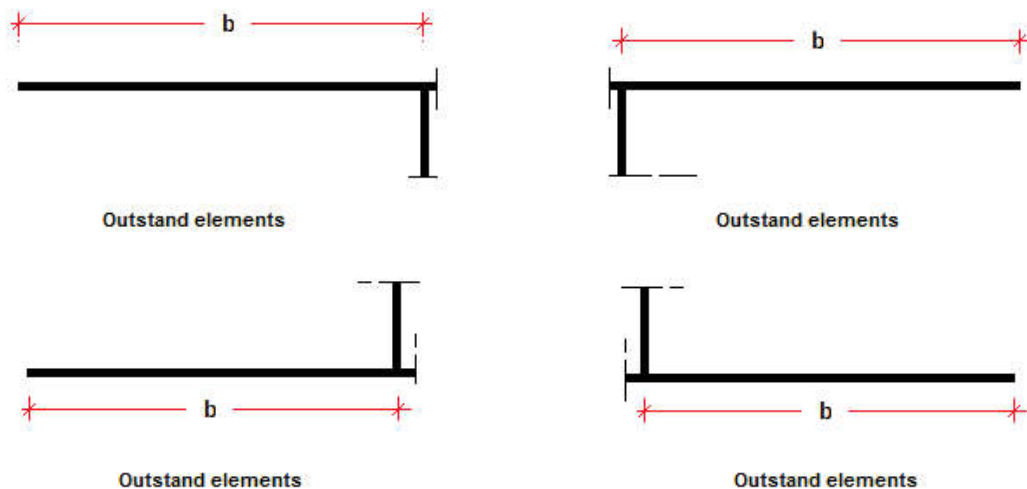
Interasse	2250 mm
Tipo	R da un solo lato
Piatto 1	250x25 mm
Piatto 2	---

Irrigidenti longitudinali dell'anima

distanza estradosso trave-irrigidente 1	1250 mm
distanza estradosso trave-irrigidente 2	0 mm
Dimensione dei piatti - sinistra	orizzontali 150x12 mm, verticali 150x12 mm
Dimensione dei piatti - destra	orizzontali 0x0 mm, verticali 0x0 mm

Irrigidenti longitudinali delle flange

	tipo	b_I	b_{II}	b_{III}	b_{IV}	b_V	b_{VI}	b_{VII}	t_{sIII}	t_{sIV}	b
Flangia superiore sinistra	No stif.	--	--	--	--	--	--	--	--	--	475
Flangia superiore destra	No stif.	--	--	--	--	--	--	--	--	--	475
Flangia inferiore sinistra	No stif.	--	--	--	--	--	--	--	--	--	250
Flangia inferiore destra	No stif.	--	--	--	--	--	--	--	--	--	700



Caratteristiche geometriche lorde

	Fase 1	Fase 2a	Fase 2b	Fase 2c	Fase 3	Fessurata
A (mm ²)	1.493E+5	2.561E+5	2.857E+5	2.542E+5	3.809E+5	1.998E+5
Z _G (mm)	824.087	1373.168	1453.655	1367.485	1627.648	1154.124
J _y (mm ⁴)	1.072E+11	2.155E+11	2.316E+11	2.144E+11	2.666E+11	1.718E+11
W _{y,0} (mm ³)	-1.301E+8	-1.57E+8	-1.593E+8	-1.568E+8	-1.638E+8	-1.488E+8
W _{y,1} (mm ³)	-1.421E+8	-1.654E+8	-1.674E+8	-1.652E+8	-1.711E+8	-1.584E+8
W _{y,3} (mm ³)	9.435E+7	3.673E+8	4.575E+8	3.618E+8	8.021E+8	2.131E+8
W _{y,4} (mm ³)	9.114E+7	3.438E+8	4.24E+8	3.39E+8	7.159E+8	2.031E+8
W _{y,5} (mm ³)	1E+300	3.184E+8	3.884E+8	3.141E+8	6.312E+8	1.917E+8
W _{y,6} (mm ³)	1E+300	3.138E+8	3.82E+8	3.096E+8	6.166E+8	1.896E+8
W _{y,7} (mm ³)	1E+300	2.607E+8	3.104E+8	2.575E+8	4.657E+8	1.642E+8
W _{y,8} (mm ³)	1E+300	2.458E+8	2.909E+8	2.429E+8	4.283E+8	1.567E+8
S _{y,1} (mm ³)	5.247E+7	8.899E+7	9.434E+7	8.861E+7	1.059E+8	7.442E+7
S _{y,2} (mm ³)	5.921E+7	1.091E+8	1.17E+8	1.086E+8	1.347E+8	8.835E+7
S _{y,3} (mm ³)	4.392E+7	1.05E+8	1.14E+8	1.044E+8	1.333E+8	8.065E+7
S _{y,4} (mm ³)	0E+00	8.197E+7	9.398E+7	8.112E+7	1.2E+8	4.927E+7

n _E	1E+300	19.812	12.987	20.489	6.162	1E+300
----------------	--------	--------	--------	--------	-------	--------

Sezione C04 14-i

Caratteristiche generali

Dati principali

Altezza della sezione di acciaio	2000 mm
Piattabanda superiore	950x40 mm
Piattabanda inferiore	950x70 mm
Anima	22x2036 mm, Inclinazione: 21.8
Soletta	5580x200 mm
Raccordo	300x50 mm (escluso nel calcolo delle proprieta' geometriche)
Armatura superiore	diametro 24 mm, passo 100 mm, dist. estradosso-baricentro armatura 50 mm
Armatura inferiore	diametro 24 mm, passo 100 mm, dist. intradosso-baricentro armatura 10 mm
Pioli	diametro 22 mm, altezza 175 mm, numero 20/m

Irrigidenti verticali

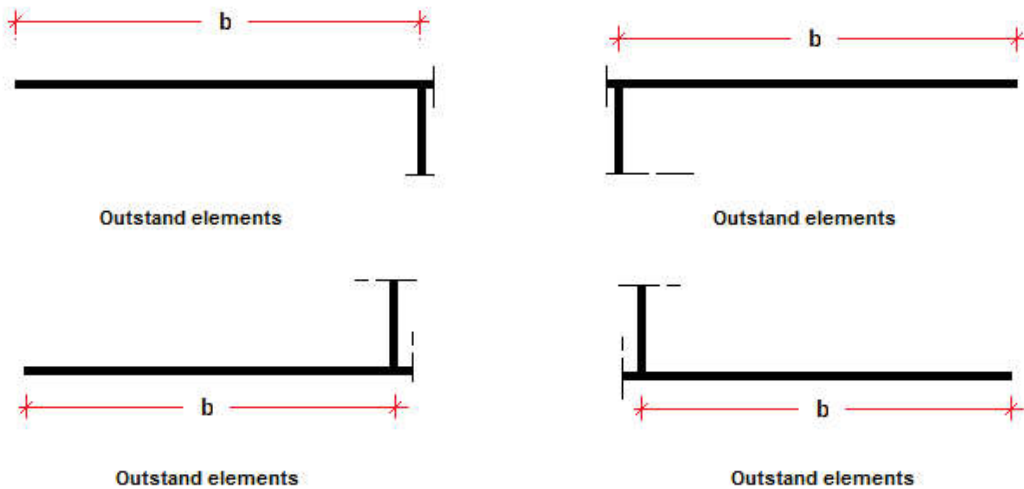
Interasse	2250 mm
Tipo	R da un solo lato
Piatto 1	250x25 mm
Piatto 2	---

Irrigidenti longitudinali dell'anima

distanza estradosso trave-irrigidente 1	1250 mm
distanza estradosso trave-irrigidente 2	0 mm
Dimensione dei piatti - sinistra	orizzontali 150x12 mm, verticali 150x12 mm
Dimensione dei piatti - destra	orizzontali 0x0 mm, verticali 0x0 mm

Irrigidenti longitudinali delle flange

	tipo	b _I	b _{II}	b _{III}	b _{IV}	b _V	b _{VI}	b _{VII}	t _{sIII}	t _{sIV}	b
Flangia superiore sinistra	No stif.	--	--	--	--	--	--	--	--	--	475
Flangia superiore destra	No stif.	--	--	--	--	--	--	--	--	--	475
Flangia inferiore sinistra	No stif.	--	--	--	--	--	--	--	--	--	250
Flangia inferiore destra	No stif.	--	--	--	--	--	--	--	--	--	700



Caratteristiche geometriche lorde

	Fase 1	Fase 2a	Fase 2b	Fase 2c	Fase 3	Fessurata
A (mm ²)	1.493E+5	2.561E+5	2.857E+5	2.542E+5	3.809E+5	1.998E+5
z _G (mm)	824.087	1373.168	1453.655	1367.485	1627.648	1154.124
J _y (mm ⁴)	1.072E+11	2.155E+11	2.316E+11	2.144E+11	2.666E+11	1.718E+11
W _{y,0} (mm ³)	-1.301E+8	-1.57E+8	-1.593E+8	-1.568E+8	-1.638E+8	-1.488E+8
W _{y,1} (mm ³)	-1.421E+8	-1.654E+8	-1.674E+8	-1.652E+8	-1.711E+8	-1.584E+8
W _{y,3} (mm ³)	9.435E+7	3.673E+8	4.575E+8	3.618E+8	8.021E+8	2.131E+8
W _{y,4} (mm ³)	9.114E+7	3.438E+8	4.24E+8	3.39E+8	7.159E+8	2.031E+8
W _{y,5} (mm ³)	1E+300	3.184E+8	3.884E+8	3.141E+8	6.312E+8	1.917E+8
W _{y,6} (mm ³)	1E+300	3.138E+8	3.82E+8	3.096E+8	6.166E+8	1.896E+8
W _{y,7} (mm ³)	1E+300	2.607E+8	3.104E+8	2.575E+8	4.657E+8	1.642E+8
W _{y,8} (mm ³)	1E+300	2.458E+8	2.909E+8	2.429E+8	4.283E+8	1.567E+8
S _{y,1} (mm ³)	5.247E+7	8.899E+7	9.434E+7	8.861E+7	1.059E+8	7.442E+7
S _{y,2} (mm ³)	5.921E+7	1.091E+8	1.17E+8	1.086E+8	1.347E+8	8.835E+7

$S_{v,3}$ (mm ³)	4.392E+7	1.05E+8	1.14E+8	1.044E+8	1.333E+8	8.065E+7
$S_{v,4}$ (mm ³)	0E+00	8.197E+7	9.398E+7	8.112E+7	1.2E+8	4.927E+7
n_E	1E+300	19.812	12.987	20.489	6.162	1E+300

Sezione C04 15-j

Caratteristiche generali

Dati principali

Altezza della sezione di acciaio	2000 mm
Piattabanda superiore	950x40 mm
Piattabanda inferiore	950x70 mm
Anima	22x2036 mm, Inclinazione: 21.8
Soletta	5580x200 mm
Raccordo	300x50 mm (escluso nel calcolo delle proprietà geometriche)
Armatura superiore	diametro 24 mm, passo 100 mm, dist. estradosso-baricentro armatura 50 mm
Armatura inferiore	diametro 24 mm, passo 100 mm, dist. intradosso-baricentro armatura 10 mm
Pioli	diametro 22 mm, altezza 175 mm, numero 20/m

Irrigidenti verticali

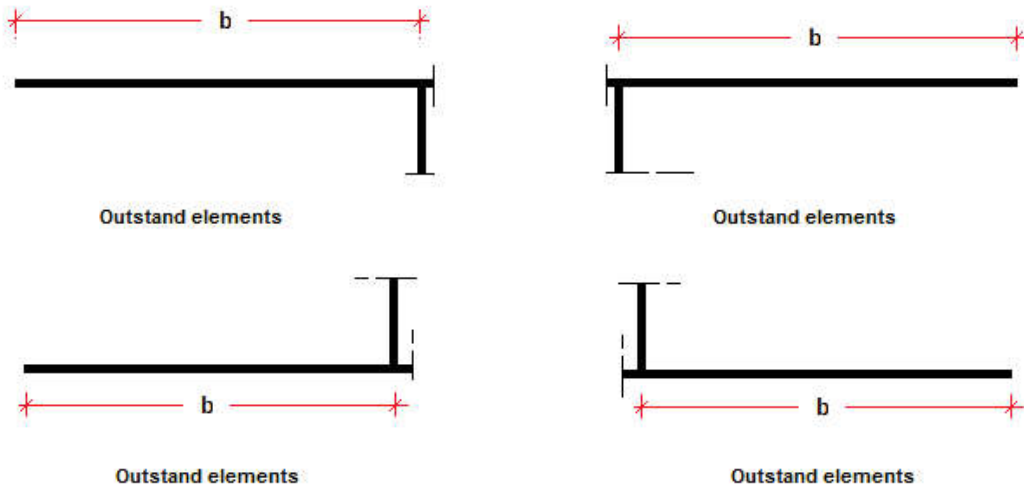
Interasse	2250 mm
Tipo	R da un solo lato
Piatto 1	250x25 mm
Piatto 2	---

Irrigidenti longitudinali dell'anima

distanza estradosso trave-irrigidente 1	1250 mm
distanza estradosso trave-irrigidente 2	0 mm
Dimensione dei piatti - sinistra	orizzontali 150x12 mm, verticali 150x12 mm
Dimensione dei piatti - destra	orizzontali 0x0 mm, verticali 0x0 mm

Irrigidenti longitudinali delle flange

	tipo	b_I	b_{II}	b_{III}	b_{IV}	b_V	b_{VI}	b_{VII}	t_{sIII}	t_{sIV}	b
Flangia superiore sinistra	No stif.	--	--	--	--	--	--	--	--	--	475
Flangia superiore destra	No stif.	--	--	--	--	--	--	--	--	--	475
Flangia inferiore sinistra	No stif.	--	--	--	--	--	--	--	--	--	250
Flangia inferiore destra	No stif.	--	--	--	--	--	--	--	--	--	700



Caratteristiche geometriche lorde

	Fase 1	Fase 2a	Fase 2b	Fase 2c	Fase 3	Fessurata
A (mm ²)	1.493E+5	2.561E+5	2.857E+5	2.542E+5	3.809E+5	1.998E+5
Z_G (mm)	824.087	1373.168	1453.655	1367.485	1627.648	1154.124
J_v (mm ⁴)	1.072E+11	2.155E+11	2.316E+11	2.144E+11	2.666E+11	1.718E+11
$W_{v,0}$ (mm ³)	-1.301E+8	-1.57E+8	-1.593E+8	-1.568E+8	-1.638E+8	-1.488E+8
$W_{v,1}$ (mm ³)	-1.421E+8	-1.654E+8	-1.674E+8	-1.652E+8	-1.711E+8	-1.584E+8
$W_{v,3}$ (mm ³)	9.435E+7	3.673E+8	4.575E+8	3.618E+8	8.021E+8	2.131E+8
$W_{v,4}$ (mm ³)	9.114E+7	3.438E+8	4.24E+8	3.39E+8	7.159E+8	2.031E+8
$W_{v,5}$ (mm ³)	1E+300	3.184E+8	3.884E+8	3.141E+8	6.312E+8	1.917E+8
$W_{v,6}$ (mm ³)	1E+300	3.138E+8	3.82E+8	3.096E+8	6.166E+8	1.896E+8
$W_{v,7}$ (mm ³)	1E+300	2.607E+8	3.104E+8	2.575E+8	4.657E+8	1.642E+8
$W_{v,8}$ (mm ³)	1E+300	2.458E+8	2.909E+8	2.429E+8	4.283E+8	1.567E+8

$S_{v,1}$ (mm ³)	5.247E+7	8.899E+7	9.434E+7	8.861E+7	1.059E+8	7.442E+7
$S_{v,2}$ (mm ³)	5.921E+7	1.091E+8	1.17E+8	1.086E+8	1.347E+8	8.835E+7
$S_{v,3}$ (mm ³)	4.392E+7	1.05E+8	1.14E+8	1.044E+8	1.333E+8	8.065E+7
$S_{v,4}$ (mm ³)	0E+00	8.197E+7	9.398E+7	8.112E+7	1.2E+8	4.927E+7
n_E	1E+300	19.812	12.987	20.489	6.162	1E+300

Sezione C05 16-i

Caratteristiche generali

Dati principali

Altezza della sezione di acciaio	2000 mm
Piattabanda superiore	600x30 mm
Piattabanda inferiore	950x60 mm
Anima	18x2057 mm, Inclinazione: 21.8
Soletta	5580x200 mm
Raccordo	300x50 mm (escluso nel calcolo delle proprietà geometriche)
Armatura superiore	diametro 24 mm, passo 200 mm, dist. estradosso-baricentro armatura 50 mm
Armatura inferiore	diametro 24 mm, passo 200 mm, dist. intradosso-baricentro armatura 10 mm
Pioli	diametro 22 mm, altezza 175 mm, numero 20/m

Irrigidenti verticali

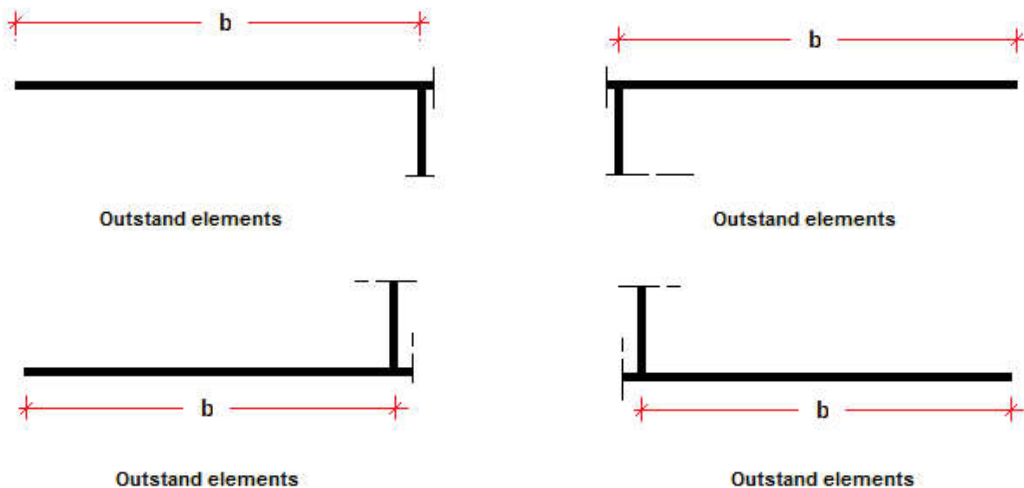
Interasse	2250 mm
Tipo	R da un solo lato
Piatto 1	250x25 mm
Piatto 2	---

Irrigidenti longitudinali dell'anima

distanza estradosso trave-irrigidente 1	800 mm
distanza estradosso trave-irrigidente 2	1250 mm
Dimensione dei piatti - sinistra	orizzontali 150x12 mm, verticali 150x12 mm
Dimensione dei piatti - destra	orizzontali 150x12 mm, verticali 150x12 mm

Irrigidenti longitudinali delle flange

	tipo	b_I	b_{II}	b_{III}	b_{IV}	b_V	b_{VI}	b_{VII}	t_{sIII}	t_{sIV}	b
Flangia superiore sinistra	No stif.	--	--	--	--	--	--	--	--	--	300
Flangia superiore destra	No stif.	--	--	--	--	--	--	--	--	--	300
Flangia inferiore sinistra	No stif.	--	--	--	--	--	--	--	--	--	250
Flangia inferiore destra	No stif.	--	--	--	--	--	--	--	--	--	700



Caratteristiche geometriche lorde

	Fase 1	Fase 2a	Fase 2b	Fase 2c	Fase 3	Fessurata
A (mm ²)	1.12E+5	1.936E+5	2.232E+5	1.917E+5	3.184E+5	1.373E+5
Z_G (mm)	669.685	1290.8	1404.747	1282.465	1627.516	938.227
J_V (mm ⁴)	7.016E+10	1.73E+11	1.921E+11	1.717E+11	2.295E+11	1.142E+11
$W_{v,0}$ (mm ³)	-1.048E+8	-1.341E+8	-1.368E+8	-1.338E+8	-1.41E+8	-1.217E+8
$W_{v,1}$ (mm ³)	-1.151E+8	-1.406E+8	-1.429E+8	-1.404E+8	-1.464E+8	-1.3E+8
$W_{v,3}$ (mm ³)	5.395E+7	2.548E+8	3.398E+8	2.497E+8	6.7E+8	1.107E+8
$W_{v,4}$ (mm ³)	5.274E+7	2.44E+8	3.227E+8	2.392E+8	6.161E+8	1.076E+8
$W_{v,5}$ (mm ³)	1E+300	2.279E+8	2.977E+8	2.236E+8	5.432E+8	1.027E+8
$W_{v,6}$ (mm ³)	1E+300	2.25E+8	2.932E+8	2.208E+8	5.306E+8	1.018E+8

$W_{v,7}$ (mm ³)	1E+300	1.903E+8	2.416E+8	1.871E+8	4.008E+8	9.052E+7
$W_{v,8}$ (mm ³)	1E+300	1.804E+8	2.273E+8	1.774E+8	3.686E+8	8.707E+7
$S_{v,1}$ (mm ³)	3.646E+7	7.187E+7	7.836E+7	7.139E+7	9.106E+7	5.177E+7
$S_{v,2}$ (mm ³)	4.007E+7	8.655E+7	9.589E+7	8.588E+7	1.149E+8	5.925E+7
$S_{v,3}$ (mm ³)	2.368E+7	8.208E+7	9.279E+7	8.129E+7	1.137E+8	4.893E+7
$S_{v,4}$ (mm ³)	-3.725E-9	6.958E+7	8.235E+7	6.865E+7	1.073E+8	3.008E+7
n_E	1E+300	19.812	12.987	20.489	6.162	1E+300

Sezione C05 17-j

Caratteristiche generali

Dati principali

Altezza della sezione di acciaio	2000 mm
Piattabanda superiore	600x30 mm
Piattabanda inferiore	950x60 mm
Anima	18x2057 mm, Inclinazione: 21.8
Soletta	5580x200 mm
Raccordo	300x50 mm (escluso nel calcolo delle proprietà geometriche)
Armatura superiore	di diametro 24 mm, passo 200 mm, dist. estradosso-baricentro armatura 50 mm
Armatura inferiore	di diametro 24 mm, passo 200 mm, dist. intradosso-baricentro armatura 10 mm
Pioli	di diametro 22 mm, altezza 175 mm, numero 20/m

Irrigidenti verticali

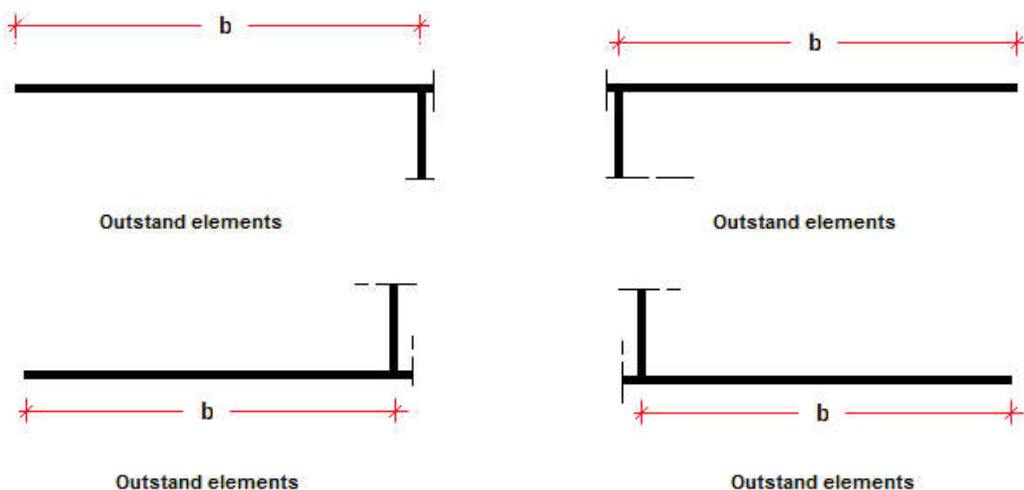
Interasse	2250 mm
Tipo	R da un solo lato
Piatto 1	250x25 mm
Piatto 2	---

Irrigidenti longitudinali dell'anima

distanza estradosso trave-irrigidente 1	800 mm
distanza estradosso trave-irrigidente 2	1250 mm
Dimensione dei piatti - sinistra	orizzontali 150x12 mm, verticali 150x12 mm
Dimensione dei piatti - destra	orizzontali 150x12 mm, verticali 150x12 mm

Irrigidenti longitudinali delle flange

	tipo	b_I	b_{II}	b_{III}	b_{IV}	b_V	b_{VI}	b_{VII}	t_{sIII}	t_{sIV}	b
Flangia superiore sinistra	No stif.	--	--	--	--	--	--	--	--	--	300
Flangia superiore destra	No stif.	--	--	--	--	--	--	--	--	--	300
Flangia inferiore sinistra	No stif.	--	--	--	--	--	--	--	--	--	250
Flangia inferiore destra	No stif.	--	--	--	--	--	--	--	--	--	700



Caratteristiche geometriche lorde

	Fase 1	Fase 2a	Fase 2b	Fase 2c	Fase 3	Fessurata
A (mm ²)	1.12E+5	1.936E+5	2.232E+5	1.917E+5	3.184E+5	1.373E+5
Z_G (mm)	669.685	1290.8	1404.747	1282.465	1627.516	938.227
J_y (mm ⁴)	7.016E+10	1.73E+11	1.921E+11	1.717E+11	2.295E+11	1.142E+11
$W_{v,0}$ (mm ³)	-1.048E+8	-1.341E+8	-1.368E+8	-1.338E+8	-1.41E+8	-1.217E+8
$W_{v,1}$ (mm ³)	-1.151E+8	-1.406E+8	-1.429E+8	-1.404E+8	-1.464E+8	-1.3E+8
$W_{v,3}$ (mm ³)	5.395E+7	2.548E+8	3.398E+8	2.497E+8	6.7E+8	1.107E+8
$W_{v,4}$ (mm ³)	5.274E+7	2.44E+8	3.227E+8	2.392E+8	6.161E+8	1.076E+8

$W_{v,5}$ (mm ³)	1E+300	2.279E+8	2.977E+8	2.236E+8	5.432E+8	1.027E+8
$W_{v,6}$ (mm ³)	1E+300	2.25E+8	2.932E+8	2.208E+8	5.306E+8	1.018E+8
$W_{v,7}$ (mm ³)	1E+300	1.903E+8	2.416E+8	1.871E+8	4.008E+8	9.052E+7
$W_{v,8}$ (mm ³)	1E+300	1.804E+8	2.273E+8	1.774E+8	3.686E+8	8.707E+7
$S_{v,1}$ (mm ³)	3.646E+7	7.187E+7	7.836E+7	7.139E+7	9.106E+7	5.177E+7
$S_{v,2}$ (mm ³)	4.007E+7	8.655E+7	9.589E+7	8.588E+7	1.149E+8	5.925E+7
$S_{v,3}$ (mm ³)	2.368E+7	8.208E+7	9.279E+7	8.129E+7	1.137E+8	4.893E+7
$S_{v,4}$ (mm ³)	-3.725E-9	6.958E+7	8.235E+7	6.865E+7	1.073E+8	3.008E+7
n_E	1E+300	19.812	12.987	20.489	6.162	1E+300

Sezione C05 19-j

Caratteristiche generali

Dati principali

Altezza della sezione di acciaio	2000 mm
Piattabanda superiore	600x30 mm
Piattabanda inferiore	950x60 mm
Anima	18x2057 mm, Inclinazione: 21.8
Soletta	5580x200 mm
Raccordo	300x50 mm (escluso nel calcolo delle proprietà geometriche)
Armatura superiore	diametro 24 mm, passo 200 mm, dist. estradosso-baricentro armatura 50 mm
Armatura inferiore	diametro 24 mm, passo 200 mm, dist. intradosso-baricentro armatura 10 mm
Pioli	diametro 22 mm, altezza 175 mm, numero 20/m

Irrigidenti verticali

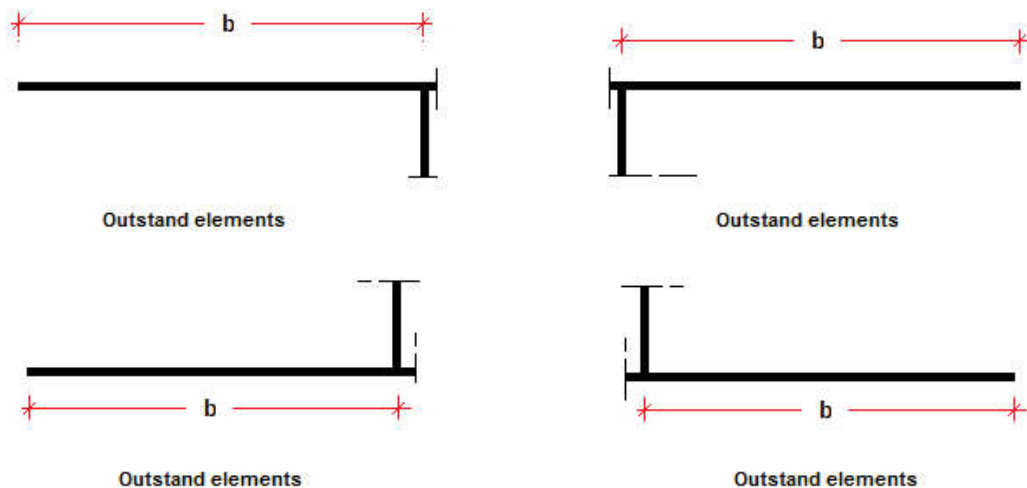
Interasse	2250 mm
Tipo	R da un solo lato
Piatto 1	250x25 mm
Piatto 2	---

Irrigidenti longitudinali dell'anima

distanza estradosso trave-irrigidente 1	800 mm
distanza estradosso trave-irrigidente 2	1250 mm
Dimensione dei piatti - sinistra	orizzontali 150x12 mm, verticali 150x12 mm
Dimensione dei piatti - destra	orizzontali 150x12 mm, verticali 150x12 mm

Irrigidenti longitudinali delle flange

	tipo	b_I	b_{II}	b_{III}	b_{IV}	b_V	b_{VI}	b_{VII}	t_{sIII}	t_{sIV}	b
Flangia superiore sinistra	No stif.	--	--	--	--	--	--	--	--	--	300
Flangia superiore destra	No stif.	--	--	--	--	--	--	--	--	--	300
Flangia inferiore sinistra	No stif.	--	--	--	--	--	--	--	--	--	250
Flangia inferiore destra	No stif.	--	--	--	--	--	--	--	--	--	700



Caratteristiche geometriche lorde

	Fase 1	Fase 2a	Fase 2b	Fase 2c	Fase 3	Fessurata
A (mm ²)	1.12E+5	1.936E+5	2.232E+5	1.917E+5	3.184E+5	1.373E+5
Z_G (mm)	669.685	1290.8	1404.747	1282.465	1627.516	938.227
J_y (mm ⁴)	7.016E+10	1.73E+11	1.921E+11	1.717E+11	2.295E+11	1.142E+11
$W_{v,0}$ (mm ³)	-1.048E+8	-1.341E+8	-1.368E+8	-1.338E+8	-1.41E+8	-1.217E+8
$W_{v,1}$ (mm ³)	-1.151E+8	-1.406E+8	-1.429E+8	-1.404E+8	-1.464E+8	-1.3E+8

$W_{v,3}$ (mm ³)	5.395E+7	2.548E+8	3.398E+8	2.497E+8	6.7E+8	1.107E+8
$W_{v,4}$ (mm ³)	5.274E+7	2.44E+8	3.227E+8	2.392E+8	6.161E+8	1.076E+8
$W_{v,5}$ (mm ³)	1E+300	2.279E+8	2.977E+8	2.236E+8	5.432E+8	1.027E+8
$W_{v,6}$ (mm ³)	1E+300	2.25E+8	2.932E+8	2.208E+8	5.306E+8	1.018E+8
$W_{v,7}$ (mm ³)	1E+300	1.903E+8	2.416E+8	1.871E+8	4.008E+8	9.052E+7
$W_{v,8}$ (mm ³)	1E+300	1.804E+8	2.273E+8	1.774E+8	3.686E+8	8.707E+7
$S_{v,1}$ (mm ³)	3.646E+7	7.187E+7	7.836E+7	7.139E+7	9.106E+7	5.177E+7
$S_{v,2}$ (mm ³)	4.007E+7	8.655E+7	9.589E+7	8.588E+7	1.149E+8	5.925E+7
$S_{v,3}$ (mm ³)	2.368E+7	8.208E+7	9.279E+7	8.129E+7	1.137E+8	4.893E+7
$S_{v,4}$ (mm ³)	-3.725E-9	6.958E+7	8.235E+7	6.865E+7	1.073E+8	3.008E+7
n_E	1E+300	19.812	12.987	20.489	6.162	1E+300

Sezione C06 20-i

Caratteristiche generali

Dati principali

Altezza della sezione di acciaio	2000 mm
Piattabanda superiore	600x40 mm
Piattabanda inferiore	1000x60 mm
Anima	15x2046 mm, Inclinazione: 21.8
Soletta	5580x200 mm
Raccordo	300x50 mm (escluso nel calcolo delle proprietà geometriche)
Armatura superiore	diametro 20 mm, passo 200 mm, dist. estradosso-baricentro armatura 50 mm
Armatura inferiore	diametro 20 mm, passo 200 mm, dist. intradosso-baricentro armatura 10 mm
Pioli	diametro 22 mm, altezza 175 mm, numero 15/m

Irrigidenti verticali

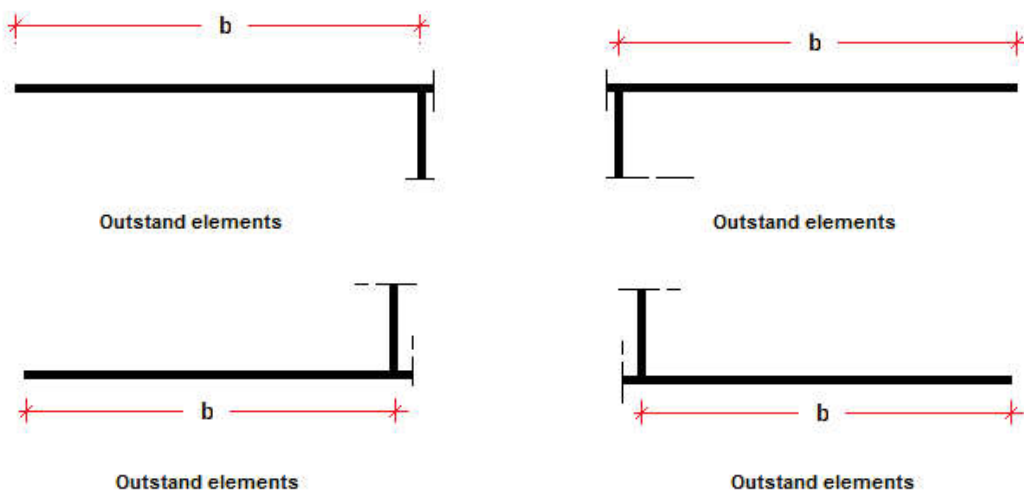
Interasse	2250 mm
Tipo	R da un solo lato
Piatto 1	250x25 mm
Piatto 2	---

Irrigidenti longitudinali dell'anima

distanza estradosso trave-irrigidente 1	800 mm
distanza estradosso trave-irrigidente 2	0 mm
Dimensione dei piatti - sinistra	orizzontali 150x12 mm, verticali 150x12 mm
Dimensione dei piatti - destra	orizzontali 0x0 mm, verticali 0x0 mm

Irrigidenti longitudinali delle flange

	tipo	b_I	b_{II}	b_{III}	b_{IV}	b_V	b_{VI}	b_{VII}	t_{sIII}	t_{sIV}	b
Flangia superiore sinistra	No stif.	--	--	--	--	--	--	--	--	--	300
Flangia superiore destra	No stif.	--	--	--	--	--	--	--	--	--	300
Flangia inferiore sinistra	No stif.	--	--	--	--	--	--	--	--	--	300
Flangia inferiore destra	No stif.	--	--	--	--	--	--	--	--	--	700



Caratteristiche geometriche lordo

	Fase 1	Fase 2a	Fase 2b	Fase 2c	Fase 3	Fessurata
A (mm ²)	1.147E+5	1.886E+5	2.182E+5	1.867E+5	3.133E+5	1.322E+5
Z_G (mm)	700.309	1266.314	1386.219	1257.509	1618.203	889.854
J_v (mm ⁴)	7.846E+10	1.725E+11	1.926E+11	1.711E+11	2.316E+11	1.096E+11

$W_{v,0}$ (mm ³)	-1.12E+8	-1.363E+8	-1.39E+8	-1.36E+8	-1.431E+8	-1.232E+8
$W_{v,1}$ (mm ³)	-1.225E+8	-1.43E+8	-1.452E+8	-1.429E+8	-1.486E+8	-1.321E+8
$W_{v,3}$ (mm ³)	6.229E+7	2.487E+8	3.357E+8	2.435E+8	6.776E+8	1.024E+8
$W_{v,4}$ (mm ³)	6.037E+7	2.352E+8	3.138E+8	2.304E+8	6.066E+8	9.875E+7
$W_{v,5}$ (mm ³)	1E+300	2.202E+8	2.902E+8	2.159E+8	5.363E+8	9.449E+7
$W_{v,6}$ (mm ³)	1E+300	2.174E+8	2.859E+8	2.132E+8	5.242E+8	9.369E+7
$W_{v,7}$ (mm ³)	1E+300	1.848E+8	2.367E+8	1.815E+8	3.981E+8	8.368E+7
$W_{v,8}$ (mm ³)	1E+300	1.754E+8	2.23E+8	1.724E+8	3.666E+8	8.06E+7
$S_{v,1}$ (mm ³)	4.022E+7	7.418E+7	8.137E+7	7.365E+7	9.529E+7	5.159E+7
$S_{v,2}$ (mm ³)	4.353E+7	8.593E+7	9.558E+7	8.523E+7	1.149E+8	5.715E+7
$S_{v,3}$ (mm ³)	3.071E+7	8.205E+7	9.292E+7	8.125E+7	1.14E+8	4.79E+7
$S_{v,4}$ (mm ³)	0E+00	6.492E+7	7.867E+7	6.391E+7	1.053E+8	2.174E+7
n_E	1E+300	19.812	12.987	20.489	6.162	1E+300

Sezione C06 21-j

Caratteristiche generali

Dati principali

Altezza della sezione di acciaio	2000 mm
Piattabanda superiore	600x40 mm
Piattabanda inferiore	1000x60 mm
Anima	15x2046 mm, Inclinazione: 21.8
Soletta	5580x200 mm
Raccordo	300x50 mm (escluso nel calcolo delle proprietà geometriche)
Armatura superiore	diametro 20 mm, passo 200 mm, dist. estradosso-baricentro armatura 50 mm
Armatura inferiore	diametro 20 mm, passo 200 mm, dist. intradosso-baricentro armatura 10 mm
Pioli	diametro 22 mm, altezza 175 mm, numero 15/m

Irrigidenti verticali

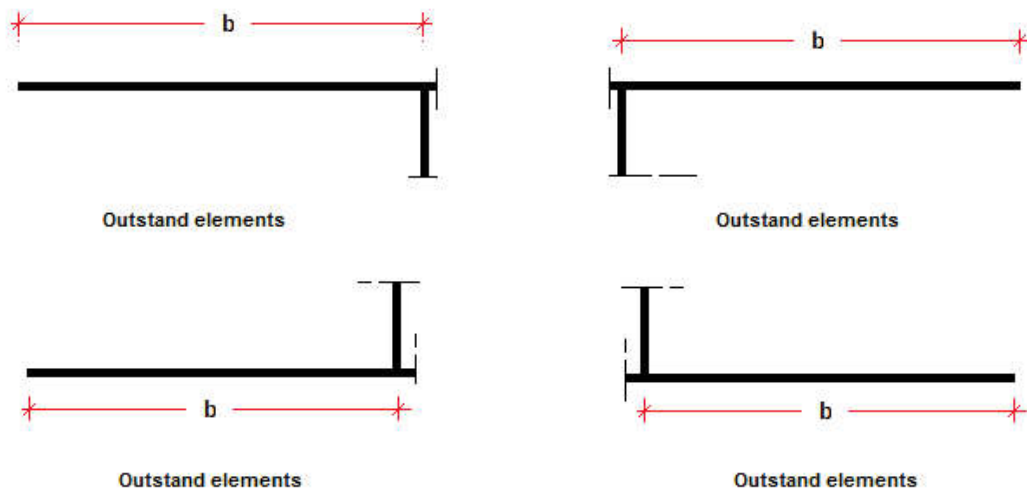
Interasse	2250 mm
Tipo	R da un solo lato
Piatto 1	250x25 mm
Piatto 2	---

Irrigidenti longitudinali dell'anima

distanza estradosso trave-irrigidente 1	800 mm
distanza estradosso trave-irrigidente 2	0 mm
Dimensione dei piatti - sinistra	orizzontali 150x12 mm, verticali 150x12 mm
Dimensione dei piatti - destra	orizzontali 0x0 mm, verticali 0x0 mm

Irrigidenti longitudinali delle flange

	tipo	b_I	b_{II}	b_{III}	b_{IV}	b_V	b_{VI}	b_{VII}	t_{sIII}	t_{sIV}	b
Flangia superiore sinistra	No stif.	--	--	--	--	--	--	--	--	--	300
Flangia superiore destra	No stif.	--	--	--	--	--	--	--	--	--	300
Flangia inferiore sinistra	No stif.	--	--	--	--	--	--	--	--	--	300
Flangia inferiore destra	No stif.	--	--	--	--	--	--	--	--	--	700



Caratteristiche geometriche lorde

	Fase 1	Fase 2a	Fase 2b	Fase 2c	Fase 3	Fessurata
A (mm ²)	1.147E+5	1.886E+5	2.182E+5	1.867E+5	3.133E+5	1.322E+5

Z _G (mm)	700.309	1266.314	1386.219	1257.509	1618.203	889.854
J _v (mm ⁴)	7.846E+10	1.725E+11	1.926E+11	1.711E+11	2.316E+11	1.096E+11
W _{v,0} (mm ³)	-1.12E+8	-1.363E+8	-1.39E+8	-1.36E+8	-1.431E+8	-1.232E+8
W _{v,1} (mm ³)	-1.225E+8	-1.43E+8	-1.452E+8	-1.429E+8	-1.486E+8	-1.321E+8
W _{v,3} (mm ³)	6.229E+7	2.487E+8	3.357E+8	2.435E+8	6.776E+8	1.024E+8
W _{v,4} (mm ³)	6.037E+7	2.352E+8	3.138E+8	2.304E+8	6.066E+8	9.875E+7
W _{v,5} (mm ³)	1E+300	2.202E+8	2.902E+8	2.159E+8	5.363E+8	9.449E+7
W _{v,6} (mm ³)	1E+300	2.174E+8	2.859E+8	2.132E+8	5.242E+8	9.369E+7
W _{v,7} (mm ³)	1E+300	1.848E+8	2.367E+8	1.815E+8	3.981E+8	8.368E+7
W _{v,8} (mm ³)	1E+300	1.754E+8	2.23E+8	1.724E+8	3.666E+8	8.06E+7
S _{v,1} (mm ³)	4.022E+7	7.418E+7	8.137E+7	7.365E+7	9.529E+7	5.159E+7
S _{v,2} (mm ³)	4.353E+7	8.593E+7	9.558E+7	8.523E+7	1.149E+8	5.715E+7
S _{v,3} (mm ³)	3.071E+7	8.205E+7	9.292E+7	8.125E+7	1.14E+8	4.79E+7
S _{v,4} (mm ³)	0E+00	6.492E+7	7.867E+7	6.391E+7	1.053E+8	2.174E+7
n _E	1E+300	19.812	12.987	20.489	6.162	1E+300

Sezione C06 23-j

Caratteristiche generali

Dati principali

Altezza della sezione di acciaio	2000 mm
Piattabanda superiore	600x40 mm
Piattabanda inferiore	1000x60 mm
Anima	15x2046 mm, Inclinazione: 21.8
Soletta	5580x200 mm
Raccordo	300x50 mm (escluso nel calcolo delle proprietà geometriche)
Armatura superiore	diametro 20 mm, passo 200 mm, dist. estradosso-baricentro armatura 50 mm
Armatura inferiore	diametro 20 mm, passo 200 mm, dist. intradosso-baricentro armatura 10 mm
Pioli	diametro 22 mm, altezza 175 mm, numero 15/m

Irrigidenti verticali

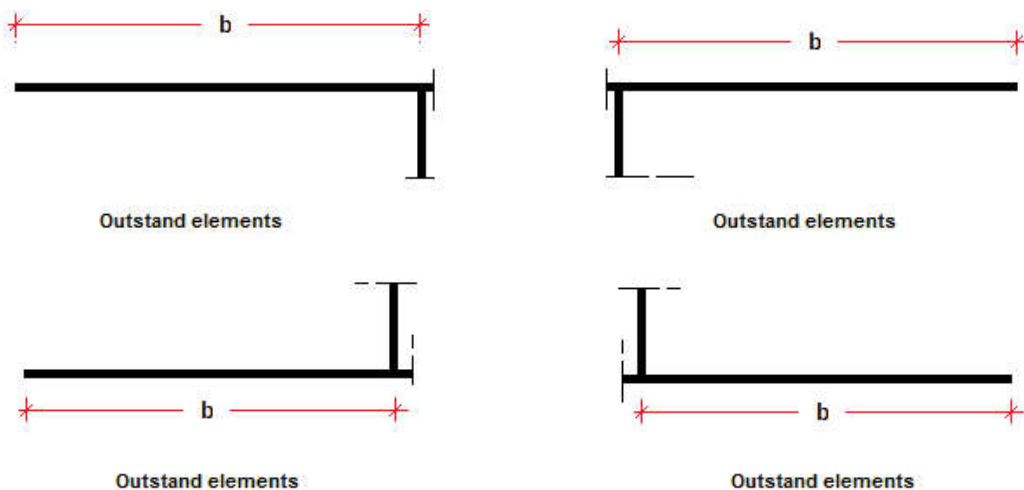
Interasse	2250 mm
Tipo	R da un solo lato
Piatto 1	250x25 mm
Piatto 2	---

Irrigidenti longitudinali dell'anima

distanza estradosso trave-irrigidente 1	800 mm
distanza estradosso trave-irrigidente 2	0 mm
Dimensione dei piatti - sinistra	orizzontali 150x12 mm, verticali 150x12 mm
Dimensione dei piatti - destra	orizzontali 0x0 mm, verticali 0x0 mm

Irrigidenti longitudinali delle flange

	tipo	b _I	b _{II}	b _{III}	b _{IV}	b _V	b _{VI}	b _{VII}	t _{sIII}	t _{sIV}	b
Flangia superiore sinistra	No stif.	--	--	--	--	--	--	--	--	--	300
Flangia superiore destra	No stif.	--	--	--	--	--	--	--	--	--	300
Flangia inferiore sinistra	No stif.	--	--	--	--	--	--	--	--	--	300
Flangia inferiore destra	No stif.	--	--	--	--	--	--	--	--	--	700



Caratteristiche geometriche lorde

Relazione tecnica e di calcolo

100

RTP di progettazione:

Mandataria:

Mandanti:



	Fase 1	Fase 2a	Fase 2b	Fase 2c	Fase 3	Fessurata
A (mm ²)	1.147E+5	1.886E+5	2.182E+5	1.867E+5	3.133E+5	1.322E+5
Z _G (mm)	700.309	1266.314	1386.219	1257.509	1618.203	889.854
J _y (mm ⁴)	7.846E+10	1.725E+11	1.926E+11	1.711E+11	2.316E+11	1.096E+11
W _{y,0} (mm ³)	-1.12E+8	-1.363E+8	-1.39E+8	-1.36E+8	-1.431E+8	-1.232E+8
W _{y,1} (mm ³)	-1.225E+8	-1.43E+8	-1.452E+8	-1.429E+8	-1.486E+8	-1.321E+8
W _{y,3} (mm ³)	6.229E+7	2.487E+8	3.357E+8	2.435E+8	6.776E+8	1.024E+8
W _{y,4} (mm ³)	6.037E+7	2.352E+8	3.138E+8	2.304E+8	6.066E+8	9.875E+7
W _{y,5} (mm ³)	1E+300	2.202E+8	2.902E+8	2.159E+8	5.363E+8	9.449E+7
W _{y,6} (mm ³)	1E+300	2.174E+8	2.859E+8	2.132E+8	5.242E+8	9.369E+7
W _{y,7} (mm ³)	1E+300	1.848E+8	2.367E+8	1.815E+8	3.981E+8	8.368E+7
W _{y,8} (mm ³)	1E+300	1.754E+8	2.23E+8	1.724E+8	3.666E+8	8.06E+7
S _{y,1} (mm ³)	4.022E+7	7.418E+7	8.137E+7	7.365E+7	9.529E+7	5.159E+7
S _{y,2} (mm ³)	4.353E+7	8.593E+7	9.558E+7	8.523E+7	1.149E+8	5.715E+7
S _{y,3} (mm ³)	3.071E+7	8.205E+7	9.292E+7	8.125E+7	1.14E+8	4.79E+7
S _{y,4} (mm ³)	0E+00	6.492E+7	7.867E+7	6.391E+7	1.053E+8	2.174E+7
n _E	1E+300	19.812	12.987	20.489	6.162	1E+300

Sezione C07 24-i

Caratteristiche generali

Dati principali

Altezza della sezione di acciaio	2000 mm
Piattabanda superiore	600x30 mm
Piattabanda inferiore	950x60 mm
Anima	18x2057 mm, Inclinazione: 21.8
Soletta	5580x200 mm
Raccordo	300x50 mm (escluso nel calcolo delle proprieta' geometriche)
Armatura superiore	di diametro 24 mm, passo 200 mm, dist. estradosso-baricentro armatura 50 mm
Armatura inferiore	di diametro 24 mm, passo 200 mm, dist. intradosso-baricentro armatura 10 mm
Pioli	di diametro 22 mm, altezza 175 mm, numero 20/m

Irrigidenti verticali

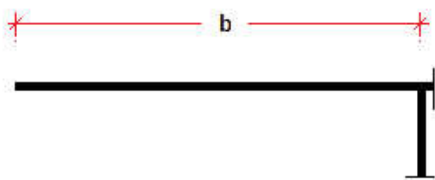
Interasse	2250 mm
Tipo	R da un solo lato
Piatto 1	250x25 mm
Piatto 2	---

Irrigidenti longitudinali dell'anima

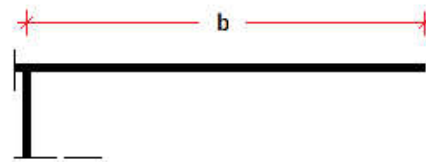
distanza estradosso trave-irrigidente 1	800 mm
distanza estradosso trave-irrigidente 2	1250 mm
Dimensione dei piatti - sinistra	orizzontali 150x12 mm, verticali 150x12 mm
Dimensione dei piatti - destra	orizzontali 150x12 mm, verticali 150x12 mm

Irrigidenti longitudinali delle flange

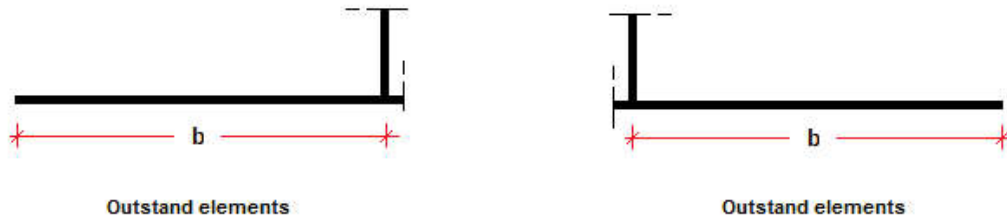
	tipo	b _I	b _{II}	b _{III}	b _{IV}	b _V	b _{VI}	b _{VII}	t _{sIII}	t _{sIV}	b
Flangia superiore sinistra	No stif.	--	--	--	--	--	--	--	--	--	300
Flangia superiore destra	No stif.	--	--	--	--	--	--	--	--	--	300
Flangia inferiore sinistra	No stif.	--	--	--	--	--	--	--	--	--	250
Flangia inferiore destra	No stif.	--	--	--	--	--	--	--	--	--	700



Outstand elements



Outstand elements



Caratteristiche geometriche lorde

	Fase 1	Fase 2a	Fase 2b	Fase 2c	Fase 3	Fessurata
A (mm ²)	1.12E+5	1.936E+5	2.232E+5	1.917E+5	3.184E+5	1.373E+5
Z _G (mm)	669.685	1290.8	1404.747	1282.465	1627.516	938.227
J _v (mm ⁴)	7.016E+10	1.73E+11	1.921E+11	1.717E+11	2.295E+11	1.142E+11
W _{v,0} (mm ³)	-1.048E+8	-1.341E+8	-1.368E+8	-1.338E+8	-1.41E+8	-1.217E+8
W _{v,1} (mm ³)	-1.151E+8	-1.406E+8	-1.429E+8	-1.404E+8	-1.464E+8	-1.3E+8
W _{v,3} (mm ³)	5.395E+7	2.548E+8	3.398E+8	2.497E+8	6.7E+8	1.107E+8
W _{v,4} (mm ³)	5.274E+7	2.44E+8	3.227E+8	2.392E+8	6.161E+8	1.076E+8
W _{v,5} (mm ³)	1E+300	2.279E+8	2.977E+8	2.236E+8	5.432E+8	1.027E+8
W _{v,6} (mm ³)	1E+300	2.25E+8	2.932E+8	2.208E+8	5.306E+8	1.018E+8
W _{v,7} (mm ³)	1E+300	1.903E+8	2.416E+8	1.871E+8	4.008E+8	9.052E+7
W _{v,8} (mm ³)	1E+300	1.804E+8	2.273E+8	1.774E+8	3.686E+8	8.707E+7
S _{v,1} (mm ³)	3.646E+7	7.187E+7	7.836E+7	7.139E+7	9.106E+7	5.177E+7
S _{v,2} (mm ³)	4.007E+7	8.655E+7	9.589E+7	8.588E+7	1.149E+8	5.925E+7
S _{v,3} (mm ³)	2.368E+7	8.208E+7	9.279E+7	8.129E+7	1.137E+8	4.893E+7
S _{v,4} (mm ³)	-3.725E-9	6.958E+7	8.235E+7	6.865E+7	1.073E+8	3.008E+7
n _E	1E+300	19.812	12.987	20.489	6.162	1E+300

Sezione C07 25-j

Caratteristiche generali

Dati principali

Altezza della sezione di acciaio	2000 mm
Piattabanda superiore	600x30 mm
Piattabanda inferiore	950x60 mm
Anima	18x2057 mm, Inclinazione: 21.8
Soletta	5580x200 mm
Raccordo	300x50 mm (escluso nel calcolo delle proprietà geometriche)
Armatura superiore	diametro 24 mm, passo 200 mm, dist. estradosso-baricentro armatura 50 mm
Armatura inferiore	diametro 24 mm, passo 200 mm, dist. intradosso-baricentro armatura 10 mm
Pioli	diametro 22 mm, altezza 175 mm, numero 20/m

Irrigidenti verticali

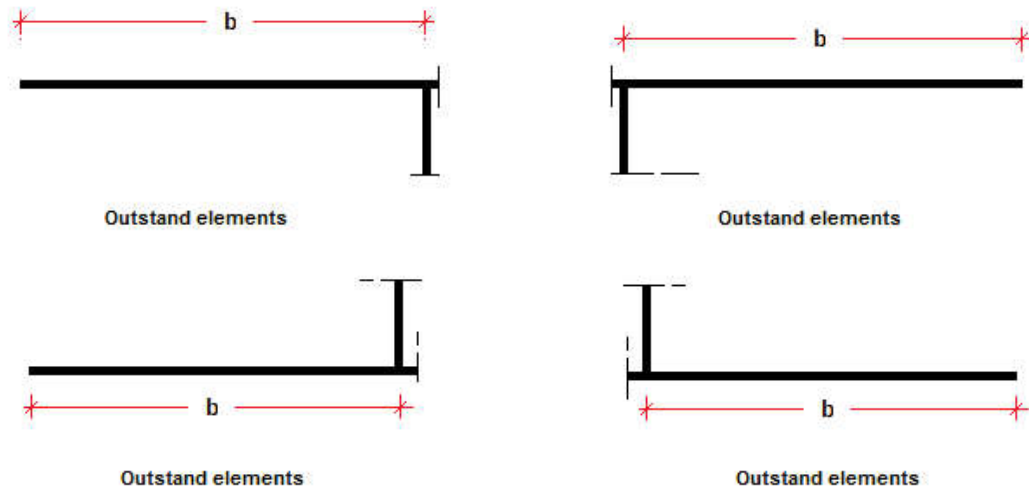
Interasse	2250 mm
Tipo	R da un solo lato
Piatto 1	250x25 mm
Piatto 2	---

Irrigidenti longitudinali dell'anima

distanza estradosso trave-irrigidente 1	800 mm
distanza estradosso trave-irrigidente 2	1250 mm
Dimensione dei piatti - sinistra	orizzontali 150x12 mm, verticali 150x12 mm
Dimensione dei piatti - destra	orizzontali 150x12 mm, verticali 150x12 mm

Irrigidenti longitudinali delle flange

	tipo	b _I	b _{II}	b _{III}	b _{IV}	b _V	b _{VI}	b _{VII}	t _{sIII}	t _{sIV}	b
Flangia superiore sinistra	No stif.	--	--	--	--	--	--	--	--	--	300
Flangia superiore destra	No stif.	--	--	--	--	--	--	--	--	--	300
Flangia inferiore sinistra	No stif.	--	--	--	--	--	--	--	--	--	250
Flangia inferiore destra	No stif.	--	--	--	--	--	--	--	--	--	700



Caratteristiche geometriche lorde

	Fase 1	Fase 2a	Fase 2b	Fase 2c	Fase 3	Fessurata
A (mm ²)	1.12E+5	1.936E+5	2.232E+5	1.917E+5	3.184E+5	1.373E+5
Z _G (mm)	669.685	1290.8	1404.747	1282.465	1627.516	938.227
J _y (mm ⁴)	7.016E+10	1.73E+11	1.921E+11	1.717E+11	2.295E+11	1.142E+11
W _{y,0} (mm ³)	-1.048E+8	-1.341E+8	-1.368E+8	-1.338E+8	-1.41E+8	-1.217E+8
W _{y,1} (mm ³)	-1.151E+8	-1.406E+8	-1.429E+8	-1.404E+8	-1.464E+8	-1.3E+8
W _{y,3} (mm ³)	5.395E+7	2.548E+8	3.398E+8	2.497E+8	6.7E+8	1.107E+8
W _{y,4} (mm ³)	5.274E+7	2.44E+8	3.227E+8	2.392E+8	6.161E+8	1.076E+8
W _{y,5} (mm ³)	1E+300	2.279E+8	2.977E+8	2.236E+8	5.432E+8	1.027E+8
W _{y,6} (mm ³)	1E+300	2.25E+8	2.932E+8	2.208E+8	5.306E+8	1.018E+8
W _{y,7} (mm ³)	1E+300	1.903E+8	2.416E+8	1.871E+8	4.008E+8	9.052E+7
W _{y,8} (mm ³)	1E+300	1.804E+8	2.273E+8	1.774E+8	3.686E+8	8.707E+7
S _{y,1} (mm ³)	3.646E+7	7.187E+7	7.836E+7	7.139E+7	9.106E+7	5.177E+7
S _{y,2} (mm ³)	4.007E+7	8.655E+7	9.589E+7	8.588E+7	1.149E+8	5.925E+7
S _{y,3} (mm ³)	2.368E+7	8.208E+7	9.279E+7	8.129E+7	1.137E+8	4.893E+7
S _{y,4} (mm ³)	-3.725E-9	6.958E+7	8.235E+7	6.865E+7	1.073E+8	3.008E+7
n _E	1E+300	19.812	12.987	20.489	6.162	1E+300

Sezione C07 27-j

Caratteristiche generali

Dati principali

Altezza della sezione di acciaio	2000 mm
Piattabanda superiore	600x30 mm
Piattabanda inferiore	950x60 mm
Anima	18x2057 mm, Inclinazione: 21.8
Soletta	5580x200 mm
Raccordo	300x50 mm (escluso nel calcolo delle proprieta' geometriche)
Armatura superiore	diametro 24 mm, passo 200 mm, dist. estradosso-baricentro armatura 50 mm
Armatura inferiore	diametro 24 mm, passo 200 mm, dist. intradosso-baricentro armatura 10 mm
Pioli	diametro 22 mm, altezza 175 mm, numero 20/m

Irrigidenti verticali

Interasse	2250 mm
Tipo	R da un solo lato
Piatto 1	250x25 mm
Piatto 2	---

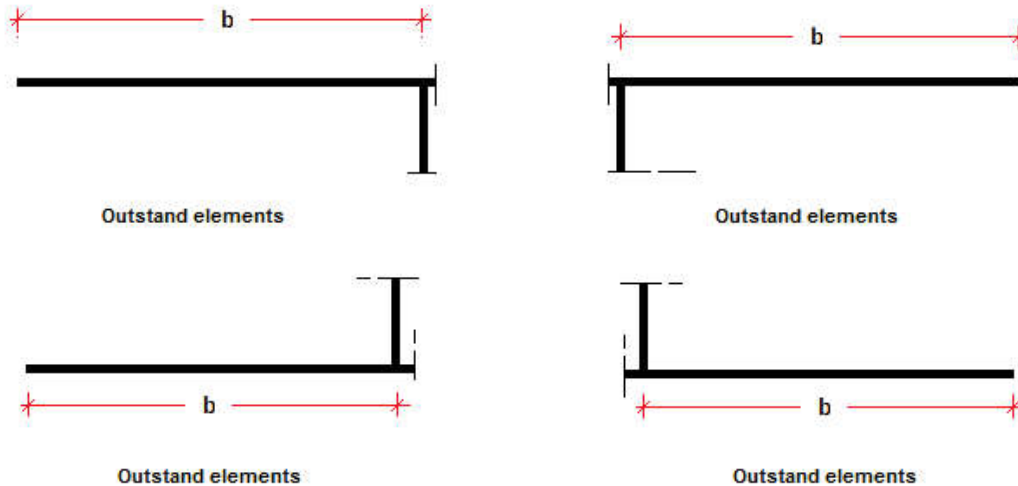
Irrigidenti longitudinali dell'anima

distanza estradosso trave-irrigidente 1	800 mm
distanza estradosso trave-irrigidente 2	1250 mm
Dimensione dei piatti - sinistra	orizzontali 150x12 mm, verticali 150x12 mm
Dimensione dei piatti - destra	orizzontali 150x12 mm, verticali 150x12 mm

Irrigidenti longitudinali delle flange

	tipo	b _I	b _{II}	b _{III}	b _{IV}	b _V	b _{VI}	b _{VII}	t _{sIII}	t _{sIV}	b
Flangia superiore sinistra	No stif.	--	--	--	--	--	--	--	--	--	300
Flangia superiore destra	No stif.	--	--	--	--	--	--	--	--	--	300
Flangia inferiore sinistra	No stif.	--	--	--	--	--	--	--	--	--	250

Flangia inferiore destra	No stif.	--	--	--	--	--	--	--	--	700
--------------------------	----------	----	----	----	----	----	----	----	----	-----



Caratteristiche geometriche lorde

	Fase 1	Fase 2a	Fase 2b	Fase 2c	Fase 3	Fessurata
A (mm ²)	1.12E+5	1.936E+5	2.232E+5	1.917E+5	3.184E+5	1.373E+5
Z _G (mm)	669.685	1290.8	1404.747	1282.465	1627.516	938.227
J _y (mm ⁴)	7.016E+10	1.73E+11	1.921E+11	1.717E+11	2.295E+11	1.142E+11
W _{y,0} (mm ³)	-1.048E+8	-1.341E+8	-1.368E+8	-1.338E+8	-1.41E+8	-1.217E+8
W _{y,1} (mm ³)	-1.151E+8	-1.406E+8	-1.429E+8	-1.404E+8	-1.464E+8	-1.3E+8
W _{y,3} (mm ³)	5.395E+7	2.548E+8	3.398E+8	2.497E+8	6.7E+8	1.107E+8
W _{y,4} (mm ³)	5.274E+7	2.44E+8	3.227E+8	2.392E+8	6.161E+8	1.076E+8
W _{y,5} (mm ³)	1E+300	2.279E+8	2.977E+8	2.236E+8	5.432E+8	1.027E+8
W _{y,6} (mm ³)	1E+300	2.25E+8	2.932E+8	2.208E+8	5.306E+8	1.018E+8
W _{y,7} (mm ³)	1E+300	1.903E+8	2.416E+8	1.871E+8	4.008E+8	9.052E+7
W _{y,8} (mm ³)	1E+300	1.804E+8	2.273E+8	1.774E+8	3.686E+8	8.707E+7
S _{y,1} (mm ³)	3.646E+7	7.187E+7	7.836E+7	7.139E+7	9.106E+7	5.177E+7
S _{y,2} (mm ³)	4.007E+7	8.655E+7	9.589E+7	8.588E+7	1.149E+8	5.925E+7
S _{y,3} (mm ³)	2.368E+7	8.208E+7	9.279E+7	8.129E+7	1.137E+8	4.893E+7
S _{y,4} (mm ³)	-3.725E-9	6.958E+7	8.235E+7	6.865E+7	1.073E+8	3.008E+7
n _E	1E+300	19.812	12.987	20.489	6.162	1E+300

Sezione C08 28-i

Caratteristiche generali

Dati principali

Altezza della sezione di acciaio	2000 mm
Piattabanda superiore	950x40 mm
Piattabanda inferiore	950x70 mm
Anima	22x2036 mm, Inclinazione: 21.8
Soletta	5580x200 mm
Raccordo	300x50 mm (escluso nel calcolo delle proprietà geometriche)
Armatura superiore	diametro 24 mm, passo 100 mm, dist. estradosso-baricentro armatura 50 mm
Armatura inferiore	diametro 24 mm, passo 100 mm, dist. intradosso-baricentro armatura 10 mm
Pioli	diametro 22 mm, altezza 175 mm, numero 20/m

Irrigidenti verticali

Interasse	2250 mm
Tipo	R da un solo lato
Piatto 1	250x25 mm
Piatto 2	---

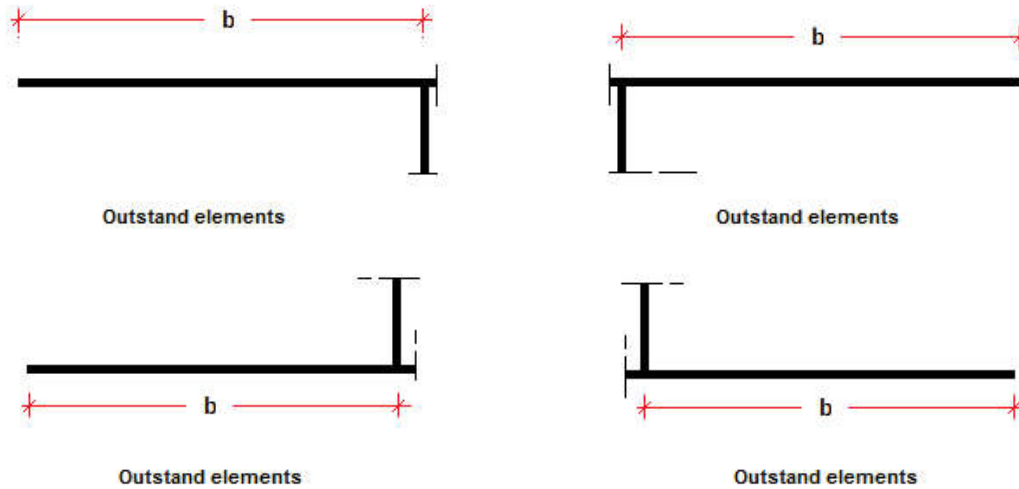
Irrigidenti longitudinali dell'anima

distanza estradosso trave-irrigidente 1	1250 mm
distanza estradosso trave-irrigidente 2	0 mm
Dimensione dei piatti - sinistra	orizzontali 150x12 mm, verticali 150x12 mm
Dimensione dei piatti - destra	orizzontali 0x0 mm, verticali 0x0 mm

Irrigidenti longitudinali delle flange

	tipo	b _I	b _{II}	b _{III}	b _{IV}	b _V	b _{VI}	b _{VII}	t _{sIII}	t _{sIV}	b
Flangia superiore sinistra	No stif.	--	--	--	--	--	--	--	--	--	475

Flangia superiore destra	No stif.	--	--	--	--	--	--	--	--	--	475
Flangia inferiore sinistra	No stif.	--	--	--	--	--	--	--	--	--	250
Flangia inferiore destra	No stif.	--	--	--	--	--	--	--	--	--	700



Caratteristiche geometriche lorde

	Fase 1	Fase 2a	Fase 2b	Fase 2c	Fase 3	Fessurata
A (mm ²)	1.493E+5	2.561E+5	2.857E+5	2.542E+5	3.809E+5	1.998E+5
Z _G (mm)	824.087	1373.168	1453.655	1367.485	1627.648	1154.124
J _y (mm ⁴)	1.072E+11	2.155E+11	2.316E+11	2.144E+11	2.666E+11	1.718E+11
W _{y,0} (mm ³)	-1.301E+8	-1.57E+8	-1.593E+8	-1.568E+8	-1.638E+8	-1.488E+8
W _{y,1} (mm ³)	-1.421E+8	-1.654E+8	-1.674E+8	-1.652E+8	-1.711E+8	-1.584E+8
W _{y,3} (mm ³)	9.435E+7	3.673E+8	4.575E+8	3.618E+8	8.021E+8	2.131E+8
W _{y,4} (mm ³)	9.114E+7	3.438E+8	4.24E+8	3.39E+8	7.159E+8	2.031E+8
W _{y,5} (mm ³)	1E+300	3.184E+8	3.884E+8	3.141E+8	6.312E+8	1.917E+8
W _{y,6} (mm ³)	1E+300	3.138E+8	3.82E+8	3.096E+8	6.166E+8	1.896E+8
W _{y,7} (mm ³)	1E+300	2.607E+8	3.104E+8	2.575E+8	4.657E+8	1.642E+8
W _{y,8} (mm ³)	1E+300	2.458E+8	2.909E+8	2.429E+8	4.283E+8	1.567E+8
S _{y,1} (mm ³)	5.247E+7	8.899E+7	9.434E+7	8.861E+7	1.059E+8	7.442E+7
S _{y,2} (mm ³)	5.921E+7	1.091E+8	1.17E+8	1.086E+8	1.347E+8	8.835E+7
S _{y,3} (mm ³)	4.392E+7	1.05E+8	1.14E+8	1.044E+8	1.333E+8	8.065E+7
S _{y,4} (mm ³)	0E+00	8.197E+7	9.398E+7	8.112E+7	1.2E+8	4.927E+7
n _E	1E+300	19.812	12.987	20.489	6.162	1E+300

Sezione C08 29-j

Caratteristiche generali

Dati principali

Altezza della sezione di acciaio	2000 mm
Piattabanda superiore	950x40 mm
Piattabanda inferiore	950x70 mm
Anima	22x2036 mm, Inclinazione: 21.8
Soletta	5580x200 mm
Raccordo	300x50 mm (escluso nel calcolo delle proprietà geometriche)
Armatura superiore	diametro 24 mm, passo 100 mm, dist. estradosso-baricentro armatura 50 mm
Armatura inferiore	diametro 24 mm, passo 100 mm, dist. intradosso-baricentro armatura 10 mm
Pioli	diametro 22 mm, altezza 175 mm, numero 20/m

Irrigidenti verticali

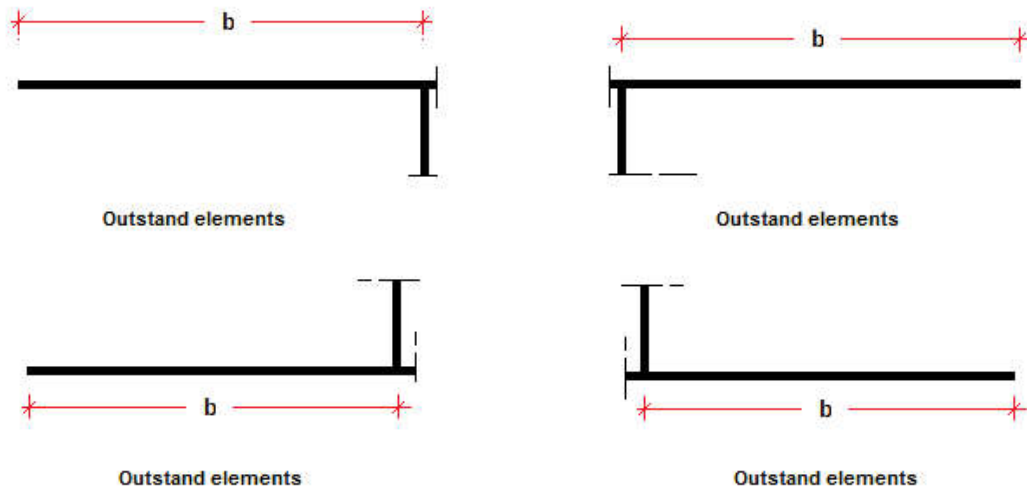
Interasse	2250 mm
Tipo	R da un solo lato
Piatto 1	250x25 mm
Piatto 2	---

Irrigidenti longitudinali dell'anima

distanza estradosso trave-irrigidente 1	1250 mm
distanza estradosso trave-irrigidente 2	0 mm
Dimensione dei piatti - sinistra	orizzontali 150x12 mm, verticali 150x12 mm
Dimensione dei piatti - destra	orizzontali 0x0 mm, verticali 0x0 mm

Irrigidenti longitudinali delle flange

	tipo	b_I	b_{II}	b_{III}	b_{IV}	b_V	b_{VI}	b_{VII}	t_{sIII}	t_{sIV}	b
Flangia superiore sinistra	No stif.	--	--	--	--	--	--	--	--	--	475
Flangia superiore destra	No stif.	--	--	--	--	--	--	--	--	--	475
Flangia inferiore sinistra	No stif.	--	--	--	--	--	--	--	--	--	250
Flangia inferiore destra	No stif.	--	--	--	--	--	--	--	--	--	700



Caratteristiche geometriche lorde

	Fase 1	Fase 2a	Fase 2b	Fase 2c	Fase 3	Fessurata
A (mm ²)	1.493E+5	2.561E+5	2.857E+5	2.542E+5	3.809E+5	1.998E+5
Z _G (mm)	824.087	1373.168	1453.655	1367.485	1627.648	1154.124
J _v (mm ⁴)	1.072E+11	2.155E+11	2.316E+11	2.144E+11	2.666E+11	1.718E+11
W _{v,0} (mm ³)	-1.301E+8	-1.57E+8	-1.593E+8	-1.568E+8	-1.638E+8	-1.488E+8
W _{v,1} (mm ³)	-1.421E+8	-1.654E+8	-1.674E+8	-1.652E+8	-1.711E+8	-1.584E+8
W _{v,3} (mm ³)	9.435E+7	3.673E+8	4.575E+8	3.618E+8	8.021E+8	2.131E+8
W _{v,4} (mm ³)	9.114E+7	3.438E+8	4.24E+8	3.39E+8	7.159E+8	2.031E+8
W _{v,5} (mm ³)	1E+300	3.184E+8	3.884E+8	3.141E+8	6.312E+8	1.917E+8
W _{v,6} (mm ³)	1E+300	3.138E+8	3.82E+8	3.096E+8	6.166E+8	1.896E+8
W _{v,7} (mm ³)	1E+300	2.607E+8	3.104E+8	2.575E+8	4.657E+8	1.642E+8
W _{v,8} (mm ³)	1E+300	2.458E+8	2.909E+8	2.429E+8	4.283E+8	1.567E+8
S _{v,1} (mm ³)	5.247E+7	8.899E+7	9.434E+7	8.861E+7	1.059E+8	7.442E+7
S _{v,2} (mm ³)	5.921E+7	1.091E+8	1.17E+8	1.086E+8	1.347E+8	8.835E+7
S _{v,3} (mm ³)	4.392E+7	1.05E+8	1.14E+8	1.044E+8	1.333E+8	8.065E+7
S _{v,4} (mm ³)	0E+00	8.197E+7	9.398E+7	8.112E+7	1.2E+8	4.927E+7
ρ _E	1E+300	19.812	12.987	20.489	6.162	1E+300

Sezione C08 30-i

Caratteristiche generali

Dati principali

Altezza della sezione di acciaio	2000 mm
Piattabanda superiore	950x40 mm
Piattabanda inferiore	950x70 mm
Anima	22x2036 mm, Inclinazione: 21.8
Soletta	5580x200 mm
Raccordo	300x50 mm (escluso nel calcolo delle proprietà geometriche)
Armatura superiore	diametro 24 mm, passo 100 mm, dist. estradosso-baricentro armatura 50 mm
Armatura inferiore	diametro 24 mm, passo 100 mm, dist. intradosso-baricentro armatura 10 mm
Pioli	diametro 22 mm, altezza 175 mm, numero 20/m

Irrigidenti verticali

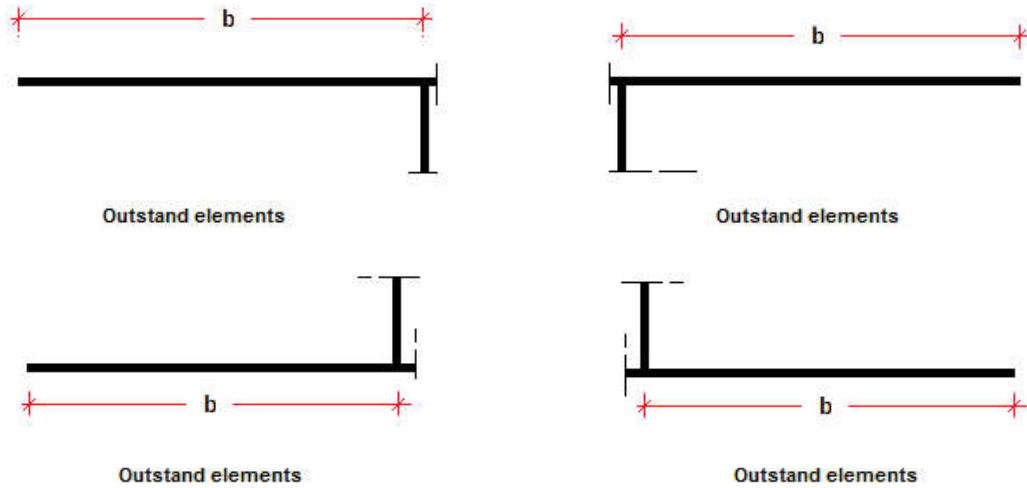
Interasse	2250 mm
Tipo	R da un solo lato
Piatto 1	250x25 mm
Piatto 2	---

Irrigidenti longitudinali dell'anima

distanza estradosso trave-irrigidente 1	1250 mm
distanza estradosso trave-irrigidente 2	0 mm
Dimensione dei piatti - sinistra	orizzontali 150x12 mm, verticali 150x12 mm
Dimensione dei piatti - destra	orizzontali 0x0 mm, verticali 0x0 mm

Irrigidenti longitudinali delle flange

	tipo	b_I	b_{II}	b_{III}	b_{IV}	b_V	b_{VI}	b_{VII}	t_{sIII}	t_{sIV}	b
Flangia superiore sinistra	No stif.	--	--	--	--	--	--	--	--	--	475
Flangia superiore destra	No stif.	--	--	--	--	--	--	--	--	--	475
Flangia inferiore sinistra	No stif.	--	--	--	--	--	--	--	--	--	250
Flangia inferiore destra	No stif.	--	--	--	--	--	--	--	--	--	700



Caratteristiche geometriche lordo

	Fase 1	Fase 2a	Fase 2b	Fase 2c	Fase 3	Fessurata
A (mm ²)	1.493E+5	2.561E+5	2.857E+5	2.542E+5	3.809E+5	1.998E+5
Z _G (mm)	824.087	1373.168	1453.655	1367.485	1627.648	1154.124
J _v (mm ⁴)	1.072E+11	2.155E+11	2.316E+11	2.144E+11	2.666E+11	1.718E+11
W _{v,0} (mm ³)	-1.301E+8	-1.57E+8	-1.593E+8	-1.568E+8	-1.638E+8	-1.488E+8
W _{v,1} (mm ³)	-1.421E+8	-1.654E+8	-1.674E+8	-1.652E+8	-1.711E+8	-1.584E+8
W _{v,3} (mm ³)	9.435E+7	3.673E+8	4.575E+8	3.618E+8	8.021E+8	2.131E+8
W _{v,4} (mm ³)	9.114E+7	3.438E+8	4.24E+8	3.39E+8	7.159E+8	2.031E+8
W _{v,5} (mm ³)	1E+300	3.184E+8	3.884E+8	3.141E+8	6.312E+8	1.917E+8
W _{v,6} (mm ³)	1E+300	3.138E+8	3.82E+8	3.096E+8	6.166E+8	1.896E+8
W _{v,7} (mm ³)	1E+300	2.607E+8	3.104E+8	2.575E+8	4.657E+8	1.642E+8
W _{v,8} (mm ³)	1E+300	2.458E+8	2.909E+8	2.429E+8	4.283E+8	1.567E+8
S _{v,1} (mm ³)	5.247E+7	8.899E+7	9.434E+7	8.861E+7	1.059E+8	7.442E+7
S _{v,2} (mm ³)	5.921E+7	1.091E+8	1.17E+8	1.086E+8	1.347E+8	8.835E+7
S _{v,3} (mm ³)	4.392E+7	1.05E+8	1.14E+8	1.044E+8	1.333E+8	8.065E+7
S _{v,4} (mm ³)	0E+00	8.197E+7	9.398E+7	8.112E+7	1.2E+8	4.927E+7
n _E	1E+300	19.812	12.987	20.489	6.162	1E+300

Sezione C08 31-j

Caratteristiche generali

Dati principali

Altezza della sezione di acciaio	2000 mm
Piattabanda superiore	950x40 mm
Piattabanda inferiore	950x70 mm
Anima	22x2036 mm, Inclinazione: 21.8
Soletta	5580x200 mm
Raccordo	300x50 mm (escluso nel calcolo delle proprieta' geometriche)
Armatura superiore	diametro 24 mm, passo 100 mm, dist. estradosso-baricentro armatura 50 mm
Armatura inferiore	diametro 24 mm, passo 100 mm, dist. intradosso-baricentro armatura 10 mm
Pioli	diametro 22 mm, altezza 175 mm, numero 20/m

Irrigidenti verticali

Interasse	2250 mm
Tipo	R da un solo lato
Piatto 1	250x25 mm
Piatto 2	---

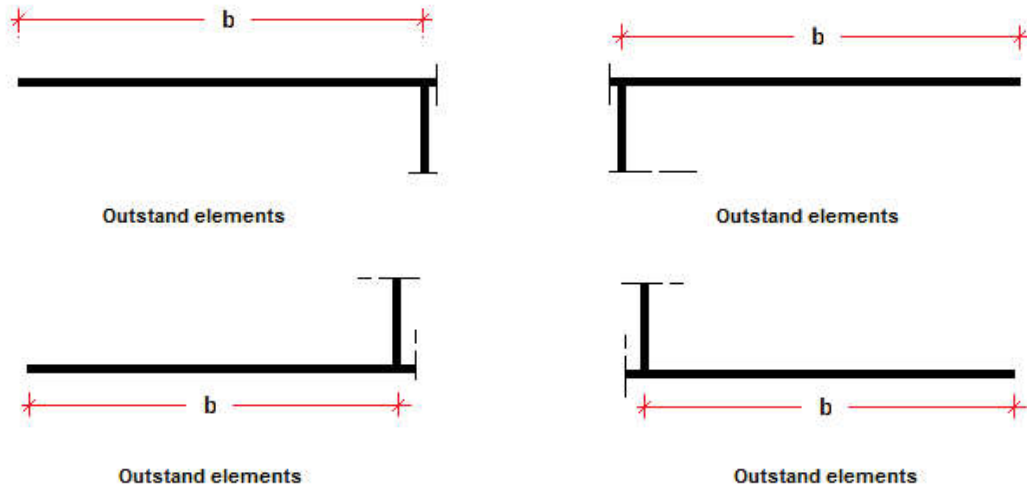
Irrigidenti longitudinali dell'anima

distanza estradosso trave-irrigidente 1	1250 mm
distanza estradosso trave-irrigidente 2	0 mm

Dimensione dei piatti - sinistra	orizzontali 150x12 mm, verticali 150x12 mm
Dimensione dei piatti - destra	orizzontali 0x0 mm, verticali 0x0 mm

Irrigidenti longitudinali delle flange

	tipo	b_I	b_{II}	b_{III}	b_{IV}	b_V	b_{VI}	b_{VII}	t_{sIII}	t_{sIV}	b
Flangia superiore sinistra	No stif.	--	--	--	--	--	--	--	--	--	475
Flangia superiore destra	No stif.	--	--	--	--	--	--	--	--	--	475
Flangia inferiore sinistra	No stif.	--	--	--	--	--	--	--	--	--	250
Flangia inferiore destra	No stif.	--	--	--	--	--	--	--	--	--	700



Caratteristiche geometriche lorde

	Fase 1	Fase 2a	Fase 2b	Fase 2c	Fase 3	Fessurata
A (mm ²)	1.493E+5	2.561E+5	2.857E+5	2.542E+5	3.809E+5	1.998E+5
Z _G (mm)	824.087	1373.168	1453.655	1367.485	1627.648	1154.124
J _y (mm ⁴)	1.072E+11	2.155E+11	2.316E+11	2.144E+11	2.666E+11	1.718E+11
W _{y,0} (mm ³)	-1.301E+8	-1.57E+8	-1.593E+8	-1.568E+8	-1.638E+8	-1.488E+8
W _{y,1} (mm ³)	-1.421E+8	-1.654E+8	-1.674E+8	-1.652E+8	-1.711E+8	-1.584E+8
W _{y,3} (mm ³)	9.435E+7	3.673E+8	4.575E+8	3.618E+8	8.021E+8	2.131E+8
W _{y,4} (mm ³)	9.114E+7	3.438E+8	4.24E+8	3.39E+8	7.159E+8	2.031E+8
W _{y,5} (mm ³)	1E+300	3.184E+8	3.884E+8	3.141E+8	6.312E+8	1.917E+8
W _{y,6} (mm ³)	1E+300	3.138E+8	3.82E+8	3.096E+8	6.166E+8	1.896E+8
W _{y,7} (mm ³)	1E+300	2.607E+8	3.104E+8	2.575E+8	4.657E+8	1.642E+8
W _{y,8} (mm ³)	1E+300	2.458E+8	2.909E+8	2.429E+8	4.283E+8	1.567E+8
S _{y,1} (mm ³)	5.247E+7	8.899E+7	9.434E+7	8.861E+7	1.059E+8	7.442E+7
S _{y,2} (mm ³)	5.921E+7	1.091E+8	1.17E+8	1.086E+8	1.347E+8	8.835E+7
S _{y,3} (mm ³)	4.392E+7	1.05E+8	1.14E+8	1.044E+8	1.333E+8	8.065E+7
S _{y,4} (mm ³)	0E+00	8.197E+7	9.398E+7	8.112E+7	1.2E+8	4.927E+7
n _E	1E+300	19.812	12.987	20.489	6.162	1E+300

Sezione C09 32-i

Caratteristiche generali

Dati principali

Altezza della sezione di acciaio	2000 mm
Piattabanda superiore	650x30 mm
Piattabanda inferiore	950x60 mm
Anima	18x2057 mm, Inclinazione: 21.8
Soletta	5580x200 mm
Raccordo	300x50 mm (escluso nel calcolo delle proprieta' geometriche)
Armatatura superiore	diametro 24 mm, passo 100 mm, dist. estradosso-baricentro armatura 50 mm
Armatatura inferiore	diametro 24 mm, passo 100 mm, dist. intradosso-baricentro armatura 10 mm
Pioli	diametro 22 mm, altezza 175 mm, numero 20/m

Irrigidenti verticali

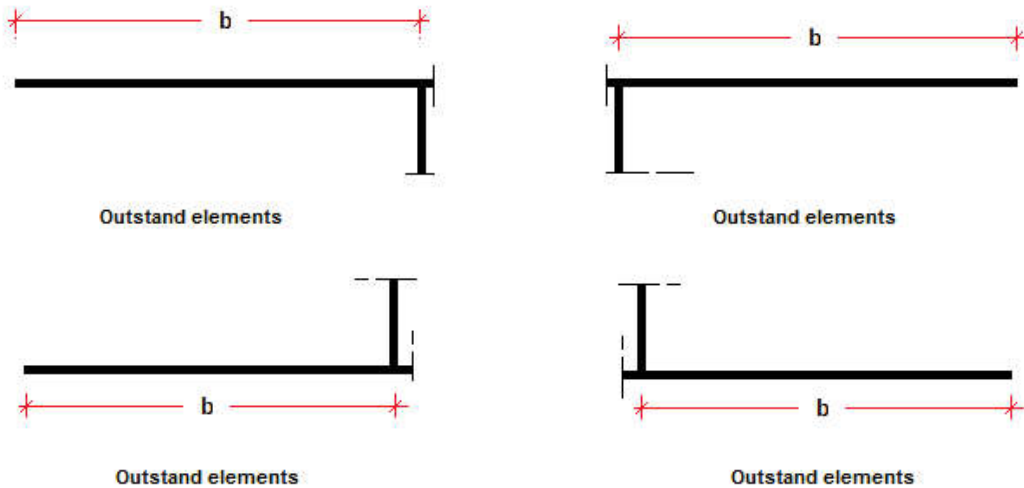
Interasse	2250 mm
Tipo	R da un solo lato
Piatto 1	250x25 mm
Piatto 2	---

Irrigidenti longitudinali dell'anima

distanza estradosso trave-irrigidente 1	800 mm
distanza estradosso trave-irrigidente 2	1250 mm
Dimensione dei piatti - sinistra	orizzontali 150x12 mm, verticali 150x12 mm
Dimensione dei piatti - destra	orizzontali 150x12 mm, verticali 150x12 mm

Irrigidenti longitudinali delle flange

	tipo	b_I	b_{II}	b_{III}	b_{IV}	b_V	b_{VI}	b_{VII}	t_{sIII}	t_{sIV}	b
Flangia superiore sinistra	No stif.	--	--	--	--	--	--	--	--	--	325
Flangia superiore destra	No stif.	--	--	--	--	--	--	--	--	--	325
Flangia inferiore sinistra	No stif.	--	--	--	--	--	--	--	--	--	250
Flangia inferiore destra	No stif.	--	--	--	--	--	--	--	--	--	700



Caratteristiche geometriche lorde

	Fase 1	Fase 2a	Fase 2b	Fase 2c	Fase 3	Fessurata
A (mm ²)	1.135E+5	2.203E+5	2.499E+5	2.185E+5	3.451E+5	1.64E+5
Z _G (mm)	687.063	1391.667	1481.477	1385.211	1665.824	1131.225
J _y (mm ⁴)	7.272E+10	1.894E+11	2.045E+11	1.883E+11	2.357E+11	1.457E+11
W _{y,0} (mm ³)	-1.058E+8	-1.361E+8	-1.381E+8	-1.36E+8	-1.415E+8	-1.288E+8
W _{y,1} (mm ³)	-1.16E+8	-1.423E+8	-1.439E+8	-1.421E+8	-1.468E+8	-1.36E+8
W _{y,3} (mm ³)	5.668E+7	3.275E+8	4.187E+8	3.221E+8	7.747E+8	1.737E+8
W _{y,4} (mm ³)	5.538E+7	3.114E+8	3.945E+8	3.064E+8	7.052E+8	1.677E+8
W _{y,5} (mm ³)	1E+300	2.877E+8	3.598E+8	2.833E+8	6.134E+8	1.586E+8
W _{y,6} (mm ³)	1E+300	2.834E+8	3.535E+8	2.791E+8	5.978E+8	1.569E+8
W _{y,7} (mm ³)	1E+300	2.343E+8	2.847E+8	2.312E+8	4.412E+8	1.363E+8
W _{y,8} (mm ³)	1E+300	2.207E+8	2.661E+8	2.178E+8	4.034E+8	1.303E+8
S _{y,1} (mm ³)	3.745E+7	7.762E+7	8.273E+7	7.725E+7	9.324E+7	6.277E+7
S _{y,2} (mm ³)	4.126E+7	9.48E+7	1.023E+8	9.427E+7	1.182E+8	7.389E+7
S _{y,3} (mm ³)	2.531E+7	9.156E+7	1E+8	9.096E+7	1.173E+8	6.707E+7
S _{y,4} (mm ³)	-3.725E-9	7.999E+7	9.019E+7	7.926E+7	1.111E+8	5.042E+7
n _E	1E+300	19.812	12.987	20.489	6.162	1E+300

Sezione C09 33-j

Caratteristiche generali

Dati principali

Altezza della sezione di acciaio	2000 mm
Piattabanda superiore	650x30 mm
Piattabanda inferiore	950x60 mm
Anima	18x2057 mm, Inclinazione: 21.8
Soletta	5580x200 mm
Raccordo	300x50 mm (escluso nel calcolo delle proprietà geometriche)
Armatura superiore	diametro 24 mm, passo 100 mm, dist. estradosso-baricentro armatura 50 mm
Armatura inferiore	diametro 24 mm, passo 100 mm, dist. intradosso-baricentro armatura 10 mm
Pioli	diametro 22 mm, altezza 175 mm, numero 20/m

Irrigidenti verticali

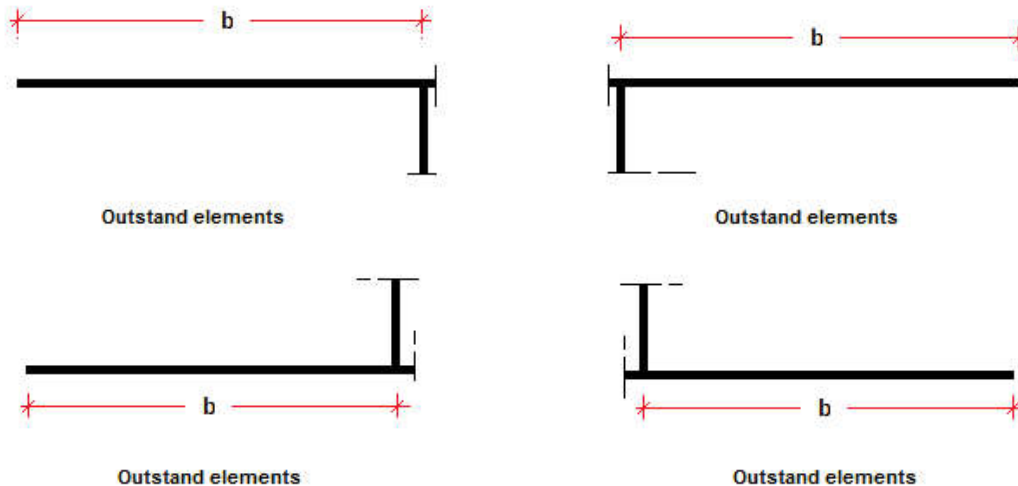
Interasse	2250 mm
Tipo	R da un solo lato
Piatto 1	250x25 mm
Piatto 2	---

Irrigidenti longitudinali dell'anima

distanza estradosso trave-irrigidente 1	800 mm
distanza estradosso trave-irrigidente 2	1250 mm
Dimensione dei piatti - sinistra	orizzontali 150x12 mm, verticali 150x12 mm
Dimensione dei piatti - destra	orizzontali 150x12 mm, verticali 150x12 mm

Irrigidenti longitudinali delle flange

	tipo	b_I	b_{II}	b_{III}	b_{IV}	b_V	b_{VI}	b_{VII}	t_{sIII}	t_{sIV}	b
Flangia superiore sinistra	No stif.	--	--	--	--	--	--	--	--	--	325
Flangia superiore destra	No stif.	--	--	--	--	--	--	--	--	--	325
Flangia inferiore sinistra	No stif.	--	--	--	--	--	--	--	--	--	250
Flangia inferiore destra	No stif.	--	--	--	--	--	--	--	--	--	700



Caratteristiche geometriche lorde

	Fase 1	Fase 2a	Fase 2b	Fase 2c	Fase 3	Fessurata
A (mm ²)	1.135E+5	2.203E+5	2.499E+5	2.185E+5	3.451E+5	1.64E+5
Z _G (mm)	687.063	1391.667	1481.477	1385.211	1665.824	1131.225
J _y (mm ⁴)	7.272E+10	1.894E+11	2.045E+11	1.883E+11	2.357E+11	1.457E+11
W _{y,0} (mm ³)	-1.058E+8	-1.361E+8	-1.381E+8	-1.36E+8	-1.415E+8	-1.288E+8
W _{y,1} (mm ³)	-1.16E+8	-1.423E+8	-1.439E+8	-1.421E+8	-1.468E+8	-1.36E+8
W _{y,3} (mm ³)	5.668E+7	3.275E+8	4.187E+8	3.221E+8	7.747E+8	1.737E+8
W _{y,4} (mm ³)	5.538E+7	3.114E+8	3.945E+8	3.064E+8	7.052E+8	1.677E+8
W _{y,5} (mm ³)	1E+300	2.877E+8	3.598E+8	2.833E+8	6.134E+8	1.586E+8
W _{y,6} (mm ³)	1E+300	2.834E+8	3.535E+8	2.791E+8	5.978E+8	1.569E+8
W _{y,7} (mm ³)	1E+300	2.343E+8	2.847E+8	2.312E+8	4.412E+8	1.363E+8
W _{y,8} (mm ³)	1E+300	2.207E+8	2.661E+8	2.178E+8	4.034E+8	1.303E+8
S _{y,1} (mm ³)	3.745E+7	7.762E+7	8.273E+7	7.725E+7	9.324E+7	6.277E+7
S _{y,2} (mm ³)	4.126E+7	9.48E+7	1.023E+8	9.427E+7	1.182E+8	7.389E+7
S _{y,3} (mm ³)	2.531E+7	9.156E+7	1E+8	9.096E+7	1.173E+8	6.707E+7
S _{y,4} (mm ³)	-3.725E-9	7.999E+7	9.019E+7	7.926E+7	1.111E+8	5.042E+7
n _E	1E+300	19.812	12.987	20.489	6.162	1E+300

Sezione C09 35-j

Caratteristiche generali

Dati principali

Altezza della sezione di acciaio	2000 mm
Piattabanda superiore	650x30 mm
Piattabanda inferiore	950x60 mm
Anima	18x2057 mm, Inclinazione: 21.8
Soletta	5580x200 mm
Raccordo	300x50 mm (escluso nel calcolo delle proprieta' geometriche)
Armatura superiore	diametro 24 mm, passo 100 mm, dist. estradosso-baricentro armatura 50 mm
Armatura inferiore	diametro 24 mm, passo 100 mm, dist. intradosso-baricentro armatura 10 mm
Pioli	diametro 22 mm, altezza 175 mm, numero 20/m

Irrigidenti verticali

Interasse	2250 mm
Tipo	R da un solo lato

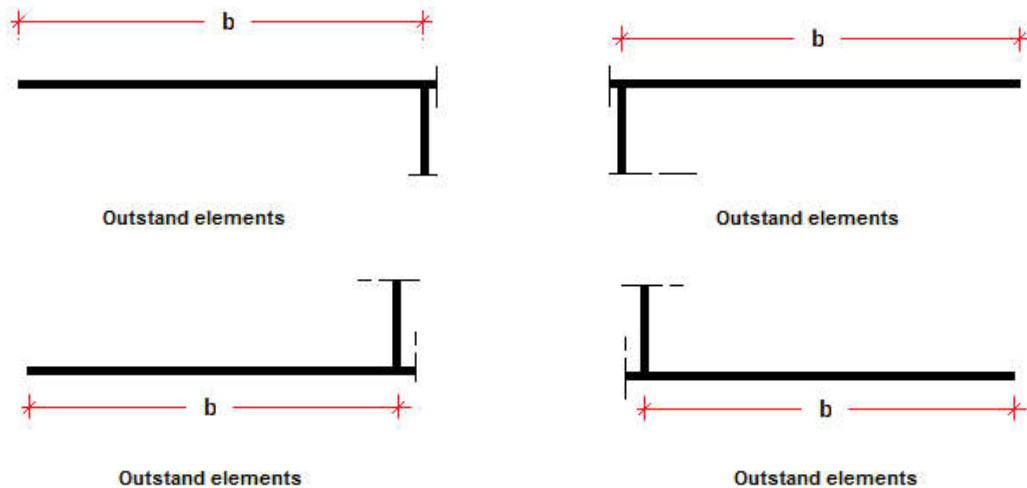
Piatto 1	250x25 mm
Piatto 2	---

Irrigidenti longitudinali dell'anima

distanza estradosso trave-irrigidente 1	800 mm
distanza estradosso trave-irrigidente 2	1250 mm
Dimensione dei piatti - sinistra	orizzontali 150x12 mm, verticali 150x12 mm
Dimensione dei piatti - destra	orizzontali 150x12 mm, verticali 150x12 mm

Irrigidenti longitudinali delle flange

	tipo	b_I	b_{II}	b_{III}	b_{IV}	b_V	b_{VI}	b_{VII}	t_{sIII}	t_{sIV}	b
Flangia superiore sinistra	No stif.	--	--	--	--	--	--	--	--	--	325
Flangia superiore destra	No stif.	--	--	--	--	--	--	--	--	--	325
Flangia inferiore sinistra	No stif.	--	--	--	--	--	--	--	--	--	250
Flangia inferiore destra	No stif.	--	--	--	--	--	--	--	--	--	700



Caratteristiche geometriche lorde

	Fase 1	Fase 2a	Fase 2b	Fase 2c	Fase 3	Fessurata
A (mm ²)	1.135E+5	2.203E+5	2.499E+5	2.185E+5	3.451E+5	1.64E+5
Z _G (mm)	687.063	1391.667	1481.477	1385.211	1665.824	1131.225
J _v (mm ⁴)	7.272E+10	1.894E+11	2.045E+11	1.883E+11	2.357E+11	1.457E+11
W _{v,0} (mm ³)	-1.058E+8	-1.361E+8	-1.381E+8	-1.36E+8	-1.415E+8	-1.288E+8
W _{v,1} (mm ³)	-1.16E+8	-1.423E+8	-1.439E+8	-1.421E+8	-1.468E+8	-1.36E+8
W _{v,3} (mm ³)	5.668E+7	3.275E+8	4.187E+8	3.221E+8	7.747E+8	1.737E+8
W _{v,4} (mm ³)	5.538E+7	3.114E+8	3.945E+8	3.064E+8	7.052E+8	1.677E+8
W _{v,5} (mm ³)	1E+300	2.877E+8	3.598E+8	2.833E+8	6.134E+8	1.586E+8
W _{v,6} (mm ³)	1E+300	2.834E+8	3.535E+8	2.791E+8	5.978E+8	1.569E+8
W _{v,7} (mm ³)	1E+300	2.343E+8	2.847E+8	2.312E+8	4.412E+8	1.363E+8
W _{v,8} (mm ³)	1E+300	2.207E+8	2.661E+8	2.178E+8	4.034E+8	1.303E+8
S _{v,1} (mm ³)	3.745E+7	7.762E+7	8.273E+7	7.725E+7	9.324E+7	6.277E+7
S _{v,2} (mm ³)	4.126E+7	9.48E+7	1.023E+8	9.427E+7	1.182E+8	7.389E+7
S _{v,3} (mm ³)	2.531E+7	9.156E+7	1E+8	9.096E+7	1.173E+8	6.707E+7
S _{v,4} (mm ³)	-3.725E-9	7.999E+7	9.019E+7	7.926E+7	1.111E+8	5.042E+7
ρ _E	1E+300	19.812	12.987	20.489	6.162	1E+300

Sezione C10 36-i

Caratteristiche generali

Dati principali

Altezza della sezione di acciaio	2000 mm
Piattabanda superiore	650x30 mm
Piattabanda inferiore	950x60 mm
Anima	15x2057 mm, Inclinazione: 21.8
Soletta	5580x200 mm
Raccordo	300x50 mm (escluso nel calcolo delle proprieta' geometriche)
Armatura superiore	diametro 20 mm, passo 200 mm, dist. estradosso-baricentro armatura 50 mm
Armatura inferiore	diametro 20 mm, passo 200 mm, dist. intradosso-baricentro armatura 10 mm
Pioli	diametro 22 mm, altezza 175 mm, numero 20/m

Irrigidenti verticali

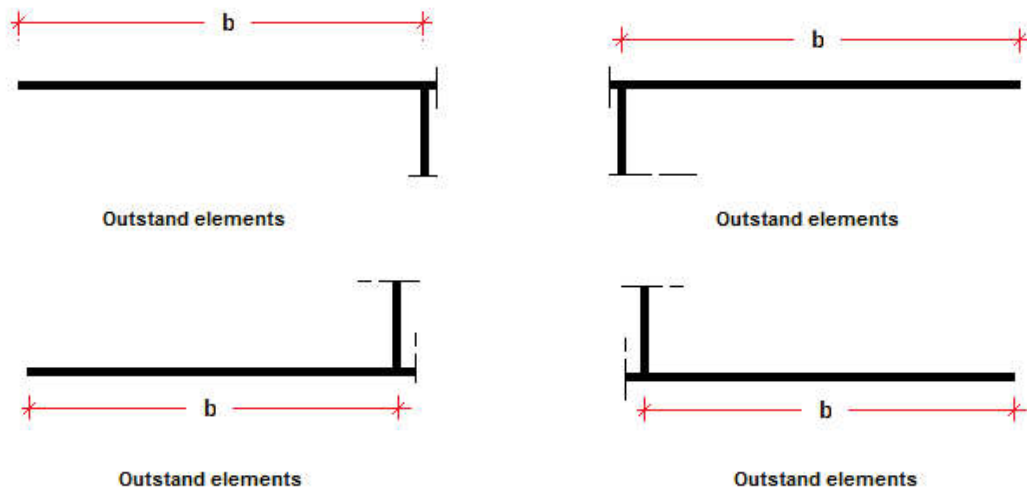
Interasse	2250 mm
Tipo	R da un solo lato
Piatto 1	250x25 mm
Piatto 2	---

Irrigidenti longitudinali dell'anima

distanza estradosso trave-irrigidente 1	800 mm
distanza estradosso trave-irrigidente 2	0 mm
Dimensione dei piatti - sinistra	orizzontali 150x12 mm, verticali 150x12 mm
Dimensione dei piatti - destra	orizzontali 0x0 mm, verticali 0x0 mm

Irrigidenti longitudinali delle flange

	tipo	b_I	b_{II}	b_{III}	b_{IV}	b_V	b_{VI}	b_{VII}	t_{sIII}	t_{sIV}	b
Flangia superiore sinistra	No stif.	--	--	--	--	--	--	--	--	--	325
Flangia superiore destra	No stif.	--	--	--	--	--	--	--	--	--	325
Flangia inferiore sinistra	No stif.	--	--	--	--	--	--	--	--	--	250
Flangia inferiore destra	No stif.	--	--	--	--	--	--	--	--	--	700



Caratteristiche geometriche lorde

	Fase 1	Fase 2a	Fase 2b	Fase 2c	Fase 3	Fessurata
A (mm ²)	1.074E+5	1.812E+5	2.108E+5	1.794E+5	3.06E+5	1.249E+5
Z _G (mm)	668.212	1270.219	1393.75	1261.095	1628.956	873.4
J _y (mm ⁴)	7.014E+10	1.659E+11	1.857E+11	1.644E+11	2.235E+11	1.024E+11
W _{y,0} (mm ³)	-1.05E+8	-1.306E+8	-1.332E+8	-1.304E+8	-1.372E+8	-1.173E+8
W _{y,1} (mm ³)	-1.153E+8	-1.371E+8	-1.392E+8	-1.369E+8	-1.424E+8	-1.259E+8
W _{y,3} (mm ³)	5.388E+7	2.37E+8	3.222E+8	2.319E+8	6.553E+8	9.34E+7
W _{y,4} (mm ³)	5.267E+7	2.273E+8	3.063E+8	2.225E+8	6.023E+8	9.092E+7
W _{y,5} (mm ³)	1E+300	2.127E+8	2.829E+8	2.084E+8	5.308E+8	8.705E+7
W _{y,6} (mm ³)	1E+300	2.1E+8	2.787E+8	2.058E+8	5.185E+8	8.632E+7
W _{y,7} (mm ³)	1E+300	1.784E+8	2.303E+8	1.751E+8	3.914E+8	7.721E+7
W _{y,8} (mm ³)	1E+300	1.693E+8	2.168E+8	1.663E+8	3.599E+8	7.44E+7
S _{y,1} (mm ³)	3.638E+7	7.069E+7	7.773E+7	7.017E+7	9.114E+7	4.807E+7
S _{y,2} (mm ³)	3.937E+7	8.252E+7	9.21E+7	8.183E+7	1.11E+8	5.342E+7
S _{y,3} (mm ³)	2.568E+7	7.857E+7	8.942E+7	7.777E+7	1.101E+8	4.37E+7
S _{y,4} (mm ³)	-1.118E-8	6.463E+7	7.789E+7	6.365E+7	1.031E+8	2.203E+7
n _E	1E+300	19.812	12.987	20.489	6.162	1E+300

Sezione C10 37-j

Caratteristiche generali

Dati principali

Altezza della sezione di acciaio	2000 mm
Piattabanda superiore	650x30 mm
Piattabanda inferiore	950x60 mm
Anima	15x2057 mm, Inclinazione: 21.8
Soletta	5580x200 mm
Raccordo	300x50 mm (escluso nel calcolo delle proprieta' geometriche)
Armatura superiore	diametro 20 mm, passo 200 mm, dist. estradosso-baricentro armatura 50 mm
Armatura inferiore	diametro 20 mm, passo 200 mm, dist. intradosso-baricentro armatura 10 mm
Pioli	diametro 22 mm, altezza 175 mm, numero 20/m

Irrigidenti verticali

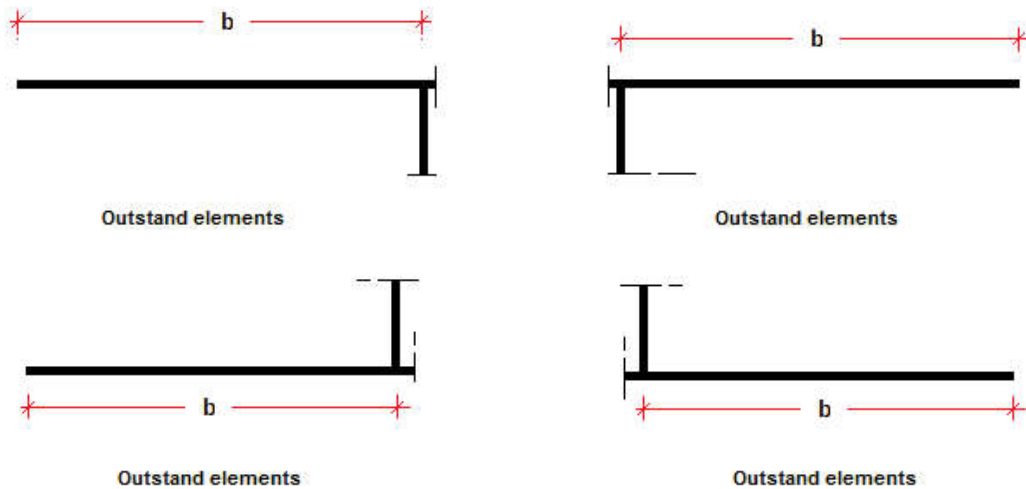
Interasse	2250 mm
Tipo	R da un solo lato
Piatto 1	250x25 mm
Piatto 2	---

Irrigidenti longitudinali dell'anima

distanza estradosso trave-irrigidente 1	800 mm
distanza estradosso trave-irrigidente 2	0 mm
Dimensione dei piatti - sinistra	orizzontali 150x12 mm, verticali 150x12 mm
Dimensione dei piatti - destra	orizzontali 0x0 mm, verticali 0x0 mm

Irrigidenti longitudinali delle flange

	tipo	b_I	b_{II}	b_{III}	b_{IV}	b_V	b_{VI}	b_{VII}	t_{sIII}	t_{sIV}	b
Flangia superiore sinistra	No stif.	--	--	--	--	--	--	--	--	--	325
Flangia superiore destra	No stif.	--	--	--	--	--	--	--	--	--	325
Flangia inferiore sinistra	No stif.	--	--	--	--	--	--	--	--	--	250
Flangia inferiore destra	No stif.	--	--	--	--	--	--	--	--	--	700



Caratteristiche geometriche lorde

	Fase 1	Fase 2a	Fase 2b	Fase 2c	Fase 3	Fessurata
A (mm ²)	1.074E+5	1.812E+5	2.108E+5	1.794E+5	3.06E+5	1.249E+5
Z _G (mm)	668.212	1270.219	1393.75	1261.095	1628.956	873.4
J _y (mm ⁴)	7.014E+10	1.659E+11	1.857E+11	1.644E+11	2.235E+11	1.024E+11
W _{y,0} (mm ³)	-1.05E+8	-1.306E+8	-1.332E+8	-1.304E+8	-1.372E+8	-1.173E+8
W _{y,1} (mm ³)	-1.153E+8	-1.371E+8	-1.392E+8	-1.369E+8	-1.424E+8	-1.259E+8
W _{y,3} (mm ³)	5.388E+7	2.37E+8	3.222E+8	2.319E+8	6.553E+8	9.34E+7
W _{y,4} (mm ³)	5.267E+7	2.273E+8	3.063E+8	2.225E+8	6.023E+8	9.092E+7
W _{y,5} (mm ³)	1E+300	2.127E+8	2.829E+8	2.084E+8	5.308E+8	8.705E+7
W _{y,6} (mm ³)	1E+300	2.1E+8	2.787E+8	2.058E+8	5.185E+8	8.632E+7
W _{y,7} (mm ³)	1E+300	1.784E+8	2.303E+8	1.751E+8	3.914E+8	7.721E+7
W _{y,8} (mm ³)	1E+300	1.693E+8	2.168E+8	1.663E+8	3.599E+8	7.44E+7
S _{y,1} (mm ³)	3.638E+7	7.069E+7	7.773E+7	7.017E+7	9.114E+7	4.807E+7
S _{y,2} (mm ³)	3.937E+7	8.252E+7	9.21E+7	8.183E+7	1.11E+8	5.342E+7
S _{y,3} (mm ³)	2.568E+7	7.857E+7	8.942E+7	7.777E+7	1.101E+8	4.37E+7
S _{y,4} (mm ³)	-1.118E-8	6.463E+7	7.789E+7	6.365E+7	1.031E+8	2.203E+7
I _E	1E+300	19.812	12.987	20.489	6.162	1E+300

Sezione C10 39-j

Caratteristiche generali

Dati principali

Altezza della sezione di acciaio	2000 mm
Piattabanda superiore	650x30 mm
Piattabanda inferiore	950x60 mm
Anima	15x2057 mm, Inclinazione: 21.8
Soletta	5426x200 mm
Raccordo	300x50 mm (escluso nel calcolo delle proprieta' geometriche)
Armatura superiore	diametro 20 mm, passo 200 mm, dist. estradosso-baricentro armatura 50 mm

Armatura inferiore	diametro 20 mm, passo 200 mm, dist. intradosso-baricentro armatura 10 mm
Pioli	diametro 22 mm, altezza 175 mm, numero 20/m

Irrigidenti verticali

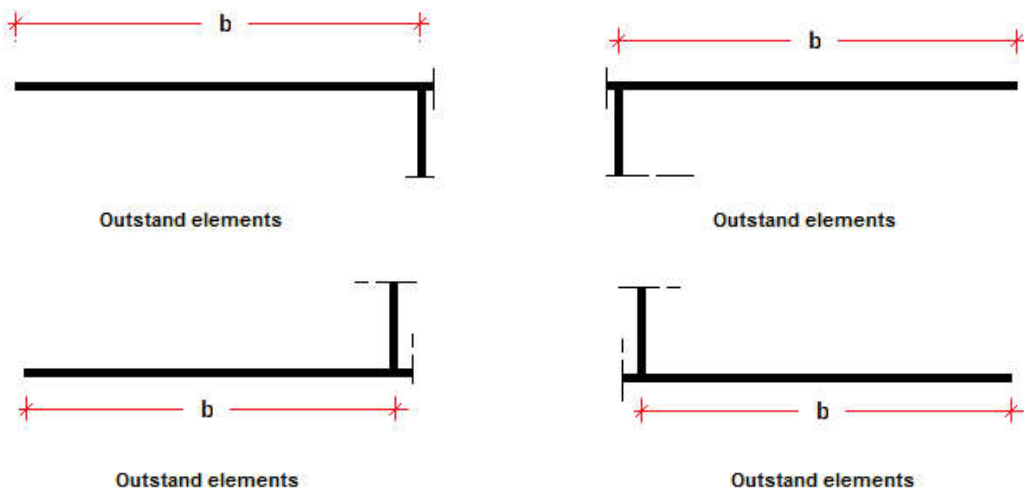
Interasse	2250 mm
Tipo	R da un solo lato
Piatto 1	250x25 mm
Piatto 2	---

Irrigidenti longitudinali dell'anima

distanza estradosso trave-irrigidente 1	800 mm
distanza estradosso trave-irrigidente 2	0 mm
Dimensione dei piatti - sinistra	orizzontali 150x12 mm, verticali 150x12 mm
Dimensione dei piatti - destra	orizzontali 0x0 mm, verticali 0x0 mm

Irrigidenti longitudinali delle flange

	tipo	b_I	b_{II}	b_{III}	b_{IV}	b_V	b_{VI}	b_{VII}	t_{sIII}	t_{sIV}	b
Flangia superiore sinistra	No stif.	--	--	--	--	--	--	--	--	--	325
Flangia superiore destra	No stif.	--	--	--	--	--	--	--	--	--	325
Flangia inferiore sinistra	No stif.	--	--	--	--	--	--	--	--	--	250
Flangia inferiore destra	No stif.	--	--	--	--	--	--	--	--	--	700



Caratteristiche geometriche lorde

	Fase 1	Fase 2a	Fase 2b	Fase 2c	Fase 3	Fessurata
A (mm ²)	1.074E+5	1.792E+5	2.08E+5	1.774E+5	3.005E+5	1.244E+5
Z _G (mm)	668.212	1260.251	1383.399	1251.178	1619.47	868.507
J _y (mm ⁴)	7.014E+10	1.643E+11	1.84E+11	1.628E+11	2.22E+11	1.017E+11
W _{y,0} (mm ³)	-1.05E+8	-1.304E+8	-1.33E+8	-1.301E+8	-1.371E+8	-1.17E+8
W _{y,1} (mm ³)	-1.153E+8	-1.369E+8	-1.39E+8	-1.367E+8	-1.423E+8	-1.257E+8
W _{y,3} (mm ³)	5.388E+7	2.315E+8	3.137E+8	2.265E+8	6.332E+8	9.229E+7
W _{y,4} (mm ³)	5.267E+7	2.221E+8	2.984E+8	2.175E+8	5.833E+8	8.984E+7
W _{y,5} (mm ³)	1E+300	2.08E+8	2.761E+8	2.038E+8	5.156E+8	8.604E+7
W _{y,6} (mm ³)	1E+300	2.054E+8	2.72E+8	2.013E+8	5.039E+8	8.532E+7
W _{y,7} (mm ³)	1E+300	1.748E+8	2.253E+8	1.716E+8	3.823E+8	7.635E+7
W _{y,8} (mm ³)	1E+300	1.66E+8	2.123E+8	1.63E+8	3.52E+8	7.358E+7
S _{y,1} (mm ³)	3.638E+7	7.012E+7	7.714E+7	6.961E+7	9.06E+7	4.779E+7
S _{y,2} (mm ³)	3.937E+7	8.176E+7	9.129E+7	8.107E+7	1.102E+8	5.308E+7
S _{y,3} (mm ³)	2.568E+7	7.769E+7	8.851E+7	7.689E+7	1.093E+8	4.327E+7
S _{y,4} (mm ³)	-1.118E-8	6.356E+7	7.678E+7	6.259E+7	1.021E+8	2.15E+7
n _E	1E+300	19.812	12.987	20.489	6.162	1E+300

Sezione C11 40-i

Caratteristiche generali

Dati principali

Altezza della sezione di acciaio	2000 mm
Piattabanda superiore	650x25 mm
Piattabanda inferiore	800x40 mm
Anima	18x2084 mm, Inclinazione: 21.8
Soletta	5426x200 mm

Raccordo	300x50 mm (escluso nel calcolo delle proprieta' geometriche)
Armatura superiore	diametro 16 mm, passo 200 mm, dist. estradosso-baricentro armatura 50 mm
Armatura inferiore	diametro 16 mm, passo 200 mm, dist. intradosso-baricentro armatura 10 mm
Pioli	diametro 22 mm, altezza 175 mm, numero 25/m

Irrigidenti verticali

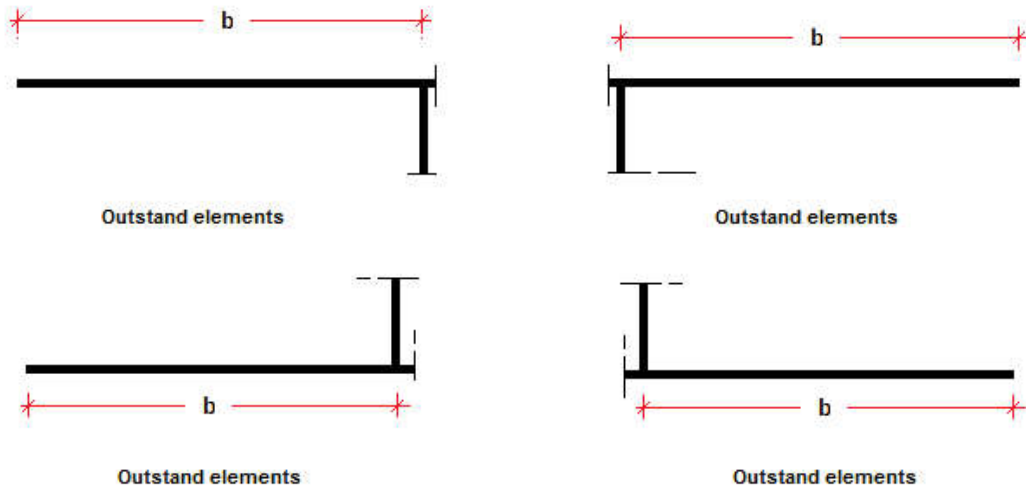
Interasse	2250 mm
Tipo	R da un solo lato
Piatto 1	250x25 mm
Piatto 2	---

Irrigidenti longitudinali dell'anima

distanza estradosso trave-irrigidente 1	800 mm
distanza estradosso trave-irrigidente 2	0 mm
Dimensione dei piatti - sinistra	orizzontali 150x12 mm, verticali 150x12 mm
Dimensione dei piatti - destra	orizzontali 0x0 mm, verticali 0x0 mm

Irrigidenti longitudinali delle flange

	tipo	b_I	b_{II}	b_{III}	b_{IV}	b_V	b_{VI}	b_{VII}	t_{sIII}	t_{sIV}	b
Flangia superiore sinistra	No stif.	--	--	--	--	--	--	--	--	--	325
Flangia superiore destra	No stif.	--	--	--	--	--	--	--	--	--	325
Flangia inferiore sinistra	No stif.	--	--	--	--	--	--	--	--	--	250
Flangia inferiore destra	No stif.	--	--	--	--	--	--	--	--	--	550



Caratteristiche geometriche lorde

	Fase 1	Fase 2a	Fase 2b	Fase 2c	Fase 3	Fessurata
A (mm ²)	8.576E+4	1.514E+5	1.802E+5	1.496E+5	2.728E+5	9.667E+4
Z_G (mm)	824.728	1398.055	1518.142	1388.967	1732.5	972.023
J_y (mm ⁴)	5.566E+10	1.209E+11	1.347E+11	1.199E+11	1.594E+11	7.22E+10
$W_{y,0}$ (mm ³)	-6.748E+7	-8.647E+7	-8.871E+7	-8.629E+7	-9.2E+7	-7.428E+7
$W_{y,1}$ (mm ³)	-7.092E+7	-8.902E+7	-9.111E+7	-8.885E+7	-9.417E+7	-7.746E+7
$W_{y,3}$ (mm ³)	4.839E+7	2.095E+8	2.948E+8	2.045E+8	6.573E+8	7.198E+7
$W_{y,4}$ (mm ³)	4.736E+7	2.008E+8	2.795E+8	1.962E+8	5.958E+8	7.023E+7
$W_{y,5}$ (mm ³)	1E+300	1.854E+8	2.532E+8	1.813E+8	5.02E+8	6.698E+7
$W_{y,6}$ (mm ³)	1E+300	1.826E+8	2.485E+8	1.786E+8	4.867E+8	6.636E+7
$W_{y,7}$ (mm ³)	1E+300	1.508E+8	1.975E+8	1.478E+8	3.409E+8	5.879E+7
$W_{y,8}$ (mm ³)	1E+300	1.419E+8	1.84E+8	1.392E+8	3.08E+8	5.649E+7
$S_{y,1}$ (mm ³)	2.575E+7	4.41E+7	4.794E+7	4.381E+7	5.48E+7	3.046E+7
$S_{y,2}$ (mm ³)	3.172E+7	6.198E+7	6.912E+7	6.145E+7	8.257E+7	3.888E+7
$S_{y,3}$ (mm ³)	1.89E+7	5.875E+7	6.71E+7	5.812E+7	8.2E+7	2.913E+7
$S_{y,4}$ (mm ³)	-3.725E-9	4.917E+7	5.947E+7	4.839E+7	7.785E+7	1.263E+7
n_E	1E+300	19.812	12.987	20.489	6.162	1E+300

Sezione C11 41-i

Caratteristiche generali

Dati principali

Altezza della sezione di acciaio	2000 mm
Piattabanda superiore	650x25 mm
Piattabanda inferiore	800x40 mm

Anima	18x2084 mm, Inclinazione: 21.8
Soletta	5188x200 mm
Raccordo	300x50 mm (escluso nel calcolo delle proprieta' geometriche)
Armatura superiore	diametro 16 mm, passo 200 mm, dist. estradosso-baricentro armatura 50 mm
Armatura inferiore	diametro 16 mm, passo 200 mm, dist. intradosso-baricentro armatura 10 mm
Pioli	diametro 22 mm, altezza 175 mm, numero 25/m

Irrigidenti verticali

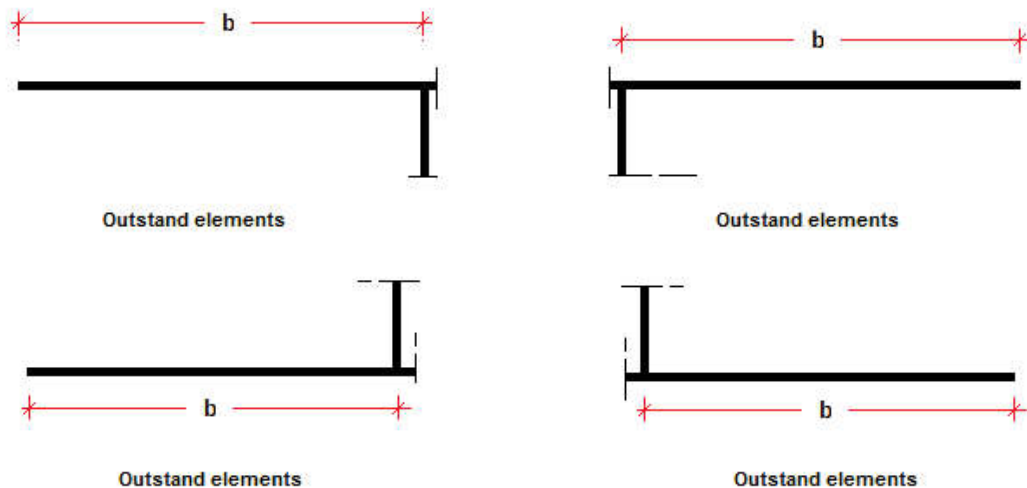
Interasse	2250 mm
Tipo	R da un solo lato
Piatto 1	250x25 mm
Piatto 2	---

Irrigidenti longitudinali dell'anima

distanza estradosso trave-irrigidente 1	800 mm
distanza estradosso trave-irrigidente 2	0 mm
Dimensione dei piatti - sinistra	orizzontali 150x12 mm, verticali 150x12 mm
Dimensione dei piatti - destra	orizzontali 0x0 mm, verticali 0x0 mm

Irrigidenti longitudinali delle flange

	tipo	b_I	b_{II}	b_{III}	b_{IV}	b_V	b_{VI}	b_{VII}	t_{sIII}	t_{sIV}	b
Flangia superiore sinistra	No stif.	--	--	--	--	--	--	--	--	--	325
Flangia superiore destra	No stif.	--	--	--	--	--	--	--	--	--	325
Flangia inferiore sinistra	No stif.	--	--	--	--	--	--	--	--	--	250
Flangia inferiore destra	No stif.	--	--	--	--	--	--	--	--	--	550



Caratteristiche geometriche lorde

	Fase 1	Fase 2a	Fase 2b	Fase 2c	Fase 3	Fessurata
A (mm ²)	8.576E+4	1.486E+5	1.761E+5	1.468E+5	2.646E+5	9.619E+4
Z _G (mm)	824.728	1383.581	1503.372	1374.554	1719.631	966.279
J _y (mm ⁴)	5.566E+10	1.192E+11	1.33E+11	1.182E+11	1.579E+11	7.155E+10
W _{y,0} (mm ³)	-6.748E+7	-8.619E+7	-8.845E+7	-8.6E+7	-9.182E+7	-7.405E+7
W _{y,1} (mm ³)	-7.092E+7	-8.875E+7	-9.087E+7	-8.858E+7	-9.401E+7	-7.725E+7
W _{y,3} (mm ³)	4.839E+7	2.016E+8	2.82E+8	1.969E+8	6.183E+8	7.093E+7
W _{y,4} (mm ³)	4.736E+7	1.934E+8	2.678E+8	1.89E+8	5.632E+8	6.922E+7
W _{y,5} (mm ³)	1E+300	1.789E+8	2.433E+8	1.75E+8	4.779E+8	6.603E+7
W _{y,6} (mm ³)	1E+300	1.763E+8	2.389E+8	1.725E+8	4.639E+8	6.542E+7
W _{y,7} (mm ³)	1E+300	1.461E+8	1.909E+8	1.432E+8	3.287E+8	5.8E+7
W _{y,8} (mm ³)	1E+300	1.376E+8	1.781E+8	1.35E+8	2.977E+8	5.574E+7
S _{y,1} (mm ³)	2.575E+7	4.363E+7	4.747E+7	4.335E+7	5.439E+7	3.028E+7
S _{y,2} (mm ³)	3.172E+7	6.113E+7	6.823E+7	6.061E+7	8.173E+7	3.86E+7
S _{y,3} (mm ³)	1.89E+7	5.774E+7	6.607E+7	5.711E+7	8.11E+7	2.873E+7
S _{y,4} (mm ³)	-3.725E-9	4.793E+7	5.82E+7	4.715E+7	7.675E+7	1.214E+7
n _E	1E+300	19.812	12.987	20.489	6.162	1E+300

Sezione C11 42-j

Caratteristiche generali

Dati principali

Altezza della sezione di acciaio	2000 mm
----------------------------------	---------

Piattabanda superiore	650x25 mm
Piattabanda inferiore	800x40 mm
Anima	18x2084 mm, Inclinazione: 21.8
Soletta	4714x200 mm
Raccordo	300x50 mm (escluso nel calcolo delle proprieta' geometriche)
Armatura superiore	diametro 16 mm, passo 200 mm, dist. estradosso-baricentro armatura 50 mm
Armatura inferiore	diametro 16 mm, passo 200 mm, dist. intradosso-baricentro armatura 10 mm
Pioli	diametro 22 mm, altezza 175 mm, numero 25/m

Irrigidenti verticali

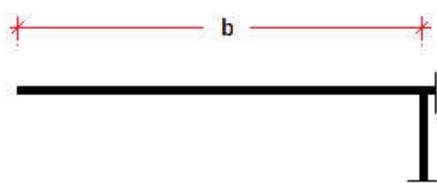
Interasse	2250 mm
Tipo	R da un solo lato
Piatto 1	250x25 mm
Piatto 2	---

Irrigidenti longitudinali dell'anima

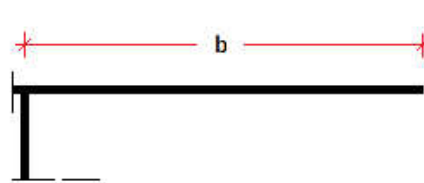
distanza estradosso trave-irrigidente 1	800 mm
distanza estradosso trave-irrigidente 2	0 mm
Dimensione dei piatti - sinistra	orizzontali 150x12 mm, verticali 150x12 mm
Dimensione dei piatti - destra	orizzontali 0x0 mm, verticali 0x0 mm

Irrigidenti longitudinali delle flange

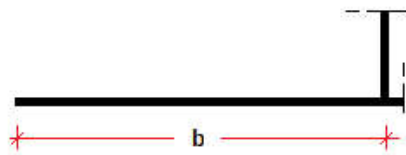
	tipo	b_I	b_{II}	b_{III}	b_{IV}	b_V	b_{VI}	b_{VII}	t_{sIII}	t_{sIV}	b
Flangia superiore sinistra	No stif.	--	--	--	--	--	--	--	--	--	325
Flangia superiore destra	No stif.	--	--	--	--	--	--	--	--	--	325
Flangia inferiore sinistra	No stif.	--	--	--	--	--	--	--	--	--	250
Flangia inferiore destra	No stif.	--	--	--	--	--	--	--	--	--	550



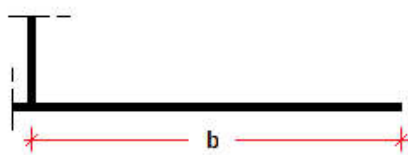
Outstand elements



Outstand elements



Outstand elements



Outstand elements

Caratteristiche geometriche lorde

	Fase 1	Fase 2a	Fase 2b	Fase 2c	Fase 3	Fessurata
A (mm ²)	8.576E+4	1.428E+5	1.678E+5	1.413E+5	2.482E+5	9.524E+4
Z _G (mm)	824.728	1352.878	1471.643	1344.011	1691.342	954.617
J _v (mm ⁴)	5.566E+10	1.157E+11	1.293E+11	1.147E+11	1.546E+11	7.024E+10
W _{v,0} (mm ³)	-6.748E+7	-8.555E+7	-8.789E+7	-8.536E+7	-9.142E+7	-7.358E+7
W _{v,1} (mm ³)	-7.092E+7	-8.816E+7	-9.035E+7	-8.798E+7	-9.364E+7	-7.68E+7
W _{v,3} (mm ³)	4.839E+7	1.86E+8	2.57E+8	1.818E+8	5.451E+8	6.884E+7
W _{v,4} (mm ³)	4.736E+7	1.789E+8	2.448E+8	1.749E+8	5.01E+8	6.719E+7
W _{v,5} (mm ³)	1E+300	1.66E+8	2.236E+8	1.625E+8	4.311E+8	6.413E+7
W _{v,6} (mm ³)	1E+300	1.637E+8	2.198E+8	1.602E+8	4.194E+8	6.355E+7
W _{v,7} (mm ³)	1E+300	1.366E+8	1.776E+8	1.34E+8	3.04E+8	5.64E+7
W _{v,8} (mm ³)	1E+300	1.29E+8	1.662E+8	1.266E+8	2.768E+8	5.423E+7
S _{v,1} (mm ³)	2.575E+7	4.265E+7	4.645E+7	4.237E+7	5.348E+7	2.991E+7
S _{v,2} (mm ³)	3.172E+7	5.936E+7	6.632E+7	5.885E+7	7.992E+7	3.802E+7
S _{v,3} (mm ³)	1.89E+7	5.561E+7	6.386E+7	5.499E+7	7.914E+7	2.792E+7
S _{v,4} (mm ³)	-3.725E-9	4.53E+7	5.548E+7	4.454E+7	7.432E+7	1.114E+7
n _E	1E+300	19.812	12.987	20.489	6.162	1E+300

10.3 Sollecitazioni impalcato

Le sollecitazioni necessarie alla verifica delle travi principali sono estratte dai modelli Midas descritti in precedenza e dei quali nel seguito si riporta l'output grafico. Per quanto attiene le sollecitazioni da ritiro (componente isostatica) e quelle da variazione termica differenziale (componente isostatica), esse sono valutate in automatico dal programma Ponti EC4 usato per le verifiche, quindi nel seguito si determinano unicamente le componenti Iperstatiche di dette sollecitazioni (sollecitazioni che insorgono a seguito dell'applicazione di ritiro e DT su schema di trave su più appoggi e quindi iperstatica).

