

SETTORE S4 - PIANIFICAZIONE E SOSTENIBILITA' URBANA EDILIZIA PRIVATA

PIANO NAZIONALE DI RIPRESA E RESILIENZA (PNRR)
Finanziato dall'Unione Europea NextGenerationEU
**Missione M5 - Componente C2 - Misura Investimenti in progetti
di rigenerazione urbana, volti a ridurre situazioni di emarginazione
e degrado sociale - Investimento 2.1**

Progetto n.75 / 22
**"RIGENERAZIONE AREA FERROVIARIA
EX CONSORZIO AGRARIO: SOTTOPASSO CICLOPEDONALE
STAZIONE FERROVIARIA" - ID 8930**
CUI: S00184280360202200060 - CUP: C94E21000160001

PROGETTO DEFINITIVO-ESECUTIVO

progettista:

fabio ferrini ingegnere
via dino manotti 43
41121 modena (mo)
tel. 059.7274601
fax: 059.5960161
fabioferrini@ferriningegneria.com
fabio.ferrini@mgpec.eu

responsabile unico del procedimento

calogero filippello ingegnere
via beruzzi 2
41012 carpi (mo)
tel. 059.6469158
calogero.filippello@comune.carpi.mo.it
lavori_pubblici@pec.comune.carpi.mo.it

elaborato C3

**RELAZIONE DI CALCOLO NUOVA PENSILINA
PENSILINA SOTTOPASSO**

data:
giugno 2023

I° revisione

II° revisione

scala

SOMMARIO

1.	ILLUSTRAZIONE SINTETICA DEGLI ELEMENTI ESSENZIALI DEL PROGETTO STRUTTURALE.....	3
1.1.	DESCRIZIONE DEL CONTESTO EDILIZIO.....	3
1.2.	CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICHE E IDROGEOLOGICHE.....	4
1.3.	DESCRIZIONE GENERALE DELLA STRUTTURA.....	5
1.4.	NORMATIVA TECNICA.....	13
1.5.	DEFINIZIONE DEI PARAMETRI DI PROGETTO.....	14
1.5.1.	DEFINIZIONE DELL'AZIONE SISMICA DI BASE DEL SITO.....	14
1.5.2.	AZIONI SULLA COSTRUZIONE: CARICO DI NEVE.....	18
1.5.3.	AZIONI SULLA COSTRUZIONE: CARICO DI VENTO.....	21
1.5.4.	AZIONE DELLA TEMPERATURA.....	29
1.5.5.	CARICHI GRAVITAZIONALI CONSIDERATI SULLA COSTRUZIONE.....	29
1.6.	RELAZIONE SUI MATERIALI.....	39
1.6.1.	CALCESTRUZZO per STRUTTURE DI FONDAZIONE.....	39
1.6.2.	ACCIAIO PER CEMENTO ARMATO – Armatura Platee.....	39
1.6.3.	MICROPALI.....	39
1.6.4.	MALTE E MISCELE CEMENTIZIE.....	39
1.6.5.	ARMATURE TUBOLARI.....	40
1.6.6.	ACCIAI LAMINATI.....	40
1.6.7.	BULLONERIA.....	40
1.7.	ILLUSTRAZIONE DEI CRITERI DI PROGETTAZIONE E MODELLAZIONE.....	41
1.7.1.	VALUTAZIONE DELLE VIBRAZIONI.....	42
1.8.	COMBINAZIONI DI CARICO.....	44
1.9.	METODO DI ANALISI ESEGUITO.....	45
1.10.	CRITERI DI VERIFICA AGLI SL IN PRESENZA DI AZIONE SISMICA.....	45
1.11.	CARATTERISTICHE E AFFIDABILITA' DEL CODICE DI CALCOLO.....	49
1.12.	DIAGRAMMI RAPPRESENTATIVI E SINTESI DEI RISULTATI.....	62
1.13.	CONTROLLO EFFETTI DEL II ORDINE.....	78
1.14.	VALUTAZIONE DELLO SPOSTAMENTO ALLO STATO LIMITE DI OPERATIVITÀ.....	80
1.15.	VALUTAZIONE VARIABILITÀ SPAZIALE DEL MOTO.....	84
2.	SINTESI DELLE PRINCIPALI VERIFICHE SVOLTE.....	86
2.1.	VERIFICA STRUTTURE DI FONDAZIONE.....	86

2.2	VERIFICA ELEMENTI STRUTTURALI IN CARPENTERIA METALLICA	86
2.2.1	VERIFICHE COMPLESSIVE	108
2.3	VERIFICA DELLE GIUNZIONI	121
2.3.1	COLLEGAMENTI DI BASE FONDAZIONE SUD	121
2.3.2	COLLEGAMENTI DI BASE FONDAZIONE NORD	134
2.3.3	COLLEGAMENTI FLANGIATI: NODI CONTROVENTI	147
2.3.4	COLLEGAMENTI FLANGIATI: GIUNZIONI ELEMENTI PRINCIPALI DEL TELAIO	160
2.3.5	CONNESSIONI ARCARECCI INTERMEDI	198
2.3.6	CONNESSIONI ARCARECCI INTERMEDI	210
2.4	Verifiche SLE: Verifica Deformazioni	222
2.5	VERIFICA ELEMENTI DI COPERTURA	227

1. ILLUSTRAZIONE SINTETICA DEGLI ELEMENTI ESSENZIALI DEL PROGETTO STRUTTURALE

La presente relazione è stata redatta in conformità alle Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC 2018 – D.M. 17.01.2018) e alle disposizioni di cui all'art. 93, commi 3,4 e 5 del Decreto del Presidente della Repubblica n. 380 del 2001 (D.P.R. 380/2001). I capitoli della relazione di calcolo, la documentazione tecnica e gli elaborati grafici costituenti il progetto strutturale sono stati organizzati secondo quanto indicato all'Allegato B della Deliberazione della Giunta Regionale dell'Emilia-Romagna n. 1373 del 26.09.2011 (D.G.R. 1373/2011) e ss.mm.ii – Atto di indirizzo recante l'individuazione della documentazione attinente alla riduzione del rischio sismico.

1.1. DESCRIZIONE DEL CONTESTO EDILIZIO

L'area oggetto di intervento è situata nella zona denominata Oltreferrovia, tra la Stazione dei treni di Carpi e via Corbolani, appunto al di là della piazzola di attesa dei binari ferroviari, nelle immediate vicinanze del centro urbano del Comune di Carpi. L'intervento, complessivamente, consiste nella realizzazione di un'ampia tettoia a struttura metallica con funzione di protezione dalle intemperie del nuovo sottopasso ciclopedonale di recente realizzazione da parte di RFI, avente la funzione di collegare la Stazione dei treni ed il centro storico con l'area dell'Oltreferrovia in cui sta sorgendo il Polo Universitario di Carpi.

Il progetto rientra nell'ambito del Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR) relativo al progetto n.75/2022 "Rigenerazione Area Ferroviaria Ex Consorzio Agrario: Sottopasso ciclopedonale Stazione Ferroviaria – ID 8930".

L'area su cui sorgerà il nuovo edificio si trova ad una quota media di circa 21m s.l.m.

FIG.1 - Inquadramento

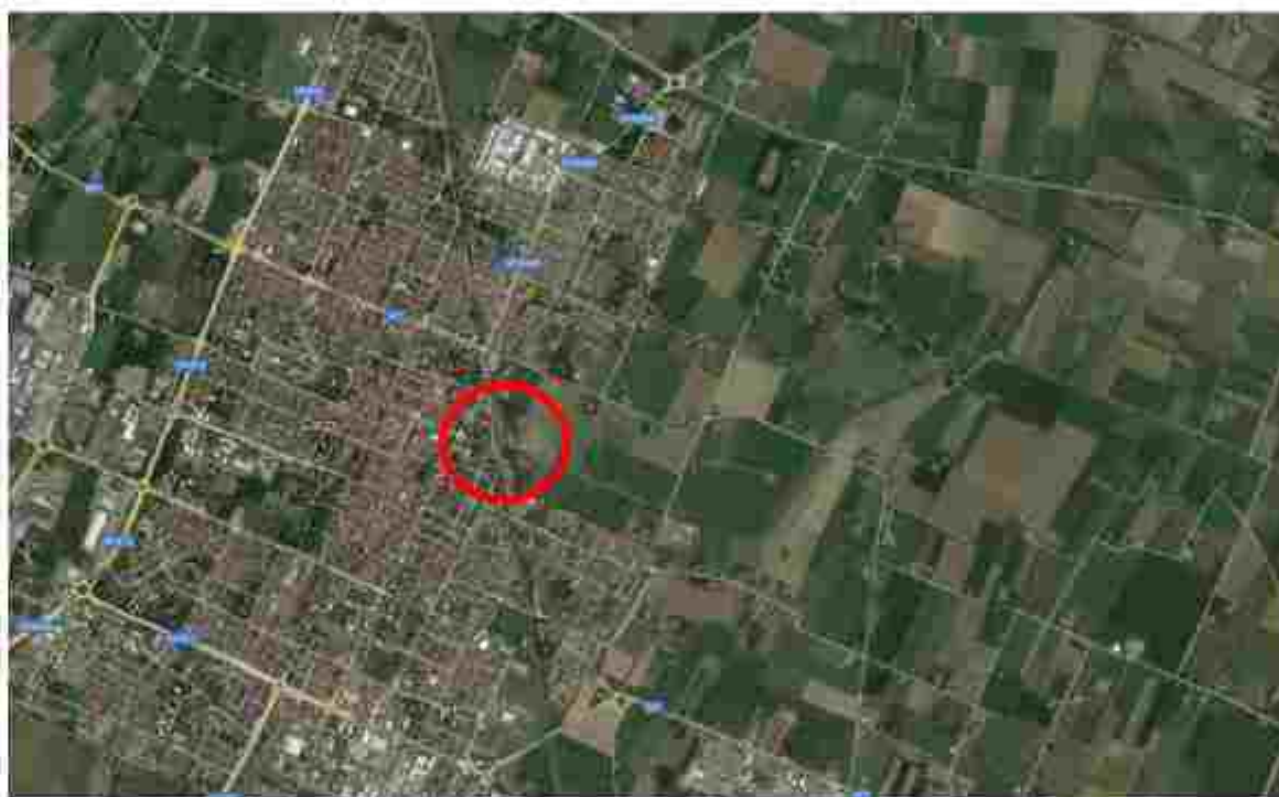


FIG.1 – individuazione area oggetto d'intervento

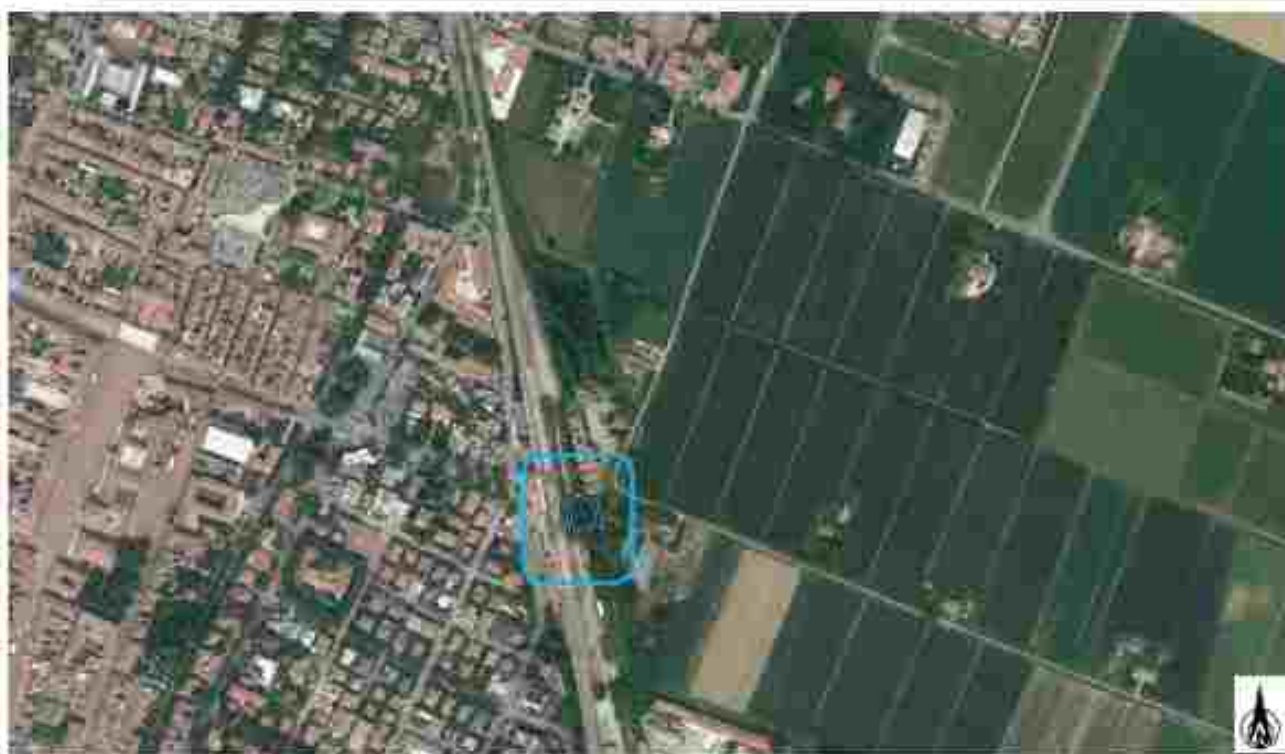


FIG. 2 – Ubicazione dell'area oggetto d'intervento

1.2. CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICHE E IDROGEOLOGICHE

La caratterizzazione dei terreni di fondazione fa riferimento alla campagna di indagini geognostiche realizzata dal dott. Geol. Pierluigi Dallari, le cui risultanze sono contenute Relazione Geologica e Geotecnica allegata al presente progetto.

Il documento in questione comprende:

- Relazione geologica inerente la caratterizzazione e modellazione geologica del sito (§6.2.1, NTC2018)
- Relazione geotecnica relativa alle indagini, alla caratterizzazione e alla modellazione geotecnica a supporto della progettazione strutturale (§6.2.2, – NTC2018) nonché relative valutazioni propedeutiche alla verifica delle opere di fondazione (§6.4, NTC2018)
- Relazione sulla Modellazione Sismica con Analisi di pericolosità sismica di base relativa alla caratterizzazione geofisica del volume significativo del terreno (§3.2.2, NTC 2018) ed analisi della risposta sismica locale con verifica della stabilità nei confronti della liquefazione (§7.11.3, NTC2018)

Si allega inoltre, sempre a firma del dott. Geol. Pierluigi Dallari:

- Rapporto tecnico ambientale inerente la caratterizzazione ambientale delle terre e rocce da scavo ai sensi del D.P.R. 120/2017, unitamente ai risultati delle analisi di laboratorio aventi data 04/08/2020.

Si riporta descrizione sintetica del contesto geologico locale, rilevato mediante prove in situ.

Le indagini penetrometriche hanno evidenziato, nei primi 25,0 m da p.c., il susseguirsi di orizzonti litomeccanici all'incirca tabulari, presentanti buona continuità laterale, e contraddistinta da un comportamento prettamente coesivo ed un grado di consistenza da medio ad elevato.

Le unità riconosciute sono, quindi, state così differenziate:

- Argilla limosa a media consistenza a profondità variabili tra 0,00 ← -4,4 m da p.c.;
- Argilla limosa a media elevata consistenza a profondità variabili tra -4,40 ← -10,00 m da p.c.;
- Argilla limosa a media consistenza a profondità variabili tra -10,00 ← -13,60 m da p.c.;
- Argilla limosa consistente a profondità variabili tra -13,60 ← -25,00 m da p.c.;

La sequenza descritta risulta, quindi, riconducibile ad un ambito di piana alluvionale costituita da sedimenti fini, localmente medio fini.

Al momento dell'esecuzione delle prove penetrometriche (Marzo 2022) è stata eseguita la misurazione del livello idrico sotterraneo, la misurazione ha fornito il valore di soggiacenza alla quota media $D_w = -1,80$ m da p.c.

1.3. DESCRIZIONE GENERALE DELLA STRUTTURA

La costruzione in progetto è una tettoia a doppia falda asimmetrica avente funzione di copertura del nuovo sottopasso di attraversamento ciclopedonale (in fase di completamento da parte di R.F.I. S.p.A. al momento della stesura del presente progetto) di collegamento tra la Stazione dei treni di Carpi e l'area denominata "Oltreferrovia". Il manufatto copre, in proiezione, una superficie di circa 404mq. complessivamente.

La struttura metallica intelaiata è costituita da nove telai metallici, elementi strutturali principali di luce pari a circa 23,75m (misurata dall'asse dei vincoli d'incastro) incastrati alla base, posti a distanza di 1,72m l'uno dall'altro (sempre da asse ad asse) e reciprocamente collegati da controventi ed arcarecci metallici anch'essi realizzati con profili tubolari cavi (come gli elementi principali).

La tettoia ha dimensioni tali da coprire interamente l'attraversamento ciclopedonale sottostante.

La struttura portante della tettoia è realizzata a telaio spaziale in carpenteria metallica con copertura leggera in pannelli sandwich alternati a lastre in polycarbonato alveolare trasparenti per lasciare filtrare la luce naturale.

L'organizzazione strutturale è la seguente:

- Struttura portante principale: telai realizzati con profili metallici circolari cavi di sezione Ø406.4 e spessore 7.1mm in acciaio S355, posti ad interasse pari a 172.5cm. I telai costituiti dall'accoppiamento dei profili circolari cavi sono stati progettati in pezzi di dimensione idonea per evitare la necessità di trasporti eccezionali, uniti in opera mediante collegamenti flangiati imbullonati;
- Struttura portante secondaria: arcarecci di copertura realizzati con profili metallici tubolari cavi di sezione rettangolare 50x90 di spessore 3.2mm in acciaio S355, posti reciprocamente ad interasse pari a 172.5cm. Gli arcarecci saranno collegati alla struttura principale mediante bullonatura in opera a piatti saldati ai profili circolari cavi costituenti la struttura principale;
- Struttura di controventamento: realizzata con profili metallici circolari cavi di sezione Ø101.6 di spessore 4.0mm in acciaio S355; posti nelle campate di estremità e nelle due campate centrali della tettoia metallica. I profili metallici di controventamento saranno collegati in opera ai telai principali, mediante collegamenti flangiati imbullonati a monconi (di medesima sezione) saldati in officina ai tubolari circolari cavi della struttura principale;
- Struttura di baraccatura: elementi realizzati con profili metallici tubolari cavi di sezione rettangolare 50x90 di spessore 3.2mm in acciaio S355, posti sia a filo esterno che a filo interno (per impedire la scalabilità) delle colonne inclinate del telaio fronte Nord. Tali profili saranno collegati mediante bullonatura in opera a piatti saldati ai profili circolari cavi costituenti la struttura principale. Sul fronte Sud la struttura di baraccatura sarà posta solo a filo esterno dei profili circolari cavi delle colonne inclinate;
- Copertura opaca: realizzata in pannelli sandwich a doppio rivestimento metallico coibentato in poliuretano. La lamiera esterna sarà grecata mentre quella interna sarà piana; i pannelli verranno vincolati agli arcarecci metallici mediante fissaggi con cappellotti metallici e guarnizioni;
- Copertura trasparente (lucernari): realizzata con lastre grecate in polycarbonato alveolare estruso complete di reti anticaduta interne preassemblate. Il sistema trasparente è completato da lastre modulari in polycarbonato alveolare sottostanti alle lastre in polycarbonato grecate, poste allo stesso livello della lamiera interna dei pannelli sandwich per schermare la rete anticaduta. Anche le lastre grecate in polycarbonato verranno vincolate agli arcarecci metallici (spessorati per arrivare alla quota necessaria) mediante fissaggi con cappellotti metallici e guarnizioni;
- Chiusure: i fronti Nord e Sud, saranno chiusi da pannelli di lastre microforate ancorate alle strutture di baraccatura (doppia lamiera microforata sul fronte Nord, singola sul fronte Sud). I fronti Est ed Ovest saranno aperti, senza elementi di chiusura.

Per quanto concerne le strutture di fondazione, il progetto prevede la realizzazione di fondazioni profonde a platea su micropali (trivellati fino a 17.5m dal piano campagna), poste a Nord e a Sud dell'attraversamento ciclopedonale, in corrispondenza degli appoggi dei telai metallici costituenti il sistema strutturale principale della tettoia.

La scelta di questa tipologia di strutture di fondazione è stata principalmente determinata dalla presenza del manufatto in fase di realizzazione da RFI costituente attraversamento ciclopedonale in cemento armato, per la cui realizzazione è stato eseguito un sistema di berlinesi a sostegno degli scavi previsti per la realizzazione del sottopasso.

Il sistema di fondazione della tettoia è posto ad una distanza sufficiente a non interferire con le berlinesi esistenti (così da non recare reciproco disturbo) e da costituire fondazione indipendente rispetto a quella del manufatto di RFI (struttura realizzata e dimensionata precedentemente alla realizzazione del presente progetto ed indipendentemente).

Planta Fondazioni

Trave di fondazione in c.a. da realizzare con l'impiego di calcestruzzo C28/35 ed armature in acciaio S45C.
Trave in Niv. 260+00 cm su n. 18 impianti fissati alla lunghezza $L_{tot} = 116,30m$ e dal diametro $\varnothing 2000mm$.
Trave in Sot. 200+00 cm su n. 18 impianti fissati alla lunghezza $L_{tot} = 116,30m$ e dal diametro $\varnothing 2000mm$.
800mm di larghezza $L = 18,80m$ da realizzarsi in foro $\varnothing 250$ con l'impiego di calcestruzzo C28/35, dose di armatura bobinate $\varnothing 12/16,3$ in senso 2255 nella lunghezza $L_{tot} = 11,30m$.

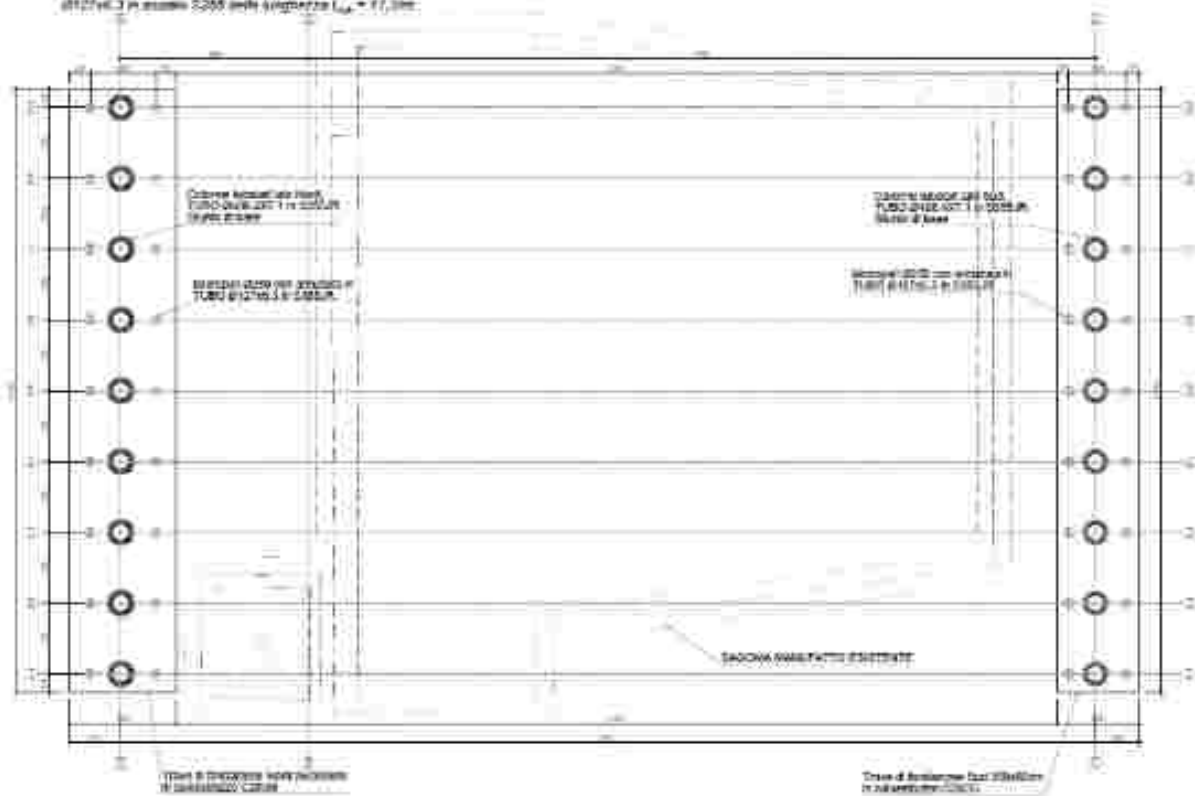


Figura 3. Planta Fondazioni
Con evidenziazione con linea tratteggiata del manufatto esistente sottostante



Figura 4. Incremento delle piatte di fondazione nell'area di intervento
Con visualizzazione del sottopasso ciclopedonale esistente (non oggetto del presente intervento)

Le due platee di fondazione poste in corrispondenza degli appoggi Sud e Nord della tettoia, sono state inoltre progettate in modo da incidere sul solo Mappale di proprietà del Comune di Carpi (FG-123 – Mapp:133) intercluso tra aree di proprietà della Fondazione Cassa di Risparmio di Carpi e di Rete Ferroviaria Italiana S.p.A., situazione costituente vincolo di progetto.



Figure 5: Visualizzazione della copertura della tettoia metallica nell'area di intervento. Con sovrapposizione (con colorazione verde) degli spazi di copertura incombenti sui mappali adiacenti (porzione di intervento Extra PNRR).

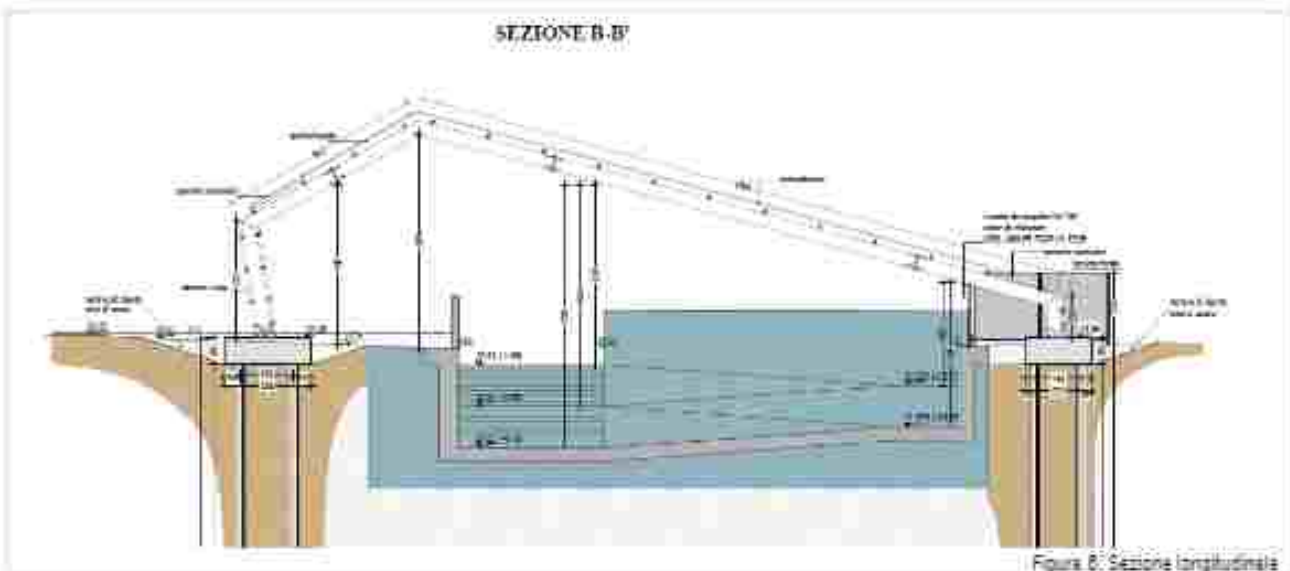
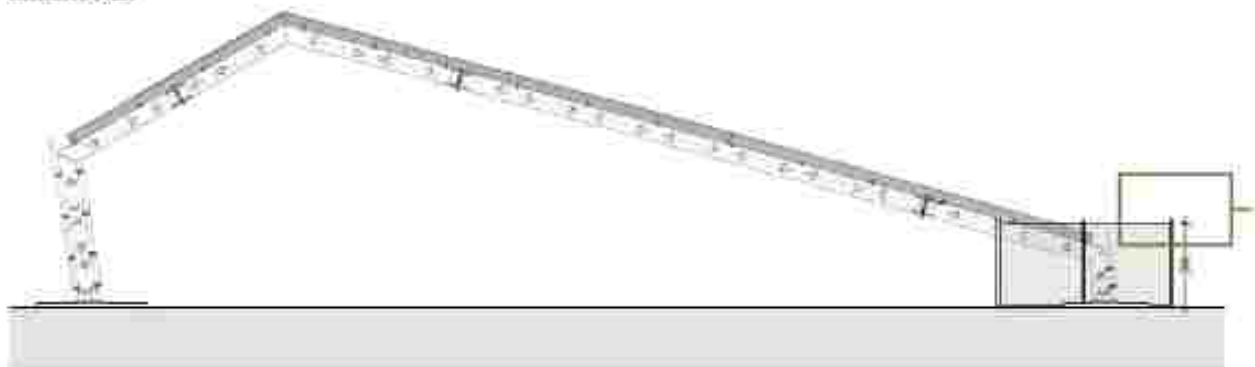
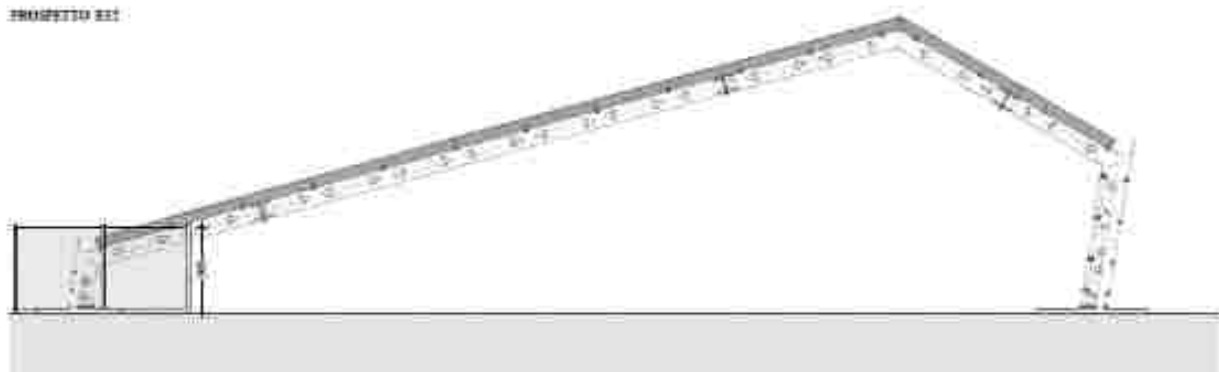


Figure 6: Sezione longitudinale

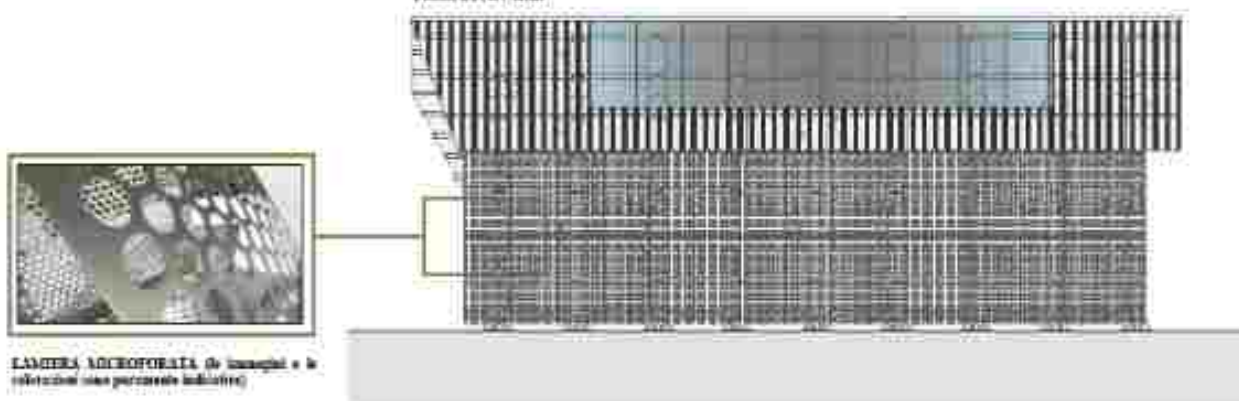
PROSPETTO OVEST



PROSPETTO EST



PROSPETTO NORD



LAMIERA MICROFORATA di alluminio e in
colore (con percorsi indicati)

PROSPETTO SUD

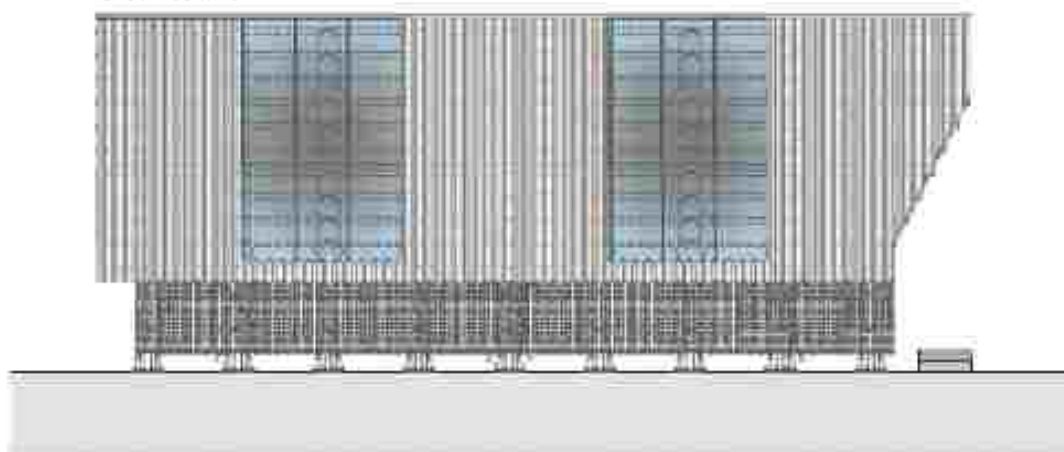


Figura 7. Prospetti



FIG. 8_ Impianti piatte di fondazione all'interno del Meppala 133 intercluso tra Meppali afferenti ad altre proprietà.

I micropali trivellati aventi diametro pari a 260 mm sono costituiti con fusto di malta di cemento gettata in opera, con armatura realizzata con profili tubolari circolari cavi di acciaio riempiti a pressione controllata.

Complessivamente il manufatto oggetto di costruzione è assimilabile ad un'ampia tettoia metallica, a struttura intelaiata, realizzata con elementi tubolari cavi in acciaio e copertura leggera in pannelli sandwich e lastre in policarbonato alveolare. I prospetti Nord e Sud sono rivestiti in lamiera microforata d'acciaio principalmente aventi la funzione di impedire la scalabilità della struttura (anche grazie alla recinzione posta ad interdizione della porzione più bassa del manufatto).

La struttura si compone di 9 telai metallici costituenti l'ossatura principale, incastrati alla base. I telai hanno luce di poco inferiore ai 24m per la realizzazione della quale sono state progettate giunzioni flangiate poste in corrispondenza dei punti di flesso (ove si annullano i momenti sollecitanti nel piano del telaio) per ottimizzare le giunzioni.

La sezione strutturale presenta pilastri inclinati rispetto all'asse verticale saldati in officina a tratti di trave (realizzata con lo stesso profilo metallico) estesi fino alla giunzione flangiata.

Tale soluzione, oltre a consentire di evitare trasporti eccezionali per la fornitura in cantiere delle strutture principali è stata ideata per consentire giunzioni a totale ripristino di resistenza nelle sezioni di raccordo dei cambi di inclinazione della struttura. Per assorbire inoltre le frecce di medio e lungo termine è prevista una contromonta di montaggio di 4cm.

Da un punto di vista sismico ed in generale di resistenza alle azioni ambientali, il meccanismo resistente è offerto da telai in acciaio controventati studiati al fine di ottimizzare l'utilizzo dei materiali da costruzione.

Lo studio è stato condotto mediante modellazione FEM di cui si riportano immagini.

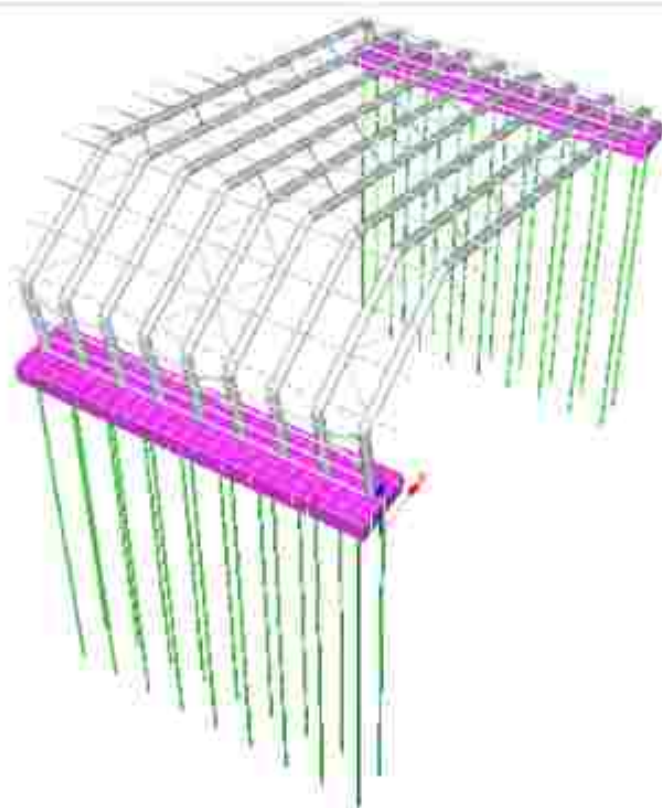
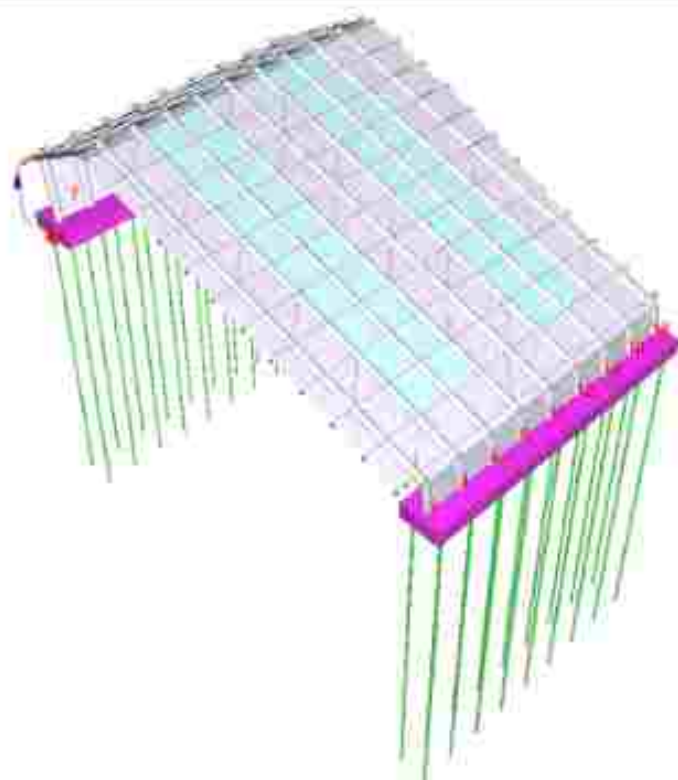
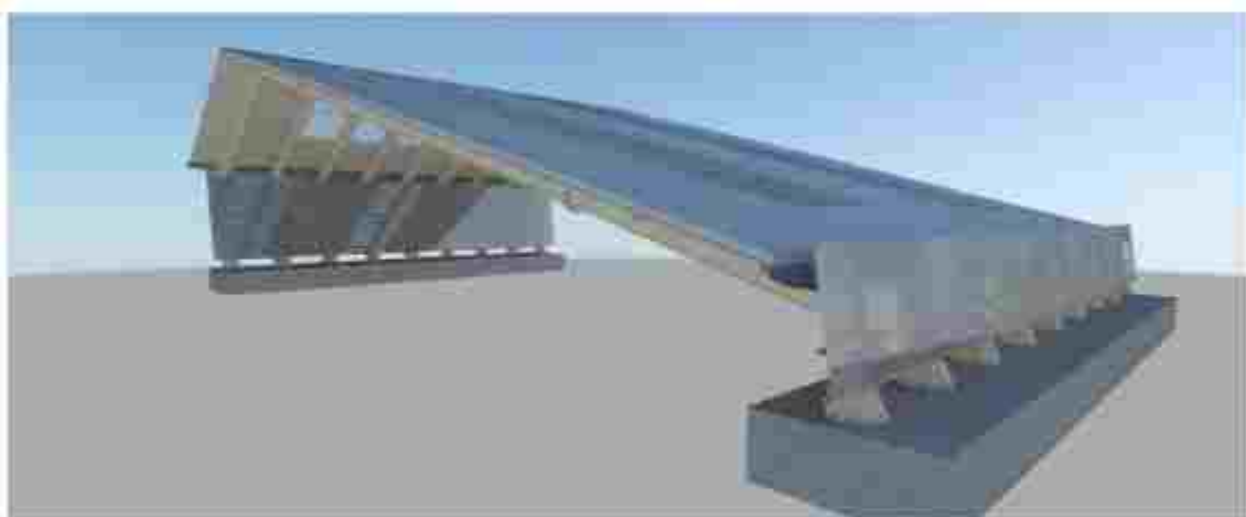
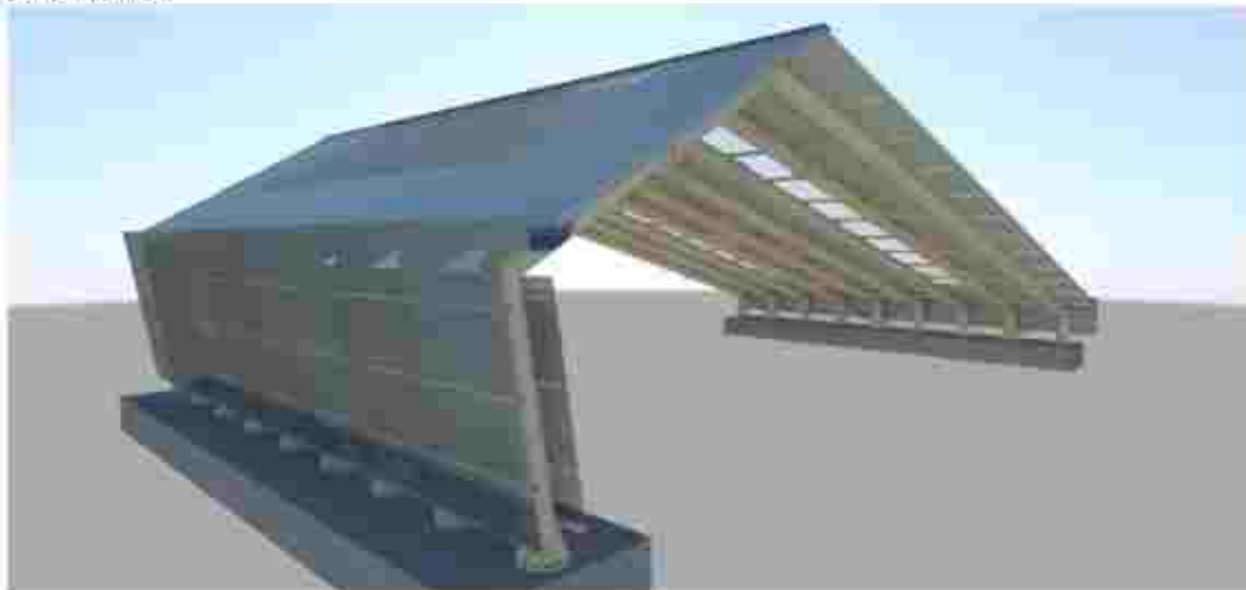


Figure 9. Modello FEM

Si riportano nel seguito modellazioni grafiche che consentono di visualizzare le giunzioni tra gli elementi strutturali costituenti la tettoia metallica:



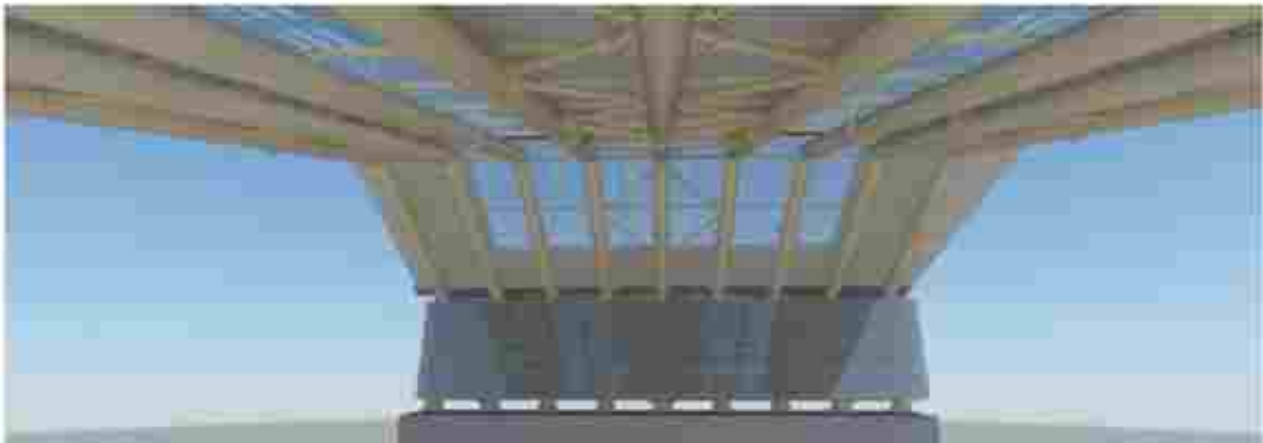
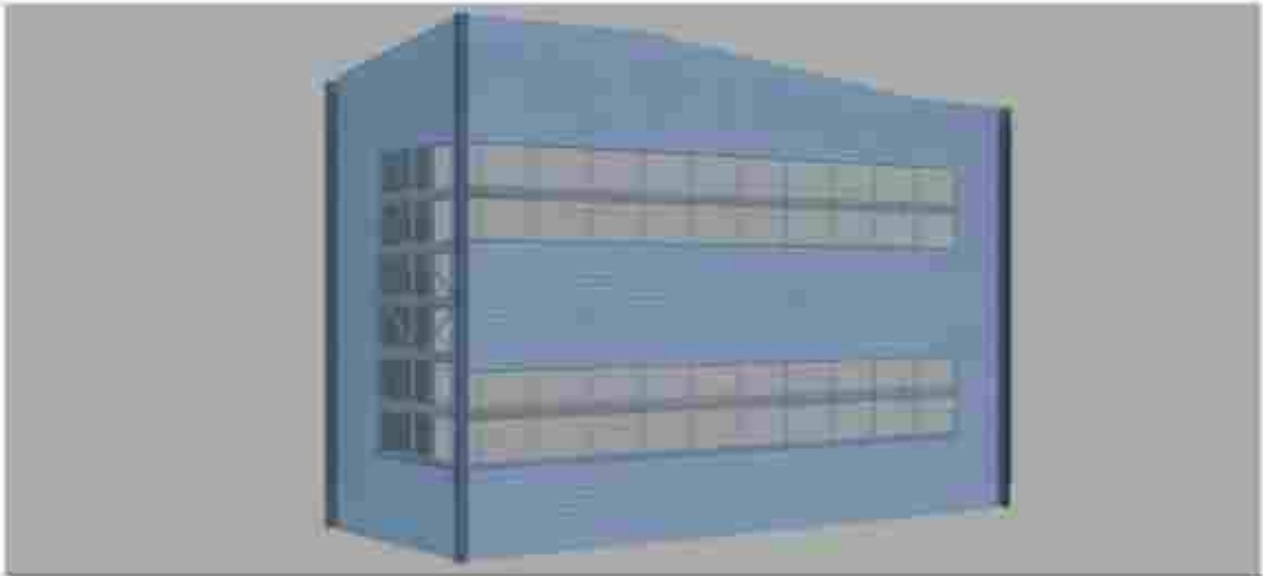
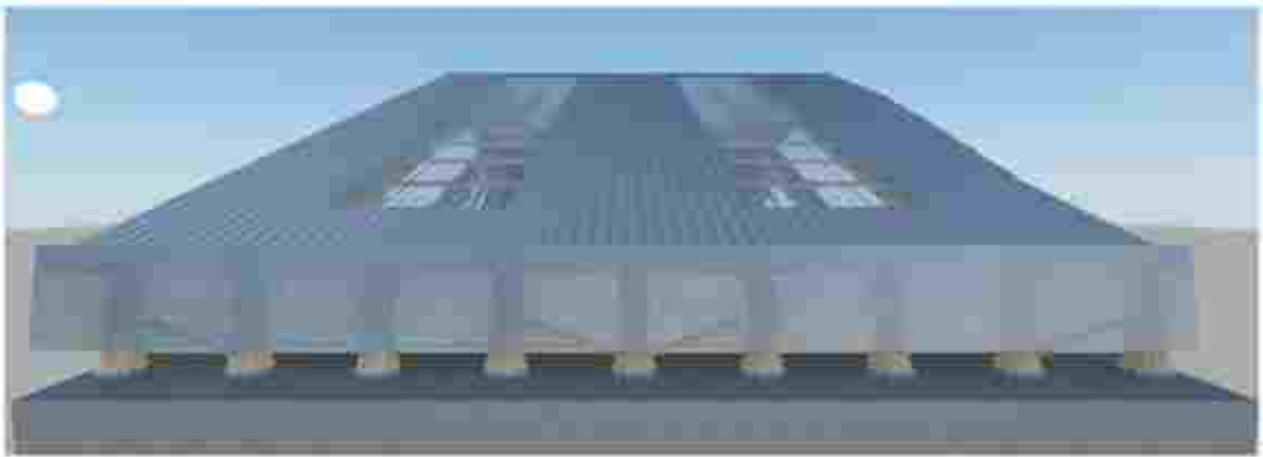


Figure 9. Rappresentazione 3D

1.4. NORMATIVA TECNICA

La normativa italiana cui viene fatto riferimento nelle fasi di calcolo e progettazione è la seguente:

- D.M. del 17 Gennaio 2018 "Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni»"
- Circolare del 2 Febbraio 2009, n. 617 "Istruzioni per l'applicazione delle «Norme tecniche per le costruzioni» di cui al D.M. 14 gennaio 2008"
- D.M. del 14 Gennaio 2008 "Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni"
- Ordinanza n. 3274 del 20 Marzo 2003. "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica"
- Ordinanza n. 3316. "Modifiche ed integrazioni all'ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 Marzo 2003"
- D.M. del 16 Gennaio 1998. "Norme tecniche relative al «Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi»"
- D.M. del 16 Gennaio 1996. "Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche"
- D.M. del 9 Gennaio 1996. "Norme Tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche"
- D.M. del 14 Febbraio 1992. "Norme Tecniche per l'esecuzione delle opere in C.A. normale e precompresso e per le strutture metalliche"
- D.M. del 3 Ottobre 1978. "Criteri generali per la verifica della sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi"
- D.M. del 3 Marzo 1976. "Disposizioni concernenti l'applicazione delle norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche"
- D.M. del 3 Marzo 1975. "Approvazione delle norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche"
- Legge n. 64 del 2 Febbraio 1974. "Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche"
- Legge n. 1086 del 5 Novembre 1971. "Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso, ed a struttura metallica"
- Istruzioni per la valutazione delle Azioni sulle Costruzioni. (C.N.R. 10012/85)
- D.G.R. Emilia-Romagna n.1373 del 26 Settembre 2011, "Atto di indirizzo recante l'individuazione della documentazione attinente la riduzione del rischio sismico necessaria per il rilascio del permesso di costruire e per gli altri titoli edilizi, alla individuazione degli elaborati costitutivi e dei contenuti del progetto esecutivo riguardante le strutture e alla definizione delle modalità degli stessi ai sensi della L.R. 19/2008".

Eurocodici di riferimento:

- UNI EN 1993-1-1: 2005 "Eurocodice 3, parte 1-1 - Progettazione delle strutture di acciaio. Regole generali e regole per gli edifici"
- UNI EN 1993-1-2: 2005 "Eurocodice 3, parte 1-2 - Progettazione delle strutture di acciaio. Regole generali. Progettazione della resistenza all'incendio"
- UNI EN 1993-1-3: 2007 "Eurocodice 3, parte 1-3 - Progettazione delle strutture di acciaio. Regole generali. Regole supplementari per l'impiego dei profilati e delle lamiere sottili piegati a freddo"
- UNI-ENV 1993-1-4: 2007 "Eurocodice 3, parte 1-4 - Progettazione delle strutture di acciaio. Regole generali. Criteri supplementari per acciai inossidabili". Le norme dette si debbono in tal caso applicare integralmente, salvo per i materiali e i prodotti, le azioni e il collaudo statico, per i quali valgono le prescrizioni riportate nelle norme tecniche del 2015.

1.5. DEFINIZIONE DEI PARAMETRI DI PROGETTO

1.5.1. DEFINIZIONE DELL'AZIONE SISMICA DI BASE DEL SITO

Si riportano di seguito le principali caratteristiche dell'edificio in relazione alla sua classe d'uso e alla ubicazione geografica al fine di individuare i parametri di pericolosità sismica.

TIPO DI OPERA (tabella 2.4 I, DM 17/01/2018)	2 - opere ordinarie
VITA NOMINALE (tabella 2.4 I, DM 14/01/2018)	VN = 50 anni
CLASSE D'USO (tabella 2.4 II, DM 14/01/2008)	III - CU = 1,6
PERIODO DI RIFERIMENTO ($VR = VN \cdot CU$, par. 2.4.3 DM 14/01/2008)	VR = 75 anni

Per i contenuti specifici di questo paragrafo si rimanda a quanto argomentato in maniera più estesa all'interno della RELAZIONE SULLA MODELLAZIONE SISMICA.

Nel seguito si riportano sinteticamente le informazioni inserite in input all'interno del software di calcolo agli elementi FEM.

- T_0 periodo corrispondente all'inizio del tratto a spostamento costante dello spettro.

20/10/10 - Microlocalizzazione

Ubicazione:

Latitudine:

Longitudine:

Microlocalizzazione Sistema

Tipo di suolo:

Condizioni Topografiche:

Coefficiente di amplificazione topografica S_T

Vita Normale:

Vita nominale della struttura VN (anni)

Classe d'Uso:

Coefficiente d'uso CU

Classe di duttilità della struttura: COB CDA Struttura Non Dissipativa

Fattore di struttura per azioni Orizzontali

K_r	<input type="text" value="1"/>	C SLV	<input type="text" value="1.5"/>	fattore di struttura q SLV	<input type="text" value="1.5"/>
K_w	<input type="text" value="1"/>	C SLC	<input type="text" value="1"/>	fattore di struttura q SLC	<input type="text" value="1"/>
α_w/α_1	<input type="text" value="1"/>	C SLD	<input type="text" value="1.5"/>	fattore di struttura q SLD	<input type="text" value="1.5"/>
$\alpha_w > C \alpha_w/\alpha_1$ $\alpha_w > C K_r K_w$		C SLO	<input type="text" value="1"/>	fattore di struttura q SLO	<input type="text" value="1"/>

Fattore di struttura per azioni Verticali

fattore di struttura q

Strutture isolate

Abbassi lo spettro per $T > 0.8 T_a$: $T_a =$ Smorzamento equivalente $\zeta_{eq} (1 \pm 1\%)$

Esponente calcolo vulnerabilità

Esponente nella formula $T = (T_C/TR)^{1/a}$

Metodo di Calcolo utilizzato per l'analisi spettrale:

Analisi Spettrale Standard (SubSpace Iteration) Tiene conto delle possibili masse eccentriche tramite:

Analisi Semplificata (linear A.EQR) Validazione dei nodi di vibrazione eccentrici

Analisi Spettrale via vettori di Ritz

Sncorzamento percentuale della struttura (S = 5 %)

5

Considera eta negli spettri

Quadratura: Segno Si: Spostamenti nodi solaio:

Modalita' di valutazione della rigidezza di piano:

Valuta effetti via quadratura forzanti modali

Calcolo delle Masse agenti sulla Struttura:

Nel caso di Analisi Dinamica con i nodi di solai interamente rigidi considera le masse dei nodi liberi

Se non presenti i solai aggiungi effetti torcenti su nodi liberi/gruppi

Considera una possibile eccentricita' del centro di massa rispetto al baricentro delle masse calcolate

Percentuale della massa totale eccentrica (100=100%)

100

Mt addizionali = Mt x

1

Spostamento percentuale del centro di massa rispetto al baricentro (S = 5 %)

5

	Condizione di carico	Fattore di partecipazione
1	Peso Proprio	1
2	Permanente	1
3	Neve	0
4	Neve con vento - Caso 2	0
5	Neve con vento - Caso 3	0
6	Vento +X	0
7	Vento -X	0
8	Vento_Tettoia_cf>0	0
9	Vento_Tettoia_cf<0	0
10	Vento_Radente+Y	0
11	Vento_Radente-Y	0
12	Variazione Termica +15/+25	0
13	Variazione Termica -15/-25	0

Direzioni di ingresso del sisma (inserire un angolo negativo per il sisma verticale):

0 1.57077 3.14154 4.71231 [rad]

Angoli azimutali e fattori di partecipazione delle masse (graficali)

A seguire si riportano immagini degli spettri di progetto per i diversi stati limite.

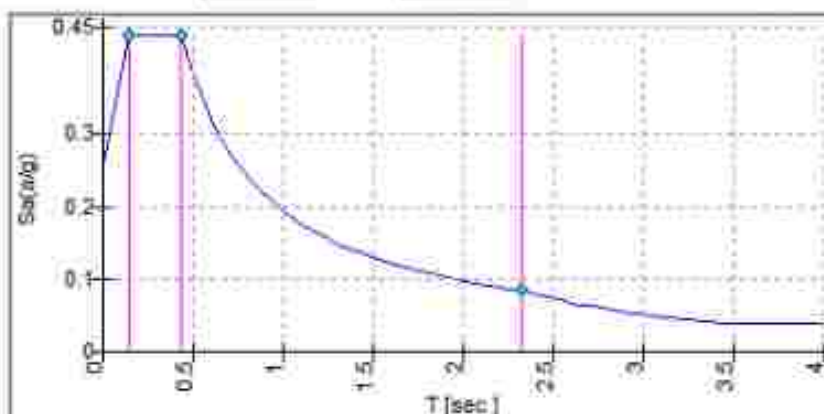
Stato Limite di Salvaguardia della Vita

Probabilità di superamento PVR Periodo di ritorno dell'azione sismica TR
ag/g Fo TC* Fy Imposta Manualmente

Spettro Orizzontale:

q Factor

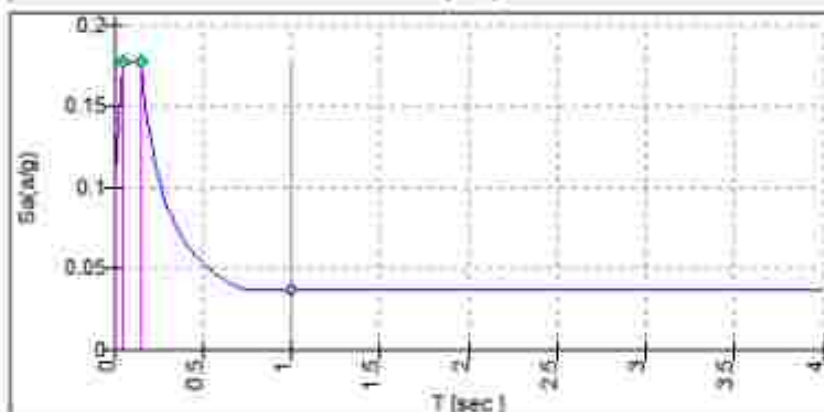
TB 0.148 [sec]
TC 0.443 [sec]
TD 2.326 [sec]
S_e 1.422
C_c 1.607
w_i 1.00



Spettro Verticale

q Factor

TB 0.050 [sec]
TC 0.150 [sec]
TD 1.000 [sec]
S_e 1.000
C_c 1.000
w_i 1.00



- Spettro in accelerazione
- Spettro in spostamento
- Spettro ADRS

SPETTRO DI PROGETTO SCLV - Fase di comportamento q=1.50 (Per risultati SCLV DISI/FATVE)

SISMA VERTICALE

La costruzione in esame, per tipologia costruttiva, condizioni di carico e materiali costruttivi utilizzati è una struttura maggiormente sensibile alle azioni ambientali (carichi accidentali da neve e vento) piuttosto che alle azioni dinamiche (sisma). Il modello di calcolo in cui si era valutata l'influenza del sisma verticale era quindi stato valutato, avendo verificato la non significatività delle combinazioni di carico da esso determinate rispetto alle combinazioni di carico statiche con valutazioni dei carichi accidentali dovuti a vento e neve.

Si riportano nel seguito, per maggior completezza di trattazione, le combinazioni di carico del modello di calcolo in cui si era provveduto a valutare l'influenza del sisma verticale.

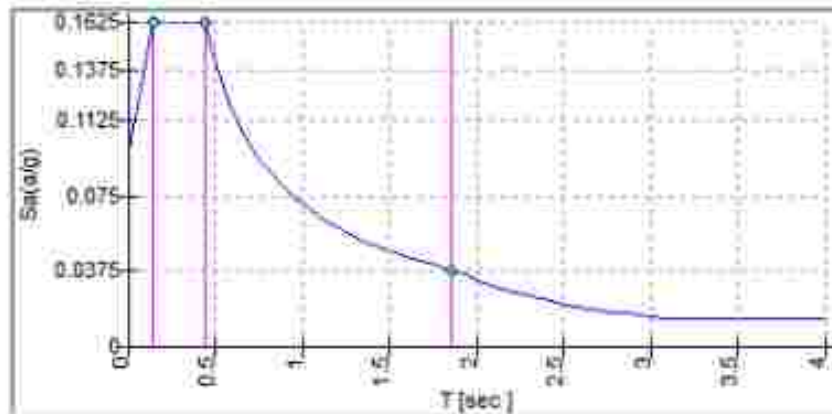
Stato Limite di Danno

Probabilità di superamento PVR: Periodo di ritorno dell'azione sismica TR:
ag/g: Fo: TC: Fv: Imposta Manualmente

Spettro Orizzontale:

q Factor:

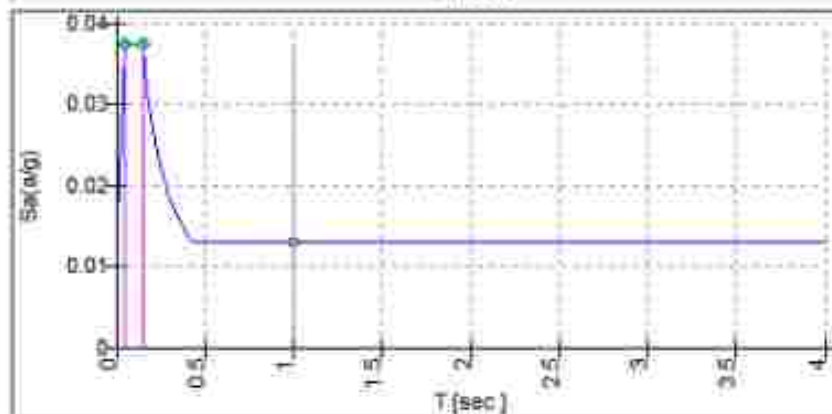
TB 0.146 [sec]
TC 0.437 [sec]
TD 1.861 [sec]
Sa 1.500
Cc 1.616
Ca 1.00



Spettro Verticale

q Factor:

TB 0.050 [sec]
TC 0.150 [sec]
TD 1.000 [sec]
Sa 1.000
Cc 1.000
Ca 1.00



SPETTRI DI PROGETTO GLO - Fattore di accoppiamento q=1.50 (Per strutture NON OCUPATIVE)

1.5.2. AZIONI SULLA COSTRUZIONE: CARICO DI NEVE

La valutazione del carico da neve è stata effettuata in ottemperanza al punto § 3.4 delle NTC-18.
Il carico da neve viene espresso dalla seguente equazione:

$$q_s = \mu_r C_e C_t q_{rk}$$

Dove:

- q_s è il carico da neve sulla copertura;
- μ_r è il coefficiente di forma funzione dell'inclinazione delle falde (§ 3.4.3);
- C_e è il coefficiente di esposizione funzione dell'area in cui sorge l'opera (§ 3.4.4);
- C_t è il coefficiente termico usato per tener conto della riduzione del carico neve a causa dello scioglimento della stessa, causata dalla perdita di calore dalla costruzione (§ 3.4.6)
- q_{rk} è il valore caratteristico di riferimento del carico neve al suolo funzione della posizione geografica ove sorge la costruzione (§ 3.4.2)

Nel seguito si riporta la valutazione del carico neve.

AZIONE DELLA NEVE PAR. 3.4 NTC18

1.DEFINIZIONE DEI DATI

Il carico di riferimento neve al suolo, per località poste a quota $a_s \leq 1500$ m s.l.m., non dovrà essere assunto minore di quello indicato in tabella, cui corrispondono valori associati ad un periodo di ritorno pari a 50 anni. Per altitudini $a_s \geq 1500$ m s.l.m. si dovrà fare riferimento a valori statistici locali utilizzando comunque valori non inferiori a quelli previsti per 1500m

1.1 a_s (altitudine sul livello del mare): [m]

1.2 zona:

Zona I - Mediterranea Alessandria, Ancona, Asti, Bologna, Cremona, Forlì-Cesena, Lodi, Milano, Modena, Monza-Brianza, Novara, Parma, Pavia, Pesaro e Urbino, Piacenza, Ravenna, Reggio Emilia, Rimini, Treviso, Varese	$q_{sk} = 1,50 \text{ kN/m}^2$ $a_s \leq 200 \text{ m}$ $q_{sk} = 1,35 [1+(a_s/602)^2] \text{ kN/m}^2$ $a_s > 200 \text{ m}$
--	---

Per altitudini superiori a 1500 m sul livello del mare si fa riferimento alle condizioni locali di clima e di esposizione utilizzando comunque valori di carico neve non inferiori a quelli previsti per 1500 m.

Per un'opera di nuova realizzazione in fase di costruzione o per le fasi transitorie relative ad interventi sulle costruzioni esistenti,

il periodo di ritorno dell'azione si riduce come di seguito specificato:

- per fasi di costruzione o fasi transitorie con durata prevista in sede di progetto non superiore a tre mesi, si assumerà TR = 5 anni;

- per fasi di costruzione o fasi transitorie con durata prevista in sede di progetto compresa fra tre mesi e un anno, si assumerà TR = 10 anni.

2 CALCOLO DEL CARICO NEVE AL SUOLO

q_{sk} valore caratteristico della neve al suolo 1.50 [kN/m²]

3 CALCOLO DEI COEFFICIENTI

3.1 Coefficiente di esposizione

Il coefficiente di esposizione deve essere utilizzato per modificare il valore del carico della neve in copertura in funzione delle caratteristiche specifiche dell'area in cui sorge l'opera. Normalmente si adotta $C_e=1$. Si riportano in tabella i coefficienti consigliati per le diverse classi di topografia.

Normale	Aree in cui non è presente una significativa rimozione di neve sulla costruzione prodotta dal vento, a causa del terreno, altre costruzioni o alberi	1
---------	--	---

3.2 Coefficiente termico

Il coefficiente termico può essere utilizzato per tener conto della riduzione del carico neve a causa dello scioglimento della stessa, causata dalla perdita di calore della costruzione. Tale coefficiente

tiene conto delle proprietà di isolamento termico del materiale utilizzato in copertura. In assenza di uno specifico e documentato studio, deve essere utilizzato $C_t = 1$.

Il coefficiente topografico vale:

Caso 1: Copertura a 2 falde

3.2 Coefficiente di forma

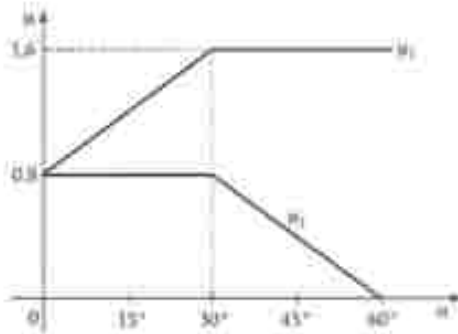
3.2.1 Inclinazione della falda α (1)

30 [deg]

3.2.2 Inclinazione della falda α (2)

15 [deg]

3.2.3 Legge di variazione del coefficiente di forma:



$\mu_1 (\alpha_1)$	0.80
$\mu_1 (\alpha_2)$	0.80
$\mu_2 (\alpha)$	1.40

	$0^\circ \leq \alpha \leq 30^\circ$	$30^\circ < \alpha < 60^\circ$	$\alpha \geq 60^\circ$
$\mu_1 (\alpha)$	0.80	$0.8(60-\alpha)/30$	0.00
$\mu_2 (\alpha)$	$0.8+0.8 \alpha/30$	1.60	0.00

4 CARICO NEVE SULLA COPERTURA E COMBINAZIONI DI CARICO

q_s (carico neve sulla copertura [N/m²]) = $\mu_s \cdot q_{sk} \cdot C_E \cdot C_t$

μ_s (coefficiente di forma)

q_{sk} (valore caratteristico della neve al suolo [kN/m²])

C_E (coefficiente di esposizione)

C_t (coefficiente termico)

4.1 Combinazione per il caso di copertura a più falde

Per il calcolo si considera solo la più gravosa delle tre condizioni di carico, di seguito calcolate.

α_1 (inclinazione falda)	30 [deg]
α_2 (inclinazione falda)	15 [deg]

$\mu_1 (\alpha_1)$	0.80
$\mu_1 (\alpha_2)$	0.80

(Caso I) 1.20 kN/mq

$\mu_1 (\alpha_1)$

$\mu_1 (\alpha_2)$

 1.20 kN/mq

(Caso II) 0.60 kN/mq

$0,5 \mu_1 (\alpha_1)$

$\mu_1 (\alpha_2)$

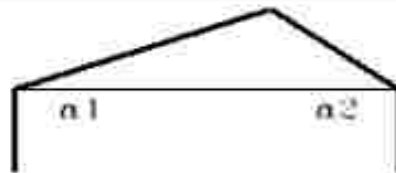
 1.20 kN/mq

(Caso III) 1.20 kN/mq

$\mu_1 (\alpha_1)$

$0,5 \mu_1 (\alpha_2)$

 0.60 kN/mq



Caso I: Carico da neve depositata in assenza di vento

Caso II: Carico da neve depositata in presenza di vento

Caso III: Carico da neve depositata in presenza di vento

Se l'astinità più bassa della falda termina con parapetto, una barriera o altre costruzioni, allora il coefficiente di forma non potrà essere assunto inferiore a 0,8 indipendentemente dall'angolo alpha.

4.2 Presenza di barriera:

1.5.3.AZIONI SULLA COSTRUZIONE: CARICO DI VENTO

La valutazione del carico da neve è stata effettuata in ottemperanza al punto § 3.3 della NTC-18.

DEFINIZIONE DEI DATI

zona:

2) Emilia Romagna



Classe di rugosità del terreno:

A) Aree urbane in cui almeno il 15% della superficie sia coperto da edifici la cui altezza media superi i 15m

L'assegnazione della classe di rugosità non dipende dalla conformazione orografica e topografica del terreno. Affinchè una costruzione possa dirsi ubicata in classe A o B è necessario che la situazione che contraddistingue la classe permanga intorno alla costruzione per non meno di 1 km e comunque non meno di 20 volte l'altezza della costruzione. Laddove sussistano dubbi sulla scelta della classe di rugosità, a meno di analisi dettagliate, verrà assegnata la classe più sfavorevole.

Nelle fasce entro i 40km dalla costa delle zone 1,2,3,4,5 e 6 la categoria di esposizione è indipendente dall'altitudine del sito.

a_s (altitudine sul livello del mare della costruzione):

40 [m]

Distanza dalla costa

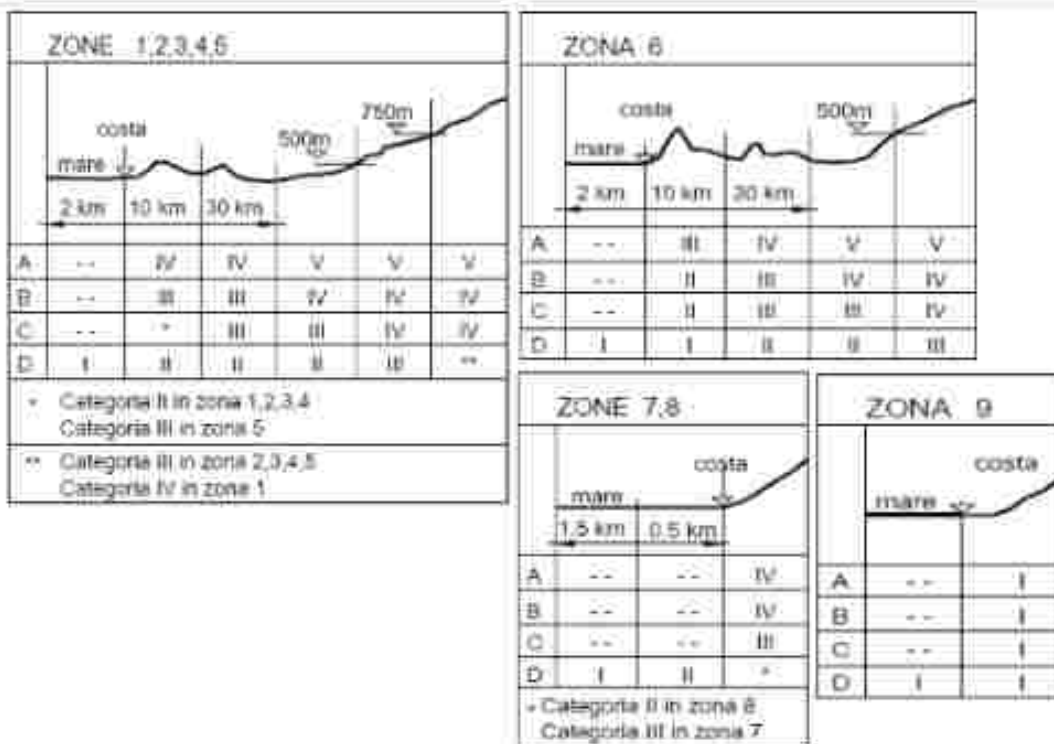
107 [km]

T_R (Tempo di ritorno):

50 [anni]

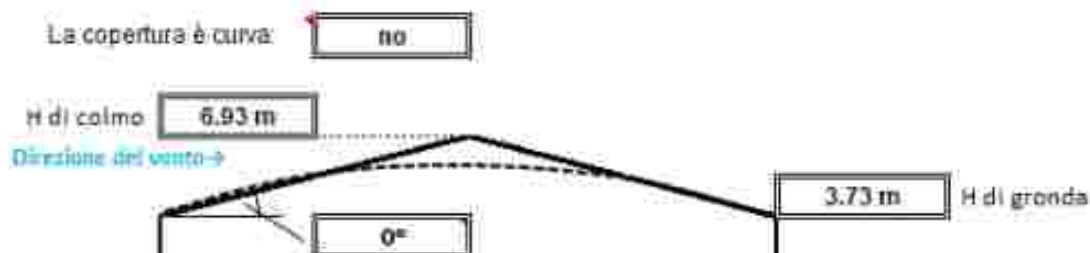
Categoria di esposizione

V



Altezza del colmo della copertura, rispetto al suolo e inclinazione della falda sopravvento

E' consigliabile calcolare la pressione del vento per ogni facciata del fabbricato modificando i parametri per ogni caso. Nel caso di studio su prospetto di timpano, la valutazione della pressione del vento si conduce come se la copertura fosse piana e la parete alta fino alla linea di colmo. Nel caso di coperture a padiglione, la valutazione delle pressioni si esegue su ogni facciata del fabbricato utilizzando di volta in volta l'angolo della falda investito dal vento. Nel caso di coperture curve, si deve inserire l'angolo della retta tangente al bordo della copertura. In sostanza l'angolo di attacco della copertura, (per cupole a tutto sesto l'angolo è di 90°, per cupole a sesto ribassato è minore di 90°). Nel caso di studio su prospetto piano l'analisi si conduce come su prospetto di timpano. Si osserva che oltre alle pressioni andrebbe considerata anche la forza tangenziale esercitata dal vento sul fabbricato. Generalmente essa si trascura, è necessaria modellarla solo per grandi coperture piane ad esempio, coperture di grandi capannoni industriali. Il foglio di calcolo è utilizzabile per fabbricati a base rettangolare.



* Vale sia per le falde che per le cupole (a base rettangolare)

CALCOLO VELOCITA' DI RIFERIMENTO DEL VENTO §3.3.2.

Zona	v_{ref} [m/s]	a_0 [m]	k_s	C_s
2	25	750	0.45	1.000

Zona	$v_{b,0}$ [m/s]	a_0 [m]	k_s	C_s
2	25	750	0.45	1.000

$$v_b = v_{b,0} \cdot c_a$$

$c_a = 1$ per $a_s \leq a_0$
 $c_a = 1 + k_s (a_s/a_0 - 1)$ per $a_0 < a_s \leq 1500$ m

v_b (velocità base di riferimento) 25.00 m/s

$$v_r = v_b \cdot c_r$$

c_r coefficiente di ritorno 1.00

v_r (velocità di riferimento) 25.02 m/s

PRESSIONE CINETICA DI RIFERIMENTO §3.3.6.

q_r (pressione cinetica di riferimento [N/m²])

$$q_r = 1/2 \cdot \rho \cdot v_r^2 \quad (\rho = 1.25 \text{ kg/m}^3)$$

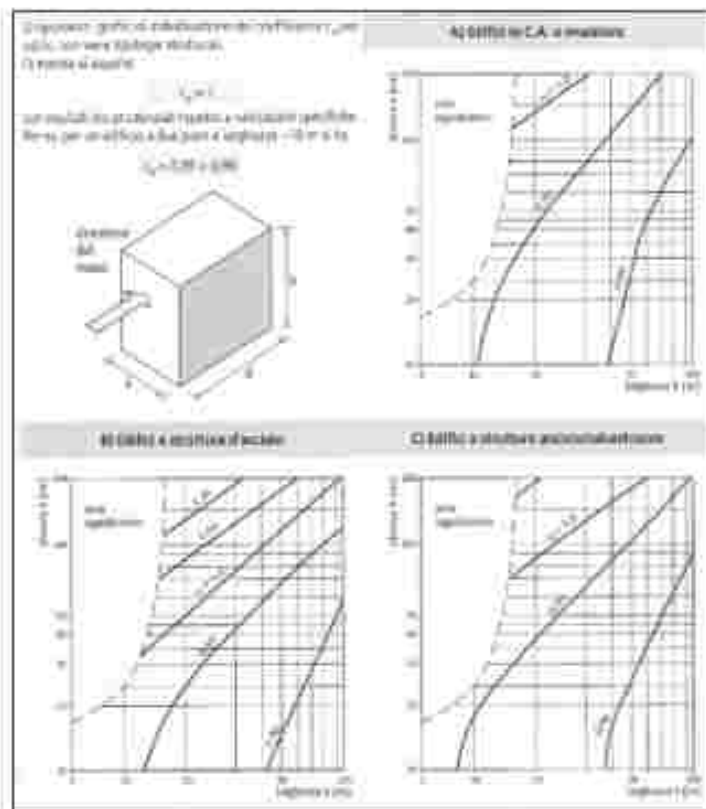
Pressione cinetica di riferimento q_r 391.20 [N/m²]

CALCOLO DEI COEFFICIENTI

Coefficiente dinamico (§3.3.8)

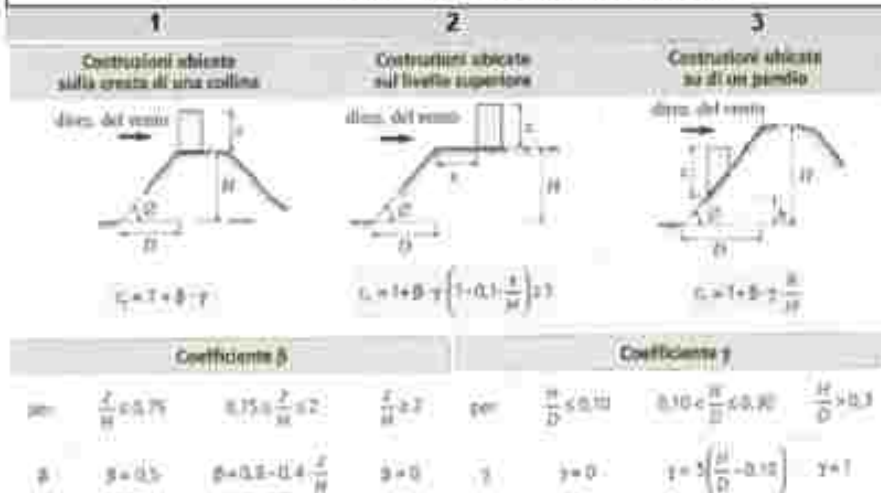
C_d	1.00
-------	------

Esso può essere assunto cautelativamente pari ad 1 nelle costruzioni di tipologia ricorrente, quali gli edifici di forma regolare non eccedenti 80 m di altezza ed i capannoni industriali, oppure può essere determinato mediante analisi specifiche o facendo riferimento a dati di comprovata affidabilità.



Coefficiente Topografico (Orografico)

Il coefficiente topografico si assume di norma uguale ad 1, sia per zone pianeggianti, ondulate, collinose e montane. Nel caso di costruzioni che sorgono presso la sommità di colline o pendii isolati si procede nel modo seguente:



Caso selezionato:

Condizione non isolata

Il coefficiente topografico vale: $C_t = 1,00$

Coefficiente di esposizione [§3.3.7]

Il coefficiente di esposizione dipende dall'altezza z sul suolo del punto considerato, dalla topografia del terreno e dalla categoria di esposizione del sito (e quindi dalla classe di rugosità del terreno) ove sorge la costruzione; per altezze non maggiori di $z = 200\text{m}$ valgono le seguenti espressioni

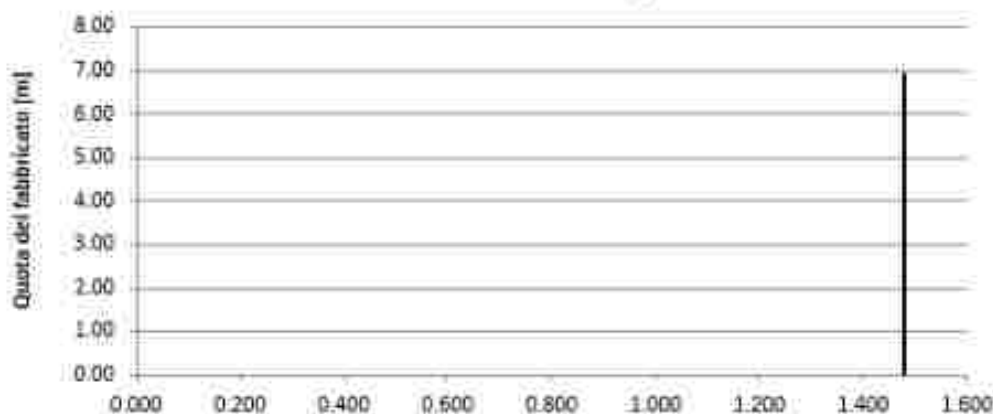
$$C_e(z) = k_e^2 c_e \ln(z/z_0) [2 + c_e \ln(z/z_0)] \quad \text{per } z \geq z_{\text{min}}$$

$$C_e(z) = C_e(z_{\text{min}}) \quad \text{per } z < z_{\text{min}}$$

k_e	z_0 [m]	z_{min} [m]
0,23	0,70	12,00

Coefficiente di esposizione minimo	$k_{e,\text{min}}$	1,48	$z < 12,00$
Coefficiente di esposizione alla gronda	$k_{e,\text{gronda}}$	1,48	$z = 3,73$
Coefficiente di esposizione al colmo	$k_{e,\text{colmo}}$	1,48	$z = 6,93$

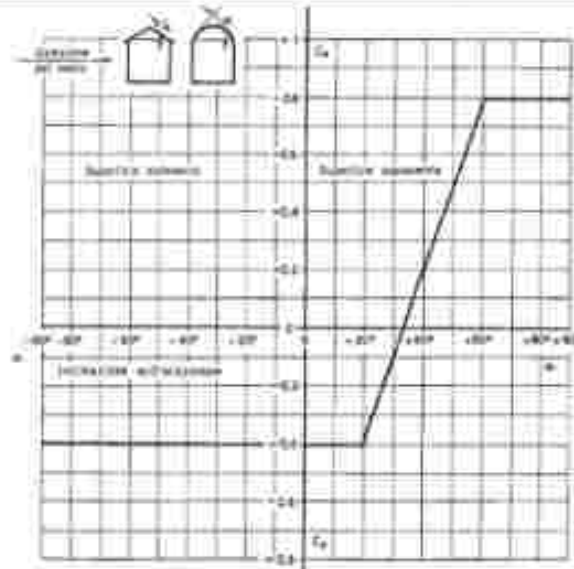
Andamento Coefficiente di Esposizione



Coefficiente di forma

Edifici a pianta rettangolare con coperture piane, a falde, inclinate, curve

E' il coefficiente di forma (o coefficiente aerodinamico), funzione della tipologia e della geometria della costruzione e del suo orientamento rispetto alla direzione del vento. Il suo valore può essere ricavato da dati autragati da opportuna documentazione o da prove sperimentali in galleria del vento.

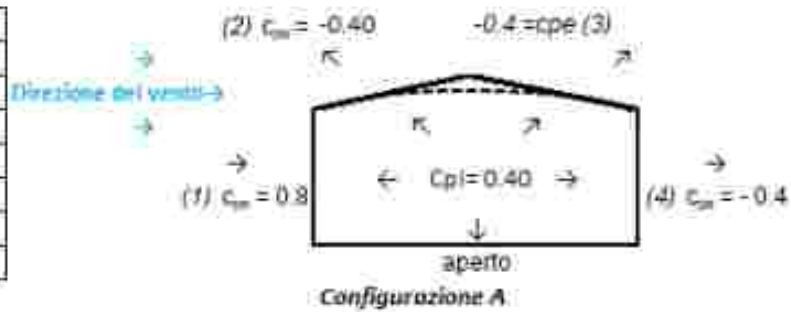


Costruzioni che presentano su due pareti opposte, normali alla direzione del vento, aperture di superficie non minore di 1/3 di quella totale

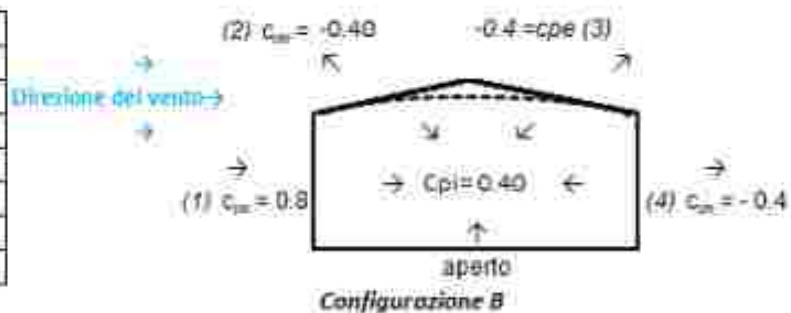
Configurazione più svantaggiosa

Configurazione A

(1) parete sopravvento	C_{pe}	0.40
(2) copertura sopravvento	C_{pe}	-0.80
(3) copertura sottovento	C_{pe}	-0.80
(4) parete sottovento	C_{pe}	-0.80



(1) parete sopravvento	C_{pe}	1.20
(2) copertura sopravvento	C_{pe}	0.00
(3) copertura sottovento	C_{pe}	0.00
(4) parete sottovento	C_{pe}	0.00



PRESSIONI DEL VENTO

Combinazione più sfavorevole per pareti e copertura:

Valori massimi della pressione per ogni elemento

$$p \text{ (pressione del vento)} = q \cdot c_d \cdot c_t \cdot c_s \cdot c_e$$

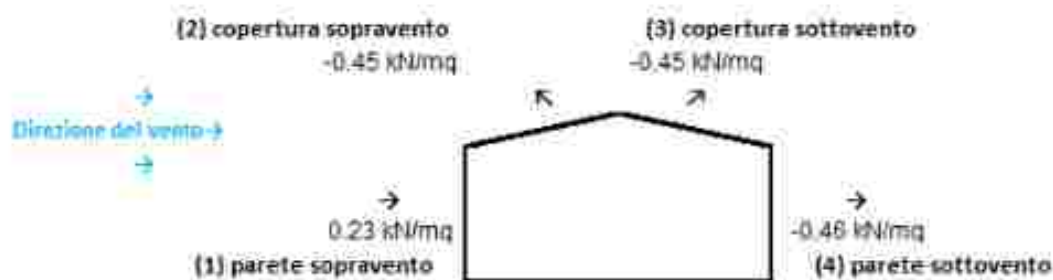
c_d (coefficiente dinamico) c_t (coefficiente topografico) c_s (coefficiente di esposizione)

c_e (coefficiente di forma)

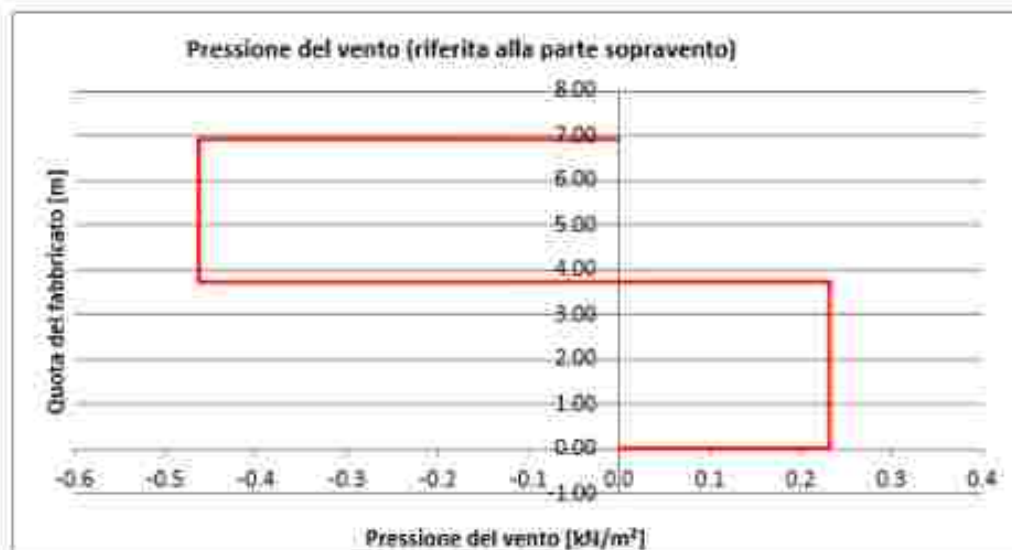
	p [kN/m ²]	c_d	c_t	c_s	c_e	P [kN/m ²]
(1) par. sopra	0.391	1.00	1.00	1.479	0.40	0.23
(2) cop. sopra	0.391	1.00	1.00	1.479	-0.80	-0.46
(3) cop. Sotto	0.391	1.00	1.00	1.479	-0.80	-0.46
(4) par. sotto	0.391	1.00	1.00	1.479	-0.80	-0.46

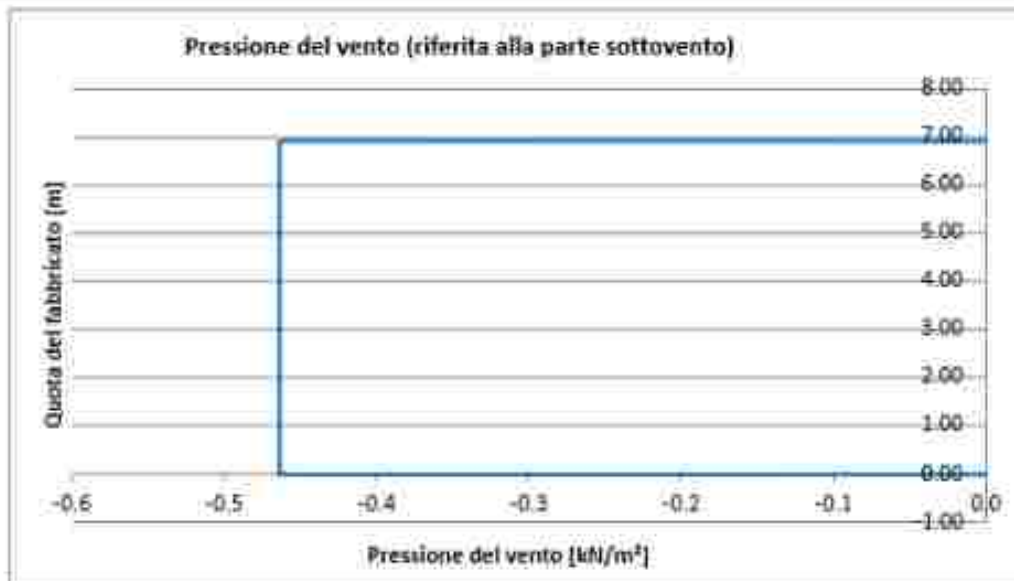


Valori medi della pressione per ogni elemento (da utilizzare per caricare il modello FEM)



Andamento delle pressioni più svataggiose





PRESSIONI DEL VENTO IN DIREZIONE TANGENZIALE [§3.3.5]

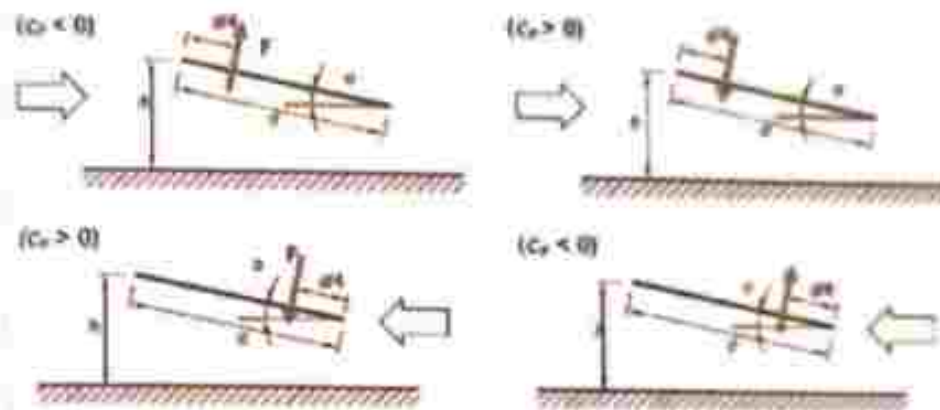
Tipo di superficie: Molto Scabra (Ondulata, costolata, piegata...)

Pressione tangenziale del vento q_{tan} **23.15** [N/m²]

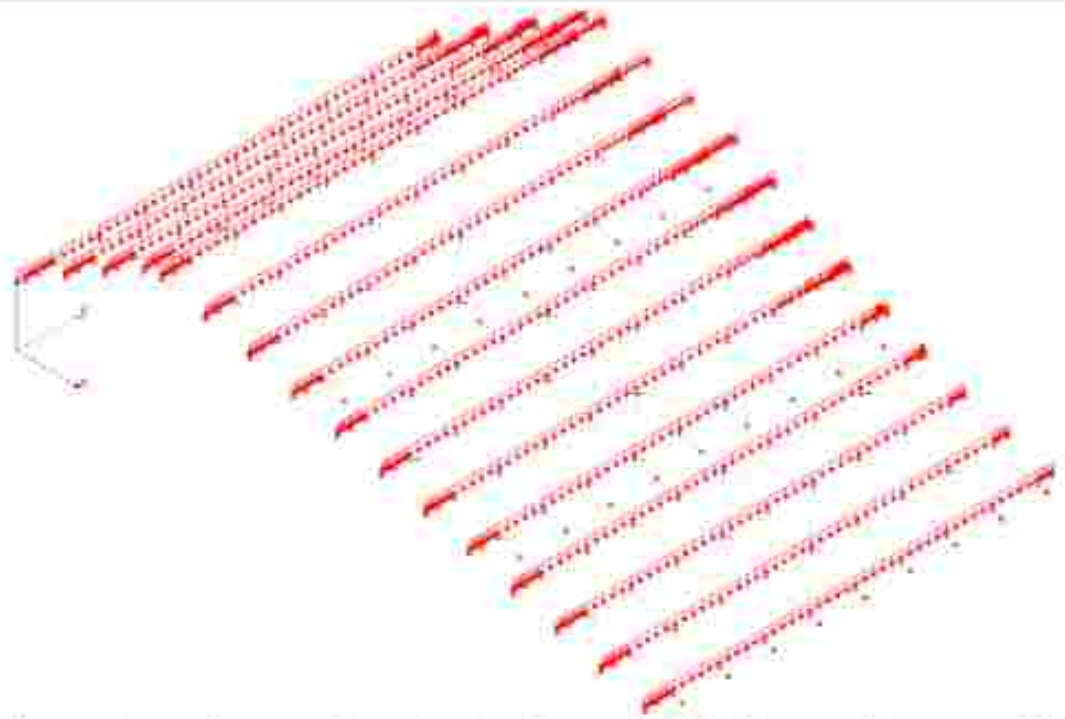
**Si applica soltanto alle superfici piane di grande estensione*

In progetto è stata considerata l'azione del vento agente su tettoia a falda singola relativamente al vento agente parallelamente alla linea di colmo, situazione che, come esplicitato in Circolare 2019 al paragrafo G3.3.8.2.1 può essere trattata come tettoia piana a semplice falda ($\alpha=0^\circ$). In caso di vento agente in direzione ortogonale alla linea di colmo non si ha la configurazione a tettoia, in conseguenza della presenza dei pannelli di lamiera di tamponamento.

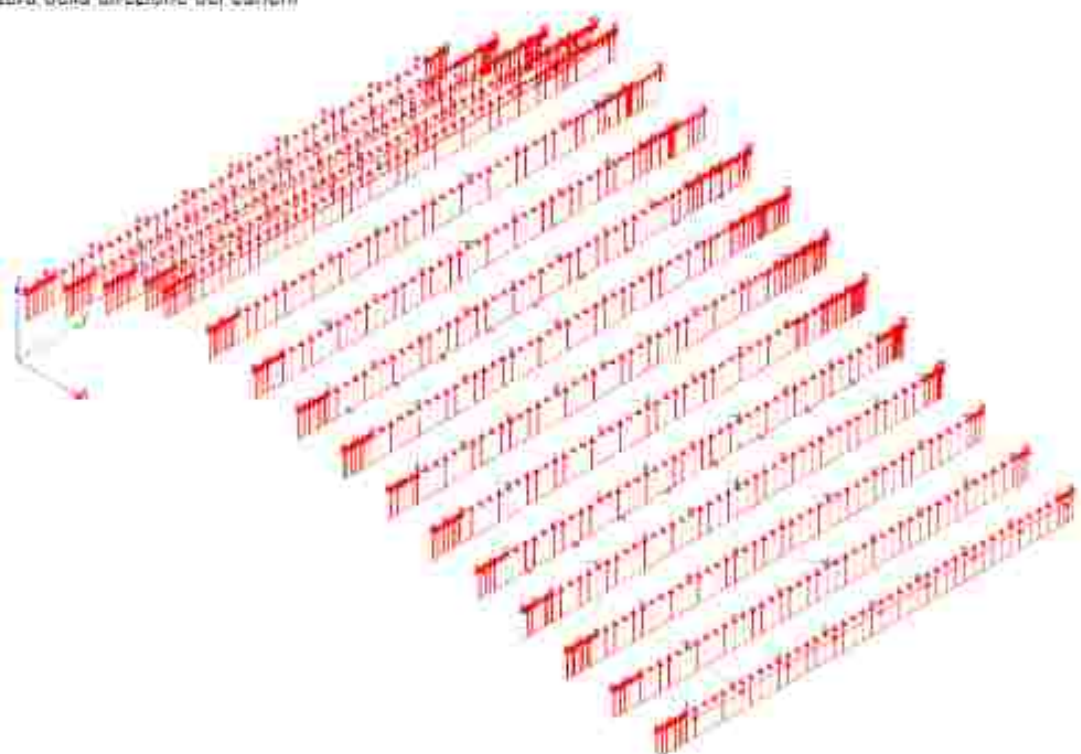
Per il calcolo si considerano le condizioni di carico più gravose tra le quattro indicate in Fig. G3.3.22 della Circolare 2019, dove la forza risultante è: $F = q_w(z) \cdot L \cdot c_f$



- La condizione di carico nr.8 si riferisce quindi alla condizione più gravosa calcolata per $c_f > 0$ ($c_f = +0.2 + w/30$);
- La condizione di carico nr.9 si riferisce quindi alla condizione più gravosa calcolata per $c_f < 0$ ($c_f = -0.5 - 1.3 \cdot w/30$).



Carichi trasmessi in copertura in condizione di carico nr.8 - $c_s > 0$ - Scala di rappresentazione aumentata per lettura della direzione dei carichi



Carichi trasmessi in copertura in condizione di carico nr.9 - $c_s < 0$ - Scala di rappresentazione aumentata per lettura della direzione dei carichi

1.5.4. AZIONE DELLA TEMPERATURA

La variazione della temperatura da considerare per gli effetti sulle strutture è definita nella Tab. 3.5.II del D.M. 17 gennaio 2018, sotto riportata.

Il caso di specie rientra nella tipologia "strutture in acciaio esposte" per le quali la variazione è fissata in $\pm 25 \text{ }^\circ\text{C}$.

Tipo di struttura	ΔT_u
Strutture in c.a. e c.a.p. esposte	$\pm 15 \text{ }^\circ\text{C}$
Strutture in c.a. e c.a.p. protette	$\pm 10 \text{ }^\circ\text{C}$
Strutture in acciaio esposte	$\pm 25 \text{ }^\circ\text{C}$
Strutture in acciaio protette	$\pm 15 \text{ }^\circ\text{C}$

VALORI DI ΔT_u PER GLI EDIFICI

Per la valutazione degli effetti delle azioni termiche, si considera il valore del coefficiente di dilatazione termica proposto dalla Tab. 3.5.III del D.M. 17 gennaio 2018 per l'acciaio da carpenteria, pari a $12 \cdot 10^{-6} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$.

Materiale	α_T ($10^{-6}/^\circ\text{C}$)
Alluminio	24
Acciaio da carpenteria	12
Calcestruzzo strutturale	10
Strutture miste acciaio-calcestruzzo	12
Calcestruzzo alleggerito	7
Muratura	6 - 10
Legno (parallelo alle fibre)	5
Legno (ortogonale alle fibre)	30 - 70

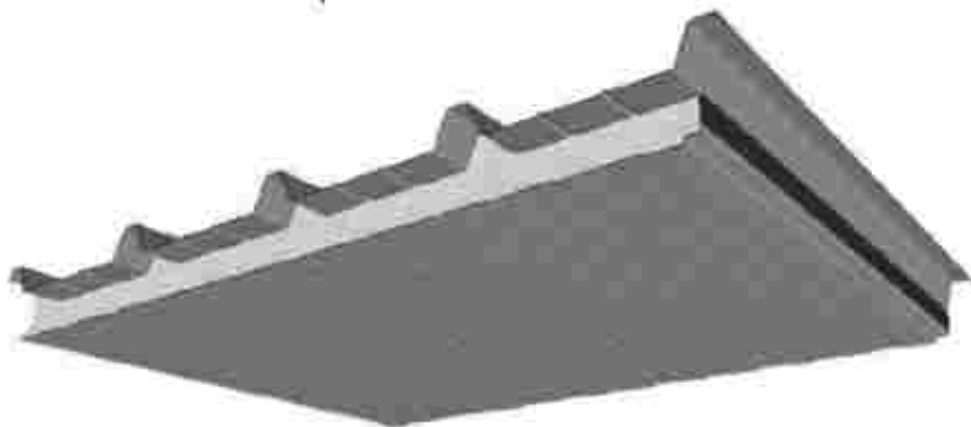
COEFFICIENTI DI DILATAZIONE TERMICA A TEMPERATURA AMBIENTE

1.5.5. CARICHI GRAVITAZIONALI CONSIDERATI SULLA COSTRUZIONE

Si assumono i seguenti valori per i materiali costituenti le strutture portanti:

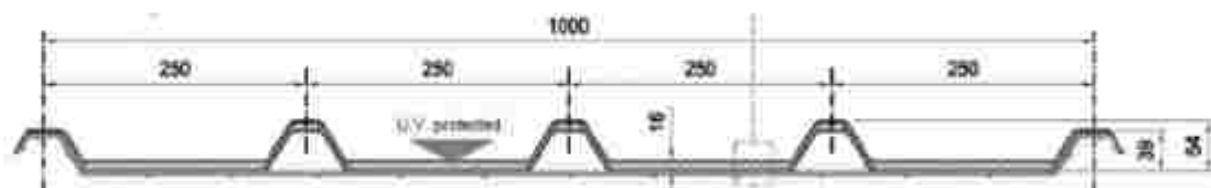
- $\gamma_{c.a.}$ = 25.00 kN/m³
- $\gamma_{acciaio}$ = 78.50 kN/m³

PANNELLI SANDWICH COIBENTATI – sp.10cm



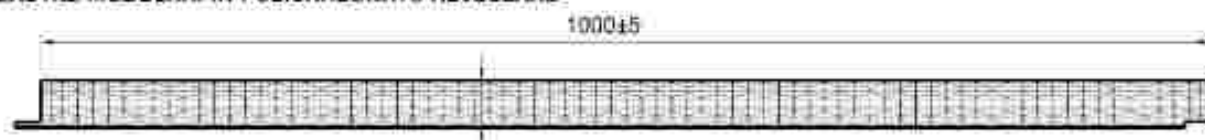
Carico permanente pari a 0.20 kN/m²
Eventuali Carichi appesi pari a 0.30 kN/m²

LASTRE IN POLICARBONATO ALVEOLARE GRECATE



Carico permanente pari a 0.20 kN/m²

LASTRE MODULARI IN POLICARBONATO ALVEOLARE

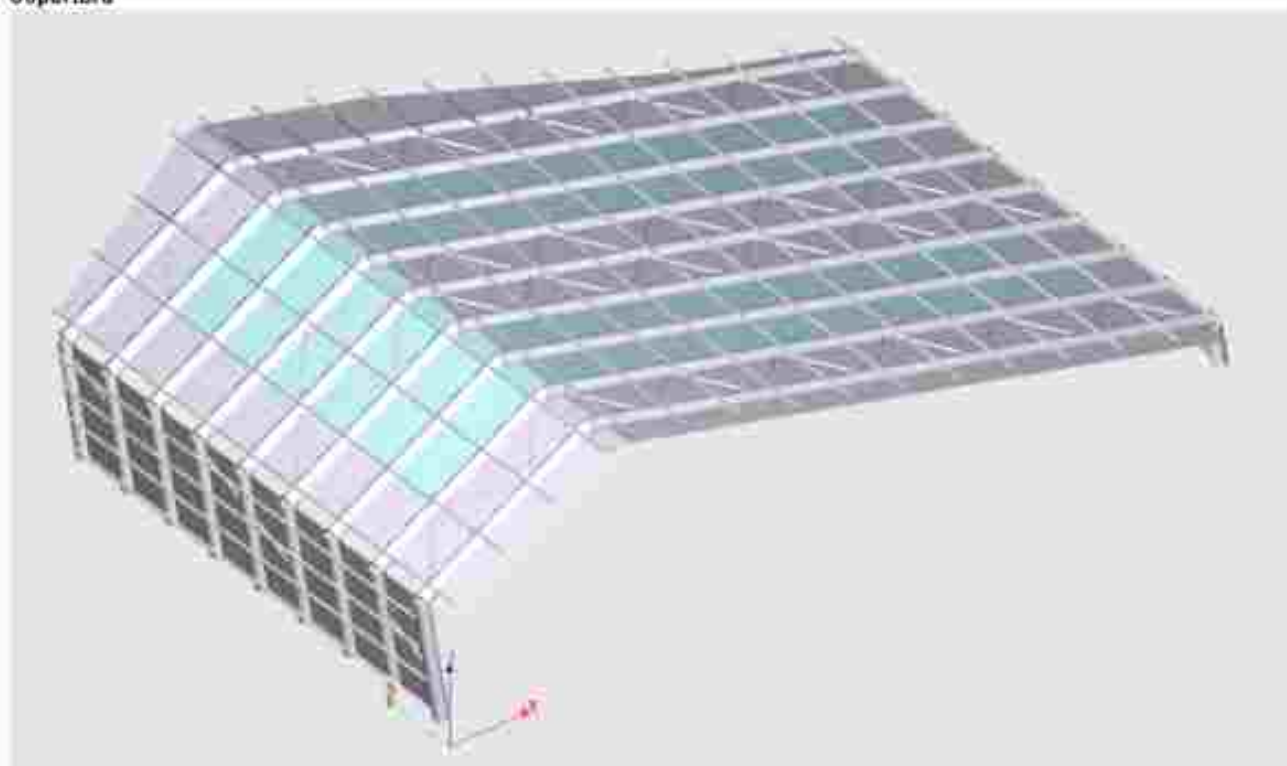


Carico permanente pari a 0.50 kN/m²

Massimo carico permanente uniformemente distribuito considerato in copertura pari 0.80 kN/m²

Le tabelle che seguono illustrano i carichi permanenti strutturali (G1), permanenti non strutturali (G2) e accidentali (Q) considerati.

Copertura



Commento: Pannelli sandwich - Falda Sx Controlla ordine e direzione e le tipologie standard

	Condizione	q_x [N/m ²]	q_y [N/m ²]	q_z [N/m ²]	Riferimento	Carica
1	2	0.0	0.0	800.0	Globale	Travi
2	3	0.0	0.0	1200.0	Globale	Travi
3	4	0.0	0.0	600.0	Globale	Travi
4	6	0.0	0.0	-280.0	Globale	Travi
5	7	0.0	0.0	-460.0	Globale	Travi
6	8	0.0	0.0	120.0	Globale	Travi
7	9	0.0	0.0	-300.0	Globale	Travi

Commento: Policarbonato - Falda Sx Controlla le ordinate ipotecarie e le tecnologie standard

	Condizione	q_x [N/m ²]	q_y [N/m ²]	q_z [N/m ²]	Riferimento	Carica
1	2	0.0	0.0	800.0	Globale	Travi
2	3	0.0	0.0	1200.0	Globale	Travi
3	4	0.0	0.0	600.0	Globale	Travi
4	6	0.0	0.0	-280.0	Globale	Travi
5	7	0.0	0.0	-460.0	Globale	Travi
6	8	0.0	0.0	120.0	Globale	Travi
7	9	0.0	0.0	-300.0	Globale	Travi

Commento: Parate Sx Controlla le ordinate ipotecarie e le tecnologie standard

	Condizione	q_x [N/m ²]	q_y [N/m ²]	q_z [N/m ²]	Riferimento	Carica
1	2	0.0	0.0	300.0	Globale	Travi
2	6	230.0	0.0	0.0	Globale	Travi
3	7	460.0	0.0	0.0	Globale	Travi

Commento: Policarbonato - Falda Dx Controlla le ordinate ipotecarie e le tecnologie standard

	Condizione	q_x [N/m ²]	q_y [N/m ²]	q_z [N/m ²]	Riferimento	Carica
1	2	0.0	0.0	800.0	Globale	Travi
2	3	0.0	0.0	1200.0	Globale	Travi
3	5	0.0	0.0	600.0	Globale	Travi
4	6	0.0	0.0	-460.0	Globale	Travi
5	7	0.0	0.0	-460.0	Globale	Travi
6	8	0.0	0.0	120.0	Globale	Travi
7	9	0.0	0.0	300.0	Globale	Travi

Commento: Pannelli Sandwich - Falda Dx Controlla le ordinate ipotecarie e le tecnologie standard

	Condizione	q_x [N/m ²]	q_y [N/m ²]	q_z [N/m ²]	Riferimento	Carica
1	2	0.0	0.0	800.0	Globale	Travi
2	3	0.0	0.0	1200.0	Globale	Travi
3	5	0.0	0.0	600.0	Globale	Travi
4	6	0.0	0.0	-460.0	Globale	Travi
5	7	0.0	0.0	-280.0	Globale	Travi
6	8	0.0	0.0	120.0	Globale	Travi
7	9	0.0	0.0	-300.0	Globale	Travi

Commento: Controlla le unità incrociate e le tecnologie standard

	Condizione	q_x [N/m ²]	q_y [N/m ²]	q_z [N/m ²]	Riferimento	Carica
1	2	0.0	0.0	800.0	Globale	Travi
2	3	0.0	0.0	1200.0	Globale	Travi
3	5	0.0	0.0	600.0	Globale	Travi
4	6	0.0	0.0	-450.0	Globale	Travi
5	7	0.0	0.0	-280.0	Globale	Travi
6	8	0.0	0.0	120.0	Globale	Travi
7	9	0.0	0.0	-300.0	Globale	Travi

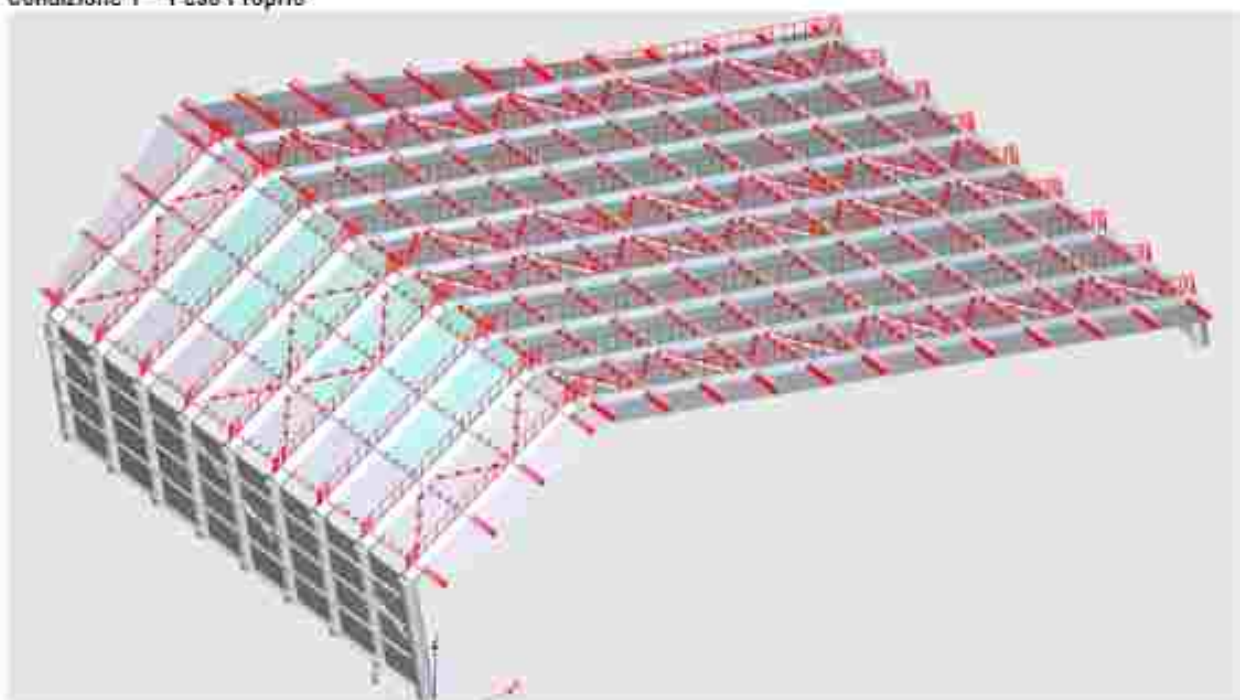
Commento: Controlla le unità incrociate e le tecnologie standard

	Condizione	q_x [N/m ²]	q_y [N/m ²]	q_z [N/m ²]	Riferimento	Carica
1	2	0.0	0.0	300.0	Globale	Travi
2	6	-460.0	0.0	0.0	Globale	Travi
3	7	230.0	0.0	0.0	Globale	Travi

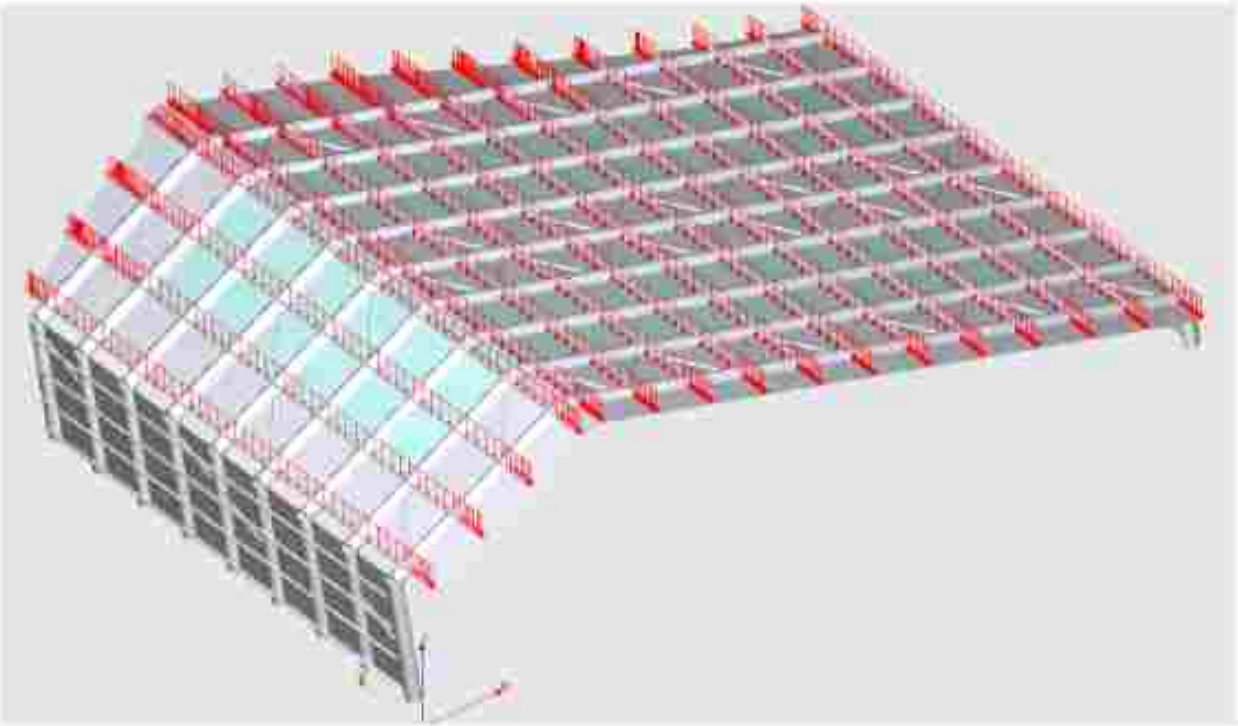
SUPERFICIE E CONDIZIONI DI CARICO

CONDIZIONI DI CARICO

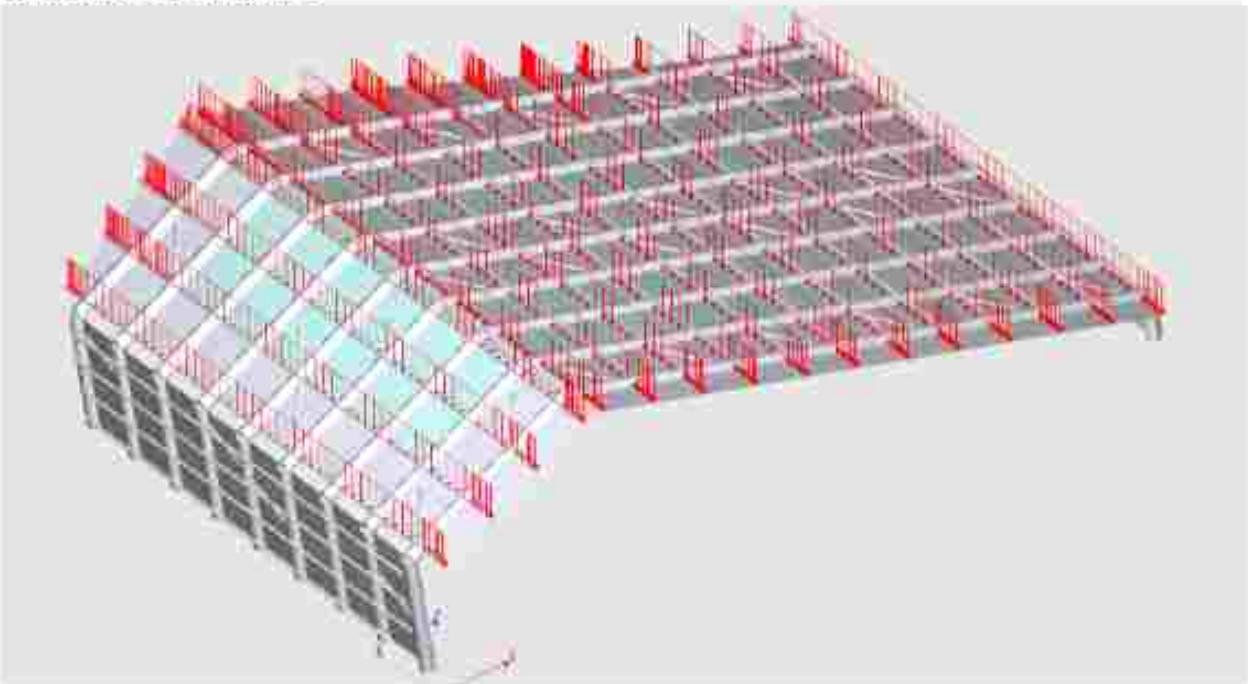
Condizione 1 – Peso Proprio



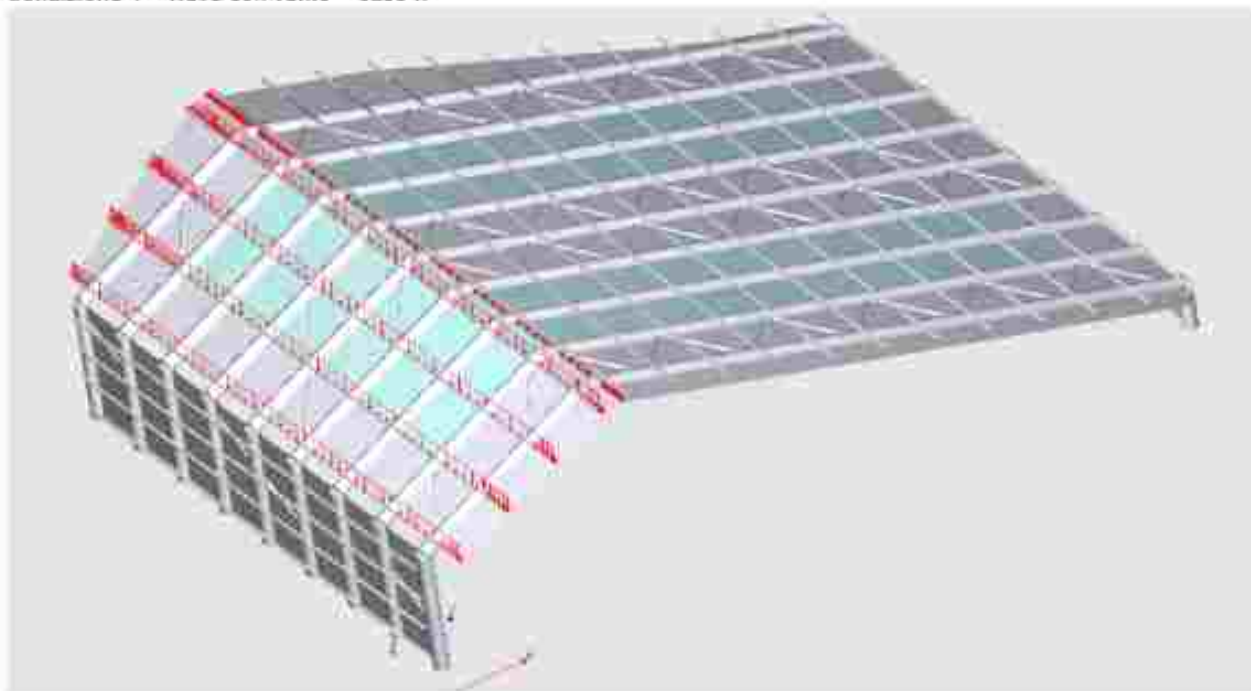
Condizione 2 – Carichi Permanenti



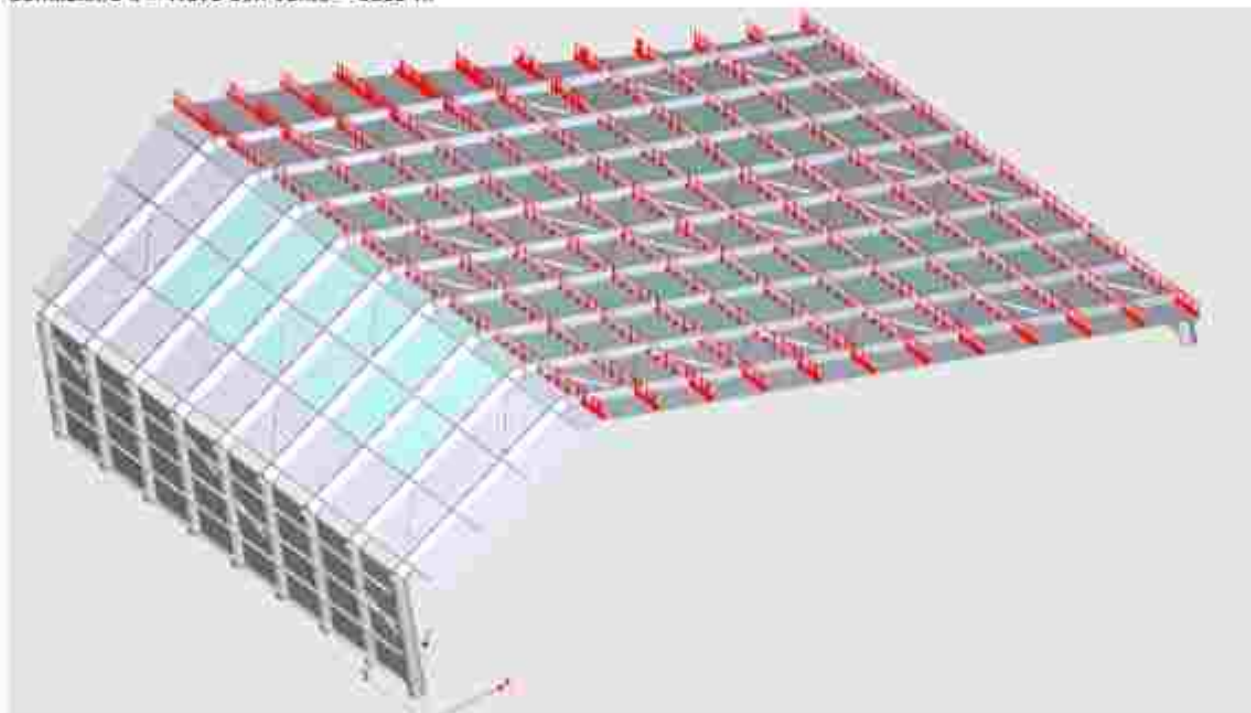
Condizione 3 – Carico di Neve



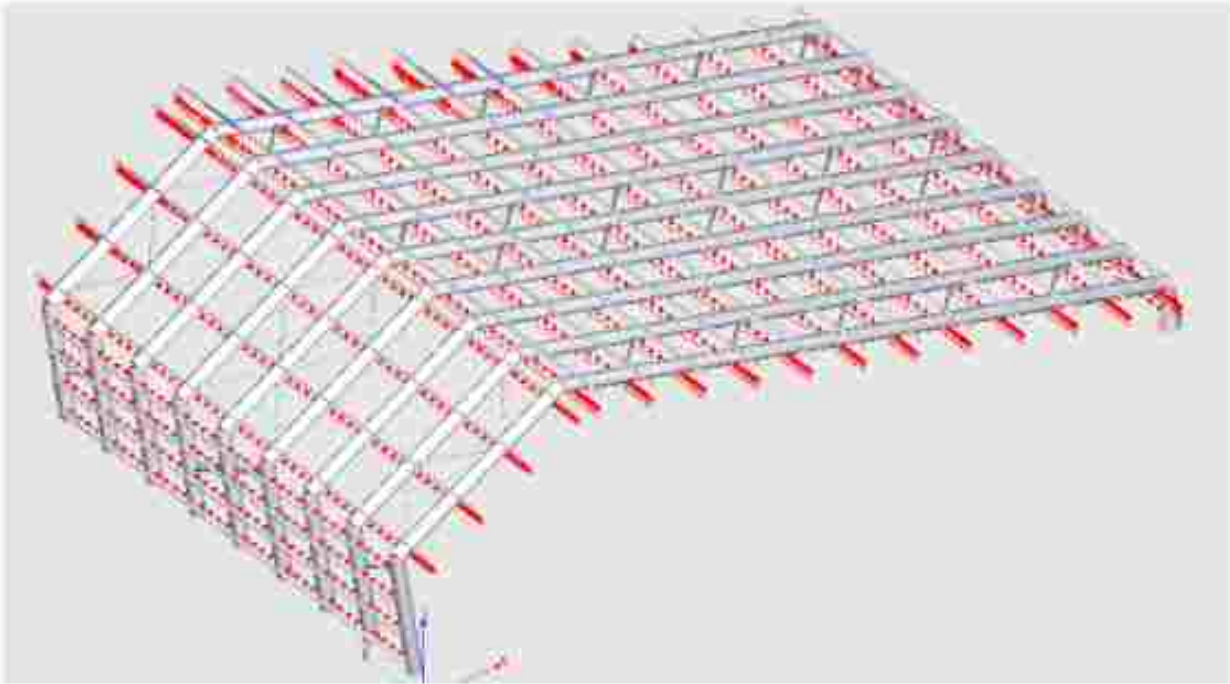
Condizione 4 – Neve con vento – caso II



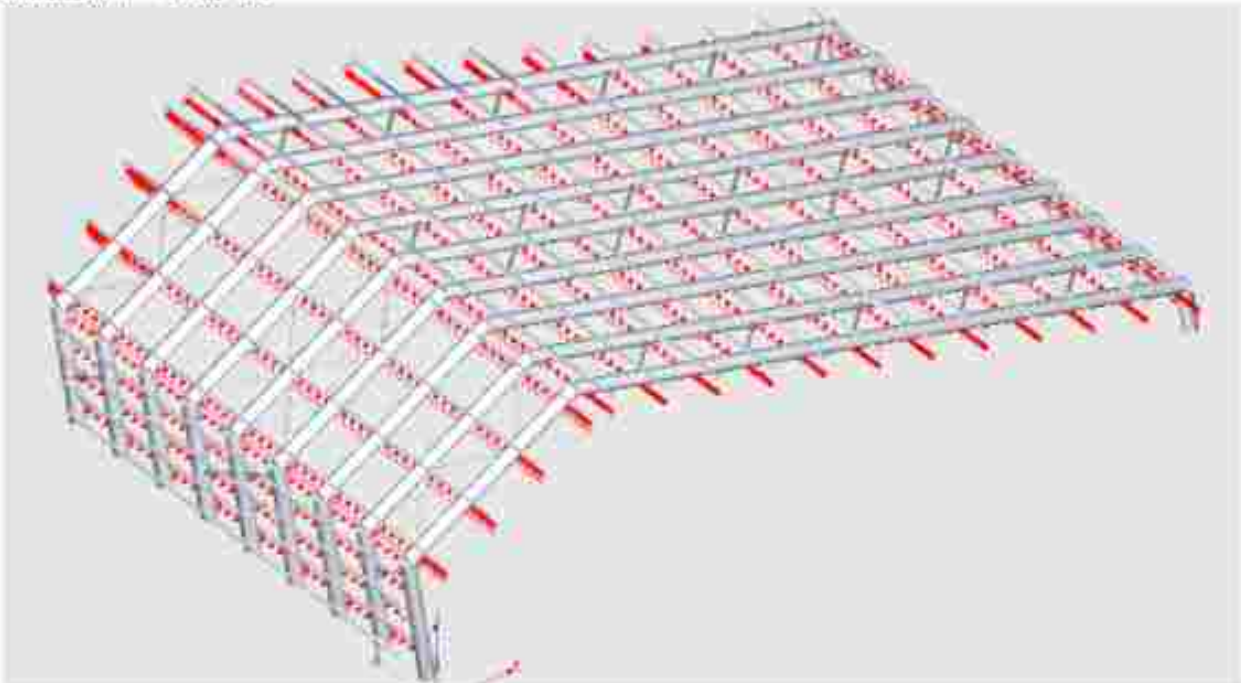
Condizione 5 – Neve con vento – caso III