Le fasi di calcolo in cui si considerano le sollecitazioni sono le seguenti.

- FASE 1: si considera come sezione reagente la sola sezione in acciaio ($n = \infty$)
carico 1: peso proprio della struttura metallica + peso proprio della soletta in cls;
- FASE 2: si considera come reagente l'intera sezione mista con acciaio omogeneizzato a calcestruzzo; la rigidezza del modello per il calcolo delle sollecitazioni e i parametri resistenti per le verifiche si valutano usando $n(t=\infty)$.
carico 2.1: carichi permanenti (pavimentazione e finiture)
carico 2.2: ritiro
carico 2.3: Coazioni
- FASE 3: si considera come reagente l'intera sezione mista con acciaio omogeneizzato a calcestruzzo; la rigidezza del modello per il calcolo delle sollecitazioni e i parametri resistenti per le verifiche si valutano usando $n(t=0)$.
carico 3.1: variazione differenziale della temperatura +/- 10°C fra soletta e travi
carico 3.2: carichi mobili. Il programma di calcolo "sposta" automaticamente il treno di carichi secondo D.M. 17.01.2018 lungo l'impalcato, generando un involuppo di sollecitazioni flettenti e taglianti. In concomitanza si considera anche la spinta generata dal sovraccarico sul rilevato.
carico 3.3: Vento sulle strutture del ponte

Nelle immagini seguenti, dedotte dall'output del programma di calcolo, si restituiscono l'impalcato i diagrammi di momento flettente, sforzo di taglio e momento torcente delle singole condizioni di carico prese in considerazione.

Come accennato l'impalcato viene trattato come trave torsio-rigida, pertanto il contributo di taglio dovuto alla torsione viene calcolato secondo la trattazione alla Bredt (applicabile al cassone con contro soletta reticolare di spessore equivalente) con la relazione:

$$V_{Mt} = Mt \times L / (2 \times \Omega)$$

essendo: L = lunghezza anima

Ω = area alla Bredt

Le sollecitazioni rappresentate nel seguito sono quelle complessive sull'impalcato, tuttavia le successive verifiche sono fatte sulla singola trave e quindi i valori di Momento, Taglio e Sforzo normale saranno dimezzati; In particolare il taglio effettivo sulla trave sarà nelle verifiche costituito dai due contributi seguenti:

$V_v / 2$ Taglio generato dai carichi verticali (valore dimezzato per riferirsi ad una unica trave)

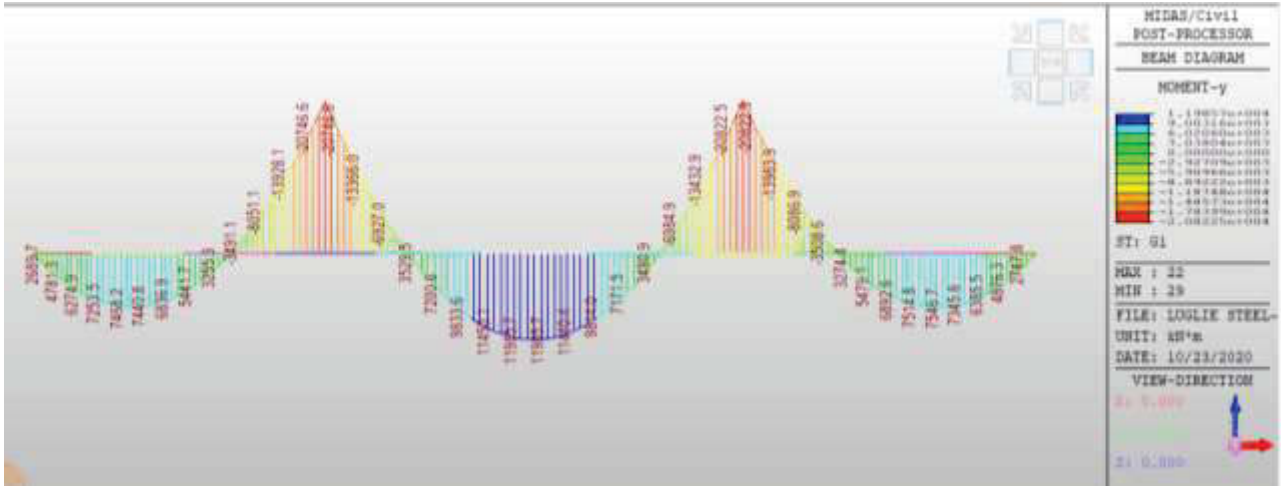
V_{Mt} Contributo tagliante dettato dal funzionamento alla Bredt della sezione.

Il taglio considerato nelle verifiche risulta dunque:

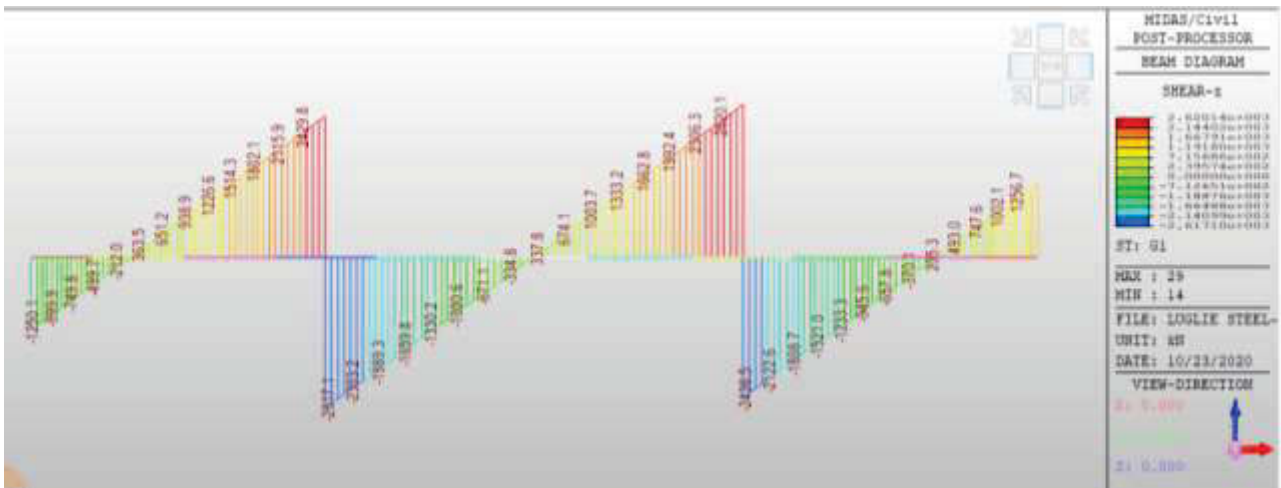
$$V^* = V_v / 2 + V_{Mt}$$

Nei diagrammi che seguono è invece rappresentato V_v intero.

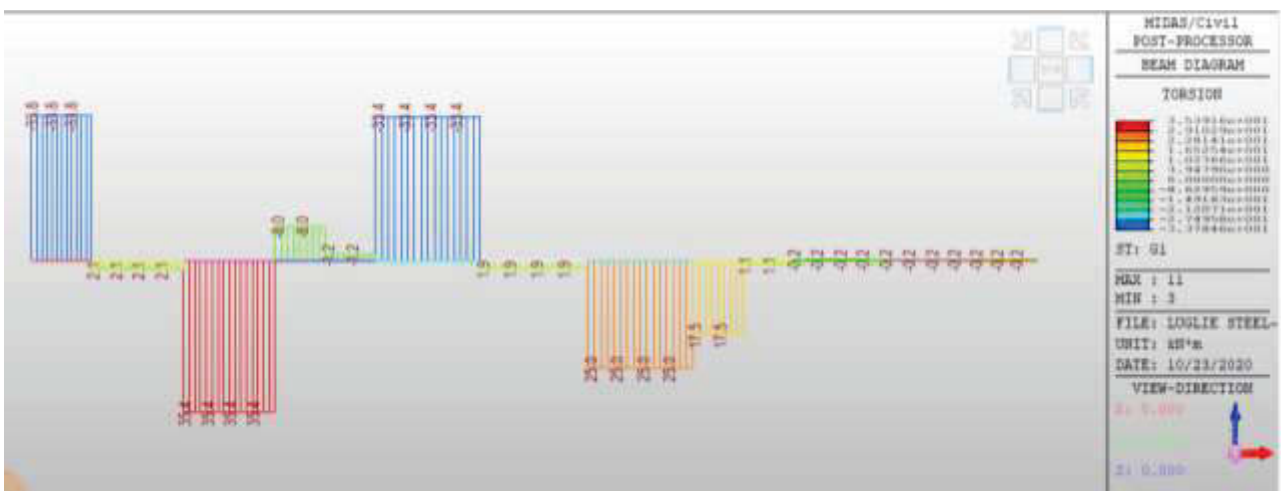
10.3.1 Peso proprio acciaio e soletta (G1+G2)



Momento Flettente - M (kNm)

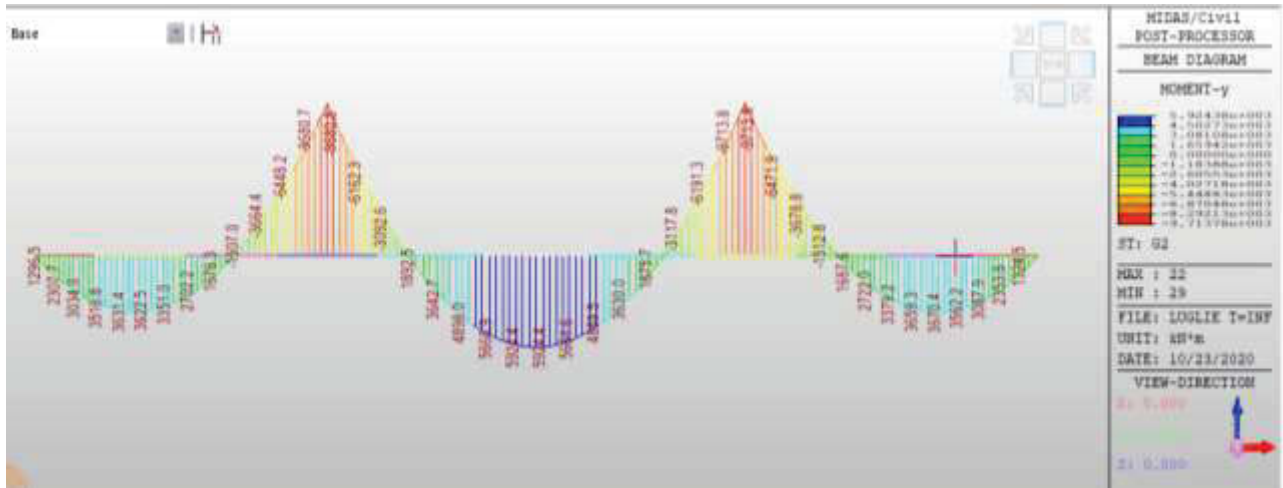


Taglio - V(kN)

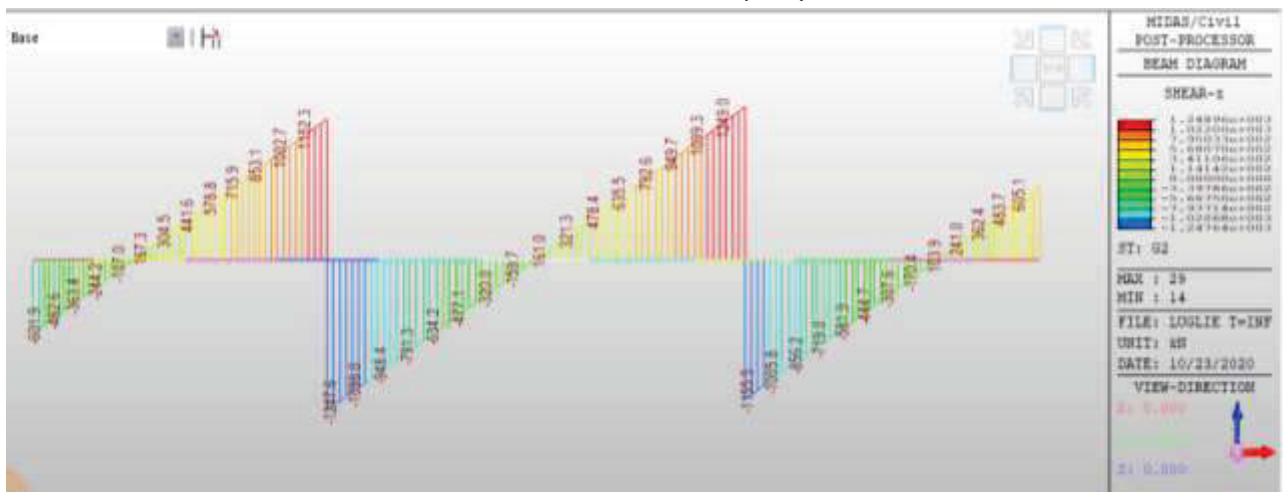


Momento torcente - T (kNm)

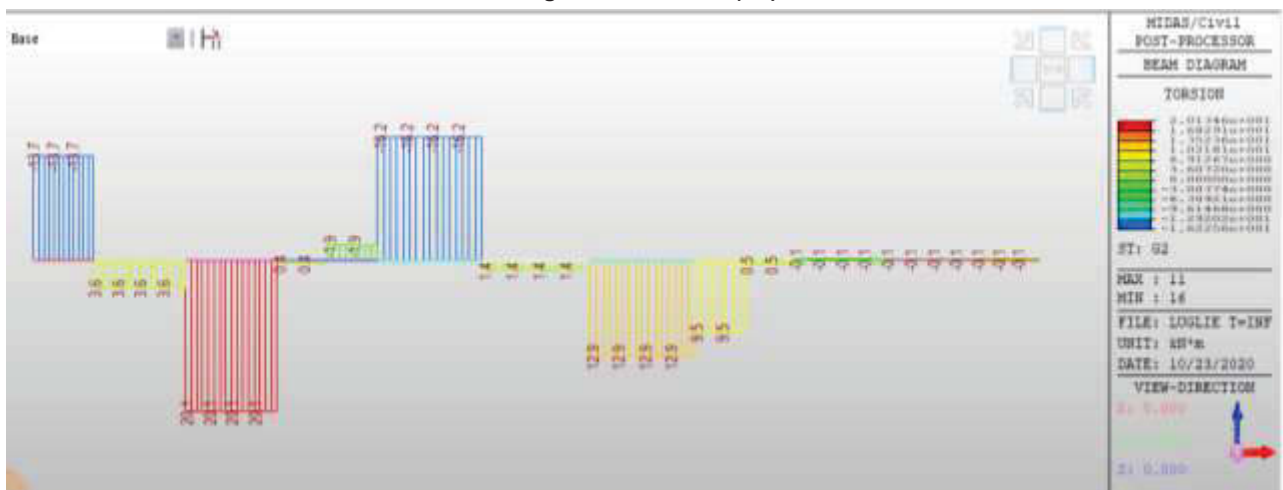
10.3.2 Permanenti portati (G3)



Momento flettente - M (kNm)

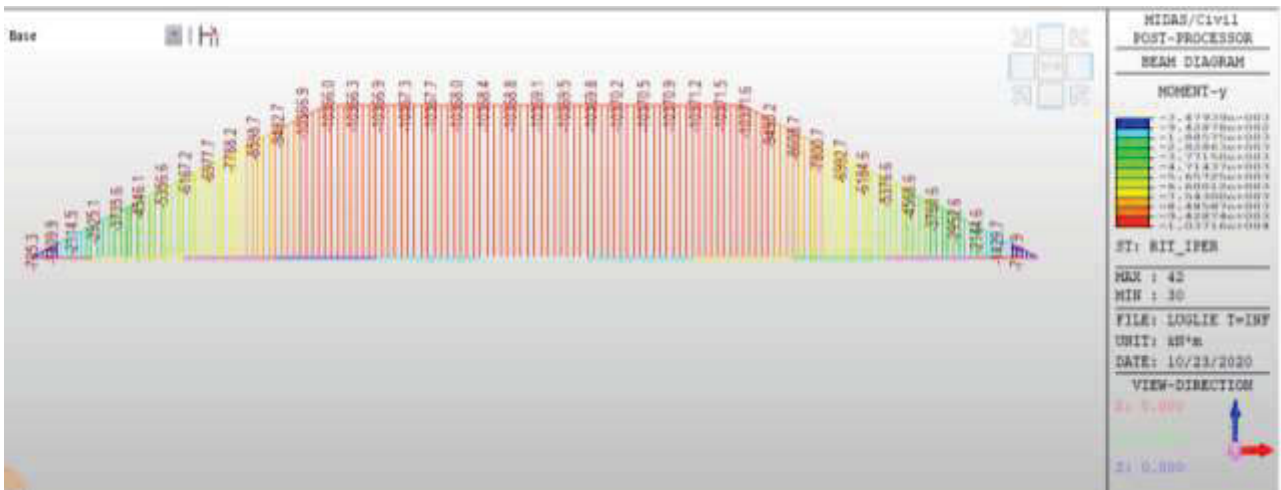


Taglio verticale - V (kN)

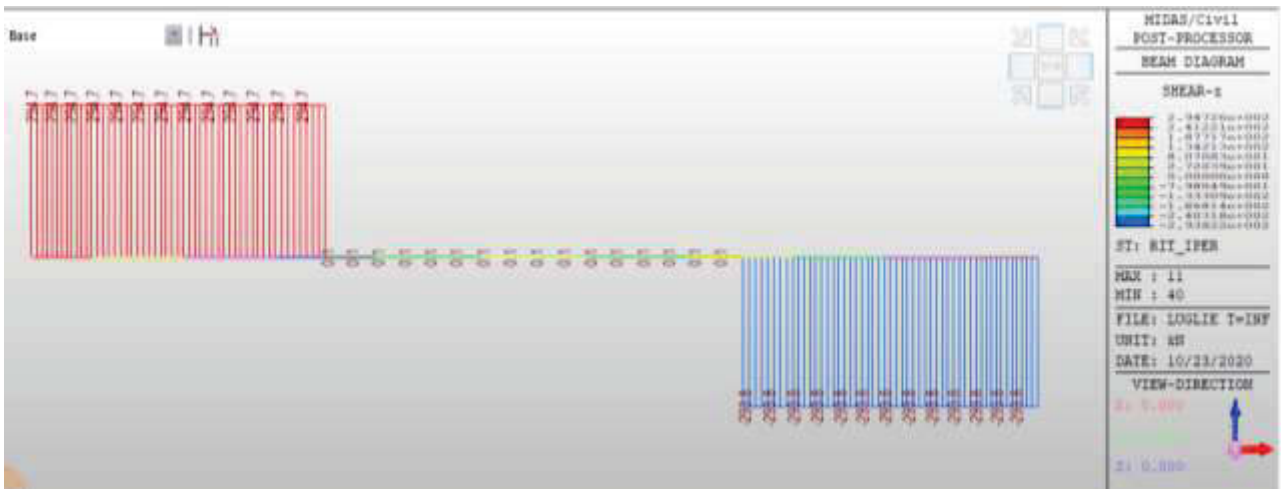


Momento torcente - T (kNm)

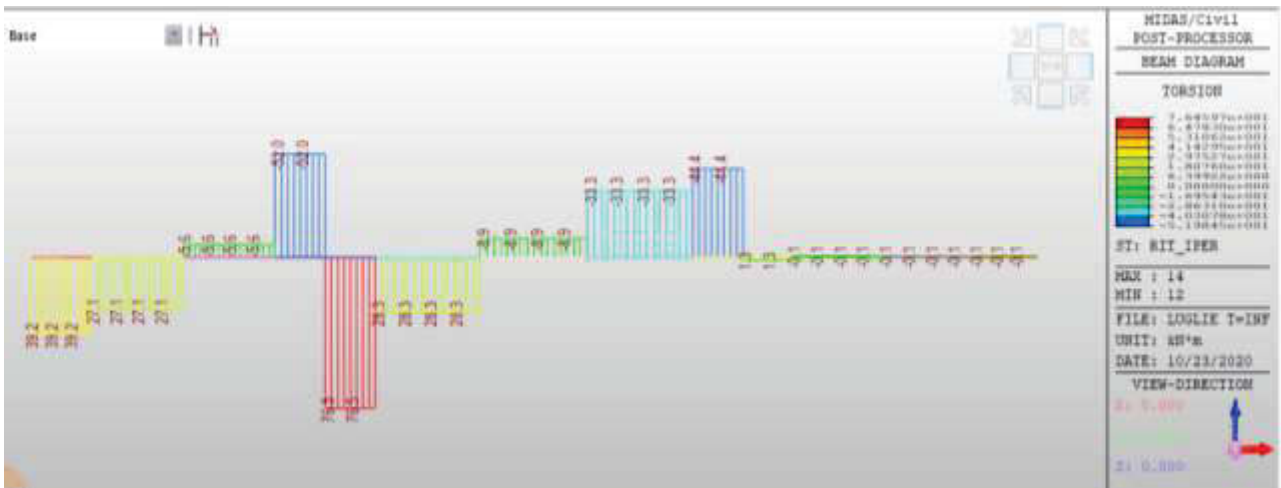
10.3.3 Ritiro- componente iperstatica (Rit)



Momento flettente - M (kNm)

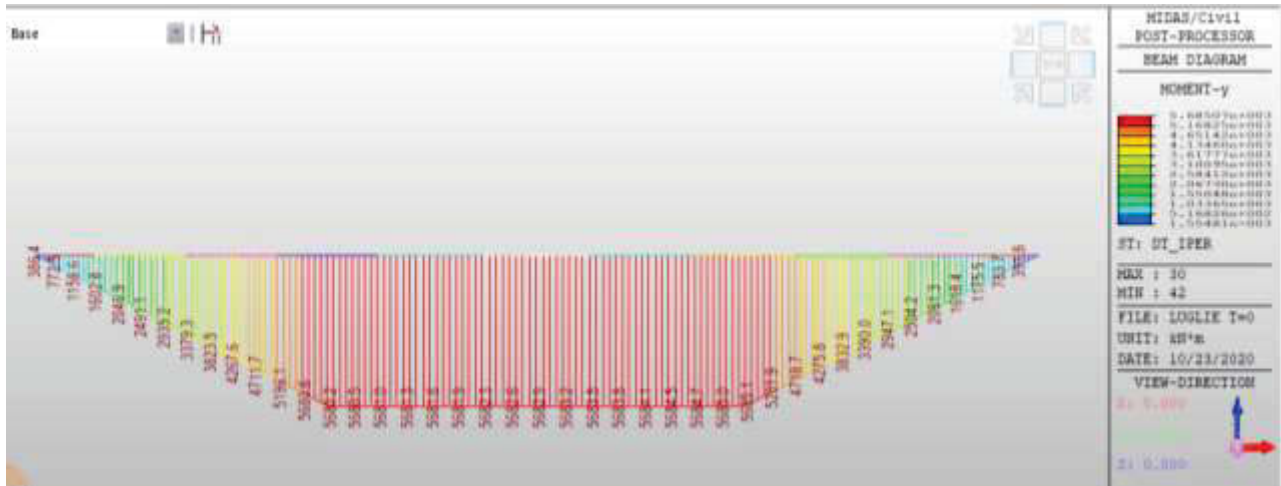


Taglio verticale - V (kN)



Momento torcente - T (kNm)

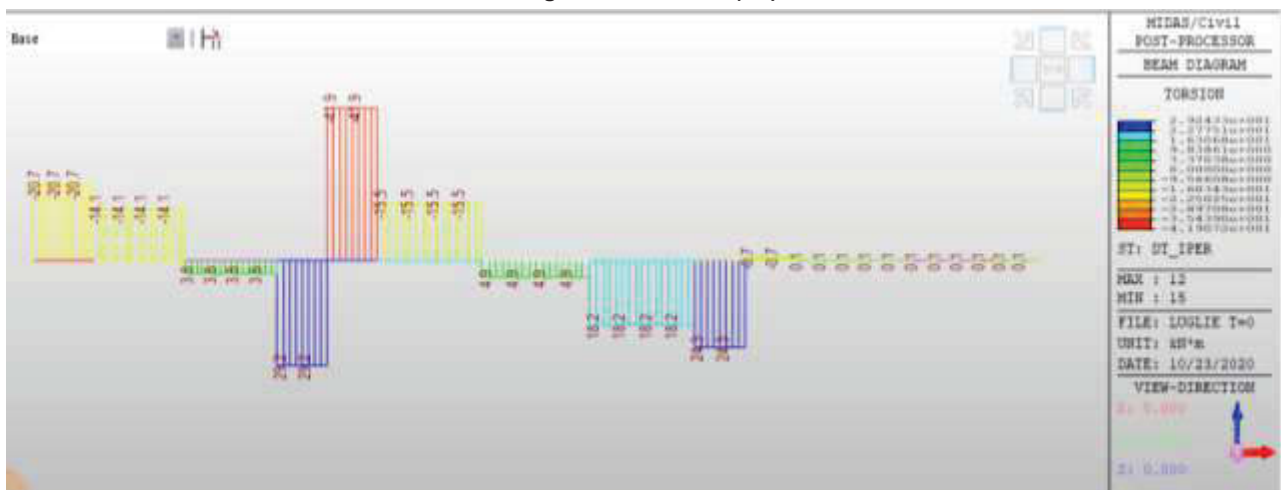
10.3.4 Gradiente termico – componente iperstatica (DT)



Momento flettente - M (kNm)

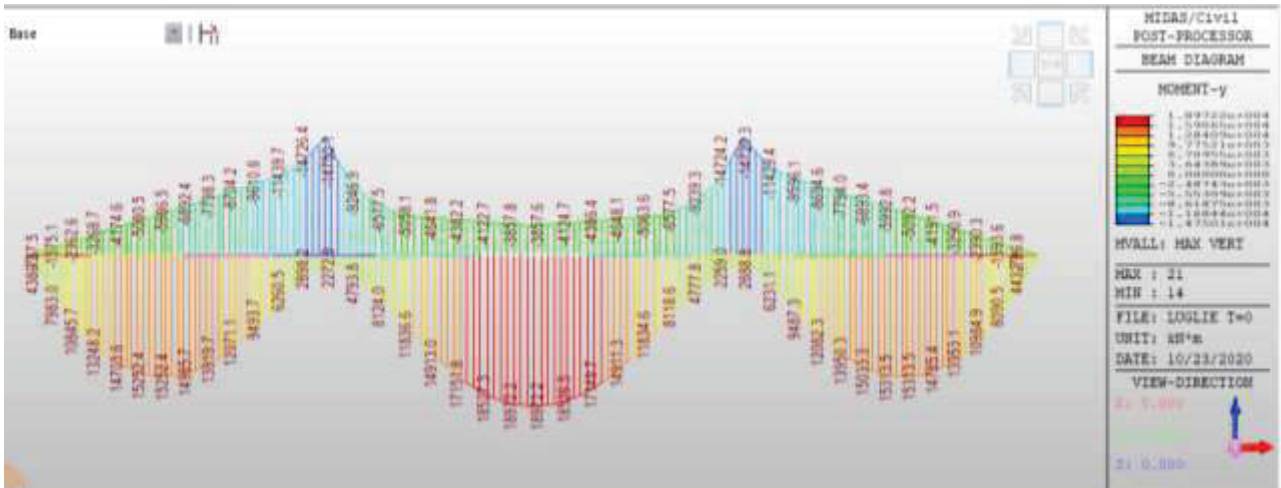


Taglio verticale - V (kN)

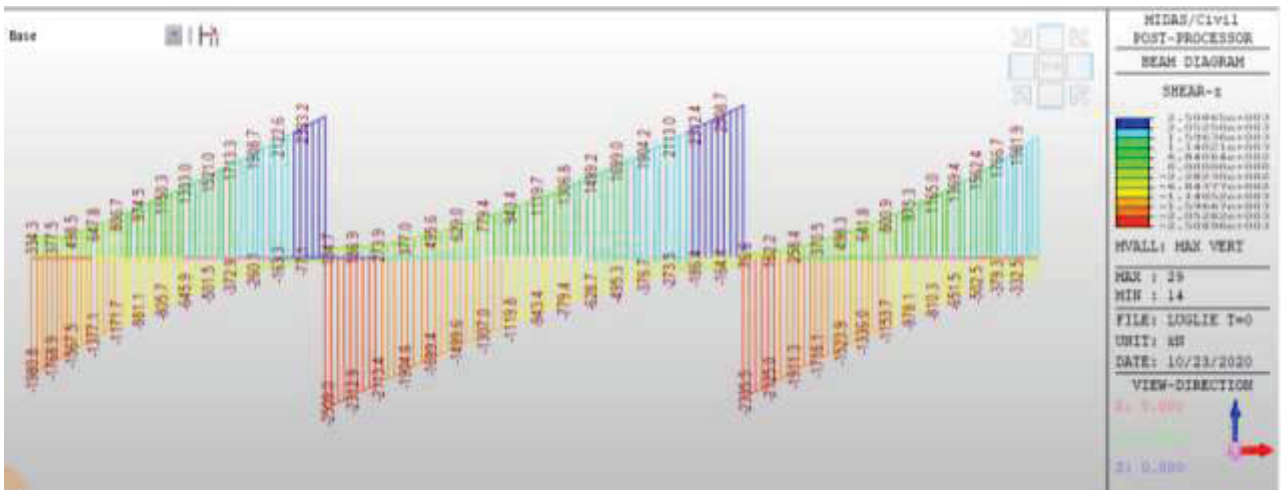


Momento torcente - T (kNm)

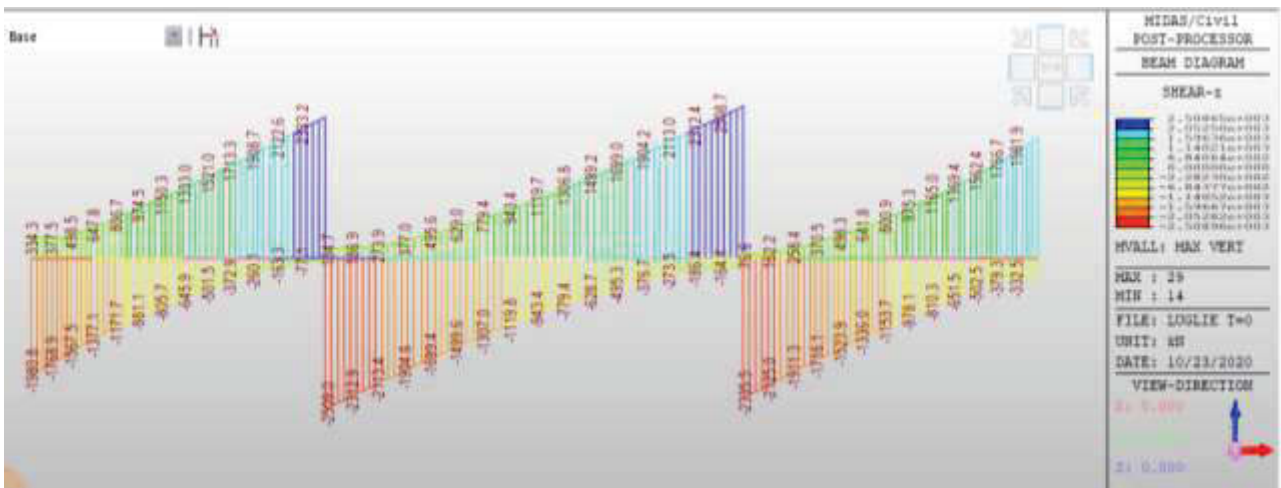
10.3.5 Accidentali mobili (disposizione 1)



Momento flettente - M (kNm)

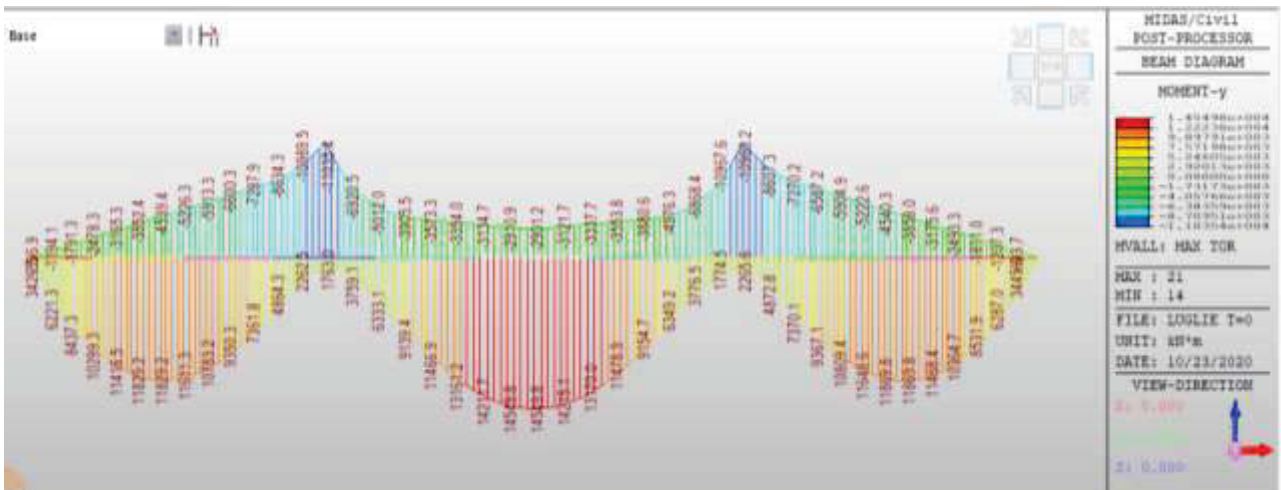


Taglio verticale - V (kN)

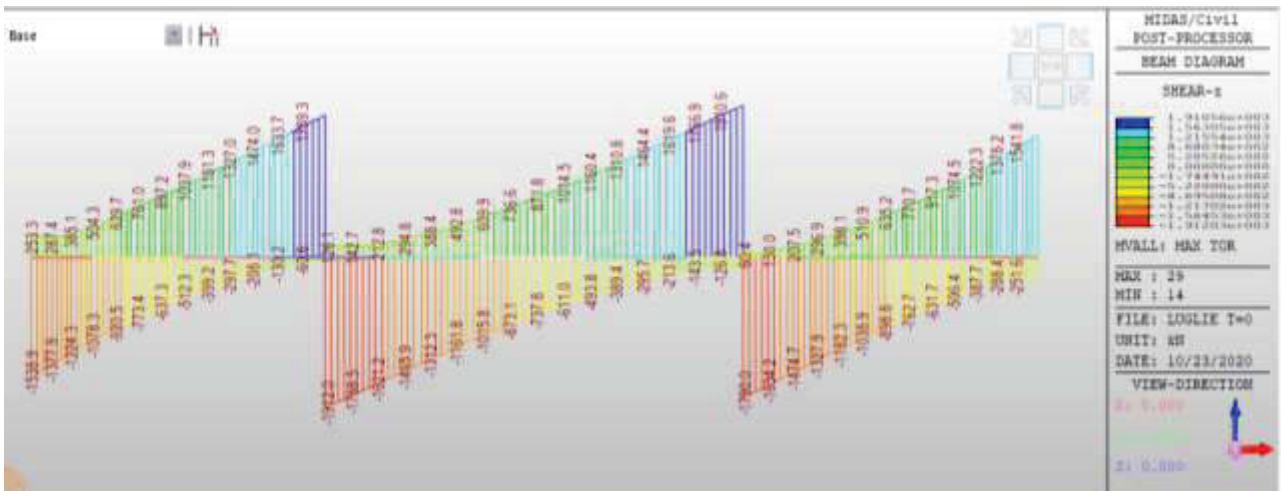


Momento torcente - T (kNm)

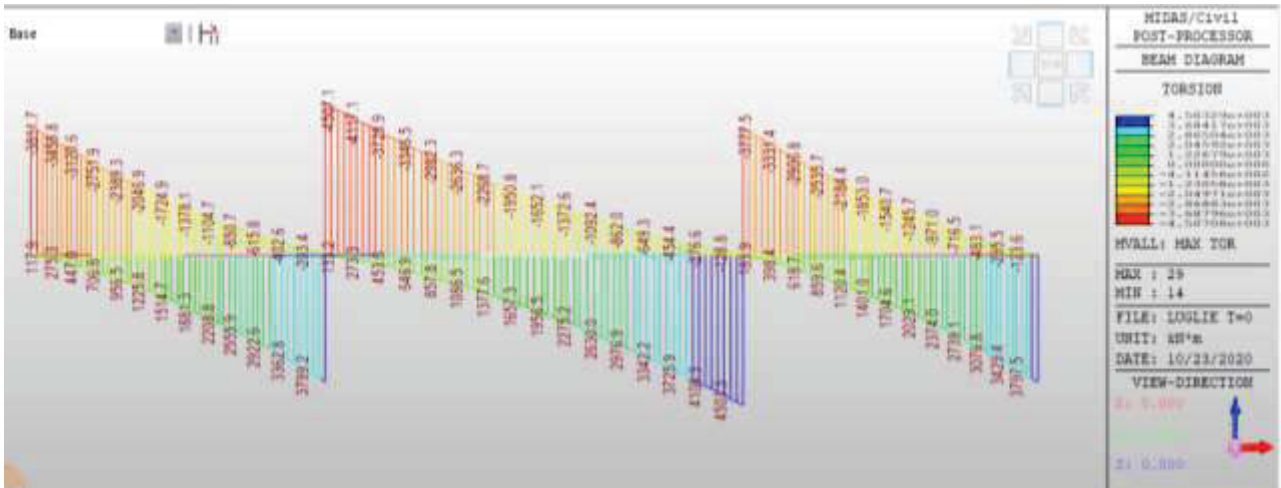
10.3.6 Accidentali mobili (disposizione 2)



Momento flettente - M (kNm)

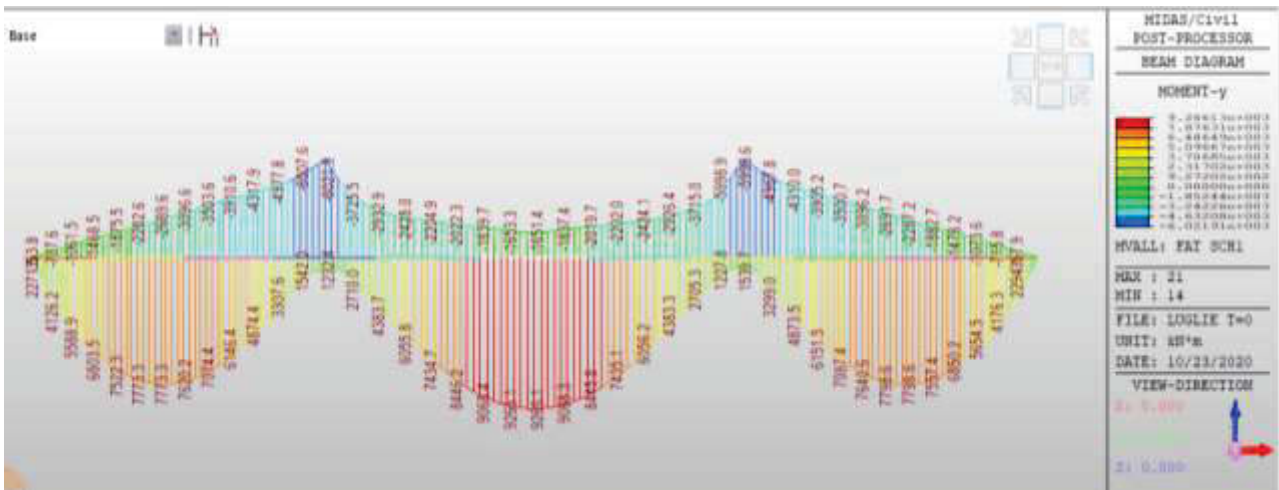


Taglio verticale - V (kN)

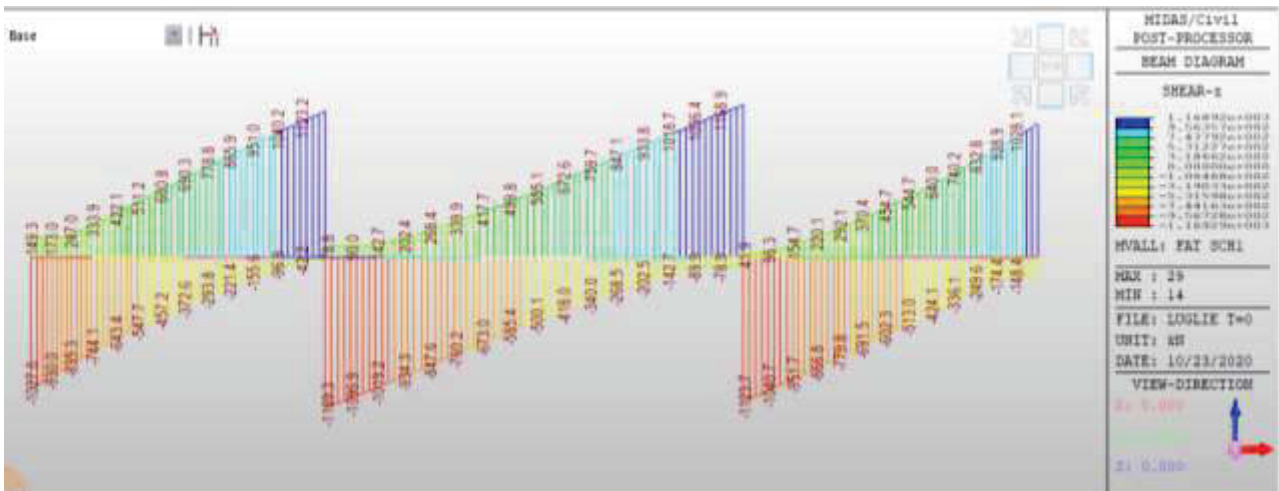


Momento torcente - T (kNm)

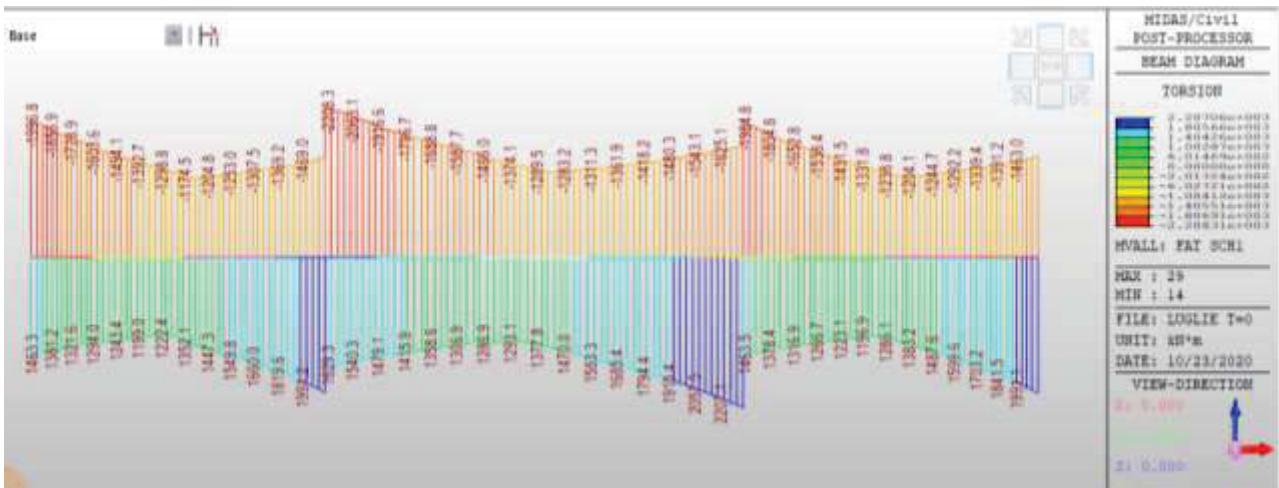
10.3.7 Accidentali mobili (Fatica)



Momento flettente - M (kNm)



Taglio verticale - V (kN)



Momento torcente - T (kNm)

10.4 Verifiche di resistenza travi principali

10.4.1 Verifiche SLU

L'impostazione e la modalità di verifica sono state descritte nei paragrafi precedenti.

Le verifiche sono condotte con il software Ponti EC4, del quale si riportano nel seguito vari output grafici che sintetizzano le verifiche.

Si riportano di seguito i diagrammi dei seguenti rapporti di sfruttamento

max η assoluto

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

max η_1/η_4

Rapporto di sfruttamento a flessione; nell'ambito delle condizioni di applicabilità dell'analisi plastica, esso coincide con il rapporto $\eta_4 = M_{Ed}/M_{pl}$ (rapporto di sfruttamento plastico); in tutti gli altri casi è pari a $\eta_1 = \sigma_{Ed}/(\gamma_{mo} \cdot f_{yk})$. I rapporti di sfruttamento a flessione, rispettivamente elastici e plastici vengono tracciati indipendentemente dal campo di applicabilità; in ogni caso, il valore considerato nel calcolo del rapporto di sfruttamento assoluto considera di volta in volta il rapporto elastico/plastico in funzione degli effettivi limiti di applicabilità.

max η_3

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

Si riportano inoltre i seguenti grafici.

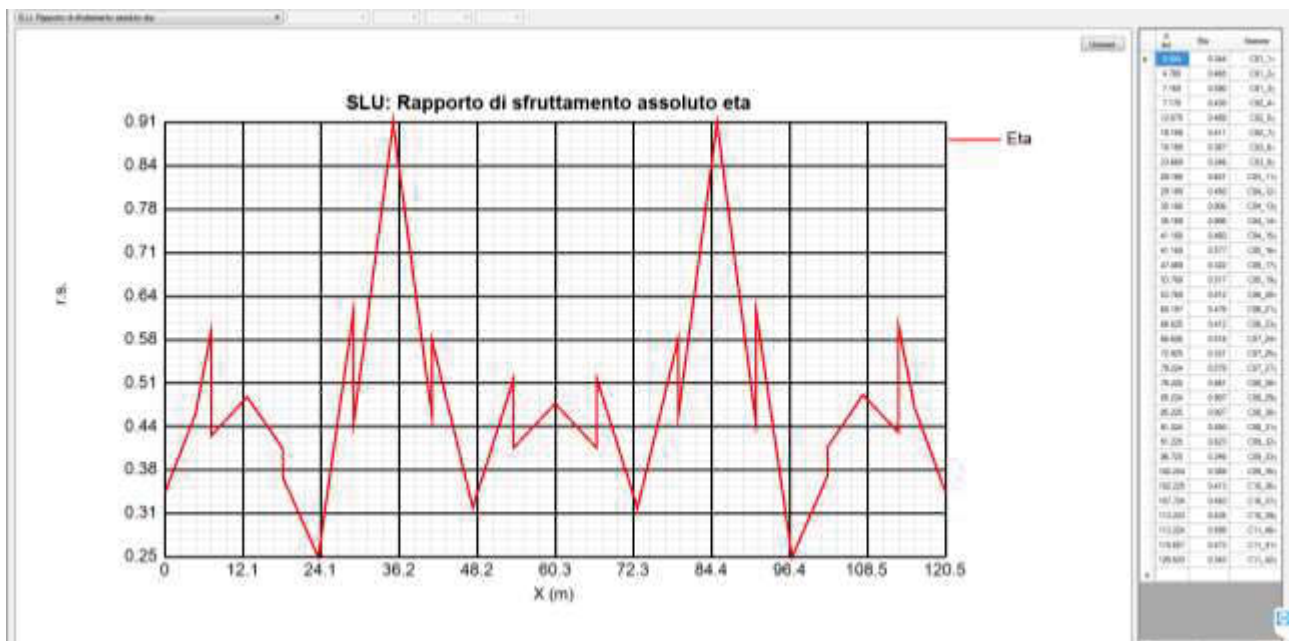
Stato tensionale elastico a intradosso, estradosso della trave metallica

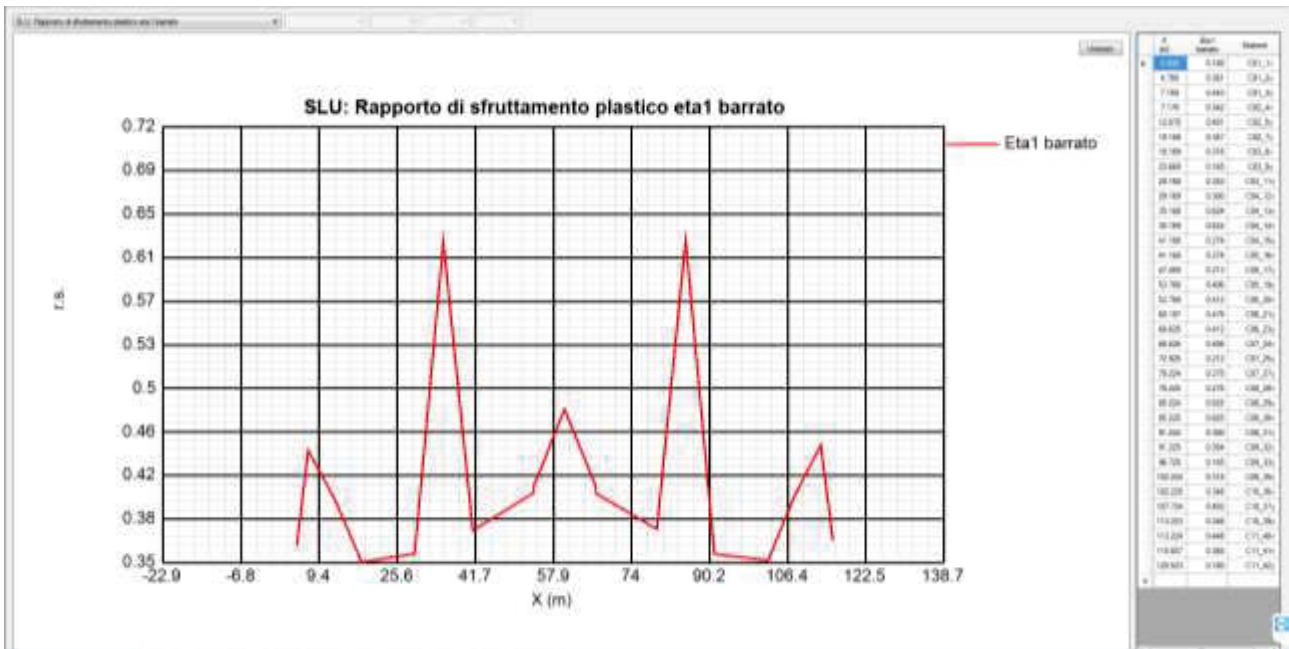
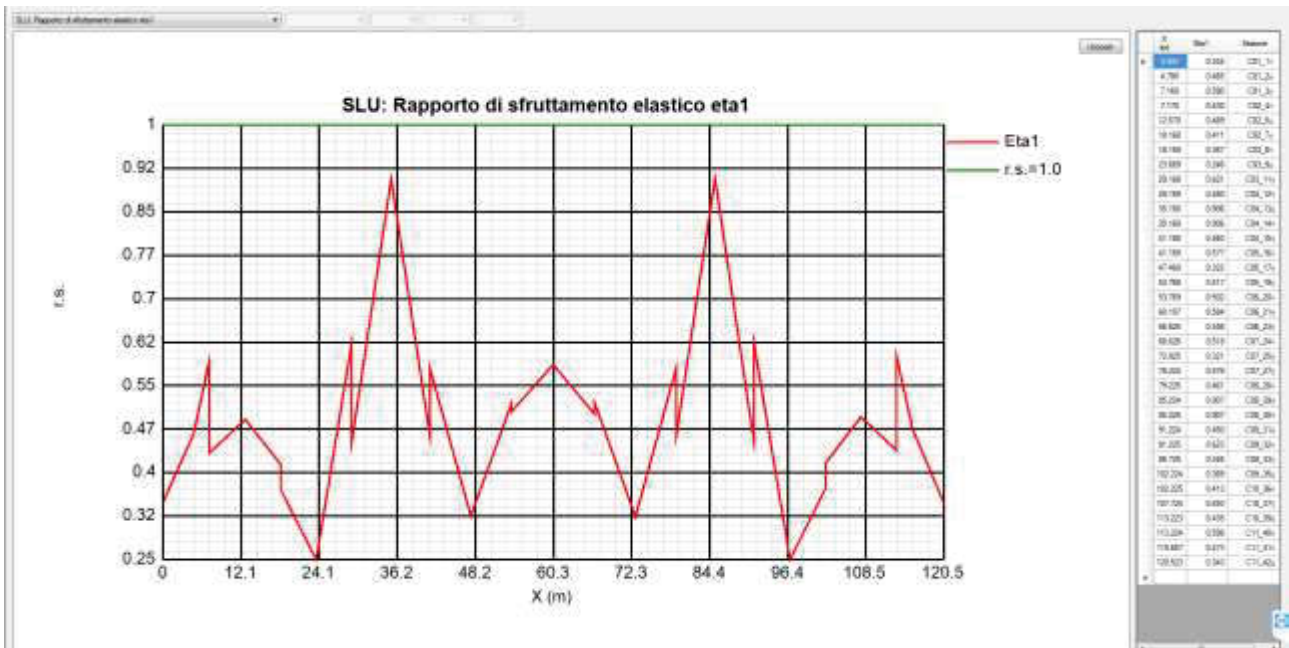
Stato tensionale elastico sulla soletta

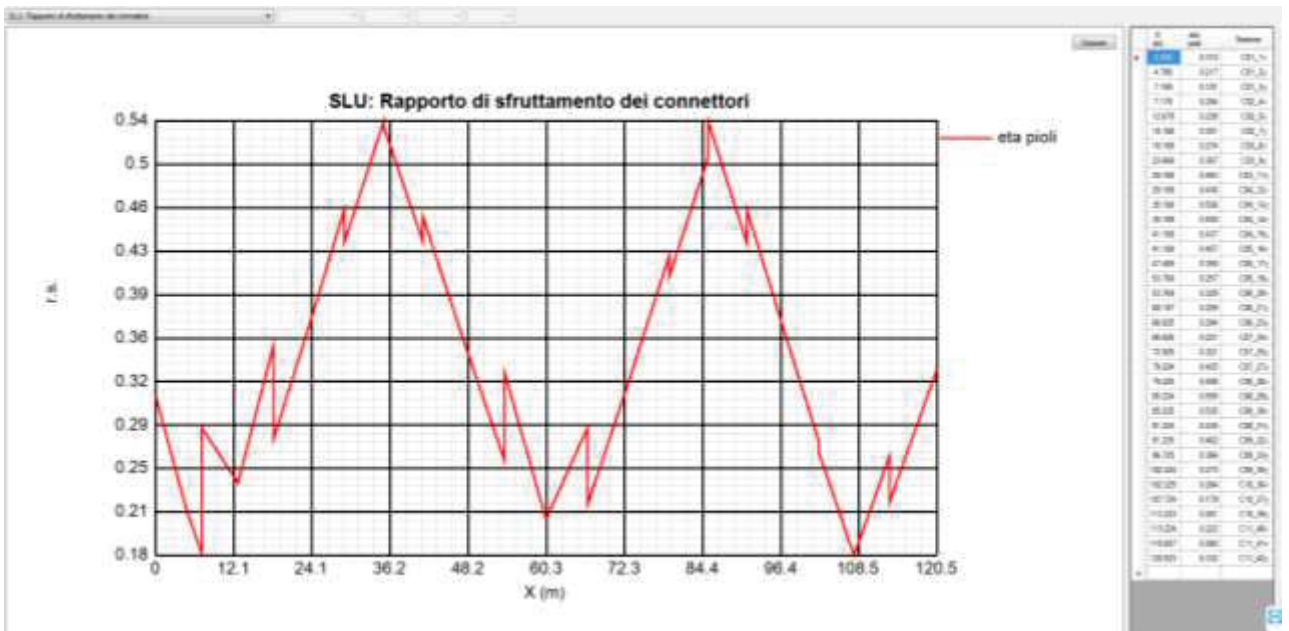
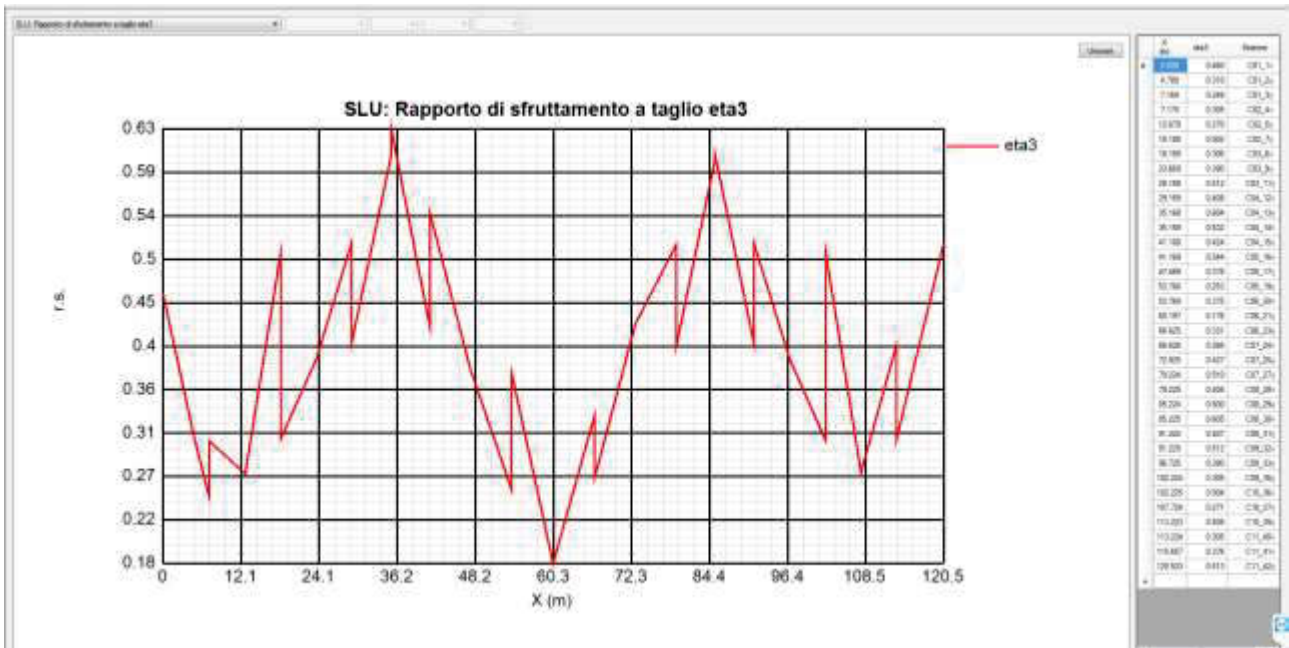
Tensioni elastiche sull'armatura

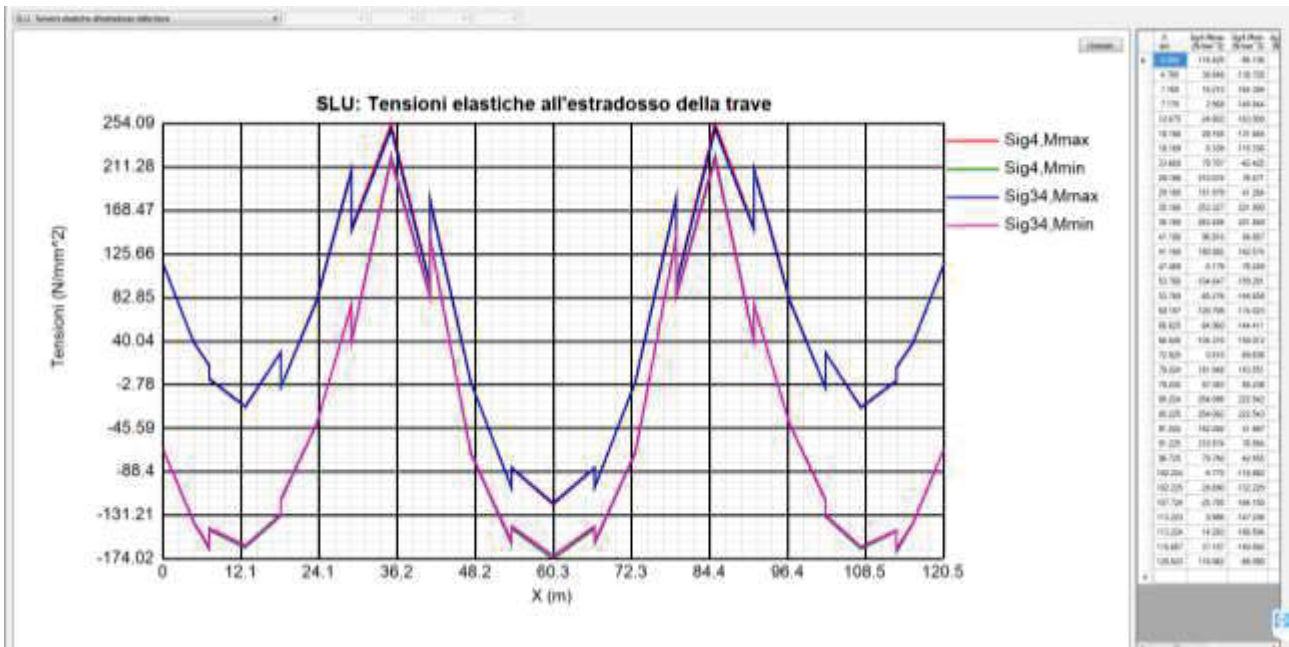
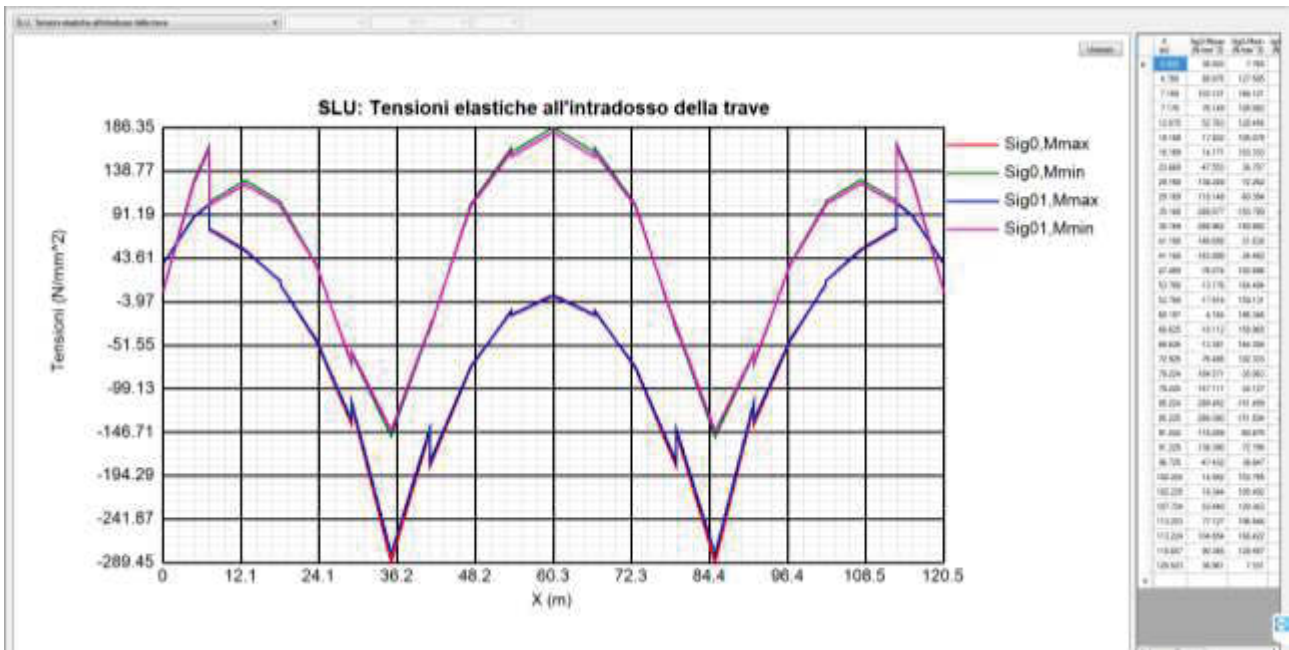
Flusso di taglio anima-piattabanda

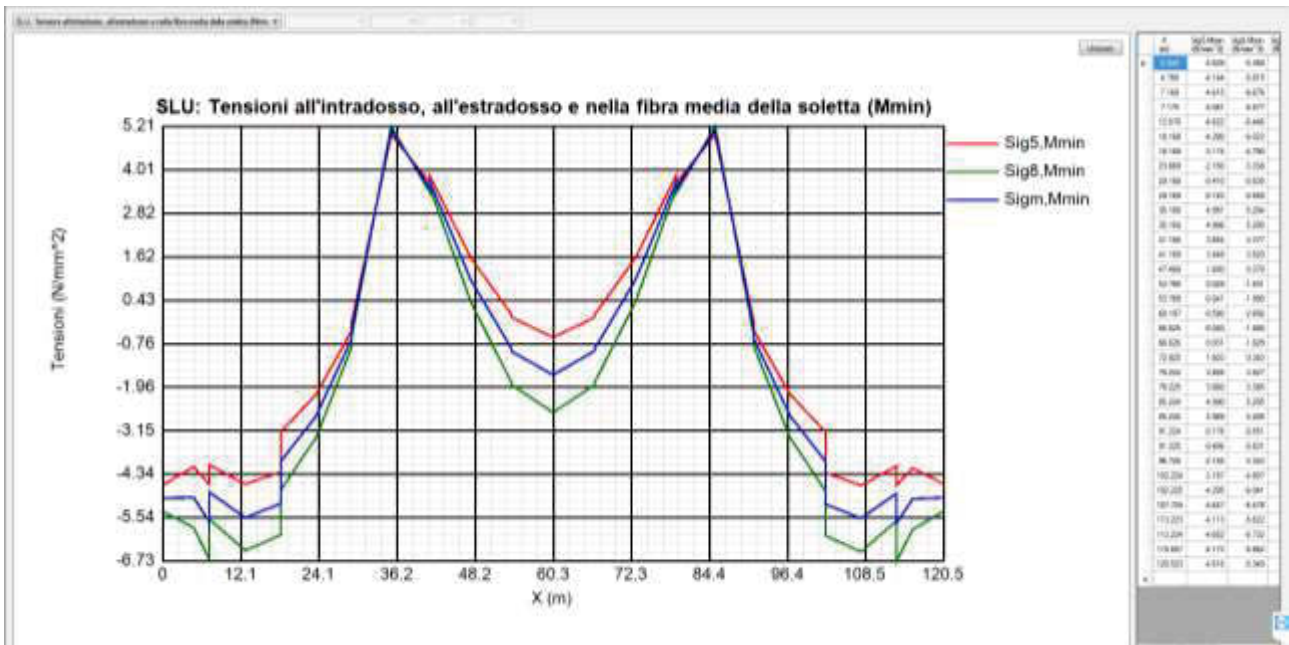
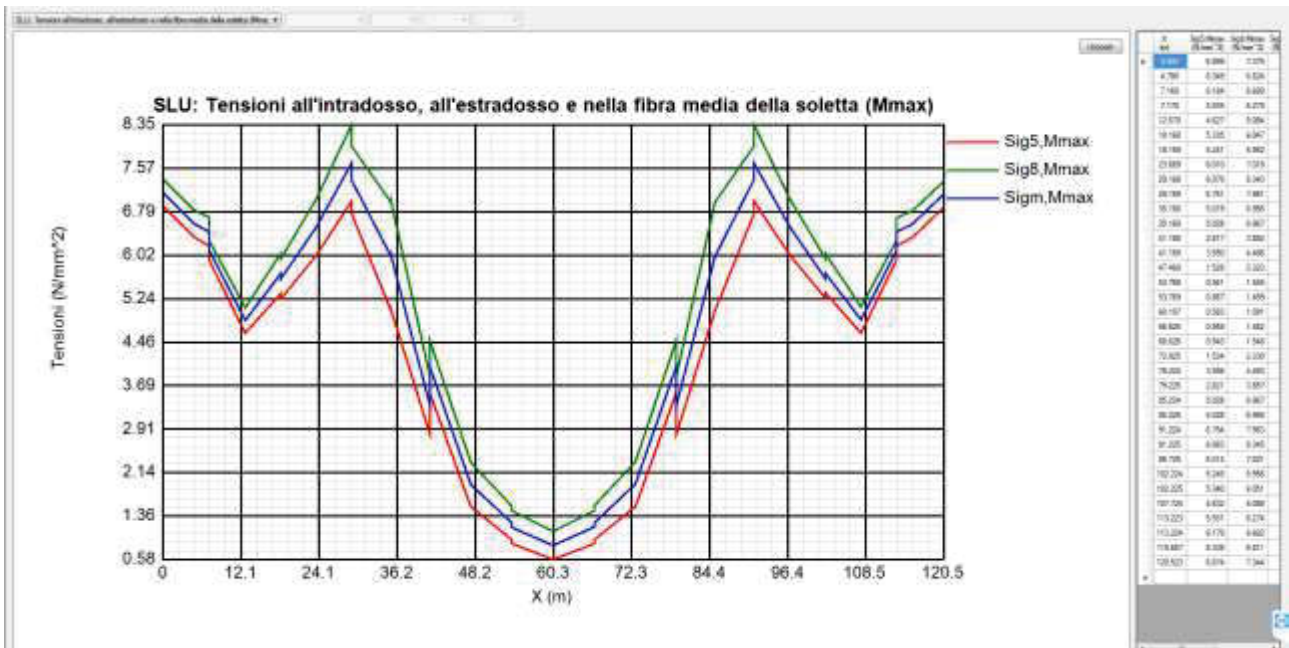
Flusso di taglio fra trave e soletta all'interfaccia acciaio-calcestruzzo

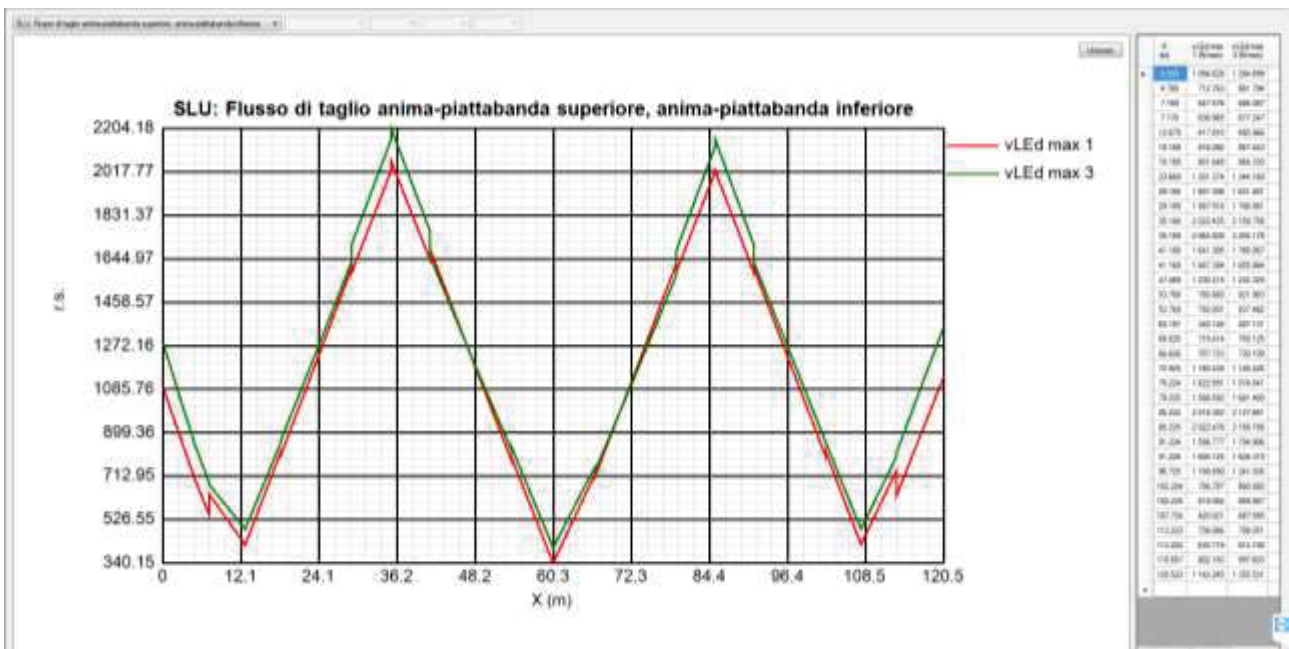
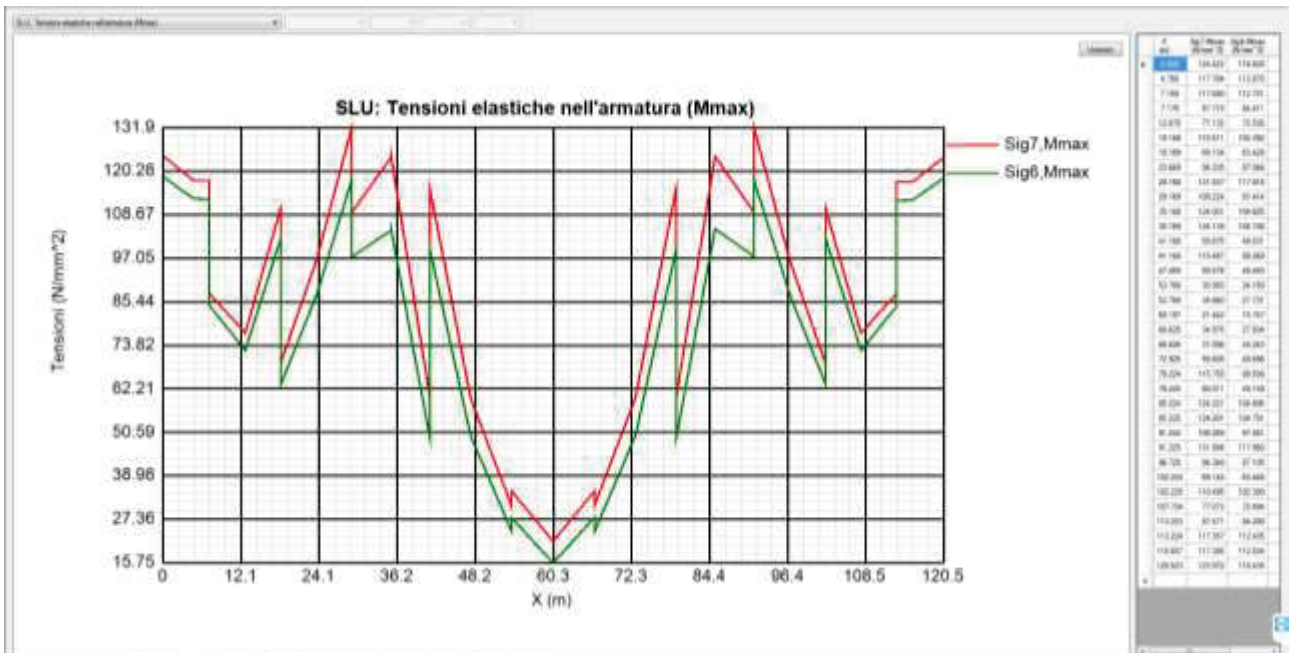


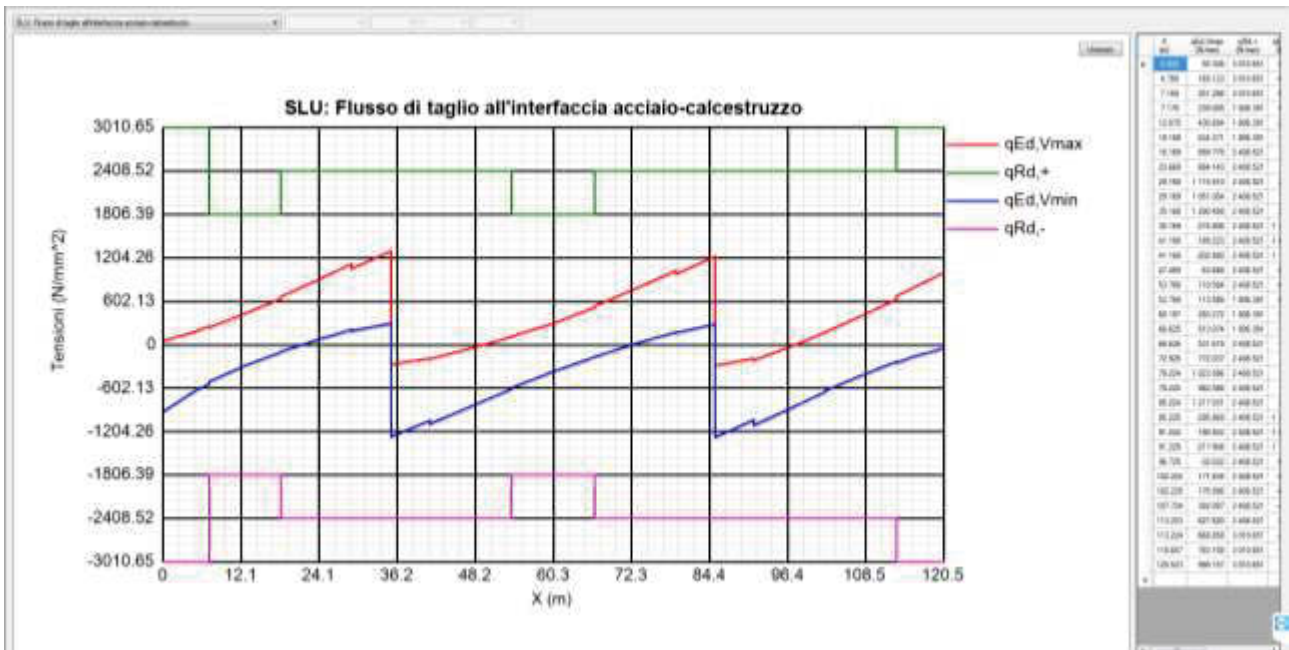












Nel seguito si riporta anche la sintesi delle verifiche in forma tabellare.

S.G.C. E78 "Grosseto-Fano" - Tratto Siena Bettolle (A1) - Adeguamento a 4 corsie del tratto Siena-Ruffolo - Lotto 0
Progetto Definitivo

Sezione	X (m)	Combinazione	Classe F1	Classe F3b	MEd/ MR	SigEd /fy	VEd/VRd	MEd/ Mf,Rd	VEd/Vbw, Rd	V/M/N	vEd/(n*P Rd)	Pioli di testata	Stiffeners Longitudinali LTB	Stiffeners verticali LTB	Stiffeners verticali 1st min/1st	Vertical Stiffeners Sig/(fy/gM 1)	Vertical Stiffeners w/(hw/30 0)	Sezione
C01 1-i	0.000	SLU fond., Mmax	4	4	(.15)	0.344	0.347	0.72	0.368	No int.	0.18	0.704	0.347	0.898	0.204	0	0	C01 1-i
C01 1-i	0.000	SLU fond., Mmin	4	4	(.18)	0.271	0.399	1.22	0.399	No int.	0.204	0.704	0.347	0.898	0.204	0.002	0.004	C01 1-i
C01 1-i	0.000	SLU fond., Vmax	4	4	(.13)	0.154	0.143	0.99	0.144	No int.	0.018	0.704	0.347	0.898	0.204	0.002	0.003	C01 1-i
C01 1-i	0.000	SLU fond., Vmin	4	4	(.06)	0.215	0.46	-0.2	0.515	No int.	0.31	0.704	0.347	0.898	0.204	0	0	C01 1-i
C01 2-j	4.780	SLU fond., Mmax	4	4	(.14)	0.301	0.081	0.29	0.091	No int.	0.006	0.704	0.347	0.898	0.204	0	0	C01 2-j
C01 2-j	4.780	SLU fond., Mmin	4	4	(.36)	0.41	0.246	2.89	0.246	No int.	0.133	0.704	0.347	0.898	0.204	0.003	0.006	C01 2-j
C01 2-j	4.780	SLU fond., Vmax	4	4	(.28)	0.396	0.035	2.79	0.035	No int.	0.056	0.704	0.347	0.898	0.204	0.004	0.006	C01 2-j
C01 2-j	4.780	SLU fond., Vmin	4	4	(.28)	0.465	0.31	0.48	0.34	No int.	0.217	0.704	0.347	0.898	0.204	0.001	0.002	C01 2-j
C01 3-j	7.169	SLU fond., Mmax	4	4	(.13)	0.305	0.041	0.33	0.045	No int.	0.017	0	0.347	0.898	0.204	0	0	C01 3-j
C01 3-j	7.169	SLU fond., Mmin	4	4	(.44)	0.491	0.156	0.57	0.169	No int.	0.094	0	0.347	0.898	0.204	0.004	0.007	C01 3-j
C01 3-j	7.169	SLU fond., Vmax	4	4	(.34)	0.469	0.029	3.5	0.029	No int.	0.083	0	0.347	0.898	0.204	0.004	0.007	C01 3-j
C01 3-j	7.169	SLU fond., Vmin	4	4	(.36)	0.59	0.246	0.61	0.265	No int.	0.181	0	0.347	0.898	0.204	0.004	0.006	C01 3-j
C02 4-i	7.170	SLU fond., Mmax	4	3	(.11)	0.239	0.049	0.12	0.065	No int.	0.028	0	0.45	0.898	0.101	0	0	C02 4-i
C02 4-i	7.170	SLU fond., Mmin	4	3	(.34)	0.43	0.246	0.4	0.246	No int.	0.144	0	0.45	0.898	0.101	0.004	0.006	C02 4-i
C02 4-i	7.170	SLU fond., Vmax	4	3	(.26)	0.41	0.046	0.31	0.046	No int.	0.132	0	0.45	0.898	0.101	0.004	0.006	C02 4-i
C02 4-i	7.170	SLU fond., Vmin	4	3	(.28)	0.416	0.305	0.35	0.394	No int.	0.284	0	0.45	0.898	0.101	0.003	0.004	C02 4-i
C02 5-j	12.670	SLU fond., Mmax	4	3	(.09)	0.197	0.087	0.11	0.117	No int.	0.093	0	0.45	0.898	0.101	0	0.001	C02 5-j
C02 5-j	12.670	SLU fond., Mmin	4	3	(.4)	0.482	0.017	0.47	0.017	No int.	0.002	0	0.45	0.898	0.101	0.004	0.006	C02 5-j
C02 5-j	12.670	SLU fond., Vmax	4	3	(.3)	0.456	0.27	0.35	0.27	No int.	0.238	0	0.45	0.898	0.101	0.005	0.007	C02 5-j
C02 5-j	12.670	SLU fond., Vmin	4	3	(.33)	0.489	0.117	0.42	0.149	No int.	0.16	0	0.45	0.898	0.101	0.004	0.005	C02 5-j
C02 7-j	18.168	SLU fond., Mmax	4	3	(.04)	0.282	0.203	0.01	0.274	No int.	0.134	0	0.45	0.898	0.101	0	0	C02 7-j
C02 7-j	18.168	SLU fond., Mmin	4	3	(.35)	0.389	0.409	0.41	0.409	No int.	0.263	0	0.45	0.898	0.101	0.004	0.005	C02 7-j
C02 7-j	18.168	SLU fond., Vmax	4	3	(.23)	0.361	0.502	0.27	0.502	0.361	0.351	0	0.45	0.898	0.101	0.004	0.006	C02 7-j
C02 7-j	18.168	SLU fond., Vmin	4	3	(.28)	0.411	0.054	0.35	0.07	No int.	0.059	0	0.45	0.898	0.101	0.003	0.004	C02 7-j
C03 8-i	18.169	SLU fond., Mmax	4	3	(.03)	0.177	0.137	0	0.167	No int.	0.106	0	0.274	0.898	0.155	0	0	C03 8-i
C03 8-i	18.169	SLU fond., Mmin	4	3	(.32)	0.344	0.25	0.39	0.25	No int.	0.206	0	0.274	0.898	0.155	0.003	0.004	C03 8-i
C03 8-i	18.169	SLU fond., Vmax	4	3	(.21)	0.32	0.306	0.26	0.306	No int.	0.274	0	0.274	0.898	0.155	0.003	0.005	C03 8-i
C03 8-i	18.169	SLU fond., Vmin	4	3	(.25)	0.367	0.038	0.33	0.045	No int.	0.04	0	0.274	0.898	0.155	0.001	0.002	C03 8-i
C03 9-j	23.669	SLU fond., Mmax	4	3	(.14)	0.246	0.222	0.18	0.265	No int.	0.144	0	0.274	0.898	0.155	0.001	0.001	C03 9-j
C03 9-j	23.669	SLU fond., Mmin	4	3	(.16)	0.168	0.336	0.2	0.375	No int.	0.277	0	0.274	0.898	0.155	0.001	0.002	C03 9-j
C03 9-j	23.669	SLU fond., Vmax	4	3	(.09)	0.1	0.39	0.06	0.451	No int.	0.367	0	0.274	0.898	0.155	0.002	0.003	C03 9-j
C03 9-j	23.669	SLU fond., Vmin	4	3	(.11)	0.166	0.137	0.15	0.167	No int.	0.026	0	0.274	0.898	0.155	0	0	C03 9-j
C03 11-j	29.168	SLU fond., Mmax	3	3	(.35)	0.621	0.352	0.45	0.366	No int.	0.185	0	0.274	0.898	0.155	0.002	0.004	C03 11-j
C03 11-j	29.168	SLU fond., Mmin	3	4	(.09)	0.226	0.445	0.28	0.535	No int.	0.388	0	0.274	0.898	0.155	0.001	0.002	C03 11-j
C03 11-j	29.168	SLU fond., Vmax	3	4	(.23)	0.436	0.512	0.5	0.598	No int.	0.463	0	0.274	0.898	0.155	0.003	0.005	C03 11-j
C03 11-j	29.168	SLU fond., Vmin	3	3	(.13)	0.479	0.255	0.16	0.285	No int.	0.088	0	0.274	0.898	0.155	0	0	C03 11-j
C04 12-i	29.169	SLU fond., Mmax	3	3	(.3)	0.45	0.265	0.39	0.298	No int.	0.169	0	0.251	0.898	0.242	0.002	0.003	C04 12-i
C04 12-i	29.169	SLU fond., Mmin	3	4	(.08)	0.189	0.356	0.23	0.436	No int.	0.363	0	0.251	0.898	0.242	0.001	0.002	C04 12-i
C04 12-i	29.169	SLU fond., Vmax	3	4	(.2)	0.368	0.408	0.41	0.488	No int.	0.436	0	0.251	0.898	0.242	0.002	0.005	C04 12-i
C04 12-i	29.169	SLU fond., Vmin	3	3	(.11)	0.331	0.198	0.14	0.233	No int.	0.078	0	0.251	0.898	0.242	0	0	C04 12-i
C04 13-j	35.168	SLU fond., Mmax	3	4	(.62)	0.906	0.5	1.02	0.5	0.906	0.368	0	0.251	0.898	0.242	0.005	0.01	C04 13-j
C04 13-j	35.168	SLU fond., Mmin	3	3	(.36)	0.656	0.331	0.47	0.331	No int.	0.129	0	0.251	0.898	0.242	0.002	0.004	C04 13-j
C04 13-j	35.168	SLU fond., Vmax	3	4	(.57)	0.837	0.604	0.95	0.62	No int.	0.536	0	0.251	0.898	0.242	0.005	0.01	C04 13-j
C04 13-j	35.168	SLU fond., Vmin	3	3	(.37)	0.699	0.327	0.46	0.327	No int.	0.123	0	0.251	0.898	0.242	0.002	0.003	C04 13-j
C04 14-i	35.169	SLU fond., Mmax	3	4	(.62)	0.906	0.595	1.02	0.595	0.915	0.479	0	0.251	0.898	0.242	0.005	0.01	C04 14-i
C04 14-i	35.169	SLU fond., Mmin	3	3	(.36)	0.656	0.336	0.47	0.336	No int.	0.114	0	0.251	0.898	0.242	0.002	0.004	C04 14-i
C04 14-i	35.169	SLU fond., Vmax	3	4	(.43)	0.672	0.305	0.76	0.335	No int.	0.114	0	0.251	0.898	0.242	0.004	0.007	C04 14-i
C04 14-i	35.169	SLU fond., Vmin	3	3	(.5)	0.771	0.632	0.65	0.632	0.787	0.53	0	0.251	0.898	0.242	0.003	0.006	C04 14-i
C04 15-j	41.168	SLU fond., Mmax	3	4	(.27)	0.46	0.298	0.52	0.35	No int.	0.22	0	0.251	0.898	0.242	0.003	0.006	C04 15-j
C04 15-j	41.168	SLU fond., Mmin	3	3	(.08)	0.25	0.32	0.11	0.385	No int.	0.269	0	0.251	0.898	0.242	0	0.001	C04 15-j
C04 15-j	41.168	SLU fond., Vmax	3	4	(.15)	0.309	0.206	0.35	0.249	No int.	0.079	0	0.251	0.898	0.242	0.002	0.004	C04 15-j
C04 15-j	41.168	SLU fond., Vmin	3	3	(.13)	0.295	0.424	0.17	0.505	No int.	0.437	0	0.251	0.898	0.242	0.001	0.001	C04 15-j
C05 16-i	41.169	SLU fond., Mmax	3	4	(.37)	0.577	0.382	0.65	0.431	No int.	0.232	0	0.274	0.898	0.155	0.004	0.006	C05 16-i
C05 16-i	41.169	SLU fond., Mmin	3	3	(.11)	0.422	0.407	0.15	0.474	No int.	0.283	0	0.274	0.898	0.155	0	0	C05 16-i
C05 16-i	41.169	SLU fond., Vmax	3	4	(.2)	0.394	0.26	0.44	0.307	No int.	0.084	0	0.274	0.898	0.155	0.003	0.004	C05 16-i
C05 16-i	41.169	SLU fond., Vmin	3	3	(.19)	0.506	0.544	0.25	0.619	No int.	0.457	0	0.274	0.898	0.155	0.001	0.001	C05 16-i
C05 17-j	47.469	SLU fond., Mmax	4	4	(.1)	0.238	0.198	0.27	0.238	No int.	0.096	0	0.274	0.898	0.155	0.003	0.005	C05 17-j
C05 17-j	47.469	SLU fond., Mmin	4	3	(.21)	0.322	0.318	0.28	0.381	No int.	0.266	0	0.274	0.898	0.155	0.001	0.002	C05 17-j
C05 17-j	47.469	SLU fond., Vmax	4	3	(.11)	0.239	0.177	0.13	0.177	No int.	0.022	0	0.274	0.898	0.155	0.003	0.005	C05 17-j
C05 17-j	47.469	SLU fond., Vmin	4	3	(.16)	0.255	0.378	0.22	0.456	No int.	0.355	0	0.274	0.898	0.155	0.001	0.001	C05 17-j
C05 19-j	53.768	SLU fond., Mmax	4	3	(.1)	0.31	0.104	0.09	0.125	No int.	0.053	0	0.274	0.898	0.155	0.005	0.009	C05 19-j
C05 19-j	53.768	SLU fond., Mmin	4	3	(.41)	0.516	0.176	0.54	0.201	No int.	0.144	0	0.274	0.898	0.155	0.003	0.006	C05 19-j
C05 19-j	53.768	SLU fond., Vmax	4	3	(.27)	0.517	0.042	0.33	0.042	No int.	0.046	0	0.274	0.898	0.155	0.005	0.008	C05 19-j
C05 19-j	53.768	SLU fond., Vmin	4	3	(.34)	0.516	0.253	0.45	0.296	No int.	0.257	0	0.274	0.898	0.155	0.004	0.006	C05 19-j
C06 20-i	53.769	SLU fond., Mmax	4	1	0.1	(.252)	0.151	0.09	0.206	No int.	0.068	0	0.448	0.898	0.1	0.005	0.007	C06 20-i
C06 20-i	53.769	SLU fond., Mmin	4	1	0.41	(.499)	0.263	0.52	0.333	No int.	0.187	0	0.448	0.898	0.1	0.003	0.004	C06 20-i
C06 20-i	53.769	SLU fond., Vmax	4	1	0.28	(.474)	0.05	0.32	0.066	No int.	0.063	0	0.448	0.898	0.1	0.005	0.007	C06 20-i
C06 20-i	53.769	SLU fond., Vmin	4	1	0.35	(.502)	0.375	0.44	0.486	No int.	0.329	0	0.448	0.898	0.1	0.004	0.005	

S.G.C. E78 "Grosseto-Fano" - Tratto Siena Bettolle (A1) - Adeguamento a 4 corsie del tratto Siena-Ruffolo - Lotto 0
Progetto Definitivo

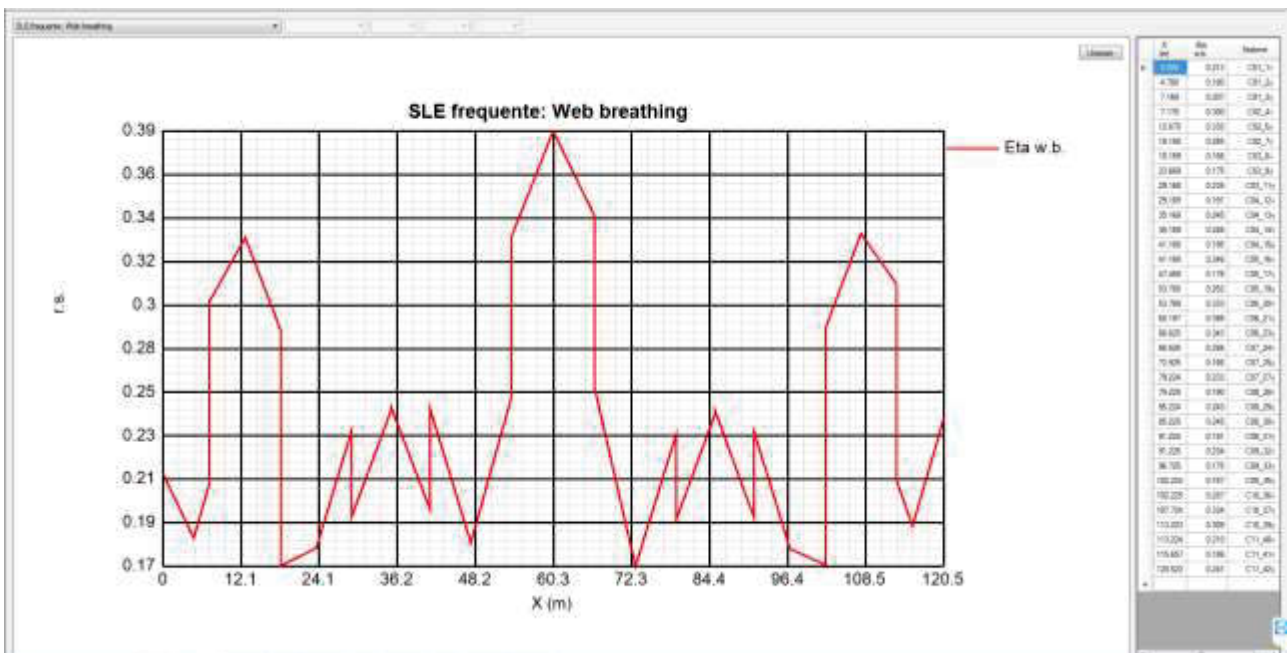
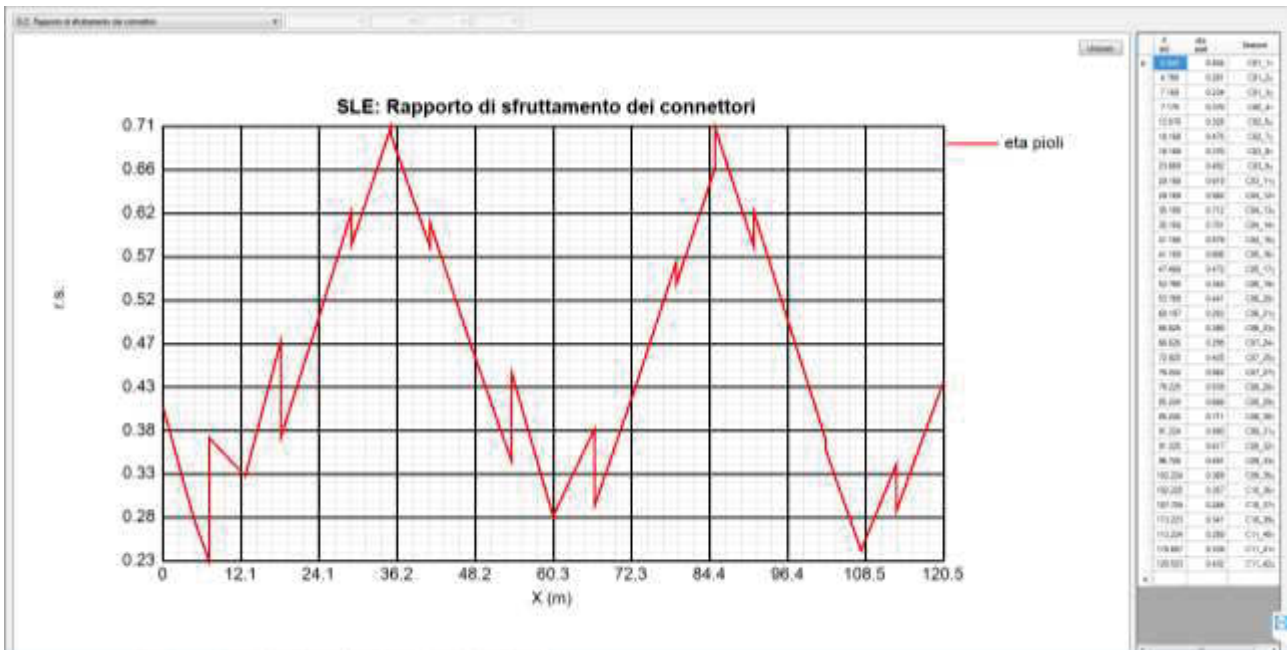
Sezione	X (m)	Combinazione	Classe F1	Classe F3b	MEd/ MR	SigEd /fy	VEd/VRd	MEd/ Mf,Rd	VEd/Vbw, Rd	V/M/N	vEd/(n*P Rd)	Pioli di testata	Stiffeners Longitudinali LTB	Stiffeners verticali LTB	Stiffeners verticali Ist min/Ist	Vertical Stiffeners Sig/(fy/gM 1)	Vertical Stiffeners w/(hw/30 0)	Sezione
C07 24-i	66.626	SLU fond., Mmax	4	3	(.1)	0.309	0.105	0.09	0.127	No int.	0.055	0	0.274	0.898	0.155	0.005	0.009	C07 24-i
C07 24-i	66.626	SLU fond., Mmin	4	3	(.41)	0.515	0.209	0.54	0.24	No int.	0.19	0	0.274	0.898	0.155	0.003	0.006	C07 24-i
C07 24-i	66.626	SLU fond., Vmax	4	3	(.28)	0.518	0.266	0.35	0.266	No int.	0.221	0	0.274	0.898	0.155	0.005	0.008	C07 24-i
C07 24-i	66.626	SLU fond., Vmin	4	3	(.33)	0.503	0.017	0.44	0.02	No int.	0.072	0	0.274	0.898	0.155	0.004	0.006	C07 24-i
C07 25-j	72.925	SLU fond., Mmax	4	4	(.1)	0.24	0.199	0.27	0.24	No int.	0.098	0	0.274	0.898	0.155	0.003	0.005	C07 25-j
C07 25-j	72.925	SLU fond., Mmin	4	3	(.21)	0.321	0.35	0.28	0.42	No int.	0.312	0	0.274	0.898	0.155	0.001	0.002	C07 25-j
C07 25-j	72.925	SLU fond., Vmax	4	3	(.1)	0.237	0.427	0.13	0.427	No int.	0.321	0	0.274	0.898	0.155	0.003	0.005	C07 25-j
C07 25-j	72.925	SLU fond., Vmin	4	3	(.16)	0.256	0.134	0.22	0.162	No int.	0.005	0	0.274	0.898	0.155	0.001	0.001	C07 25-j
C07 27-j	79.224	SLU fond., Mmax	3	4	(.38)	0.579	0.383	0.65	0.432	No int.	0.233	0	0.274	0.898	0.155	0.004	0.006	C07 27-j
C07 27-j	79.224	SLU fond., Mmin	3	3	(.11)	0.425	0.44	0.15	0.512	No int.	0.329	0	0.274	0.898	0.155	0	0	C07 27-j
C07 27-j	79.224	SLU fond., Vmax	3	4	(.26)	0.459	0.51	0.52	0.593	No int.	0.425	0	0.274	0.898	0.155	0.003	0.005	C07 27-j
C07 27-j	79.224	SLU fond., Vmin	3	3	(.13)	0.44	0.256	0.17	0.297	No int.	0.073	0	0.274	0.898	0.155	0	0	C07 27-j
C08 28-i	79.225	SLU fond., Mmax	3	4	(.28)	0.461	0.301	0.52	0.353	No int.	0.223	0	0.251	0.898	0.242	0.003	0.006	C08 28-i
C08 28-i	79.225	SLU fond., Mmin	3	3	(.08)	0.252	0.348	0.11	0.418	No int.	0.315	0	0.251	0.898	0.242	0	0.001	C08 28-i
C08 28-i	79.225	SLU fond., Vmax	3	4	(.19)	0.363	0.404	0.41	0.484	No int.	0.408	0	0.251	0.898	0.242	0.002	0.005	C08 28-i
C08 28-i	79.225	SLU fond., Vmin	3	3	(.09)	0.26	0.202	0.12	0.243	No int.	0.068	0	0.251	0.898	0.242	0	0.001	C08 28-i
C08 29-j	85.224	SLU fond., Mmax	3	4	(.63)	0.907	0.598	1.02	0.598	0.917	0.482	0	0.251	0.898	0.242	0.005	0.01	C08 29-j
C08 29-j	85.224	SLU fond., Mmin	3	3	(.36)	0.658	0.338	0.47	0.338	No int.	0.116	0	0.251	0.898	0.242	0.002	0.004	C08 29-j
C08 29-j	85.224	SLU fond., Vmax	3	4	(.57)	0.84	0.6	0.95	0.614	No int.	0.505	0	0.251	0.898	0.242	0.005	0.01	C08 29-j
C08 29-j	85.224	SLU fond., Vmin	3	3	(.36)	0.658	0.338	0.47	0.338	No int.	0.116	0	0.251	0.898	0.242	0.002	0.004	C08 29-j
C08 30-i	85.225	SLU fond., Mmax	3	4	(.63)	0.907	0.501	1.02	0.501	0.907	0.368	0	0.251	0.898	0.242	0.005	0.01	C08 30-i
C08 30-i	85.225	SLU fond., Mmin	3	3	(.36)	0.658	0.331	0.47	0.331	No int.	0.129	0	0.251	0.898	0.242	0.002	0.004	C08 30-i
C08 30-i	85.225	SLU fond., Vmax	3	3	(.37)	0.701	0.327	0.46	0.327	No int.	0.123	0	0.251	0.898	0.242	0.002	0.003	C08 30-i
C08 30-i	85.225	SLU fond., Vmin	3	4	(.57)	0.839	0.605	0.95	0.619	No int.	0.535	0	0.251	0.898	0.242	0.005	0.01	C08 30-i
C08 31-j	91.224	SLU fond., Mmax	3	3	(.3)	0.45	0.266	0.39	0.299	No int.	0.169	0	0.251	0.898	0.242	0.002	0.003	C08 31-j
C08 31-j	91.224	SLU fond., Mmin	3	4	(.08)	0.191	0.307	0.24	0.376	No int.	0.278	0	0.251	0.898	0.242	0.001	0.002	C08 31-j
C08 31-j	91.224	SLU fond., Vmax	3	3	(.11)	0.332	0.199	0.14	0.235	No int.	0.079	0	0.251	0.898	0.242	0	0	C08 31-j
C08 31-j	91.224	SLU fond., Vmin	3	4	(.2)	0.369	0.407	0.42	0.488	No int.	0.435	0	0.251	0.898	0.242	0.002	0.005	C08 31-j
C09 32-i	91.225	SLU fond., Mmax	3	3	(.35)	0.623	0.352	0.45	0.366	No int.	0.185	0	0.274	0.898	0.155	0.002	0.004	C09 32-i
C09 32-i	91.225	SLU fond., Mmin	3	4	(.09)	0.228	0.382	0.29	0.46	No int.	0.298	0	0.274	0.898	0.155	0.001	0.002	C09 32-i
C09 32-i	91.225	SLU fond., Vmax	3	3	(.13)	0.48	0.257	0.17	0.287	No int.	0.09	0	0.274	0.898	0.155	0	0	C09 32-i
C09 32-i	91.225	SLU fond., Vmin	3	4	(.23)	0.438	0.512	0.5	0.597	No int.	0.462	0	0.274	0.898	0.155	0.003	0.005	C09 32-i
C09 33-j	96.725	SLU fond., Mmax	4	3	(.14)	0.246	0.221	0.18	0.265	No int.	0.144	0	0.274	0.898	0.155	0.001	0.001	C09 33-j
C09 33-j	96.725	SLU fond., Mmin	4	3	(.16)	0.169	0.276	0.2	0.308	No int.	0.196	0	0.274	0.898	0.155	0.001	0.002	C09 33-j
C09 33-j	96.725	SLU fond., Vmax	4	3	(.11)	0.166	0.129	0.15	0.156	No int.	0.013	0	0.274	0.898	0.155	0	0	C09 33-j
C09 33-j	96.725	SLU fond., Vmin	4	3	(.09)	0.1	0.39	0.06	0.45	No int.	0.366	0	0.274	0.898	0.155	0.002	0.003	C09 33-j
C09 35-j	102.224	SLU fond., Mmax	4	3	(.03)	0.177	0.136	0	0.166	No int.	0.105	0	0.274	0.898	0.155	0	0	C09 35-j
C09 35-j	102.224	SLU fond., Mmin	4	3	(.32)	0.346	0.163	0.39	0.163	No int.	0.101	0	0.274	0.898	0.155	0.003	0.004	C09 35-j
C09 35-j	102.224	SLU fond., Vmax	4	3	(.25)	0.369	0.016	0.34	0.019	No int.	0.071	0	0.274	0.898	0.155	0.001	0.003	C09 35-j
C09 35-j	102.224	SLU fond., Vmin	4	3	(.21)	0.321	0.305	0.26	0.305	No int.	0.273	0	0.274	0.898	0.155	0.003	0.005	C09 35-j
C10 36-i	102.225	SLU fond., Mmax	4	3	(.04)	0.282	0.203	0.01	0.274	No int.	0.1	0	0.45	0.898	0.101	0	0	C10 36-i
C10 36-i	102.225	SLU fond., Mmin	4	3	(.35)	0.391	0.268	0.41	0.268	No int.	0.096	0	0.45	0.898	0.101	0.004	0.005	C10 36-i
C10 36-i	102.225	SLU fond., Vmax	4	3	(.28)	0.413	0.024	0.35	0.031	No int.	0.073	0	0.45	0.898	0.101	0.003	0.004	C10 36-i
C10 36-i	102.225	SLU fond., Vmin	4	3	(.23)	0.363	0.504	0.27	0.504	0.363	0.264	0	0.45	0.898	0.101	0.004	0.006	C10 36-i
C10 37-j	107.724	SLU fond., Mmax	4	3	(.09)	0.197	0.088	0.12	0.118	No int.	0.069	0	0.45	0.898	0.101	0	0.001	C10 37-j
C10 37-j	107.724	SLU fond., Mmin	4	3	(.4)	0.486	0.142	0.48	0.142	No int.	0.116	0	0.45	0.898	0.101	0.004	0.006	C10 37-j
C10 37-j	107.724	SLU fond., Vmax	4	3	(.34)	0.493	0.164	0.43	0.208	No int.	0.163	0	0.45	0.898	0.101	0.004	0.005	C10 37-j
C10 37-j	107.724	SLU fond., Vmin	4	3	(.3)	0.46	0.271	0.35	0.271	No int.	0.179	0	0.45	0.898	0.101	0.005	0.007	C10 37-j
C10 39-j	113.223	SLU fond., Mmax	4	3	(.11)	0.242	0.048	0.12	0.063	No int.	0.021	0	0.45	0.898	0.101	0	0	C10 39-j
C10 39-j	113.223	SLU fond., Mmin	4	3	(.35)	0.435	0.405	0.41	0.405	No int.	0.222	0	0.45	0.898	0.101	0.004	0.006	C10 39-j
C10 39-j	113.223	SLU fond., Vmax	4	3	(.28)	0.422	0.356	0.36	0.46	No int.	0.261	0	0.45	0.898	0.101	0.003	0.004	C10 39-j
C10 39-j	113.223	SLU fond., Vmin	4	3	(.26)	0.415	0.047	0.31	0.047	No int.	0.099	0	0.45	0.898	0.101	0.004	0.006	C10 39-j
C11 40-i	113.224	SLU fond., Mmax	4	4	(.13)	0.31	0.041	0.34	0.045	No int.	0.018	0	0.347	0.898	0.161	0	0	C11 40-i
C11 40-i	113.224	SLU fond., Mmin	4	4	(.45)	0.498	0.267	0.58	0.288	No int.	0.189	0	0.347	0.898	0.161	0.004	0.006	C11 40-i
C11 40-i	113.224	SLU fond., Vmax	4	4	(.36)	0.599	0.305	0.62	0.328	No int.	0.222	0	0.347	0.898	0.161	0.003	0.006	C11 40-i
C11 40-i	113.224	SLU fond., Vmin	4	4	(.34)	0.476	0.033	3.55	0.033	No int.	0.084	0	0.347	0.898	0.161	0.004	0.007	C11 40-i
C11 41-i	115.657	SLU fond., Mmax	4	4	(.14)	0.3	0.085	0.29	0.094	No int.	0.007	0.704	0.347	0.898	0.161	0	0	C11 41-i
C11 41-i	115.657	SLU fond., Mmin	4	4	(.37)	0.416	0.365	2.94	0.365	No int.	0.222	0.704	0.347	0.898	0.161	0.003	0.005	C11 41-i
C11 41-i	115.657	SLU fond., Vmax	4	4	(.28)	0.473	0.376	0.49	0.409	No int.	0.26	0.704	0.347	0.898	0.161	0.001	0.002	C11 41-i
C11 41-i	115.657	SLU fond., Vmin	4	4	(.28)	0.402	0.035	2.84	0.035	No int.	0.056	0.704	0.347	0.898	0.161	0.003	0.006	C11 41-i
C11 42-j	120.523	SLU fond., Mmax	4	4	(.15)	0.343	0.437	0.72	0.462	No int.	0.242	0.704	0.347	0.898	0.161	0	0	C11 42-j
C11 42-j	120.523	SLU fond., Mmin	4	4	(.18)	0.27	0.388	1.23	0.388	No int.	0.177	0.704	0.347	0.898	0.161	0.002	0.004	C11 42-j
C11 42-j	120.523	SLU fond., Vmax	4	4	(.06)	0.215	0.513	-0.2	0.571	No int.	0.332	0.704	0.347	0.898	0.161	0	0	C11 42-j
C11 42-j	120.523	SLU fond., Vmin	4	4	(.13)	0.154	0.154	1	0.154	No int.	0.017	0.704	0.347	0.898	0.161	0.002	0.003	C11 42-j

10.4.2 SLE caratteristica

Sezione	X (m)	Combinazione	Sig id / Sig amm	vEd / (ksnPRd)	Sezione	X (m)	Combinazione	Sig id / Sig amm	vEd / (ksnPRd)
C01_1-i	0.000	SLS caratt., Mmax	0.256	0.228	C07_24-i	66.626	SLS	0.194	0.069
C01_1-i	0.000	SLS caratt., Mmin	0.238	0.268	C07_24-i	66.626	SLS	0.35	0.252
C01_1-i	0.000	SLS caratt., Vmax	0.128	0.037	C07_24-i	66.626	SLS	0.384	0.295
C01_1-i	0.000	SLS caratt., Vmin	0.295	0.404	C07_24-i	66.626	SLS	0.333	0.103
C01_2-j	4.780	SLS caratt., Mmax	0.219	0.019	C07_25-j	72.925	SLS	0.22	0.121
C01_2-j	4.780	SLS caratt., Mmin	0.301	0.17	C07_25-j	72.925	SLS	0.303	0.412
C01_2-j	4.780	SLS caratt., Vmax	0.276	0.084	C07_25-j	72.925	SLS	0.27	0.425
C01_2-j	4.780	SLS caratt., Vmin	0.336	0.281	C07_25-j	72.925	SLS	0.175	0.003
C01_3-j	7.169	SLS caratt., Mmax	0.224	0.033	C07_27-j	79.224	SLS	0.459	0.299
C01_3-j	7.169	SLS caratt., Mmin	0.338	0.119	C07_27-j	79.224	SLS	0.376	0.429
C01_3-j	7.169	SLS caratt., Vmax	0.324	0.119	C07_27-j	79.224	SLS	0.456	0.562
C01_3-j	7.169	SLS caratt., Vmin	0.399	0.234	C07_27-j	79.224	SLS	0.335	0.084
C02_4-i	7.170	SLS caratt., Mmax	0.173	0.053	C08_28-i	79.225	SLS	0.363	0.286
C02_4-i	7.170	SLS caratt., Mmin	0.315	0.184	C08_28-i	79.225	SLS	0.272	0.411
C02_4-i	7.170	SLS caratt., Vmax	0.297	0.189	C08_28-i	79.225	SLS	0.358	0.539
C02_4-i	7.170	SLS caratt., Vmin	0.309	0.37	C08_28-i	79.225	SLS	0.215	0.079
C02_5-j	12.670	SLS caratt., Mmax	0.164	0.134	C08_29-j	85.224	SLS	0.674	0.631
C02_5-j	12.670	SLS caratt., Mmin	0.347	0.004	C08_29-j	85.224	SLS	0.475	0.139
C02_5-j	12.670	SLS caratt., Vmax	0.339	0.328	C08_29-j	85.224	SLS	0.641	0.666
C02_5-j	12.670	SLS caratt., Vmin	0.328	0.206	C08_29-j	85.224	SLS	0.475	0.139
C02_7-j	18.168	SLS caratt., Mmax	0.235	0.185	C08_30-j	85.225	SLS	0.652	0.482
C02_7-j	18.168	SLS caratt., Mmin	0.314	0.358	C08_30-j	85.225	SLS	0.475	0.165
C02_7-j	18.168	SLS caratt., Vmax	0.319	0.475	C08_30-j	85.225	SLS	0.501	0.159
C02_7-j	18.168	SLS caratt., Vmin	0.27	0.075	C08_30-j	85.225	SLS	0.642	0.711
C03_8-i	18.169	SLS caratt., Mmax	0.145	0.146	C08_31-j	91.224	SLS	0.339	0.222
C03_8-i	18.169	SLS caratt., Mmin	0.273	0.281	C08_31-j	91.224	SLS	0.259	0.369
C03_8-i	18.169	SLS caratt., Vmax	0.277	0.37	C08_31-j	91.224	SLS	0.253	0.102
C03_8-i	18.169	SLS caratt., Vmin	0.242	0.051	C08_31-j	91.224	SLS	0.36	0.58
C03_9-j	23.669	SLS caratt., Mmax	0.203	0.191	C09_32-j	91.225	SLS	0.458	0.242
C03_9-j	23.669	SLS caratt., Mmin	0.232	0.371	C09_32-j	91.225	SLS	0.319	0.396
C03_9-j	23.669	SLS caratt., Vmax	0.273	0.492	C09_32-j	91.225	SLS	0.353	0.117
C03_9-j	23.669	SLS caratt., Vmin	0.139	0.034	C09_32-j	91.225	SLS	0.439	0.617
C03_11-j	29.168	SLS caratt., Mmax	0.457	0.242	C09_33-j	96.725	SLS	0.203	0.191
C03_11-j	29.168	SLS caratt., Mmin	0.351	0.517	C09_33-j	96.725	SLS	0.195	0.262
C03_11-j	29.168	SLS caratt., Vmax	0.439	0.619	C09_33-j	96.725	SLS	0.136	0.016
C03_11-j	29.168	SLS caratt., Vmin	0.351	0.114	C09_33-j	96.725	SLS	0.272	0.491
C04_12-i	29.169	SLS caratt., Mmax	0.338	0.221	C09_35-j	102.224	SLS	0.145	0.145
C04_12-i	29.169	SLS caratt., Mmin	0.284	0.484	C09_35-j	102.224	SLS	0.255	0.138
C04_12-i	29.169	SLS caratt., Vmax	0.36	0.582	C09_35-j	102.224	SLS	0.243	0.093
C04_12-i	29.169	SLS caratt., Vmin	0.253	0.101	C09_35-j	102.224	SLS	0.277	0.369
C04_13-j	35.168	SLS caratt., Mmax	0.651	0.482	C10_36-i	102.225	SLS	0.235	0.137
C04_13-j	35.168	SLS caratt., Mmin	0.474	0.166	C10_36-i	102.225	SLS	0.291	0.131
C04_13-j	35.168	SLS caratt., Vmax	0.641	0.712	C10_36-i	102.225	SLS	0.271	0.096
C04_13-j	35.168	SLS caratt., Vmin	0.499	0.159	C10_36-i	102.225	SLS	0.32	0.357
C04_14-i	35.169	SLS caratt., Mmax	0.673	0.626	C10_37-j	107.724	SLS	0.164	0.1
C04_14-i	35.169	SLS caratt., Mmin	0.473	0.137	C10_37-j	107.724	SLS	0.349	0.152
C04_14-i	35.169	SLS caratt., Vmax	0.474	0.135	C10_37-j	107.724	SLS	0.33	0.213
C04_14-i	35.169	SLS caratt., Vmin	0.612	0.701	C10_37-j	107.724	SLS	0.342	0.246
C04_15-j	41.168	SLS caratt., Mmax	0.361	0.281	C10_39-j	113.223	SLS	0.173	0.039
C04_15-j	41.168	SLS caratt., Mmin	0.258	0.349	C10_39-j	113.223	SLS	0.342	0.292
C04_15-j	41.168	SLS caratt., Vmax	0.249	0.089	C10_39-j	113.223	SLS	0.327	0.341
C04_15-j	41.168	SLS caratt., Vmin	0.327	0.579	C10_39-j	113.223	SLS	0.3	0.142
C05_16-i	41.169	SLS caratt., Mmax	0.457	0.298	C11_40-i	113.224	SLS	0.223	0.034
C05_16-i	41.169	SLS caratt., Mmin	0.363	0.367	C11_40-i	113.224	SLS	0.358	0.248
C05_16-i	41.169	SLS caratt., Vmax	0.319	0.097	C11_40-i	113.224	SLS	0.41	0.289
C05_16-i	41.169	SLS caratt., Vmin	0.452	0.606	C11_40-i	113.224	SLS	0.328	0.121
C05_17-j	47.469	SLS caratt., Mmax	0.219	0.118	C11_41-i	115.657	SLS	0.219	0.02
C05_17-j	47.469	SLS caratt., Mmin	0.287	0.349	C11_41-i	115.657	SLS	0.326	0.292
C05_17-j	47.469	SLS caratt., Vmax	0.183	0.018	C11_41-i	115.657	SLS	0.35	0.339
C05_17-j	47.469	SLS caratt., Vmin	0.296	0.472	C11_41-i	115.657	SLS	0.279	0.084
C05_19-j	53.768	SLS caratt., Mmax	0.195	0.066	C11_42-j	120.523	SLS	0.277	0.31
C05_19-j	53.768	SLS caratt., Mmin	0.344	0.189	C11_42-j	120.523	SLS	0.222	0.228
C05_19-j	53.768	SLS caratt., Vmax	0.367	0.068	C11_42-j	120.523	SLS	0.308	0.432
C05_19-j	53.768	SLS caratt., Vmin	0.359	0.344	C11_42-j	120.523	SLS	0.128	0.034
C06_20-i	53.769	SLS caratt., Mmax	0.161	0.085					
C06_20-i	53.769	SLS caratt., Mmin	0.335	0.246					
C06_20-i	53.769	SLS caratt., Vmax	0.337	0.093					
C06_20-i	53.769	SLS caratt., Vmin	0.364	0.441					
C06_21-j	60.197	SLS caratt., Mmax	0.22	0					
C06_21-j	60.197	SLS caratt., Mmin	0.387	0.044					
C06_21-j	60.197	SLS caratt., Vmax	0.398	0.221					
C06_21-j	60.197	SLS caratt., Vmin	0.399	0.283					
C06_23-j	66.625	SLS caratt., Mmax	0.16	0.086					
C06_23-j	66.625	SLS caratt., Mmin	0.344	0.325					
C06_23-j	66.625	SLS caratt., Vmax	0.368	0.38					
C06_23-j	66.625	SLS caratt., Vmin	0.313	0.138					

10.4.3 SLE frequente – Web Breathing – Rapporto di sfruttamento dei pioli

Relativamente alla verifica di Web Breathing, e quella dei piolo (che risulta maggiormente limitativa allo SLE avendo applicato il coefficiente di riduzione $0.6 < 1/1.5$ alle resistenze) i diagrammi seguenti riportano l'andamento del rapporto di sfruttamento.