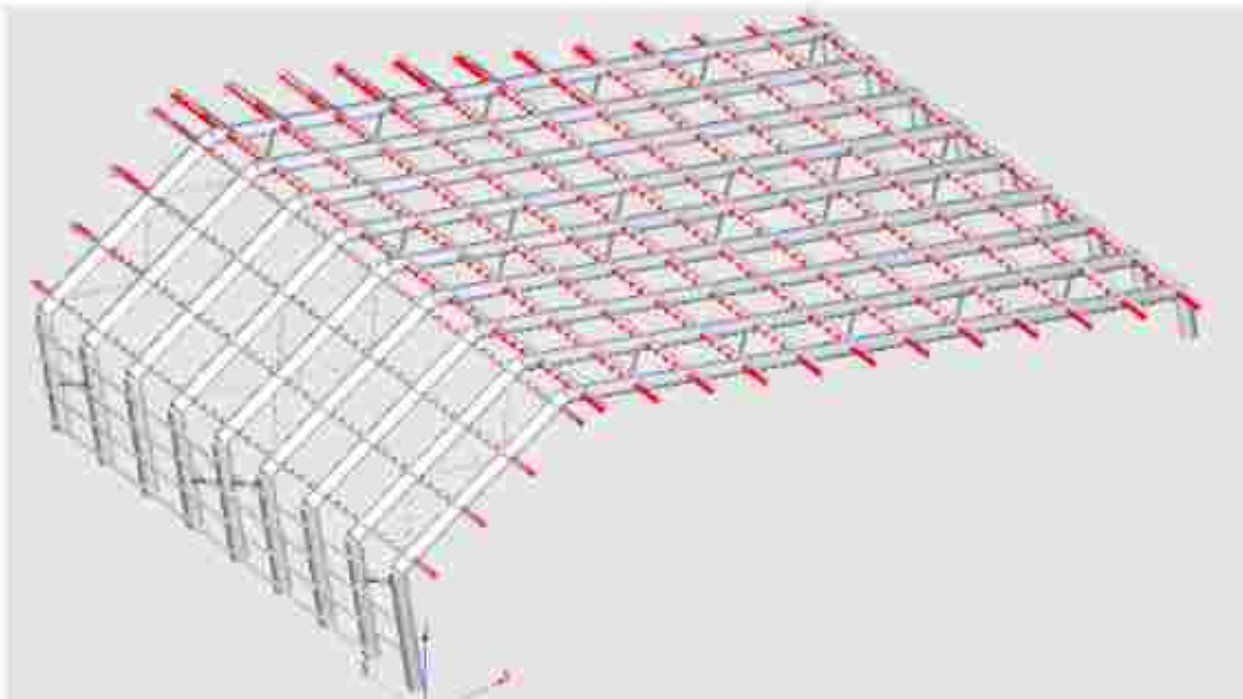
Condizione 6 – Vento +X



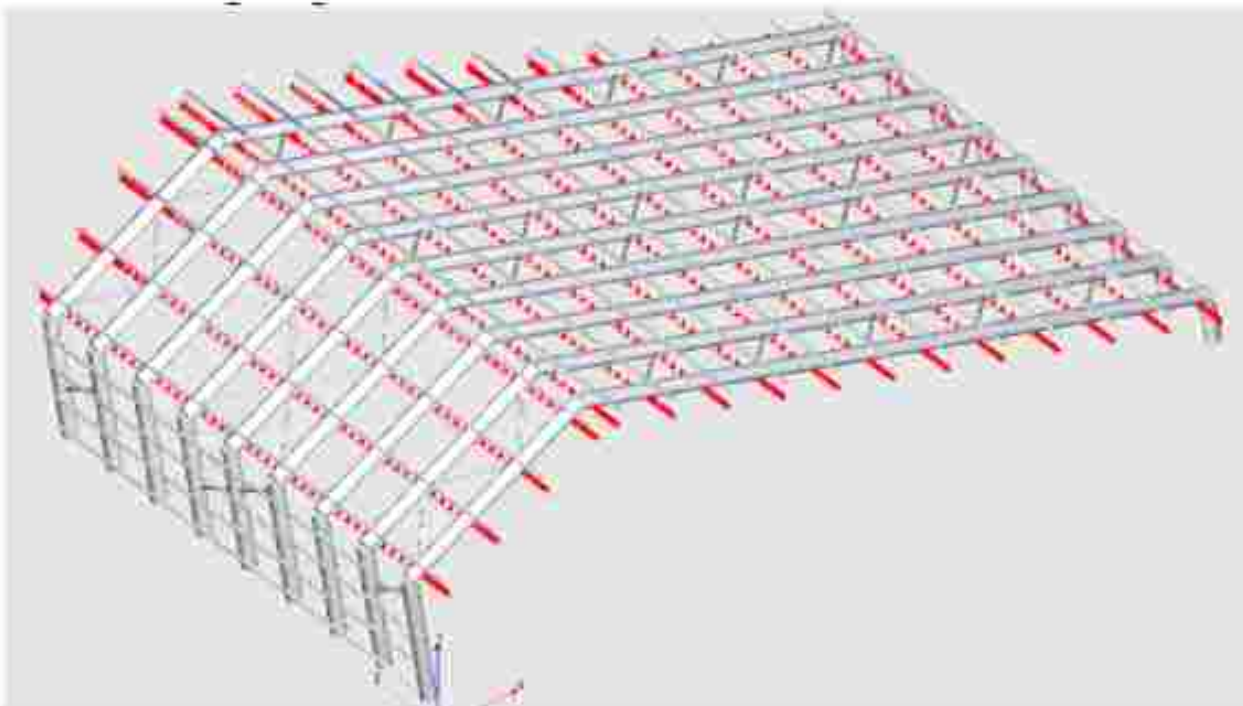
Condizione 7 – Vento -X



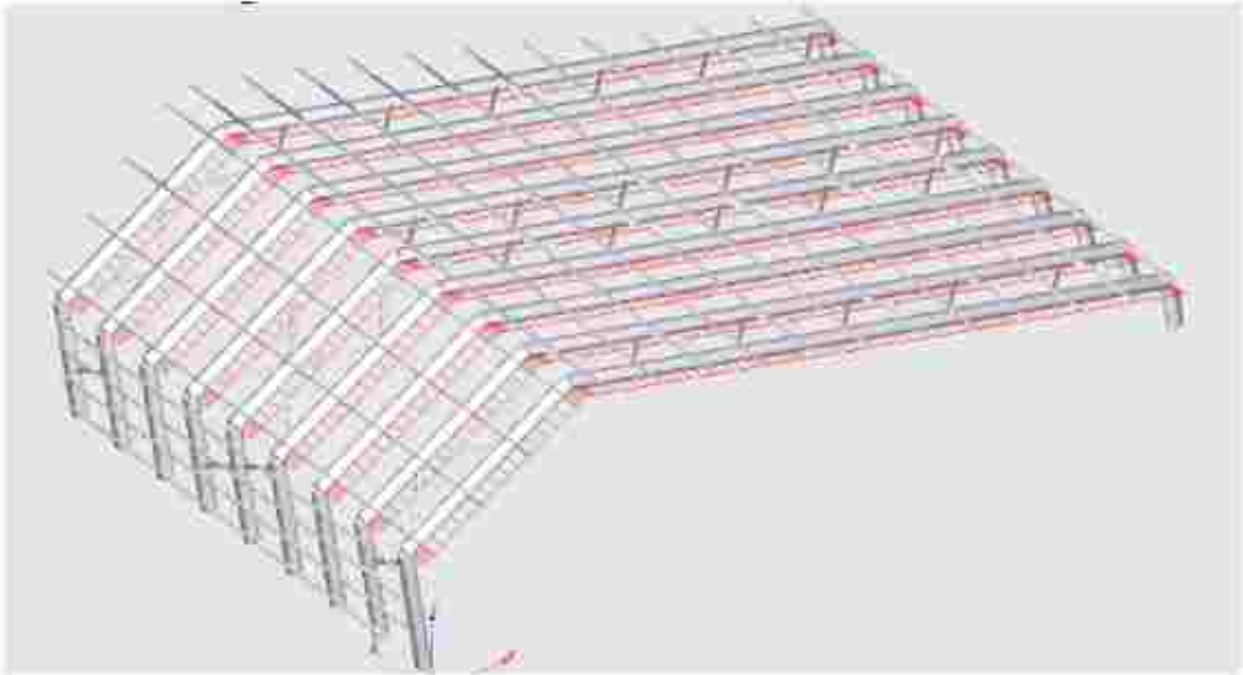
Condizione 8 – Vento_Tettoia_of>0



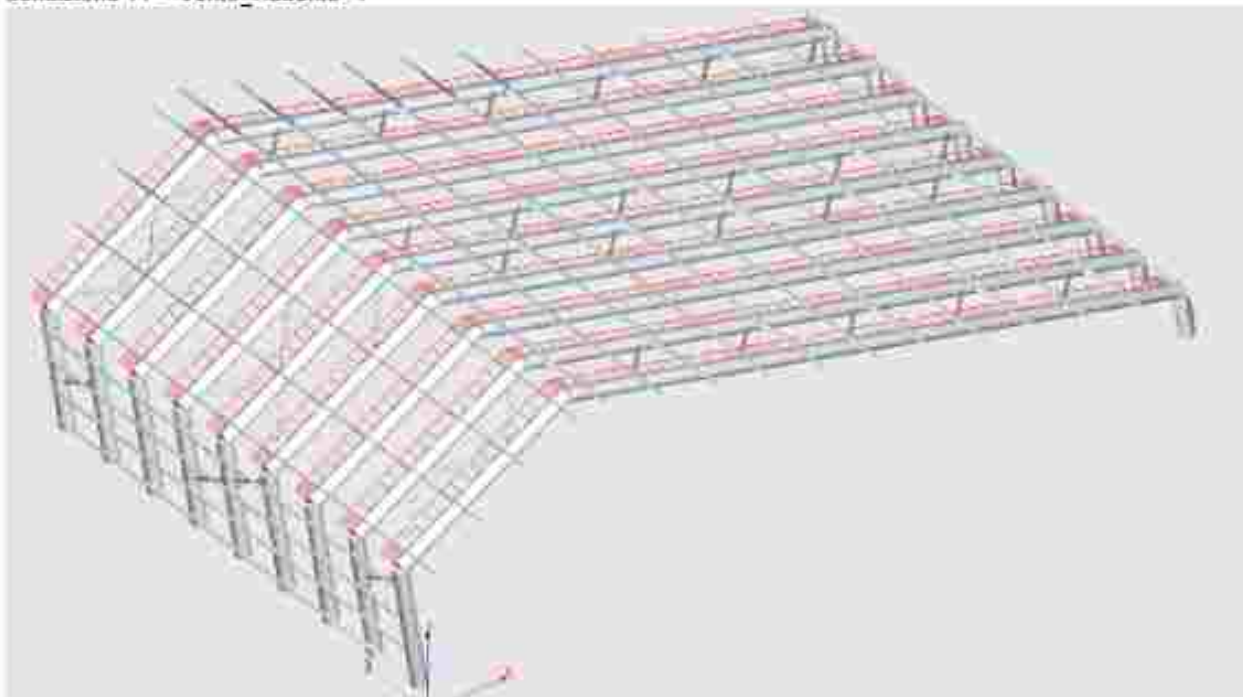
Condizione 9 - Vento_Tettoia_cf < 0



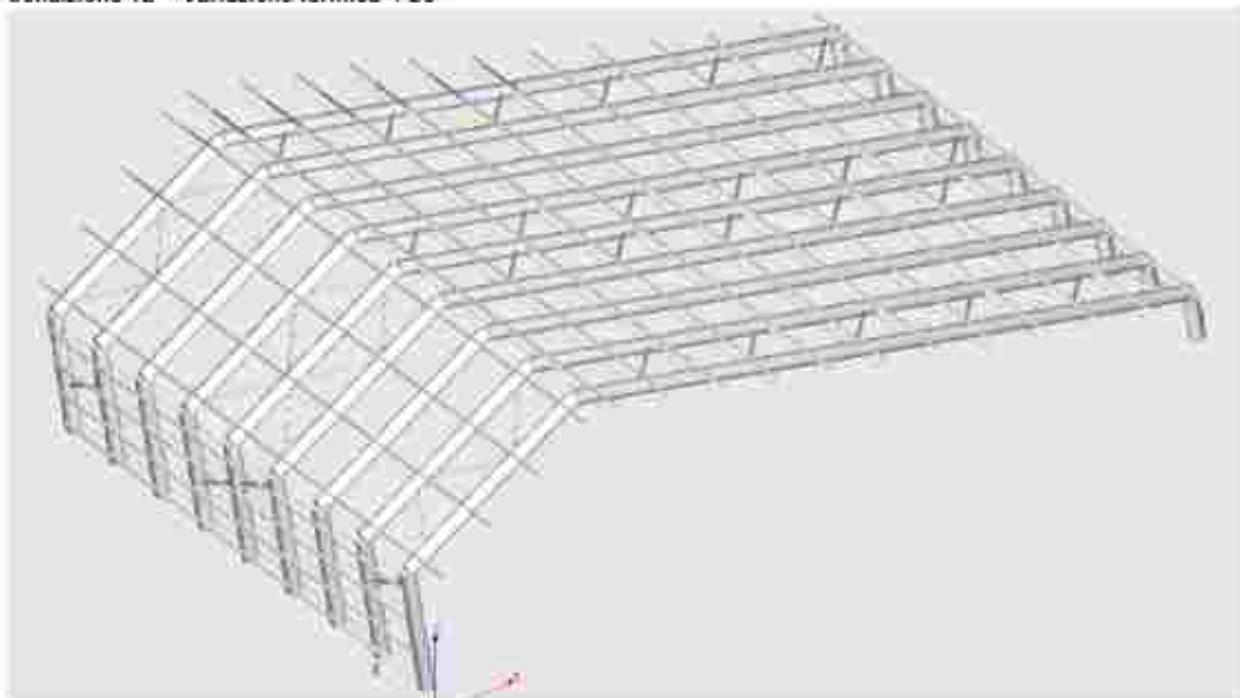
Condizione 10 - Vento_Radente +Y



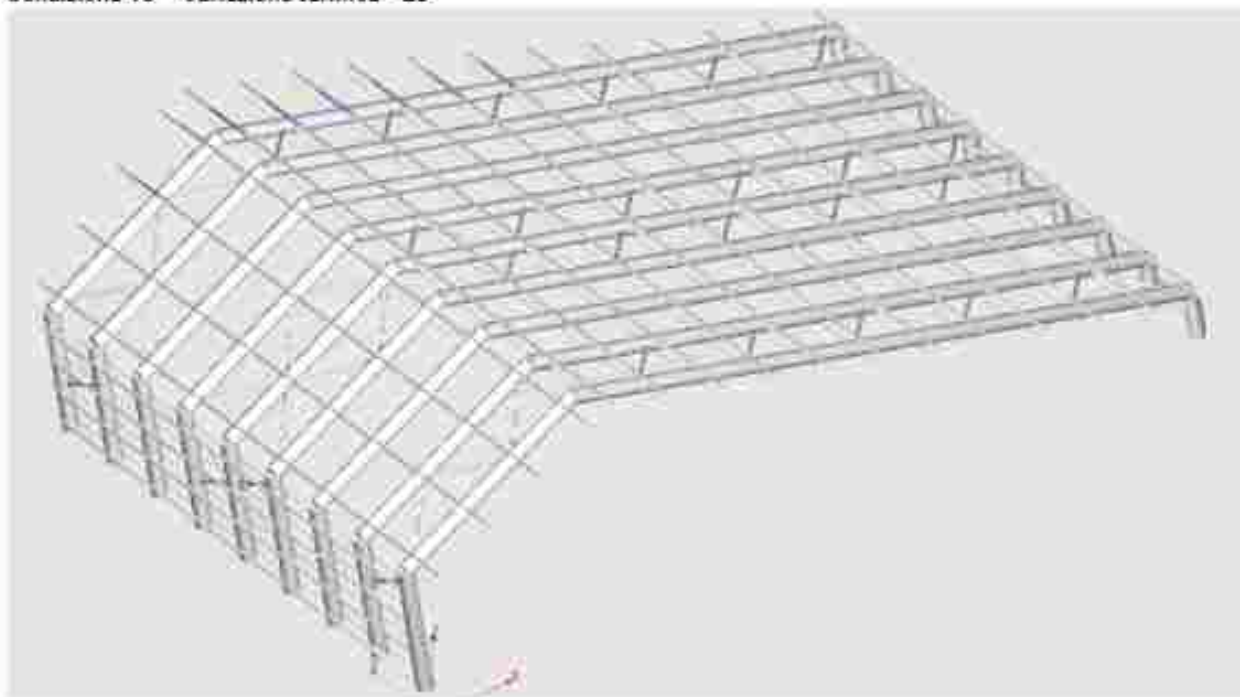
Condizione 11 - Vento_Radente -Y



Condizione 12 - Variazione termica +25°



Condizione 13 - Variazione termica - 25°



1.6. RELAZIONE SUI MATERIALI

Nello specifico si rimanda alla RELAZIONE SUI MATERIALI allegata al progetto.

Nel seguito si riassumono sinteticamente, in ogni caso, le caratteristiche dei materiali principali costituenti le strutture di fondazione, rimandando agli ELABORATI GRAFICI STRUTTURALI ed alla RELAZIONE SUI MATERIALI per le specifiche di dettaglio.

1.6.1. CALCESTRUZZO per STRUTTURE DI FONDAZIONE

Calcestruzzo per opere di fondazione:

Classe di resistenza: C 28/35 (Rck 35 MPa)

Classe di esposizione in riferimento alla Norma UNI EN 206-1: X02

Classe di consistenza: \geq fluida S4 – Semifiuida S3

Max dimensione inerti: 25 mm

Copriferro minimo fondazioni: 50 mm

1.6.2. ACCIAIO PER CEMENTO ARMATO – Armatura Platee

Per le strutture si deve utilizzare acciaio B450C di cui al § 11.3.2.1 delle NTC 2018.

Tab. 11.3.1a

$f_{y\ nom}$	450 N/mm ²
$f_{t\ nom}$	540 N/mm ²

1.6.3. MICROPALI

Pali trivellati ottenuti utilizzando perforazioni di piccolo diametro ($\emptyset \leq 250$ mm) con tubi metallici d'armatura dotati di valvole di non ritorno connessi al terreno mediante iniezione ripetuta ad alta pressione.

Le perforazioni dovranno essere eseguite senza rivestimento con impiego di fanghi di cemento e bentonite (tipo di perforazione in terreni uniformemente argillosi di media ed elevata consistenza esenti di intercalazioni incoerenti).

1.6.4. MALTE E MISCELE CEMENTIZIE

Per quanto riguarda le malte le miscele cementizie le medesime dovranno presentare resistenza cubica pari a Rck \geq 35 MPa. Si prescrive:

- Dosaggio in peso dei componenti tale da soddisfare un rapporto acqua/cemento: a/c \leq 0,6.

La composizione delle miscele di iniezione, riferita ad 1 mc di prodotto, dovrà essere la seguente:

- Acqua: 600 kg
- Cemento: 1200 kg
- Additivi: 10–20 kg
- Peso specifico pari a circa: 1,80 kg/dm³

La composizione delle malte, prevedendo un'efficace mescolazione dei componenti atta a ridurre la porosità dell'impasto, può fare riferimento al seguente dosaggio minimo, riferito ad 1 mc di prodotto finito:

- Acqua: 300 kg
- Cemento: 600 kg
- Additivi: 5–10 kg
- Inerti: 1100–1300 kg

1.6.5.ARMATURE TUBOLARI

Acciaio per micropali

Tipo: S355J0

Tensione caratteristica di snervamento: $f_{yk} = 355 \text{ N/mm}^2$

Tensione caratteristica di rottura: $f_{tk} = 510 \text{ N/mm}^2$

1.6.6.ACCIAI LAMINATI

Per la realizzazione dei profili costituenti le strutture principali e secondarie della Tettoia metallica si utilizzerà:

Acciaio S355JR – Per tutti i profili tubolari cavi e per tutti i fazzoletti, piastre e nervature.

Classe di esecuzione UNI 1090-2 delle strutture in carpenteria: **EXC3**

Valori nominali f_y e f_u per laminati a caldo a sezione cava, di spessore nominale $\leq 40\text{mm}$:

- $f_{yk} \geq 355 \text{ MPa}$
- $f_{tk} \geq 510 \text{ MPa}$

1.6.7.BULLONERIA

Le unioni bullonate sono realizzate con bulloni rispondenti alle indicazioni contenute nel D.M. 17.01.2018 e nelle norme europee UNI EN ISO 4016:2002, UNI 5592:1968 e UNI EN ISO 898-1:2001. Si utilizzeranno:

- Bulloni di classe 8.8 e barre filettate di classe 8.8 (UNI EN ISO 898-1)
 - Dadi classe 8 (UNI EN 20898-2)
 - Tensione di snervamento $f_{yk} = 649 \text{ N/mm}^2$
 - Tensione di rottura $f_{tk} = 800 \text{ N/mm}^2$
-

1.7. ILLUSTRAZIONE DEI CRITERI DI PROGETTAZIONE E MODELLAZIONE

Di seguito sono descritte le caratteristiche di resistenza e durabilità dei materiali previsti per le opere strutturali

<p>Classe di Duttilità</p>	<p align="center">Struttura non Dissipativa</p> <p>COMPORTAMENTO STRUTTURALE</p> <p>Le strutture soggette all'azione sismica, non dotate di appenti dissipativi, dovranno essere progettate in accordo con uno dei seguenti comportamenti strutturali:</p> <p>o comportamento strutturale non dissipativo;</p> <p>oppure</p> <p>o comportamento strutturale dissipativo.</p> <p>Per comportamento strutturale non dissipativo, nella valutazione della domanda tutte le resistenze e i collegamenti dovranno essere in campo elastico e sostanzialmente elastici; la domanda derivante dall'azione sismica e dalle altre azioni è calcolata, in funzione dello stato limite cui si riferisce, con indipendenza dalla tipologia strutturale e senza tener conto delle non linearità di materiale, attraverso un modello elastico (v. § 7.2.6).</p> <p>Per comportamento strutturale dissipativo, nella valutazione della domanda in campo elastico di non linearità alle collegamenti e/o nei nodi plastici, con le resistenze pari alle resistenze elastiche o sostanzialmente elastiche, la domanda derivante dall'azione sismica e dalle altre azioni è calcolata, in funzione dello stato limite cui si riferisce e della tipologia strutturale, tenendo conto della capacità dissipativa legata alle non linearità di materiale. Se la capacità dissipativa è presa in conto esplicitamente attraverso il fattore di comportamento q (v. § 7.3), si ricorre al modello elastico se la capacità dissipativa è presa in conto esplicitamente, si adotta un'adeguata legge costitutiva (v. § 7.2.6).</p> <p align="center">NTC 2018 par 7.2.2</p>																									
<p>Sistema costruttivo dell'edificio</p>	<p align="center">Strutture a telaio controventato Monopiano a più campate</p>																									
<p>Criteria di progettazione</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Le strutture non sono, evidentemente a pendolo inverso • Le strutture non sono torsionalmente deformabili • Trattasi di struttura intelaiata – Costruzioni d'acciaio (87.5.2.2) 																									
<p>Sistemi di isolamento</p>	<p>Non presenti</p>																									
<p>Tipologia delle pareti non strutturali</p>	<p>Progettate per non subire danni a seguito di spostamenti d'interpiano.</p>																									
<p>REGOLARITÀ IN PIANTA – Struttura in progetto [NTC 7.2.1]: Sì Struttura monopiano approssimativamente regolare</p>																										
<p>REGOLARITÀ IN ALTEZZA – Struttura in progetto [NTC 7.2.1]: Sì Tutte le Unità sono state considerate come non regolari in altezza</p>																										
<p>Fattore di comportamento q Il valore di q per le strutture non dissipative può arrivare fino a 1.5.</p> <p>Per le strutture a comportamento strutturale non dissipativo si adotta un fattore di comportamento q_{nsd}, ridotto rispetto al valore minimo relativo alla CD "B" (Tab. 7.3.1) secondo l'espressione:</p> $1 \leq q_{nsd} = \frac{2}{3} q_{corr} \leq 1.5 \quad [7.3.2]$ <p align="center">NTC 2018 par 7.3.1 fattore q</p>																										
<p>Nel caso in esame, considerato pari a 4.0 il fattore di comportamento per strutture in acciaio intelaiate in CDB, si può assumere per la struttura in esame un fattore di comportamento pari a 1.50.</p>																										
<p>In riferimento al fattore di struttura, si riporta il valore cui si è fatto riferimento, calcolato secondo quanto riportato al D.M.17.01.2018, utilizzato nelle verifiche svolte a partire dai risultati dell'analisi dinamica modale.</p>																										
<p>Classe di duttilità della struttura: <input type="radio"/> CDB <input type="radio"/> COA <input checked="" type="radio"/> Struttura Non Dissipativa Help q factor</p>																										
<p>Fattore di struttura per sisma Orizzontale</p> <table border="1"> <tr> <td>K_e</td> <td><input type="text" value="1"/></td> <td>C SLV</td> <td><input type="text" value="1.5"/></td> <td>fattore di struttura q SLV</td> <td><input type="text" value="1.5"/></td> </tr> <tr> <td>K_w</td> <td><input type="text" value="1"/></td> <td>C SLC</td> <td><input type="text" value="1"/></td> <td>fattore di struttura q SLC</td> <td><input type="text" value="1"/></td> </tr> <tr> <td>α_w/α_1</td> <td><input type="text" value="1"/></td> <td>C SLD</td> <td><input type="text" value="1.5"/></td> <td>fattore di struttura q SLD</td> <td><input type="text" value="1.5"/></td> </tr> <tr> <td>$q_0 = C \alpha_w/\alpha_1$ $q = q_0 K_e K_w$</td> <td></td> <td>C SLO</td> <td><input type="text" value="1"/></td> <td>fattore di struttura q SLO</td> <td><input type="text" value="1"/></td> </tr> </table>			K_e	<input type="text" value="1"/>	C SLV	<input type="text" value="1.5"/>	fattore di struttura q SLV	<input type="text" value="1.5"/>	K_w	<input type="text" value="1"/>	C SLC	<input type="text" value="1"/>	fattore di struttura q SLC	<input type="text" value="1"/>	α_w/α_1	<input type="text" value="1"/>	C SLD	<input type="text" value="1.5"/>	fattore di struttura q SLD	<input type="text" value="1.5"/>	$q_0 = C \alpha_w/\alpha_1$ $q = q_0 K_e K_w$		C SLO	<input type="text" value="1"/>	fattore di struttura q SLO	<input type="text" value="1"/>
K_e	<input type="text" value="1"/>	C SLV	<input type="text" value="1.5"/>	fattore di struttura q SLV	<input type="text" value="1.5"/>																					
K_w	<input type="text" value="1"/>	C SLC	<input type="text" value="1"/>	fattore di struttura q SLC	<input type="text" value="1"/>																					
α_w/α_1	<input type="text" value="1"/>	C SLD	<input type="text" value="1.5"/>	fattore di struttura q SLD	<input type="text" value="1.5"/>																					
$q_0 = C \alpha_w/\alpha_1$ $q = q_0 K_e K_w$		C SLO	<input type="text" value="1"/>	fattore di struttura q SLO	<input type="text" value="1"/>																					
<p>Classe dell'edificio</p>	<p>d'uso</p>	<p>Costruzioni con livelli di prestazioni ordinarie [NTC – Tab.2.4.1] Classe III</p>																								

Stati limite indagati	SLE – SLU – SLV – SLD
Giunti di separazione tra strutture contigue	Non Presenti
Requisiti delle fondazioni: Piazze su micropali in cui il trasferimento delle sollecitazioni al terreno è interamente affidato ai micropali	Nello specifico si rimanda alla RELAZIONE GEOTECNICA allegata al progetto.
Modellazione della struttura e dei vincoli	Le strutture sono modellate con il metodo degli elementi finiti, applicato a sistemi tridimensionali. Gli elementi utilizzati sono sia monodimensionali (trave con eventuali sconnessioni interne) che bidimensionali (piastre). I vincoli sono considerati puntuali ed inseriti tramite le sei costanti di rigidità elastica. Le sezioni oggetto di verifica nelle travi sono stampate a passo costante. In particolare, la carpenteria metallica è modellata con elementi monodimensionali, mentre le fondazioni con gruppi di pali.

1.7.1. VALUTAZIONE DELLE VIBRAZIONI

Il transito di convogli ferroviari determina una sollecitazione dinamica della sovrastruttura ferroviaria che propagandosi prima nella struttura ferroviaria (rilevato) e poi nel terreno adiacente può interessare eventuali edifici situati in prossimità della linea ferroviaria stessa. Le vibrazioni prodotte dal transito dei convogli ferroviari, si propagano nel terreno adiacente alla linea ferroviaria fino a raggiungere gli edifici situati al margine di essa.

La vibrazione si propaga nel terreno come onde di volume (compressione e taglio) e/o come onde di superficie (Rayleigh e Love).

In linea generale le vibrazioni, nel loro percorso verso il recettore, vengono attenuate per diffusione geometrica e per dissipazione di energia nel terreno. Nelle tratte in rilevato, come nel caso in esame, le onde di corpo si trasmettono con fronti d'onda semicilindrici e sono dunque caratterizzate da attenuazione di tipo geometrico. Tuttavia in queste tratte la vibrazione viene trasmessa prevalentemente come onde di superficie che, per loro natura, non risultano caratterizzate da attenuazione geometrica. Ne consegue che in questi tratti la riduzione dell'energia immessa dal transito del convoglio ferroviario avviene quasi esclusivamente ad opera della dissipazione nel terreno. Negli edifici recettori la vibrazione è percepita o come moto meccanico degli elementi componenti edili.

La Normativa di riferimento, nella valutazione delle vibrazioni:

- UNI 9614:2017 Misura delle vibrazioni negli edifici e criteri di valutazione del disturbo;
- UNI 9916:2004 Criteri di misura e valutazione degli effetti delle vibrazioni sugli edifici
- Documentazione tecnica RFI
- Norme DIN 4150-3

Per quanto concerne la struttura in progetto la frequenza fondamentale di vibrazione, a seconda della direzione d'ingresso delle sollecitazioni dinamiche è compresa nell'intervallo $f [2,86 - 8,33]$ Hz. Raramente i livelli energetici più elevati delle vibrazioni prodotte da fonti esterne si collocano in questi intervalli di periodi e frequenze. In generale i periodi di vibrazione delle fonti esterne (specificamente traffico ferroviario) sono inferiori e conseguentemente le frequenze più elevate ed il loro effetto sugli edifici è quindi modesto e trascurabile. Sorgenti di vibrazioni con elevati livelli energetici, e periodi che interessano gli intervalli significativi per le strutture (compresi quelli indicati sopra per la struttura in esame), sono i terremoti, i cui effetti e le relative verifiche trovano ampia trattazione all'interno della presente Relazione di calcolo.

Come specificato nelle norme DIN 4150-3 inoltre effetti significativi delle vibrazioni nel suolo possono verificarsi soprattutto nel caso di terreni molli o di media compattezza (sabbie, ghiaie) in cui forti vibrazioni possono determinare sprofondamenti e dunque cedimenti strutturali del terreno. Ciò vale particolarmente, in caso di vibrazioni frequenti per sabbie uniformi. Il rischio di danno è tanto maggiore quanto meno addensato è il terreno; anche da questo punto di vista, per quanto determinato a seguito delle prove di caratterizzazione del sottosuolo riportate nella Relazione Geologica del dott. Geol. Pierluigi Dalari, la costruzione

in esame non sorge su una tipologia di terreno tale da risultare particolarmente sensibile all'effetto delle vibrazioni indotte dal traffico ferroviario:

Si specifica che la costruzione in esame è realizzata con tipologia costruttiva a telaio controventato in acciaio e non sono presenti elementi di rivestimento fragili (tramezzature, intonaci, rivestimenti ceramici, ecc. ...) particolarmente sensibili al danneggiamento conseguente all'effetto di vibrazioni significative.

Si riporta a titolo esemplificativo quanto prevede la DIN 4150 – in relazione a vibrazioni di breve durata:

Tabella 1: Valori indicativi relativi alla velocità di oscillazione v_v per valutare l'effetto di vibrazioni di breve durata sugli edifici.

Categoria	Tipi di strutture	Velocità di vibrazione in mm/s *			
		Misura alla fondazione			Misura al pavimento ultimo piano
		Campi di frequenza (Hz)			Frequenze diverse
		<10	10-50	50-100**	
1	Edifici utilizzati per scopi commerciali ed edifici industriali e simili	20	20-40	40-50	40
2	Edifici residenziali e simili	5	5-15	15-20	15
3	Strutture particolarmente sensibili alle vibrazioni, non rientranti nelle categorie precedenti e di grande valore intrinseco	3	3-8	8-10	8

* Si intende la massima delle tre componenti della velocità nel punto di misura.
 ** Per frequenze maggiori di 100 Hz possono applicarsi i valori riportati in questa colonna.

*... se si rimane entro i valori indicativi della tabella 1 non si verificano, allo stato attuale della conoscenza, danni traducibili in una diminuzione del valore d'uso (cfr. par. 4.6) per cause riconducibili a vibrazioni..."

Combinazioni SLE Quasi Permanenti													
Combinazione	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Combinazioni SLO													
Combinazione	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1.01	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
1.02	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
1.03	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
1.04	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
1.05	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
1.06	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
1.07	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
1.08	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
1.09	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
1.10	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
1.11	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
1.12	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
1.13	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
1.14	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
1.15	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
1.16	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
1.17	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
1.18	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
1.19	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
1.20	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
1.21	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
1.22	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
1.23	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
1.24	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
1.25	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
1.26	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
1.27	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
1.28	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
1.29	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
1.30	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
1.31	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
1.32	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
1.33	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
1.34	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
1.35	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
1.36	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
1.37	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
1.38	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
1.39	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
1.40	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
1.41	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
1.42	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
1.43	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
1.44	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
1.45	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
1.46	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
1.47	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
1.48	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
1.49	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
1.50	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0

1.9. METODO DI ANALISI ESEGUITO

Le strutture sono progettate assumendo un **comportamento strutturale non dissipativo**, ovvero tutte le membrature e i collegamenti rimangono in campo elastico senza tenere conto delle non linearità dei materiali.

Si assume un fattore di comportamento $q=1.60$.

Le analisi svolte sono **ANALISI STATICA LINEARE** e **ANALISI LINEARE DINAMICA (Dinamica Modale)**.

1.10 CRITERI DI VERIFICA AGLI SL IN PRESENZA DI AZIONE SISMICA

Valutazione sismica	dell'azione	<p>Per l'analisi sismica l'equilibrio dinamico della struttura è descritto dal sistema di equazioni differenziali del secondo ordine:</p> $[M] \{X''\} + [C] \{X'\} + [K] \{X\} = -[M] \{Y''G\} \quad [Eq.1]$ <p>dove:</p> <ul style="list-style-type: none"> [M]: Matrice delle Masse (quadrata di ordine n) [C]: Matrice di Smorzamento (quadrata di ordine n) [K]: Matrice di Rigidezza elastica (quadrata di ordine n) {X''}: Vettore delle Accelerazioni relative struttura-suolo {X'}: Vettore delle Velocità relative struttura-suolo {X}: Vettore degli Spostamenti relativi struttura-suolo {Y''G}: Vettore dell'Accelerazione impressa al suolo <p>Considerando che in genere le forze dissipative, decisive nei confronti della risonanza, sono trascurabili ed hanno scarsa influenza sui valori delle frequenze proprie, l'equazione del moto si semplifica nella seguente espressione:</p> $[M] \{X''\} + [K] \{X\} = -[M] \{Y''G\} \quad [Eq.2]$ <p>impiegata nel caso di strutture generiche con masse concentrate associate ai gradi di libertà generici (lumped mass).</p> <p>Il calcolo degli autovettori ed autovalori viene svolto facendo uso dell'algoritmo noto come Subspace Iteration, il cui svolgimento è riportato in diverse pubblicazioni (metodi dell'iterazione del sottospazio di WILSON). Il comando va alla ricerca dei primi modi di vibrare aventi il maggior periodo proprio T, quelli che impiegano poca energia per deformare la struttura.</p> <p>Ottenute le soluzioni dall'equazione delle frequenze (autovalori):</p> $([K] - \omega^2 [M]) \{X\} = \{0\} \quad [Eq.3]$
----------------------------	--------------------	---

si ha il vettore delle frequenze degli m modi di vibrare

$$\{\omega\} = \{\omega_1, \omega_2, \omega_3, \dots, \omega_m\}^T \quad [\text{Eq. 4}]$$

con cui si determinano gli m autovettori corrispondenti

$$\{\Phi\}_i = \{\phi_1, \phi_2, \phi_3, \dots, \phi_n\}^T \quad \text{con } i = 1, 2, \dots, m \quad [\text{Eq. 5}]$$

Gli m modi di vibrare $\{\Phi\}_i$ sono normalizzati rispetto alla matrice delle masse in modo che

$$\{\Phi\}^T [M] \{\Phi\} = [I] \quad [\text{Eq. 6}]$$

dove:

$$\{\Phi\} = \{ \{\Phi\}_1, \{\Phi\}_2, \{\Phi\}_3, \dots, \{\Phi\}_m \}$$

da cui deriva che

$$\{\Phi\}^T [K] \{\Phi\} = [\omega^2] \quad [\text{Eq. 7}]$$

dove $[I]$ è la matrice identità e $[\omega^2]$ è la matrice spettrale (diagonale) delle frequenze naturali.

Noti i modi di vibrare della struttura è possibile trasformare il sistema di coordinate normali in quello generalizzato tramite la:

$$\{X(t)\} = \{\Phi\} \{Z(t)\} \quad [\text{Eq. 8}]$$

in cui

$$\{Z(t)\}^T = \{Z_1, Z_2, Z_3, \dots, Z_m\} \text{ vettore coordinate generalizzate}$$

Sostituendo la 8 nell'equazione 2, e premoltiplicando questa per $[\Phi]^T$, si giunge alle equazioni disaccoppiate del moto (matrice delle rigidità e delle masse diagonali) sfruttando le proprietà della 6 e 7:

$$\{Z''\} + [\omega^2] \{Z\} = \{\Phi\}^T [M] \{Y''G\} \quad [\text{Eq. 9}]$$

posto che sia e tralasciando il segno negativo

$\{Z''\}$ vettore derivate seconde rispetto al tempo delle coordinate generalizzate

L'integrazione della Eq. 9 può essere eseguita con l'integrale di Duhamel oppure impiegando il metodo delle differenze finite però, tenendo in considerazione che, per la maggior parte delle tipologie strutturali considerate in campo civile, bastano pochi modi di vibrare per descrivere lo stato deformativo della struttura, si evita l'oneroso computo della $[\Phi]$ globale.

D'altro canto, per la verifica strutturale è richiesto il valore massimo dello stato di deformazione e sollecitazione per cui, al fine di diminuire l'onere dell'analisi dinamica, le normative internazionali, in generale, e quella italiana, in particolare, propongono l'uso di appropriati spettri di risposta di progetto.

In questo caso la Eq. 9 può essere riscritta:

$$\{Z''\} + [\omega^2] \{Z\} = \{\Phi\}^T \{P\} a(t) \quad [\text{Eq. 10}]$$

dove:

$\{P\} = \{m_i \cos(\alpha), m_i \sin(\alpha), J_p, \dots\}$ con α angolo di ingresso del sisma.

$a(t) = g \cdot C \in \beta \cdot R(T)$ accelerazione massima del terreno in funzione del periodo corrispondente della struttura per ogni modo di vibrare (spettro di risposta).

Dalla Eq. 10 si ha che la massima risposta, in termini di spostamento in coordinate generalizzate, è data da:

$$Z_{i,max} = (\{\Phi\}^T \{P\} a(t)) / \omega_i \quad [\text{Eq. 11}]$$

per ogni singolo modo di vibrare i e gli spostamenti in coordinate globali diventano

$$\{X\}_i = Z_{i,max} \{\Phi\}_i \quad [\text{Eq. 12}]$$

Calcolati gli spostamenti $\{X\}_i$ per ogni modo di vibrare, si risale alle relative sollecitazioni S_i le quali sommate in quadratura:

$$S_i = \sqrt{\sum_{j=1}^m \sum_{k=1}^m \rho_{jk} S_j S_k} \quad [\text{Eq. 14}]$$

con $i = 1, 2, 3, \dots, m$

forniscono la sollecitazione di progetto S_p . Il modo di calcolare la generica sollecitazione S_p fornito dall'Eq. 13, viene calcolato secondo quanto indicato nell'EC8 (in particolare l'EC8 4.2.1.3.) utilizzando la formula nota in letteratura come CQC (Complete Quadratic Combination).

Essendo al solito S_i la generica grandezza relativa all' i -esimo modo di vibrare ed:

$$A_{\xi} = \frac{8\xi^2(1+r)r^{3d}}{(1-r^2)^2 + 4\xi^2r(1+r)^2} \quad [\text{Eq. 15}]$$

essendo ξ il coefficiente di smorzamento (assunto pari a 0.10 (10%) per strutture in C.A.) e:

$$r = \frac{\omega_1}{\omega_j} \text{ con } \omega_j > \omega_2 \quad \text{[Eq. 16]}$$

Il codice di calcolo utilizza, per ogni direzione d'ingresso del sisma, il numero massimo di modi di vibrare compatibilmente con la disponibilità di memoria centrale fornita dal calcolatore.

A questo proposito è da rilevare che in generale, se n è il numero di gradi di libertà cui è associata massa, il numero di modi di vibrare (e quindi il numero di periodi) della struttura è n . Quindi un'analisi dinamica completa richiede il calcolo di n modi di vibrare. Per questa ragione il codice di calcolo individua, in generale, solo un sottoinsieme dei modi di vibrare della struttura ed in particolare i primi ovvero quelli che richiedono meno energia per essere attivati. In generale la strategia adottata nel codice di calcolo è la seguente:

- Viene calcolato sempre il massimo numero di modi di vibrare compatibile con la struttura e le disponibilità di memoria presenti sul computer che si utilizza.
- Per una assegnata direzione di ingresso del sisma vengono calcolati i fattori di partecipazione relativi agli n modi di vibrare individuati

$$\delta_{i_n} = \frac{\bar{\phi}_i^T |M| Z}{\bar{\phi}_i^T |M| \bar{\phi}_i}$$

- dove l è il cosiddetto vettore di trascinamento.
- Gli autovettori vengono riordinati per $|\phi_i|$ decrescenti.
- Vengono individuati gli n autovalori da utilizzare in soluzione scelti in modo che abbiano i massimi valori di $|\phi_i|$ ovvero i primi n modi precedentemente riordinati.

Va rilevato che usando questa tecnica in generale si potranno utilizzare, per una certa direzione di ingresso α del sisma, i modi di vibrare che vengono addirittura scartati per un'altra direzione di ingresso.

Criteri di Verifica

Vengono condotte le seguenti verifiche:

- SLU (stato limite ultimo senza sisma) "Sicurezza nei confronti di stati limite ultimi (SLU): capacità di evitare crolli, perdite di equilibrio e dissesti gravi, totali o parziali, che possano compromettere l'incolumità delle persone oppure comportare la perdita di beni, oppure provocare gravi danni ambientali e sociali, oppure mettere fuori servizio l'opera" (punto 2.1 del D.M. 17 gennaio 2018).
Nel caso in esame la verifica consiste nel controllare che le sollecitazioni agenti in ciascun elemento strutturale non superino quelle resistenti. Sono sottoposte a verifica tutte le varie parti della struttura, quali le fondazioni, i montanti, le travi dei portali e quelle comprese tra di essi.
Nel presente stato limite sono ricomprese anche le verifiche geotecniche relative alla capacità portante del terreno, allo scorrimento lungo il piano di fondazione ed al ribaltamento.

- SLV (stato limite di vita – stato limite ultimo con sisma) "Stato Limite di salvaguardia della Vita (SLV): a seguito del terremoto la costruzione subisce rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e significativi danni dei componenti strutturali cui si associa una perdita significativa di rigidità nei confronti delle azioni orizzontali, la costruzione conserva invece una parte della resistenza e rigidità per azioni verticali e un margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni sismiche orizzontali" (punto 3.2.1 del D.M. 17 gennaio 2018).

Vengono condotte le medesime verifiche di cui allo SLU assumendo come sollecitazioni quelle ottenute dall'analisi sismica.

Poiché nel caso di specie si assume fattore di struttura pari ad 1.50 per strutture non dissipative, non vengono condotte valutazioni in merito alle capacità dissipative delle strutture, in quanto tutte le parti si mantengono in regime elastico.

- SLE (stato limite di esercizio senza sisma) "Sicurezza nei confronti di stati limite di esercizio (SLE): capacità di garantire le prestazioni previste per le condizioni di esercizio" (punto 2.1 del D.M. 17 gennaio 2018).

Facendo riferimento alla Tab. 4.2.XII, si ritiene di adottare il limite massimo per la

deformabilità δ_{max} per effetto di tutti i carichi, pari a $L/250$ relativo alle fattispecie di "solai o coperture che reggono intonaco o altro materiale di finitura fragile o tramezzi non flessibili" e di "nei casi in cui lo spostamento può compromettere l'aspetto dell'edificio".

Prendendo come riferimento l'interasse dei portali di 24 m, l'inflessione massima deve essere inferiore a: $\delta_{max} = 24.000 / 250 = 96 \text{ mm}$

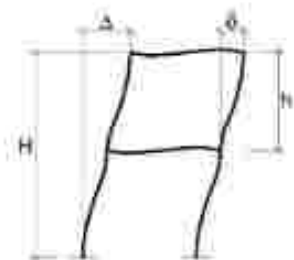
Elementi strutturali	Limiti superiori per gli spostamenti verticali	
	$\frac{\delta_{max}}{L}$	$\frac{\delta_{L}}{L}$
Coperture in generale	$\frac{1}{200}$	$\frac{1}{250}$
Coperture praticabili	$\frac{1}{250}$	$\frac{1}{300}$
Solai in generale	$\frac{1}{250}$	$\frac{1}{300}$
Solai o coperture che reggono intonaco o altro materiale di finitura fragile o tramezzi non flessibili	$\frac{1}{250}$	$\frac{1}{350}$
Solai che supportano colonne	$\frac{1}{400}$	$\frac{1}{500}$
Nei casi in cui lo spostamento può compromettere l'aspetto dell'edificio	$\frac{1}{250}$	

In caso di specifiche esigenze tecniche o funzionali tali limiti devono essere opportunamente ridotti.

- Si ritiene di fissare come limite per gli spostamenti orizzontali il valore riportato nella Tab. 4.2.XIII relativo alla fattispecie "altri edifici monopiano", pari a $h/300$, pertanto, considerando un'altezza massima dell'opera di circa 6,84 m, lo spostamento massimo ammesso è pari a: $\delta_{max} = 6.840 / 300 = 22,8 \text{ mm}$

Tipologia dell'edificio	Limiti superiori per gli spostamenti orizzontali	
	$\frac{\delta}{h}$	$\frac{\Delta}{H}$
Edifici industriali monopiano senza carroponte	$\frac{1}{150}$	/
Altri edifici monopiano	$\frac{1}{300}$	/
Edifici multipiano	$\frac{1}{300}$	$\frac{1}{500}$

In caso di specifiche esigenze tecniche o funzionali tali limiti devono essere opportunamente ridotti.



- Si ritiene di fissare SLD (stato limite di danno – stato limite di esercizio con sisma)

Stato Limite di Danno (SLD): a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali, le apparecchiature rilevanti alla sua funzione, subisce danni tali da non mettere a rischio gli utenti e da non compromettere significativamente la capacità di resistenza e di rigidità nei confronti delle azioni verticali ed orizzontali, mantenendosi immediatamente utilizzabile per nell'interruzione d'uso di parte delle apparecchiature" (punto 3.2.1 del D.M. 17 gennaio 2018). Nel caso di specie si ritiene positiva la verifica se, per effetto dell'azione sismica, gli

spostamenti orizzontali non superano il valore fissato per le verifiche allo stato limite di esercizio senza sisma.

1.11 CARATTERISTICHE E AFFIDABILITA' DEL CODICE DI CALCOLO

Affidabilità del codice di calcolo

Il cap. 10 del Decreto del Ministero Infrastrutture e Trasporti del 14 Gennaio 2008 fornisce le istruzioni relative alla **Redazione dei progetti strutturali esecutivi e delle relazioni di calcolo**, cui il progettista delle strutture deve attenersi nella redazione degli elaborati progettuali. Il punto 10.2 **Analisi e verifiche svolte con l'ausilio di codici di calcolo specifici**:

Quando l'analisi strutturale e le relative verifiche siano condotte con l'ausilio di codici di calcolo automatico, il progettista dovrà controllare l'affidabilità dei codici utilizzati e verificare l'affidabilità dei risultati ottenuti, curando nel contempo che la presentazione dei risultati stessi sia tale da garantire la leggibilità, la corretta interpretazione e la riproducibilità.

Nella fase di stesura della relazione di calcolo, utilizzando i tabulati provenienti da codici di calcolo, è demandato al progettista il compito di analisi preliminare della documentazione.

Il progettista dovrà esaminare preliminarmente la documentazione a carico del software per valutarne l'affidabilità e soprattutto l'adeguatezza al caso specifico. La documentazione, che sarà fornita dal produttore o dal distributore del software, dovrà contenere una esauriente descrizione delle basi teoriche e degli algoritmi impiegati, l'individuazione del campo d'impiego, nonché casi prova interamente risolti e commentati, per i quali dovranno essere forniti i file di input necessari a riprodurre l'elaborazione.

Il presente documento costituisce assieme alle stampe degli esempi documento di validazione del software prodotto dalla ditta En.Ex.Sys s.r.l.

Ditta produttrice

En.Ex.Sys s.r.l.
Via Tizzano 46/2 - Casalecchio di Reno (Bologna)

Software, versione, o serie



ENEXSYS
Engineering Expert Systems
WinStrand - InForma
copyright En.Ex.Sys. S.r.l.
Via Tizzano 46/2 Casalecchio di Reno (Bo) Italia
Tel +39 051.576505 Fax +39 051.576006
www.enexsys.com



Sistema Operativo
Microsoft Windows NT
6.2 (Build: 9200)
Memoria Disponibile: 2047 MB
Spazio Libero Disco: 2916 MB Liberi su C:

Numero di serie: 18012RD0CS
Versione: 2022 - 064
Scadenza contratto InForma: 01/08/2023

Campo di applicazione

Analisi statica e dinamica di strutture in campo elastico lineare.

Benchmark tests e documentazione a carico del software

Il controllo dell'affidabilità della analisi numeriche è stato condotto su una serie di esempi di letteratura in cui soluzione sia esprimibile in forma chiusa, allo scopo di verificare l'affidabilità del software.

Gli esempi condotti, corredati dalla fonte di riferimento, dai risultati numerici e dai file hanno permesso la riproduzione integrale degli stessi con esito ampiamente soddisfacente.

Gli esempi proposti e riprodotti sono "Benchmark Tests" ideati dalla NAFEMS, di seguito riportiamo la serie di tests di validazione riprodotti e che sono parte della documentazione allegata al software.

1. Frequenze naturali di vibrazione di una trave appoggiata;
2. Frequenze naturali di vibrazione di una trave a mensola;
3. Frequenze naturali di vibrazione di un oscillatore semplice;
4. Trave piena con estremi incastri.

- 5. Sistema piano di aste sospese
- 6. Stato tensionale di una trave inflessa
- 7. Stato tensionale di una trave inflessa
- 8. Sistema piano di aste sospese
- 9. Trave a mensola soggetta a momento torcente concentrato
- 10. Telaio piano
- 11. Trave reticolare piana
- 12. Controllo dell'analisi condotte considerando il comportamento monoalbero degli elementi biella - trave
- 13. Asta piana a carico termico
- 14. Flessione in una piastra circolare
 Diaframma spessore 40 cm, altezza 10 m di cui 3 m a strada

Un attento esame preliminare della documentazione a corredo del software ha consentito di valutarne l'affidabilità e soprattutto l'adeguatezza al caso specifico. La documentazione, fornita dal produttore e distributore del software, contiene una esauriente descrizione delle basi teoriche e degli algoritmi impiegati, l'individuazione dei campi d'impiego, nonché casi prova interamente risolti e commentati, corredati dei file di input necessari a riprodurre l'elaborazione.

Si è verificata l'affidabilità e la robustezza del codice di calcolo attraverso un numero significativo di casi prova (riportati in precedenza) in cui i risultati dell'analisi numerica sono stati confrontati con soluzioni teoriche.

Descrizione degli elementi finiti e passaggio dei Patch Tests

Tutti gli elementi finiti utilizzati passano i Patch Tests

Gli elementi finiti e le superfici di carico possiedono un proprio sistema di riferimento detto *Terna di Riferimento Locale (1,2,3)*, in contrapposizione con la *Terna di Riferimento Globale (X,Y,Z)* a cui ci si riferisce per semplificare l'orientamento nello spazio.

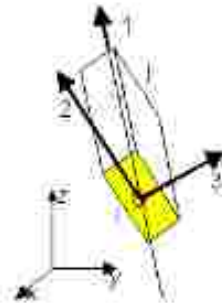


Fig.: Terna locale 1,2,3 di un elemento lineare.

Per un elemento lineare interposto fra i nodi *i* e *j*, come una biella, una trave o un pilastro, la terna locale viene ad assumere sistematicamente la seguente posizione:

I nodi *i* e *j* sono, rispettivamente, il primo e il secondo nodo individuati durante la generazione dell'elemento.

L'asse 1 (*X* locale) è diretto dal nodo *i* al nodo *j*.

L'asse 2 (*Y* locale) è diretto dal nodo *i* al nodo *K*, dove *K* è un nodo automaticamente generato dal programma.

L'asse 3 (*Z* locale) è ottenuto come prodotto vettoriale fra i due precedenti in modo da costituire assieme una terna destrorsa.

Per gli elementi verticali (normali al piano *X-Y*) il nodo *K* coincide con la proiezione del nodo *i* in direzione dell'asse *Y* globale ad una distanza di 200 m. In altre parole gli elementi verticali vengono generati con l'asse locale 2 parallelo all'asse globale *Y*.

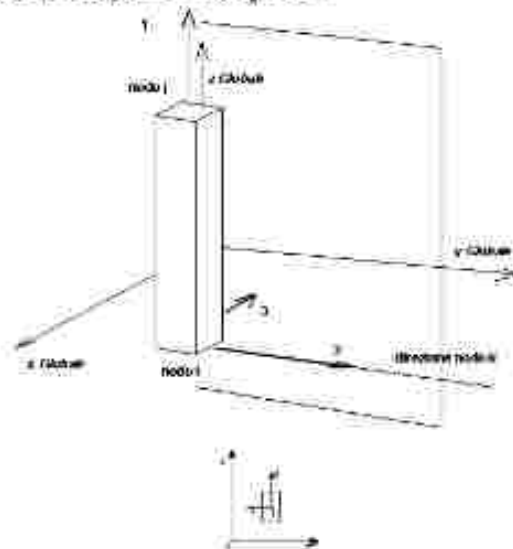


Fig.: Terna locale in elementi generati secondo la direzione verticale.

Per gli elementi non verticali il nodo *K* coincide con la proiezione del nodo *i* ad una distanza di 200 m secondo una direzione così definita: direzione ortogonale all'asse locale 1 contenuta nel piano *m* ortogonale ad *X-Y* e passante per i nodi *i* e *j*.



Fig.: Terna locale in elementi generati secondo una direzione non verticale.

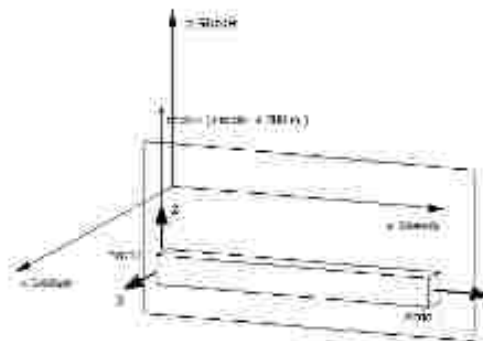


Fig. 1. Trave locale in elementi non verticali e posizione del nodo N.

ELEMENTI TIPO BEAM

Matrice di Rigidezza Impiegata

La matrice di rigidezza utilizzata dal programma per schematizzare travi, travi e pilastri è basata sulla classica matrice 12x12 con 6 gradi di libertà per nodo valida per un elemento tipo beam nello spazio. Nella descrizione dei singoli coefficienti si farà presente il sistema di riferimento locale (1, 2, 3) per cui si ha la seguente corrispondenza:

- J = J, fattore di rigidezza torsionale
- J_3 = Momento d'inerzia secondo l'asse 3-3 (Jx nei profilati)
- J_2 = Momento d'inerzia secondo l'asse 2-2

	u_1	v_1	w_1	r_{x1}	r_{y1}	r_{z1}	u_2	v_2	w_2	r_{x2}	v_{y2}	v_{z2}
$\frac{EA}{L}$												
1	$\frac{EA}{L}$											
2	0	$\frac{EA}{L}$										
3	0	0	$\frac{EA}{L}$									
4	0	0	0	$\frac{J_3}{L}$								
5	0	$\frac{EA}{L}$	0	0	$\frac{EA}{L}$							
6	$\frac{EA}{L}$	0	0	0	0	$\frac{EA}{L}$						
$\frac{EA}{L}$	0	0	0	0	0	0	$\frac{EA}{L}$					
7	$-\frac{17EA}{L^3}$	0	0	0	0	$-\frac{6EA}{L^2}$	0	$\frac{12EA}{L^3}$				
8	0	$-\frac{17EA}{L^3}$	0	0	$-\frac{6EA}{L^2}$	0	0	0	$\frac{12EA}{L^3}$			
9	0	0	$-\frac{17EA}{L^3}$	0	$-\frac{6EA}{L^2}$	0	0	0	0	$\frac{12EA}{L^3}$		
10	0	0	0	$-\frac{6EA}{L^2}$	0	0	0	0	0	0	$\frac{6EA}{L^2}$	
11	0	0	$\frac{6EA}{L^2}$	0	$\frac{6EA}{L^2}$	0	0	0	$\frac{6EA}{L^2}$	0	$-\frac{6EA}{L^2}$	
12	$\frac{6EA}{L^2}$	0	0	0	0	$\frac{6EA}{L^2}$	0	$-\frac{6EA}{L^2}$	0	0	0	$\frac{6EA}{L^2}$

Tale matrice di rigidezza è stata modificata per tener conto dei seguenti aspetti:

- Grado di congruenza degli spostamenti delle sezioni di estremità con quelli nodali (sia rotazioni che traslazioni).
- Deformabilità a taglio dell'asta.

Congruenza degli Spostamenti delle Sezioni di Estremità

Nel PreProcessore, mediante il comando **Fixing Factor**, è possibile modificare il grado di congruenza tra gli spostamenti di una sezione di estremità dell'asta e quelli del relativo nodo a cui si connette. È così possibile passare dalla definizione della completa continuità materiale alla presenza di una cerniera interna (piena o sfiorata).

DEFORMABILITÀ A TAGLIO DELL'ASTA

Nel programma viene tenuto conto della deformabilità a taglio dell'asta modificando i relativi termini taglianti della matrice di rigidezza dell'asta.

I coefficienti relativi alla deformabilità a taglio sono calcolati nell'ipotesi di asta con le sezioni di estremità connesse con piena continuità materiale ai rispettivi nodi (assenza di distorsioni concentrate).

Qualora l'asta non risulti tali ipotesi, i coefficienti della deformabilità a taglio non vengono tenuti in conto.

Convenzioni Segni Sollecitazioni

La trave di riferimento sia locale che generale è destrorsa e pertanto si hanno le seguenti convenzioni sui segni delle sollecitazioni di estremità:

Tagli nel Piano x-y Locale

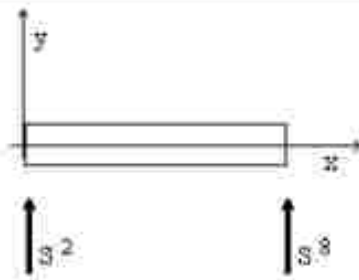
S2 = Txy: Positivo se concorde con y locale.

S3 = Txy: Positivo se concorde con y locale.