10.4.4 Verifiche a fatica

Per quanto concerne le verifiche a fatica si riporta direttamente i risultati in forma tabellare.

S.G.C. E78 "Grosseto-Fano" - Tratto Siena Bettolle (A1) - Adeguamento a 4 corsie del tratto Siena-Ruffolo - Lotto 0
Progetto Definitivo

Sezione	X (m)	Combinazione	Pioli Eta1	Pioli Eta2	Pioli Eta3	Psup	Pinf	Web	Fltop- Fltop	Pinf- Pinf	Web- Psup	Web- Pinf	IrrV- Web	IrrV- Psup	IrrV- Pinf	IrrL1- Web	IrrL2- Web	Barre	Sezione
C01_1-i	0.000	SL fatica., Mmax	0.191	0.004	0.15	0.002	0.004	0.088	0.003	0.006	0.004	0.006	0.006	0.004	0.00	0.000	--	0.324	C01_1-i
C01_1-i	0.000	SL fatica., Mmin	0.191	0.004	0.15	0.002	0.004	0.088	0.003	0.006	0.004	0.006	0.006	0.004	0.00	0.000	--	0.324	C01_1-i
C01_1-i	0.000	SL fatica., Vmax	0.568	0.002	0.438	0.001	0.001	0.261	0.001	0.001	0.002	0.002	0.001	0.001	0.00	0.000	--	0.308	C01_1-i
C01_1-i	0.000	SL fatica., Vmin	0.568	0.002	0.438	0.001	0.001	0.261	0.001	0.001	0.002	0.002	0.001	0.001	0.00	0.000	--	0.308	C01_1-i
C01_2-j	4.780	SL fatica., Mmax	0.29	0.129	0.322	0.083	0.390	0.132	0.115	0.595	0.135	0.670	0.594	0.120	0.59	0.237	--	0.376	C01_2-j
C01_2-j	4.780	SL fatica., Mmin	0.29	0.129	0.322	0.083	0.390	0.132	0.115	0.595	0.135	0.670	0.594	0.120	0.59	0.237	--	0.376	C01_2-j
C01_2-j	4.780	SL fatica., Vmax	0.466	0.023	0.377	0.015	0.091	0.212	0.021	0.139	0.024	0.157	0.139	0.021	0.13	0.062	--	0.012	C01_2-j
C01_2-j	4.780	SL fatica., Vmin	0.466	0.023	0.377	0.015	0.091	0.212	0.021	0.139	0.024	0.157	0.139	0.021	0.13	0.062	--	0.012	C01_2-j
C01_3-j	7.169	SL fatica., Mmax	0.237	0.217	0.35	0.139	0.542	0.108	0.193	0.826	0.230	0.929	0.825	0.204	0.82	0.297	--	0.409	C01_3-j
C01_3-j	7.169	SL fatica., Mmin	0.237	0.217	0.35	0.139	0.542	0.108	0.193	0.826	0.230	0.929	0.825	0.204	0.82	0.297	--	0.409	C01_3-j
C01_3-j	7.169	SL fatica., Vmax	0.468	0.024	0.378	0.015	0.099	0.212	0.021	0.151	0.024	0.170	0.151	0.022	0.15	0.068	--	0.013	C01_3-j
C01_3-j	7.169	SL fatica., Vmin	0.468	0.024	0.378	0.015	0.099	0.212	0.021	0.151	0.024	0.170	0.151	0.022	0.15	0.068	--	0.013	C01_3-j
C02_4-i	7.170	SL fatica., Mmax	0.367	0.203	0.439	0.130	0.362	0.122	0.188	0.599	0.216	0.611	0.543	0.192	0.54	0.149	--	0.259	C02_4-i
C02_4-i	7.170	SL fatica., Mmin	0.367	0.203	0.439	0.130	0.362	0.122	0.188	0.599	0.216	0.611	0.543	0.192	0.54	0.149	--	0.259	C02_4-i
C02_4-i	7.170	SL fatica., Vmax	0.734	0.024	0.583	0.016	0.066	0.244	0.022	0.109	0.025	0.112	0.100	0.022	0.10	0.038	--	0.011	C02_4-i
C02_4-i	7.170	SL fatica., Vmin	0.734	0.024	0.583	0.016	0.066	0.244	0.022	0.109	0.025	0.112	0.100	0.022	0.10	0.038	--	0.011	C02_4-i
C02_5-j	12.670	SL fatica., Mmax	0.175	0.436	0.47	0.279	0.524	0.058	0.402	0.867	0.470	0.880	0.781	0.417	0.78	0.094	--	0.344	C02_5-j
C02_5-j	12.670	SL fatica., Mmin	0.175	0.436	0.47	0.279	0.524	0.058	0.402	0.867	0.470	0.880	0.781	0.417	0.78	0.094	--	0.344	C02_5-j
C02_5-j	12.670	SL fatica., Vmax	0.773	0.021	0.611	0.014	0.059	0.256	0.020	0.098	0.022	0.101	0.089	0.019	0.08	0.035	--	0.01	C02_5-j
C02_5-j	12.670	SL fatica., Vmin	0.773	0.021	0.611	0.014	0.059	0.256	0.020	0.098	0.022	0.101	0.089	0.019	0.08	0.035	--	0.01	C02_5-j
C02_7-j	18.168	SL fatica., Mmax	0.357	0.754	0.854	0.482	0.598	0.118	0.695	0.989	0.821	0.996	0.884	0.728	0.88	0.112	--	0.455	C02_7-j
C02_7-j	18.168	SL fatica., Mmin	0.357	0.754	0.854	0.482	0.598	0.118	0.695	0.989	0.821	0.996	0.884	0.728	0.88	0.112	--	0.455	C02_7-j
C02_7-j	18.168	SL fatica., Vmax	0.828	0.016	0.649	0.010	0.044	0.274	0.014	0.073	0.016	0.075	0.066	0.014	0.06	0.026	--	0.007	C02_7-j
C02_7-j	18.168	SL fatica., Vmin	0.828	0.016	0.649	0.010	0.044	0.274	0.014	0.073	0.016	0.075	0.066	0.014	0.06	0.026	--	0.007	C02_7-j
C03_8-i	18.169	SL fatica., Mmax	0.274	0.432	0.544	0.277	0.560	0.100	0.368	0.926	0.465	0.941	0.835	0.413	0.83	0.129	0.549	0.209	C03_8-i
C03_8-i	18.169	SL fatica., Mmin	0.274	0.432	0.544	0.277	0.560	0.100	0.368	0.926	0.465	0.941	0.835	0.413	0.83	0.129	0.549	0.209	C03_8-i
C03_8-i	18.169	SL fatica., Vmax	0.634	0.013	0.498	0.009	0.043	0.231	0.011	0.071	0.014	0.073	0.065	0.012	0.06	0.027	0.053	0.007	C03_8-i
C03_8-i	18.169	SL fatica., Vmin	0.634	0.013	0.498	0.009	0.043	0.231	0.011	0.071	0.014	0.073	0.065	0.012	0.06	0.027	0.053	0.007	C03_8-i
C03_9-j	23.669	SL fatica., Mmax	0.307	0.604	0.701	0.387	0.543	0.112	0.513	0.899	0.656	0.907	0.805	0.582	0.80	0.033	0.434	0.266	C03_9-j
C03_9-j	23.669	SL fatica., Mmin	0.307	0.604	0.701	0.387	0.543	0.112	0.513	0.899	0.656	0.907	0.805	0.582	0.80	0.033	0.434	0.266	C03_9-j
C03_9-j	23.669	SL fatica., Vmax	0.689	0.044	0.564	0.028	0.042	0.251	0.037	0.069	0.047	0.070	0.062	0.042	0.06	0.000	0.035	0.052	C03_9-j
C03_9-j	23.669	SL fatica., Vmin	0.689	0.044	0.564	0.028	0.042	0.251	0.037	0.069	0.047	0.070	0.062	0.042	0.06	0.000	0.035	0.052	C03_9-j
C03_11-j	29.168	SL fatica., Mmax	0.387	0.52	0.698	0.333	0.434	0.141	0.442	0.717	0.566	0.723	0.642	0.502	0.64	0.059	0.326	0.214	C03_11-j
C03_11-j	29.168	SL fatica., Mmin	0.387	0.52	0.698	0.333	0.434	0.141	0.442	0.717	0.566	0.723	0.642	0.502	0.64	0.059	0.326	0.214	C03_11-j
C03_11-j	29.168	SL fatica., Vmax	0.756	0.081	0.644	0.052	0.068	0.275	0.069	0.112	0.089	0.113	0.100	0.079	0.10	0.009	0.051	0.035	C03_11-j
C03_11-j	29.168	SL fatica., Vmin	0.756	0.081	0.644	0.052	0.068	0.275	0.069	0.112	0.089	0.113	0.100	0.079	0.10	0.009	0.051	0.035	C03_11-j
C04_12-i	29.169	SL fatica., Mmax	0.365	0.43	0.611	0.275	0.375	0.115	0.420	0.641	0.462	0.621	0.551	0.410	0.55	0.293	--	0.186	C04_12-i
C04_12-i	29.169	SL fatica., Mmin	0.365	0.43	0.611	0.275	0.375	0.115	0.420	0.641	0.462	0.621	0.551	0.410	0.55	0.293	--	0.186	C04_12-i
C04_12-i	29.169	SL fatica., Vmax	0.721	0.068	0.607	0.043	0.059	0.226	0.066	0.101	0.073	0.098	0.087	0.064	0.08	0.046	--	0.031	C04_12-i
C04_12-i	29.169	SL fatica., Vmin	0.721	0.068	0.607	0.043	0.059	0.226	0.066	0.101	0.073	0.098	0.087	0.064	0.08	0.046	--	0.031	C04_12-i
C04_13-j	35.168	SL fatica., Mmax	0.246	0.383	0.484	0.245	0.335	0.077	0.374	0.571	0.411	0.553	0.491	0.365	0.49	0.261	--	0.159	C04_13-j
C04_13-j	35.168	SL fatica., Mmin	0.246	0.383	0.484	0.245	0.335	0.077	0.374	0.571	0.411	0.553	0.491	0.365	0.49	0.261	--	0.159	C04_13-j
C04_13-j	35.168	SL fatica., Vmax	0.754	0.195	0.73	0.125	0.170	0.237	0.190	0.290	0.209	0.281	0.250	0.186	0.25	0.133	--	0.082	C04_13-j
C04_13-j	35.168	SL fatica., Vmin	0.754	0.195	0.73	0.125	0.170	0.237	0.190	0.290	0.209	0.281	0.250	0.186	0.25	0.133	--	0.082	C04_13-j
C04_14-i	35.169	SL fatica., Mmax	0.612	0.384	0.766	0.246	0.335	0.192	0.375	0.572	0.412	0.554	0.492	0.366	0.49	0.262	--	0.159	C04_14-i
C04_14-i	35.169	SL fatica., Mmin	0.612	0.384	0.766	0.246	0.335	0.192	0.375	0.572	0.412	0.554	0.492	0.366	0.49	0.262	--	0.159	C04_14-i
C04_14-i	35.169	SL fatica., Vmax	0.823	0.198	0.786	0.127	0.173	0.258	0.194	0.296	0.213	0.286	0.254	0.189	0.25	0.135	--	0.083	C04_14-i
C04_14-i	35.169	SL fatica., Vmin	0.823	0.198	0.786	0.127	0.173	0.258	0.194	0.296	0.213	0.286	0.254	0.189	0.25	0.135	--	0.083	C04_14-i
C04_15-j	41.168	SL fatica., Mmax	0.168	0.318	0.374	0.204	0.278	0.053	0.311	0.474	0.342	0.460	0.408	0.303	0.40	0.217	--	0.138	C04_15-j
C04_15-j	41.168	SL fatica., Mmin	0.168	0.318	0.374	0.204	0.278	0.053	0.311	0.474	0.342	0.460	0.408	0.303	0.40	0.217	--	0.138	C04_15-j
C04_15-j	41.168	SL fatica., Vmax	0.779	0.051	0.638	0.033	0.044	0.245	0.050	0.076	0.055	0.073	0.065	0.048	0.06	0.035	--	0.023	C04_15-j
C04_15-j	41.168	SL fatica., Vmin	0.779	0.051	0.638	0.033	0.044	0.245	0.050	0.076	0.055	0.073	0.065	0.048	0.06	0.035	--	0.023	C04_15-j
C05_16-i	41.169	SL fatica., Mmax	0.175	0.6	0.596	0.384	0.340	0.064	0.553	0.562	0.657	0.560	0.583	0.583	0.49	0.211	0.152	0.255	C05_16-i
C05_16-i	41.169	SL fatica., Mmin	0.175	0.6	0.596	0.384	0.340	0.064	0.553	0.562	0.657	0.560	0.583	0.583	0.49	0.211	0.152	0.255	C05_16-i
C05_16-i	41.169	SL fatica., Vmax	0.81	0.095	0.697	0.061	0.054	0.296	0.088	0.089	0.104	0.089	0.093	0.093	0.07	0.034	0.024	0.043	C05_16-i
C05_16-i	41.169	SL fatica., Vmin	0.81	0.095	0.697	0.061	0.054	0.296	0.088	0.089	0.104	0.089	0.093	0.093	0.07	0.034	0.024	0.043	C05_16-i
C05_17-j	47.469	SL fatica., Mmax	0.265	0.879	0.88	0.563	0.497	0.097	0.810	0.823	0.963	0.819	0.854	0.854	0.72	0.310	0.223	0.401	C05_17-j
C05_17-j	47.469	SL fatica., Mmin	0.265	0.879	0.88	0.563	0.497	0.097	0.810	0.823	0.963	0.819	0.854	0.854	0.72	0.310	0.223	0.401	C05_17-j
C05_17-j	47.469	SL fatica., Vmax	0.742	0.002	0.572	0.001	0.001	0.271	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.00	0.001	0.001	0.001	C05_17-j
C05_17-j	47.469	SL fatica., Vmin	0.742	0.002	0.572	0.001	0.001	0.271	0.002	0.002									

Sezione	X (m)	Combinazione	Pioli Eta1	Pioli Eta2	Pioli Eta3	Psup	Pinf	Web	FItop- FItop	Pinf- Pinf	Web- Psup	Web- Pinf	IrrV- Web	IrrV- Psup	IrrV- Pinf	IrrL1- Web	IrrL2- Web	Barre	Sezione
C07_24-i	66.626	SL fatica., Mmax	0.306	0.797	0.848	0.510	0.591	0.112	0.735	0.978	0.869	0.982	0.872	0.771	0.87	0.156	0.397	0.4	C07_24-i
C07_24-i	66.626	SL fatica., Mmin	0.306	0.797	0.848	0.510	0.591	0.112	0.735	0.978	0.869	0.982	0.872	0.771	0.87	0.156	0.397	0.4	C07_24-i
C07_24-i	66.626	SL fatica., Vmax	0.61	0.004	0.473	0.003	0.012	0.223	0.004	0.020	0.004	0.020	0.018	0.004	0.01	0.007	0.014	0.002	C07_24-i
C07_24-i	66.626	SL fatica., Vmin	0.61	0.004	0.473	0.003	0.012	0.223	0.004	0.020	0.004	0.020	0.018	0.004	0.01	0.007	0.014	0.002	C07_24-i
C07_25-j	72.925	SL fatica., Mmax	0.39	0.879	0.976	0.562	0.497	0.143	0.810	0.822	0.962	0.819	0.854	0.854	0.72	0.310	0.223	0.401	C07_25-j
C07_25-j	72.925	SL fatica., Mmin	0.39	0.879	0.976	0.562	0.497	0.143	0.810	0.822	0.962	0.819	0.854	0.854	0.72	0.310	0.223	0.401	C07_25-j
C07_25-j	72.925	SL fatica., Vmax	0.598	0.005	0.464	0.003	0.003	0.219	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.00	0.002	0.001	0.003	C07_25-j
C07_25-j	72.925	SL fatica., Vmin	0.598	0.005	0.464	0.003	0.003	0.219	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.00	0.002	0.001	0.003	C07_25-j	
C07_27-j	79.224	SL fatica., Mmax	0.299	0.599	0.691	0.384	0.339	0.109	0.553	0.561	0.656	0.559	0.582	0.582	0.49	0.211	0.152	0.255	C07_27-j
C07_27-j	79.224	SL fatica., Mmin	0.299	0.599	0.691	0.384	0.339	0.109	0.553	0.561	0.656	0.559	0.582	0.582	0.49	0.211	0.152	0.255	C07_27-j
C07_27-j	79.224	SL fatica., Vmax	0.625	0.092	0.552	0.059	0.052	0.229	0.085	0.086	0.101	0.086	0.089	0.089	0.07	0.032	0.023	0.041	C07_27-j
C07_27-j	79.224	SL fatica., Vmin	0.625	0.092	0.552	0.059	0.052	0.229	0.085	0.086	0.101	0.086	0.089	0.089	0.07	0.032	0.023	0.041	C07_27-j
C08_28-i	79.225	SL fatica., Mmax	0.287	0.318	0.465	0.203	0.277	0.090	0.310	0.473	0.341	0.459	0.407	0.303	0.40	0.217	--	0.137	C08_28-i
C08_28-i	79.225	SL fatica., Mmin	0.287	0.318	0.465	0.203	0.277	0.090	0.310	0.473	0.341	0.459	0.407	0.303	0.40	0.217	--	0.137	C08_28-i
C08_28-i	79.225	SL fatica., Vmax	0.601	0.049	0.5	0.031	0.043	0.189	0.048	0.073	0.052	0.070	0.062	0.046	0.06	0.033	--	0.022	C08_28-i
C08_28-i	79.225	SL fatica., Vmin	0.601	0.049	0.5	0.031	0.043	0.189	0.048	0.073	0.052	0.070	0.062	0.046	0.06	0.033	--	0.022	C08_28-i
C08_29-j	85.224	SL fatica., Mmax	0.612	0.383	0.765	0.245	0.334	0.192	0.374	0.570	0.411	0.553	0.490	0.365	0.49	0.261	--	0.158	C08_29-j
C08_29-j	85.224	SL fatica., Mmin	0.612	0.383	0.765	0.245	0.334	0.192	0.374	0.570	0.411	0.553	0.490	0.365	0.49	0.261	--	0.158	C08_29-j
C08_29-j	85.224	SL fatica., Vmax	0.652	0.197	0.653	0.126	0.172	0.205	0.192	0.294	0.212	0.285	0.253	0.188	0.25	0.135	--	0.083	C08_29-j
C08_29-j	85.224	SL fatica., Vmin	0.652	0.197	0.653	0.126	0.172	0.205	0.192	0.294	0.212	0.285	0.253	0.188	0.25	0.135	--	0.083	C08_29-j
C08_30-i	85.225	SL fatica., Mmax	0.248	0.383	0.485	0.245	0.334	0.078	0.374	0.570	0.411	0.552	0.490	0.364	0.49	0.261	--	0.158	C08_30-i
C08_30-i	85.225	SL fatica., Mmin	0.248	0.383	0.485	0.245	0.334	0.078	0.374	0.570	0.411	0.552	0.490	0.364	0.49	0.261	--	0.158	C08_30-i
C08_30-i	85.225	SL fatica., Vmax	0.754	0.195	0.729	0.125	0.170	0.237	0.190	0.290	0.209	0.281	0.250	0.186	0.25	0.133	--	0.082	C08_30-i
C08_30-i	85.225	SL fatica., Vmin	0.754	0.195	0.729	0.125	0.170	0.237	0.190	0.290	0.209	0.281	0.250	0.186	0.25	0.133	--	0.082	C08_30-i
C08_31-j	91.224	SL fatica., Mmax	0.205	0.429	0.488	0.275	0.375	0.064	0.419	0.639	0.460	0.619	0.550	0.409	0.55	0.293	--	0.185	C08_31-j
C08_31-j	91.224	SL fatica., Mmin	0.205	0.429	0.488	0.275	0.375	0.064	0.419	0.639	0.460	0.619	0.550	0.409	0.55	0.293	--	0.185	C08_31-j
C08_31-j	91.224	SL fatica., Vmax	0.712	0.067	0.599	0.043	0.059	0.223	0.065	0.100	0.072	0.097	0.086	0.064	0.08	0.046	--	0.031	C08_31-j
C08_31-j	91.224	SL fatica., Vmin	0.712	0.067	0.599	0.043	0.059	0.223	0.065	0.100	0.072	0.097	0.086	0.064	0.08	0.046	--	0.031	C08_31-j
C09_32-i	91.225	SL fatica., Mmax	0.215	0.519	0.565	0.332	0.433	0.078	0.479	0.716	0.565	0.722	0.640	0.501	0.64	0.059	0.326	0.213	C09_32-i
C09_32-i	91.225	SL fatica., Mmin	0.215	0.519	0.565	0.332	0.433	0.078	0.479	0.716	0.565	0.722	0.640	0.501	0.64	0.059	0.326	0.213	C09_32-i
C09_32-i	91.225	SL fatica., Vmax	0.746	0.081	0.636	0.052	0.068	0.271	0.075	0.112	0.088	0.113	0.100	0.078	0.10	0.009	0.051	0.035	C09_32-i
C09_32-i	91.225	SL fatica., Vmin	0.746	0.081	0.636	0.052	0.068	0.271	0.075	0.112	0.088	0.113	0.100	0.078	0.10	0.009	0.051	0.035	C09_32-i
C09_33-j	96.725	SL fatica., Mmax	0.089	0.604	0.533	0.387	0.543	0.032	0.557	0.899	0.656	0.908	0.806	0.583	0.80	0.033	0.434	0.266	C09_33-j
C09_33-j	96.725	SL fatica., Mmin	0.089	0.604	0.533	0.387	0.543	0.032	0.557	0.899	0.656	0.908	0.806	0.583	0.80	0.033	0.434	0.266	C09_33-j
C09_33-j	96.725	SL fatica., Vmax	0.713	0.044	0.582	0.028	0.041	0.259	0.040	0.068	0.047	0.069	0.061	0.042	0.06	0.001	0.034	0.052	C09_33-j
C09_33-j	96.725	SL fatica., Vmin	0.713	0.044	0.582	0.028	0.041	0.259	0.040	0.068	0.047	0.069	0.061	0.042	0.06	0.001	0.034	0.052	C09_33-j
C09_35-j	102.224	SL fatica., Mmax	0.012	0.433	0.342	0.277	0.561	0.004	0.399	0.928	0.466	0.943	0.837	0.413	0.83	0.130	0.551	0.209	C09_35-j
C09_35-j	102.224	SL fatica., Mmin	0.012	0.433	0.342	0.277	0.561	0.004	0.399	0.928	0.466	0.943	0.837	0.413	0.83	0.130	0.551	0.209	C09_35-j
C09_35-j	102.224	SL fatica., Vmax	0.697	0.013	0.546	0.009	0.043	0.253	0.012	0.071	0.014	0.072	0.064	0.012	0.06	0.027	0.052	0.007	C09_35-j
C09_35-j	102.224	SL fatica., Vmin	0.697	0.013	0.546	0.009	0.043	0.253	0.012	0.071	0.014	0.072	0.064	0.012	0.06	0.027	0.052	0.007	C09_35-j
C10_36-i	102.225	SL fatica., Mmax	0.012	0.755	0.589	0.483	0.599	0.005	0.696	0.991	0.822	0.998	0.885	0.729	0.88	0.112	--	0.456	C10_36-i
C10_36-i	102.225	SL fatica., Mmin	0.012	0.755	0.589	0.483	0.599	0.005	0.696	0.991	0.822	0.998	0.885	0.729	0.88	0.112	--	0.456	C10_36-i
C10_36-i	102.225	SL fatica., Vmax	0.682	0.016	0.536	0.010	0.044	0.301	0.014	0.073	0.016	0.075	0.066	0.014	0.06	0.026	--	0.007	C10_36-i
C10_36-i	102.225	SL fatica., Vmin	0.682	0.016	0.536	0.010	0.044	0.301	0.014	0.073	0.016	0.075	0.066	0.014	0.06	0.026	--	0.007	C10_36-i
C10_37-j	107.724	SL fatica., Mmax	0.447	0.437	0.68	0.280	0.526	0.197	0.403	0.870	0.471	0.884	0.784	0.418	0.78	0.095	--	0.344	C10_37-j
C10_37-j	107.724	SL fatica., Mmin	0.447	0.437	0.68	0.280	0.526	0.197	0.403	0.870	0.471	0.884	0.784	0.418	0.78	0.095	--	0.344	C10_37-j
C10_37-j	107.724	SL fatica., Vmax	0.681	0.021	0.54	0.014	0.060	0.301	0.020	0.099	0.022	0.101	0.090	0.020	0.09	0.035	--	0.01	C10_37-j
C10_37-j	107.724	SL fatica., Vmin	0.681	0.021	0.54	0.014	0.060	0.301	0.020	0.099	0.022	0.101	0.090	0.020	0.09	0.035	--	0.01	C10_37-j
C10_39-j	113.223	SL fatica., Mmax	0.575	0.204	0.6	0.131	0.366	0.255	0.189	0.605	0.217	0.618	0.548	0.193	0.54	0.151	--	0.259	C10_39-j
C10_39-j	113.223	SL fatica., Mmin	0.575	0.204	0.6	0.131	0.366	0.255	0.189	0.605	0.217	0.618	0.548	0.193	0.54	0.151	--	0.259	C10_39-j
C10_39-j	113.223	SL fatica., Vmax	0.696	0.025	0.554	0.016	0.067	0.308	0.023	0.112	0.026	0.114	0.101	0.023	0.10	0.039	--	0.012	C10_39-j
C10_39-j	113.223	SL fatica., Vmin	0.696	0.025	0.554	0.016	0.067	0.308	0.023	0.112	0.026	0.114	0.101	0.023	0.10	0.039	--	0.012	C10_39-j
C11_40-i	113.224	SL fatica., Mmax	0.488	0.218	0.543	0.140	0.548	0.221	0.194	0.836	0.231	0.940	0.834	0.205	0.83	0.302	--	0.41	C11_40-i
C11_40-i	113.224	SL fatica., Mmin	0.488	0.218	0.543	0.140	0.548	0.221	0.194	0.836	0.231	0.940	0.834	0.205	0.83	0.302	--	0.41	C11_40-i
C11_40-i	113.224	SL fatica., Vmax	0.591	0.024	0.473	0.016	0.100	0.268	0.022	0.153	0.025	0.173	0.153	0.022	0.15	0.069	--	0.013	C11_40-i
C11_40-i	113.224	SL fatica., Vmin	0.591	0.024	0.473	0.016	0.100	0.268	0.022	0.153	0.025	0.173	0.153	0.022	0.15	0.069	--	0.013	C11_40-i
C11_41-i	115.657	SL fatica., Mmax	0.425	0.129	0.426	0.082	0.394	0.193	0.114	0.602	0.134	0.677	0.601	0.119	0.60	0.242	--	0.376	C11_41-i
C11_41-i	115.657	SL fatica., Mmin	0.425	0.129	0.426	0.082	0.394	0.193	0.114	0.602	0.134	0.677	0.601	0.119	0.60	0.242	--	0.376	C11_41-i
C11_41-i	115.657	SL fatica., Vmax	0.599	0.024	0.479	0.015	0.093	0.272	0.021	0.142	0.024	0.160	0.142	0.022	0.14	0.063	--	0.013	C11_41-i

	Taumax (Mpa)	Taumin (Mpa)	t (mm)	z (mm)	fii (Mpa)	Verifica (-)
C1i	-27,6	-85,8	18	9	121,4	OK
C1m	-10,2	-60,3	18	9	85,2	OK
C1j	-1,4	-48,7	18	9	68,9	OK
C2i	0,3	-57,2	15	8	75,8	OK
C2m	29,7	-25,8	15	8	39,4	OK
C2j	60,1	4,0	15	8	79,7	OK
C3i	50,6	4,6	18	9	71,5	OK
C3m	75,7	25,0	18	9	107,1	OK
C3j	101,4	44,4	18	9	143,4	OK
C4ai	83,6	36,6	22	11	118,3	OK
C4am	95,2	44,9	22	11	134,7	OK
C4aj	106,8	55,2	22	11	151,1	OK
C4bi	-58,5	-112,1	22	11	158,6	OK
C4bm	-51,1	-100,9	22	11	142,7	OK
C4bj	-41,1	-89,6	22	11	126,7	OK
C5i	-49,9	-108,6	18	9	153,6	OK
C5m	-28,3	-80,1	18	9	113,3	OK
C5j	-5,9	-52,2	18	9	73,8	OK
C6i	-6,6	-62,4	15	8	82,8	OK
C6m	23,8	-29,0	15	8	38,5	OK
C6j	57,7	4,2	15	8	76,5	OK
C7i	48,0	3,7	18	9	67,9	OK
C7m	76,7	29,4	18	9	108,5	OK
C7j	106,5	53,8	18	9	150,7	OK
C8ai	88,0	44,5	22	11	124,5	OK
C8am	99,9	54,1	22	11	141,3	OK
C8aj	111,8	58,7	22	11	158,1	OK
C8bi	-55,4	-107,0	22	11	151,3	OK
C8bm	-46,2	-95,3	22	11	134,8	OK
C8bj	-37,0	-83,7	22	11	118,4	OK
C9i	-44,7	-101,2	18	9	143,1	OK
C9m	-23,0	-75,5	18	9	106,8	OK
C9j	0,0	-50,4	18	9	71,2	OK
C10i	0,0	-60,4	15	8	80,1	OK
C10m	30,3	-30,0	15	8	40,2	OK
C10j	62,3	-0,6	15	8	82,6	OK
C11i	51,2	-0,5	18	9	72,5	OK
C11m	63,3	9,9	18	9	89,5	OK
C11j	86,9	27,8	18	9	123,0	OK

11. SOLETTA E ROMPITRATTA

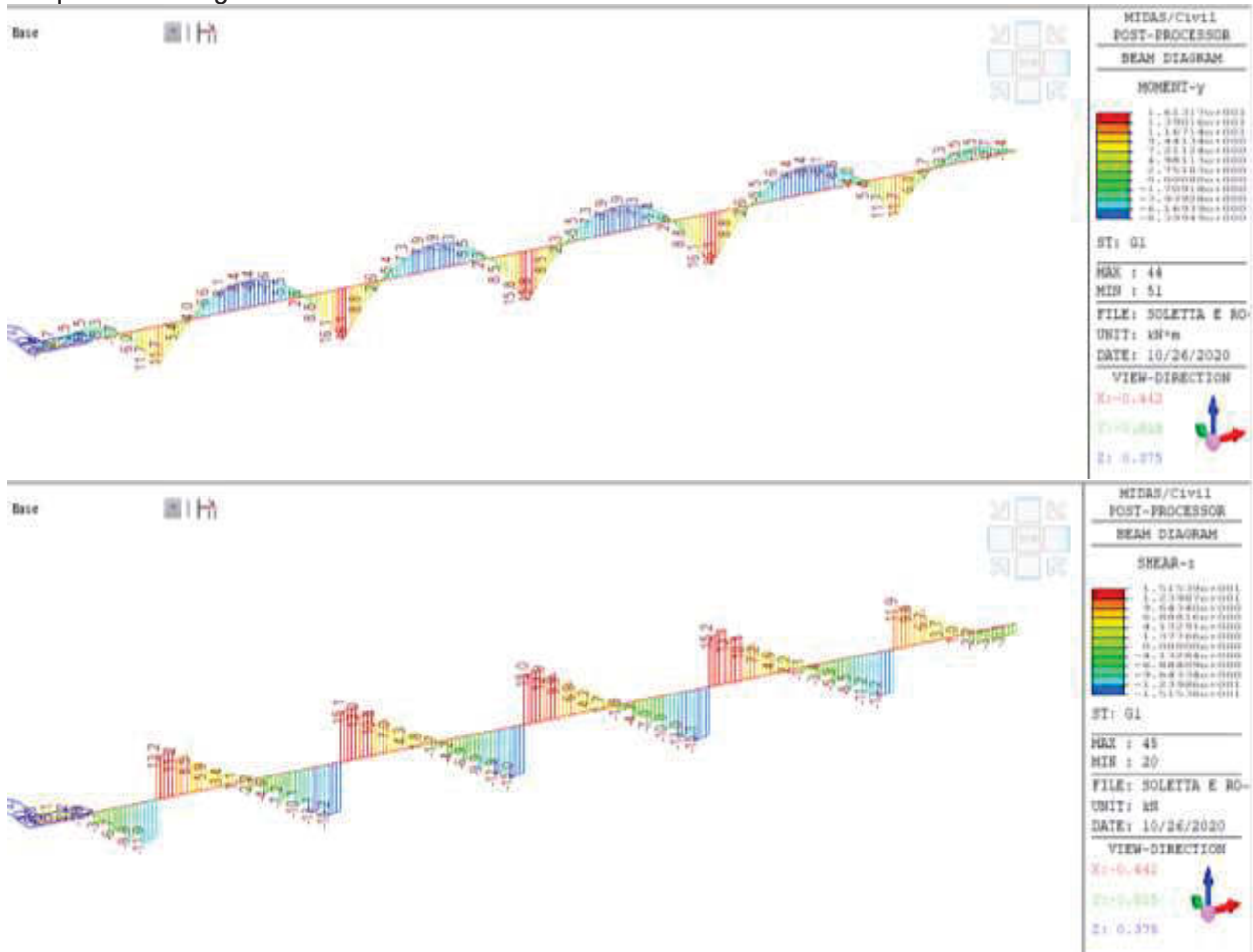
Per lo studio della soletta e del rompi-tratta si utilizza il modello locale descritto nei paragrafi precedenti.

11.1 Analisi del rompitratto

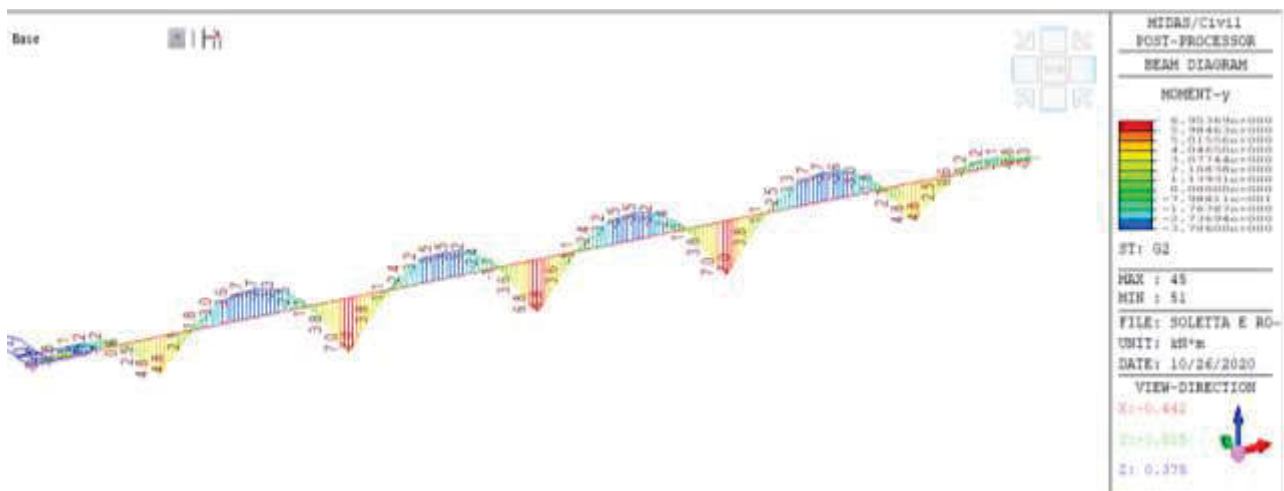
Le verifiche sul rompitratto sono condotte con il software EC4 Ponti con riferimento alla porzione di 6 campate che simulano quelle di bordo e quelle di luce massima.

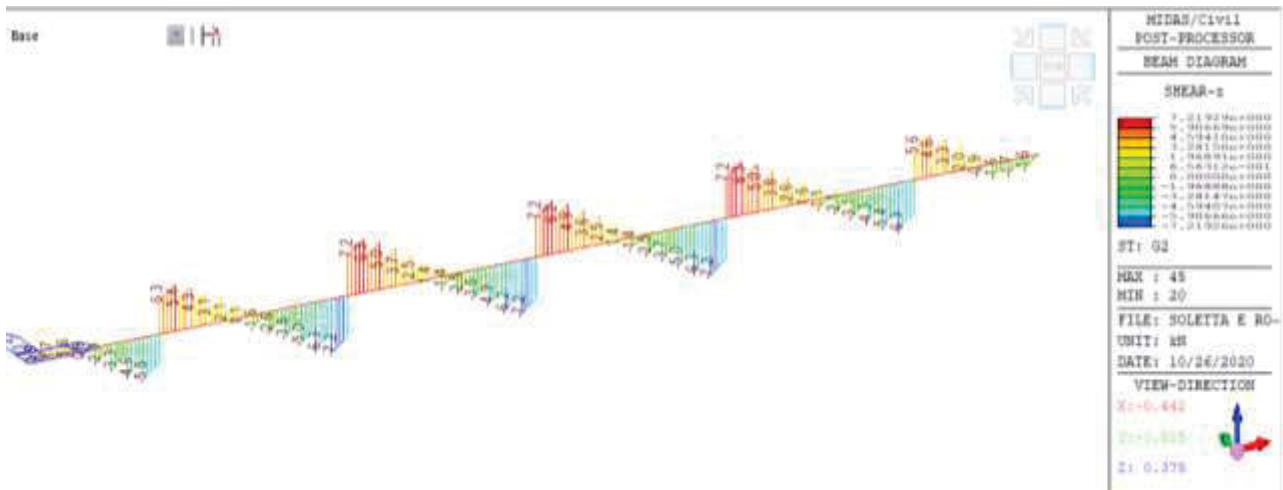
11.1.1 Sollecitazioni nominali

Si riportano i diagrammi delle sollecitazioni nominali estratte dal modello.

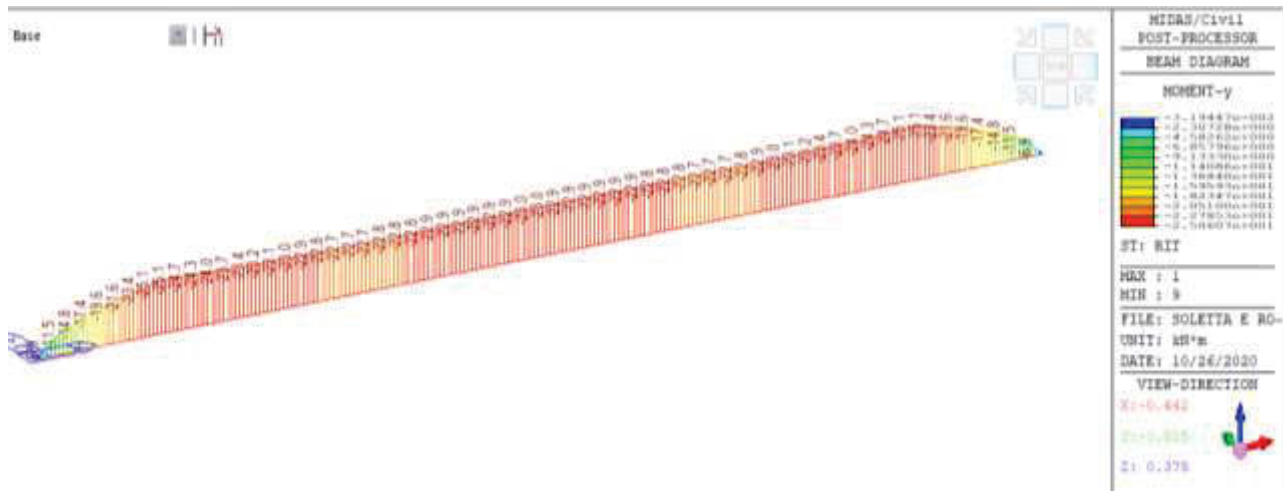


PESO PROPRIO G1

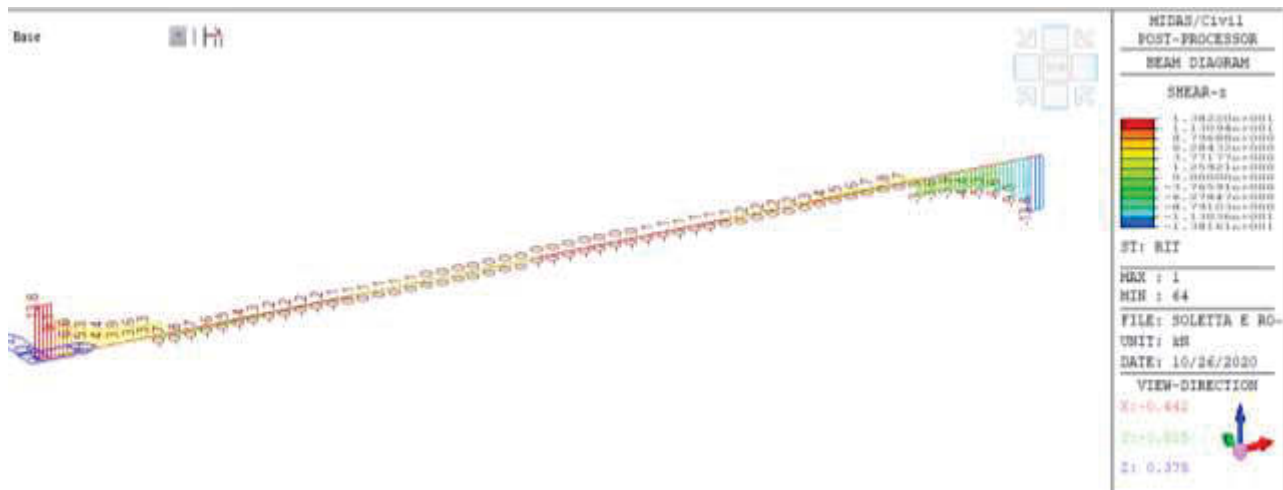


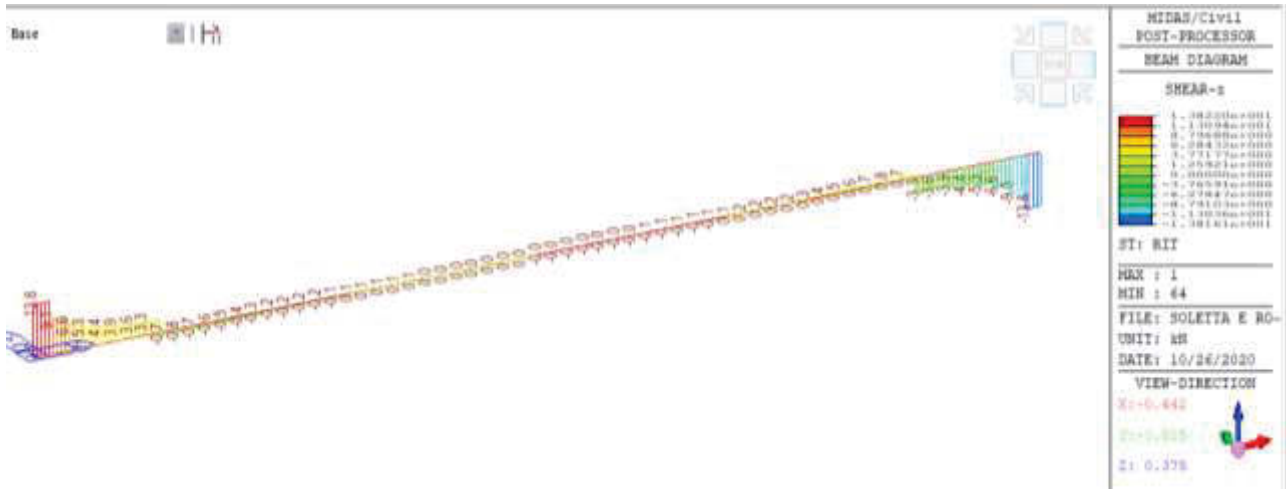
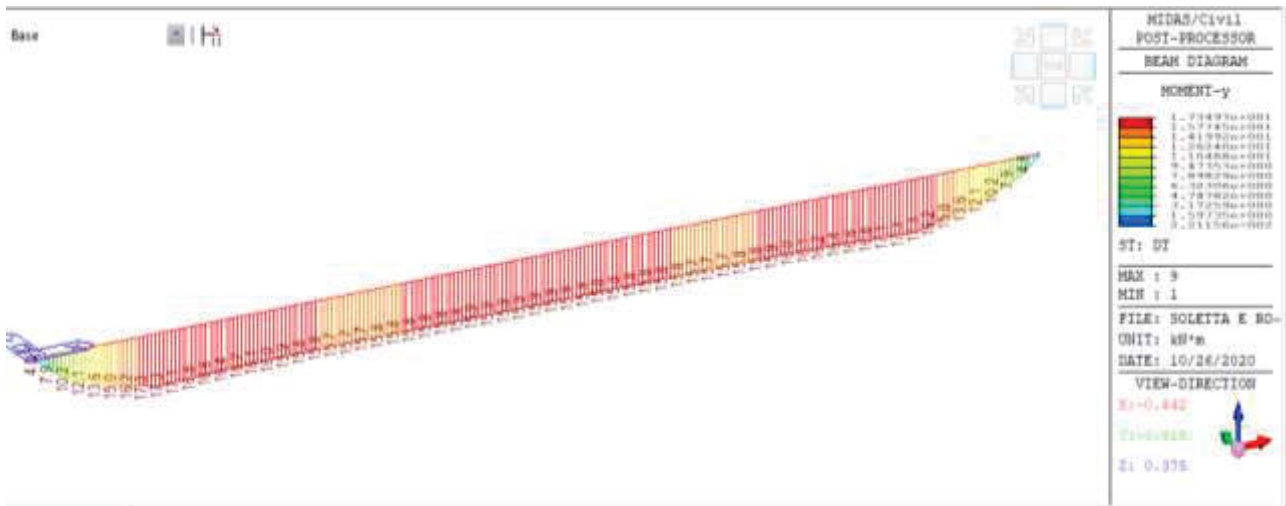


PERMANENTI PORTATI G2

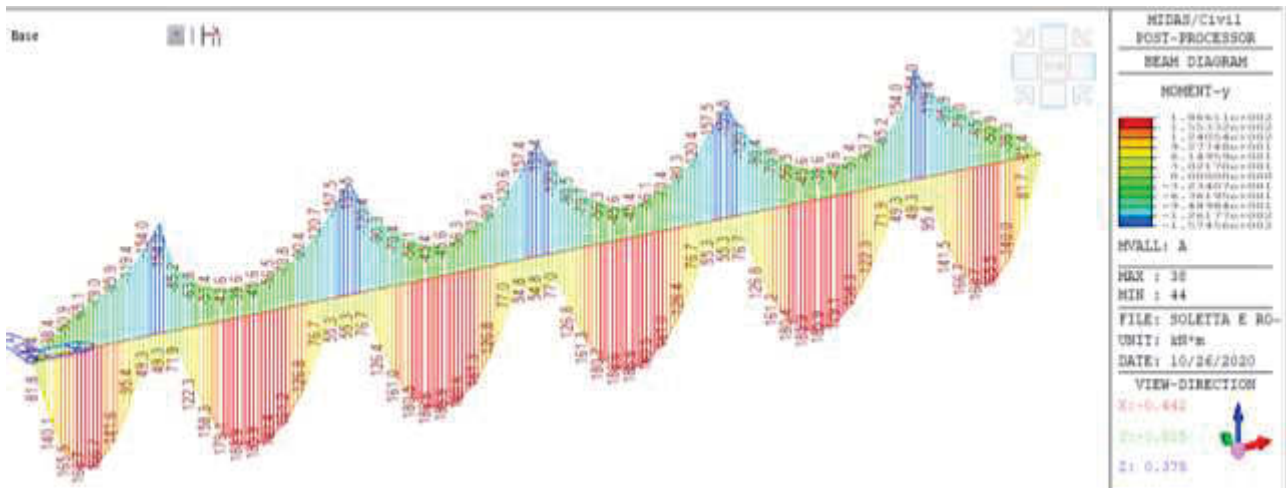


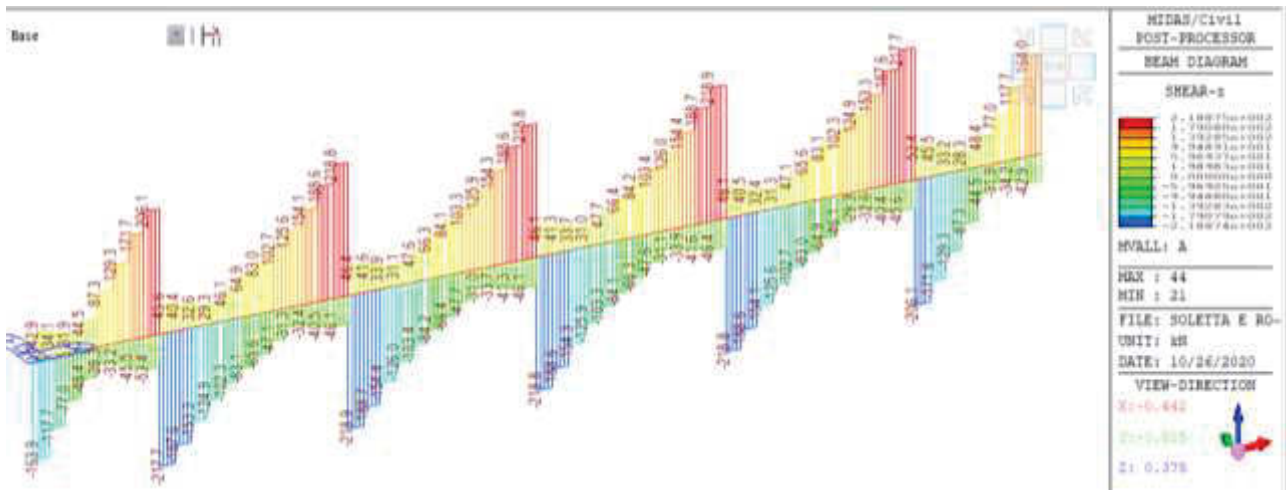
COMPONENTE IPERSTATICA DEL RITIRO: RIT



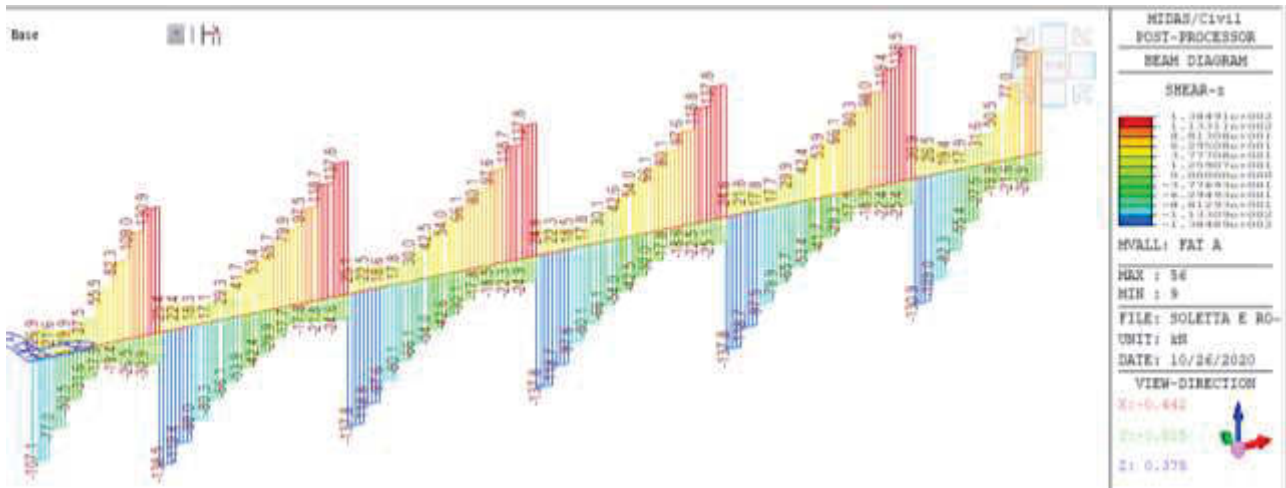
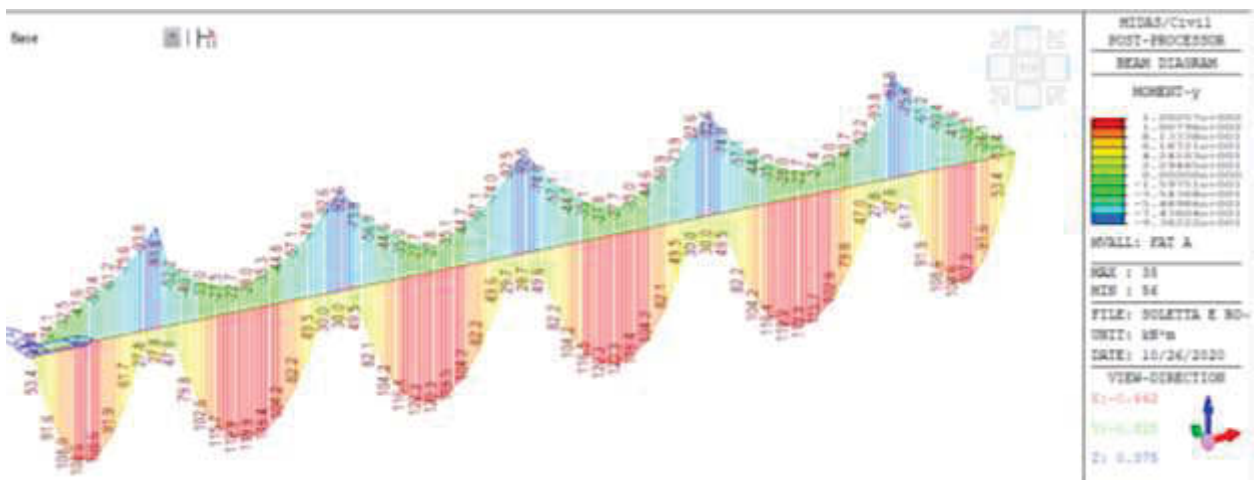


COMPONENTE IPERSTATICA DEL GRADIENTE TERMICO : DT



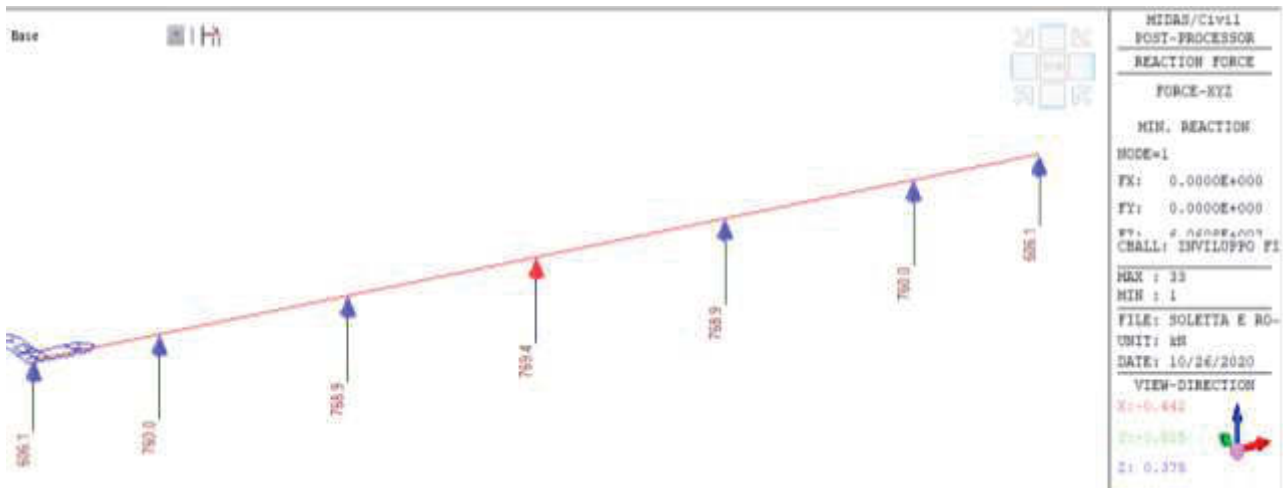


ACCIDENTALI MOBILI: INVILUPPO



ACCIDENTALI PER FATICA: INVILUPPO

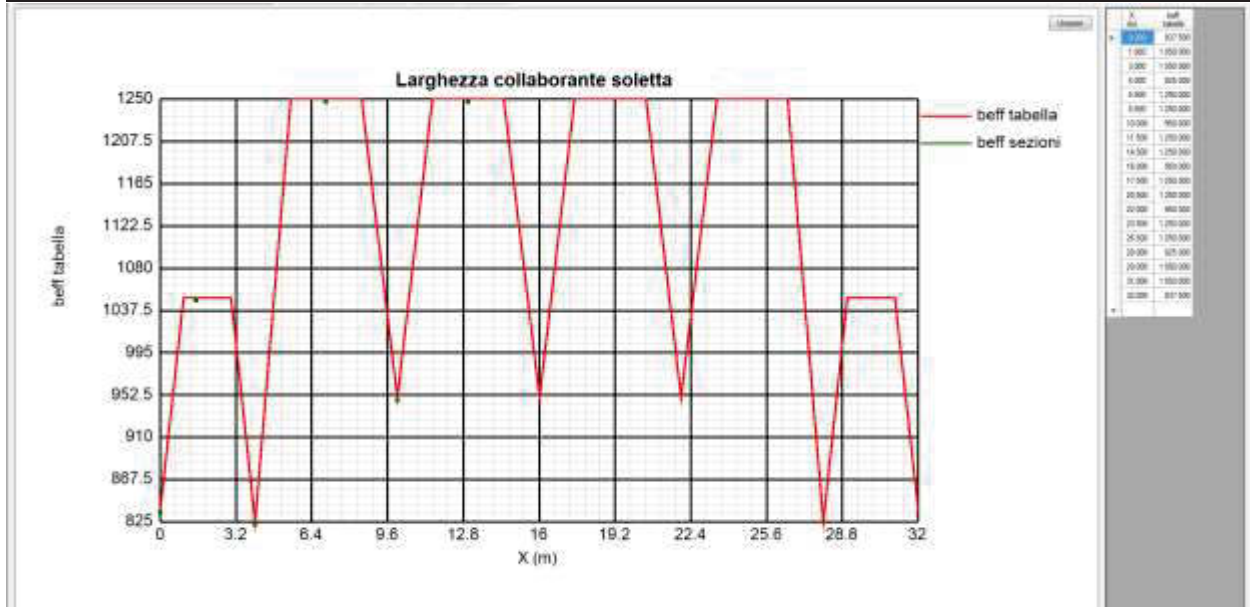
Nella figura che segue si riportano infine le reazioni vincolari massime del rompitratta già in forma di involuppo SLU, che serviranno per la verifica dei traversi.



11.1.2 Caratteristiche geometriche

Nella tabella che segue le caratteristiche delle sezioni.

Sections	X (m)	hs (mm)	bsup (mm)	tsup (mm)	hw (mm)	tw (mm)	binf (mm)	tinf (mm)	tcls (mm)	hcop (mm)	beff (mm)	Fisup (mm)	pbsup (mm)	csup (mm)	Fiinf (mm)	pbinf (mm)	cinf (mm)	d pioli (mm)	h pioli (mm)	n pioli (/m)
R_1-i	0.000	600	300	20	550	15	300	30	20	50	838	16	200	50	16	200	10	22	175	10
R_3-j	1.500	600	300	20	550	15	300	30	20	50	1 050	16	200	50	16	200	10	22	175	10
R_8-j	3.999	600	300	20	550	15	300	30	20	50	825	16	200	50	16	200	10	22	175	10
R_9-i	4.000	600	300	20	550	15	300	30	20	50	825	16	200	50	16	200	10	22	175	10
R_14-j	6.999	600	300	20	550	15	300	30	20	50	1 250	16	200	50	16	200	10	22	175	10
R_15-i	7.000	600	300	20	550	15	300	30	20	50	1 250	16	200	50	16	200	10	22	175	10
R_20-j	9.999	600	300	20	550	15	300	30	20	50	950	16	200	50	16	200	10	22	175	10
R_21-i	10.000	600	300	20	550	15	300	30	20	50	950	16	200	50	16	200	10	22	175	10
R_26-j	13.000	600	300	20	550	15	300	30	20	50	1 250	16	200	50	16	200	10	22	175	10



11.1.3 Verifiche SLU

L'impostazione e la modalità di verifica sono state descritte nei paragrafi precedenti.

Le verifiche sono condotte con il software Ponti EC4, del quale si riportano nel seguito vari output grafici che sintetizzano le verifiche.

Si riportano di seguito i diagrammi dei seguenti rapporti di sfruttamento
max η assoluto

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

max η_1/η_4

Rapporto di sfruttamento a flessione; nell'ambito delle condizioni di applicabilità dell'analisi plastica, esso coincide con il rapporto $\eta_4 = M_{Ed}/M_{pl}$ (rapporto di sfruttamento plastico); in tutti gli altri casi è pari a $\eta_1 = \sigma_{Ed}/(\gamma_{mo} \cdot f_{yk})$. I rapporti di sfruttamento a flessione, rispettivamente elastici e plastici vengono tracciati indipendentemente dal campo di applicabilità; in ogni caso, il valore considerato nel calcolo del rapporto di sfruttamento assoluto considera di volta in volta il rapporto elastico/plastico in funzione degli effettivi limiti di applicabilità.

max η_3

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

Si riportano inoltre i seguenti grafici.

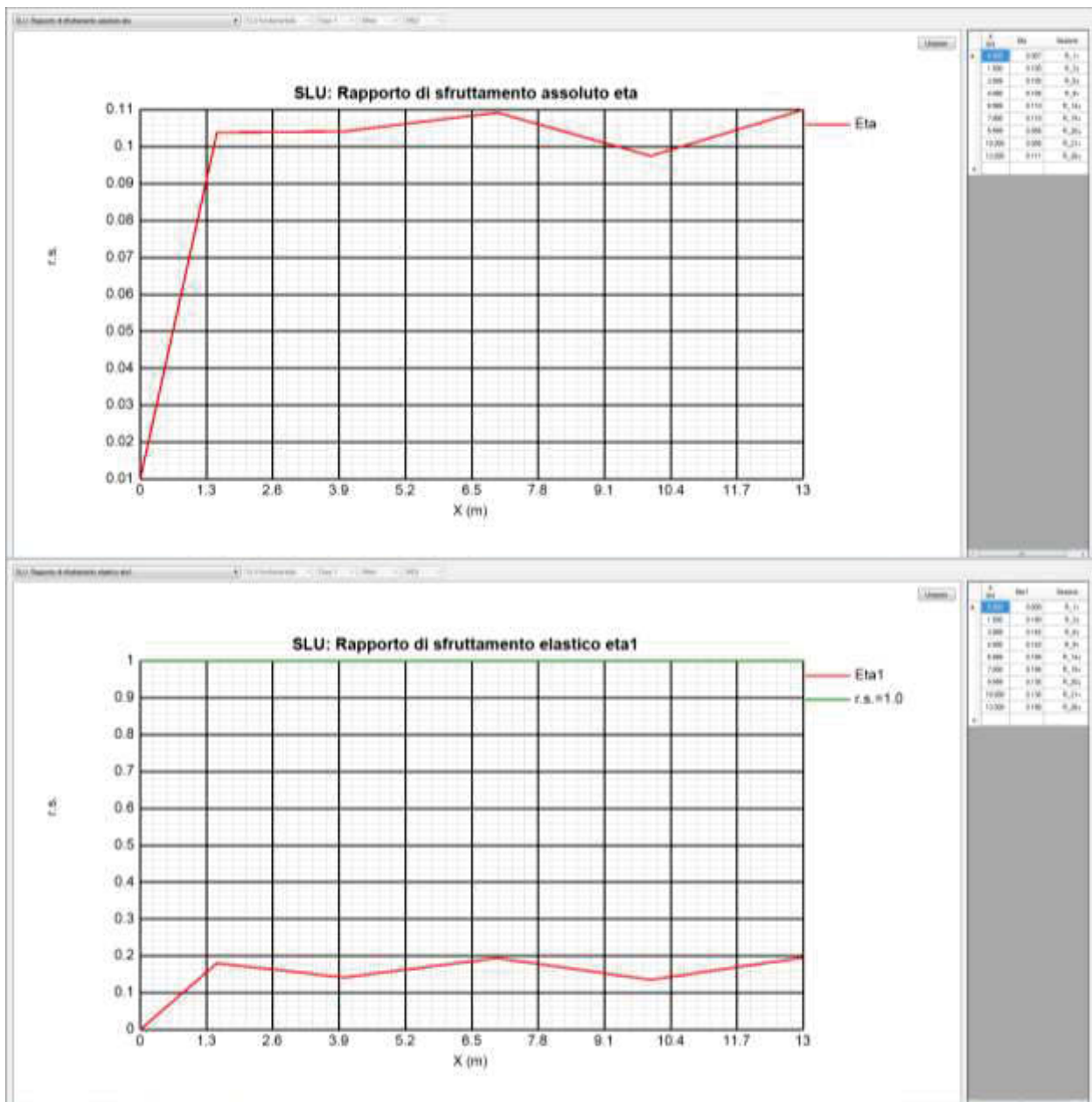
Stato tensionale elastico a intradosso, estradosso della trave metallica

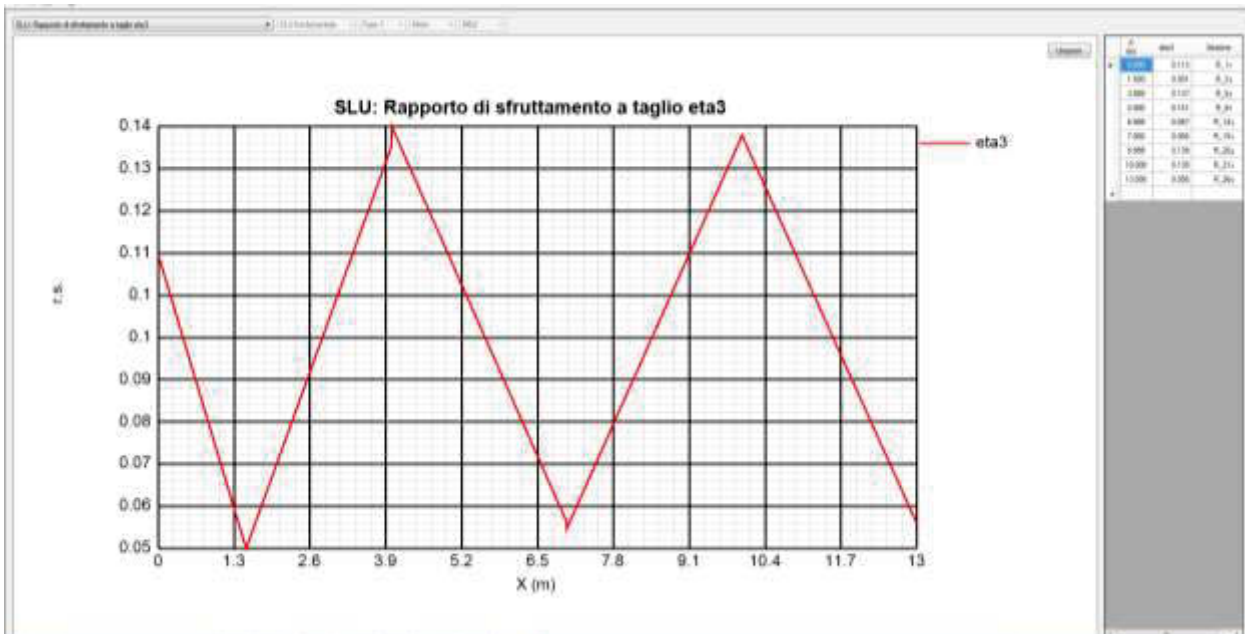
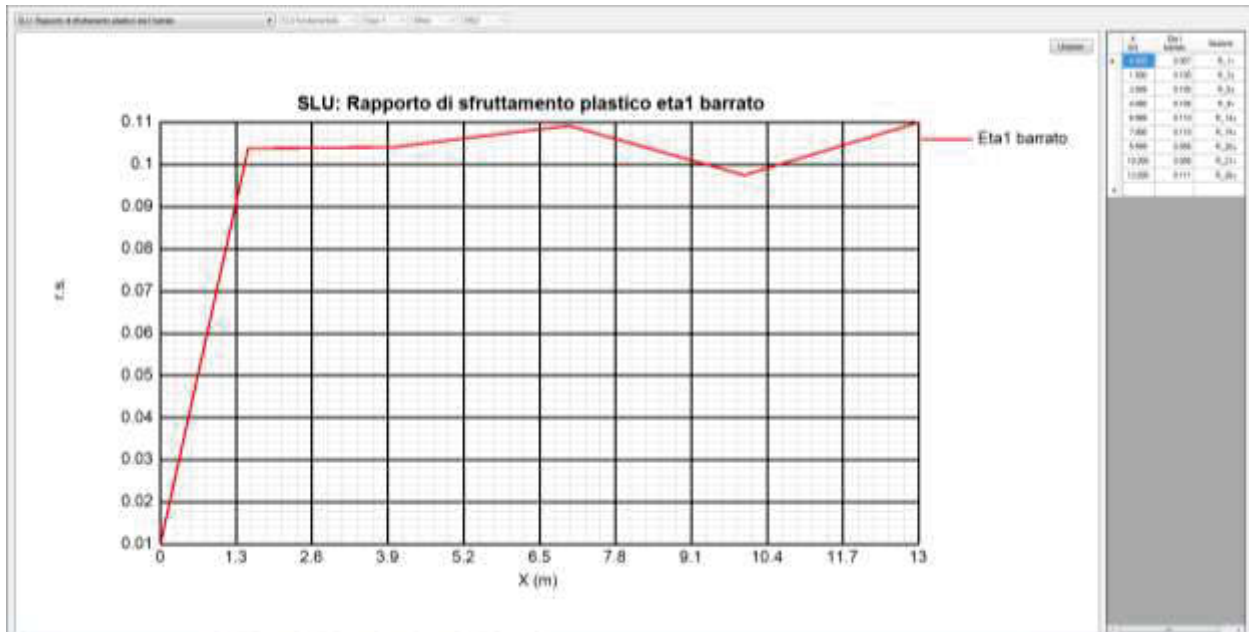
Stato tensionale elastico sulla soletta

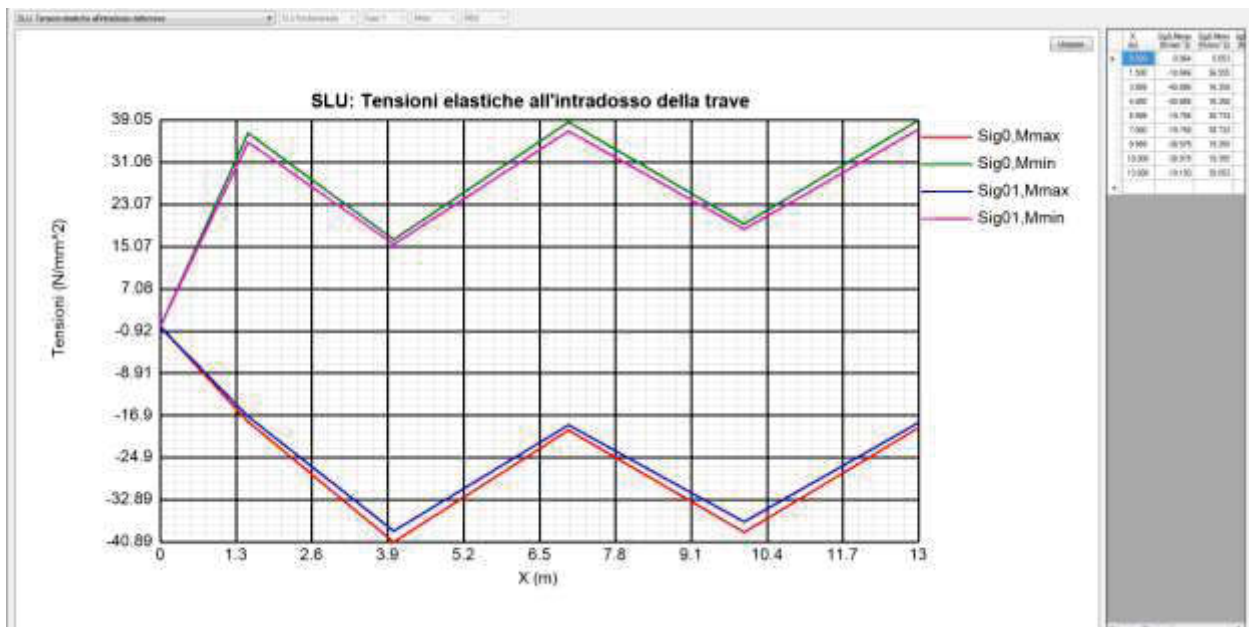
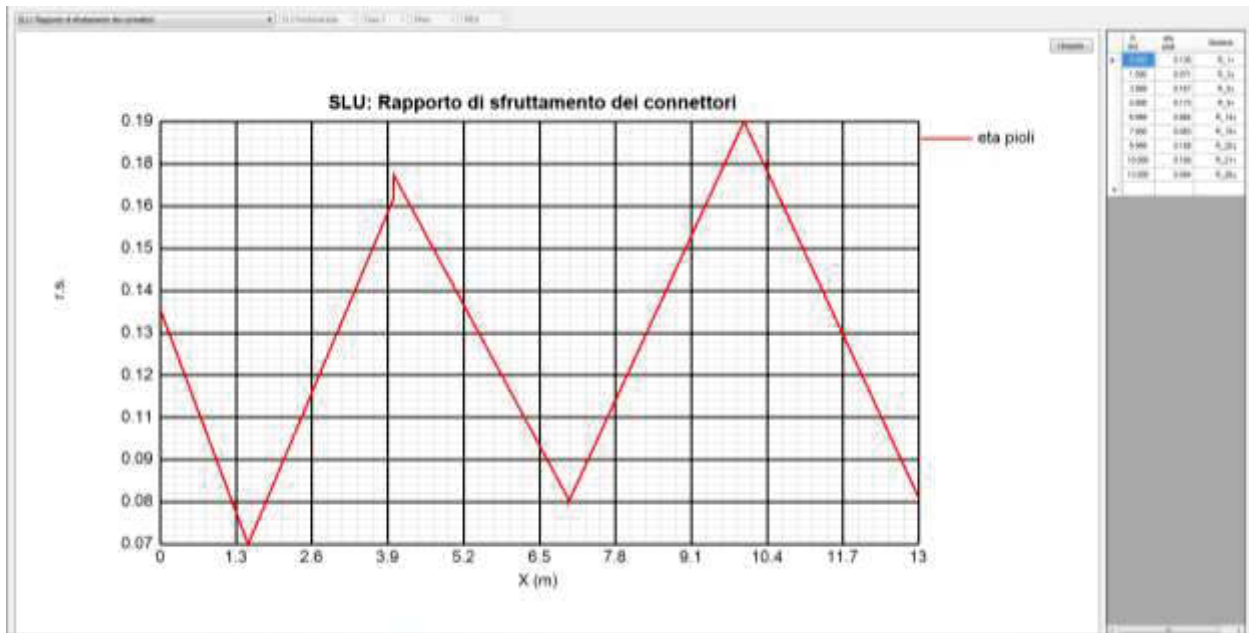
Tensioni elastiche sull'armatura

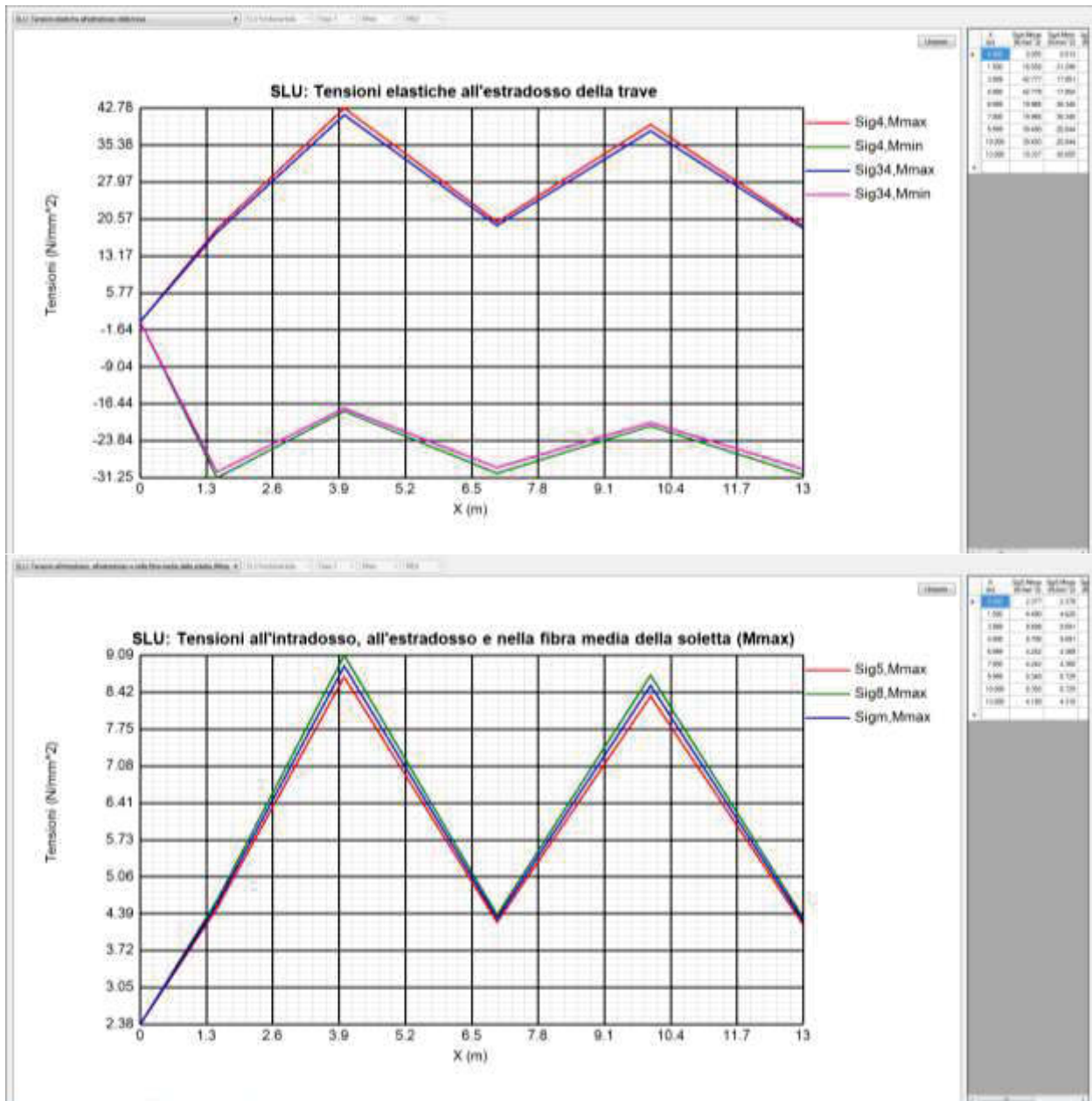
Flusso di taglio anima-piattabanda

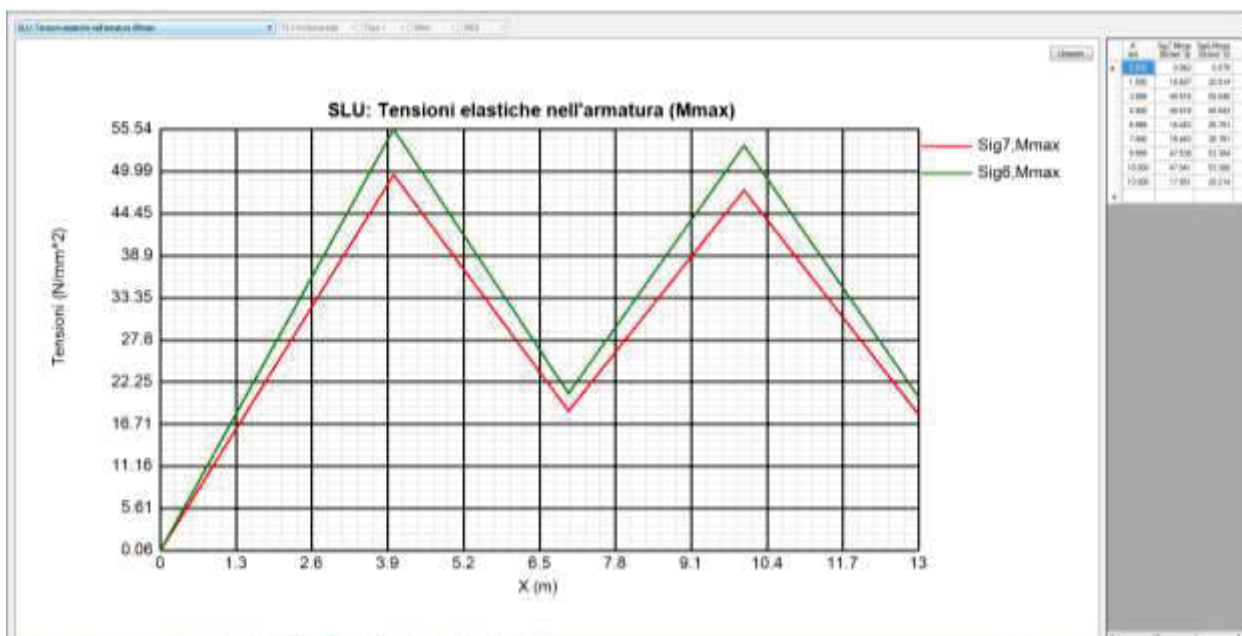
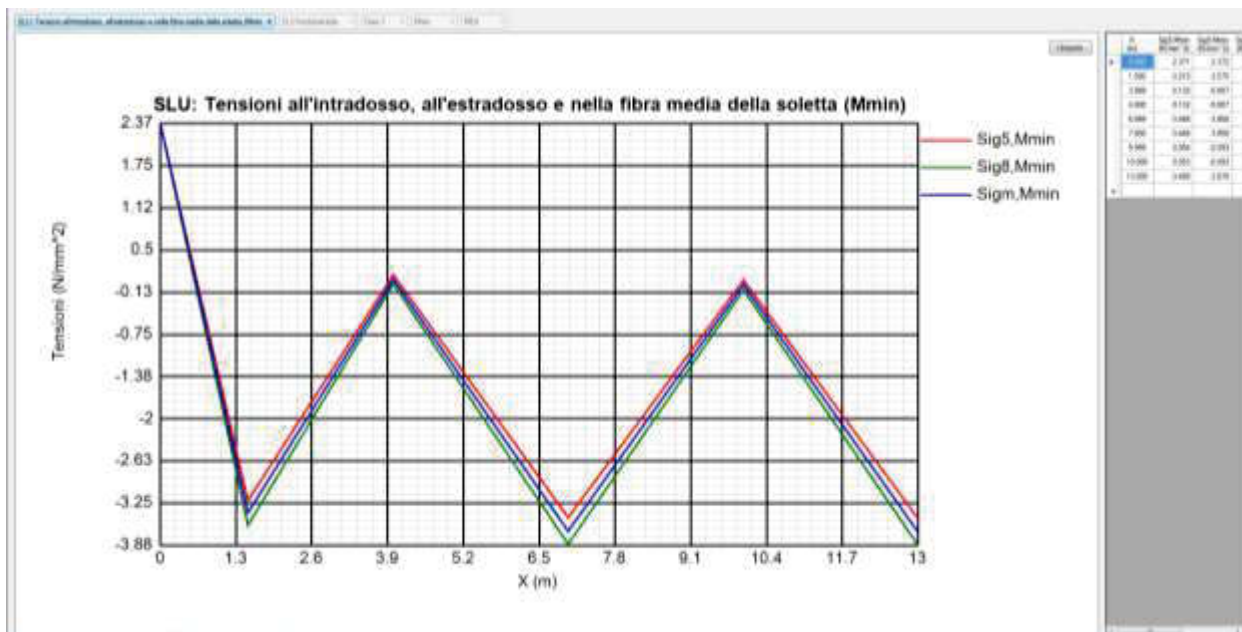
Flusso di taglio fra trave e soletta all'interfaccia acciaio-calcestruzzo

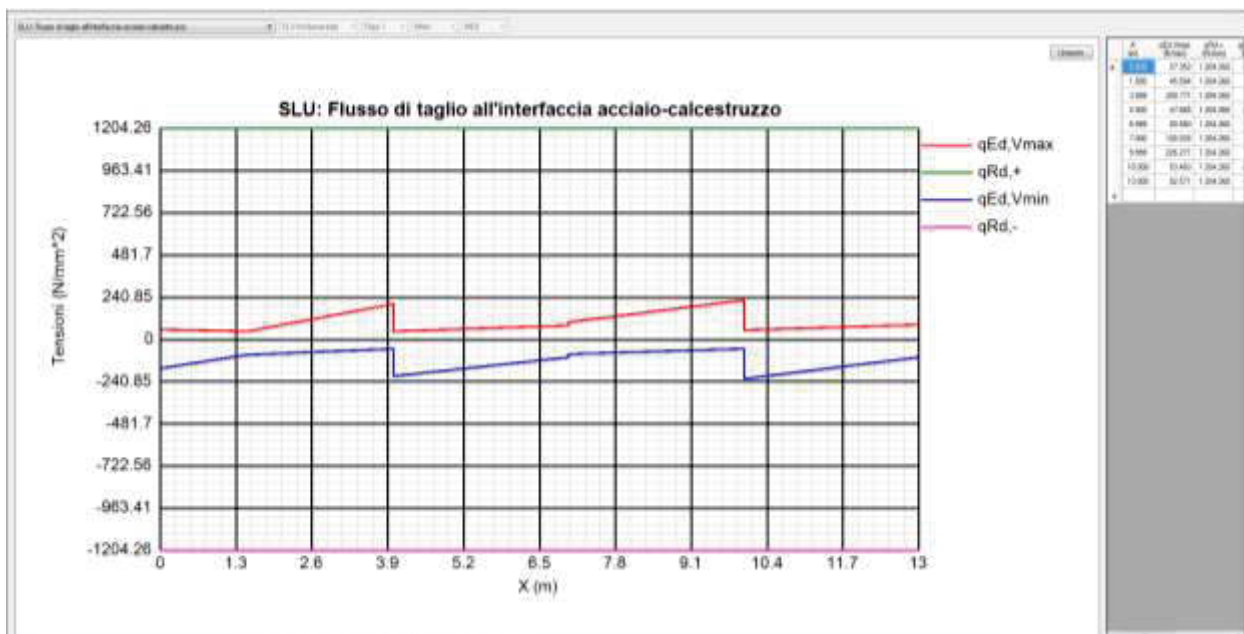
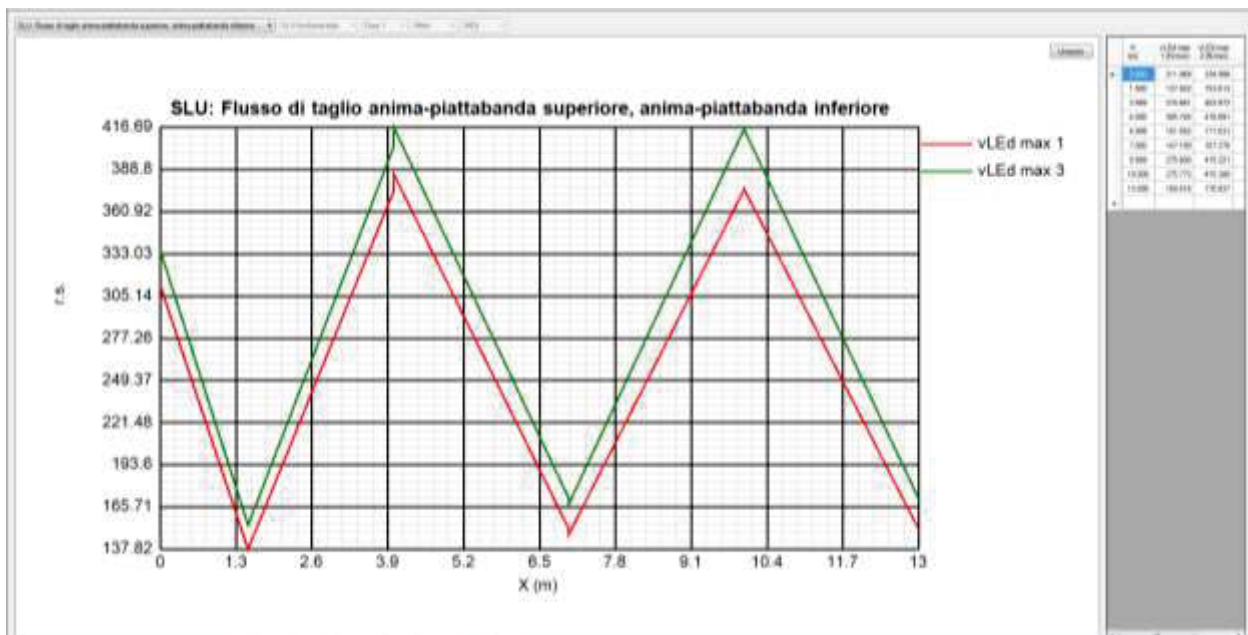












Nel seguito si riporta anche la sintesi delle verifiche in forma tabellare.

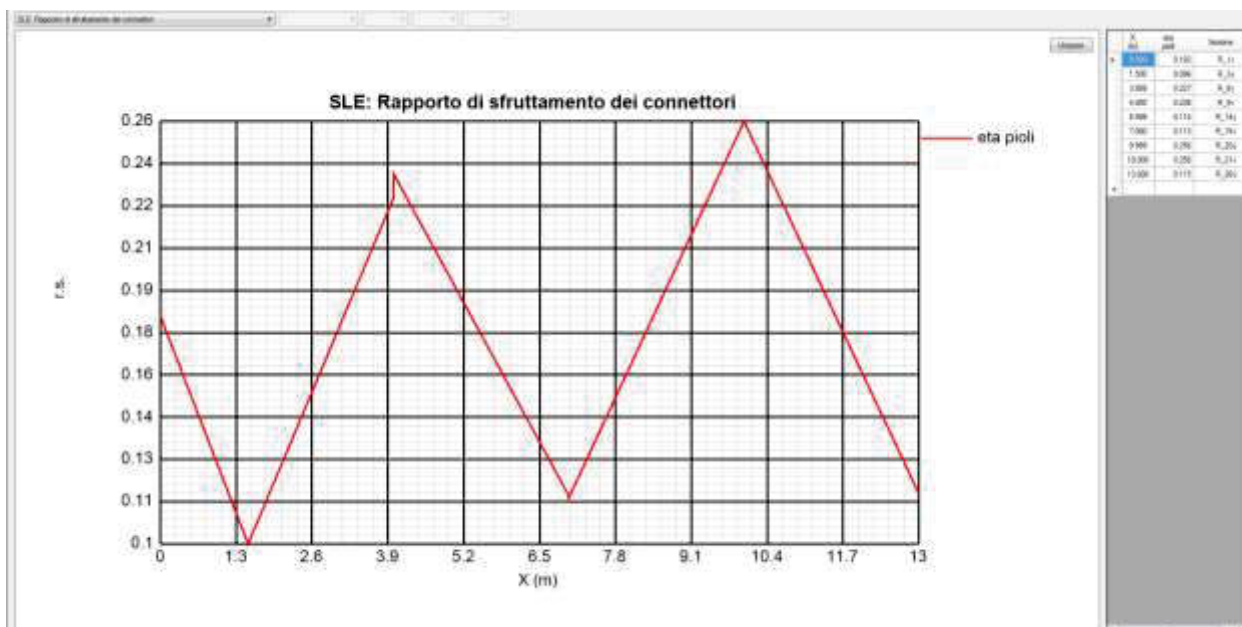
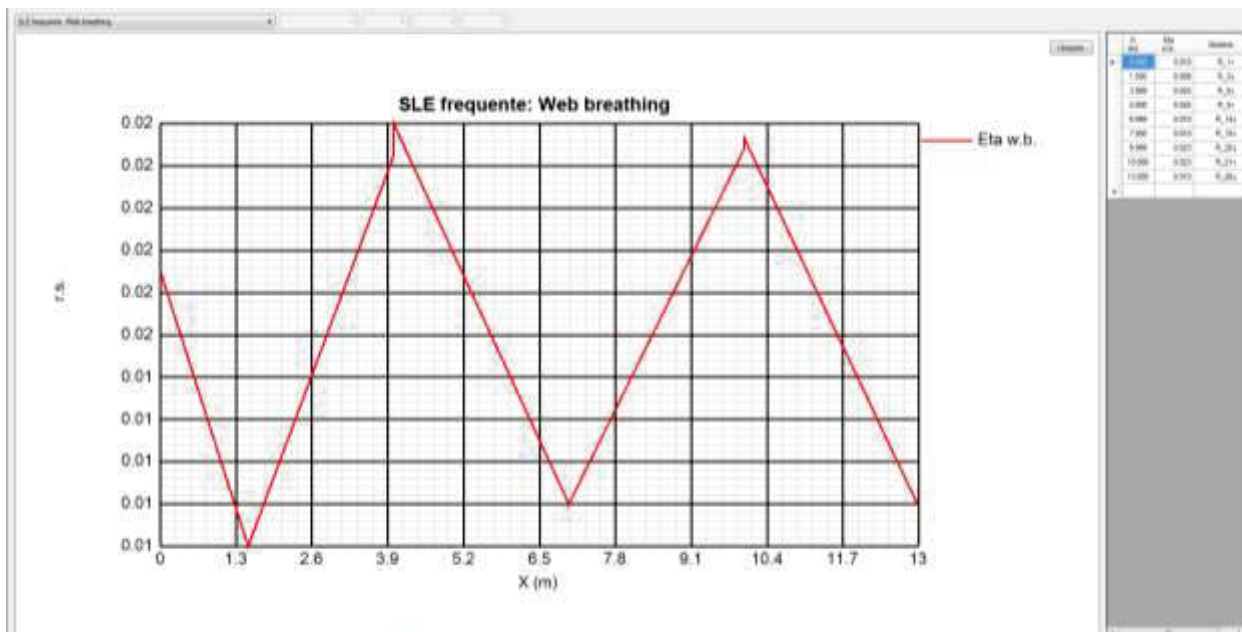
Sezione	X (m)	Combinazione	Classe F1	Classe F3b	MEd/ MR	SigEd /fy	VEd/VRd	MEd/ Mf,Rd	VEd/Vbw, Rd	V/M/N	vEd/(n*P Rd)	Pioli di testata	Stiffeners Longitudinali LTB	Stiffeners verticali LTB	Stiffeners verticali Ist min/Ist	Vertical Stiffeners Sig/(fy/gM 1)	Vertical Stiffeners w/(hw/30 0)	Sezione
R 1-i	0.000	SLU fond., Mmax	1	1	0.01	()	0.1	0.01	0.105	No int.	0.12	0.176	0	0.325	0.05	0	0	R 1-i
R 1-i	0.000	SLU fond., Mmin	1	1	0.01	()	0.031	0.01	0.032	No int.	0.032	0.176	0	0.325	0.05	0	0	R 1-i
R 1-i	0.000	SLU fond., Vmax	1	1	0.01	()	0.044	0.01	0.046	No int.	0.048	0.176	0	0.325	0.05	0	0	R 1-i
R 1-i	0.000	SLU fond., Vmin	1	1	0.01	()	0.113	0.01	0.119	No int.	0.136	0.176	0	0.325	0.05	0	0	R 1-i
R 3-j	1.500	SLU fond., Mmax	1	1	0.04	(.055)	0.045	0.05	0.047	No int.	0.063	0	0	0.325	0.05	0	0	R 3-j
R 3-j	1.500	SLU fond., Mmin	1	1	0.1	(.18)	0.025	0.13	0.026	No int.	0.029	0	0	0.325	0.05	0	0	R 3-j
R 3-j	1.500	SLU fond., Vmax	1	1	0.09	(.144)	0.031	0.11	0.033	No int.	0.038	0	0	0.325	0.05	0	0	R 3-j
R 3-j	1.500	SLU fond., Vmin	1	1	0.03	(.04)	0.051	0.03	0.054	No int.	0.071	0	0	0.325	0.05	0	0	R 3-j
R 8-j	3.999	SLU fond., Mmax	1	1	0.11	(.142)	0.045	0.14	0.047	No int.	0.042	0	0	0.325	0.05	0	0	R 8-j
R 8-j	3.999	SLU fond., Mmin	1	1	0.05	(.053)	0.133	0.06	0.14	No int.	0.163	0	0	0.325	0.05	0	0	R 8-j
R 8-j	3.999	SLU fond., Vmax	1	1	0.03	(.027)	0.137	0.03	0.143	No int.	0.167	0	0	0.325	0.05	0	0	R 8-j
R 8-j	3.999	SLU fond., Vmin	1	1	0.08	(.115)	0.048	0.11	0.05	No int.	0.046	0	0	0.325	0.05	0	0	R 8-j
R 9-i	4.000	SLU fond., Mmax	1	1	0.11	(.142)	0.141	0.14	0.147	No int.	0.173	0	0	0.325	0.05	0	0	R 9-i
R 9-i	4.000	SLU fond., Mmin	1	1	0.05	(.053)	0.044	0.06	0.046	No int.	0.04	0	0	0.325	0.05	0	0	R 9-i
R 9-i	4.000	SLU fond., Vmax	1	1	0.05	(.053)	0.044	0.06	0.046	No int.	0.04	0	0	0.325	0.05	0	0	R 9-i
R 9-i	4.000	SLU fond., Vmin	1	1	0.11	(.142)	0.141	0.14	0.147	No int.	0.173	0	0	0.325	0.05	0	0	R 9-i
R 14-j	6.999	SLU fond., Mmax	1	1	0.04	(.059)	0.057	0.05	0.059	No int.	0.084	0	0	0.325	0.05	0	0	R 14-j
R 14-j	6.999	SLU fond., Mmin	1	1	0.11	(.195)	0.047	0.14	0.049	No int.	0.067	0	0	0.325	0.05	0	0	R 14-j
R 14-j	6.999	SLU fond., Vmax	1	1	0.11	(.195)	0.047	0.14	0.049	No int.	0.067	0	0	0.325	0.05	0	0	R 14-j
R 14-j	6.999	SLU fond., Vmin	1	1	0.04	(.059)	0.057	0.05	0.059	No int.	0.084	0	0	0.325	0.05	0	0	R 14-j
R 15-i	7.000	SLU fond., Mmax	1	1	0.04	(.059)	0.049	0.05	0.051	No int.	0.068	0	0	0.325	0.05	0	0	R 15-i
R 15-i	7.000	SLU fond., Mmin	1	1	0.11	(.195)	0.055	0.14	0.058	No int.	0.083	0	0	0.325	0.05	0	0	R 15-i
R 15-i	7.000	SLU fond., Vmax	1	1	0.11	(.195)	0.055	0.14	0.058	No int.	0.083	0	0	0.325	0.05	0	0	R 15-i
R 15-i	7.000	SLU fond., Vmin	1	1	0.04	(.059)	0.049	0.05	0.051	No int.	0.068	0	0	0.325	0.05	0	0	R 15-i
R 20-j	9.999	SLU fond., Mmax	1	1	0.1	(.136)	0.046	0.12	0.049	No int.	0.044	0	0	0.325	0.05	0	0	R 20-j
R 20-j	9.999	SLU fond., Mmin	1	1	0.06	(.062)	0.139	0.07	0.145	No int.	0.188	0	0	0.325	0.05	0	0	R 20-j
R 20-j	9.999	SLU fond., Vmax	1	1	0.06	(.062)	0.139	0.07	0.145	No int.	0.188	0	0	0.325	0.05	0	0	R 20-j
R 20-j	9.999	SLU fond., Vmin	1	1	0.1	(.136)	0.046	0.12	0.049	No int.	0.044	0	0	0.325	0.05	0	0	R 20-j
R 21-i	10.000	SLU fond., Mmax	1	1	0.1	(.136)	0.139	0.12	0.145	No int.	0.188	0	0	0.325	0.05	0	0	R 21-i
R 21-i	10.000	SLU fond., Mmin	1	1	0.06	(.062)	0.046	0.07	0.049	No int.	0.044	0	0	0.325	0.05	0	0	R 21-i
R 21-i	10.000	SLU fond., Vmax	1	1	0.04	(.039)	0.047	0.05	0.049	No int.	0.044	0	0	0.325	0.05	0	0	R 21-i
R 21-i	10.000	SLU fond., Vmin	1	1	0.08	(.113)	0.139	0.1	0.145	No int.	0.188	0	0	0.325	0.05	0	0	R 21-i
R 26-j	13.000	SLU fond., Mmax	1	1	0.04	(.057)	0.056	0.05	0.059	No int.	0.084	0	0	0.325	0.05	0	0	R 26-j
R 26-j	13.000	SLU fond., Mmin	1	1	0.11	(.196)	0.049	0.14	0.051	No int.	0.069	0	0	0.325	0.05	0	0	R 26-j
R 26-j	13.000	SLU fond., Vmax	1	1	0.09	(.144)	0.049	0.12	0.051	No int.	0.069	0	0	0.325	0.05	0	0	R 26-j
R 26-j	13.000	SLU fond., Vmin	1	1	0.02	(.036)	0.056	0.03	0.059	No int.	0.084	0	0	0.325	0.05	0	0	R 26-j

11.1.4 SLE caratteristica

Sezione	X (m)	Combinazione	Sig id / Sig amm	vEd / (ksnPRd)
R_1-i	0.000	SLS caratt., Mmax	0.085	0.163
R_1-i	0.000	SLS caratt., Mmin	0.028	0.046
R_1-i	0.000	SLS caratt., Vmax	0.038	0.065
R_1-i	0.000	SLS caratt., Vmin	0.095	0.182
R_3-j	1.500	SLS caratt., Mmax	0.048	0.085
R_3-j	1.500	SLS caratt., Mmin	0.096	0.041
R_3-j	1.500	SLS caratt., Vmax	0.076	0.052
R_3-j	1.500	SLS caratt., Vmin	0.044	0.096
R_8-j	3.999	SLS caratt., Mmax	0.116	0.057
R_8-j	3.999	SLS caratt., Mmin	0.114	0.222
R_8-j	3.999	SLS caratt., Vmax	0.117	0.227
R_8-j	3.999	SLS caratt., Vmin	0.096	0.061
R_9-i	4.000	SLS caratt., Mmax	0.128	0.236
R_9-i	4.000	SLS caratt., Mmin	0.043	0.053
R_9-i	4.000	SLS caratt., Vmax	0.043	0.053
R_9-i	4.000	SLS caratt., Vmin	0.128	0.236
R_14-j	6.999	SLS caratt., Mmax	0.056	0.114
R_14-j	6.999	SLS caratt., Mmin	0.105	0.091
R_14-j	6.999	SLS caratt., Vmax	0.105	0.091
R_14-j	6.999	SLS caratt., Vmin	0.056	0.114
R_15-i	7.000	SLS caratt., Mmax	0.052	0.093
R_15-i	7.000	SLS caratt., Mmin	0.105	0.113
R_15-i	7.000	SLS caratt., Vmax	0.105	0.113
R_15-i	7.000	SLS caratt., Vmin	0.052	0.093
R_20-j	9.999	SLS caratt., Mmax	0.111	0.06
R_20-j	9.999	SLS caratt., Mmin	0.118	0.256
R_20-j	9.999	SLS caratt., Vmax	0.118	0.256
R_20-j	9.999	SLS caratt., Vmin	0.111	0.06
R_21-i	10.000	SLS caratt., Mmax	0.123	0.256
R_21-i	10.000	SLS caratt., Mmin	0.049	0.06
R_21-i	10.000	SLS caratt., Vmax	0.04	0.06
R_21-i	10.000	SLS caratt., Vmin	0.118	0.256
R_26-j	13.000	SLS caratt., Mmax	0.055	0.115
R_26-j	13.000	SLS caratt., Mmin	0.106	0.093
R_26-j	13.000	SLS caratt., Vmax	0.075	0.093
R_26-j	13.000	SLS caratt., Vmin	0.048	0.115

11.1.5 SLE frequente – Web Breathing – Rapporto di sfruttamento dei pioli

Relativamente alla verifica di Web Breathing, e quella dei piolo (che risulta maggiormente limitativa allo SLE avendo applicato il coefficiente di riduzione $0.6 < 1/1.5$ alle resistenze) i diagrammi seguenti riportano l'andamento del rapporto di sfruttamento.



11.1.6 Verifiche a fatica

Per quanto concerne le verifiche a fatica si riporta direttamente i risultati in forma tabellare.

Sezione	X (m)	Combinazione	Pioli Eta1	Pioli Eta2	Pioli Eta3	Psup	Pinf	Web	Fitop- Fitop	Pinf- Pinf	Web- Psup	Web- Pinf	IrrV- Web	IrrV- Psup	IrrV- Pinf	IrrL1- Web	IrrL2- Web	Barre	Sezione
R_1-i	0.000	SL fatica., Mmax	0.43	0	0.331	0.000	0.001	0.231	0.000	0.001	0.000	0.001	0.001	0.000	0.00	--	--	0.037	R_1-i
R_1-i	0.000	SL fatica., Mmin	0.43	0	0.331	0.000	0.001	0.231	0.000	0.001	0.000	0.001	0.001	0.000	0.00	--	--	0.037	R_1-i
R_1-i	0.000	SL fatica., Vmax	0.43	0	0.331	0.000	0.001	0.231	0.000	0.001	0.000	0.001	0.001	0.000	0.00	--	--	0.037	R_1-i
R_1-i	0.000	SL fatica., Vmin	0.43	0	0.331	0.000	0.001	0.231	0.000	0.001	0.000	0.001	0.001	0.000	0.00	--	--	0.037	R_1-i
R_3-j	1.500	SL fatica., Mmax	0.257	0.452	0.545	0.289	0.344	0.120	0.417	0.496	0.472	0.550	0.488	0.419	0.48	--	--	0.185	R_3-j
R_3-j	1.500	SL fatica., Mmin	0.257	0.452	0.545	0.289	0.344	0.120	0.417	0.496	0.472	0.550	0.488	0.419	0.48	--	--	0.185	R_3-j
R_3-j	1.500	SL fatica., Vmax	0.257	0.452	0.545	0.289	0.344	0.120	0.417	0.496	0.472	0.550	0.488	0.419	0.48	--	--	0.185	R_3-j
R_3-j	1.500	SL fatica., Vmin	0.257	0.452	0.545	0.289	0.344	0.120	0.417	0.496	0.472	0.550	0.488	0.419	0.48	--	--	0.185	R_3-j
R_8-j	3.999	SL fatica., Mmax	0.514	0.507	0.786	0.325	0.315	0.279	0.468	0.454	0.534	0.498	0.474	0.474	0.44	--	--	0.204	R_8-j
R_8-j	3.999	SL fatica., Mmin	0.514	0.507	0.786	0.325	0.315	0.279	0.468	0.454	0.534	0.498	0.474	0.474	0.44	--	--	0.204	R_8-j
R_8-j	3.999	SL fatica., Vmax	0.514	0.507	0.786	0.325	0.315	0.279	0.468	0.454	0.534	0.498	0.474	0.474	0.44	--	--	0.204	R_8-j
R_8-j	3.999	SL fatica., Vmin	0.514	0.507	0.786	0.325	0.315	0.279	0.468	0.454	0.534	0.498	0.474	0.474	0.44	--	--	0.204	R_8-j
R_9-i	4.000	SL fatica., Mmax	0.521	0.507	0.791	0.325	0.315	0.283	0.468	0.454	0.534	0.498	0.474	0.474	0.44	--	--	0.204	R_9-i
R_9-i	4.000	SL fatica., Mmin	0.521	0.507	0.791	0.325	0.315	0.283	0.468	0.454	0.534	0.498	0.474	0.474	0.44	--	--	0.204	R_9-i
R_9-i	4.000	SL fatica., Vmax	0.521	0.507	0.791	0.325	0.315	0.283	0.468	0.454	0.534	0.498	0.474	0.474	0.44	--	--	0.204	R_9-i
R_9-i	4.000	SL fatica., Vmin	0.521	0.507	0.791	0.325	0.315	0.283	0.468	0.454	0.534	0.498	0.474	0.474	0.44	--	--	0.204	R_9-i
R_14-j	6.999	SL fatica., Mmax	0.383	0.42	0.618	0.269	0.344	0.163	0.387	0.495	0.438	0.551	0.489	0.388	0.48	--	--	0.173	R_14-j
R_14-j	6.999	SL fatica., Mmin	0.383	0.42	0.618	0.269	0.344	0.163	0.387	0.495	0.438	0.551	0.489	0.388	0.48	--	--	0.173	R_14-j
R_14-j	6.999	SL fatica., Vmax	0.383	0.42	0.618	0.269	0.344	0.163	0.387	0.495	0.438	0.551	0.489	0.388	0.48	--	--	0.173	R_14-j
R_14-j	6.999	SL fatica., Vmin	0.383	0.42	0.618	0.269	0.344	0.163	0.387	0.495	0.438	0.551	0.489	0.388	0.48	--	--	0.173	R_14-j
R_15-i	7.000	SL fatica., Mmax	0.384	0.42	0.619	0.269	0.344	0.163	0.387	0.495	0.438	0.551	0.489	0.388	0.48	--	--	0.173	R_15-i
R_15-i	7.000	SL fatica., Mmin	0.384	0.42	0.619	0.269	0.344	0.163	0.387	0.495	0.438	0.551	0.489	0.388	0.48	--	--	0.173	R_15-i
R_15-i	7.000	SL fatica., Vmax	0.384	0.42	0.619	0.269	0.344	0.163	0.387	0.495	0.438	0.551	0.489	0.388	0.48	--	--	0.173	R_15-i
R_15-i	7.000	SL fatica., Vmin	0.384	0.42	0.619	0.269	0.344	0.163	0.387	0.495	0.438	0.551	0.489	0.388	0.48	--	--	0.173	R_15-i
R_20-j	9.999	SL fatica., Mmax	0.561	0.49	0.808	0.314	0.315	0.279	0.452	0.453	0.515	0.498	0.457	0.457	0.44	--	--	0.197	R_20-j
R_20-j	9.999	SL fatica., Mmin	0.561	0.49	0.808	0.314	0.315	0.279	0.452	0.453	0.515	0.498	0.457	0.457	0.44	--	--	0.197	R_20-j
R_20-j	9.999	SL fatica., Vmax	0.561	0.49	0.808	0.314	0.315	0.279	0.452	0.453	0.515	0.498	0.457	0.457	0.44	--	--	0.197	R_20-j
R_20-j	9.999	SL fatica., Vmin	0.561	0.49	0.808	0.314	0.315	0.279	0.452	0.453	0.515	0.498	0.457	0.457	0.44	--	--	0.197	R_20-j
R_21-i	10.000	SL fatica., Mmax	0.563	0.49	0.81	0.314	0.315	0.280	0.452	0.453	0.515	0.498	0.457	0.457	0.44	--	--	0.197	R_21-i
R_21-i	10.000	SL fatica., Mmin	0.563	0.49	0.81	0.314	0.315	0.280	0.452	0.453	0.515	0.498	0.457	0.457	0.44	--	--	0.197	R_21-i
R_21-i	10.000	SL fatica., Vmax	0.563	0.49	0.81	0.314	0.315	0.280	0.452	0.453	0.515	0.498	0.457	0.457	0.44	--	--	0.197	R_21-i
R_21-i	10.000	SL fatica., Vmin	0.563	0.49	0.81	0.314	0.315	0.280	0.452	0.453	0.515	0.498	0.457	0.457	0.44	--	--	0.197	R_21-i
R_26-j	13.000	SL fatica., Mmax	0.387	0.417	0.618	0.267	0.342	0.164	0.385	0.493	0.434	0.549	0.487	0.386	0.48	--	--	0.172	R_26-j
R_26-j	13.000	SL fatica., Mmin	0.387	0.417	0.618	0.267	0.342	0.164	0.385	0.493	0.434	0.549	0.487	0.386	0.48	--	--	0.172	R_26-j
R_26-j	13.000	SL fatica., Vmax	0.387	0.417	0.618	0.267	0.342	0.164	0.385	0.493	0.434	0.549	0.487	0.386	0.48	--	--	0.172	R_26-j
R_26-j	13.000	SL fatica., Vmin	0.387	0.417	0.618	0.267	0.342	0.164	0.385	0.493	0.434	0.549	0.487	0.386	0.48	--	--	0.172	R_26-j

11.2 Analisi della soletta

La soletta, di spessore totale pari a 25cm, è composta da lastre predalle autoportanti di spessore 5.0cm e larghezza 120cm e da un getto in opera di spessore pari a 20cm.

11.2.1 Dimensionamento predalle

Si prevedono due fasi di getto della soletta, nella prima fase viene gettata la lastra collaborante con la sezione metallica, mentre nella seconda fase vengono gettati i cordoli laterali.

Durante la prima fase di getto, agisce solamente la resistenza data dal traliccio delle predalle, realizzato con Ø16 superiore, 2Ø12 inferiore e staffe Ø10/20, altezza 165mm. Si dispongono 5 tralicci (passo medio 24cm). Si riassumono di seguito i carichi considerati per la verifica dei tralicci.

Predalle: $q_0 = 25 \times 0.05 = 1.25 \text{ kN/m}$

Getto: $q_1 = 25 \times 0.20 = 5.00 \text{ kN/m}$

Carico accidentale: $P = 1.5 \text{ kN}$

Il carico accidentale è considerato, di volta in volta, applicato nel punto più sfavorevole. Il peso del calcestruzzo è considerato disposto in modo da massimizzare, ove necessario, il momento positivo in campata o negativo sullo sbalzo. La luce tra gli appoggi è pari a $L = 2.8 \text{ m}$, mentre la lunghezza dello sbalzo è $L_s = 2.8 \text{ m}$

Carico massimo in campata:

$$M^+ = 1.35 \cdot ((q_1 + q_0) \cdot L^2 / 8 + P \cdot L / 4) - q_0 \cdot L_s^2 / 2 = 4.8 \text{ kNm/m}$$

$$V^+ = 1.35 \cdot ((q_1 + q_0) \cdot L / 2 + P) = 13.84 \text{ kN/m}$$

Carico massimo sullo sbalzo

$$M^- = -1.35 \cdot ((q_1 + q_0) \cdot L_s^2 / 2 + P \cdot L_s) = -38.74 \text{ kNm/m}$$

$$V^- = 1.35 \cdot ((q_1 + q_0) \cdot L_s + P) = 25.65 \text{ kN/m}$$

La verifica è condotta tramite un apposito foglio di calcolo riportato di seguito.

Per stabilizzare i correnti inferiori dei tralicci si inserisce nella suola della predalles 1 $\phi 26$ /traliccio a cavallo della finestra sopra le piattabande della trave.

Verifica agli SLU secondo §4.2.4.1.3.1 NTC 2008

	Sollec. Unitarie	Sollec. Traliccio	Forza sul fondino
Momento positivo	480 kgm/m	115 kgm/tr	698 kg
Momento negativo	3874 kgm/m	930 kgm/tr	5635 kg
Taglio	2565 kg/m	616 kg/tr	453 kg

744,2502

										COMPRESIONE		TRAZIONE						
Interasse tralicci	0,24	m									N _{Rd} (kg)	N _{Ed} (kg)	N _{Rd} (kg)	N _{Ed} (kg)				
h traliccio	16,5	cm									5522	>	698	V	7868	>	5635	V
Corrente superiore	1,6	cm	L ₀	20,00	2,011	0,322	166,7	0,737	0,903	0,702	5522							
Corrente inferiore	1,2	cm	L ₀	38,50	1,131	0,102	14,2	1,891	2,702	0,216	955	>	842	V	4426	>	104	V
Staffe	1	cm	L ₀	24,27	0,785	0,049	17,3	1,431	1,825	0,338	1039	>	453	V	3073	>	453	V
Arm. Inf. Aggiuntiva	2,6	cm	L ₀	38,50	5,309	2,243	313,7	0,873	1,046	0,617	12811	>	3951	V	20775	>	490	V

a= 45 °
 b= 16 °

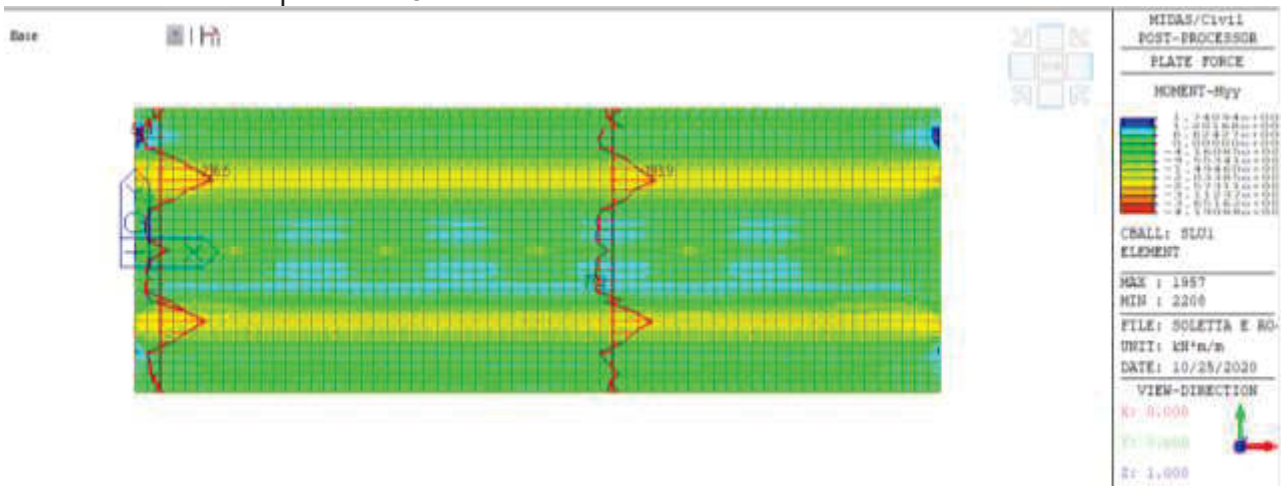
11.2.2 Sollecitazioni di calcolo

Per l'identificazione delle sollecitazioni flettenti sulla soletta dell'impalcato si è utilizzato il modello locale descritto ai paragrafi precedenti e già impiegato per determinare le sollecitazioni sul rompi-tratta.

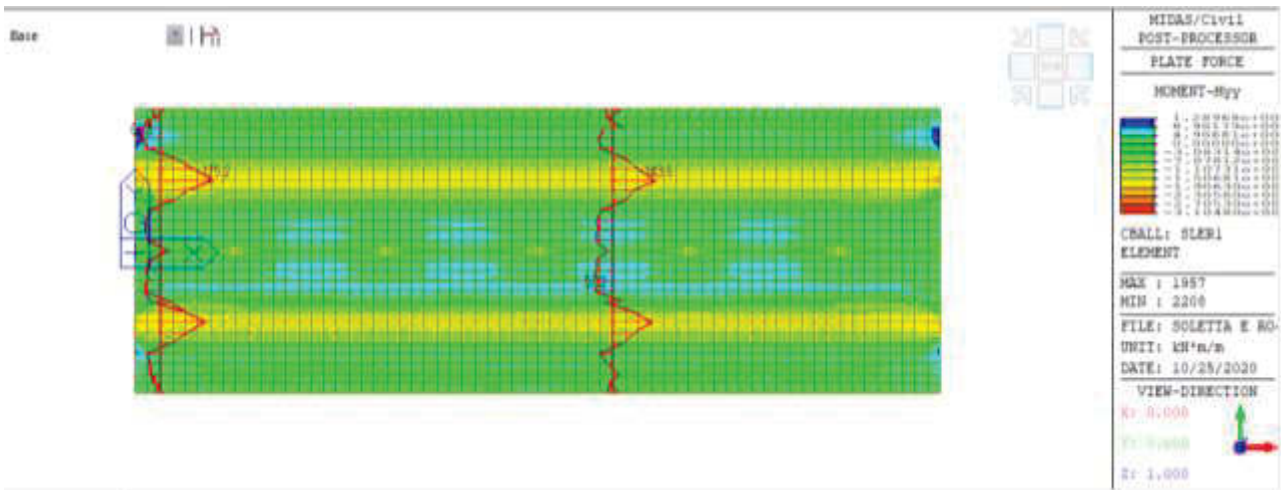
La verifica per le sollecitazioni trasversali viene condotta sull'intero spessore della soletta, considerando le predalles collaboranti con la sezione, verificando poi che le staffe dei tralicci possano trasmettere il taglio, per consentire l'effettiva collaborazione tra i due getti. Per le sollecitazioni longitudinali, dato che non vi è continuità tra le predalles, si considera lo spessore solamente della parte gettata in opera.

Nel calcolo si assume che il peso proprio sia ridistribuito sulla sezione trasversale definitiva. I carichi permanenti e accidentali applicati alla soletta sono riportati nel capitolo relativo. I carichi concentrati mobili sono stati fatti muovere con continuità sul modello generando l'involuppo delle sollecitazioni. Le sollecitazioni di calcolo saranno dedotte dall'involuppo delle combinazioni di carico.

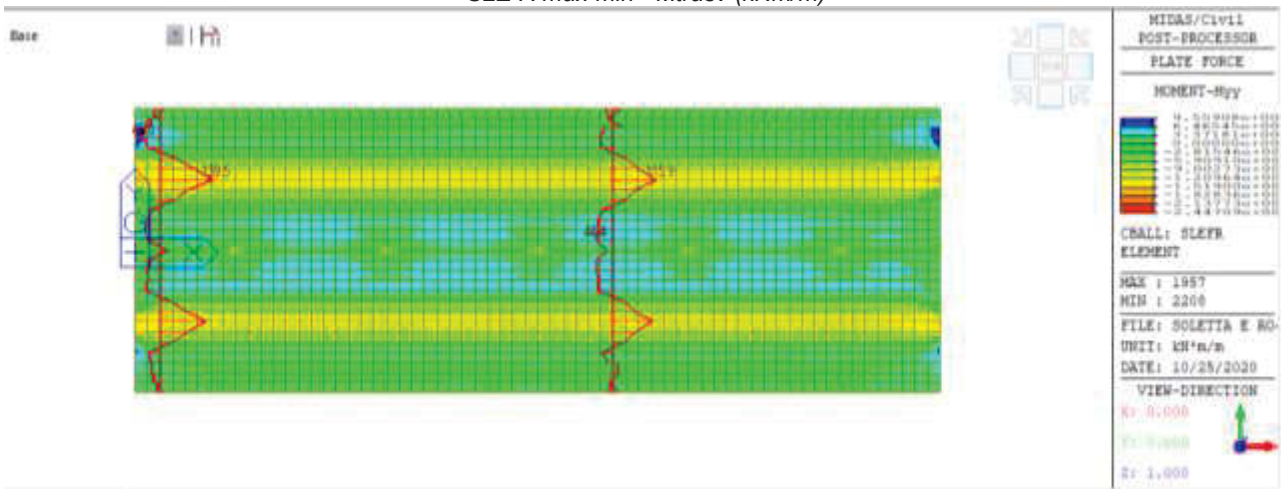
Si riportano i *contour* grafici e i diagrammi di momento ribaltati dell'involuppo delle sollecitazioni sulla soletta nelle zone a spessore 25 cm.