Tagli nel Piano x-z Locale

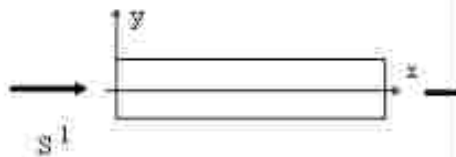
S3 = Txz: Positivo se concorde con z locale.

S9 = Txz: Positivo se concorde con z locale.



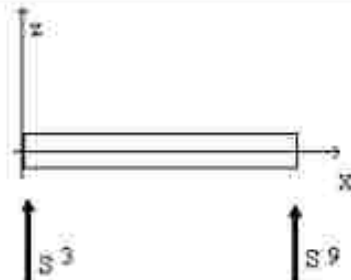
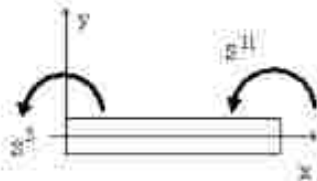
Forzi normali

S2 = N: Positivo indice compressione.
S8 = N: Positivo indice trazione.



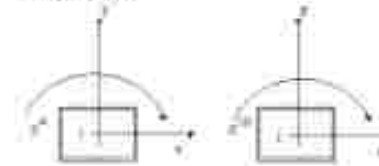
Momenti nel piano x-y locale

S5 = My: Positivo se l'asse vettore è concorde con l'asse z locale.
S7 = My: Positivo se l'asse vettore è concorde con l'asse z locale.



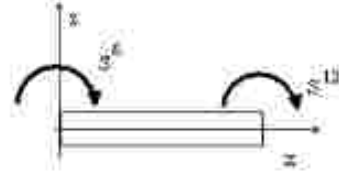
Momenti torcenti

S4 = My: Positivo se l'asse vettore è concorde con l'asse x locale.
S10 = My: Positivo se l'asse vettore è concorde con l'asse x locale.



Momenti nel piano x-z locale

S5 = My: Positivo se l'asse vettore è concorde con l'asse y locale.
S7 = My: Positivo se l'asse vettore è concorde con l'asse y locale.



Nota Bene: i segni positivi dei momenti sono opposti nei 2 piani x-z e y-z locali.

ELEMENTI TIPO TRAVE SU SUOLO ELASTICO

Matrice di Rigidezza dell'asta su Terreno alla Winkler

Per schematizzare le travi su suolo alla Winkler viene impiegata la matrice di rigidezza riportata in [Eing. Y. Ting, Ediz. F. Moolley - Beam on Elastic Foundation Finite Element, A.S.C.E., anno 1985 p. 2325-2327].

Seguendo tale definizione della matrice di rigidezza, posto:

$B = [K/(4EJ)]$ essendo k la costante di sottofondo,

$\delta = B \cdot l$

$\Phi_0(x) = \cos(Bx) \cosh(Bx)$

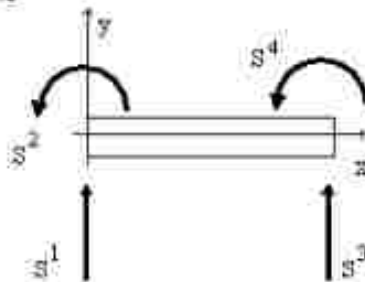
$\Phi_1(x) = \frac{1}{2} [\sin(Bx) \cosh(Bx) + \cos(Bx) \sinh(Bx)]$

$\Phi_2(x) = \frac{1}{2} [\sin(Bx) \sinh(Bx)]$

$\Phi_3(x) = \frac{1}{2} [\sin(Bx) \cosh(Bx) - \cos(Bx) \sinh(Bx)]$

$D = \Phi_2(\delta) \Phi_2(\delta) - \Phi_1(\delta) \Phi_3(\delta)$

e con le convenzioni su tagli e momenti della figura seguente



I termini flessionali della matrice di rigidezza risultano:

$K(1,1) = 8B^3EJ [4\Phi_2(\delta)\Phi_3(\delta) + \Phi_0(\delta)\Phi_1(\delta)] / D$

$K(2,1) = 8B^2EJ [\Phi_0(\delta)\Phi_2(\delta) + 4\Phi_3(\delta)\Phi_3(\delta)] / D$

$K(2,2) = 8EJ [\Phi_1(\delta)\Phi_2(\delta) - \Phi_0(\delta)\Phi_3(\delta)] / D$

$K(3,1) = 4B^3EJ \Phi_1(\delta) - 4B\Phi_3(\delta) \cdot K(1,1) \Phi_0(\delta)$

$K(3,2) = 4B^2EJ \Phi_2(\delta) + K(2,1) \Phi_0(\delta) - K(1,1) \Phi_1(\delta) \cdot B$

$$\begin{aligned}
 K(3,3) &= K(1,1) \\
 K(4,1) &= -K(3,2) \\
 K(4,2) &= -4BEI\phi(5) - K(2,2)\phi(5) + K(2,1)\phi(5)/E \\
 K(4,3) &= -K(2,1) \\
 K(4,4) &= K(2,2)
 \end{aligned}$$

Si è utilizzata questa modellazione perché fornisce in modo diretto i vari termini di rigidità della trave senza procedere per inversione della matrice di flessibilità ma semplicemente utilizzando l'integrale della linea elastica ed imponendo, di volta in volta, gli spostamenti unitari e ricavandone le azioni corrispondenti.

La matrice che ne risulta ha sei gradi di libertà (3 per nodo) e tiene conto esclusivamente delle azioni flessio-taglienti nel piano verticale della trave e del momento torcente.

Le restanti azioni di tipo assiale e flessionale agenti nel piano orizzontale, non vengono prese in considerazione.

Per tanto è necessario vincolare i nodi di estremità della trave alla traslazione nel piano X-Y globale ed alla rotazione attorno all'asse Z globale.

Problemi di interazione suolo-struttura in direzione orizzontale possono essere realizzati mediante l'introduzione di elementi molla equivalenti.

Nota Bene: L'ipotesi di suolo alla Winkler costituisce, per sua natura, un vincolo traslazionale bilaterale per la trave. In realtà non è ammissibile la presenza di zone di terreno in trazione in quanto in tale circostanza l'ipotesi di vincolo bilaterale non troverebbe riscontro fisico.

Convenzione segni sollecitazioni

Le norme di riferimento, sia locale che generale, è destrorsa e, pertanto, si hanno le seguenti convenzioni sui segni delle sollecitazioni di estremità:

Tagli nel piano x-y locale	Momenti torcenti	Momenti nel piano x-y locale
$S_1 = T_{xy}$ Positivo se concorde con y locale. $S_2 = T_{yx}$ Positivo se concorde con y locale. 	$S_3 = M_{xy}$ Positivo se l'asse vettore è concorde con l'asse x locale. $S_4 = M_{yx}$ Positivo se l'asse vettore è concorde con l'asse x locale. 	$S_5 = M_{xy}$ Positivo se l'asse vettore è concorde con l'asse z locale. $S_6 = M_{yx}$ Positivo se l'asse vettore è concorde con l'asse z locale. 

PER IL CALCOLO E LA VERIFICA DEI COLLEGAMENTI METALLICI SI E' UTILIZZATO:

Informazioni sul Software

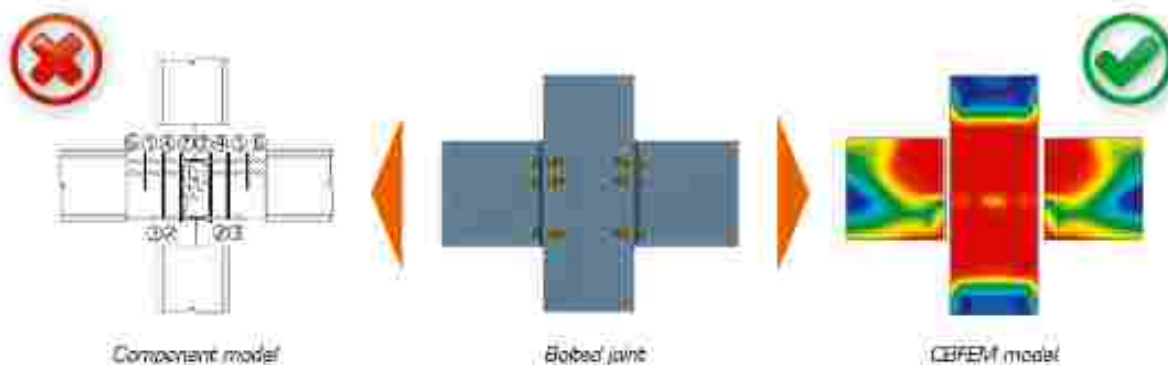


Applicazione	IDEA StatiCa Connection
Versione	21.1.5.1536
Sviluppato da	IDEA StatiCa

Theoretical Background

CBFEM versus Component method

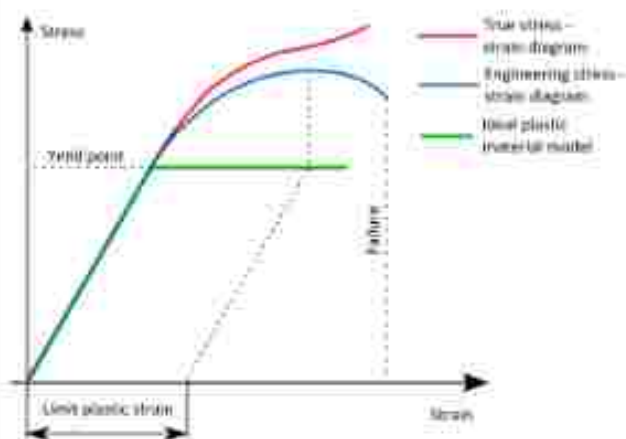
The weak point of standard Component method is in analyzing of internal forces and stress in a joint. CBFEM replaces specific analysis of internal forces in joint with general FEA.



Check methods of specific components like bolts or welds are done according to standard Component method (Eurocode). For the fasteners – bolts and welds – special FEM components had to be developed to model the welds and bolts behaviour in joint. All parts of 1D members and all additional plates are modelled as plate/walls. These elements are made of steel (metal in general) and the behaviour of this material is significantly nonlinear. The real stress-strain diagram of steel is replaced by the ideal plastic material for design purposes in building practice. The advantage of ideal plastic material is, that only yield strength and modulus of elasticity must be known to describe the material curve. The granted ductility of construction steel is 15 %. The real usable value of limit plastic strain is 5% for

ordinary design (1993-1-5 appendix C paragraph C.8 note 1).

The stress in steel cannot exceed the yield strength when using the ideal elastic-plastic stress-strain diagram



Real tension curve and the ideal elastic-plastic diagram of material

CBFEM method aims to model the real state precisely. Meshes of plates / walls are not merged, no intersections are generated between them, unlike it is used to when modelling structures and buildings. Mesh of finite elements is generated on each individual plate independently on mesh of other plates.

Between the meshes, special massless force interpolation constraints are added. They ensure the connection between the edge of one plate and the surface or edge of the other plate.

This unique calculation model provides very good results – both for the point of view of precision and of the analysis speed. The method is protected by patent.

The steel base plate is placed loosely on the concrete foundation. It is a contact element in the analysis model – the connection resists compression fully, but does not resist tension.

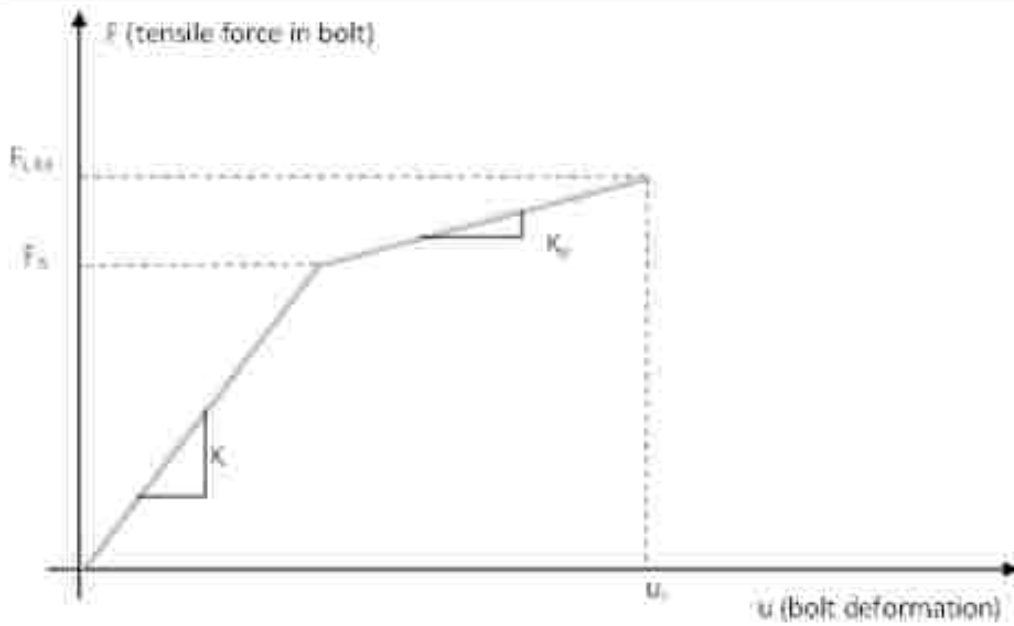


Stress-strain diagram of contact between the concrete block and the base plate

Welds are modelled using a special elastoplastic element, which is added to the interpolation links between the plates. The element respects the weld throat thickness, position and orientation. The plasticity state is controlled by stresses in the weld throat section. The plastic redistribution of stress in welds allows for stress peaks to be redistributed along the longer part of the weld.

Bolted connection consists of two or more clasped plates and one or more bolts. Plates are placed loosely on each other. A contact element is inserted between plates in the analysis model, which acts only in compression. No forces are carried in tension.

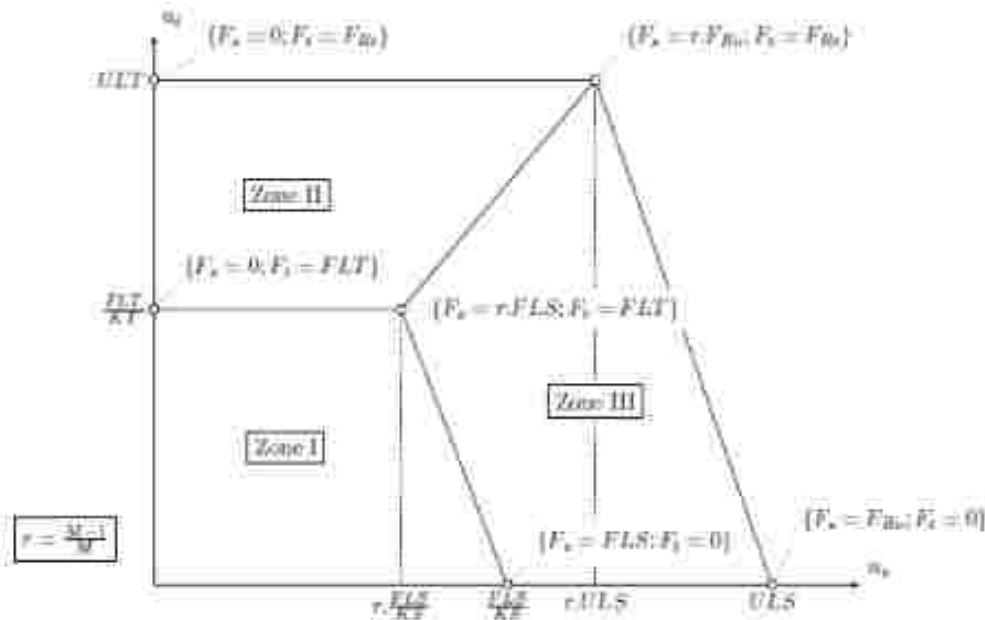
Shear force is taken by bearing. Special model for its transferring in the force direction only is implemented. IDEA StatiCa Connection can check bolts for interaction of shear and tension. The bolt behavior is implemented according to the following picture.



Bolt – tension

Symbols explanation:

- K – linear stiffness of bolt,
- K_p – stiffness of bolt at plastic branch,
- F_s – limit force for linear behaviour of bolt,
- $F_{u,lt}$ – limit bolt resistance,
- u_l – limit deformation of bolt.



Bolt – interaction of shear and tension

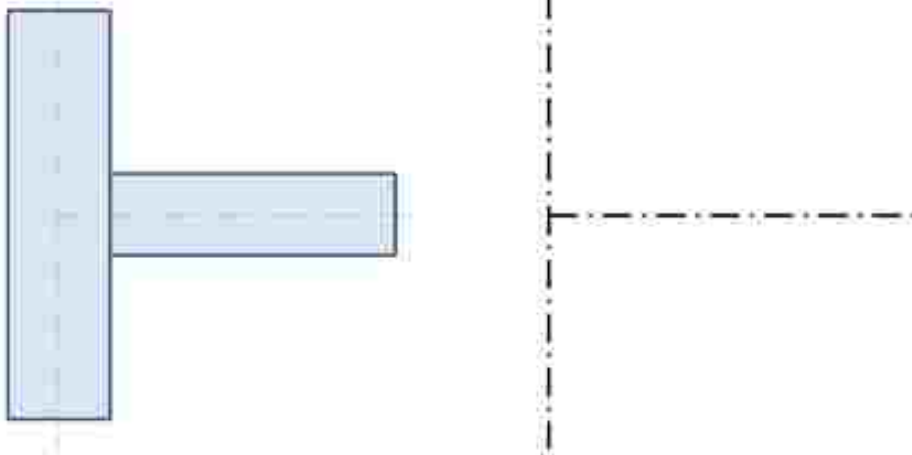
The concrete block in GBFEM is modelled using Winkler-Pasternak subsoil model. The stiffness of subsoil is determined using modulus of elasticity of concrete and effective height of subsoil. The concrete block is not designed by GBFEM method.

Loads

End forces of member of the frame analysis model are transferred to the ends of member segments. Eccentricities of

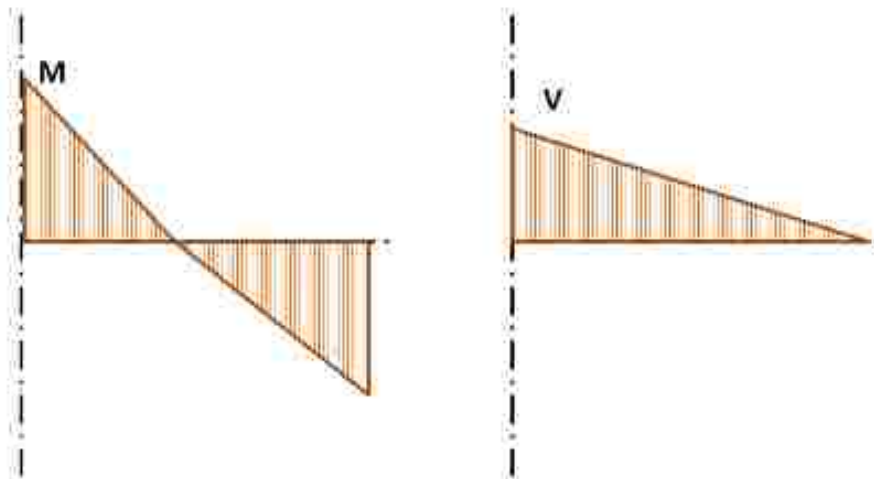
members caused by the joint design are respected during load transfer.

The analysis model created by GBFEM method corresponds to the real joint very precisely, whereas the analysis of internal forces is performed on very idealised 3D FEM 1D model, where individual beams are modelled using centrelines and the joints are modelled using immaterial nodes.



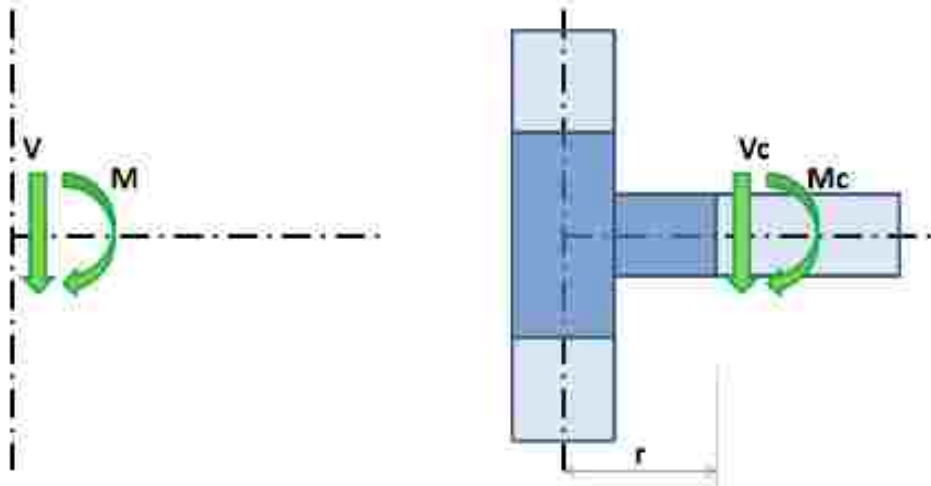
Joint of a vertical column and a horizontal beam

Internal forces are analysed using 1D members in 3D model. There is an example of courses of internal forces in the following picture.



Internal forces in horizontal beam. M and V are the end forces at joint.

The effects caused by member on the joint are important to design the joint (connection). The effects are illustrated in the following picture.



Effects of the member on the joint. GBFEM model is drawn in dark blue color.

Moment M and shear force V act in a theoretical joint. The point of theoretical joint does not exist in GBFEM model, thus the load cannot be applied here. The model must be loaded by actions M_c and V_c , which have to be transferred to the end of segment in the distance r .

$$M_c = M - V \cdot r$$

$$V_c = V$$

In GBFEM model, the end section of segment is loaded by moment M_c and force V_c .

Welds

Design resistance

The stress in the throat section of fillet weld is determined according to EN 1993-1-8 – Cl. 4.5.3:

$$\sigma_{w,Ed} = [\sigma_{\perp}^2 + 3 \cdot (\tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2)]^{0.5}$$

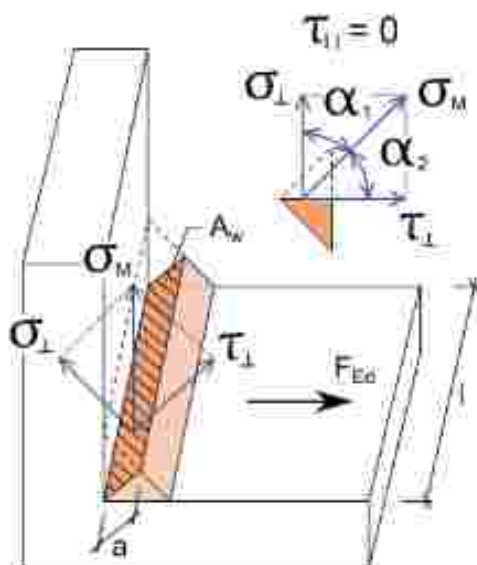
$$\sigma_{w,Rd} = f_w / (\beta_w \gamma_{w2})$$

$$0.9 \cdot \sigma_{w,Rd} = f_w / \gamma_{w2}$$

Weld utilisation

$$U_1 = \min(\sigma_{w,Ed} / \sigma_{w,Rd}, \sigma_{\perp} / 0.9 \cdot \sigma_{w,Rd})$$

β_w – correlation factor – Tab. 4.1



Bolts

Design tension resistance of bolt: $F_{t,Rd} = 0.9 f_{tk} A_s / \gamma_{M2}$

Design shear resistance at punching of bolt head or nut EN 1993-1-8: $B_{z,Rd} = 0.6 \pi d_m t_p f_t / \gamma_{M2}$

Design shear resistance per one shear plane: $F_{v,Rd} = \alpha_v f_{tk} A / \gamma_{M2}$

Design bearing resistance of plate EN 1993-1-8: $F_{b,Rd} = k_t a_p f_t d t / \gamma_{M2}$

Utilisation in tension [%]: $U_{tt} = F_{t,Rd} / \min(F_{t,Rd}, B_{z,Rd})$

Utilisation in shear [%]: $U_{ts} = V / \min(F_{v,Rd}, F_{b,Rd})$

Interaction of shear and tension [%]: $U_{tts} = (V / F_{v,Rd}) + (F_{t,Rd} / 1.4 F_{t,Rd})$

where

- A – gross cross-section of the bolt or tensile stress area of the bolt if threads are intercepted by shear area,
- A_s – tensile stress area of the bolt,
- f_{tk} – ultimate tensile strength,
- d_m – bolt head diameter,
- d – bolt diameter,
- t_p – plate thickness under the bolt head/nut,
- f_t – ultimate steel strength,
- $\alpha_v = 0.6$ for classes (4.6, 5.6, 8.8)
- $\alpha_v = 0.5$ for classes (4.8, 6.8, 6.8, 10.9),
- $k_t \leq 2.5$ – factor from Table 3.4,
- $a_p \leq 1.0$ – factor from Table 3.4,
- $F_{t,Rd}$ – design tensile force in bolt,
- V – resultant of shear forces in bolt.

Preloaded bolts

The design slip resistance of a preloaded class 8.8 or 10.9 bolt is subjected to an applied tensile force, $F_{t,Ed}$

Preloading force to be used EN 1993-1-3 – 3.9 (3.7)

$F_{p,t} = 0.7 f_{tk} A_s$

Design slip resistance per bolt EN 1993-1-3 3.9 – (3.8)

$F_{s,Rd} = k_s n \mu (F_{p,t} = 0.8 F_{t,Ed}) / \gamma_{M2}$

Utilisation in shear [%]:

$U_{ts} = V / F_{s,Rd}$ where

- A_s – tensile stress area of the bolt,
- f_{tk} – ultimate tensile strength,
- k_s – coefficient given in Table 3.6; $k_s = 1$,
- μ – slip factor obtained,
- n – number of the friction surfaces. Check is calculated for each friction surface separately,
- γ_{M2} – safety factor,
- V – shear force,
- $F_{t,Ed}$ – design tensile force in bolt.

Anchors

Anchors are checked according to EN 1992-4. The following checks are performed:

- Tensile steel resistance (Cl. 7.2.1.3) is checked for each individual anchor.
- Concrete cone failure resistance (Cl. 7.2.1.4) is checked for an anchor or a group of anchors loaded in tension with a common concrete cone.
- Pull-out resistance (Cl. 7.2.1.5) is checked for each individual anchor with washer plate.
- Concrete blowout resistance (Cl. 7.2.1.8) is checked for a group of anchors with washer plates near a concrete edge.
- Anchor shear steel resistance (Cl. 7.2.2.3) is checked for each individual anchor. Anchoring with stand-off, direct is considered as shear without lever arm (Cl. 7.2.2.3.1), and anchoring with stand-off, mortar joint is considered as shear with lever arm (Cl. 7.2.2.3.2).

- Concrete pry-out failure (Cl. 7.2.2.4) is checked for a group of anchors.
- Concrete edge failure (Cl. 7.2.2.5) is checked for a group of anchors near a concrete edge. It is assumed that the full shear load acting on a base plate is transferred via this group of anchors.

Note that pull-out and combined pull-out and concrete failures of bonded anchors are not checked due to missing values of shear strength of glue. Concrete splitting failure is not checked due to missing splitting forces of post-installed anchor. These checks, if relevant, must be verified by anchor manufacturer.

Anchors with stand-off

Anchor with stand-off is designed as a bar element loaded by shear force, bending moment, and compressive or tensile force. The bar element is designed according to EN 1993-1-1. The linear interaction of tension (compression) and bending moment is assumed.

Concrete block

Concrete resistance at concentrated compression:

$$F_{Rk} = \beta_1 k_1 f_{ck} / \gamma_c$$

Average stress under the base plate

$$\sigma = N / A_{ef}$$

Utilisation in compression [%]:

$$U_1 = \sigma / F_{Rk}$$

where

- f_{ck} – characteristic compressive concrete strength,
- $\beta_1 = 0.67$ – foundation joint material coefficient,
- k_1 – concentration factor,
- γ_c – safety factor,
- A_{ef} – effective area, on which the column force N is distributed.

Shear in concrete block

1. Shear is transferred only by friction:

$$V_{Rk,y} = N \cdot \mu,$$

$$V_{Rk,z} = N \cdot \mu,$$

2. Shear is transferred by shear iron:

$$V_{Rk,y} = A_{sv} \cdot f_y / (\sqrt{3} \gamma_{M2}),$$

$$V_{Rk,z} = A_{sz} \cdot f_y / (\sqrt{3} \gamma_{M2}).$$

Plates of shear lug, welds to the base plate and concrete in bearing are checked.

3. Shear is transferred by anchors:

Anchors loaded in shear are checked according to EN 1992-4.

Utilisation in shear [%]:

$$U_2 = \min (V_y / V_{Rk,y}, V_z / V_{Rk,z}),$$

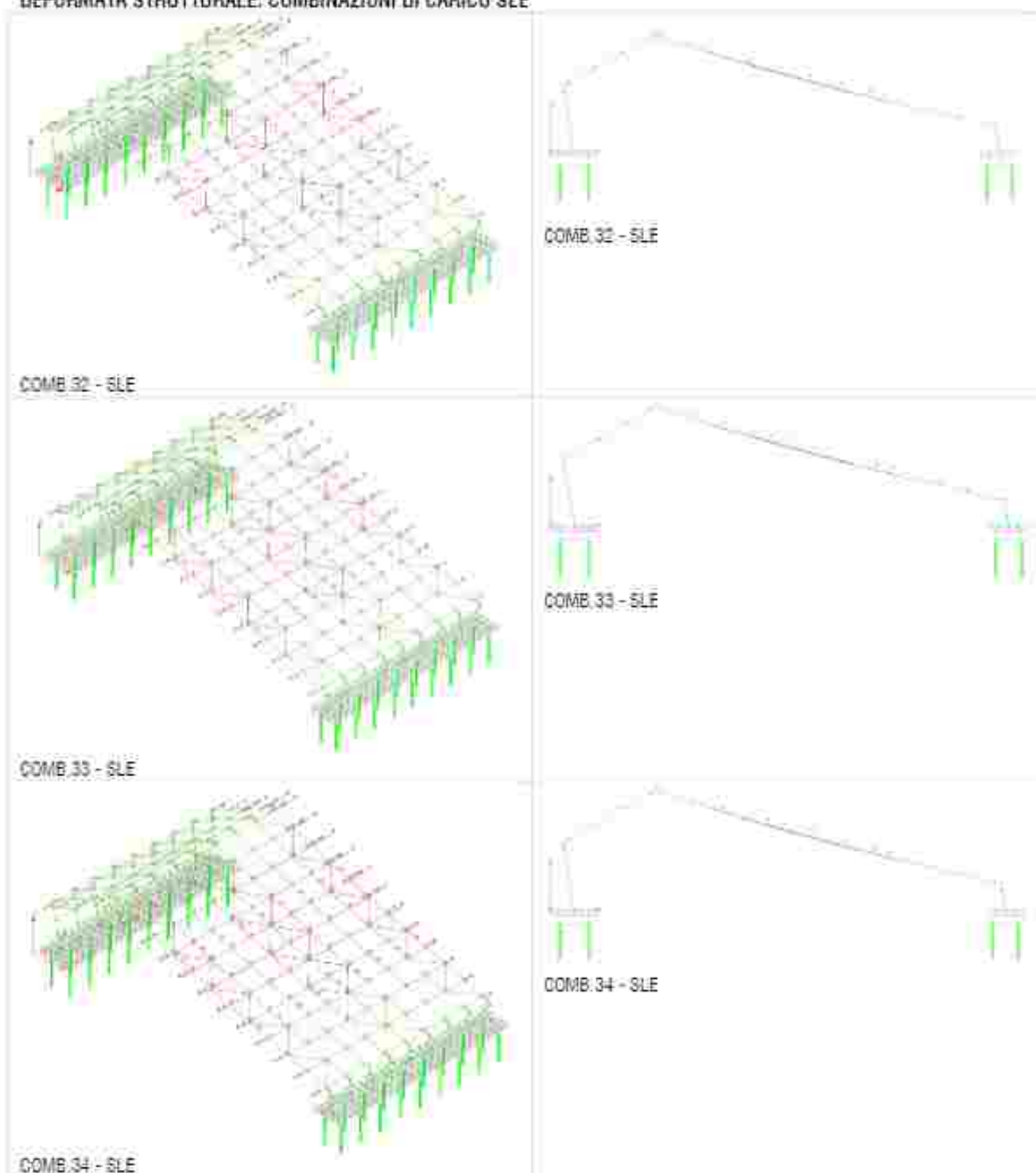
where

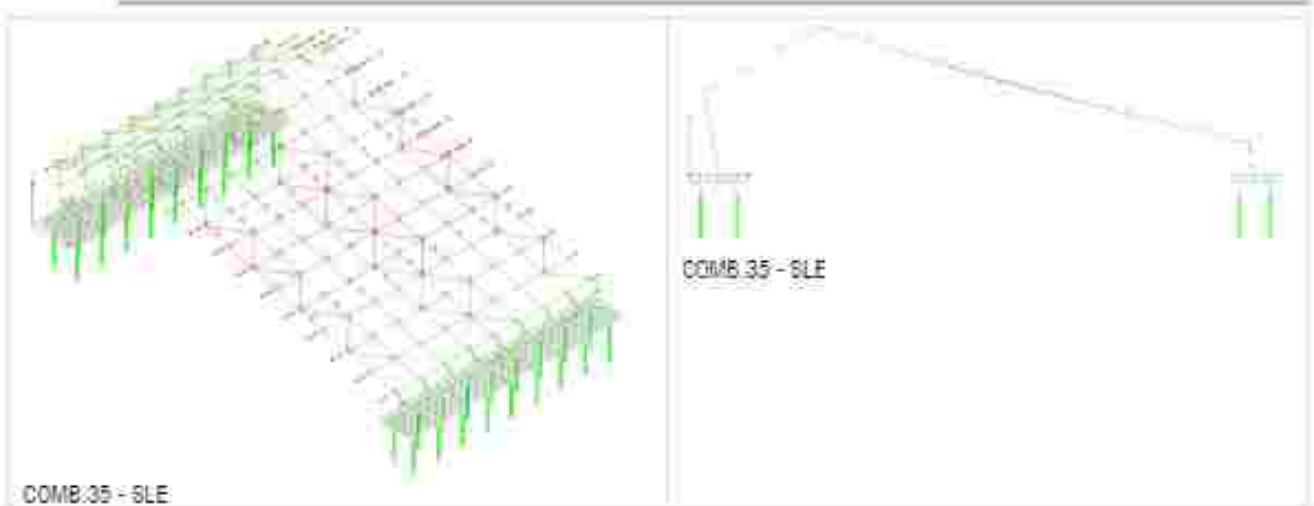
- A_{sv} – shear area of shear iron cross-section,
- A_{sz} – shear area of shear iron cross-section,
- f_y – yield strength,
- γ_{M2} – safety factor,
- V_y – shear force component in the base plate plane in y-direction,
- V_z – shear force component in the base plate plane in z-direction,
- N – compressive force perpendicular to the base plate,
- μ – coefficient of friction between steel and concrete.

1.12 DIAGRAMMI RAPPRESENTATIVI E SINTESI DEI RISULTATI

Le immagini che seguono illustrano le configurazioni deformate dell'edificio nelle combinazioni SLE Principali

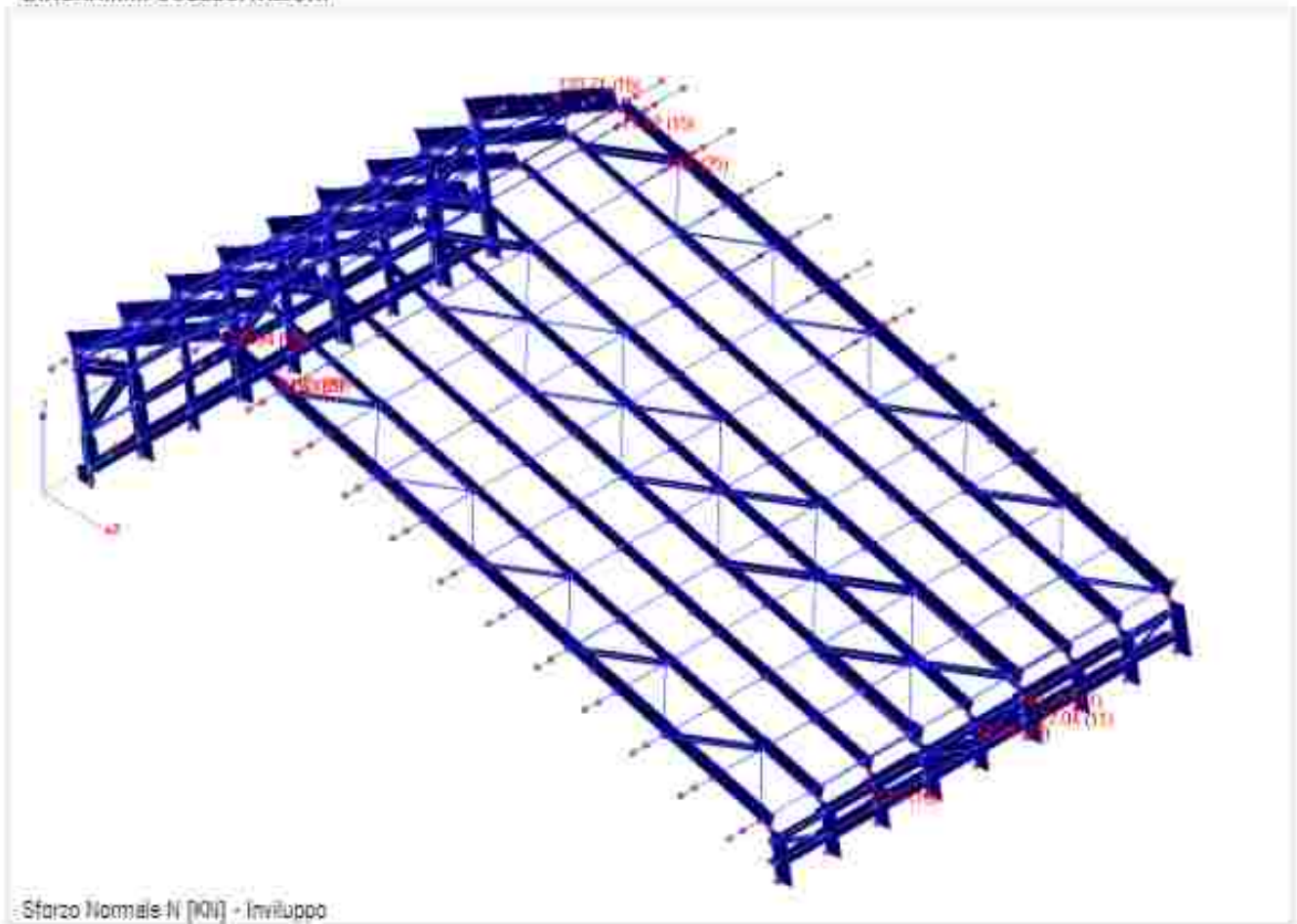
DEFORMATA STRUTTURALE: COMBINAZIONI DI CARICO SLE

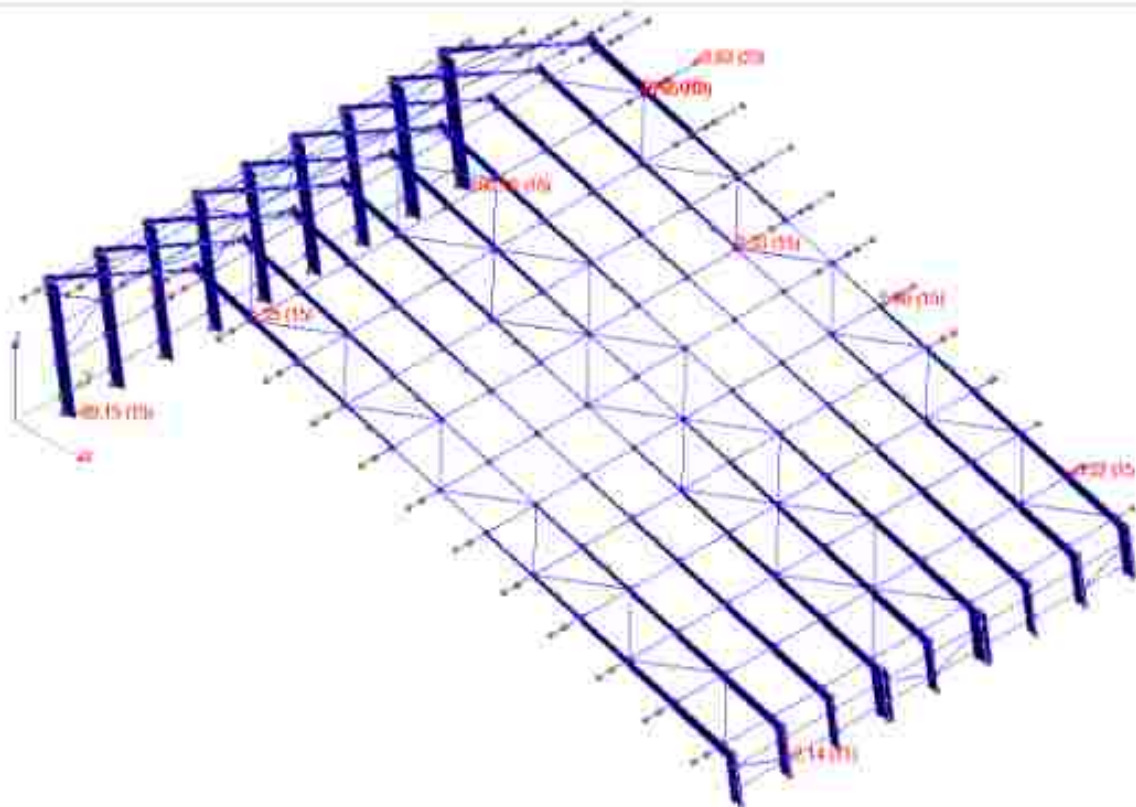




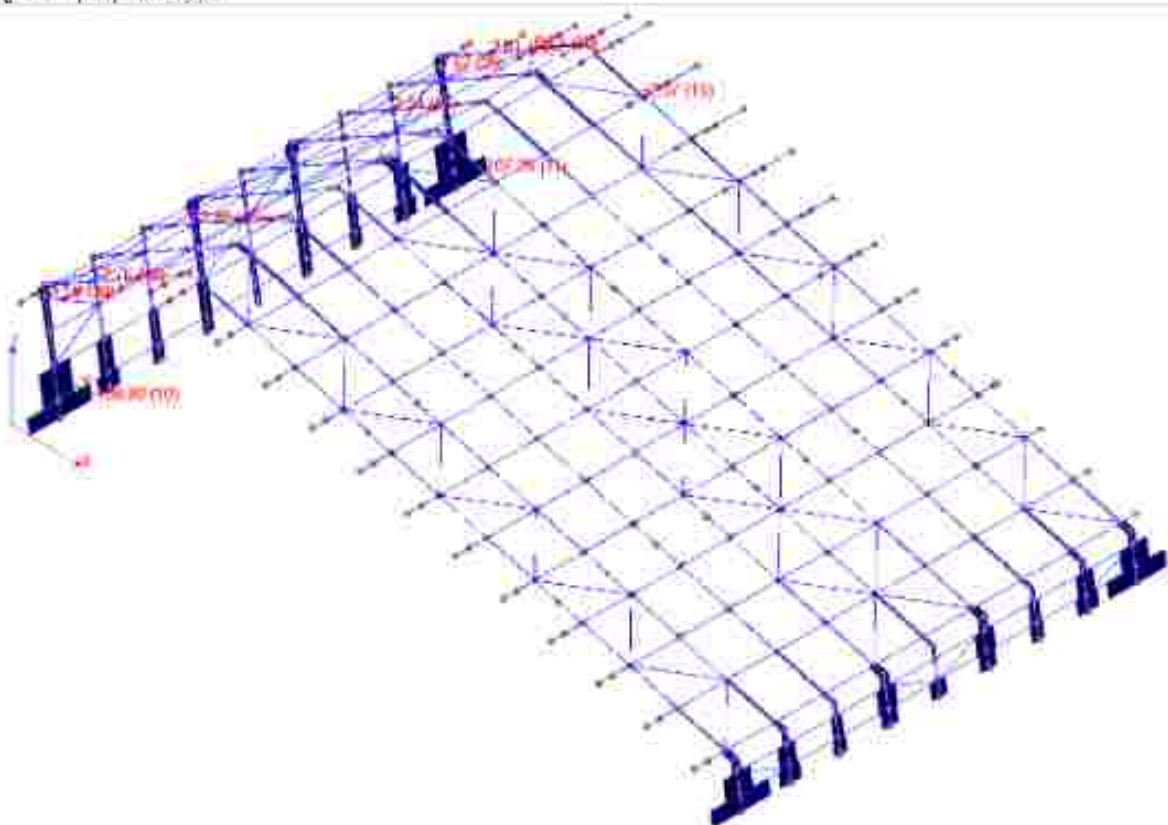
Di seguito si riportano i principali diagrammi di involucro delle sollecitazioni sui principali elementi strutturali.

DIAGRAMMI SOLLECITAZIONI

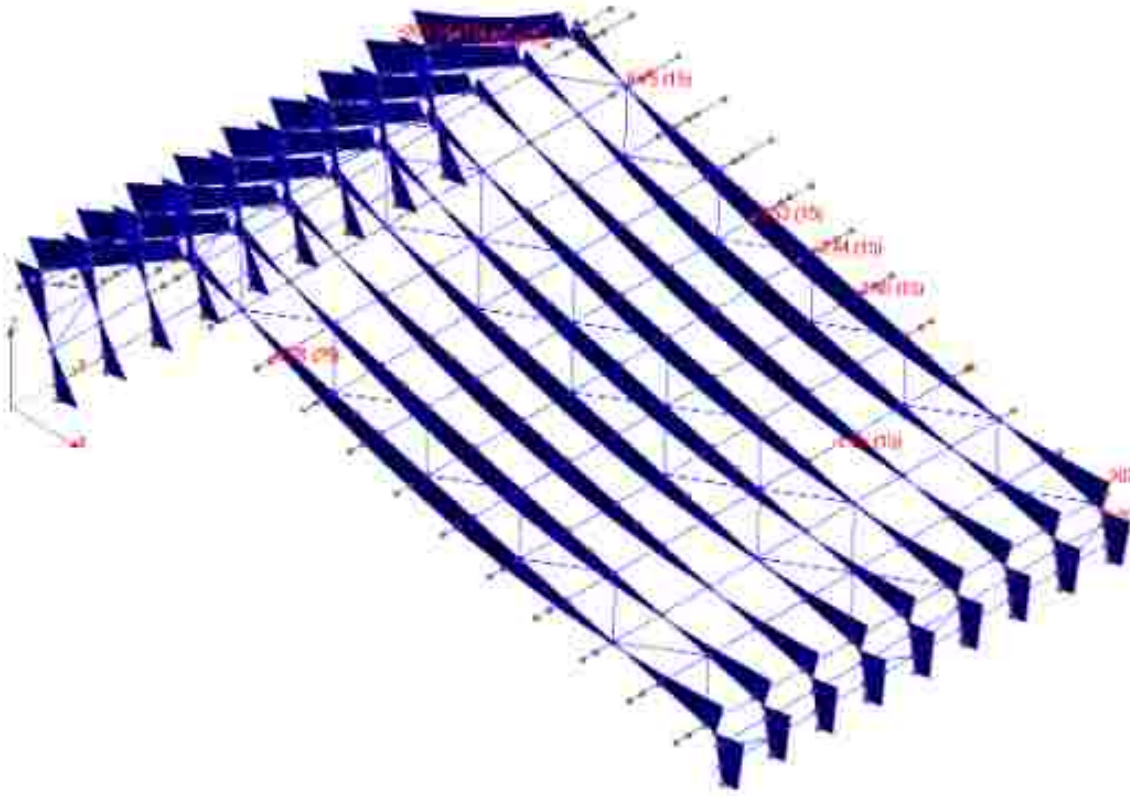




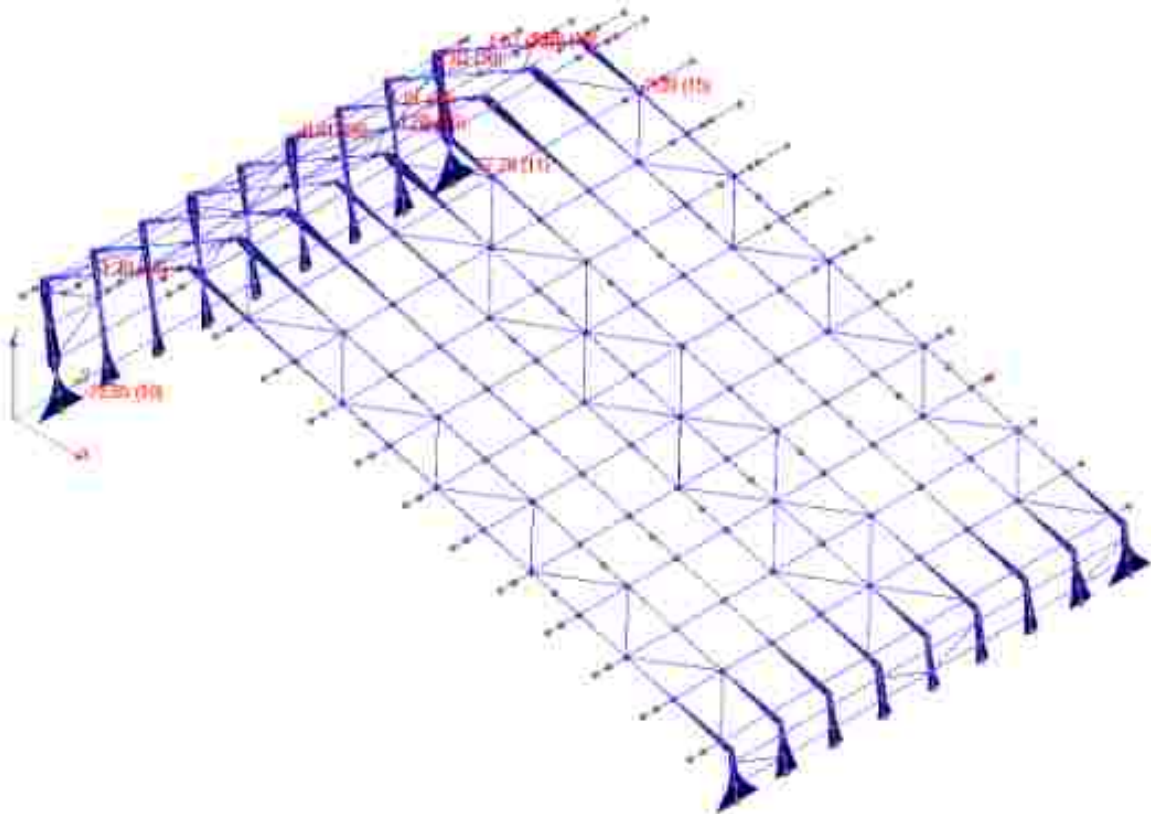
Taglio T₁₋₂ (kN) - Involuppo



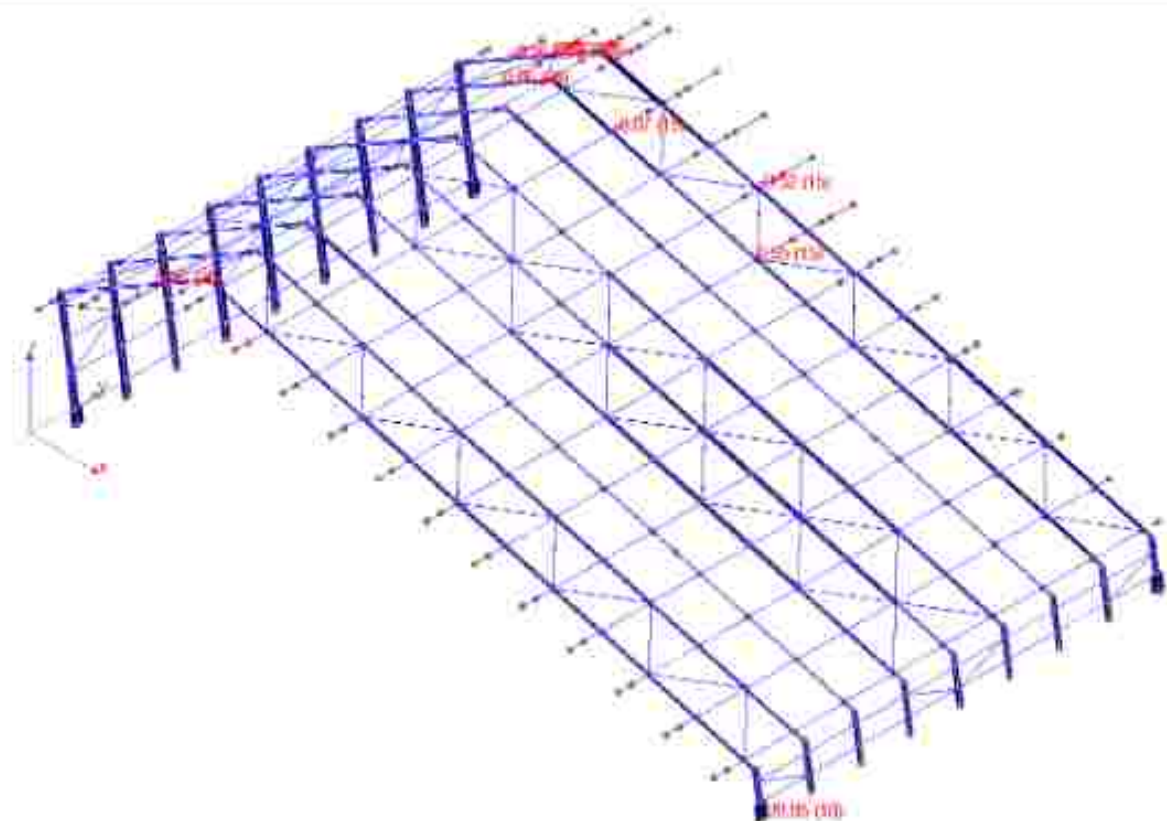
Taglio T₁₋₂ (kN) - Involuppo



Momento Flettente M_{12} [KNm] – Involuppo



Momento Flettente M_{13} [KNm] – Involuppo



Momento Torcente Mt [kNm] – Involuppo
Solicitazioni Massime:

Trave Sezione numero 1 Tubi 406.4X7.1 Portale principale:

Sforzo normale	Min asta 22 49	-38.04 [kN]	Comb. 25	Max asta 266 311	123.71 [kN]	Comb. 15
Taglio piano 1-2	Min asta 1 19	-89.15 [kN]	Comb. 15	Max asta 17 27	100.90 [kN]	Comb. 15
Taglio piano 1-3	Min asta 1 19	-108.80 [kN]	Comb. 10	Max asta 17 27	107.29 [kN]	Comb. 11
Momento torcente	Min asta 18 36	-20.65 [kNm]	Comb. 10	Max asta 2 28	20.95 [kNm]	Comb. 10
Momento Flet. piano 1-2	Min asta 152 161	-205.54 [kNm]	Comb. 15	Max asta 74 63	207.43 [kNm]	Comb. 15
Momento Flet. piano 1-3	Min asta 1 19	-79.03 [kNm]	Comb. 10	Max asta 17 27	77.76 [kNm]	Comb. 11

Trave Sezione numero 2 Tubi 101.6X4.6 Controventi:

Sforzo normale	Min asta 33 42	-51.72 [kN]	Comb. 11	Max asta 40 33	51.34 [kN]	Comb. 10
Taglio piano 1-2	Min asta 37 30	-2.14 [kN]	Comb. 11	Max asta 212 199	2.33 [kN]	Comb. 15
Taglio piano 1-3	Min asta 144 69	-1.50 [kN]	Comb. 30	Max asta 152 93	1.67 [kN]	Comb. 26
Momento torcente	Min asta 251 212	-0.52 [kNm]	Comb. 15	Max asta 212 199	0.55 [kNm]	Comb. 15
Momento Flet. piano 1-2	Min asta 212 199	-3.44 [kNm]	Comb. 15	Max asta 44 28	2.22 [kNm]	Comb. 10
Momento Flet. piano 1-3	Min asta 152 93	-1.69 [kNm]	Comb. 25	Max asta 152 93	1.63 [kNm]	Comb. 26

Trave Sezione numero 3 Tubi Ret V 50x90x3.2 Arcarecci:

Sforzo normale	Min asta 34 35	-72.04 [kN]	Comb. 11	Max asta 31 32	72.12 [kN]	Comb. 10
Taglio piano 1-2	Min asta 85 88	-5.32 [kN]	Comb. 15	Max asta 287 288	5.35 [kN]	Comb. 15
Taglio piano 1-3	Min asta 221 222	-2.42 [kN]	Comb. 15	Max asta 226 227	2.54 [kN]	Comb. 15
Momento torcente	Min asta 294 295	-0.07 [kNm]	Comb. 15	Max asta 264 265	0.06 [kNm]	Comb. 29
Momento Flet. piano 1-2	Min asta 116 117	-1.85 [kNm]	Comb. 15	Max asta 227 228	1.86 [kNm]	Comb. 15
Momento Flet. piano 1-3	Min asta 182 183	-0.91 [kNm]	Comb. 26	Max asta 225 226	1.21 [kNm]	Comb. 26

Trave Sezione numero 4 Tubi Ret V 50x90x3.2 Arcarecci:

Sforzo normale	Min asta 287 286	-0.60 [kN]	Comb. 29	Max asta 267 266	0.60 [kN]	Comb. 29
Taglio piano 1-2	Min asta 296 299	-0.63 [kN]	Comb. 29	Max asta 172 173	5.80 [kN]	Comb. 15
Taglio piano 1-3	Min asta 220 219	-2.76 [kN]	Comb. 15	Max asta 228 228	2.81 [kN]	Comb. 15
Momento torcente	Min asta 228 229	-0.26 [kNm]	Comb. 27	Max asta 257 256	0.26 [kNm]	Comb. 26

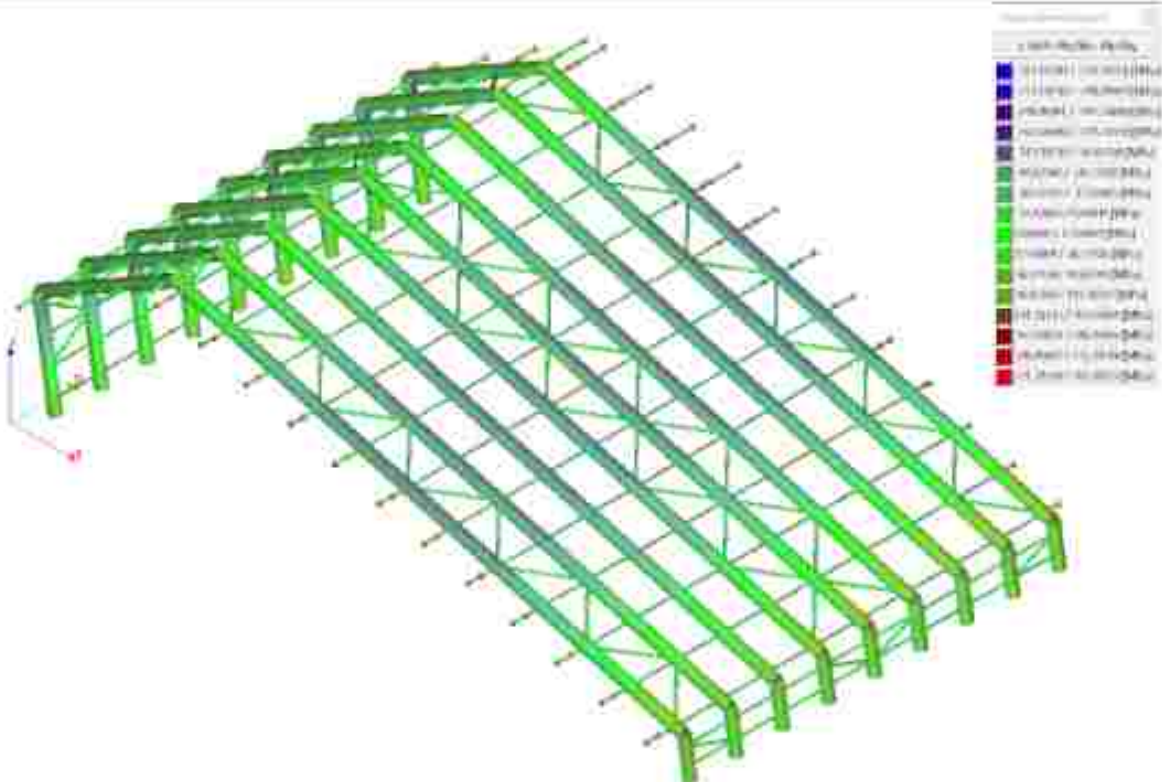
Momento Flet. piano 1-2	Min asta 272 271	-0.28 [kNm]	Comb. 29	Max asta 172 173	3.40 [kNm]	Comb. 15
Momento Flet. piano 1-3	Min asta 220 219	-1.48 [kNm]	Comb. 15	Max asta 228 229	1.57 [kNm]	Comb. 15

Trave Sezione numero 6 Profili con manicotto 50*90 _sp.5 Tubolare con manicotto

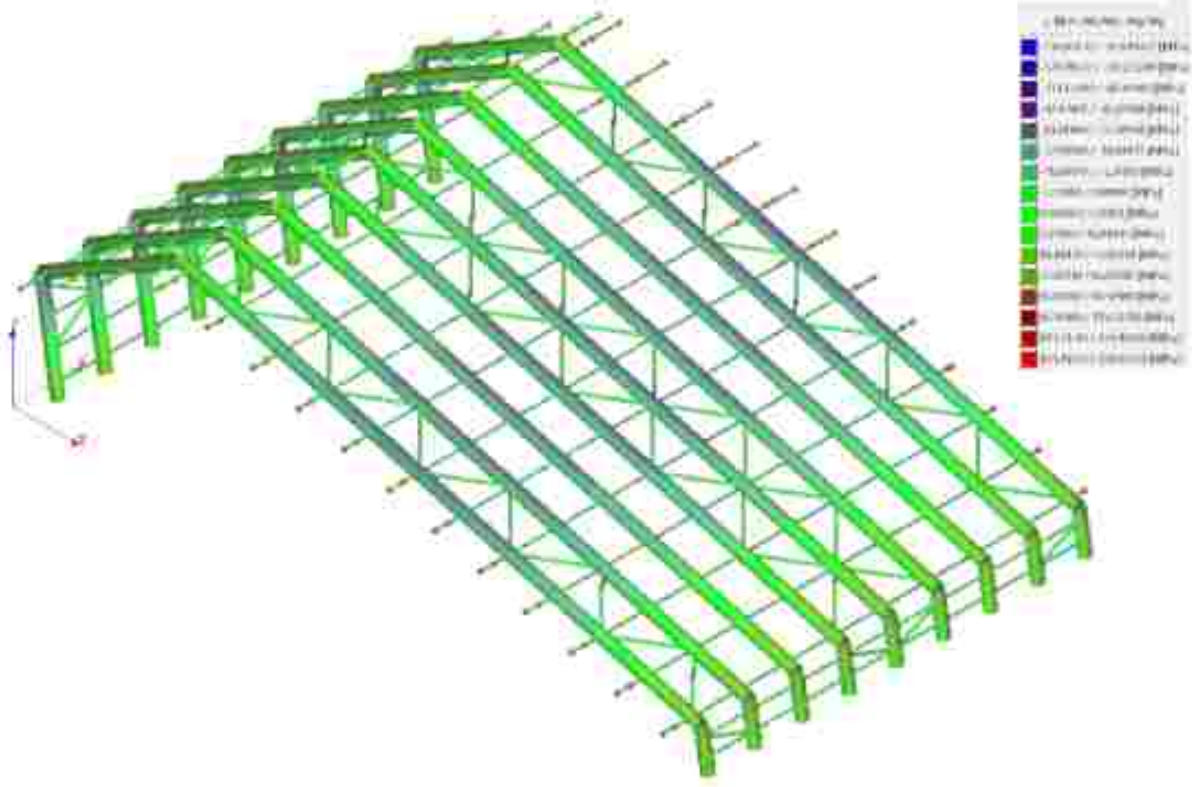
Sforzo normale	Min asta 325 326	-11.12 [kN]	Comb. 15	Max asta 295 296	1.56 [kN]	Comb. 25
Taglio piano 1-2	Min asta 295 296	-3.65 [kN]	Comb. 15	Max asta 296 297	6.42 [kN]	Comb. 15
Taglio piano 1-3	Min asta 286 297	-2.57 [kN]	Comb. 15	Max asta 266 267	3.72 [kN]	Comb. 15
Momento torcente	Min asta 266 267	-0.37 [kNm]	Comb. 28	Max asta 266 267	0.33 [kNm]	Comb. 23
Momento Flet. piano 1-2	Min asta 213 214	-0.53 [kNm]	Comb. 15	Max asta 266 297	8.75 [kNm]	Comb. 15
Momento Flet. piano 1-3	Min asta 296 297	-2.39 [kNm]	Comb. 15	Max asta 266 267	2.69 [kNm]	Comb. 15