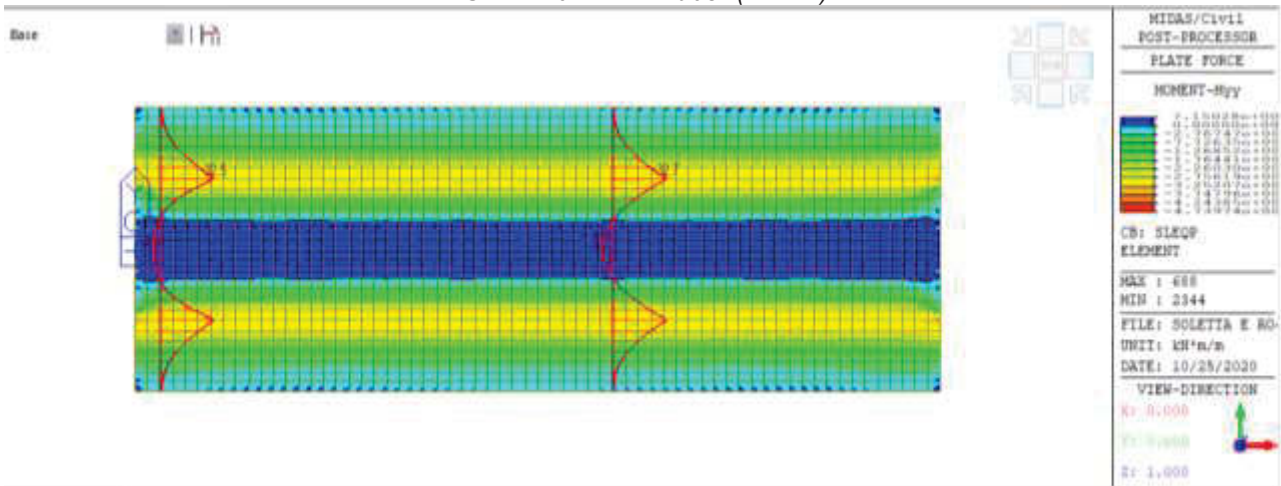
SLU min-max - Mtrav (kNm/m)



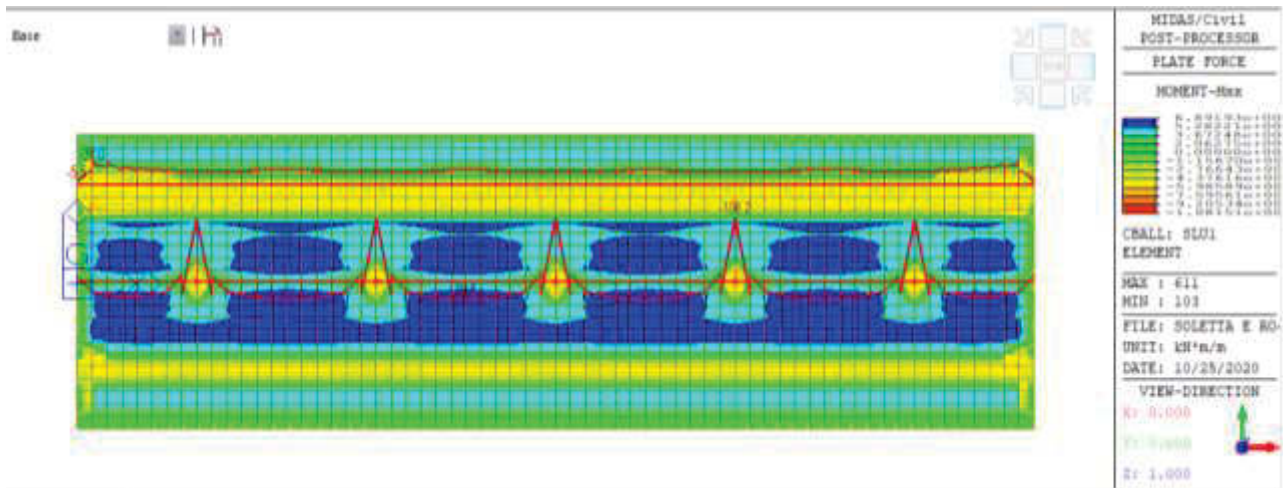
SLE R max-min - Mtrasv (kNm/m)



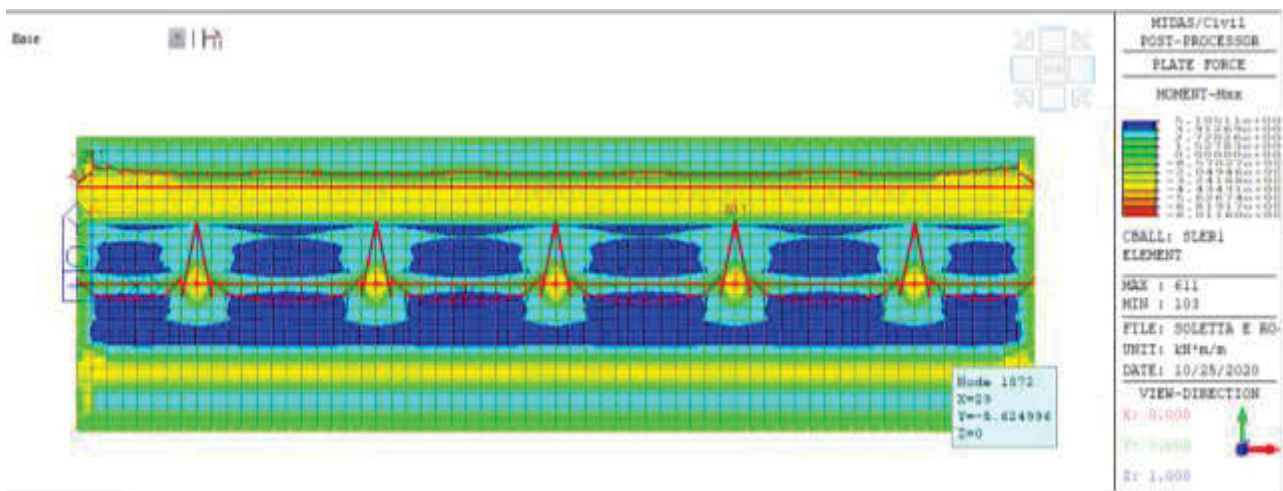
SLE F max- min - Mtrasv (kNm/m)



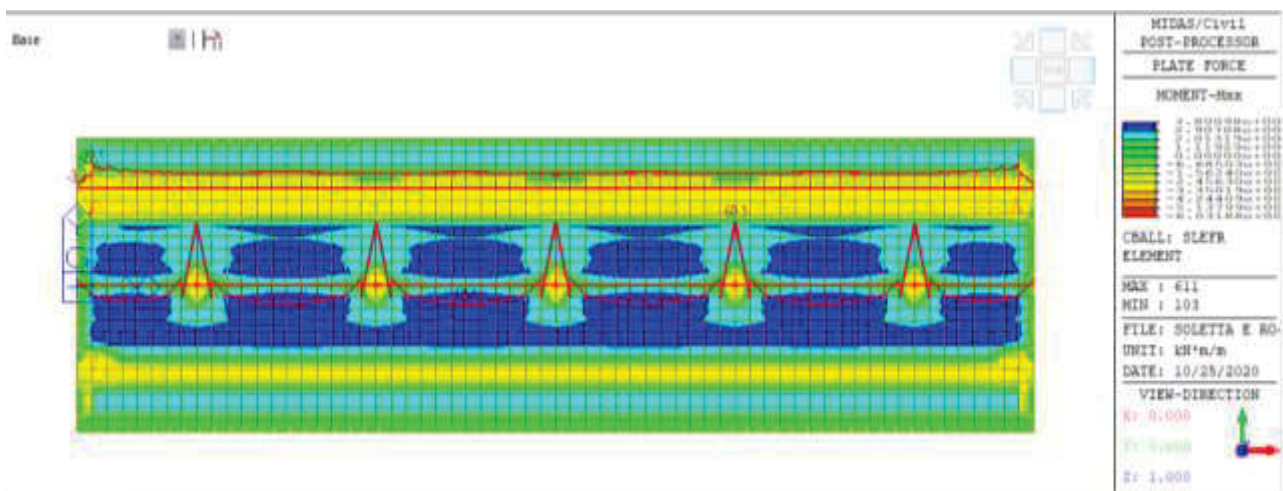
SLE QP - Mtrasv (kNm/m)



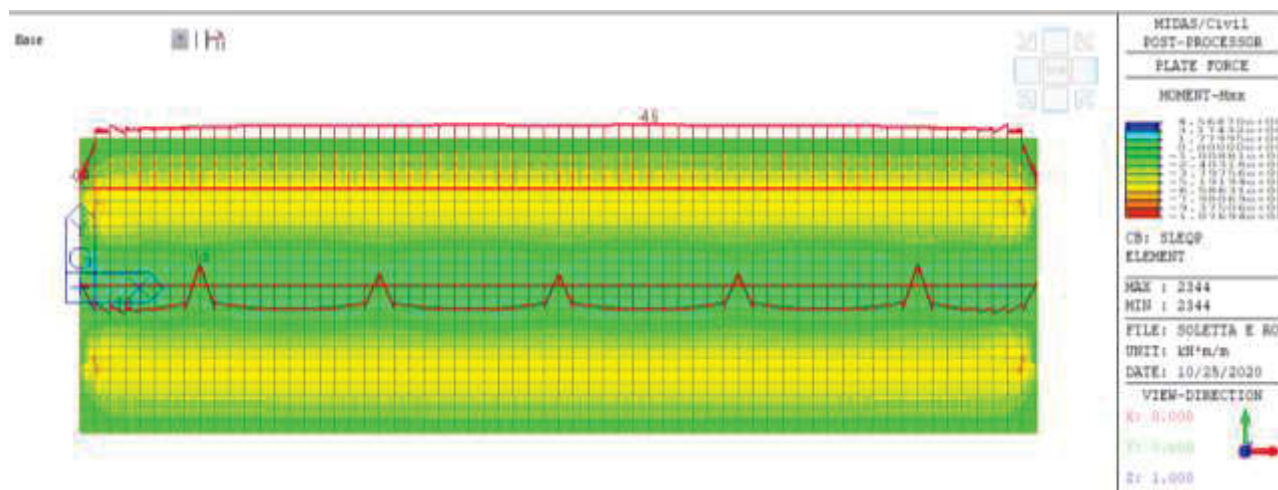
SLU min-max - Mlong (kNm/m)



SLE R max-min - Mlong (kNm/m)



SLE F max- min - Mlong (kNm/m)



SLE QP - Mlong (kNm/m)

11.2.3 Armatura e verifiche a flessione

La sezione trasversale corrente della soletta viene armata come descritto nel seguito.

Inferiormente l'armatura è posta sopra alla lastra predalle ed costituita da $\varnothing 16/20$ cm. Superiormente si dispongono $\varnothing 20/20$ cm per tutta la larghezza dell'impalcato e si infittisce l'armatura in corrispondenza degli appoggi delle travi esterne tramite barre $\varnothing 26/20$ cm.

In corrispondenza delle estremità dell'impalcato, per far fronte all'effetto bordo, l'infittimento dell'armatura superiore degli sbalzi è costituito da $\varnothing 26/20$ cm ma l'armatura corrente è aumentata a $\varnothing 24/20$ cm.

Nella parte compressa della soletta, l'armatura longitudinale è pari a $\varnothing 20/20$, inferiormente e superiormente, che viene aumentata a $\varnothing 24/10$ in corrispondenza delle zone di soletta fortemente tesa (concio di pila).

Si riportano i listati di verifica del programma utilizzato per il calcolo delle sezioni in c.a., per le sollecitazioni trasversali si utilizza una sezione di larghezza 1 m, più agevole per il calcolo.

Per quanto attiene alle verifiche a fessurazione si ha classe di esposizione XF4 quindi con riferimento al §4.1.2.24 del DM17/01/2018 e ad armature poco sensibili occorre produrre la verifica mantenendo l'apertura fessure inferiore a $w_1=0.2$ mm per condizione quasi permanente e inferiore a $w_1=0.2$ mm per condizione frequente.

11.2.3.1 Armatura trasversale corrente

GENERAL DATA OF GENERIC RC CROSS-SECTION

Section description:	
Section type:	Beam without stirrups
Reference code:	EC2/EC8 Italian Annex
Exposure Class:	XF4 - Freeze/thaw (vertical surface exposed to rain and freezing)
Stress path:	Constant axial force force to achieve bending ULS
Reference of assigned forces:	Principal axes y,y of inertia

MATERIALS DATA

CONCRETE -	Class:	C35/45
	Design compressive strength fcd:	19,8 MPa
	Shear reduced compressive strenght $v_1 \cdot f_{cd}$:	9,9 MPa (6.9)EC2
	Strain at max strength ec2:	0,0020
	Ultimate strain ecu:	0,0035
	Compression diagram stress-strain:	Parabola-Rectangle
	Mean Elastic Modulus Ecm:	34077,1 MPa

Mean tensile strength f_{ctm} :	3,2	MPa
Es/Ec in SLS combination:	15,00	
Stress limit in SLS Characteristic comb.:	21,0	kN/cm ²
Stress limit in SLS Frequent comb.:	210,0	daN/cm ²
Crack width limit in SLS Frequent comb.:	0,200	mm
Stress limit in SLS Quasi-perm. comb.:	15,75	Mpa
Crack width limit in SLS Quasi-perm. comb.:	0,200	mm

STEEL -	Longitudinal Bars:	B450C	
	Characteristic yield stress f_{yk} :	450,00	MPa
	Tensile strength f_{tk} :	450,0	MPa
	Design yield stress f_{yd} :	391,3	MPa
	Design strength f_{td} :	391,3	MPa
	Design ultimate strain ϵ_{su} :	0,068	
	Mean elastic modulus E_s :	200000,0	MPa
	Stirrups:	B500A	
	Characteristic yield stress f_{yk} :	500,00	MPa
	Tensile strength f_{tk} :	450,0	MPa
	Design yield stress f_{yd} :	434,8	MPa
	Design strength f_{td} :	434,8	MPa
	Mean elastic modulus E_s :	200000,0	MPa
	SLS Charact. - S_s Limit:	360,00	MPa

GEOMETRICAL DATA OF CONCRETE CROSS-SECTION

Shape of Region:	Polygonal	
Concrete Class:	C35/45	
Vertex N.:	X [cm]	Y [cm]
1	-50,0	0,0
2	-50,0	25,0
3	50,0	25,0
4	50,0	0,0

DATA ISOLATED LONGITUDINAL BARS

Bar N.	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-46,0	6,0	20
2	-46,0	20,0	20
3	46,0	20,0	20
4	46,0	6,0	20

DATA OF LINEAR GENERATIONS OF LONGITUDINAL BARS

N. Gen.	Number of generated bars of the current linear generation			
N.Initial Bar	Order number of initial bar (between the isolated bars just defined)			
N.Final Bar	Order number of final bar (between the isolated bars just defined)			
N. Bars	Number of bars generated equidistant in the current generation			
Ø	Diameter [mm] of generated bars			

Gen.N.	Initial Bar	Final Bar	N. Bars	Ø
1	1	4	3	20
2	2	3	3	20
3	2	3	5	26

ULTIMATE LIMIT STATE - ASSIGNED DESIGN FORCES FOR EACH COMBINATION

N d	Design axial force [kN] applied at centroid of concrete section (+ if compressive)
Mx d	Design bending force [kNm] around x principal axis of inertia
My d	Design bending force [kNm] around y principal axis of inertia
Vy d	Design shear component [kN] parallel to y principal axis of inertia
Vx d	Design shear component [kN] parallel to x principal axis of inertia

Comb.	N d	Mx d	My d	Vy d	Vx d
1	0,00	-193,80	0,00	0,00	0,00
2	0,00	80,00	0,00	0,00	0,00

SERVICEABILITY LIMIT STATES - CHARACTERISTIC COMB. - ASSIGNED INTERNAL FORCES FOR EACH COMBINATION

N Axial force [kN] applied at the centroid of concrete section (+ if compressive)
Mx Bending force [kNm] around x principal axis of inertia. First cracking value is shown between brackets.
My Bending force [kNm] around y principal axis of inertia. First cracking value is shown between brackets.

Comb.	N	Mx	My
1	0,00	-143,60	0,00
2	0,00	57,20	0,00

SERVICEABILITY LIMIT STATES - FREQUENT COMB. - ASSIGNED INTERNAL FORCES FOR EACH COMBINATION

N Axial force [kN] applied at the centroid of concrete section (+ if compressive)
Mx Bending force [kNm] around x principal axis of inertia. First cracking value is shown between brackets.
My Bending force [kNm] around y principal axis of inertia. First cracking value is shown between brackets.

Comb.	N	Mx	My
1	0,00	-115,90 (-48,03)	0,00 (0,00)
2	0,00	44,40 (41,21)	0,00 (0,00)

SERVICEABILITY LIMIT STATES - QUASI-PERMANENT COMB. - ASSIGNED INTERNAL FORCES FOR EACH COMBINATION

N Axial force [kN] applied at the centroid of concrete section (+ if compressive)
Mx Bending force [kNm] around x principal axis of inertia. First cracking value is shown between brackets.
My Bending force [kNm] around y principal axis of inertia. First cracking value is shown between brackets.

Comb.	N	Mx	My
1	0,00	-32,50 (-48,03)	0,00 (0,00)
2	0,00	7,20 (41,21)	0,00 (0,00)

CHECKS RESULTS

ULTIMATE LIMIT STATES - N-MX-MY CAPACITY CHECKS

Check Result of check
N Design axial force [kN] applied at the centroid of concrete section (+ if compressive)
Mx Design bending moment [kNm] around x axis principal of inerzia
My Design bending moment [kNm] around y axis principal of inerzia
N ult Axial force capacity [kN] (+ if compressive)
Mx ult Bending moment capacity [kNm] around x axis principal of inertia
My ult Bending moment capacity [kNm] around y axis principal of inertia
S.F. Safety Factor = vectorial ratio of (N ult,Mx ult,My ult) to (N,Mx,My). Check OK if ratio >=1.00
As Tension Area [cm²] of bars in tension (beam section). Min area for code is shown between brackets [eq.(9.1N) EC2]

Comb.	Check	N	Mx	My	N ult	Mx ult	My ult	S.F.	As Tension
1	OK	0,00	-193,80	0,00	0,00	-265,33	0,00	1,369	42,3(3,9)
2	OK	0,00	80,00	0,00	0,00	109,09	0,00	1,364	15,7(3,9)

ULTIMATE LIMIT STATE - BENDING AND AXIAL FORCE - STRAIN VALUES

ec max Ultimate compressive strain in concrete
ec* Strain in the concrete fiber at ec2/ecu of depth (if ec*>0 then the section is all compressed)
Xc max X-coordinate [cm] in the concrete point in wich is ec max
Yc max Y-coordinate [cm] in the concrete point in wich is ec max
es max Max strain in steel bars (+ if compressive)
Xs max X-coordinate [cm] of bar in wich is es max
Ys max Y-coordinate [cm] of bar in wich is es max
es min Min strain in steel bars (+ if compressive)
Xs min X-coordinate [cm] of bar in wich is es min

Comb.	ec max	ec*	Xc max	Yc max	es max	Xs max	Ys max	es min	Xs min	Ys min
1	0,00350	-0,00098	-50,0	0,0	0,00099	-46,0	6,0	-0,00487	46,0	20,0
2	0,00350	-0,00437	-50,0	25,0	-0,00017	-46,0	20,0	-0,01046	-46,0	6,0

ULTIMATE LIMIT STATE - POSITION OF NEUTRAL AXIS FOR EACH COMBINATION

Comb.	a	b	c	x/d	D
1	0,000000000	-0,000418478	0,003500000	0,418	0,963
2	0,000000000	0,000734937	-0,014873416	0,251	0,753

SLS CHARACTERISTIC COMBINATIONS - STRESS LIMITATION [§ 7.2 EC2]

Check	Result of Check
Tension in concrete:	Considered if not less than -fctm
Check	Result of Check
Reg	Number of current concrete sub-region of the cross section
Sc max (Sc lim)	Max compressive stress (+) in concrete [Mpa]. Code limit stress Sc lim is shown between brackets
Xc max, Yc max	X-coordinate, Y-coordinate [cm] of concrete vertex corresponding to Sc max (reference X,Y,O)
Ss min (Ss lim)	Min stress (- if tensile) in steel bars [Mpa], Code limit stress is shown between brackets
Xs min, Ys min	X-coordinate, Y-coordinate [cm] of bar corresponding to Ss min (reference X,Y,O)
Ac eff	Effective tension area [cm ²] that is the area of concrete surrounding the tension reinforcement (for crack width control)
As eff	Area of tension steel bars [cm ²] within Ac eff (for crack width control)
r eff	Geometrical ratio Ac eff/Ac [eq.(7.10) Ec2]

NComb	Reg	Check	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff	As eff	r eff
1	1	OK	14,60 (21,0)	50,0	0,0	-210,0 (360,0)	30,7	20,0	550	42,3	0,077
2	1	OK	7,75 (21,0)	-50,0	25,0	-227,7 (360,0)	23,0	6,0	600	15,7	0,026

SLS CHARACTERISTIC - CRACK WIDTH [§ 7.3.4 EC2]

Check	Result of check
Section is assumed cracked if flexural tensile stress exceeds fctm in at least one combination	
Check	Result of check
e1	Greater concrete tensile strain (tension is -) assessed in cracked section
e2	Lesser concrete tensile strain within the entire section (tension is -) assessed in cracked section
k1	= 0.8 high bond bars assigned [see eq.(7.11) EC2]
kt	= 0.6 for frequent and characteristic SLS; = 0.4 for q.perm SLS [see eq.(7.9) EC2]
k2	= 0.5 for bending; = (e1 + e2)/(2*e1) for eccentric tension [see eq.(7.13) EC2]
k3	= 3,400 Coeff. in eq. (7.11) according to national annex
k4	= 0,425 Coeff. in eq. (7.11) according to national annex
Ø	Bar diameter [mm] or equivalent diameter of tensile bars in Ac eff [eq.(7.11)]
e sm - e cm	Difference between the mean strain of tensile steel and concrete [eq.(7.8)]
sr max	Max final crack [mm] spacing
wk	Calculated value [mm] of crack width = sr max*(e sm - e cm) [eq.(7.8)]. Limit value of wk is shown between brackets
MX crack	First cracking bending moment around X axis[kNm]
MY crack	First cracking bending moment around Y axis[kNm]

Comb.	Check	e1	e2	k2	Ø	e sm - e cm	sr max	wk	Mx crack	My crack
1	OK	-0,00159	0	0,500	23,4	0,00087 (0,00063)	178	0,154	-48,03	0,00
2	OK	-0,00168	0	0,500	20,0	0,00071 (0,00068)	300	0,214	41,21	0,00

SLS FREQUENT COMBINATIONS - STRESS LIMITATION [§ 7.2 EC2]

NComb	Reg	Check	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff	As eff	r eff
1	1	OK	11,79 (21,0)	50,0	0,0	-169,5 (360,0)	30,7	20,0	550	42,3	0,077
2	1	OK	6,02 (21,0)	50,0	25,0	-176,8 (360,0)	0,0	6,0	600	15,7	0,026

SLS FREQUENT - CRACK WIDTH [§ 7.3.4 EC2]

Comb.	Check	e1	e2	k2	Ø	e sm - e cm	sr max	wk	Mx crack	My crack
-------	-------	----	----	----	---	-------------	--------	----	----------	----------

1	OK	-0,00128	0	0,500	23,4	0,00067 (0,00051)	178	0,118 (0,20)	-48,03	0,00
2	OK	-0,00131	0	0,500	20,0	0,00053 (0,00053)	300	0,159 (0,20)	41,21	0,00

SLS QUASI-PERMANENT COMBINATIONS - STRESS LIMITATION [§ 7.2 EC2]

NComb	Reg	Check	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff	As eff	r eff
1	1	OK	3,31 (15,8)	50,0	0,0	-47,5 (360,0)	15,3	20,0	550	42,3	0,077
2	1	OK	0,98 (15,8)	-50,0	25,0	-28,7 (360,0)	23,0	6,0	600	15,7	0,026

SLS QUASI-PERMANENT - CRACK WIDTH [§ 7.3.4 EC2]

Comb.	Check	e1	e2	k2	Ø	e sm - e cm	sr max	wk	Mx crack	My crack
1	OK	-0,00036	0	0,500	23,4	0,00014 (0,00014)	178	0,025 (0,20)	-48,03	0,00
2	OK	-0,00021	0	0,500	20,0	0,00009 (0,00009)	300	0,026 (0,20)	41,21	0,00

SLS - CHECK OF MINIMUM REINFORCEMENT AREA FOR CRACK CONTROL (§ 7.3.2 EC2)

Comb.	Order numbers assigned to SLS combination
Comb.Type	Frequent or Quasi-Permanent combination
Region	Number and type (web or flange) of sub-regions (as parts of the concrete cross-section)
k	Coeff. wich allows for the effects of non-uniform self-equilibrating stresses [eq.(7.1) EC2]
kc	Coeff. wich takes account of the stress distribution prior to cracking [eq.(7.2)-(7.3) EC2]
Act	Area of concrete (for each sub-region) within tension zone just before formation of first crack [eq.(7.1) EC2]
Ned	Axial force [kN] (+ if compressive) acting within each sub-region just before of first crack
Sc	= Ned/Act = mean stress [Mpa] within each concrete sub-region [eq.(7.1) EC2]
k1	Coeff. considering the effects of axial force on the stress distribution (rectangular section or web sub-region)
Fcr	Absolute value of the tensile force [kN] within the flange just prior to cracking
As reg	Area [cm ²] of longitudinal bars within the tension area of each sub-region
As,min	Minimum Area [cm ²] of longitudinal bars to be placed within the tension area of each sub-region

Comb.	Comb.Type	Region	k	kc	Act	Ned	Sc	k1	Fcr	As reg	As,min
1	Frequent	1 (Web)	1,00	0,35	1150	---	---	---	-447,06	42,3	3,6
2	Frequent	1 (Web)	1,00	0,45	1350	---	---	---	-232,71	15,7	5,4
1	Quasi-perm.	1 (Web)	1,00	0,39	1150	---	---	---	-125,36	42,3	3,9
2	Quasi-perm.	1 (Web)	1,00	0,41	1350	---	---	---	-37,74	15,7	4,9

11.2.3.2 Armatura trasversale zona bordo

GENERAL DATA OF GENERIC RC CROSS-SECTION

Section description:	
Section type:	Beam without stirrups
Reference code:	EC2/EC8 Italian Annex
Exposure Class:	XF4 - Freeze/thaw (vertical surface exposed to rain and freezing)
Stress path:	Constant axial force force to achieve bending ULS
Reference of assigned forces:	Principal axes y,y of inertia

MATERIALS DATA

CONCRETE -	Class:	C35/45
	Design compressive strength fcd:	19,8 MPa
	Shear reduced compressive strength v1*fcd:	9,9 MPa (6.9)EC2
	Strain at max strength ec2:	0,0020
	Ultimate strain ecu:	0,0035
	Compression diagram stress-strain:	Parabola-Rectangle
	Mean Elastic Modulus Ecm:	34077,1 MPa
	Mean tensile strength fctm:	3,2 MPa
	Es/Ec in SLS combination:	15,00
	Stress limit in SLS Characteristic comb.:	21,0 kN/cm ²
	Stress limit in SLS Frequent comb.:	210,0 daN/cm ²
	Crack width limit in SLS Frequent comb.:	0,200 mm
	Stress limit in SLS Quasi-perm. comb.:	15,75 Mpa
	Crack width limit in SLS Quasi-perm. comb.:	0,200 mm

STEEL -	Longitudinal Bars:	B450C
	Characteristic yield stress f_{yk} :	450,00 MPa
	Tensile strength f_{tk} :	450,0 MPa
	Design yield stress f_{yd} :	391,3 MPa
	Design strength f_{td} :	391,3 MPa
	Design ultimate strain ϵ_{su} :	0,068
	Mean elastic modulus E_s :	200000,0 MPa
	Stirrups:	B500A
	Characteristic yield stress f_{yk} :	500,00 MPa
	Tensile strength f_{tk} :	450,0 MPa
	Design yield stress f_{yd} :	434,8 MPa
	Design strength f_{td} :	434,8 MPa
	Mean elastic modulus E_s :	200000,0 MPa
	SLS Charact. - S_s Limit:	360,00 MPa

GEOMETRICAL DATA OF CONCRETE CROSS-SECTION

Shape of Region:	Polygonal	
Concrete Class:	C35/45	
Vertex N.:	X [cm]	Y [cm]
1	-50,0	0,0
2	-50,0	25,0
3	50,0	25,0
4	50,0	0,0

DATA ISOLATED LONGITUDINAL BARS

Bar N.	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-46,0	6,0	20
2	-46,0	20,0	24
3	46,0	20,0	24
4	46,0	6,0	20
5	-46,0	3,5	12
6	46,0	3,5	12

DATA OF LINEAR GENERATIONS OF LONGITUDINAL BARS

N. Gen.	Number of generated bars of the current linear generation
N.Initial Bar	Order number of initial bar (between the isolated bars just defined)
N.Final Bar	Order number of final bar (between the isolated bars just defined)
N. Bars	Number of bars generated equidistant in the current generation
Ø	Diameter [mm] of generated bars

Gen.N.	Initial Bar	Final Bar	N. Bars	Ø
1	1	4	3	20
2	2	3	3	24
3	2	3	5	26
4	5	6	8	12

ULTIMATE LIMIT STATE - ASSIGNED DESIGN FORCES FOR EACH COMBINATION

N d	Design axial force [kN] applied at centroid of concrete section (+ if compressive)
Mx d	Design bending force [kNm] around x principal axis of inertia
My d	Design bending force [kNm] around y principal axis of inertia
Vy d	Design shear component [kN] parallel to y principal axis of inertia
Vx d	Design shear component [kN] parallel to x principal axis of inertia

Comb.	N d	Mx d	My d	Vy d	Vx d
1	0,00	-236,50	0,00	0,00	0,00
2	0,00	83,40	0,00	0,00	0,00

SERVICEABILITY LIMIT STATES - CHARACTERISTIC COMB. - ASSIGNED INTERNAL FORCES FOR EACH COMBINATION

N	Axial force [kN] applied at the centroid of concrete section (+ if compressive)		
Mx	Bending force [kNm] around x principal axis of inertia. First cracking value is shown between brackets.		
My	Bending force [kNm] around y principal axis of inertia. First cracking value is shown between brackets.		
Comb.	N	Mx	My
1	0,00	-175,20	0,00
2	0,00	61,80	0,00

SERVICEABILITY LIMIT STATES - FREQUENT COMB. - ASSIGNED INTERNAL FORCES FOR EACH COMBINATION

N	Axial force [kN] applied at the centroid of concrete section (+ if compressive)		
Mx	Bending force [kNm] around x principal axis of inertia. First cracking value is shown between brackets.		
My	Bending force [kNm] around y principal axis of inertia. First cracking value is shown between brackets.		
Comb.	N	Mx	My
1	0,00	-139,50 (-52,60)	0,00 (0,00)
2	0,00	45,00 (47,18)	0,00 (0,00)

SERVICEABILITY LIMIT STATES - QUASI-PERMANENT COMB. - ASSIGNED INTERNAL FORCES FOR EACH COMBINATION

N	Axial force [kN] applied at the centroid of concrete section (+ if compressive)		
Mx	Bending force [kNm] around x principal axis of inertia. First cracking value is shown between brackets.		
My	Bending force [kNm] around y principal axis of inertia. First cracking value is shown between brackets.		
Comb.	N	Mx	My
1	0,00	-32,50 (-52,60)	0,00 (0,00)
2	0,00	7,20 (47,18)	0,00 (0,00)

CHECKS RESULTS

Checks OK for all assigned combinations

Min edge cover of longitudinal bars: 2,8 cm

ULTIMATE LIMIT STATES - N-MX-MY CAPACITY CHECKS

Check	Result of check								
N	Design axial force [kN] applied at the centroid of concrete section (+ if compressive)								
Mx	Design bending moment [kNm] around x axis principal of inerzia								
My	Design bending moment [kNm] around y axis principal of inerzia								
N ult	Axial force capacity [kN] (+ if compressive)								
Mx ult	Bending moment capacity [kNm] around x axis principal of inertia								
My ult	Bending moment capacity [kNm] around y axis principal of inertia								
S.F.	Safety Factor = vectorial ratio of (N ult,Mx ult,My ult) to (N,Mx,My). Check OK if ratio >=1.00								
As Tension	Area [cm ²] of bars in tension (beam section). Min area for code is shown between brackets [eq.(9.1N) EC2]								

Comb.	Check	N	Mx	My	N ult	Mx ult	My ult	S.F.	As Tension
1	OK	0,00	-236,50	0,00	0,00	-314,76	0,00	1,331	49,2(3,9)
2	OK	0,00	83,40	0,00	0,00	182,84	0,00	2,192	27,0(3,9)

ULTIMATE LIMIT STATE - BENDING AND AXIAL FORCE - STRAIN VALUES

ec max	Ultimate compressive strain in concrete
ec*	Strain in the concrete fiber at ec2/ecu of depth (if ec*>0 then the section is all compressed)
Xc max	X-coordinate [cm] in the concrete point in wich is ec max
Yc max	Y-coordinate [cm] in the concrete point in wich is ec max
es max	Max strain in steel bars (+ if compressive)
Xs max	X-coordinate [cm] of bar in wich is es max
Ys max	Y-coordinate [cm] of bar in wich is es max
es min	Min strain in steel bars (+ if compressive)
Xs min	X-coordinate [cm] of bar in wich is es min

Comb.	ec max	ec*	Xc max	Yc max	es max	Xs max	Ys max	es min	Xs min	Ys min
1	0,00350	-0,00134	-50,0	0,0	0,00192	-46,0	3,5	-0,00554	46,0	20,0
2	0,00350	-0,00355	-50,0	25,0	0,00021	-46,0	20,0	-0,01066	-46,0	3,5

ULTIMATE LIMIT STATE - POSITION OF NEUTRAL AXIS FOR EACH COMBINATION

Comb.	a	b	c	x/d	D
1	0,000000000	-0,000451779	0,003500000	0,387	0,924
2	0,000000000	0,000658433	-0,012960825	0,247	0,749

SLS CHARACTERISTIC COMBINATIONS - STRESS LIMITATION [§ 7.2 EC2]

Check	Result of Check
Tension in concrete:	Considered if not less than -fctm
Check	Result of Check
Reg	Number of current concrete sub-region of the cross section
Sc max (Sc lim)	Max compressive stress (+) in concrete [Mpa]. Code limit stress Sc lim is shown between brackets
Xc max, Yc max	X-coordinate, Y-coordinate [cm] of concrete vertex corresponding to Sc max (reference X,Y,O)
Ss min (Ss lim)	Min stress (- if tensile) in steel bars [Mpa], Code limit stress is shown between brackets
Xs min, Ys min	X-coordinate, Y-coordinate [cm] of bar corresponding to Ss min (reference X,Y,O)
Ac eff	Effective tension area [cm ²] that is the area of concrete surrounding the tension reinforcement (for crack width control)
As eff	Area of tension steel bars [cm ²] within Ac eff (for crack width control)
r eff	Geometrical ratio Ac eff/Ac [eq.(7.10) Ec2]

NComb	Reg	Check	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff	As eff	r eff
1	1	OK	15,08 (21,0)	50,0	0,0	-219,4 (360,0)	30,7	20,0	550	49,2	0,089
2	1	OK	5,75 (21,0)	-50,0	25,0	-153,9 (360,0)	35,8	3,5	600	11,3	0,019

SLS CHARACTERISTIC - CRACK WIDTH [§ 7.3.4 EC2]

Check	Result of check
Section is assumed cracked if flexural tensile stress exceeds fctm in at least one combination	
Check	Result of check
e1	Greater concrete tensile strain (tension is -) assessed in cracked section
e2	Lesser concrete tensile strain within the entire section (tension is -) assessed in cracked section
k1	= 0.8 high bond bars assigned [see eq.(7.11) EC2]
kt	= 0.6 for frequent and characteristic SLS; = 0.4 for q.perm SLS [see eq.(7.9) EC2]
k2	= 0.5 for bending; =(e1 + e2)/(2*e1) for eccentric tension [see eq.(7.13) EC2]
k3	= 3,400 Coeff. in eq. (7.11) according to national annex
k4	= 0,425 Coeff. in eq. (7.11) according to national annex
Ø	Bar diameter [mm] or equivalent diameter of tensile bars in Ac eff [eq.(7.11)]
e sm - e cm	Difference between the mean strain of tensile steel and concrete [eq.(7.8)]
sr max	Max final crack [mm] spacing
wk	Calculated value [mm] of crack width = sr max*(e sm - e cm) [eq.(7.8)]. Limit value of wk is shown between brackets
MX crack	First cracking bending moment around X axis[kNm]
MY crack	First cracking bending moment around Y axis[kNm]

Comb.	Check	e1	e2	k2	Ø	e sm - e cm	sr max	wk	Mx crack	My crack
1	OK	-0,00165	0	0,500	25,0	0,00093 (0,00066)	173	0,162	-52,60	0,00
2	OK	-0,00096	0	0,500	12,0	0,00046 (0,00046)	207	0,095	47,18	0,00

SLS FREQUENT COMBINATIONS - STRESS LIMITATION [§ 7.2 EC2]

NComb	Reg	Check	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff	As eff	r eff
1	1	OK	12,01 (21,0)	50,0	0,0	-174,7 (360,0)	30,7	20,0	550	49,2	0,089
2	1	OK	4,19 (21,0)	50,0	25,0	-112,0 (360,0)	35,8	3,5	600	11,3	0,019

SLS FREQUENT - CRACK WIDTH [§ 7.3.4 EC2]

Comb.	Check	e1	e2	k2	Ø	e sm - e cm	sr max	wk	Mx crack	My crack
-------	-------	----	----	----	---	-------------	--------	----	----------	----------

1	OK	-0,00132	0	0,500	25,0	0,00071 (0,00052)	173	0,123 (0,20)	-52,60	0,00
2	OK	-0,00070	0	0,500	12,0	0,00034 (0,00034)	207	0,070 (0,20)	47,18	0,00

SLS QUASI-PERMANENT COMBINATIONS - STRESS LIMITATION [§ 7.2 EC2]

NComb	Reg	Check	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff	As eff	r eff
1	1	OK	2,80 (15,8)	50,0	0,0	-40,7 (360,0)	30,7	20,0	550	49,2	0,089
2	1	OK	0,67 (15,8)	50,0	25,0	-17,9 (360,0)	35,8	3,5	600	11,3	0,019

SLS QUASI-PERMANENT - CRACK WIDTH [§ 7.3.4 EC2]

Comb.	Check	e1	e2	k2	Ø	e sm - e cm	sr max	wk	Mx crack	My crack
1	OK	-0,00031	0	0,500	25,0	0,00012 (0,00012)	173	0,021 (0,20)	-52,60	0,00
2	OK	-0,00011	0	0,500	12,0	0,00005 (0,00005)	207	0,011 (0,20)	47,18	0,00

SLS - CHECK OF MINIMUM REINFORCEMENT AREA FOR CRACK CONTROL (§ 7.3.2 EC2)

Comb.	Order numbers assigned to SLS combination
Comb.Type	Frequent or Quasi-Permanent combination
Region	Number and type (web or flange) of sub-regions (as parts of the concrete cross-section)
k	Coeff. wich allows for the effects of non-uniform self-equilibrating stresses [eq.(7.1) EC2]
kc	Coeff. wich takes account of the stress distribution prior to cracking [eq.(7.2)-(7.3) EC2]
Act	Area of concrete (for each sub-region) within tension zone just before formation of first crack [eq.(7.1) EC2]
Ned	Axial force [kN] (+ if compressive) acting within each sub-region just before of first crack
Sc	= Ned/Act = mean stress [Mpa] within each concrete sub-region [eq.(7.1) EC2]
k1	Coeff. considering the effects of axial force on the stress distribution (rectangular section or web sub-region)
Fcr	Absolute value of the tensile force [kN] within the flange just prior to cracking
As reg	Area [cm ²] of longitudinal bars within the tension area of each sub-region
As,min	Minimum Area [cm ²] of longitudinal bars to be placed within the tension area of each sub-region

Comb.	Comb.Type	Region	k	kc	Act	Ned	Sc	k1	Fcr	As reg	As,min
1	Frequent	1 (Web)	1,00	0,36	1200	---	---	---	-503,05	49,2	3,8
2	Frequent	1 (Web)	1,00	0,43	1300	---	---	---	-201,70	27,0	5,0
1	Quasi-perm.	1 (Web)	1,00	0,39	1200	---	---	---	-117,20	49,2	4,2
2	Quasi-perm.	1 (Web)	1,00	0,40	1300	---	---	---	-32,27	27,0	4,7

11.2.3.3 Armatura longitudinale corrente in campata

GENERAL DATA OF GENERIC RC CROSS-SECTION

Section description:	
Section type:	Beam without stirrups
Reference code:	EC2/EC8 Italian Annex
Exposure Class:	XF4 - Freeze/thaw (vertical surface exposed to rain and freezing)
Stress path:	Constant axial force force to achieve bending ULS
Reference of assigned forces:	Principal axes y,y of inertia

MATERIALS DATA

CONCRETE -	Class:	C35/45
	Design compressive strength fcd:	19,8 MPa
	Shear reduced compressive strenght v1*fcd:	9,9 MPa (6.9)EC2
	Strain at max strength ec2:	0,0020
	Ultimate strain ecu:	0,0035
	Compression diagram stress-strain:	Parabola-Rectangle
	Mean Elastic Modulus Ecm:	34077,1 MPa
	Mean tensile strength fctm:	3,2 MPa
	Es/Ec in SLS combination:	15,00
	Stress limit in SLS Characteristic comb.:	21,0 kN/cm ²
	Stress limit in SLS Frequent comb.:	210,0 daN/cm ²
	Crack width limit in SLS Frequent comb.:	0,200 mm
	Stress limit in SLS Quasi-perm. comb.:	15,75 Mpa

	Crack width limit in SLS Quasi-perm. comb.:	0,200	mm
STEEL -	Longitudinal Bars:	B450C	
	Characteristic yield stress fyk:	450,00	MPa
	Tensile strength ftk:	450,0	MPa
	Design yield stress fyd:	391,3	MPa
	Design strength ftd:	391,3	MPa
	Design ultimate strain esu:	0,068	
	Mean elastic modulus Es:	200000,0	MPa
	Stirrups:	B500A	
	Characteristic yield stress fyk:	500,00	MPa
	Tensile strength ftk:	450,0	MPa
	Design yield stress fyd:	434,8	MPa
	Design strength ftd:	434,8	MPa
	Mean elastic modulus Es:	200000,0	MPa
	SLS Charact. - Ss Limit:	360,00	MPa

GEOMETRICAL DATA OF CONCRETE CROSS-SECTION

Shape of Region: Polygonal
 Concrete Class: C35/45

Vertex N.:	X [cm]	Y [cm]
1	-50,0	0,0
2	-50,0	22,0
3	50,0	22,0
4	50,0	0,0

DATA ISOLATED LONGITUDINAL BARS

Bar N.	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-46,0	5,0	20
2	-46,0	17,0	20
3	46,0	17,0	20
4	46,0	5,0	20

DATA OF LINEAR GENERATIONS OF LONGITUDINAL BARS

N. Gen. Number of generated bars of the current linear generation
 N.Initial Bar Order number of initial bar (between the isolated bars just defined)
 N.Final Bar Order number of final bar (between the isolated bars just defined)
 N. Bars Number of bars generated equidistant in the current generation
 Ø Diameter [mm] of generated bars

Gen.N.	Initial Bar	Final Bar	N. Bars	Ø
1	1	4	3	20
2	2	3	3	20

ULTIMATE LIMIT STATE - ASSIGNED DESIGN FORCES FOR EACH COMBINATION

N d Design axial force [kN] applied at centroid of concrete section (+ if compressive)
 Mx d Design bending force [kNm] around x principal axis of inertia
 My d Design bending force [kNm] around y principal axis of inertia
 Vy d Design shear component [kN] parallel to y principal axis of inertia
 Vx d Design shear component [kN] parallel to x principal axis of inertia

Comb.	N d	Mx d	My d	Vy d	Vx d
1	350,00	-108,20	0,00	0,00	0,00
2	350,00	30,50	0,00	0,00	0,00

SERVICEABILITY LIMIT STATES - CHARACTERISTIC COMB. - ASSIGNED INTERNAL FORCES FOR EACH COMBINATION

N Axial force [kN] applied at the centroid of concrete section (+ if compressive)
Mx Bending force [kNm] around x principal axis of inertia. First cracking value is shown between brackets.
My Bending force [kNm] around y principal axis of inertia. First cracking value is shown between brackets.

Comb.	N	Mx	My
1	220,00	-80,10	0,00
2	220,00	22,60	0,00

SERVICEABILITY LIMIT STATES - FREQUENT COMB. - ASSIGNED INTERNAL FORCES FOR EACH COMBINATION

N Axial force [kN] applied at the centroid of concrete section (+ if compressive)
Mx Bending force [kNm] around x principal axis of inertia. First cracking value is shown between brackets.
My Bending force [kNm] around y principal axis of inertia. First cracking value is shown between brackets.

Comb.	N	Mx	My
1	200,00	-60,30 (-35,02)	0,00 (0,00)
2	200,00	17,40 (52,59)	0,00 (0,00)

SERVICEABILITY LIMIT STATES - QUASI-PERMANENT COMB. - ASSIGNED INTERNAL FORCES FOR EACH COMBINATION

N Axial force [kN] applied at the centroid of concrete section (+ if compressive)
Mx Bending force [kNm] around x principal axis of inertia. First cracking value is shown between brackets.
My Bending force [kNm] around y principal axis of inertia. First cracking value is shown between brackets.

Comb.	N	Mx	My
1	150,00	-5,00 (-8,78)	0,00 (0,00)
2	150,00	2,00 (4,43)	0,00 (0,00)

CHECKS RESULTS

Checks OK for all assigned combinations

Min edge cover of longitudinal bars: 3,0 cm
Min distance between longitudinal bars: 10,0 cm

ULTIMATE LIMIT STATES - N-MX-MY CAPACITY CHECKS

Check Result of check
N Design axial force [kN] applied at the centroid of concrete section (+ if compressive)
Mx Design bending moment [kNm] around x axis principal of inerzia
My Design bending moment [kNm] around y axis principal of inerzia
N ult Axial force capacity [kN] (+ if compressive)
Mx ult Bending moment capacity [kNm] around x axis principal of inertia
My ult Bending moment capacity [kNm] around y axis principal of inertia
S.F. Safety Factor = vectorial ratio of (N ult,Mx ult,My ult) to (N,Mx,My). Check OK if ratio >=1.00
As Tension Area [cm²] of bars in tension (beam section). Min area for code is shown between brackets [eq.(9.1N) EC2]

Comb.	Check	N	Mx	My	N ult	Mx ult	My ult	S.F.	As Tension
1	OK	350,00	-108,20	0,00	349,94	-118,64	0,00	1,096	15,7(0,0)
2	OK	350,00	30,50	0,00	349,94	118,64	0,00	3,890	15,7(0,0)

ULTIMATE LIMIT STATE - BENDING AND AXIAL FORCE - STRAIN VALUES

ec max Ultimate compressive strain in concrete
ec* Strain in the concrete fiber at ec2/ecu of depth (if ec*>0 then the section is all compressed)
Xc max X-coordinate [cm] in the concrete point in wich is ec max
Yc max Y-coordinate [cm] in the concrete point in wich is ec max
es max Max strain in steel bars (+ if compressive)
Xs max X-coordinate [cm] of bar in wich is es max
Ys max Y-coordinate [cm] of bar in wich is es max
es min Min strain in steel bars (+ if compressive)
Xs min X-coordinate [cm] of bar in wich is es min
Ys min Y-coordinate [cm] of bar in wich is es min

Comb.	ec max	ec*	Xc max	Yc max	es max	Xs max	Ys max	es min	Xs min	Ys min
1	0,00350	-0,00256	-50,0	0,0	0,00029	-46,0	5,0	-0,00743	46,0	17,0
2	0,00350	-0,00256	50,0	22,0	0,00029	46,0	17,0	-0,00743	-46,0	5,0

ULTIMATE LIMIT STATE - POSITION OF NEUTRAL AXIS FOR EACH COMBINATION

a, b, c Coeff. a, b, c in neutral axis equation: $aX+bY+c=0$ reference X,Y,O
x/d Ratio of the depth of neutral axis to the effective depth of the section
D Ratio of redistributed moment to the elastic moment in continuous beams [eq.(5.10)EC2]

Comb.	a	b	c	x/d	D
1	0,000000000	-0,000642996	0,003500000	0,320	0,840
2	0,000000000	0,000642996	-0,010645909	0,320	0,840

SLS CHARACTERISTIC COMBINATIONS - STRESS LIMITATION [§ 7.2 EC2]

Tension in concrete: Considered if not less than -fctm
Check Result of Check
Reg Number of current concrete sub-region of the cross section
Sc max (Sc lim) Max compressive stress (+) in concrete [Mpa]. Code limit stress Sc lim is shown between brackets
Xc max, Yc max X-coordinate, Y-coordinate [cm] of concrete vertex corresponding to Sc max (reference X,Y,O)
Ss min (Ss lim) Min stress (- if tensile) in steel bars [Mpa], Code limit stress is shown between brackets
Xs min, Ys min X-coordinate, Y-coordinate [cm] of bar corresponding to Ss min (reference X,Y,O)
Ac eff Effective tension area [cm²] that is the area of concrete surrounding the tension reinforcement (for crack width control)
As eff Area of tension steel bars [cm²] within Ac eff (for crack width control)
r eff Geometrical ratio Ac eff/Ac eff [eq.(7.10) EC2]

NComb	Reg	Check	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff	As eff	r eff
1	1	OK	14,70 (21,0)	50,0	0,0	-281,8 (360,0)	23,0	17,0	550	15,7	0,029
2	1	OK	4,06 (21,0)	50,0	22,0	-33,9 (360,0)	-46,0	5,0	550	15,7	0,029

SLS CHARACTERISTIC - CRACK WIDTH [§ 7.3.4 EC2]

Check Section is assumed cracked if flexural tensile stress exceeds fctm in at least one combination
e1 Result of check
e2 Greater concrete tensile strain (tension is -) assessed in cracked section
k1 Lesser concrete tensile strain within the entire section (tension is -) assessed in cracked section
kt = 0.8 high bond bars assigned [see eq.(7.11) EC2]
k2 = 0.6 for frequent and characteristic SLS; = 0.4 for q.perm SLS [see eq.(7.9) EC2]
k3 = 0.5 for bending; $=(e1 + e2)/(2*e1)$ for eccentric tension [see eq.(7.13) EC2]
k4 = 3,400 Coeff. in eq. (7.11) according to national annex
Ø = 0,425 Coeff. in eq. (7.11) according to national annex
e sm - e cm Bar diameter [mm] or equivalent diameter of tensile bars in Ac eff [eq.(7.11)]
sr max Difference between the mean strain of tensile steel and concrete [eq.(7.8)]
wk Between brackets: Minimum value of eq.(7.9) = 0.6 Smax / Es
MX crack Max final crack [mm] spacing
MY crack Calculated value [mm] of crack width = sr max*(e sm - e cm) [eq.(7.8)]. Limit value of wk is shown between brackets
First cracking bending moment around X axis[kNm]
First cracking bending moment around Y axis[kNm]

Comb.	Check	e1	e2	k2	Ø	e sm - e cm	sr max	wk	Mx crack	My crack
1	OK	-0,00215	0	0,500	20,0	0,00102 (0,00085)	255	0,259	-34,23	0,00
2	OK	-0,00031	0	0,500	20,0	0,00010 (0,00010)	221	0,022	47,46	0,00

SLS FREQUENT COMBINATIONS - STRESS LIMITATION [§ 7.2 EC2]

NComb	Reg	Check	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff	As eff	r eff
1	1	OK	11,06 (21,0)	50,0	0,0	-201,2 (360,0)	23,0	17,0	500	15,7	0,031
2	1	OK	3,10 (21,0)	-50,0	22,0	-19,0 (360,0)	23,0	5,0	500	15,7	0,031

SLS FREQUENT - CRACK WIDTH [§ 7.3.4 EC2]

Comb.	Check	e1	e2	k2	Ø	e sm - e cm	sr max	wk	Mx crack	My crack
1	OK	-0,00155	0	0,500	20,0	0,00064 (0,00060)	244	0,157 (0,20)	-35,02	0,00

2 OK -0,00019 0 0,500 20,0 0,00006 (0,00006) 244 0,014 (0,20) 52,59 0,00

SLS QUASI-PERMANENT COMBINATIONS - STRESS LIMITATION [§ 7.2 EC2]

NComb	Reg	Check	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff	As eff	r eff
1	1	OK	1,08 (15,8)	50,0	0,0	4,2 (360,0)	23,0	----	2300	----	----
2	1	OK	0,77 (15,8)	-50,0	22,0	6,7 (360,0)	23,0	----	2300	----	----

SLS QUASI-PERMANENT - CRACK WIDTH [§ 7.3.4 EC2]

Comb.	Check	e1	e2	k2	Ø	e sm - e cm	sr max	wk	Mx crack	My crack
1	OK	-0,00041	-0,00015	----	----	----	----	----	-8,78	0,00
2	OK	-0,00029	-0,00027	----	----	----	----	----	4,43	0,00

SLS - CHECK OF MINIMUM REINFORCEMENT AREA FOR CRACK CONTROL (§ 7.3.2 EC2)

Comb.	Order numbers assigned to SLS combination
Comb.Type	Frequent or Quasi-Permanent combination
Region	Number and type (web or flange) of sub-regions (as parts of the concrete cross-section)
k	Coeff. wich allows for the effects of non-uniform self-equilibrating stresse [eq.(7.1) EC2]
kc	Coeff. wich takes account of the stress distribution prior to cracking [eq.(7.2)-(7.3) EC2]
Act	Area of concrete (for each sub-region) within tension zone just before formation of first crack [eq.(7.1) EC2]
Ned	Axial force [kN] (+ if compressive) acting within each sub-region just before of first crack
Sc	= Ned/Ac = mean stress [Mpa] within each concrete sub-region [eq.(7.1) EC2]
k1	Coeff. considering the effects of axial force on the stress distribution (rectangular section or web sub-region)
Fcr	Absolute value of the tensile force [kN] within the flange just prior to cracking
As reg	Area [cm ²] of longitudinal bars within the tension area of each sub-region
As,min	Minimum Area [cm ²] of longitudinal bars to be placed within the tension area of each sub-region

Comb.	Comb.Type	Region	k	kc	Act	Ned	Sc	k1	Fcr	As reg	As,min
1	Frequent	1 ()	1,00	0,34	950	---	---	---	-267,60	15,7	2,9
2	Frequent	1 ()	1,00	0,34	650	---	---	---	-34,26	15,7	2,0
1	Quasi-perm.	1 ()			0	---	---	---	0,00	0,0	0,0
2	Quasi-perm.	1 ()			0	---	---	---	0,00	0,0	0,0

11.2.3.4 Armatura longitudinale corrente conci di pila

GENERAL DATA OF GENERIC RC CROSS-SECTION

Section description:	
Section type:	Beam without stirrups
Reference code:	EC2/EC8 Italian Annex
Exposure Class:	XF4 - Freeze/thaw (vertical surface exposed to rain and freezing)
Stress path:	Constant axial force force to achieve bending ULS
Reference of assigned forces:	Principal axes y,y of inertia

MATERIALS DATA

CONCRETE -	Class:	C35/45
	Design compressive strength fcd:	19,8 MPa
	Shear reduced compressive strenght v1*fcd:	9,9 MPa (6.9)EC2
	Strain at max strength ec2:	0,0020
	Ultimate strain ecu:	0,0035
	Compression diagram stress-strain:	Parabola-Rectangle
	Mean Elastic Modulus Ecm:	34077,1 MPa
	Mean tensile strength fctm:	3,2 MPa
	Es/Ec in SLS combination:	15,00
	Stress limit in SLS Characteristic comb.:	21,0 kN/cm ²
	Stress limit in SLS Frequent comb.:	210,0 daN/cm ²
	Crack width limit in SLS Frequent comb.:	0,200 mm
	Stress limit in SLS Quasi-perm. comb.:	15,75 Mpa
	Crack width limit in SLS Quasi-perm. comb.:	0,200 mm

STEEL -	Longitudinal Bars:	B450C
	Characteristic yield stress fyk:	450,00 MPa
	Tensile strength ftk:	450,0 MPa
	Design yield stress fyd:	391,3 MPa
	Design strength ftd:	391,3 MPa
	Design ultimate strain esu:	0,068
	Mean elastic modulus Es:	200000,0 MPa
	Stirrups:	B500A
	Characteristic yield stress fyk:	500,00 MPa
	Tensile strength ftk:	450,0 MPa
	Design yield stress fyd:	434,8 MPa
	Design strength ftd:	434,8 MPa
	Mean elastic modulus Es:	200000,0 MPa
	SLS Charact. - Ss Limit:	360,00 MPa

GEOMETRICAL DATA OF CONCRETE CROSS-SECTION

Shape of Region:	Polygonal	
Concrete Class:	C35/45	
Vertex N.:	X [cm]	Y [cm]
1	-50,0	0,0
2	-50,0	23,0
3	50,0	23,0
4	50,0	0,0

DATA ISOLATED LONGITUDINAL BARS

Bar N.	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-46,0	5,0	24
2	-46,0	17,0	24
3	46,0	17,0	24
4	46,0	5,0	24

DATA OF LINEAR GENERATIONS OF LONGITUDINAL BARS

N. Gen.	Number of generated bars of the current linear generation
N.Initial Bar	Order number of initial bar (between the isolated bars just defined)
N.Final Bar	Order number of final bar (between the isolated bars just defined)
N. Bars	Number of bars generated equidistant in the current generation
Ø	Diameter [mm] of generated bars

Gen.N.	Initial Bar	Final Bar	N. Bars	Ø
1	1	4	8	24
2	2	3	8	24

ULTIMATE LIMIT STATE - ASSIGNED DESIGN FORCES FOR EACH COMBINATION

N d	Design axial force [kN] applied at centroid of concrete section (+ if compressive)
Mx d	Design bending force [kNm] around x principal axis of inertia
My d	Design bending force [kNm] around y principal axis of inertia
Vy d	Design shear component [kN] parallel to y principal axis of inertia
Vx d	Design shear component [kN] parallel to x principal axis of inertia

Comb.	N d	Mx d	My d	Vy d	Vx d
1	-1184,00	-108,20	0,00	0,00	0,00
2	-1184,00	30,50	0,00	0,00	0,00

SERVICEABILITY LIMIT STATES - CHARACTERISTIC COMB. - ASSIGNED INTERNAL FORCES FOR EACH COMBINATION

N	Axial force [kN] applied at the centroid of concrete section (+ if compressive)
---	---

Mx Bending force [kNm] around x principal axis of inertia. First cracking value is shown between brackets.
My Bending force [kNm] around y principal axis of inertia. First cracking value is shown between brackets.

Comb.	N	Mx	My
1	-877,00	-80,10	0,00
2	-877,00	22,60	0,00

SERVICEABILITY LIMIT STATES - FREQUENT COMB. - ASSIGNED INTERNAL FORCES FOR EACH COMBINATION

N Axial force [kN] applied at the centroid of concrete section (+ if compressive)
Mx Bending force [kNm] around x principal axis of inertia. First cracking value is shown between brackets.
My Bending force [kNm] around y principal axis of inertia. First cracking value is shown between brackets.

Comb.	N	Mx	My
1	-657,00	-60,30 (-29,44)	0,00 (0,00)
2	-657,00	17,40 (18,54)	0,00 (0,00)

SERVICEABILITY LIMIT STATES - QUASI-PERMANENT COMB. - ASSIGNED INTERNAL FORCES FOR EACH COMBINATION

N Axial force [kN] applied at the centroid of concrete section (+ if compressive)
Mx Bending force [kNm] around x principal axis of inertia. First cracking value is shown between brackets.
My Bending force [kNm] around y principal axis of inertia. First cracking value is shown between brackets.

Comb.	N	Mx	My
1	-500,00	-5,00 (-8,78)	0,00 (0,00)
2	-500,00	2,00 (4,43)	0,00 (0,00)

CHECKS RESULTS

Min edge cover of longitudinal bars: 2,8 cm
Min distance between longitudinal bars: 7,8 cm

ULTIMATE LIMIT STATES - N-MX-MY CAPACITY CHECKS

Check Result of check
N Design axial force [kN] applied at the centroid of concrete section (+ if compressive)
Mx Design bending moment [kNm] around x axis principal of inerzia
My Design bending moment [kNm] around y axis principal of inerzia
N ult Axial force capacity [kN] (+ if compressive)
Mx ult Bending moment capacity [kNm] around x axis principal of inertia
My ult Bending moment capacity [kNm] around y axis principal of inertia
S.F. Safety Factor = vectorial ratio of (N ult,Mx ult,My ult) to (N,Mx,My). Check OK if ratio >=1.00
As Tension Area [cm²] of bars in tension (beam section). Min area for code is shown between brackets [eq.(9.1N) EC2]

Comb.	Check	N	Mx	My	N ult	Mx ult	My ult	S.F.	As Tension
1	OK	-1184,00	-108,20	0,00	-1184,04	-158,49	0,00	1,441	45,2(3,5)
2	OK	-1184,00	30,50	0,00	-1184,22	180,03	0,00	7,083	45,2(3,5)

ULTIMATE LIMIT STATE - BENDING AND AXIAL FORCE - STRAIN VALUES

ec max Ultimate compressive strain in concrete
ec* Strain in the concrete fiber at ec2/ecu of depth (if ec*>0 then the section is all compressed)
Xc max X-coordinate [cm] in the concrete point in wich is ec max
Yc max Y-coordinate [cm] in the concrete point in wich is ec max
es max Max strain in steel bars (+ if compressive)
Xs max X-coordinate [cm] of bar in wich is es max
Ys max Y-coordinate [cm] of bar in wich is es max
es min Min strain in steel bars (+ if compressive)
Xs min X-coordinate [cm] of bar in wich is es min
Ys min Y-coordinate [cm] of bar in wich is es min

Comb.	ec max	ec*	Xc max	Yc max	es max	Xs max	Ys max	es min	Xs min	Ys min
-------	--------	-----	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

1	0,00350	-0,00378	-50,0	0,0	-0,00019	-46,0	5,0	-0,00905	46,0	17,0
2	0,00350	-0,00279	-50,0	23,0	-0,00033	-46,0	17,0	-0,00798	46,0	5,0

ULTIMATE LIMIT STATE - POSITION OF NEUTRAL AXIS FOR EACH COMBINATION

Comb.	a	b	c	x/d	D
1	0,000000000	-0,000738109	0,003500000	0,279	0,789
2	0,000000000	0,000637897	-0,011171621	0,305	0,821

a, b, c Coeff. a, b, c in neutral axis equation: $aX+bY+c=0$ reference X,Y,O
x/d Ratio of the depth of neutral axis to the effective depth of the section
D Ratio of redistributed moment to the elastic moment in continuous beams [eq.(5.10)EC2]

SLS CHARACTERISTIC COMBINATIONS - STRESS LIMITATION [§ 7.2 EC2]

NComb	Reg	Check	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff	As eff	r eff
1	1	OK	7,21 (21,0)	50,0	0,0	-241,2 (360,0)	35,8	17,0	650	45,2	0,070
2	1	OK	0,0	-50,0	23,0	-130,5 (360,0)	35,8	5,0	2300	90,5	0,039

Tension in concrete: Considered if not less than -fctm
Check Result of Check
Reg Number of current concrete sub-region of the cross section
Sc max (Sc lim) Max compressive stress (+) in concrete [Mpa]. Code limit stress Sc lim is shown between brackets
Xc max, Yc max X-coordinate, Y-coordinate [cm] of concrete vertex corresponding to Sc max (reference X,Y,O)
Ss min (Ss lim) Min stress (- if tensile) in steel bars [Mpa]. Code limit stress is shown between brackets
Xs min, Ys min X-coordinate, Y-coordinate [cm] of bar corresponding to Ss min (reference X,Y,O)
Ac eff Effective tension area [cm²] that is the area of concrete surrounding the tension reinforcement (for crack width control)
As eff Area of tension steel bars [cm²] within Ac eff (for crack width control)
r eff Geometrical ratio Ac eff/Ac eff [eq.(7.10) Ec2]

SLS CHARACTERISTIC - CRACK WIDTH [§ 7.3.4 EC2]

Comb.	Check	e1	e2	k2	Ø	e sm - e cm	sr max	wk	Mx crack	My crack
1	OK	-0,00182	0	0,500	24,0	0,00101 (0,00072)	222	0,224	-29,40	0,00
2	OK	-0,00079	-0,00016	0,594	24,0	0,00039 (0,00039)	252	0,099	18,25	0,00

Section is assumed cracked if flexural tensile stress exceeds fctm in at least one combination
Check Result of check
e1 Greater concrete tensile strain (tension is -) assessed in cracked section
e2 Lesser concrete tensile strain within the entire section (tension is -) assessed in cracked section
k1 = 0.8 high bond bars assigned [see eq.(7.11) EC2]
k2 = 0.6 for frequent and characteristic SLS; = 0.4 for q.perm SLS [see eq.(7.9) EC2]
k3 = 0.5 for bending; $=(e1 + e2)/(2 * e1)$ for eccentric tension [see eq.(7.13) EC2]
k4 = 3,400 Coeff. in eq. (7.11) according to national annex
Ø Bar diameter [mm] or equivalent diameter of tensile bars in Ac eff [eq.(7.11)]
e sm - e cm Difference between the mean strain of tensile steel and concrete [eq.(7.8)]
Between brackets: Minimum value of eq.(7.9) = 0.6 Smax / Es
sr max Max final crack [mm] spacing
wk Calculated value [mm] of crack width = sr max*(e sm - e cm) [eq.(7.8)]. Limit value of wk is shown between brackets
MX crack First cracking bending moment around X axis[kNm]
MY crack First cracking bending moment around Y axis[kNm]

SLS FREQUENT COMBINATIONS - STRESS LIMITATION [§ 7.2 EC2]

NComb	Reg	Check	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff	As eff	r eff
1	1	OK	5,44 (21,0)	50,0	0,0	-181,2 (360,0)	35,8	17,0	650	45,2	0,070
2	1	OK	0,0	-50,0	23,0	-98,6 (360,0)	35,8	5,0	2300	90,5	0,039

SLS FREQUENT - CRACK WIDTH [§ 7.3.4 EC2]

Comb.	Check	e1	e2	k2	Ø	e sm - e cm	sr max	wk	Mx crack	My crack
1	OK	-0,00137	0	0,500	24,0	0,00071 (0,00054)	222	0,158 (0,20)	-29,44	0,00
2	OK	-0,00060	-0,00011	0,586	24,0	0,00030 (0,00030)	251	0,074 (0,20)	18,54	0,00

SLS QUASI-PERMANENT COMBINATIONS - STRESS LIMITATION [§ 7.2 EC2]

NComb	Reg	Check	Sc max	Xc max	Yc max	Ss min	Xs min	Ys min	Ac eff	As eff	r eff
1	1	OK	0,0	50,0	0,0	-69,1 (360,0)	35,8	17,0	2300	90,5	0,039
2	1	OK	0,0	-50,0	23,0	-56,2 (360,0)	35,8	17,0	2300	90,5	0,039

SLS QUASI-PERMANENT - CRACK WIDTH [§ 7.3.4 EC2]

Comb.	Check	e1	e2	k2	Ø	e sm - e cm	sr max	wk	Mx crack	My crack
1	OK	-0,00041	-0,00015	0,681	24,0	0,00021 (0,00021)	304	0,063 (0,20)	-8,78	0,00
2	OK	-0,00029	-0,00027	0,969	24,0	0,00017 (0,00017)	364	0,061 (0,20)	4,43	0,00

SLS - CHECK OF MINIMUM REINFORCEMENT AREA FOR CRACK CONTROL (§ 7.3.2 EC2)

Comb.	Order numbers assigned to SLS combination
Comb.Type	Frequent or Quasi-Permanent combination
Region	Number and type (web or flange) of sub-regions (as parts of the concrete cross-section)
k	Coeff. wich allows for the effects of non-uniform self-equilibrating stress [eq.(7.1) EC2]
kc	Coeff. wich takes account of the stress distribution prior to cracking [eq.(7.2)-(7.3) EC2]
Act	Area of concrete (for each sub-region) within tension zone just before formation of first crack [eq.(7.1) EC2]
Ned	Axial force [kN] (+ if compressive) acting within each sub-region just before of first crack
Sc	= Ned/Act = mean stress [Mpa] within each concrete sub-region [eq.(7.1) EC2]
k1	Coeff. considering the effects of axial force on the stress distribution (rectangular section or web sub-region)
Fcr	Absolute value of the tensile force [kN] within the flange just prior to cracking
As reg	Area [cm²] of longitudinal bars within the tension area of each sub-region
As,min	Minimum Area [cm²] of longitudinal bars to be placed within the tension area of each sub-region

Comb.	Comb.Type	Region	k	kc	Act	Ned	Sc	k1	Fcr	As reg	As,min
1	Frequent	1 (Web)	1,00	0,75	1600	---	---	---	-528,54	45,2	10,7
2	Frequent	1 (Web)	1,00	0,73	2300	---	---	---	-408,60	90,5	15,0
1	Quasi-perm.	1 (Web)	1,00	0,66	2300	---	---	---	-316,13	90,5	13,5
2	Quasi-perm.	1 (Web)	1,00	0,66	2300	---	---	---	-314,15	90,5	13,4

11.2.3.5 Verifica a taglio

La verifica a taglio è realizzata attraverso un apposito foglio di calcolo. Nella verifica si assume il valore medio del taglio su un metro lineare di larghezza pari a 294 kN/m. Dato che risulta necessario utilizzare una specifica armatura a taglio, si considera che a svolgere tale funzione siano le staffe dei tralici delle lastre predalles.

VERIFICA A TAGLIO SEZIONE RETTANGOLARE IN C.A. SECONDO NTC 2018													
Caratteristiche materiali				Geometria				Armatura longitudinale tesa		Sollecitazioni			
Acciaio B450C				Calcestruzzo				d = 220 mm	As = 1570 mm²	NEd = 0 kN	VED = 294 kN		
fyk = 450 MPa	fck = 37,35 MPa	Rck = 45,00 MPa	Ac = 220000 mm²	bw = 1000 mm	Ac = 220000 mm²	k = 1,953	Vmin = 0,58	Verifica senza armatura a taglio		VRd = 154,1 kN			
ftk = 540 MPa	Rcm = 45,35 MPa	fctm = 3,35 MPa	g = 45 °	Armatura a taglio		Vmin = 0,58	pl = 0,007	Verifica : ✓ CS = 0,52		necessaria armatura a taglio			
Es = 210000 MPa	fctk (0,05) = 2,35 MPa	fctk (0,95) = 4,36 MPa	Asw,min = 304 mm²	Ø = 10 mm	s = 200 mm	v = 0,5	uwsw = 0,0581	Verifica con armatura a taglio		VRsd = 852 kN			
Resistenze di calcolo				Ecm = 34625 MPa	n. bracci = 8,0	cotg Ø = 2,76 rott. armatura	cotg Ø = 2,5	Verifica : ✓ CS = 2,89		VRcd = 1012 kN			
fcd = 21,17 MPa	fc = 4,02 MPa	yc = 1,5	Asw = 628 mm²	dc = 1	VRd = 852 kN								
fctd (0,05) = 1,56 MPa	acc = 0,85												
fctd (0,95) = 2,91 MPa													
fyd = 391 MPa													
Coefficienti													
ys = 1,15													

Si verifica inoltre il punzonamento della soletta, sotto l'effetto dei carichi localizzati appartenenti allo schema 1 e allo schema 2, tramite un apposito foglio di calcolo, secondo la procedura indicata in EC2.

Carico n°	Ved [kN]	Ved,red,β [kN]	Altezza d [cm]	Area caricata [cm]	Peri. [cm]	area racchiuta tesa				tesa		distanza del perimetro dal pilastro				
						A = u1 d [cm²]	Ap [cm²]	Asl,y [cm²]	ix [cm]	Asl,z [cm²]	iy [cm]	as2d [cm]	VRd,min [kN]	VRd [kN]	Rd/Sd	
Schema 1	202,50	202,50	25,0	40,0	40,0	395,62	9890,50	12017,88	2,01	20,00	2,01	20,00	67,50	195,90	358,94	1,77
Schema 2	270,00	270,00	25,0	35,0	60,0	425,62	10640,50	13642,88	2,01	20,00	2,01	20,00	67,50	210,76	386,16	1,43

Si evidenzia che, in assenza di armatura a punzonamento, la verifica ampliamente è superata.

Si verifica inoltre che il taglio dovuto al carico accidentale e permanente sia trasmesso interamente dalla predalle alla soletta in c.a. tramite le staffe dei tralicci.

$$V_{SLU} = 294 \text{ kN/m}$$

$$J = b \cdot h^3 / 12 = 0.001302 \text{ m}^4$$

$$A_i = 0.05 \cdot 1 = 0.05 \text{ m}^2$$

$$y'_G = 0.10 \text{ m}$$

$$S_i = A_i \cdot y'_G = 0.005 \text{ m}^3$$

$$F_s = V_{SLU} \cdot S / J = 1129 \text{ kN/m/m}$$

$$n^\circ \text{ staffe al m}^2 = 83.3$$

$$A_{st} = 78.5 \text{ mm}^2$$

$$F_s / n = 13.5 \text{ kN}$$

$$\tau_{//} = F_s / n / A_s = 172.6 \text{ MPa}$$

Le staffe del traliccio sono anche considerate nel funzionamento a taglio della soletta in esercizio. Il coefficiente di sicurezza nei confronti della staffa è valutato alla tabella precedente ($C_s=2.89$) consente di determinare la tensione sulla staffa:

$$\sigma_{n,1} = f_{yd} / 2.89 = 391 / 2.89 = 135.3 \text{ MPa}$$

Tale valore è riferito al picco nella zona di bordo.

Inoltre dalla verifica del traliccio per il peso proprio della soletta si ha:

$$\sigma_{n,2} = N_{Ed} / A_s = 4530 / 78.5 = 57.7 \text{ MPa}$$

La tensione ideale sulla staffa è quindi:

$$\sigma_{id} = ((\sigma_{n,1} + \sigma_{n,2})^2 + 3 \tau_{//}^2)^{1/2} = 355.8 \text{ MPa} < f_{yd} = 391 \text{ MPa}$$

11.2.3.6 Verifica dell'armatura nella zona di connessione

Si riporta la verifica dell'armatura trasversale delle travi composte proposta nel DM 17/01/2018 e meglio illustrata nella circolare applicativa al decreto stesso. La verifica va condotta con riferimento all'armatura intercettata dalla più severa delle seguenti sezioni.

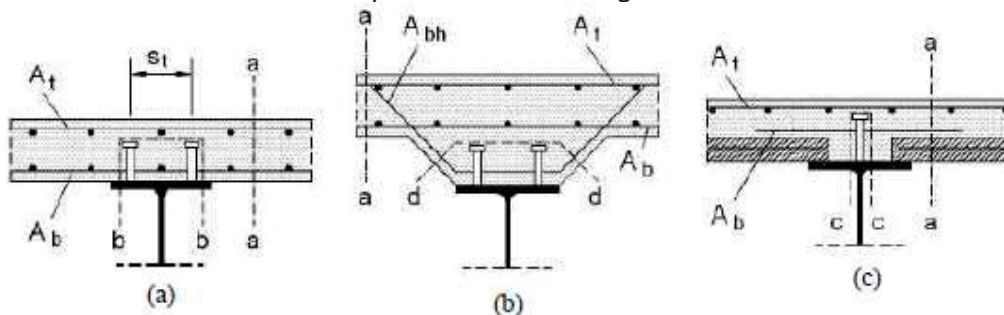


Figura 4.3.5 - Tipiche superfici di collasso a taglio nelle piattabande di calcestruzzo.

Nel caso in esame la sezione più sfavorita è quella di tipo b-b.

Occorre verificare che sia:

$$\frac{A_{sf} \cdot f_{sk}}{\gamma_s \cdot s_f} \geq v_{Ed} \cdot h_f \quad (C4.3.12)$$

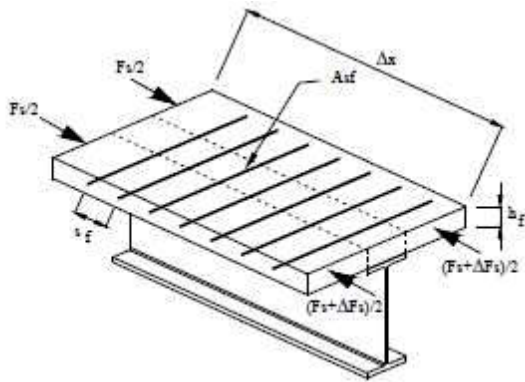
dove:

$A_{sf} / s_f = 113 \times 2 / .24 + 5 \cdot 531 = 3597 \text{ mm}^2/\text{m}$ è l'armatura al metro lineare presente costituita nella fattispecie dai correnti inferiori $\Phi 12$ dei tralicci (passo medio 24cm) e dai $\Phi 26$ annegati nella lastra (passo 20cm)

$f_{sk} = 450 \text{ MPa}$ la tensione caratteristica a snervamento dell'acciaio d'armatura

$h_f = 250 \text{ mm}$ altezza della soletta

Il calcolo di v_{Ed} è invece illustrato nel seguito e ipotizzando 45° l'inclinazione dei puntoni trasversali di calcestruzzo:



$$v_{ed} = \frac{\Delta F_s}{\Delta x \cdot h_f} \quad (C4.3.11)$$

dove:

$\Delta x \approx 9$ m è la distanza fra il momento minimo in pila e lo zero di momento

ΔF_s è la variazione della forza in soletta fra la zona a momento massimo e quella a momento nullo

Il valore di quest'ultima forza viene valutata per la zona di appoggio in pila P1S che è la più gravosa, integrando le tensioni massime (rintracciabili nelle tabelle di verifica delle sezioni miste) sull'armatura presente:

$$\sigma_{s,arm\ sup} = 135 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{s,arm\ inf} = 125 \text{ MPa}$$

$$A_{s,sup} = 25313 \text{ mm}^2/\text{trave}$$

$$A_{s,inf} = 25313 \text{ mm}^2/\text{trave}$$

$$\Delta F_s = A_{s,sup} \cdot \sigma_{s,sup} + A_{s,inf} \cdot \sigma_{s,inf} = 6581 \text{ kN}$$

$$v_{ed} = 2.92 \text{ MPa}$$

la verifica porge pertanto:

$$\frac{A_{st} \cdot f_{sk}}{\gamma_s \cdot S_f} = 1407.5 \geq v_{ed} \cdot h_f = 731.3$$

ed è quindi soddisfatta.

Va inoltre verificata la resistenza dei puntoni compressi:

$$v_{ed} \leq 0,3 \left[1 - \frac{f_{ck}}{250} \right] \cdot \frac{f_{ck}}{\gamma_c} \quad (C4.3.13)$$

la verifica coi valori in oggetto porge:

$$0,3 \cdot \left(1 - \frac{f_{ck}}{250} \right) \cdot \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = 6.02 \text{ MPa} > v_{ed} = 2.92 \text{ MPa}$$

ed è quindi soddisfatta.

11.2.3.7 Verifica dei cordoli

L'azione dimensionante per le armature dei cordoli è data dall'urto di un autoveicolo sulle barriere guard-rail. La massima forza che può essere trasmessa dalla barriera (H4 bordo ponte) è collegata al momento plastico del montante della barriera stessa. Non essendo a conoscenza del tipo di barriera adottata si ipotizza che, come prescritto dalla normativa, l'azione eccezionale per urto da traffico veicolare sull'impalcato sia una forza di 100kN applicata a 1.0m dal piano stradale e distribuita su una lunghezza di 50cm.

Considerando che la barriera è posta 5cm al di sopra del piano stradale, per ogni montante si ha:

$$V = 100 \text{ kN}$$

$$M = 100 \cdot 0.95 = 95 \text{ kN/m}$$

La valutazione dell'azione sul cordolo effettuata con questo schema semplificato è generalmente

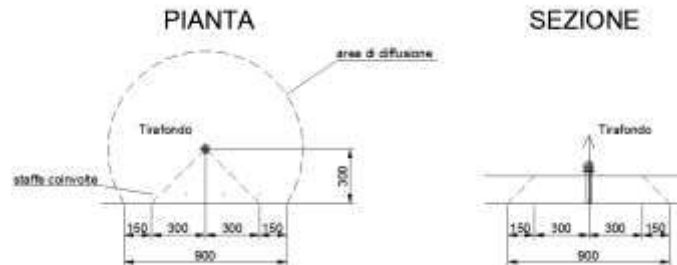
cautelativa in quanto potrebbe essere adottato il momento plastico amplificato per 1.5 del montante in accordo a quanto contenuto al §5.1.3.10 del DM17/01/2018.

Ipotizzando una base della barriera di 50 cm (piastra di base del montante) si ha un braccio delle forze interne di $0.9 \times 45 = 0.405$ m

La forza sul tirafondo (ipotizzandolo cautelativamente uno unico per montante):

$$F_{t,tot} = M/0.405 = 234.5 \text{ kN}$$

Sempre considerando una ripartizione a 45° dello sforzo di trazione dovuto al tirafondo, si coinvolgono almeno 4 bracci delle staffe $\phi 14$ a passo 20 cm, secondo lo schema seguente.



Quindi la trazione sulla singola staffa è pari a:

$$F_{t,Ed} = F_t / 4 = 58.6 \text{ kN}$$

$$A_{st\phi 14} = 154 \text{ mm}^2$$

$$\sigma_{Ed} = F_{t,Ed} / A_{st\phi 14} = 380 \text{ MPa} < f_{yk} = 450 \text{ MPa}$$

La forza di taglio può essere trasmessa con riferimento al meccanismo descritto al §6.2.5 di UNI EN 1992-1-1 relativamente al calcestruzzo gettato in tempi diversi.

V_{Rd2} è la resistenza di progetto a taglio all'interfaccia ed è data da:

$$V_{Rd2} = c f_{ctd} + \mu \sigma_n + \rho f_{yd} (\mu \sin \alpha + \cos \alpha) \leq 0,5 v f_{ctd} \quad (6.25)$$

dove:

c e μ sono fattori che dipendono dalla scabrezza dell'interfaccia [vedere punto (2)];

f_{ctd} come definito nel punto 3.1.6 (2)P;

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

$$\rho = A_s / A_f$$

dove:

A_s è l'area di armatura che attraversa l'interfaccia, compresa l'ordinaria armatura a taglio (se presente), adeguatamente ancorata ad entrambi i lati dell'interfaccia;

A_f è l'area del giunto;

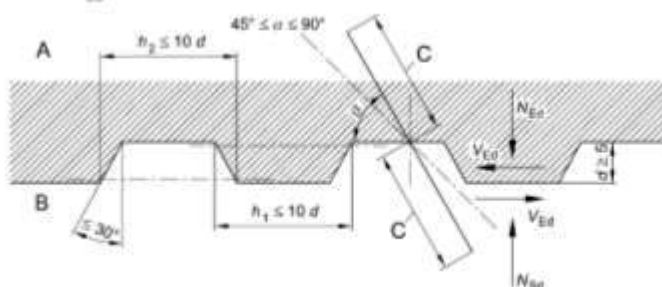
α è definito nella figura 6.9 e si raccomanda che sia limitato a $45^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ$;

v è un coefficiente di riduzione della resistenza [vedere punto 6.2.2 (6)].

figura 6.9 Giunto di costruzione dentato

Legenda

- A Calcestruzzo nuovo
- B Calcestruzzo vecchio
- C Ancoraggio



- (2) In assenza di informazione più dettagliata, le superfici possono essere classificate come molto lisce, lisce, scabre o dentate, secondo i seguenti esempi:
- molto liscia: una superficie gettata su cassero di acciaio, plastica o legno preparato allo scopo: da $c = 0,025$ a $c = 0,10$ e $\mu = 0,5$;
 - liscia: una superficie risultante da cassero scorrevole o estrusa oppure una superficie libera lasciata senza ulteriori lavorazioni dopo la vibrazione del getto: $c = 0,20$ e $\mu = 0,6$;
 - scabra: una superficie con scabrezza di almeno 3 mm e passo di circa 40 mm, ottenuta con graffiatura, esposizione degli aggregati o altri metodi che danno comportamento equivalente: $c = 0,40$ e $\mu = 0,7$;
 - dentata: una superficie con dentature conformi con la figura 6.9: $c = 0,50$ e $\mu = 0,9$.

Il calcolo è automatizzato su foglio elettronico con riferimento ad una impronta di 75x60 cm (impronta coinvolta dal montante) trascurando sia l'attrito che l'armatura presente e utilizzando i valori per superficie "liscia")

Azione sollecitante			
Ved	100 (kN)		
Azione tagliante calcestruzzi in tempi diversi			
Dati calcestruzzo e acciaio		Geometria interfaccia	
α	0.85	As	0 (mmq) area acciaio passante
γ_c	1.5	ρ	0 percentuale armatura passante
γ_s	1.15	α	90 (°) inclinazione barre rispetto al giunto
Rck	45 (Mpa)	σ_n	0 (Mpa)
fck	37.35 (Mpa)	Superficie Liscia	
fcd	21.17 (Mpa)	c	0.35
fctm	3.35 (Mpa)	μ	0.6
fctk	2.35 (Mpa)	$V_{Rd,i}$	0.5475 (Mpa)
fctd	1.56 (Mpa)	$V_{Rd,i}$	246.4 (kN)
fyk	450 (Mpa)		
fyd	391.3 (Mpa)		
v	0.5		
Area giunto		Fs 2.46 Ok!	
Ai	4.50E+05 (mmq)		

11.2.3.8 Verifica in caso di urto

In caso di urto si conduce la verifica (in assenza di informazioni precise sulla tipologia di barriera) in conformità a quanto consigliato nei quaderni tecnici di ANAS intermini di distribuzione delle azioni sui montanti.

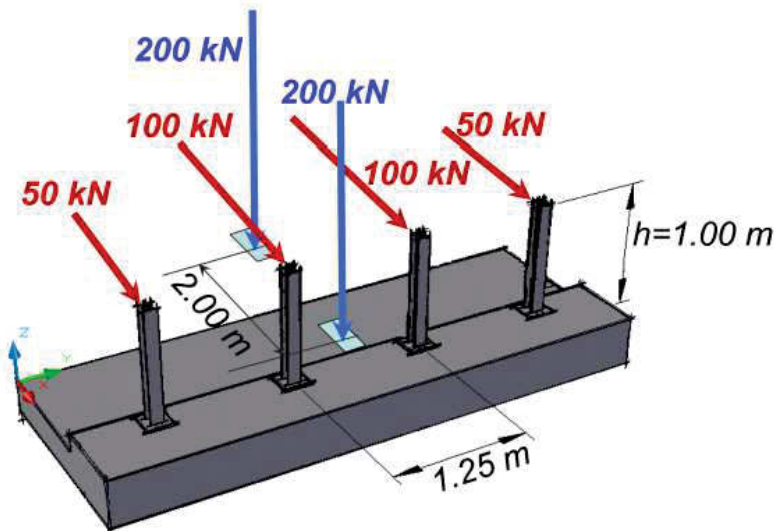
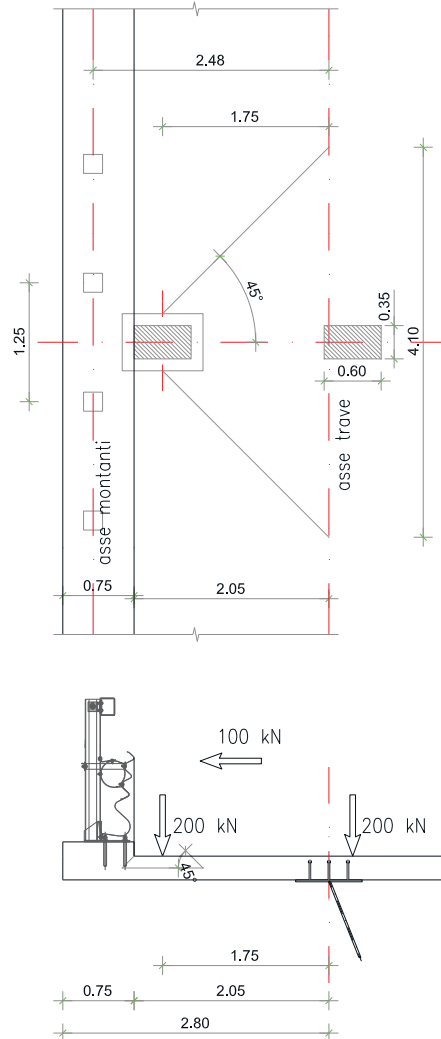


Figura 4 - Schema di carico globale da considerare nel caso di condizioni di progettazione "ordinarie" (è omessa la rappresentazione dei carichi permanenti).

La condizione di verifica è quella eccezionale (coefficienti di combinazione unitari).
 Nel seguito la configurazione geometrica considerata nel calcolo:



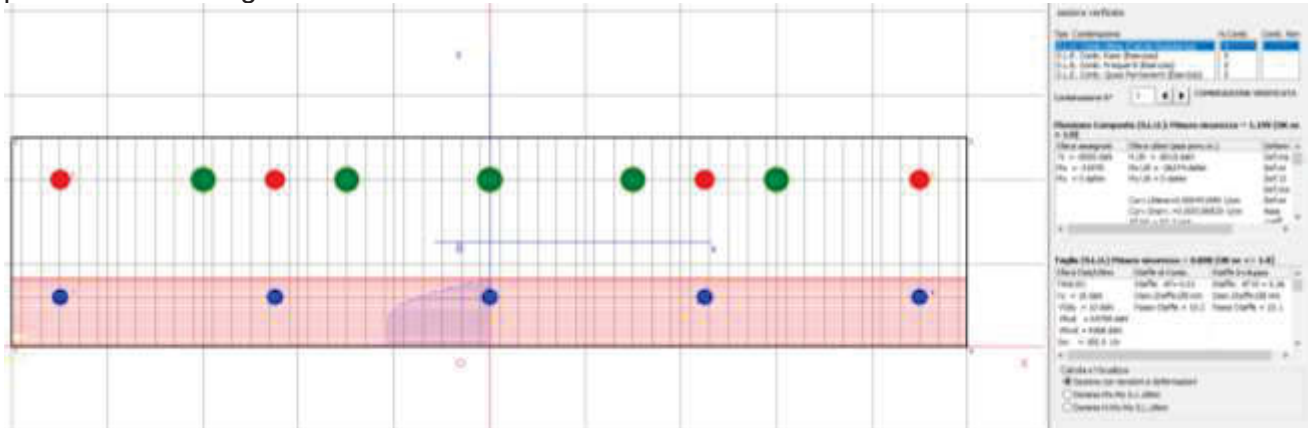
La verifica è condotta all'incastro sulla trave di bordo (altrove le sollecitazioni sono minori e l'armatura la stessa). Nel seguito una breve analisi dei carichi a metro di larghezza di soletta.

Peso proprio soletta (L=2.8m):	0.25x25=6.25 kN/m
Cordolo, veletta, GR:	0.75x0.15x25+1.575+1.5=5.89 kN
Pavimentazione (L'=2.05m):	3.6 kN/m
Urto (come da schema alle figure prec.)	100 kN/montante (passo 1.25 m)
Accidentali schema 2	200kN/impomrta (diffusi su 4.1 m)

Le sollecitazioni di calcolo all'incastro sulla trave di bordo risulta:

$h=1.1 \text{ m}$ (braccio dell'urto)
 $M=6.25 \times 2.8^2/2 + 5.89 \times 2.425 + 3.6 \times 2.05^2/2 + 200 \times 1.75/4.1 + 100 \times 1.1/1.25=219.7 \text{ kNm}$
 $N=100/1.25=80 \text{ kN}$

La verifica è condotta con RCsec sulla distribuzione di armatura corrente descritta ai paragrafi precedenti. Nel seguito il listato di verifica.



DATI GENERALI SEZIONE IN C.A.

Descrizione Sezione:	
Metodo di calcolo resistenza:	Stati Limite Ultimi
Tipologia sezione:	Sezione generica
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicità:	Zona non sismica
Posizione sezione nell'asta:	In zona critica

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CONGLOMERATO -	Classe: C35/45
Resis. compr. di calcolo fcd :	211.70 daN/cm ²
Resis. compr. ridotta fcd' :	105.85 daN/cm ²
Def.unit. max resistenza ec2 :	0.0020
Def.unit. ultima ecu :	0.0035
Diagramma tensione-deformaz. :	Parabola-Rettangolo
Modulo Elastico Normale Ec :	346255 daN/cm ²
Coeff. di Poisson :	0.20
Resis. media a trazione fctm:	33.50 daN/cm ²
ACCIAIO -	Tipo: B450C
Resist. caratt. snervam. fyk:	4500.0 daN/cm ²
Resist. caratt. rottura ftk:	4500.0 daN/cm ²
Resist. snerv. di calcolo fyd:	3913.0 daN/cm ²
Resist. ultima di calcolo ftd:	3913.0 daN/cm ²
Deform. ultima di calcolo Epu:	0.068
Modulo Elastico Ef :	2000000 daN/cm ²
Diagramma tensione-deformaz. :	Bilineare finito

CARATTERISTICHE DOMINI CONGLOMERATO

DOMINIO N° 1	
Forma del Dominio:	Poligonale
Classe Conglomerato:	C35/45

N.vertice	Ascissa X, cm	Ordinata Y, cm
1	-50.00	0.00
2	-50.00	25.00
3	50.00	25.00
4	50.00	0.00

DATI BARRE ISOLATE

N.Barra Numero assegnato alle singole barre isolate e nei vertici dei domini
 Ascissa X Ascissa in cm del baricentro della barra nel sistema di rif. gen. X, Y, O
 Ordinata Y Ordinata in cm del baricentro della barra nel sistema di rif. gen. X, Y, O
 Diam. Diametro in mm della barra

N.Barra	Ascissa X, cm	Ordinata Y, cm	Diam.Ø,mm
1	-45.00	6.00	16
2	-45.00	20.00	20
3	45.00	20.00	20
4	45.00	6.00	16

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

N.Gen. Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre
 N.Barra In. Numero della barra iniziale cui si riferisce la gener.
 N.Barra Fin. Numero della barra finale cui si riferisce la gener.
 N.Barre Numero di barre generate equidist. inserite tra la barra iniz. e fin.
 Diam. Diametro in mm della singola barra generata

N.Gen.	N.Barra In.	N.Barra Fin.	N.Barre	Diam.Ø,mm
1	1	4	3	16
2	2	3	3	20
3	2	3	5	26

ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale in daN applicato nel Baric. (+ se di compressione)
 Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.
 My Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.
 Vy Componente del Taglio [daN] parall. all'asse princ.d'inerzia y
 Vx Componente del Taglio [daN] parall. all'asse princ.d'inerzia x

N.Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	-8000	-21970	0	10	0

RISULTATI DEL CALCOLO

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 3.7 cm
 Interferro netto minimo barre longitudinali: -2.3 cm
 Copriferro netto minimo staffe: 2.9 cm

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
 N Sforzo normale assegnato [in daN] (positivo se di compressione)
 Mx Momento flettente assegnato [in daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
 My Momento flettente assegnato [in daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
 N ult Sforzo normale ultimo [in daN] nella sezione (positivo se di compress.)
 Mx ult Momento flettente ultimo [in daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
 My ult Momento flettente ultimo [in daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
 Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult,Mx ult,My ult) e (N,Mx,My)
 Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000

N.Comb.	Ver	N	Mx	My	N ult	Mx ult	My ult	Mis.Sic.
1	S	-8000	-21970	0	-8019	-26274	0	1.199

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione				
ec 3/7	Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace				
Xc max	Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,0 sez.)				
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,0 sez.)				
ef min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)				
Xf min	Ascissa in cm della barra corrisp. a ef min (sistema rif. X,Y,0 sez.)				
Yf min	Ordinata in cm della barra corrisp. a ef min (sistema rif. X,Y,0 sez.)				
ef max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)				
Xf max	Ascissa in cm della barra corrisp. a ef max (sistema rif. X,Y,0 sez.)				
Yf max	Ordinata in cm della barra corrisp. a ef max (sistema rif. X,Y,0 sez.)				

N.Comb.	ec max	ec 3/7	Xc max	Yc max	ef min	Xf min	Yf min	ef max	Xf max	Yf max
1	0.00350	-0.00112	-50.0	0.0	0.00091	-45.0	6.0	-0.00513	45.0	20.0

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a	Coeff. a nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,0 gen.				
b	Coeff. b nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,0 gen.				
c	Coeff. c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,0 gen.				
x/d	Rapp. di duttilità a rottura in presenza di sola fless.(travi)				
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue				

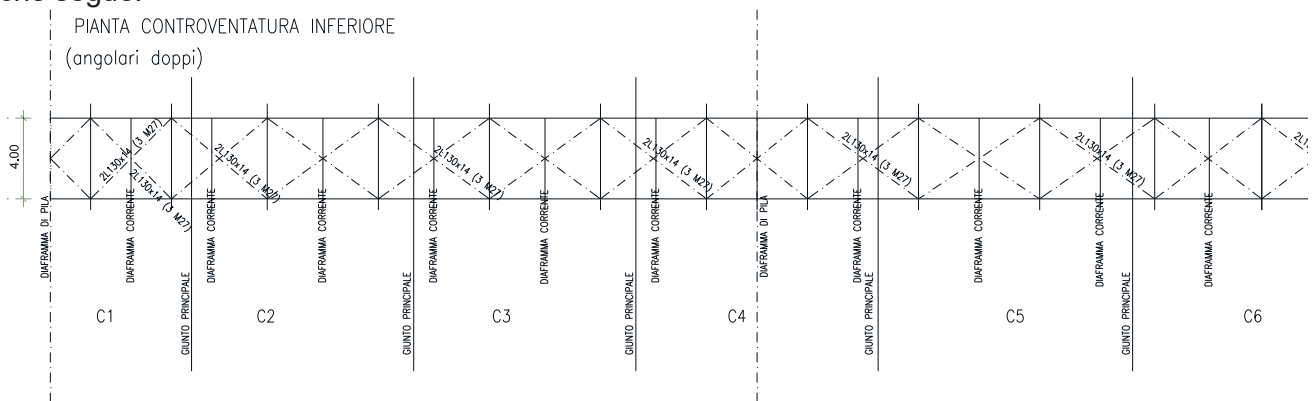
N.Comb.	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	-0.000431590	0.003500000		

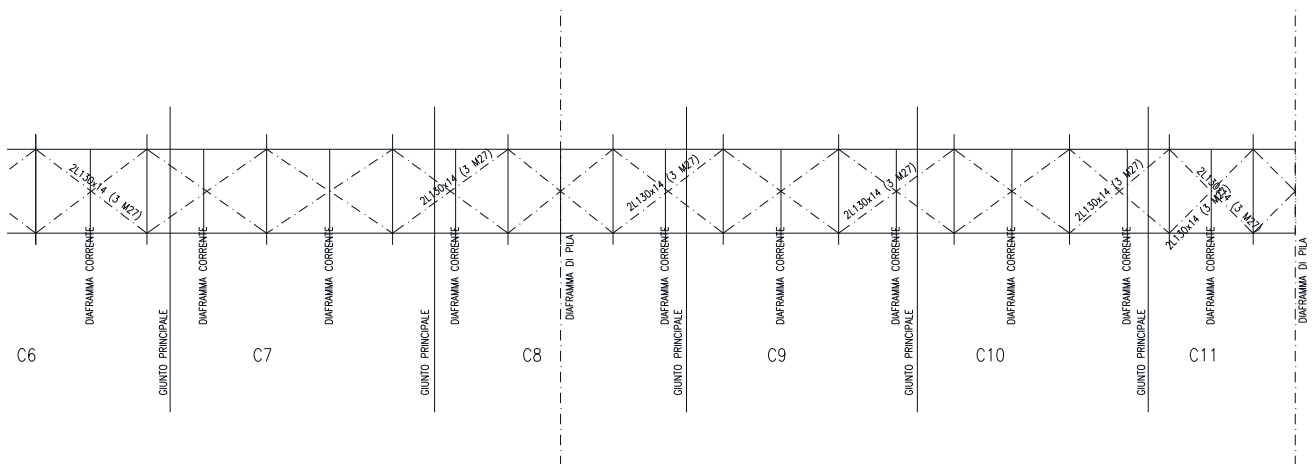
12. VERIFICHE CONTROVENTATURA E TRAVERSI

Nel seguito si riportano le verifiche delle controventature reticolari inferiore e superiore; si riporta inoltre il calcolo dei diaframmi intermedi tipologici.

12.1 Controventatura inferiore

La controventatura inferiore dell'impalcato ha il compito statico di chiudere la sezione al fine che possa avvenire il funzionamento torsio-rigido dell'impalcato stesso. In particolare per il viadotto in oggetto viene progettata una controventatura reticolare a croci disposte con passo sostanzialmente regolare di 5,5-6,0 m (solo i traversi dei conci di estremità sono più vicini) come si vede nella figura che segue.





Come accennato nella analisi generale dell'impalcato, il dimensionamento dello stesso viene condotto con riferimento ad una schematizzazione monodimensionale (trave uni filare) torsio-rigida soggetta alle sollecitazioni di progetto (compreso anche l'effetto torcente). La controventatura è pertanto dimensionata con riferimento alla azione torcente complessiva sull'impalcato generata dalle azioni accidentali ed dalla curvatura planimetrica del ponte.

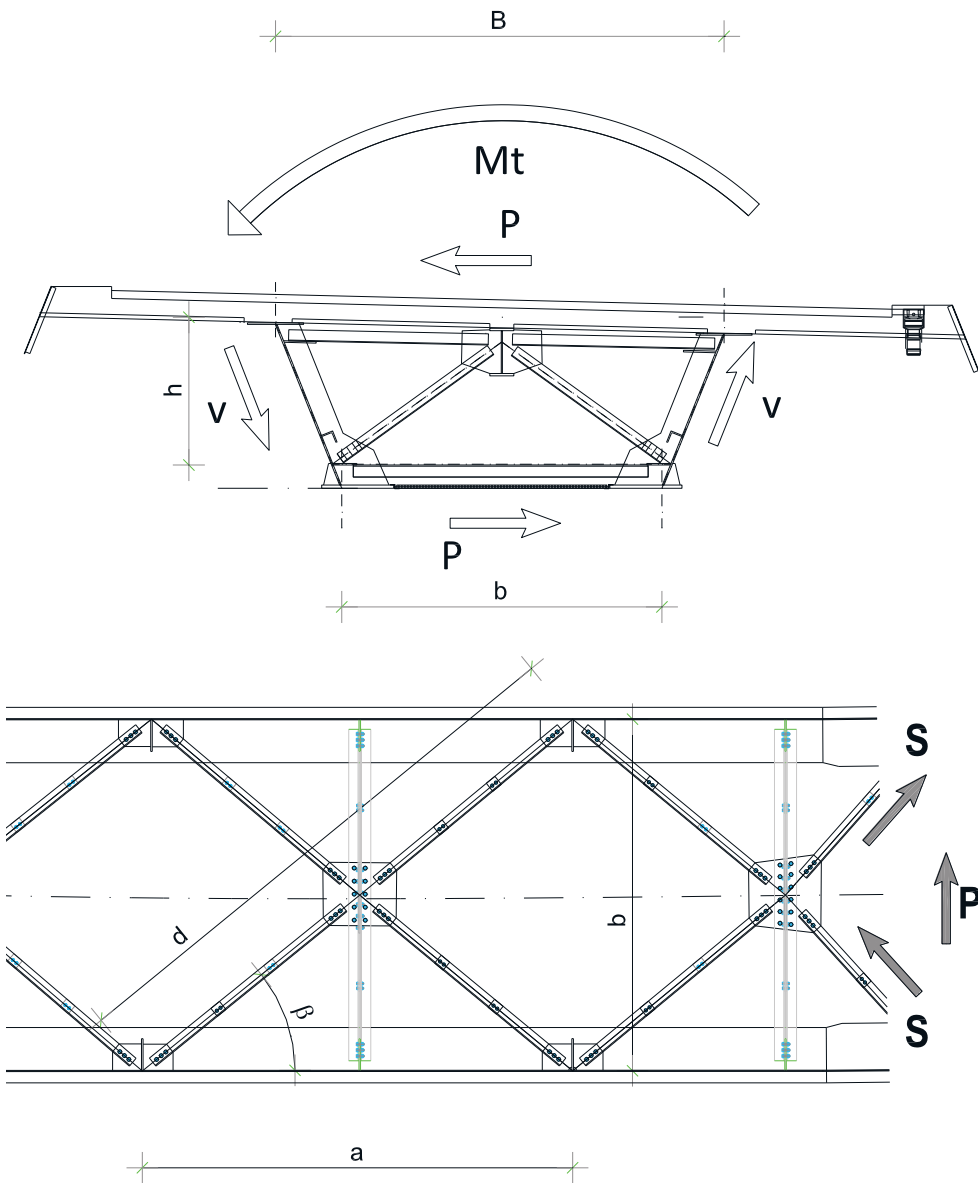
Data la geometria a croci della controventatura e la scansione dei diaframmi che viene prevista in corrispondenza degli incroci delle diagonali, a favore della sicurezza gli elementi inferiori dei diagonali stessi non vengono considerati attivi nel funzionamento della reticolare inferiore. Peraltro le aste inferiori dei diaframmi non terminano su un nodo di reticolare ma sulla piattabanda inferiore che potrebbe reagire unicamente con la sua rigidezza flessionale nel piano orizzontale: questo effetto che viene trascurato, cautelativamente, anche in virtù della rigidezza nettamente superiore della reticolare nel suo insieme.

12.1.1 Calcolo delle sollecitazioni sulla controventatura

Le sollecitazioni sulle diagonali di controventatura vengono valutate a partire dalla distribuzione di momento torcente sullo schema statico generale dell'impalcato. Noto il momento torcente sollecitante sezione per sezione sulla controventatura si considera un funzionamento "alla Bredt" della sezione trasversale e si valuta la componente (P) che deve essere assorbita dalla controsoletta inferiore. Per quanto concerne l'azione orizzontale del vento, il contributo torcente è valutato come tutti le altre azioni e messo nel conto nei calcoli che seguiranno; la forza orizzontale invece data la notevolissima rigidezza della soletta in c.a. si assume che venga trasferita ai diaframmi di pila e spalla dalla soletta stessa.

La tabella che segue mostra le sollecitazioni torcenti estratte dal modello di calcolo descritto nei paragrafi precedenti e riferite alle posizioni indicate nella figura. Si noti che la scansione dei punti di lettura delle sollecitazioni è la medesima utilizzata nei paragrafi precedenti relativamente al dimensionamento ed alla verifica delle travi dell'impalcato.

Le sollecitazioni torcenti delle condizioni elementari di carico sono fra loro combinate secondo quanto descritto nei capitoli precedenti generando 8 combinazioni SLU delle quali verranno utilizzati per il dimensionamento i valor massimi sezione per sezione.



Il calcolo delle azioni sulla contro-soletta viene condotto come riassunto nel seguito:

$$V = \frac{M_t}{2 \cdot \Omega} \cdot h \quad (\text{azione sulle anime già considerata nel dimensionamento delle travi})$$

$$P = \frac{M_t}{2 \cdot \Omega} \cdot b \quad (\text{azione sulla soletta e contro soletta})$$

Dove Ω è l'area "alla Bredt" che deve essere valutata sezione per sezione data la variabilità in altezza del ponte.

Il calcolo delle azioni sulle aste della controventatura avviene sulla scorta di semplici considerazioni di equilibrio della reticolare e del diaframma.

$$\sin \beta = b/d$$

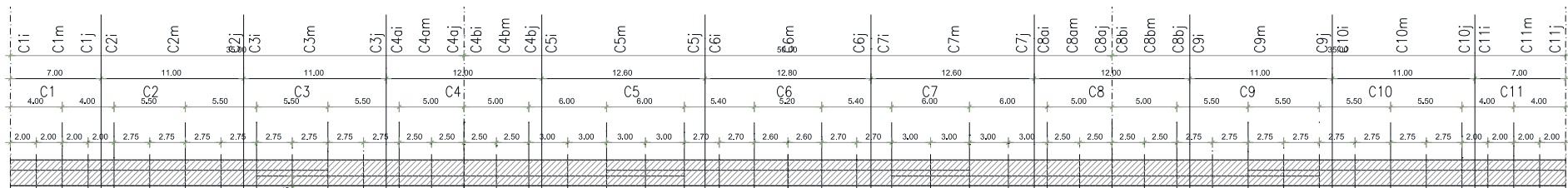
L'equilibrio sulla controventatura inferiore si ottiene ponendo:

$$2 \cdot S \cdot \sin \beta = P \quad \text{da cui:}$$

$$S = \frac{M_t}{4 \cdot \Omega} \cdot d$$

Col significato dei simboli chiarito dalle figure.

S.G.C. E78 "Grosseto-Fano" - Tratto Siena Bettolle (A1) - Adeguamento a 4 corsie del tratto Siena-Ruffolo - Lotto 0
 Progetto Definitivo



ID	Part	G1	G2	DT	VC	MOB M+	MOB M-	MOB T+	MOB T-	MOB M+	MOB M-	SLU 1	SLU 2	SLU 3	SLU 4	SLU 5	SLU 6	SLU 7	SLU 8	Max	Min
		Mt (kNm)	Mt (kNm)	Mt (kNm)	Mt (kNm)	Mt (kNm)	Mt (kNm)	Mt (kNm)	Mt (kNm)	Mt (kNm)	Mt (kNm)	Mt (kNm)	Mt (kNm)	Mt (kNm)	Mt (kNm)	Mt (kNm)	Mt (kNm)	Mt (kNm)	Mt (kNm)	Mt (kNm)	Mt (kNm)
C1i	0,000	-33,8	-13,8	19,7	-489,8	-3809,1	3398,4	26,4	2047,3	19,7	-3811,7	-466,2	-5638,6	415,4	-4756,9	-519,5	4652,9	362,2	5534,5	5534,5	-5638,6
C1m	3,500	-33,8	-13,8	19,7	-361,2	-889,7	26,4	464,9	792,7	275,3	-3120,7	-5,5	-4590,0	644,7	-3939,8	-748,8	3835,7	-98,6	4486,0	4486,0	-4590,0
C1j	7,000	-33,8	-13,8	19,7	-297,0	-691,7	26,4	576,4	582,8	447,0	-2793,6	284,1	-4090,7	818,6	-3556,2	-922,7	3452,1	-388,2	3986,6	3986,6	-4090,7
C2i	7,000	2,1	3,6	2,9	-297,1	-629,7	12,8	608,4	639,2	476,8	-2751,9	386,7	-3972,1	921,4	-3437,3	-900,6	3458,2	-365,8	3992,9	3992,9	-3972,1
C2m	12,500	2,1	3,6	2,9	-149,2	-158,4	12,8	920,4	208,3	956,5	-2046,9	1167,5	-2887,2	1436,0	-2618,7	-1415,2	2639,5	-1146,7	2908,0	2908,0	-2887,2
C2j	18,000	2,1	3,6	2,9	-1,3	1079,3	12,8	1263,0	-152,8	1514,7	-1422,0	2054,2	-1910,5	2056,5	-1908,2	-2035,6	1929,0	-2033,3	1931,3	2056,5	-2035,6
C3i	18,000	35,4	20,1	-6,6	-1,4	1132,4	-23,8	1314,2	-81,1	1570,6	-1378,1	2192,2	-1788,4	2194,7	-1786,0	-2048,3	1932,4	-2045,8	1934,8	2194,7	-2048,3
C3m	23,500	35,4	20,1	-6,6	146,5	-130,1	-23,8	1695,2	-388,1	2208,8	-850,7	3187,0	-943,3	2923,2	-1207,1	-2776,8	1353,5	-3040,6	1089,7	3187,0	-3040,6
C3j	29,000	35,4	20,1	-6,6	294,4	-681,8	1,2	2105,2	-624,7	2922,6	-400,2	4283,7	-202,1	3753,7	-732,1	-3607,3	878,5	-4137,3	348,5	4283,7	-4137,3
C4ai	29,000	-8,0	0,4	-7,7	294,3	-651,9	-45,5	2103,5	-599,0	2947,0	-402,6	4227,5	-294,4	3697,8	-824,2	-3729,4	792,6	-4259,1	262,8	4227,5	-4259,1
C4am	32,000	-8,0	0,4	-7,7	375,0	-254,2	351,4	2334,9	-708,3	3362,8	-203,4	4861,5	47,1	4186,5	-627,9	-4218,1	596,3	-4893,1	-78,7	4861,5	-4893,1
C4aj	35,000	-8,0	0,4	-7,7	455,7	13,1	663,0	2573,2	8,7	3799,2	-71,7	5523,2	297,5	4703,0	-522,6	-4734,7	491,0	-5554,8	-329,2	5523,2	-5554,8
C4bi	35,000	-1,2	-1,9	-6,2	-672,9	-1,0	-2059,8	-3,4	-2896,9	39,6	-4507,1	-561,1	-6699,1	650,1	-5487,9	-668,0	5470,0	543,2	6681,2	6681,2	-6699,1
C4bm	38,000	-1,2	-1,9	-6,2	-592,2	1374,1	-749,7	0,0	-2694,0	133,3	-4117,1	-362,0	-6100,1	703,9	-5034,1	-721,8	5016,2	344,1	6082,2	6082,2	-6100,1
C4bj	41,000	-1,2	-1,9	-6,2	-511,5	1667,5	-445,5	664,3	-2495,4	273,3	-3741,2	-100,4	-5519,9	820,3	-4599,2	-838,2	4581,3	82,5	5502,0	5502,0	-5519,9
C5i	41,000	-33,4	-16,2	-3,6	-511,6	1684,7	-470,0	682,6	-2494,3	278,3	-3728,9	-156,7	-5566,5	764,1	-4645,7	-908,2	4501,6	12,6	5422,4	5422,4	-5566,5
C5m	47,300	-33,4	-16,2	-3,6	-342,2	1907,7	15,8	488,2	-2089,5	646,9	-2982,3	493,3	-4406,1	1109,2	-3790,2	-1253,3	3646,1	-637,4	4262,0	4262,0	-4406,1
C5j	53,600	-33,4	-16,2	-3,6	-172,7	1320,3	15,9	229,0	-1712,7	1086,5	-2306,5	1239,2	-3341,3	1550,1	-3030,4	-1694,2	2886,3	-1383,3	3197,2	3197,2	-3341,3
C6i	53,600	1,9	1,4	-1,7	-172,8	1381,9	1,1	270,6	-1668,8	1117,0	-2268,7	1356,0	-3214,8	1667,0	-2903,8	-1660,0	2910,8	-1349,0	3221,8	3221,8	-3214,8
C6m	60,000	1,9	1,4	-1,7	0,1	784,3	4,6	-46,0	-1316,2	1657,4	-1652,1	2241,0	-2226,8	2240,8	-2226,9	-2233,8	2233,9	-2234,0	2233,7	2241,0	-2234,0
C6j	66,400	1,9	1,4	-1,7	173,0	-171,5	-4,2	-428,9	-995,0	2275,2	-1112,4	3230,6	-1342,5	2919,3	-1653,9	-2912,3	1660,8	-3223,7	1349,5	3230,6	-3223,7
C7i	66,400	25,0	12,9	-0,4	172,9	-131,2	-13,8	-400,1	-967,8	2300,0	-1092,4	3313,4	-1266,3	3002,1	-1577,6	-2896,6	1683,2	-3207,8	1371,9	3313,4	-3207,8
C7m	72,700	25,0	12,9	-0,4	342,4	-716,2	-13,8	-832,7	-696,4	2976,9	-649,3	4379,6	-515,7	3763,4	-1131,9	-3657,9	1237,4	-4274,1	621,2	4379,6	-4274,1
C7j	79,000	25,0	12,9	-0,4	511,8	-482,1	461,0	-1326,8	-453,6	3725,9	-277,8	5543,3	138,3	4622,2	-782,8	-4516,6	888,4	-5437,8	-32,8	5543,3	-5437,8
C8ai	79,000	17,5	9,5	0,3	511,8	-478,1	455,3	-1326,5	-449,4	3728,8	-276,6	5532,5	125,3	4611,3	-795,9	-4535,2	872,0	-5456,3	-49,1	5532,5	-5456,3
C8am	82,000	17,5	9,5	0,3	592,4	1628,6	758,4	-1582,7	-3,2	4108,3	-128,8	6117,4	397,4	5051,1	-668,9	-4974,9	745,1	-6041,3	-321,3	6117,4	-6041,3
C8aj	85,000	17,5	9,5	0,3	673,1	0,5	2059,3	-1852,5	0,7	4503,3	-23,5	6723,3	612,2	5511,7	-599,4	-5435,6	675,6	-6647,1	-536,0	6723,3	-6647,1
C8bi	85,000	1,1	0,5	-1,1	-457,7	-1,4	-697,1	0,0	-2575,0	28,1	-3777,5	-372,6	-5510,1	451,2	-4686,3	-448,3	4689,2	375,5	5513,0	5513,0	-5510,1
C8bm	88,000	1,1	0,5	-1,1	-377,0	-588,1	-376,7	386,7	-2325,0	183,9	-3331,4	-89,6	-4835,2	589,1	-4156,6	-586,2	4159,5	92,5	4838,1	4838,1	-4835,2
C8bj	91,000	1,1	0,5	-1,1	-296,3	-710,5	2,2	537,2	-2084,1	398,4	-2907,5	272,6	-4190,4	806,0	-3657,0	-803,1	3659,9	-269,7	4193,3	4193,3	-4190,4
C9i	91,000	-0,2	-0,1	-1,1	-296,3	-709,6	0,8	537,9	-2084,2	398,4	-2906,8	269,9	-4192,1	803,4	-3658,7	-805,7	3656,4	-272,3	4189,8	4189,8	-4192,1
C9m	96,500	-0,2	-0,1	-1,1	-148,5	-245,5	11,6	845,6	-1664,2	859,6	-2184,4	1025,7	-3083,8	1292,9	-2816,5	-1295,2	2814,2	-1028,0	3081,4	3081,4	-3083,8
C9j	102,000	-0,2	-0,1	-1,1	-0,6	230,0	11,6	1187,9	-1277,8	1401,0	-1540,7	1889,7	-2081,7	1890,7	-2080,7	-1893,1	2078,3	-1892,1	2079,3	2079,3	-2081,7
C10i	102,000	-0,2	-0,1	-1,1	-0,6	230,0	11,6	1187,9	-1277,8	1401,0	-1540,7	1889,7	-2081,7	1890,7	-2080,7	-1893,1	2078,3	-1892,1	2079,3	2079,3	-2081,7
C10m	107,500	-0,2	-0,1	-1,1	147,3	1475,8	11,6	1569,6	-921,1	2029,1	-971,0	2870,8	-1179,4	2605,6	-1444,6	-2607,9	1442,3	-2873,1	1177,0	2870,8	-2873,1
C10j	113,000	-0,2	-0,1	-1,1	198,6	1956,0	11,6	1986,6	-599,8	2739,1	-483,1	3962,4	-387,7	3431,0	-919,1	-3433,3	916,7	-3964,7	385,3	3962,4	-3964,7
C11i	113,000	-0,2	-0,1	-1,1	295,2	1956,0	11,6	1986,6	-599,8	2739,1	-483,1	3962,4	-387,7	3431,0	-919,1	-3433,3	916,7	-3964,7	385,3	3962,4	-3964,7
C11m	116,500	-0,2	-0,1	-1,1	360,7	1923,0	11,6	2180,6	-470,7	3076,8	-295,6	4477,1	-75,6	3828,0	-724,8	-3830,3	722,4	-4479,5	73,2	4477,1	-4479,5
C11j	120,000	-0,2	-0,1	-1,1	491,5	-3410,0	3794,7	2324,4	11,6	3797,5	0,0	5567,8	441,2	4683,1	-443,5	-4685,5	441,2	-5570,2	-443,5	5567,8	-5570,2

12.1.2 Verifica delle aste della controventatura inferiore

Le aste della controventatura inferiore sono verificate con riferimento alle azioni derivanti dall'analisi di cui al paragrafo precedente. Per quanto riguarda la lunghezza libera di inflessione di dette aste è stata considerata la semilunghezza delle diagonali (essendo il punto di incrocio un punto fisso anche verticalmente data la presenza del diaframma). La semilunghezza delle diagonali è inoltre stata ridotta moltiplicandola per 0.9 al fine di considerare gli attacchi cerniere non perfette.

Il calcolo viene automatizzato sezione per sezione su foglio elettronico. Nel foglio di calcolo sono valutate sia le dimensioni geometriche coinvolte nella valutazione sia le sollecitazioni sulle aste a partire dai momenti torcenti. Il criterio di verifica è quello contenuto in DM 17/1/2018 relativamente alle aste semplici caricate di punta e nel foglio di calcolo vengono valutati tutti i parametri intermedi. Per la valutazione delle caratteristiche efficaci delle aste si è fatto esplicito riferimento al calcolo di ρ contenuto in EC3 (UNI EN 1993-1-5) come consigliato anche nella normativa adottata.

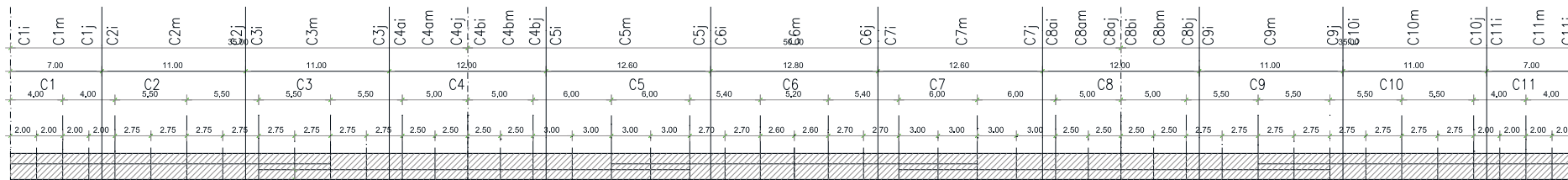
Per quanto riguarda i profili utilizzati si tratta di angolari a lati uguali fra loro calastrellati. In particolare sono previsti ovunque 2L130x130x14.

Le caratteristiche statiche delle aste ed i loro parametri resistenti sono automaticamente valutati nel foglio elettronico utilizzato.

Nella pagina che segue si riporta direttamente la schermata di verifica in cui nell'ultima colonna si riconosce il rapporto S/N_{RD} che rappresenta la misura della sicurezza e che deve essere inferiore a 1. Si nota che alcune sezioni pur essendo in qualche caso in classe 4, non hanno bisogno della riduzione all'area efficace e ρ rimane pari a 1.

Nelle ultime colonne delle varie sezioni delle tabelle che seguono si riporta il rapporto fra la forza sollecitante e quella resistente; l'ultima sezione riporta la verifica a trazione sul'area netta degli angolari.

S.G.C. E78 "Grosseto-Fano" - Tratto Siena Bettolle (A1) - Adeguamento a 4 corsie del tratto Siena-Ruffolo - Lotto 0
 Progetto Definitivo



SLU+
 SLU-

f_y	355
γ_1	1,1
α	0,34

bsup 5,62
 binf 4,24

ID	Conci	Part	Max Mt (kNm)	Min Mt (kNm)	a (m)	b (m)	h (m)	hd (m)	dt (m)	Omega (mq)	d (m)	P (kN)	S (kN)	Diagonali controventatura										Verifica Trazione					
														Profilo (-)	Classe (-)	ρ (-)	A(Aeff) (cmq)	Lo (m)	Jmin (cm4)	Ncr (kN)	λ	ϕ	χ	Nrd (kN)	S/Nrd OK se <1	Anetta (cmq)	Ntd (kN)	fs (-)	
C1i	C1	i	0,000	5534,5	-5638,6	4,00	4,24	2,00	1,55	2,63	9,1	5,8	1319,2	906,8	2L130x14	3	1,000	69,4	2,62	1080	3191,2	0,8787	1,0014	0,6749	1511,5	0,60	61,30	2072,52	0,44
C1m	C1	m	3,500	4486,0	-4590,0	4,00	4,24	2,00	1,55	2,63	9,1	5,8	1073,9	738,2	2L130x14	3	1,000	69,4	2,62	1080	3191,2	0,8787	1,0014	0,6749	1511,5	0,49	61,30	2072,52	0,36
C1j	C1	j	7,000	3986,6	-4090,7	4,00	4,24	2,00	1,55	2,63	9,1	5,8	957,1	657,9	2L130x14	3	1,000	69,4	2,62	1080	3191,2	0,8787	1,0014	0,6749	1511,5	0,44	61,30	2072,52	0,32
C2i	C2	i	7,000	3992,9	-3972,1	5,50	4,24	2,00	1,55	2,63	9,1	6,9	934,2	765,1	2L130x14	3	1,000	69,4	3,13	1080	2248,2	1,0468	1,1919	0,5676	1271,3	0,60	61,30	2072,52	0,37
C2m	C2	m	12,500	2908,0	-2887,2	5,50	4,24	2,00	1,55	2,63	9,1	6,9	680,4	557,2	2L130x14	3	1,000	69,4	3,13	1080	2248,2	1,0468	1,1919	0,5676	1271,3	0,44	61,30	2072,52	0,27
C2j	C2	j	18,000	2056,5	-2035,6	5,50	4,24	2,00	1,55	2,63	9,1	6,9	481,1	394,0	2L130x14	3	1,000	69,4	3,13	1080	2248,2	1,0468	1,1919	0,5676	1271,3	0,31	61,30	2072,52	0,19
C3i	C3	i	18,000	2194,7	-2048,3	5,50	4,24	2,00	1,55	2,63	9,1	6,9	513,5	420,5	2L130x14	3	1,000	69,4	3,13	1080	2248,2	1,0468	1,1919	0,5676	1271,3	0,33	61,30	2072,52	0,20
C3m	C3	m	23,500	3187,0	-3040,6	5,50	4,24	2,00	1,55	2,63	9,1	6,9	745,6	610,6	2L130x14	3	1,000	69,4	3,13	1080	2248,2	1,0468	1,1919	0,5676	1271,3	0,48	61,30	2072,52	0,29
C3j	C3	j	29,000	4283,7	-4137,3	5,50	4,24	2,00	1,55	2,63	9,1	6,9	1002,2	820,8	2L130x14	3	1,000	69,4	3,13	1080	2248,2	1,0468	1,1919	0,5676	1271,3	0,65	61,30	2072,52	0,40
C4ai	C4a	i	29,000	4227,5	-4259,1	5,00	4,24	2,00	1,55	2,63	9,1	6,6	996,5	770,4	2L130x14	3	1,000	69,4	2,95	1080	2522,9	0,9882	1,1223	0,6045	1354,0	0,57	61,30	2072,52	0,37
C4am	C4a	m	32,000	4861,5	-4893,1	5,00	4,24	2,00	1,55	2,63	9,1	6,6	1144,8	885,0	2L130x14	3	1,000	69,4	2,95	1080	2522,9	0,9882	1,1223	0,6045	1354,0	0,65	61,30	2072,52	0,43
C4aj	C4a	j	35,000	5523,2	-5554,8	5,00	4,24	2,00	1,55	2,63	9,1	6,6	1299,6	1004,7	2L130x14	3	1,000	69,4	2,95	1080	2522,9	0,9882	1,1223	0,6045	1354,0	0,74	61,30	2072,52	0,48
C4bi	C4b	i	35,000	6681,2	-6699,1	5,00	4,24	2,00	1,55	2,63	9,1	6,6	1567,4	1211,7	2L130x14	3	1,000	69,4	2,95	1080	2522,9	0,9882	1,1223	0,6045	1354,0	0,89	61,30	2072,52	0,58
C4bm	C4b	m	38,000	6082,2	-6100,1	5,00	4,24	2,00	1,55	2,63	9,1	6,6	1427,2	1103,3	2L130x14	3	1,000	69,4	2,95	1080	2522,9	0,9882	1,1223	0,6045	1354,0	0,81	61,30	2072,52	0,53
C4bj	C4b	j	41,000	5502,0	-5519,9	5,00	4,24	2,00	1,55	2,63	9,1	6,6	1291,5	998,4	2L130x14	3	1,000	69,4	2,95	1080	2522,9	0,9882	1,1223	0,6045	1354,0	0,74	61,30	2072,52	0,48
C5i	C5	i	41,000	5422,4	-5566,5	6,00	4,24	2,00	1,55	2,63	9,1	7,3	1302,4	1128,4	2L130x14	3	1,000	69,4	3,31	1080	2008,8	1,1075	1,2675	0,5308	1188,8	0,95	61,30	2072,52	0,54
C5m	C5	m	47,300	4262,0	-4406,1	6,00	4,24	2,00	1,55	2,63	9,1	7,3	1030,9	893,1	2L130x14	3	1,000	69,4	3,31	1080	2008,8	1,1075	1,2675	0,5308	1188,8	0,75	61,30	2072,52	0,43
C5j	C5	j	53,600	3197,2	-3341,3	6,00	4,24	2,00	1,55	2,63	9,1	7,3	781,8	677,3	2L130x14	3	1,000	69,4	3,31	1080	2008,8	1,1075	1,2675	0,5308	1188,8	0,57	61,30	2072,52	0,33
C6i	C6	i	53,600	3221,8	-3214,8	5,40	4,24	2,00	1,55	2,63	9,1	6,9	753,8	610,3	2L130x14	3	1,000	69,4	3,09	1080	2300,2	1,0349	1,1775	0,5750	1287,9	0,47	61,30	2072,52	0,29
C6m	C6	m	60,000	2241,0	-2234,0	5,20	4,24	2,00	1,55	2,63	9,1	6,7	524,3	414,8	2L130x14	3	1,000	69,4	3,02	1080	2408,6	1,0114	1,1494	0,5898	1321,0	0,31	61,30	2072,52	0,20
C6j	C6	j	66,400	3230,6	-3223,7	5,40	4,24	2,00	1,55	2,63	9,1	6,9	755,9	612,0	2L130x14	3	1,000	69,4	3,09	1080	2300,2	1,0349	1,1775	0,5750	1287,9	0,48	61,30	2072,52	0,30
C7i	C7	i	66,400	3313,4	-3207,8	6,00	4,24	2,00	1,55	2,63	9,1	7,3	775,2	671,6	2L130x14	3	1,000	69,4	3,31	1080	2008,8	1,1075	1,2675	0,5308	1188,8	0,56	62,92	2127,30	0,32
C7m	C7	m	72,700	4379,6	-4274,1	6,00	4,24	2,00	1,55	2,63	9,1	7,3	1024,7	887,8	2L130x14	3	1,000	69,4	3,31	1080	2008,8	1,1075	1,2675	0,5308	1188,8	0,75	62,92	2127,30	0,42
C7j	C7	j	79,000	5543,3	-5437,8	6,00	4,24	2,00	1,55	2,63	9,1	7,3	1297,0	1123,7	2L130x14	3	1,000	69,4	3,31	1080	2008,8	1,1075	1,2675	0,5308	1188,8	0,95	62,92	2127,30	0,53
C8ai	C8a	i	79,000	5532,5	-5456,3	5,00	4,24	2,00	1,55	2,63	9,1	6,6	1294,4	1000,7	2L130x14	3	1,000	69,4	2,95	1080	2522,9	0,9882	1,1223	0,6045	1354,0	0,74	62,92	2127,30	0,47
C8am	C8a	m	82,000	6117,4	-6041,3	5,00	4,24	2,00	1,55	2,63	9,1	6,6	1431,3	1106,5	2L130x14	3	1,000	69,4	2,95	1080	2522,9	0,9882	1,1223	0,6045	1354,0	0,82	62,92	2127,30	0,52
C8aj	C8a	j	85,000	6723,3	-6647,1	5,00	4,24	2,00	1,55	2,63	9,1	6,6	1573,0	1216,1	2L130x14	3	1,000	69,4	2,95	1080	2522,9	0,9882	1,1223	0,6045	1354,0	0,90	62,92	2127,30	0,57
C8bi	C8b	i	85,000	5513,0	-5510,1	5,00	4,24	2,00	1,55	2,63	9,1	6,6	1289,9	997,2	2L130x14	3	1,000	69,4	2,95	1080	2522,9	0,9882	1,1223	0,6045	1354,0	0,74	62,92	2127,30	0,47
C8bm	C8b	m	88,000	4838,1	-4835,2	5,00	4,24	2,00	1,55	2,63	9,1	6,6	1132,0	875,1	2L130x14	3	1,000	69,4	2,95	1080	2522,9	0,9882	1,1223	0,6045	1354,0	0,65	62,92	2127,30	0,41
C8bj	C8b	j	91,000	4193,3	-4190,4	5,00	4,24	2,00	1,55	2,63	9,1	6,6	981,1	758,5	2L130x14	3	1,000	69,4	2,95	1080	2522,9	0,9882	1,1223	0,6045	1354,0	0,56	62,92	2127,30	0,36
C9i	C9	i	91,000	4189,8	-4192,1	5,50	4,24	2,00	1,55	2,63	9,1	6,9	980,8	803,2	2L130x14	3	1,000	69,4	3,13	1080	2248,2	1,0468	1,1919	0,5676	1271,3	0,63	62,92	2127,30	0,38
C9m	C9	m	96,500	3081,4	-3083,8	5,50	4,24	2,00	1,55	2,63	9,1	6,9	721,5	590,9	2L130x14	3	1,000	69,4	3,13	1080	2248,2	1,0468	1,1919	0,5676	1271,3	0,46	62,92	2127,30	0,28
C9j	C9	j	102,000	2079,3	-2081,7	5,50	4,24	2,00	1,55	2,63	9,1	6,9	487,0	398,9	2L130x14	3	1,000	69,4	3,13	1080	2248,2	1,0468	1,1919	0,5676	1271,3	0,31	62,92	2127,30	0,19
C10i	C10	i	102,000	2079,3	-2081,7	5,50	4,24	2,00	1,55	2,63	9,1	6,9	487,0	398,9	2L130x14	3	1,000	69,4	3,13	1080	2248,2	1,0468	1,1919	0,5676	1271,3	0,31	62,92	2127,30	0,19
C10m	C10	m	107,500	2870,8	-2873,1	5,50	4,24	2,00	1,55	2,63	9,1	6,9	672,2	550,5	2L130x14	3	1,000	69,4	3,13	1080	2248,2	1,0468	1,1919	0,5676	1271,3	0,43	62,92	2127,30	0,26
C10j	C10	j	113,000	3962,4	-3964,7	5,50	4,24	2,00	1,55	2,63	9,1	6,9	927,6	759,7	2L130x14	3	1,000	69,4	3,13	1080	2248,2	1,0468	1,1919	0,5676	1271,3	0,60	62,92	2127,30	0,36
C11i	C11	i	113,000	3962,4	-3964,7	4,00	4,24	2,00	1,55	2,63	9,1	5,8	927,6	637,6	2L130x14	3	1,000	69,4	2,62	1080	3191,2	0,8787	1,0014	0,6749	1511,5	0,42	62,92	2127,30	0,30
C11m	C11	m	116,500	4477,1	-4479,5	4,00	4,24	2,00	1,55	2,63	9,1	5,8	1048,0	720,4	2L130x14	3	1,000	69,4	2,62	1080	3191,2	0,8787	1,0014	0,6749	1511,5	0,48	62,92	2127,30	0,34
C11j	C11	j	120,000	5567,8	-5570,2	4,00	4,24	2,00	1,55	2,63	9,1	5,8	1303,2	895,8	2L130x14	3	1,000	69,4	2,62	1080	3191,2	0,8787	1,0014	0,6749	1511,5	0,59	62,92	2127,30	0,42

Relazione tecnica e di calcolo

RTP di progettazione:

Mandataria:

Mandanti:



12.1.3 Attacchi della controventatura inferiore

Gli attacchi alle piastre delle aste di controventatura sono realizzati con bulloni ad alta resistenza classe 10.9 dimensionati a taglio e rifollamento.

Si utilizzano piastre sp.25 mm e 3 M27 classe 10.9 a due superfici di taglio. Il calcolo è condotto con foglio elettronico appositamente redatto la cui schermata è riportata nel seguito nel quale i simboli sono quelli di D.M.14/01/2008.

$N_{max}=1250$ kN (SLU arrotondato per eccesso)

Sulla singola superficie si ha:

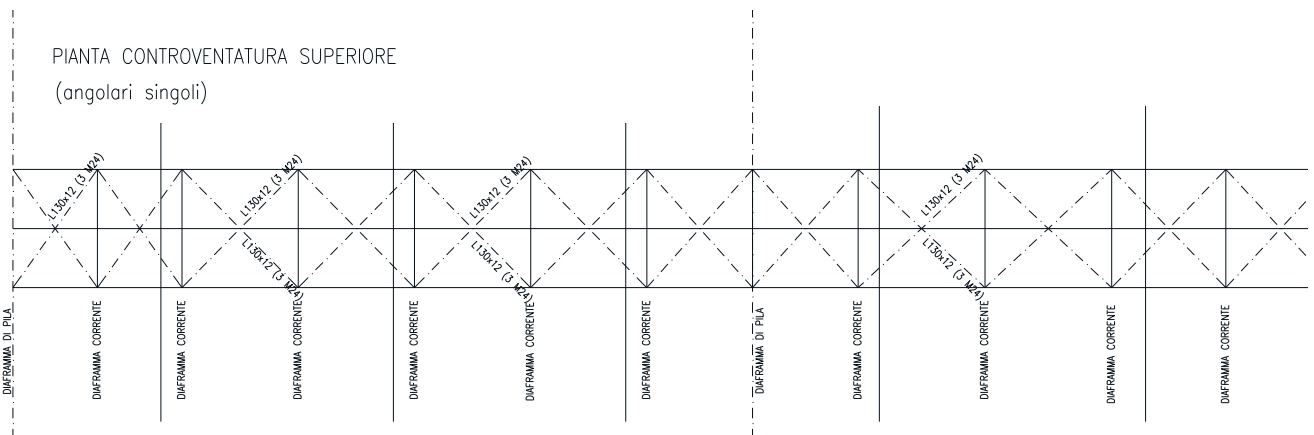
$V_b=1250/35/2=208.3$ kN

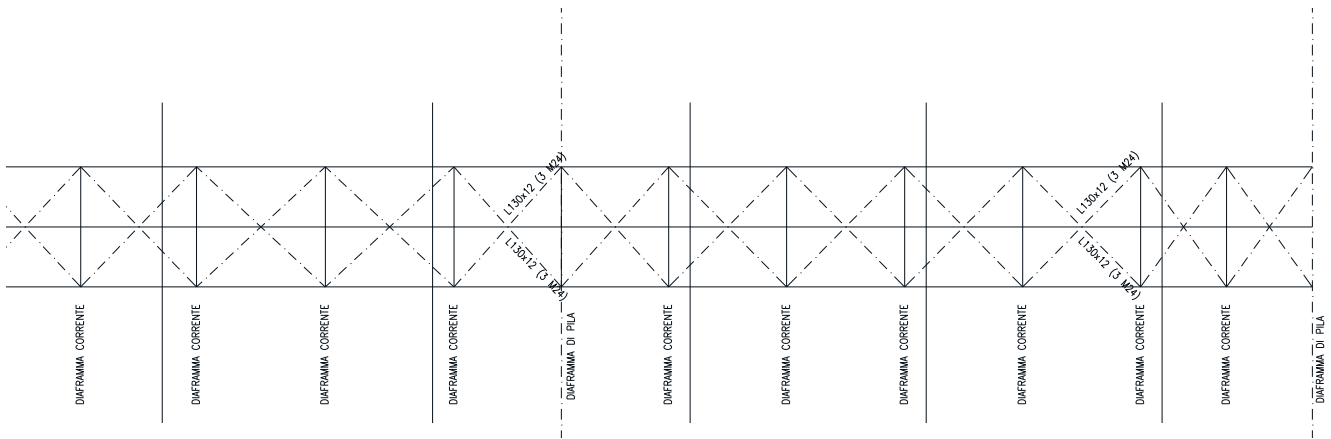
VERIFICA BULLONATURA SECONDO NTC 2018					
MATERIALI		GEOMETRIA		VERIFICA	
PROFILATI	S355	VITE	M27	$F_{v,Ed} =$	208,3 kN
$f_{yk} =$	355 MPa	d=	27 mm	$F_{t,Ed} =$	0 kN
$f_{tk} =$	510 MPa	$d_o =$	28,5 mm	Pos. N	BORDO dir. ortogonale alla forza
BULLONI	CLASSE 10.9	A =	573 mm	Pos. P	BORDO dir. parallela alla forza
$f_{yb} =$	900 MPa	Ares =	459 mm ²	$\gamma_{M2} =$	1,25 VERIFICA
$f_{tb} =$	1000 MPa	t =	12,5 mm	$F_{v,Rd} =$	274,83 kN ✓
n° sezioni	1	e1 =	60 mm	$F_{b,Rd} =$	241,58 kN
t piastra base	25 mm	e2 =	80 mm	$F_{t,Rd} =$	330,48 kN ✓
k =	2,5000	p1 =	90 mm	$B_{p,Rd} =$	778,68 kN
$\alpha =$	0,7018	p2 =	90 mm	comb.	0,758 < 1 ✓
piano di taglio su filetto	no		-		

12.2 Controventatura superiore

La controventatura superiore dell'impalcato ha il compito statico di chiudere la sezione cava a torsione anche nella prima fase di calcolo della struttura (quando ancora non è presente e attiva la soletta in calcestruzzo carrabile). La presenza della controventatura ne caso in esame non appare impegnata per effetti torcenti di prima fase in quanto non è presente una significativa curvatura planimetrica del ponte; d'altro canto gli effetti torcenti degli accidentali vanno a finire sulla soletta in calcestruzzo e non su questa controventatura. Per tale motivo la controventatura superiore viene prevista molto più leggera con angolari singoli che funzionino a sola trazione; in sostanza ad essa viene conferita la spinta del vento sulla struttura in condizione di montaggio.

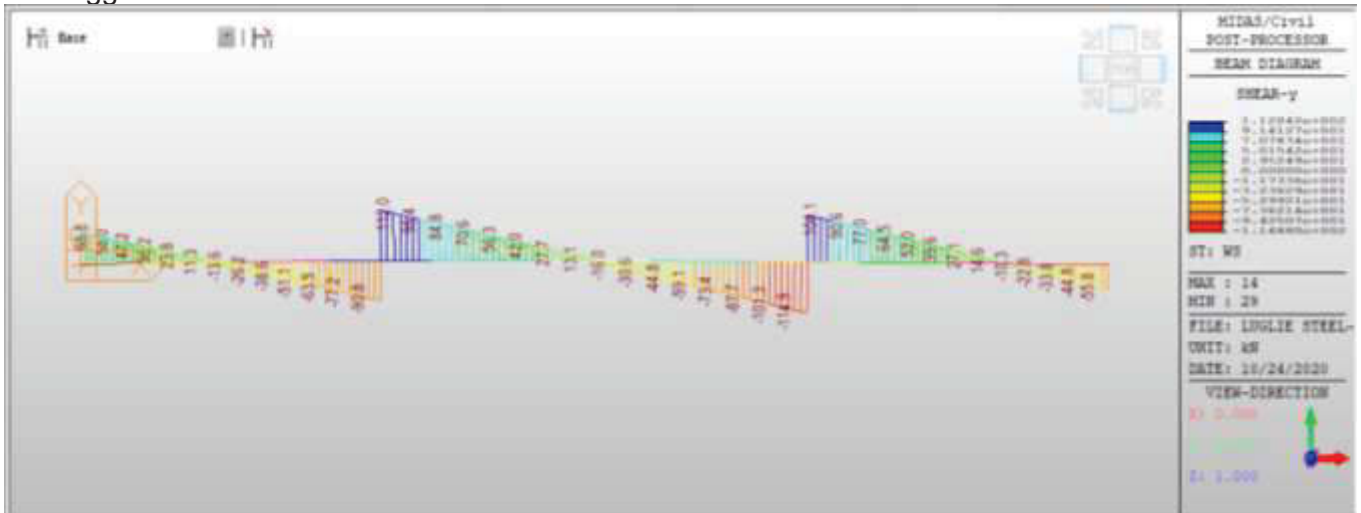
La geometria della controventatura non ha bisogno in questo caso di sfalsare diaframmi e croci, funzionando a sola trazione; si riporta la geometria nella figura che segue.





Per quanto concerne l'azione del vento in fase di montaggio si valuta l'effetto sulla controventatura superiore modellando le aste superiori e le piattabande superiori ed applicando cautelativamente l'intera della spinta complessiva del vento in fase di montaggio (nella realtà una metà finisce sulla controventatura inferiore).

La figura che segue mostra il diagramma del taglio orizzontale generato dal vento in fase di montaggio.



Il campo della controventatura ha dimensioni:

$B=5.6$ m

$A=6$ m

L'inclinazione dell'asta tesa è quindi:

$$\alpha = \arctg(A/B) = 47^\circ$$

La forza massima SLU sull'asta della controventatura risulta quindi determinabile dal taglio massimo visto in precedenza:

$$T = 1.5xV / \cos\alpha = 1.5x115 / \cos(47^\circ) = 253 \text{ kN}$$

Si utilizza una asta L130x12 con forature per ospitare 3 M24.

Profili L

File Tipo Profilo ?

L Uguali Doppi L Disuguali

Ordina per: iy ly g

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

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

Aggiorna Tabella

designation	g (kg/m)	h (mm)	b (mm)	t (mm)	r1 (mm)	r2 (mm)
L 120 x 120 x 13	23,3	120	120	13,00	13,00	6,50
L 130 x 130 x 12	23,5	130	130	12,00	14,00	7,00
L 120 x 120 x 15	26,6	120	120	15,00	13,00	6,50
L 130 x 130 x 14	27,2	130	130	14,00	14,00	7,00
L 150 x 150 x 12	27,3	150	150	12,00	16,00	8,00
L 140 x 140 x 13	27,4	140	140	13,00	15,00	7,50

Plotta

L 130 x 130 x 12 N_{bg,Fd} [kN] 986,8 N_{bv,Fd} [kN] 986,8

N_{bz,Fd} [kN] ?

Classe Sezione Compressione 4 ?

g (Kg/m): 23,5 h (mm): 130 A (cm2): 29,97

b (mm): 130 I_y (cm4): 472,2 W_z (cm3): 50,44 I_v (cm4): 194,5

t (mm): 12 W_y (cm3): 50,44 I_z (cm): 3,969 I_v (cm): 2,548

r1 (mm): 14 I_y (cm): 3,969 I_u (cm4): 749,8

r2 (mm): 7 I_z (cm4): 472,2 I_u (cm): 5,002

L'area netta risulta quindi:

$$A_n = 2997 - 25,5 \times 12 = 2691 \text{ mm}^2$$

$$F_r = 2691 \times 338 / 1000 = 909,6 \text{ kN} > T$$

Per quanto riguarda l'attacco bullonato si riporta la verifica nella tabella che segue.

$$n = 253 / 3 = 84,3 \text{ kN/bullone}$$

VERIFICA BULLONATURA SECONDO NTC 2018					
MATERIALI		GEOMETRIA		VERIFICA	
PROFILATI	S355	VITE	M24	F _{v,Ed} =	84,3 kN
f _{yk} =	355 MPa	d =	24 mm	F _{t,Ed} =	0 kN
f _{tk} =	510 MPa	d _o =	25,5 mm	Pos. N	BORDO dir. ortogonale alla forza
BULLONI	CLASSE 10.9	A =	452 mm	Pos. P	BORDO dir. parallela alla forza
f _{yb} =	900 MPa	A _{res} =	353 mm ²	γ _{M2} =	1,25 VERIFICA
f _{tb} =	1000 MPa	t =	12 mm	F _{v,Rd} =	217,15 kN ✓
n° sezioni	1	e ₁ =	60 mm	F _{b,Rd} =	230,40 kN ✓
t piastra base	25 mm	e ₂ =	80 mm	F _{t,Rd} =	254,16 kN ✓
k =	2,5000	p ₁ =	90 mm	B _{p,Rd} =	692,16 kN
α =	0,7843	p ₂ =	90 mm	comb.	0,388 < 1 ✓
piano di taglio su filetto	no		-		

12.3 Diaframmi correnti

I traversi correnti sono tutti di tipo reticolare e presentano altezza costante lungo l'impalcato.

I traversi reticolari assolvono principalmente ai seguenti tre compiti statici:

- Forniscono l'appoggio alla trave rompi-tratta, per la cui reazione massima si rimanda ai paragrafi precedenti.
- forniscono l'impedimento alla perdita di forma del cassone composto da travi, soletta e contro soletta reticolare. Tale effetto deriva pertanto dal funzionamento torsio-rigido dell'impalcato che, localmente dove si hanno le variazioni localizzate di momento torcente, tenderebbe a perdere la sua forma a sezione cava.
- reagiscono alle forze generate dall'inclinazione delle anime rispetto alla verticale con conseguente trazione sul corrente superiore e compressione su quello inferiore

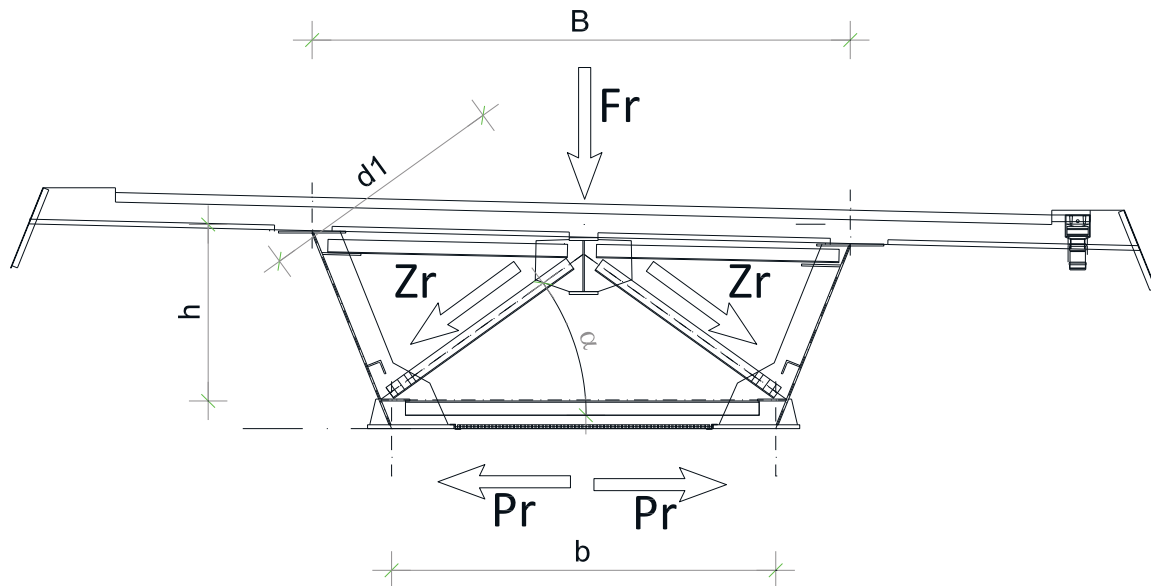
12.3.1 Appoggio della trave rompi-tratta

Si tratta della massima reazione SLU valutata nei paragrafi precedenti:

$F_r = 800 \text{ kN}$

Questo effetto risulta particolarmente dimensionante per le aste inclinate del diaframma.

Lo schema di calcolo è quello alla figura che segue.



$$\text{sen} \alpha = h/d_1$$

$$2 \cdot Z_r \cdot \text{sen} \alpha = F_r$$

Da cui:

$$Z_r = \frac{F_r \cdot d_1}{2 \cdot h}$$

Il calcolo è automatizzato poi su foglio elettronico.

12.3.2 Variazione di momento torcente

Al fine di valutare questo effetto si operano delle assunzioni cautelative, ovvero che il diaframma debba assorbire la massima variazione di momento torcente possibile fra 2 diaframmi consecutivi (passo massimo 6 m) generata da due colonne di carico accidentale alle massime eccentricità (si vedano i capitoli precedenti: $e_1 = 3.37 \text{ m}$; $e_2 = 0.37 \text{ m}$).

Allo SLU risulta:

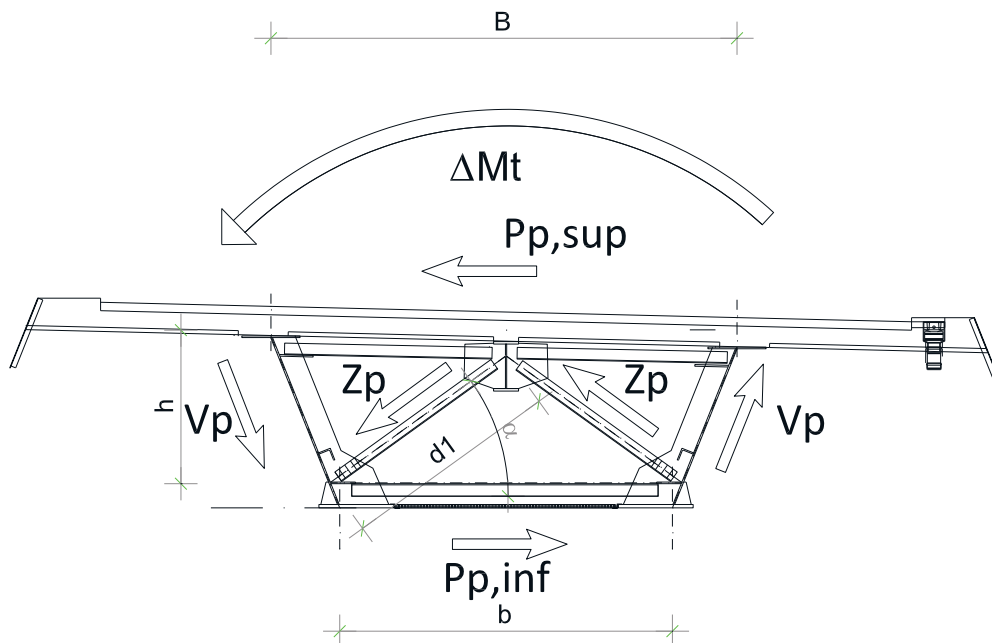
$$M_t = 1.35 \times [(600 + 9 \times 3 \times 5.5) \times 3.37 + (400 + 2.5 \times 3 \times 6 \times 0.37)] = 3689 \text{ kNm}$$

Tale azione, viene applicata direttamente al diaframma secondo lo schema di cui alla figura che segue.

$$V_p = \frac{M_t}{2 \cdot \Omega} \cdot h$$

$$P_{p,inf} = \frac{M_t}{2 \cdot \Omega} \cdot b$$

$$P_{p,sup} = \frac{M_t}{2 \cdot \Omega} \cdot B$$



Il calcolo delle azioni viene condotto sulla scorta di semplici considerazioni di equilibrio sui nodi superiori della reticolare su cui viene concentrato $P_{p,sup}/2$.

$$\text{sen} \alpha = h/d_1$$

$$\text{cos} \alpha = \frac{b}{2}/d_1$$

$$2 \cdot Z_p \cdot \text{cos} \alpha = P_{p,sup}$$

Da cui:

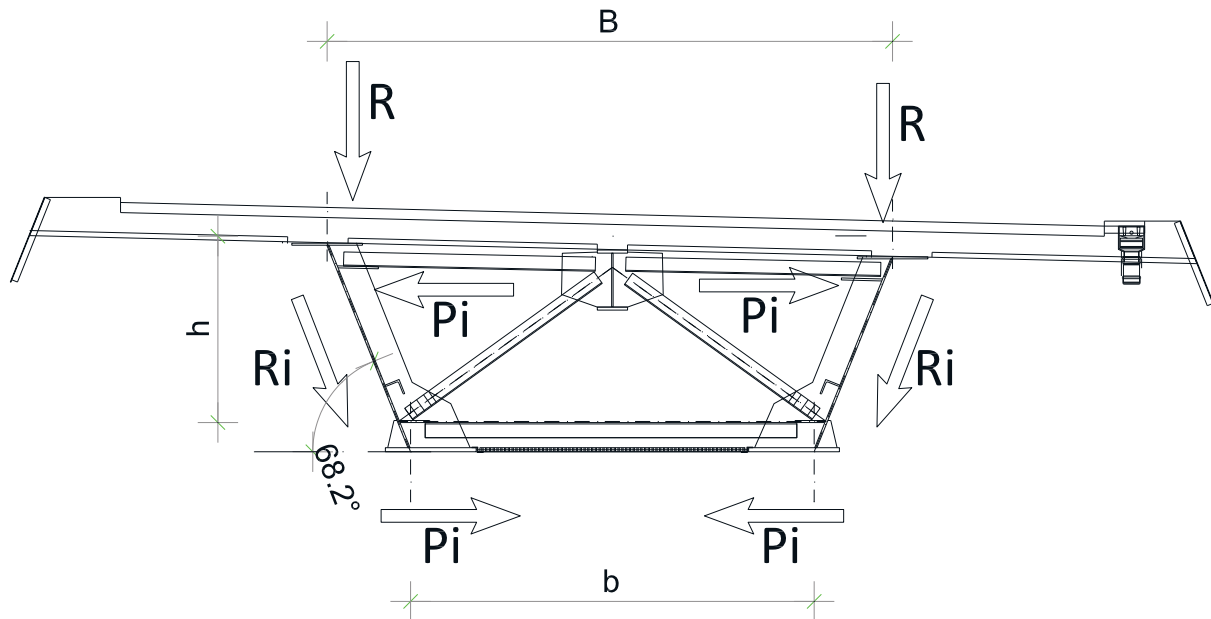
$$Z_p = \frac{P_{p,sup} \cdot d_1}{b}$$

Sul corrente inferiore si considera cautelativamente $P_{p,inf}$ incrementato anche del successivo contributo dettato dalla inclinazione delle anime.

Il calcolo di tale effetto è stato automatizzato su foglio elettronico.

12.3.3 Effetto di inclinazione delle anime

Le anime della sezione sono inclinate di 68.2° rispetto all'orizzontale, nel funzionamento complessivo della sezione c'è bisogno di equilibrare questa deviazione dalla verticale. Per considerare questo effetto si opera riportando concettualmente i carichi verticali (R) sulle travi ed equilibrando il nodo superiore ed inferiore come illustrato nella figura che segue. Il risultato è la generazione di una compressione al puntone inferiore e una trazione al corrente superiore.



Per valutare il valore di R da considerare si fa riferimento all'area di influenza di un diaframma (il passo massimo è 6m) e si ottiene il seguente valore SLU:

Peso proprio acciaio e soletta: $6 \times (70.31 + 33.75) \times 1.35 = 842.9$ kN
 Permanenti portati: $6 \times 49.875 \times 1.35 = 404$ kN
 Accidentali: $(6 \times (3 \times 9 + 3 \times 2.5) + 600 + 400) \times 1.35 = 1629.5$ kN

Gli effetti torcenti sono stati già conferiti al funzionamento "alla Bredt" e alle controventature.

Risulta dunque ripartendo sulle due travi:

$$R = (842.9 + 404 + 1629.5) / 2 = 1438.2 \text{ kN}$$

$$P_i = 1438.2 / \tan 68.2 = 575.2 \text{ kN}$$

Tale forza è conferita cautelativamente assieme agli effetti di perdita di forma al puntone inferiore.

12.3.4 Calcolo delle aste e verifica

Nella tabella che segue vengono raccolte le verifiche sulle aste.

Si prevedono le seguenti due tipologie di aste:

Asta superiore 2L130x130x12

Asta inferiore 2L150x150x14

Diagonali 2L130x130x14

Le caratteristiche statiche delle aste ed i loro parametri resistenti sono automaticamente valutati nel foglio elettronico utilizzato e fanno riferimento alla figura precedente.

PUNTONI INFERIORI

Si riporta direttamente la schermata di verifica per i puntoni inferiori dei traversi in cui nell'ultima colonna si riconosce il rapporto P_p/N_{RD} che rappresenta la misura della sicurezza e che deve essere inferiore a 1.

Si riporta anche la verifica a trazione considerando l'area depurata dai fori.

SLU+		f _y 355		bsup 5,62		D Miac 3689		kNm		Puntoni inferiori															Verifica Trazione				
SLU-		γ ₁ 1,1		binf 4,24		Fr 800		Ri 575,2		kN																			
		α 0,34				Perdita forma		R.Rompitr																					
ID	a	b	h	hd	dt	Omega	d	Ppsup	Zp	Fr	Zr	Ppinf	Pr	Profilo	Classe	ρ	A(Aeff)	Lo	Jmin	Ncr	λ	φ	χ	Nrd	P/Nrd	Anetta	Ntd	Is	
(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(-)	(-)	(-)	(cmg)	(m)	(cm4)	(kN)				(kN)	OK se <1	(cmg)	(kN)	(-)	
C1i	4,00	4,24	2,00	1,55	2,63	9,1	5,8	1144,0	708,6	800,0	677,7	1438,3	547,1	2L150x14	4	0,98	80,6	3,39	1691	2987,9	0,979	1,111	0,611	1555	0,92	72,50	2451,19	0,70	
C1m	4,00	4,24	2,00	1,55	2,63	9,1	5,8	1144,0	708,6	800,0	677,7	1438,3	547,1	2L150x14	4	0,98	80,6	3,39	1691	2987,9	0,979	1,111	0,611	1555	0,92	72,50	2451,19	0,70	
C1j	4,00	4,24	2,00	1,55	2,63	9,1	5,8	1144,0	708,6	800,0	677,7	1438,3	547,1	2L150x14	4	0,98	80,6	3,39	1691	2987,9	0,979	1,111	0,611	1555	0,92	72,50	2451,19	0,70	
C2i	5,50	4,24	2,00	1,55	2,63	9,1	6,9	1144,0	708,6	800,0	677,7	1438,3	547,1	2L150x14	4	0,98	80,6	3,39	1691	2987,9	0,979	1,111	0,611	1555	0,92	72,50	2451,19	0,70	
C2m	5,50	4,24	2,00	1,55	2,63	9,1	6,9	1144,0	708,6	800,0	677,7	1438,3	547,1	2L150x14	4	0,98	80,6	3,39	1691	2987,9	0,979	1,111	0,611	1555	0,92	72,50	2451,19	0,70	
C2j	5,50	4,24	2,00	1,55	2,63	9,1	6,9	1144,0	708,6	800,0	677,7	1438,3	547,1	2L150x14	4	0,98	80,6	3,39	1691	2987,9	0,979	1,111	0,611	1555	0,92	72,50	2451,19	0,70	
C3i	5,50	4,24	2,00	1,55	2,63	9,1	6,9	1144,0	708,6	800,0	677,7	1438,3	547,1	2L150x14	4	0,98	80,6	3,39	1691	2987,9	0,979	1,111	0,611	1555	0,92	72,50	2451,19	0,70	
C3m	5,50	4,24	2,00	1,55	2,63	9,1	6,9	1144,0	708,6	800,0	677,7	1438,3	547,1	2L150x14	4	0,98	80,6	3,39	1691	2987,9	0,979	1,111	0,611	1555	0,92	72,50	2451,19	0,70	
C3j	5,50	4,24	2,00	1,55	2,63	9,1	6,9	1144,0	708,6	800,0	677,7	1438,3	547,1	2L150x14	4	0,98	80,6	3,39	1691	2987,9	0,979	1,111	0,611	1555	0,92	72,50	2451,19	0,70	
C4ai	5,00	4,24	2,00	1,55	2,63	9,1	6,6	1144,0	708,6	800,0	677,7	1438,3	547,1	2L150x14	4	0,98	80,6	3,39	1691	2987,9	0,979	1,111	0,611	1555	0,92	72,50	2451,19	0,70	
C4am	5,00	4,24	2,00	1,55	2,63	9,1	6,6	1144,0	708,6	800,0	677,7	1438,3	547,1	2L150x14	4	0,98	80,6	3,39	1691	2987,9	0,979	1,111	0,611	1555	0,92	72,50	2451,19	0,70	
C4aj	5,00	4,24	2,00	1,55	2,63	9,1	6,6	1144,0	708,6	800,0	677,7	1438,3	547,1	2L150x14	4	0,98	80,6	3,39	1691	2987,9	0,979	1,111	0,611	1555	0,92	72,50	2451,19	0,70	
C4bi	5,00	4,24	2,00	1,55	2,63	9,1	6,6	1144,0	708,6	800,0	677,7	1438,3	547,1	2L150x14	4	0,98	80,6	3,39	1691	2987,9	0,979	1,111	0,611	1555	0,92	72,50	2451,19	0,70	
C4bm	5,00	4,24	2,00	1,55	2,63	9,1	6,6	1144,0	708,6	800,0	677,7	1438,3	547,1	2L150x14	4	0,98	80,6	3,39	1691	2987,9	0,979	1,111	0,611	1555	0,92	72,50	2451,19	0,70	
C4bj	5,00	4,24	2,00	1,55	2,63	9,1	6,6	1144,0	708,6	800,0	677,7	1438,3	547,1	2L150x14	4	0,98	80,6	3,39	1691	2987,9	0,979	1,111	0,611	1555	0,92	72,50	2451,19	0,70	
C5i	6,00	4,24	2,00	1,55	2,63	9,1	7,3	1144,0	708,6	800,0	677,7	1438,3	547,1	2L150x14	4	0,98	80,6	3,39	1691	2987,9	0,979	1,111	0,611	1555	0,92	72,50	2451,19	0,70	
C5m	6,00	4,24	2,00	1,55	2,63	9,1	7,3	1144,0	708,6	800,0	677,7	1438,3	547,1	2L150x14	4	0,98	80,6	3,39	1691	2987,9	0,979	1,111	0,611	1555	0,92	72,50	2451,19	0,70	
C5j	6,00	4,24	2,00	1,55	2,63	9,1	7,3	1144,0	708,6	800,0	677,7	1438,3	547,1	2L150x14	4	0,98	80,6	3,39	1691	2987,9	0,979	1,111	0,611	1555	0,92	72,50	2451,19	0,70	
C6i	5,40	4,24	2,00	1,55	2,63	9,1	6,9	1144,0	708,6	800,0	677,7	1438,3	547,1	2L150x14	4	0,98	80,6	3,39	1691	2987,9	0,979	1,111	0,611	1555	0,92	72,50	2451,19	0,70	
C6m	5,20	4,24	2,00	1,55	2,63	9,1	6,7	1144,0	708,6	800,0	677,7	1438,3	547,1	2L150x14	4	0,98	80,6	3,39	1691	2987,9	0,979	1,111	0,611	1555	0,92	72,50	2451,19	0,70	
C6j	5,40	4,24	2,00	1,55	2,63	9,1	6,9	1144,0	708,6	800,0	677,7	1438,3	547,1	2L150x14	4	0,98	80,6	3,39	1691	2987,9	0,979	1,111	0,611	1555	0,92	72,50	2451,19	0,70	
C7i	6,00	4,24	2,00	1,55	2,63	9,1	7,3	1144,0	708,6	800,0	677,7	1438,3	547,1	2L150x14	4	0,98	80,6	3,39	1691	2987,9	0,979	1,111	0,611	1555	0,92	72,50	2451,19	0,70	
C7m	6,00	4,24	2,00	1,55	2,63	9,1	7,3	1144,0	708,6	800,0	677,7	1438,3	547,1	2L150x14	4	0,98	80,6	3,39	1691	2987,9	0,979	1,111	0,611	1555	0,92	72,50	2451,19	0,70	
C7j	6,00	4,24	2,00	1,55	2,63	9,1	7,3	1144,0	708,6	800,0	677,7	1438,3	547,1	2L150x14	4	0,98	80,6	3,39	1691	2987,9	0,979	1,111	0,611	1555	0,92	72,50	2451,19	0,70	
C8ai	5,00	4,24	2,00	1,55	2,63	9,1	6,6	1144,0	708,6	800,0	677,7	1438,3	547,1	2L150x14	4	0,98	80,6	3,39	1691	2987,9	0,979	1,111	0,611	1555	0,92	72,50	2451,19	0,70	
C8am	5,00	4,24	2,00	1,55	2,63	9,1	6,6	1144,0	708,6	800,0	677,7	1438,3	547,1	2L150x14	4	0,98	80,6	3,39	1691	2987,9	0,979	1,111	0,611	1555	0,92	72,50	2451,19	0,70	
C8aj	5,00	4,24	2,00	1,55	2,63	9,1	6,6	1144,0	708,6	800,0	677,7	1438,3	547,1	2L150x14	4	0,98	80,6	3,39	1691	2987,9	0,979	1,111	0,611	1555	0,92	72,50	2451,19	0,70	
C8bi	5,00	4,24	2,00	1,55	2,63	9,1	6,6	1144,0	708,6	800,0	677,7	1438,3	547,1	2L150x14	4	0,98	80,6	3,39	1691	2987,9	0,979	1,111	0,611	1555	0,92	72,50	2451,19	0,70	
C8bm	5,00	4,24	2,00	1,55	2,63	9,1	6,6	1144,0	708,6	800,0	677,7	1438,3	547,1	2L150x14	4	0,98	80,6	3,39	1691	2987,9	0,979	1,111	0,611	1555	0,92	72,50	2451,19	0,70	
C8bj	5,00	4,24	2,00	1,55	2,63	9,1	6,6	1144,0	708,6	800,0	677,7	1438,3	547,1	2L150x14	4	0,98	80,6	3,39	1691	2987,9	0,979	1,111	0,611	1555	0,92	72,50	2451,19	0,70	
C9i	5,50	4,24	2,00	1,55	2,63	9,1	6,9	1144,0	708,6	800,0	677,7	1438,3	547,1	2L150x14	4	0,98	80,6	3,39	1691	2987,9	0,979	1,111	0,611	1555	0,92	72,50	2451,19	0,70	
C9m	5,50	4,24	2,00	1,55	2,63	9,1	6,9	1144,0	708,6	800,0	677,7	1438,3	547,1	2L150x14	4	0,98	80,6	3,39	1691	2987,9	0,979	1,111	0,611	1555	0,92	72,50	2451,19	0,70	
C9j	5,50	4,24	2,00	1,55	2,63	9,1	6,9	1144,0	708,6	800,0	677,7	1438,3	547,1	2L150x14	4	0,98	80,6	3,39	1691	2987,9	0,979	1,111	0,611	1555	0,92	72,50	2451,19	0,70	
C10i	5,50	4,24	2,00	1,55	2,63	9,1	6,9	1144,0	708,6	800,0	677,7	1438,3	547,1	2L150x14	4	0,98	80,6	3,39	1691	2987,9	0,979	1,111	0,611	1555	0,92	72,50	2451,19	0,70	
C10m	5,50	4,24	2,00	1,55	2,63	9,1	6,9	1144,0	708,6	800,0	677,7	1438,3	547,1	2L150x14	4	0,98	80,6	3,39	1691	2987,9	0,979	1,111	0,611	1555	0,92	72,50	2451,19	0,70	
C10j	5,50	4,24	2,00	1,55	2,63	9,1	6,9	1144,0	708,6	800,0	677,7	1438,3	547,1	2L150x14	4	0,98	80,6	3,39	1691	2987,9	0,979	1,111	0,611	1555	0,92	72,50	2451,19	0,70	
C11i	4,00	4,24	2,00	1,55	2,63	9,1	5,8	1144,0	708,6	800,0	677,7	1438,3	547,1	2L150x14	4	0,98	80,6	3,39	1691	2987,9	0,979	1,111	0,611	1555	0,92	72,50	2451,19	0,70	
C11m	4,00	4,24	2,00	1,55	2,63	9,1	5,8	1144,0	708,6	800,0	677,7	1438,3	547,1	2L150x14	4	0,98	80,6	3,39	1691	2987,9	0,979	1,111	0,611	1555	0,92	72,50	2451,19	0,70	
C11j	4,00	4,24	2,00	1,55	2,63	9,1	5,8	1144,0	708,6	800,0	677,7	1438,3	547,1	2L150x14	4	0,98	80,6	3,39	1691	2987,9	0,979	1,111	0,611	1555	0,92	72,50	2451,19	0,70	

Attacco puntone 2L150x14

Si utilizzano piastre minimo di sp.25 mm e 4 M27 classe 10.9 a due superfici di taglio. Il calcolo è condotto con foglio elettronico appositamente redatto la cui schermata è riportata nel seguito nel quale i simboli sono quelli di D.M.17/01/2018.

$N_{max}=1740$ kN (SLU arrotondato per eccesso)

Sulla singola superficie si ha:

$$V_b=1740/4/2=217 \text{ kN}$$

VERIFICA BULLONATURA SECONDO NTC 2018					
MATERIALI		GEOMETRIA		VERIFICA	
PROFILATI	S355	VITE	M27	$F_v,Ed =$	217,5 kN
$f_{yk} =$	355 MPa	d=	27 mm	$F_t,Ed =$	0 kN

ID	a (m)	b (m)	h (m)	hd (m)	dt (m)	Omega (mq)	d (m)	Perdita forma		R.Rompitr		Ppinf (kN)	Pr (kN)	Profilo (-)	Classe (-)	ρ (-)	A(Aeff) (cmq)	Lo (m)	Jmin (cm4)	Ncr (kN)	λ	Φ	χ	Nrd (kN)	Z/Nrd OK se <1
								Ppsup (kN)	Zp (kN)	Fr (kN)	Zr (kN)														
C1i	4,00	4,24	2,00	1,55	2,63	9,1	5,8	1144,0	708,6	800,0	677,7	1438,3	547,1	2L130x14	3	1,000	69,4	2,63	1080	3183,5	0,880	1,002	0,674	1510	0,92
C1m	4,00	4,24	2,00	1,55	2,63	9,1	5,8	1144,0	708,6	800,0	677,7	1438,3	547,1	2L130x14	3	1,000	69,4	2,63	1080	3183,5	0,880	1,002	0,674	1510	0,92
C1j	4,00	4,24	2,00	1,55	2,63	9,1	5,8	1144,0	708,6	800,0	677,7	1438,3	547,1	2L130x14	3	1,000	69,4	2,63	1080	3183,5	0,880	1,002	0,674	1510	0,92
C2i	5,50	4,24	2,00	1,55	2,63	9,1	6,9	1144,0	708,6	800,0	677,7	1438,3	547,1	2L130x14	3	1,000	69,4	2,63	1080	3183,5	0,880	1,002	0,674	1510	0,92
C2m	5,50	4,24	2,00	1,55	2,63	9,1	6,9	1144,0	708,6	800,0	677,7	1438,3	547,1	2L130x14	3	1,000	69,4	2,63	1080	3183,5	0,880	1,002	0,674	1510	0,92
C2j	5,50	4,24	2,00	1,55	2,63	9,1	6,9	1144,0	708,6	800,0	677,7	1438,3	547,1	2L130x14	3	1,000	69,4	2,63	1080	3183,5	0,880	1,002	0,674	1510	0,92
C3i	5,50	4,24	2,00	1,55	2,63	9,1	6,9	1144,0	708,6	800,0	677,7	1438,3	547,1	2L130x14	3	1,000	69,4	2,63	1080	3183,5	0,880	1,002	0,674	1510	0,92
C3m	5,50	4,24	2,00	1,55	2,63	9,1	6,9	1144,0	708,6	800,0	677,7	1438,3	547,1	2L130x14	3	1,000	69,4	2,63	1080	3183,5	0,880	1,002	0,674	1510	0,92
C3j	5,50	4,24	2,00	1,55	2,63	9,1	6,9	1144,0	708,6	800,0	677,7	1438,3	547,1	2L130x14	3	1,000	69,4	2,63	1080	3183,5	0,880	1,002	0,674	1510	0,92
C4ai	5,00	4,24	2,00	1,55	2,63	9,1	6,6	1144,0	708,6	800,0	677,7	1438,3	547,1	2L130x14	3	1,000	69,4	2,63	1080	3183,5	0,880	1,002	0,674	1510	0,92
C4am	5,00	4,24	2,00	1,55	2,63	9,1	6,6	1144,0	708,6	800,0	677,7	1438,3	547,1	2L130x14	3	1,000	69,4	2,63	1080	3183,5	0,880	1,002	0,674	1510	0,92
C4aj	5,00	4,24	2,00	1,55	2,63	9,1	6,6	1144,0	708,6	800,0	677,7	1438,3	547,1	2L130x14	3	1,000	69,4	2,63	1080	3183,5	0,880	1,002	0,674	1510	0,92
C4bi	5,00	4,24	2,00	1,55	2,63	9,1	6,6	1144,0	708,6	800,0	677,7	1438,3	547,1	2L130x14	3	1,000	69,4	2,63	1080	3183,5	0,880	1,002	0,674	1510	0,92
C4bm	5,00	4,24	2,00	1,55	2,63	9,1	6,6	1144,0	708,6	800,0	677,7	1438,3	547,1	2L130x14	3	1,000	69,4	2,63	1080	3183,5	0,880	1,002	0,674	1510	0,92
C4bj	5,00	4,24	2,00	1,55	2,63	9,1	6,6	1144,0	708,6	800,0	677,7	1438,3	547,1	2L130x14	3	1,000	69,4	2,63	1080	3183,5	0,880	1,002	0,674	1510	0,92
C5i	6,00	4,24	2,00	1,55	2,63	9,1	7,3	1144,0	708,6	800,0	677,7	1438,3	547,1	2L130x14	3	1,000	69,4	2,63	1080	3183,5	0,880	1,002	0,674	1510	0,92
C5m	6,00	4,24	2,00	1,55	2,63	9,1	7,3	1144,0	708,6	800,0	677,7	1438,3	547,1	2L130x14	3	1,000	69,4	2,63	1080	3183,5	0,880	1,002	0,674	1510	0,92
C5j	6,00	4,24	2,00	1,55	2,63	9,1	7,3	1144,0	708,6	800,0	677,7	1438,3	547,1	2L130x14	3	1,000	69,4	2,63	1080	3183,5	0,880	1,002	0,674	1510	0,92
C6i	5,50	4,24	2,00	1,55	2,63	9,1	6,9	1144,0	708,6	800,0	677,7	1438,3	547,1	2L130x14	3	1,000	69,4	2,63	1080	3183,5	0,880	1,002	0,674	1510	0,92
C6m	5,50	4,24	2,00	1,55	2,63	9,1	6,9	1144,0	708,6	800,0	677,7	1438,3	547,1	2L130x14	3	1,000	69,4	2,63	1080	3183,5	0,880	1,002	0,674	1510	0,92
C6j	5,50	4,24	2,00	1,55	2,63	9,1	6,9	1144,0	708,6	800,0	677,7	1438,3	547,1	2L130x14	3	1,000	69,4	2,63	1080	3183,5	0,880	1,002	0,674	1510	0,92
C7i	6,00	4,24	2,00	1,55	2,63	9,1	7,3	1144,0	708,6	800,0	677,7	1438,3	547,1	2L130x14	3	1,000	69,4	2,63	1080	3183,5	0,880	1,002	0,674	1510	0,92
C7m	6,00	4,24	2,00	1,55	2,63	9,1	7,3	1144,0	708,6	800,0	677,7	1438,3	547,1	2L130x14	3	1,000	69,4	2,63	1080	3183,5	0,880	1,002	0,674	1510	0,92
C7j	6,00	4,24	2,00	1,55	2,63	9,1	7,3	1144,0	708,6	800,0	677,7	1438,3	547,1	2L130x14	3	1,000	69,4	2,63	1080	3183,5	0,880	1,002	0,674	1510	0,92
C8ai	5,00	4,24	2,00	1,55	2,63	9,1	6,6	1144,0	708,6	800,0	677,7	1438,3	547,1	2L130x14	3	1,000	69,4	2,63	1080	3183,5	0,880	1,002	0,674	1510	0,92
C8am	5,00	4,24	2,00	1,55	2,63	9,1	6,6	1144,0	708,6	800,0	677,7	1438,3	547,1	2L130x14	3	1,000	69,4	2,63	1080	3183,5	0,880	1,002	0,674	1510	0,92
C8aj	5,00	4,24	2,00	1,55	2,63	9,1	6,6	1144,0	708,6	800,0	677,7	1438,3	547,1	2L130x14	3	1,000	69,4	2,63	1080	3183,5	0,880	1,002	0,674	1510	0,92
C8bi	5,00	4,24	2,00	1,55	2,63	9,1	6,6	1144,0	708,6	800,0	677,7	1438,3	547,1	2L130x14	3	1,000	69,4	2,63	1080	3183,5	0,880	1,002	0,674	1510	0,92
C8bm	5,00	4,24	2,00	1,55	2,63	9,1	6,6	1144,0	708,6	800,0	677,7	1438,3	547,1	2L130x14	3	1,000	69,4	2,63	1080	3183,5	0,880	1,002	0,674	1510	0,92
C8bj	5,00	4,24	2,00	1,55	2,63	9,1	6,6	1144,0	708,6	800,0	677,7	1438,3	547,1	2L130x14	3	1,000	69,4	2,63	1080	3183,5	0,880	1,002	0,674	1510	0,92
C9i	5,50	4,24	2,00	1,55	2,63	9,1	6,9	1144,0	708,6	800,0	677,7	1438,3	547,1	2L130x14	3	1,000	69,4	2,63	1080	3183,5	0,880	1,002	0,674	1510	0,92
C9m	5,50	4,24	2,00	1,55	2,63	9,1	6,9	1144,0	708,6	800,0	677,7	1438,3	547,1	2L130x14	3	1,000	69,4	2,63	1080	3183,5	0,880	1,002	0,674	1510	0,92
C9j	5,50	4,24	2,00	1,55	2,63	9,1	6,9	1144,0	708,6	800,0	677,7	1438,3	547,1	2L130x14	3	1,000	69,4	2,63	1080	3183,5	0,880	1,002	0,674	1510	0,92
C10i	5,50	4,24	2,00	1,55	2,63	9,1	6,9	1144,0	708,6	800,0	677,7	1438,3	547,1	2L130x14	3	1,000	69,4	2,63	1080	3183,5	0,880	1,002	0,674	1510	0,92
C10m	5,50	4,24	2,00	1,55	2,63	9,1	6,9	1144,0	708,6	800,0	677,7	1438,3	547,1	2L130x14	3	1,000	69,4	2,63	1080	3183,5	0,880	1,002	0,674	1510	0,92
C10j	5,50	4,24	2,00	1,55	2,63	9,1	6,9	1144,0	708,6	800,0	677,7	1438,3	547,1	2L130x14	3	1,000	69,4	2,63	1080	3183,5	0,880	1,002	0,674	1510	0,92
C11i	4,00	4,24	2,00	1,55	2,63	9,1	5,8	1144,0	708,6	800,0	677,7	1438,3	547,1	2L130x14	3	1,000	69,4	2,63	1080	3183,5	0,880	1,002	0,674	1510	0,92
C11m	4,00	4,24	2,00	1,55	2,63	9,1	5,8	1144,0	708,6	800,0	677,7	1438,3	547,1	2L130x14	3	1,000	69,4	2,63	1080	3183,5	0,880	1,002	0,674	1510	0,92
C11j	4,00	4,24	2,00	1,55	2,63	9,1	5,8	1144,0	708,6	800,0	677,7	1438,3	547,1	2L130x14	3	1,000	69,4	2,63	1080	3183,5	0,880	1,002	0,674	1510	0,92

Attacco diagonale 2L130x14

Si utilizzano piastre minimo di sp.25 mm e 3 M27 classe 10.9 a due superfici di taglio. Il calcolo è condotto con foglio elettronico appositamente redatto la cui schermata è riportata nel seguito nel quale i simboli sono quelli di D.M.17/01/2018.

$N_{max}=1380$ kN (SLU arrotondato per eccesso)

Sulla singola superficie si ha:

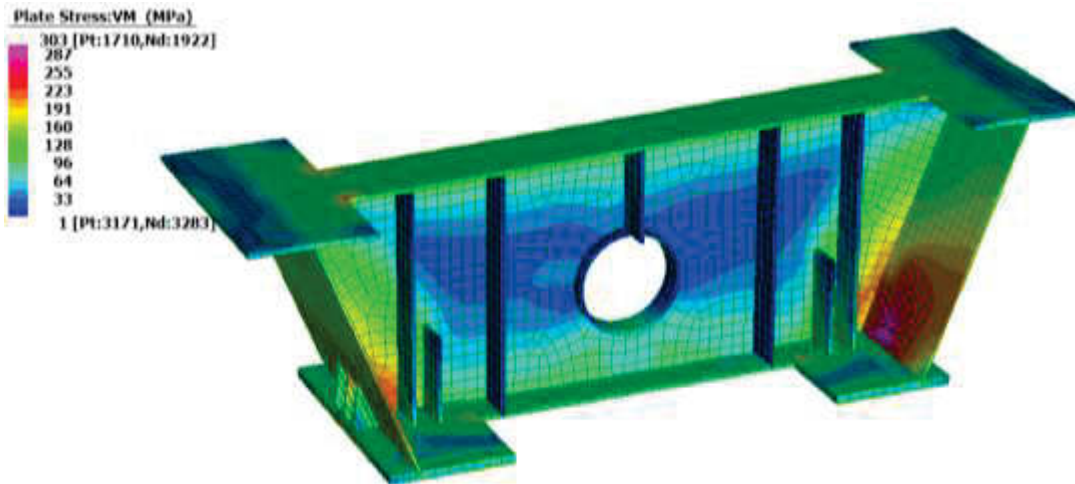
$V_b=1380/3/2=230$ kN

VERIFICA BULLONATURA SECONDO NTC 2018					
MATERIALI		GEOMETRIA		VERIFICA	
PROFILATI	S355	VITE	M27	$F_{v,Ed} =$	230 kN
$f_{yk} =$	355 MPa	d=	27 mm	$F_{t,Ed} =$	0 kN
$f_{tk} =$	510 MPa	do =	28,5 mm	Pos. N	BORDO dir. ortogonale alla forza
BULLONI	CLASSE 10.9	A =	573 mm	Pos. P	BORDO dir. parallela alla forza
$f_{yb} =$	900 MPa	Ares =	459 mm ²	$\gamma_{M2} =$	1,25 VERIFICA
$f_{tb} =$	1000 MPa	t =	12,5 mm	$F_{v,Rd} =$	274,83 kN ✓
n° sezioni	1	e1 =	60 mm	$F_{b,Rd} =$	241,58 kN ✓
t piastra base	25 mm	e2 =	80 mm	$F_{t,Rd} =$	330,48 kN ✓
k =					

reazioni agli appoggi, sia la configurazione di sollevamento per manutenzione appoggi (martinetti posizionati interni al diaframma, usando ancora le reazioni massime (traffico aperto) ma nominali per valutare la condizione eccezionale).

12.4.1 Diaframma di pila

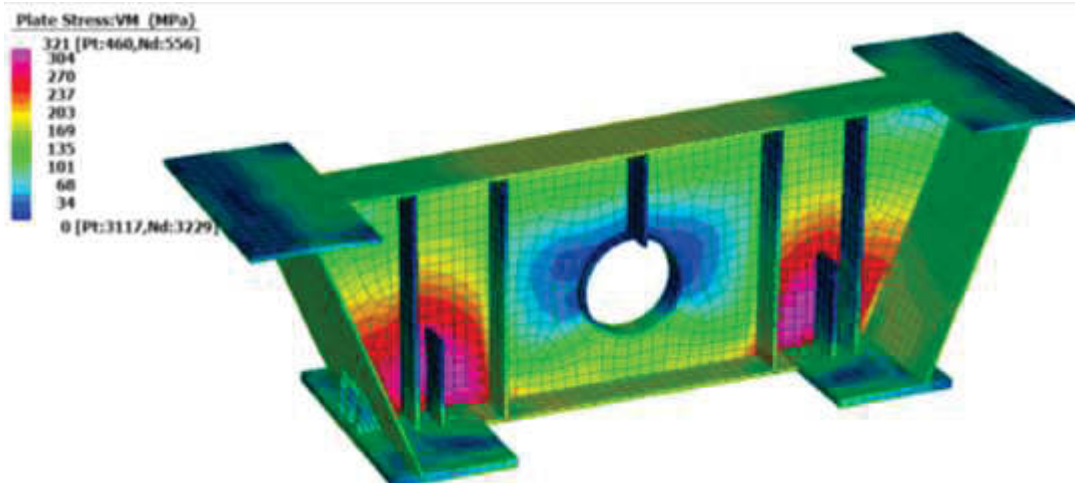
Si riportano direttamente le mappe di tensione, già combinata secondo il criterio di Von Mises, del modello sia nella configurazione di esercizio che nella configurazione di manutenzione appoggi.



Mappa tensionale in condizione di esercizio massima

Lo stato tensionale è ovunque contenuto all'interno del valore limite di progetto:

$$\sigma_{ed} = 303 \text{ MPa} < f_{yd} = 338 \text{ MPa}$$



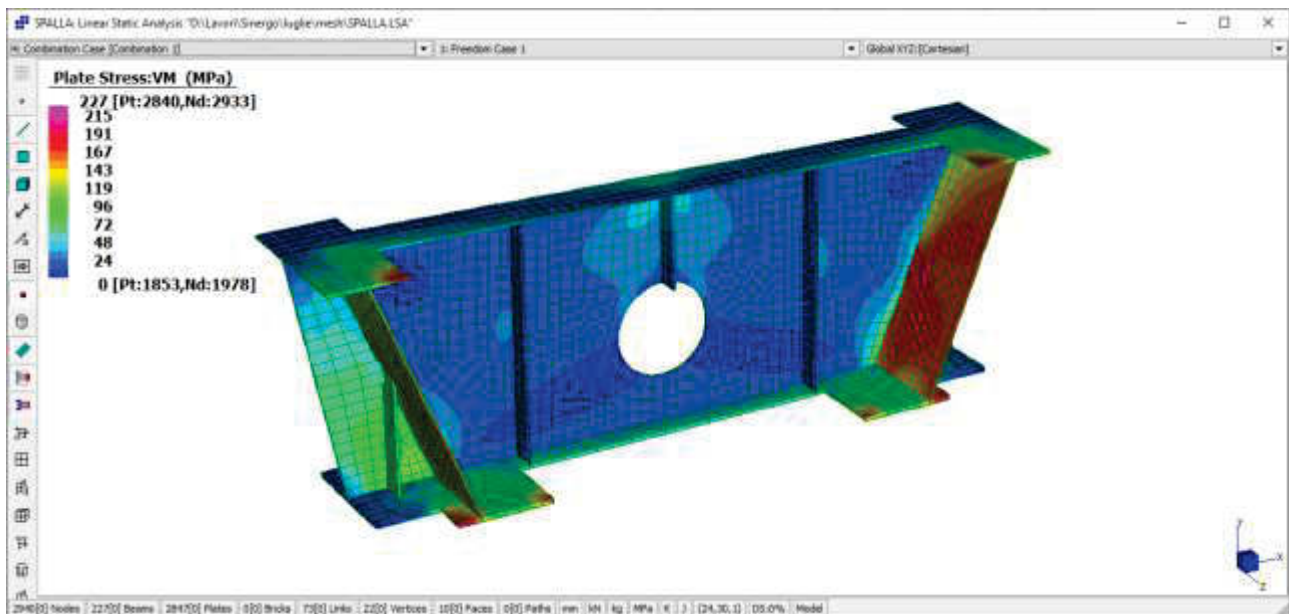
Mappa tensionale in condizione eccezionale di sollevamento coi martinetti

Lo stato tensionale è ovunque contenuto all'interno del valore limite di progetto:

$$\sigma_{ed} = 321 \text{ MPa} < f_{yd} = 338 \text{ MPa}$$

12.4.2 Diaframma di spalla

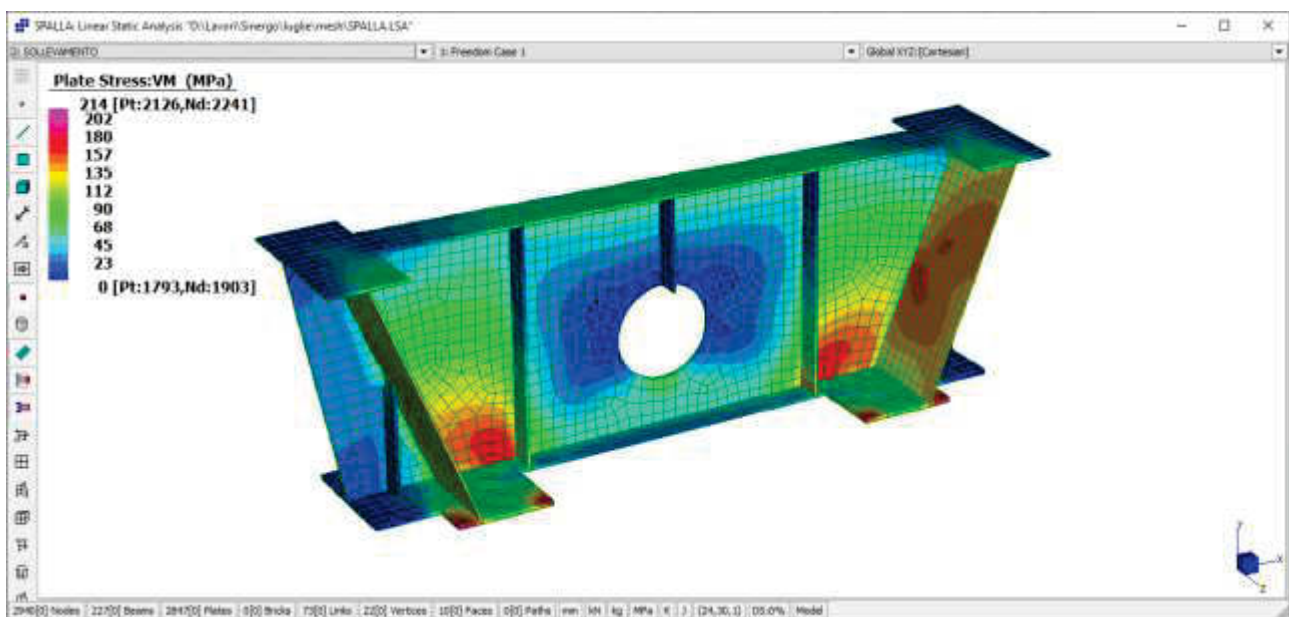
Si riportano direttamente le mappe di tensione, già combinata secondo il criterio di Von Mises, del modello sia nella configurazione di esercizio che nella configurazione di manutenzione appoggi.



Mappa tensionale in condizione di esercizio massima

Lo stato tensionale è ovunque contenuto all'interno del valore limite di progetto:

$$\sigma_{ed} = 227 \text{ MPa} < f_{yd} = 338 \text{ MPa}$$



Mappa tensionale in condizione eccezionale di sollevamento coi martinetti

Lo stato tensionale è ovunque contenuto all'interno del valore limite di progetto:

$$\sigma_{ed} = 214 \text{ MPa} < f_{yd} = 338 \text{ MPa}$$

13. REAZIONI E DEFORMAZIONI

Nel seguito le valutazioni relative alle reazioni agli appoggi e le deformazioni legate sia agli accidentali che ai pesi propri e permanenti.

13.1 Reazioni vincolari

13.1.1 Reazioni statiche SLU

S riportano direttamente le reazioni in veste tabellare sia in termini di condizioni elementari che combinate.

Spalla A Esterno Curva				
ID	SA-EC			
Nodo	I[59]			
Condizione elementare	Rx	Ry	Rz	Rxy
	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)
G1	0,0	-6,0	662,4	6,0
G2	0,0	-4,1	303,6	4,1
Rit_iper	0,0	-11,7	-136,2	11,7
DT_iper	0,0	6,0	85,7	6,0
FR	0,0	342,0	0,0	342,0
WC	0,0	261,3	145,8	261,3
Max Vert(max)	0,0	50,0	-335,5	50,0
Max Tor(max)	0,0	48,5	-127,9	48,5
Max Vert(min)	0,0	-53,0	1640,6	53,0
Max Tor(min)	0,0	-9,7	1634,8	9,7
REAZIONI COMBinate				
			Rz	Rxy
			(kN)	(kN)
Gruppo di azioni 1	ULS	Massima	3757,2	342,3
		Minima	156,6	342,3
Gruppo di azioni 1 (vento)	ULS	Massima	3291,0	481,1
		Minima	182,4	481,1
Gruppo di azioni 2a (fren.)	ULS	Massima	3203,5	786,1
		Minima	269,9	786,1
Gruppo di azioni 2b (cent.)	ULS	Massima	3203,5	324,4
		Minima	269,9	324,4

Spalla A Interno Curva				
ID	SA-IC			
Nodo	I[57]			
Condizione elementare	Rx	Ry	Rz	Rxy
	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)
G1	1,1	6,1	645,7	6,2
G2	0,8	4,2	297,3	4,3
Rit_iper	2,5	11,9	-120,1	12,2
DT_iper	-1,3	-6,1	75,8	6,3
FR	0,0	342,0	0,0	342,0
WC	-194,7	-227,7	-145,7	299,6
Max Vert(max)	12,0	54,1	-437,3	55,4
Max Tor(max)	3,0	9,9	-402,4	10,4
Max Vert(min)	-11,5	-51,0	1554,5	52,2
Max Tor(min)	-10,6	-49,4	424,0	50,6
REAZIONI COMBinate				
			Rz	Rxy
			(kN)	(kN)
Gruppo di azioni 1	ULS	Massima	3602,0	381,2
		Minima	22,8	381,2
Gruppo di azioni 1 (vento)	ULS	Massima	3164,8	542,3
		Minima	83,0	542,3
Gruppo di azioni 2a	ULS	Massima	3077,4	824,2
		Minima	170,4	824,2
Gruppo di azioni 2b	ULS	Massima	3077,4	362,5
		Minima	170,4	362,5

Pila 1 Esterno Curva				
ID	P1-EC			
Nodo	I[55]			
Condizione elementare	Rx	Ry	Rz	Rxy
	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)
G1	0,0	0,0	2501,1	0,0
G2	0,0	0,0	1201,0	0,0
Rit_iper	0,0	0,0	97,6	0,0
DT_iper	0,0	0,0	-61,3	0,0
FR	0,0	0,0	0,0	0,0
WC	0,0	0,0	435,8	0,0
Max Vert(max)	0,0	0,0	-578,1	0,0
Max Tor(max)	0,0	0,0	-76,4	0,0
Max Vert(min)	0,0	0,0	3051,4	0,0
Max Tor(min)	0,0	0,0	3051,4	0,0
REAZIONI COMBinate				
			Rz	Rxy
			(kN)	(kN)
Gruppo di azioni 1	ULS	Massima	9850,8	0,0
		Minima	2485,4	0,0
Gruppo di azioni 1 (vento)	ULS	Massima	9082,5	0,0
		Minima	2419,0	0,0
Gruppo di azioni 2a	ULS	Massima	8821,0	0,0
		Minima	2680,5	0,0
Gruppo di azioni 2b	ULS	Massima	8821,0	0,0
		Minima	2680,5	0,0

Pila 1 Interno Curva				
ID	P1-IC			
Nodo	I[53]			
Condizione elementare	Rx	Ry	Rz	Rxy
	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)
G1	-1,4	0,0	2488,1	1,4
G2	-1,0	0,0	1199,9	1,0
Rit_iper	-3,5	0,0	158,6	3,5
DT_iper	1,8	0,0	-100,1	1,8
FR	0,0	0,0	0,0	0,0
WC	-567,9	0,0	-435,9	567,9
Max Vert(max)	17,7	0,0	-724,5	17,7
Max Tor(max)	15,1	0,0	-701,7	15,1
Max Vert(min)	-18,2	0,0	3128,8	18,2
Max Tor(min)	-6,5	0,0	795,4	6,5
REAZIONI COMBinate				
			Rz	Rxy
			(kN)	(kN)
Gruppo di azioni 1	ULS	Massima	10037,3	545,5
		Minima	2245,7	545,5
Gruppo di azioni 1 (vento)	ULS	Massima	9242,9	880,2
		Minima	2228,7	880,2
Gruppo di azioni 2a	ULS	Massima	8981,3	539,4
		Minima	2490,2	539,4
Gruppo di azioni 2b	ULS	Massima	8981,3	539,4
		Minima	2490,2	539,4

Pila 2 Esterno Curva				
ID	P2-EC			
Nodo	I[61]			
Condizione elementare	Rx	Ry	Rz	Rxy
	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)
G1	0,0	0,0	2506,1	0,0
G2	0,0	0,0	1205,1	0,0
Rit_iper	0,0	0,0	116,5	0,0
DT_iper	0,0	0,0	-73,5	0,0
FR	0,0	0,0	0,0	0,0
WC	0,0	0,0	446,6	0,0
Max Vert(max)	0,0	0,0	-579,9	0,0
Max Tor(max)	0,0	0,0	-79,2	0,0
Max Vert(min)	0,0	0,0	3056,7	0,0
Max Tor(min)	0,0	0,0	3056,7	0,0
REAZIONI COMBinate				
			Rz	Rxy
			(kN)	(kN)
Gruppo di azioni 1	ULS	Massima	9911,9	0,0
		Minima	2473,4	0,0
Gruppo di azioni 1 (vento)	ULS	Massima	9148,2	0,0
		Minima	2401,2	0,0
Gruppo di azioni 2a	ULS	Massima	8880,3	0,0
		Minima	2669,2	0,0
Gruppo di azioni 2b	ULS	Massima	8880,3	0,0
		Minima	2669,2	0,0

Pila 2 Interno Curva				
ID	P2-IC			
Nodo	I[63]			
Condizione elementare	Rx	Ry	Rz	Rxy
	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)
G1	0,3	0,0	2491,9	0,3
G2	0,3	0,0	1200,3	0,3
Rit_iper	1,5	0,0	139,2	1,5
DT_iper	-0,8	0,0	-87,7	0,8
FR	0,0	0,0	0,0	0,0
WC	-614,3	0,0	-446,6	614,3
Max Vert(max)	10,2	0,0	-727,1	10,2
Max Tor(max)	6,7	0,0	-705,9	6,7
Max Vert(min)	-10,1	0,0	3133,6	10,1
Max Tor(min)	-6,6	0,0	793,9	6,6
REAZIONI COMBinate				
			Rz	Rxy
			(kN)	(kN)
Gruppo di azioni 1	ULS	Massima	10026,9	570,2
		Minima	2245,6	570,2
Gruppo di azioni 1 (vento)	ULS	Massima	9237,3	935,4
		Minima	2223,1	935,4
Gruppo di azioni 2a	ULS	Massima	8969,3	566,8
		Minima	2491,0	566,8
Gruppo di azioni 2b	ULS	Massima	8969,3	566,8
		Minima	2491,0	566,8

Spalla B Esterno Curva				
ID	SB-EC			
Nodo	I[67]			
Condizione elementare	Rx	Ry	Rz	Rxy
	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)
G1	0,0	0,0	657,5	0,0
G2	0,0	0,0	302,1	0,0
Rit_iper	0,0	0,0	-127,7	0,0
DT_iper	0,0	0,0	80,5	0,0
FR	0,0	0,0	0,0	0,0
WC	0,0	0,0	139,5	0,0
Max Vert(max)	0,0	0,0	-335,9	0,0
Max Tor(max)	0,0	0,0	-121,4	0,0
Max Vert(min)	0,0	0,0	1636,5	0,0
Max Tor(min)	0,0	0,0	1631,1	0,0
REAZIONI COMBinate				
			Rz	Rxy
			(kN)	(kN)
Gruppo di azioni 1	ULS	Massima	3733,4	0,0
		Minima	169,3	0,0
Gruppo di azioni 1 (vento)	ULS	Massima	3264,7	0,0
		Minima	199,0	0,0
Gruppo di azioni 2a	ULS	Massima	3181,1	0,0
		Minima	282,7	0,0
Gruppo di azioni 2b	ULS	Massima	3181,1	0,0
		Minima	282,7	0,0

Spalla B Interno Curva				
ID	SB-IC			
Nodo	I[65]			
Condizione elementare	Rx	Ry	Rz	Rxy
	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)
G1	0,0	0,0	657,5	0,0
G2	0,0	0,0	302,1	0,0
Rit_iper	-0,5	0,0	-127,8	0,5
DT_iper	0,2	0,0	80,6	0,2
FR	0,0	0,0	0,0	0,0
WC	-156,8	0,0	-139,5	156,8
Max Vert(max)	4,2	0,0	-437,2	4,2
Max Tor(max)	2,1	0,0	-400,0	2,1
Max Vert(min)	-4,3	0,0	1563,2	4,3
Max Tor(min)	-3,2	0,0	429,9	3,2
REAZIONI COMBinate				
			Rz	Rxy
			(kN)	(kN)
Gruppo di azioni 1	ULS	Massima	3634,6	147,8
		Minima	32,5	147,8
Gruppo di azioni 1 (vento)	ULS	Massima	3190,7	240,4
		Minima	96,3	240,4
Gruppo di azioni 2a	ULS	Massima	3107,0	146,3
		Minima	180,0	146,3
Gruppo di azioni 2b	ULS	Massima	3107,0	146,3
		Minima	180,0	146,3

Nella tabella che segue il riassunto dei massimi e minimi assoluti pila per pila.

	Rz,max	Rz,min	Rzxy,max
	(kN)	(kN)	(kN)
Spalla A Esterno Curva	3757,2	156,6	786,1
Spalla A Interno Curva	3602,0	22,8	824,2
Pila 1 Esterno Curva	9850,8	2419,0	0,0
Pila 1 Interno Curva	10037,3	2228,7	880,2
Pila 2 Esterno Curva	9911,9	2401,2	0,0
Pila 2 Interno Curva	10026,9	2223,1	935,4
Spalla B Esterno Curva	3733,4	169,3	0,0
Spalla B Interno Curva	3634,6	32,5	240,4

13.1.2 Reazioni sismiche SLV/SLC

Si riporta direttamente la tabella riassuntiva delle reazioni estratte dai modelli nei quali è stato comunque impiegato, per le valutazioni sugli appoggi, lo spettro elastico (con $q=1$).

		Reazioni Sismiche SLC				Reazioni Sismiche SLV			
		Fx	Fy	Fzmin	Fzmax	Fx	Fy	Fzmin	Fzmax
		(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)
SPALLA A	fixso	7800	1200	210	2200	6500	1000	250	1500
	Unilong	7800	0	210	2200	6500	0	250	1500
PILA 1	Unitrasv	0	4300	900	6500	0	3500	1700	5700
	multi	0	0	900	6500	0	0	1700	5700
PILA 2	Unitrasv	0	4300	900	6500	0	3500	1700	5700
	multi	0	0	900	6500	0	0	1700	5700
SPALLA B	Unitrasv	0	1700	210	2200	0	1600	250	1500
	multi	0	0	210	2200	0	0	250	1500

13.2 Deformazioni

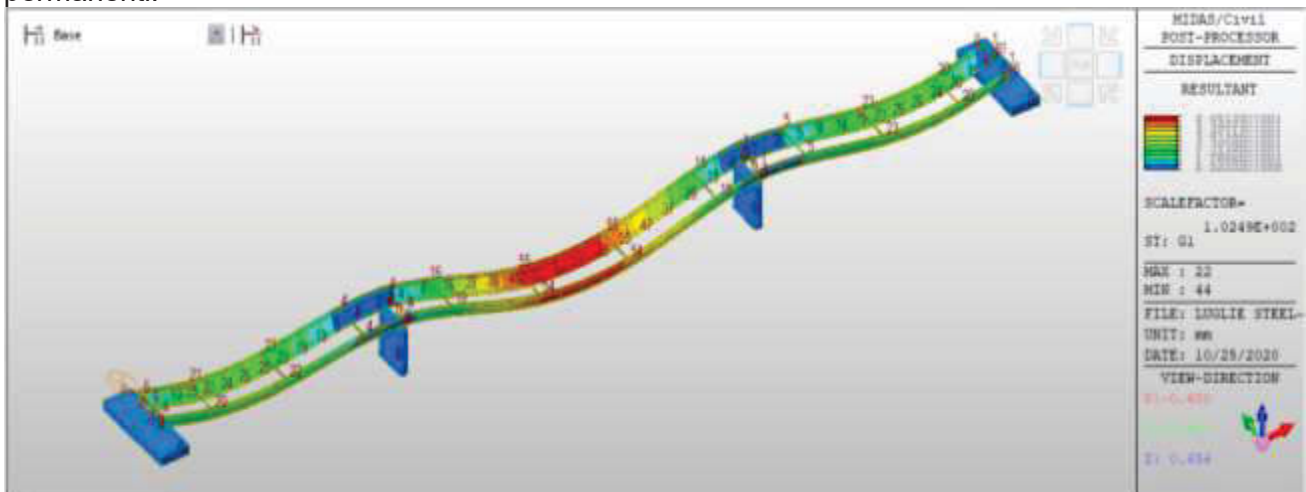
13.2.1 Valutazione della contro-monta

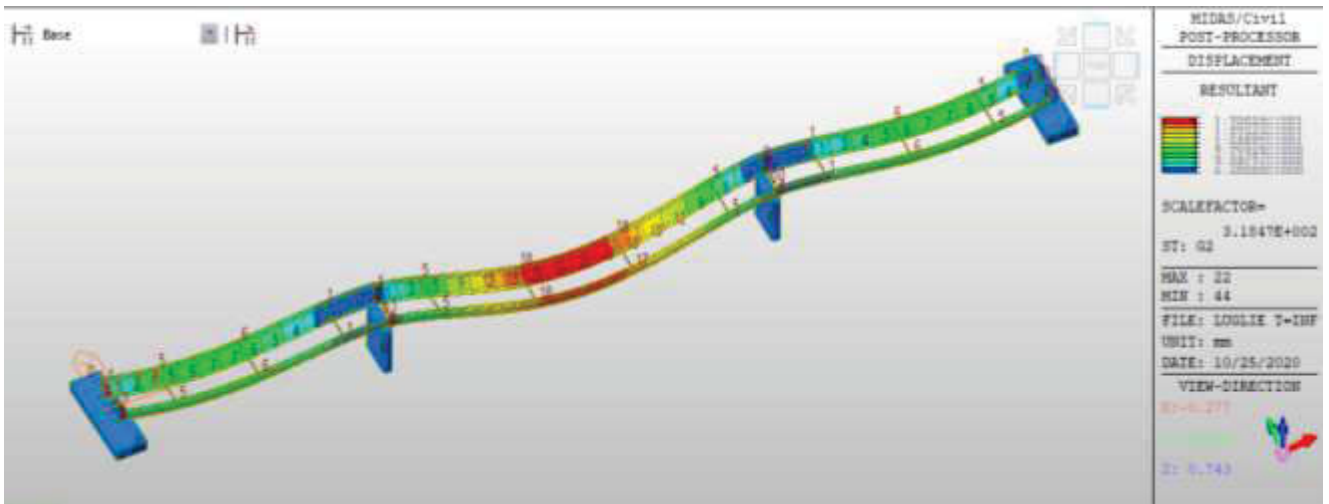
La contro-monta viene conferita alla carpenteria metallica al fine di contro bilanciare la deformazione legata alla azione dei pesi propri e quelli permanenti.

Per stabilire la monta da attribuire alle travi si considerano le miniori fra le seguenti deformazioni:

1. Peso proprio strutture + permanenti portati + 25% della deformazione per accidentali.
2. (Peso proprio strutture + permanenti portati) x 1.1

Nelle figura che seguono si riportano le deformate principali per peso proprio e per sovraccarichi permanenti.

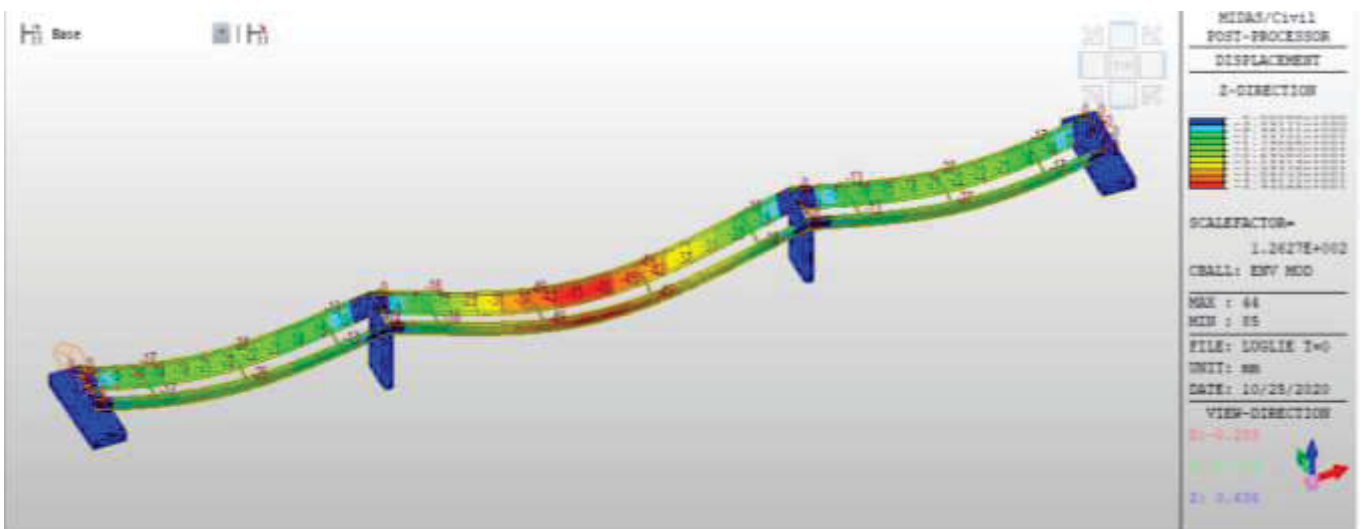




La tabella che segue riporta le monte riferite alle ipotesi 1 e 2 viste in precedenza.

Node	X(m)	Load	DZ (m)	Load	DZ (m)	Load	DZ (m)	Ipotesi 1	Ipotesi 2
								CM (mm)	CM (mm)
95	-0.1	G1	-0.000013	G2	-0.000006	Env Mod(min)	-0.000054	0	0
90	7.1	G1	-0.020051	G2	-0.005063	Env Mod(min)	-0.017295	-29	-28
89	18.1	G1	-0.022997	G2	-0.006005	Env Mod(min)	-0.027391	-36	-32
88	29.1	G1	-0.003510	G2	-0.001136	Env Mod(min)	-0.013031	-8	-5
91	35.2	G1	-0.000236	G2	-0.000112	Env Mod(min)	-0.000353	0	0
87	41.2	G1	-0.015288	G2	-0.005238	Env Mod(min)	-0.017918	-25	-23
85	53.8	G1	-0.055116	G2	-0.017564	Env Mod(min)	-0.049409	-85	-80
84	66.6	G1	-0.055035	G2	-0.017547	Env Mod(min)	-0.049372	-85	-80
82	79.2	G1	-0.015312	G2	-0.005229	Env Mod(min)	-0.017923	-25	-23
69	85.2	G1	-0.000229	G2	-0.000109	Env Mod(min)	-0.000344	0	0
81	91.2	G1	-0.003697	G2	-0.001174	Env Mod(min)	-0.012909	-8	-5
78	102.2	G1	-0.023092	G2	-0.006075	Env Mod(min)	-0.027207	-36	-32
79	113.2	G1	-0.020286	G2	-0.005165	Env Mod(min)	-0.017385	-30	-28
94	120.5	G1	-0.000013	G2	-0.000006	Env Mod(min)	-0.000054	0	0

13.2.2 Deformazioni per accidentali



La deformazione massima per accidentali su una trave risulta :
 $\delta = 49 \text{ mm} = L/1020$

Valore ampiamente accettabile

13.2.3 Deformazioni orizzontali e sismiche SLV

Le deformazioni statiche e sismiche sono valutate direttamente sui modelli di calcolo descritti. La deformazione legata alla variabilità spaziale del moto sismico è valutata su foglio elettronico di cui si riporta nel seguito la schermata a partire dai dati di accelerazione sismica e dalle caratteristiche del terreno.

VALORI SLV			
punto i		punto j	
ag	0,174	ag	0,174
S	1,438	S	1,438
TC	0,451	TC	0,451
TD	2,295	TD	2,295

spostamento punto i	dgi	0,064	m
spostamento punto j	dgj	0,064	m
velocità punto i	vgi	0,177	m/s
velocità punto j	vgj	0,177	m/s
spostamento relativo max punti indipendenti	dijmax	0,112	m
velocità onde	Vs	300,000	m/s
distanza	x	120,000	m
spsostamento relativo punti a piccola distanza	dij0	0,000	m
tipo sottosuolo	C		
spostamento relativo di calcolo fra due punti distanti x	dij(x)	0,054	m

Si riportano direttamente i risultati delle altre deformazioni in forma tabellare. Per quanto riguarda lo spostamento termico rispetto alla spalla fissa si riporta la valutazione su tutte le pile e la spalla mobile considerando il maggiore delle due seguenti condizioni

- Deformazione per massimo delta termico aumentato del 30% per considerare una mancata prerogolazione
- Deformazione sismica + variabilità sp. Del moto+0.5 deformazione termica

Le valutazioni sono riportate nelle tabelle che seguono.

Variazione termica +/-27°C			Sisma SLV			Corsa appoggio (+/- mm)
	X (m)	s (mm)	Sp. Impalcato (mm)	Sp. Pila (mm)	Var spaziale (mm)	
Spalla A	0	0	0	0	0	0
Pila 1	35	11	25	6.5	27	59
Pila 2	85	28	25	6.5	45	85
Spalla B	120	39	25	9	54	100

Spostamenti su spalla mobile

Sisma SLV	Spostamento impalcato (mm)	25
	Spostamento spalla (mm)	9
	Variabilità spaziale (mm)	54
	Spostamento termico (mm)	39

Varco (mm) 100.0707

Giunto +/-120

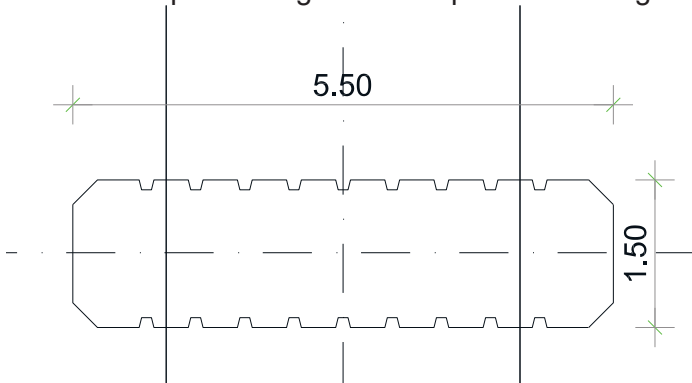
14. SOTTOSTRUTTURE

Nel seguito le verifiche delle sottostrutture per le cui sollecitazioni è stata impiegata la modellazione descritta nel paragrafo specifico.

In particolare per le combinazioni sismiche, in forza a quanto stabilito al §7.2.5 del DM 17/01/2018 si conducono le verifiche strutturali e geotecniche utilizzando un coefficiente di sovreresistenza di 1.1 riferito alla classe di duttilità CD"B" applicato alle sollecitazioni derivanti dall'analisi con spettro di progetto (comportamento strutturale dissipativo).

14.1 Fusto delle Pile

Il fusto delle pile ha la geometria riportata nella figura che segue.



Le pile hanno sostanzialmente la stessa altezza e si considerano quindi le sollecitazioni più gravose fra le due pile che vengono progettate uguali fra loro.

Le sollecitazioni di involucro di verifica SLU e SLE estratte dal modello sono riportate nella tabella che segue

Elem	Load	Part	Component	Axial (kN)	Shear-y (kN)	Shear-z (kN)	Torsion (kN*m)	Moment-y (kN*m)	Moment-z (kN*m)
47	SLUenv(max)	J[50]	Axial	-11812.7	-13.16	-0.58	0.94	4.34	95.32
47	SLUenv(max)	J[50]	Moment-y	-15067.1	-854.07	-37.7	60.73	321.19	14684.93
47	SLUenv(max)	J[50]	Moment-z	-14800.6	-851.7	-37.6	60.57	321.07	14809.9
48	SLUenv(max)	J[52]	Axial	-11753.2	-546.11	-11.04	13.65	88.67	5380.45
48	SLUenv(max)	J[52]	Moment-y	-14748.4	-905.38	-18.3	22.63	186.08	15091.48
48	SLUenv(max)	J[52]	Moment-z	-14749.3	-905.38	-18.3	22.63	186.08	15091.5
47	SLUenv(min)	J[50]	Axial	-17355.6	-512.93	-22.64	36.48	195.92	9471.32
47	SLUenv(min)	J[50]	Moment-y	-14392.7	832.68	36.76	-59.21	-314.76	-14666.6
47	SLUenv(min)	J[50]	Moment-z	-14682	830.63	36.67	-59.07	-314.67	-14777.6
48	SLUenv(min)	J[52]	Axial	-17296.4	569.69	11.52	-14.24	-64.12	-1132.49
48	SLUenv(min)	J[52]	Moment-y	-14602.2	925.85	18.72	-23.14	-188.63	-15169.9
48	SLUenv(min)	J[52]	Moment-z	-14587.3	925.78	18.72	-23.14	-188.62	-15169.7
47	SLUenv(all)	J[50]	Axial	-17355.6	-512.93	-22.64	36.48	195.92	9471.32
47	SLUenv(all)	J[50]	Moment-y	-15067.1	-854.07	-37.7	60.73	321.19	14684.93
47	SLUenv(all)	J[50]	Moment-z	-14800.6	-851.7	-37.6	60.57	321.07	14809.9
48	SLUenv(all)	J[52]	Axial	-17296.4	569.69	11.52	-14.24	-64.12	-1132.49
48	SLUenv(all)	J[52]	Moment-y	-14602.2	925.85	18.72	-23.14	-188.63	-15169.9
48	SLUenv(all)	J[52]	Moment-z	-14587.3	925.78	18.72	-23.14	-188.62	-15169.7

Elem	Load	Part	Component	Axial (kN)	Shear-y (kN)	Shear-z (kN)	Torsion (kN*m)	Moment-y (kN*m)	Moment-z (kN*m)
47	SLEFenv(max)	J[50]	Axial	-8886.29	-10.7	-0.47	0.76	3.26	18.6
47	SLEFenv(max)	J[50]	Moment-y	-9122.8	-120.43	-5.32	8.56	40.8	1102.79
47	SLEFenv(max)	J[50]	Moment-z	-11027.8	2.88	0.13	-0.2	19.87	4466.79
48	SLEFenv(max)	J[52]	Axial	-8841.84	4.71	0.1	-0.12	-0.75	-44.47
48	SLEFenv(max)	J[52]	Moment-y	-10989	10.81	0.22	-0.27	27.37	4492.06
48	SLEFenv(max)	J[52]	Moment-z	-10989.7	10.81	0.22	-0.27	27.37	4492.07
47	SLEFenv(min)	J[50]	Axial	-11950.8	-1.33	-0.06	0.09	11.16	2319.73
47	SLEFenv(min)	J[50]	Moment-y	-9122.79	107.88	4.76	-7.67	-37.67	-1229.62
47	SLEFenv(min)	J[50]	Moment-z	-10886.2	-19.01	-0.84	1.35	-15.11	-4471.55
48	SLEFenv(min)	J[52]	Axial	-11906.5	11.24	0.23	-0.28	13.79	2355.12
48	SLEFenv(min)	J[52]	Moment-y	-10827	4.62	0.09	-0.12	-29.36	-4563.89
48	SLEFenv(min)	J[52]	Moment-z	-10816	4.57	0.09	-0.11	-29.36	-4563.8
47	SLEQPelv(max)	J[50]	Axial	-9042.1	-5.71	-0.25	0.41	1.54	-32.59
47	SLEQPelv(max)	J[50]	Moment-y	-9203.49	-6.84	-0.3	0.49	1.59	-94.24
47	SLEQPelv(max)	J[50]	Moment-z	-9042.1	-5.71	-0.25	0.41	1.54	-32.59
48	SLEQPelv(max)	J[52]	Axial	-8996.77	4.5	0.09	-0.11	-0.72	-42.4
48	SLEQPelv(max)	J[52]	Moment-y	-8996.77	4.5	0.09	-0.11	-0.72	-42.4
48	SLEQPelv(max)	J[52]	Moment-z	-8996.77	4.5	0.09	-0.11	-0.72	-42.4
47	SLEQPelv(min)	J[50]	Axial	-9203.49	-6.84	-0.3	0.49	1.59	-94.24
47	SLEQPelv(min)	J[50]	Moment-y	-9042.1	-5.71	-0.25	0.41	1.54	-32.59
47	SLEQPelv(min)	J[50]	Moment-z	-9203.49	-6.84	-0.3	0.49	1.59	-94.24
48	SLEQPelv(min)	J[52]	Axial	-9157.72	5.09	0.1	-0.13	-0.96	-72.02
48	SLEQPelv(min)	J[52]	Moment-y	-9157.72	5.09	0.1	-0.13	-0.96	-72.02
48	SLEQPelv(min)	J[52]	Moment-z	-9157.72	5.09	0.1	-0.13	-0.96	-72.02
47	SLERenv(max)	J[50]	Axial	-8805.59	-10.14	-0.45	0.72	3.23	49.42
47	SLERenv(max)	J[50]	Moment-y	-11187.6	-569.41	-25.14	40.49	216.13	10219.61
47	SLERenv(max)	J[50]	Moment-z	-11011.7	-567.8	-25.07	40.38	216.04	10303.96
48	SLERenv(max)	J[52]	Axial	-8761.35	-363.45	-7.35	9.08	58.97	3574.84
48	SLERenv(max)	J[52]	Moment-y	-10972.9	-602.36	-12.18	15.05	126.73	10502.51
48	SLERenv(max)	J[52]	Moment-z	-10973.6	-602.35	-12.18	15.05	126.73	10502.53
47	SLERenv(min)	J[50]	Axial	-16216.1	511.34	22.57	-36.36	-161.48	-2147.78
47	SLERenv(min)	J[50]	Moment-y	-10709.5	553.04	24.41	-39.33	-211.35	-10234.7
47	SLERenv(min)	J[50]	Moment-z	-14778.9	487.48	21.52	-34.67	-196.94	-11316
48	SLERenv(min)	J[52]	Axial	-16156	567.28	11.47	-14.18	-70.91	-2242.48
48	SLERenv(min)	J[52]	Moment-y	-14698.8	558.34	11.29	-13.95	-129.17	-11583.1
48	SLERenv(min)	J[52]	Moment-z	-14683.9	558.27	11.29	-13.95	-129.16	-11583

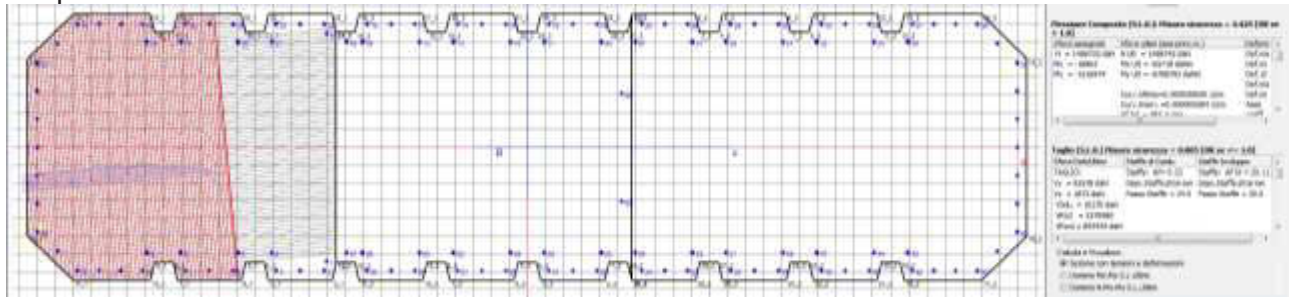
Le sollecitazioni di verifica in condizione sismica SLV sono riportate nella tabella che segue.

Elem	Load	Part	Axial (kN)	Shear-y (kN)	Shear-z (kN)	Torsion (kN*m)	Moment-y (kN*m)	Moment-z (kN*m)
48	SLV1	J[52]	-8128.48	1282.32	407.26	29.89	2747.35	11347.83
48	SLV2	J[52]	-8912.89	650.66	-366.7	15.3	-2438.38	5724.23
48	SLV3	J[52]	-8167.02	-639.55	366.93	-15.33	2438.76	-5657.8
48	SLV4	J[52]	-8528.48	1277.12	407.15	29.78	2746.51	11301.78
48	SLV5	J[52]	-8951.43	-1271.21	-407.03	-29.92	-2746.97	-11281.4
48	SLV6	J[52]	-9312.89	645.45	-366.81	15.19	-2439.23	5678.17
48	SLV7	J[52]	-8567.03	-644.75	366.82	-15.45	2437.92	-5703.86
48	SLV8	J[52]	-9351.44	-1276.42	-407.14	-30.04	-2747.81	-11327.5
48	SLV9	J[52]	-8358.05	3303.43	183.43	77.55	1292.37	29219.48
48	SLV10	J[52]	-8486.54	-3102.82	48.99	-73.2	263.74	-27466
48	SLV11	J[52]	-8593.37	3113.93	-48.76	73.17	-263.35	27532.4
48	SLV12	J[52]	-8758.05	3298.22	183.32	77.43	1291.52	29173.43
48	SLV13	J[52]	-8721.86	-3292.32	-183.2	-77.58	-1291.98	-29153.1
48	SLV14	J[52]	-8886.54	-3108.02	48.88	-73.32	262.89	-27512
48	SLV15	J[52]	-8993.38	3108.72	-48.87	73.05	-264.2	27486.34
48	SLV16	J[52]	-9121.86	-3297.52	-183.31	-77.69	-1292.83	-29199.1
48	SLV17	J[52]	-7936.35	1067.31	136.5	24.92	933.33	9433.3
48	SLV18	J[52]	-9269.7	1049.97	136.13	24.53	930.52	9279.78
48	SLV19	J[52]	-8171.67	877.81	-95.68	20.54	-622.39	7746.22
48	SLV20	J[52]	-7974.89	-854.56	96.17	-20.3	624.74	-7572.33
48	SLV21	J[52]	-9505.02	860.47	-96.05	20.16	-625.2	7592.7
48	SLV22	J[52]	-9308.24	-871.91	95.8	-20.69	621.93	-7725.85
48	SLV23	J[52]	-8210.22	-1044.06	-136.01	-24.68	-930.98	-9259.42
48	SLV24	J[52]	-9543.57	-1061.41	-136.38	-25.07	-933.79	-9412.94

Vengono disposti sul perimetro della pila 122 ϕ 20.

14.1.1 Verifica in condizioni statiche

Si riporta direttamente il listato di verifica del software Rc-sec.



DATI GENERALI SEZIONE IN C.A.

Descrizione Sezione:
 Metodo di calcolo resistenza: Stati Limite Ultimi
 Tipologia sezione: Sezione generica
 Normativa di riferimento: N.T.C.
 Percorso sollecitazione: A Sforzo Norm. costante
 Condizioni Ambientali: Poco aggressive
 Riferimento Sforzi assegnati: Assi x,y principali d'inerzia
 Riferimento alla sismicit : Zona non sismica
 Posizione sezione nell'asta: In zona critica

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CONGLOMERATO - Classe: C32/40
 Resis. compr. di calcolo fcd : 188.10 daN/cm²
 Resis. compr. ridotta fcd': 94.05 daN/cm²
 Def.unit. max resistenza ec2 : 0.0020

Def.unit. ultima ecu : 0.0035
 Diagramma tensione-deformaz. : Parabola-Rettangolo
 Modulo Elastico Normale Ec : 336428 daN/cm²
 Coeff. di Poisson : 0.20
 Resis. media a trazione fctm: 30.99 daN/cm²
 Coeff. Omogen. S.L.E. : 15.0
 Combinazioni Rare in Esercizio (Tens.Limite):
 Sc Limite : 199.20 daN/cm²
 Apert.Fess.Limite : Non prevista
 Combinazioni Frequenti in Esercizio (Tens.Limite):
 Sc Limite : 199.20 daN/cm²
 Apert.Fess.Limite : 0.400 mm
 Combinazioni Quasi Permanenti in Esercizio (Tens.Limite):
 Sc Limite : 149.40 daN/cm²
 Apert.Fess.Limite : 0.300 mm

ACCIAIO - Tipo: B450C
 Resist. caratt. snervam. fyk: 4500.0 daN/cm²
 Resist. caratt. rottura ftk: 4500.0 daN/cm²
 Resist. snerv. di calcolo fyd: 3913.0 daN/cm²
 Resist. ultima di calcolo ftd: 3913.0 daN/cm²
 Deform. ultima di calcolo Epu: 0.068
 Modulo Elastico Ef : 2000000 daN/cm²
 Diagramma tensione-deformaz. : Bilineare finito
 Coeff. Aderenza ist. $\beta_1 \cdot \beta_2$: 1.00 daN/cm²
 Coeff. Aderenza diff. $\beta_1 \cdot \beta_2$: 0.50 daN/cm²
 Comb.Rare Sf Limite : 3600.0 daN/cm²

CARATTERISTICHE DOMINI CONGLOMERATO

DOMINIO N° 1

Forma del Dominio: Poligonale
 Classe Conglomerato: C32/40

N.vertice	Ascissa X, cm	Ordinata Y, cm
1	-105.00	-65.00
2	-107.50	-75.00
3	-142.50	-75.00
4	-145.00	-65.00
5	-155.00	-65.00
6	-157.50	-75.00
7	-192.50	-75.00
8	-195.00	-65.00
9	-205.00	-65.00
10	-207.50	-75.00
11	-249.93	-75.00
12	-275.00	-49.93
13	-275.00	49.93
14	-249.93	75.00
15	-207.50	75.00
16	-205.00	65.00
17	-195.00	65.00
18	-192.50	75.00
19	-157.50	75.00
20	-155.00	65.00
21	-145.00	65.00
22	-142.50	75.00
23	-107.50	75.00
24	-105.00	65.00

DOMINIO N° 2

Forma del Dominio: Poligonale
 Classe Conglomerato: C32/40

N.vertice	Ascissa X, cm	Ordinata Y, cm
1	57.50	75.00
2	92.50	75.00

3	95.00	65.00
4	105.00	65.00
5	107.50	75.00
6	142.50	75.00
7	145.00	65.00
8	155.00	65.00
9	157.50	75.00
10	192.50	75.00
11	195.00	65.00
12	205.00	65.00
13	207.50	75.00
14	249.93	75.00
15	275.00	49.93
16	275.00	-49.93
17	249.93	-75.00
18	207.50	-75.00
19	205.00	-65.00
20	195.00	-65.00
21	192.50	-75.00
22	157.50	-75.00
23	155.00	-65.00
24	145.00	-65.00
25	142.50	-75.00
26	107.50	-75.00
27	105.00	-65.00
28	95.00	-65.00
29	92.50	-75.00
30	57.50	-75.00

DOMINIO N° 3

Forma del Dominio: Poligonale
 Classe Conglomerato: C32/40

N.vertice	Ascissa X, cm	Ordinata Y, cm
1	45.00	-65.00
2	42.50	-75.00
3	7.50	-75.00
4	5.00	-65.00
5	-5.00	-65.00
6	-7.50	-75.00
7	-42.50	-75.00
8	-45.00	-65.00
9	-55.00	-65.00
10	-57.50	-75.00
11	-92.50	-75.00
12	-95.00	-65.00
13	-105.00	-65.00
14	-105.00	65.00
15	-95.00	65.00
16	-92.50	75.00
17	-57.50	75.00
18	-55.00	65.00
19	-45.00	65.00
20	-42.50	75.00
21	-7.50	75.00
22	-5.00	65.00
23	5.00	65.00
24	7.50	75.00
25	42.50	75.00
26	45.00	65.00
27	55.00	65.00
28	57.50	75.00
29	57.50	-75.00
30	55.00	-65.00

DATI BARRE ISOLATE

N.Barra Numero assegnato alle singole barre isolate e nei vertici dei domini

Ascissa X Ascissa in cm del baricentro della barra nel sistema di rif. gen. X, Y, O
 Ordinata Y Ordinata in cm del baricentro della barra nel sistema di rif. gen. X, Y, O
 Diam. Diametro in mm della barra

N.Barra	Ascissa X, cm	Ordinata Y, cm	Diam.Ø,mm
1	-110.50	-64.32	20
2	-111.79	-69.50	20
3	-138.21	-69.50	20
4	-140.71	-59.50	20
5	-159.29	-59.50	20
6	-161.79	-69.50	20
7	-188.21	-69.50	20
8	-190.71	-59.50	20
9	-209.29	-59.50	20
10	-211.79	-69.50	20
11	-247.65	-69.50	20
12	-269.50	-47.65	20
13	-269.50	47.65	20
14	-247.65	69.50	20
15	-211.79	69.50	20
16	-209.29	59.50	20
17	-190.71	59.50	20
18	-188.21	69.50	20
19	-161.79	69.50	20
20	-159.29	59.50	20
21	-140.71	59.50	20
22	-138.21	69.50	20
23	-111.79	69.50	20
24	-110.50	64.32	20
25	63.00	69.50	20
26	88.21	69.50	20
27	90.71	59.50	20
28	109.29	59.50	20
29	111.79	69.50	20
30	138.21	69.50	20
31	140.71	59.50	20
32	159.29	59.50	20
33	161.79	69.50	20
34	188.21	69.50	20
35	190.71	59.50	20
36	209.29	59.50	20
37	211.79	69.50	20
38	247.65	69.50	20
39	269.50	47.65	20
40	269.50	-47.65	20
41	247.65	-69.50	20
42	211.79	-69.50	20
43	209.29	-59.50	20
44	190.71	-59.50	20
45	188.21	-69.50	20
46	161.79	-69.50	20
47	159.29	-59.50	20
48	140.71	-59.50	20
49	138.21	-69.50	20
50	111.79	-69.50	20
51	109.29	-59.50	20
52	90.71	-59.50	20
53	88.21	-69.50	20
54	63.00	-69.50	20
55	40.71	-59.50	20
56	38.21	-69.50	20
57	11.79	-69.50	20
58	9.29	-59.50	20
59	-9.29	-59.50	20
60	-11.79	-69.50	20
61	-38.21	-69.50	20
62	-40.71	-59.50	20
63	-59.29	-59.50	20

64	-61.79	-69.50	20
65	-88.21	-69.50	20
66	-90.71	-59.50	20
67	-99.50	-59.50	20
68	-99.50	59.50	20
69	-90.71	59.50	20
70	-88.21	69.50	20
71	-61.79	69.50	20
72	-59.29	59.50	20
73	-40.71	59.50	20
74	-38.21	69.50	20
75	-11.79	69.50	20
76	-9.29	59.50	20
77	9.29	59.50	20
78	11.79	69.50	20
79	38.21	69.50	20
80	40.71	59.50	20
81	59.29	59.50	20
82	52.00	30.32	20
83	52.00	-30.32	20
84	59.29	-59.50	20

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

N.Gen. Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre
 N.Barra In. Numero della barra iniziale cui si riferisce la gener.
 N.Barra Fin. Numero della barra finale cui si riferisce la gener.
 N.Barre Numero di barre generate equidist. inserite tra la barra iniz. e fin.
 Diam. Diametro in mm della singola barra generata

N.Gen.	N.Barra In.	N.Barra Fin.	N.Barre	Diam.Ø,mm
1	12	13	5	20
2	13	14	1	20
3	14	15	2	20
4	18	19	1	20
5	22	23	1	20
6	70	71	1	20
7	74	75	1	20
8	78	79	1	20
9	25	26	1	20
10	29	30	1	20
11	33	34	1	20
12	37	38	2	20
13	39	40	5	20
14	40	41	1	20
15	38	39	1	20
16	41	42	2	20
17	45	46	1	20
18	49	50	1	20
19	53	54	1	20
20	56	57	1	20
21	60	61	1	20
22	64	65	1	20
23	2	3	1	20
24	6	7	1	20
25	10	11	2	20
26	11	12	1	20

ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale in daN applicato nel Baric. (+ se di compressione)
 Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.
 My Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.
 Vy Componente del Taglio [daN] parall. all'asse princ.d'inerzia y
 Vx Componente del Taglio [daN] parall. all'asse princ.d'inerzia x

N.Comb. N Mx My Vy Vx

1	1181267	434	9532	-1316	-58
2	1506710	32119	1468493	-85407	-3770
3	1480055	32107	1480990	-85170	-3760
4	1175315	8867	538045	-54611	-1104
5	1474839	18608	1509148	-90538	-1830
6	1474929	18608	1509150	-90538	-1830
7	1735562	19592	947132	-51293	-2264
8	1439268	-31476	-1466655	83268	3676
9	1468202	-31467	-1477762	83063	3667
10	1729636	-6412	-113249	56969	1152
11	1460223	-18863	-1516985	92585	1872
12	1458732	-18862	-1516974	92578	1872
13	1735562	19592	947132	-51293	-2264
14	1506710	32119	1468493	-85407	-3770
15	1480055	32107	1480990	-85170	-3760
16	1729636	-6412	-113249	56969	1152
17	1460223	-18863	-1516985	92585	1872
18	1458732	-18862	-1516974	92578	1872

COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale in daN applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
 Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x princ. d'inerzia
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sez.
 My Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y princ. d'inerzia
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.

N.Comb.	N	Mx	My
1	880559	323	4942
2	1118758	21613	1021961
3	1101166	21604	1030396
4	876135	5897	357484
5	1097289	12673	1050251
6	1097356	12673	1050253
7	1621610	-16148	-214778
8	1070954	-21135	-1023467
9	1477888	-19694	-1131600
10	1615600	-7091	-224248
11	1469878	-12917	-1158313
12	1468387	-12916	-1158301

COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale in daN applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
 Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x princ. d'inerzia
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sez.
 My Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y princ. d'inerzia
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.

N.Comb.	N	Mx	My
1	888629	326	1860
2	912280	4080	110279
3	1102777	1987	446679
4	884184	-75	-4447
5	1098902	2737	449206
6	1098968	2737	449207
7	1195084	1116	231973
8	912279	-3767	-122962
9	1088624	-1511	-447155
10	1190645	1379	235512
11	1082703	-2936	-456389
12	1081598	-2936	-456380

COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale in daN applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
 Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x princ. d'inerzia

My con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sez.
 Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y princ. d'inerzia
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.

N.Comb.	N	Mx	My
1	904210	154	-3259
2	920349	159	-9424
3	904210	154	-3259
4	899677	-72	-4240
5	899677	-72	-4240
6	899677	-72	-4240
7	920349	159	-9424
8	904210	154	-3259
9	920349	159	-9424
10	915772	-96	-7202
11	915772	-96	-7202
12	915772	-96	-7202

RISULTATI DEL CALCOLO

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 0.8 cm
 Interferro netto minimo barre longitudinali: 3.3 cm
 Copriferro netto minimo staffe: -0.8 cm

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
 N Sforzo normale assegnato [in daN] (positivo se di compressione)
 Mx Momento flettente assegnato [in daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
 My Momento flettente assegnato [in daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
 N ult Sforzo normale ultimo [in daN] nella sezione (positivo se di compress.)
 Mx ult Momento flettente ultimo [in daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
 My ult Momento flettente ultimo [in daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
 Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult, Mx ult, My ult) e (N, Mx, My)
 Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000

N.Comb.	Ver	N	Mx	My	N ult	Mx ult	My ult	Mis.Sic.
1	S	1181267	434	9532	1181284	258810	6155485	593.979
2	S	1506710	32119	1468493	1506710	128670	6801200	4.629
3	S	1480055	32107	1480990	1480054	128633	6754095	4.558
4	S	1175315	8867	538045	1175289	122199	6197656	11.503
5	S	1474839	18608	1509148	1474840	64930	6761365	4.478
6	S	1474929	18608	1509150	1474938	64930	6761539	4.478
7	S	1735562	19592	947132	1735538	126805	7198632	7.591
8	S	1439268	-31476	-1466655	1439262	-129335	-6656766	4.541
9	S	1468202	-31467	-1477762	1468201	-129374	-6708025	4.542
10	S	1729636	-6412	-113249	1729639	-412001	-7014192	62.605
11	S	1460223	-18863	-1516985	1460248	-65721	-6711470	4.426
12	S	1458732	-18862	-1516974	1458742	-65718	-6708792	4.425
13	S	1735562	19592	947132	1735538	126805	7198632	7.591
14	S	1506710	32119	1468493	1506710	128670	6801200	4.629
15	S	1480055	32107	1480990	1480054	128633	6754095	4.558
16	S	1729636	-6412	-113249	1729639	-412001	-7014192	62.605
17	S	1460223	-18863	-1516985	1460248	-65721	-6711470	4.426
18	S	1458732	-18862	-1516974	1458742	-65718	-6708792	4.425

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
 ec 3/7 Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace
 Xc max Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,0 sez.)
 Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,0 sez.)
 ef min Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
 Xf min Ascissa in cm della barra corrisp. a ef min (sistema rif. X,Y,0 sez.)
 Yf min Ordinata in cm della barra corrisp. a ef min (sistema rif. X,Y,0 sez.)
 ef max Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
 Xf max Ascissa in cm della barra corrisp. a ef max (sistema rif. X,Y,0 sez.)
 Yf max Ordinata in cm della barra corrisp. a ef max (sistema rif. X,Y,0 sez.)

N.Comb.	ec max	ec 3/7	Xc max	Yc max	ef min	Xf min	Yf min	ef max	Xf max	Yf max
1	0.00350	-0.00382	275.0	49.9	0.00332	269.5	47.7	-0.01340	-269.5	-47.7
2	0.00350	-0.00353	275.0	49.9	0.00333	269.5	47.7	-0.01274	-269.5	-47.7
3	0.00350	-0.00359	275.0	49.9	0.00333	269.5	47.7	-0.01288	-269.5	-47.7
4	0.00350	-0.00435	275.0	49.9	0.00331	269.5	47.7	-0.01462	-269.5	-47.7
5	0.00350	-0.00382	275.0	49.9	0.00333	269.5	47.7	-0.01340	-269.5	-47.7
6	0.00350	-0.00382	275.0	49.9	0.00333	269.5	47.7	-0.01340	-269.5	-47.7
7	0.00350	-0.00308	275.0	49.9	0.00334	269.5	47.7	-0.01169	-269.5	-47.7
8	0.00350	-0.00369	-275.0	-49.9	0.00333	-269.5	-47.7	-0.01309	269.5	47.7
9	0.00350	-0.00362	-275.0	-49.9	0.00333	-269.5	-47.7	-0.01295	269.5	47.7
10	0.00350	-0.00247	-275.0	-49.9	0.00334	-269.5	-47.7	-0.01026	269.5	47.7
11	0.00350	-0.00386	-275.0	-49.9	0.00332	-269.5	-47.7	-0.01349	269.5	47.7
12	0.00350	-0.00386	-275.0	-49.9	0.00332	-269.5	-47.7	-0.01350	269.5	47.7
13	0.00350	-0.00308	275.0	49.9	0.00334	269.5	47.7	-0.01169	-269.5	-47.7
14	0.00350	-0.00353	275.0	49.9	0.00333	269.5	47.7	-0.01274	-269.5	-47.7
15	0.00350	-0.00359	275.0	49.9	0.00333	269.5	47.7	-0.01288	-269.5	-47.7
16	0.00350	-0.00247	-275.0	-49.9	0.00334	-269.5	-47.7	-0.01026	269.5	47.7
17	0.00350	-0.00386	-275.0	-49.9	0.00332	-269.5	-47.7	-0.01349	269.5	47.7
18	0.00350	-0.00386	-275.0	-49.9	0.00332	-269.5	-47.7	-0.01350	269.5	47.7

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

- a Coeff. a nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
- b Coeff. b nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
- c Coeff. c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
- x/d Rapp. di duttilità a rottura in presenza di sola fless. (travi)
- C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N.Comb.	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000029092	0.000010818	-0.005040374		
2	0.000028894	0.000005226	-0.004706835		
3	0.000029134	0.000005264	-0.004774781		
4	0.000032257	0.000005654	-0.005652947		
5	0.000030543	0.000002783	-0.005038376		
6	0.000030542	0.000002783	-0.005038116		
7	0.000027019	0.000004853	-0.004172469		
8	-0.000029517	-0.000005327	-0.004883209		
9	-0.000029261	-0.000005276	-0.004810311		
10	-0.000022885	-0.000013360	-0.003460376		
11	-0.000030697	-0.000002801	-0.005081455		
12	-0.000030712	-0.000002802	-0.005085620		
13	0.000027019	0.000004853	-0.004172469		
14	0.000028894	0.000005226	-0.004706835		
15	0.000029134	0.000005264	-0.004774781		
16	-0.000022885	-0.000013360	-0.003460376		
17	-0.000030697	-0.000002801	-0.005081455		
18	-0.000030712	-0.000002802	-0.005085620		

ARMATURE A TAGLIO

Diametro staffe: 16 mm
 Passo staffe: 20.0 cm [Passo massimo di normativa = 24.0 cm]
 N.Bracci staffe: 2

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - VERIFICHE A TAGLIO

- Ver S = comb. verificata a taglio / N = comb. non verificata
- Vsdu Taglio agente [daN] = proiezione di V_x e V_y sulla normale all'asse neutro
- Vcd Taglio resistente ultimo [daN] lato conglomerato compresso
- Vwd Taglio resistente [daN] assorbito dalle staffe
- Dmed Altezza utile media pesata [cm] valutata lungo strisce ortog. all'asse neutro. Vengono prese nella media le strisce con almeno un estremo compresso. I pesi della media sono costituiti dalle stesse lunghezze delle strisce.
- bw Larghezza media resistente a taglio [cm] misurate parallel. all'asse neutro. E' data dal rapporto tra l'area delle sopradette strisce resistenti e Dmed.
- Teta Angolo [gradi sessadec.] di inclinazione dei puntoni di conglomerato
- Acw Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione
- Ast Area staffe-legature strettam. necessarie a taglio per metro di pil. [cm²/m]

A_Eff Area staffe+legature efficaci nella direzione del taglio di combinaz. [cm²/m]
 (Tra parentesi è indicata la quota dell'area relativa alle sole legature.
 L'area della legatura è ridotta col fattore L/d_max con L=lungh.legat.proietta-
 ta sulla direz. del taglio e d_max= massima altezza utile nella direz.del taglio)

N.Comb.	Ver	Vsdu	Vcd	Vwd	Dmed	bw	Teta	Acw	Ast	A_Eff
1	S	513	1423843	585900	331.0	136.5	21.80°	1.080	0.0	20.1(0.0)
2	S	18910	2005639	817517	461.8	135.1	21.80°	1.101	0.5	20.1(0.0)
3	S	18842	2011703	817943	462.1	135.7	21.80°	1.100	0.5	20.1(0.0)
4	S	10517	1977250	823352	465.1	135.0	21.80°	1.079	0.3	20.1(0.0)
5	S	10037	2273092	893615	504.8	140.3	21.80°	1.099	0.2	20.1(0.0)
6	S	10037	2273104	893615	504.8	140.3	21.80°	1.099	0.2	20.1(0.0)
7	S	11297	2082807	817417	461.8	138.4	21.80°	1.117	0.3	20.1(0.0)
8	S	18406	2006626	818113	462.2	135.6	21.80°	1.097	0.5	20.1(0.0)
9	S	18348	2010133	818343	462.3	135.6	21.80°	1.099	0.5	20.1(0.0)
10	S	29716	1360103	435104	245.8	169.8	21.80°	1.116	1.4	20.1(0.0)
11	S	10276	2271189	893434	504.7	140.4	21.80°	1.098	0.2	20.1(0.0)
12	S	10276	2270980	893435	504.7	140.4	21.80°	1.098	0.2	20.1(0.0)
13	S	11297	2082807	817417	461.8	138.4	21.80°	1.117	0.3	20.1(0.0)
14	S	18910	2005639	817517	461.8	135.1	21.80°	1.101	0.5	20.1(0.0)
15	S	18842	2011703	817943	462.1	135.7	21.80°	1.100	0.5	20.1(0.0)
16	S	29716	1360103	435104	245.8	169.8	21.80°	1.116	1.4	20.1(0.0)
17	S	10276	2271189	893434	504.7	140.4	21.80°	1.098	0.2	20.1(0.0)
18	S	10276	2270980	893435	504.7	140.4	21.80°	1.098	0.2	20.1(0.0)

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
 Sc max Massima tensione positiva di compressione nel conglomerato [daN/cm²]
 Xc max Ascissa in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,0)
 Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,0)
 Sf min Minima tensione negativa di trazione nell'acciaio [daN/cm²]
 Xf min Ascissa in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,0)
 Yf min Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,0)
 Ac eff. Area di conglomerato [cm²] in zona tesa considerata aderente alle barre
 D fess. Distanza calcolata tra le fessure espressa in mm
 K3 Coeff. di normativa dipendente dalla forma del diagramma delle tensioni
 Ap.fess. Apertura calcolata delle fessure espressa in mm

N.Comb.	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xf min	Yf min	Ac eff.	D fess.	K3	Ap.Fess.
1	S	10.5	275.0	49.9	155	-269.5	-47.7	0	0		0.000
2	S	27.2	275.0	49.9	-7	-269.5	-47.7	138	165	0.125	0.000
3	S	27.1	275.0	49.9	-12	-269.5	-47.7	304	173	0.135	0.001
4	S	15.2	275.0	49.9	84	-269.5	-47.7	0	0		0.000
5	S	27.0	275.0	49.9	-13	-269.5	-47.7	441	173	0.139	0.001
6	S	27.0	275.0	49.9	-13	-269.5	-47.7	441	173	0.139	0.001
7	S	22.4	-275.0	-49.9	239	269.5	47.7	0	0		0.000
8	S	26.6	-275.0	-49.9	-16	269.5	47.7	459	182	0.157	0.001
9	S	32.8	-275.0	-49.9	36	269.5	47.7	0	0		0.000
10	S	22.2	-275.0	-49.9	240	269.5	47.7	0	0		0.000
11	S	32.8	-275.0	-49.9	33	269.5	47.7	0	0		0.000
12	S	32.8	-275.0	-49.9	33	269.5	47.7	0	0		0.000

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

N.Comb.	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xf min	Yf min	Ac eff.	D fess.	K3	Ap.Fess.
1	S	10.5	249.9	75.0	157	-247.7	-69.5	0	0		0.000
2	S	12.3	275.0	49.9	138	-269.5	-47.7	0	0		0.000
3	S	18.9	275.0	49.9	109	-269.5	-47.7	0	0		0.000
4	S	10.5	-275.0	-49.9	156	269.5	47.7	0	0		0.000
5	S	18.9	275.0	49.9	107	-269.5	-47.7	0	0		0.000
6	S	18.9	275.0	49.9	107	-269.5	-47.7	0	0		0.000
7	S	17.2	275.0	49.9	167	-269.5	-47.7	0	0		0.000
8	S	12.5	-275.0	-49.9	136	269.5	47.7	0	0		0.000
9	S	18.7	-275.0	-49.9	107	269.5	47.7	0	0		0.000
10	S	17.2	275.0	49.9	165	-269.5	-47.7	0	0		0.000
11	S	18.8	-275.0	-49.9	103	269.5	47.7	0	0		0.000

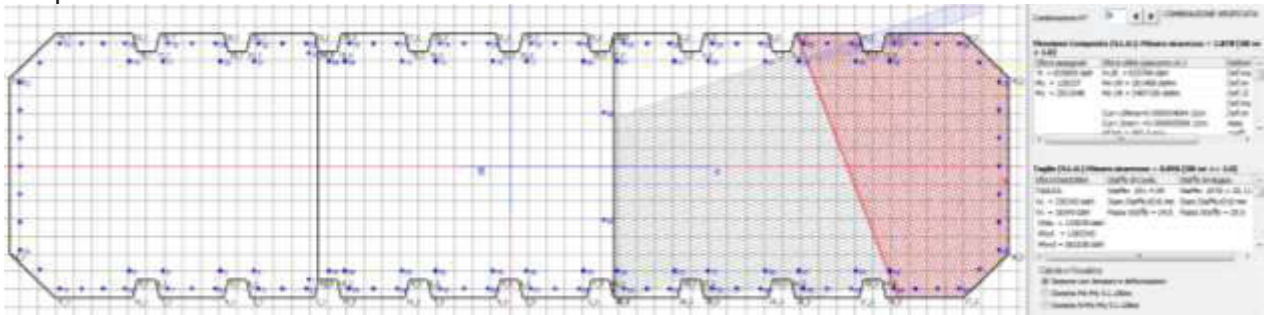
12 S 18.8 -275.0 -49.9 103 269.5 47.7 0 0 0.000

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

N.Comb.	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xf min	Yf min	Ac eff.	D fess.	K3	Ap.Fess.
1	S	10.7	-275.0	49.9	159	269.5	-47.7	0	0		0.000
2	S	11.0	-275.0	49.9	161	269.5	-47.7	0	0		0.000
3	S	10.7	-275.0	49.9	159	269.5	-47.7	0	0		0.000
4	S	10.7	-275.0	-49.9	158	269.5	47.7	0	0		0.000
5	S	10.7	-275.0	-49.9	158	269.5	47.7	0	0		0.000
6	S	10.7	-275.0	-49.9	158	269.5	47.7	0	0		0.000
7	S	11.0	-275.0	49.9	161	269.5	-47.7	0	0		0.000
8	S	10.7	-275.0	49.9	159	269.5	-47.7	0	0		0.000
9	S	11.0	-275.0	49.9	161	269.5	-47.7	0	0		0.000
10	S	10.9	-275.0	-49.9	161	269.5	47.7	0	0		0.000
11	S	10.9	-275.0	-49.9	161	269.5	47.7	0	0		0.000
12	S	10.9	-275.0	-49.9	161	269.5	47.7	0	0		0.000

14.1.2 Verifiche in condizioni sismiche

Si riporta direttamente il listato di verifica di RCsec.



DATI GENERALI SEZIONE IN C.A.

NOME SEZIONE: pila slv

(Percorso File: Z:\Lavori\SINERGO\Viadotti Anas\Viadotto Luglie\Calcolo\RCsec\pile\pila slv.sez)

Descrizione Sezione:
 Metodo di calcolo resistenza: Stati Limite Ultimi
 Tipologia sezione: Sezione generica
 Normativa di riferimento: N.T.C.
 Percorso sollecitazione: A Sforzo Norm. costante
 Riferimento Sforzi assegnati: Assi x,y principali d'inerzia
 Riferimento alla sismicità: Zona non sismica
 Posizione sezione nell'asta: In zona critica

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CONGLOMERATO - Classe: C32/40
 Resis. compr. di calcolo fcd : 188.10 daN/cm²
 Resis. compr. ridotta fcd' : 94.05 daN/cm²
 Def.unit. max resistenza ec2 : 0.0020
 Def.unit. ultima ecu : 0.0035
 Diagramma tensione-deformaz. : Parabola-Rettangolo
 Modulo Elastico Normale Ec : 336428 daN/cm²
 Coeff. di Poisson : 0.20
 Resis. media a trazione fctm : 30.99 daN/cm²

ACCIAIO - Tipo: B450C
 Resist. caratt. snervam. fyk : 4500.0 daN/cm²
 Resist. caratt. rottura ftk : 4500.0 daN/cm²
 Resist. snerv. di calcolo fyd : 3913.0 daN/cm²
 Resist. ultima di calcolo ftd : 3913.0 daN/cm²
 Deform. ultima di calcolo Epu : 0.068
 Modulo Elastico Ef : 2000000 daN/cm²
 Diagramma tensione-deformaz. : Bilineare finito

CARATTERISTICHE DOMINI CONGLOMERATO

DOMINIO N° 1

Forma del Dominio: Poligonale
 Classe Conglomerato: C32/40

N.vertice	Ascissa X, cm	Ordinata Y, cm
1	-105.00	-65.00
2	-107.50	-75.00
3	-142.50	-75.00
4	-145.00	-65.00
5	-155.00	-65.00
6	-157.50	-75.00
7	-192.50	-75.00
8	-195.00	-65.00
9	-205.00	-65.00
10	-207.50	-75.00
11	-249.93	-75.00
12	-275.00	-49.93
13	-275.00	49.93
14	-249.93	75.00
15	-207.50	75.00
16	-205.00	65.00
17	-195.00	65.00
18	-192.50	75.00
19	-157.50	75.00
20	-155.00	65.00
21	-145.00	65.00
22	-142.50	75.00
23	-107.50	75.00
24	-105.00	65.00

DOMINIO N° 2

Forma del Dominio: Poligonale
 Classe Conglomerato: C32/40

N.vertice	Ascissa X, cm	Ordinata Y, cm
1	57.50	75.00
2	92.50	75.00
3	95.00	65.00
4	105.00	65.00
5	107.50	75.00
6	142.50	75.00
7	145.00	65.00
8	155.00	65.00
9	157.50	75.00
10	192.50	75.00
11	195.00	65.00
12	205.00	65.00
13	207.50	75.00
14	249.93	75.00
15	275.00	49.93
16	275.00	-49.93
17	249.93	-75.00
18	207.50	-75.00
19	205.00	-65.00
20	195.00	-65.00
21	192.50	-75.00
22	157.50	-75.00
23	155.00	-65.00
24	145.00	-65.00
25	142.50	-75.00
26	107.50	-75.00
27	105.00	-65.00
28	95.00	-65.00
29	92.50	-75.00
30	57.50	-75.00

DOMINIO N° 3

Forma del Dominio: Poligonale
 Classe Conglomerato: C32/40

N.vertice	Ascissa X, cm	Ordinata Y, cm
1	45.00	-65.00
2	42.50	-75.00
3	7.50	-75.00
4	5.00	-65.00
5	-5.00	-65.00
6	-7.50	-75.00
7	-42.50	-75.00
8	-45.00	-65.00
9	-55.00	-65.00
10	-57.50	-75.00
11	-92.50	-75.00
12	-95.00	-65.00
13	-105.00	-65.00
14	-105.00	65.00
15	-95.00	65.00
16	-92.50	75.00
17	-57.50	75.00
18	-55.00	65.00
19	-45.00	65.00
20	-42.50	75.00
21	-7.50	75.00
22	-5.00	65.00
23	5.00	65.00
24	7.50	75.00
25	42.50	75.00
26	45.00	65.00
27	55.00	65.00
28	57.50	75.00
29	57.50	-75.00
30	55.00	-65.00

DATI BARRE ISOLATE

N.Barra Numero assegnato alle singole barre isolate e nei vertici dei domini
 Ascissa X Ascissa in cm del baricentro della barra nel sistema di rif. gen. X, Y, O
 Ordinata Y Ordinata in cm del baricentro della barra nel sistema di rif. gen. X, Y, O
 Diam. Diametro in mm della barra

N.Barra	Ascissa X, cm	Ordinata Y, cm	Diam.Ø,mm
1	-110.50	-64.32	20
2	-111.79	-69.50	20
3	-138.21	-69.50	20
4	-140.71	-59.50	20
5	-159.29	-59.50	20
6	-161.79	-69.50	20
7	-188.21	-69.50	20
8	-190.71	-59.50	20
9	-209.29	-59.50	20
10	-211.79	-69.50	20
11	-247.65	-69.50	20
12	-269.50	-47.65	20
13	-269.50	47.65	20
14	-247.65	69.50	20
15	-211.79	69.50	20
16	-209.29	59.50	20
17	-190.71	59.50	20
18	-188.21	69.50	20
19	-161.79	69.50	20
20	-159.29	59.50	20
21	-140.71	59.50	20
22	-138.21	69.50	20

23	-111.79	69.50	20
24	-110.50	64.32	20
25	63.00	69.50	20
26	88.21	69.50	20
27	90.71	59.50	20
28	109.29	59.50	20
29	111.79	69.50	20
30	138.21	69.50	20
31	140.71	59.50	20
32	159.29	59.50	20
33	161.79	69.50	20
34	188.21	69.50	20
35	190.71	59.50	20
36	209.29	59.50	20
37	211.79	69.50	20
38	247.65	69.50	20
39	269.50	47.65	20
40	269.50	-47.65	20
41	247.65	-69.50	20
42	211.79	-69.50	20
43	209.29	-59.50	20
44	190.71	-59.50	20
45	188.21	-69.50	20
46	161.79	-69.50	20
47	159.29	-59.50	20
48	140.71	-59.50	20
49	138.21	-69.50	20
50	111.79	-69.50	20
51	109.29	-59.50	20
52	90.71	-59.50	20
53	88.21	-69.50	20
54	63.00	-69.50	20
55	40.71	-59.50	20
56	38.21	-69.50	20
57	11.79	-69.50	20
58	9.29	-59.50	20
59	-9.29	-59.50	20
60	-11.79	-69.50	20
61	-38.21	-69.50	20
62	-40.71	-59.50	20
63	-59.29	-59.50	20
64	-61.79	-69.50	20
65	-88.21	-69.50	20
66	-90.71	-59.50	20
67	-99.50	-59.50	20
68	-99.50	59.50	20
69	-90.71	59.50	20
70	-88.21	69.50	20
71	-61.79	69.50	20
72	-59.29	59.50	20
73	-40.71	59.50	20
74	-38.21	69.50	20
75	-11.79	69.50	20
76	-9.29	59.50	20
77	9.29	59.50	20
78	11.79	69.50	20
79	38.21	69.50	20
80	40.71	59.50	20
81	59.29	59.50	20
82	52.00	30.32	20
83	52.00	-30.32	20
84	59.29	-59.50	20

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

N.Gen. Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre
 N.Barra In. Numero della barra iniziale cui si riferisce la gener.
 N.Barra Fin. Numero della barra finale cui si riferisce la gener.
 N.Barre Numero di barre generate equidist. inserite tra la barra iniz. e fin.