ISOTENSIONI

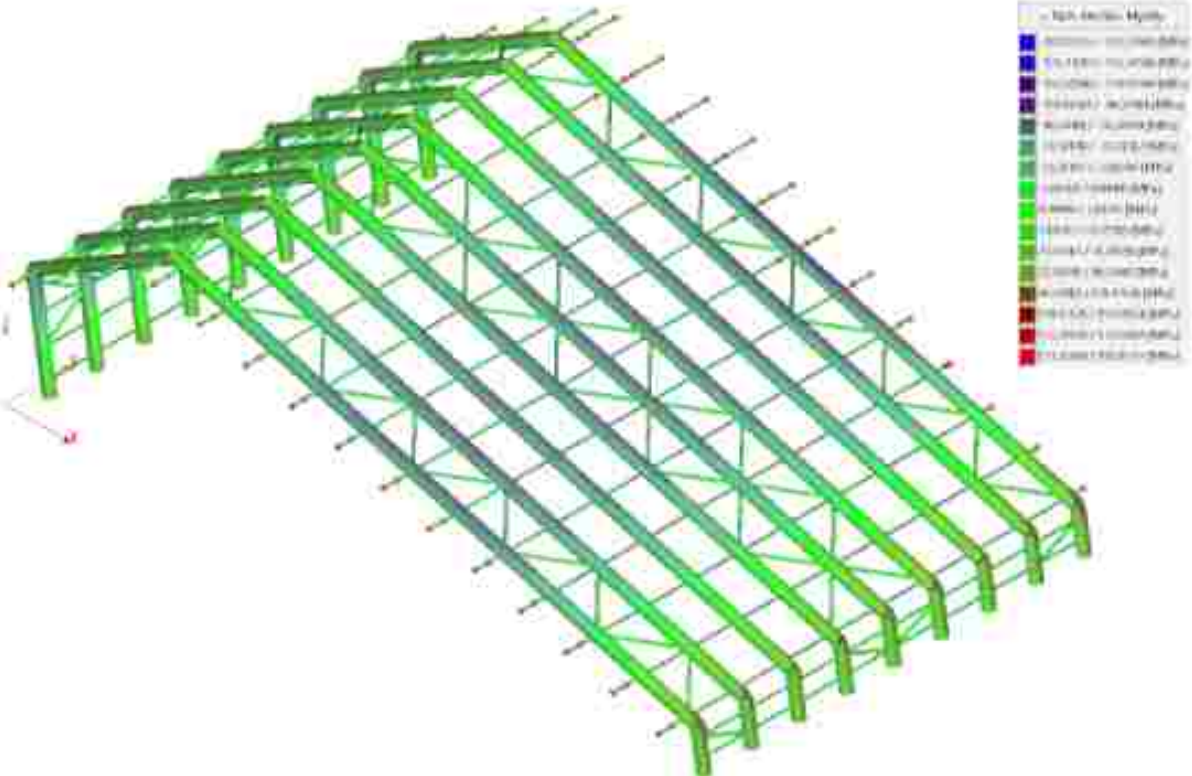
COMBINAZIONI SLU



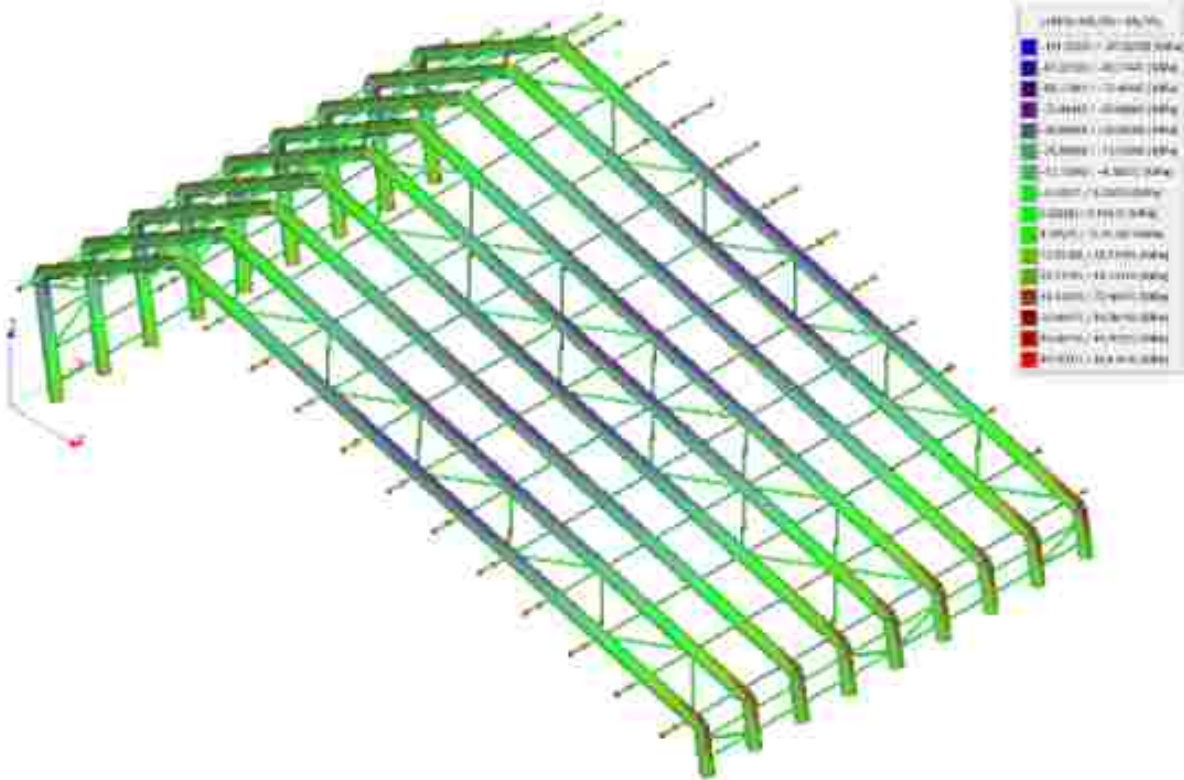
Combinazione 1



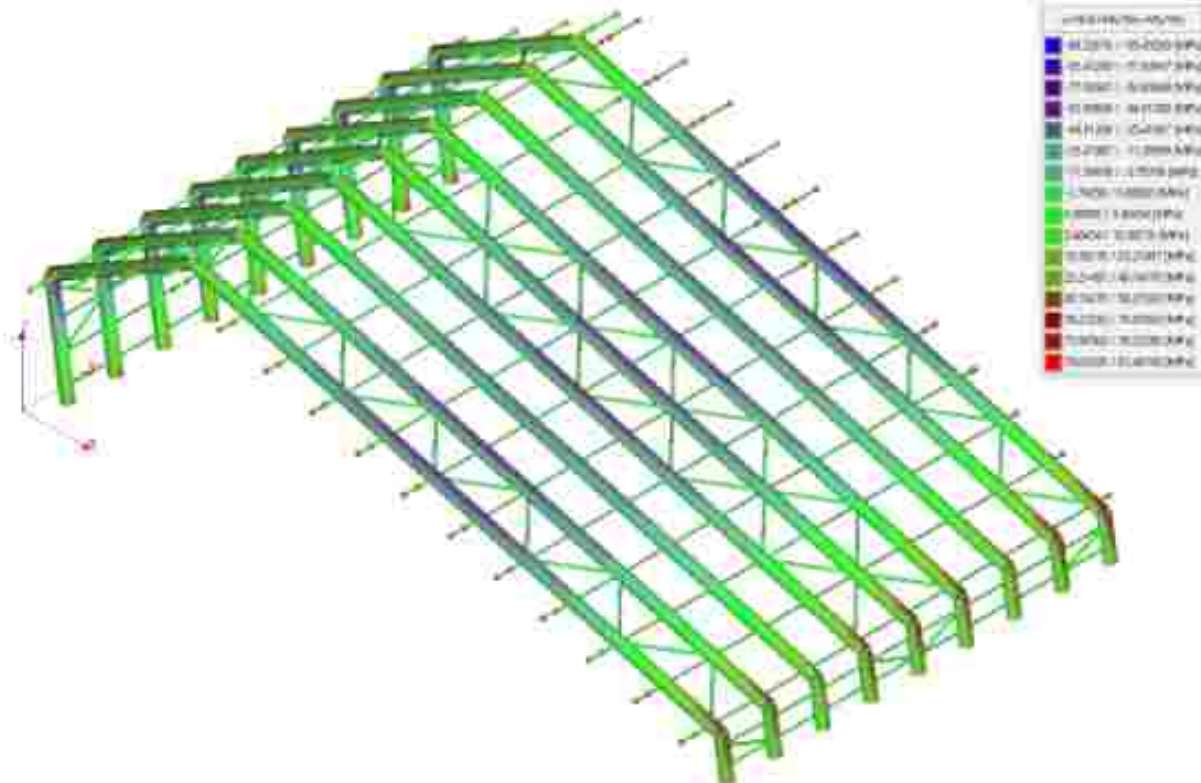
Combinazione 2



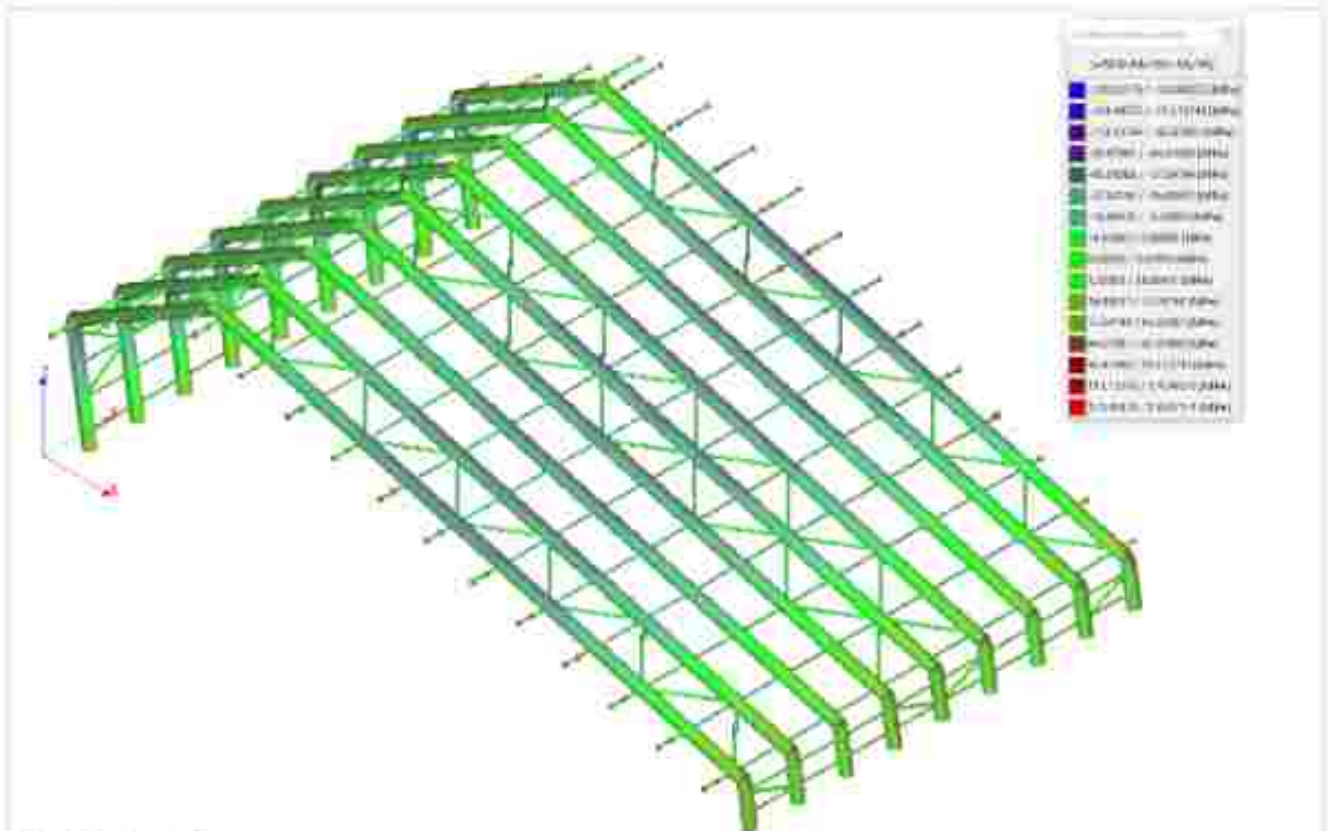
Combinazione 3



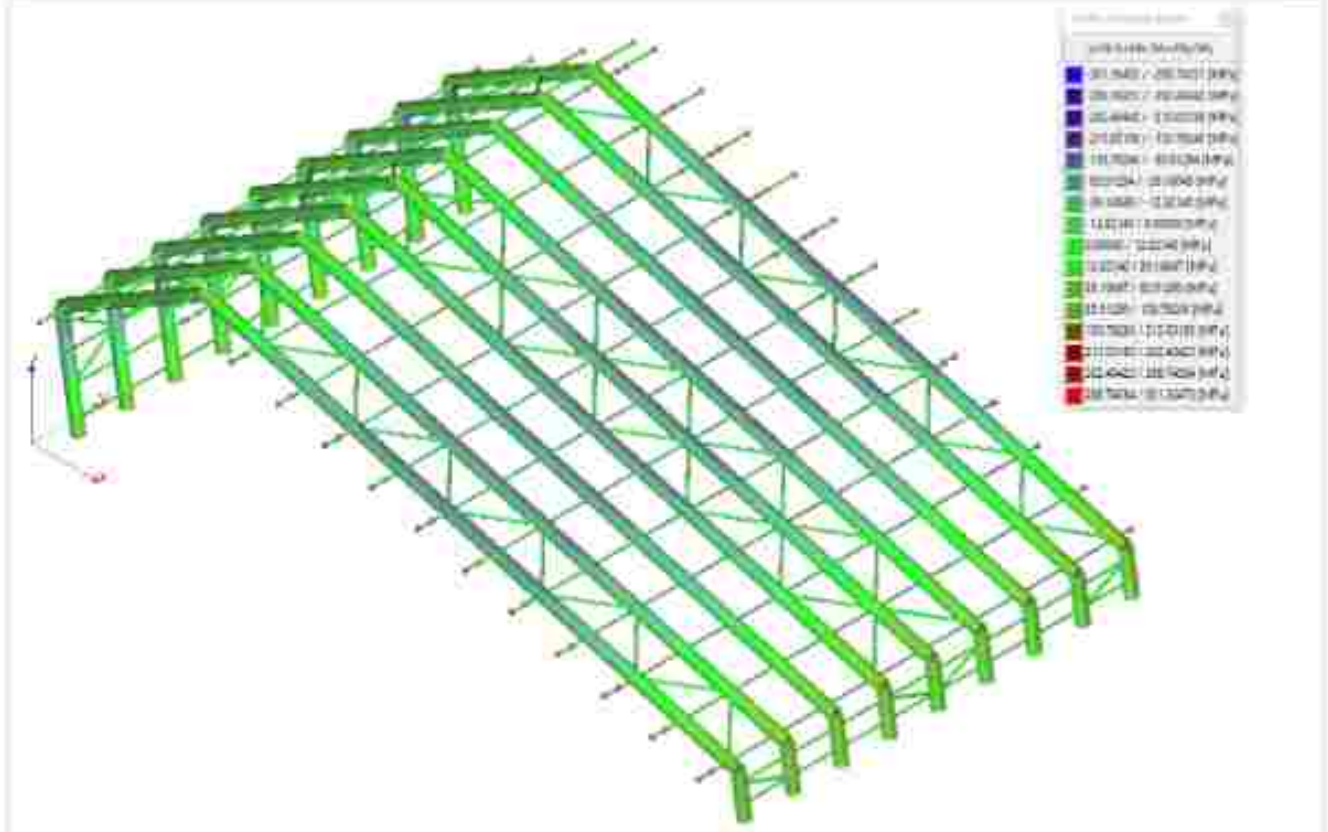
Combinazione 4



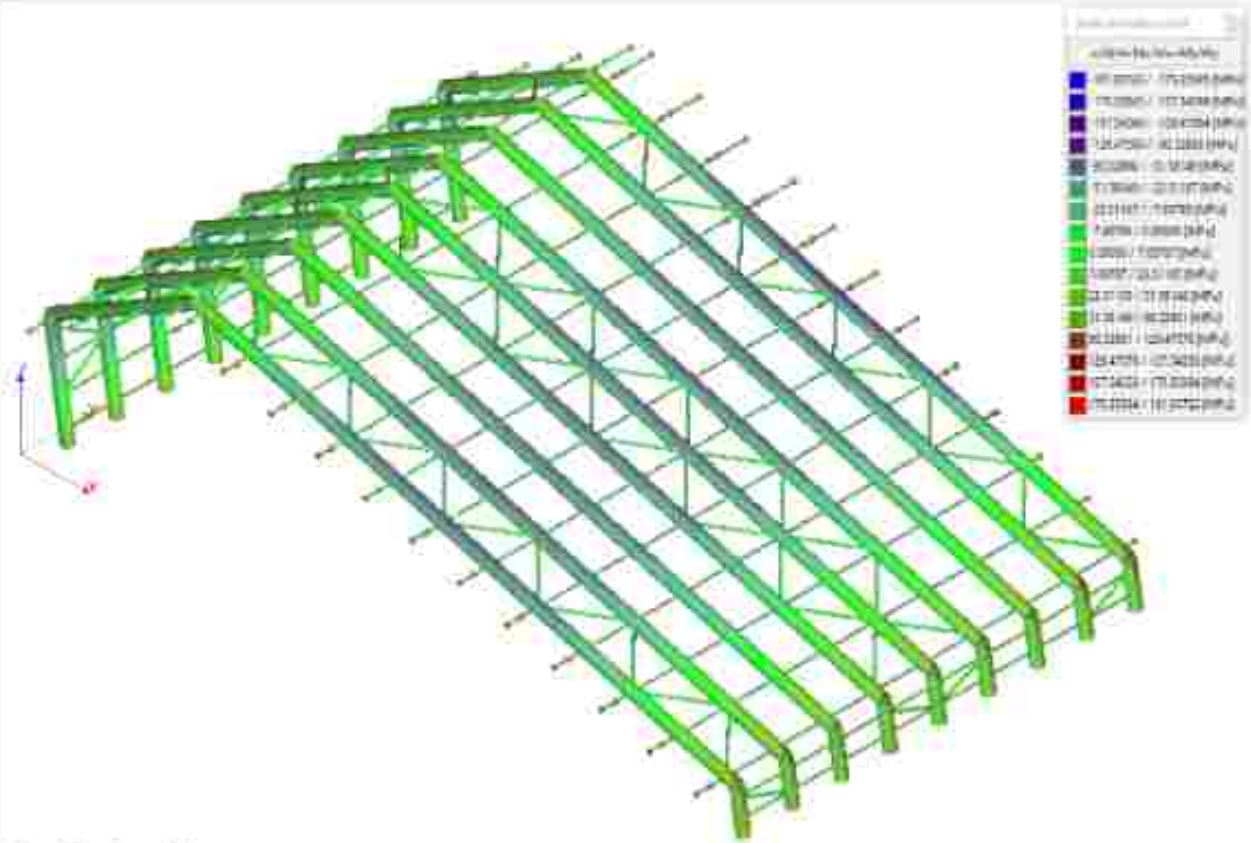
Combinazione 5



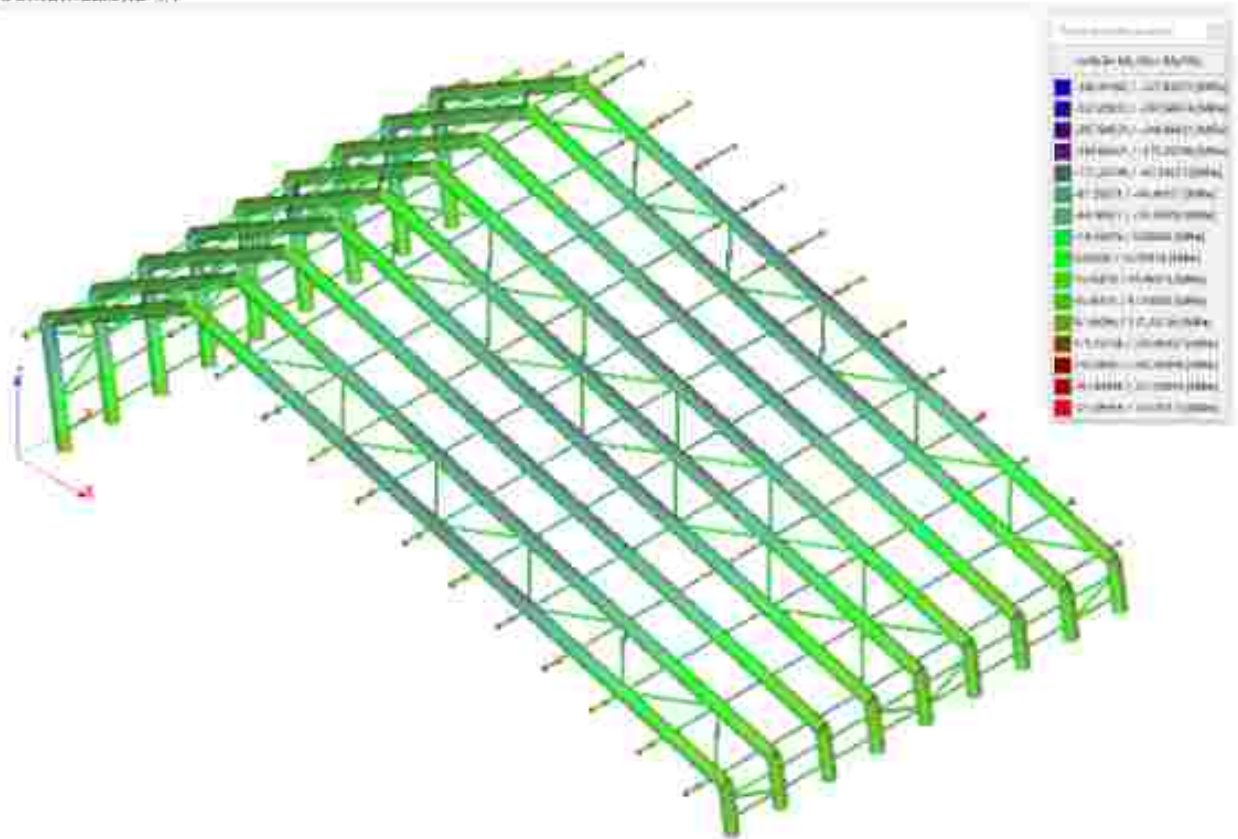
Combinazione 12



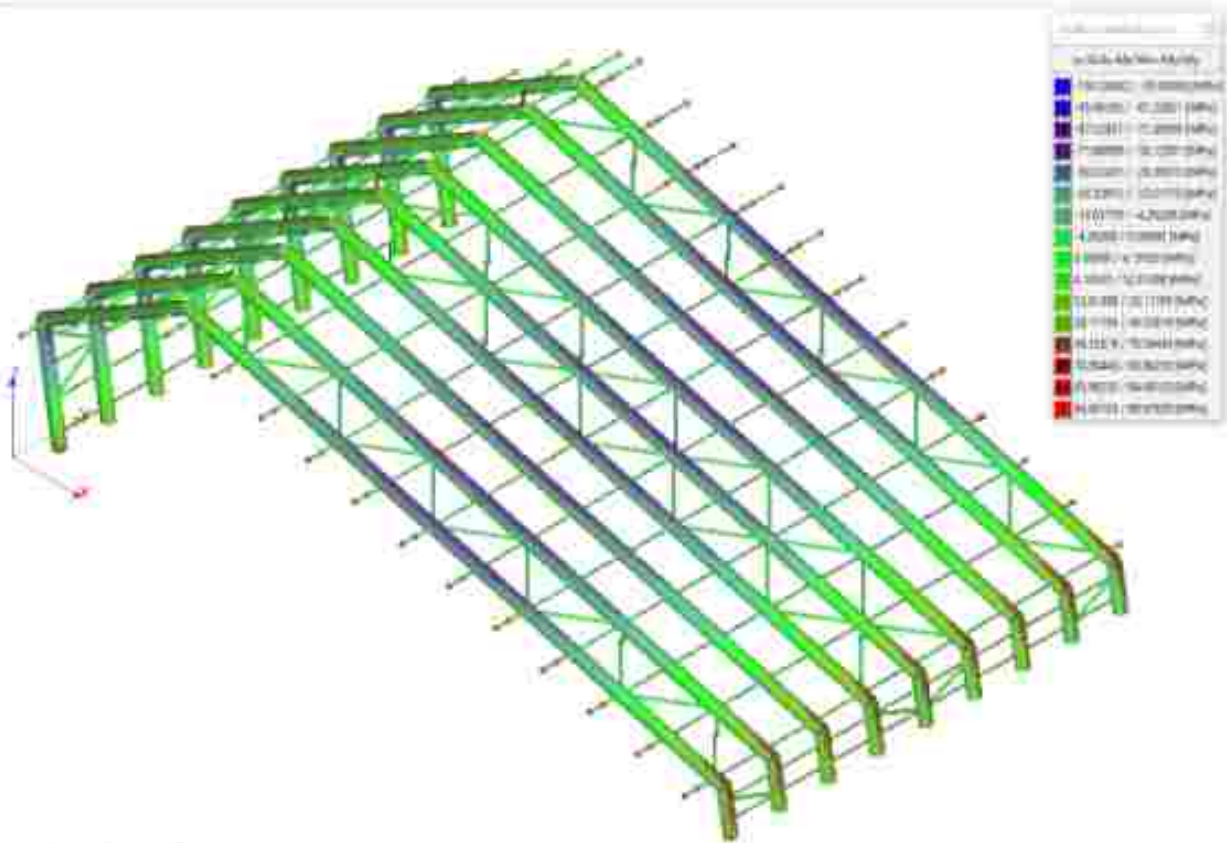
Combinazione 13



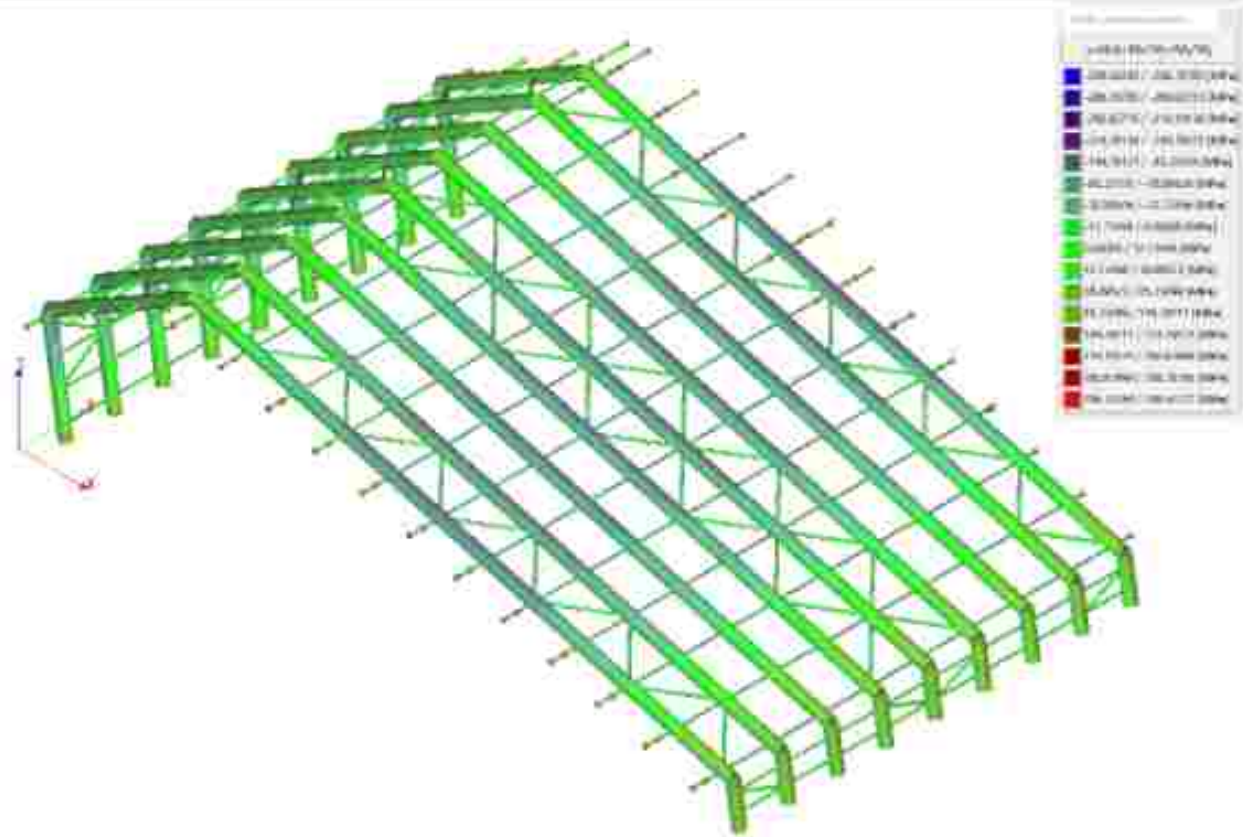
Combinazione 14



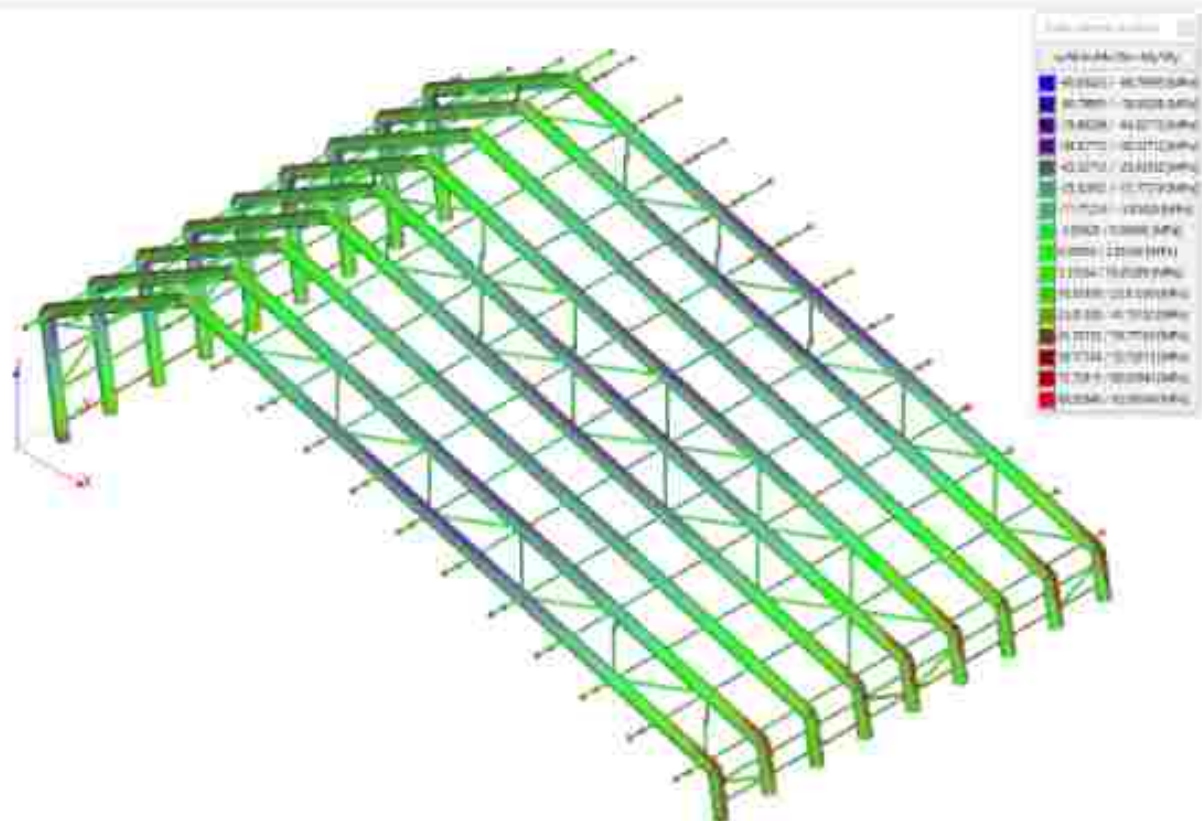
Combinazione 15



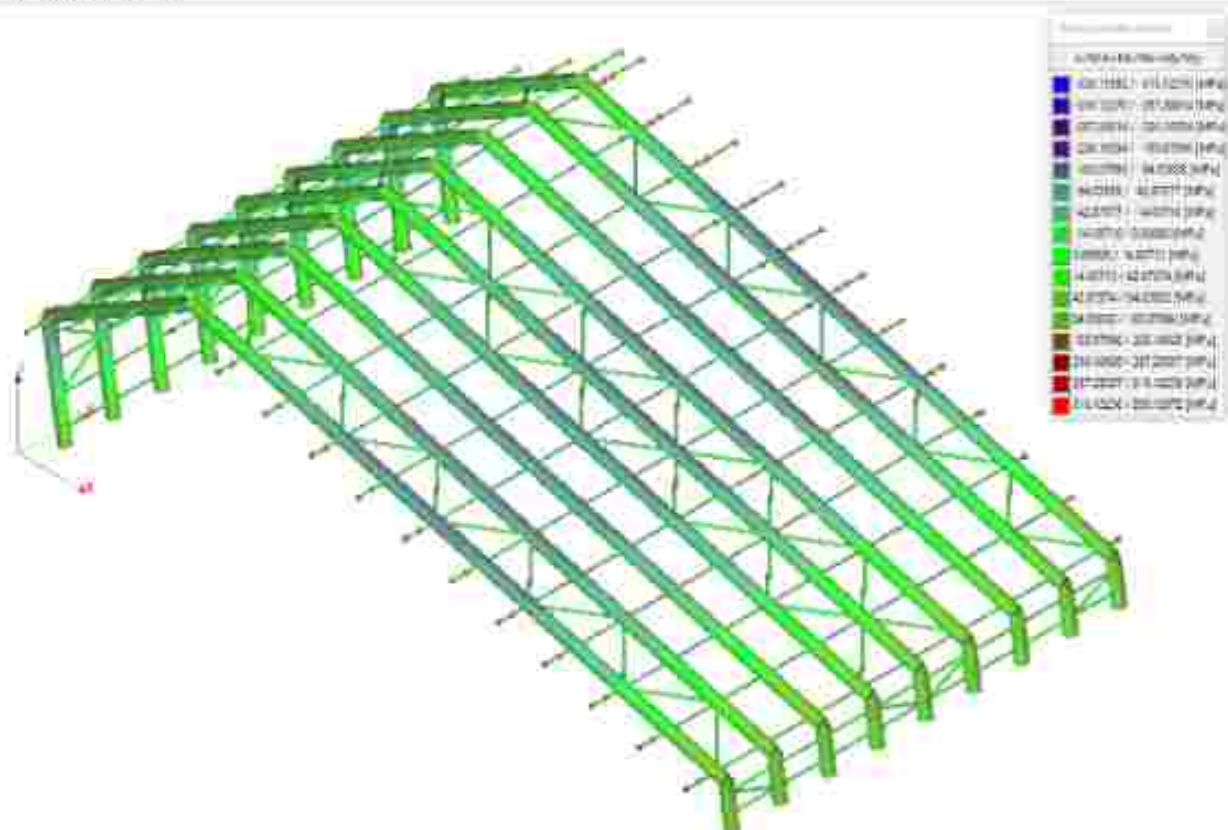
Combinazione 16



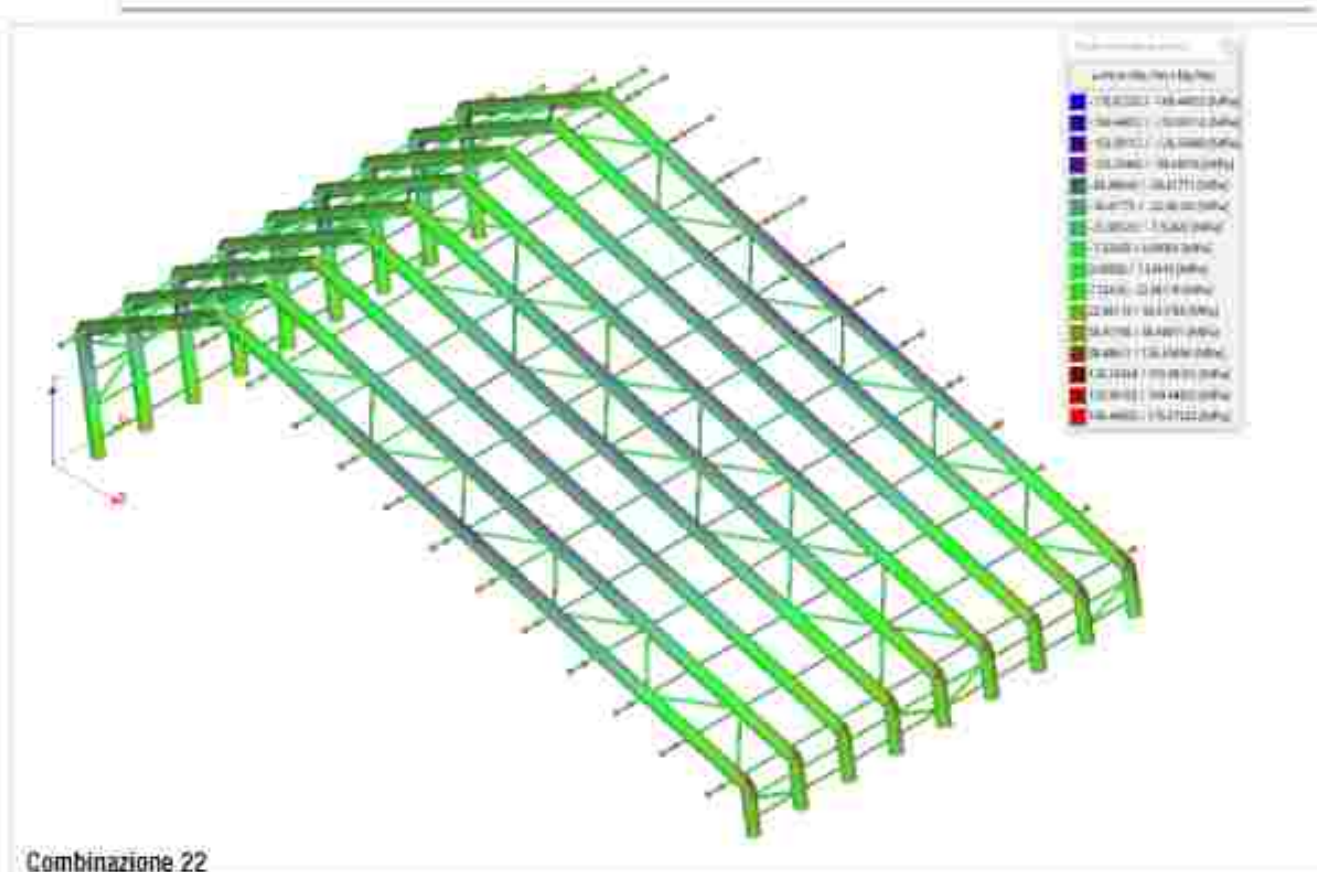
Combinazione 17



Combinazione 18



Combinazione 19



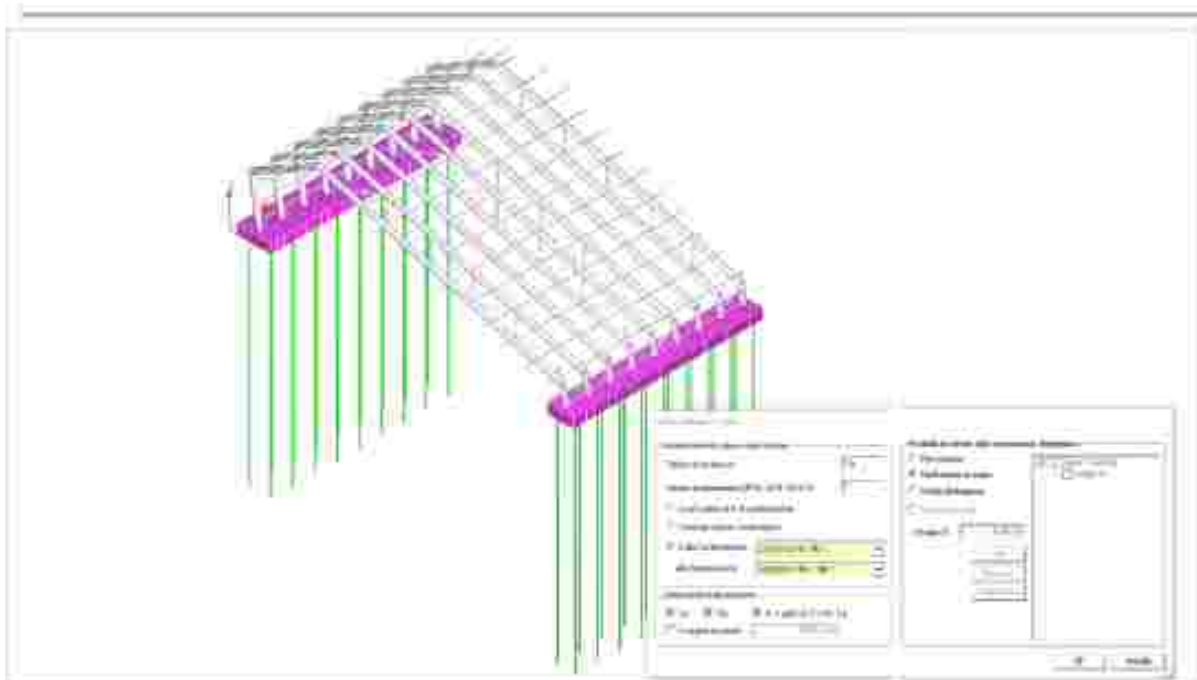
1.13 CONTROLLO EFFETTI DEL II ORDINE

Si riporta la verifica eseguita ai sensi del §7.3.1 NTC2018 che era stata eseguita ma non inserita in Relazione di Calcolo
Valutazione Effetti NON-Lineari Pd/Vh

- $V_x \Theta_x = P d_{x1} / h$
- $V_y \Theta_y = P d_{y1} / h$
- $V \Theta = P d / h$ dove: $d = \sqrt{d_{x1}^2 + d_{y1}^2}$
- Controllo combinazioni 23 - 30.
- Fattore di struttura: 1,50
- Fattore di importanza γ : 1,00
- Modalità di calcolo: spostamenti d'interpieno valutati sugli spostamenti del nodo master di solaio

Gli effetti della non linearità geometriche sono stati trascurati in quanto $\Theta < 0,1$ come riscontrabile nella tabella riassuntiva della valutazione degli effetti non lineari di seguito riportate.

Inoltre si evidenzia come gli elementi principali e di controvento costituenti la struttura, sono stati progettati utilizzando profili tubolari circolari cavi, poco sensibili agli effetti dell'instabilità anche a livello locale.



Massimi

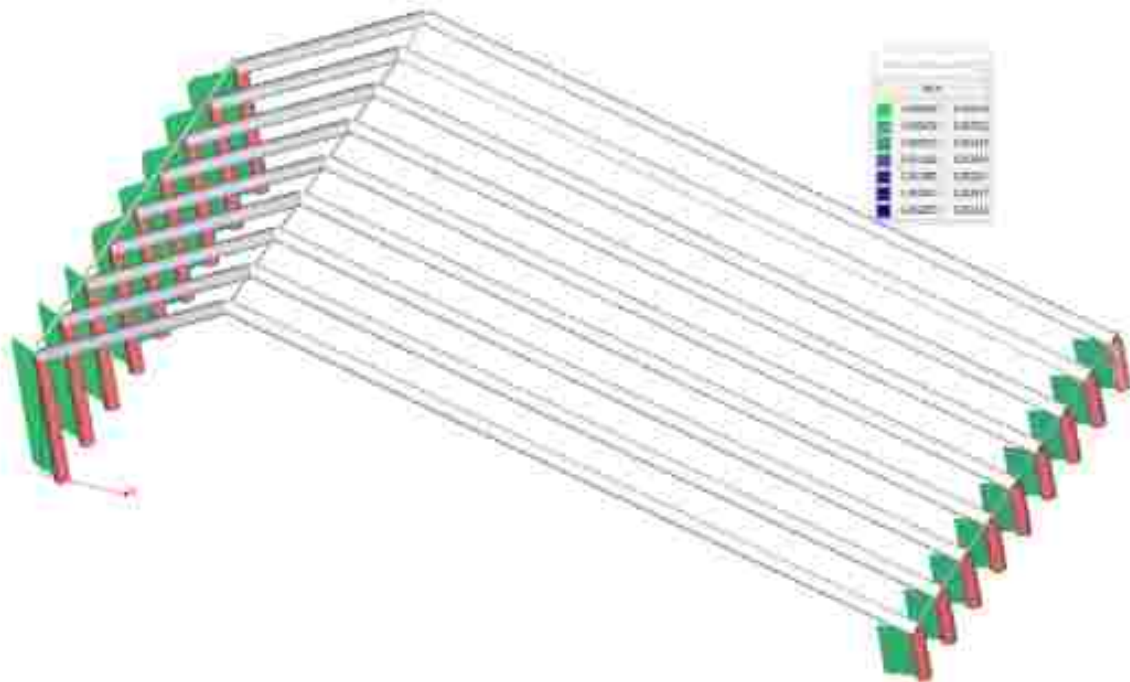
Interpiano Solai	Comb.	Altezza [m]	P. [kN]	Direzione x				Direzione y				Direzione $U=\sqrt{d_x^2+d_y^2}$			
				V [kN]	P d/h [kN]	d [mm]	θ	V [kN]	P d/h [kN]	d [mm]	θ	V [kN]	P d/h [kN]	d [mm]	θ
1.0	30	1.43	481.58	-54.88	0.67	-2.0	0.0171	54.58	0.25	-0.8	0.0047	180.92	1.08	3.2	0.0057
1.0	24	1.43	481.58												
1.0	30	1.43	481.58												

Dettaglio risultati

Interpiano Solai	Comb.	Altezza [m]	P. [kN]	Direzione x				Direzione y				Direzione $U=\sqrt{d_x^2+d_y^2}$			
				V [kN]	P d/h [kN]	d [mm]	θ	V [kN]	P d/h [kN]	d [mm]	θ	V [kN]	P d/h [kN]	d [mm]	θ
1.0	23	1.43	481.58	182.98	0.36	-1.1	0.0019	54.58	0.25	0.8	0.0047	180.92	0.44	1.3	0.0023
	24	1.43	481.58	182.98	0.36	-1.1	0.0019	-54.58	0.25	-0.8	0.0047	180.92	0.44	1.3	0.0023
	25	1.43	481.58	54.88	0.52	-1.6	0.0095	181.92	0.85	2.5	0.0047	180.02	1.08	3.0	0.0052
	26	1.43	481.58	-54.88	0.67	-2.0	0.0121	181.92	0.85	2.5	0.0047	180.02	1.08	3.0	0.0057
	27	1.43	481.58	182.98	0.36	-2.5	0.0046	54.58	0.25	0.8	0.0047	180.92	0.44	1.3	0.0023
	28	1.43	481.58	-182.98	0.36	-2.5	0.0046	-54.58	0.25	-0.8	0.0047	180.92	0.44	1.3	0.0023
	29	1.43	481.58	54.88	0.52	-1.6	0.0095	-181.92	0.85	-2.5	0.0047	180.02	1.08	3.0	0.0052
	30	1.43	481.58	-54.88	0.67	-2.0	0.0121	-181.92	0.85	-2.5	0.0047	180.02	1.08	3.0	0.0057

Spostamenti assoluti solai

Settore	Comb.	Statici			Dinamici			Totali		
		Direzione x [mm]	Direzione y [mm]	Direzione $U=\sqrt{d_x^2+d_y^2}$ [mm]	Direzione x [mm]	Direzione y [mm]	Direzione $U=\sqrt{d_x^2+d_y^2}$ [mm]	Direzione x [mm]	Direzione y [mm]	Direzione $U=\sqrt{d_x^2+d_y^2}$ [mm]
1	23	1.0	0.0	1.0	0.7	0.0	1.0	-1.1	0.0	1.3
	24	1.8	0.0	1.8	0.7	0.0	1.0	-1.1	0.0	1.3
	25	-1.6	0.0	1.6	0.2	2.5	2.5	-1.8	2.5	3.0
	26	-1.8	0.0	1.8	-0.2	2.5	2.5	-2.0	2.5	3.2
	27	-1.8	0.0	1.8	-0.7	0.8	1.0	-2.5	0.8	2.6
	28	-1.8	0.0	1.8	0.7	0.8	1.0	-2.5	0.8	2.6
	29	-1.8	0.0	1.8	0.2	-2.5	2.5	-1.8	-2.5	3.0
	30	-1.8	0.0	1.8	0.2	-2.5	2.5	-2.0	-2.5	3.2



Verifica SLO, Spostamenti differenziali Massimi

Gli spostamenti differenziali possono essere valutati nelle direzioni degli assi coordinati del sistema di riferimento globale (considerando eventualmente anche la norma del vettore spostamento totale) o in una direzione generica.

Date combinazione di carico e direzione, lo spostamento differenziale dU tra due nodi si calcola come differenza tra gli spostamenti individuati per i due nodi nella direzione scelta. In un'analisi dinamica modale con N modi di vibrare lo spostamento differenziale fra il nodo i ed il nodo j può essere calcolato con procedimenti diversi. Per esempio in direzione X lo spostamento differenziale è valutato:

- per quadratura degli N spostamenti modalii, $dU = \text{sqrt}[(ux_{i,1} - ux_{j,1})^2 + (ux_{i,2} - ux_{j,2})^2 + \dots + (ux_{i,N} - ux_{j,N})^2]$

dove

$U_{x,i}$ ed $U_{x,j}$ sono gli spostamenti ottenuti nel nodo i e nel nodo j con la quadratura degli N spostamenti modalii

$ux_{i,k}$ ed $ux_{j,k}$ con $k=1, 2, \dots, N$ sono gli spostamenti ottenuti nel modo k nei nodi i e j .

Combinazioni agli Stati Limite di Operatività: Massimi spostamenti differenziali orizzontali

- Fattore moltiplicativo spostamenti dovuti al sisma ≤ 1
- ≤ 1
- Controllo degli spostamenti di interpiano dU inferiore a $0.00333333 H$

Per Classe d'Uso III, ci si riferisce allo SLO (v. Tab. 7.3.III NTC18) e gli spostamenti d'interpiano devono essere inferiori ai 2/3 dei limiti indicati in relazione 7.3.11.a NTC18: $2/3 \times 0.0050 \times h = 0.00333333 H$

Comb.	U_x		U_y		U_z		$ U_{tot} $	
	Nodi	U_x [mm]	Nodi	U_y [mm]	Nodi	U_z [mm]	Nodi	$ U_{tot} $ [mm]
73	2-101	-1.7	17-118	0.4	3-111	-0.3	1-110	1.8
74	18-109	-1.7	17-118	-0.4	15-117	-0.3	17-118	1.8
75	2-101	-2.1	17-118	1.3	2-111	-0.4	1-110	2.5
76	2-101	-2.2	17-118	1.3	3-111	-0.4	1-110	2.6
77	2-101	-2.1	17-118	0.4	3-111	-0.4	1-110	2.1
78	18-109	-2.1	17-118	-0.4	15-117	-0.4	17-118	2.1
79	17-118	-2.1	17-118	-1.3	15-117	-0.4	17-118	2.5
80	17-118	-2.2	17-118	-1.3	15-117	-0.4	17-118	2.6

Spostamenti Max in direzione U_x [mm]

Nodi	Comb.	73	74	75	76	77	78	79	80
2 101	73	-1.7	-1.5	-2.1	-2.2	-2.1	-1.9	-1.4	-1.5
18 109	74	-1.5	-1.7	-1.4	-1.5	-1.9	-2.1	-2.1	-2.2
2 101	75	-1.7	-1.5	-2.1	-2.2	-2.1	-1.9	-1.4	-1.5
2 101	76	-1.7	-1.5	-2.1	-2.2	-2.1	-1.9	-1.4	-1.5
2 101	77	-1.7	-1.5	-2.1	-2.2	-2.1	-1.9	-1.4	-1.5
18 109	78	-1.5	-1.7	-1.4	-1.5	-1.9	-2.1	-2.1	-2.2
17 118	79	-1.5	-1.7	-1.4	-1.5	-1.9	-2.1	-2.1	-2.2
17 118	80	-1.5	-1.7	-1.4	-1.5	-1.9	-2.1	-2.1	-2.2

Spostamenti Max in direzione U_x [mm]

Nodi	Comb.	73	74	75	76	77	78	79	80
17 118	73	0.4	-0.4	1.3	1.3	0.4	-0.4	-1.3	-1.3
17 118	74	0.4	-0.4	1.3	1.3	0.4	-0.4	-1.3	-1.3
17 118	75	0.4	-0.4	1.3	1.3	0.4	-0.4	-1.3	-1.3
17 118	76	0.4	-0.4	1.3	1.3	0.4	-0.4	-1.3	-1.3
17 118	77	0.4	-0.4	1.3	1.3	0.4	-0.4	-1.3	-1.3
17 118	78	0.4	-0.4	1.3	1.3	0.4	-0.4	-1.3	-1.3
17 118	79	0.4	-0.4	1.3	1.3	0.4	-0.4	-1.3	-1.3
17 118	80	0.4	-0.4	1.3	1.3	0.4	-0.4	-1.3	-1.3

Spostamenti Max in direzione U_y [mm]

Nodi	Comb.	73	74	75	76	77	78	79	80
3 111	73	-0.3	-0.3	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.3	-0.3
15 117	74	-0.3	-0.3	-0.3	-0.3	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4
3 111	75	-0.3	-0.3	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.3	-0.3
3 111	76	-0.3	-0.3	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.3	-0.3
3 111	77	-0.3	-0.3	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.3	-0.3
15 117	78	-0.3	-0.3	-0.3	-0.3	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4
15 117	79	-0.3	-0.3	-0.3	-0.3	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4
15 117	80	-0.3	-0.3	-0.3	-0.3	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4

Spostamenti Max in direzione $|U_{tot}|$ [mm]

Nodi	Comb.	73	74	75	76	77	78	79	80
1 110	73	1.8	1.6	2.5	2.6	2.1	1.9	1.9	2.0
17 118	74	1.6	1.8	1.9	2.0	1.9	2.1	2.5	2.6
1 110	75	1.8	1.6	2.5	2.6	2.1	1.9	1.9	2.0
1 110	76	1.8	1.6	2.5	2.6	2.1	1.9	1.9	2.0
1 110	77	1.8	1.6	2.5	2.6	2.1	1.9	1.9	2.0
17 118	78	1.6	1.8	1.9	2.0	1.9	2.1	2.5	2.6
17 118	79	1.6	1.8	1.9	2.0	1.9	2.1	2.5	2.6
17 118	80	1.6	1.8	1.9	2.0	1.9	2.1	2.5	2.6

Spostamenti Massimi:

Combinazione di Carico 80 Fra i nodi 17 118 $|U_{tot}|$ Spostamento 2.6 [mm]

Non si sono rilevati spostamenti di interpiano superiori a 0.003333 H

du/H x 1000 Max in direzione U_y

Nodi	dx [mm]	dy [mm]	dz [mm]	L [mm]	Comb.	73	74	75	76	77	78	79	80
2 101	-229.7	-0.0	1432.0	1450.3	73	1.177	1.033	1.437	1.515	1.437	1.292	0.955	1.032
18 109	-229.7	-0.0	1432.0	1450.3	74	1.033	1.177	0.955	1.032	1.292	1.437	1.437	1.515
2 101	-229.7	-0.0	1432.0	1450.3	75	1.177	1.033	1.437	1.515	1.437	1.292	0.955	1.032
2 101	-229.7	-0.0	1432.0	1450.3	76	1.177	1.033	1.437	1.515	1.437	1.292	0.955	1.032
2 101	-229.7	-0.0	1432.0	1450.3	77	1.177	1.033	1.437	1.515	1.437	1.292	0.955	1.032
18 109	-229.7	-0.0	1432.0	1450.3	78	1.033	1.177	0.955	1.032	1.292	1.437	1.437	1.515
17 116	-595.0	-0.0	3709.5	3756.9	79	0.399	0.455	0.369	0.399	0.499	0.555	0.555	0.585
17 116	-595.0	-0.0	3709.5	3756.9	80	0.399	0.455	0.369	0.399	0.499	0.555	0.555	0.585

du/H x 1000 Max in direzione U_x

Nodi	dx [mm]	dy [mm]	dz [mm]	L [mm]	Comb.	73	74	75	76	77	78	79	80
17 118	-595.0	-0.0	3709.5	3756.9	73	0.108	-0.108	0.359	0.359	0.108	-0.108	-0.359	-0.359
17 118	-595.0	-0.0	3709.5	3756.9	74	0.108	-0.108	0.359	0.359	0.108	-0.108	-0.359	-0.359
17 118	-595.0	-0.0	3709.5	3756.9	75	0.108	-0.108	0.359	0.359	0.108	-0.108	-0.359	-0.359
17 118	-595.0	-0.0	3709.5	3756.9	76	0.108	-0.108	0.359	0.359	0.108	-0.108	-0.359	-0.359
17 118	-595.0	-0.0	3709.5	3756.9	77	0.108	-0.108	0.359	0.359	0.108	-0.108	-0.359	-0.359
17 118	-595.0	-0.0	3709.5	3756.9	78	0.108	-0.108	0.359	0.359	0.108	-0.108	-0.359	-0.359
17 118	-595.0	-0.0	3709.5	3756.9	79	0.108	-0.108	0.359	0.359	0.108	-0.108	-0.359	-0.359
17 118	-595.0	-0.0	3709.5	3756.9	80	0.108	-0.108	0.359	0.359	0.108	-0.108	-0.359	-0.359

du/H x 1000 Max in direzione U_z

Nodi	dx [mm]	dy [mm]	dz [mm]	L [mm]	Comb.	73	74	75	76	77	78	79	80
3 111	-595.0	-0.0	3709.5	3756.9	73	0.091	0.085	0.105	0.109	0.107	0.101	0.082	0.087
15 117	-595.0	-0.0	3709.5	3756.9	74	0.085	0.091	0.082	0.087	0.101	0.107	0.105	0.109
3 111	-595.0	-0.0	3709.5	3756.9	75	0.091	0.085	0.105	0.109	0.107	0.101	0.082	0.087
3 111	-595.0	-0.0	3709.5	3756.9	76	0.091	0.085	0.105	0.109	0.107	0.101	0.082	0.087
3 111	-595.0	-0.0	3709.5	3756.9	77	0.091	0.085	0.105	0.109	0.107	0.101	0.082	0.087
15 117	-595.0	-0.0	3709.5	3756.9	78	0.085	0.091	0.082	0.087	0.101	0.107	0.105	0.109
15 117	-595.0	-0.0	3709.5	3756.9	79	0.085	0.091	0.082	0.087	0.101	0.107	0.105	0.109
15 117	-595.0	-0.0	3709.5	3756.9	80	0.085	0.091	0.082	0.087	0.101	0.107	0.105	0.109

$d_u/71 \times 1000$ Max in direzione $\{U_{max}\}$

Nodi	dx [mm]	dy [mm]	dz [mm]	L [mm]	Comb	73	74	75	76	77	78	79	80
1 110	-595.0	-0.0	3709.5	3756.9	73	0.475	0.420	0.668	0.694	0.574	0.519	0.519	0.542
17 118	-595.0	-0.0	3709.5	3756.9	74	0.420	0.475	0.519	0.542	0.519	0.574	0.668	0.634
1 110	-595.0	-0.0	3709.5	3756.9	75	0.475	0.420	0.668	0.694	0.574	0.519	0.519	0.542
1 110	-595.0	-0.0	3709.5	3756.9	76	0.475	0.420	0.668	0.694	0.574	0.519	0.519	0.542
1 110	-595.0	-0.0	3709.5	3756.9	77	0.475	0.420	0.668	0.694	0.574	0.519	0.519	0.542
17 118	-595.0	-0.0	3709.5	3756.9	78	0.420	0.475	0.519	0.542	0.519	0.574	0.668	0.634
17 118	-595.0	-0.0	3709.5	3756.9	79	0.420	0.475	0.519	0.542	0.519	0.574	0.668	0.634
17 118	-595.0	-0.0	3709.5	3756.9	80	0.420	0.475	0.519	0.542	0.519	0.574	0.668	0.634

1.15 VALUTAZIONE VARIABILITÀ SPAZIALE DEL MOTO

Si ritiene opportuno richiamare interamente i paragrafi 5.3.2.4.1 e 5.3.2.4.2 delle NTC 2018.

3.2.4.1 VARIABILITÀ SPAZIALE DEL MOTO

Nel punti di contatto con il terreno di opere con sviluppo planimetrico significativo, il moto sismico può avere caratteristiche differenti, a causa del carattere asincrono del fenomeno di propagazione, delle disomogeneità e delle discontinuità eventualmente presenti, e della diversa risposta locale del terreno.

Degli effetti sopra indicati deve tenersi conto quando essi possono essere significativi e in ogni caso quando le condizioni di sottosuolo siano così variabili lungo lo sviluppo dell'opera da richiedere l'uso di accelerogrammi o di spettri di risposta diversi. In assenza di modelli fisicamente più accurati e adeguatamente documentati, un criterio di prima approssimazione per tener conto della variabilità spaziale del moto sismico consiste nel sovrapporre agli effetti dinamici, valutati ad esempio con lo spettro di risposta, gli effetti pseudo-statici indotti dagli spostamenti relativi.

Nei dimensionamenti delle strutture in elevazione tali effetti possono essere trascurati quando il sistema fondazione-terreno sia sufficientemente rigido da rendere minimi gli spostamenti relativi. Negli edifici ciò avviene, ad esempio, quando si collegano in modo opportuno i plinti di fondazione.

Gli effetti dinamici possono essere valutati adottando un'unica azione sismica, corrispondente alla categoria di sottosuolo che induce le sollecitazioni più severe.

Quando l'opera sia suddivisa in porzioni, ciascuna fondata su sottosuolo di caratteristiche ragionevolmente omogenee, per ciascuna di esse si adatterà l'appropriata azione sismica.

3.2.4.2 SPOSTAMENTO ASSOLUTO E RELATIVO DEL TERRENO

Il valore dello spostamento assoluto orizzontale massimo del suolo (d_g) può ottenersi utilizzando l'espressione [3.2.12].

Nel caso in cui sia necessario valutare gli effetti della variabilità spaziale del moto richiamati nel paragrafo precedente, il valore dello spostamento relativo tra due punti i e j caratterizzati dalle proprietà stratigrafiche del rispettivo sottosuolo ed il cui moto possa considerarsi indipendente, può essere stimato secondo l'espressione seguente:

$$d_{ijmax} = 1,25 \sqrt{d_{gi}^2 + d_{gj}^2} \quad [3.2.13]$$

dove d_{gi} e d_{gj} sono rispettivamente gli spostamenti massimi del suolo nei punti i e j , calcolati con riferimento alle caratteristiche locali del sottosuolo.

Il moto di due punti del terreno può considerarsi indipendente per punti posti a distanze notevoli, in relazione al tipo di sottosuolo, il moto è reso indipendente anche dalla presenza di forti variabilità orografiche tra i punti.

In assenza di forti discontinuità orografiche, lo spostamento relativo tra punti a distanza x (in m) si può valutare con l'espressione:

$$d_v(x) = d_{j0} + (d_{ijmax} - d_{j0}) \left[1 - e^{-1,25(x/v_s)^{1,75}} \right] \quad [3.2.14]$$

dove v_s è la velocità di propagazione delle onde di taglio in m/s e d_{j0} è dato dall'espressione

$$d_{j0} = 1,25 \left| d_{gi} - d_{gj} \right| \quad [3.2.15]$$

Per punti che ricadano su sottosuoli differenti a distanza inferiore a 20 m, lo spostamento relativo è rappresentato da d_{ij} ; se i punti ricadano su sottosuolo dello stesso tipo, lo spostamento relativo può essere stimato, anziché con l'espressione [3.2.14], con le espressioni:

$$d_v(x) = \frac{d_{ijmax}}{v_s} \cdot 2,3x$$

per sottosuolo tipo D.

$$d_{ij}(x) = \frac{d_{\max}}{v_s} \cdot 3,0x$$

per sottosuolo di tipo diverso da D.