Diam.	Diametro in mm della singola barra generata			
N.Gen.	N.Barra In.	N.Barra Fin.	N.Barre	Diam.Ø,mm
1	12	13	5	20
2	13	14	1	20
3	14	15	2	20
4	18	19	1	20
5	22	23	1	20
6	70	71	1	20
7	74	75	1	20
8	78	79	1	20
9	25	26	1	20
10	29	30	1	20
11	33	34	1	20
12	37	38	2	20
13	39	40	5	20
14	40	41	1	20
15	38	39	1	20
16	41	42	2	20
17	45	46	1	20
18	49	50	1	20
19	53	54	1	20
20	56	57	1	20
21	60	61	1	20
22	64	65	1	20
23	2	3	1	20
24	6	7	1	20
25	10	11	2	20
26	11	12	1	20

ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale in daN applicato nel Baric. (+ se di compressione)
Mx	Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.
My	Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.
Vy	Componente del Taglio [daN] parall. all'asse princ.d'inerzia y
Vx	Componente del Taglio [daN] parall. all'asse princ.d'inerzia x

N.Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	812848	274735	1134783	128232	40726
2	891289	-243838	572423	65066	-36670
3	816702	243876	-565780	-63955	36693
4	852848	274651	1130178	127712	40715
5	895143	-274697	-1128141	-127121	-40703
6	931289	-243923	567817	64545	-36681
7	856703	243792	-570386	-64475	36682
8	935144	-274781	-1132747	-127642	-40714
9	835805	129237	2921948	330343	18343
10	848654	26374	-2746598	-310282	4899
11	859337	-26335	2753240	311393	-4876
12	875805	129152	2917343	329822	18332
13	872186	-129198	-2915306	-329232	-18320
14	888654	26289	-2751203	-310802	4888
15	899338	-26420	2748634	310872	-4887
16	912186	-129283	-2919912	-329752	-18331
17	793635	93333	943330	106731	13650
18	926970	93052	927978	104997	13613
19	817167	-62239	774622	87781	-9568
20	797489	62474	-757233	-85456	9617
21	950502	-62520	759270	86047	-9605
22	930824	62193	-772585	-87191	9580
23	821022	-93098	-925942	-104406	-13601
24	954357	-93379	-941294	-106141	-13638

RISULTATI DEL CALCOLO

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 0.8 cm
 Interferro netto minimo barre longitudinali: 3.3 cm
 Copriferro netto minimo staffe: -0.8 cm

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
 N Sforzo normale assegnato [in daN] (positivo se di compressione)
 Mx Momento flettente assegnato [in daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
 My Momento flettente assegnato [in daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
 N ult Sforzo normale ultimo [in daN] nella sezione (positivo se di compress.)
 Mx ult Momento flettente ultimo [in daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
 My ult Momento flettente ultimo [in daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
 Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult, Mx ult, My ult) e (N, Mx, My)
 Verifica positiva se tale rapporto risulta ≥ 1.000

N.Comb.	Ver	N	Mx	My	N ult	Mx ult	My ult	Mis.Sic.
1	S	812848	274735	1134783	812851	1068925	4416778	3.891
2	S	891289	-243838	572423	891292	-1382168	3233588	5.648
3	S	816702	243876	-565780	816700	1355195	-3130423	5.541
4	S	852848	274651	1130178	852856	1082202	4473241	3.956
5	S	895143	-274697	-1128141	895163	-1102059	-4507313	3.998
6	S	931289	-243923	567817	931269	-1399475	3280523	5.767
7	S	856703	243792	-570386	856700	1371175	-3187850	5.599
8	S	935144	-274781	-1132747	935152	-1112558	-4569394	4.036
9	S	835805	129237	2921948	835796	261468	5487156	1.878
10	S	848654	26374	-2746598	848660	59846	-5557436	2.024
11	S	859337	-26335	2753240	859340	-59965	5601812	2.034
12	S	875805	129152	2917343	875807	261552	5566291	1.908
13	S	872186	-129198	-2915306	872176	-261924	-5535563	1.899
14	S	888654	26289	-2751203	888648	60310	-5636885	2.049
15	S	899338	-26420	2748634	899353	-60404	5681086	2.067
16	S	912186	-129283	-2919912	912171	-262000	-5614355	1.923
17	S	793635	93333	943330	793662	509247	5245037	5.556
18	S	926970	93052	927978	926995	552007	5469930	5.891
19	S	817167	-62239	774622	817144	-421860	5357529	6.911
20	S	797489	62474	-757233	797480	426355	-5290564	6.990
21	S	950502	-62520	759270	950501	-460252	5590640	7.358
22	S	930824	62193	-772585	930803	426031	-5551831	7.189
23	S	821022	-93098	-925942	821027	-515483	-5268457	5.691
24	S	954357	-93379	-941294	954382	-556851	-5492746	5.840

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
 ec 3/7 Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace
 Xc max Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,0 sez.)
 Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,0 sez.)
 ef min Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
 Xf min Ascissa in cm della barra corrisp. a ef min (sistema rif. X,Y,0 sez.)
 Yf min Ordinata in cm della barra corrisp. a ef min (sistema rif. X,Y,0 sez.)
 ef max Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
 Xf max Ascissa in cm della barra corrisp. a ef max (sistema rif. X,Y,0 sez.)
 Yf max Ordinata in cm della barra corrisp. a ef max (sistema rif. X,Y,0 sez.)

N.Comb.	ec max	ec 3/7	Xc max	Yc max	ef min	Xf min	Yf min	ef max	Xf max	Yf max
1	0.00350	-0.00212	249.9	75.0	0.00326	247.7	69.5	-0.00938	-247.7	-69.5
2	0.00350	-0.00220	249.9	-75.0	0.00316	247.7	-69.5	-0.00946	-247.7	69.5
3	0.00350	-0.00235	-249.9	75.0	0.00315	-247.7	69.5	-0.00980	247.7	-69.5
4	0.00350	-0.00206	249.9	75.0	0.00326	247.7	69.5	-0.00925	-247.7	-69.5
5	0.00350	-0.00202	-249.9	-75.0	0.00327	-247.7	-69.5	-0.00914	247.7	69.5
6	0.00350	-0.00213	249.9	-75.0	0.00317	247.7	-69.5	-0.00931	-247.7	69.5
7	0.00350	-0.00227	-249.9	75.0	0.00316	-247.7	69.5	-0.00962	247.7	-69.5
8	0.00350	-0.00197	-249.9	-75.0	0.00327	-247.7	-69.5	-0.00902	247.7	69.5
9	0.00350	-0.00468	275.0	49.9	0.00329	269.5	47.7	-0.01537	-269.5	-47.7
10	0.00350	-0.00569	-275.0	49.9	0.00328	-269.5	47.7	-0.01772	269.5	-47.7
11	0.00350	-0.00565	275.0	-49.9	0.00328	269.5	-47.7	-0.01763	-269.5	47.7
12	0.00350	-0.00457	275.0	49.9	0.00330	269.5	47.7	-0.01512	-269.5	-47.7

13	0.00350	-0.00458	-275.0	-49.9	0.00330	-269.5	-47.7	-0.01514	269.5	47.7
14	0.00350	-0.00554	-275.0	49.9	0.00328	-269.5	47.7	-0.01737	269.5	-47.7
15	0.00350	-0.00550	275.0	-49.9	0.00329	269.5	-47.7	-0.01728	-269.5	47.7
16	0.00350	-0.00447	-275.0	-49.9	0.00330	-269.5	-47.7	-0.01490	269.5	47.7
17	0.00350	-0.00382	275.0	49.9	0.00330	269.5	47.7	-0.01339	-269.5	-47.7
18	0.00350	-0.00343	275.0	49.9	0.00331	269.5	47.7	-0.01248	-269.5	-47.7
19	0.00350	-0.00407	275.0	-49.9	0.00330	269.5	-47.7	-0.01396	-269.5	47.7
20	0.00350	-0.00412	-275.0	49.9	0.00330	-269.5	47.7	-0.01408	269.5	-47.7
21	0.00350	-0.00365	275.0	-49.9	0.00331	269.5	-47.7	-0.01299	-269.5	47.7
22	0.00350	-0.00382	-275.0	49.9	0.00331	-269.5	47.7	-0.01340	269.5	-47.7
23	0.00350	-0.00377	-275.0	-49.9	0.00330	-269.5	-47.7	-0.01327	269.5	47.7
24	0.00350	-0.00339	-275.0	-49.9	0.00331	-269.5	-47.7	-0.01240	269.5	47.7

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a Coeff. a nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,0 gen.
 b Coeff. b nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,0 gen.
 c Coeff. c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,0 gen.
 x/d Rapp. di duttilità a rottura in presenza di sola fless. (travi)
 C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N.Comb.	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000015190	0.000036860	-0.003061015		
2	0.000009388	-0.000057366	-0.003148679		
3	-0.000009437	0.000059551	-0.003324819		
4	0.000015013	0.000036518	-0.002990963		
5	-0.000014878	-0.000036262	-0.002938085		
6	0.000009350	-0.000056469	-0.003071979		
7	-0.000009427	0.000058337	-0.003231246		
8	-0.000014751	-0.000035865	-0.002876502		
9	0.000032481	0.000012165	-0.006039513		
10	-0.000038366	0.000003391	-0.007219900		
11	0.000038194	-0.000003374	-0.007171747		
12	0.000032044	0.000012003	-0.005911501		
13	-0.000032087	-0.000012021	-0.005924264		
14	-0.000037737	0.000003333	-0.007044207		
15	0.000037574	-0.000003321	-0.006998659		
16	-0.000031659	-0.000011859	-0.005798465		
17	0.000027312	0.000020691	-0.005043756		
18	0.000025573	0.000021060	-0.004583966		
19	0.000028889	-0.000017766	-0.005331370		
20	-0.000029062	0.000017963	-0.005389004		
21	0.000027032	-0.000018201	-0.004842495		
22	-0.000027947	0.000017198	-0.005044212		
23	-0.000027107	-0.000020609	-0.004983449		
24	-0.000025453	-0.000020921	-0.004544063		

ARMATURE A TAGLIO

Diametro staffe: 16 mm
 Passo staffe: 20.0 cm [Passo massimo di normativa = 24.0 cm]
 N.Bracci staffe: 2

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - VERIFICHE A TAGLIO

Ver S = comb. verificata a taglio / N = comb. non verificata
 Vsdu Taglio agente [daN] = proiezione di V_x e V_y sulla normale all'asse neutro
 Vcd Taglio resistente ultimo [daN] lato conglomerato compresso
 Vwd Taglio resistente [daN] assorbito dalle staffe
 Dmed Altezza utile media pesata [cm] valutata lungo strisce ortog. all'asse neutro.
 Vengono prese nella media le strisce con almeno un estremo compresso.
 I pesi della media sono costituiti dalle stesse lunghezze delle strisce.
 bw Larghezza media resistente a taglio [cm] misurate parallel. all'asse neutro.
 E' data dal rapporto tra l'area delle sopradette strisce resistenti e Dmed.
 Teta Angolo [gradi sessadec.] di inclinazione dei puntoni di conglomerato
 Acw Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione
 Ast Area staffe+legature strettam. necessarie a taglio per metro di pil. [cm²/m]
 A_Eff Area staffe+legature efficaci nella direzione del taglio di combinaz. [cm²/m]
 (Tra parentesi è indicata la quota dell'area relativa alle sole legature.)

L'area della legatura è ridotta col fattore L/d_{max} con L =lungh.legat.proietta-
 ta sulla direz. del taglio e d_{max} = massima altezza utile nella direz.del taglio)

N.Comb.	Ver	Vsdu	Vcd	Vwd	Dmed	bw	Teta	Acw	Ast	A_Eff
1	S	134076	1219074	260303	147.0	269.3	21.80°	1.055	10.4	20.1(0.0)
2	S	70134	1689881	249409	140.9	387.7	21.80°	1.060	5.7	20.1(0.0)
3	S	68910	1672778	249323	140.8	385.7	21.80°	1.055	5.6	20.1(0.0)
4	S	133601	1231769	260388	147.1	271.3	21.80°	1.057	10.3	20.1(0.0)
5	S	133057	1244463	260366	147.1	273.4	21.80°	1.060	10.3	20.1(0.0)
6	S	69670	1702797	249402	140.9	389.7	21.80°	1.063	5.6	20.1(0.0)
7	S	69501	1677446	249395	140.9	385.7	21.80°	1.058	5.6	20.1(0.0)
8	S	133534	1257750	260314	147.1	275.7	21.80°	1.063	10.3	20.1(0.0)
9	S	133039	1385345	582538	329.1	136.5	21.80°	1.056	4.6	20.1(0.0)
10	S	32194	2165184	897390	506.9	138.4	21.80°	1.057	0.7	20.1(0.0)
11	S	32256	2166609	897423	507.0	138.4	21.80°	1.058	0.7	20.1(0.0)
12	S	132858	1388862	582504	329.1	136.6	21.80°	1.059	4.6	20.1(0.0)
13	S	132660	1388520	582447	329.0	136.6	21.80°	1.059	4.6	20.1(0.0)
14	S	32214	2170644	897428	507.0	138.4	21.80°	1.060	0.7	20.1(0.0)
15	S	32236	2172176	897386	506.9	138.4	21.80°	1.061	0.7	20.1(0.0)
16	S	132840	1392066	582482	329.0	136.6	21.80°	1.061	4.6	20.1(0.0)
17	S	75331	1056113	364397	205.9	166.9	21.80°	1.053	4.2	20.1(0.0)
18	S	77255	1074463	350122	197.8	175.2	21.80°	1.062	4.4	20.1(0.0)
19	S	54134	1113064	410375	231.8	155.9	21.80°	1.055	2.7	20.1(0.0)
20	S	53110	1111863	409615	231.4	156.2	21.80°	1.054	2.6	20.1(0.0)
21	S	56026	1119161	390681	220.7	163.3	21.80°	1.064	2.9	20.1(0.0)
22	S	53854	1137695	411383	232.4	157.8	21.80°	1.063	2.6	20.1(0.0)
23	S	74016	1062071	363712	205.5	167.8	21.80°	1.055	4.1	20.1(0.0)
24	S	77934	1079531	350554	198.0	175.5	21.80°	1.064	4.5	20.1(0.0)

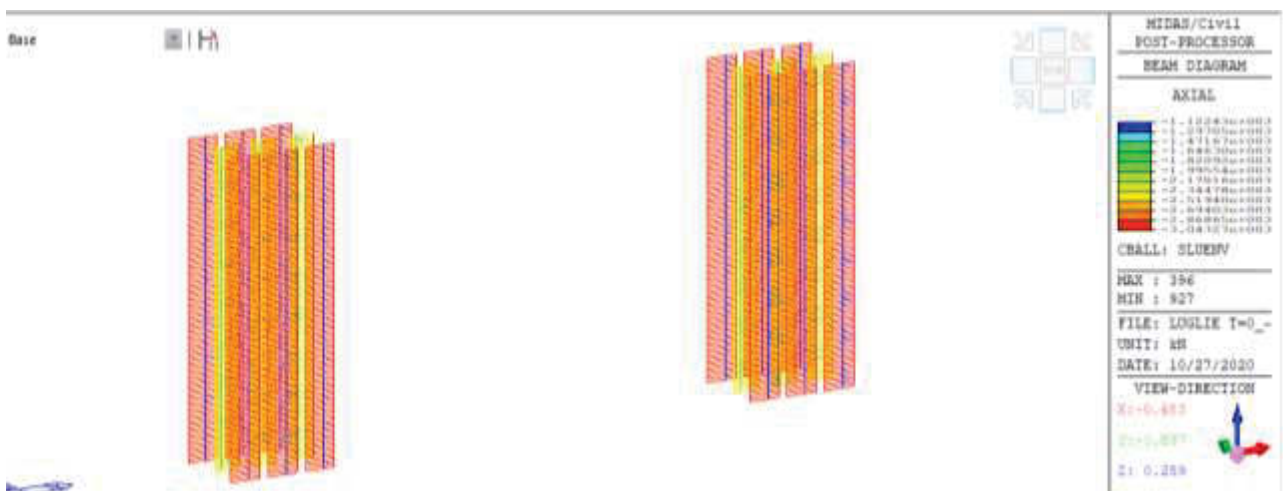
14.2 Pali delle pile

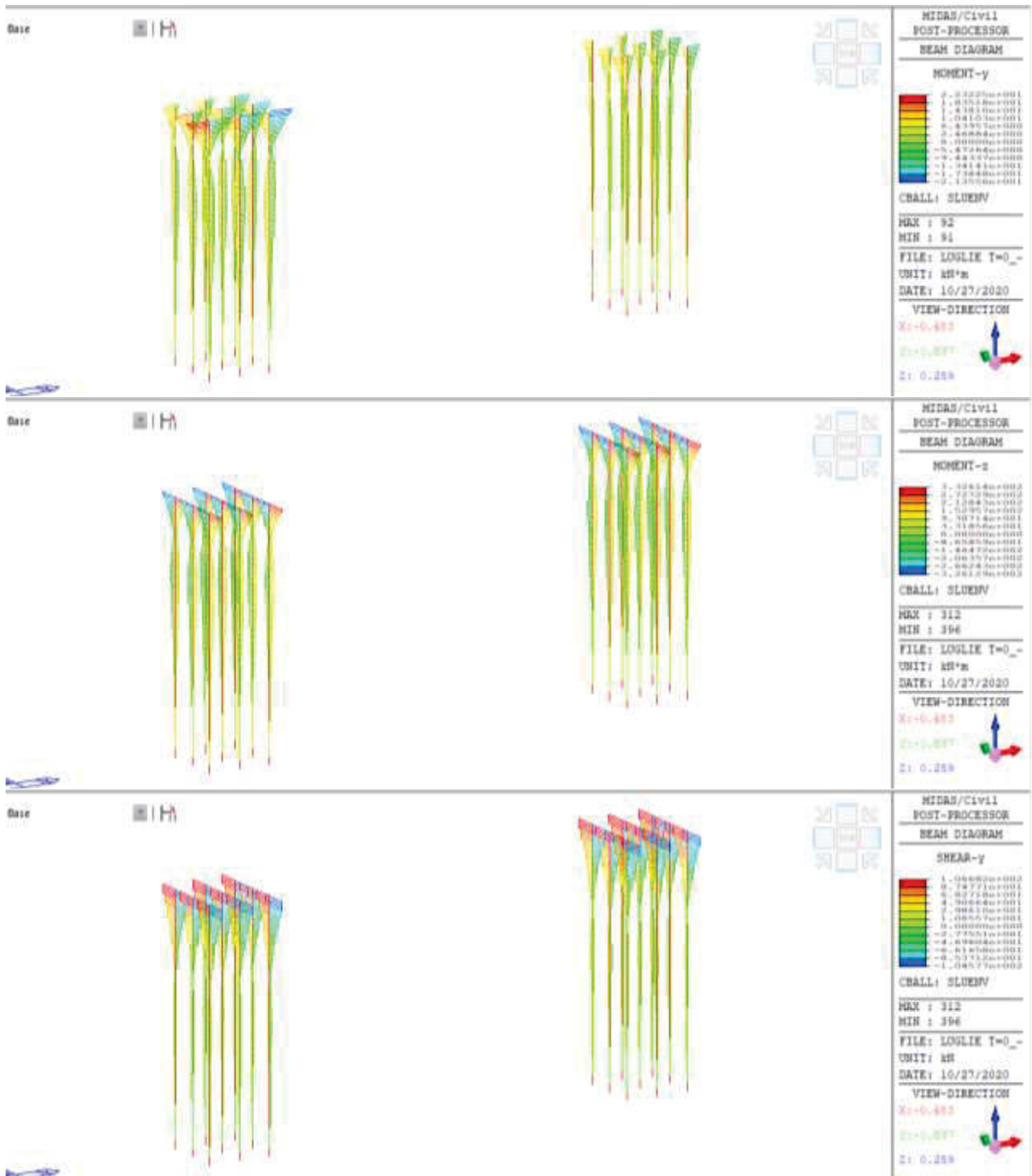
Le pile insistono su palificate 3x3 da 9 pali a interasse 3.6 m. I pali sono trivellati di diametro 120 cm.

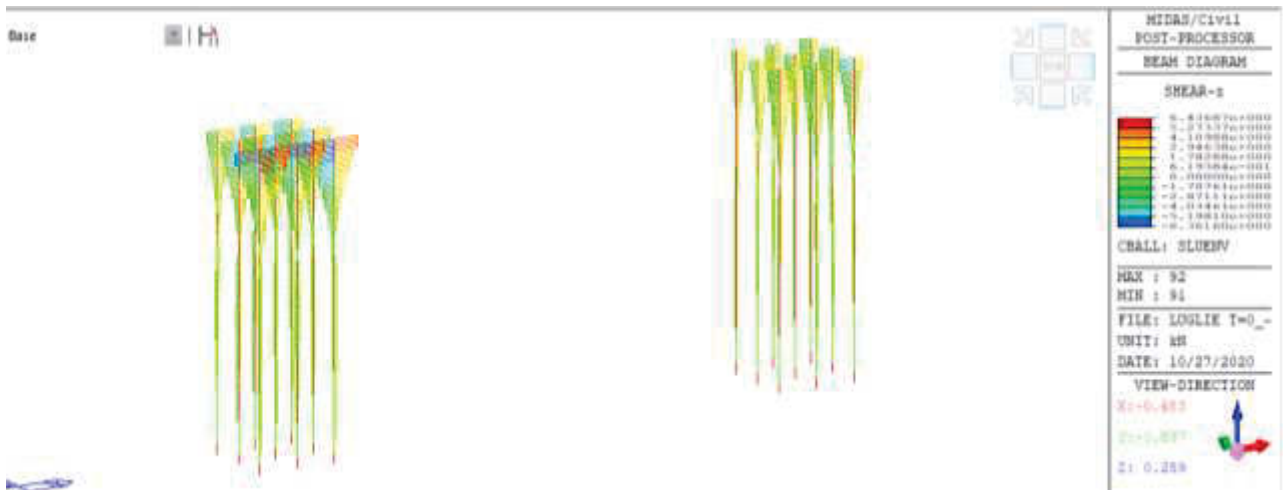
14.2.1 Sollecitazioni sui pali

S riportano nel seguito le sollecitazioni sulle palificate sia in condizioni SLU, SLE che SLV estratte dai modelli di calcolo descritti in precedenza.

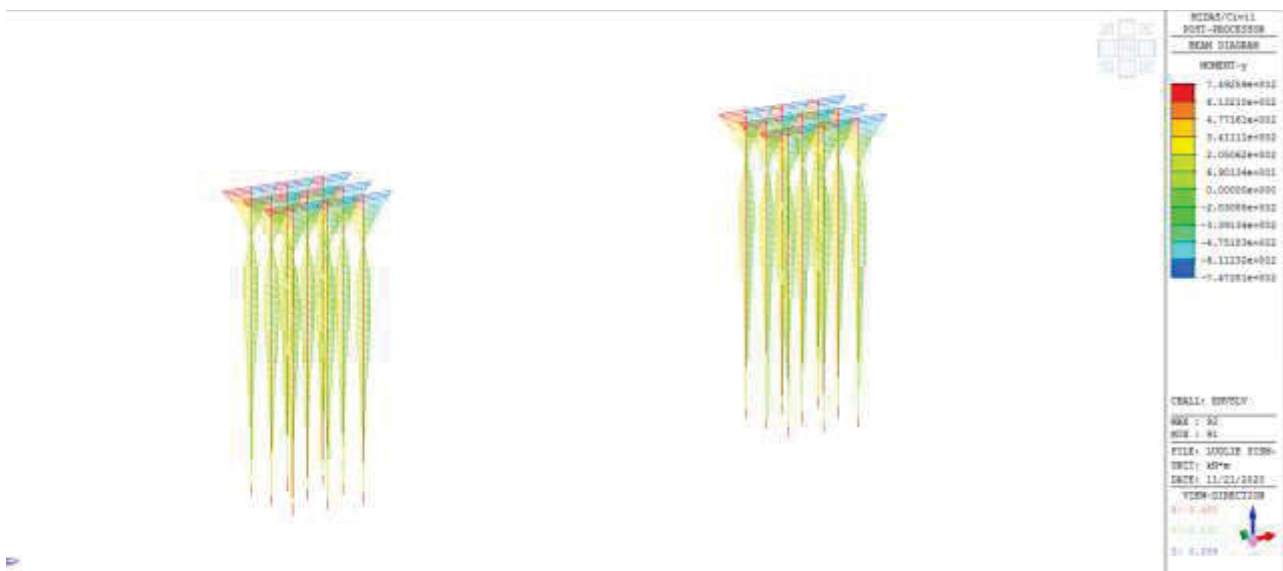
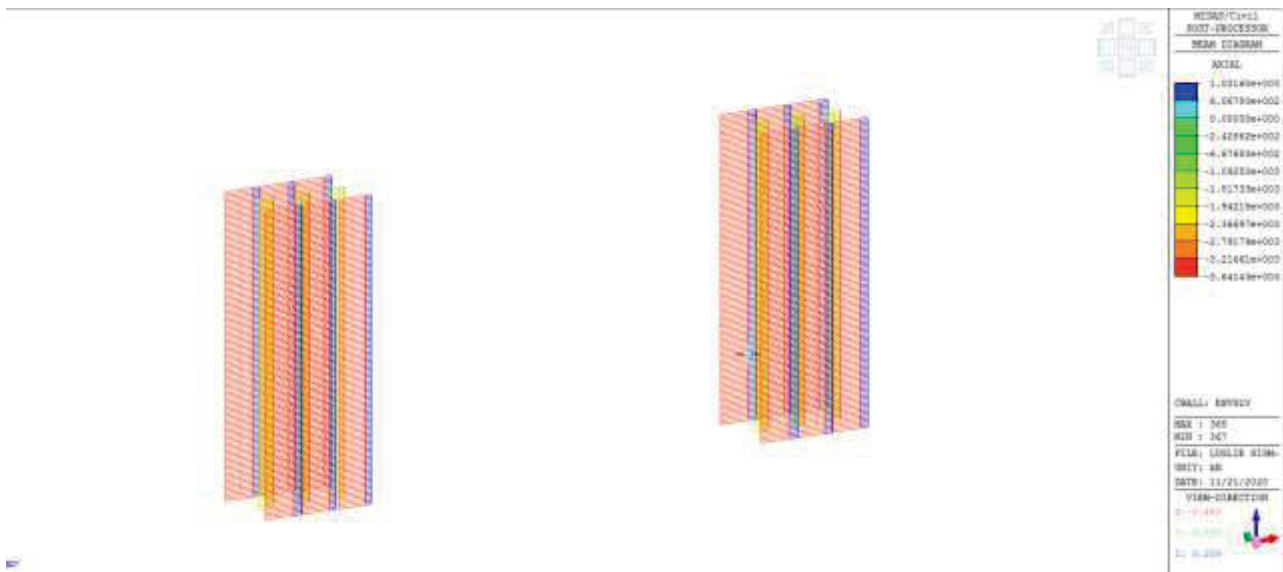
14.2.1.1 Statiche SLU

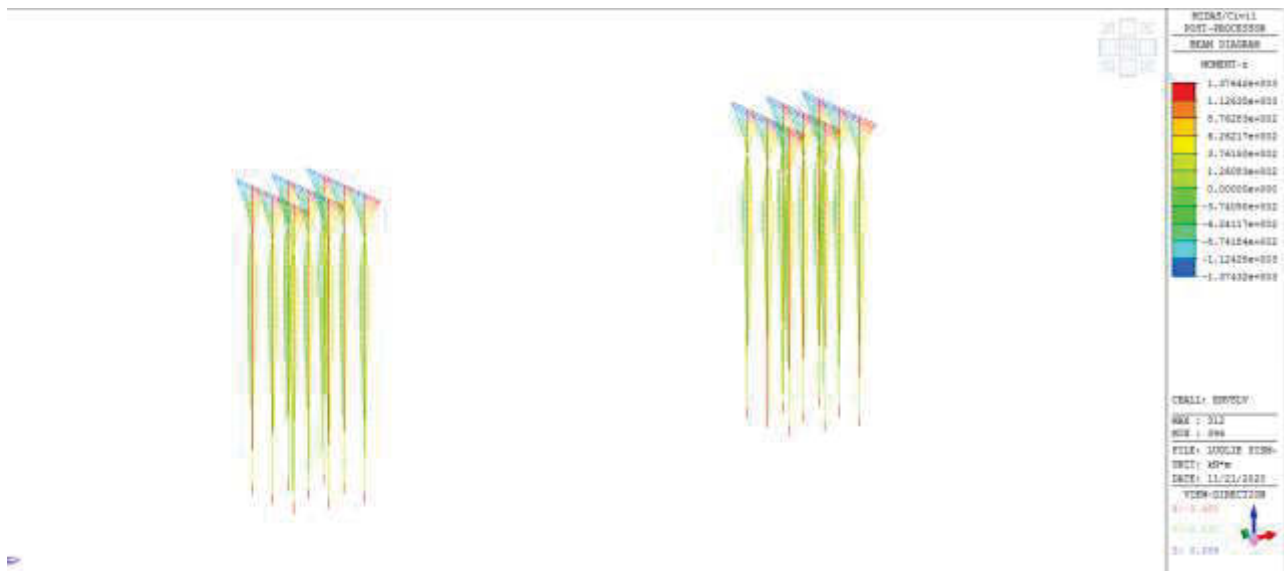




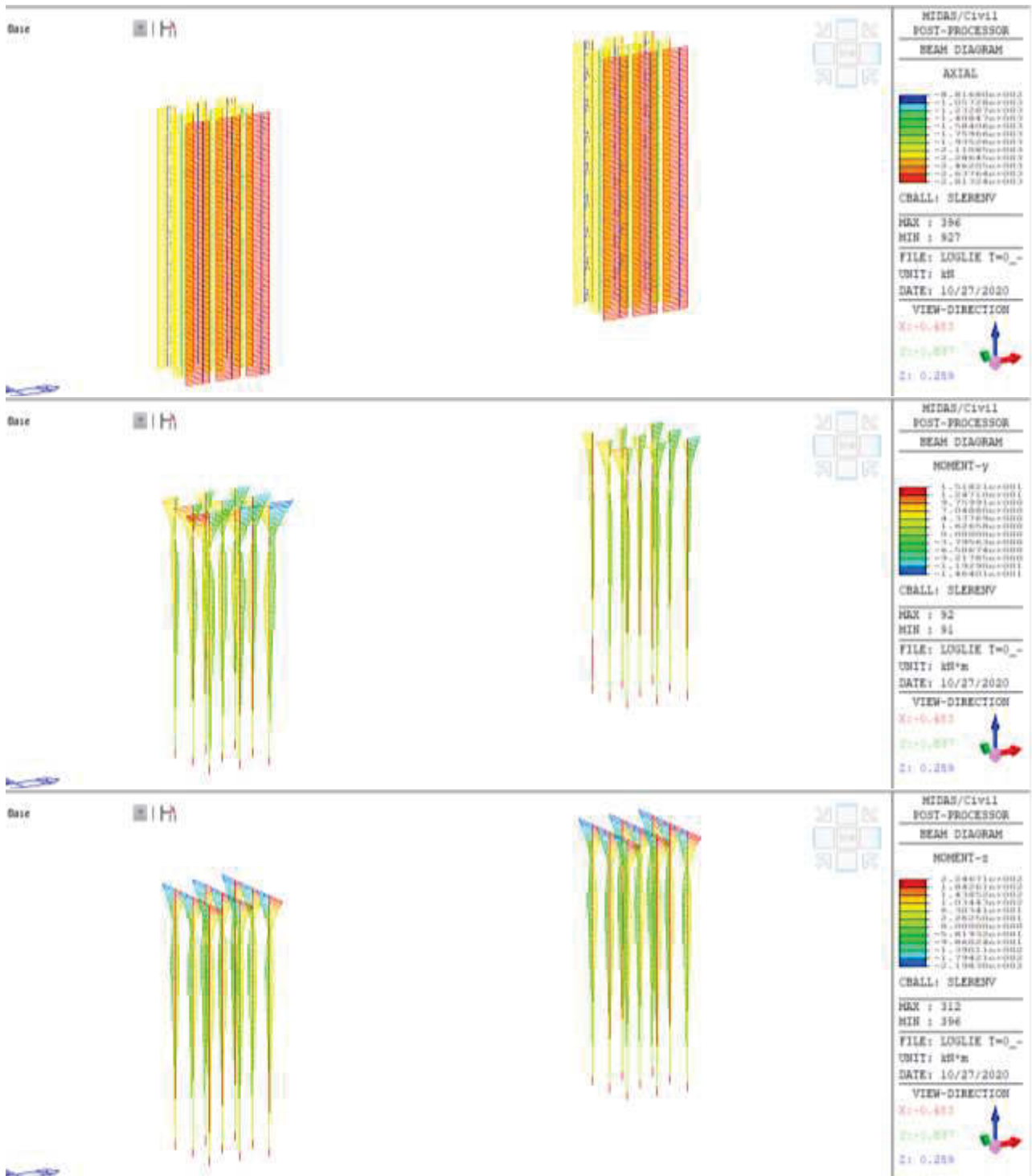


14.2.1.2 Sismica SLV

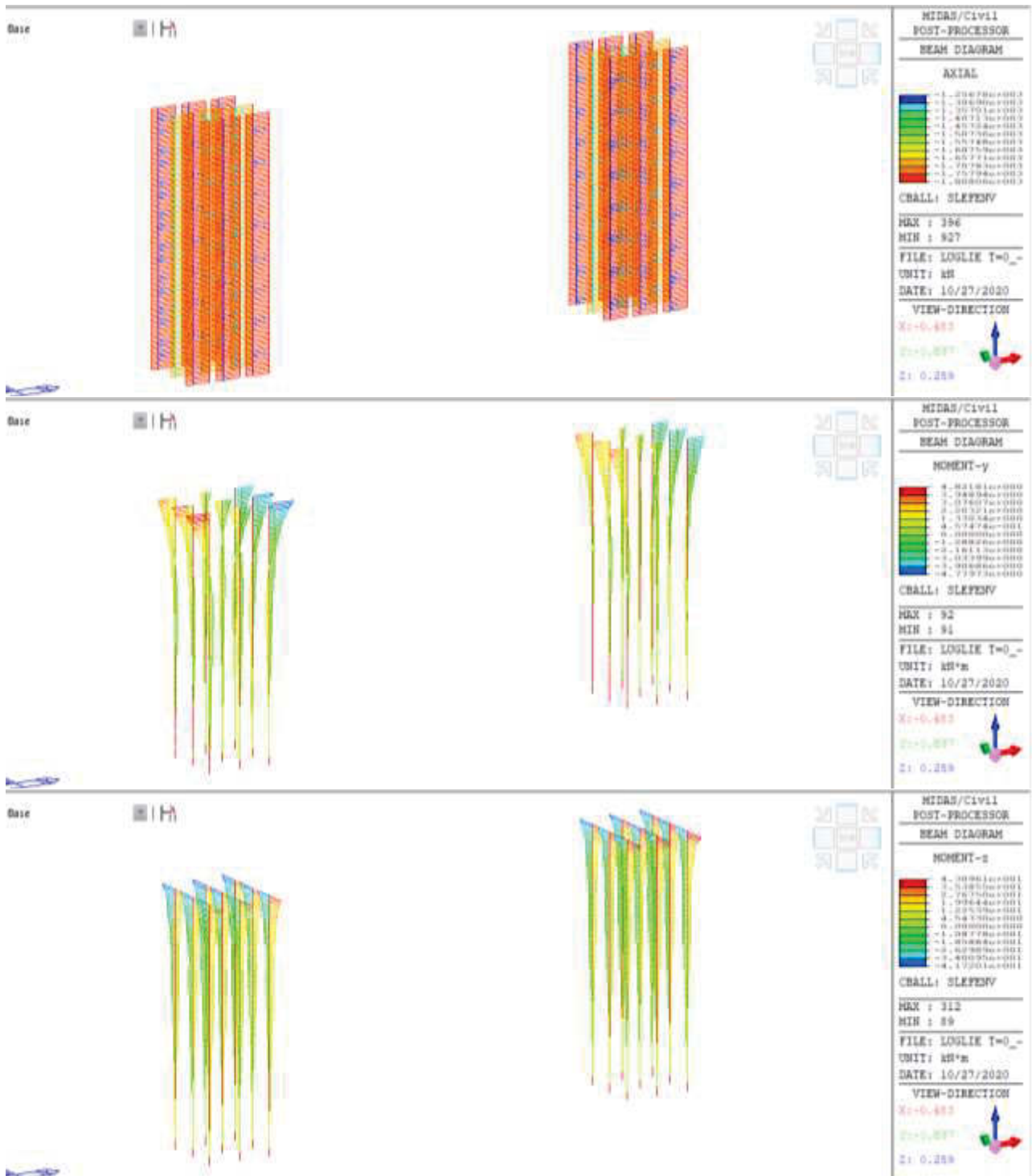




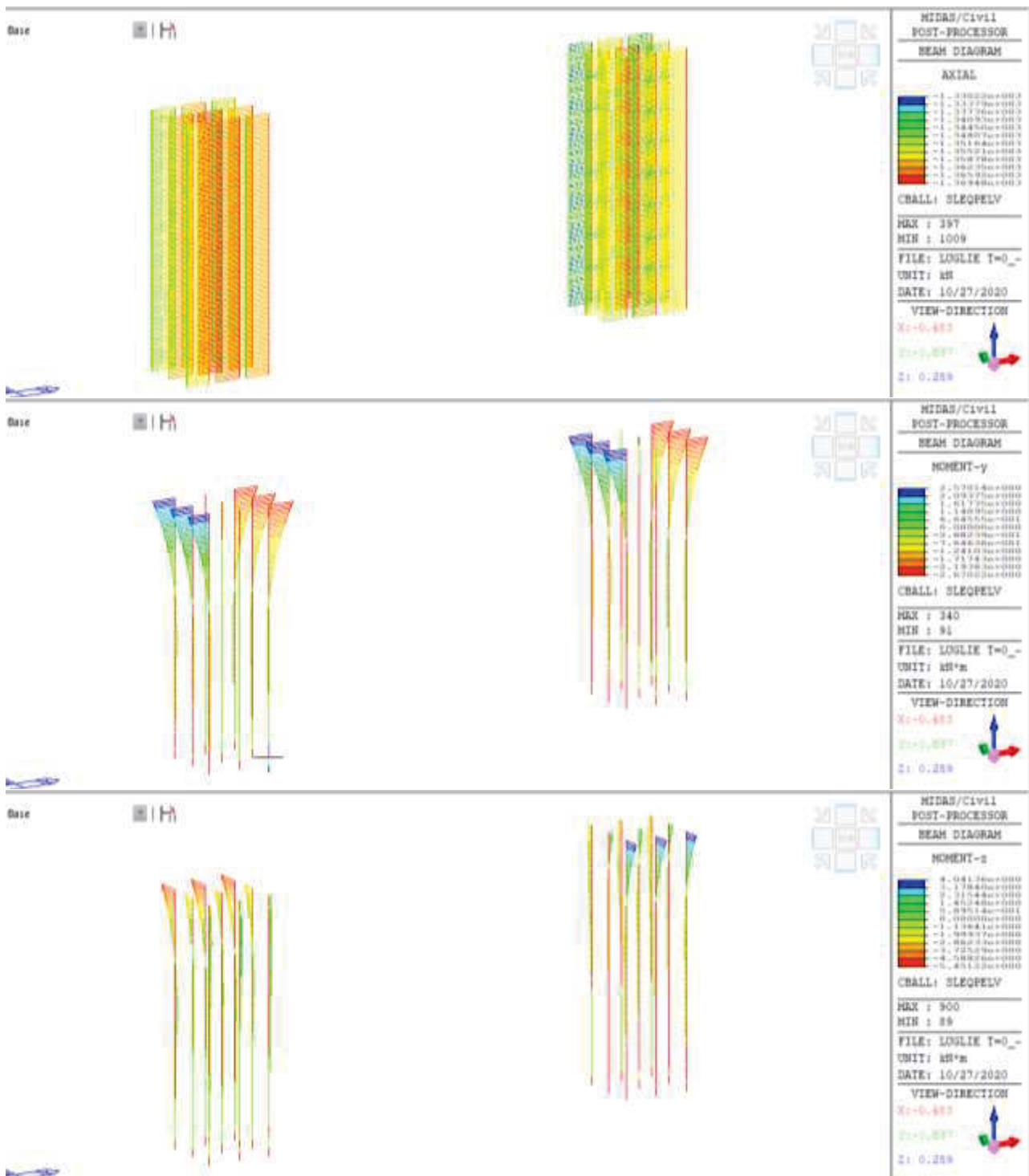
14.2.1.3SLE rara



14.2.1.4SLE frequente



14.2.1.5SLE quasi permanente



14.2.2 Capacità portante verticale

Per quanto attiene la capacità portante verticale dei pali, si fa riferimento al modello geotecnico citato in precedenza e ci si riferisce per la scelta dei parametri e della impostazione di calcolo alle "Raccomandazioni AGI", oltre che alla normativa. Nel calcolo viene considerata la resistenza laterale e di punta utilizzando le formule statiche classiche in funzione anche delle stratigrafie ricavate dal profilo geotecnico. Per quanto riguarda il coefficiente ξ funzione delle verticali indagate, come meglio spiegato in relazione geotecnica, viene assunto quello riferito ad almeno 10 verticali indagate:

$$\xi_3 = 1.4$$

Il calcolo è automatizzato su foglio elettronico, del quale si riporterà direttamente la schermata in cui sono riconoscibili anche i coefficienti di penalizzazione previsti dalla normativa. Nel calcolo è

automaticamente considerato anche il peso del palo.

In particolare essendo presenti strati di argilla sovraconsolidata per quasi tutto lo sviluppo del palo, si riporta il calcolo di capacità sia utilizzando i parametri drenati che quelli non drenati; questi ultimi sono peraltro quelli da considerarsi per le verifiche sismiche sicuramente impulsive.

La verifica viene dunque condotta:

- con riferimento alle resistenze non drenate in condizione sismica SLV;
- con riferimento sia a condizioni drenate che non drenate in condizione SLU

Le massime reazioni sui pali sono:

$$R_{slu} = 3043 \text{ kN}$$

$$R_{slv}^+ = 3641 \text{ kN}$$

$$R_{slv}^- = -1032 \text{ kN}$$

Nella tabella seguente il calcolo in condizioni non drenate per pali lunghi 21m.

DATI GENERALI DEL PALO

riferimento:	Palo tipico viadotto Luglie pila				
sondaggio:	vari				
quota falda:	-24	m			
diametro palo:	1.2	m	Trivellato		
lunghezza palo entro terra:	21.00	m	da quota:	-2	a quota: -23.0
lunghezza palo fuori terra:	0	m			
peso del palo:	356.076	kN			

COEFFICIENTI PER IL CALCOLO DI Rd

Numero di verticali indagate: 3
 Fattore di correlazione in funzione delle verticali indagate: $\xi_3 =$
 Coefficienti parziali γ_R da applicare alle resistenze caratteristiche (NTC 18 tab.6.4.II):
 R3
 punta 1.35
 laterale 1.15
 laterale trazione 1.25

1 Tab. 6.4.II - Coefficienti parziali γ_R da applicare alle resistenze caratteristiche a carico verticale dei pali

Resistenza	Simbolo	Pali infissi (R3)	Pali trivellati (R3)	Pali ad elica continua (R3)
Base	γ_B	1.15	1.35	1.3
Laterale in compressione	γ_L	1.15	1.15	1.15
Totale γ	γ	1.15	1.30	1.25
Laterale in trazione	γ_{Lt}	1.25	1.25	1.25

¹⁾ da applicare alle resistenze caratteristiche dedotte dai risultati di prove di carico di progetto.

CALCOLO DI CAPACITA' PORTANTE CON APPROCCIO A1+M1+R3

str.	quota sup.	quota inf.	descrizione	γ (kN/mc)	γ' (kN/mc)	ϕ	Ko	Cu (kN/mq)	α	σ'_{v0} (kN/mq)	$\sigma'_{v,m}$ (kN/mq)	Qlat (kN)	Nq	Nc	Qp (kN)
1	0.00	2.00	trasc	20.00	0.00	0	0.50	0	0	40	20	0.0	0	0	0.0
2	2.00	5.00	FAAa (argille alterate)	0.00	10.00	0.0	0.50	75	0.6	70	55	508.9	0	0	0.0
3	5.00	23.00	FAA (argille azzurre)	0.00	10.00	0.0	0.50	200.00	0.40	250	160	5428.5	1	9	2318.4
4				0.00	9.00					250	250	0.0	0	0	0.0
5				0.00	9.00					250	250	0.0	0	0	0.0
6				0.00	9.00					250	250	0.0	0	0	0.0
7				0.00	9.00					250	250	0.0	0	0	0.0
8				0.00	9.00					250	250	0.0	0	0	0.0
8				0.00	9.00					250	250	0.0	0	0	0.0
												kN	5937.4	kN	2318.4

CALCOLO DELLA CAPACITA' PORTANTE

approccio 1: combinazione 1 (A1, M1, R1)
 Capacità portante in compressione $R_{c,k} = 4558.5 \text{ kN}$
 Capacità portante in trazione $R_{t,k} = 3748.9 \text{ kN}$

Nella tabella che segue il calcolo in condizioni drenate per pali lunghi 21m.

DATI GENERALI DEL PALO

riferimento:	Palo tipico viadotto Luglie pila				
sondaggio:	vari				
quota falda:	-2	m			
diametro palo:	1.2	m	Trivellato		
lunghezza palo entro terra:	21.00	m	da quota:	-2	a quota: -23.0
lunghezza palo fuori terra:	0	m			
peso del palo:	356.076	kN			

COEFFICIENTI PER IL CALCOLO DI Rd

Numero di verticali indagate: 1
 Fattore di correlazione in funzione delle verticali indagate: $\xi_3 = 1.4$
 Coefficienti parziali γ_R da applicare alle resistenze caratteristiche (NTC 18 tab.6.4.II):

	R3
punta	1.35
laterale	1.15
laterale trazione	1.25

Tab. 6.4.II - Coefficienti parziali γ_R da applicare alle resistenze caratteristiche a carico verticale dei pali

Resistenza	Simbolo	Pali infissi (R3)	Pali trivellati (R3)	Pali ad-olica (R3)
Base	γ_R	1.25	1.35	1.3
Laterale in compressione	γ_R	1.15	1.15	1.15
Totale γ	γ	1.15	1.30	1.25
Laterale in trazione	γ_{tr}	1.25	1.25	1.25

*da applicare alle resistenze caratteristiche dedotte dai risultati di prove di carico di progetto.

CALCOLO DI CAPACITA' PORTANTE CON APPROCCIO A1+M1+R3

str.	quota sup.	quota inf.	descrizione	γ (kN/mc)	γ' (kN/mc)	ϕ	K_0	C_u (kN/mg)	α	σ'_{v} (kN/mg)	$\sigma'_{v,m}$ (kN/mg)	Qlat (kN)	Nq	Nc	Qp (kN)
1	0.00	2.00	trasc	20.00	0.00	0	0.50	0	0	40	20	0.0			0.0
2	2.00	5.00	FAAa (argille alterate)	0.00	10.00	24.0	0.50	20	0.6	70	55	274.2	0	0	0.0
3	5.00	23.00	FAA (argille azzurre)	0.00	10.00	28.0	0.40	30.00	0.40	250	160	3123.3	8	9	2567.2
4				0.00	9.00					250	250	0.0	0	0	0.0
5				0.00	9.00					250	250	0.0	0	0	0.0
6				0.00	9.00					250	250	0.0	0	0	0.0
7				0.00	9.00					250	250	0.0	0	0	0.0
8				0.00	9.00					250	250	0.0	0	0	0.0
8				0.00	9.00					250	250	0.0	0	0	0.0
												kN	3397.5	kN	2567.2

CALCOLO DELLA CAPACITA' PORTANTE

approccio 1: combinazione 1 (A1, M1, R1) Capacità portante in compressione $R_{c,k} = 3112.5$ kN
 Capacità portante in trazione $R_{t,k} = 2297.5$ kN

Le azioni sono sempre inferiori alle resistenze.

14.2.3 Capacità portante orizzontale

In termini di capacità portante orizzontale si riporta il calcolo secondo le formule di Broms che prevedono dapprima la valutazione del caso (palo lungo o palo corto) e infine valutano il taglio massimo in testa ammissibile sul palo. Le sollecitazioni di gran lunga dominanti sono quelle sismiche:

$V_{slv} = 465$ kN

Il calcolo di verifica è riportato nella tabella che segue.

Approccio 2		A1+M1+R3	
ξ_3	1.7	Fattore di correlazione	
γ_{r3}	1.3	Coefficiente sulle resistenze (R3)	
c_u	150 (kPa)	coesione non drenata	
H_{ed}	465 (kN)	Taglio sollecitante	
L	27 (m)	Lunghezza palo	
γ	20 (kN/mc)	peso terreno per unità di volume	
d	1.2 (m)	diametro palo	
M_y	2000 kNm	Momento plastico del palo	
Valutazione palo corto		$\frac{M_{max}}{c_u d^3} = 4,5 \left(\frac{L}{d}\right)^2 - 10,125$	
$M_{max} =$	587865.6 kNm		
Palo corto?	NO	$\frac{H}{c_u d^2} = 9 \left(\frac{L}{d} - 1,5\right)$	
$H_{palo\ corto}$	40824 kNm		
Valutazione palo lungo			
$H_{palo\ lungo}$	1716.8 (kN)	$\frac{H}{c_u d^2} = -13,5 + \sqrt{182,25 + 36 \frac{M_y}{c_u d^3}}$	
Si determina a partire da H per palo lungo quale sia la L con la formula del palo intermedio Se la L risultante è inferiore a quella effettiva del palo allora il palo è sicuramente da valutare come palo lungo			
$\frac{H}{c_u d^2} = -9 \left(\frac{L}{d} + 1,5\right) + 9 \sqrt{2 \left(\frac{L}{d}\right)^2 + \frac{4}{9} \frac{M_y}{c_u d^3} + 4,5}$			
L^*	4.23 (m)	<	27 m Ok palo lungo
Palo lungo?	SI		
Valutazione palo intermedio		$\frac{H}{c_u d^2} = -9 \left(\frac{L}{d} + 1,5\right) + 9 \sqrt{2 \left(\frac{L}{d}\right)^2 + \frac{4}{9} \frac{M_y}{c_u d^3} + 4,5}$	
$H_{palo\ intermedio}$	15443.4 (kN)		
Palo interm.?	NO		

Hrd	776.84 kN	
Verifica	OK-Verificato FS=	1.671

14.2.4 Verifica strutturale

Nelle tabelle che seguono si riportano le sollecitazioni di verifica.
 Condizioni SLU statiche

Elem	Load	Part	Component	Axial (kN)	Shear-y (kN)	Shear-z (kN)	Torsion (kN*m)	Moment-y (kN*m)	Moment-z (kN*m)
340	SLUenv(max)	I[279]	Axial	-1124.52	-99.32	-2.24	0	-5.5	-254.27
340	SLUenv(max)	I[279]	Moment-y	-3026.88	103.47	3.52	0	13.52	278.41
340	SLUenv(max)	I[279]	Moment-z	-2478.57	105.12	3.41	0	12.92	328.88
340	SLUenv(max)	J[280]	Axial	-1124.52	-99.32	-2.24	0	-3.26	-154.95
340	SLUenv(max)	J[280]	Moment-y	-3027.54	103.45	3.52	0	9.99	174.93
340	SLUenv(max)	J[280]	Moment-z	-2477.04	105.04	3.41	0	9.51	223.81
396	SLUenv(max)	I[276]	Axial	-1122.43	103.97	1.25	0	2.18	287.84
396	SLUenv(max)	I[276]	Moment-y	-1142.68	104.47	1.25	0	2.2	295.12
396	SLUenv(max)	I[276]	Moment-z	-1736.44	105.12	1.09	0	1.31	324.83
396	SLUenv(max)	J[364]	Axial	-1122.43	103.97	1.25	0	0.93	183.87
396	SLUenv(max)	J[364]	Moment-y	-1142.83	104.41	1.25	0	0.95	190.91
396	SLUenv(max)	J[364]	Moment-z	-1736.94	104.8	1.09	0	0.21	219.83
340	SLUenv(min)	I[279]	Axial	-3042.69	102.63	3.51	0	13.43	268.55
340	SLUenv(min)	I[279]	Moment-y	-1159.69	-101.57	-2.28	0	-5.76	-285.71
340	SLUenv(min)	I[279]	Moment-z	-1695.71	-101.87	-2.14	0	-4.98	-314.82
340	SLUenv(min)	J[280]	Axial	-3042.69	102.63	3.51	0	9.93	165.92
340	SLUenv(min)	J[280]	Moment-y	-1159.37	-101.53	-2.28	0	-3.48	-184.43
340	SLUenv(min)	J[280]	Moment-z	-1698.17	-101.81	-2.13	0	-2.84	-212.97
396	SLUenv(min)	I[276]	Axial	-3010.56	-101.63	-2.38	0	-9.62	-270.06
396	SLUenv(min)	I[276]	Moment-y	-2988.7	-102.23	-2.39	0	-9.65	-277.99
396	SLUenv(min)	I[276]	Moment-z	-2397.12	-104.13	-2.25	0	-8.91	-326.13
396	SLUenv(min)	J[364]	Axial	-3010.56	-101.63	-2.38	0	-7.24	-168.43
396	SLUenv(min)	J[364]	Moment-y	-2988.64	-102.18	-2.38	0	-7.26	-175.94
396	SLUenv(min)	J[364]	Moment-z	-2424.42	-103.95	-2.25	0	-6.7	-222.05

Condizioni SLV sismiche

Elem	Load	Part	Axial (kN)	Shear-y (kN)	Shear-z (kN)	Torsion (kN*m)	Moment-y (kN*m)	Moment-z (kN*m)
340	SLV1	I[279]	-92.82	180.23	226.8	0	730.15	537.11
340	SLV2	I[279]	-1181.39	88.43	-218.46	0	-700.67	263.75
340	SLV3	I[279]	-1383.19	-86.15	219.26	0	705.68	-254.05
340	SLV4	I[279]	-138.08	179.36	226.78	0	730.05	534.48
340	SLV5	I[279]	-2471.75	-177.95	-226	0	-725.13	-527.41
340	SLV6	I[279]	-1226.64	87.55	-218.48	0	-700.76	261.12
340	SLV7	I[279]	-1428.44	-87.02	219.24	0	705.59	-256.68
340	SLV8	I[279]	-2517.01	-178.82	-226.02	0	-725.23	-530.05
340	SLV9	I[279]	1031.6	458.87	79.75	0	257.9	1364.46
340	SLV10	I[279]	-3269.61	-429.05	54.63	0	176.35	-1272.75
340	SLV11	I[279]	705.03	431.33	-53.83	0	-171.34	1282.45
340	SLV12	I[279]	986.35	458	79.73	0	257.81	1361.82
340	SLV13	I[279]	-3596.18	-456.59	-78.95	0	-252.89	-1354.76
340	SLV14	I[279]	-3314.86	-429.92	54.61	0	176.26	-1275.38
340	SLV15	I[279]	659.78	430.46	-53.85	0	-171.44	1279.81
340	SLV16	I[279]	-3641.43	-457.46	-78.97	0	-252.98	-1357.39
340	SLV17	I[279]	-421.02	149.12	70.98	0	229.47	444.51
340	SLV18	I[279]	-571.88	146.21	70.91	0	229.16	435.73
340	SLV19	I[279]	-747.59	121.58	-62.59	0	-199.77	362.5
340	SLV20	I[279]	-1711.39	-117.26	63.45	0	205.01	-346.66
340	SLV21	I[279]	-898.44	118.67	-62.67	0	-200.09	353.72
340	SLV22	I[279]	-1862.24	-120.17	63.37	0	204.69	-355.43
340	SLV23	I[279]	-2037.95	-144.8	-70.13	0	-224.24	-428.67
340	SLV24	I[279]	-2188.81	-147.71	-70.2	0	-224.55	-437.44

Condizioni SLE

Elem	Load	Part	Component	Axial (kN)	Shear-y (kN)	Shear-z (kN)	Torsion (kN*m)	Moment-y (kN*m)	Moment-z (kN*m)
340	SLEFenv(max)	I[279]	Axial	-1264.08	-12.64	0.03	0	1.34	-34.67
340	SLEFenv(max)	I[279]	Moment-y	-1427.34	14.48	0.78	0	3.76	42.59
340	SLEFenv(max)	I[279]	Moment-z	-1427.34	14.48	0.78	0	3.76	42.59
396	SLEFenv(max)	I[276]	Axial	-1256.78	13.85	-0.15	0	-1.75	38.1
396	SLEFenv(max)	I[276]	Moment-y	-1256.78	13.85	-0.15	0	-1.75	38.1
396	SLEFenv(max)	I[276]	Moment-z	-1256.78	13.85	-0.15	0	-1.75	38.1
340	SLEFenv(min)	I[279]	Axial	-1801.61	0.69	0.53	0	3.25	-15.68
340	SLEFenv(min)	I[279]	Moment-y	-1264.08	-12.64	0.03	0	1.34	-34.67
340	SLEFenv(min)	I[279]	Moment-z	-1264.08	-12.64	0.03	0	1.34	-34.67
396	SLEFenv(min)	I[276]	Axial	-1777.62	0.85	-0.49	0	-3.14	17.29
396	SLEFenv(min)	I[276]	Moment-y	-1420.04	-13.55	-0.61	0	-3.18	-40.13
396	SLEFenv(min)	I[276]	Moment-z	-1420.04	-13.55	-0.61	0	-3.18	-40.13
340	SLEQPelv(max)	I[279]	Axial	-1336.07	0.88	0.4	0	2.53	3.91
340	SLEQPelv(max)	I[279]	Moment-y	-1355.35	0.95	0.41	0	2.57	4.02
340	SLEQPelv(max)	I[279]	Moment-z	-1355.35	0.95	0.41	0	2.57	4.02
396	SLEQPelv(max)	I[276]	Axial	-1330.22	0.12	-0.37	0	-2.45	-1.04
396	SLEQPelv(max)	I[276]	Moment-y	-1330.22	0.12	-0.37	0	-2.45	-1.04
396	SLEQPelv(max)	I[276]	Moment-z	-1346.6	0.18	-0.38	0	-2.48	-0.99
340	SLEQPelv(min)	I[279]	Axial	-1355.35	0.95	0.41	0	2.57	4.02
340	SLEQPelv(min)	I[279]	Moment-y	-1336.07	0.88	0.4	0	2.53	3.91
340	SLEQPelv(min)	I[279]	Moment-z	-1336.07	0.88	0.4	0	2.53	3.91
396	SLEQPelv(min)	I[276]	Axial	-1346.6	0.18	-0.38	0	-2.48	-0.99
396	SLEQPelv(min)	I[276]	Moment-y	-1346.6	0.18	-0.38	0	-2.48	-0.99
396	SLEQPelv(min)	I[276]	Moment-z	-1330.22	0.12	-0.37	0	-2.45	-1.04
340	SLERenv(max)	I[279]	Axial	-884.1	-66.02	-1.45	0	-3.39	-166.85
340	SLERenv(max)	I[279]	Moment-y	-2793.56	62.83	2.41	0	9.92	162.58
340	SLERenv(max)	I[279]	Moment-z	-1793.83	70.34	2.32	0	8.91	222.18
396	SLERenv(max)	I[276]	Axial	-881.68	69.42	0.8	0	1.21	191.49
396	SLERenv(max)	I[276]	Moment-y	-896.68	69.79	0.8	0	1.22	196.89
396	SLERenv(max)	I[276]	Moment-z	-1334.32	70.27	0.68	0	0.57	218.89
340	SLERenv(min)	I[279]	Axial	-2809.37	61.99	2.39	0	9.84	152.72
340	SLERenv(min)	I[279]	Moment-y	-910.15	-67.68	-1.48	0	-3.59	-190.14
340	SLERenv(min)	I[279]	Moment-z	-1307.2	-67.91	-1.37	0	-3.01	-211.7
396	SLERenv(min)	I[276]	Axial	-2187.41	-67.66	-1.64	0	-6.73	-178.3
396	SLERenv(min)	I[276]	Moment-y	-2171.22	-68.11	-1.64	0	-6.75	-184.18
396	SLERenv(min)	I[276]	Moment-z	-1735.19	-69.5	-1.54	0	-6.21	-219.83

Si riportano le verifiche strutturali sui pali più cementati. Che vengono armati con 26 $\phi 26$ in sommità. E con staffe $\phi 12/200$ per il taglio.

14.2.4.1 Verifiche in condizioni statiche

DATI GENERALI SEZIONE IN C.A.

Descrizione Sezione:
 Metodo di calcolo resistenza: Stati Limite Ultimi
 Tipologia sezione: Sezione generica
 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
 Posizione sezione nell'asta: In zona critica

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CONGLOMERATO - Classe: C28/35
 Resis. compr. di calcolo fcd : 158.60 daN/cm²

Resis. compr. ridotta fcd':	79.30 daN/cm ²
Def.unit. max resistenza ec2 :	0.0020
Def.unit. ultima ecu :	0.0035
Diagramma tensione-deformaz. :	Parabola-Rettangolo
Modulo Elastico Normale Ec :	323080 daN/cm ²
Coeff. di Poisson :	0.20
Resis. media a trazione fctm:	27.60 daN/cm ²
Coeff. Omogen. S.L.E. :	15.0
Combinazioni Rare in Esercizio (Tens.Limite):	
Sc Limite :	168.00 daN/cm ²
Apert.Fess.Limite :	Non prevista
Combinazioni Frequenti in Esercizio (Tens.Limite):	
Sc Limite :	168.00 daN/cm ²
Apert.Fess.Limite :	0.300 mm
Combinazioni Quasi Permanenti in Esercizio (Tens.Limite):	
Sc Limite :	126.00 daN/cm ²
Apert.Fess.Limite :	0.200 mm

ACCIAIO	-	Tipo: B450C
Resist. caratt. snervam. fyk:	4500.0 daN/cm ²	
Resist. caratt. rottura ftk:	4500.0 daN/cm ²	
Resist. snerv. di calcolo fyd:	3913.0 daN/cm ²	
Resist. ultima di calcolo ftd:	3913.0 daN/cm ²	
Deform. ultima di calcolo Epu:	0.068	
Modulo Elastico Ef :	2000000 daN/cm ²	
Diagramma tensione-deformaz. :	Bilineare finito	
Coeff. Aderenza ist. β1*β2 :	1.00 daN/cm ²	
Coeff. Aderenza diff. β1*β2 :	0.50 daN/cm ²	
Comb.Rare Sf Limite :	3600.0 daN/cm ²	

CARATTERISTICHE DOMINI CONGLOMERATO

DOMINIO N° 1

Forma del Dominio: Circolare
 Classe Conglomerato: C28/35

Raggio circonferenza: 60.00 cm
 Ascissa X centro circ.: 0.00 cm
 Ordinata Y centro circ.: 0.00 cm

DATI GENERAZIONI CIRCOLARI DI BARRE

N.Gen. Numero assegnato alla singola generazione circolare di barre
 Xcentro Ascissa del centro della circonfer. lungo cui sono disposte le barre gen.
 Ycentro Ordinata del centro della circonfer. lungo cui sono disposte le barre gen.
 Raggio Raggio in cm della circonferenza lungo cui sono disposte le barre gen.
 N.Barre Numero di barre generate equidist. disposte lungo la circonfer.
 Diam. Diametro in mm della singola barra generata

N.Gen.	Xcentro,cm	Ycentro,cm	Raggio,cm	N.Barre	Diam.Ø,mm
1	0.00	0.00	53.00	26	26

ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale in daN applicato nel Baric. (+ se di compressione)
 Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.
 My Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.
 Vy Componente del Taglio [daN] parall. all'asse princ.d'inerzia y
 Vx Componente del Taglio [daN] parall. all'asse princ.d'inerzia x

N.Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	112452	-550	-25427	-9932	-224
2	302688	1352	27841	10347	352
3	247857	1292	32888	10512	341
4	112452	-326	-15495	-9932	-224
5	302754	999	17493	10345	352

6	247704	951	22381	10504	341
7	112243	218	28784	10397	125
8	114268	220	29512	10447	125
9	173644	131	32483	10512	109
10	112243	93	18387	10397	125
11	114283	95	19091	10441	125
12	173694	21	21983	10480	109
13	304269	1343	26855	10263	351
14	115969	-576	-28571	-10157	-228
15	169571	-498	-31482	-10187	-214
16	304269	993	16592	10263	351
17	115937	-348	-18443	-10153	-228
18	169817	-284	-21297	-10181	-213
19	301056	-962	-27006	-10163	-238
20	298870	-965	-27799	-10223	-239
21	239712	-891	-32613	-10413	-225
22	301056	-724	-16843	-10163	-238
23	298864	-726	-17594	-10218	-238
24	242442	-670	-22205	-10395	-225

COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale in daN applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
 Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x princ. d'inerzia
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sez.
 My Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y princ. d'inerzia
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.

N.Comb.	N	Mx	My
1	88410	-339	-16685
2	279356	992	16258
3	179383	891	22218
4	88168	121	19149
5	89668	122	19689
6	133432	57	21889
7	280937	984	15272
8	91015	-359	-19014
9	130720	-301	-21170
10	218741	-673	-17830
11	217122	-675	-18418
12	173519	-621	-21983

COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale in daN applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
 Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x princ. d'inerzia
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sez.
 My Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y princ. d'inerzia
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.

N.Comb.	N	Mx	My
1	126408	134	-3467
2	142734	376	4259
3	142734	376	4259
4	125678	-175	3810
5	125678	-175	3810
6	125678	-175	3810
7	180161	325	-1568
8	126408	134	-3467
9	126408	134	-3467
10	177762	-314	1729
11	142004	-318	-4013
12	142004	-318	-4013

COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale in daN applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
 Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x princ. d'inerzia

My con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sez.
Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y princ. d'inerzia
con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.

N.Comb.	N	Mx	My
1	133607	253	391
2	135535	257	402
3	135535	257	402
4	133022	-245	-104
5	133022	-245	-104
6	134660	-248	-99
7	135535	257	402
8	133607	253	391
9	133607	253	391
10	134660	-248	-99
11	134660	-248	-99
12	133022	-245	-104

RISULTATI DEL CALCOLO

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 5.7 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali: 10.2 cm
Copriferro netto minimo staffe: 4.9 cm

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N Sforzo normale assegnato [in daN] (positivo se di compressione)
Mx Momento flettente assegnato [in daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Momento flettente assegnato [in daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
N ult Sforzo normale ultimo [in daN] nella sezione (positivo se di compress.)
Mx ult Momento flettente ultimo [in daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My ult Momento flettente ultimo [in daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult, Mx ult, My ult) e (N, Mx, My)
Verifica positiva se tale rapporto risulta ≥ 1.000

N.Comb.	Ver	N	Mx	My	N ult	Mx ult	My ult	Mis.Sic.
1	S	112452	-550	-25427	112456	-6402	-282073	11.094
2	S	302688	1352	27841	302698	15952	330078	11.856
3	S	247857	1292	32888	247845	12874	318251	9.677
4	S	112452	-326	-15495	112443	-6227	-282071	18.204
5	S	302754	999	17493	302753	18751	330011	18.865
6	S	247704	951	22381	247701	13870	318138	14.215
7	S	112243	218	28784	112236	2242	282039	9.798
8	S	114268	220	29512	114274	2206	282631	9.577
9	S	173644	131	32483	173644	1188	299620	9.224
10	S	112243	93	18387	112228	1497	282039	15.339
11	S	114283	95	19091	114267	1473	282631	14.804
12	S	173694	21	21983	173693	282	299634	13.630
13	S	304269	1343	26855	304297	16424	330403	12.303
14	S	115969	-576	-28571	115970	-5965	-283098	9.909
15	S	169571	-498	-31482	169545	-4662	-298452	9.480
16	S	304269	993	16592	304263	19645	330301	19.907
17	S	115937	-348	-18443	115941	-5583	-283094	15.350
18	S	169817	-284	-21297	169834	-3930	-298538	14.018
19	S	301056	-962	-27006	301045	-11709	-329824	12.213
20	S	298870	-965	-27799	298860	-11412	-329367	11.848
21	S	239712	-891	-32613	239708	-8935	-316554	9.707
22	S	301056	-724	-16843	301031	-14125	-329770	19.579
23	S	298864	-726	-17594	298883	-13563	-329329	18.718
24	S	242442	-670	-22205	242452	-9895	-317156	14.284

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
ec 3/7 Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace
Xc max Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,0 sez.)
Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,0 sez.)

ef min Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
 Xf min Ascissa in cm della barra corrisp. a ef min (sistema rif. X,Y,O sez.)
 Yf min Ordinata in cm della barra corrisp. a ef min (sistema rif. X,Y,O sez.)
 ef max Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
 Xf max Ascissa in cm della barra corrisp. a ef max (sistema rif. X,Y,O sez.)
 Yf max Ordinata in cm della barra corrisp. a ef max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N.Comb.	ec max	ec 3/7	Xc max	Yc max	ef min	Xf min	Yf min	ef max	Xf max	Yf max
1	0.00350	-0.00194	-60.0	32.6	0.00273	-52.6	-6.4	-0.00842	52.6	6.4
2	0.00350	-0.00076	59.9	32.3	0.00291	52.6	6.4	-0.00585	-52.6	-6.4
3	0.00350	-0.00104	60.0	32.3	0.00287	52.6	6.4	-0.00646	-52.6	-6.4
4	0.00350	-0.00194	-60.0	-55.2	0.00273	-52.6	-6.4	-0.00842	52.6	6.4
5	0.00350	-0.00076	59.9	-55.2	0.00291	52.6	6.4	-0.00585	-52.6	-6.4
6	0.00350	-0.00104	59.9	-55.7	0.00287	52.6	6.4	-0.00646	-52.6	-6.4
7	0.00350	-0.00194	60.0	32.3	0.00272	52.6	6.4	-0.00842	-52.6	-6.4
8	0.00350	-0.00193	60.0	32.6	0.00273	52.6	6.4	-0.00838	-52.6	-6.4
9	0.00350	-0.00150	60.0	32.6	0.00278	52.6	6.4	-0.00745	-52.6	-6.4
10	0.00350	-0.00194	60.0	-55.7	0.00272	52.6	6.4	-0.00842	-52.6	-6.4
11	0.00350	-0.00193	60.0	-55.7	0.00272	52.6	6.4	-0.00838	-52.6	-6.4
12	0.00350	-0.00150	60.0	-55.2	0.00278	52.6	6.4	-0.00745	-52.6	-6.4
13	0.00350	-0.00075	59.9	3.0	0.00291	52.6	6.4	-0.00583	-52.6	-6.4
14	0.00350	-0.00191	-60.0	-1.2	0.00274	-52.6	-6.4	-0.00836	52.6	6.4
15	0.00350	-0.00153	-60.0	-0.9	0.00279	-52.6	-6.4	-0.00752	52.6	6.4
16	0.00350	-0.00075	59.9	3.6	0.00291	52.6	6.4	-0.00583	-52.6	-6.4
17	0.00350	-0.00191	-60.0	-1.1	0.00273	-52.6	-6.4	-0.00836	52.6	6.4
18	0.00350	-0.00153	-60.0	-0.8	0.00279	-52.6	-6.4	-0.00751	52.6	6.4
19	0.00350	-0.00077	-60.0	-2.1	0.00290	-52.6	-6.4	-0.00586	52.6	6.4
20	0.00350	-0.00078	-60.0	-2.1	0.00290	-52.6	-6.4	-0.00589	52.6	6.4
21	0.00350	-0.00108	-60.0	-1.6	0.00286	-52.6	-6.4	-0.00654	52.6	6.4
22	0.00350	-0.00077	-59.9	-2.6	0.00291	-52.6	-6.4	-0.00587	52.6	6.4
23	0.00350	-0.00078	-59.9	-2.5	0.00290	-52.6	-6.4	-0.00589	52.6	6.4
24	0.00350	-0.00107	-60.0	-1.8	0.00286	-52.6	-6.4	-0.00651	52.6	6.4

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a Coeff. a nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
 b Coeff. b nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
 c Coeff. c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
 x/d Rapp. di duttilità a rottura in presenza di sola fless. (travi)
 C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N.Comb.	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	-0.000105711	-0.000002287	-0.002844160		
2	0.000082735	0.000004018	-0.001469954		
3	0.000088172	0.000003464	-0.001794427		
4	-0.000105715	-0.000002224	-0.002844293		
5	0.000082687	0.000004722	-0.001469310		
6	0.000088181	0.000003747	-0.001795629		
7	0.000105771	0.000000801	-0.002846436		
8	0.000105487	0.000000786	-0.002829408		
9	0.000097207	0.000000392	-0.002332474		
10	0.000105774	0.000000535	-0.002846538		
11	0.000105490	0.000000525	-0.002829498		
12	0.000097202	0.000000093	-0.002332105		
13	0.000082576	0.000004130	-0.001460728		
14	-0.000105225	-0.000002121	-0.002814797		
15	-0.000097734	-0.000001546	-0.002364775		
16	0.000082528	0.000004939	-0.001460530		
17	-0.000105233	-0.000001986	-0.002815091		
18	-0.000097701	-0.000001303	-0.002362559		
19	-0.000082944	-0.000002955	-0.001479809		
20	-0.000083155	-0.000002887	-0.001492297		
21	-0.000089030	-0.000002432	-0.001843803		
22	-0.000082918	-0.000003564	-0.001479680		
23	-0.000083129	-0.000003430	-0.001491982		
24	-0.000088745	-0.000002678	-0.001827124		

ARMATURE A TAGLIO

Diametro staffe: 8 mm
 Passo staffe: 24.9 cm [Passo massimo di normativa = 25.0 cm]
 N.Bracci staffe: 2

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - VERIFICHE A TAGLIO

Ver S = comb. verificata a taglio / N = comb. non verificata
 Vsdu Taglio agente [daN] = proiez. di Vx e Vy sulla normale all'asse neutro
 Vcd Taglio resistente ultimo [daN] lato conglomerato compresso
 Vwd Taglio resistente [daN] assorbito dalle staffe
 Dmed Altezza utile media pesata [cm] valutata lungo strisce ortog. all'asse neutro.
 Vengono prese nella media le strisce con almeno un estremo compresso.
 I pesi della media sono costituiti dalle stesse lunghezze delle strisce.
 bw Larghezza media resistente a taglio [cm] misurate parallel. all'asse neutro.
 E' data dal rapporto tra l'area delle sopradette strisce resistenti e Dmed.
 Teta Angolo [gradi sessadec.] di inclinazione dei puntoni di conglomerato
 Acw Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione
 Ast Area staffe+legature strettam. necessarie a taglio per metro di pil.[cm²/m]
 A_Eff Area staffe+legature efficaci nella direzione del taglio di combinaz.[cm²/m]
 (Tra parentesi è indicata la quota dell'area relativa alle sole legature.
 L'area della legatura è ridotta col fattore l/d_max con l=lungh.legat.proietta-
 ta sulla direz. del taglio e d_max= massima altezza utile nella direz.del taglio)

N.Comb.	Ver	Vsdu	Vcd	Vwd	Dmed	bw	Teta	Acw	Ast	A_Eff
1	S	439	273815	35646	100.3	104.4	21.80°	1.063	0.0	4.0(0.0)
2	S	853	308503	35138	98.9	108.5	21.80°	1.169	0.1	4.0(0.0)
3	S	753	298313	35300	99.3	107.2	21.80°	1.138	0.1	4.0(0.0)
4	S	433	273815	35646	100.3	104.4	21.80°	1.063	0.0	4.0(0.0)
5	S	941	308513	35138	98.9	108.5	21.80°	1.169	0.1	4.0(0.0)
6	S	787	298291	35300	99.3	107.2	21.80°	1.138	0.1	4.0(0.0)
7	S	204	273785	35646	100.3	104.4	21.80°	1.063	0.0	4.0(0.0)
8	S	203	274076	35646	100.3	104.4	21.80°	1.064	0.0	4.0(0.0)
9	S	151	285156	35470	99.8	105.9	21.80°	1.097	0.0	4.0(0.0)
10	S	178	273785	35646	100.3	104.4	21.80°	1.063	0.0	4.0(0.0)
11	S	177	274078	35646	100.3	104.4	21.80°	1.064	0.0	4.0(0.0)
12	S	119	285163	35470	99.8	105.9	21.80°	1.097	0.0	4.0(0.0)
13	S	863	308736	35138	98.9	108.5	21.80°	1.170	0.1	4.0(0.0)
14	S	433	274320	35646	100.3	104.4	21.80°	1.065	0.0	4.0(0.0)
15	S	375	284566	35470	99.8	105.9	21.80°	1.095	0.0	4.0(0.0)
16	S	963	308736	35138	98.9	108.5	21.80°	1.170	0.1	4.0(0.0)
17	S	420	274315	35646	100.3	104.4	21.80°	1.065	0.0	4.0(0.0)
18	S	349	284601	35470	99.8	105.9	21.80°	1.095	0.0	4.0(0.0)
19	S	600	308263	35138	98.9	108.5	21.80°	1.168	0.1	4.0(0.0)
20	S	594	307941	35138	98.9	108.5	21.80°	1.167	0.1	4.0(0.0)
21	S	509	297123	35300	99.3	107.2	21.80°	1.134	0.1	4.0(0.0)
22	S	674	308263	35138	98.9	108.5	21.80°	1.168	0.1	4.0(0.0)
23	S	659	307941	35138	98.9	108.5	21.80°	1.167	0.1	4.0(0.0)
24	S	538	297522	35300	99.3	107.2	21.80°	1.135	0.1	4.0(0.0)

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
 Sc max Massima tensione positiva di compressione nel conglomerato [daN/cm²]
 Xc max Ascissa in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,0)
 Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,0)
 Sf min Minima tensione negativa di trazione nell'acciaio [daN/cm²]
 Xf min Ascissa in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,0)
 Yf min Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,0)
 Ac eff. Area di conglomerato [cm²] in zona tesa considerata aderente alle barre
 D fess. Distanza calcolata tra le fessure espressa in mm
 K3 Coeff. di normativa dipendente dalla forma del diagramma delle tensioni
 Ap.fess. Apertura calcolata delle fessure espressa in mm

N.Comb.	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xf min	Yf min	Ac eff.	D fess.	K3	Ap.Fess.
1	S	14.3	-60.0	75.0	-2	52.6	6.4	0	0		0.000
2	S	28.3	59.9	75.0	214	-52.6	-6.4	138	0	0.125	0.000
3	S	23.6	60.0	75.0	66	-52.6	-6.4	304	0	0.135	0.000

4	S	15.5	60.0	65.0	-21	-52.6	-6.4	324	179	0.125	0.001
5	S	15.9	60.0	65.0	-23	-52.6	-6.4	332	180	0.125	0.001
6	S	20.0	60.0	65.0	18	-52.6	-6.4	0	0	0.125	0.000
7	S	28.0	59.9	-49.9	222	-52.6	-6.4	0	0		0.000
8	S	15.6	-60.0	-49.9	-16	52.6	6.4	0	0	0.125	0.000
9	S	19.5	-60.0	-49.9	19	52.6	6.4	0	0		0.000
10	S	24.5	-60.0	-49.9	137	52.6	6.4	0	0		0.000
11	S	24.7	-60.0	-49.9	132	52.6	6.4	0	0		0.000
12	S	23.1	-60.0	-49.9	62	52.6	6.4	0	0		0.000

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

N.Comb.	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xf min	Yf min	Ac eff.	D fess.	K3	Ap.Fess.
1	S	11.0	-60.0	75.0	121	52.6	-6.4	0	0		0.000
2	S	12.6	59.8	75.0	134	-52.6	-6.4	0	0		0.000
3	S	12.6	59.8	65.0	134	-52.6	-6.4	0	0		0.000
4	S	11.1	59.9	-49.9	118	-52.6	6.4	0	0		0.000
5	S	11.1	59.9	65.0	118	-52.6	6.4	0	0		0.000
6	S	11.1	59.9	65.0	118	-52.6	6.4	0	0		0.000
7	S	14.2	-58.8	65.0	192	52.6	-6.4	0	0		0.000
8	S	11.0	-60.0	-49.9	121	52.6	-6.4	0	0		0.000
9	S	11.0	-60.0	-49.9	121	52.6	-6.4	0	0		0.000
10	S	14.1	59.0	65.0	189	-52.6	6.4	0	0		0.000
11	S	12.5	-59.8	-49.9	135	52.6	6.4	0	0		0.000
12	S	12.5	-59.8	-49.9	135	52.6	6.4	0	0		0.000

?

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

N.Comb.	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xf min	Yf min	Ac eff.	D fess.	K3	Ap.Fess.
1	S	10.2	50.4	49.9	147	-43.6	-30.1	0	0		0.000
2	S	10.3	50.6	49.9	149	-43.6	-30.1	0	0		0.000
3	S	10.3	50.6	49.9	149	-43.6	-30.1	0	0		0.000
4	S	10.1	-23.4	-49.9	148	24.6	46.9	0	0		0.000
5	S	10.1	-23.4	-49.9	148	24.6	46.9	0	0		0.000
6	S	10.2	-22.2	-49.9	149	24.6	46.9	0	0		0.000
7	S	10.3	50.6	49.9	149	-43.6	-30.1	0	0		0.000
8	S	10.2	50.4	49.9	147	-43.6	-30.1	0	0		0.000
9	S	10.2	50.4	49.9	147	-43.6	-30.1	0	0		0.000
10	S	10.2	-22.2	-49.9	149	24.6	46.9	0	0		0.000
11	S	10.2	-22.2	-49.9	149	24.6	46.9	0	0		0.000
12	S	10.1	-23.4	-49.9	148	24.6	46.9	0	0		0.000

14.2.4.2 Verifica in condizioni sismiche

DATI GENERALI SEZIONE IN C.A.

NOME SEZIONE: palo pila slv

Descrizione Sezione:
 Metodo di calcolo resistenza: Stati Limite Ultimi
 Tipologia sezione: Sezione generica
 Normativa di riferimento: N.T.C.
 Percorso sollecitazione: A Sforzo Norm. costante
 Riferimento Sforzi assegnati: Assi x,y principali d'inerzia
 Riferimento alla sismicità: Zona non sismica
 Posizione sezione nell'asta: In zona critica

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CONGLOMERATO - Classe: C28/35
 Resis. compr. di calcolo fcd : 158.60 daN/cm²
 Resis. compr. ridotta fcd': 79.30 daN/cm²

Def.unit. max resistenza ec2 : 0.0020
 Def.unit. ultima ecu : 0.0035
 Diagramma tensione-deformaz. : Parabola-Rettangolo
 Modulo Elastico Normale Ec : 323080 daN/cm²
 Coeff. di Poisson : 0.20
 Resis. media a trazione fctm: 27.60 daN/cm²

ACCIAIO - Tipo: B450C
 Resist. caratt. snervam. fyk: 4500.0 daN/cm²
 Resist. caratt. rottura ftk: 4500.0 daN/cm²
 Resist. snerv. di calcolo fyd: 3913.0 daN/cm²
 Resist. ultima di calcolo ftd: 3913.0 daN/cm²
 Deform. ultima di calcolo Epu: 0.068
 Modulo Elastico Ef : 2000000 daN/cm²
 Diagramma tensione-deformaz. : Bilineare finito

CARATTERISTICHE DOMINI CONGLOMERATO

DOMINIO N° 1

Forma del Dominio: Circolare
 Classe Conglomerato: C28/35

Raggio circonferenza: 60.00 cm
 Ascissa X centro circ.: 0.00 cm
 Ordinata Y centro circ.: 0.00 cm

DATI GENERAZIONI CIRCOLARI DI BARRE

N.Gen. Numero assegnato alla singola generazione circolare di barre
 Xcentro Ascissa del centro della circonf. lungo cui sono disposte le barre gen.
 Ycentro Ordinata del centro della circonf. lungo cui sono disposte le barre gen.
 Raggio Raggio in cm della circonferenza lungo cui sono disposte le barre gen.
 N.Barre Numero di barre generate equidist. disposte lungo la circonf.
 Diam. Diametro in mm della singola barra generata

N.Gen.	Xcentro, cm	Ycentro, cm	Raggio, cm	N.Barre	Diam.Ø, mm
1	0.00	0.00	53.00	26	26

ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale in daN applicato nel Baric. (+ se di compressione)
 Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.
 My Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.
 Vy Componente del Taglio [daN] parall. all'asse princ.d'inerzia y
 Vx Componente del Taglio [daN] parall. all'asse princ.d'inerzia x

N.Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	9282	73015	53711	18023	22680
2	118139	-70067	26375	8843	-21846
3	138319	70568	-25405	-8615	21926
4	13808	73005	53448	17936	22678
5	247175	-72513	-52741	-17795	-22600
6	122664	-70076	26112	8755	-21848
7	142844	70559	-25668	-8702	21924
8	251701	-72523	-53005	-17882	-22602
9	-103160	25790	136446	45887	7975
10	326961	17635	-127275	-42905	5463
11	-70503	-17134	128245	43133	-5383
12	-98635	25781	136182	45800	7973
13	359618	-25289	-135476	-45659	-7895
14	331486	17626	-127538	-42992	5461
15	-65978	-17144	127981	43046	-5385
16	364143	-25298	-135739	-45746	-7897
17	42102	22947	44451	14912	7098
18	57188	22916	43573	14621	7091
19	74759	-19977	36250	12158	-6259

20	171139	20501	-34666	-11726	6345
21	89844	-20009	35372	11867	-6267
22	186224	20469	-35543	-12017	6337
23	203795	-22424	-42867	-14480	-7013
24	218881	-22455	-43744	-14771	-7020

RISULTATI DEL CALCOLO

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 5.7 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali: 10.2 cm
Copriferro netto minimo staffe: 4.9 cm

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N Sforzo normale assegnato [in daN] (positivo se di compressione)
Mx Momento flettente assegnato [in daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Momento flettente assegnato [in daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
N ult Sforzo normale ultimo [in daN] nella sezione (positivo se di compress.)
Mx ult Momento flettente ultimo [in daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My ult Momento flettente ultimo [in daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult, Mx ult, My ult) e (N, Mx, My)
Verifica positiva se tale rapporto risulta ≥ 1.000

N.Comb.	Ver	N	Mx	My	N ult	Mx ult	My ult	Mis.Sic.
1	S	9282	73015	53711	9296	201243	147459	2.752
2	S	118139	-70067	26375	118120	-265571	99936	3.790
3	S	138319	70568	-25405	138319	272532	-98010	3.862
4	S	13808	73005	53448	13804	202844	147917	2.775
5	S	247175	-72513	-52741	247176	-257285	-187497	3.551
6	S	122664	-70076	26112	122636	-267144	99478	3.812
7	S	142844	70559	-25668	142862	273414	-99401	3.875
8	S	251701	-72523	-53005	251725	-257669	-188685	3.555
9	S	-103160	25790	136446	-103161	38713	204824	1.501
10	S	326961	17635	-127275	326960	46516	-332648	2.614
11	S	-70503	-17134	128245	-70496	-29090	218930	1.707
12	S	-98635	25781	136182	-98612	38965	206583	1.517
13	S	359618	-25289	-135476	359618	-63358	-336114	2.482
14	S	331486	17626	-127538	331463	46490	-333510	2.615
15	S	-65978	-17144	127981	-65971	-29371	220651	1.724
16	S	364143	-25298	-135739	364167	-63325	-336940	2.483
17	S	42102	22947	44451	42109	119761	231601	5.212
18	S	57188	22916	43573	57183	123694	235134	5.397
19	S	74759	-19977	36250	74771	-131275	237074	6.547
20	S	171139	20501	-34666	171153	151728	-257560	7.422
21	S	89844	-20009	35372	89829	-136249	239473	6.780
22	S	186224	20469	-35543	186226	150708	-262952	7.389
23	S	203795	-22424	-42867	203807	-142760	-272816	6.365
24	S	218881	-22455	-43744	218871	-142599	-277317	6.342

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
ec 3/7 Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace
Xc max Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,0 sez.)
Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,0 sez.)
ef min Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Xf min Ascissa in cm della barra corrisp. a ef min (sistema rif. X,Y,0 sez.)
Yf min Ordinata in cm della barra corrisp. a ef min (sistema rif. X,Y,0 sez.)
ef max Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
Xf max Ascissa in cm della barra corrisp. a ef max (sistema rif. X,Y,0 sez.)
Yf max Ordinata in cm della barra corrisp. a ef max (sistema rif. X,Y,0 sez.)

N.Comb.	ec max	ec 3/7	Xc max	Yc max	ef min	Xf min	Yf min	ef max	Xf max	Yf max
1	0.00350	-0.00292	35.6	48.3	0.00260	35.1	39.7	-0.01057	-35.1	-39.7
2	0.00350	-0.00190	21.1	-56.2	0.00273	12.7	-51.5	-0.00832	-12.7	51.5
3	0.00350	-0.00175	-20.3	56.5	0.00276	-12.7	51.5	-0.00800	12.7	-51.5
4	0.00350	-0.00286	35.4	48.4	0.00261	35.1	39.7	-0.01045	-35.1	-39.7

5	0.00350	-0.00104	-35.3	-48.5	0.00286	-35.1	-39.7	-0.00646	35.1	39.7
6	0.00350	-0.00186	21.0	-56.2	0.00273	12.7	-51.5	-0.00825	-12.7	51.5
7	0.00350	-0.00171	-20.5	56.4	0.00276	-12.7	51.5	-0.00793	12.7	-51.5
8	0.00350	-0.00102	-35.4	-48.4	0.00286	-35.1	-39.7	-0.00641	35.1	39.7
9	0.00350	-0.00448	59.0	11.1	0.00240	52.6	6.4	-0.01402	-52.6	-6.4
10	0.00350	-0.00064	-59.4	8.2	0.00294	-52.6	6.4	-0.00560	52.6	-6.4
11	0.00350	-0.00396	59.5	-7.9	0.00248	52.6	-6.4	-0.01289	-52.6	6.4
12	0.00350	-0.00440	59.0	11.2	0.00241	52.6	6.4	-0.01384	-52.6	-6.4
13	0.00350	-0.00050	-59.0	-11.0	0.00295	-52.6	-6.4	-0.00527	52.6	6.4
14	0.00350	-0.00062	-59.4	8.2	0.00294	-52.6	6.4	-0.00556	52.6	-6.4
15	0.00350	-0.00389	59.5	-8.0	0.00249	52.6	-6.4	-0.01273	-52.6	6.4
16	0.00350	-0.00048	-59.0	-11.0	0.00295	-52.6	-6.4	-0.00524	52.6	6.4
17	0.00350	-0.00255	53.3	27.5	0.00264	49.6	18.8	-0.00975	-49.6	-18.8
18	0.00350	-0.00239	53.1	27.9	0.00265	43.6	30.1	-0.00940	-43.6	-30.1
19	0.00350	-0.00224	52.5	-29.0	0.00269	43.6	-30.1	-0.00909	-43.6	30.1
20	0.00350	-0.00151	-51.6	30.5	0.00281	-43.6	30.1	-0.00749	43.6	-30.1
21	0.00350	-0.00212	52.2	-29.5	0.00271	43.6	-30.1	-0.00883	-43.6	30.1
22	0.00350	-0.00140	-52.0	29.9	0.00282	-43.6	30.1	-0.00726	43.6	-30.1
23	0.00350	-0.00130	-53.2	-27.8	0.00281	-49.6	-18.8	-0.00700	49.6	18.8
24	0.00350	-0.00120	-53.4	-27.4	0.00283	-49.6	-18.8	-0.00680	49.6	18.8

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a Coeff. a nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
 b Coeff. b nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
 c Coeff. c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
 x/d Rapp. di duttilità a rottura in presenza di sola fless. (travi)
 C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N.Comb.	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000073933	0.000100505	-0.003986172		
2	0.000036974	-0.000098224	-0.002797134		
3	-0.000034567	0.000096018	-0.002623039		
4	0.000073088	0.000099831	-0.003923546		
5	-0.000051939	-0.000071410	-0.001798062		
6	0.000036423	-0.000097748	-0.002758841		
7	-0.000034660	0.000095276	-0.002583091		
8	-0.000051832	-0.000070919	-0.001770467		
9	0.000152545	0.000028833	-0.005814782		
10	-0.000079774	0.000011053	-0.001332187		
11	0.000143800	-0.000019212	-0.005204635		
12	0.000150920	0.000028571	-0.005716009		
13	-0.000076407	-0.000014263	-0.001163598		
14	-0.000079420	0.000010976	-0.001310509		
15	0.000142379	-0.000019073	-0.005119074		
16	-0.000076075	-0.000014178	-0.001143118		
17	0.000104481	0.000053936	-0.003554876		
18	0.000101414	0.000053336	-0.003375027		
19	0.000097794	-0.000053894	-0.003199685		
20	-0.000083810	0.000049564	-0.002342113		
21	0.000095143	-0.000053820	-0.003058611		
22	-0.000082637	0.000047590	-0.002221628		
23	-0.000082644	-0.000043232	-0.002096131		
24	-0.000081294	-0.000041730	-0.001982748		

ARMATURE A TAGLIO

Diametro staffe: 8 mm
 Passo staffe: 24.9 cm [Passo massimo di normativa = 25.0 cm]
 N.Bracci staffe: 2

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - VERIFICHE A TAGLIO

Ver S = comb. verificata a taglio / N = comb. non verificata
 Vscu Taglio agente [daN] = proiezione di V_x e V_y sulla normale all'asse neutro
 Vcd Taglio resistente ultimo [daN] lato conglomerato compresso
 Vwd Taglio resistente [daN] assorbito dalle staffe
 Dmed Altezza utile media pesata [cm] valutata lungo strisce ortog. all'asse neutro.

Vengono prese nella media le strisce con almeno un estremo compresso.
I pesi della media sono costituiti dalle stesse lunghezze delle strisce.
bw Larghezza media resistente a taglio [cm] misurate parallel. all'asse neutro.
E' data dal rapporto tra l'area delle sopradette strisce resistenti e Dmed.
Teta Angolo [gradi sessadec.] di inclinazione dei puntoni di conglomerato
Acw Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione
Ast Area staffe+legature strettam. necessarie a taglio per metro di pil.[cm²/m]
A_Eff Area staffe+legature efficaci nella direzione del taglio di combinaz.[cm²/m]
(Tra parentesi è indicata la quota dell'area relativa alle sole legature.
L'area della legatura è ridotta col fattore L/d_max con L=lungh.legat.proietta-
ta sulla direz. del taglio e d_max= massima altezza utile nella direz.del taglio)

N.Comb.	Ver	Vsdu	Vcd	Vwd	Dmed	bw	Teta	Acw	Ast	A_Eff
1	S	27957	250861	36187	101.8	99.6	21.80°	1.005	3.1	4.0(0.0)
2	S	15972	274632	35646	100.3	104.4	21.80°	1.066	1.8	4.0(0.0)
3	S	15533	277530	35646	100.3	104.4	21.80°	1.077	1.8	4.0(0.0)
4	S	27869	251490	36187	101.8	99.6	21.80°	1.008	3.1	4.0(0.0)
5	S	27684	298214	35300	99.3	107.2	21.80°	1.138	3.2	4.0(0.0)
6	S	15833	275282	35646	100.3	104.4	21.80°	1.068	1.8	4.0(0.0)
7	S	15673	278180	35646	100.3	104.4	21.80°	1.080	1.8	4.0(0.0)
8	S	27774	301000	35138	98.9	108.5	21.80°	1.140	3.2	4.0(0.0)
9	S	16359	236645	36906	103.8	92.6	21.80°	1.000	1.8	4.0(0.0)
10	S	11300	313941	34989	98.4	109.6	21.80°	1.182	1.3	4.0(0.0)
11	S	11048	240077	36729	103.3	94.4	21.80°	1.000	1.2	4.0(0.0)
12	S	16353	236645	36906	103.8	92.6	21.80°	1.000	1.8	4.0(0.0)
13	S	16139	318775	34989	98.4	109.6	21.80°	1.200	1.9	4.0(0.0)
14	S	11295	314610	34989	98.4	109.6	21.80°	1.185	1.3	4.0(0.0)
15	S	11053	240077	36729	103.3	94.4	21.80°	1.000	1.2	4.0(0.0)
16	S	16145	319445	34989	98.4	109.6	21.80°	1.203	1.9	4.0(0.0)
17	S	13148	258362	36006	101.3	101.3	21.80°	1.023	1.5	4.0(0.0)
18	S	13082	260485	36006	101.3	101.3	21.80°	1.032	1.5	4.0(0.0)
19	S	11350	265773	35825	100.8	102.9	21.80°	1.042	1.3	4.0(0.0)
20	S	11430	284793	35470	99.8	105.9	21.80°	1.095	1.3	4.0(0.0)
21	S	11298	267918	35825	100.8	102.9	21.80°	1.050	1.3	4.0(0.0)
22	S	11489	286979	35470	99.8	105.9	21.80°	1.104	1.3	4.0(0.0)
23	S	12926	291875	35300	99.3	107.2	21.80°	1.114	1.5	4.0(0.0)
24	S	12991	294079	35300	99.3	107.2	21.80°	1.122	1.5	4.0(0.0)

14.2.4.3 Verifica a taglio

Si fa riferimento alla equivalente sezione rettangolare e si riporta il calcolo di verifica nella tabella che segue.

VERIFICA A TAGLIO SEZIONE RETTANGOLARE IN C.A. SECONDO NTC 2018							
Caratteristiche materiali		Geometria		Armatura longitudinale tesa		Sollecitazioni	
Acciaio B450C		Calcestruzzo		d = 950 mm	As = 6280 mm ²	NEd = 0 kN	
fyk = 450 MPa	fek = 29.05 MPa	bw = 950 mm		Parametri		VEd = 465 kN	
ftk = 540 MPa	Rok = 35.00 MPa	Ac = 902500 mm ²		k = 1.459	Verifica senza armatura a taglio		
Es = 210000 MPa	fcm = 37.05 MPa	Armatura a taglio		vmin = 0.33	VRd = 430.4 kN		
Resistenze di calcolo		fctm = 2.83 MPa	α = 90°	pl = 0.007	Verifica : ✓ CS = 0.92		
fod = 16.46 MPa	fctk (0,05) = 1.98 MPa	Asw,min = 111 mm ²	Asw,min = 111 mm ²	σcp = 0	necessaria armatura a taglio		
fctd (0,05) = 1.32 MPa	fctk (0,95) = 3.69 MPa	Ø = 12 mm	Ø = 12 mm	v = 0.5	Verifica con armatura a taglio		
fctd (0,95) = 2.46 MPa	Ecm = 32588 MPa	s = 200 mm	s = 200 mm	ωsw = 0.0283	VRsd = 946 kN		
fyd = 391 MPa	fctm = 3.40 MPa	n. bracci = 2.0	n. bracci = 2.0	cotg Θ = 4.08 rott. armatura	VRcd = 2305 kN		
Coefficienti		γc = 1.5	Asw = 226 mm ²	cotg Θ = 2.5	VRd = 946 kN		
Vs = 1.15	αcc = 0.85			αc = 1	Verifica : ✓ CS = 2.03		

14.3 Plinto delle pile

Per il plinto si effettua un calcolo cautelativo su schema semplice di mensola (non tozza dato che il braccio dei pali è 2.84 m rispetto al fusto) incastrata sul fusto e sollecitata dai pali.

Le sollecitazioni che discendono dalle azioni assiali sui pali sono le seguenti:

d	2.84	m	Braccio palo
B	3.6	m	Interasse
Condizione	Npalo	M	V
	(kN)	kNm/m	kN/m
SLU	3043.0	2400.6	845.3
SLV+	3649.0	2878.7	1013.6
SLV-	-1037.0	-818.1	-288.1
SLER	2809.0	2216.0	780.3
SLEF	1801.0	1420.8	500.3
SLEQP	884.0	697.4	245.6

Si dispongono $\phi 26/10$ cm inferiormente e $\phi 22/20$ cm superiormente.
Per il taglio si dispongono cavallotti $\phi 16$ a passo 30 cm con 2 bracci/m.

14.3.1.1 Verifica a flessione

Si riporta direttamente il listato di RCsec.

DATI GENERALI SEZIONE IN C.A.

Descrizione Sezione:
Metodo di calcolo resistenza: Stati Limite Ultimi
Tipologia sezione: Sezione generica
Normativa di riferimento: N.T.C.
Percorso sollecitazione: A Sforzo Norm. costante
Condizioni Ambientali: Molto aggressive
Riferimento Sforzi assegnati: Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicit : Zona non sismica
Posizione sezione nell'asta: In zona critica

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CONGLOMERATO - Classe: C28/35
Resis. compr. di calcolo fcd : 158.60 daN/cm²
Resis. compr. ridotta fcd': 79.30 daN/cm²
Def.unit. max resistenza ec2 : 0.0020
Def.unit. ultima ecu : 0.0035
Diagramma tensione-deformaz. : Parabola-Rettangolo
Modulo Elastico Normale Ec : 323080 daN/cm²
Coeff. di Poisson : 0.20
Resis. media a trazione fctm: 27.60 daN/cm²
Coeff. Omogen. S.L.E. : 15.0
Combinazioni Rare in Esercizio (Tens.Limite):
Sc Limite : 140.00 daN/cm²
Apert.Fess.Limite : 99999.000 mm
Combinazioni Frequenti in Esercizio (Tens.Limite):
Sc Limite : 140.00 daN/cm²
Apert.Fess.Limite : Non prevista
Combinazioni Quasi Permanenti in Esercizio (Tens.Limite):
Sc Limite : 112.00 daN/cm²
Apert.Fess.Limite : Non prevista

ACCIAIO - Tipo: B450C
Resist. caratt. snervam. fyk: 4500.0 daN/cm²
Resist. caratt. rottura ftk: 4500.0 daN/cm²
Resist. snerv. di calcolo fyd: 3913.0 daN/cm²
Resist. ultima di calcolo ftd: 3913.0 daN/cm²
Deform. ultima di calcolo Epu: 0.068
Modulo Elastico Ef : 2000000 daN/cm²
Diagramma tensione-deformaz. : Bilineare finito
Coeff. Aderenza ist. $\beta 1 * \beta 2$: 1.00 daN/cm²
Coeff. Aderenza diff. $\beta 1 * \beta 2$: 0.50 daN/cm²
Comb.Rare Sf Limite : 3600.0 daN/cm²

CARATTERISTICHE DOMINI CONGLOMERATO

DOMINIO N° 1

Forma del Dominio: Poligonale
 Classe Conglomerato: C28/35

N.vertice	Ascissa X, cm	Ordinata Y, cm
1	-50.00	0.00
2	-50.00	180.00
3	50.00	180.00
4	50.00	0.00

DATI BARRE ISOLATE

N.Barra Numero assegnato alle singole barre isolate e nei vertici dei domini
 Ascissa X Ascissa in cm del baricentro della barra nel sistema di rif. gen. X, Y, O
 Ordinata Y Ordinata in cm del baricentro della barra nel sistema di rif. gen. X, Y, O
 Diam. Diametro in mm della barra

N.Barra	Ascissa X, cm	Ordinata Y, cm	Diam.Ø,mm
1	-46.00	4.00	26
2	-46.00	176.00	22
3	46.00	176.00	22
4	46.00	4.00	26

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

N.Gen. Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre
 N.Barra In. Numero della barra iniziale cui si riferisce la gener.
 N.Barra Fin. Numero della barra finale cui si riferisce la gener.
 N.Barre Numero di barre generate equidist. inserite tra la barra iniz. e fin.
 Diam. Diametro in mm della singola barra generata

N.Gen.	N.Barra In.	N.Barra Fin.	N.Barre	Diam.Ø,mm
1	1	4	8	26
2	2	3	3	22

ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale in daN applicato nel Baric. (+ se di compressione)
 Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.
 My Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.
 Vy Componente del Taglio [daN] parall. all'asse princ.d'inerzia y
 Vx Componente del Taglio [daN] parall. all'asse princ.d'inerzia x

N.Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	0	240059	0	84528	0
2	0	287866	0	101361	0
3	0	-81808	0	-28806	0

COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale in daN applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
 Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sez.
 My Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.

N.Comb.	N	Mx	My
1	0	221599	0

COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale in daN applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
 Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sez.
 My Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y princ. d'inerzia

con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.

N.Comb.	N	Mx	My
1	0	142079	0

COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale in daN applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sez.
My Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.

N.Comb.	N	Mx	My
1	0	69738	0

RISULTATI DEL CALCOLO

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 2.7 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali: 7.6 cm
Copriferro netto minimo staffe: 1.1 cm

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N Sforzo normale assegnato [in daN] (positivo se di compressione)
Mx Momento flettente assegnato [in daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Momento flettente assegnato [in daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
N ult Sforzo normale ultimo [in daN] nella sezione (positivo se di compress.)
Mx ult Momento flettente ultimo [in daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My ult Momento flettente ultimo [in daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult, Mx ult, My ult) e (N, Mx, My)
Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000

N.Comb.	Ver	N	Mx	My	N ult	Mx ult	My ult	Mis.Sic.
1	N	0	240059	0	0	356890	0	1.487
2	N	0	287866	0	0	356890	0	1.240
3	N	0	-81808	0	0	-128972	0	1.577 *1

*1 Af tesa= 19.0 < Af tesa min = 28.7 cm²

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max Defom. unit. massima del conglomerato a compressione
ec 3/7 Defom. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace
Xc max Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,0 sez.)
Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,0 sez.)
ef min Defom. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Xf min Ascissa in cm della barra corrisp. a ef min (sistema rif. X,Y,0 sez.)
Yf min Ordinata in cm della barra corrisp. a ef min (sistema rif. X,Y,0 sez.)
ef max Defom. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
Xf max Ascissa in cm della barra corrisp. a ef max (sistema rif. X,Y,0 sez.)
Yf max Ordinata in cm della barra corrisp. a ef max (sistema rif. X,Y,0 sez.)

N.Comb.	ec max	ec 3/7	Xc max	Yc max	ef min	Xf min	Yf min	ef max	Xf max	Yf max
1	0.00350	-0.02260	-50.0	180.0	0.00215	-46.0	176.0	-0.05605	-46.0	4.0
2	0.00350	-0.02260	-50.0	180.0	0.00215	-46.0	176.0	-0.05605	-46.0	4.0
3	0.00184	-0.02855	-50.0	0.0	0.00026	-46.0	4.0	-0.06750	-46.0	176.0

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a Coeff. a nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,0 gen.
b Coeff. b nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,0 gen.
c Coeff. c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,0 gen.
x/d Rapp. di duttilità a rottura in presenza di sola fless.(travi)
C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N.Comb.	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000338353	-0.057403465	0.059	0.700
2	0.000000000	0.000338353	-0.057403465	0.059	0.700
3	0.000000000	-0.000393960	0.001837021	0.026	0.700

ARMATURE A TAGLIO

Diametro staffe:	16 mm
Passo staffe:	30.0 cm > Passo massimo di normativa = 26.8 cm
N.Bracci staffe:	2

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - VERIFICHE A TAGLIO

Ver	S = comb. verificata a taglio / N = comb. non verificata
Vsdu	Taglio agente [daN] = proiezione di Vx e Vy sulla normale all'asse neutro
Vcd	Taglio resistente ultimo [daN] lato conglomerato compresso
Vwd	Taglio resistente [daN] assorbito dalle staffe
Dmed	Altezza utile media pesata [cm] valutata lungo strisce ortog. all'asse neutro. Vengono prese nella media le strisce con almeno un estremo compresso. I pesi della media sono costituiti dalle stesse lunghezze delle strisce.
bw	Larghezza media resistente a taglio [cm] misurate parallel. all'asse neutro. E' data dal rapporto tra l'area delle sopradette strisce resistenti e Dmed.
Teta	Angolo [gradi sessadec.] di inclinazione dei puntoni di conglomerato
Acw	Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione
Ast	Area staffe+legature strettam. necessarie a taglio per metro di pil. [cm ² /m]
A_Eff	Area staffe+legature efficaci nella direzione del taglio di combinaz. [cm ² /m] (Tra parentesi è indicata la quota dell'area relativa alle sole legature. L'area della legatura è ridotta col fattore L/d_max con L=lungh.legat.proietta-ta sulla direz. del taglio e d_max= massima altezza utile nella direz.del taglio)

N.Comb.	Ver	Vsdu	Vcd	Vwd	Dmed	bw	Teta	Acw	Ast	A_Eff
1	N	84528	433142	207703	176.0	100.0	21.80°	1.000	5.5	13.4(0.0)
2	N	101361	433142	207703	176.0	100.0	21.80°	1.000	6.5	13.4(0.0)
3	N	28806	433142	207703	176.0	100.0	21.80°	1.000	1.9	13.4(0.0)

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
Sc max	Massima tensione positiva di compressione nel conglomerato [daN/cm ²]
Xc max	Ascissa in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sf min	Minima tensione negativa di trazione nell'acciaio [daN/cm ²]
Xf min	Ascissa in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Yf min	Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Ac eff.	Area di conglomerato [cm ²] in zona tesa considerata aderente alle barre
D fess.	Distanza calcolata tra le fessure espressa in mm
K3	Coeff. di normativa dipendente dalla forma del diagramma delle tensioni
Ap.fess.	Apertura calcolata delle fessure espressa in mm

N.Comb.	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xf min	Yf min	Ac eff.	D fess.	K3	Ap.Fess.
1	S	56.1	50.0	180.0	-2566	25.6	4.0	2200	169	0.218	0.147

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

N.Comb.	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xf min	Yf min	Ac eff.	D fess.	K3	Ap.Fess.
1	S	35.9	50.0	180.0	-1645	-25.6	4.0	2200	169	0.218	0.094

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

N.Comb.	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xf min	Yf min	Ac eff.	D fess.	K3	Ap.Fess.
1	S	17.6	50.0	180.0	-808	-25.6	4.0	2200	169	0.218	0.046

14.3.1.2 Verifica a taglio

Si riporta direttamente la schermata di verifica

VERIFICA A TAGLIO SEZIONE RETTANGOLARE IN C.A. SECONDO NTC 2018				
Caratteristiche materiali		Geometria	Armatura longitudinale tesa	Sollecitazioni
Acciaio B450C	Calcestruzzo	d = 1700 mm	As = 1570 mm ²	NEd = 0 kN
fyk = 450 MPa	fck = 29.05 MPa	bw = 1000 mm	Parametri	VEd = 1014 kN
ftk = 540 MPa	Rck = 35.00 MPa	Ac = 1700000 mm ²	k = 1.343	Verifica senza armatura a taglio
Es = 210000 MPa	fcm = 37.05 MPa	Armatura a taglio	vmin = 0.29	VRd = 499.1 kN
Resistenze di calcolo	fctm = 2.83 MPa	α = 90 °	pl = 0.001	Verifica : / CS = 0.49
fod = 16.46 MPa	fctk (0,05) = 1.98 MPa	Asw,min = 203 mm ²	σcp = 0	necessaria armatura a taglio
fctd (0,05) = 1.32 MPa	fetk (0,95) = 3.69 MPa	Ø = 16 mm	v = 0.5	Verifica con armatura a taglio
fctd (0,95) = 2.46 MPa	Ecm = 32588 MPa	s = 300 mm	ωsw = 0.0319	VRsd = 2006 kN
fyd = 391 MPa	fcm = 3.40 MPa	n. bracci = 2.0	cotg Θ = 3.83 rott. armatura	VRcd = 4342 kN
Coefficienti	γc = 1.5	Asw = 402 mm ²	cotg Θ = 2.5	VRd = 2006 kN
γs = 1.15	αcc = 0.85		αc = 1	Verifica : / CS = 1.97

14.4 Spalle

Le spalle sono costituite sostanzialmente dal solo plinto su cui è edificato il paraghiaia.

La verifica del paraghiaia è quindi valida per entrambe le spalle mentre si farà un calcolo specifico del plinto e dei pali.

14.4.1 Paraghiaia

Il paraghiaia ha spessore 50 cm, presenta un dente di sommità che sporge 45 cm dal filo interno del paraghiaia stesso, ed è alto 2.35 m circa.

Si riportano le sollecitazioni valutate su foglio elettronico, considerando l'eccentricità della ruota e il frenamento; le sollecitazioni sono a metro di paraghiaia.

AZIONI SUL PARAGHIAIA

Peso proprio

n	31.9	kN/m	peso proprio
---	------	------	--------------

Sovraccarico

q	20.0	kN/m ²	sovraccarico
s	21.7	kN/m	taglio
n	0.0	kN/m	sforzo normale
m	27.7	kNm/m	momento

**Sovraccarico 1
(verifiche globali o locali)**

P	300.0	kN	sovraccarico
e	0.7	m	eccentricità verticale
S	180.0	kN	frenamento
α	45.0	°	gradi angolo ripartizione
s	24.0	kN/m	taglio
n	40.0	kN/m	sforzo normale
m	89.2	kNm/m	momento

**Sovraccarico 2
(verifiche locali)**

s	45.7	kN/m	taglio
n	40.0	kN/m	sforzo normale
m	116.9	kNm/m	momento

**Sollecitazioni per
verifiche locali**

Spinta statica delle terre

s	27.7	kN/m	taglio
m	23.6	kNm/m	momento

Spinta dinamica delle terre (applicata a metà altezza)

s	21.9	kN/m	taglio
m	28.0	kNm/m	momento

Forze dovute all'inerzia

n	1.5	inerzia verticale paraghiaia
s	3.0	inerzia orizzontale paraghiaia
s	3.2	inerzia orizzontale terreno a tergo
m	4.0	momento dovuto all'inerzia

	n (kN/m)	t (kN/m)	m (kNm/m)
SLU	97.0	99.2	189.7
Rara	71.9	73.5	140.5
Freq.	61.9	73.5	111.3
Q.p.	31.9	73.5	23.6
E	31.9	28.1	35.9

Si dispongono $\phi 16/10$ cm lato terra e $\phi 16/20$ cm lato ponte.

Le verifiche sono condotte direttamente su RC sec di cui si riporta il listato.

DATI GENERALI SEZIONE IN C.A.

Descrizione Sezione:

Metodo di calcolo resistenza:

Tipologia sezione:

Normativa di riferimento:

Stati Limite Ultimi

Sezione generica

N.T.C.

Relazione tecnica e di calcolo

249

RTP di progettazione:

Mandataria:

Mandanti:



Percorso sollecitazione: A Sforzo Norm. costante
 Condizioni Ambientali: Poco aggressive
 Riferimento Sforzi assegnati: Assi x,y principali d'inerzia
 Riferimento alla sismicità: Zona non sismica
 Posizione sezione nell'asta: In zona critica

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CONGLOMERATO - Classe: C32/40
 Resis. compr. di calcolo fcd : 188.10 daN/cm²
 Resis. compr. ridotta fcd' : 94.05 daN/cm²
 Def.unit. max resistenza ec2 : 0.0020
 Def.unit. ultima ecu : 0.0035
 Diagramma tensione-deformaz. : Parabola-Rettangolo
 Modulo Elastico Normale Ec : 336428 daN/cm²
 Coeff. di Poisson : 0.20
 Resis. media a trazione fctm : 30.99 daN/cm²
 Coeff. Omogen. S.L.E. : 15.0
 Combinazioni Rare in Esercizio (Tens.Limite):
 Sc Limite : 199.20 daN/cm²
 Apert.Fess.Limite : Non prevista
 Combinazioni Frequenti in Esercizio (Tens.Limite):
 Sc Limite : 199.20 daN/cm²
 Apert.Fess.Limite : 0.400 mm
 Combinazioni Quasi Permanenti in Esercizio (Tens.Limite):
 Sc Limite : 149.40 daN/cm²
 Apert.Fess.Limite : 0.300 mm

ACCIAIO - Tipo: B450C
 Resist. caratt. snervam. fyk : 4500.0 daN/cm²
 Resist. caratt. rottura ftk : 4500.0 daN/cm²
 Resist. snerv. di calcolo fyd : 3913.0 daN/cm²
 Resist. ultima di calcolo ftd : 3913.0 daN/cm²
 Deform. ultima di calcolo Epu : 0.068
 Modulo Elastico Ef : 2000000 daN/cm²
 Diagramma tensione-deformaz. : Bilineare finito
 Coeff. Aderenza ist. β1*β2 : 1.00 daN/cm²
 Coeff. Aderenza diff. β1*β2 : 0.50 daN/cm²
 Comb.Rare Sf Limite : 3600.0 daN/cm²

CARATTERISTICHE DOMINI CONGLOMERATO

DOMINIO N° 1

Forma del Dominio: Poligonale
 Classe Conglomerato: C32/40

N.vertice	Ascissa X, cm	Ordinata Y, cm
1	-50.00	0.00
2	-50.00	50.00
3	50.00	50.00
4	50.00	0.00

DATI BARRE ISOLATE

N.Barra Numero assegnato alle singole barre isolate e nei vertici dei domini
 Ascissa X Ascissa in cm del baricentro della barra nel sistema di rif. gen. X, Y, O
 Ordinata Y Ordinata in cm del baricentro della barra nel sistema di rif. gen. X, Y, O
 Diam. Diametro in mm della barra

N.Barra	Ascissa X, cm	Ordinata Y, cm	Diam.Ø,mm
1	-45.00	5.00	16
2	-45.00	45.00	16
3	45.00	45.00	16
4	45.00	5.00	16

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

N.Gen. Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre
 N.Barra In. Numero della barra iniziale cui si riferisce la gener.
 N.Barra Fin. Numero della barra finale cui si riferisce la gener.
 N.Barre Numero di barre generate equidist. inserite tra la barra iniz. e fin.
 Diam. Diametro in mm della singola barra generata

N.Gen.	N.Barra In.	N.Barra Fin.	N.Barre	Diam.Ø,mm
1	1	4	8	16
2	2	3	3	16

ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale in daN applicato nel Baric. (+ se di compressione)
 Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.
 My Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.
 Vy Componente del Taglio [daN] parall. all'asse princ.d'inerzia y
 Vx Componente del Taglio [daN] parall. all'asse princ.d'inerzia x

N.Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	3188	3586	0	2812	0
2	9703	18967	0	9919	0

COB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale in daN applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
 Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sez.
 My Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.

N.Comb.	N	Mx	My
1	7188	14050	0

COB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale in daN applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
 Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sez.
 My Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.

N.Comb.	N	Mx	My
1	6188	11127	0

COB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale in daN applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
 Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sez.
 My Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.

N.Comb.	N	Mx	My
1	3188	2357	0

RISULTATI DEL CALCOLO

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 4.2 cm
 Interferro netto minimo barre longitudinali: 8.4 cm
 Copriferro netto minimo staffe: 3.0 cm

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
 N Sforzo normale assegnato [in daN] (positivo se di compressione)

Mx	Momento flettente assegnato [in daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My	Momento flettente assegnato [in daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
N ult	Sforzo normale ultimo [in daN] nella sezione (positivo se di compress.)
Mx ult	Momento flettente ultimo [in daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My ult	Momento flettente ultimo [in daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult,Mx ult,My ult) e (N,Mx,My) Verifica positiva se tale rapporto risulta ≥ 1.000

N.Comb.	Ver	N	Mx	My	N ult	Mx ult	My ult	Mis.Sic.
1	S	3188	3586	0	3173	34314	0	9.513
2	S	9703	18967	0	9687	35629	0	1.875

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
ec 3/7	Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace
Xc max	Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,0 sez.)
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,0 sez.)
ef min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Xf min	Ascissa in cm della barra corrisp. a ef min (sistema rif. X,Y,0 sez.)
Yf min	Ordinata in cm della barra corrisp. a ef min (sistema rif. X,Y,0 sez.)
ef max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
Xf max	Ascissa in cm della barra corrisp. a ef max (sistema rif. X,Y,0 sez.)
Yf max	Ordinata in cm della barra corrisp. a ef max (sistema rif. X,Y,0 sez.)

N.Comb.	ec max	ec 3/7	Xc max	Yc max	ef min	Xf min	Yf min	ef max	Xf max	Yf max
1	0.00350	-0.01081	50.0	50.0	0.00016	45.0	45.0	-0.02656	-45.0	5.0
2	0.00350	-0.01034	50.0	50.0	0.00027	45.0	45.0	-0.02557	-45.0	5.0

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a	Coeff. a nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,0 gen.
b	Coeff. b nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,0 gen.
c	Coeff. c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,0 gen.
x/d	Rapp. di duttilità a rottura in presenza di sola fless.(travi)
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N.Comb.	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000667994	-0.029899719		
2	0.000000000	0.000645908	-0.028795390		

ARMATURE A TAGLIO

Diametro staffe:	12 mm
Passo staffe:	15.0 cm [Passo massimo di normativa = 19.2 cm]
N.Bracci staffe:	2

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - VERIFICHE A TAGLIO

Ver	S = comb. verificata a taglio / N = comb. non verificata
Vsdu	Taglio agente [daN] = proiez. di Vx e Vy sulla normale all'asse neutro
Vcd	Taglio resistente ultimo [daN] lato conglomerato compresso
Vwd	Taglio resistente [daN] assorbito dalle staffe
Dmed	Altezza utile media pesata [cm] valutata lungo strisce ortog. all'asse neutro. Vengono prese nella media le strisce con almeno un estremo compresso. I pesi della media sono costituiti dalle stesse lunghezze delle strisce.
bw	Larghezza media resistente a taglio [cm] misurate parallel. all'asse neutro. E' data dal rapporto tra l'area delle sopradette strisce resistenti e Dmed.
Teta	Angolo [gradi sessadec.] di inclinazione dei puntoni di conglomerato
Acw	Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione
Ast	Area staffe+legature strettam. necessarie a taglio per metro di pil. [cm ² /m]
A_Eff	Area staffe+legature efficaci nella direzione del taglio di combinaz. [cm ² /m] (Tra parentesi è indicata la quota dell'area relativa alle sole legature. L'area della legatura è ridotta col fattore L/d_max con L=lungh.legat.proietta- ta sulla direz. del taglio e d_max= massima altezza utile nella direz.del taglio)

N.Comb.	Ver	Vsdu	Vcd	Vwd	Dmed	bw	Teta	Acw	Ast	A_Eff
1	S	2812	131791	59744	45.0	100.0	21.80°	1.003	0.7	15.1(0.0)

2 S 9919 132701 59744 45.0 100.0 21.80° 1.010 2.5 15.1(0.0)

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
 Sc max Massima tensione positiva di compressione nel conglomerato [daN/cm²]
 Xc max Ascissa in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
 Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
 Sf min Minima tensione negativa di trazione nell'acciaio [daN/cm²]
 Xf min Ascissa in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
 Yf min Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
 Ac eff. Area di conglomerato [cm²] in zona tesa considerata aderente alle barre
 D fess. Distanza calcolata tra le fessure espressa in mm
 K3 Coeff. di normativa dipendente dalla forma del diagramma delle tensioni
 Ap.fess. Apertura calcolata delle fessure espressa in mm

N.Comb.	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xf min	Yf min	Ac eff.	D fess.	K3	Ap.Fess.
1	S	47.7	-50.0	50.0	-1557	-35.0	5.0	1600	187	0.163	0.099

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

N.Comb.	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xf min	Yf min	Ac eff.	D fess.	K3	Ap.Fess.
1	S	37.9	-50.0	50.0	-1222	-35.0	5.0	1600	187	0.163	0.078

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

N.Comb.	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xf min	Yf min	Ac eff.	D fess.	K3	Ap.Fess.
1	S	8.2	-50.0	50.0	-217	-45.0	5.0	1600	183	0.156	0.014

14.4.2 Plinto spalla

Per il plinto si effettua un calcolo cautelativo su schema semplice di mensola (non tozza dato che il braccio dei pali è 3.6 m rispetto all'allineamento centrale degli appoggi) incastrata rispetto alla fila centrale di pali e sollecitata dai pali più centrifugati.

Le sollecitazioni che discendono dalle azioni assiali sui pali (esposte nel dettaglio ai paragrafi successivi) sono le seguenti:

d	3.6	m	Braccio palo
B	3.6	m	Interasse
Condizione	Npalo	M	V
	(kN)	kNm/m	kN/m
SLU	1511.0	1511.0	419.7
SLV+	3298.0	3298.0	916.1
SLV-	-1499.0	-1499.0	-416.4
SLER	1291.0	1291.0	358.6
SLEF	951.0	951.0	264.2
SLEQP	720.0	720.0	200.0

Si dispongono $\phi 26/10$ cm + altri $\phi 26/20$ cm in doppio strato nella zona di massima flessione inferiormente e $\phi 20/10$ cm superiormente.

Per il taglio si dispongono cavallotti $\phi 16$ a passo 30 cm con 2 bracci/m.

14.4.2.1 Verifica a flessione

Si riporta direttamente il listato di RCsec.

DATI GENERALI SEZIONE IN C.A.