Per la determinazione delle sollecitazioni indotte nei ponti dagli spostamenti relativi del terreno, si possono utilizzare criteri riportati in documenti di comprovata validità.

Nel caso in esame si specifica che:

- Lo sviluppo planimetrico dell'opera non è da ritenersi significativo (nel senso indicato dalle Norme Tecniche), la costruzione in progetto occupa una proiezione in pianta dell'ordine dei 400mq, con sviluppo in lunghezza di circa 24m, tali dimensioni rientrano nell'ambito degli sviluppi ordinari delle costruzioni. Gli sviluppi significativi cui la norma si riferisce, riguardano costruzioni (tipo ponti, viadotti o agglomerati edilizi molto estesi) che si estendono per centinaia di metri e le cui strutture di fondazione potrebbero insistere su sottosuoli con differente caratterizzazione.
- Come riportato nell'elaborato Relazione Geologica a firma dei dott. Geol. Pierluigi Dellari, le due prove penetrometriche eseguite a monte e a valle dell'area di costruzione della nuova tettoia, sono caratterizzate da condizioni di sottosuolo omogenee. Come riportato al §3.2.4.1, gli effetti della variabilità spaziale del moto devono essere tenuti in considerazione ove in piano condizioni di sottosuolo così variabili lungo lo sviluppo dell'opera da richiedere l'uso di accelerogrammi o spettri di risposta differenziali. Tale situazione non riguarda il fabbricato in esame.
- Il sistema di fondazione a platea su micropali è un sistema (anche per dimensioni delle platee di collegamento dei micropali) notevolmente rigido.
- L'area su cui sorgerà il manufatto non è soggetta a variabilità orografica (situazione tipica della progettazione di ponti con spallature poste sui versanti e piloni a valle), trattasi di area completamente pianeggiante.

Per tutte le considerazioni sopra esposte la presenza degli spostamenti relativi è stata considerata trascurabile. Si riporta nel seguito, ad ulteriore conferma di quanto mi specificato, la valutazione dello spostamento relativo tra le due fondazioni in progetto, calcolata secondo quanto indicato al §3.2.4.2 ad ulteriore conferma della significativamente ridotta incidenza di questo effetto (principalmente dovuta alla non significativa distanza tra le due fondazioni ed all'omogeneità del terreno).

NTC 2018 - Se i punti ricadono su sottosuolo dello stesso tipo, lo spostamento relativo può essere stimato, anziché con l'espressione [3.2.14], con l'espressione [3.2.16] per sottosuolo di tipo diverso da D: $d_{ij}(x) = (d_{\max}/v_s) \cdot 3,0 \cdot x$

1. DETERMINAZIONE DEL VALORE DELLO SPOSTAMENTO ASSOLUTO

Accelerazione orizzontale massima a_g su sito di riferimento rigido orizzontale	0,16146	m/s^2
Coefficiente che tiene conto della categoria di sottosuolo: S	1,422	adim
Periodo corrispondente all'inizio del tratto a velocità costante: T_D	0,443	s
Periodo corrispondente all'inizio del tratto a spostamento costante: T_C	2,326	s
Spostamento assoluto punti fondazione A: $d_{gA} = 0,025 \cdot a_g \cdot S \cdot T_D \cdot T_C$	0,007	m
Spostamento assoluto punti fondazione B: $d_{gB} = 0,025 \cdot a_g \cdot S \cdot T_D \cdot T_C$	0,007	m

2. DETERMINAZIONE DEL VALORE DELLO SPOSTAMENTO RELATIVO DEL TERRENO TRA I PUNTI A e B

Spostamento relativo massimo tra i punti A e B: $d_{gr} = 1,25 \cdot \sqrt{(d_{gA}^2 + d_{gB}^2)}$	0,012	m
--	-------	---

In assenza di forti discontinuità orografiche (come nel nostro caso), lo spostamento relativo si può valutare con l'espressione [3.2.16] riportata in precedenza, per sottosuolo di tipo C (quindi diverso da D)

Distanza tra le due fondazioni A e B: x	23,76	m
Velocità di propagazione delle onde di taglio: v_s	215	m/s
Spostamento relativo per sottosuolo di tipo C: $d_{ij}(x) = (d_{\max}/v_s) \cdot 3,0 \cdot x$	0,004	m

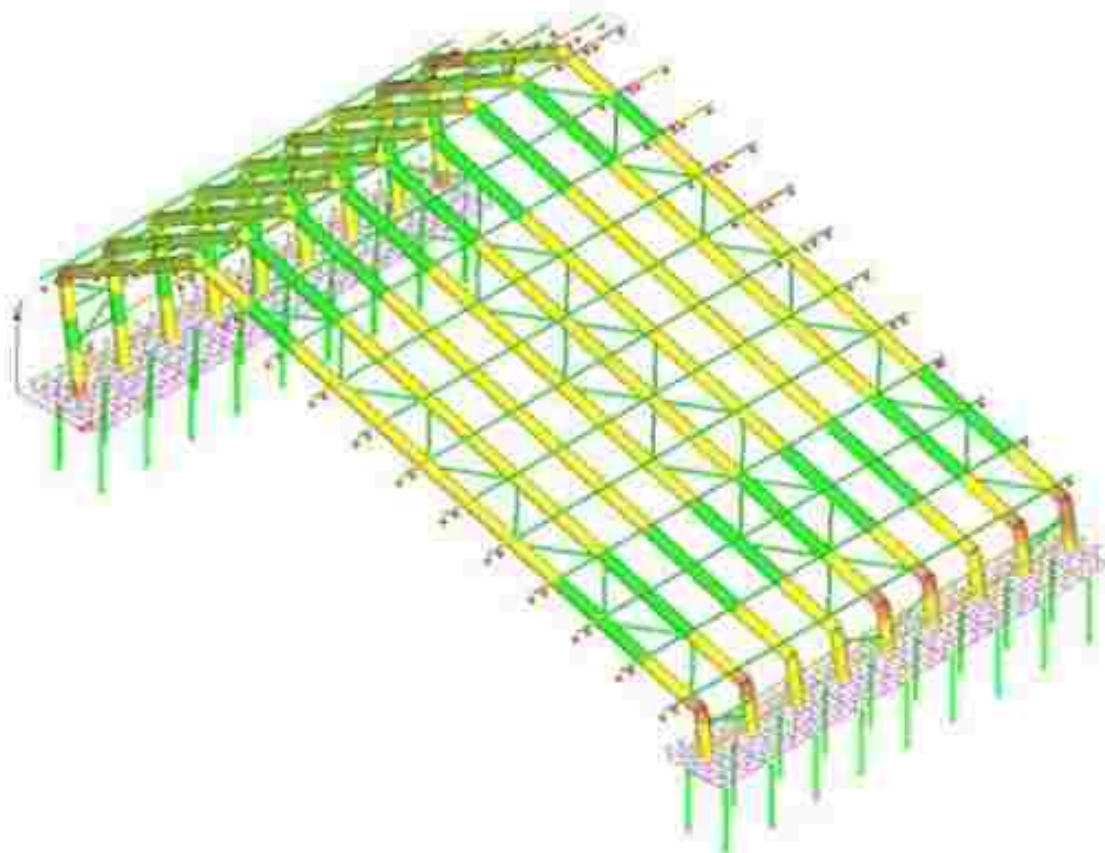
2. SINTESI DELLE PRINCIPALI VERIFICHE SVOLTE

2.1 VERIFICA STRUTTURE DI FONDAZIONE

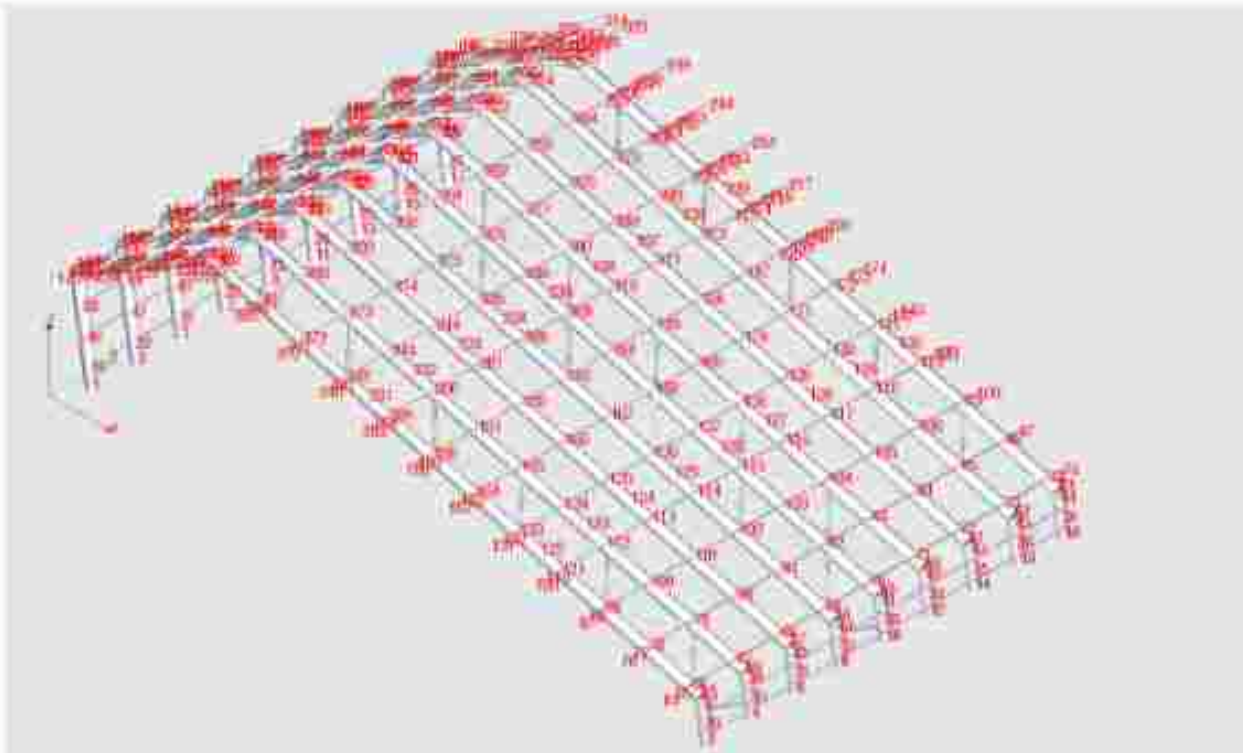
Le valutazioni e verifiche inerenti le strutture di fondazione sono riportate in maniera estesa all'interno della RELAZIONE GEOTEONICA allegata al progetto strutturale.

2.2 VERIFICA ELEMENTI STRUTTURALI IN CARPENTERIA METALLICA

Sintesi delle verifiche svolte sulle membrature con visualizzazione della percentuale di sfruttamento.



- Elementi con colorazione verde: Percentuale sfruttamento $\leq 33\%$
- Elementi con colorazione gialla: Percentuale sfruttamento $\leq 66\%$
- Elementi con colorazione rosa: Percentuale sfruttamento $\leq 90\%$
- Elementi con colorazione fucsia: Percentuale sfruttamento $\leq 100\%$



Numerazione nodale

Distribuzione degli elementi Trave (n. di elementi in ogni campo)

Sezione Numero	Sezione tipo		Sd/Sr ≤ 33%	Sd/Sr ≤ 66%	Sd/Sr ≤ 100%	Sd/Sr ≤ 1000%	Sd/Sr ≤ 1004%	Sd/Sr ≤ 1006%	Sd/Sr ≤ 1006%
1	Tubi 406.4X7.1/Portale principale		17.06 (43)	72.62 (183)	10.32 (26)	0.00 (0)	0.00 (0)	0.00 (0)	0.00 (0)
2	Tubi 101.6X4.0/Controventi		100.00 (68)	0.00 (0)	0.00 (0)	0.00 (0)	0.00 (0)	0.00 (0)	0.00 (0)
3	Tubi Ret V 60x90x3.2/Arcarecci		84.09 (148)	15.91 (28)	0.00 (0)	0.00 (0)	0.00 (0)	0.00 (0)	0.00 (0)
4	Tubi Ret V 60x90x3.2/Arcarecci		69.81 (37)	30.19 (16)	0.00 (0)	0.00 (0)	0.00 (0)	0.00 (0)	0.00 (0)
6	Profili con manicotto 60*90_sp.5/Tubiolare con manicotto		41.67 (10)	29.17 (7)	16.67 (7)	0.00 (0)	0.00 (0)	0.00 (0)	0.00 (0)

Elementi maggiormente sollecitati

Elementi Trave

Sezione	Min Elemento nodi	Min S _d /S _r	Max Elemento nodi	Max S _d /S _r
1 Tubi 406.4X7.1/Portale principale	289 274	0.23	44 69	0.76
2 Tubi 101.6X4.0/Controventi	260 306	0.10	212 199	0.27
3 Tubi Ret V 60x90x3.2/Arcarecci	95 96	0.04	34 35	0.67
4 Tubi Ret V 60x90x3.2/Arcarecci	120 121	0.01	172 173	0.44
6 Profili con manicotto 60*90_sp.5/Tubiolare con manicotto	213 214	0.19	296 297	0.95

VERIFICA TRAVI SEZIONE 1 PROFILO Tubi 406.4X7.1 Portale principale

Tipo di verifica da eseguire:

- Resistenza (Componenti Azioni Interna) _____ - N - T_y - M_x - M_y
- Instabilità Nel Piano 1/2 _____ Profilo singolo
- Instabilità Nel Piano 1/3 _____ Profilo singolo
- Pressoflessione (Componenti Azioni Interna) _____ - N - M_x - M_y

- Acciaio tipo *Acciaio*
- Tensione di Snervamento 355.00001 [MPa]
- Tensione di Rottura 510.00001 [MPa]

Asta Da	A	Luce e [m]	Snellezza		Resistenza			Instabilità 1/2			Instabilità 1/3			Pressoflessione		
			1/2	1/3	Clas se	Sd/ Sr	Com b.	Clas se	Sd/ Sr	Com b.	Clas se	Sd/ Sr	Com b.	Clas se	Sd/ Sr	Com b.
307	335	0.36	2.6	2.6	3	0.39	15	3	0.03	15	3	0.03	15	3	0.38	15
182	225	1.72	12	12	3	0.62	15	3	0.03	15	3	0.03	15	3	0.62	15
262	307	1.72	12	12	3	0.41	15	3	0.03	15	3	0.03	15	3	0.41	15
335	326	0.66	2.6	2.6	3	0.38	15	3	0.02	15	3	0.02	15	3	0.37	15
115	103	1.73	12	12	3	0.29	15	3	0.03	15	3	0.03	15	3	0.29	15
82	70	1.72	12	12	3	0.58	15	3	0.03	15	3	0.03	15	3	0.58	15
246	236	0.86	6.1	6.1	3	0.45	15	3	0.02	15	3	0.02	15	3	0.45	15
152	161	0.36	2.6	2.6	3	0.75	15	3	0.02	15	3	0.02	15	3	0.72	15
150	159	0.36	2.6	2.6	3	0.64	15	3	0.02	15	3	0.02	15	3	0.63	15
11	245	0.45	3.2	3.2	3	0.52	15	3	0.03	26	3	0.03	26	3	0.50	15
951	159	0.98	6.9	6.9	3	0.60	15	3	0.02	15	3	0.02	15	3	0.58	15
940	158	0.98	6.9	6.9	3	0.64	15	3	0.02	15	3	0.02	15	3	0.63	15
939	149	0.93	6.9	6.9	3	0.55	15	3	0.02	15	3	0.02	15	3	0.55	15
928	148	0.98	6.9	6.9	3	0.53	15	3	0.02	15	3	0.02	15	3	0.53	15
49	919	0.98	6.9	6.9	3	0.25	15	3	0.02	30	3	0.02	30	3	0.25	15
158	182	0.36	2.6	2.6	3	0.67	15	3	0.03	15	3	0.03	15	3	0.66	15
274	244	1.73	12	12	3	0.39	15	3	0.02	15	3	0.02	15	3	0.39	15
68	576	0.36	2.6	2.6	3	0.65	15	3	0.03	15	3	0.03	15	3	0.65	15
101	80	1.72	12	12	3	0.24	15	3	0.03	15	3	0.03	15	3	0.24	15
192	166	1.73	12	12	3	0.53	15	3	0.02	15	3	0.02	15	3	0.54	15
135	124	0.86	6.1	6.1	3	0.43	15	3	0.03	15	3	0.03	15	3	0.43	15
134	123	0.86	6.1	6.1	3	0.44	15	3	0.02	15	3	0.02	15	3	0.44	15
237	211	0.65	6.1	6.1	3	0.49	15	3	0.02	15	3	0.02	15	3	0.49	15
338	323	0.66	2.6	2.6	3	0.38	15	3	0.02	15	3	0.02	15	3	0.37	15
159	183	0.36	2.6	2.6	3	0.65	15	3	0.03	15	3	0.03	15	3	0.65	15
13	255	0.45	3.2	3.2	3	0.51	15	3	0.02	15	3	0.02	15	3	0.48	15

140	129	0.86	6.1	6.1	3	0.44	15	3	0.02	15	3	0.02	15	3	0.44	15
197	171	1.73	12.2	12.2	3	0.57	15	3	0.02	15	3	0.02	15	3	0.57	15
106	85	1.72	12.2	12.2	3	0.28	15	3	0.03	15	3	0.03	15	3	0.28	15
302	330	0.86	2.6	2.6	3	0.46	15	3	0.03	15	3	0.03	15	3	0.44	15
172	141	1.73	12.2	12.2	3	0.59	15	3	0.04	15	3	0.04	15	3	0.58	15
214	199	1.73	12.2	12.2	3	0.62	15	3	0.04	15	3	0.04	15	3	0.62	15
119	107	1.73	12.2	12.2	3	0.29	15	3	0.04	15	3	0.04	15	3	0.29	15
86	74	1.72	12.2	12.2	3	0.65	15	3	0.04	15	3	0.04	15	3	0.66	15
251	239	0.86	6.1	6.1	3	0.55	15	3	0.04	15	3	0.04	15	3	0.55	15
296	281	1.73	12.2	12.2	3	0.33	15	3	0.03	15	3	0.03	15	3	0.32	15
239	214	0.86	6.1	6.1	3	0.61	15	3	0.04	15	3	0.04	15	3	0.60	15
130	110	0.86	6.1	6.1	3	0.38	15	3	0.04	15	3	0.04	15	3	0.38	15
326	296	1.73	12.2	12.2	3	0.42	15	3	0.03	15	3	0.03	15	3	0.39	15
281	251	1.73	12.2	12.2	3	0.51	15	3	0.04	15	3	0.04	15	3	0.50	15
74	63	0.86	2.6	2.6	3	0.75	15	3	0.04	15	3	0.04	15	3	0.74	15
107	85	1.72	12.2	12.2	3	0.31	15	3	0.04	15	3	0.04	15	3	0.31	15
1	19	0.45	3.2	3.2	3	0.67	15	3	0.03	30	3	0.03	30	3	0.53	15
15	26	0.46	3.2	3.2	3	0.65	15	3	0.03	21	3	0.03	21	3	0.59	15
180	223	1.72	12.2	12.2	3	0.60	15	3	0.03	15	3	0.03	15	3	0.60	15
229	260	1.72	12.2	12.2	3	0.47	15	3	0.03	15	3	0.03	15	3	0.46	15
222	259	1.72	12.2	12.2	3	0.48	15	3	0.03	15	3	0.03	15	3	0.48	15
155	179	0.86	2.6	2.6	3	0.64	15	3	0.03	15	3	0.03	15	3	0.64	15
179	222	1.72	12.2	12.2	3	0.61	15	3	0.03	15	3	0.03	15	3	0.61	15
178	221	1.72	12.2	12.2	3	0.65	15	3	0.03	15	3	0.03	15	3	0.64	15
53	95	0.98	6.9	6.9	3	0.28	15	3	0.03	21	3	0.03	21	3	0.26	15
54	96	0.98	6.9	6.9	3	0.30	15	3	0.02	15	3	0.02	15	3	0.27	15
194	168	1.73	12.2	12.2	3	0.54	15	3	0.03	15	3	0.03	15	3	0.54	15
137	126	0.86	6.1	6.1	3	0.44	15	3	0.03	15	3	0.03	15	3	0.44	15
136	125	0.86	6.1	6.1	3	0.43	15	3	0.03	15	3	0.03	15	3	0.44	15
19	16	1.7	12	12	3	0.54	15	3	0.02	15	3	0.02	15	3	0.54	15

6	31	0.4 7	3.3	3.3	3	0.49	15	3	0.03	15	3	0.03	15	3	0.46	15
8	32	0.4 7	3.3	3.3	3	0.50	15	3	0.04	15	3	0.04	15	3	0.48	15
12	34	0.4 7	3.3	3.3	3	0.48	15	3	0.04	15	3	0.04	15	3	0.47	15
14	35	0.4 7	3.3	3.3	3	0.48	15	3	0.03	15	3	0.03	15	3	0.46	15
30	38	0.6 2	4.4	4.4	3	0.60	15	3	0.03	15	3	0.03	15	3	0.60	15
32	40	0.6 2	4.4	4.4	3	0.61	15	3	0.04	15	3	0.04	15	3	0.59	15
34	42	0.6 2	4.4	4.4	3	0.61	15	3	0.04	15	3	0.04	15	3	0.60	15
16 7	13 6	1.7 3	12 2	12 2	3	0.52	15	3	0.03	15	3	0.03	15	3	0.52	15
35	43	0.6 2	4.4	4.4	3	0.58	15	3	0.03	15	3	0.03	15	3	0.58	15
33	41	0.6 2	4.4	4.4	3	0.59	15	3	0.03	15	3	0.03	15	3	0.59	15
31	39	0.6 2	4.4	4.4	3	0.58	15	3	0.03	15	3	0.03	15	3	0.58	15
29	37	0.6 2	4.4	4.4	3	0.65	15	3	0.04	15	3	0.04	15	3	0.64	15
10 2	81 2	1.7 2	12 2	12 2	3	0.24	15	3	0.03	29	3	0.03	29	3	0.24	15
27 5	24 5	1.7 3	12 2	12 2	3	0.40	15	3	0.02	15	3	0.02	15	3	0.40	15
32 0	29 0	1.7 3	12 2	12 2	3	0.32	15	3	0.02	15	3	0.02	15	3	0.32	15
12 5	11 4	0.6 6	6.1	6.1	3	0.36	15	3	0.03	15	3	0.03	15	3	0.36	15
33 3	32 0	0.8 6	2.6	2.6	3	0.39	15	3	0.02	15	3	0.02	15	3	0.39	15
23 4	20 8	0.6 6	6.1	6.1	3	0.50	15	3	0.02	15	3	0.02	15	3	0.50	15
29 0	27 5	1.7 3	12 2	12 2	3	0.24	15	3	0.02	25	3	0.02	25	3	0.23	15
24 5	23 4	0.8 6	6.1	6.1	3	0.45	15	3	0.02	15	3	0.02	15	3	0.45	15
30 5	33 3	0.8 6	2.6	2.6	3	0.39	15	3	0.03	15	3	0.03	15	3	0.39	15
66	55	0.8 6	2.6	2.6	3	0.73	15	3	0.03	15	3	0.03	15	3	0.72	15
26 1	30 6	1.7 2	12 2	12 2	3	0.41	15	3	0.03	15	3	0.03	15	3	0.41	15
31 1	33 8	0.8 6	2.6	2.6	3	0.55	15	3	0.04	15	3	0.04	15	3	0.50	15
26 6	31 1	1.7 2	12 2	12 2	3	0.53	15	3	0.04	15	3	0.04	15	3	0.48	15
26 4	30 9	1.7 2	12 2	12 2	3	0.44	15	3	0.03	15	3	0.03	15	3	0.44	15
30 9	33 7	0.8 6	2.6	2.6	3	0.43	15	3	0.03	15	3	0.03	15	3	0.39	15
26 3	30 8	1.7 2	12 2	12 2	3	0.40	15	3	0.03	15	3	0.03	15	3	0.40	15
37	55	0.8 6	2.6	2.6	3	0.73	15	3	0.04	15	3	0.04	15	3	0.72	15
41	59	0.8	2.6	2.6	3	0.66	15	3	0.03	15	3	0.03	15	3	0.66	15

44	63	0.6 6	2.6	2.6	3	0.76	15	3	0.04	15	3	0.04	15	3	0.74	15
26	53	0.9 8	6.9	6.9	3	0.47	15	3	0.03	21	3	0.03	21	3	0.44	15
24	51	0.9 8	6.9	6.9	3	0.38	15	3	0.03	26	3	0.03	26	3	0.36	15
22	49	0.9 9	6.9	6.9	3	0.36	15	3	0.03	30	3	0.03	30	3	0.34	15
20	47	0.9 8	6.9	6.9	3	0.42	15	3	0.03	19	3	0.03	19	3	0.39	15
14	15	0.3 7 5	2.6	2.6	3	0.63	15	3	0.02	15	3	0.02	15	3	0.63	15
14	15	0.6 5 6	2.6	2.6	3	0.63	15	3	0.02	15	3	0.02	15	3	0.63	15
16	18	0.6 5 6	2.6	2.6	3	0.74	15	3	0.04	15	3	0.04	15	3	0.74	15
29	27	1.7 6 3	12	12	3	0.24	15	3	0.02	15	3	0.02	15	3	0.24	15
23	20	0.8 9 6	6.1	6.1	3	0.50	15	3	0.02	15	3	0.02	15	3	0.50	15
33	32	0.3 4 1 6	2.6	2.6	3	0.39	15	3	0.02	15	3	0.02	15	3	0.39	15
12	11	0.8 6 5 6	6.1	6.1	3	0.36	15	3	0.03	15	3	0.03	15	3	0.36	15
32	29	1.7 1 3	12	12	3	0.32	15	3	0.02	15	3	0.02	15	3	0.31	15
22	25	1.7 8 2	12	12	3	0.50	15	3	0.03	15	3	0.03	15	3	0.50	15
22	25	1.7 0 7 2	12	12	3	0.50	15	3	0.03	15	3	0.03	15	3	0.50	15
16	17	0.3 3 7 5	2.6	2.6	3	0.68	15	3	0.03	15	3	0.03	15	3	0.67	15
17	22	1.7 7 0 2	12	12	3	0.64	15	3	0.03	15	3	0.03	15	3	0.63	15
17	18	1.7 0 9 3	12	12	3	0.51	15	3	0.03	15	3	0.03	15	3	0.51	15
21	19	1.7 1 6 3	12	12	3	0.53	15	3	0.02	15	3	0.02	15	3	0.53	15
11	10	1.7 7 5 3	12	12	3	0.29	15	3	0.03	15	3	0.03	15	3	0.29	15
84	72	1.7 2 2 2	12	12	3	0.57	15	3	0.03	15	3	0.03	15	3	0.57	15
24	23	0.8 8 7 6	6.1	6.1	3	0.45	15	3	0.02	15	3	0.02	15	3	0.45	15
18	36	0.4 7	3.3	3.3	3	0.53	15	3	0.04	15	3	0.04	15	3	0.49	15
2	29	0.4 7	3.3	3.3	3	0.55	15	3	0.04	15	3	0.04	15	3	0.51	15
22	26	1.7 4 1 2	12	12	3	0.48	15	3	0.03	15	3	0.03	15	3	0.48	15
16	16	0.3 7 1 5	2.6	2.6	3	0.65	15	3	0.03	15	3	0.03	15	3	0.65	15
18	22	1.7 1 4 2	12	12	3	0.61	15	3	0.03	15	3	0.03	15	3	0.61	15
22	26	1.7 8 6 2	12	12	3	0.54	15	3	0.04	15	3	0.04	15	3	0.55	15
30	33	0.3 3 1 6	2.6	2.6	3	0.40	15	3	0.03	15	3	0.03	15	3	0.38	15

26	30	1.7	12	12	3	0.42	15	3	0.03	15	3	0.03	15	3	0.42	15
8	3	2	2	2												
18	22	1.7	12	12	3	0.69	15	3	0.04	15	3	0.04	15	3	0.70	15
5	8	2	2	2												
18	22	1.7	12	12	3	0.68	15	3	0.04	15	3	0.04	15	3	0.68	15
4	7	2	2	2												
16	18	0.8	2.6	2.6	3	0.71	15	3	0.04	15	3	0.04	15	3	0.71	15
0	4	6														
22	26	1.7	12	12	3	0.64	15	3	0.03	15	3	0.03	15	3	0.63	15
7	4	2	2	2												
22	26	1.7	12	12	3	0.48	15	3	0.03	15	3	0.03	15	3	0.48	15
6	3	2	2	2												
18	22	1.7	12	12	3	0.61	15	3	0.03	15	3	0.03	15	3	0.61	15
3	6	2	2	2												
11	10	1.7	12	12	3	0.29	15	3	0.03	15	3	0.03	15	3	0.29	15
3	1	3	2	2												
80	68	1.7	12	12	3	0.57	15	3	0.03	15	3	0.03	15	3	0.57	15
		2	2	2												
24	23	0.8	6.1	6.1	3	0.44	15	3	0.02	15	3	0.02	15	3	0.45	15
4	3	6														
28	27	1.7	12	12	3	0.23	15	3	0.02	15	3	0.02	15	3	0.23	15
9	4	3	2	2												
15	17	0.8	2.6	2.6	3	0.68	15	3	0.03	15	3	0.03	15	3	0.67	15
4	8	6														
23	20	0.8	6.1	6.1	3	0.49	15	3	0.02	15	3	0.02	15	3	0.49	15
3	7	6														
33	31	0.8	2.6	2.6	3	0.37	15	3	0.02	15	3	0.02	15	3	0.37	15
2	9	6														
12	11	0.8	6.1	6.1	3	0.36	15	3	0.03	15	3	0.03	15	3	0.36	15
4	3	6														
31	28	1.7	12	12	3	0.30	15	3	0.02	15	3	0.02	15	3	0.31	15
9	9	3	2	2												
10	33	0.4	3.3	3.3	3	0.46	15	3	0.03	10	3	0.03	10	3	0.46	15
		7														
73	62	0.8	2.6	2.6	3	0.70	15	3	0.03	15	3	0.03	15	3	0.70	15
		6														
16	28	0.4	3.3	3.3	3	0.51	15	3	0.03	15	3	0.03	15	3	0.48	15
		7														
45	62	0.8	2.6	2.6	3	0.71	15	3	0.03	15	3	0.03	15	3	0.70	15
		6														
33	32	0.8	2.6	2.6	3	0.51	15	3	0.03	15	3	0.03	15	3	0.49	15
3	6	6														
26	30	1.7	12	12	3	0.41	15	3	0.03	15	3	0.03	15	3	0.41	15
0	5	2	2	2												
30	33	0.8	2.6	2.6	3	0.38	15	3	0.03	15	3	0.03	15	3	0.38	15
4	2	6														
26	30	1.7	12	12	3	0.40	15	3	0.03	15	3	0.03	15	3	0.40	15
9	4	2	2	2												
26	30	1.7	12	12	3	0.44	15	3	0.03	15	3	0.03	15	3	0.43	15
7	2	2	2	2												
32	29	1.7	12	12	3	0.31	15	3	0.02	15	3	0.02	15	3	0.31	15
3	3	3	2	2												
27	24	1.7	12	12	3	0.39	15	3	0.02	15	3	0.02	15	3	0.39	15
8	8	3	2	2												
10	84	1.7	12	12	3	0.25	15	3	0.03	15	3	0.03	15	3	0.24	15
6		2	2	2												
19	17	1.7	12	12	3	0.53	15	3	0.02	15	3	0.02	15	3	0.54	15
6	0	3	2	2												
13	12	0.8	6.1	6.1	3	0.43	15	3	0.03	15	3	0.03	15	3	0.43	15

28	27	1.7	12	12	3	0.24	15	3	0.02	15	3	0.02	15	3	0.24	15
8	3	3	2	2												
24	23	0.8	6.1	6.1	3	0.46	15	3	0.02	29	3	0.02	29	3	0.46	15
3	2	6														
79	67	1.7	12	12	3	0.59	15	3	0.03	15	3	0.03	15	3	0.60	15
		2	2	2												
11	10	1.7	12	12	3	0.30	15	3	0.03	15	3	0.03	15	3	0.29	15
2	0	3	2	2												
72	61	0.8	2.6	2.6	3	0.64	15	3	0.03	15	3	0.03	15	3	0.65	15
		6														
20	19	1.7	12	12	3	0.55	15	3	0.02	15	3	0.02	15	3	0.55	15
6	1	3	2	2												
16	13	1.7	12	12	3	0.53	15	3	0.02	15	3	0.02	15	3	0.53	15
5	4	3	2	2												
16	13	1.7	12	12	3	0.56	15	3	0.03	15	3	0.03	15	3	0.56	15
4	3	3	2	2												
20	19	1.7	12	12	3	0.58	15	3	0.03	15	3	0.03	15	3	0.58	15
6	0	3	2	2												
11	99	1.7	12	12	3	0.32	15	3	0.03	15	3	0.03	15	3	0.31	15
1		3	2	2												
78	66	1.7	12	12	3	0.63	15	3	0.03	15	3	0.03	15	3	0.63	15
		2	2	2												
24	23	0.8	6.1	6.1	3	0.49	15	3	0.03	15	3	0.03	15	3	0.49	15
2	1	6														
28	27	1.7	12	12	3	0.26	15	3	0.03	15	3	0.03	15	3	0.26	15
7	2	3	2	2												
23	20	0.8	6.1	6.1	3	0.54	15	3	0.03	15	3	0.03	15	3	0.54	15
1	6	6														
33	31	0.8	2.6	2.6	3	0.44	15	3	0.02	15	3	0.02	15	3	0.43	15
0	7	6														
12	11	0.8	6.1	6.1	3	0.39	15	3	0.03	15	3	0.03	15	3	0.39	15
2	1	6														
31	28	1.7	12	12	3	0.36	15	3	0.03	15	3	0.03	15	3	0.35	15
7	7	3	2	2												
27	24	1.7	12	12	3	0.43	15	3	0.03	15	3	0.03	15	3	0.43	15
2	2	3	2	2												
99	78	1.7	12	12	3	0.27	15	3	0.03	15	3	0.03	15	3	0.27	15
		2	2	2												
19	16	1.7	12	12	3	0.58	15	3	0.03	15	3	0.03	15	3	0.58	15
0	4	3	2	2												
13	12	0.8	6.1	6.1	3	0.46	15	3	0.03	15	3	0.03	15	3	0.46	15
3	2	6														
19	17	1.7	12	12	3	0.63	15	3	0.04	15	3	0.04	15	3	0.63	15
9	2	3	2	2												
14	13	0.8	6.1	6.1	3	0.47	15	3	0.04	15	3	0.04	15	3	0.47	15
1	0	6														
29	27	1.7	12	12	3	0.24	15	3	0.02	15	3	0.02	15	3	0.23	15
3	8	3	2	2												
30	33	0.8	2.6	2.6	3	0.39	15	3	0.03	15	3	0.03	15	3	0.38	15
8	6	6														
12	11	0.8	6.1	6.1	3	0.36	15	3	0.03	15	3	0.03	15	3	0.36	15
8	7	6														
10	82	1.7	12	12	3	0.25	15	3	0.03	15	3	0.03	15	3	0.25	15
3		2	2	2												
16	13	1.7	12	12	3	0.51	15	3	0.03	15	3	0.03	15	3	0.51	15
6	6	3	2	2												
20	19	1.7	12	12	3	0.53	15	3	0.02	15	3	0.02	15	3	0.53	15
7	2	3	2	2												
39	57	0.8	2.6	2.6	3	0.65	15	3	0.03	15	3	0.03	15	3	0.65	15

15 6	18 0	0.3 6	2.5	2.5	3	0.64	15	3	0.03	15	3	0.03	15	3	0.64	15
13 8	12 7	0.8 6	6.1	6.1	3	0.44	15	3	0.03	15	3	0.03	15	3	0.44	15
19 5	16 9	1.7 3	12 2	12 2	3	0.54	15	3	0.03	15	3	0.03	15	3	0.54	15
10 4	83 2	1.7 2	12 2	12 2	3	0.25	15	3	0.03	15	3	0.03	15	3	0.25	15
27 7	24 7	1.7 3	12 2	12 2	3	0.40	15	3	0.02	29	3	0.02	29	3	0.40	15
32 2	29 2	1.7 3	12 2	12 2	3	0.31	15	3	0.02	15	3	0.02	15	3	0.31	15
12 7	11 6	0.8 6	6.1	6.1	3	0.36	15	3	0.03	15	3	0.03	15	3	0.36	15
23 6	21 0	0.8 6	6.1	6.1	3	0.50	15	3	0.02	15	3	0.02	15	3	0.50	15
29 2	27 7	1.7 3	12 2	12 2	3	0.24	15	3	0.02	29	3	0.02	29	3	0.24	15
24 7	23 6	0.8 6	6.1	6.1	3	0.45	15	3	0.02	15	3	0.02	15	3	0.45	15
83 11	71 10	1.7 2	12 2	12 2	3	0.59	15	3	0.03	15	3	0.03	15	3	0.59	15
6 4	10 4	1.7 3	12 2	12 2	3	0.29	15	3	0.03	15	3	0.03	15	3	0.29	15
21 0	19 5	1.7 3	12 2	12 2	3	0.54	15	3	0.02	15	3	0.02	15	3	0.54	15
16 9	13 8	1.7 3	12 2	12 2	3	0.52	15	3	0.03	15	3	0.03	15	3	0.52	15
16 8	13 7	1.7 3	12 2	12 2	3	0.52	15	3	0.03	15	3	0.03	15	3	0.52	15
20 9	19 4	1.7 3	12 2	12 2	3	0.54	15	3	0.02	15	3	0.02	15	3	0.54	15
22 5	26 2	1.7 2	12 2	12 2	3	0.49	15	3	0.03	15	3	0.03	15	3	0.49	15
3 2	30 5	0.4 5	3.2	3.2	3	0.59	15	3	0.03	19	3	0.03	19	3	0.53	15
96 2	15 8	0.9 8	6.9	6.9	3	0.62	15	3	0.02	15	3	0.02	15	3	0.60	15

VERIFICA TRAVI SEZIONE 2 PROFILO Tubi 101.6X4.0 Controventi

Tipo di verifica da eseguire:

- Resistenza (Componenti Azioni Interna) _____ - N - Ty - Mx - My
- Instabilità Nel Piano 1/2 _____ Profilo singolo
- Instabilità Nel Piano 1/3 _____ Profilo singolo
- Pressoflessione (Componenti Azioni Interna) _____ N - Mx - My

- Acciaio tipo _____ **Acciaio**
- Tensione di Snervamento _____ 355.00001 [MPa]
- Tensione di Rottura _____ 510.00001 [MPa]

Asta Da	A	Luc e [m]	Snellezza		Resistenza			Instabilità 1/2			Instabilità 1/3			Pressoflessione		
			1/2	1/3	Clas se	Sd/ Sr	Com b.	Clas se	Sd/ Sr	Com b.	Clas se	Sd/ Sr	Com b.	Clas se	Sd/ Sr	Com b.
33	42	1.8 3	53 1	53 1	1	0.15	11	1	0.20	10	1	0.20	10	1	0.23	10
19 5	16 8	2.4 4	70 6	70 6	1	0.10	26	1	0.07	29	1	0.07	29	1	0.13	30
11 2	99	2.4 4	70 6	70 6	1	0.09	26	1	0.09	30	1	0.09	30	1	0.13	30

99	79	2.4	70.	70.	1	0.12	26	1	0.09	25	1	0.09	25	1	0.18	26
		4	6	6												
32	29	2.4	70.	70.	1	0.14	26	1	0.12	29	1	0.12	29	1	0.18	29
1	2	4	6	6												
32	29	2.4	70.	70.	1	0.14	30	1	0.12	26	1	0.12	26	1	0.18	26
1	0	4	6	6												
29	27	2.4	70.	70.	1	0.14	30	1	0.04	26	1	0.04	26	1	0.13	25
2	6	4	6	6												
29	27	2.4	70.	70.	1	0.14	26	1	0.04	29	1	0.04	29	1	0.13	29
0	6	4	6	6												
27	24	2.4	70.	70.	1	0.15	30	1	0.02	26	1	0.02	26	1	0.13	26
6	5	4	6	6												
92	14	1.9	57.	57.	1	0.12	25	1	0.17	25	1	0.17	25	1	0.24	25
		8	5	5												
51	92	1.9	57.	57.	1	0.10	25	1	0.15	25	1	0.15	25	1	0.19	25
		9	5	5												
92	49	1.9	57.	57.	1	0.10	30	1	0.14	30	1	0.14	30	1	0.18	30
		8	5	5												
26	30	2.4	70.	70.	1	0.06	26	1	0.07	29	1	0.07	29	1	0.10	29
0	6	4	6	6												
82	69	2.4	70.	70.	1	0.13	30	1	0.10	29	1	0.10	29	1	0.19	29
		4	6	6												
82	71	2.4	70.	70.	1	0.14	26	1	0.10	25	1	0.10	25	1	0.19	26
		4	6	6												
79	66	2.4	70.	70.	1	0.12	30	1	0.06	29	1	0.06	29	1	0.15	30
		4	6	6												
85	74	2.4	70.	70.	1	0.13	26	1	0.06	25	1	0.06	25	1	0.16	26
		4	6	6												
10	85	2.4	70.	70.	1	0.11	30	1	0.09	29	1	0.09	29	1	0.17	29
7		4	6	6												
11	10	2.4	70.	70.	1	0.08	26	1	0.08	26	1	0.08	26	1	0.14	26
8	7	4	6	6												
14	11	2.4	70.	70.	1	0.13	15	1	0.09	29	1	0.09	29	1	0.15	30
1	8	4	6	6												
17	14	2.4	70.	70.	1	0.19	15	1	0.05	26	1	0.05	26	1	0.19	15
1	1	4	6	6												
19	17	2.4	70.	70.	1	0.22	15	1	0.07	29	1	0.07	29	1	0.24	15
9	1	4	6	6												
21	19	2.4	70.	70.	1	0.27	15	1	0.05	26	1	0.05	26	1	0.27	15
2	9	4	6	6												
27	25	2.4	70.	70.	1	0.19	15	1	0.05	15	1	0.05	15	1	0.20	15
9	1	4	6	6												
29	27	2.4	70.	70.	1	0.11	26	1	0.07	25	1	0.07	25	1	0.15	26
6	9	4	6	6												
32	29	2.4	70.	70.	1	0.14	26	1	0.14	30	1	0.14	30	1	0.21	30
4	6	4	6	6												
26	30	2.4	70.	70.	1	0.13	15	1	0.05	25	1	0.05	25	1	0.12	19
6	9	4	6	6												
25	30	2.4	70.	70.	1	0.10	26	1	0.05	29	1	0.05	29	1	0.08	29
7	3	4	6	6												
25	21	2.4	70.	70.	1	0.23	15	1	0.06	15	1	0.06	15	1	0.25	15
1	2	4	6	6												
31	28	2.4	70.	70.	1	0.14	30	1	0.12	26	1	0.12	26	1	0.20	26
8	7	4	6	6												
28	27	2.4	70.	70.	1	0.12	26	1	0.06	29	1	0.06	29	1	0.14	29
7	3	4	6	6												
27	24	2.4	70.	70.	1	0.13	30	1	0.02	26	1	0.02	26	1	0.12	15
3	2	4	6	6												
11	10	2.4	70.	70.	1	0.10	30	1	0.12	29	1	0.12	29	1	0.16	30

27	24	2.4	70.	70.	1	0.15	26	1	0.02	29	1	0.02	29	1	0.13	30
6	7	4	6	6												
24	20	2.4	70.	70.	1	0.14	30	1	0.03	30	1	0.03	30	1	0.15	30
7	9	4	6	6												
20	19	2.4	70.	70.	1	0.12	30	1	0.04	29	1	0.04	29	1	0.14	30
9	3	4	6	6												
19	16	2.4	70.	70.	1	0.10	30	1	0.08	25	1	0.08	25	1	0.13	26
3	8	4	6	6												
20	19	2.4	70.	70.	1	0.12	26	1	0.05	25	1	0.05	25	1	0.14	26
9	5	4	6	6												
16	13	2.4	70.	70.	1	0.07	30	1	0.06	29	1	0.06	29	1	0.13	30
8	6	4	6	6												

VERIFICA TRAVI SEZIONE 3 PROFILO Tubi Rel V 50x90x3.2 Arcarecci

Tipo di verifica da eseguire:

- Resistenza (Componenti Azioni Interna) : - N - Ty - Mx - My
- Instabilità Nel Piano 1/2 : Profilo singolo
- Instabilità Nel Piano 1/3 : Profilo singolo
- Pressoflessione (Componenti Azioni Interna) : N - Mx - My
- Acciaio tipo : **Acciaio**
- Tensione di Snervamento : 355.00001 [MPa]
- Tensione di Rottura : 510.00001 [MPa]

Asta Da	A	Luce e [m]	Snellezza		Resistenza			Instabilità 1/2			Instabilità 1/3			Pressoflessione		
			1/2	1/3	Classe	Sd/Sr	Com b.	Classe	Sd/Sr	Com b.	Classe	Sd/Sr	Com b.	Classe	Sd/Sr	Com b.
32	32	1.2	38	60	1	0.07	15	3	0.00	0	3	0.00	0	3	0.00	0
4	5	3	4	5												
32	32	1.7	54	85	1	0.17	15	1	0.01	29	1	0.01	29	1	0.05	30
3	4	3	1	1												
32	32	1.7	54	85	1	0.17	15	1	0.00	25	1	0.00	25	1	0.05	25
2	3	3	1	1												
32	32	1.7	54	85	1	0.17	15	1	0.03	25	1	0.04	25	1	0.07	26
1	2	3	1	1												
32	32	1.7	54	85	1	0.17	15	1	0.03	29	1	0.05	29	1	0.08	29
0	1	3	1	1												
31	32	1.7	54	85	1	0.17	15	1	0.01	29	1	0.01	29	1	0.05	30
9	0	3	1	1												
31	31	1.7	54	85	1	0.17	15	1	0.01	25	1	0.02	25	1	0.07	25
8	9	3	1	1												
31	31	1.7	54	85	1	0.17	15	1	0.01	29	1	0.01	29	1	0.06	29
7	8	2	1	1												
30	31	1.2	38	60	1	0.05	15	3	0.00	0	3	0.00	0	3	0.00	0
9	0	3	4	5												
30	30	1.7	54	85	1	0.18	30	3	0.00	0	3	0.00	0	3	0.00	0
8	9	3	1	1												
30	30	1.7	54	85	1	0.21	26	3	0.00	0	3	0.00	0	3	0.00	0
7	8	3	1	1												
30	30	1.7	54	85	1	0.15	15	1	0.00	29	1	0.00	29	1	0.04	29
6	7	3	1	1												
30	30	1.7	54	85	1	0.15	15	1	0.00	25	1	0.00	25	1	0.04	25
5	6	3	1	1												
30	30	1.7	54	85	1	0.20	30	1	0.00	29	1	0.00	29	1	0.19	29
4	5	3	1	1												
30	30	1.7	54	85	1	0.17	26	3	0.00	0	3	0.00	0	3	0.00	0
3	4	3	1	1												
30	30	1.7	54	85	1	0.16	15	1	0.00	25	1	0.00	25	1	0.08	25
2	3	2	1	1												
29	29	1.2	38	60	1	0.12	15	1	0.00	25	1	0.00	25	1	0.06	26

24	24	1.7	54	85	1	0.24	16	1	0.00	25	1	0.00	25	1	0.07	25
3	4	3	1	1												
24	24	1.7	54	85	1	0.20	16	1	0.00	25	1	0.00	25	1	0.09	25
2	3	3	1	1												
22	22	1.7	54	85	1	0.24	16	1	0.01	10	1	0.01	10	1	0.11	26
7	8	3	1	1												
22	22	1.7	54	85	1	0.21	16	1	0.04	11	1	0.06	11	1	0.23	15
6	7	3	1	1												
22	22	1.7	54	85	1	0.23	26	1	0.04	11	1	0.05	11	1	0.23	15
6	6	3	1	1												
22	22	1.7	54	85	1	0.21	16	1	0.04	11	1	0.05	11	1	0.23	16
4	5	3	1	1												
22	22	1.7	54	85	1	0.21	16	1	0.03	11	1	0.05	11	1	0.22	15
3	4	3	1	1												
22	22	1.7	54	85	1	0.22	30	1	0.03	11	1	0.05	11	1	0.23	21
2	3	3	1	1												
22	22	1.7	54	85	1	0.21	16	1	0.03	11	1	0.05	11	1	0.23	16
1	2	3	1	1												
22	22	1.7	54	85	1	0.22	16	1	0.00	10	1	0.01	10	1	0.10	29
0	1	2	1	1												
21	21	1.2	38	60	1	0.16	16	1	0.00	29	1	0.00	29	1	0.03	29
2	3	3	4	5												
21	21	1.7	54	85	1	0.24	16	1	0.01	16	1	0.01	16	1	0.24	16
1	2	3	1	1												
21	21	1.7	54	85	1	0.24	16	1	0.01	29	1	0.01	29	1	0.09	9
0	1	3	1	1												
20	21	1.7	54	85	1	0.24	16	1	0.00	29	1	0.01	29	1	0.07	29
9	0	3	1	1												
20	20	1.7	54	85	1	0.24	16	1	0.00	25	1	0.01	25	1	0.07	25
8	9	3	1	1												
20	20	1.7	54	85	1	0.24	16	1	0.01	25	1	0.01	25	1	0.09	8
7	8	3	1	1												
20	20	1.7	54	85	1	0.24	16	1	0.00	25	1	0.00	25	1	0.24	15
6	7	3	1	1												
20	20	1.7	54	85	1	0.19	16	1	0.00	25	1	0.00	25	1	0.08	25
6	6	3	1	1												
19	19	1.2	38	60	1	0.16	16	3	0.00	0	3	0.00	0	3	0.00	0
7	8	3	4	5												
19	19	1.7	54	85	1	0.24	16	1	0.00	29	1	0.00	29	1	0.07	29
6	7	3	1	1												
19	19	1.7	54	85	1	0.24	16	1	0.01	29	1	0.02	29	1	0.09	30
5	6	3	1	1												
19	19	1.7	54	85	1	0.24	16	1	0.00	18	1	0.00	18	1	0.05	18
4	5	3	1	1												
19	19	1.7	54	85	1	0.24	16	1	0.00	18	1	0.00	18	1	0.05	18
3	4	3	1	1												
19	19	1.7	54	85	1	0.24	16	1	0.01	25	1	0.01	25	1	0.09	26
2	3	3	1	1												
19	19	1.7	54	85	1	0.24	16	1	0.00	25	1	0.00	25	1	0.07	25
1	2	3	1	1												
19	19	1.7	54	85	1	0.19	16	3	0.00	0	3	0.00	0	3	0.00	0
0	1	3	1	1												
18	18	1.7	54	85	1	0.12	16	1	0.04	11	1	0.05	11	1	0.14	15
4	5	3	1	1												
18	18	1.7	54	85	1	0.19	30	1	0.06	11	1	0.09	11	1	0.17	26
3	4	3	1	1												
18	18	1.7	54	85	1	0.21	26	1	0.08	11	1	0.12	11	1	0.21	25
2	3	3	1	1												
18	18	1.7	54	85	1	0.11	16	1	0.08	11	1	0.12	11	1	0.16	11

11	11	1.7	54	85	1	0.24	15	1	0.01	10	1	0.01	10	1	0.24	15
7	8	3	1	1												
11	11	1.7	54	85	1	0.24	15	1	0.00	29	1	0.01	29	1	0.24	15
6	7	3	1	1												
11	11	1.7	54	85	1	0.24	15	1	0.01	30	1	0.01	30	1	0.09	10
5	6	3	1	1												
11	11	1.7	54	85	1	0.24	15	1	0.01	26	1	0.01	26	1	0.09	10
4	5	3	1	1												
11	11	1.7	54	85	1	0.24	15	1	0.00	25	1	0.01	25	1	0.13	3
3	4	3	1	1												
11	11	1.7	54	85	1	0.24	15	1	0.00	10	1	0.01	10	1	0.20	1
2	3	3	1	1												
11	11	1.7	54	85	1	0.19	15	1	0.00	25	1	0.00	25	1	0.05	25
1	2	2	1	1												
10	10	1.7	54	85	1	0.22	15	1	0.00	26	1	0.00	26	1	0.10	26
6	7	3	1	1												
10	10	1.7	54	85	1	0.24	15	1	0.01	10	1	0.01	10	1	0.20	1
5	6	3	1	1												
10	10	1.7	54	85	1	0.24	15	1	0.01	10	1	0.02	10	1	0.20	1
4	5	3	1	1												
10	10	1.7	54	85	1	0.24	15	1	0.00	10	1	0.00	10	1	0.09	10
3	4	3	1	1												
10	10	1.7	54	85	1	0.24	15	1	0.00	10	1	0.00	10	1	0.09	10
2	3	3	1	1												
10	10	1.7	54	85	1	0.24	15	1	0.01	10	1	0.01	10	1	0.20	1
1	2	3	1	1												
10	10	1.7	54	85	1	0.24	15	1	0.01	10	1	0.01	10	1	0.09	10
0	1	3	1	1												
99	10	1.7	54	85	1	0.20	15	1	0.00	50	1	0.00	50	1	0.00	50
8	3	1	1													
95	95	1.7	54	85	1	0.04	11	1	0.02	10	1	0.02	10	1	0.04	10
		3	1	1												
94	95	1.7	54	85	1	0.11	10	1	0.16	10	1	0.24	10	1	0.26	10
		3	1	1												
93	94	1.7	54	85	1	0.13	10	1	0.18	10	1	0.27	10	1	0.30	10
		3	1	1												
92	93	1.7	54	85	1	0.10	10	1	0.14	10	1	0.20	10	1	0.22	10
		3	1	1												
91	92	1.7	54	85	1	0.10	10	1	0.13	10	1	0.20	10	1	0.22	10
		3	1	1												
90	91	1.7	54	85	1	0.13	10	1	0.18	10	1	0.27	10	1	0.29	10
		3	1	1												
89	90	1.7	54	85	1	0.11	10	1	0.16	10	1	0.23	10	1	0.26	10
		3	1	1												
88	89	1.7	54	85	1	0.04	10	1	0.01	10	1	0.02	10	1	0.05	10
		2	1	1												
85	86	1.7	54	85	1	0.23	15	1	0.00	26	1	0.01	26	1	0.11	10
		3	1	1												
84	85	1.7	54	85	1	0.24	15	1	0.03	10	1	0.04	10	1	0.20	1
		3	1	1												
83	84	1.7	54	85	1	0.24	15	1	0.03	10	1	0.04	10	1	0.13	3
		3	1	1												
82	83	1.7	54	85	1	0.24	15	1	0.01	10	1	0.02	10	1	0.09	10
		3	1	1												
81	82	1.7	54	85	1	0.24	15	1	0.01	10	1	0.02	10	1	0.09	10
		3	1	1												
80	81	1.7	54	85	1	0.24	15	1	0.03	10	1	0.04	10	1	0.13	3
		3	1	1												
79	80	1.7	54	85	1	0.24	15	1	0.03	10	1	0.04	10	1	0.20	1

78	79	3 1.7 3	1 54 1	1 85 1	1	0.21	15	1	0.00	30	1	0.00	30	1	0.11	30
73	74	3 1.7 3	1 54 1	1 85 1	1	0.16	15	1	0.01	11	1	0.02	11	1	0.16	15
72	73	3 1.7 3	1 54 1	1 85 1	1	0.17	15	1	0.03	10	1	0.05	10	1	0.08	10
71	72	3 1.7 3	1 54 1	1 85 1	1	0.17	15	1	0.07	10	1	0.10	10	1	0.13	10
70	71	3 1.7 3	1 54 1	1 85 1	1	0.17	15	1	0.02	10	1	0.03	10	1	0.07	10
69	70	3 1.7 3	1 54 1	1 85 1	1	0.17	15	1	0.02	10	1	0.03	10	1	0.07	10
68	69	3 1.7 3	1 54 1	1 85 1	1	0.17	15	1	0.07	10	1	0.11	10	1	0.13	10
67	68	3 1.7 3	1 54 1	1 85 1	1	0.17	15	1	0.03	10	1	0.05	10	1	0.08	10
66	67	3 1.7 3	1 54 1	1 85 1	1	0.15	15	1	0.01	11	1	0.01	11	1	0.14	13
53	54	3 1.7 3	1 54 1	1 85 1	1	0.05	11	1	0.07	10	1	0.11	10	1	0.15	10
52	53	2 1.7 2	1 54 1	1 85 1	1	0.16	10	1	0.22	10	1	0.33	10	1	0.36	10
51	52	3 1.7 3	1 54 1	1 85 1	1	0.20	10	1	0.28	10	1	0.43	10	1	0.45	10
50	51	3 1.7 3	1 54 1	1 85 1	1	0.16	10	1	0.22	10	1	0.33	10	1	0.35	10
49	50	3 1.7 3	1 54 1	1 85 1	1	0.16	10	1	0.22	10	1	0.33	10	1	0.35	10
48	49	3 1.7 3	1 54 1	1 85 1	1	0.20	10	1	0.28	10	1	0.42	10	1	0.45	10
47	48	3 1.7 3	1 54 1	1 85 1	1	0.16	10	1	0.22	10	1	0.33	10	1	0.36	10
46	47	2 1.7 2	1 54 1	1 85 1	1	0.05	11	1	0.07	10	1	0.11	10	1	0.15	10
45	44	2 1.7 2	1 54 1	1 85 1	1	0.13	10	1	0.17	10	1	0.26	10	1	0.30	10
43	45	3 1.7 3	1 54 1	1 85 1	1	0.20	11	1	0.27	10	1	0.40	10	1	0.43	10
42	43	3 1.7 3	1 54 1	1 85 1	1	0.24	11	1	0.32	10	1	0.49	10	1	0.50	10
41	42	3 1.7 3	1 54 1	1 85 1	1	0.17	11	1	0.24	10	1	0.36	10	1	0.37	10
40	41	3 1.7 3	1 54 1	1 85 1	1	0.17	11	1	0.24	10	1	0.36	10	1	0.37	10
39	40	3 1.7 3	1 54 1	1 85 1	1	0.23	11	1	0.32	10	1	0.49	10	1	0.50	10
38	39	3 1.7 3	1 54 1	1 85 1	1	0.20	11	1	0.27	10	1	0.40	10	1	0.43	10
37	38	2 1.7 2	1 54 1	1 85 1	1	0.12	10	1	0.17	10	1	0.26	10	1	0.30	10
28	36	2 1.7 2	1 54 1	1 85 1	1	0.20	10	1	0.28	10	1	0.42	10	1	0.44	10
35	28	3 1.7 3	1 54 1	1 85 1	1	0.25	11	1	0.35	10	1	0.52	10	1	0.54	10
34	35	3 1.7 3	1 54 1	1 85 1	1	0.26	10	1	0.37	10	1	0.55	10	1	0.57	10
33	34	3 1.7 3	1 54 1	1 85 1	1	0.25	10	1	0.34	10	1	0.52	10	1	0.53	10

32	33	1.7	54	85	1	0.25	10	1	0.34	10	1	0.52	10	1	0.53	10
		3	1	1												
31	32	1.7	54	85	1	0.26	10	1	0.37	10	1	0.55	10	1	0.67	10
		3	1	1												
30	31	1.7	54	85	1	0.25	11	1	0.35	10	1	0.52	10	1	0.54	10
		2	1	1												
29	30	1.7	54	85	1	0.20	10	1	0.28	10	1	0.42	10	1	0.44	10
		3	1	1												
26	27	1.7	54	85	1	0.20	10	1	0.28	10	1	0.42	10	1	0.45	10
		3	1	1												
25	26	1.7	54	85	1	0.24	10	1	0.34	10	1	0.51	10	1	0.53	10
		2	1	1												
24	25	1.7	54	85	1	0.26	10	1	0.36	10	1	0.54	10	1	0.56	10
		3	1	1												
23	24	1.7	54	85	1	0.26	10	1	0.36	10	1	0.54	10	1	0.55	10
		3	1	1												
22	23	1.7	54	85	1	0.26	10	1	0.36	10	1	0.54	10	1	0.55	10
		3	1	1												
21	22	1.7	54	85	1	0.26	10	1	0.36	10	1	0.54	10	1	0.56	10
		3	1	1												
20	21	1.7	54	85	1	0.24	10	1	0.34	10	1	0.51	10	1	0.53	10
		3	1	1												
19	20	1.7	54	85	1	0.20	10	1	0.28	10	1	0.42	10	1	0.45	10
		2	1	1												

VERIFICA TRAVI SEZIONE 4 PROFILO Tubi Ret V 50x90x3.2 Arcarecci

Tipo di verifica da eseguire:

- Resistenza (Componenti Azioni Interna) : - N - Ty - Mx - My
- Instabilità Nel Piano 1/2 : _____ Profilo singolo
- Instabilità Nel Piano 1/3 : _____ Profilo singolo
- Pressoflessione (Componenti Azioni Interna) : N - Mx - My
- Acciaio tipo : **Acciaio**
- Tensione di Snervamento : 355.00001 [MPa]
- Tensione di Rottura : 510.00001 [MPa]

Asta Da	A	Luc e [m]	Spessezza		Resistenza			Instabilità 1/2			Instabilità 1/3			Pressoflessione		
			1/2	1/3	Clas se	Sd/ Sr	Com b.	Clas se	Sd/ Sr	Com b.	Clas se	Sd/ Sr	Com b.	Clas se	Sd/ Sr	Com b.
32	32	1.0	31	50	1	0.23	15	1	0.00	30	1	0.00	30	1	0.14	24
8	9	1	8	0												
31	31	0.6	19	30	1	0.26	15	1	0.00	26	1	0.00	26	1	0.10	27
7	6	1	1	1												
31	31	0.4	14	23	1	0.05	15	1	0.00	26	1	0.00	26	1	0.02	26
6	6	7	7	2												
31	31	0.9	29	45	1	0.15	15	1	0.00	29	1	0.00	29	1	0.14	28
3	4	3	1	9												
30	30	0.6	19	30	1	0.24	15	1	0.00	25	1	0.00	25	1	0.12	27
2	1	1	1	1												
30	30	0.4	14	23	1	0.04	15	1	0.00	25	1	0.00	25	1	0.03	27
1	0	7	7	2												
29	29	1.0	32	51	1	0.34	15	1	0.00	30	1	0.00	30	1	0.19	28
8	9	3	4	0												
28	28	0.6	19	30	1	0.37	15	1	0.00	26	1	0.00	26	1	0.15	27
7	6	1	1	1												
28	28	0.4	14	23	1	0.07	15	1	0.00	26	1	0.00	26	1	0.03	27
6	5	7	7	2												
28	28	1.0	31	50	1	0.33	15	1	0.00	30	1	0.00	30	1	0.18	28
3	4	1	8	0												
27	27	0.6	19	30	1	0.37	15	1	0.00	26	1	0.00	26	1	0.16	27

120	121	0.16	4.69	7.31	1	0.01	15	1	0.00	29	1	0.00	29	1	0.00	30
119	120	0.54	16.94	26.77	1	0.16	15	1	0.00	29	1	0.00	29	1	0.06	28
111	110	0.61	19.11	30.11	1	0.37	15	1	0.00	25	1	0.00	25	1	0.15	26
110	109	0.47	14.77	23.22	1	0.07	15	1	0.00	25	1	0.00	25	1	0.03	26
107	108	0.54	16.94	26.77	1	0.10	15	1	0.00	29	1	0.00	29	1	0.04	28
99	98	0.61	19.11	30.11	1	0.37	15	1	0.00	25	1	0.00	25	1	0.14	26
98	97	0.47	14.77	23.22	1	0.07	15	1	0.00	25	1	0.00	25	1	0.03	24
86	87	0.54	16.94	26.77	1	0.09	15	1	0.00	29	1	0.00	29	1	0.03	30
78	77	0.61	19.11	30.11	1	0.37	15	1	0.00	25	1	0.00	25	1	0.14	26
77	76	0.47	14.77	23.22	1	0.07	15	1	0.00	25	1	0.00	25	1	0.03	24
74	75	0.54	16.94	26.77	1	0.05	15	1	0.00	30	1	0.00	30	1	0.02	28
66	65	0.61	19.11	30.11	1	0.19	15	1	0.00	26	1	0.00	26	1	0.07	27
65	64	0.47	14.77	23.22	1	0.04	15	1	0.00	26	1	0.00	26	1	0.01	27

VERIFICA TRAVI SEZIONE 6 PROFILO Profili con manicotto 50*90_sp.5 Tubolare con manicotto

Tipo di verifica da eseguire:

- Resistenza (Componenti Azioni Interna) : - N - Ty - Mx - My
- Instabilità Nel Piano 1/2 : Profilo singolo
- Instabilità Nel Piano 1/3 : Profilo singolo
- Pressoflessione (Componenti Azioni Interna) : N - Mx - My
- Acciaio tipo : **Acciaio**
- Tensione di Snervamento : 355.00001 [MPa]
- Tensione di Rottura : 510.00001 [MPa]

Asta Da	A	Luce [m]	Snellezza		Resistenza			Instabilità 1/2			Instabilità 1/3			Pressoflessione		
			1/2	1/3	Classe	Sd/Sr	Com b.	Classe	Sd/Sr	Com b.	Classe	Sd/Sr	Com b.	Classe	Sd/Sr	Com b.
327	328	0.30	10.66	16.66	3	0.38	15	3	0.00	30	3	0.00	30	3	0.18	28
326	327	0.54	19.41	29.99	3	0.75	15	3	0.00	30	3	0.00	30	3	0.32	28
325	326	0.50	17.77	27.77	3	0.22	15	3	0.00	0	3	0.00	0	3	0.00	0
312	313	0.30	10.66	16.66	3	0.35	15	3	0.00	29	3	0.00	29	3	0.12	29
311	312	0.54	19.41	29.99	3	0.74	15	3	0.00	29	3	0.00	29	3	0.25	29
310	311	0.50	17.77	27.77	3	0.25	15	3	0.00	0	3	0.00	0	3	0.00	0
297	298	0.30	10.66	16.66	3	0.55	15	3	0.00	30	3	0.00	30	3	0.23	28
296	297	0.54	19.41	29.99	3	0.95	15	3	0.00	30	3	0.00	30	3	0.42	29
295	296	0.50	17.77	27.77	3	0.26	15	3	0.00	25	3	0.00	25	3	0.04	25
28	28	0.30	10.66	16.66	3	0.54	15	3	0.00	30	3	0.00	30	3	0.23	29

2	3	0	6	6												
28	28	0.5	19	29	3	0.94	15	3	0.00	30	3	0.00	30	3	0.43	29
1	2	4	1	9												
28	28	0.5	17	27	3	0.22	15	3	0.00	29	3	0.00	29	3	0.08	29
0	1	0	7	7												
26	26	0.3	10	16	3	0.30	15	3	0.00	29	3	0.00	29	3	0.09	29
7	8	0	8	8												
26	26	0.5	19	29	3	0.76	15	3	0.00	29	3	0.00	29	3	0.24	29
6	7	4	1	9												
26	26	0.5	17	27	3	0.32	15	3	0.00	26	3	0.00	26	3	0.10	26
5	6	0	7	7												
25	25	0.3	10	16	3	0.51	15	3	0.00	30	3	0.00	30	3	0.22	29
2	3	0	6	6												
25	25	0.5	19	29	3	0.90	15	3	0.00	30	3	0.00	30	3	0.41	29
1	2	4	1	9												
25	25	0.5	17	27	3	0.21	15	3	0.00	0	3	0.00	0	3	0.00	0
0	1	0	7	7												
21	21	0.3	10	16	3	0.37	15	3	0.00	29	3	0.00	29	3	0.17	28
5	6	0	6	6												
21	21	0.5	19	29	3	0.83	15	3	0.00	29	3	0.00	29	3	0.33	28
4	5	4	1	9												
21	21	0.5	17	27	3	0.19	15	3	0.00	0	3	0.00	0	3	0.00	0
3	4	0	7	7												
20	20	0.3	10	16	3	0.23	15	3	0.00	29	3	0.00	29	3	0.10	28
0	1	0	6	6												
19	20	0.5	19	29	3	0.62	15	3	0.00	29	3	0.00	29	3	0.24	28
9	0	4	1	9												
19	19	0.5	17	27	3	0.20	15	3	0.00	0	3	0.00	0	3	0.00	0
8	9	0	7	7												

2.2.1. VERIFICHE COMPLESSIVE

Si riportano Verifiche di RESISTENZA ED INSTABILITA' per gli elementi più sollecitati di ogni tipologia utilizzata.