NOME SEZIONE: plinto spalla

(Percorso File: Z:\Lavori\SINERGO\Viadotti Anas\Viadotto Ingle\Calcolo\RCsec\spalle\plinto spalla.sez)

Descrizione Sezione:
 Metodo di calcolo resistenza: Stati Limite Ultimi
 Tipologia sezione: Sezione generica
 Normativa di riferimento: N.T.C.
 Percorso sollecitazione: A Sforzo Norm. costante
 Condizioni Ambientali: Molto aggressive
 Riferimento Sforzi assegnati: Assi x,y principali d'inerzia
 Riferimento alla sismicità: Zona non sismica
 Posizione sezione nell'asta: In zona critica

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CONGLOMERATO - Classe: C28/35
 Resis. compr. di calcolo fcd : 158.60 daN/cm²
 Resis. compr. ridotta fcd' : 79.30 daN/cm²
 Def.unit. max resistenza ec2 : 0.0020
 Def.unit. ultima ecu : 0.0035
 Diagramma tensione-deformaz. : Parabola-Rettangolo
 Modulo Elastico Normale Ec : 323080 daN/cm²
 Coeff. di Poisson : 0.20
 Resis. media a trazione fctm : 27.60 daN/cm²
 Coeff. Omogen. S.L.E. : 15.0
 Combinazioni Rare in Esercizio (Tens.Limite):
 Sc Limite : 140.00 daN/cm²
 Apert.Fess.Limite : 99999.000 mm
 Combinazioni Frequenti in Esercizio (Tens.Limite):
 Sc Limite : 140.00 daN/cm²
 Apert.Fess.Limite : Non prevista
 Combinazioni Quasi Permanenti in Esercizio (Tens.Limite):
 Sc Limite : 112.00 daN/cm²
 Apert.Fess.Limite : Non prevista

ACCIAIO - Tipo: B450C
 Resist. caratt. snervam. fyk : 4500.0 daN/cm²
 Resist. caratt. rottura ftk : 4500.0 daN/cm²
 Resist. snerv. di calcolo fyd : 3913.0 daN/cm²
 Resist. ultima di calcolo ftd : 3913.0 daN/cm²
 Deform. ultima di calcolo Epu : 0.068
 Modulo Elastico Ef : 2000000 daN/cm²
 Diagramma tensione-deformaz. : Bilineare finito
 Coeff. Aderenza ist. β1*β2 : 1.00 daN/cm²
 Coeff. Aderenza diff. β1*β2 : 0.50 daN/cm²
 Comb.Rare Sf Limite : 3600.0 daN/cm²

CARATTERISTICHE DOMINI CONGLOMERATO

DOMINIO N° 1

Forma del Dominio: Poligonale
 Classe Conglomerato: C28/35

N.vertice	Ascissa X, cm	Ordinata Y, cm
1	-50.00	0.00
2	-50.00	180.00
3	50.00	180.00
4	50.00	0.00

DATI BARRE ISOLATE

N.Barra Numero assegnato alle singole barre isolate e nei vertici dei domini
 Ascissa X Ascissa in cm del baricentro della barra nel sistema di rif. gen. X, Y, 0
 Ordinata Y Ordinata in cm del baricentro della barra nel sistema di rif. gen. X, Y, 0
 Diam. Diametro in mm della barra

N.Barra	Ascissa X, cm	Ordinata Y, cm	Diam.Ø, mm
1	-45.00	5.00	26
2	-45.00	175.00	20

3	45.00	175.00	20
4	45.00	5.00	26
5	-45.00	8.00	26
6	45.00	8.00	26

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

N.Gen. Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre
 N.Barra In. Numero della barra iniziale cui si riferisce la gener.
 N.Barra Fin. Numero della barra finale cui si riferisce la gener.
 N.Barre Numero di barre generate equidist. inserite tra la barra iniz. e fin.
 Diam. Diametro in mm della singola barra generata

N.Gen.	N.Barra In.	N.Barra Fin.	N.Barre	Diam.Ø,mm
1	1	4	8	26
2	2	3	8	20
3	5	6	3	26

ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale in daN applicato nel Baric. (+ se di compressione)
 Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.
 My Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.
 Vy Componente del Taglio [daN] parall. all'asse princ.d'inerzia y
 Vx Componente del Taglio [daN] parall. all'asse princ.d'inerzia x

N.Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	0	151100	0	41972	0
2	0	329800	0	91610	0
3	0	-149900	0	-41640	0

COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale in daN applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
 Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sez.
 My Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.

N.Comb.	N	Mx	My
1	0	129100	0

COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale in daN applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
 Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sez.
 My Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.

N.Comb.	N	Mx	My
1	0	95100	0

COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale in daN applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
 Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sez.
 My Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.

N.Comb.	N	Mx	My
1	0	72000	0

RISULTATI DEL CALCOLO

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 3.7 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali: 0.4 cm
Copriferro netto minimo staffe: 2.1 cm

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N Sforzo normale assegnato [in daN] (positivo se di compressione)
Mx Momento flettente assegnato [in daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Momento flettente assegnato [in daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
N ult Sforzo normale ultimo [in daN] nella sezione (positivo se di compress.)
Mx ult Momento flettente ultimo [in daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My ult Momento flettente ultimo [in daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult, Mx ult, My ult) e (N, Mx, My)
Verifica positiva se tale rapporto risulta ≥ 1.000

N.Comb.	Ver	N	Mx	My	N ult	Mx ult	My ult	Mis.Sic.
1	S	0	151100	0	0	524545	0	3.472
2	S	0	329800	0	0	524545	0	1.590
3	S	0	-149900	0	0	-211702	0	1.412

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
ec 3/7 Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace
Xc max Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,0 sez.)
Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,0 sez.)
ef min Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Xf min Ascissa in cm della barra corrisp. a ef min (sistema rif. X,Y,0 sez.)
Yf min Ordinata in cm della barra corrisp. a ef min (sistema rif. X,Y,0 sez.)
ef max Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
Xf max Ascissa in cm della barra corrisp. a ef max (sistema rif. X,Y,0 sez.)
Yf max Ordinata in cm della barra corrisp. a ef max (sistema rif. X,Y,0 sez.)

N.Comb.	ec max	ec 3/7	Xc max	Yc max	ef min	Xf min	Yf min	ef max	Xf max	Yf max
1	0.00350	-0.01483	-50.0	180.0	0.00231	-45.0	175.0	-0.03809	-45.0	5.0
2	0.00350	-0.01483	-50.0	180.0	0.00231	-45.0	175.0	-0.03809	-45.0	5.0
3	0.00268	-0.02826	-50.0	0.0	0.00068	-45.0	5.0	-0.06750	-45.0	175.0

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a Coeff. a nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,0 gen.
b Coeff. b nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,0 gen.
c Coeff. c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,0 gen.
x/d Rapp. di duttilità a rottura in presenza di sola fless. (travi)
C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N.Comb.	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000237664	-0.039279569	0.084	0.700
2	0.000000000	0.000237664	-0.039279569	0.084	0.700
3	0.000000000	-0.000401037	0.002681511	0.038	0.700

ARMATURE A TAGLIO

Diametro staffe: 16 mm
Passo staffe: 20.0 cm [Passo massimo di normativa = 26.8 cm]
N.Bracci staffe: 2

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - VERIFICHE A TAGLIO

Ver S = comb. verificata a taglio / N = comb. non verificata
Vscu Taglio agente [daN] = proiezione di V_x e V_y sulla normale all'asse neutro
Vcd Taglio resistente ultimo [daN] lato conglomerato compresso
Vwd Taglio resistente [daN] assorbito dalle staffe
Dmed Altezza utile media pesata [cm] valutata lungo strisce ortog. all'asse neutro.
Vengono prese nella media le strisce con almeno un estremo compresso.
I pesi della media sono costituiti dalle stesse lunghezze delle strisce.

bw Larghezza media resistente a taglio [cm] misurate parallel. all'asse neutro.
E' data dal rapporto tra l'area delle sopradette strisce resistenti e Dmed.
Teta Angolo [gradi sessadec.] di inclinazione dei puntoni di conglomerato
Acw Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione
Ast Area staffe+legature strettam. necessarie a taglio per metro di pil. [cm²/m]
A_Eff Area staffe+legature efficaci nella direzione del taglio di combinaz. [cm²/m]
(Tra parentesi è indicata la quota dell'area relativa alle sole legature.
L'area della legatura è ridotta col fattore L/d_max con L=lungh.legat.proietta-
ta sulla direz. del taglio e d_max= massima altezza utile nella direz.del taglio)

N.Comb.	Ver	Vsdu	Vcd	Vwd	Dmed	bw	Teta	Acw	Ast	A_Eff
1	S	41972	430681	309785	175.0	100.0	21.80°	1.000	2.7	20.1(0.0)
2	S	91610	430681	309785	175.0	100.0	21.80°	1.000	5.9	20.1(0.0)
3	S	41640	430681	309785	175.0	100.0	21.80°	1.000	2.7	20.1(0.0)

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
Sc max Massima tensione positiva di compressione nel conglomerato [daN/cm²]
Xc max Ascissa in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sf min Minima tensione negativa di trazione nell'acciaio [daN/cm²]
Xf min Ascissa in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Yf min Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Ac eff. Area di conglomerato [cm²] in zona tesa considerata aderente alle barre
D fess. Distanza calcolata tra le fessure espressa in mm
K3 Coeff. di normativa dipendente dalla forma del diagramma delle tensioni
Ap.fess. Apertura calcolata delle fessure espressa in mm

N.Comb.	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xf min	Yf min	Ac eff.	D fess.	K3	Ap.Fess.
1	S	27.6	-50.0	180.0	-1028	15.0	5.0	2512	161	0.217	0.056

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

N.Comb.	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xf min	Yf min	Ac eff.	D fess.	K3	Ap.Fess.
1	S	20.4	-50.0	180.0	-757	-15.0	5.0	2512	161	0.217	0.042

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

N.Comb.	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xf min	Yf min	Ac eff.	D fess.	K3	Ap.Fess.
1	S	15.4	-50.0	180.0	-573	-25.0	5.0	2512	153	0.217	0.030

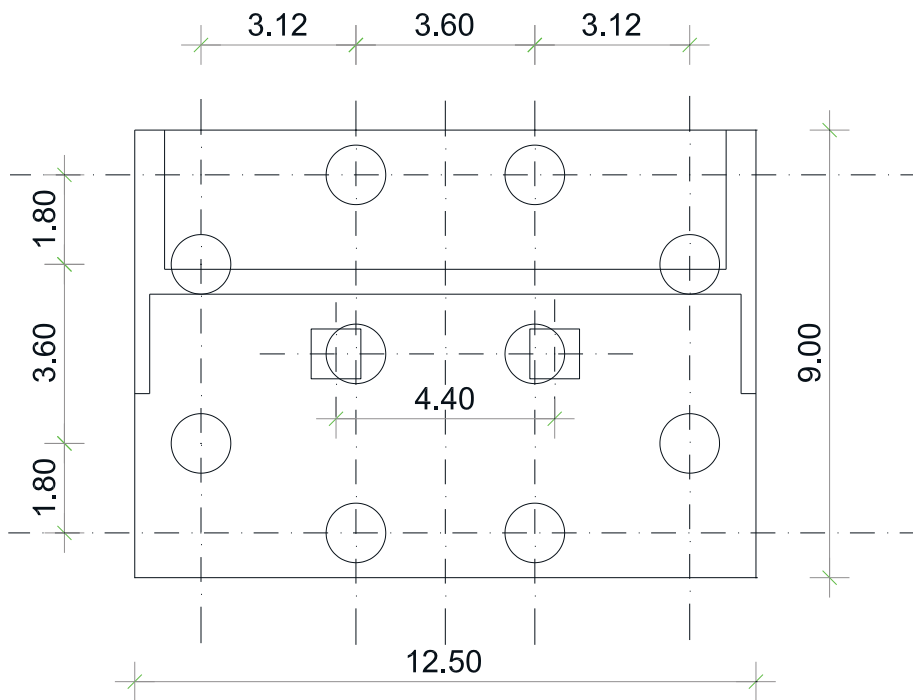
14.4.2 Verifica a taglio

Si riporta direttamente la schermata di verifica

VERIFICA A TAGLIO SEZIONE RETTANGOLARE IN C.A. SECONDO NTC 2018												
Caratteristiche materiali				Geometria		Armatura longitudinale tesa		Sollecitazioni				
Acciaio B450C				Calcestruzzo		d = 1700 mm	As = 1570 mm ²	NEd = 0 kN				
f _{yk} = 450 MPa	f _{ek} = 29.05 MPa	d = 1700 mm	bw = 1000 mm	Ac = 1700000 mm ²	As = 1570 mm ²	Parametri		VERd = 988 kN				
f _{tk} = 540 MPa	R _{ck} = 35.00 MPa	d = 1700 mm	bw = 1000 mm	Ac = 1700000 mm ²	As = 1570 mm ²	k = 1.343	Verifica senza armatura a taglio					
E _s = 210000 MPa	f _{cm} = 37.05 MPa	d = 1700 mm	bw = 1000 mm	Ac = 1700000 mm ²	As = 1570 mm ²	v _{min} = 0.29	VRd = 499.1 kN					
Resistenze di calcolo				Armatura a taglio		α = 0.001	Verifica : ✓ CS = 0.5					
f _{cd} = 16.46 MPa	f _{ctk} (0,05) = 1.98 MPa	d = 1700 mm	bw = 1000 mm	Ac = 1700000 mm ²	As = 1570 mm ²	σ _{cp} = 0	necessaria armatura a taglio					
f _{ctd} (0,05) = 1.32 MPa	f _{ctk} (0,95) = 3.69 MPa	d = 1700 mm	bw = 1000 mm	Ac = 1700000 mm ²	As = 1570 mm ²	v = 0.5	Verifica con armatura a taglio					
f _{ctd} (0,95) = 2.46 MPa	E _{cm} = 32588 MPa	d = 1700 mm	bw = 1000 mm	Ac = 1700000 mm ²	As = 1570 mm ²	ω _{sw} = 0.0319	VRsd = 2006 kN					
f _{yd} = 391 MPa	f _{cm} = 3.40 MPa	d = 1700 mm	bw = 1000 mm	Ac = 1700000 mm ²	As = 1570 mm ²	cotg θ = 3.83 rott. armatura	VRcd = 4342 kN					
Coefficienti				Armatura a taglio		cotg θ = 2.5	VRd = 2006 kN					
γ _s = 1.15	γ _c = 1.5	d = 1700 mm	bw = 1000 mm	Ac = 1700000 mm ²	As = 1570 mm ²	α _c = 1	Verifica : ✓ CS = 2.03					
	α _{cc} = 0.85	d = 1700 mm	bw = 1000 mm	Ac = 1700000 mm ²	As = 1570 mm ²							

14.5 Pali della spalla fissa

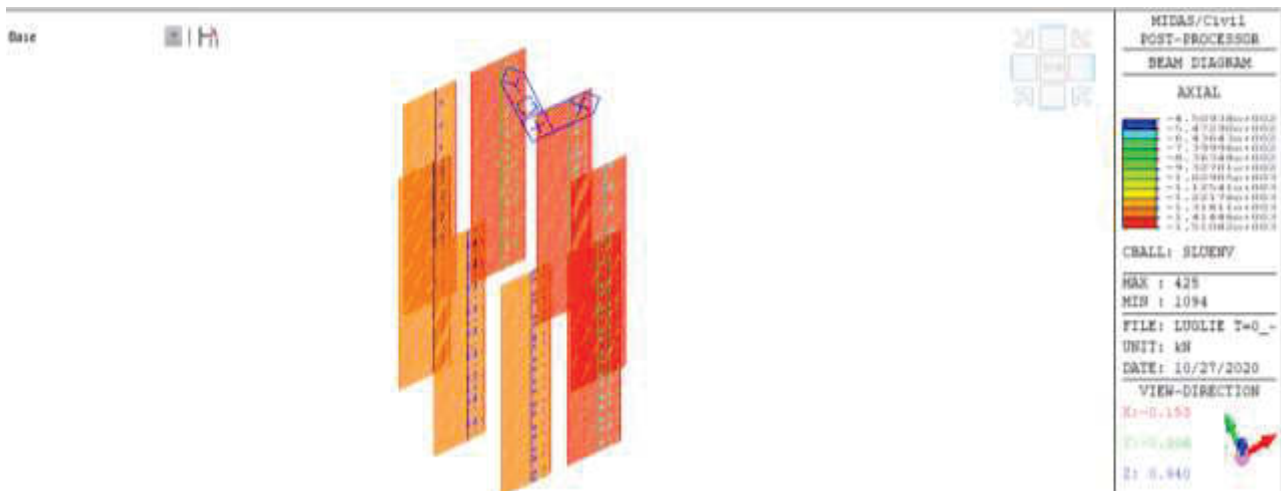
La spallafissa insiste su una palificata di 10 pali a interasse 3.6 m. I pali sono trivellati di diametro 120 cm. La figura che segue mostra la palificata.

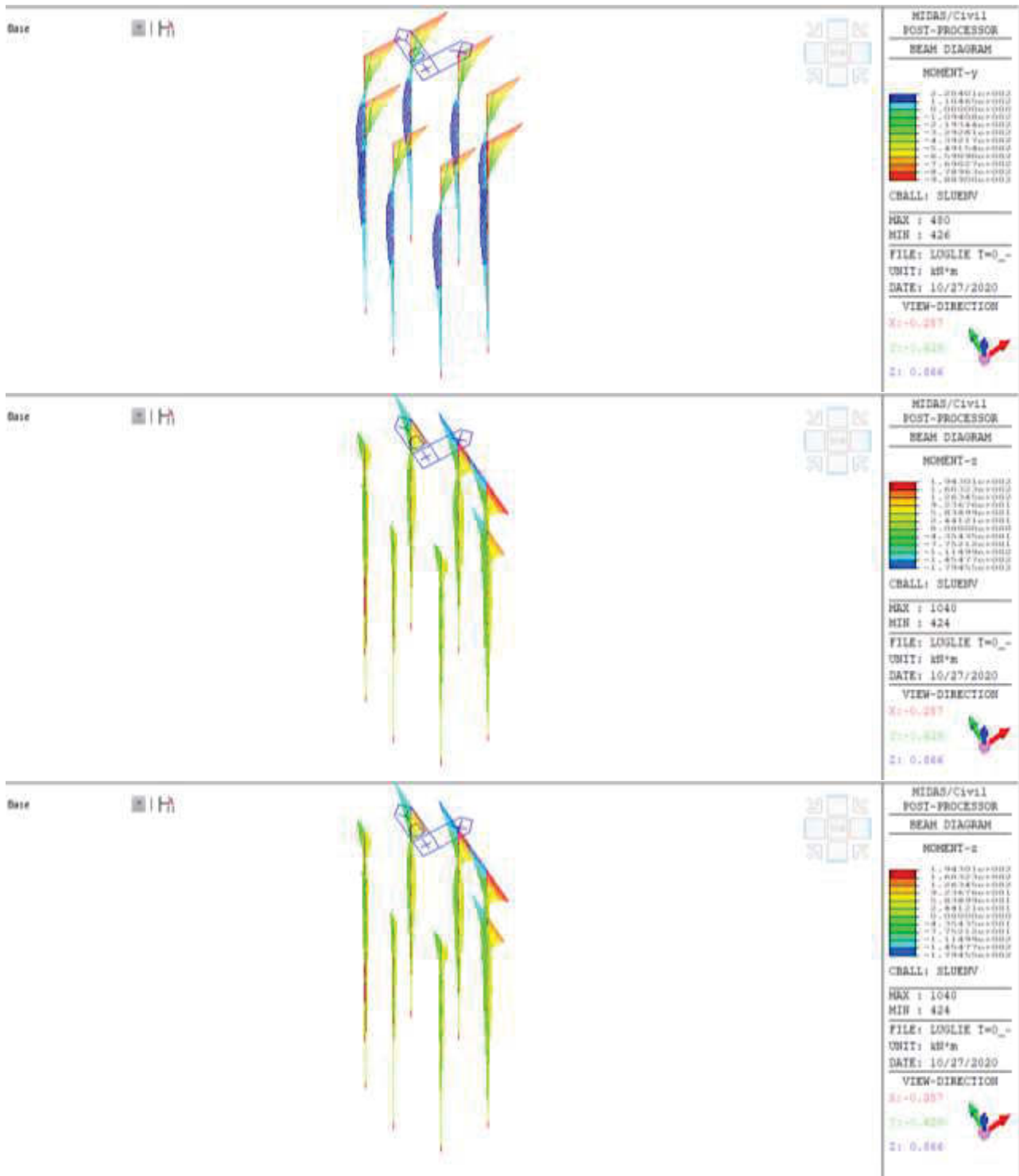


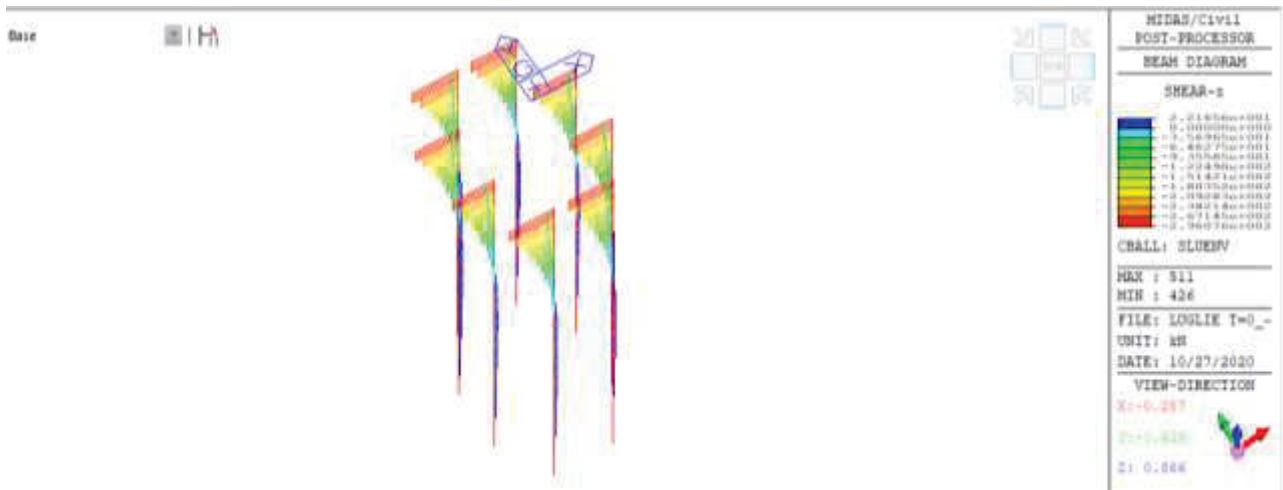
14.5.1 Sollecitazioni sui pali

S riportano nel seguito le sollecitazioni sulle palificate sia in condizioni SLU, SLE che SLV estratte dai modelli di calcolo descritti in precedenza.

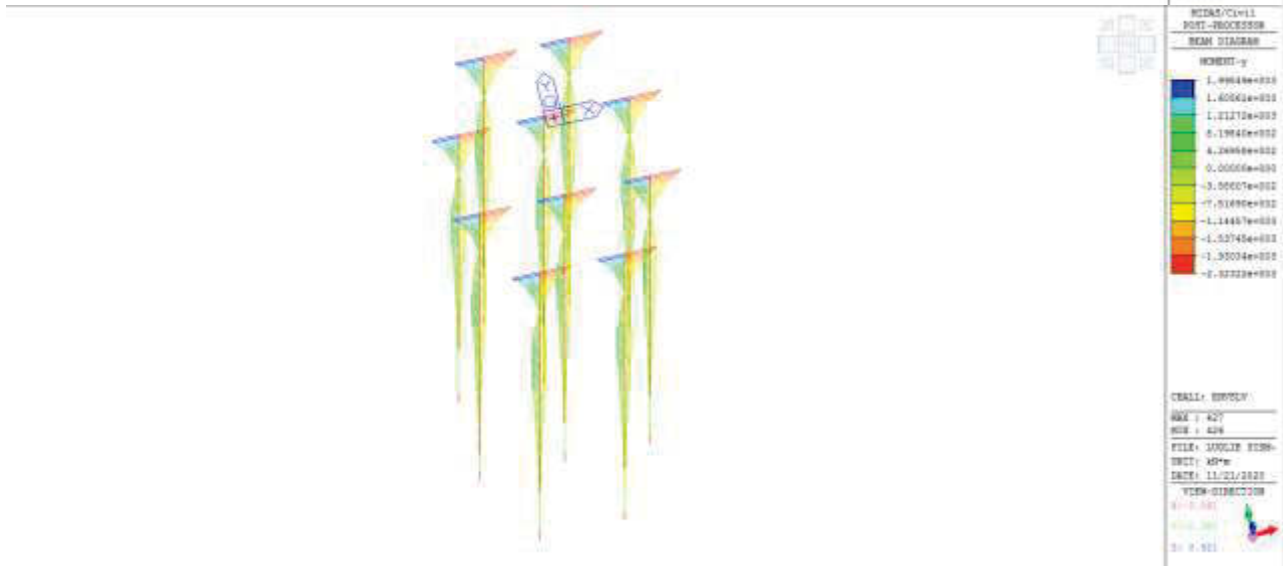
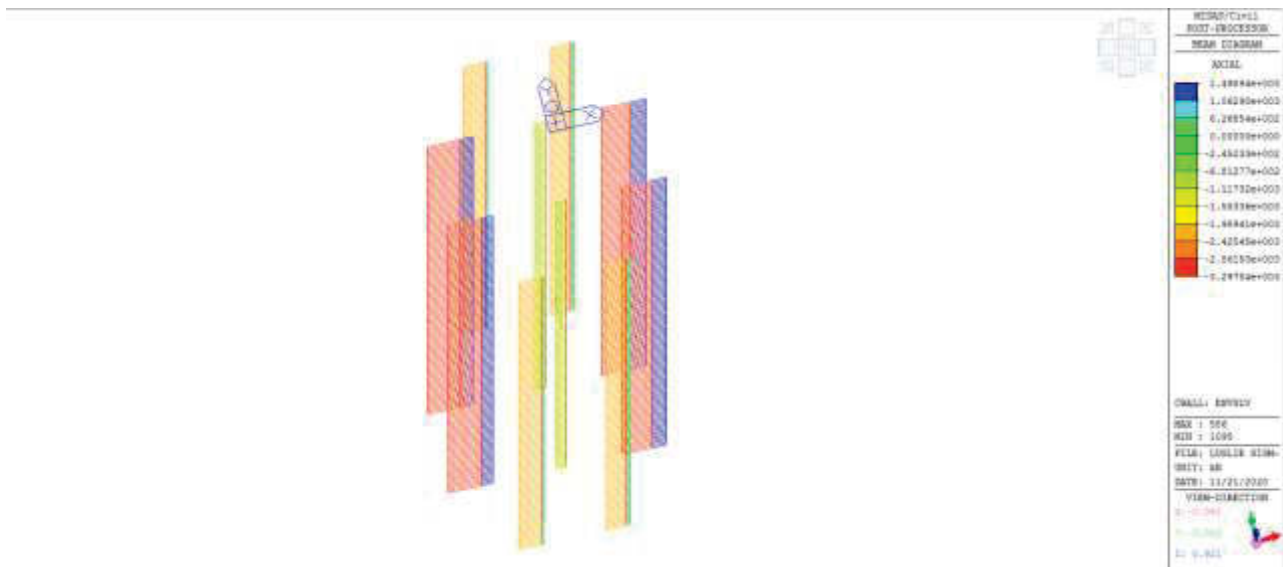
14.5.1.1 Statiche SLU

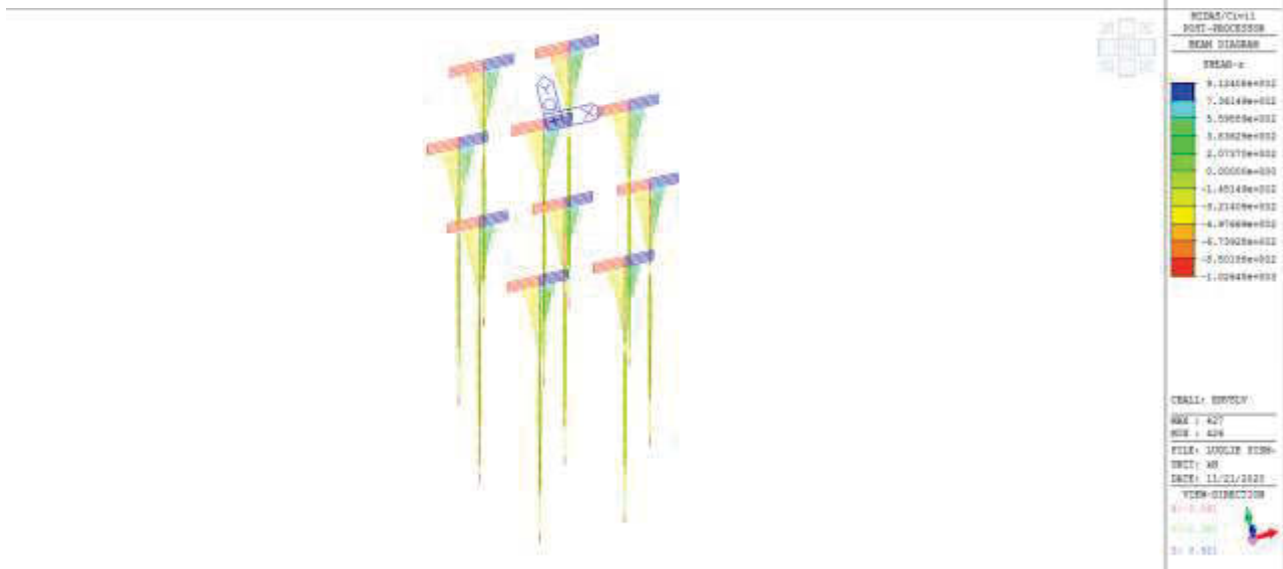




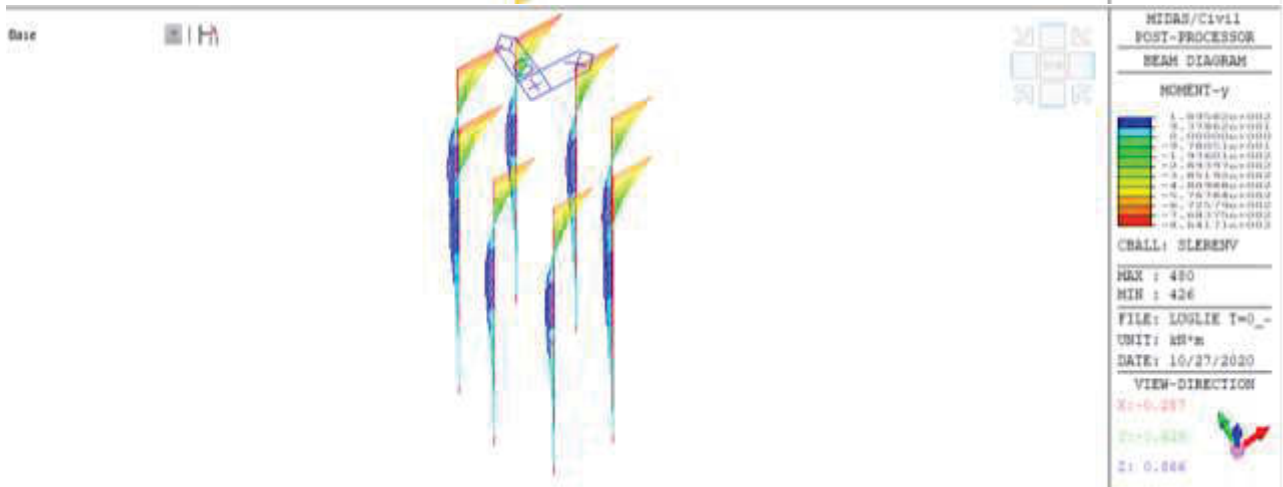
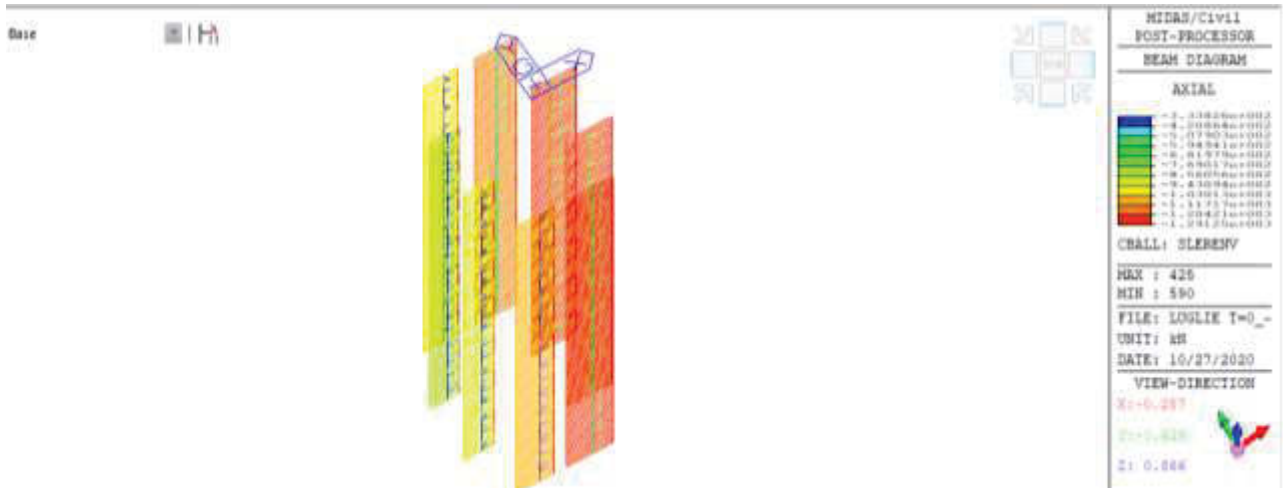


14.5.1.2 Sismica SLV

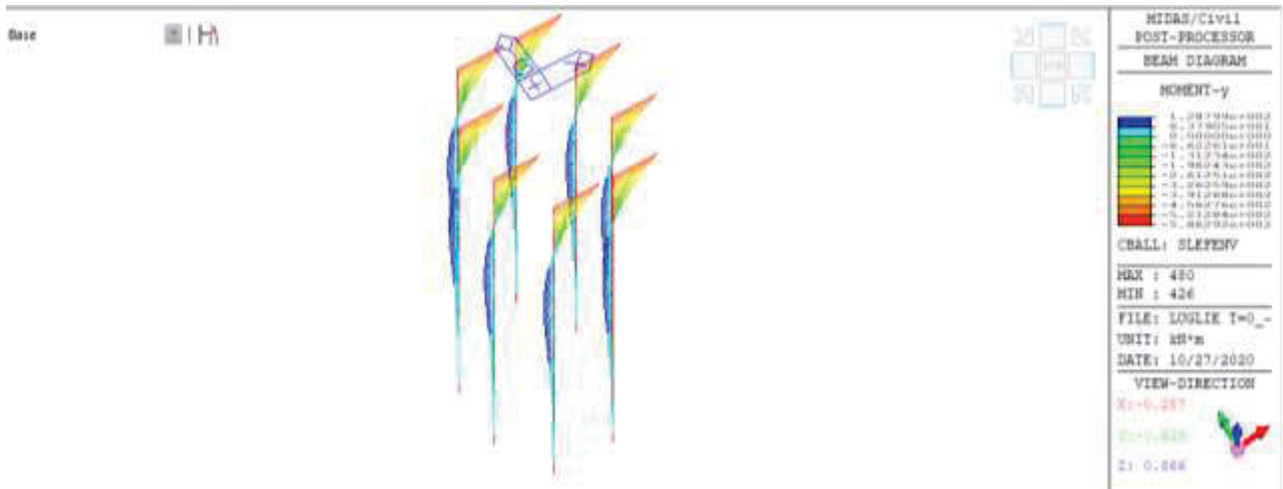
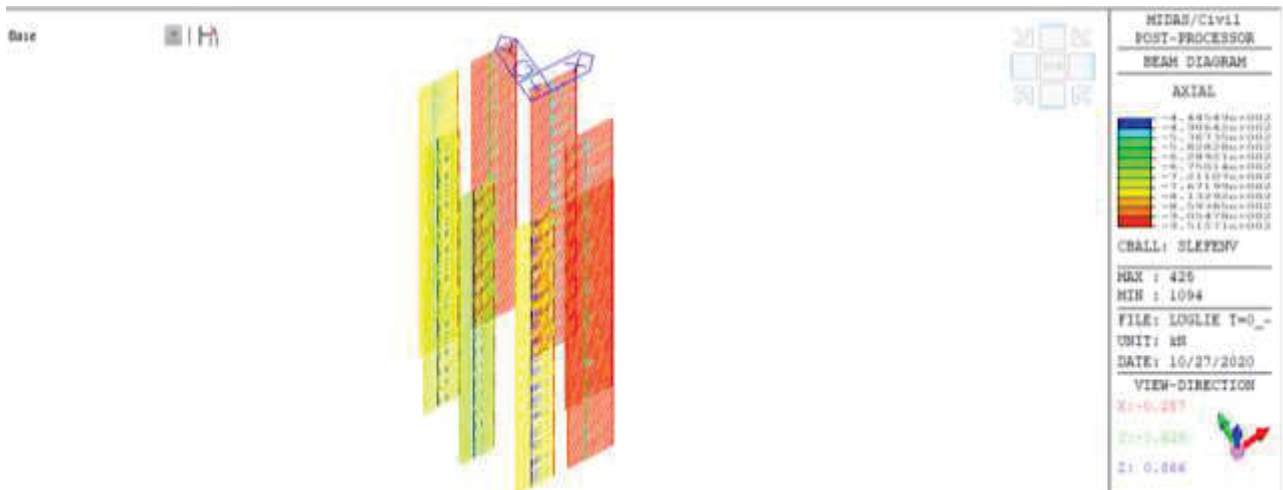




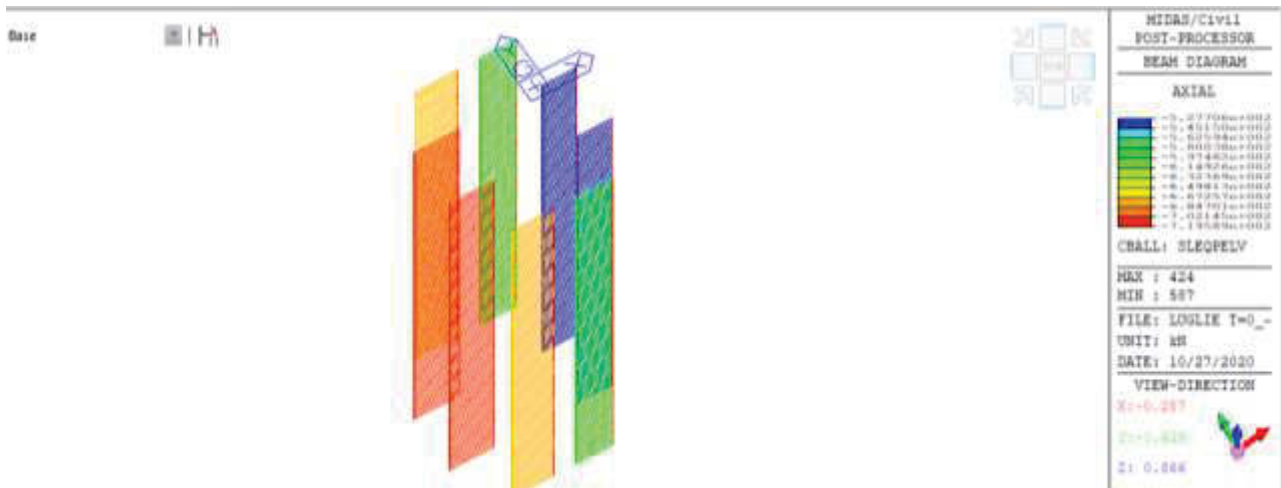
14.5.1.3SLE rara



14.5.1.4SLE frequente



14.5.1.5SLE quasi permanente



sono riconoscibili anche i coefficienti di penalizzazione previsti dalla normativa. Nel calcolo è automaticamente considerato anche il peso del palo.

In particolare essendo presenti strati di argilla sovraconsolidata per quasi tutto lo sviluppo del palo, si riporta il calcolo di capacità sia utilizzando i parametri drenati che quelli non drenati; questi ultimi sono peraltro quelli da considerarsi per le verifiche sismiche sicuramente impulsive.

La verifica viene dunque condotta:

- con riferimento alle resistenze non drenate in condizione sismica SLV;
- con riferimento sia a condizioni drenate che non drenate in condizione SLU

Le massime reazioni sui pali sono:

$$R_{slu} = 1511 \text{ kN}$$

$$R_{slv}^+ = 3298 \text{ kN}$$

$$R_{slv}^- = -1490 \text{ kN}$$

Nella tabella seguente il calcolo in condizioni non drenate per pali lunghi 18 m.

GENERALI DEL PALO

mento:	Palo tipico viadotto Luglie spalle				
aggio:	vari				
a falda:	-24	m			
etro palo:	1.2	m	Trivellato		
hezza palo entro terra:	18.00	m	da quota:	-2	a quota: -20.0
hezza palo fuori terra:	0	m			
o del palo:	305.208	kN			

EFFICIENTI PER IL CALCOLO DI Rd

Numero di verticali indagate: 1
 Coefficiente di correlazione in funzione delle verticali indagate: $\xi_3 = 1.4$
 Coefficienti parziali γ_R da applicare alle resistenze caratteristiche (NTC 18 tab.6.4.11):

	R3
punta	1.35
laterale	1.15
laterale trazione	1.25

Tab. 6.4.11 - Coefficienti parziali γ_R da applicare alle resistenze caratteristiche a carico verticale dei pali

Resistenza	Simbolo	Pali infissi (R3)	Pali trivellati (R3)	Pali ad elica continua (R3)
Base	γ_{Rb}	1.15	1.25	1.3
Laterale in compressione	γ_{Rc}	1.15	1.15	1.15
Totale γ	γ	1.15	1.20	1.25
Laterale in trazione	γ_{Rt}	1.25	1.25	1.25

γ_{Rb} da applicare alle resistenze caratteristiche dedotte dai risultati di prove di carico di progetto.

COLO DI CAPACITA' PORTANTE CON APPROCCIO A1+M1+R3

quota sup.	quota inf.	descrizione	γ (kN/mc)	γ' (kN/mc)	ϕ	K_0	C_u (kN/mg)	α	σ'_{v0} (kN/mg)	$\sigma'_{v,m}$ (kN/mg)	Qlat (kN)	Nq	Nc	Qp (kN)
0.00	2.00	trasc	20.00	0.00	0	0.50	0	0	40	20	0.0	0	0	0.0
2.00	6.50	FAAa (argille alterate)	0.00	10.00	0.0	0.50	75	0.6	85	62.5	763.4	0	0	0.0
6.50	20.00	FAA (argille azzurre)	0.00	10.00	0.0	0.00	200.00	0.40	220	152.5	4071.4	1	9	2284.5
			0.00	9.00					220	220	0.0	0	0	0.0
			0.00	9.00					220	220	0.0	0	0	0.0
			0.00	9.00					220	220	0.0	0	0	0.0
			0.00	9.00					220	220	0.0	0	0	0.0
			0.00	9.00					220	220	0.0	0	0	0.0
			0.00	9.00					220	220	0.0	0	0	0.0
											kN	4834.8	kN	2284.5

COLO DELLA CAPACITA' PORTANTE

Scenario 1: combinazione 1 (A1, M1, R1)
 Capacità portante in compressione $R_{c,k} = 3906.5 \text{ kN}$
 Capacità portante in trazione $R_{t,k} = 3067.9 \text{ kN}$

Nella tabella che segue il calcolo in condizioni drenate.

DATI GENERALI DEL PALO

riferimento:	Palo tipico viadotto Luglie spalle				
sondaggio:	vari				
quota falda:	-24	m			
diametro palo:	1.2	m	Trivellato		
lunghezza palo entro terra:	18.00	m	da quota:	-2	a quota: -20.0
lunghezza palo fuori terra:	0	m			
peso del palo:	305.208	kN			

COEFFICIENTI PER IL CALCOLO DI Rd

Numero di verticali indagate: 1
 Fattore di correlazione in funzione delle verticali indagate: $\xi_3 = 1.4$
 Coefficienti parziali γ_R da applicare alle resistenze caratteristiche (NTC 18 tab.6.4.II):

	R3
punta	1.35
laterale	1.15
laterale trazione	1.25

Tab. 6.4.II - Coefficienti parziali γ_R da applicare alle resistenze caratteristiche a carico verticale dei pali

Resistenza	Simbolo	Pali infissi (R3)	Pali trivellati (R3)	Pali ad anca continua (R3)
Base	γ_B	1.25	1.25	1.3
Laterale in compressione	γ_L	1.15	1.15	1.15
Totale γ	γ	1.15	1.20	1.25
Laterale in trazione	γ_{Ltr}	1.25	1.25	1.25

*da applicare alle resistenze caratteristiche dedotte dai risultati di prove di carico di progetto.

CALCOLO DI CAPACITA' PORTANTE CON APPROCCIO A1+M1+R3

str.	quota sup.	quota inf.	descrizione	γ (kN/mc)	γ' (kN/mc)	ϕ	K_0	C_u (kN/mg)	α	σ'_{v} (kN/mg)	$\sigma'_{v,m}$ (kN/mg)	Qlat (kN)	Nq	Nc	Qp (kN)
1	0.00	2.00	trasc	20.00	0.00	0	0.50	0	0	40	20	0.0			0.0
2	2.00	6.50	FAAa (argille alterate)	0.00	10.00	24.0	0.50	20	0.6	85	62.5	439.6	0	0	0.0
3	6.50	20.00	FAA (argille azzurre)	0.00	10.00	28.0	0.40	30.00	0.40	220	152.5	2261.3	8	9	2295.8
4				0.00	9.00					220	220	0.0	0	0	0.0
5				0.00	9.00					220	220	0.0	0	0	0.0
6				0.00	9.00					220	220	0.0	0	0	0.0
7				0.00	9.00					220	220	0.0	0	0	0.0
8				0.00	9.00					220	220	0.0	0	0	0.0
8				0.00	9.00					220	220	0.0	0	0	0.0
												kN	2700.9	kN	2295.8

CALCOLO DELLA CAPACITA' PORTANTE

approccio 1: combinazione 1 (A1, M1, R1) Capacità portante in compressione $R_{c,k} = 2587.1$ kN
 Capacità portante in trazione $R_{t,k} = 1848.6$ kN

Le azioni sono sempre inferiori alle resistenze.

14.5.3 Capacità portante orizzontale

In termini di capacità portante orizzontale si riporta il calcolo secondo le formule di Broms che prevedono dapprima la valutazione del caso (palo lungo o palo corto) e infine valutano il taglio massimo in testa ammissibile sul palo. Le sollecitazioni di gran lunga dominanti sono quelle sismiche:

$V_{slv} = 1120$ kN

Il calcolo di verifica è riportato nella tabella che segue.

Approccio 2		A1+M1+R3	
ξ_3	1.7	Fattore di correlazione	
γ_{R3}	1.3	Coefficiente sulle resistenze (R3)	
c_u	150 (kPa)	coesione non drenata	
H_{ed}	1120 (kN)	Taglio sollecitante	
L	29 (m)	Lunghezza palo	
γ	20 (kN/mc)	peso terreno per unità di volume	
d	1.2 (m)	diametro palo	
M_y	4000 kNm	Momento plastico del palo	
Valutazione palo corto		$\frac{M_{max}}{c_u d^3} = 4,5 \left(\frac{L}{d}\right)^2 - 10,125$	
$M_{max} =$	678585.6 kNm		
Palo corto?	NO	$\frac{H}{c_u d^2} = 9 \left(\frac{L}{d} - 1,5\right)$	
$H_{palo\ corto}$	44064 kNm		
Valutazione palo lungo			
$H_{palo\ lungo}$	2951.1 (kN)	$\frac{H}{c_u d^2} = -13,5 + \sqrt{182,25 + 36 \frac{M_y}{c_u d^3}}$	
Si determina a partire da H per palo lungo quale sia la L con la formula del palo intermedio Se la L risultante è inferiore a quella effettiva del palo allora il palo è sicuramente da valutare come palo lungo			
$\frac{H}{c_u d^2} = -9 \left(\frac{L}{d} + 1,5\right) + 9 \sqrt{2 \left(\frac{L}{d}\right)^2 + \frac{4 M_y}{9 c_u d^3} + 4,5}$			
L^*	5.64 (m)	<	29 m Ok palo lungo
Palo lungo?	SI		
Valutazione palo intermedio		$\frac{H}{c_u d^2} = -9 \left(\frac{L}{d} + 1,5\right) + 9 \sqrt{2 \left(\frac{L}{d}\right)^2 + \frac{4 M_y}{9 c_u d^3} + 4,5}$	
$H_{palo\ intermedio}$	16866.0 (kN)		
Palo interm.?	NO		

Hrd	1335.35 kN
Verifica	OK-Verificato FS=

1.192

14.5.4 Verifica strutturale

Nelle tabelle che seguono si riportano le sollecitazioni di verifica.
 Condizioni SLU statiche

Elem	Load	Part	Component	Axial (kN)	Shear-y (kN)	Shear-z (kN)	Torsion (kN*m)	Moment-y (kN*m)	Moment-z (kN*m)
1040	SLUenv(max)	I[1084]	Axial	-561.17	-1.71	-58.92	0	-227.92	-5.48
1040	SLUenv(max)	I[1084]	Moment-y	-713.72	8.1	-55.27	0	-215.21	21.89
1040	SLUenv(max)	I[1084]	Moment-z	-1157.28	55.72	-221.47	0	-742.8	194.3
1041	SLUenv(max)	I[1086]	Axial	-476.26	-3.81	-268.35	0	-894.72	-8.29
1041	SLUenv(max)	I[1086]	Moment-y	-1235.99	-3.32	-54.66	0	-211.37	-17.86
1041	SLUenv(max)	I[1086]	Moment-z	-775.6	7.4	-223.01	0	-746.52	29.97
1040	SLUenv(min)	I[1084]	Axial	-1510.82	34.08	-261.66	0	-870.63	104.88
1040	SLUenv(min)	I[1084]	Moment-y	-1173.55	-34.31	-270.38	0	-903.32	-109.34
1040	SLUenv(min)	I[1084]	Moment-z	-1073.62	-52.6	-234	0	-788.86	-177.19
1041	SLUenv(min)	I[1086]	Axial	-1393.29	-1.21	-56.46	0	-217.3	-12.09
1041	SLUenv(min)	I[1086]	Moment-y	-545.22	-2.24	-269.81	0	-899.99	2.71
1041	SLUenv(min)	I[1086]	Moment-z	-768.18	-9.5	-230.35	0	-774.37	-35.38

Condizioni SLV sismiche

Elem	Load	Part	Axial (kN)	Shear-y (kN)	Shear-z (kN)	Torsion (kN*m)	Moment-y (kN*m)	Moment-z (kN*m)
1040	SLV1	I[1084]	1492.03	114	855.54	0	1854.25	272.31
1040	SLV2	I[1084]	-2801.87	56.7	-898.5	0	-2013.76	132.7
1040	SLV3	I[1084]	1379.64	-54.06	803.12	0	1729	-125.09
1040	SLV4	I[1084]	1462.8	112.8	837.83	0	1814.94	269.45
1040	SLV5	I[1084]	-2914.25	-111.36	-950.92	0	-2139.01	-264.69
1040	SLV6	I[1084]	-2831.1	55.51	-916.21	0	-2053.08	129.84
1040	SLV7	I[1084]	1350.42	-55.26	785.41	0	1689.68	-127.95
1040	SLV8	I[1084]	-2943.48	-112.55	-968.63	0	-2178.33	-267.55
1040	SLV9	I[1084]	120.28	290.01	302.79	0	646.58	687.07
1040	SLV10	I[1084]	-254.34	-270.18	128.04	0	229.06	-637.58
1040	SLV11	I[1084]	-1167.89	272.82	-223.42	0	-513.82	645.19
1040	SLV12	I[1084]	91.05	288.82	285.08	0	607.26	684.21
1040	SLV13	I[1084]	-1542.5	-287.37	-398.17	0	-931.34	-679.46
1040	SLV14	I[1084]	-283.56	-271.38	110.33	0	189.75	-640.44
1040	SLV15	I[1084]	-1197.12	271.63	-241.13	0	-553.14	642.33
1040	SLV16	I[1084]	-1571.73	-288.57	-415.88	0	-970.66	-682.32
1040	SLV17	I[1084]	23.26	95.34	262.29	0	546.32	226.78
1040	SLV18	I[1084]	-74.16	91.35	203.25	0	415.26	217.25
1040	SLV19	I[1084]	-1264.91	78.15	-263.92	0	-614.08	184.9
1040	SLV20	I[1084]	-89.12	-72.72	209.86	0	421.07	-170.61
1040	SLV21	I[1084]	-1362.33	74.17	-322.96	0	-745.14	175.37
1040	SLV22	I[1084]	-186.55	-76.7	150.83	0	290.01	-180.15
1040	SLV23	I[1084]	-1377.29	-89.91	-316.35	0	-739.34	-212.5
1040	SLV24	I[1084]	-1474.71	-93.89	-375.38	0	-870.4	-222.03
1041	SLV1	I[1086]	1228.35	88.31	856.25	0	1857.99	215.29
1041	SLV2	I[1086]	-3097.32	49.76	-897.81	0	-2010.09	115.44
1041	SLV3	I[1086]	1085.76	-49.51	803.77	0	1732.51	-113.4
1041	SLV4	I[1086]	1170.72	87.87	838.52	0	1818.61	214.23
1041	SLV5	I[1086]	-3239.91	-88.06	-950.28	0	-2135.57	-213.26
1041	SLV6	I[1086]	-3154.95	49.31	-915.53	0	-2049.47	114.37
1041	SLV7	I[1086]	1028.13	-49.95	786.05	0	1693.13	-114.47
1041	SLV8	I[1086]	-3297.54	-88.51	-968	0	-2174.95	-214.32
1041	SLV9	I[1086]	-119.28	235.61	303.55	0	650.56	563.82
1041	SLV10	I[1086]	-594.58	-223.79	128.64	0	232.28	-531.83
1041	SLV11	I[1086]	-1416.98	224.04	-222.67	0	-509.87	533.86
1041	SLV12	I[1086]	-176.91	235.16	285.82	0	611.18	562.76
1041	SLV13	I[1086]	-1892.28	-235.36	-397.58	0	-928.14	-561.79
1041	SLV14	I[1086]	-652.21	-224.23	110.91	0	192.91	-532.9
1041	SLV15	I[1086]	-1474.61	223.6	-240.39	0	-549.25	532.8
1041	SLV16	I[1086]	-1949.91	-235.8	-415.3	0	-967.52	-562.85
1041	SLV17	I[1086]	-218.4	75.34	263	0	550.11	181.59
1041	SLV18	I[1086]	-410.5	73.86	203.93	0	418.84	178.03
1041	SLV19	I[1086]	-1516.1	63.77	-263.21	0	-610.32	151.63
1041	SLV20	I[1086]	-360.99	-62.48	210.53	0	424.62	-147.11
1041	SLV21	I[1086]	-1708.2	62.29	-322.29	0	-741.58	148.08
1041	SLV22	I[1086]	-553.09	-63.96	151.46	0	293.36	-150.66
1041	SLV23	I[1086]	-1658.69	-74.05	-315.69	0	-735.8	-177.07
1041	SLV24	I[1086]	-1850.79	-75.53	-374.76	0	-867.07	-180.62

Condizioni SLE

Elem	Load	Part	Component	Axial (kN)	Shear-y (kN)	Shear-z (kN)	Torsion (kN*m)	Moment-y (kN*m)	Moment-z (kN*m)
1040	SLEFenv(max)	I[1084]	Axial	-526.81	1.53	-84.89	0	-301.8	5.43
1041	SLEFenv(max)	I[1086]	Axial	-446.15	0.05	-168.61	0	-565.77	0.32
1040	SLEFenv(max)	I[1084]	Moment-y	-543.9	8.05	-84.32	0	-299.6	26.91
1041	SLEFenv(max)	I[1086]	Moment-y	-714.17	0.44	-83.92	0	-297.12	0.77
1040	SLEFenv(max)	I[1084]	Moment-z	-543.9	8.05	-84.32	0	-299.6	26.91
1041	SLEFenv(max)	I[1086]	Moment-z	-553.96	0.31	-168.69	0	-566.47	10.07
1040	SLEFenv(min)	I[1084]	Axial	-951.57	2.62	-168.17	0	-565.2	4.69
1041	SLEFenv(min)	I[1086]	Axial	-721.09	-0.4	-84.61	0	-299.77	-1.06
1041	SLEFenv(min)	I[1086]	Moment-y	-484.46	0.92	-169.42	0	-568.7	6.43
1040	SLEFenv(min)	I[1084]	Moment-y	-802.38	-1.97	-169.85	0	-571.21	-4.41
1041	SLEFenv(min)	I[1086]	Moment-z	-582.23	-1.93	-167.08	0	-559.96	-14.33
1040	SLEFenv(min)	I[1084]	Moment-z	-528.62	-5.31	-85.59	0	-304.46	-17.06
1040	SLEQPelv(max)	I[1084]	Axial	-528.39	1.51	-84.9	0	-301.84	5.34
1041	SLEQPelv(max)	I[1086]	Axial	-703.71	-0.55	-84.5	0	-299.41	-1.64
1040	SLEQPelv(max)	I[1084]	Moment-y	-528.39	1.51	-84.9	0	-301.84	5.34
1041	SLEQPelv(max)	I[1086]	Moment-y	-703.71	-0.55	-84.5	0	-299.41	-1.64
1041	SLEQPelv(max)	I[1086]	Moment-z	-719.51	-0.42	-84.6	0	-299.73	-1.11
1040	SLEQPelv(max)	I[1084]	Moment-z	-528.39	1.51	-84.9	0	-301.84	5.34
1041	SLEQPelv(min)	I[1086]	Axial	-719.51	-0.42	-84.6	0	-299.73	-1.11
1040	SLEQPelv(min)	I[1084]	Axial	-544.13	1.24	-85.01	0	-302.22	4.51
1040	SLEQPelv(min)	I[1084]	Moment-y	-544.13	1.24	-85.01	0	-302.22	4.51
1041	SLEQPelv(min)	I[1086]	Moment-y	-719.51	-0.42	-84.6	0	-299.73	-1.11
1040	SLEQPelv(min)	I[1084]	Moment-z	-544.13	1.24	-85.01	0	-302.22	4.51
1041	SLEQPelv(min)	I[1086]	Moment-z	-703.71	-0.55	-84.5	0	-299.41	-1.64
1040	SLERenv(max)	I[1084]	Axial	-696.71	-33.16	-172.17	0	-580.31	-108.76
1041	SLERenv(max)	I[1086]	Axial	-351.02	-2.53	-198.55	0	-661.89	-5.52
1041	SLERenv(max)	I[1086]	Moment-y	-564.19	2.25	-163.37	0	-546.14	-1.12
1040	SLERenv(max)	I[1084]	Moment-y	-857.82	39.1	-163.82	0	-548.95	126.27
1040	SLERenv(max)	I[1084]	Moment-z	-850.39	37.6	-164.38	0	-551.51	131.85
1041	SLERenv(max)	I[1086]	Moment-z	-729.98	4.32	-224.68	0	-753.09	22.27
1040	SLERenv(min)	I[1084]	Axial	-1289.67	34.1	-223.98	0	-751.36	106.8
1041	SLERenv(min)	I[1086]	Axial	-867.92	2.5	-223.29	0	-747.12	-2.21
1040	SLERenv(min)	I[1084]	Moment-y	-1088.27	27.9	-226.24	0	-759.47	94.52
1041	SLERenv(min)	I[1086]	Moment-y	-636.16	5.15	-225.67	0	-756.1	17.35
1041	SLERenv(min)	I[1086]	Moment-z	-567.83	-6.55	-170.26	0	-572.19	-25.11
1040	SLERenv(min)	I[1084]	Moment-z	-794.81	-35.18	-172.95	0	-582.87	-118.79

Si riportano le verifiche strutturali sui pali più cimentati. Che vengono armati con una doppia corona di 26 $\phi 26$ in sommità. E con staffe $\phi 12/100$ per il taglio.

14.5.4.1 Verifiche in condizioni statiche

DATI GENERALI SEZIONE IN C.A.

Descrizione Sezione:
 Metodo di calcolo resistenza: Stati Limite Ultimi
 Tipologia sezione: Sezione generica
 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
 Posizione sezione nell'asta: In zona critica

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CONGLOMERATO - Classe: C28/35
 Resis. compr. di calcolo fcd : 158.60 daN/cm²
 Resis. compr. ridotta fcd': 79.30 daN/cm²

Def.unit. max resistenza ec2 : 0.0020
 Def.unit. ultima ecu : 0.0035
 Diagramma tensione-deformaz. : Parabola-Rettangolo
 Modulo Elastico Normale Ec : 323080 daN/cm²
 Coeff. di Poisson : 0.20
 Resis. media a trazione fctm: 27.60 daN/cm²
 Coeff. Omogen. S.L.E. : 15.0
 Combinazioni Rare in Esercizio (Tens.Limite):
 Sc Limite : 168.00 daN/cm²
 Apert.Fess.Limite : Non prevista
 Combinazioni Frequenti in Esercizio (Tens.Limite):
 Sc Limite : 168.00 daN/cm²
 Apert.Fess.Limite : 0.300 mm
 Combinazioni Quasi Permanenti in Esercizio (Tens.Limite):
 Sc Limite : 126.00 daN/cm²
 Apert.Fess.Limite : 0.200 mm

ACCIAIO - Tipo: B450C
 Resist. caratt. snervam. fyk: 4500.0 daN/cm²
 Resist. caratt. rottura ftk: 4500.0 daN/cm²
 Resist. snerv. di calcolo fyd: 3913.0 daN/cm²
 Resist. ultima di calcolo ftd: 3913.0 daN/cm²
 Deform. ultima di calcolo Epu: 0.068
 Modulo Elastico Ef : 2000000 daN/cm²
 Diagramma tensione-deformaz. : Bilineare finito
 Coeff. Aderenza ist. β1*β2 : 1.00 daN/cm²
 Coeff. Aderenza diff. β1*β2 : 0.50 daN/cm²
 Comb.Rare Sf Limite : 3600.0 daN/cm²

CARATTERISTICHE DOMINI CONGLOMERATO

DOMINIO N° 1

Forma del Dominio: Circolare
 Classe Conglomerato: C28/35

Raggio circonferenza: 60.00 cm
 Ascissa X centro circ.: 0.00 cm
 Ordinata Y centro circ.: 0.00 cm

DATI GENERAZIONI CIRCOLARI DI BARRE

N.Gen. Numero assegnato alla singola generazione circolare di barre
 Xcentro Ascissa del centro della circonf. lungo cui sono disposte le barre gen.
 Ycentro Ordinata del centro della circonf. lungo cui sono disposte le barre gen.
 Raggio Raggio in cm della circonferenza lungo cui sono disposte le barre gen.
 N.Barre Numero di barre generate equidist. disposte lungo la circonf.
 Diam. Diametro in mm della singola barra generata

N.Gen.	Xcentro, cm	Ycentro, cm	Raggio, cm	N.Barre	Diam.Ø, mm
1	0.00	0.00	53.00	26	26
2	0.00	0.00	49.00	26	26

ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale in daN applicato nel Baric. (+ se di compressione)
 Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.
 My Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.
 Vy Componente del Taglio [daN] parall. all'asse princ.d'inerzia y
 Vx Componente del Taglio [daN] parall. all'asse princ.d'inerzia x

N.Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	56117	-22792	-548	-171	-5892
2	71372	-21521	2189	810	-5527
3	115728	-74280	19430	5572	-22147
4	47626	-89472	-829	-381	-26835
5	123599	-21137	-1786	-332	-5466

6	77560	-74652	2997	740	-22301
7	151082	-87063	10488	3408	-26166
8	117355	-90332	-10934	-3431	-27038
9	107362	-78886	-17719	-5260	-23400
10	139329	-21730	-1209	-121	-5646
11	54522	-89999	271	-224	-26981
12	76818	-77437	-3538	-950	-23035

COVB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale in daN applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x princ. d'inerzia
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sez.
My Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y princ. d'inerzia
con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.

N.Comb.	N	Mx	My
1	69671	-58031	-10876
2	35102	-66189	-552
3	56419	-54614	-112
4	85782	-54895	12627
5	85039	-55151	13185
6	72998	-75309	2227
7	128967	-75136	10680
8	86792	-74712	-221
9	108827	-75947	9452
10	63616	-75610	1735
11	56783	-57219	-2511
12	79481	-58287	-11879

COVB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale in daN applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x princ. d'inerzia
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sez.
My Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y princ. d'inerzia
con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.

N.Comb.	N	Mx	My
1	52681	-30180	543
2	44615	-56577	32
3	54390	-29960	2691
4	71417	-29712	77
5	54390	-29960	2691
6	55396	-56647	1007
7	95157	-56520	469
8	72109	-29977	-106
9	48446	-56870	643
10	80238	-57121	-441
11	58223	-55996	-1433
12	52862	-30446	-1706

COVB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale in daN applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x princ. d'inerzia
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sez.
My Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y princ. d'inerzia
con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.

N.Comb.	N	Mx	My
1	52839	-30184	534
2	70371	-29941	-164
3	52839	-30184	534
4	70371	-29941	-164
5	71951	-29973	-111
6	52839	-30184	534
7	71951	-29973	-111

8	54413	-30222	451
9	54413	-30222	451
10	71951	-29973	-111
11	54413	-30222	451
12	70371	-29941	-164

RISULTATI DEL CALCOLO

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 5.7 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali: 1.4 cm
Copriferro netto minimo staffe: 4.5 cm

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata							
N	Sforzo normale assegnato [in daN] (positivo se di compressione)							
Mx	Momento flettente assegnato [in daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia							
My	Momento flettente assegnato [in daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia							
N ult	Sforzo normale ultimo [in daN] nella sezione (positivo se di compress.)							
Mx ult	Momento flettente ultimo [in daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia							
My ult	Momento flettente ultimo [in daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia							
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult, Mx ult, My ult) e (N, Mx, My) Verifica positiva se tale rapporto risulta ≥ 1.000							

N.Comb.	Ver	N	Mx	My	N ult	Mx ult	My ult	Mis.Sic.
1	S	56117	-22792	-548	56097	-454310	-10952	19.933
2	S	71372	-21521	2189	71362	-456636	45906	21.216
3	S	115728	-74280	19430	115723	-452924	118138	6.096
4	S	47626	-89472	-829	47617	-452423	-4224	5.057
5	S	123599	-21137	-1786	123572	-468124	-38893	22.145
6	S	77560	-74652	2997	77537	-459165	18116	6.151
7	S	151082	-87063	10488	151070	-471600	56803	5.417
8	S	117355	-90332	-10934	117345	-464882	-56263	5.146
9	S	107362	-78886	-17719	107379	-454791	-102578	5.766
10	S	139329	-21730	-1209	139347	-472540	-25501	21.744
11	S	54522	-89999	271	54520	-454047	1365	5.045
12	S	76818	-77437	-3538	76814	-458930	-20636	5.926

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max	Defom. unit. massima del conglomerato a compressione								
ec 3/7	Defom. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace								
Xc max	Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,0 sez.)								
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,0 sez.)								
ef min	Defom. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)								
Xf min	Ascissa in cm della barra corrisp. a ef min (sistema rif. X,Y,0 sez.)								
Yf min	Ordinata in cm della barra corrisp. a ef min (sistema rif. X,Y,0 sez.)								
ef max	Defom. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)								
Xf max	Ascissa in cm della barra corrisp. a ef max (sistema rif. X,Y,0 sez.)								
Yf max	Ordinata in cm della barra corrisp. a ef max (sistema rif. X,Y,0 sez.)								

N.Comb.	ec max	ec 3/7	Xc max	Yc max	ef min	Xf min	Yf min	ef max	Xf max	Yf max
1	0.00350	-0.00120	-1.4	-60.0	0.00286	0.0	-53.0	-0.00682	0.0	53.0
2	0.00350	-0.00111	6.1	-60.0	0.00285	0.0	-53.0	-0.00662	0.0	53.0
3	0.00350	-0.00095	15.2	-60.0	0.00289	12.7	-51.5	-0.00628	-12.7	51.5
4	0.00350	-0.00124	-0.6	-60.0	0.00286	0.0	-53.0	-0.00690	0.0	53.0
5	0.00350	-0.00092	-5.1	-60.0	0.00288	0.0	-53.0	-0.00620	0.0	53.0
6	0.00350	-0.00110	2.4	-60.0	0.00287	0.0	-53.0	-0.00661	0.0	53.0
7	0.00350	-0.00082	7.2	-60.0	0.00288	0.0	-53.0	-0.00597	0.0	53.0
8	0.00350	-0.00094	-7.2	-60.0	0.00286	0.0	-53.0	-0.00623	0.0	53.0
9	0.00350	-0.00098	-13.1	-60.0	0.00289	-12.7	-51.5	-0.00635	12.7	51.5
10	0.00350	-0.00086	-3.3	-60.0	0.00290	0.0	-53.0	-0.00607	0.0	53.0
11	0.00350	-0.00121	0.2	-60.0	0.00286	0.0	-53.0	-0.00684	0.0	53.0
12	0.00350	-0.00111	-2.7	-60.0	0.00287	0.0	-53.0	-0.00661	0.0	53.0

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a	Coeff. a nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,0 gen.
b	Coeff. b nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,0 gen.
c	Coeff. c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,0 gen.
x/d	Rapp. di duttilità a rottura in presenza di sola fless.(travi)
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N.Comb.	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	-0.000002195	-0.000091312	-0.001980328		
2	0.000009080	-0.000089271	-0.001883926		
3	0.000021898	-0.000083716	-0.001691984		
4	-0.000000853	-0.000092077	-0.002024857		
5	-0.000007237	-0.000085652	-0.001657447		
6	0.000003590	-0.000089435	-0.001870426		
7	0.000010056	-0.000083474	-0.001544641		
8	-0.000010386	-0.000085802	-0.001685681		
9	-0.000019110	-0.000085079	-0.001731951		
10	-0.000004710	-0.000084659	-0.001587383		
11	0.000000276	-0.000091503	-0.001990228		
12	-0.000004087	-0.000089453	-0.001872769		

ARMATURE A TAGLIO

Diametro staffe:	12 mm	
Passo staffe:	20.0 cm	[Passo massimo di normativa = 25.0 cm]
N.Bracci staffe:	2	

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - VERIFICHE A TAGLIO

Ver	S = comb. verificata a taglio / N = comb. non verificata
Vsdu	Taglio agente [daN] = proiez. di V_x e V_y sulla normale all'asse neutro
Vcd	Taglio resistente ultimo [daN] lato conglomerato compresso
Vwd	Taglio resistente [daN] assorbito dalle staffe
Dmed	Altezza utile media pesata [cm] valutata lungo strisce ortog. all'asse neutro. Vengono prese nella media le strisce con almeno un estremo compresso. I pesi della media sono costituiti dalle stesse lunghezze delle strisce.
bw	Larghezza media resistente a taglio [cm] misurate parallel. all'asse neutro. E' data dal rapporto tra l'area delle sopradette strisce resistenti e Dmed.
Teta	Angolo [gradi sessadec.] di inclinazione dei puntoni di conglomerato
Acw	Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione
Ast	Area staffe+legature strettam. necessarie a taglio per metro di pil.[cm ² /m]
A_Eff	Area staffe+legature efficaci nella direzione del taglio di combinaz.[cm ² /m] (Tra parentesi è indicata la quota dell'area relativa alle sole legature. L'area della legatura è ridotta col fattore L/d_{max} con L =lungh.legat.proietta- ta sulla direz. del taglio e d_{max} = massima altezza utile nella direz.del taglio)

N.Comb.	Ver	Vsdu	Vcd	Vwd	Dmed	bw	Teta	Acw	Ast	A_Eff
1	S	313	270296	98884	99.3	107.2	21.80°	1.031	0.0	11.3(0.0)
2	S	1365	272525	98884	99.3	107.2	21.80°	1.040	0.2	11.3(0.0)
3	S	10995	280991	98431	98.9	108.5	21.80°	1.065	1.3	11.3(0.0)
4	S	630	269056	98884	99.3	107.2	21.80°	1.027	0.1	11.3(0.0)
5	S	791	282149	98431	98.9	108.5	21.80°	1.069	0.1	11.3(0.0)
6	S	1634	273430	98884	99.3	107.2	21.80°	1.043	0.2	11.3(0.0)
7	S	6513	286193	98431	98.9	108.5	21.80°	1.084	0.7	11.3(0.0)
8	S	6655	281230	98431	98.9	108.5	21.80°	1.065	0.8	11.3(0.0)
9	S	10260	279760	98431	98.9	108.5	21.80°	1.060	1.2	11.3(0.0)
10	S	434	284464	98431	98.9	108.5	21.80°	1.078	0.0	11.3(0.0)
11	S	143	270063	98884	99.3	107.2	21.80°	1.030	0.0	11.3(0.0)
12	S	2000	273321	98884	99.3	107.2	21.80°	1.043	0.2	11.3(0.0)

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
Sc max	Massima tensione positiva di compressione nel conglomerato [daN/cm ²]
Xc max	Ascissa in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,0)
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,0)
Sf min	Minima tensione negativa di trazione nell'acciaio [daN/cm ²]
Xf min	Ascissa in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,0)
Yf min	Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,0)
Ac eff.	Area di conglomerato [cm ²] in zona tesa considerata aderente alle barre

D fess. Distanza calcolata tra le fessure espressa in mm
K3 Coeff. di normativa dipendente dalla forma del diagramma delle tensioni
Ap.fess. Apertura calcolata delle fessure espressa in mm

N.Comb.	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xf min	Yf min	Ac eff.	D fess.	K3	Ap.Fess.
1	S	33.5	-11.1	50.0	-486	12.7	51.5	2308	174	0.184	0.029
2	S	36.4	-0.5	75.0	-701	0.0	53.0	2619	177	0.192	0.042
3	S	30.8	-0.1	75.0	-478	0.0	53.0	2368	173	0.186	0.028
4	S	32.4	13.5	65.0	-400	-12.7	51.5	2110	175	0.179	0.024
5	S	32.6	14.0	65.0	-407	-12.7	51.5	2126	175	0.180	0.024
6	S	42.4	1.8	65.0	-676	0.0	53.0	2445	175	0.187	0.040
7	S	44.0	8.4	-49.9	-494	-12.7	51.5	1989	168	0.176	0.028
8	S	42.4	-0.2	-49.9	-620	0.0	53.0	2368	176	0.185	0.037
9	S	43.9	7.4	-49.9	-564	-12.7	51.5	2179	170	0.180	0.033
10	S	42.3	1.4	-49.9	-714	0.0	53.0	2449	172	0.189	0.042
11	S	32.3	-2.6	-49.9	-509	0.0	53.0	2405	174	0.187	0.030
12	S	34.0	-12.0	-49.9	-458	12.7	51.5	2223	175	0.182	0.027

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

N.Comb.	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xf min	Yf min	Ac eff.	D fess.	K3	Ap.Fess.
1	S	17.5	1.1	50.0	-193	0.0	53.0	1957	170	0.176	0.011
2	S	31.6	0.0	75.0	-545	0.0	53.0	2522	174	0.189	0.032
3	S	17.5	5.4	65.0	-186	0.0	53.0	1909	165	0.174	0.010
4	S	17.7	0.2	-49.9	-136	0.0	53.0	1425	160	0.162	0.007
5	S	17.5	5.4	65.0	-186	0.0	53.0	1909	165	0.174	0.010
6	S	31.9	1.1	65.0	-507	0.0	53.0	2425	174	0.187	0.030
7	S	32.7	0.5	65.0	-372	0.0	53.0	2009	172	0.177	0.022
8	S	17.9	-0.2	-49.9	-137	0.0	53.0	1425	160	0.162	0.007
9	S	31.8	0.7	-49.9	-535	0.0	53.0	2477	173	0.189	0.031
10	S	32.7	-0.5	65.0	-427	0.0	53.0	2207	174	0.181	0.025
11	S	31.6	-1.5	-49.9	-489	0.0	53.0	2397	173	0.186	0.029
12	S	17.7	-3.4	-49.9	-196	0.0	53.0	1965	167	0.176	0.011

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

N.Comb.	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xf min	Yf min	Ac eff.	D fess.	K3	Ap.Fess.
1	S	17.5	1.1	50.0	-193	0.0	53.0	1953	170	0.176	0.011
2	S	17.8	-0.3	49.9	-141	0.0	53.0	1525	163	0.163	0.008
3	S	17.5	1.1	49.9	-193	0.0	53.0	1953	170	0.176	0.011
4	S	17.8	-0.3	-49.9	-141	0.0	53.0	1525	163	0.163	0.008
5	S	17.9	-0.2	-49.9	-137	0.0	53.0	1425	160	0.162	0.007
6	S	17.5	1.1	-49.9	-193	0.0	53.0	1953	170	0.176	0.011
7	S	17.9	-0.2	49.9	-137	0.0	53.0	1425	160	0.162	0.007
8	S	17.6	0.9	49.9	-188	0.0	53.0	1913	169	0.175	0.011
9	S	17.6	0.9	49.9	-188	0.0	53.0	1913	169	0.175	0.011
10	S	17.9	-0.2	-49.9	-137	0.0	53.0	1425	160	0.162	0.007
11	S	17.6	0.9	-49.9	-188	0.0	53.0	1913	169	0.175	0.011
12	S	17.8	-0.3	-49.9	-141	0.0	53.0	1525	163	0.163	0.008

14.5.4.2 Verifiche in condizioni sismiche

DATI GENERALI SEZIONE IN C.A.

NOME SEZIONE: palo spalla fssa slv

Descrizione Sezione:
Metodo di calcolo resistenza: Stati Limite Ultimi
Tipologia sezione: Sezione generica
Normativa di riferimento: N.T.C.
Percorso sollecitazione: A Sforzo Nom. costante
Riferimento Sforzi assegnati: Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicità: Zona non sismica
Posizione sezione nell'asta: In zona critica

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CONGLOMERATO -	Classe: C28/35	
	Resis. compr. di calcolo fcd :	158.60 daN/cm ²
	Resis. compr. ridotta fcd' :	79.30 daN/cm ²
	Def.unit. max resistenza ec2 :	0.0020
	Def.unit. ultima ecu :	0.0035
	Diagramma tensione-deformaz. :	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale Ec :	323080 daN/cm ²
	Coeff. di Poisson :	0.20
	Resis. media a trazione fctm :	27.60 daN/cm ²
ACCIAIO -	Tipo: B450C	
	Resist. caratt. snervam. fyk :	4500.0 daN/cm ²
	Resist. caratt. rottura ftk :	4500.0 daN/cm ²
	Resist. snerv. di calcolo fyd :	3913.0 daN/cm ²
	Resist. ultima di calcolo ftd :	3913.0 daN/cm ²
	Deform. ultima di calcolo Epu :	0.068
	Modulo Elastico Ef :	2000000 daN/cm ²
	Diagramma tensione-deformaz. :	Bilineare finito

CARATTERISTICHE DOMINI CONGLOMERATO

DOMINIO N° 1

Forma del Dominio: Circolare
 Classe Conglomerato: C28/35

Raggio circonferenza: 60.00 cm
 Ascissa X centro circ.: 0.00 cm
 Ordinata Y centro circ.: 0.00 cm

DATI GENERAZIONI CIRCOLARI DI BARRE

N.Gen. Numero assegnato alla singola generazione circolare di barre
 Xcentro Ascissa del centro della circonfer. lungo cui sono disposte le barre gen.
 Ycentro Ordinata del centro della circonfer. lungo cui sono disposte le barre gen.
 Raggio Raggio in cm della circonferenza lungo cui sono disposte le barre gen.
 N.Barre Numero di barre generate equidist. disposte lungo la circonfer.
 Diam. Diametro in mm della singola barra generata

	N.Gen.	Xcentro, cm	Ycentro, cm	Raggio, cm	N.Barre	Diam.Ø, mm
	1	0.00	0.00	53.00	26	26
	2	0.00	0.00	49.00	26	26

ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale in daN applicato nel Baric. (+ se di compressione)
 Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.
 My Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.
 Vy Componente del Taglio [daN] parall. all'asse princ.d'inerzia y
 Vx Componente del Taglio [daN] parall. all'asse princ.d'inerzia x

N.Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	-149203	185425	27231	11400	85554
2	280187	-201376	13270	5670	-89850
3	-137964	172900	-12509	-5406	80312
4	-146280	181494	26945	11280	83783
5	291425	-213901	-26469	-11136	-95092
6	283110	-205308	12984	5551	-91621
7	-135042	168968	-12795	-5526	78541
8	294348	-217833	-26755	-11255	-96863
9	-12028	64658	68707	29001	30279
10	25434	22906	-63758	-27018	12804
11	116789	-51382	64519	27282	-22342
12	-9105	60726	68421	28882	28508
13	154250	-93134	-67946	-28737	-39817

14	28356	18975	-64044	-27138	11033
15	119712	-55314	64233	27163	-24113
16	157173	-97066	-68232	-28857	-41588
17	-2326	54632	22678	9534	26229
18	7416	41526	21725	9135	20325
19	126491	-61408	18490	7815	-26392
20	8912	42107	-17061	-7272	20986
21	136233	-74514	17537	7417	-32296
22	18655	29001	-18015	-7670	15083
23	137729	-73934	-21250	-8991	-31635
24	147471	-87040	-22203	-9389	-37538

RISULTATI DEL CALCOLO

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 5.7 cm
 Interferro netto minimo barre longitudinali: 1.4 cm
 Copriferro netto minimo staffe: 4.5 cm

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
 N Sforzo normale assegnato [in daN] (positivo se di compressione)
 Mx Momento flettente assegnato [in daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
 My Momento flettente assegnato [in daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
 N ult Sforzo normale ultimo [in daN] nella sezione (positivo se di compress.)
 Mx ult Momento flettente ultimo [in daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
 My ult Momento flettente ultimo [in daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
 Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult, Mx ult, My ult) e (N, Mx, My)
 Verifica positiva se tale rapporto risulta ≥ 1.000

N.Comb.	Ver	N	Mx	My	N ult	Mx ult	My ult	Mis.Sic.
1	S	-149203	185425	27231	-149179	396026	59181	2.137
2	S	280187	-201376	13270	280193	-497470	32993	2.470
3	S	-137964	172900	-12509	-137962	402605	-27778	2.328
4	S	-146280	181494	26945	-146303	396743	59995	2.187
5	S	291425	-213901	-26469	291415	-497186	-61568	2.324
6	S	283110	-205308	12984	283094	-497985	31631	2.426
7	S	-135042	168968	-12795	-135039	403443	-29036	2.387
8	S	294348	-217833	-26755	294351	-497630	-61162	2.284
9	S	-12028	64658	68707	-12014	299883	319445	4.644
10	S	25434	22906	-63758	25413	150906	-420964	6.601
11	S	116789	-51382	64519	116790	-291037	367224	5.681
12	S	-9105	60726	68421	-9120	291319	328255	4.797
13	S	154250	-93134	-67946	154273	-384216	-280554	4.127
14	S	28356	18975	-64044	28336	126373	-430242	6.713
15	S	119712	-55314	64233	119737	-305692	355406	5.530
16	S	157173	-97066	-68232	157163	-389566	-273915	4.014
17	S	-2326	54632	22678	-2317	407316	168292	7.451
18	S	7416	41526	21725	7420	392420	205260	9.450
19	S	126491	-61408	18490	126518	-451101	134516	7.340
20	S	8912	42107	-17061	8931	411448	-166004	9.766
21	S	136233	-74514	17537	136238	-460031	108596	6.175
22	S	18655	29001	-18015	18680	378251	-236524	13.067
23	S	137729	-73934	-21250	137708	-454965	-129674	6.150
24	S	147471	-87040	-22203	147459	-460476	-117179	5.290

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max Defom. unit. massima del conglomerato a compressione
 ec 3/7 Defom. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace
 Xc max Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,0 sez.)
 Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,0 sez.)
 ef min Defom. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
 Xf min Ascissa in cm della barra corrisp. a ef min (sistema rif. X,Y,0 sez.)
 Yf min Ordinata in cm della barra corrisp. a ef min (sistema rif. X,Y,0 sez.)
 ef max Defom. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
 Xf max Ascissa in cm della barra corrisp. a ef max (sistema rif. X,Y,0 sez.)
 Yf max Ordinata in cm della barra corrisp. a ef max (sistema rif. X,Y,0 sez.)

N.Comb.	ec max	ec 3/7	Xc max	Yc max	ef min	Xf min	Yf min	ef max	Xf max	Yf max
1	0.00350	-0.00223	8.7	59.4	0.00269	12.7	51.5	-0.00907	-12.7	-51.5
2	0.00350	-0.00040	3.9	-59.9	0.00296	0.0	-53.0	-0.00506	0.0	53.0
3	0.00350	-0.00217	-4.3	59.8	0.00271	0.0	53.0	-0.00895	0.0	-53.0
4	0.00350	-0.00222	8.8	59.3	0.00270	12.7	51.5	-0.00904	-12.7	-51.5
5	0.00350	-0.00036	-7.4	-59.5	0.00295	-12.7	-51.5	-0.00495	12.7	51.5
6	0.00350	-0.00039	3.8	-59.9	0.00296	0.0	-53.0	-0.00504	0.0	53.0
7	0.00350	-0.00215	-4.5	59.8	0.00271	0.0	53.0	-0.00891	0.0	-53.0
8	0.00350	-0.00035	-7.3	-59.6	0.00295	-12.7	-51.5	-0.00493	12.7	51.5
9	0.00350	-0.00150	43.7	41.1	0.00280	35.1	39.7	-0.00747	-35.1	-39.7
10	0.00350	-0.00133	-56.5	20.3	0.00284	-49.6	18.8	-0.00711	49.6	-18.8
11	0.00350	-0.00094	46.9	-37.4	0.00288	43.6	-30.1	-0.00626	-43.6	30.1
12	0.00350	-0.00149	44.9	39.8	0.00278	35.1	39.7	-0.00743	-35.1	-39.7
13	0.00350	-0.00081	-35.4	-48.5	0.00289	-35.1	-39.7	-0.00596	35.1	39.7
14	0.00350	-0.00131	-57.5	17.0	0.00283	-49.6	18.8	-0.00705	49.6	-18.8
15	0.00350	-0.00094	45.5	-39.2	0.00287	43.6	-30.1	-0.00622	-43.6	30.1
16	0.00350	-0.00080	-34.5	-49.1	0.00289	-35.1	-39.7	-0.00593	35.1	39.7
17	0.00350	-0.00145	23.0	55.4	0.00281	24.6	46.9	-0.00736	-24.6	-46.9
18	0.00350	-0.00141	27.8	53.2	0.00283	24.6	46.9	-0.00728	-24.6	-46.9
19	0.00350	-0.00090	17.3	-57.5	0.00289	12.7	-51.5	-0.00617	-12.7	51.5
20	0.00350	-0.00140	-22.5	55.6	0.00281	-24.6	46.9	-0.00724	24.6	-46.9
21	0.00350	-0.00087	13.7	-58.4	0.00291	12.7	-51.5	-0.00610	-12.7	51.5
22	0.00350	-0.00135	-31.7	51.0	0.00283	-24.6	46.9	-0.00714	24.6	-46.9
23	0.00350	-0.00086	-16.6	-57.7	0.00290	-12.7	-51.5	-0.00608	12.7	51.5
24	0.00350	-0.00082	-14.8	-58.1	0.00291	-12.7	-51.5	-0.00600	12.7	51.5

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

- a Coeff. a nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
 b Coeff. b nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
 c Coeff. c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
 x/d Rapp. di duttilità a rottura in presenza di sola fless. (travi)
 C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N.Comb.	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000016200	0.000110313	-0.003189782		
2	0.000004985	-0.000075646	-0.001048613		
3	-0.000007961	0.000110039	-0.003119599		
4	0.000016327	0.000109973	-0.003170728		
5	-0.000009213	-0.000074448	-0.001000960		
6	0.000004775	-0.000075500	-0.001039044		
7	-0.000008302	0.000109634	-0.003096848		
8	-0.000009125	-0.000074297	-0.000991335		
9	0.000070842	0.000066667	-0.002336668		
10	-0.000088356	0.000031743	-0.002133135		
11	0.000067605	-0.000053840	-0.001685478		
12	0.000072589	0.000064425	-0.002323310		
13	-0.000049421	-0.000067742	-0.001531191		
14	-0.000089606	0.000026549	-0.002107377		
15	0.000065357	-0.000056282	-0.001675077		
16	-0.000048113	-0.000068445	-0.001519825		
17	0.000036927	0.000088958	-0.002279068		
18	0.000044236	0.000084553	-0.002225545		
19	0.000024693	-0.000082010	-0.001638836		
20	-0.000035762	0.000088261	-0.002213846		
21	0.000019454	-0.000082660	-0.001595088		
22	-0.000049732	0.000080059	-0.002154894		
23	-0.000023428	-0.000081513	-0.001588790		
24	-0.000020785	-0.000081481	-0.001545407		

ARMATURE A TAGLIO

Diametro staffe: 12 mm
 Passo staffe: 20.0 cm [Passo massimo di normativa = 25.0 cm]
 N.Bracci staffe: 2

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - VERIFICHE A TAGLIO

Ver S = comb. verificata a taglio / N = comb. non verificata
 Vsdu Taglio agente [daN] = proiez. di Vx e Vy sulla normale all'asse neutro
 Vcd Taglio resistente ultimo [daN] lato conglomerato compresso
 Vwd Taglio resistente [daN] assorbito dalle staffe
 Dmed Altezza utile media pesata [cm] valutata lungo strisce ortog. all'asse neutro.
 Vengono prese nella media le strisce con almeno un estremo compresso.
 I pesi della media sono costituiti dalle stesse lunghezze delle strisce.
 bw Larghezza media resistente a taglio [cm] misurate parallel. all'asse neutro.
 E' data dal rapporto tra l'area delle sopradette strisce resistenti e Dmed.
 Teta Angolo [gradi sessadec.] di inclinazione dei puntoni di conglomerato
 Acw Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione
 Ast Area staffe+legature strettam. necessarie a taglio per metro di pil. [cm²/m]
 A_Eff Area staffe+legature efficaci nella direzione del taglio di combinaz. [cm²/m]
 (Tra parentesi è indicata la quota dell'area relativa alle sole legature.
 L'area della legatura è ridotta col fattore L/d_max con L=lungh.legat.proietta-
 ta sulla direz. del taglio e d_max= massima altezza utile nella direz.del taglio)

N.Comb.	Ver	Vsdu	Vcd	Vwd	Dmed	bw	Teta	Acw	Ast	A_Eff
1	S	23710	255139	100355	100.8	102.9	21.80°	1.000	2.7	11.3(0.0)
2	S	11566	307016	98014	98.4	109.6	21.80°	1.156	1.3	11.3(0.0)
3	S	11187	255139	100355	100.8	102.9	21.80°	1.000	1.3	11.3(0.0)
4	S	23461	255139	100355	100.8	102.9	21.80°	1.000	2.6	11.3(0.0)
5	S	22730	308680	98014	98.4	109.6	21.80°	1.162	2.6	11.3(0.0)
6	S	11323	307449	98014	98.4	109.6	21.80°	1.158	1.3	11.3(0.0)
7	S	11441	255139	100355	100.8	102.9	21.80°	1.000	1.3	11.3(0.0)
8	S	22979	310536	97657	98.1	110.5	21.80°	1.164	2.7	11.3(0.0)
9	S	41925	259988	99361	99.8	105.9	21.80°	1.000	4.8	11.3(0.0)
10	S	21185	265813	98884	99.3	107.2	21.80°	1.014	2.4	11.3(0.0)
11	S	34473	281147	98431	98.9	108.5	21.80°	1.065	4.0	11.3(0.0)
12	S	40493	259988	99361	99.8	105.9	21.80°	1.000	4.6	11.3(0.0)
13	S	46683	286660	98431	98.9	108.5	21.80°	1.086	5.4	11.3(0.0)
14	S	18288	266240	98884	99.3	107.2	21.80°	1.016	2.1	11.3(0.0)
15	S	35997	281577	98431	98.9	108.5	21.80°	1.067	4.1	11.3(0.0)
16	S	47524	287090	98431	98.9	108.5	21.80°	1.088	5.5	11.3(0.0)
17	S	18861	259988	99361	99.8	105.9	21.80°	1.000	2.1	11.3(0.0)
18	S	17516	261063	99361	99.8	105.9	21.80°	1.004	2.0	11.3(0.0)
19	S	15092	282575	98431	98.9	108.5	21.80°	1.071	1.7	11.3(0.0)
20	S	14621	261279	99361	99.8	105.9	21.80°	1.005	1.7	11.3(0.0)
21	S	14619	284008	98431	98.9	108.5	21.80°	1.076	1.7	11.3(0.0)
22	S	14474	262692	99361	99.8	105.9	21.80°	1.010	1.6	11.3(0.0)
23	S	17380	284228	98431	98.9	108.5	21.80°	1.077	2.0	11.3(0.0)
24	S	18376	285662	98431	98.9	108.5	21.80°	1.082	2.1	11.3(0.0)

DATI GENERALI SEZIONE IN C.A.

NOME SEZIONE: palo spalla fssa slv_bis

Descrizione Sezione:
 Metodo di calcolo resistenza: Stati Limite Ultimi
 Tipologia sezione: Sezione generica
 Normativa di riferimento: N.T.C.
 Percorso sollecitazione: A Sforzo Norm. costante
 Riferimento Sforzi assegnati: Assi x,y principali d'inerzia
 Riferimento alla sismicità: Zona non sismica
 Posizione sezione nell'asta: In zona critica

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CONGLOMERATO - Classe: C28/35
 Resis. compr. di calcolo fcd : 158.60 daN/cm²
 Resis. compr. ridotta fcd' : 79.30 daN/cm²
 Def.unit. max resistenza ec2 : 0.0020
 Def.unit. ultima ecu : 0.0035
 Diagramma tensione-deformaz. : Parabola-Rettangolo
 Modulo Elastico Normale Ec : 323080 daN/cm²
 Coeff. di Poisson : 0.20
 Resis. media a trazione fctm: 27.60 daN/cm²

ACCIAIO - Tipo: B450C
 Resist. caratt. snervam. fyk: 4500.0 daN/cm²
 Resist. caratt. rottura ftk: 4500.0 daN/cm²
 Resist. snerv. di calcolo fyd: 3913.0 daN/cm²
 Resist. ultima di calcolo ftd: 3913.0 daN/cm²
 Deform. ultima di calcolo Epu: 0.068
 Modulo Elastico Ef : 2000000 daN/cm²
 Diagramma tensione-deformaz. : Bilineare finito

CARATTERISTICHE DOMINI CONGLOMERATO

DOMINIO N° 1

Forma del Dominio: Circolare
 Classe Conglomerato: C28/35

Raggio circonferenza: 60.00 cm
 Ascissa X centro circ.: 0.00 cm
 Ordinata Y centro circ.: 0.00 cm

DATI GENERAZIONI CIRCOLARI DI BARRE

N.Gen. Numero assegnato alla singola generazione circolare di barre
 Xcentro Ascissa del centro della circonf. lungo cui sono disposte le barre gen.
 Ycentro Ordinata del centro della circonf. lungo cui sono disposte le barre gen.
 Raggio Raggio in cm della circonferenza lungo cui sono disposte le barre gen.
 N.Barre Numero di barre generate equidist. disposte lungo la circonf.
 Diam. Diametro in mm della singola barra generata

N.Gen.	Xcentro,cm	Ycentro,cm	Raggio,cm	N.Barre	Diam.Ø,mm
1	0.00	0.00	53.00	26	26
2	0.00	0.00	49.00	26	26

ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale in daN applicato nel Baric. (+ se di compressione)
 Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.
 My Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.
 Vy Componente del Taglio [daN] parall. all'asse princ.d'inerzia y
 Vx Componente del Taglio [daN] parall. all'asse princ.d'inerzia x

N.Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	-122835	185799	21529	8831	85625
2	309732	-201009	11544	4976	-89781
3	-108576	173251	-11340	-4951	80377
4	-117072	181861	21423	8787	83852
5	323991	-213557	-21326	-8806	-95028
6	315495	-204947	11437	4931	-91553
7	-102813	169313	-11447	-4995	78605
8	329754	-217495	-21432	-8851	-96800
9	11928	65056	56382	23561	30355
10	59458	23228	-53183	-22379	12864
11	141698	-50987	53386	22404	-22267
12	17691	61118	56276	23516	28582
13	189228	-92814	-56179	-23536	-39758
14	65221	19291	-53290	-22423	11091
15	147461	-54925	53280	22360	-24039
16	194991	-96752	-56285	-23580	-41530
17	21840	55011	18159	7534	26300
18	41050	41884	17803	7386	20393
19	151610	-61032	15163	6377	-26321
20	36099	42462	-14711	-6248	21053
21	170820	-74158	14808	6229	-32229
22	55309	29336	-15066	-6396	15146
23	165869	-73580	-17707	-7405	-31569
24	185079	-86707	-18062	-7553	-37476

RISULTATI DEL CALCOLO

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 5.7 cm
 Interferro netto minimo barre longitudinali: 1.4 cm
 Copriferro netto minimo staffe: 4.5 cm

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
 N Sforzo normale assegnato [in daN] (positivo se di compressione)
 Mx Momento flettente assegnato [in daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
 My Momento flettente assegnato [in daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
 N ult Sforzo normale ultimo [in daN] nella sezione (positivo se di compress.)
 Mx ult Momento flettente ultimo [in daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
 My ult Momento flettente ultimo [in daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
 Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult, Mx ult, My ult) e (N, Mx, My)
 Verifica positiva se tale rapporto risulta ≥ 1.000

N.Comb.	Ver	N	Mx	My	N ult	Mx ult	My ult	Mis.Sic.
1	S	-122835	185799	21529	-122836	405203	46750	2.181
2	S	309732	-201009	11544	309751	-502298	28408	2.499
3	S	-108576	173251	-11340	-108567	411397	-25296	2.374
4	S	-117072	181861	21423	-117066	406702	47797	2.236
5	S	323991	-213557	-21326	323962	-502773	-49742	2.354
6	S	315495	-204947	11437	315513	-503219	27540	2.455
7	S	-102813	169313	-11447	-102830	412888	-26507	2.438
8	S	329754	-217495	-21432	329749	-503574	-49163	2.315
9	S	11928	65056	56382	11934	335688	290556	5.157
10	S	59458	23228	-53183	59475	182299	-417299	7.847
11	S	141698	-50987	53386	141719	-327258	342018	6.412
12	S	17691	61118	56276	17679	327348	301982	5.361
13	S	189228	-92814	-56179	189199	-412810	-250442	4.450
14	S	65221	19291	-53290	65217	155474	-429272	8.056
15	S	147461	-54925	53280	147437	-341344	330205	6.206
16	S	194991	-96752	-56285	194962	-418060	-244201	4.325
17	S	21840	55011	18159	21859	424012	141331	7.715
18	S	41050	41884	17803	41042	415816	175980	9.921
19	S	151610	-61032	15163	151595	-462028	114720	7.570
20	S	36099	42462	-14711	36096	425440	-148412	10.027
21	S	170820	-74158	14808	170848	-470257	93782	6.341
22	S	55309	29336	-15066	55303	404065	-207524	13.774
23	S	165869	-73580	-17707	165850	-465807	-112184	6.331
24	S	185079	-86707	-18062	185075	-472366	-97759	5.446

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
 ec 3/7 Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace
 Xc max Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,0 sez.)
 Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,0 sez.)
 ef min Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
 Xf min Ascissa in cm della barra corrisp. a ef min (sistema rif. X,Y,0 sez.)
 Yf min Ordinata in cm della barra corrisp. a ef min (sistema rif. X,Y,0 sez.)
 ef max Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
 Xf max Ascissa in cm della barra corrisp. a ef max (sistema rif. X,Y,0 sez.)
 Yf max Ordinata in cm della barra corrisp. a ef max (sistema rif. X,Y,0 sez.)

N.Comb.	ec max	ec 3/7	Xc max	Yc max	ef min	Xf min	Yf min	ef max	Xf max	Yf max
1	0.00350	-0.00209	6.9	59.6	0.00270	0.0	53.0	-0.00874	0.0	-53.0
2	0.00350	-0.00031	3.4	-59.9	0.00297	0.0	-53.0	-0.00487	0.0	53.0
3	0.00350	-0.00200	-3.9	59.9	0.00274	0.0	53.0	-0.00857	0.0	-53.0
4	0.00350	-0.00206	7.0	59.6	0.00270	0.0	53.0	-0.00867	0.0	-53.0
5	0.00350	-0.00027	-6.0	-59.7	0.00297	0.0	-53.0	-0.00477	0.0	53.0
6	0.00350	-0.00030	3.3	-59.9	0.00298	0.0	-53.0	-0.00484	0.0	53.0
7	0.00350	-0.00197	-4.0	59.9	0.00274	0.0	53.0	-0.00850	0.0	-53.0
8	0.00350	-0.00026	-5.9	-59.7	0.00297	0.0	-53.0	-0.00474	0.0	53.0
9	0.00350	-0.00139	39.3	45.3	0.00283	35.1	39.7	-0.00724	-35.1	-39.7

10	0.00350	-0.00118	-55.0	24.0	0.00286	-49.6	18.8	-0.00677	49.6	-18.8
11	0.00350	-0.00086	43.4	-41.4	0.00289	35.1	-39.7	-0.00605	-35.1	39.7
12	0.00350	-0.00136	40.6	44.1	0.00284	35.1	39.7	-0.00718	-35.1	-39.7
13	0.00350	-0.00068	-31.1	-51.3	0.00292	-24.6	-46.9	-0.00569	24.6	46.9
14	0.00350	-0.00116	-56.4	20.4	0.00287	-49.6	18.8	-0.00674	49.6	-18.8
15	0.00350	-0.00083	41.8	-43.1	0.00291	35.1	-39.7	-0.00601	-35.1	39.7
16	0.00350	-0.00066	-30.2	-51.9	0.00293	-24.6	-46.9	-0.00564	24.6	46.9
17	0.00350	-0.00133	18.8	57.0	0.00283	12.7	51.5	-0.00710	-12.7	-51.5
18	0.00350	-0.00125	23.5	55.2	0.00284	24.6	46.9	-0.00692	-24.6	-46.9
19	0.00350	-0.00081	14.5	-58.2	0.00291	12.7	-51.5	-0.00597	-12.7	51.5
20	0.00350	-0.00127	-19.6	56.7	0.00283	-12.7	51.5	-0.00696	12.7	-51.5
21	0.00350	-0.00075	11.7	-58.8	0.00292	12.7	-51.5	-0.00583	-12.7	51.5
22	0.00350	-0.00120	-27.4	53.4	0.00286	-24.6	46.9	-0.00683	24.6	-46.9
23	0.00350	-0.00075	-14.0	-58.3	0.00292	-12.7	-51.5	-0.00585	12.7	51.5
24	0.00350	-0.00069	-12.2	-58.7	0.00293	-12.7	-51.5	-0.00571	12.7	51.5

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a	Coeff. a nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
b	Coeff. b nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
c	Coeff. c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
x/d	Rapp. di duttilità a rottura in presenza di sola fless. (travi)
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N.Comb.	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000012509	0.000107959	-0.003020887		
2	0.000004252	-0.000074029	-0.000949081		
3	-0.000006984	0.000106702	-0.002915844		
4	0.000012642	0.000107315	-0.002983429		
5	-0.000007288	-0.000072986	-0.000900964		
6	0.000004115	-0.000073733	-0.000930843		
7	-0.000007171	0.000106072	-0.002878829		
8	-0.000007164	-0.000072706	-0.000883475		
9	0.000062235	0.000071810	-0.002201523		
10	-0.000083373	0.000036414	-0.001958700		
11	0.000061246	-0.000058494	-0.001581492		
12	0.000064017	0.000069525	-0.002170496		
13	-0.000042133	-0.000069609	-0.001382009		
14	-0.000085179	0.000030835	-0.001935300		
15	0.000058623	-0.000060433	-0.001551676		
16	-0.000040705	-0.000069971	-0.001357009		
17	0.000029456	0.000089235	-0.002138258		
18	0.000036139	0.000085022	-0.002043023		
19	0.000020201	-0.000081311	-0.001526981		
20	-0.000030360	0.000087632	-0.002064501		
21	0.000016174	-0.000080999	-0.001455862		
22	-0.000041772	0.000081337	-0.001986178		
23	-0.000019357	-0.000080436	-0.001463920		
24	-0.000016635	-0.000079855	-0.001394152		

ARMATURE A TAGLIO

Diametro staffe:	12 mm	
Passo staffe:	20.0 cm	[Passo massimo di normativa = 25.0 cm]
N.Bracci staffe:	2	

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - VERIFICHE A TAGLIO

Ver	S = comb. verificata a taglio / N = comb. non verificata
Vsdu	Taglio agente [daN] = proiez. di V_x e V_y sulla normale all'asse neutro
Vcd	Taglio resistente ultimo [daN] lato conglomerato compresso
Vwd	Taglio resistente [daN] assorbito dalle staffe
Dmed	Altezza utile media pesata [cm] valutata lungo strisce ortog. all'asse neutro. Vengono prese nella media le strisce con almeno un estremo compresso. I pesi della media sono costituiti dalle stesse lunghezze delle strisce.
bw	Larghezza media resistente a taglio [cm] misurate parallel. all'asse neutro. E' data dal rapporto tra l'area delle sopradette strisce resistenti e Dmed.
Teta	Angolo [gradi sessadec.] di inclinazione dei puntoni di conglomerato
Acw	Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione

Ast Area staffe+legature strettam. necessarie a taglio per metro di pil. [cm²/m]
A_Eff Area staffe+legature efficaci nella direzione del taglio di combinaz. [cm²/m]
(Tra parentesi è indicata la quota dell'area relativa alle sole legature.
L'area della legatura è ridotta col fattore L/d_max con L=lungh.legat.proietta-
ta sulla direz. del taglio e d_max= massima altezza utile nella direz.del taglio)

N.Comb.	Ver	Vsdu	Vcd	Vwd	Dmed	bw	Teta	Acw	Ast	A_Eff
1	S	18628	255139	100355	100.8	102.9	21.80°	1.000	2.1	11.3(0.0)
2	S	10115	312824	97657	98.1	110.5	21.80°	1.173	1.2	11.3(0.0)
3	S	10190	255139	100355	100.8	102.9	21.80°	1.000	1.1	11.3(0.0)
4	S	18536	255139	100355	100.8	102.9	21.80°	1.000	2.1	11.3(0.0)
5	S	18205	314945	97657	98.1	110.5	21.80°	1.181	2.1	11.3(0.0)
6	S	10024	313681	97657	98.1	110.5	21.80°	1.176	1.2	11.3(0.0)
7	S	10286	257661	99853	100.3	104.4	21.80°	1.000	1.2	11.3(0.0)
8	S	18301	315802	97657	98.1	110.5	21.80°	1.184	2.1	11.3(0.0)
9	S	37685	261717	99361	99.8	105.9	21.80°	1.007	4.3	11.3(0.0)
10	S	20746	270785	98884	99.3	107.2	21.80°	1.033	2.4	11.3(0.0)
11	S	31577	284812	98431	98.9	108.5	21.80°	1.079	3.6	11.3(0.0)
12	S	36660	262552	99361	99.8	105.9	21.80°	1.010	4.2	11.3(0.0)
13	S	40722	293551	98014	98.4	109.6	21.80°	1.105	4.7	11.3(0.0)
14	S	18061	271627	98884	99.3	107.2	21.80°	1.036	2.1	11.3(0.0)
15	S	32787	285660	98431	98.9	108.5	21.80°	1.082	3.8	11.3(0.0)
16	S	41265	294404	98014	98.4	109.6	21.80°	1.109	4.8	11.3(0.0)
17	S	15398	265288	98884	99.3	107.2	21.80°	1.012	1.8	11.3(0.0)
18	S	14775	268095	98884	99.3	107.2	21.80°	1.023	1.7	11.3(0.0)
19	S	12535	286271	98431	98.9	108.5	21.80°	1.085	1.4	11.3(0.0)
20	S	12796	267371	98884	99.3	107.2	21.80°	1.020	1.5	11.3(0.0)
21	S	12419	289098	98431	98.9	108.5	21.80°	1.095	1.4	11.3(0.0)
22	S	12609	270178	98884	99.3	107.2	21.80°	1.031	1.4	11.3(0.0)
23	S	14586	288369	98431	98.9	108.5	21.80°	1.092	1.7	11.3(0.0)
24	S	15037	292937	98014	98.4	109.6	21.80°	1.103	1.7	11.3(0.0)

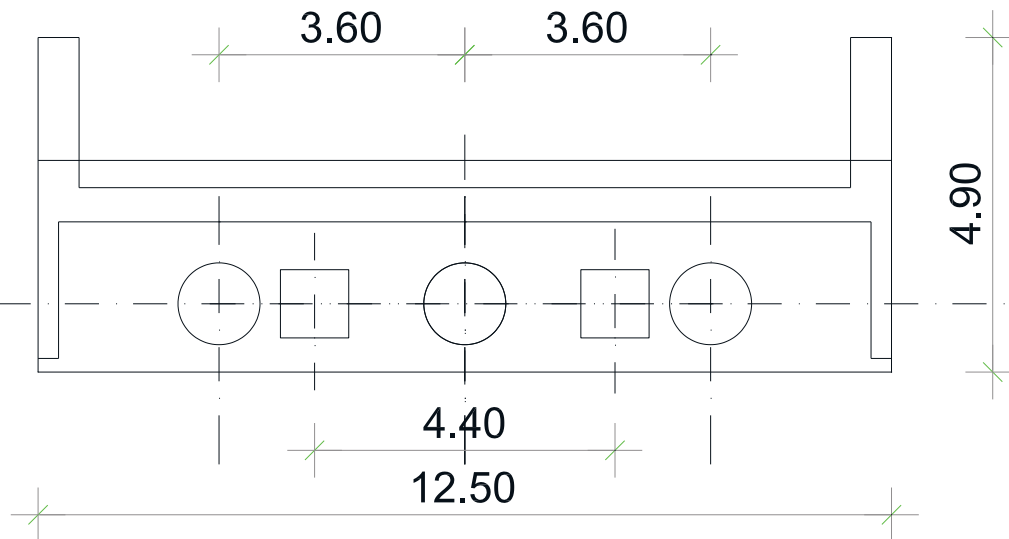
14.5.4.3 Verifica a taglio

Si fa riferimento alla equivalente sezione rettangolare e si riporta il calcolo di verifica nella tabella che segue con staffe $\phi 12$ passo 10 cm.

VERIFICA A TAGLIO SEZIONE RETTANGOLARE IN C.A. SECONDO NTC 2018					
Caratteristiche materiali		Geometria		Armatura longitudinale tesa	
Acciaio B450C		Calcestruzzo		Parametri	
fyk = 450 MPa	fck = 29.05 MPa	d = 950 mm	As = 1570 mm ²	NEd = 0 kN	Verifica senza armatura a taglio
ftk = 540 MPa	Rck = 35.00 MPa	bw = 950 mm		VEd = 1140 kN	
Es = 210000 MPa	fcm = 37.05 MPa	Ac = 902500 mm ²			Verifica con armatura a taglio
Resistenze di calcolo		Armatura a taglio			
fcd = 16.46 MPa	ftk(0,05) = 1.98 MPa	α = 90°	Asw,min = 136 mm ²	k = 1.459	necessaria armatura a taglio
fctd(0,05) = 1.32 MPa	ftk(0,95) = 3.69 MPa	∅ = 12 mm	∅ = 12 mm	vmin = 0.33	
fctd(0,95) = 2.46 MPa	Ecm = 32588 MPa	s = 100 mm	n. bracci = 2.0	pl = 0.002	Verifica con armatura a taglio
fyd = 391 MPa	fcm = 3.40 MPa	Asw = 226 mm ²	Asw = 226 mm ²	σcp = 0	
Coefficienti		yc = 1.5		v = 0.5	Verifica : ✓ CS = 1.65
ys = 1.15	acc = 0.85			ωsw = 0.0566	
				cotg θ = 2.80 rott. armatura	VRsd = 1892 kN
				cotg θ = 2.5	VRcd = 2305 kN
				αc = 1	VRd = 1892 kN

14.6 Pali della spalla mobile

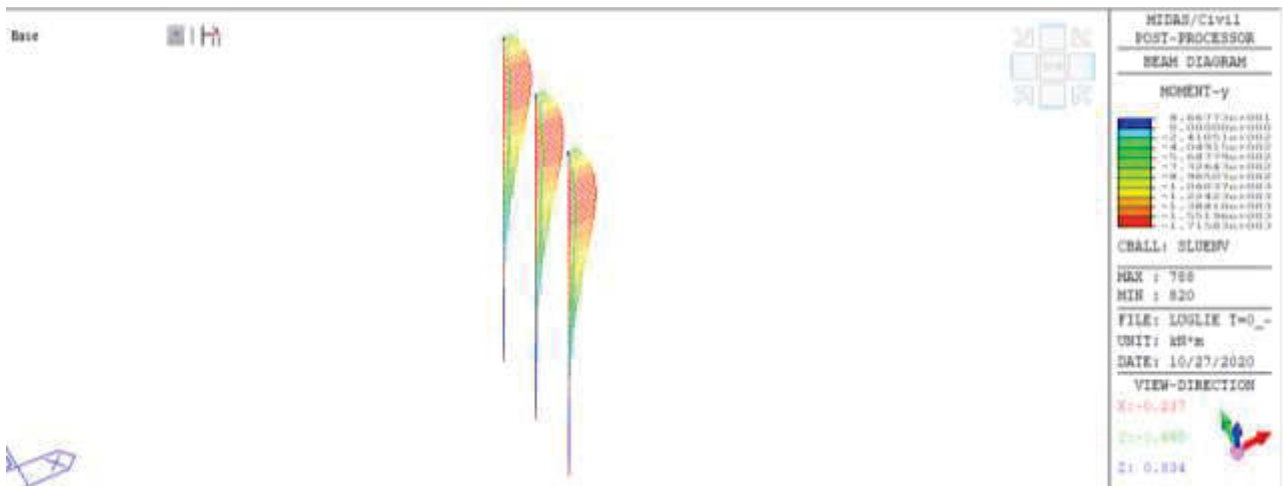
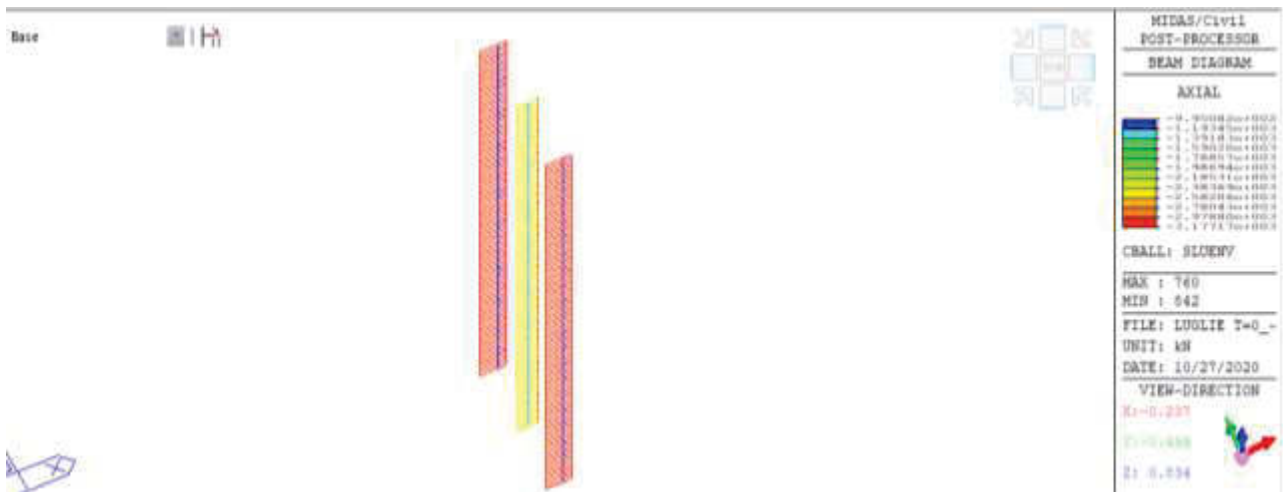
La spallafissa insiste su una palificata di 3 pali in linea pali a interasse 3.6 m. I pali sono trivellati di diametro 120 cm. La figura che segue mostra la palificata.

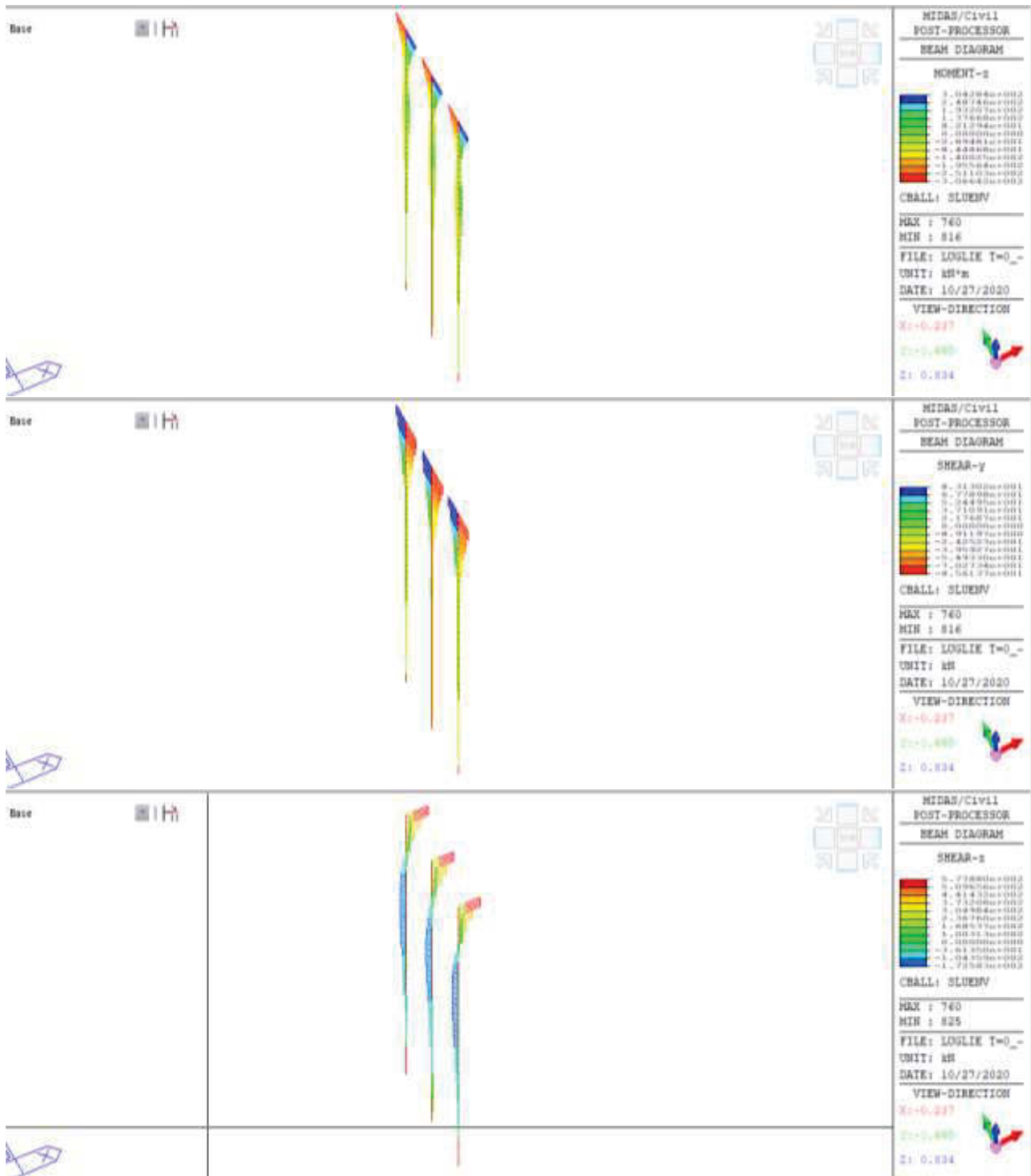


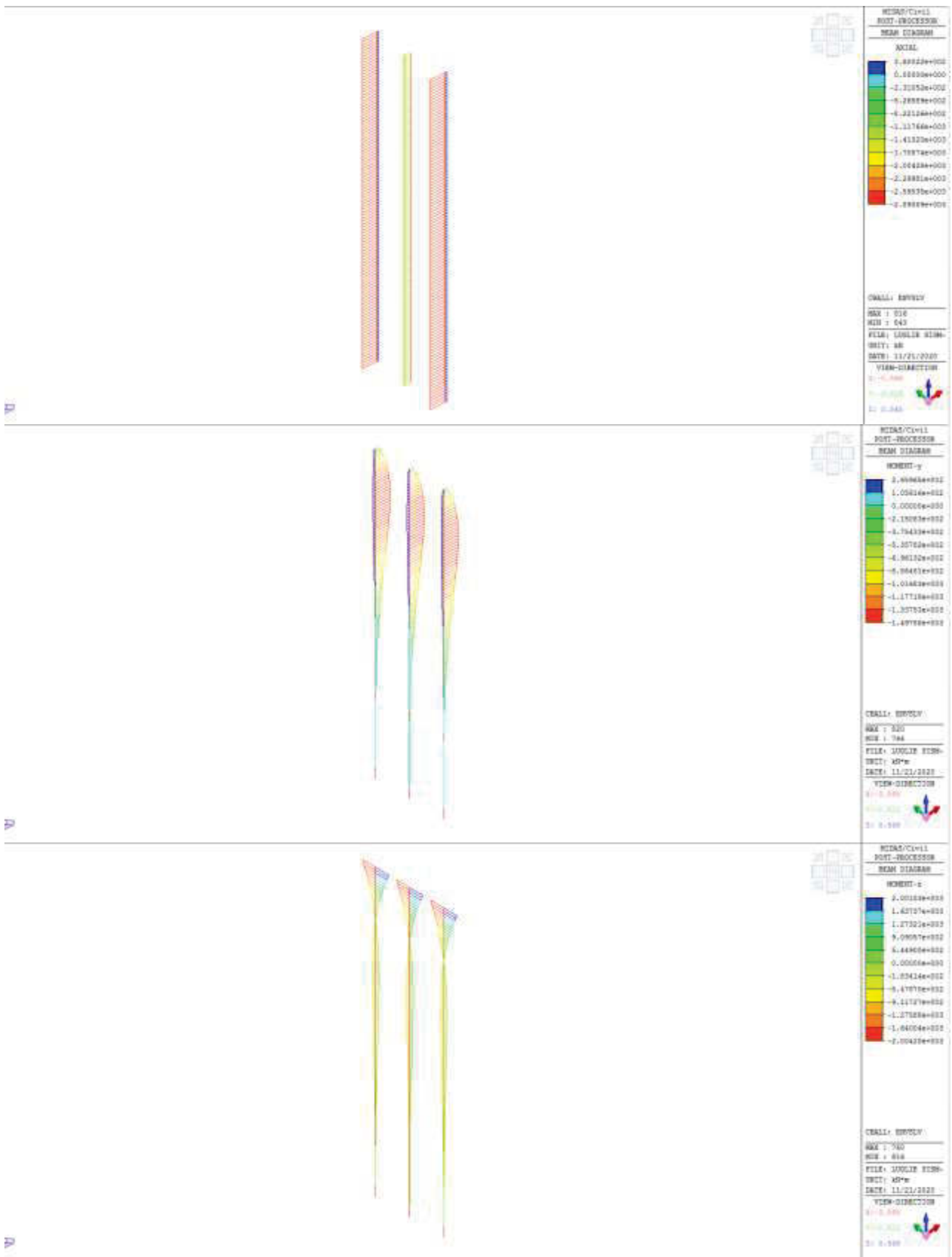
14.6.1 Sollecitazioni sui pali

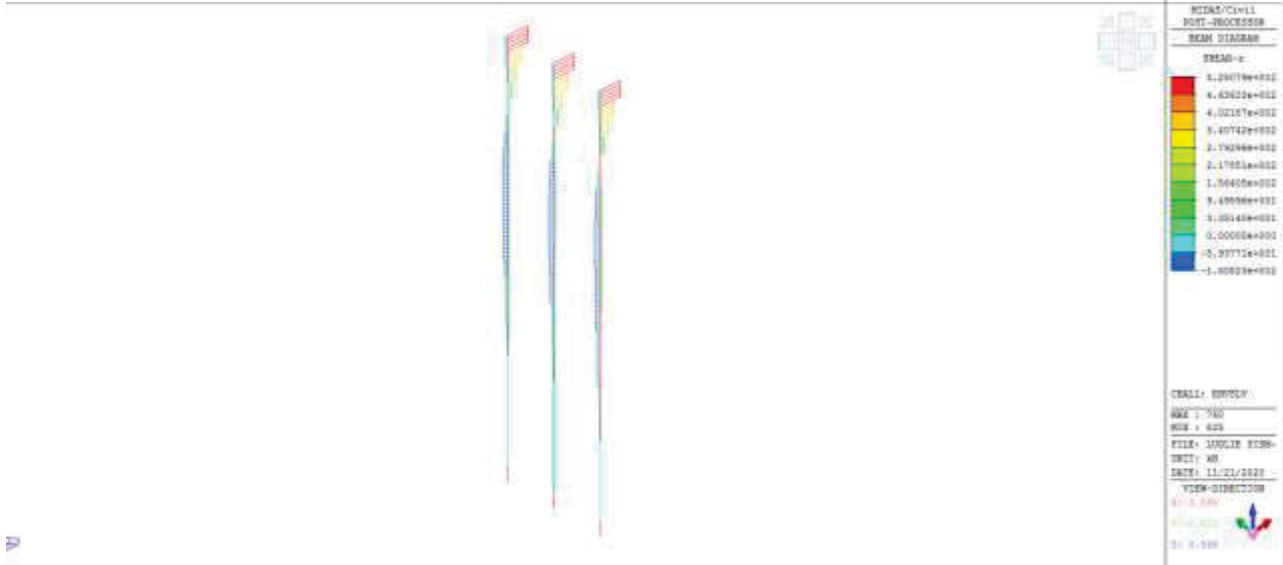
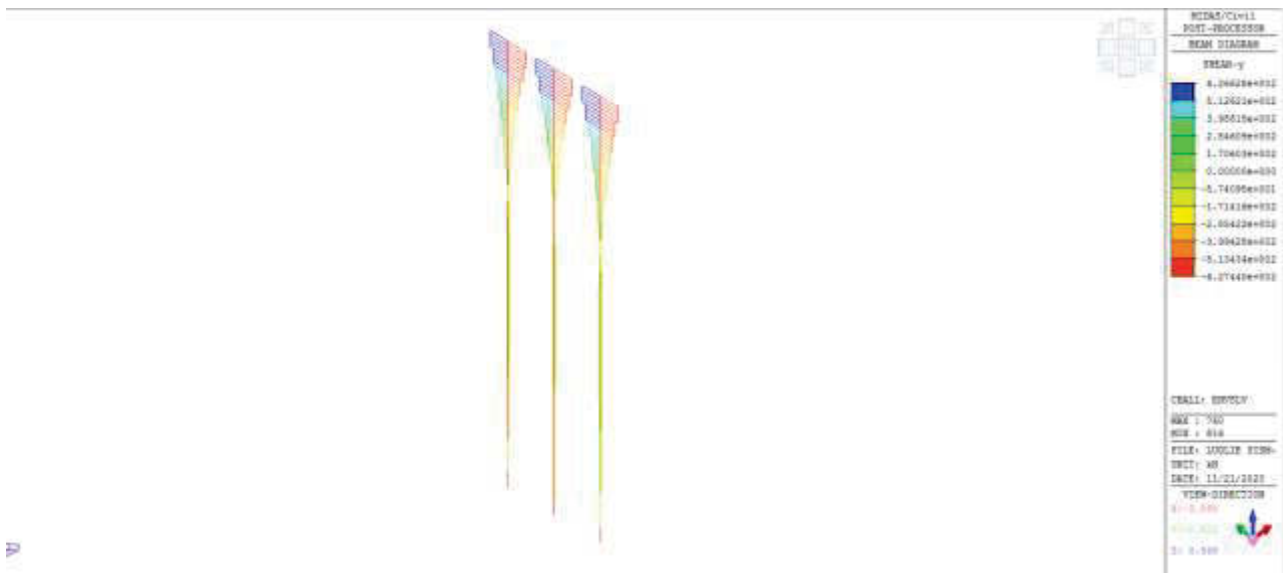
S riportano nel seguito le sollecitazioni sulle palificate sia in condizioni SLU, SLE che SLV estratte dai modelli di calcolo descritti in precedenza.