VERIFICHE TRAVE DAL NODO 44 AL NODO 63 / Sez. 1 Tubi 406.4X7.1 (Portale principale)

DATI GENERALI

Luce dell'asta	0.36	[m]
Sezione numero	1	Tubi 406.4X7.1 (Portale principale)
β_{1-2000}	1.00	
β_{1-5000}	1.00	

Materiale Acciaio S 355 (FE 510)

f_t 355.00001 [MPa]

f_c 510.00001 [MPa]

ϵ 0.81

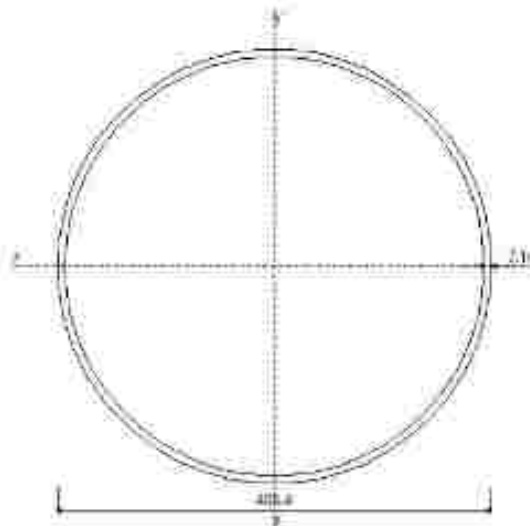
Coefficienti di sicurezza:

γ_{stb} 1.05

γ_{stt} 1.05

γ_{sc} 1.25

DATI INERZIALI PROFILO : Tubi 406.4X7.1



Area	8907 [mm ²]	A. Traz	8883 [mm ²] (L. collegamento 0 [mm])
Jx	177563438 [mm ⁴]	ix	141.2 [mm]
Wx	873836 [mm ³]	Zx	1132147 [mm ³]
Jy	177563438 [mm ⁴]	iy	141.2 [mm]
Wy	873836 [mm ³]	Zy	1132147 [mm ³]
Jt	355126875 [mm ⁴]		
Cw	1 [mm ⁶]		
Curva di instabilità piano 1-2 (x-x)	0		
Curva di instabilità piano 1-3 (y-y)	0		

Tubo

D	406 [mm]
t	7.1 [mm]

Classificazione generale della sezione:

- Compressione : 3
- Flessione Mx : 3
- Flessione My : 3

Nelle verifiche a trazione $N_{d,s} = \beta A_{eff} f_{td} / \gamma_s$ $\beta = 0.90$

VERIFICA DI RESISTENZA

Sezione in classe	3	
Area _{eff}	8907	[mm ²]
W _{x,eff}	875563	[mm ³]
W _{y,eff}	873836	[mm ³]
A _{s,s}	5670	[mm ²]
Combinazione critica	15	
Ascissa	0.36	[m]
N _d	107.31 [kN]	N _d /N _{s,r} =0.04
M _{x,d}	207.42 [kNm]	M _{x,d} /M _{s,r} =0.70
M _{y,d}	-6.96 [kNm]	M _{y,d} /M _{s,r} =0.02
V _{z,d}	-75.16 [kN]	V _{z,d} /V _{s,r} =0.07
S _d /S _r	0.76	VERIFICATA

VERIFICA DI INSTABILITÀ DA SFORZO NORMALE

Verifica di instabilità nel Piano 1/2 / Profilo Singolo

Luce	0.36	[m]
β ($L_c = \beta L_{eff}$)	1.00	
β_x	1.00	
Raggio d'inerzia i	141.2	[mm]
Snellezza	2.56	
Snellezza ridotta λ	0.03	
Curva d'instabilità	c	
Coeff. di riduzione χ	1.00	
Azione assiale	107.76 [kN]	Combinazione 15
N_{Ed}/N_{kRk}	0.04	VERIFICATA

Verifica di Instabilità nel Piano 1/3 / Profilo Singolo

Luce	0.36	[m]
β ($L_c = \beta L_{eff}$)	1.00	
β_x	1.00	
Raggio d'inerzia i	141.2	[mm]
Snellezza	2.56	
Snellezza ridotta λ	0.03	
Curva d'instabilità	c	
Coeff. di riduzione χ	1.00	
Azione assiale	107.76 [kN]	Combinazione 15
N_{Ed}/N_{kRk}	0.04	VERIFICATA

VERIFICA DI INSTABILITÀ A PRESSO-FLESSIONE

Verifica condotta in accordo a EC3 UNI EN 1993-1-1:2005 paragrafo 6.3.3 e appendice A.

Sezione in classe	3	
Area _{eff}	8907	[mm ²]
W _{eff}	875563	[mm ³]
W _{y,eff}	873836	[mm ³]
Combinazione critica	15	
N_{Ed}	107.31 [kN]	$N_{Ed}/N_{kRk} = 0.76$
M_{Ed}	207.42 [kNm]	$M_{Ed}/M_{kRk} = 0.00$
$M_{y,Ed}$	6.96 [kNm]	$M_{y,Ed}/M_{kRk} = 0.00$
S_{Ed}/S_{kRk}	0.74	VERIFICATA

Verifica di Instabilità nel Piano 1/2 / Profilo Singolo

Luce	0.36	[m]
β ($L_c = \beta L_{eff}$)	1.00	
β_x	1.00	
Raggio d'inerzia i	141.2	[mm]
Snellezza	2.56	
Snellezza ridotta λ	0.03	
Curva d'instabilità	c	
Coeff. di riduzione χ	1.00	
Azione assiale	107.31 [kN]	Combinazione 15

Verifica di Instabilità nel Piano 1/3 / Profilo Singolo

Luce	0.36	[m]
β ($L_c = \beta L_{eff}$)	1.00	
β_x	1.00	
Raggio d'inerzia i	141.2	[mm]
Snellezza	2.56	
Snellezza ridotta λ	0.03	
Curva d'instabilità	c	
Coeff. di riduzione χ	1.00	
Azione assiale	107.31 [kN]	Combinazione 15

Snellezze e Fattori di interazione dei momenti flettenti

Piano	λ	χ	μ	C_m
1-2	0.03	1.00	1.00	1.000 NON Lineare
1-3	0.03	1.00	1.00	0.950 Lineare

Fattori di Interazione

a_{LT}	0.00	b_{LT}	0.00
----------	------	----------	------

$c_{y,r}$	0.00	$d_{y,r}$	0.00
$e_{y,r}$	0.00		
$C_{ax(1)}$	1.02	$C_{ax(2)}$	1.02
$C_{ay(1)}$	1.02	$C_{ay(2)}$	1.02
$K_{ax(1)}$	1.00	$K_{ax(2)}$	0.95
$K_{ay(1)}$	1.00	$K_{ay(2)}$	0.95

VERIFICHE TRAVE DAL NODO 212 AL NODO 199 / Sez. 2 Tubi 101.6X4.0 (Controventi)

DATI GENERALI

Luce dell'asta	2.44	[m]
Sezione numero	2	Tubi 101.6X4.0 (Controventi)
$\beta_{1-2,y}$	1.00	
$\beta_{1-2,x}$	1.00	

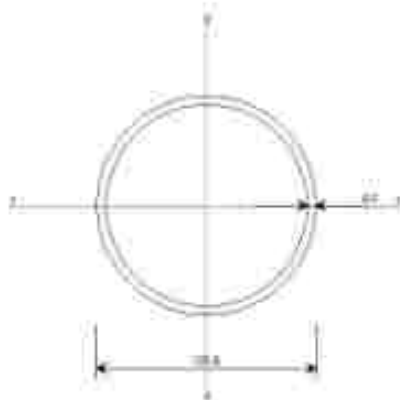
Materiale Acciaio S 355 (FE 510)

f_y	355.00001	[MPa]
f_t	510.00001	[MPa]
ϵ	0.81	

Coefficienti di sicurezza:

γ_{res}	1.05
γ_{ax}	1.05
γ_{ay}	1.25

DATI INERZIALI PROFILO : Tubi 101.6X4.0



Area	1226 [mm ²]	A-Traz	1223 [mm ²] (L collegamento 0 [mm])
J_x	1462844 [mm ⁴]	I_x	34.5 [mm]
W_x	28796 [mm ³]	Z_x	38124 [mm ³]
J_y	1462844 [mm ⁴]	I_y	34.5 [mm]
W_y	28796 [mm ³]	Z_y	38124 [mm ³]
J_t	2925689 [mm ⁴]		
C_w	0 [mm ⁶]		
Curva di instabilità piano 1-2 (x-x)	o		
Curva di instabilità piano 1-3 (y-y)	o		

Tubo

D	102	[mm]
t	4	[mm]

Classificazione generale della sezione:

- Compressione : 1
- Flessione Mx : 1
- Flessione My : 1

Nelle verifiche a trazione $N_{d,33} = \beta A_{eff} f_{td} / \gamma_s \quad \beta = 0.90$

VERIFICA DI RESISTENZA

Sezione in classe	1	
Area _{eff}	1226	[mm ²]
W _{eff}	38124	[mm ³]
W _{y,eff}	38124	[mm ³]
A _{eff}	781	[mm ²]
Combinazione critica	15	
Ascissa	2.44	[m]
N _d	6.50 [kN]	N _d /N _k =0.02
M _{1,d}	-3.44 [kNm]	M _{1,d} /M _{k,1} =0.27
M _{2,d}	-0.65 [kNm]	M _{2,d} /M _{k,2} =0.05
V _{1,d}	2.03 [kN]	V _{1,d} /V _{k,1} =0.01
S _d /S _k	0.27	VERIFICATA

VERIFICA DI INSTABILITÀ DA SFORZO NORMALE

Verifica di instabilità nel Piano 1/2 / Profilo Singolo

Luce	2.44	[m]
β (L _c = β L _{inst})	1.00	
β_x	1.00	
Raggio d'inerzia i	34.5	[mm]
Snellezza	70.64	
Snellezza ridotta λ	0.92	
Curva d'instabilità	c	
Coeff. di riduzione χ	0.69	
Azione assiale	11.05 [kN]	Combinazione 26
N _d /N _k	0.05	VERIFICATA

Verifica di instabilità nel Piano 1/3 / Profilo Singolo

Luce	2.44	[m]
β (L _c = β L _{inst})	1.00	
β_x	1.00	
Raggio d'inerzia i	34.5	[mm]
Snellezza	70.64	
Snellezza ridotta λ	0.92	
Curva d'instabilità	c	
Coeff. di riduzione χ	0.69	
Azione assiale	11.05 [kN]	Combinazione 26
N _d /N _k	0.05	VERIFICATA

VERIFICA DI INSTABILITÀ A PRESSO-FLESSIONE

Verifica condotta in accordo a EC3 UNI EN 1993-1-1:2005 paragrafo 6.3.3 e appendice A.

Sezione in classe	1	
Area _{eff}	1226	[mm ²]
W _{eff}	38124	[mm ³]
W _{y,eff}	38124	[mm ³]
Combinazione critica	15	
N _d	6.50 [kN]	N _d /N _k =0.03
M _{1,d}	3.44 [kNm]	M _{1,d} /M _{k,1} =0.27
M _{2,d}	0.65 [kNm]	M _{2,d} /M _{k,2} =0.02
S _d /S _k	0.27	VERIFICATA

Verifica di instabilità nel Piano 1/2 / Profilo Singolo

Luce	2.44	[m]
β (L _c = β L _{inst})	1.00	
β_x	1.00	
Raggio d'inerzia i	34.5	[mm]
Snellezza	70.64	

Snellezza ridotta λ	0.92	
Curva d'instabilità	c	
Coeff. di riduzione χ	0.58	
Azione assiale	6.50 [kN]	Combinazione 15

Verifica di instabilità nel Piano 1/3 / Profilo Singolo

Luce	2.44	[m]
β ($L_c = \beta L_{inst}$)	1.00	
β_x	1.00	
Raggio d'inerzia i	34.5	[mm]
Snellezza	70.64	
Snellezza ridotta λ	0.92	
Curva d'instabilità	c	
Coeff. di riduzione χ	0.58	
Azione assiale	6.50 [kN]	Combinazione 15

Snellezze e Fattori di interazione dei momenti flettenti

Piano	λ	χ	μ	C_m
1-2	0.92	0.58	0.99	0.992 NON Lineare
1-3	0.92	0.58	0.99	0.674 Lineare

Fattori di Interazione

a_{Lr}	0.00	b_{Lr}	0.00
c_{Lr}	0.00	d_{Lr}	0.00
e_{Lr}	0.00		
$C_{22(11)}$	1.00	$C_{22(22)}$	1.00
$C_{22(33)}$	1.00	$C_{22(44)}$	1.01
$K_{22(11)}$	1.00	$K_{22(22)}$	0.41
$K_{22(33)}$	0.60	$K_{22(44)}$	0.68

VERIFICHE TRAVE DAL NODO 31 AL NODO 32 / Sez. 3 Tubi Ret V 50x90x3.2 (Arcarecci)

DATI GENERALI

Luce dell'asta	1.73	[m]
Sezione numero	3	Tubi Ret V 50x90x3.2 (Arcarecci)
β_{1-2}	1.00	
β_{3-4}	1.00	

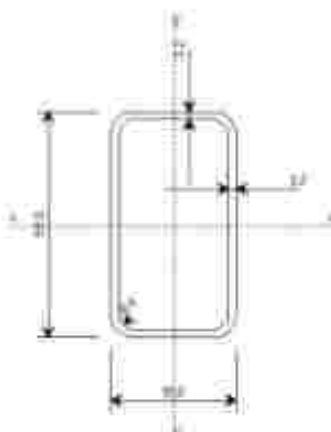
Materiale Acciaio S 355 (FE 510)

f_y	355.00001	[MPa]
f_u	510.00001	[MPa]
ϵ	0.81	

Coefficienti di sicurezza:

γ_{M2}	1.05
γ_{M1}	1.05
γ_{M3}	1.25

DATI INERZIALI PROFILO : Tubi Ret V 50x90x3.2



Area	810 [mm ²]	A. Traz	810 [mm ²] (L collegamento 0 [mm])
Jx	824603 [mm ⁴]	ix	31.9 [mm]
Wx	18322 [mm ³]	Zx	23055 [mm ³]
Jy	332589 [mm ⁴]	Iy	20.3 [mm]
Wy	13804 [mm ³]	Zy	15404 [mm ³]
Jt	806942 [mm ⁴]		
Cw	25144623 [mm ⁶]		
Curva di instabilità piano 1-2 (x-x)	c		
Curva di instabilità piano 1-3 (y-y)	c		

Tubo quadro

B	50 [mm]
H	90 [mm]
tb	3 [mm]
tw	3 [mm]
r	6 [mm]

Classificazione generale della sezione:

- Compressione : 1
- Flessione Mx : 1
- Flessione My : 1

Nelle verifiche a trazione $N_{t,Ed} = \beta A_{tr} f_{t,k} / \gamma_s$ ($\beta = 0.90$)

VERIFICA DI RESISTENZA

Sezione in classe	1	
Area _{tr}	810	[mm ²]
W _{x,er}	23055	[mm ³]
M _{x,Ed} /M _{pl,Rk}	0.98	
W _{y,er}	15404	[mm ³]
M _{y,Ed} /M _{pl,Rk}	0.86	
α	1.80	PressoFlessione Biassiale Gfr EC3 5.4.6.1 (11)
β	1.80	
A _{tr,er}	521	[mm ²]
Combinazione critica	10	
Ascissa	0.00	[m]
N _{Ed}	72.12 [kN]	N _{Ed} /N _{t,Rk} = 0.26
M _{x,Ed}	0.00 [kNm]	M _{x,Ed} /M _{x,Rk} = 0.00
M _{y,Ed}	0.11 [kNm]	M _{y,Ed} /M _{y,Rk} = 0.02
V _{Ed}	-0.03 [kN]	V _{Ed} /V _{Ed,Rk} = 0.00
S _{Ed} /S _{Rk}	0.26	VERIFICATA

VERIFICA DI INSTABILITÀ DA SFORZO NORMALE

Verifica di instabilità nel Piano 1/2 / Profilo Singolo

Luce	1.73 [m]	
β (L ₀ = β L _{lib})	1.00	
β_x	1.00	
Raggio d'inerzia i	31.9 [mm]	
Snellezza	54.07	
Snellezza ridotta λ	0.71	
Curva d'instabilità	c	
Coeff. di riduzione χ	0.72	
Azione assiale	72.10 [kN]	Combinazione 10
N _{Ed} /N _{t,Rk}	0.37	VERIFICATA

Verifica di Instabilità nel Piano 1/3 / Profilo Singolo

Luce	1.73	[m]
β ($L_c = \beta L_{eff}$)	1.00	
β_x	1.00	
Raggio d'inerzia i	20.3	[mm]
Snellezza	85.13	
Snellezza ridotta λ	1.11	
Curva d'instabilità	c	
Coeff. di riduzione χ	0.48	
Azione assiale	72.10 [kN]	Combinazione 10
N_{Ed}/N_{kRd}	0.55	VERIFICATA

VERIFICA DI INSTABILITÀ A PRESSO-FLESSIONE

Verifica condotta in accordo a EC3 UNI EN 1993-1-1:2005 paragrafo 6.3.3 e appendice A.

Sezione in classe	1	
Area _{eff}	810	[mm ²]
W _{eff}	23055	[mm ³]
W _{y,eff}	16404	[mm ³]
Combinazione critica	10	
N_{Ed}	72.10 [kN]	$N_{Ed}/N_{kRd} = 0.55$
$M_{1,Ed}$	0.00 [kNm]	$M_{1,Ed}/M_{kRd} = 0.00$
$M_{2,Ed}$	0.11 [kNm]	$M_{2,Ed}/M_{kRd} = 0.02$
S_{Ed}/S_{kRd}	0.57	VERIFICATA

Verifica di Instabilità nel Piano 1/2 / Profilo Singolo

Luce	1.73	[m]
β ($L_c = \beta L_{eff}$)	1.00	
β_x	1.00	
Raggio d'inerzia i	31.9	[mm]
Snellezza	54.07	
Snellezza ridotta λ	0.71	
Curva d'instabilità	c	
Coeff. di riduzione χ	0.72	
Azione assiale	72.10 [kN]	Combinazione 10

Verifica di Instabilità nel Piano 1/3 / Profilo Singolo

Luce	1.73	[m]
β ($L_c = \beta L_{eff}$)	1.00	
β_x	1.00	
Raggio d'inerzia i	20.3	[mm]
Snellezza	85.13	
Snellezza ridotta λ	1.11	
Curva d'instabilità	c	
Coeff. di riduzione χ	0.48	
Azione assiale	72.10 [kN]	Combinazione 10

Snellezze e Fattori di interazione dei momenti flettenti

Piano	λ	χ	μ	C_m
1-2	0.71	0.72	0.96	1.004 NON Lineare
1-3	1.11	0.48	0.81	0.735 NON Lineare

Fattori di Interazione

$a_{1,r}$	0.02	$b_{1,r}$	0.00
$c_{1,r}$	0.00	$d_{1,r}$	0.00
$e_{1,r}$	0.00		
$C_{22(1)}$	0.93	$C_{22(2)}$	0.90
$C_{22(3)}$	0.76	$C_{22(4)}$	1.01
$K_{22(1)}$	1.19	$K_{22(2)}$	0.72

VERIFICHE TRAVE DAL NODO 172 AL NODO 173 / Sez. 4 Tubi Ret V 50x90x3.2 (Arcarecci)

DATI GENERALI

Luce dell'asta	0.54	[m]
Sezione numero	4	Tubi Ret V 50x90x3.2 (Arcarecci)
β_{1-x-x}	1.00	
β_{1-y-y}	1.00	

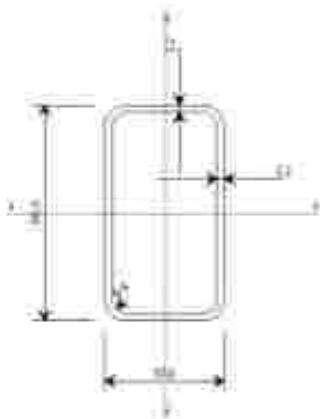
Materiale Acciaio S 355 (FE 510)

f_y	355.00001	[MPa]
f_u	510.00001	[MPa]
ϵ	0.81	

Coefficienti di sicurezza:

γ_{te}	1.05
γ_{m1}	1.05
γ_{m2}	1.25

DATI INERZIALI PROFILO : Tubi Ret V 50x90x3.2



Area	810 [mm ²]	A.Traz	810 [mm ²] (L collegamento 0 [mm])
J_x	824603 [mm ⁴]	i_x	31.9 [mm]
W_x	18322 [mm ³]	Z_x	23056 [mm ³]
J_y	832589 [mm ⁴]	i_y	29.3 [mm]
W_y	18804 [mm ³]	Z_y	16404 [mm ³]
J_t	806942 [mm ⁴]		
G_w	25144623 [mm ²]		
Curva di instabilità piano 1-2 (x-x)	c		
Curva di instabilità piano 1-3 (y-y)	c		

Tubo quadro

B	50	[mm]
H	90	[mm]
tb	3	[mm]
tw	3	[mm]
r	6	[mm]

Classificazione generale della sezione:

- Compressione : 1
- Flessione M_x : 1
- Flessione M_y : 1

Nelle verifiche a trazione $N_{Lk} = \beta A_{eff} f_u / \gamma_s$ ($\beta = 0.80$)

VERIFICA DI RESISTENZA

Sezione in classe	1	
Area _{eff}	810	[mm ²]

$W_{x,ef}$	23055	[mm ³]
$W_{y,ef}$	15404	[mm ³]
$A_{w,ef}$	521	[mm ²]
Combinazione critica	15	
Ascissa	0.00	[m]
N_{Ed}	-0.00 [kN]	$N_{Ed}/N_{t,Rk}=0.00$
$M_{1,Ed}$	3.40 [kNm]	$M_{1,Ed}/M_{t,Rk}=0.44$
$M_{2,Ed}$	-0.93 [kNm]	$M_{2,Ed}/M_{t,Rk}=0.18$
$V_{1,Ed}$	5.80 [kN]	$V_{1,Ed}/V_{t,Rk}=0.06$
S_D/S_R	0.44	VERIFICATA

VERIFICA DI INSTABILITÀ DA SFORZO NORMALE

Verifica di instabilità nel Piano 1/2 / Profilo Singolo

Luce	0.54	[m]
β ($L_c = \beta L_{inst}$)	1.00	
β_x	1.00	
Raggio d'inerzia i	31.9	[mm]
Snellezza	16.93	
Snellezza ridotta λ	0.22	
Curva d'instabilità	c	
Coeff. di riduzione χ	0.99	
Azione assiale	0.45 [kN]	Combinazione 29
$N_{Ed}/N_{t,Rk}$	0.00	VERIFICATA

Verifica di instabilità nel Piano 1/3 / Profilo Singolo

Luce	0.54	[m]
β ($L_c = \beta L_{inst}$)	1.00	
β_x	1.00	
Raggio d'inerzia i	20.3	[mm]
Snellezza	26.65	
Snellezza ridotta λ	0.55	
Curva d'instabilità	c	
Coeff. di riduzione χ	0.92	
Azione assiale	0.45 [kN]	Combinazione 29
$N_{Ed}/N_{t,Rk}$	0.00	VERIFICATA

VERIFICA DI INSTABILITÀ A PRESSO-FLESSIONE

Verifica condotta in accordo a EC3 UNI EN 1993-1-1:2005 paragrafo 6.3.3 e appendice A.

Sezione in classe	1	
$A_{w,ef}$	210	[mm ²]
$W_{x,ef}$	23055	[mm ³]
$W_{y,ef}$	15404	[mm ³]
Combinazione critica	30	
N_{Ed}	0.37 [kN]	$N_{Ed}/N_{t,Rk}=0.00$
$M_{1,Ed}$	1.42 [kNm]	$M_{1,Ed}/M_{t,Rk}=0.18$
$M_{2,Ed}$	0.20 [kNm]	$M_{2,Ed}/M_{t,Rk}=0.02$
S_D/S_R	0.19	VERIFICATA

Verifica di instabilità nel Piano 1/2 / Profilo Singolo

Luce	0.54	[m]
β ($L_c = \beta L_{inst}$)	1.00	
β_x	1.00	
Raggio d'inerzia i	31.9	[mm]
Snellezza	16.93	
Snellezza ridotta λ	0.22	
Curva d'instabilità	c	
Coeff. di riduzione χ	0.99	
Azione assiale	0.37 [kN]	Combinazione 30

Verifica di instabilità nel Piano 1/3 / Profilo Singolo

Luce	0.54	[m]
β ($L_0 = \beta L_{inst}$)	1.00	
β_x	1.00	
Raggio d'inerzia i	20.3	[mm]
Snellezza	26.65	
Snellezza ridotta λ	0.35	
Curva d'instabilità	c	
Coeff. di riduzione χ	0.92	
Azione assiale	0.37 [kN]	Combinazione 30

Snellezze e Fattori di interazione dei momenti flettenti

Piano	λ	χ	μ	C_m
1-2	0.22	0.99	1.00	1.000 NON Lineare
1-3	0.35	0.92	1.00	1.000 NON Lineare

Fattori di Interazione

$a_{x,r}$	0.02	$b_{x,r}$	0.00
$c_{x,r}$	0.00	$d_{x,r}$	0.00
$e_{x,r}$	0.00		
$C_{int,y1}$	1.00	$C_{int,y2}$	1.00
$C_{int,z1}$	1.00	$C_{int,z2}$	1.00
$K_{int,y1}$	1.00	$K_{int,y2}$	0.63
$K_{int,z1}$	0.63	$K_{int,z2}$	1.00

VERIFICHE TRAVE DAL NODO 296 AL NODO 297 / Sez. 6 Profili con manicotto 50*90_sp.5 (Tubolare con manicotto)

DATI GENERALI

Luce dell'asta	0.54	[m]
Sezione numero	6	Profili con manicotto 50*90_sp.5 (Tubolare con manicotto)
β_{1-296}	1.00	
β_{1-297}	1.00	

Materiale Acciaio S 355 (FE 510)

f_y 355.00001 [MPa]

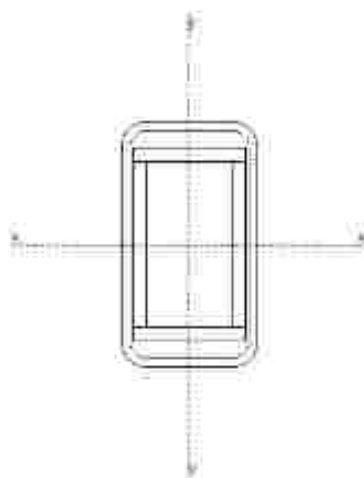
f_t 510.00001 [MPa]

ϵ 0.81

Coefficienti di sicurezza:

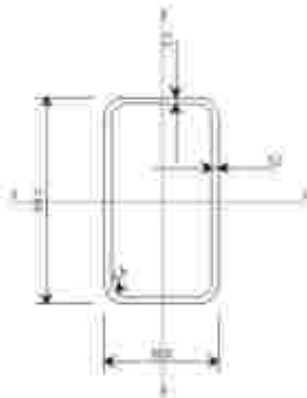
γ_{M2}	1.05
γ_{M1}	1.05
γ_{M0}	1.25

DATI INERZIALI PROFILO : Profili con manicotto 50*90_sp.5



Area	1834 [mm ²]	A Traz	1834 [mm ²] (L collegamento 0 [mm])
J_x	1462949 [mm ⁴]	i_x	28.2 [mm]

W_x	32510 [mm ³]	Z_x	45983 [mm ³]
J_y	597462 [mm ⁴]	i_y	18.0 [mm]
W_y	23898 [mm ³]	Z_y	30857 [mm ³]
J_t	1550957 [mm ⁴]		
C_w	148109756 [mm ⁶]		
Curva di instabilità piano 1-2 (x-x)	c		
Curva di instabilità piano 1-3 (y-y)	c		

DATI INERZIALI PROFILO : Tubi Ret V 50x90x3.2


Area	810 [mm ²]	A.Traz	810 [mm ²] (L collegamento 0 [mm])
J_x	824503 [mm ⁴]	i_x	31.9 [mm]
W_x	18322 [mm ³]	Z_x	23055 [mm ³]
J_y	932589 [mm ⁴]	i_y	20.8 [mm]
W_y	10304 [mm ³]	Z_y	15404 [mm ³]
J_t	806942 [mm ⁴]		
C_w	25144623 [mm ⁶]		
Curva di instabilità piano 1-2 (x-x)	c		
Curva di instabilità piano 1-3 (y-y)	c		

Tubo quadro

B	50 [mm]
H	90 [mm]
tb	3 [mm]
tw	3 [mm]
r	6 [mm]

Classificazione generale della sezione:

- Compressione : 3
- Flessione Mx : 3
- Flessione My : 1

Nelle verifiche a trazione $N_{t,ed} = \beta A_{net} f_{td} / \gamma_s$ $\beta = 0.90$

VERIFICA DI RESISTENZA

Sezione in classe	3	
A_{gr}	1834	[mm ²]
$W_{x,gr}$	32510	[mm ³]
$W_{y,gr}$	23898	[mm ³]
$A_{n,t}$	1834	[mm ²]
Combinazione critica	16	
Ascissa	0.00	[m]
N_s	0.00 [kN]	$N_s / N_k = 0.00$

$M_{1,2}$	8.75 [kNm]	$M_{1,2}/M_{1,3}=0.80$
$M_{1,3}$	-2.39 [kNm]	$M_{1,2}/M_{1,3}=0.30$
$V_{1,2}$	9.42 [kN]	$V_{1,2}/V_{1,3}=0.03$
S_D/S_E	0.95	VERIFICATA

VERIFICA DI INSTABILITÀ DA SFORZO NORMALE

Verifica di instabilità nel Piano 1/2 / Profilo Singolo

Luce	0.54	[m]
β ($L_c = \beta L_{inst}$)	1.00	
β_x	1.00	
Raggio d'inerzia i	28.2	[mm]
Snellezza	19.12	
Snellezza ridotta λ	0.25	
Curva d'instabilità	c	
Coeff. di riduzione χ	0.97	
Azione assiale	1.30 [kN]	Combinazione 30
N_{Ed}/N_{kR}	0.00	VERIFICATA

Verifica di instabilità nel Piano 1/3 / Profilo Singolo

Luce	0.54	[m]
β ($L_c = \beta L_{inst}$)	1.00	
β_x	1.00	
Raggio d'inerzia i	18.0	[mm]
Snellezza	29.92	
Snellezza ridotta λ	0.39	
Curva d'instabilità	c	
Coeff. di riduzione χ	0.90	
Azione assiale	1.30 [kN]	Combinazione 30
N_{Ed}/N_{kR}	0.00	VERIFICATA

VERIFICA DI INSTABILITÀ A PRESSO-FLESSIONE

Verifica condotta in accordo a EC3 UNI EN 1993-1-1:2005 paragrafo 6.3.3 e appendice A.

Sezione in classe	3	
Area _{ef}	1834	[mm ²]
W _{x,ef}	32510	[mm ³]
W _{y,ef}	23898	[mm ³]
Combinazione critica	29	
N_D	1.14 [kN]	$N_D/N_k=0.46$
$M_{1,2}$	3.00 [kNm]	$M_{1,2}/M_{1,3}=0.00$
$M_{1,3}$	-1.49 [kNm]	$M_{1,2}/M_{1,3}=0.00$
S_D/S_E	0.42	VERIFICATA

Verifica di instabilità nel Piano 1/2 / Profilo Singolo

Luce	0.54	[m]
β ($L_c = \beta L_{inst}$)	1.00	
β_x	1.00	
Raggio d'inerzia i	28.2	[mm]
Snellezza	19.12	
Snellezza ridotta λ	0.25	
Curva d'instabilità	c	
Coeff. di riduzione χ	0.97	
Azione assiale	1.14 [kN]	Combinazione 29

Verifica di instabilità nel Piano 1/3 / Profilo Singolo

Luce	0.54	[m]
β ($L_c = \beta L_{inst}$)	1.00	
β_x	1.00	
Raggio d'inerzia i	18.0	[mm]
Snellezza	29.92	
Snellezza ridotta λ	0.39	
Curva d'instabilità	c	

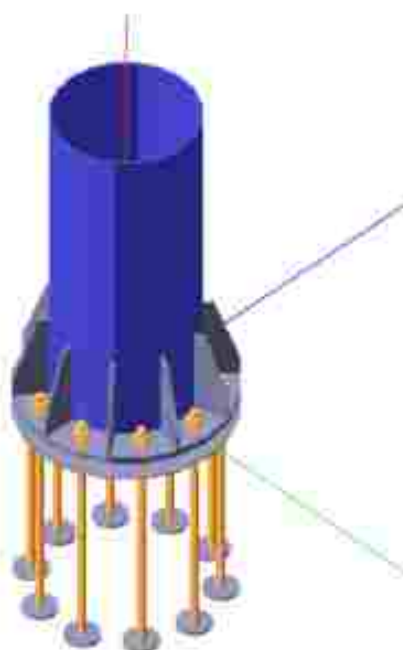
Coeff. di riduzione χ	0.90		
Azione assiale	1.14 [kN]	Combinazione 29	
Snellezze e Fattori di interazione dei momenti flettenti			
Piano	λ	χ	μ
1-2	0.25	0.97	1.00
1-3	0.39	0.90	1.00
Fattori di interazione			
$a_{c,r}$	0.00	$b_{c,r}$	0.00
$c_{c,r}$	0.00	$d_{c,r}$	0.00
$e_{c,r}$	0.00		
$G_{22(11)}$	1.00	$G_{22(22)}$	1.00
$G_{22(33)}$	1.00	$G_{22(33)}$	1.00
$K_{22(11)}$	1.00	$K_{22(22)}$	1.00
$K_{22(33)}$	1.00	$K_{22(33)}$	1.00

2.3 VERIFICA DELLE GIUNZIONI

Sintesi delle verifiche svolte sulle membrature con visualizzazione della percentuale di sfruttamento

2.3.1. COLLEGAMENTI DI BASE FONDAZIONE SUD

Verifica secondo il D.M. 17/01/2018 NODO DI BASE FONDAZIONE SUD – SLU STATICA



Coefficienti di sicurezza utilizzati

$\gamma_{int} = 1.05$

$\gamma_{int} = 1.10$

$\gamma_{int} = 1.25$

Colonna

Tipo di profilo: TUBO 406 4x7.1

Materiale: Acciaio S355 $f_y = 355 \text{ N/mm}^2$ $f_t = 510 \text{ N/mm}^2$ $\gamma_{st} = 1.25$

Classe sezione: 3

Flangia:

Materiale: Acciaio S355 $f_y = 355 \text{ N/mm}^2$ $f_t = 510 \text{ N/mm}^2$ $\gamma_{M2} = 1.25$

Dimensioni (\varnothing x Sp): 600.0 x 15.0 mm

Foro centrale diametro $\varnothing = 350.0$ mm

Spessore nervature: 10.0 mm

Bullonatura:

Viti cl. 8.8 Dadi 8 o 10 ($f_b = 640 \text{ N/mm}^2$ $f_t = 800 \text{ N/mm}^2$)

Diametro gambo $\varnothing = 24$ mm $A_{sp} = 352.9 \text{ mm}^2$ (ridotta per filettatura)

Diametro dado/testa $d_s = 36$ mm

Diametro foro $\varnothing_s = 25.5$ mm

Salgatura:

Materiale: Acciaio S355 $f_y = 355 \text{ N/mm}^2$ $f_t = 510 \text{ N/mm}^2$ $\beta_s = 0.70$ $\beta_t = 0.85$

Spessore cordoni d'angolo $s_w = 10$ mm

Sollecitazioni:

Nodo GMB/VZ [N]	V3 [N]	N [N]	M2 [N mm]	M3 [N mm]	T [N mm]
1.1	81760.0	2770.0	-175120.0	-2300000.0	-95350000.0
1.2	39360.0	1100.0	-130030.0	-70000.0	-41500000.0
1.3	54410.0	1890.0	-149130.0	-100000.0	-70770000.0
1.4	37710.0	860.0	-129680.0	-50000.0	-45330000.0
1.5	32530.0	1020.0	-124530.0	-10000.0	-37930000.0
1.6	49390.0	1370.0	-141450.0	-110000.0	-58950000.0
1.7	31630.0	630.0	-123990.0	-40000.0	-39110000.0
1.8	41210.0	1940.0	-135550.0	-1820000.0	-55740000.0
1.9	45970.0	370.0	-137370.0	1640000.0	-50690000.0
1.10	48710.0	-97410.0	-137780.0	77080000.0	-43800000.0
1.11	62360.0	100780.0	-160090.0	-77350000.0	-90920000.0
1.12	36270.0	60250.0	-129230.0	-46370000.0	-47200000.0
1.13	80680.0	62310.0	-178100.0	-46510000.0	-107250000.0
1.14	51310.0	60830.0	-148330.0	-46400000.0	-76470000.0
1.15	91210.0	62530.0	-188560.0	-46580000.0	-118720000.0
1.16	34620.0	60000.0	-128860.0	-46350000.0	-51030000.0
1.17	81170.0	62090.0	-178080.0	-46540000.0	-106870000.0
1.18	29440.0	60170.0	-123730.0	-46310000.0	-43630000.0
1.19	86920.0	62870.0	-185020.0	-47600000.0	-116850000.0
1.20	69210.0	61660.0	-165610.0	-46500000.0	-92770000.0
1.21	89770.0	61930.0	-186120.0	-45530000.0	-113820000.0
1.22	62460.0	60830.0	-148140.0	-46430000.0	-73020000.0
1.23	68690.0	1350.0	-164430.0	-120000.0	-91240000.0
1.24	33000.0	600.0	-125820.0	-40000.0	-40290000.0
1.25	46100.0	840.0	-142510.0	-40000.0	-68260000.0
1.26	33660.0	520.0	-126370.0	-50000.0	-43770000.0
1.27	25740.0	500.0	-120350.0	40000.0	-37230000.0
1.28	41470.0	740.0	-136300.0	-80000.0	-56870000.0
1.29	28140.0	420.0	-121710.0	-50000.0	-38130000.0
1.30	39970.0	1880.0	-132970.0	-1850000.0	-49170000.0
1.31	35450.0	-390.0	-131300.0	1710000.0	-53860000.0
1.32	38880.0	-35230.0	-131660.0	40150000.0	-44790000.0
1.33	65470.0	37960.0	-153460.0	-40310000.0	-85050000.0
1.34	32260.0	22730.0	-126110.0	-24170000.0	-44950000.0
1.35	66770.0	23560.0	-166710.0	-24170000.0	-101680000.0
1.36	45360.0	22970.0	-142800.0	-24170000.0	-72320000.0
1.37	77280.0	23730.0	-176610.0	-24260000.0	-112320000.0
1.38	32930.0	22640.0	-126660.0	-24180000.0	-47630000.0
1.39	69280.0	23540.0	-167660.0	-24250000.0	-101080000.0
1.40	25000.0	22620.0	-120640.0	-24090000.0	-41290000.0

1.41	76320.0	24290.0	-174610.0	-26320000.0	-107700000.0	-2660000.0
1.42	69760.0	23310.0	-157430.0	-24230000.0	-87690000.0	-1300000.0
1.43	73660.0	23050.0	-173610.0	-23190000.0	-110520000.0	-690000.0
1.44	46440.0	23000.0	-142640.0	-24210000.0	-88960000.0	-890000.0
1.45	72970.0	-400.0	-167860.0	-40000.0	-90800000.0	-670000.0
1.46	81450.0	-180.0	-124090.0	10000.0	-37620000.0	-260000.0
1.47	49040.0	-260.0	-144650.0	20000.0	-67340000.0	-390000.0
1.48	34990.0	-140.0	-127270.0	0.0	-43060000.0	-220000.0
1.49	22700.0	-180.0	-117350.0	70000.0	-32460000.0	-200000.0
1.50	43330.0	-210.0	-137800.0	-10000.0	-56490000.0	-340000.0
1.51	28800.0	-110.0	-122200.0	-10000.0	-37750000.0	-170000.0
1.52	39160.0	660.0	-133330.0	-1750000.0	-51160000.0	-1740000.0
1.53	39200.0	-1010.0	-133350.0	1720000.0	-51120000.0	1160000.0
1.54	42190.0	-16980.0	-133510.0	22900000.0	-43250000.0	1110000.0
1.55	66930.0	18480.0	-166460.0	-22930000.0	-86790000.0	-1930000.0
1.56	29640.0	11100.0	-124290.0	-13740000.0	-42350000.0	-1100000.0
1.57	68070.0	10810.0	-167940.0	-13710000.0	-99190000.0	-1540000.0
1.58	47240.0	11020.0	-144550.0	-13730000.0	-72070000.0	-1230000.0
1.59	81370.0	10800.0	-180480.0	-13780000.0	-112620000.0	-1640000.0
1.60	33190.0	11140.0	-127160.0	-13740000.0	-47790000.0	-1050000.0
1.61	72660.0	10860.0	-171120.0	-13780000.0	-101370000.0	-1640000.0
1.62	20900.0	11100.0	-117260.0	-13670000.0	-37190000.0	-1040000.0
1.63	78970.0	11310.0	-177800.0	-14820000.0	-109420000.0	-2480000.0
1.64	62280.0	10930.0	-169980.0	-13770000.0	-87990000.0	-1420000.0
1.65	78890.0	10310.0	-177820.0	-12740000.0	-109390000.0	-740000.0
1.66	47750.0	11030.0	-144380.0	-13760000.0	-69250000.0	-1250000.0
1.67	70010.0	-500.0	-167300.0	-440000.0	-94990000.0	-340000.0
1.68	32240.0	-250.0	-126170.0	-150000.0	-41940000.0	-120000.0
1.69	47390.0	-340.0	-144470.0	-220000.0	-70160000.0	-170000.0
1.70	34280.0	-240.0	-127390.0	-110000.0	-44850000.0	-80000.0
1.71	24750.0	-210.0	-120300.0	-90000.0	-38160000.0	-80000.0
1.72	42050.0	-310.0	-137760.0	-200000.0	-58930000.0	-150000.0
1.73	28350.0	-210.0	-122410.0	-80000.0	-39270000.0	-50000.0
1.74	34910.0	610.0	-132240.0	-1920000.0	-56920000.0	-1580000.0
1.75	41470.0	-1070.0	-134490.0	1690000.0	-49700000.0	1340000.0
1.76	40870.0	-12100.0	-129790.0	12510000.0	-45000000.0	2070000.0
1.77	54980.0	11400.0	-168840.0	-13020000.0	-89690000.0	-2450000.0
1.78	30600.0	6850.0	-128310.0	-7760000.0	-46930000.0	-1430000.0
1.79	66890.0	6580.0	-171210.0	-8060000.0	-106340000.0	-1680000.0
1.80	45760.0	6750.0	-146620.0	-7830000.0	-76140000.0	-1490000.0
1.81	77980.0	6510.0	-181950.0	-6140000.0	-117620000.0	-1730000.0
1.82	32650.0	6850.0	-129540.0	-7720000.0	-49830000.0	-1390000.0
1.83	69770.0	6570.0	-172760.0	-8070000.0	-106030000.0	-1670000.0
1.84	23110.0	6880.0	-122440.0	-7690000.0	-43140000.0	-1400000.0
1.85	73640.0	7000.0	-178650.0	-9170000.0	-116610000.0	-2590000.0
1.86	69980.0	6640.0	-161600.0	-7980000.0	-91990000.0	-1600000.0
1.87	77630.0	6060.0	-180000.0	-7060000.0	-112290000.0	-840000.0
1.88	46280.0	6740.0	-146460.0	-7860000.0	-72330000.0	-1600000.0
1.89	73990.0	880.0	-168970.0	-1350000.0	-91370000.0	-610000.0
1.90	37860.0	330.0	-129310.0	-610000.0	-40120000.0	-240000.0
1.91	49980.0	530.0	-145680.0	-800000.0	-68110000.0	-350000.0
1.92	36140.0	290.0	-128350.0	-450000.0	-43650000.0	-200000.0
1.93	32320.0	240.0	-124710.0	-380000.0	-36610000.0	-170000.0
1.94	44490.0	450.0	-138900.0	-690000.0	-57070000.0	-310000.0
1.95	30090.0	230.0	-123300.0	-350000.0	-38310000.0	-160000.0
1.96	40350.0	1690.0	-134440.0	-2480000.0	-51710000.0	-1770000.0
1.97	40350.0	-910.0	-134440.0	1300000.0	-51710000.0	1240000.0
1.98	43970.0	380.0	-142140.0	-690000.0	-44620000.0	-270000.0
1.99	67420.0	700.0	-149020.0	-1080000.0	-86610000.0	-480000.0
1.100	36690.0	330.0	-124690.0	-610000.0	-44370000.0	-240000.0

1.101	73740.0	920.0	-168250.0	-1420000.0	-101510000.0	-640000.0
1.102	47800.0	630.0	-141060.0	-800000.0	-72370000.0	-350000.0
1.103	82040.0	1060.0	-177060.0	-1620000.0	-112780000.0	-730000.0
1.104	33970.0	290.0	-123730.0	-450000.0	-47910000.0	-200000.0
1.105	73350.0	920.0	-167700.0	-1420000.0	-101530000.0	-640000.0
1.106	30160.0	240.0	-120090.0	-380000.0	-40770000.0	-170000.0
1.107	79550.0	1790.0	-174390.0	-2700000.0	-109570000.0	-1600000.0
1.108	63000.0	760.0	-156660.0	-1180000.0	-88130000.0	-530000.0
1.109	79550.0	240.0	-174390.0	-430000.0	-109570000.0	200000.0
1.110	48520.0	540.0	-140960.0	-840000.0	-69370000.0	-380000.0
1.111	76770.0	1480.0	-169520.0	-2080000.0	-87430000.0	-710000.0
1.112	34950.0	600.0	-127050.0	-800000.0	-38970000.0	-290000.0
1.113	61240.0	940.0	-145740.0	-1270000.0	-66830000.0	-430000.0
1.114	36500.0	670.0	-128120.0	-730000.0	-42370000.0	-270000.0
1.115	26710.0	480.0	-120940.0	-620000.0	-36020000.0	-210000.0
1.116	45490.0	810.0	-138870.0	-1080000.0	-55080000.0	-380000.0
1.117	30100.0	460.0	-122980.0	-570000.0	-37310000.0	-220000.0
1.118	44420.0	1500.0	-135450.0	-2690000.0	-46400000.0	-1790000.0
1.119	37770.0	-80.0	-133210.0	620000.0	-53610000.0	1120000.0
1.120	49820.0	12530.0	-130760.0	-13610000.0	-41700000.0	-2530000.0
1.121	60350.0	-10610.0	-160610.0	11010000.0	-83680000.0	1620000.0
1.122	33310.0	-6490.0	-129200.0	6800000.0	-43950000.0	1020000.0
1.123	73720.0	-5540.0	-173520.0	5410000.0	-98480000.0	590000.0
1.124	49600.0	-6160.0	-147890.0	6340000.0	-70810000.0	880000.0
1.125	86060.0	-5330.0	-184600.0	5110000.0	-108780000.0	480000.0
1.126	34860.0	-6520.0	-130260.0	6880000.0	-47350000.0	1060000.0
1.127	76920.0	-5540.0	-175070.0	5420000.0	-98120000.0	580000.0
1.128	26070.0	-6610.0	-123080.0	6990000.0	-41000000.0	1100000.0
1.129	95420.0	-4920.0	-182660.0	4150000.0	-103570000.0	-370000.0
1.130	66830.0	-5790.0	-163720.0	5790000.0	-85430000.0	690000.0
1.131	81420.0	-5860.0	-181200.0	6250000.0	-107900000.0	1380000.0
1.132	60450.0	-6130.0	-147830.0	6300000.0	-67670000.0	860000.0
1.133	72590.0	1580.0	-167800.0	-2770000.0	-91350000.0	-350000.0
1.134	31350.0	600.0	-124360.0	-1060000.0	-37600000.0	-130000.0
1.135	48880.0	980.0	-144610.0	-1690000.0	-67690000.0	-200000.0
1.136	34900.0	540.0	-127260.0	-940000.0	-43240000.0	-110000.0
1.137	22630.0	500.0	-117330.0	-860000.0	-32610000.0	-90000.0
1.138	43190.0	810.0	-137770.0	-1420000.0	-56770000.0	-170000.0
1.139	28730.0	410.0	-122180.0	-720000.0	-37890000.0	-90000.0
1.140	39080.0	1630.0	-133330.0	-2950000.0	-51360000.0	-1600000.0
1.141	39030.0	-140.0	-133310.0	620000.0	-51400000.0	1300000.0
1.142	42070.0	19500.0	-133490.0	-24130000.0	-43490000.0	-1550000.0
1.143	66700.0	-17530.0	-156410.0	20690000.0	-86230000.0	1130000.0
1.144	29550.0	-10680.0	-124270.0	12680000.0	-42530000.0	710000.0
1.145	67770.0	-9570.0	-167870.0	10770000.0	-99770000.0	490000.0
1.146	47060.0	-10300.0	-144510.0	12060000.0	-72420000.0	640000.0
1.147	81030.0	-9380.0	-180410.0	10410000.0	-113280000.0	430000.0
1.148	33090.0	-10740.0	-127140.0	12810000.0	-47970000.0	730000.0
1.149	72360.0	-9620.0	-171060.0	10830000.0	-101950000.0	480000.0
1.150	20820.0	-10770.0	-117230.0	12690000.0	-37340000.0	760000.0
1.151	78560.0	-8940.0	-177760.0	9490000.0	-110030000.0	-430000.0
1.152	62030.0	-9900.0	-159930.0	11330000.0	-82470000.0	540000.0
1.153	78540.0	-9950.0	-177740.0	11570000.0	-110050000.0	1320000.0
1.154	47680.0	-10300.0	-144360.0	12030000.0	-69590000.0	630000.0
1.155	70610.0	-2060.0	-166840.0	-2230000.0	-94910000.0	1790000.0
1.156	33700.0	-840.0	-126310.0	-850000.0	-41460000.0	710000.0
1.157	47260.0	-1260.0	-143400.0	-1350000.0	-70660000.0	1130000.0
1.158	34310.0	-780.0	-126860.0	-730000.0	-45060000.0	640000.0
1.159	26270.0	-690.0	-120740.0	-700000.0	-38190000.0	620000.0
1.160	42460.0	-1100.0	-137030.0	-1130000.0	-58760000.0	940000.0

1.161	26640.0	-610.0	-122080.0	-560000.0	-39080000.0	500000.0
1.162	36290.0	80.0	-131820.0	-2740000.0	-55480000.0	-670000.0
1.163	40710.0	-1990.0	-133590.0	820000.0	-50790000.0	2290000.0
1.164	39720.0	35920.0	-132280.0	-41180000.0	-46400000.0	1110000.0
1.165	57000.0	-38540.0	-154590.0	38430000.0	-88000000.0	1140000.0
1.166	32970.0	-22970.0	-126690.0	23280000.0	-45520000.0	530000.0
1.167	68780.0	-24300.0	-168210.0	21700000.0	-105600000.0	1770000.0
1.168	46510.0	-23410.0	-143690.0	22770000.0	-74720000.0	950000.0
1.169	79580.0	-24570.0	-178310.0	21430000.0	-116780000.0	1970000.0
1.170	33570.0	-22880.0	-127150.0	23390000.0	-49110000.0	460000.0
1.171	71300.0	-24270.0	-169340.0	21770000.0	-104980000.0	1700000.0
1.172	26530.0	-22810.0	-121020.0	23430000.0	-42240000.0	440000.0
1.173	75990.0	-23960.0	-175250.0	20460000.0	-114820000.0	1010000.0
1.174	61430.0	-23920.0	-158670.0	22180000.0	-90920000.0	1390000.0
1.175	78540.0	-25110.0	-176250.0	22600000.0	-112000000.0	2780000.0
1.176	47630.0	-23430.0	-143720.0	22780000.0	-71250000.0	950000.0
1.177	99080.0	-4430.0	-179440.0	-1920000.0	-85370000.0	3060000.0
1.178	46060.0	-1700.0	-131750.0	-740000.0	-37280000.0	1190000.0
1.179	64480.0	-2700.0	-151550.0	-1180000.0	-65380000.0	1910000.0
1.180	43430.0	-1410.0	-131070.0	-660000.0	-42130000.0	1030000.0
1.181	37440.0	-1480.0	-125750.0	-600000.0	-35010000.0	1060000.0
1.182	57200.0	-2210.0	-143630.0	-990000.0	-53810000.0	1560000.0
1.183	36110.0	-1060.0	-125090.0	-510000.0	-36540000.0	770000.0
1.184	53550.0	-1100.0	-139250.0	-2580000.0	-46350000.0	-160000.0
1.185	48790.0	-2670.0	-137420.0	870000.0	-51400000.0	2820000.0
1.186	56280.0	96690.0	-139650.0	-78020000.0	-39450000.0	9920000.0
1.187	76140.0	-102110.0	-163500.0	75830000.0	-89050000.0	-6130000.0
1.188	42970.0	-60850.0	-130980.0	45580000.0	-42970000.0	-3960000.0
1.189	98740.0	-64060.0	-182660.0	44250000.0	-97010000.0	-1760000.0
1.190	61390.0	-61840.0	-150760.0	45120000.0	-71080000.0	-3240000.0
1.191	111940.0	-64530.0	-193710.0	43990000.0	-106880000.0	-1450000.0
1.192	40340.0	-60580.0	-130270.0	45640000.0	-47830000.0	-4120000.0
1.193	99290.0	-63830.0	-182580.0	44280000.0	-96620000.0	-1920000.0
1.194	34340.0	-60620.0	-124950.0	45700000.0	-40700000.0	-4090000.0
1.195	109760.0	-63960.0	-191080.0	43040000.0	-102410000.0	-2480000.0
1.196	84230.0	-63010.0	-169330.0	44620000.0	-84180000.0	-2480000.0
1.197	106900.0	-64800.0	-189980.0	45110000.0	-105440000.0	-690000.0
1.198	63140.0	-61850.0	-150790.0	45100000.0	-66910000.0	-3260000.0

Calcolo resistenze

Resistenza a trazione dei bulloni

$$F_{t,Ed} = 0.9 \cdot f_u \cdot A_{sct} / \gamma_{M2} = 293249.5 \text{ N}$$

Resistenza a punzonamento flangia

$$B_{p,Ed} = 0.8 \cdot \pi \cdot d_n \cdot t \cdot f_u / \gamma_{M2} = 415293.4 \text{ N}$$

Bull.	$F_{t,Ed}$ [N]	$F_{p,Ed}$ [N]
1	69170.9	69170.9
2	69170.9	69170.9
3	69170.9	69170.9
4	69170.9	69170.9
5	69170.9	69170.9
6	69170.9	69170.9
7	69170.9	69170.9
8	69170.9	69170.9
9	69170.9	69170.9
10	69170.9	69170.9

Legenda

$F_{t,Ed} = M_{Ed,Ed} / (B_n \cdot R_n)$ resistenza a flessione flangia

$F_{p,Ed} = \min [F_{t,Ed}, B_{p,Ed}, F_{c,Ed}]$ resistenza a trazione di progetto

Resistenza a taglio dei bulloni

$$F_{v,Ed} = 0.6 \cdot f_u \cdot A_{sct} / \gamma_{M2} =$$

135499.7 N

Bull	$F_{t,x,20}$ [N]	$F_{c,x,20}$ [N]	$F_{t,y,20}$ [N]	$F_{c,y,20}$ [N]
1	367200.0	135499.7	240000.0	135499.7
2	358193.2	135499.7	284604.7	135499.7
3	250167.6	135499.7	367200.0	135499.7
4	250167.6	135499.7	367200.0	135499.7
5	358193.2	135499.7	284604.7	135499.7
6	367200.0	135499.7	240000.0	135499.7
7	358193.2	135499.7	284604.7	135499.7
8	250167.6	135499.7	367200.0	135499.7
9	250167.6	135499.7	367200.0	135499.7
10	358193.2	135499.7	284604.7	135499.7

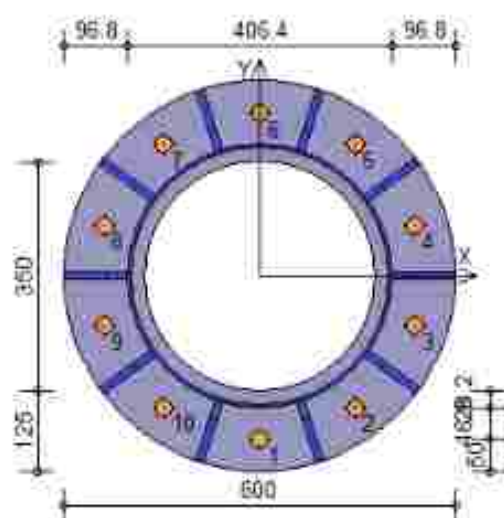
Legenda

$F_{t,x,20} = k \cdot \alpha \cdot f_{tk} \cdot B \cdot t / \gamma_{M2}$ resistenza a rifollamento flangia in direzione x

$F_{c,x,20} = \min [F_{t,x,20}, F_{c,x,20}]$ resistenza a taglio di progetto in direzione x

$F_{t,y,20} = k \cdot \alpha \cdot f_{tk} \cdot B \cdot t / \gamma_{M2}$ resistenza a rifollamento flangia in direzione y

$F_{c,y,20} = \min [F_{t,y,20}, F_{c,y,20}]$ resistenza a taglio di progetto in direzione y



Verifiche sui bulloni

1-Taglio e trazione (Nodo n. 1, CMB n. 16)

Bull	X [mm]	Y [mm]	$F_{t,20}$ [N]	$F_{c,20}$ [N]	$F_{t,20}$ [N]	$F_{c,20}$ [N]	FV_2	VER
1	0.00	-250.00	11647.0	135499.7	0.0	69170.9	0.096218	OK
2	2146.95	-202.25	11067.0	135499.7	0.0	69170.9	0.081675	OK
3	3237.76	-77.25	10574.2	135499.7	0.0	69170.9	0.078038	OK
4	4237.76	77.25	10287.1	135499.7	6973.5	69170.9	0.147783	OK
5	5146.95	202.25	10282.2	135499.7	39302.6	69170.9	0.481737	OK
6	6.00	250.00	10612.4	135499.7	60459.9	69170.9	0.702653	OK
7	-146.95	202.25	11112.1	135499.7	62364.0	69170.9	0.726003	OK
8	-237.76	77.25	11582.0	135499.7	44287.5	69170.9	0.542807	OK
9	-237.76	-77.25	11855.1	135499.7	13135.2	69170.9	0.223191	OK
10	-146.95	-202.25	11842.0	135499.7	0.0	69170.9	0.087395	OK

2-Trazione (Nodo n. 1, CMB n. 16)

Bull	X [mm]	Y [mm]	$F_{t,20}$ [N]	$F_{c,20}$ [N]	FV_2	VER
1	0.00	-250.00	0.0	69170.9	0.000000	OK
2	2146.95	-202.25	0.0	69170.9	0.000000	OK
3	3237.76	-77.25	0.0	69170.9	0.000000	OK
4	4237.76	77.25	6973.5	69170.9	0.100815	OK
5	5146.95	202.25	39302.6	69170.9	0.568195	OK
6	6.00	250.00	60459.9	69170.9	0.824065	OK
7	-146.95	202.25	60364.0	69170.9	0.871592	OK
8	-237.76	77.25	44287.5	69170.9	0.640262	OK
9	-237.76	-77.25	13135.2	69170.9	0.189894	OK

10-146.95 -202.25 0.0 69170.9 0.000000 Ok

Legenda

$F_{t,pr}$ forza di taglio agente sul bullone
 $F_{t,pr}$ resistenza a taglio di progetto del bullone
 $F_{t,pr}$ forza di trazione agente sul bullone
 $F_{t,pr}$ resistenza a trazione di progetto del bullone
 $FV_1 = F_{t,pr} / F_{t,pr} + F_{t,pr} / (1.4 \cdot F_{t,pr})$
 $FV_2 = F_{t,pr} / F_{t,pr}$
 VER : $FV \leq 1$

Verifiche a flessione piastra in zona compressa

Sezione tangente al profilo della colonna nel punto equidistante da due nervature (Nodo n. 1, CMB n. 15)