14.6.1.1 Statiche SLU

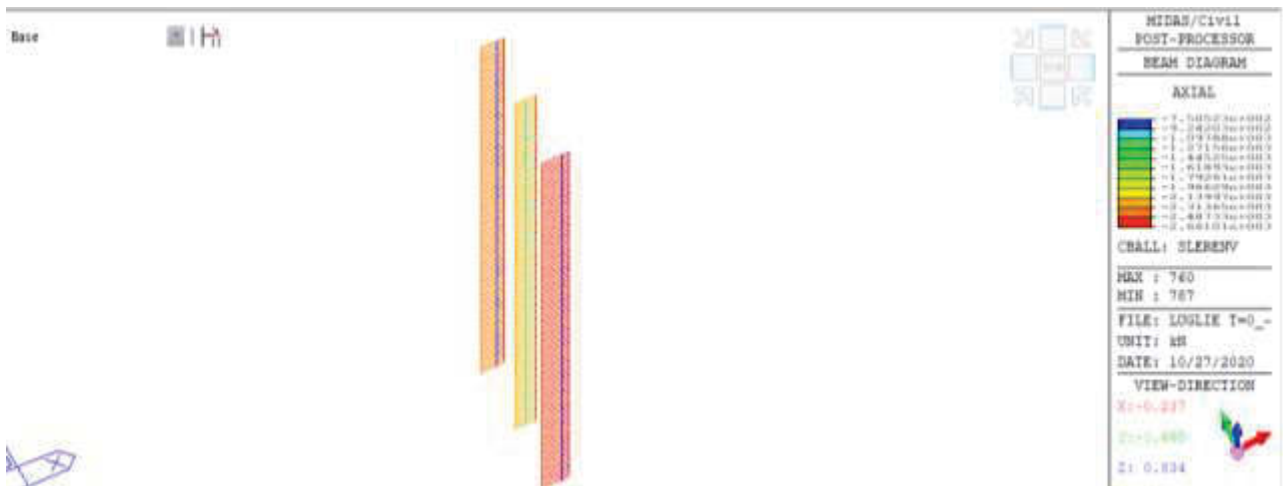


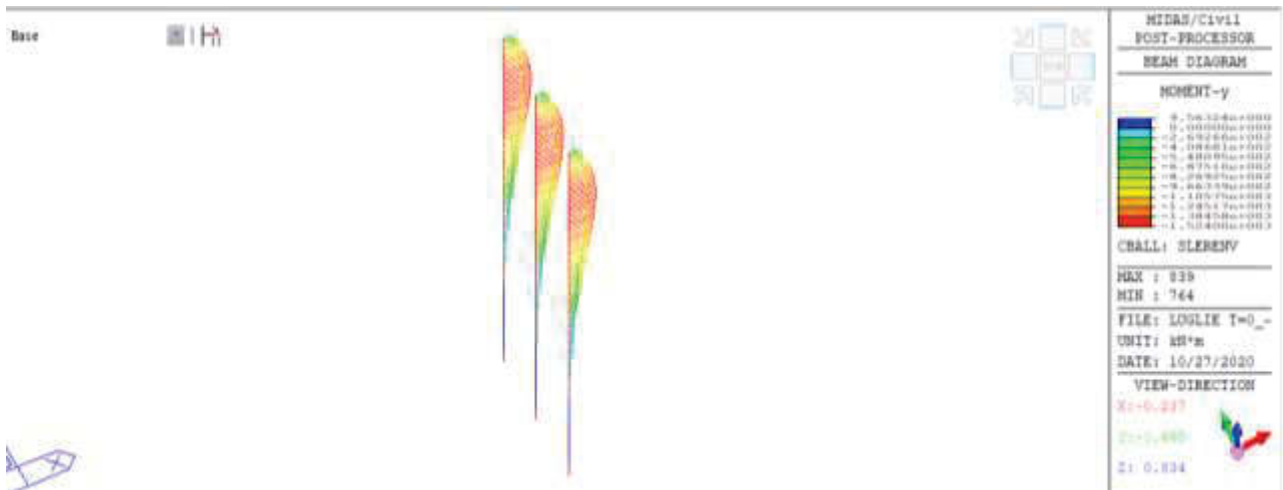




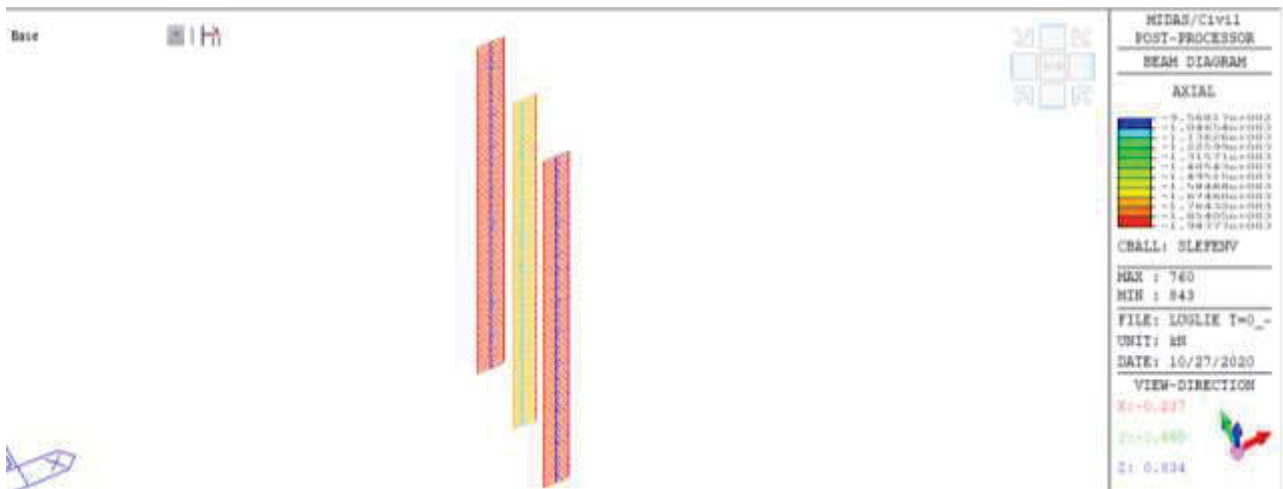


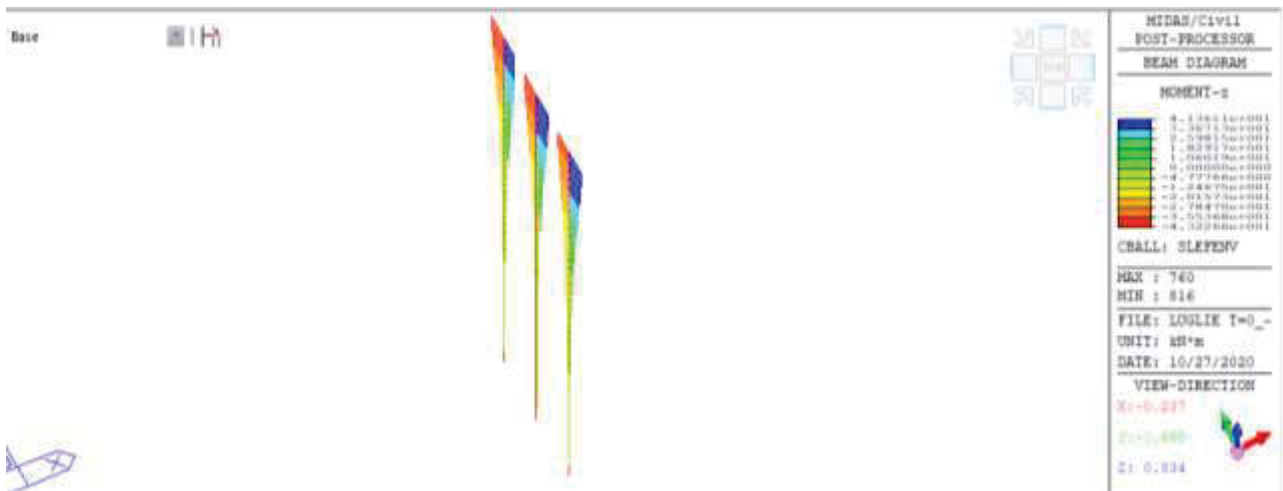
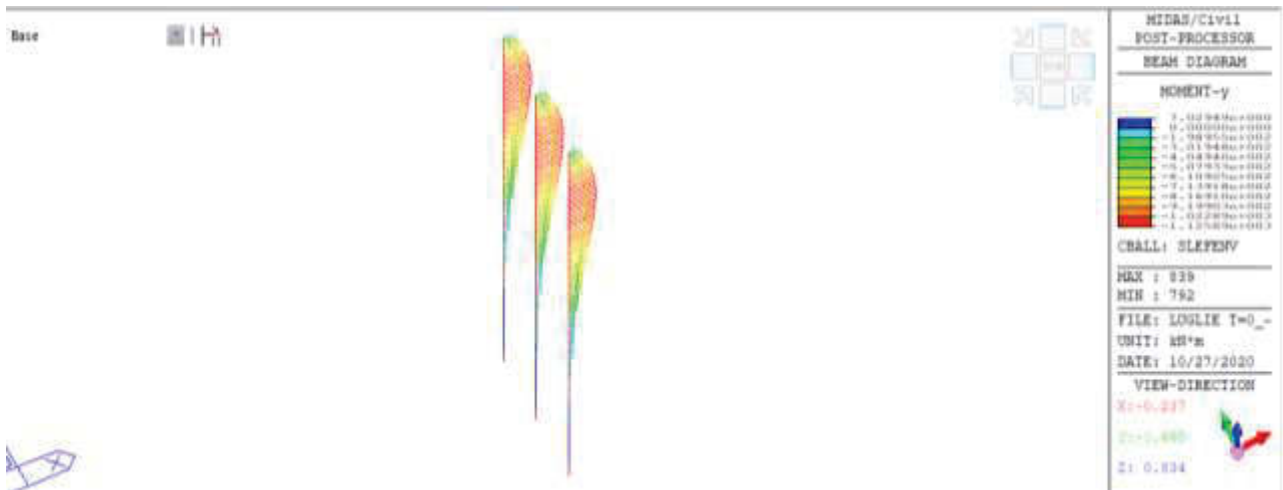
14.6.1.3SLE rara



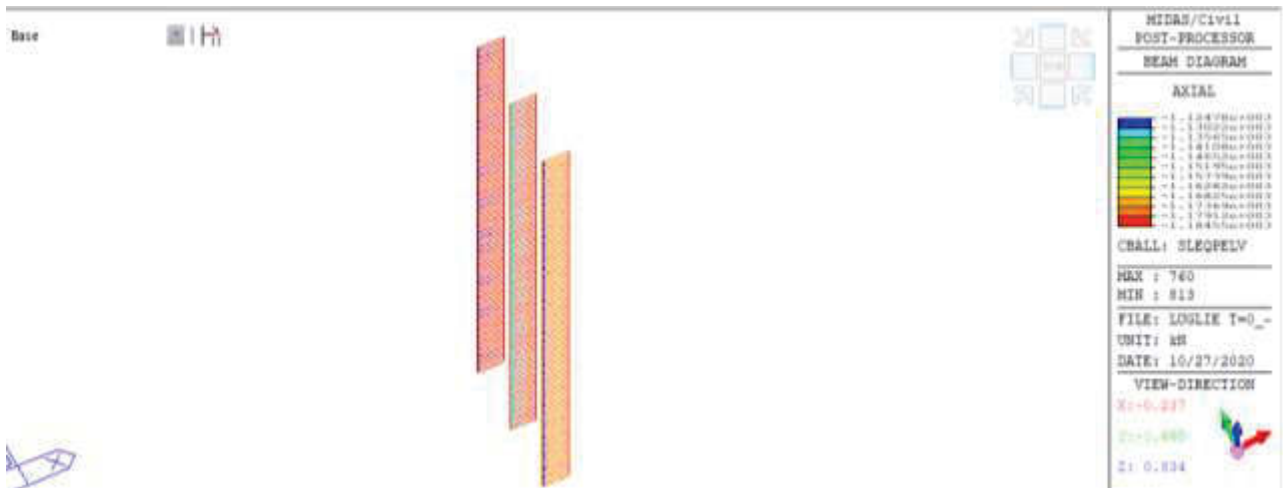


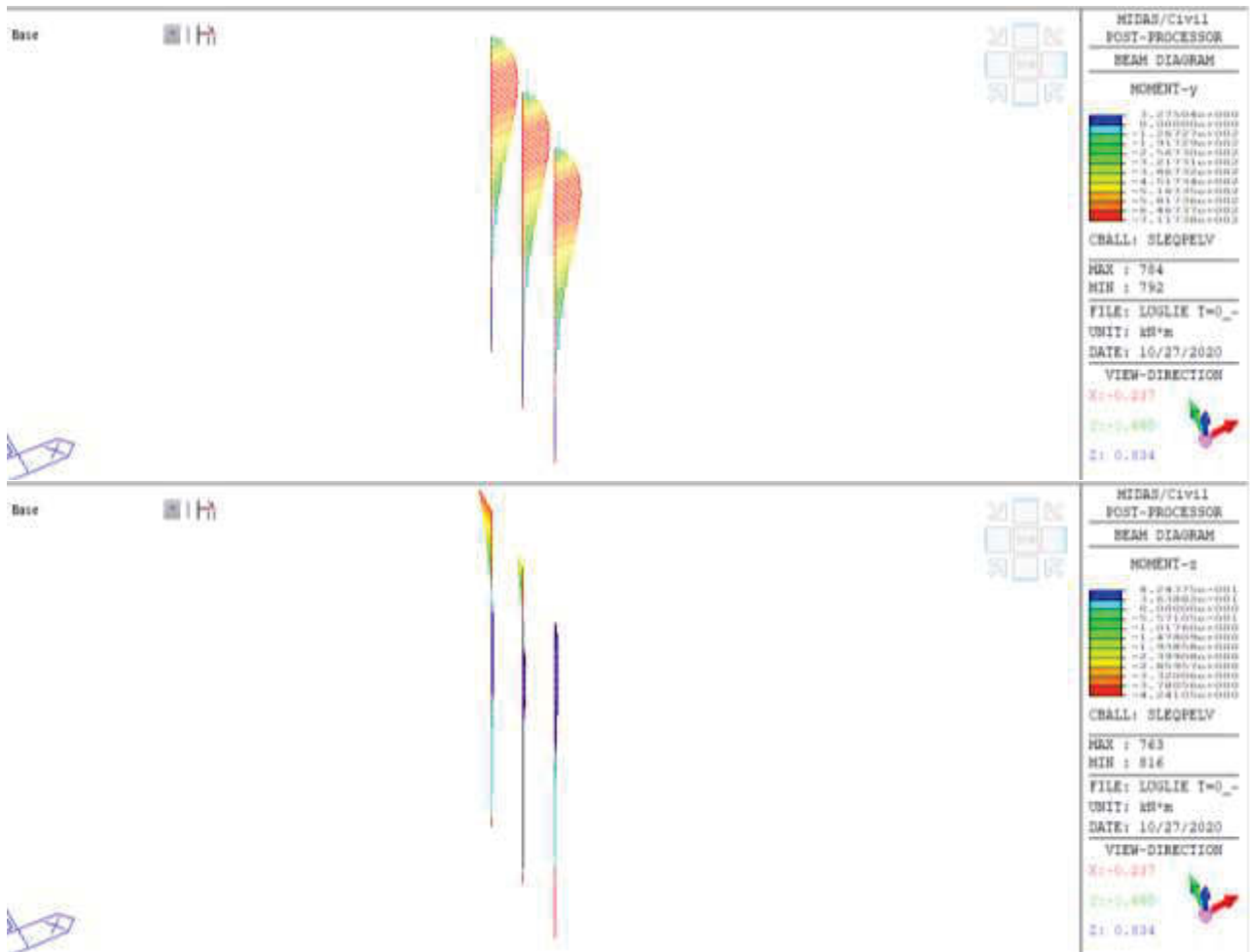
14.6.1.4SLE frequente





14.6.1.5SLE quasi permanente





14.6.2 Capacità portante verticale

Per quanto attiene la capacità portante verticale dei pali, si fa riferimento al modello geotecnico citato in precedenza e ci si riferisce per la scelta dei parametri e della impostazione di calcolo alle "Raccomandazioni AGI", oltre che alla normativa. Nel calcolo viene considerata la resistenza laterale e di punta utilizzando le formule statiche classiche in funzione anche delle stratigrafie ricavate dal profilo geotecnico. Per quanto riguarda il coefficiente ξ funzione delle verticali indagate, come meglio spiegato in relazione geotecnica, viene assunto quello riferito ad almeno 10 verticali indagate:

$$\xi_3 = 1.4$$

Il calcolo è automatizzato su foglio elettronico, del quale si riporterà direttamente la schermata in cui sono riconoscibili anche i coefficienti di penalizzazione previsti dalla normativa. Nel calcolo è automaticamente considerato anche il peso del palo.

In particolare essendo presenti strati di argilla sovraconsolidata per quasi tutto lo sviluppo del palo, si riporta il calcolo di capacità sia utilizzando i parametri drenati che quelli non drenati; questi ultimi sono peraltro quelli da considerarsi per le verifiche sismiche sicuramente impulsive.

La verifica viene dunque condotta:

- con riferimento alle resistenze non drenate in condizione sismica SLV;
- con riferimento sia a condizioni drenate che non drenate in condizione SLU

Le massime reazioni sui pali sono:

$$R_{slu} = 3177 \text{ kN}$$

$$R_{slv}^+ = 2891 \text{ kN}$$

$$R_{slv}^- = -360 \text{ kN}$$

Nella tabella seguente il calcolo in condizioni non drenate per pali lunghi 21 m.

DATI GENERALI DEL PALO

riferimento:	Palo tipico viadotto Luglie spalle				
sondaggio:	vari				
quota falda:	-24	m			
diámetro palo:	1.2	m	Trivellato		
lunghezza palo entro terra:	21.00	m	da quota:	-2	a quota: -25.0
lunghezza palo fuori terra:	0	m			
peso del palo:	356.076	kN			

COEFFICIENTI PER IL CALCOLO DI Rd

Numero di verticali indagate:	1
Fattore di correlazione in funzione delle verticali indagate:	$\xi_3 = 1.4$
Coefficienti parziali γ_R da applicare alle resistenze caratteristiche (NTC 18 tab.6.4.II):	
	R3
punta	1.35
laterale	1.15
laterale trazione	1.25

Tab. 6.4.II - Coefficienti parziali γ_R da applicare alle resistenze caratteristiche a carico verticale dei pali

Resistenza	Simbolo	Pali indici	Pali trivellati	Pali ad elica continua
	γ_R	R3	R3	R3
Base	γ_{Rb}	1.15	1.35	1.3
Laterale in compressione	γ_{Rl}	1.15	1.15	1.15
Totale	γ_R	1.15	1.30	1.25
Laterale in trazione	γ_{Rt}	1.25	1.25	1.25

^{*)} da applicare alle resistenze caratteristiche dedotte dai risultati di prove di carico di progetto.

CALCOLO DI CAPACITA' PORTANTE CON APPROCCIO A1+M1+R3

str.	quota sup.	quota inf.	descrizione	γ (kN/mc)	γ' (kN/mc)	ϕ	K_0	C_u (kN/mq)	α	σ'_{v} (kN/mq)	$\sigma'_{v,m}$ (kN/mq)	Qlat (kN)	Nq	Nc	Qp (kN)	
1	0.00	2.00	trasc	20.00	0.00	0	0.50	0	0	40	20	0.0			0.0	
2	2.00	8.50	FAAa (argille alterate)	0.00	9.50	0.0	0.50	75	0.6	101.75	70.875	1102.7	0	0	0.0	
3	8.50	23.00	FAA (argille azzurre)	0.00	9.50	0.0	0.00	200.00	0.40	239.5	170.625	4373.0	1	9	2306.6	
4				0.00	9.00					239.5	239.5	0.0	0	0	0.0	
5				0.00	9.00					239.5	239.5	0.0	0	0	0.0	
6				0.00	9.00					239.5	239.5	0.0	0	0	0.0	
7				0.00	9.00					239.5	239.5	0.0	0	0	0.0	
8				0.00	9.00					239.5	239.5	0.0	0	0	0.0	
8				0.00	9.00					239.5	239.5	0.0	0	0	0.0	
												kN	5475.6		kN	2306.6

CALCOLO DELLA CAPACITA' PORTANTE

approccio 1: combinazione 1 (A1, M1, R1)

Capacità portante in compressione $R_{c,k} =$

4265.3 kN

Capacità portante in trazione $R_{t,k} =$

3485.0 kN

Nella tabella che segue il calcolo in condizioni drenate.

DATI GENERALI DEL PALO

riferimento:	Palo tipico viadotto Luglie spalle				
sondaggio:	vari				
quota falda:	-24	m			
diámetro palo:	1.2	m	Trivellato		
lunghezza palo entro terra:	23.00	m	da quota:	-2	a quota: -25.0
lunghezza palo fuori terra:	0	m			
peso del palo:	389.988	kN			

COEFFICIENTI PER IL CALCOLO DI Rd

Numero di verticali indagate: 1
 Fattore di correlazione in funzione delle verticali indagate: $\xi_3 = 1.4$
 Coefficienti parziali γ_R da applicare alle resistenze caratteristiche (NTC 18 tab.6.4.II):

	R3
punta	1.35
laterale	1.15
laterale trazione	1.25

Tab. 6.4.II - Coefficienti parziali γ_R da applicare alle resistenze caratteristiche a carico verticale dei pali

Resistenza	Simbolo	Pali indivisi (R3)	Pali trivellati (R3)	Pali ad anca continua (R3)
Base	γ_B	1.15	1.15	1.15
Laterale in compressione	γ_{Lc}	1.15	1.15	1.15
Totale γ	γ	1.15	1.15	1.15
Laterale in trazione	γ_{Lt}	1.25	1.25	1.25

*da applicare alle resistenze caratteristiche dedotte dai risultati di prove di carico di progetto.

CALCOLO DI CAPACITA' PORTANTE CON APPROCCIO A1+M1+R3

str.	quota sup.	quota inf.	descrizione	γ (kN/mc)	γ' (kN/mc)	ϕ	K_0	C_u (kN/mg)	α	σ'_{v} (kN/mg)	$\sigma'_{v,m}$ (kN/mg)	Qlat (kN)	Nq	Nc	Qp (kN)	
1	0.00	2.00	trasc	20.00	0.00	0	0.50	0	0	40	20	0.0			0.0	
2	2.00	8.50	FAAa (argille alterate)	0.00	9.50	24.0	0.50	20	0.6	101.75	70.875	680.6	0	0	0.0	
3	8.50	25.00	FAA (argille azzurre)	0.00	9.50	28.0	0.40	30.00	0.40	258.5	180.125	3129.3	8	9	2644.1	
4				0.00	9.00					258.5	258.5	0.0	0	0	0.0	
5				0.00	9.00					258.5	258.5	0.0	0	0	0.0	
6				0.00	9.00					258.5	258.5	0.0	0	0	0.0	
7				0.00	9.00					258.5	258.5	0.0	0	0	0.0	
8				0.00	9.00					258.5	258.5	0.0	0	0	0.0	
8				0.00	9.00					258.5	258.5	0.0	0	0	0.0	
												kN	3809.9		kN	2644.1

CALCOLO DELLA CAPACITA' PORTANTE

approccio 1: combinazione 1 (A1, M1, R1) Capacità portante in compressione $R_{c,k} = 3375.4$ kN
 Capacità portante in trazione $R_{t,k} = 2567.1$ kN

Le azioni sono sempre inferiori alle resistenze.

14.6.3 Capacità portante orizzontale

In termini di capacità portante orizzontale si riporta il calcolo secondo le formule di Broms che prevedono dapprima la valutazione del caso (palo lungo o palo corto) e infine valutano il taglio massimo in testa ammissibile sul palo. Le sollecitazioni di gran lunga dominanti sono quelle sismiche:

$V_{slv} = 490$ kN

Il calcolo di verifica è riportato nella tabella che segue.

Approccio 2		A1+M1+R3	
ξ_3	1.7	Fattore di correlazione	
γ_{R3}	1.3	Coefficiente sulle resistenze (R3)	
c_u	150 (kPa)	coesione non drenata	
H_{ed}	490 (kN)	Taglio sollecitante	
L	27 (m)	Lunghezza palo	
γ	20 (kN/mc)	peso terreno per unità di volume	
d	1.2 (m)	diametro palo	
M_y	2600 kNm	Momento plastico del palo	
Valutazione palo corto		$\frac{M_{max}}{c_u d^3} = 4,5 \left(\frac{L}{d} \right)^2 - 10,125$	
$M_{max} =$	587865.6 kNm		
Palo corto?	NO	$\frac{H}{c_u d^2} = 9 \left(\frac{L}{d} - 1,5 \right)$	
$H_{palo\ corto}$	40824 kNm		
Valutazione palo lungo			
$H_{palo\ lungo}$	2119.0 (kN)	$\frac{H}{c_u d^2} = -13,5 + \sqrt{182,25 + 36 \frac{M_y}{c_u d^3}}$	
Si determina a partire da H per palo lungo quale sia la L con la formula del palo intermedio			
Se la L risultante è inferiore a quella effettiva del palo allora il palo è sicuramente da valutare come palo lungo			
$\frac{H}{c_u d^2} = -9 \left(\frac{L}{d} + 1,5 \right) + 9 \sqrt{2 \left(\frac{L}{d} \right)^2 + \frac{4 M_y}{9 c_u d^3} + 4,5}$			
L^*	4.70 (m)	<	27 m Ok palo lungo
Palo lungo?	SI		
Valutazione palo intermedio		$\frac{H}{c_u d^2} = -9 \left(\frac{L}{d} + 1,5 \right) + 9 \sqrt{2 \left(\frac{L}{d} \right)^2 + \frac{4 M_y}{9 c_u d^3} + 4,5}$	
$H_{palo\ intermedio}$	15474.7 (kN)		
Palo interm.?	NO		

Hrd	958.82 kN
Verifica	OK-Verificato FS= 1.957

14.6.4 Verifica strutturale

Nelle tabelle che seguono si riportano le sollecitazioni di verifica.
 Condizioni SLU statiche

Elem	Load	Part	Component	Axial (kN)	Shear-y (kN)	Shear-z (kN)	Torsion (kN*m)	Moment-y (kN*m)	Moment-z (kN*m)
816	SLUenv(max)	I[854]	Axial	-1047.44	80.38	528.96	0	-351.53	220.14
816	SLUenv(max)	I[854]	Moment-y	-2892.03	-2.71	193.21	0	86.63	57.22
816	SLUenv(max)	I[854]	Moment-z	-2306.96	80.65	528.97	0	-337.53	295.97
820	SLUenv(max)	I[858]	Axial	-1047.44	27.08	1.17	0	-1522.8	-12.95
820	SLUenv(max)	I[858]	Moment-y	-2893.05	5.44	21.57	0	-384.49	52.04
820	SLUenv(max)	I[858]	Moment-z	-2645.18	23.98	-3.09	0	-1696.57	57.44
816	SLUenv(min)	I[854]	Axial	-3177.17	-50.64	576.2	0	-419.01	-90.17
816	SLUenv(min)	I[854]	Moment-y	-1283.85	48.64	577.01	0	-451.97	86.24
816	SLUenv(min)	I[854]	Moment-z	-1750.66	-84.43	527.61	0	-340.34	-306.64
820	SLUenv(min)	I[858]	Axial	-3177.17	-12.29	-2.27	0	-1687.6	46.92
820	SLUenv(min)	I[858]	Moment-y	-1284.1	11.77	-5.46	0	-1715.83	-45.33
820	SLUenv(min)	I[858]	Moment-z	-1682.47	-25.41	-4.61	0	-1706.59	-55.88

Condizioni SLV sismiche

Elem	Load	Part	Axial (kN)	Shear-y (kN)	Shear-z (kN)	Torsion (kN*m)	Moment-y (kN*m)	Moment-z (kN*m)
760	SLV1	I[796]	-646.51	231.22	525.08	0	114.7	739.48
816	SLV1	I[854]	-613.88	230.41	521.66	0	125.04	734.55
760	SLV2	I[796]	-891.43	137.38	-44.07	0	-315.53	439.49
816	SLV2	I[854]	-930.6	136.54	-49.53	0	-298.18	434.36
760	SLV3	I[796]	-1577.83	-135.86	493.97	0	97.79	-432.27
816	SLV3	I[854]	-1543.66	-136.66	499.43	0	80.52	-437.19
760	SLV4	I[796]	-705.67	229.69	525.01	0	114.64	734.55
816	SLV4	I[854]	-670.48	228.9	521.61	0	124.94	729.71
760	SLV5	I[796]	-1822.75	-229.7	-75.18	0	-332.45	-732.26
816	SLV5	I[854]	-1860.38	-230.53	-71.77	0	-342.7	-737.38
760	SLV6	I[796]	-950.58	135.85	-44.14	0	-315.6	434.56
816	SLV6	I[854]	-987.2	135.03	-49.58	0	-298.28	429.52
760	SLV7	I[796]	-1636.99	-137.38	493.9	0	97.72	-437.2
816	SLV7	I[854]	-1600.27	-138.17	499.38	0	80.42	-442.04
760	SLV8	I[796]	-1881.9	-231.22	-75.25	0	-332.51	-737.19
816	SLV8	I[854]	-1916.99	-232.04	-71.82	0	-342.8	-742.23
760	SLV9	I[796]	354.31	626.63	362.17	0	-16.14	2001.53
816	SLV9	I[854]	360.02	625.81	347.68	0	28.85	1996.52
760	SLV10	I[796]	-2750.09	-596.96	258.48	0	-72.53	-1904.3
816	SLV10	I[854]	-2739.27	-597.77	273.57	0	-119.54	-1909.3
760	SLV11	I[796]	280.83	598.48	191.42	0	-145.21	1911.53
816	SLV11	I[854]	265.01	597.65	176.32	0	-98.12	1906.46
760	SLV12	I[796]	295.15	625.1	362.1	0	-16.21	1996.59
816	SLV12	I[854]	303.42	624.3	347.63	0	28.75	1991.68
760	SLV13	I[796]	-2823.57	-625.11	87.73	0	-201.6	-1994.3
816	SLV13	I[854]	-2834.28	-625.93	102.21	0	-246.51	-1999.35
760	SLV14	I[796]	-2809.25	-598.48	258.41	0	-72.6	-1909.24
816	SLV14	I[854]	-2795.87	-599.28	273.52	0	-119.64	-1914.14
760	SLV15	I[796]	221.68	596.95	191.35	0	-145.28	1906.59
816	SLV15	I[854]	208.4	596.14	176.27	0	-98.22	1901.62
760	SLV16	I[796]	-2882.72	-626.63	87.66	0	-201.67	-1999.24
816	SLV16	I[854]	-2890.89	-627.44	102.16	0	-246.61	-2004.2
760	SLV17	I[796]	-663.22	200.15	325.96	0	-35.8	640.24
816	SLV17	I[854]	-658.69	199.32	321.8	0	-22.98	635.14
760	SLV18	I[796]	-860.4	195.07	325.73	0	-36.02	623.79
816	SLV18	I[854]	-847.37	194.29	321.64	0	-23.31	618.99
760	SLV19	I[796]	-736.69	172	155.21	0	-164.87	550.25
816	SLV19	I[854]	-753.71	171.16	150.44	0	-149.94	545.08
760	SLV20	I[796]	-1594.54	-166.93	294.85	0	-52.72	-531.5
816	SLV20	I[854]	-1588.48	-167.76	299.57	0	-67.49	-536.61
760	SLV21	I[796]	-933.88	166.92	154.98	0	-165.09	533.8
816	SLV21	I[854]	-942.38	166.13	150.28	0	-150.27	528.93
760	SLV22	I[796]	-1791.72	-172	294.62	0	-52.94	-547.96
816	SLV22	I[854]	-1777.16	-172.78	299.4	0	-67.82	-552.76
760	SLV23	I[796]	-1668.01	-195.08	124.1	0	-181.79	-621.5
816	SLV23	I[854]	-1683.49	-195.92	128.21	0	-194.46	-626.67
760	SLV24	I[796]	-1865.2	-200.16	123.88	0	-182.01	-637.95
816	SLV24	I[854]	-1872.17	-200.95	128.04	0	-194.79	-642.81

Condizioni SLE

Elem	Load	Part	Component	Axial (kN)	Shear-y (kN)	Shear-z (kN)	Torsion (kN*m)	Moment-y (kN*m)	Moment-z (kN*m)
816	SLEFenv(max)	I[854]	Axial	-995.63	-0.35	391.33	0	-254.95	-20.86
816	SLEFenv(max)	I[854]	Moment-y	-1194.02	-11.74	283.9	0	-35.75	-37.31
816	SLEFenv(max)	I[854]	Moment-z	-1910.8	-0.17	391.34	0	-244.57	35.29
820	SLEFenv(max)	I[858]	Axial	-995.63	-2.07	1.37	0	-1122.5	-15.83
820	SLEFenv(max)	I[858]	Moment-y	-1194.02	-4.46	15.67	0	-695.17	-2.22
820	SLEFenv(max)	I[858]	Moment-z	-1849.15	3.24	2.4	0	-1114.1	28.84
816	SLEFenv(min)	I[854]	Axial	-1943.77	-1.43	391.33	0	-244.42	31.61
816	SLEFenv(min)	I[854]	Moment-y	-1092.86	-0.18	391.34	0	-257.83	-35.92
816	SLEFenv(min)	I[854]	Moment-z	-1070	-2.65	391.31	0	-257.55	-43.23
820	SLEFenv(min)	I[858]	Axial	-1943.77	3.01	2.41	0	-1114.07	28.6
820	SLEFenv(min)	I[858]	Moment-y	-1093	-3.54	1.09	0	-1124.8	-28.26
820	SLEFenv(min)	I[858]	Moment-z	-1113.38	-4.28	1.1	0	-1124.62	-28.51
816	SLEQPelv(max)	I[854]	Axial	-1127.12	-0.98	283.98	0	-36.73	-4.24
816	SLEQPelv(max)	I[854]	Moment-y	-1127.12	-0.98	283.98	0	-36.73	-4.24
816	SLEQPelv(max)	I[854]	Moment-z	-1180.55	-0.94	283.98	0	-36.73	-4.17
820	SLEQPelv(max)	I[858]	Axial	-1127.12	-0.48	15.57	0	-696.16	-1.08
820	SLEQPelv(max)	I[858]	Moment-y	-1127.12	-0.48	15.57	0	-696.16	-1.08
820	SLEQPelv(max)	I[858]	Moment-z	-1127.12	-0.48	15.57	0	-696.16	-1.08
816	SLEQPelv(min)	I[854]	Axial	-1180.55	-0.94	283.98	0	-36.73	-4.17
816	SLEQPelv(min)	I[854]	Moment-y	-1180.55	-0.94	283.98	0	-36.73	-4.17
816	SLEQPelv(min)	I[854]	Moment-z	-1127.12	-0.98	283.98	0	-36.73	-4.24
820	SLEQPelv(min)	I[858]	Axial	-1180.55	-0.47	15.57	0	-696.16	-1.11
820	SLEQPelv(min)	I[858]	Moment-y	-1180.55	-0.47	15.57	0	-696.16	-1.11
820	SLEQPelv(min)	I[858]	Moment-z	-1180.55	-0.47	15.57	0	-696.16	-1.11
816	SLERenv(max)	I[854]	Axial	-789.35	53.55	391.78	0	-259.85	144.66
816	SLERenv(max)	I[854]	Moment-y	-2056.62	-56.17	390.88	0	-239.43	-136.34
816	SLERenv(max)	I[854]	Moment-z	-1715.2	53.74	391.78	0	-249.48	200.82
820	SLERenv(max)	I[858]	Axial	-789.35	17.84	0.92	0	-1127.45	-10.21
820	SLERenv(max)	I[858]	Moment-y	-2057.19	-17.21	2.87	0	-1109.03	23.01
820	SLERenv(max)	I[858]	Moment-z	-2288.2	22.29	2.84	0	-1508.5	44
816	SLERenv(min)	I[854]	Axial	-2343.8	46.51	528.69	0	-334.37	191.5
816	SLERenv(min)	I[854]	Moment-y	-1195.08	48.2	528.7	0	-352.47	100.35
816	SLERenv(min)	I[854]	Moment-z	-1265.6	-56.56	390.87	0	-252.65	-208.76
820	SLERenv(min)	I[858]	Axial	-2343.8	21.97	2.84	0	-1508.45	43.72
820	SLERenv(min)	I[858]	Moment-y	-1195.27	13.13	1.06	0	-1522.93	-33.04
820	SLERenv(min)	I[858]	Moment-z	-1216.89	-17.5	-3.45	0	-1264.47	-41.01

Si riportano le verifiche strutturali sui pali più cementati. Che vengono armati con una corona di 30 $\phi 26$ in sommità. E con staffe $\phi 12/200$ per il taglio.

14.6.4.1 Verifiche in condizioni statiche

DATI GENERALI SEZIONE IN C.A.

Descrizione Sezione:
 Metodo di calcolo resistenza: Stati Limite Ultimi
 Tipologia sezione: Sezione generica
 Normativa di riferimento: N.T.C.
 Percorso sollecitazione: A Sforzo Norm. costante
 Condizioni Ambientali: Moderat. aggressive
 Riferimento Sforzi assegnati: Assi x,y principali d'inertza
 Riferimento alla sismicità: Zona non sismica
 Posizione sezione nell'asta: In zona critica

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CONGLOMERATO - Classe: C28/35
 Resis. compr. di calcolo fcd : 158.60 daN/cm²

Resis. compr. ridotta fcd':	79.30 daN/cm ²
Def.unit. max resistenza ec2 :	0.0020
Def.unit. ultima ecu :	0.0035
Diagramma tensione-deformaz. :	Parabola-Rettangolo
Modulo Elastico Normale Ec :	323080 daN/cm ²
Coeff. di Poisson :	0.20
Resis. media a trazione fctm:	27.60 daN/cm ²
Coeff. Omogen. S.L.E. :	15.0
Combinazioni Rare in Esercizio (Tens.Limite):	
Sc Limite :	168.00 daN/cm ²
Apert.Fess.Limite :	Non prevista
Combinazioni Frequenti in Esercizio (Tens.Limite):	
Sc Limite :	168.00 daN/cm ²
Apert.Fess.Limite :	0.300 mm
Combinazioni Quasi Permanenti in Esercizio (Tens.Limite):	
Sc Limite :	126.00 daN/cm ²
Apert.Fess.Limite :	0.200 mm

ACCIAIO	-	Tipo: B450C
Resist. caratt. snervam. fyk:	4500.0 daN/cm ²	
Resist. caratt. rottura ftk:	4500.0 daN/cm ²	
Resist. snerv. di calcolo fyd:	3913.0 daN/cm ²	
Resist. ultima di calcolo ftd:	3913.0 daN/cm ²	
Deform. ultima di calcolo Epu:	0.068	
Modulo Elastico Ef :	2000000 daN/cm ²	
Diagramma tensione-deformaz. :	Bilineare finito	
Coeff. Aderenza ist. β1*β2 :	1.00 daN/cm ²	
Coeff. Aderenza diff. β1*β2 :	0.50 daN/cm ²	
Comb.Rare Sf Limite :	3600.0 daN/cm ²	

CARATTERISTICHE DOMINI CONGLOMERATO

DOMINIO N° 1

Forma del Dominio: Circolare
 Classe Conglomerato: C28/35

Raggio circonferenza: 60.00 cm
 Ascissa X centro circ.: 0.00 cm
 Ordinata Y centro circ.: 0.00 cm

DATI GENERAZIONI CIRCOLARI DI BARRE

N.Gen. Numero assegnato alla singola generazione circolare di barre
 Xcentro Ascissa del centro della circonfer. lungo cui sono disposte le barre gen.
 Ycentro Ordinata del centro della circonfer. lungo cui sono disposte le barre gen.
 Raggio Raggio in cm della circonferenza lungo cui sono disposte le barre gen.
 N.Barre Numero di barre generate equidist. disposte lungo la circonfer.
 Diam. Diametro in mm della singola barra generata

N.Gen.	Xcentro,cm	Ycentro,cm	Raggio,cm	N.Barre	Diam.Ø,mm
1	0.00	0.00	53.00	30	26

ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale in daN applicato nel Baric. (+ se di compressione)
 Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.
 My Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.
 Vy Componente del Taglio [daN] parall. all'asse princ.d'inerzia y
 Vx Componente del Taglio [daN] parall. all'asse princ.d'inerzia x

N.Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	104744	-35153	22014	8038	52896
2	289203	8663	5722	-271	19321
3	230696	-33753	29597	8065	52897
4	104744	-152280	-1295	2708	117
5	289305	-38449	5204	544	2157

6	264518	-169657	5744	2398	-309
7	317717	-41901	-9017	-5064	57620
8	128385	-45197	8624	4864	57701
9	175066	-34034	-30664	-8443	52761
10	317717	-168760	4692	-1229	-227
11	128410	-171583	-4533	1177	-546
12	168247	-170659	-5588	-2541	-461

COVB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale in daN applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
 Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x princ. d'inerzia
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sez.
 My Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y princ. d'inerzia
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.

N.Comb.	N	Mx	My
1	78935	-25985	14466
2	205662	-23943	-13634
3	171520	-24948	20082
4	78935	-112745	-1021
5	205719	-110903	2301
6	228820	-150850	4400
7	234380	-33437	19150
8	119508	-35247	10035
9	126560	-25265	-20876
10	234380	-150845	4372
11	119527	-152293	-3304
12	121689	-126447	-4101

COVB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale in daN applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
 Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x princ. d'inerzia
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sez.
 My Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y princ. d'inerzia
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.

N.Comb.	N	Mx	My
1	99563	-25495	-2086
2	119402	-3575	-3731
3	191080	-24457	3529
4	99563	-112250	-1583
5	119402	-69517	-222
6	184915	-111410	2884
7	194377	-24442	3161
8	109286	-25783	-3592
9	107000	-25755	-4323
10	194377	-111407	2860
11	109300	-112480	-2826
12	111338	-112462	-2851

COVB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale in daN applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
 Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x princ. d'inerzia
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sez.
 My Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y princ. d'inerzia
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.

N.Comb.	N	Mx	My
1	112712	-3673	-424
2	112712	-3673	-424
3	118055	-3673	-417
4	112712	-69616	-108
5	112712	-69616	-108
6	112712	-69616	-108
7	118055	-3673	-417

8	118055	-3673	-417
9	112712	-3673	-424
10	118055	-69616	-111
11	118055	-69616	-111
12	118055	-69616	-111

RISULTATI DEL CALCOLO

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 5.7 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali: 8.5 cm
Copriferro netto minimo staffe: 4.9 cm

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N	Sforzo normale assegnato [in daN] (positivo se di compressione)
Mx	Momento flettente assegnato [in daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My	Momento flettente assegnato [in daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
N ult	Sforzo normale ultimo [in daN] nella sezione (positivo se di compress.)
Mx ult	Momento flettente ultimo [in daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My ult	Momento flettente ultimo [in daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult, Mx ult, My ult) e (N, Mx, My) Verifica positiva se tale rapporto risulta ≥ 1.000

N.Comb.	Ver	N	Mx	My	N ult	Mx ult	My ult	Mis.Sic.
1	S	104744	-35153	22014	104739	-264101	165466	7.514
2	S	289203	8663	5722	289184	297865	196780	34.386
3	S	230696	-33753	29597	230725	-258835	226652	7.664
4	S	104744	-152280	-1295	104731	-311849	-2483	2.048
5	S	289305	-38449	5204	289282	-353579	47908	9.196
6	S	264518	-169657	5744	264492	-351704	11365	2.073
7	S	317717	-41901	-9017	317735	-354409	-76290	8.458
8	S	128385	-45197	8624	128360	-312898	59387	6.922
9	S	175066	-34034	-30664	175036	-245673	-221338	7.218
10	S	317717	-168760	4692	317737	-362455	10314	2.148
11	S	128410	-171583	-4533	128407	-318334	-8726	1.855
12	S	168247	-170659	-5588	168273	-328711	-11290	1.926

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max	Defom. unit. massima del conglomerato a compressione
ec 3/7	Defom. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace
Xc max	Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,0 sez.)
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,0 sez.)
ef min	Defom. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Xf min	Ascissa in cm della barra corrisp. a ef min (sistema rif. X,Y,0 sez.)
Yf min	Ordinata in cm della barra corrisp. a ef min (sistema rif. X,Y,0 sez.)
ef max	Defom. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
Xf max	Ascissa in cm della barra corrisp. a ef max (sistema rif. X,Y,0 sez.)
Yf max	Ordinata in cm della barra corrisp. a ef max (sistema rif. X,Y,0 sez.)

N.Comb.	ec max	ec 3/7	Xc max	Yc max	ef min	Xf min	Yf min	ef max	Xf max	Yf max
1	0.00350	-0.00179	31.8	-59.6	0.00277	31.2	-42.9	-0.00810	-31.2	42.9
2	0.00350	-0.00073	33.1	-59.6	0.00292	31.2	42.9	-0.00580	-31.2	-42.9
3	0.00350	-0.00101	39.6	-59.6	0.00287	31.2	-42.9	-0.00640	-31.2	42.9
4	0.00350	-0.00177	-0.5	-60.0	0.00278	0.0	-53.0	-0.00809	0.0	53.0
5	0.00350	-0.00074	8.0	-60.0	0.00291	11.0	-51.8	-0.00579	-11.0	51.8
6	0.00350	-0.00085	2.0	-60.0	0.00291	0.0	-53.0	-0.00605	0.0	53.0
7	0.00350	-0.00061	-12.6	-59.6	0.00294	-11.0	-51.8	-0.00553	11.0	51.8
8	0.00350	-0.00161	11.2	-59.6	0.00280	11.0	-51.8	-0.00772	-11.0	51.8
9	0.00350	-0.00132	-40.2	-59.6	0.00282	-39.4	-35.5	-0.00706	39.4	35.5
10	0.00350	-0.00061	1.7	-60.0	0.00294	0.0	-53.0	-0.00552	0.0	53.0
11	0.00350	-0.00161	-1.6	-60.0	0.00280	0.0	-53.0	-0.00772	0.0	53.0
12	0.00350	-0.00136	-2.0	-60.0	0.00284	0.0	-53.0	-0.00718	0.0	53.0

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a	Coeff. a nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,0 gen.
b	Coeff. b nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,0 gen.
c	Coeff. c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,0 gen.
x/d	Rapp. di duttilità a rottura in presenza di sola fless.(travi)
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N.Comb.	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000054558	-0.000087120	-0.002667600		
2	0.000045369	0.000068688	-0.001439125		
3	0.000057855	-0.000065979	-0.001765156		
4	-0.000000872	-0.000102522	-0.002651563		
5	0.000011045	-0.000081604	-0.001440870		
6	0.000002860	-0.000084472	-0.001571248		
7	-0.000016806	-0.000078096	-0.001293030		
8	0.000018616	-0.000097563	-0.002459399		
9	-0.000062696	-0.000069587	-0.002119890		
10	0.000002220	-0.000079849	-0.001292781		
11	-0.000002624	-0.000099316	-0.002461041		
12	-0.000003094	-0.000094501	-0.002173094		

ARMATURE A TAGLIO

Diametro staffe:	8 mm	
Passo staffe:	24.9 cm	[Passo massimo di normativa = 25.0 cm]
N.Bracci staffe:	2	

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - VERIFICHE A TAGLIO

Ver	S = comb. verificata a taglio / N = comb. non verificata
Vsdu	Taglio agente [daN] = proiez. di V_x e V_y sulla normale all'asse neutro
Vcd	Taglio resistente ultimo [daN] lato conglomerato compresso
Vwd	Taglio resistente [daN] assorbito dalle staffe
Dmed	Altezza utile media pesata [cm] valutata lungo strisce ortog. all'asse neutro. Vengono prese nella media le strisce con almeno un estremo compresso. I pesi della media sono costituiti dalle stesse lunghezze delle strisce.
bw	Larghezza media resistente a taglio [cm] misurate parallel. all'asse neutro. E' data dal rapporto tra l'area delle sopradette strisce resistenti e Dmed.
Teta	Angolo [gradi sessadec.] di inclinazione dei puntoni di conglomerato
Acw	Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione
Ast	Area staffe+legature strettam. necessarie a taglio per metro di pil.[cm ² /m]
A_Eff	Area staffe+legature efficaci nella direzione del taglio di combinaz.[cm ² /m] (Tra parentesi è indicata la quota dell'area relativa alle sole legature. L'area della legatura è ridotta col fattore L/d_{max} con L =lungh.legat.proietta- ta sulla direz. del taglio e d_{max} = massima altezza utile nella direz.del taglio)

N.Comb.	Ver	Vsdu	Vcd	Vwd	Dmed	bw	Teta	Acw	Ast	A_Eff
1	S	21262	272707	35646	100.3	104.4	21.80°	1.058	2.4	4.0(0.0)
2	S	10422	306519	35138	98.9	108.5	21.80°	1.161	1.2	4.0(0.0)
3	S	28811	297909	35138	98.9	108.5	21.80°	1.129	3.3	4.0(0.0)
4	S	2709	272707	35646	100.3	104.4	21.80°	1.058	0.3	4.0(0.0)
5	S	250	306534	35138	98.9	108.5	21.80°	1.161	0.0	4.0(0.0)
6	S	2407	302886	35138	98.9	108.5	21.80°	1.147	0.3	4.0(0.0)
7	S	7172	312572	34989	98.4	109.6	21.80°	1.177	0.8	4.0(0.0)
8	S	6037	278596	35470	99.8	105.9	21.80°	1.072	0.7	4.0(0.0)
9	S	29044	287677	35300	99.3	107.2	21.80°	1.098	3.3	4.0(0.0)
10	S	1222	312572	34989	98.4	109.6	21.80°	1.177	0.1	4.0(0.0)
11	S	1162	278600	35470	99.8	105.9	21.80°	1.072	0.1	4.0(0.0)
12	S	2555	284374	35470	99.8	105.9	21.80°	1.094	0.3	4.0(0.0)

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
Sc max	Massima tensione positiva di compressione nel conglomerato [daN/cm ²]
Xc max	Ascissa in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,0)
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,0)
Sf min	Minima tensione negativa di trazione nell'acciaio [daN/cm ²]
Xf min	Ascissa in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,0)
Yf min	Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,0)
Ac eff.	Area di conglomerato [cm ²] in zona tesa considerata aderente alle barre

D fess. Distanza calcolata tra le fessure espressa in mm
K3 Coeff. di normativa dipendente dalla forma del diagramma delle tensioni
Ap.fess. Apertura calcolata delle fessure espressa in mm

N.Comb.	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xf min	Yf min	Ac eff.	D fess.	K3	Ap.Fess.
1	S	21.2	29.2	180.0	-158	-21.6	48.4	1457	192	0.156	0.010
2	S	27.2	-29.7	75.0	64	21.6	48.4	2619	0	0.192	0.000
3	S	26.8	37.6	75.0	-1	-31.2	42.9	0	0	0.156	0.000
4	S	80.0	-0.5	65.0	-1722	0.0	53.0	2522	222	0.191	0.198
5	S	78.7	1.2	65.0	-961	0.0	53.0	2021	213	0.174	0.070
6	S	107.3	1.7	65.0	-1570	0.0	53.0	2155	221	0.180	0.205
7	S	34.2	29.8	-49.9	31	-21.6	48.4	1989	0	0.176	0.000
8	S	26.5	16.4	-49.9	-130	-11.0	51.8	1013	181	0.136	0.008
9	S	24.5	-38.2	-49.9	-73	31.2	42.9	646	176	0.125	0.004
10	S	107.3	1.7	-49.9	-1540	0.0	53.0	2155	220	0.179	0.200
11	S	108.3	-1.3	-49.9	-2244	0.0	53.0	2506	221	0.190	0.328
12	S	90.0	-1.9	-49.9	-1723	0.0	53.0	2401	216	0.188	0.209

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

N.Comb.	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xf min	Yf min	Ac eff.	D fess.	K3	Ap.Fess.
1	S	19.1	-4.9	180.0	-55	0.0	53.0	640	175	0.125	0.003
2	S	11.0	-43.3	75.0	100	39.4	35.5	2522	0	0.189	0.000
3	S	24.9	8.6	65.0	64	-11.0	51.8	1909	0	0.174	0.000
4	S	79.9	-0.8	-49.9	-1582	0.0	53.0	2446	218	0.189	0.232
5	S	49.4	-0.2	65.0	-650	0.0	53.0	2090	217	0.177	0.048
6	S	79.2	1.6	65.0	-1075	0.0	53.0	2142	219	0.178	0.141
7	S	25.1	7.7	65.0	69	-11.0	51.8	2009	0	0.177	0.000
8	S	19.9	-8.3	-49.9	-42	11.0	51.8	490	166	0.125	0.002
9	S	19.8	-9.9	-49.9	-47	11.0	51.8	539	169	0.125	0.003
10	S	79.2	1.5	65.0	-1027	0.0	53.0	2046	215	0.176	0.130
11	S	80.1	-1.5	-49.9	-1526	0.0	53.0	2401	216	0.187	0.220
12	S	80.1	-1.5	-49.9	-1513	0.0	53.0	2401	216	0.187	0.217

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

N.Comb.	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xf min	Yf min	Ac eff.	D fess.	K3	Ap.Fess.
1	S	9.9	-6.9	180.0	102	11.0	51.8	2512	0	0.217	0.000
2	S	9.9	-6.9	49.9	102	11.0	51.8	1525	0	0.163	0.000
3	S	10.3	-6.8	49.9	108	11.0	51.8	1953	0	0.176	0.000
4	S	49.5	-0.1	-49.9	-686	0.0	53.0	2090	217	0.178	0.051
5	S	49.5	-0.1	-49.9	-686	0.0	53.0	2090	217	0.178	0.051
6	S	49.5	-0.1	-49.9	-686	0.0	53.0	2090	217	0.178	0.051
7	S	10.3	-6.8	49.9	108	11.0	51.8	1425	0	0.162	0.000
8	S	10.3	-6.8	49.9	108	11.0	51.8	1913	0	0.175	0.000
9	S	9.9	-6.9	49.9	102	11.0	51.8	1913	0	0.175	0.000
10	S	49.5	-0.1	-49.9	-659	0.0	53.0	2090	217	0.177	0.049
11	S	49.5	-0.1	-49.9	-659	0.0	53.0	2090	217	0.177	0.049
12	S	49.5	-0.1	-49.9	-659	0.0	53.0	2090	217	0.177	0.049

14.6.4.2 Verifica in condizioni sismiche

DATI GENERALI SEZIONE IN C.A.

NOME SEZIONE: palo spalla mobile slv

Descrizione Sezione:

Metodo di calcolo resistenza: Stati Limite Ultimi

Tipologia sezione: Sezione generica

Normativa di riferimento: N.T.C.

Percorso sollecitazione: A Sforzo Norm. costante

Riferimento Sforzi assegnati: Assi x,y principali d'inerzia

Riferimento alla sismicità: Zona non sismica

Posizione sezione nell'asta: In zona critica

Relazione tecnica e di calcolo

301

RTP di progettazione:

Mandataria:

Mandanti:



CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CONGLOMERATO	-	Classe: C28/35	
		Resis. compr. di calcolo fcd :	158.60 daN/cm ²
		Resis. compr. ridotta fcd' :	79.30 daN/cm ²
		Def.unit. max resistenza ec2 :	0.0020
		Def.unit. ultima ecu :	0.0035
		Diagramma tensione-deformaz. :	Parabola-Rettangolo
		Modulo Elastico Normale Ec :	323080 daN/cm ²
		Coeff. di Poisson :	0.20
		Resis. media a trazione fctm :	27.60 daN/cm ²
ACCIAIO	-	Tipo: B450C	
		Resist. caratt. snervam. fyk :	4500.0 daN/cm ²
		Resist. caratt. rottura ftk :	4500.0 daN/cm ²
		Resist. snerv. di calcolo fyd :	3913.0 daN/cm ²
		Resist. ultima di calcolo ftd :	3913.0 daN/cm ²
		Deform. ultima di calcolo Epu :	0.068
		Modulo Elastico Ef :	2000000 daN/cm ²
		Diagramma tensione-deformaz. :	Bilineare finito

CARATTERISTICHE DOMINI CONGLOMERATO

DOMINIO N° 1

Forma del Dominio:	Circolare
Classe Conglomerato:	C28/35
Raggio circonferenza:	60.00 cm
Ascissa X centro circ.:	0.00 cm
Ordinata Y centro circ.:	0.00 cm

DATI GENERAZIONI CIRCOLARI DI BARRE

N.Gen.	Numero assegnato alla singola generazione circolare di barre
Xcentro	Ascissa del centro della circonf. lungo cui sono disposte le barre gen.
Ycentro	Ordinata del centro della circonf. lungo cui sono disposte le barre gen.
Raggio	Raggio in cm della circonferenza lungo cui sono disposte le barre gen.
N.Barre	Numero di barre generate equidist. disposte lungo la circonf.
Diam.	Diametro in mm della singola barra generata

N.Gen.	Xcentro, cm	Ycentro, cm	Raggio, cm	N.Barre	Diam.Ø, mm
1	0.00	0.00	53.00	30	26

ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale in daN applicato nel Baric. (+ se di compressione)
Mx	Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.
My	Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.
Vy	Componente del Taglio [daN] parall. all'asse princ.d'inerzia y
Vx	Componente del Taglio [daN] parall. all'asse princ.d'inerzia x

N.Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	64651	11470	73948	23122	52508
2	61388	12504	73455	23041	52166
3	89143	-31553	43949	13738	-4407
4	93060	-29818	43436	13654	-4953
5	157783	9779	-43227	-13586	49397
6	154366	8052	-43719	-13666	49943
7	70567	11464	73455	22969	52501
8	67048	12494	72971	22890	52161
9	182275	-33245	-73226	-22970	-7518
10	186038	-34270	-73738	-23053	-7177
11	95058	-31560	43456	13585	-4414
12	98720	-29828	42952	13503	-4958
13	163699	9772	-43720	-13738	49390

14	160027	8042	-44204	-13817	49938
15	188190	-33251	-73719	-23122	-7525
16	191699	-34280	-74223	-23204	-7182
17	-35431	-1614	200153	62663	36217
18	-36002	2885	199652	62581	34768
19	275009	-7253	-190430	-59696	25848
20	273927	-11954	-190930	-59777	27357
21	-28083	-14521	191153	59848	19142
22	-26501	-9812	190646	59765	17632
23	-29515	-1621	199659	62510	36210
24	-30342	2875	199168	62430	34763

RISULTATI DEL CALCOLO

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 5.7 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali: 8.5 cm
Copriferro netto minimo staffe: 4.5 cm

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N	Sforzo normale assegnato [in daN] (positivo se di compressione)
Mx	Momento flettente assegnato [in daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My	Momento flettente assegnato [in daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
N ult	Sforzo normale ultimo [in daN] nella sezione (positivo se di compress.)
Mx ult	Momento flettente ultimo [in daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My ult	Momento flettente ultimo [in daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult, Mx ult, My ult) e (N, Mx, My) Verifica positiva se tale rapporto risulta ≥ 1.000

N.Comb.	Ver	N	Mx	My	N ult	Mx ult	My ult	Mis.Sic.
1	S	64651	11470	73948	64667	45651	296459	4.008
2	S	61388	12504	73455	61394	49833	294898	4.014
3	S	89143	-31553	43949	89126	-179129	249565	5.678
4	S	93060	-29818	43436	93086	-174394	254306	5.853
5	S	157783	9779	-43227	157776	71755	-318090	7.358
6	S	154366	8052	-43719	154366	59289	-319754	7.315
7	S	70567	11464	73455	70546	46096	298214	4.059
8	S	67048	12494	72971	67025	50275	296575	4.063
9	S	182275	-33245	-73226	182258	-137336	-302895	4.136
10	S	186038	-34270	-73738	186055	-140249	-302671	4.103
11	S	95058	-31560	43456	95042	-181488	249899	5.751
12	S	98720	-29828	42952	98727	-176719	254598	5.927
13	S	163699	9772	-43720	163714	71302	-319830	7.315
14	S	160027	8042	-44204	160002	58949	-321372	7.272
15	S	188190	-33251	-73719	188209	-137277	-304633	4.132
16	S	191699	-34280	-74223	191715	-140254	-304240	4.098
17	S	-35431	-1614	200153	-35422	-2204	267558	1.337
18	S	-36002	2885	199652	-35989	3950	267355	1.339
19	S	275009	-7253	-190430	274997	-13675	-353549	1.857
20	S	273927	-11954	-190930	273938	-22455	-353100	1.849
21	S	-28083	-14521	191153	-28080	-20626	269714	1.411
22	S	-26501	-9812	190646	-26481	-14019	270463	1.419
23	S	-29515	-1621	199659	-29537	-2216	269572	1.350
24	S	-30342	2875	199168	-30326	3941	269294	1.352

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max	Defom. unit. massima del conglomerato a compressione
ec 3/7	Defom. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace
Xc max	Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,0 sez.)
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,0 sez.)
ef min	Defom. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Xf min	Ascissa in cm della barra corrisp. a ef min (sistema rif. X,Y,0 sez.)
Yf min	Ordinata in cm della barra corrisp. a ef min (sistema rif. X,Y,0 sez.)
ef max	Defom. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
Xf max	Ascissa in cm della barra corrisp. a ef max (sistema rif. X,Y,0 sez.)
Yf max	Ordinata in cm della barra corrisp. a ef max (sistema rif. X,Y,0 sez.)

N.Comb.	ec max	ec 3/7	Xc max	Yc max	ef min	Xf min	Yf min	ef max	Xf max	Yf max
1	0.00350	-0.00208	59.3	9.2	0.00273	52.7	5.5	-0.00876	-52.7	-5.5
2	0.00350	-0.00211	59.1	10.1	0.00272	52.7	5.5	-0.00881	-52.7	-5.5
3	0.00350	-0.00190	48.7	-35.0	0.00274	45.9	-26.5	-0.00833	-45.9	26.5
4	0.00350	-0.00187	49.5	-34.0	0.00275	45.9	-26.5	-0.00828	-45.9	26.5
5	0.00350	-0.00143	-58.5	13.2	0.00281	-50.4	16.4	-0.00730	50.4	-16.4
6	0.00350	-0.00145	-59.0	10.9	0.00281	-52.7	5.5	-0.00736	52.7	-5.5
7	0.00350	-0.00203	59.3	9.3	0.00274	52.7	5.5	-0.00865	-52.7	-5.5
8	0.00350	-0.00206	59.1	10.1	0.00273	52.7	5.5	-0.00871	-52.7	-5.5
9	0.00350	-0.00127	-54.6	-24.8	0.00283	-45.9	-26.5	-0.00697	45.9	26.5
10	0.00350	-0.00125	-54.4	-25.3	0.00283	-45.9	-26.5	-0.00692	45.9	26.5
11	0.00350	-0.00186	48.5	-35.3	0.00274	45.9	-26.5	-0.00824	-45.9	26.5
12	0.00350	-0.00183	49.3	-34.2	0.00276	45.9	-26.5	-0.00819	-45.9	26.5
13	0.00350	-0.00139	-58.6	13.1	0.00281	-50.4	16.4	-0.00721	50.4	-16.4
14	0.00350	-0.00141	-59.0	10.7	0.00282	-52.7	5.5	-0.00728	52.7	-5.5
15	0.00350	-0.00124	-54.7	-24.7	0.00283	-45.9	-26.5	-0.00689	45.9	26.5
16	0.00350	-0.00122	-54.5	-25.2	0.00284	-45.9	-26.5	-0.00685	45.9	26.5
17	0.00350	-0.00302	60.0	-0.5	0.00258	52.7	-5.5	-0.01080	-52.7	5.5
18	0.00350	-0.00303	60.0	0.9	0.00258	52.7	5.5	-0.01082	-52.7	-5.5
19	0.00350	-0.00080	-60.0	-2.3	0.00290	-52.7	-5.5	-0.00594	52.7	5.5
20	0.00350	-0.00080	-59.9	-3.7	0.00291	-52.7	-5.5	-0.00595	52.7	5.5
21	0.00350	-0.00294	59.8	-4.5	0.00262	52.7	-5.5	-0.01064	-52.7	5.5
22	0.00350	-0.00293	59.9	-3.1	0.00262	52.7	-5.5	-0.01061	-52.7	5.5
23	0.00350	-0.00296	60.0	-0.5	0.00259	52.7	-5.5	-0.01067	-52.7	5.5
24	0.00350	-0.00297	60.0	0.9	0.00259	52.7	5.5	-0.01069	-52.7	-5.5

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

- a Coeff. a nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
- b Coeff. b nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
- c Coeff. c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
- x/d Rapp. di duttilità a rottura in presenza di sola fless. (travi)
- C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N.Comb.	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000107277	0.000016640	-0.003013609		
2	0.000107504	0.000018300	-0.003043015		
3	0.000085266	-0.000061217	-0.002797942		
4	0.000086080	-0.000059092	-0.002764652		
5	-0.000093435	0.000021137	-0.002247788		
6	-0.000094641	0.000017431	-0.002273983		
7	0.000106314	0.000016592	-0.002956086		
8	0.000106586	0.000018250	-0.002988251		
9	-0.000084524	-0.000038374	-0.002069614		
10	-0.000083774	-0.000038934	-0.002042782		
11	0.000084280	-0.000061209	-0.002749684		
12	0.000085134	-0.000059121	-0.002718914		
13	-0.000092728	0.000020726	-0.002200983		
14	-0.000093953	0.000017093	-0.002229710		
15	-0.000083981	-0.000037880	-0.002027727		
16	-0.000083283	-0.000038464	-0.002004156		
17	0.000126862	-0.000001023	-0.004111990		
18	0.000126962	0.000001835	-0.004118513		
19	-0.000083567	-0.000003183	-0.001517655		
20	-0.000083538	-0.000005230	-0.001522102		
21	0.000124776	-0.000009479	-0.004008110		
22	0.000124789	-0.000006423	-0.003997227		
23	0.000125671	-0.000001020	-0.004040500		
24	0.000125817	0.000001816	-0.004049812		

ARMATURE A TAGLIO

Diametro staffe: 12 mm
 Passo staffe: 20.0 cm [Passo massimo di normativa = 25.0 cm]
 N.Bracci staffe: 2

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - VERIFICHE A TAGLIO

Ver S = comb. verificata a taglio / N = comb. non verificata
Vsdu Taglio agente [daN] = proiez. di Vx e Vy sulla normale all'asse neutro
Vcd Taglio resistente ultimo [daN] lato conglomerato compresso
Vwd Taglio resistente [daN] assorbito dalle staffe
Dmed Altezza utile media pesata [cm] valutata lungo strisce ortog. all'asse neutro.
Vengono prese nella media le strisce con almeno un estremo compresso.
I pesi della media sono costituiti dalle stesse lunghezze delle strisce.
bw Larghezza media resistente a taglio [cm] misurate parallel. all'asse neutro.
E' data dal rapporto tra l'area delle sopradette strisce resistenti e Dmed.
Teta Angolo [gradi sessadec.] di inclinazione dei puntoni di conglomerato
Acw Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione
Ast Area staffe+legature strettam. necessarie a taglio per metro di pil. [cm²/m]
A_Eff Area staffe+legature efficaci nella direzione del taglio di combinaz. [cm²/m]
(Tra parentesi è indicata la quota dell'area relativa alle sole legature.
L'area della legatura è ridotta col fattore L/d_max con L=lungh.legat.proietta-
ta sulla direz. del taglio e d_max= massima altezza utile nella direz.del taglio)

N.Comb.	Ver	Vsdu	Vcd	Vwd	Dmed	bw	Teta	Acw	Ast	A_Eff
1	S	55432	264335	100355	100.8	102.9	21.80°	1.036	6.2	11.3(0.0)
2	S	55293	263871	100355	100.8	102.9	21.80°	1.034	6.2	11.3(0.0)
3	S	11592	270466	99853	100.3	104.4	21.80°	1.050	1.3	11.3(0.0)
4	S	11811	271029	99853	100.3	104.4	21.80°	1.052	1.3	11.3(0.0)
5	S	51177	282857	99361	99.8	105.9	21.80°	1.088	5.8	11.3(0.0)
6	S	51592	282362	99361	99.8	105.9	21.80°	1.086	5.9	11.3(0.0)
7	S	55415	265176	100355	100.8	102.9	21.80°	1.039	6.2	11.3(0.0)
8	S	55276	264676	100355	100.8	102.9	21.80°	1.037	6.2	11.3(0.0)
9	S	16341	288730	98884	99.3	107.2	21.80°	1.102	1.9	11.3(0.0)
10	S	16224	289280	98884	99.3	107.2	21.80°	1.104	1.9	11.3(0.0)
11	S	11554	271316	99853	100.3	104.4	21.80°	1.053	1.3	11.3(0.0)
12	S	11774	271842	99853	100.3	104.4	21.80°	1.055	1.3	11.3(0.0)
13	S	51197	283715	99361	99.8	105.9	21.80°	1.091	5.8	11.3(0.0)
14	S	51605	283182	99361	99.8	105.9	21.80°	1.089	5.9	11.3(0.0)
15	S	16366	289595	98884	99.3	107.2	21.80°	1.105	1.9	11.3(0.0)
16	S	16249	290108	98884	99.3	107.2	21.80°	1.107	1.9	11.3(0.0)
17	S	35711	246547	101878	102.3	97.9	21.80°	1.000	4.0	11.3(0.0)
18	S	35669	246547	101878	102.3	97.9	21.80°	1.000	4.0	11.3(0.0)
19	S	23557	304430	98431	98.9	108.5	21.80°	1.153	2.7	11.3(0.0)
20	S	23568	304271	98431	98.9	108.5	21.80°	1.153	2.7	11.3(0.0)
21	S	14554	249569	101370	101.8	99.6	21.80°	1.000	1.6	11.3(0.0)
22	S	14537	249569	101370	101.8	99.6	21.80°	1.000	1.6	11.3(0.0)
23	S	35701	249569	101370	101.8	99.6	21.80°	1.000	4.0	11.3(0.0)
24	S	35660	249569	101370	101.8	99.6	21.80°	1.000	4.0	11.3(0.0)

DATI GENERALI SEZIONE IN C.A.

NOME SEZIONE: palo spalla mobile slv_bis

Descrizione Sezione:
Metodo di calcolo resistenza: Stati Limite Ultimi
Tipologia sezione: Sezione generica
Normativa di riferimento: N.T.C.
Percorso sollecitazione: A Sforzo Norm. costante
Riferimento Sforzi assegnati: Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicità: Zona non sismica
Posizione sezione nell'asta: In zona critica

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CONGLOMERATO - Classe: C28/35
Resis. compr. di calcolo fcd : 158.60 daN/cm²
Resis. compr. ridotta fcd' : 79.30 daN/cm²
Def.unit. max resistenza ec2 : 0.0020
Def.unit. ultima ecu : 0.0035
Diagramma tensione-deformaz. : Parabola-Rettangolo
Modulo Elastico Normale Ec : 323080 daN/cm²
Coeff. di Poisson : 0.20
Resis. media a trazione fctm : 27.60 daN/cm²

ACCIAIO - Tipo: B450C
 Resist. caratt. snervam. fyk: 4500.0 daN/cm²
 Resist. caratt. rottura ftk: 4500.0 daN/cm²
 Resist. snerv. di calcolo fyd: 3913.0 daN/cm²
 Resist. ultima di calcolo ftd: 3913.0 daN/cm²
 Deform. ultima di calcolo Epu: 0.068
 Modulo Elastico Ef : 2000000 daN/cm²
 Diagramma tensione-deformaz. : Bilineare finito

CARATTERISTICHE DOMINI CONGLOMERATO

DOMINIO N° 1

Forma del Dominio: Circolare
 Classe Conglomerato: C28/35

Raggio circonferenza: 60.00 cm
 Ascissa X centro circ.: 0.00 cm
 Ordinata Y centro circ.: 0.00 cm

DATI GENERAZIONI CIRCOLARI DI BARRE

N.Gen. Numero assegnato alla singola generazione circolare di barre
 Xcentro Ascissa del centro della circonfer. lungo cui sono disposte le barre gen.
 Ycentro Ordinata del centro della circonfer. lungo cui sono disposte le barre gen.
 Raggio Raggio in cm della circonferenza lungo cui sono disposte le barre gen.
 N.Barre Numero di barre generate equidist. disposte lungo la circonfer.
 Diam. Diametro in mm della singola barra generata

N.Gen.	Xcentro,cm	Ycentro,cm	Raggio,cm	N.Barre	Diam.Ø,mm
1	0.00	0.00	53.00	30	26

ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale in daN applicato nel Baric. (+ se di compressione)
 Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.
 My Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.
 Vy Componente del Taglio [daN] parall. all'asse princ.d'inerzia y
 Vx Componente del Taglio [daN] parall. all'asse princ.d'inerzia x

N.Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	282357	-20160	-199430	-62511	8773
2	283428	-24651	-199935	-62593	10221
3	280925	-7260	-190924	-59848	25841
4	279587	-11964	-191414	-59928	27352
5	-22168	-14528	190659	59695	19135
6	-20840	-9822	190162	59614	17627
7	288272	-20167	-199924	-62663	8766
8	289089	-24661	-200420	-62744	10216
9	66322	-3580	64024	20015	32596
10	65869	-2298	63514	19932	32180
11	86040	-3602	62379	19507	32573
12	84737	-2331	61899	19429	32164
13	73669	-16487	55025	17200	15521
14	75371	-14994	54508	17116	15044
15	159454	-5272	-53150	-16693	29485
16	158848	-6749	-53661	-16776	29957
17	93388	-16509	53380	16692	15498
18	94238	-15027	52893	16613	15028
19	179172	-5294	-54796	-17200	29462
20	177716	-6782	-55276	-17278	29940
21	166801	-18179	-62150	-19508	12410
22	168349	-19446	-62667	-19592	12821
23	186520	-18201	-63795	-20016	12388
24	187217	-19479	-64281	-20095	12804

RISULTATI DEL CALCOLO

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 5.7 cm
 Interferro netto minimo barre longitudinali: 8.5 cm
 Copriferro netto minimo staffe: 4.5 cm

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
 N Sforzo normale assegnato [in daN] (positivo se di compressione)
 Mx Momento flettente assegnato [in daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
 My Momento flettente assegnato [in daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
 N ult Sforzo normale ultimo [in daN] nella sezione (positivo se di compress.)
 Mx ult Momento flettente ultimo [in daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
 My ult Momento flettente ultimo [in daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
 Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult, Mx ult, My ult) e (N, Mx, My)
 Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000

N.Comb.	Ver	N	Mx	My	N ult	Mx ult	My ult	Mis.Sic.
1	S	282357	-20160	-199430	282351	-35722	-354064	1.775
2	S	283428	-24651	-199935	283449	-43618	-353299	1.767
3	S	280925	-7260	-190924	280939	-13641	-354820	1.858
4	S	279587	-11964	-191414	279564	-22375	-354291	1.851
5	S	-22168	-14528	190659	-22166	-20613	271709	1.425
6	S	-20840	-9822	190162	-20847	-14050	272385	1.432
7	S	288272	-20167	-199924	288270	-35763	-355198	1.777
8	S	289089	-24661	-200420	289091	-43841	-354455	1.769
9	S	66322	-3580	64024	66312	-17128	299965	4.686
10	S	65869	-2298	63514	65882	-11365	300280	4.728
11	S	86040	-3602	62379	86064	-18327	305881	4.904
12	S	84737	-2331	61899	84737	-11957	305769	4.940
13	S	73669	-16487	55025	73669	-87058	289770	5.267
14	S	75371	-14994	54508	75379	-80880	292213	5.363
15	S	159454	-5272	-53150	159462	-32113	-325003	6.115
16	S	158848	-6749	-53661	158823	-41168	-323855	6.036
17	S	93388	-16509	53380	93361	-91364	294633	5.521
18	S	94238	-15027	52893	94251	-84993	296893	5.616
19	S	179172	-5294	-54796	179176	-31763	-330058	6.023
20	S	177716	-6782	-55276	177733	-40601	-328745	5.948
21	S	166801	-18179	-62150	166803	-91729	-315469	5.074
22	S	168349	-19446	-62667	168374	-97240	-314173	5.012
23	S	186520	-18201	-63795	186504	-91231	-320692	5.026
24	S	187217	-19479	-64281	187228	-96561	-319322	4.967

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
 ec 3/7 Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace
 Xc max Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,0 sez.)
 Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,0 sez.)
 ef min Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
 Xf min Ascissa in cm della barra corrisp. a ef min (sistema rif. X,Y,0 sez.)
 Yf min Ordinata in cm della barra corrisp. a ef min (sistema rif. X,Y,0 sez.)
 ef max Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
 Xf max Ascissa in cm della barra corrisp. a ef max (sistema rif. X,Y,0 sez.)
 Yf max Ordinata in cm della barra corrisp. a ef max (sistema rif. X,Y,0 sez.)

N.Comb.	ec max	ec 3/7	Xc max	Yc max	ef min	Xf min	Yf min	ef max	Xf max	Yf max
1	0.00350	-0.00076	-59.7	-6.0	0.00292	-52.7	-5.5	-0.00586	52.7	5.5
2	0.00350	-0.00076	-59.5	-7.3	0.00292	-52.7	-5.5	-0.00585	52.7	5.5
3	0.00350	-0.00077	-60.0	-2.3	0.00291	-52.7	-5.5	-0.00588	52.7	5.5
4	0.00350	-0.00078	-59.9	-3.7	0.00291	-52.7	-5.5	-0.00590	52.7	5.5
5	0.00350	-0.00287	59.8	-4.6	0.00263	52.7	-5.5	-0.01050	-52.7	5.5
6	0.00350	-0.00287	59.9	-3.1	0.00262	52.7	-5.5	-0.01048	-52.7	5.5
7	0.00350	-0.00073	-59.7	-6.0	0.00292	-52.7	-5.5	-0.00580	52.7	5.5
8	0.00350	-0.00073	-59.6	-7.3	0.00292	-52.7	-5.5	-0.00579	52.7	5.5
9	0.00350	-0.00207	59.9	-3.3	0.00274	52.7	-5.5	-0.00873	-52.7	5.5
10	0.00350	-0.00207	60.0	-2.2	0.00273	52.7	-5.5	-0.00873	-52.7	5.5

11	0.00350	-0.00191	59.9	-3.5	0.00276	52.7	-5.5	-0.00838	-52.7	5.5
12	0.00350	-0.00192	60.0	-2.3	0.00275	52.7	-5.5	-0.00840	-52.7	5.5
13	0.00350	-0.00201	57.5	-17.2	0.00275	50.4	-16.4	-0.00860	-50.4	16.4
14	0.00350	-0.00199	57.9	-15.9	0.00275	50.4	-16.4	-0.00856	-50.4	16.4
15	0.00350	-0.00142	-59.7	-5.9	0.00283	-52.7	-5.5	-0.00731	52.7	5.5
16	0.00350	-0.00142	-59.5	-7.5	0.00283	-52.7	-5.5	-0.00731	52.7	5.5
17	0.00350	-0.00186	57.3	-17.7	0.00277	50.4	-16.4	-0.00827	-50.4	16.4
18	0.00350	-0.00185	57.7	-16.4	0.00277	50.4	-16.4	-0.00825	-50.4	16.4
19	0.00350	-0.00131	-59.7	-5.8	0.00285	-52.7	-5.5	-0.00706	52.7	5.5
20	0.00350	-0.00131	-59.6	-7.3	0.00284	-52.7	-5.5	-0.00707	52.7	5.5
21	0.00350	-0.00137	-57.6	-16.8	0.00283	-50.4	-16.4	-0.00720	50.4	16.4
22	0.00350	-0.00136	-57.3	-17.8	0.00284	-50.4	-16.4	-0.00719	50.4	16.4
23	0.00350	-0.00126	-57.7	-16.5	0.00285	-50.4	-16.4	-0.00696	50.4	16.4
24	0.00350	-0.00126	-57.4	-17.4	0.00285	-50.4	-16.4	-0.00696	50.4	16.4

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

- a Coeff. a nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
 b Coeff. b nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
 c Coeff. c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
 x/d Rapp. di duttilità a rottura in presenza di sola fless. (travi)
 C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N.Comb.	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	-0.000082381	-0.000008328	-0.001468022		
2	-0.000082123	-0.000010125	-0.001464699		
3	-0.000083037	-0.000003158	-0.001485812		
4	-0.000083032	-0.000005190	-0.001491652		
5	0.000123524	-0.000009412	-0.003932925		
6	0.000123627	-0.000006385	-0.003927487		
7	-0.000081873	-0.000008259	-0.001437305		
8	-0.000081608	-0.000010042	-0.001433423		
9	0.000108125	-0.000006046	-0.002997658		
10	0.000108241	-0.000003916	-0.002998711		
11	0.000105015	-0.000006064	-0.002811397		
12	0.000105387	-0.000003969	-0.002827693		
13	0.000102626	-0.0000030750	-0.002928011		
14	0.000102990	-0.000028330	-0.002908950		
15	-0.000095174	-0.000009440	-0.002238468		
16	-0.000094963	-0.000011944	-0.002242682		
17	0.000099532	-0.000030783	-0.002750994		
18	0.000100071	-0.000028430	-0.002741889		
19	-0.000093005	-0.000008986	-0.002106303		
20	-0.000092892	-0.000011397	-0.002115299		
21	-0.000090930	-0.000026597	-0.002184428		
22	-0.000090325	-0.000028028	-0.002174425		
23	-0.000089019	-0.000025397	-0.002054256		
24	-0.000088579	-0.000026842	-0.002053399		

ARMATURE A TAGLIO

Diametro staffe: 12 mm
 Passo staffe: 20.0 cm [Passo massimo di normativa = 25.0 cm]
 N.Bracci staffe: 2

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - VERIFICHE A TAGLIO

- Ver S = comb. verificata a taglio / N = comb. non verificata
 V_{sdU} Taglio agente [daN] = proiez. di V_x e V_y sulla normale all'asse neutro
 V_{cd} Taglio resistente ultimo [daN] lato conglomerato compresso
 V_{wd} Taglio resistente [daN] assorbito dalle staffe
 D_{med} Altezza utile media pesata [cm] valutata lungo strisce ortog. all'asse neutro.
 Vengono prese nella media le strisce con almeno un estremo compresso.
 I pesi della media sono costituiti dalle stesse lunghezze delle strisce.
 b_w Larghezza media resistente a taglio [cm] misurate parallel. all'asse neutro.
 E' data dal rapporto tra l'area delle sopradette strisce resistenti e D_{med}.
 Teta Angolo [gradi sessadec.] di inclinazione dei puntoni di conglomerato
 A_{cw} Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione
 A_{st} Area staffe-legature strettam. necessarie a taglio per metro di pil. [cm²/m]

A_Eff Area staffe+legature efficaci nella direzione del taglio di combinaz.[cm²/m]
(Tra parentesi è indicata la quota dell'area relativa alle sole legature.
L'area della legatura è ridotta col fattore L/d_max con L=lungh.legat.proietta-
ta sulla direz. del taglio e d_max= massima altezza utile nella direz.del taglio)

N.Comb.	Ver	Vsdu	Vcd	Vwd	Dmed	bw	Teta	Acw	Ast	A_Eff
1	S	2441	305511	98431	98.9	108.5	21.80°	1.157	0.3	11.3(0.0)
2	S	2485	305669	98431	98.9	108.5	21.80°	1.158	0.3	11.3(0.0)
3	S	23548	305301	98431	98.9	108.5	21.80°	1.157	2.7	11.3(0.0)
4	S	23560	305104	98431	98.9	108.5	21.80°	1.156	2.7	11.3(0.0)
5	S	14544	249569	101370	101.8	99.6	21.80°	1.000	1.6	11.3(0.0)
6	S	14529	249569	101370	101.8	99.6	21.80°	1.000	1.6	11.3(0.0)
7	S	2433	306382	98431	98.9	108.5	21.80°	1.161	0.3	11.3(0.0)
8	S	2477	306502	98431	98.9	108.5	21.80°	1.161	0.3	11.3(0.0)
9	S	31428	264573	100355	100.8	102.9	21.80°	1.037	3.5	11.3(0.0)
10	S	31438	264508	100355	100.8	102.9	21.80°	1.037	3.5	11.3(0.0)
11	S	31394	270021	99853	100.3	104.4	21.80°	1.048	3.6	11.3(0.0)
12	S	31410	269834	99853	100.3	104.4	21.80°	1.047	3.6	11.3(0.0)
13	S	9931	265618	100355	100.8	102.9	21.80°	1.041	1.1	11.3(0.0)
14	S	9966	265860	100355	100.8	102.9	21.80°	1.042	1.1	11.3(0.0)
15	S	27693	283099	99361	99.8	105.9	21.80°	1.089	3.2	11.3(0.0)
16	S	27629	283012	99361	99.8	105.9	21.80°	1.089	3.1	11.3(0.0)
17	S	9874	271076	99853	100.3	104.4	21.80°	1.052	1.1	11.3(0.0)
18	S	9916	271198	99853	100.3	104.4	21.80°	1.053	1.1	11.3(0.0)
19	S	27671	288277	98884	99.3	107.2	21.80°	1.100	3.2	11.3(0.0)
20	S	27613	288064	98884	99.3	107.2	21.80°	1.099	3.2	11.3(0.0)
21	S	6434	284164	99361	99.8	105.9	21.80°	1.093	0.7	11.3(0.0)
22	S	6439	284389	99361	99.8	105.9	21.80°	1.094	0.7	11.3(0.0)
23	S	6421	289351	98884	99.3	107.2	21.80°	1.104	0.7	11.3(0.0)
24	S	6426	289453	98884	99.3	107.2	21.80°	1.104	0.7	11.3(0.0)

14.6.4.3 Verifica a taglio

Si fa riferimento alla equivalente sezione rettangolare e si riporta il calcolo di verifica nella tabella che segue.

VERIFICA A TAGLIO SEZIONE RETTANGOLARE IN C.A. SECONDO NTC 2018				
Caratteristiche materiali		Geometria	Armatura longitudinale tesa	Sollecitazioni
Acciaio B450C		d = 950 mm	As = 1570 mm ²	NEd = 0 kN
f _{yk} = 450 MPa	f _{ck} = 29.05 MPa	bw = 950 mm	Parametri	VEd = 490 kN
f _{tk} = 540 MPa	R _{ck} = 35.00 MPa	Ac = 902500 mm ²		Verifica senza armatura a taglio
E _s = 210000 MPa	f _{cm} = 37.05 MPa	Armatura a taglio		VRd = 300.0 kN
Resistenze di calcolo		α = 90°	k = 1.459	Verifica : ✓ CS = 0.61
f _{cd} = 16.46 MPa	f _{ctk(0,05)} = 1.98 MPa	Asw,min = 117 mm ²	v _{min} = 0.33	necessaria armatura a taglio
f _{ctd(0,05)} = 1.32 MPa	f _{ctk(0,95)} = 3.69 MPa	Ø = 12 mm	ρ _l = 0.002	Verifica con armatura a taglio
f _{ctd(0,95)} = 2.46 MPa	E _{cm} = 32588 MPa	s = 200 mm	σ _{cp} = 0	VRsd = 946 kN
f _{yd} = 391 MPa	f _{cm} = 3.40 MPa	n. bracci = 2.0	v = 0.5	VRcd = 2305 kN
Coefficienti		Asw = 226 mm ²	ω _{sw} = 0.0283	VRd = 946 kN
γ _s = 1.15	γ _c = 1.5		cotg Θ = 4.08 rott. armatura	Verifica : ✓ CS = 1.93
	α _{cc} = 0.85		cotg Θ = 2.5	
			α _c = 1	

15. OPERE PROVVISORIALI

Si riporta in allegato il calcolo della sezione tipologica delle opere provvisionali di sostegno del rilevato esistente in occasione della costruzione della via Est.

Lo stesso dimensionamento è valido anche per il sostegno del nuovo rilevato della via Est in occasione della costruzione della nuova via Ovest.



Report di Calcolo

Nome Progetto: Opere Provvisionali

Descrizione Pareti

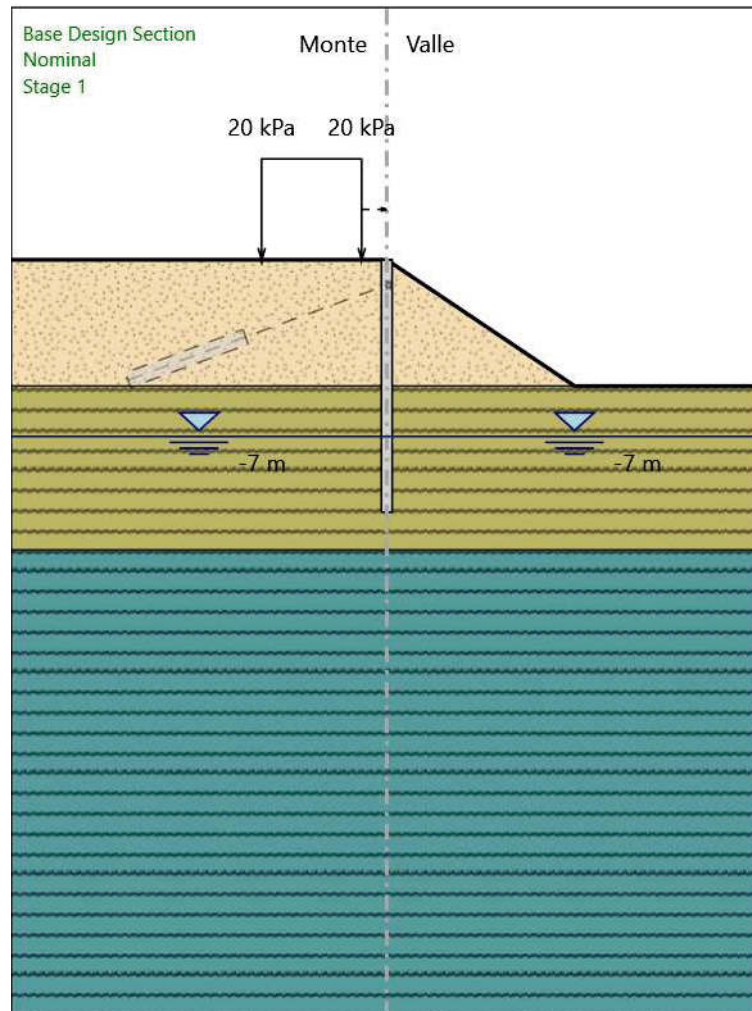
X : 0 m
Quota in alto : 0 m
Quota di fondo : -10 m
Muro di sinistra

Sezione : Default Section
Area equivalente : 0.01633 m
Inerzia equivalente : 0.0004 m⁴/m
Profilo palanca : PU_18



Fasi di Calcolo

Stage 1



Stage 1

Elementi strutturali

Paratia : WallElement

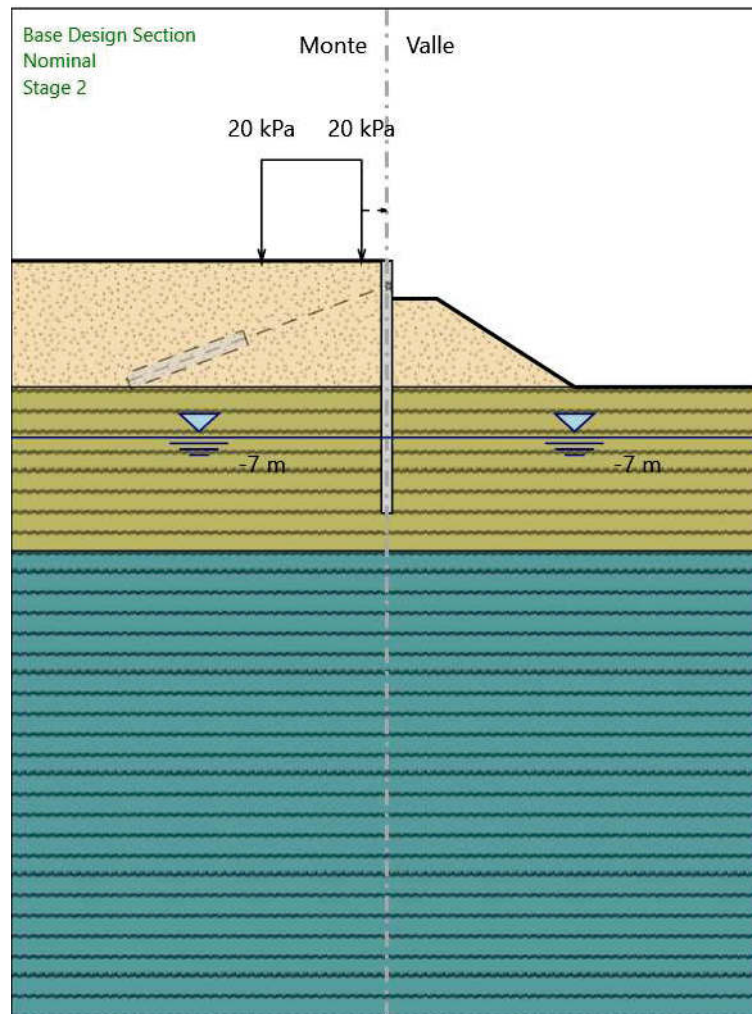
X : 0 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -10 m

Sezione : Default Section

Stage 2



Stage 2

Elementi strutturali

Paratia : WallElement

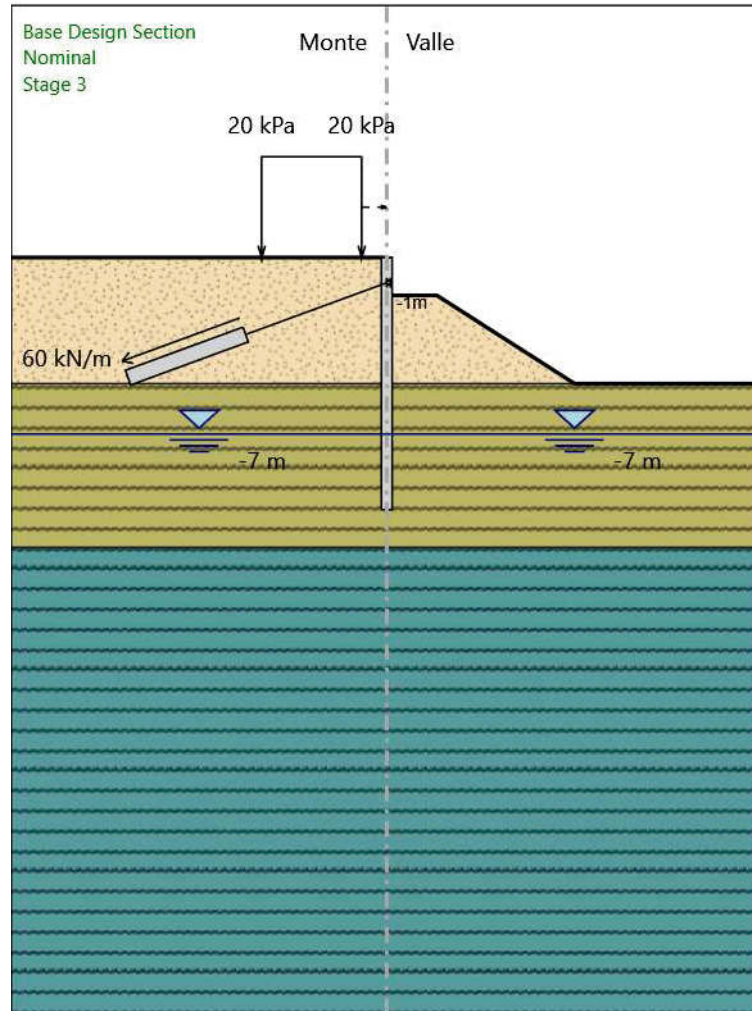
X : 0 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -10 m

Sezione : Default Section

Stage 3



Stage 3

Elementi strutturali

Paratia : WallElement

X : 0 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -10 m

Sezione : Default Section

Tirante : Tieback

X : 0 m

Z : -1 m

Lunghezza bulbo : 5 m

Diametro bulbo : 0.2 m

Lunghezza libera : 6 m

Spaziatura orizzontale : 2.5 m

Precarico : 150 kN

Angolo : 20 °

Sezione : 3 strands

Tipo di barre : Barre trefoli

Numero di barre : 3

Diametro : 0.01331 m

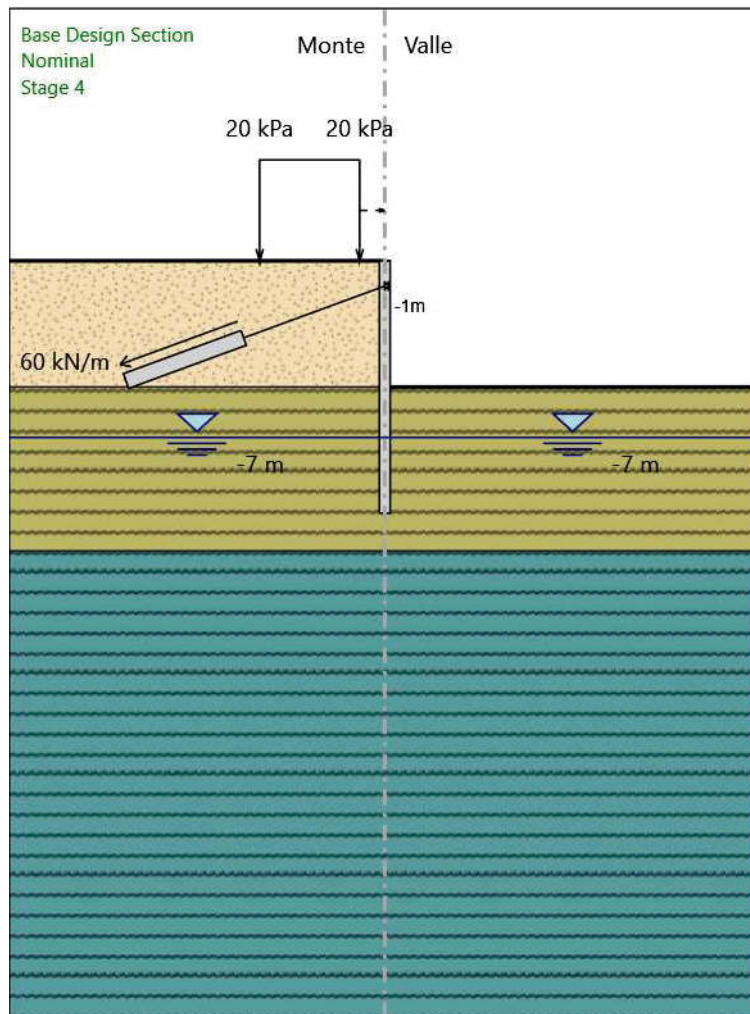
Area : 0.000417 m²

Trave di Ripartizione : Default Waler

Sezione : Waler Section 2 steel

HE 160B

Materiale : S355



Stage 4

Stage 4

Elementi strutturali

Paratia : WallElement

X : 0 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -10 m

Sezione : Default Section

Tirante : Tieback

X : 0 m

Z : -1 m

Lunghezza bulbo : 5 m

Diametro bulbo : 0.2 m

Lunghezza libera : 6 m

Spaziatura orizzontale : 2.5 m

Precarico : 150 kN

Angolo : 20 °

Sezione : 3 strands

Tipo di barre : Barre trefoli

Numero di barre : 3

Diametro : 0.01331 m

Area : 0.000417 m²

Trave di Ripartizione : Default Waler

Sezione : Waler Section 2 steel

HE 160B

Materiale : S355

Descrizione Coefficienti Design Assumption

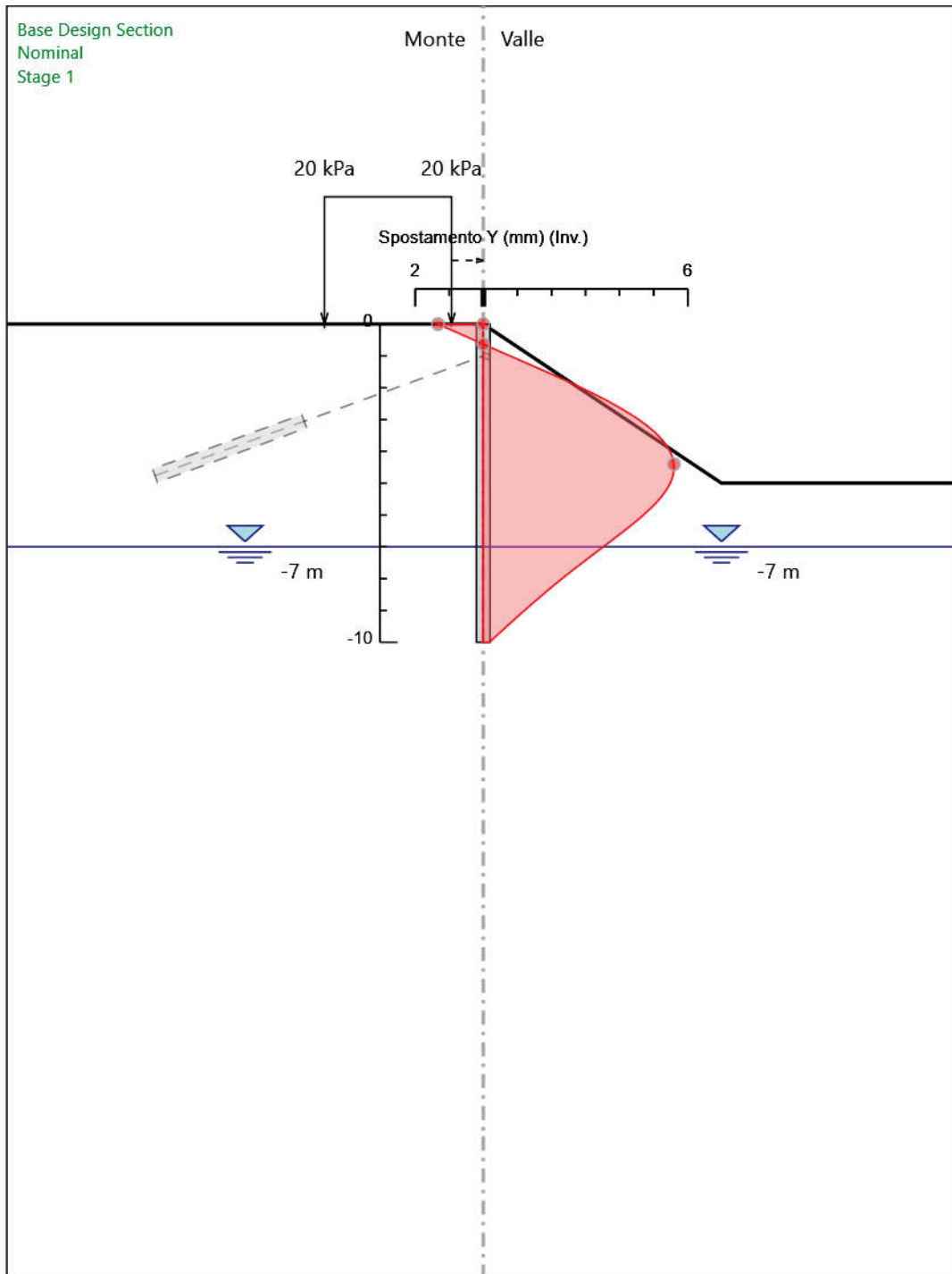
Nome	Carichi Per- manenti Sfavorevoli (F_dead_lo ad_unfa- vour)	Carichi Per- manenti Favorevoli (F_dead_lo ad_favour)	Carichi Va- riabili Sfa- vorevoli (F_live_loa d_unfa- vour)	Carichi Va- riabili Fa- vorevoli (F_live_loa d_favour)	Carico Si- smico (F_seism_ load)	Pres sioni Lato Mon te (F_ Wa- terD R)	Pres sioni Lato Vall e (F_ Wa- ter Res)	Carichi Perma- nenti De- stabiliz- zanti (F_UPL_G DStab)	Carichi Perma- nenti Sta- bilizzanti (F_UPL_G Stab)	Carichi Va- riabili De- stabiliz- zanti (F_UPL_Q DStab)	Carichi Perma- nenti De- stabiliz- zanti (F_HYD_G DStab)	Carichi Perma- nenti Sta- bilizzanti (F_HYD_G Stab)	Carichi Va- riabili De- stabiliz- zanti (F_HYD_Q DStab)
Simbolo	γ_G	γ_G	γ_Q	γ_Q	γ_{QE}	γ_G	γ_G	γ_{Gdst}	γ_{Gstb}	γ_{Qdst}	γ_{Gdst}	γ_{Gstb}	γ_{Qdst}
Nominal	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
NTC2018 : SLE (Rara/Fr equente /Quasi Perma- nente)	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1
NTC2018 : A1+M1+ R1 (R3 per ti- ranti)	1.3	1	1.5	1	0	1.3	1	1	1	1	1.3	0.9	1
NTC2018 : A2+M2+ R1	1	1	1.3	1	0	1	1	1	1	1	1.3	0.9	1

Riepilogo Stage / Design Assumption per Inviluppo

Design Assumption	Stage 1	Stage 2	Stage 3	Stage 4
NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente)				V
NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)				V
NTC2018: A2+M2+R1				V

Descrizione sintetica dei risultati delle Design Assumption (Inviluppi)

Grafico Inviluppi Spostamento

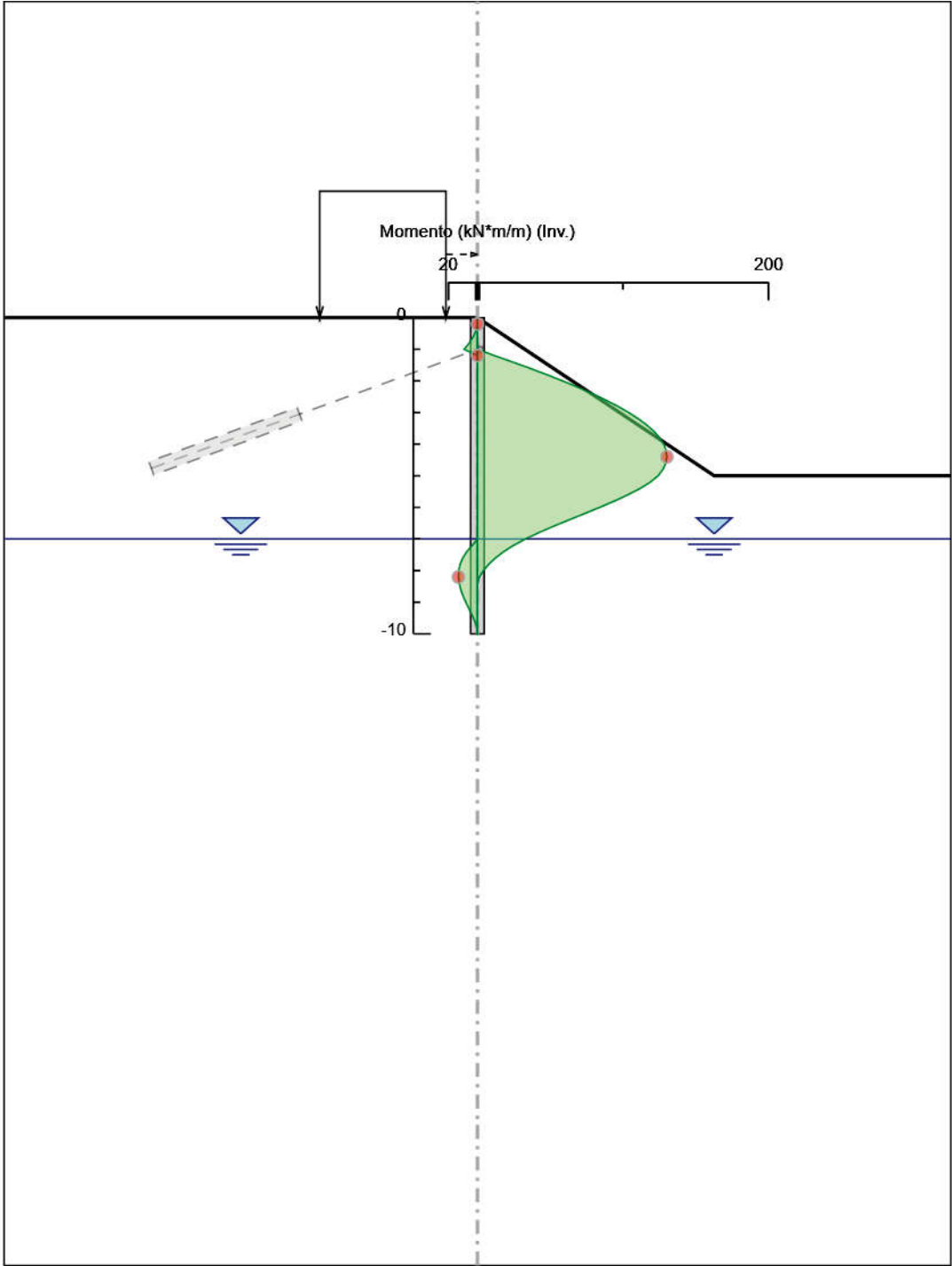


Spostamento

Tabella Involuppi Momento WallElement

Selected Design Assumptions	Involuppi: Momento	Muro: WallElement
Z (m)	Lato sinistro (kN*m/m)	Lato destro (kN*m/m)
0	0	0
-0.2	0	0
-0.4	0.972	0
-0.6	2.888	0
-0.8	5.65	0
-1	9.143	0
-1.2	0	11.571
-1.4	0	23.936
-1.6	0	35.913
-1.8	0	47.439
-2	0	58.452
-2.2	0	68.892
-2.4	0	78.702
-2.6	0	87.825
-2.8	0	96.205
-3	0	103.788
-3.2	0	110.52
-3.4	0	116.344
-3.6	0	121.208
-3.8	0	125.059
-4	0	127.844
-4.2	0	129.513
-4.4	0	130.013
-4.6	0	129.294
-4.8	0	127.302
-5	0	123.987
-5.2	0	118.677
-5.4	0	111.684
-5.6	0	103.324
-5.8	0	93.908
-6	0	83.751
-6.2	0	73.166
-6.4	0	62.465
-6.6	0	51.961
-6.8	0	41.967
-7	0	32.794
-7.2	3.625	24.756
-7.4	7.35	17.946
-7.6	10.121	12.278
-7.8	11.968	7.666
-8	12.92	4.02
-8.2	13.075	1.252
-8.4	12.551	0
-8.6	11.46	0
-8.8	9.913	0
-9	8.019	0
-9.2	5.883	0
-9.4	3.744	0
-9.6	1.872	0
-9.8	0.535	0
-10	0	0

Grafico Involuppi Momento

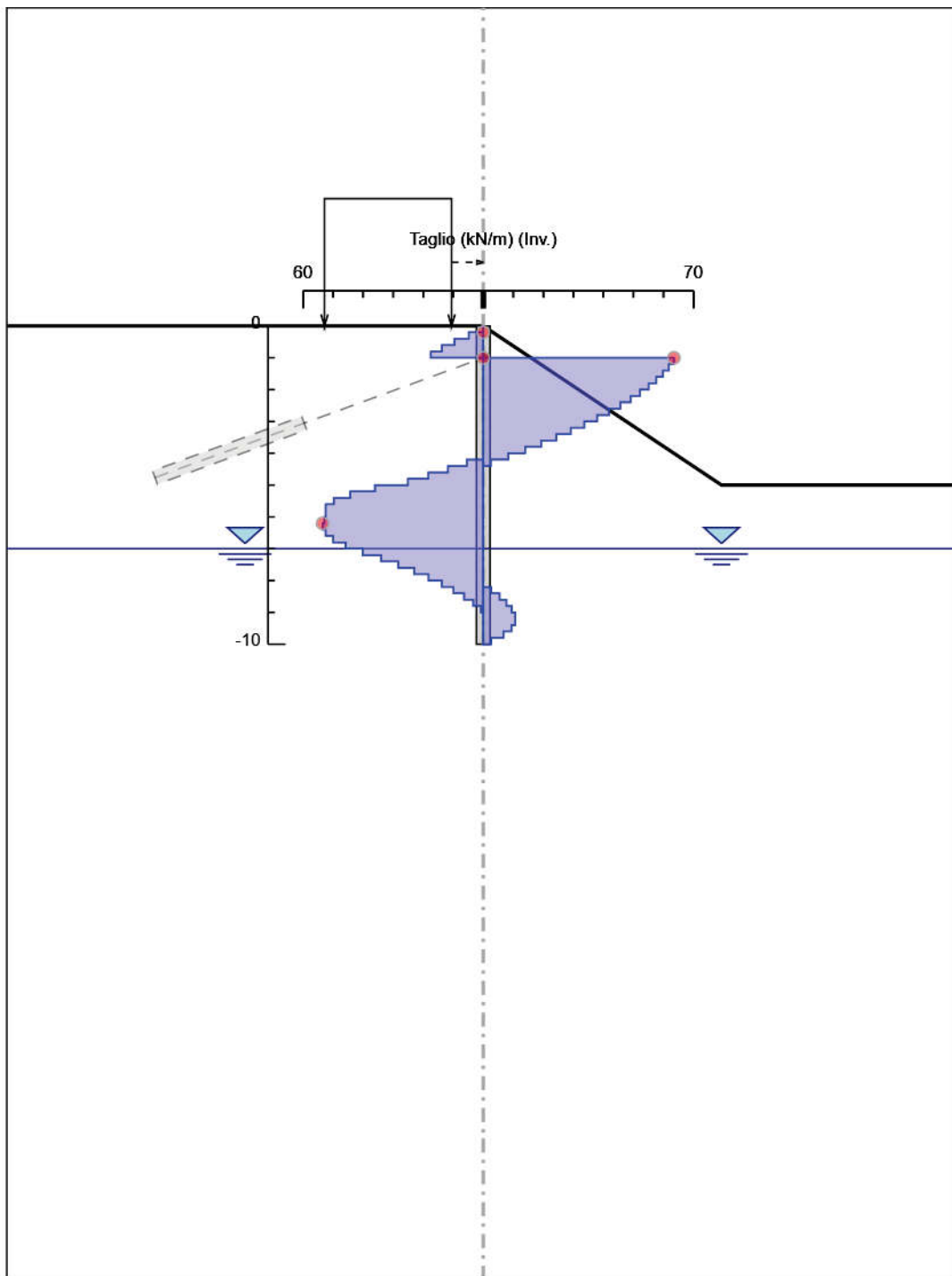


Momento

Tabella Involuppi Taglio WallElement

Selected Design Assumptions	Involuppi: Taglio	Muro: WallElement
Z (m)	Lato sinistro (kN/m)	Lato destro (kN/m)
0	0	0
-0.2	4.86	0
-0.4	9.58	0
-0.6	13.809	0
-0.8	17.467	0
-1	17.467	63.471
-1.2	0	63.471
-1.4	0	61.825
-1.6	0	59.886
-1.8	0	57.628
-2	0	55.063
-2.2	0	52.201
-2.4	0	49.049
-2.6	0	45.615
-2.8	0	41.902
-3	0	37.915
-3.2	0	33.657
-3.4	0	29.121
-3.6	0	24.32
-3.8	0	19.255
-4	0	13.927
-4.2	5.502	8.345
-4.4	11.768	2.503
-4.6	18.3	0
-4.8	25.096	0
-5	36.089	0
-5.2	44.319	0
-5.4	49.788	0
-5.6	52.498	0
-5.8	52.498	0
-6	52.926	0
-6.2	53.505	0
-6.4	53.505	0
-6.6	52.52	0
-6.8	49.972	0
-7	45.863	0
-7.2	40.193	0
-7.4	34.05	0
-7.6	28.338	0
-7.8	23.062	0
-8	18.229	0
-8.2	13.839	2.622
-8.4	9.896	5.454
-8.6	6.398	7.733
-8.8	3.345	9.471
-9	0.736	10.68
-9.2	0	10.695
-9.4	0	10.695
-9.6	0	9.361
-9.8	0	6.686
-10	0	2.674

Grafico Involuppi Taglio



Taglio

Normative adottate per le verifiche degli Elementi Strutturali

Normative Verifiche

Calcestruzzo	NTC
Acciaio	NTC
Tirante	NTC

Coefficienti per Verifica Tiranti

GEO FS	1
ξ_{a3}	1.8
γ_s	1.15

Riepilogo Stage / Design Assumption per Involuppo

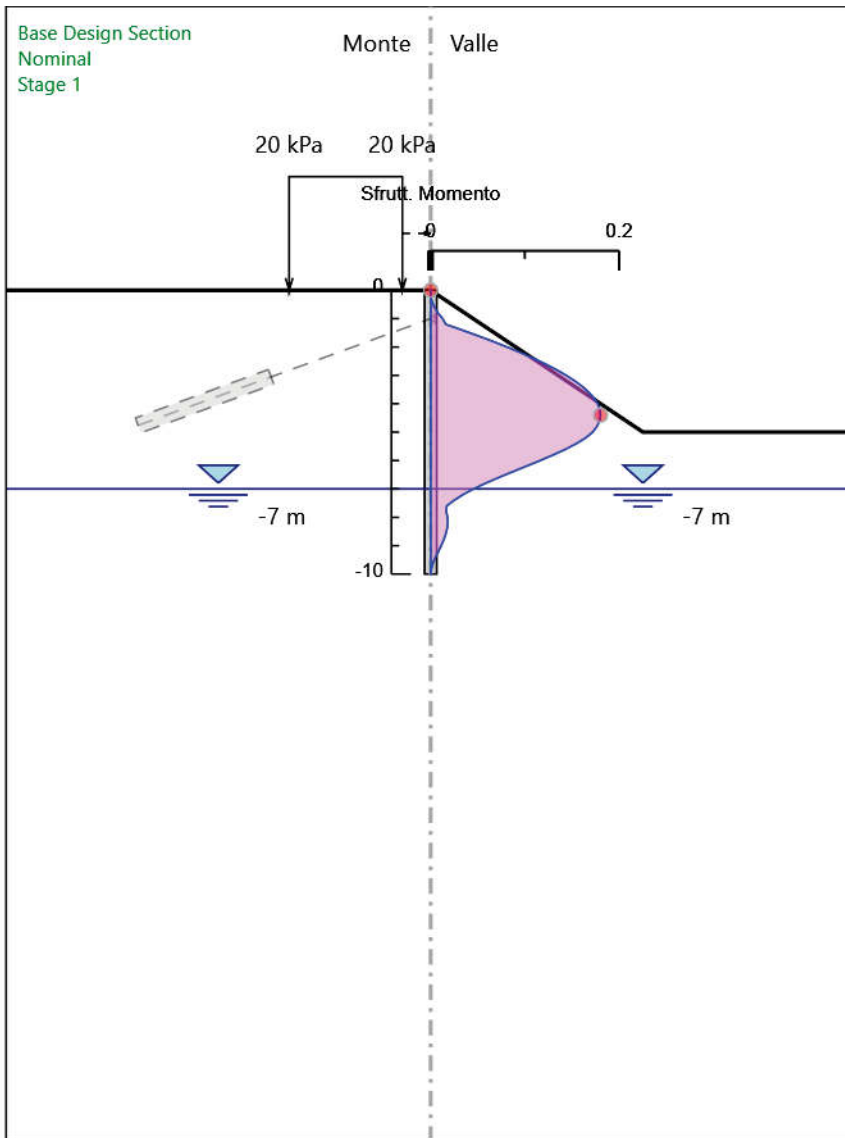
Design Assumption	Stage 1	Stage 2	Stage 3	Stage 4
NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente)				V
NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)				V
NTC2018: A2+M2+R1				V

Risultati SteelWorld

Tabella Involuppi Tasso di Sfruttamento a Momento - SteelWorld : LEFT

Involuppi Tasso di Sfruttamento a Momento - SteelWorld	LEFT
Z (m)	Tasso di Sfruttamento a Momento - SteelWorld
0	0
-0.2	0
-0.4	0.001
-0.6	0.004
-0.8	0.008
-1	0.013
-1.2	0.016
-1.4	0.033
-1.6	0.05
-1.8	0.066
-2	0.081
-2.2	0.095
-2.4	0.109
-2.6	0.122
-2.8	0.133
-3	0.144
-3.2	0.153
-3.4	0.161
-3.6	0.168
-3.8	0.173
-4	0.177
-4.2	0.18
-4.4	0.18
-4.6	0.179
-4.8	0.176
-5	0.172
-5.2	0.164
-5.4	0.155
-5.6	0.143
-5.8	0.13
-6	0.116
-6.2	0.101
-6.4	0.087
-6.6	0.072
-6.8	0.058
-7	0.045
-7.2	0.034
-7.4	0.025
-7.6	0.017
-7.8	0.017
-8	0.018
-8.2	0.018
-8.4	0.017
-8.6	0.016
-8.8	0.014
-9	0.011
-9.2	0.008
-9.4	0.005
-9.6	0.003
-9.8	0.001
-10	0

Grafico Involuppi Tasso di Sfruttamento a Momento - SteelWorld

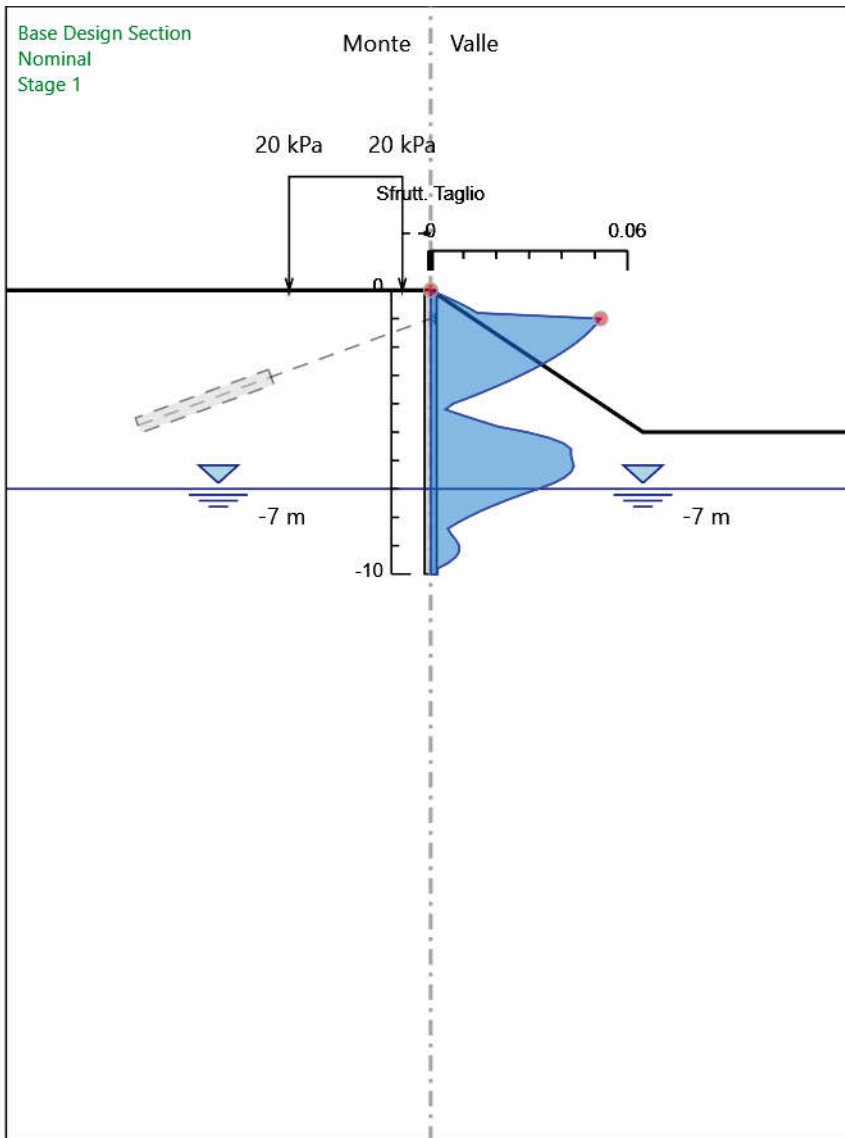


Involuppi
Tasso di Sfruttamento a Momento - SteelWorld

Tabella Inviluppi Tasso di Sfruttamento a Taglio - SteelWorld : LEFT

Inviluppi Tasso di Sfruttamento a Taglio - SteelWorld	LEFT
Z (m)	Tasso di Sfruttamento a Taglio - SteelWorld
0	0
-0.2	0.004
-0.4	0.008
-0.6	0.011
-0.8	0.014
-1	0.052
-1.2	0.05
-1.4	0.049
-1.6	0.047
-1.8	0.045
-2	0.043
-2.2	0.04
-2.4	0.037
-2.6	0.034
-2.8	0.031
-3	0.027
-3.2	0.024
-3.4	0.02
-3.6	0.016
-3.8	0.011
-4	0.007
-4.2	0.004
-4.4	0.01
-4.6	0.015
-4.8	0.02
-5	0.029
-5.2	0.036
-5.4	0.041
-5.6	0.043
-5.8	0.043
-6	0.043
-6.2	0.044
-6.4	0.043
-6.6	0.041
-6.8	0.037
-7	0.033
-7.2	0.028
-7.4	0.023
-7.6	0.019
-7.8	0.015
-8	0.011
-8.2	0.008
-8.4	0.005
-8.6	0.006
-8.8	0.008
-9	0.009
-9.2	0.009
-9.4	0.008
-9.6	0.005
-9.8	0.002
-10	0.002

Grafico Involuppi Tasso di Sfruttamento a Taglio - SteelWorld



Involuppi
Tasso di Sfruttamento a Taglio - SteelWorld

Verifiche Tiranti NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente)

Design Assumption: NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente)	Tipo Risultato: Verifiche Tiranti	NTC2018 (ITA)								
		Tirante	Stage	Sollecitazione (kN)	Resistenza GEO (kN)	Resistenza STR (kN)	Ratio GEO	Ratio STR	Resistenza	Gerarchia delle Resistenze
		Tieback	Stage 3	150	706.858	605.557	0.212	0.248		NO
		Tieback	Stage 4	160.149	706.858	605.557	0.227	0.264		NO

Verifiche Tiranti NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)

Design Assumption: NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)		Tipo Risultato: Verifiche Tiranti			NTC2018 (ITA)			
Tirante	Stage	Sollecitazione (kN)	Resistenza GEO (kN)	Resistenza STR (kN)	Ratio GEO	Ratio STR	Resistenza	Gerarchia delle Resistenze
Tieback	Stage 3	195	356.999	605.557	0.546	0.322		
Tieback	Stage 4	208.194	356.999	605.557	0.583	0.344		

Verifiche Tiranti NTC2018: A2+M2+R1

Design Assumption: NTC2018: A2+M2+R1 Tirante	Tipo Risultato: Veri- fiche Tiranti Stage	NTC2018 (ITA)						
		Sollecitazione (kN)	Resistenza GEO (kN)	Resistenza STR (kN)	Ratio GEO	Ratio STR	Resi- stenza	Gerarchia delle Resistenze
Tieback	Stage 3	150	356.999	605.557	0.42	0.248		
Tieback	Stage 4	179.82	356.999	605.557	0.504	0.297		

Inviluppo Verifiche Tiranti (su tutte le D.A. attive)

Tipo Risultato: Verifiche Tiranti									
Tirante	Stage	Sollecitazione (kN)	Resistenza GEO (kN)	Resistenza STR (kN)	Ratio GEO	Ratio STR	Resistenza	Gerarchia delle Resistenze	Design Assumption
Tie-back	Stage 4	208.194	356.999	605.557	0.583	0.344			NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)

Verifiche Travi di Ripartizione Nominal

Design Assumption: Nominal		Tipo Risultato: Verifiche Travi di Ripartizione								
Trave di Ripartizione	Elemento strutturale	Se-zione	Mate-riale	Stage	Carico distribuito (kN/m)	Assiale (kN)	Ratio mo-mento	Ratio ta-glio	Instabi-lità	
Default Waler	Tieback	HE 160B	S355	Stage 3	60	0	0	0	0	
Default Waler	Tieback	HE 160B	S355	Stage 4	64.06	0	0	0	0	

Verifiche Travi di Ripartizione NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente)

Design Assumption: NTC2018: SLE (Rara/Frequente/Quasi Permanente)	Tipo Risultato: Verifiche Travi di Ripartizione	NTC2018 (ITA)								
Trave di Ripartizione	Elemento strutturale	Sezione	Mate- riale	Stage	Carico distri- buito (kN/m)	Assiale (kN)	Ratio mo- mento	Ratio taglio	Insta- bilità	
Default Waler	Tieback	HE 160B	S355	Stage 3	60	0	0.233	0.149	0	
Default Waler	Tieback	HE 160B	S355	Stage 4	64.06	0	0.249	0.159	0	

Verifiche Travi di Ripartizione NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)

Design Assumption: NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti) Trave di Ripartizione	Tipo Risultato: Verifiche Travi di Ripartizione Elemento strutturale	NTC2018 (ITA) Sezione	Mate- riale	Stage	Carico distri- buito (kN/m)	Assiale (kN)	Ratio mo- mento	Ratio ta- taglio	Insta- bilità
Default Waler	Tieback	HE 160B	S355	Stage 3	78	0	0.303	0.194	0
Default Waler	Tieback	HE 160B	S355	Stage 4	83.278	0	0.324	0.207	0

Verifiche Travi di Ripartizione NTC2018: A2+M2+R1

Design Assumption: NTC2018: A2+M2+R1 Trave di Ripartizione	Tipo Risultato: Verifiche Travi di Ripartizione Elemento strutturale	NTC2018 (ITA) Sezione	Mate- riale	Stage	Carico distribuito (kN/m)	Assiale (kN)	Ratio mo- mento	Ratio ta- glio	Instabi- lità
Default Waler	Tieback	HE 160B	S355	Stage 3	60	0	0.233	0.149	0
Default Waler	Tieback	HE 160B	S355	Stage 4	71.928	0	0.28	0.179	0