Pressione massima a bordo piastra $p_{max} = 10.36 \text{ N/mm}^2$
 Risultante pressioni $R_{pr} = 227052.30 \text{ N}$
 Braccio della risultante $B_{pr} = 42.6 \text{ mm}$
 Modulo di resistenza minimo $W_{min} = 397039.4 \text{ mm}^3$
 Momento resistente $M_{c,pr} = 134237200.0 \text{ N mm}$
 Momento massimo $M_{c,pr} = 9677824.0 \text{ N mm}$
 $M_{c,pr} / M_{c,pr} = 0.072096 \text{ Ok}$

Sezione tangente al profilo della colonna nel punto di attacco di una nervatura (Nodo n. 1, CMB n. 15)

Pressione massima a bordo piastra $p_{max} = 10.36 \text{ N/mm}^2$
 Risultante pressioni $R_{pr} = 236205.60 \text{ N}$
 Braccio della risultante $B_{pr} = 42.6 \text{ mm}$
 Modulo di resistenza minimo $W_{min} = 384337.7 \text{ mm}^3$
 Momento resistente $M_{c,pr} = 129942800.0 \text{ N mm}$
 Momento massimo $M_{c,pr} = 10062000.0 \text{ N mm}$
 $M_{c,pr} / M_{c,pr} = 0.077434 \text{ Ok}$

Verifica del momento di progetto del giunto (Nodo n. 1, CMB n. 11)

Momento resistente del giunto $M_{c,pr} = 127845300.0 \text{ N mm}$
 Momento di progetto $M_{c,pr} = 96007890.0 \text{ N mm}$
 $M_{c,pr} / M_{c,pr} = 0.672760 \text{ Ok}$

Ancoraggio

Tirafondi con rosette saldate

Lunghezza tirafondi $L_t = 650 \text{ mm}$
 Lunghezza di aderenza $L_a = 610 \text{ mm}$
 Materiale rosette Acciaio S355
 Spessore rosette $t_r = 10 \text{ mm}$
 Diametro rosette $\phi_r = 100 \text{ mm}$

Lunghezza minima tirafondi: 40 diametri (960 mm)

Calcestruzzo

= Resistenza cubica caratteristica a compressione $R_{ck} = 35.00 \text{ N/mm}^2$
 $0.83 \cdot R_{ck} =$ Resistenza cilindrica caratteristica a compressione $f_{cd} = 29.05 \text{ N/mm}^2$
 Resistenza di calcolo a compressione $f_{ctd} = \alpha_{ct} \cdot f_{td} / \gamma_c = 16.46 \text{ N/mm}^2$
 Resistenza caratteristica a trazione $f_{ctk} = 0.7 \cdot 0.30 \cdot f_{ctk}^{2/3} = 1.98 \text{ N/mm}^2$
 $\eta_1 \cdot \eta_2 \cdot f_{ctk} / \gamma_c =$ Resistenza tangenziale di aderenza di calcolo $f_{td} = 2.25 \cdot 2.98 \text{ N/mm}^2$

Compressione massima calcestruzzo (Nodo n. 1, CMB n. 15)

$p_{max} = 10.36 \text{ N/mm}^2 < f_{cd} \text{ Ok}$

Verifica ancoraggio

Si considera la massima sollecitazione di trazione agente nei tirafondi (Nodo n. 1, CMB n. 15)

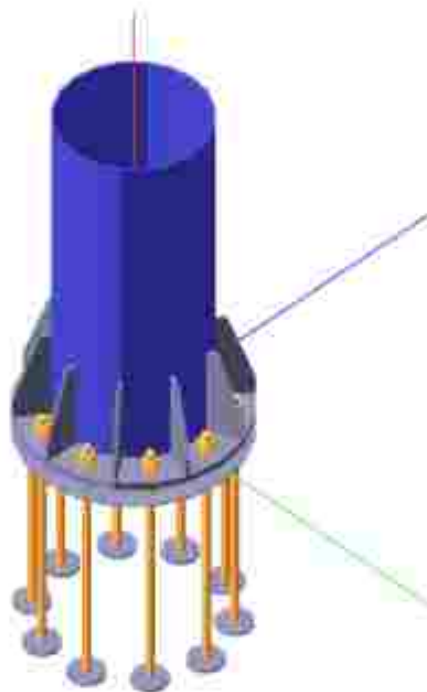
Trazione di progetto dell'ancoraggio $F_{t,pr,22} = \max [F_{t,22}] = 62364.0 \text{ N}$

Si considera il contributo di aderenza fornito dai tirafondi ($L_a = 610 \text{ mm}$)

Resistenza a trazione per aderenza $F_{t,pr,22} = L_a \cdot \pi \cdot \varnothing \cdot f_{ad} = 136909.1 \text{ N}$

$F_{t,pr,22} > F_{t,pr,22} \text{ OK}$

Verifica secondo il D.M. 17/01/2018 NODO DI BASE FONDAZIONE SUD - SLV



Coefficienti di sicurezza utilizzati

$\gamma_{12} = 1.05$

$\gamma_{13} = 1.10$

$\gamma_{14} = 1.25$

Colonna

Tipo di profilo: TUBO 406.4x7.1

Materiale: Acciaio S355 $f_y = 355 \text{ N/mm}^2$ $f_t = 510 \text{ N/mm}^2$ $\gamma_{M2} = 1.25$

Classe sezione: 3

Fianchia

Materiale: Acciaio S355 $f_y = 355 \text{ N/mm}^2$ $f_t = 510 \text{ N/mm}^2$ $\gamma_{M2} = 1.25$

Dimensioni ($\varnothing \times 3p$): 600.0 x 20.0 mm

Foro centrale diametro $\varnothing = 350.0 \text{ mm}$

Spessore nervature: 10.0 mm

Bullonatura

Viti cl. 8.8 Dado \varnothing o 10 ($f_{td} = 640 \text{ N/mm}^2$ $f_{td} = 800 \text{ N/mm}^2$)

Diametro gambo $\varnothing = 24 \text{ mm}$ $A_{net} = 362.9 \text{ mm}^2$ (ridotta per filettatura)

Diametro dado/testa $d_w = 36 \text{ mm}$

Diametro foro $\varnothing_o = 26.5 \text{ mm}$

Saldatura

Materiale: Acciaio S355 $f_t = 355 \text{ N/mm}^2$ $f_c = 510 \text{ N/mm}^2$ $\beta_1 = 0.70$ $\beta_2 = 0.85$
 Spessore cordoni d'angolo $s_2 = 10 \text{ mm}$

Sollecitazioni

Nodo CMBV2 [N]	V3 [N]	N [N]	M2 [N mm]	M3 [N mm]	T [N mm]	
1.1	42680.0	3790.0	-108770.0	-6580000.0	-29010000.0	-6180000.0
1.2	65190.0	-1260.0	-117300.0	5680000.0	-6390000.0	4590000.0
1.3	37800.0	2110.0	-108110.0	-4200000.0	-36520000.0	-4840000.0
1.4	60300.0	-2930.0	-116640.0	8040000.0	-13890000.0	5930000.0
1.5	4760.0	10310.0	-93520.0	-21840000.0	-87630000.0	-19510000.0
1.6	-6010.0	10590.0	-88880.0	-22330000.0	-79330000.0	-19940000.0
1.7	-1950.0	8000.0	-92610.0	-18600000.0	-77950000.0	-17660000.0
1.8	-12730.0	8280.0	-87970.0	-19090000.0	-89640000.0	-18100000.0
1.9	6760.0	4710.0	-83300.0	-8180000.0	-67980000.0	-7630000.0
1.10	29270.0	-330.0	-101830.0	4060000.0	-45360000.0	3140000.0
1.11	1870.0	3040.0	-92640.0	-5820000.0	-75490000.0	-6290000.0
1.12	24380.0	-2010.0	-101170.0	6420000.0	-52870000.0	4480000.0
1.13	79730.0	-6500.0	-121970.0	18360000.0	7770000.0	16400000.0
1.14	69010.0	-6220.0	-117330.0	18460000.0	-3920000.0	16960000.0
1.15	73080.0	-8810.0	-121060.0	22190000.0	-2550000.0	18240000.0
1.16	62300.0	-8530.0	-116420.0	21710000.0	-14240000.0	17800000.0
1.17	57940.0	5490.0	-112440.0	-8670000.0	-6510000.0	-6260000.0
1.18	37770.0	-1590.0	-106180.0	4090000.0	-28610000.0	4570000.0
1.19	66000.0	3490.0	-112240.0	-6300000.0	-10450000.0	-4950000.0
1.20	35840.0	-3590.0	-104930.0	6460000.0	-32450000.0	6880000.0
1.21	69280.0	13810.0	-116010.0	-23260000.0	5790000.0	-19410000.0
1.22	58530.0	13540.0	-111770.0	-22620000.0	-6290000.0	-19650000.0
1.23	66830.0	11060.0	-116730.0	-20000000.0	380000.0	-17620000.0
1.24	55880.0	10790.0	-111490.0	-19370000.0	-11710000.0	-17660000.0
1.25	22100.0	4590.0	-98310.0	-6560000.0	-4680000.0	-7060000.0
1.26	1930.0	-2490.0	-91040.0	6190000.0	-6880000.0	3770000.0
1.27	20170.0	2590.0	-98110.0	-4190000.0	-50740000.0	-5750000.0
1.28	0.0	-4490.0	-90840.0	8660000.0	-72750000.0	6070000.0
1.29	2380.0	-9800.0	-91790.0	19280000.0	-67540000.0	16670000.0
1.30	-8690.0	-10070.0	-87650.0	19900000.0	-79630000.0	16430000.0
1.31	-600.0	-12540.0	-91510.0	22620000.0	-72960000.0	18470000.0
1.32	-11350.0	-12810.0	-97270.0	23150000.0	-85060000.0	18230000.0
1.33	60120.0	4080.0	-110340.0	-8460000.0	-17870000.0	-5890000.0
1.34	60410.0	-1670.0	-110730.0	4020000.0	-16580000.0	4860000.0
1.35	48230.0	2190.0	-110100.0	-6120000.0	-21040000.0	-4470000.0
1.36	48530.0	-3560.0	-110490.0	6360000.0	-19750000.0	6210000.0
1.37	38690.0	10860.0	-104440.0	-22720000.0	-33150000.0	-18830000.0
1.38	26180.0	10630.0	-99730.0	-22090000.0	-45460000.0	-19080000.0
1.39	34100.0	8270.0	-104110.0	-19610000.0	-37500000.0	-16960000.0
1.40	22590.0	6030.0	-99400.0	-18880000.0	-49810000.0	-17210000.0
1.41	11760.0	3290.0	-94650.0	-6380000.0	-58920000.0	-6650000.0
1.42	12050.0	-2460.0	-96040.0	6100000.0	-57630000.0	4020000.0
1.43	9860.0	1400.0	-94410.0	-4040000.0	-62090000.0	-5300000.0
1.44	10160.0	-4350.0	-94800.0	8440000.0	-60800000.0	5380000.0
1.45	37690.0	-8300.0	-106740.0	18870000.0	-28860000.0	16760000.0
1.46	26180.0	-6540.0	-101030.0	19490000.0	-41170000.0	16620000.0
1.47	35100.0	-10900.0	-106410.0	22080000.0	-33210000.0	18630000.0
1.48	23690.0	-11140.0	-100700.0	22700000.0	-46530000.0	18980000.0
1.49	32120.0	3080.0	-104170.0	-6780000.0	-36990000.0	-5420000.0
1.50	68160.0	-2430.0	-117610.0	5870000.0	-2320000.0	6340000.0
1.51	29450.0	1270.0	-103670.0	-4430000.0	-38740000.0	-4070000.0
1.52	66500.0	-4230.0	-117110.0	8210000.0	-6670000.0	6690000.0
1.53	-23070.0	10060.0	-82940.0	-22670000.0	-87680000.0	-18730000.0
1.54	-34760.0	10260.0	-78110.0	-23080000.0	-99970000.0	-19160000.0
1.55	-26730.0	7600.0	-82260.0	-19350000.0	-92280000.0	-16880000.0

1.56	-38410.0	7820.0	-77420.0	-19850000.0	-104570000.0	-17310000.0
1.57	-6830.0	3800.0	-88070.0	-8470000.0	-76340000.0	-6870000.0
1.58	29220.0	-1690.0	-101510.0	4180000.0	-43270000.0	3890000.0
1.59	-9490.0	2010.0	-87570.0	-6120000.0	-75690000.0	-5520000.0
1.60	26680.0	-3490.0	-101010.0	6520000.0	-46620000.0	5230000.0
1.61	97080.0	-8250.0	-127750.0	19590000.0	22560000.0	17130000.0
1.62	85490.0	-8030.0	-122920.0	19090000.0	10270000.0	16690000.0
1.63	93430.0	-10710.0	-127060.0	22820000.0	17950000.0	18980000.0
1.64	81740.0	-10490.0	-122230.0	22310000.0	5670000.0	18540000.0
1.65	60480.0	5410.0	-111460.0	-7620000.0	-19070000.0	-5680000.0
1.66	60600.0	-9750.0	-111450.0	6060000.0	-18990000.0	5470000.0
1.67	60430.0	3170.0	-111460.0	-5180000.0	-19150000.0	-4380000.0
1.68	60450.0	-5980.0	-111440.0	8480000.0	-19070000.0	6770000.0
1.69	36860.0	16920.0	-105650.0	-24630000.0	-33640000.0	-19450000.0
1.70	25290.0	17270.0	-101030.0	-25170000.0	-46070000.0	-19900000.0
1.71	36800.0	13850.0	-105850.0	-21290000.0	-33780000.0	-17660000.0
1.72	26140.0	14200.0	-101030.0	-21820000.0	-46180000.0	-18110000.0
1.73	11620.0	6580.0	-95390.0	-9400000.0	-60490000.0	-7180000.0
1.74	11640.0	-2660.0	-95380.0	4270000.0	-60410000.0	3970000.0
1.75	11570.0	4340.0	-95380.0	-6960000.0	-60570000.0	-5880000.0
1.76	11590.0	-4820.0	-95370.0	6700000.0	-60490000.0	5270000.0
1.77	36940.0	-13610.0	-105800.0	20910000.0	-33380000.0	17700000.0
1.78	25280.0	-13250.0	-100960.0	20370000.0	-45600000.0	17250000.0
1.79	36970.0	-16690.0	-105800.0	24260000.0	-33490000.0	19490000.0
1.80	25210.0	-16330.0	-100970.0	23720000.0	-45910000.0	19040000.0
1.81	67930.0	3840.0	-117730.0	-7400000.0	-2310000.0	-6580000.0
1.82	31850.0	-1650.0	-104300.0	5260000.0	-35420000.0	5180000.0
1.83	70470.0	2040.0	-118220.0	-5060000.0	870000.0	-4230000.0
1.84	34410.0	-3440.0	-104790.0	7690000.0	-32230000.0	6520000.0
1.85	95890.0	10820.0	-127770.0	-23170000.0	20880000.0	-18880000.0
1.86	84070.0	11030.0	-123010.0	-23680000.0	2170000.0	-19320000.0
1.87	99330.0	8350.0	-128440.0	-19940000.0	25260000.0	-17040000.0
1.88	87600.0	8560.0	-123690.0	-20430000.0	12550000.0	-17480000.0
1.89	28910.0	4540.0	-101860.0	-9030000.0	-44590000.0	-7040000.0
1.90	-7250.0	-950.0	-88440.0	3610000.0	-77800000.0	3710000.0
1.91	31370.0	2740.0	-102370.0	-6690000.0	-41510000.0	-5890000.0
1.92	-4680.0	-2740.0	-88930.0	5960000.0	-74610000.0	6060000.0
1.93	-24380.0	-7470.0	-92990.0	18990000.0	-89480000.0	16960000.0
1.94	-36100.0	-7260.0	-78230.0	18500000.0	-102190000.0	16520000.0
1.95	-20950.0	-9940.0	-83660.0	22220000.0	-85100000.0	18810000.0
1.96	-32580.0	-9730.0	-78900.0	21730000.0	-97810000.0	18370000.0
1.97	48540.0	3960.0	-110440.0	-7530000.0	-19780000.0	-5390000.0
1.98	48230.0	-1780.0	-110150.0	4940000.0	-21480000.0	5280000.0
1.99	60340.0	2070.0	-110670.0	-5200000.0	-16760000.0	-4040000.0
1.100	60040.0	-3670.0	-110390.0	7280000.0	-18460000.0	6640000.0
1.101	35090.0	11260.0	-105220.0	-23090000.0	-32650000.0	-18610000.0
1.102	23540.0	11520.0	-100510.0	-23570000.0	-44890000.0	-19050000.0
1.103	37570.0	8690.0	-105560.0	-19880000.0	-28490000.0	-16750000.0
1.104	26020.0	8920.0	-100830.0	-20370000.0	-40730000.0	-17190000.0
1.105	10350.0	4740.0	-94720.0	-9160000.0	-60590000.0	-6670000.0
1.106	9740.0	-1000.0	-94430.0	3330000.0	-62290000.0	3900000.0
1.107	11850.0	2850.0	-94950.0	-6820000.0	-57560000.0	-5520000.0
1.108	11550.0	-2890.0	-94660.0	5660000.0	-59260000.0	5160000.0
1.109	34070.0	-7850.0	-104270.0	18490000.0	-38310000.0	16960000.0
1.110	22620.0	-7620.0	-99550.0	18010000.0	-50580000.0	16520000.0
1.111	36550.0	-10450.0	-104690.0	21700000.0	-34150000.0	18820000.0
1.112	25000.0	-10210.0	-99880.0	21210000.0	-46390000.0	18380000.0
1.113	36680.0	3250.0	-105010.0	-7250000.0	-33240000.0	-6010000.0
1.114	57140.0	-3820.0	-113110.0	5490000.0	-11630000.0	4790000.0
1.115	38680.0	1270.0	-105240.0	-4900000.0	-29170000.0	-4720000.0

1.116	59160.0	-5800.0	-113340.0	7850000.0	-7550000.0	6080000.0
1.117	-410.0	12240.0	-90590.0	-23290000.0	-73540000.0	-18450000.0
1.118	-11390.0	12560.0	-86350.0	-23910000.0	-85620000.0	-18100000.0
1.119	2360.0	9520.0	-90910.0	-20050000.0	-87950000.0	-16680000.0
1.120	-9820.0	9850.0	-86680.0	-20680000.0	-80230000.0	-16380000.0
1.121	70.0	-4930.0	-90910.0	-9330000.0	-74180000.0	-4840000.0
1.122	20550.0	-2740.0	-99000.0	3420000.0	-52570000.0	5970000.0
1.123	2090.0	2350.0	-91140.0	-6970000.0	-70110000.0	-3550000.0
1.124	22570.0	-4720.0	-99250.0	5770000.0	-48500000.0	7260000.0
1.125	67850.0	-11320.0	-117570.0	19200000.0	-1510000.0	17580000.0
1.126	56970.0	-11000.0	-113330.0	18570000.0	-13790000.0	17930000.0
1.127	70630.0	-14030.0	-117880.0	22430000.0	4080000.0	19950000.0
1.128	59550.0	-13710.0	-113650.0	21810000.0	-8210000.0	19700000.0
1.129	66900.0	2870.0	-118150.0	-6590000.0	-7840000.0	-5810000.0
1.130	44140.0	-2230.0	-109380.0	5330000.0	-32980000.0	4940000.0
1.131	71900.0	1240.0	-118860.0	-4550000.0	-150000.0	-4500000.0
1.132	49140.0	-3860.0	-110100.0	7660000.0	-25290000.0	6250000.0
1.133	79450.0	8450.0	-122840.0	-22310000.0	5830000.0	-18030000.0
1.134	68260.0	7880.0	-118220.0	-22940000.0	-7290000.0	-17550000.0
1.135	86330.0	6210.0	-123850.0	-19100000.0	15900000.0	-16240000.0
1.136	75130.0	5840.0	-119200.0	-19730000.0	3280000.0	-15760000.0
1.137	29580.0	960.0	-102730.0	-8980000.0	-49900000.0	-4200000.0
1.138	6820.0	-4140.0	-93950.0	3240000.0	-75040000.0	6550000.0
1.139	34590.0	-870.0	-103440.0	-6640000.0	-42210000.0	-2900000.0
1.140	11830.0	-5760.0	-94670.0	5570000.0	-67350000.0	7850000.0
1.141	3590.0	-8540.0	-93620.0	18410000.0	-78470000.0	17800000.0
1.142	-7600.0	-9110.0	-88990.0	17780000.0	-91090000.0	18290000.0
1.143	10470.0	-10780.0	-94600.0	21620000.0	-87900000.0	19800000.0
1.144	-730.0	-11350.0	-89950.0	20990000.0	-80520000.0	20090000.0

Calcolo resistenze

Resistenza a trazione dei bulloni

$$F_{t,bs} = 0.9 \cdot t_b \cdot A_{bs} / \gamma_{M2} = 203249.5 \text{ N}$$

Resistenza a punzonamento flangia

$$B_{p,bs} = 0.8 \cdot \pi \cdot d_n \cdot t \cdot t_b / \gamma_{M2} = 553724.6 \text{ N}$$

Bull.	$F_{t,bs}$ [N]	$F_{p,bs}$ [N]
1	122970.5	122970.5
2	122970.5	122970.5
3	122970.5	122970.5
4	122970.5	122970.5
5	122970.5	122970.5
6	122970.5	122970.5
7	122970.5	122970.5
8	122970.5	122970.5
9	122970.5	122970.5
10	122970.5	122970.5

Legenda

$F_{p,bs} = M_{bs,pl} / (B_{pl} \cdot R_{bs})$ resistenza a flessione flangia

$F_{t,bs} = \min [F_{t,bs}, B_{p,bs}, F_{t,bs}]$ resistenza a trazione di progetto

Resistenza a taglio dei bulloni

$$F_{t,bs} = 0.6 \cdot t_b \cdot A_{bs} / \gamma_{M2} = 135499.7 \text{ N}$$

Bull.	$F_{t,bs}$ [N]	$F_{p,bs}$ [N]	$F_{t,bs}$ [N]	$F_{t,bs}$ [N]
1	489600.0	135499.7	320000.0	135499.7
2	477590.9	135499.7	379473.0	135499.7
3	333556.7	135499.7	489600.0	135499.7
4	333556.7	135499.7	489600.0	135499.7
5	477590.9	135499.7	379473.0	135499.7
6	489600.0	135499.7	320000.0	135499.7
7	477590.9	135499.7	379473.0	135499.7
8	333556.7	135499.7	489600.0	135499.7
9	333556.7	135499.7	489600.0	135499.7
10	477590.9	135499.7	379473.0	135499.7

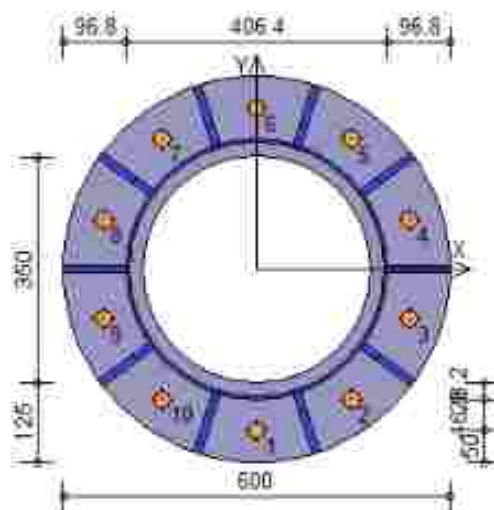
Legenda

$F_{R,x,fl}$ = $k \cdot \alpha \cdot f_u \cdot B \cdot t / \gamma_{M2}$ resistenza a rifoilamento flangia in direzione x

$F_{T,x,fl}$ = $\min [F_{R,x,fl} ; F_{T,x,fl}]$ resistenza a taglio di progetto in direzione x

$F_{R,y,fl}$ = $k \cdot \alpha \cdot f_u \cdot B \cdot t / \gamma_{M2}$ resistenza a rifoilamento flangia in direzione y

$F_{T,y,fl}$ = $\min [F_{R,y,fl} ; F_{T,y,fl}]$ resistenza a taglio di progetto in direzione y



Verifiche sui bulloni

1-Taglio e trazione (Nodo n. 1, CMB n. 56)

Bull.	X [mm]	Y [mm]	$F_{T,fl}$ [N]	$F_{R,fl}$ [N]	$F_{T,fl}$ [N]	$F_{R,fl}$ [N]	FV ₁	VER
1	0.00	-250.00	7244.1	135499.7	0.0	122970.5	0.053462	Ok
2	2146.95	-202.25	4825.1	135499.7	0.0	122970.5	0.035609	Ok
3	3237.76	-77.25	3061.6	135499.7	0.0	122970.5	0.022595	Ok
4	4237.76	77.25	4008.3	135499.7	19589.7	122970.5	0.143370	Ok
5	5146.95	202.25	6387.7	135499.7	46781.1	122970.5	0.318674	Ok
6	0.00	250.00	8610.2	135499.7	61280.5	122970.5	0.419497	Ok
7	-146.95	202.25	10165.2	135499.7	57649.5	122970.5	0.409302	Ok
8	-237.76	77.25	10827.7	135499.7	37013.3	122970.5	0.294905	Ok
9	-237.76	-77.25	10514.1	135499.7	7616.0	122970.5	0.121253	Ok
10	-146.95	-202.25	9253.4	135499.7	0.0	122970.5	0.068365	Ok

2-Trazione (Nodo n. 1, CMB n. 56)

Bull.	X [mm]	Y [mm]	$F_{T,fl}$ [N]	$F_{R,fl}$ [N]	FV ₂	VER
1	0.00	-250.00	0.0	122970.5	0.000000	Ok
2	2146.95	-202.25	0.0	122970.5	0.000000	Ok
3	3237.76	-77.25	0.0	122970.5	0.000000	Ok
4	4237.76	77.25	19589.7	122970.5	0.159304	Ok
5	5146.95	202.25	46781.1	122970.5	0.380425	Ok
6	0.00	250.00	61280.5	122970.5	0.498335	Ok
7	-146.95	202.25	57649.5	122970.5	0.457994	Ok
8	-237.76	77.25	37013.3	122970.5	0.300993	Ok
9	-237.76	-77.25	7616.0	122970.5	0.061120	Ok
10	-146.95	-202.25	0.0	122970.5	0.000000	Ok

Legenda

$F_{T,fl}$ forza di taglio agente sul bullone

$F_{R,fl}$ resistenza a taglio di progetto del bullone

$F_{T,fl}$ forza di trazione agente sul bullone

$F_{R,fl}$ resistenza a trazione di progetto del bullone

$FV_1 = F_{T,fl} / F_{R,fl} + F_{T,fl} / (1.4 \cdot F_{R,fl})$

$FV_2 = F_{T,fl} / F_{R,fl}$

VER: $FV \leq 1$

Verifiche a flessione piastra in zona compressa

Sezione tangente al profilo della colonna nel punto equidistante da due nervature (Nodo n. 1, CMB n. 56)

Pressione massima a bordo piastra	$p_{max} = 8.45 \text{ N/mm}^2$	
Risultante pressioni	$R_{tot} = 182724.90 \text{ N}$	
Braccio della risultante	$B_{tot} = 43.1 \text{ mm}$	
Modulo di resistenza minimo	$W_{min} = 418527.4 \text{ mm}^3$	
Momento resistente	$M_{c,Ed} =$	141502100.0 N mm
Momento massimo	$M_{c,Ed} =$	7869750.0 N mm
$M_{c,Ed} / M_{c,Rd} = 0.055616 \text{ OK}$		

Sezione tangente al profilo della colonna nel punto di attacco di una nervatura (Nodo n. 1, CMB n. 56)

Pressione massima a bordo piastra	$p_{max} = 8.46 \text{ N/mm}^2$	
Risultante pressioni	$R_{tot} = 185402.70 \text{ N}$	
Braccio della risultante	$B_{tot} = 43.1 \text{ mm}$	
Modulo di resistenza minimo	$W_{min} = 412166.8 \text{ mm}^3$	
Momento resistente	$M_{c,Rd} =$	139351600.0 N mm
Momento massimo	$M_{c,Ed} =$	7882123.0 N mm
$M_{c,Ed} / M_{c,Rd} = 0.057290 \text{ OK}$		

Verifica del momento di progetto del giunto (Nodo n. 1, CMB n. 4)

Momento resistente del giunto	$M_{j,Rd} =$	90393540.0 N mm
Momento di progetto	$M_{j,Ed} =$	-47891840.0 N mm
$M_{j,Ed} / M_{j,Rd} = 0.529816 \text{ OK}$		

Ancoraggio

Tirafondi con rosette saldate

Lunghezza tirafondi $L_t =$	850 mm
Lunghezza di aderenza $L_d =$	610 mm
Materiale rosette	Acciaio S355
Spessore rosette $t_r =$	10 mm
Diámetro rosette $\phi_r =$	100 mm

Lunghezza minima tirafondi: 40 diametri (960 mm)

Calcestruzzo

=	Resistenza cubica caratteristica a compressione	R_{ck}
	35.00 N/mm ²	
0.83 • $R_{ck} =$	Resistenza cilindrica caratteristica a compressione	f_{ck}
	29.05 N/mm ²	
	Resistenza di calcolo a compressione $f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot f_{ck} / \gamma_c =$	
	16.46 N/mm ²	
	Resistenza caratteristica a trazione $f_{ctk} = 0.7 \cdot 0.30 \cdot f_{ck}^{0.67} =$	
	1.98 N/mm ²	
$\eta_1 \cdot \eta_2 \cdot f_{ctk} / \gamma_c =$	Resistenza tangenziale di aderenza di calcolo $f_{td} = 2.25 \cdot$	
	2.98 N/mm ²	

Compressione massima calcestruzzo (Nodo n. 1, CMB n. 56)

$p_{max} = 8.46 \text{ N/mm}^2 < f_{cd} \text{ OK}$

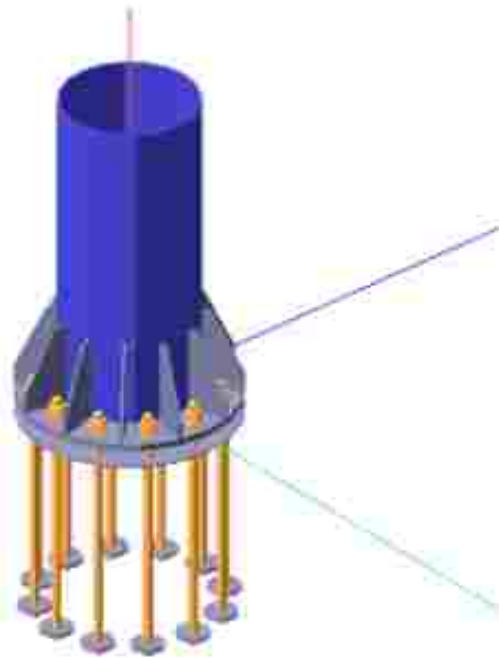
Verifica ancoraggio

Si considera la massima sollecitazione di trazione agente nei tirafondi (Nodo n. 1, CMB n. 56)

Trazione di progetto dell'ancoraggio	$F_{t,Ed} = \max [F_{t,Ed}] =$	61280.5 N
Si considera il contributo di aderenza fornito dai tirafondi ($L_d = 610 \text{ mm}$)		
Resistenza a trazione per aderenza	$F_{t,Rd} = L_d \cdot \pi \cdot \phi \cdot f_{td} =$	136909.1 N
	$F_{t,Rd} > F_{t,Ed} \text{ OK}$	

2.3.2.COLLEGAMENTI DI BASE FONDAZIONE NORD

Verifica secondo il D.M. 17/01/2018 NODO DI BASE FONDAZIONE NORD – SLU STATICA



Coefficienti di sicurezza utilizzati

$\gamma_{red} = 1.05$

$\gamma_{int} = 1.10$

$\gamma_{ext} = 1.25$

Colonna

Tipo di profilo: TUBO 406.4x7.1

Materiale: Acciaio S355 $f_y = 355 \text{ N/mm}^2$ $f_t = 510 \text{ N/mm}^2$ $\gamma_{ex} = 1.25$

Classe sezione: 3

Flangia

Materiale: Acciaio S355 $f_y = 355 \text{ N/mm}^2$ $f_t = 510 \text{ N/mm}^2$ $\gamma_{ex} = 1.25$

Dimensioni ($\bar{D} \times 3p$): 650.0 x 20.0 mm

Foro centrale diametro $\bar{\phi} = 300.0 \text{ mm}$

Spessore nervature: 10.0 mm

Bullonature

Viti cl. 8.8 Dado $\bar{\phi}$ o 10 ($f_y = 640 \text{ N/mm}^2$, $f_t = 800 \text{ N/mm}^2$)

Diametro gambo $\bar{\phi} = 27 \text{ mm}$ $A_{red} = 458.0 \text{ mm}^2$ (ridotta per filettatura)

Diametro dado/testa $d_w = 41 \text{ mm}$

Diametro foro $\bar{\phi}_c = 28.5 \text{ mm}$

Saldature

Materiale: Acciaio S355 $f_y = 355 \text{ N/mm}^2$ $f_t = 510 \text{ N/mm}^2$ $\beta_w = 0.70$ $\beta_c = 0.85$

Spessore cordoni d'angolo $s_c = 10 \text{ mm}$

Sollecitazioni

Nodo OMBV2 [N]	V3 [N]	N [N]	M2 [N mm]	M3 [N mm]	T [N mm]	
1.1	-84920.0	-2180.0	-189590.0	2430000.0	-226810000.0	-1640000.0
1.2	-42470.0	-980.0	-159120.0	1180000.0	-111660000.0	-770000.0
1.3	-55140.0	-990.0	-159940.0	1120000.0	-148640000.0	-690000.0

1.4	-36910.0	-560.0	-149800.0	700000.0	-100430000.0	-440000.0
1.6	-35370.0	-630.0	-149050.0	780000.0	-92090000.0	-490000.0
1.6	-50680.0	-1030.0	-161200.0	1190000.0	-135540000.0	-760000.0
1.7	-32940.0	-460.0	-147240.0	590000.0	-82400000.0	-370000.0
1.8	-46110.0	60.0	-159540.0	-1490000.0	-123930000.0	-50000.0
1.9	-45060.0	-1790.0	-154880.0	3510000.0	-120210000.0	-1230000.0
1.10	-46670.0	96970.0	-166590.0	-68410000.0	-135890000.0	-36300000.0
1.11	-69990.0	-99420.0	-167870.0	71900000.0	-175500000.0	34450000.0
1.12	-41830.0	-59630.0	-153550.0	42830000.0	-103320000.0	20620000.0
1.13	-88430.0	-50890.0	-183750.0	44130000.0	-227170000.0	19830000.0
1.14	-54500.0	-59640.0	-154370.0	42770000.0	-140900000.0	20690000.0
1.15	-96960.0	-61240.0	-193940.0	44510000.0	-256490000.0	19580000.0
1.16	-36170.0	-59210.0	-144220.0	42350000.0	-92090000.0	20950000.0
1.17	-88250.0	-60900.0	-185560.0	44140000.0	-228200000.0	19810000.0
1.18	-34730.0	-59270.0	-143510.0	42430000.0	-83750000.0	20890000.0
1.19	-96220.0	-60580.0	-192940.0	42900000.0	-249520000.0	20000000.0
1.20	-75520.0	-60490.0	-175580.0	43710000.0	-194530000.0	20080000.0
1.21	-95590.0	-61700.0	-190140.0	45900000.0	-247230000.0	19500000.0
1.22	-67680.0	-59920.0	-161610.0	43100000.0	-147400000.0	20470000.0
1.23	-80000.0	-1060.0	-189570.0	570000.0	-213850000.0	10000.0
1.24	-41240.0	-480.0	-158820.0	290000.0	-106780000.0	-30000.0
1.25	-52280.0	-580.0	-161880.0	290000.0	-141600000.0	10000.0
1.26	-34530.0	-350.0	-151240.0	190000.0	-95910000.0	-10000.0
1.27	-35320.0	-350.0	-149810.0	220000.0	-89190000.0	-30000.0
1.28	-48330.0	-550.0	-161920.0	290000.0	-129200000.0	-10000.0
1.29	-31560.0	-280.0	-148270.0	160000.0	-85210000.0	-10000.0
1.30	-43120.0	200.0	-155930.0	-2050000.0	-115100000.0	560000.0
1.31	-43960.0	-1150.0	-160100.0	2560000.0	-118160000.0	-570000.0
1.32	-48450.0	34810.0	-148460.0	-35210000.0	-132120000.0	-16990000.0
1.33	-62530.0	-35950.0	-187010.0	35910000.0	-163830000.0	16980000.0
1.34	-38260.0	-21540.0	-184510.0	21570000.0	-97370000.0	10160000.0
1.35	-82430.0	-22180.0	-195340.0	21880000.0	-213640000.0	10190000.0
1.36	-49300.0	-21640.0	-167570.0	21670000.0	-132210000.0	10190000.0
1.37	-91360.0	-22340.0	-205070.0	21950000.0	-240460000.0	10200000.0
1.38	-31550.0	-21400.0	-156930.0	21470000.0	-85530000.0	10180000.0
1.39	-81290.0	-22180.0	-196870.0	21850000.0	-214070000.0	10200000.0
1.40	-32340.0	-21400.0	-155500.0	21500000.0	-79810000.0	10160000.0
1.41	-88230.0	-21890.0	-201470.0	20540000.0	-232010000.0	10540000.0
1.42	-69310.0	-21990.0	-187120.0	21770000.0	-182650000.0	10190000.0
1.43	-88790.0	-22700.0	-203980.0	23300000.0	-233840000.0	9950000.0
1.44	-52540.0	-21720.0	-173460.0	21630000.0	-136870000.0	10180000.0
1.45	-71350.0	-420.0	-182610.0	-600000.0	-192520000.0	720000.0
1.46	-35810.0	-200.0	-155190.0	-220000.0	-93990000.0	280000.0
1.47	-47220.0	-210.0	-157760.0	-350000.0	-129040000.0	410000.0
1.48	-31430.0	-130.0	-149720.0	-200000.0	-88190000.0	240000.0
1.49	-29600.0	-140.0	-146360.0	-150000.0	-74590000.0	200000.0
1.50	-49830.0	-210.0	-158310.0	-310000.0	-118070000.0	350000.0
1.51	-29130.0	-100.0	-146320.0	-180000.0	-79180000.0	180000.0
1.52	-39680.0	460.0	-154920.0	-2530000.0	-107020000.0	850000.0
1.53	-39610.0	-820.0	-154850.0	1990000.0	-106890000.0	-220000.0
1.54	-42790.0	16680.0	-154440.0	-20940000.0	-121850000.0	-8190000.0
1.55	-67480.0	-17190.0	-172440.0	20190000.0	-147610000.0	9070000.0
1.56	-33910.0	-10310.0	-155450.0	12180000.0	-84150000.0	5380000.0
1.57	-72790.0	-10550.0	-181950.0	11780000.0	-187330000.0	5950000.0
1.58	-45330.0	-10330.0	-158020.0	12060000.0	-120100000.0	5510000.0
1.59	-82270.0	-10610.0	-191440.0	11680000.0	-215790000.0	5960000.0
1.60	-29530.0	-10240.0	-148980.0	12200000.0	-79250000.0	5340000.0
1.61	-73440.0	-10550.0	-184250.0	11770000.0	-192480000.0	5850000.0
1.62	-27710.0	-10260.0	-146620.0	12250000.0	-85650000.0	5300000.0
1.63	-79760.0	-10210.0	-189400.0	10360000.0	-209160000.0	6250000.0

1.64	-62940.0	-10470.0	-175690.0	11870000.0	-164680000.0	5720000.0
1.65	-79730.0	-10980.0	-189350.0	13060000.0	-209080000.0	5610000.0
1.66	-48240.0	-10370.0	-163700.0	12030000.0	-125790000.0	5540000.0
1.67	-72510.0	170.0	-184980.0	-1370000.0	-195630000.0	940000.0
1.68	-38460.0	90.0	-157490.0	-580000.0	-100020000.0	400000.0
1.69	-47900.0	110.0	-159100.0	-780000.0	-130890000.0	550000.0
1.70	-32070.0	80.0	-149750.0	-470000.0	-89930000.0	320000.0
1.71	-33220.0	70.0	-148910.0	-420000.0	-84030000.0	300000.0
1.72	-44540.0	100.0	-159730.0	-710000.0	-120240000.0	490000.0
1.73	-29780.0	70.0	-147280.0	-380000.0	-80920000.0	260000.0
1.74	-41330.0	990.0	-158800.0	-3110000.0	-111790000.0	1020000.0
1.75	-39460.0	-810.0	-153540.0	1870000.0	-106220000.0	-170000.0
1.76	-43040.0	9370.0	-158390.0	-12250000.0	-123700000.0	-2550000.0
1.77	-56980.0	-9130.0	-171730.0	10530000.0	-150480000.0	3720000.0
1.78	-36370.0	-5480.0	-156150.0	6390000.0	-91200000.0	2180000.0
1.79	-75950.0	-5390.0	-183620.0	5580000.0	-194990000.0	2770000.0
1.80	-46310.0	-5450.0	-157760.0	6200000.0	-122070000.0	2930000.0
1.81	-83820.0	-5360.0	-192540.0	5350000.0	-219230000.0	2900000.0
1.82	-30490.0	-5490.0	-148420.0	6510000.0	-81110000.0	2110000.0
1.83	-74900.0	-5390.0	-185070.0	5550000.0	-195690000.0	2760000.0
1.84	-31630.0	-5490.0	-147580.0	6550000.0	-75210000.0	2080000.0
1.85	-81830.0	-4830.0	-191980.0	3910000.0	-214220000.0	3220000.0
1.86	-64290.0	-5410.0	-176160.0	6790000.0	-167600000.0	2500000.0
1.87	-80710.0	-5910.0	-188820.0	6900000.0	-210870000.0	2510000.0
1.88	-49430.0	-5450.0	-163730.0	6120000.0	-128270000.0	2370000.0
1.89	-71100.0	150.0	-182220.0	-1440000.0	-191880000.0	850000.0
1.90	-37880.0	70.0	-155630.0	-590000.0	-98670000.0	330000.0
1.91	-47060.0	80.0	-157510.0	-800000.0	-128690000.0	490000.0
1.92	-31600.0	50.0	-148830.0	-470000.0	-88700000.0	280000.0
1.93	-32750.0	40.0	-146870.0	-410000.0	-83110000.0	240000.0
1.94	-43920.0	80.0	-158310.0	-730000.0	-118340000.0	430000.0
1.95	-29410.0	40.0	-146540.0	-370000.0	-79960000.0	220000.0
1.96	-39770.0	790.0	-154950.0	-2990000.0	-107370000.0	940000.0
1.97	-39770.0	-660.0	-154950.0	1740000.0	-107370000.0	-200000.0
1.98	-43940.0	70.0	-149170.0	-630000.0	-122610000.0	370000.0
1.99	-56240.0	120.0	-177530.0	-1140000.0	-146960000.0	670000.0
1.100	-35380.0	70.0	-159090.0	-690000.0	-89530000.0	380000.0
1.101	-73520.0	150.0	-184810.0	-1490000.0	-190810000.0	880000.0
1.102	-44560.0	80.0	-160980.0	-800000.0	-119540000.0	490000.0
1.103	-81220.0	180.0	-194040.0	-1720000.0	-214460000.0	1010000.0
1.104	-29100.0	50.0	-152290.0	-470000.0	-79550000.0	280000.0
1.105	-72510.0	160.0	-185990.0	-1500000.0	-191430000.0	880000.0
1.106	-30250.0	40.0	-150330.0	-410000.0	-72960000.0	240000.0
1.107	-78730.0	510.0	-192030.0	-3070000.0	-207880000.0	1320000.0
1.108	-62150.0	130.0	-178560.0	-1240000.0	-164020000.0	730000.0
1.109	-78730.0	-260.0	-192030.0	-240000.0	-207880000.0	630000.0
1.110	-47640.0	90.0	-168810.0	-880000.0	-125640000.0	520000.0
1.111	-69960.0	290.0	-179650.0	-1580000.0	-188650000.0	720000.0
1.112	-37460.0	110.0	-155360.0	-610000.0	-97270000.0	250000.0
1.113	-46430.0	130.0	-156070.0	-850000.0	-126580000.0	410000.0
1.114	-31230.0	70.0	-148010.0	-480000.0	-87630000.0	220000.0
1.115	-32590.0	60.0	-147400.0	-420000.0	-82040000.0	170000.0
1.116	-43350.0	130.0	-157020.0	-770000.0	-116690000.0	360000.0
1.117	-29120.0	50.0	-145910.0	-370000.0	-79110000.0	170000.0
1.118	-38350.0	1010.0	-151210.0	-3150000.0	-103160000.0	900000.0
1.119	-40210.0	-790.0	-156450.0	1840000.0	-108740000.0	-290000.0
1.120	-41930.0	-9170.0	-156070.0	10970000.0	-120650000.0	3270000.0
1.121	-56960.0	9500.0	-167500.0	-12850000.0	-144930000.0	-2400000.0
1.122	-35870.0	5870.0	-154030.0	-7590000.0	-88450000.0	-1530000.0
1.123	-73300.0	5860.0	-178090.0	-8580000.0	-187720000.0	-1040000.0

1.124	-44840.0	5700.0	-154740.0	-7820000.0	-118060000.0	-1370000.0
1.125	-80730.0	5910.0	-186180.0	-5840000.0	-210940000.0	-910000.0
1.126	-29650.0	6630.0	-146680.0	-7450000.0	-78810000.0	-1560000.0
1.127	-72240.0	5860.0	-179510.0	-8600000.0	-186290000.0	-1020000.0
1.128	-30910.0	5630.0	-146070.0	-7390000.0	-73220000.0	-1610000.0
1.129	-77780.0	6440.0	-182690.0	-10270000.0	-202820000.0	-590000.0
1.130	-62080.0	5810.0	-171670.0	-6320000.0	-161550000.0	-1160000.0
1.131	-78990.0	6360.0	-185850.0	-7270000.0	-206170000.0	-1300000.0
1.132	-47860.0	5730.0	-160450.0	-7920000.0	-123970000.0	-1340000.0
1.133	-70840.0	380.0	-181950.0	-1780000.0	-191100000.0	790000.0
1.134	-35610.0	190.0	-154940.0	-750000.0	-92560000.0	300000.0
1.135	-46920.0	180.0	-157370.0	-970000.0	-128190000.0	470000.0
1.136	-31260.0	110.0	-148600.0	-570000.0	-87720000.0	250000.0
1.137	-29460.0	130.0	-146180.0	-530000.0	-74200000.0	230000.0
1.138	-43570.0	190.0	-157970.0	-890000.0	-117340000.0	410000.0
1.139	-29000.0	90.0	-146150.0	-450000.0	-78810000.0	210000.0
1.140	-39330.0	-300.0	-154560.0	-3030000.0	-106270000.0	880000.0
1.141	-39430.0	-480.0	-154630.0	1490000.0	-106400000.0	-190000.0
1.142	-42570.0	-16700.0	-154160.0	1990000.0	-121230000.0	8850000.0
1.143	-67070.0	17150.0	-171910.0	-22070000.0	-146480000.0	-7870000.0
1.144	-33720.0	10300.0	-155200.0	-13150000.0	-83620000.0	-4900000.0
1.145	-72250.0	10510.0	-181260.0	-14240000.0	-185840000.0	-4270000.0
1.146	-45020.0	10290.0	-157630.0	-13370000.0	-118250000.0	-4530000.0
1.147	-81650.0	10560.0	-190650.0	-14510000.0	-214090000.0	-4150000.0
1.148	-29360.0	10230.0	-148760.0	-12970000.0	-78780000.0	-4240000.0
1.149	-72910.0	10500.0	-183560.0	-14240000.0	-190970000.0	-4270000.0
1.150	-27670.0	10240.0	-146440.0	-12930000.0	-86260000.0	-4870000.0
1.151	-79140.0	10930.0	-188600.0	-15790000.0	-207440000.0	-3860000.0
1.152	-62500.0	10440.0	-175120.0	-13930000.0	-163450000.0	-4410000.0
1.153	-79170.0	10160.0	-188640.0	-13080000.0	-207620000.0	-4500000.0
1.154	-47930.0	10340.0	-163300.0	-12490000.0	-124920000.0	-4610000.0
1.155	-73300.0	730.0	-186450.0	-2370000.0	-197500000.0	1130000.0
1.156	-38740.0	350.0	-157690.0	-1030000.0	-100700000.0	460000.0
1.157	-48270.0	370.0	-159970.0	-1290000.0	-131770000.0	650000.0
1.158	-32290.0	230.0	-150190.0	-770000.0	-90430000.0	380000.0
1.159	-33450.0	250.0	-148940.0	-740000.0	-84630000.0	350000.0
1.160	-44910.0	370.0	-160320.0	-1200000.0	-120840000.0	580000.0
1.161	-29820.0	190.0	-147450.0	-620000.0	-80970000.0	310000.0
1.162	-41020.0	1000.0	-158730.0	-3340000.0	-110980000.0	1070000.0
1.163	-40180.0	-360.0	-154660.0	1270000.0	-107920000.0	-60000.0
1.164	-45530.0	-34770.0	-147100.0	34430000.0	-124980000.0	17430000.0
1.165	-57190.0	35670.0	-184520.0	-37340000.0	-150780000.0	-16080000.0
1.166	-35760.0	21410.0	-163380.0	-22310000.0	-91320000.0	-9720000.0
1.167	-75400.0	21810.0	-192060.0	-23730000.0	-196470000.0	-9010000.0
1.168	-45290.0	21430.0	-165670.0	-22580000.0	-122590000.0	-9530000.0
1.169	-83320.0	21920.0	-201320.0	-24090000.0	-220830000.0	-8840000.0
1.170	-29310.0	21260.0	-155880.0	-22050000.0	-81050000.0	-9800000.0
1.171	-74280.0	21810.0	-193600.0	-23740000.0	-196910000.0	-3010000.0
1.172	-30470.0	21300.0	-154630.0	-22020000.0	-76250000.0	-9840000.0
1.173	-80980.0	22290.0	-200360.0	-25370000.0	-214910000.0	-8550000.0
1.174	-63490.0	21680.0	-184400.0	-23320000.0	-168420000.0	-9210000.0
1.175	-80480.0	21480.0	-197860.0	-22600000.0	-213080000.0	-9230000.0
1.176	-48400.0	21500.0	-171530.0	-22730000.0	-128550000.0	-9480000.0
1.177	-73350.0	1280.0	-179010.0	-3200000.0	-196380000.0	1670000.0
1.178	-37910.0	590.0	-154420.0	-1480000.0	-99780000.0	760000.0
1.179	-49510.0	520.0	-154630.0	-1590000.0	-131090000.0	630000.0
1.180	-33010.0	280.0	-146520.0	-960000.0	-90410000.0	500000.0
1.181	-32030.0	360.0	-145970.0	-990000.0	-83470000.0	620000.0
1.182	-44790.0	570.0	-155890.0	-1580000.0	-120050000.0	630000.0
1.183	-29250.0	230.0	-144540.0	-780000.0	-80530000.0	410000.0

1.184	-39990.0	1400.0	-160320.0	-3860000.0	-106900000.0	1290000.0
1.185	-41050.0	-450.0	-164970.0	1150000.0	-110620000.0	120000.0
1.186	-41600.0	-97260.0	-162000.0	66070000.0	-122690000.0	36350000.0
1.187	-60790.0	99710.0	-159570.0	-71920000.0	-161910000.0	-34340000.0
1.188	-37260.0	69240.0	-148850.0	-43110000.0	-91440000.0	-20690000.0
1.189	-76460.0	69960.0	-173020.0	-44940000.0	-195500000.0	-19670000.0
1.190	-47860.0	69160.0	-149950.0	-43240000.0	-122730000.0	-20560000.0
1.191	-85190.0	60170.0	-181450.0	-45430000.0	-220100000.0	-19420000.0
1.192	-32370.0	58920.0	-140940.0	-42610000.0	-82070000.0	-20890000.0
1.193	-76160.0	69960.0	-174640.0	-44950000.0	-196390000.0	-19670000.0
1.194	-31440.0	69010.0	-140400.0	-42640000.0	-75130000.0	-20870000.0
1.195	-82250.0	60670.0	-178100.0	-46790000.0	-212210000.0	-19140000.0
1.196	-65490.0	69710.0	-166630.0	-44380000.0	-168160000.0	-19960000.0
1.197	-82880.0	69550.0	-180900.0	-43790000.0	-214440000.0	-19840000.0
1.198	-60660.0	69370.0	-166180.0	-43580000.0	-128640000.0	-20380000.0

Calcolo resistenze

Resistenza a trazione dei bulloni

$$F_{t,proj} = 0.9 \cdot f_{tb} \cdot A_{res} / \gamma_{M2} = 263833.4 \text{ N}$$

Resistenza a punzonamento flangia

$$B_{proj} = 0.6 \cdot \pi \cdot d_m \cdot t \cdot f_{tb} / \gamma_{M2} = 630630.8 \text{ N}$$

Bull.	$F_{t,proj}$ [N]	$F_{t,proj}$ [N]
1	176278.7	176278.7
2	176278.7	176278.7
3	176278.7	176278.7
4	176278.7	176278.7
5	176278.7	176278.7
6	176278.7	176278.7
7	176278.7	176278.7
8	176278.7	176278.7
9	176278.7	176278.7
10	176278.7	176278.7
11	176278.7	176278.7
12	176278.7	176278.7

Legenda

$F_{t,proj} = M_{max} / (B_{proj} \cdot R_m)$ resistenza a flessione flangia

$F_{t,proj} = \min [F_{t,proj}, B_{proj}, F_{t,proj}]$ resistenza a trazione di progetto

Resistenza a taglio dei bulloni

$$F_{t,proj} = 0.6 \cdot f_{tb} \cdot A_{res} / \gamma_{M2} =$$

175889.0 N

Bull.	$F_{t,proj}$ [N]	$F_{t,proj}$ [N]	$F_{t,proj}$ [N]	$F_{t,proj}$ [N]
1	550800.0	175889.0	386526.3	175889.0
2	550800.0	175889.0	433341.5	175889.0
3	433341.5	175889.0	550800.0	175889.0
4	386526.3	175889.0	550800.0	175889.0
5	433341.5	175889.0	550800.0	175889.0
6	550800.0	175889.0	433341.5	175889.0
7	550800.0	175889.0	386526.3	175889.0
8	550800.0	175889.0	433341.5	175889.0
9	433341.5	175889.0	550800.0	175889.0
10	386526.3	175889.0	550800.0	175889.0
11	433341.5	175889.0	550800.0	175889.0
12	550800.0	175889.0	433341.5	175889.0

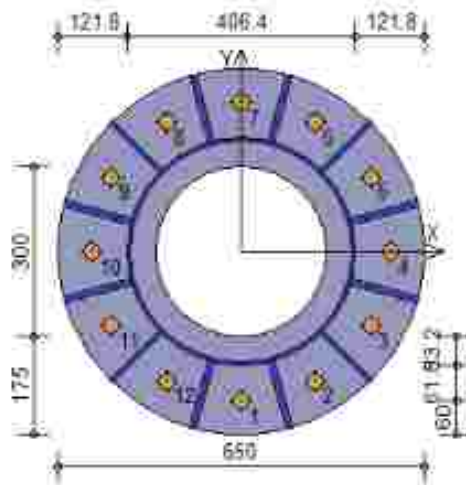
Legenda

$F_{t,proj} = k \cdot \alpha \cdot f_{tb} \cdot \beta \cdot t / \gamma_{M2}$ resistenze a rifollamento flangia in direzione x

$F_{t,proj} = \min [F_{t,proj}, F_{t,proj}]$ resistenza a taglio di progetto in direzione x

$F_{t,proj} = k \cdot \alpha \cdot f_{tb} \cdot \beta \cdot t / \gamma_{M2}$ resistenza a rifollamento flangia in direzione y

$F_{t,proj} = \min [F_{t,proj}, F_{t,proj}]$ resistenza a taglio di progetto in direzione y



Verifiche sui bulloni

1-Taglio e trazione (Nodo n. 1, CMB n. 15)

Bull.	X [mm]	Y [mm]	$F_{1,23}$ [N]	$F_{1,24}$ [N]	$F_{1,25}$ [N]	$F_{1,26}$ [N]	FV_1	VER
1	0.00	-265.00	8313.7	175889.0	0.0	176278.7	0.047267	Ok
2	2132.50	-229.50	11327.6	175889.0	0.0	176278.7	0.064402	Ok
3	3229.50	-132.50	13729.1	175889.0	0.0	176278.7	0.078056	Ok
4	4265.00	0.00	16281.2	175889.0	39397.7	176278.7	0.246521	Ok
5	5229.50	132.50	16853.5	175889.0	86324.6	176278.7	0.439923	Ok
6	6132.50	229.50	15400.2	175889.0	116173.8	176278.7	0.558295	Ok
7	0.00	265.00	13957.4	175889.0	120947.1	176278.7	0.569434	Ok
8	-132.50	229.50	11645.2	175889.0	99365.6	176278.7	0.468840	Ok
9	-229.50	132.50	8685.5	175889.0	57212.0	176278.7	0.281205	Ok
10	-265.00	0.00	5514.5	175889.0	5781.3	176278.7	0.054778	Ok
11	-229.50	-132.50	3548.6	175889.0	0.0	176278.7	0.020176	Ok
12	-132.50	-229.50	5173.1	175889.0	0.0	176278.7	0.029411	Ok

2-Trazione (Nodo n. 1, CMB n. 15)

Bull.	X [mm]	Y [mm]	$F_{1,23}$ [N]	$F_{1,24}$ [N]	FV_2	VER
1	0.00	-265.00	0.0	176278.7	0.000000	Ok
2	2132.50	-229.50	0.0	176278.7	0.000000	Ok
3	3229.50	-132.50	0.0	176278.7	0.000000	Ok
4	4265.00	0.00	39397.7	176278.7	0.223497	Ok
5	5229.50	132.50	86324.6	176278.7	0.489705	Ok
6	6132.50	229.50	116173.8	176278.7	0.659035	Ok
7	0.00	265.00	120947.1	176278.7	0.686113	Ok
8	-132.50	229.50	99365.6	176278.7	0.563685	Ok
9	-229.50	132.50	57212.0	176278.7	0.324554	Ok
10	-265.00	0.00	5781.3	176278.7	0.032796	Ok
11	-229.50	-132.50	0.0	176278.7	0.000000	Ok
12	-132.50	-229.50	0.0	176278.7	0.000000	Ok

Legenda

- $F_{1,23}$ forza di taglio agente sul bullone
- $F_{1,24}$ resistenza a taglio di progetto del bullone
- $F_{1,25}$ forza di trazione agente sul bullone
- $F_{1,26}$ resistenza a trazione di progetto del bullone
- $FV_1 = F_{1,23} / F_{1,24} + F_{1,25} / (1.4 \cdot F_{1,26})$
- $FV_2 = F_{1,25} / F_{1,26}$
- VER: $FV \leq 1$

Verifiche a flessione piastra in zona compressa

Sezione tangente al profilo della colonna nel punto equidistante da due nervature (Nodo n. 1, CMB n. 15)

- Pressione massima a bordo piastra: $p_{max} = 14.52 \text{ N/mm}^2$
- Risultante pressioni: $R_{128} = 445966.00 \text{ N}$

Braccio della risultante	$B_{rs} = 64.9 \text{ mm}$	
Modulo di resistenza minimo	$W_{min} = 469957.1 \text{ mm}^3$	
Momento resistente	$M_{c,rs} =$	158890300.0 N mm
Momento massimo	$M_{c,rs} =$	24495060.0 N mm
	$M_{c,rs} / M_{c,rs} = 0.164163$	Ok

Sezione tangente al profilo della colonna nel punto di attacco di una nervatura (Nodo n. 1, CMB n. 15)

Pressione massima a bordo piastra	$p_{max} = 14.52 \text{ N/mm}^2$	
Risultante pressioni	$R_{pr} = 451929.60 \text{ N}$	
Braccio della risultante	$B_{rs} = 64.9 \text{ mm}$	
Modulo di resistenza minimo	$W_{min} = 617812.4 \text{ mm}^3$	
Momento resistente	$M_{c,rs} =$	208879600.0 N mm
Momento massimo	$M_{c,rs} =$	24816010.0 N mm
	$M_{c,rs} / M_{c,rs} = 0.118801$	Ok

Verifica del momento di progetto del giunto (Nodo n. 1, CMB n. 15)

Momento resistente del giunto	$M_{c,rs} =$	443408200.0 N mm
Momento di progetto	$M_{c,rs} =$	217642200.0 N mm
	$M_{c,rs} / M_{c,rs} = 0.490839$	Ok

Ancoraggio

Tirafondi con rosette saldate

Lunghezza tirafondi $L_s =$	650 mm
Lunghezza di aderenza $L_a =$	610 mm
Materiale rosette	Acciaio S355
Spessore rosette $t_s =$	10 mm
Diametro rosette $\varnothing_s =$	100 mm

Lunghezza minima tirafondi: 40 diametri (1080 mm)

Calcestruzzo

=	Resistenza cubica caratteristica a compressione	R_{cc}
	35.00 N/mm ²	
$0.83 \cdot R_{cc} =$	Resistenza cilindrica caratteristica a compressione	$f_{cd} =$
	29.05 N/mm ²	
	Resistenza di calcolo a compressione $f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot f_{cd} / \gamma_c =$	
	16.46 N/mm ²	
	Resistenza caratteristica a trazione $f_{ct} = 0.7 \cdot 0.30 \cdot f_{cd} =$	
	1.98 N/mm ²	
$\eta_1 \cdot \eta_2 \cdot f_{ct} / \gamma_c =$	Resistenza tangenziale di aderenza di calcolo $f_{td} = 2.25 \cdot$	
	2.98 N/mm ²	

Compressione massima calcestruzzo (Nodo n. 1, CMB n. 15)

$p_{max} = 14.52 \text{ N/mm}^2 < f_{cd}$ Ok

Verifica ancoraggio

Si considera la massima sollecitazione di trazione agente nei tirafondi (Nodo n. 1, CMB n. 15)

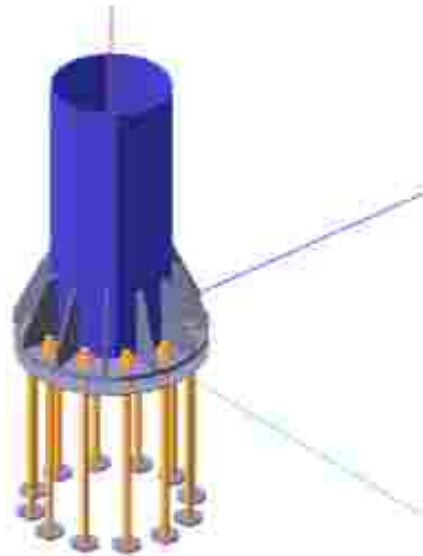
Trazione di progetto dell'ancoraggio $F_{t,rs} = \max [F_{t,rs}] = 120947.1 \text{ N}$

Si considera il contributo di aderenza fornito dai tirafondi ($L_a = 610 \text{ mm}$)

Resistenza a trazione per aderenza $F_{t,rs} = L_a \cdot \pi \cdot \varnothing \cdot f_{td} = 154022.7 \text{ N}$

$F_{t,rs} > F_{t,rs}$ Ok

Verifica secondo il D.M. 17/01/2018 COLONNE ALTE SLV - SISMICA



Coefficienti di sicurezza utilizzati

$\gamma_{M2} = 1.05$

$\gamma_{M1} = 1.10$

$\gamma_{M3} = 1.25$

Colonna

Tipo di profilo: TUBO 406 4x7.1

Materiale: Acciaio S355 $f_t = 355 \text{ N/mm}^2$ $f_c = 510 \text{ N/mm}^2$ $\gamma_{M2} = 1.25$

Classe sezione: 3

Flangia:

Materiale: Acciaio S355 $f_t = 355 \text{ N/mm}^2$ $f_c = 510 \text{ N/mm}^2$ $\gamma_{M2} = 1.25$

Dimensioni (\varnothing x Sp): 650.0 x 20.0 mm

Foro centrale diametro $\varnothing = 350.0 \text{ mm}$

Spessore nervature: 10.0 mm

Bullonature:

Viti cl. 8.8 Dadi S o 10 ($f_t = 640 \text{ N/mm}^2$ $f_c = 800 \text{ N/mm}^2$)

Diametro gambo $\varnothing = 27 \text{ mm}$ $A_{net} = 463.0 \text{ mm}^2$ (ridotta per filettatura)

Diametro dado/testa $d_n = 41 \text{ mm}$

Diametro foro $\varnothing_s = 28.5 \text{ mm}$

Saldate:

Materiale: Acciaio S355 $f_t = 355 \text{ N/mm}^2$ $f_c = 510 \text{ N/mm}^2$ $\beta_1 = 0.70$ $\beta_2 = 0.85$

Spessore cordoni d'angolo $s_w = 10 \text{ mm}$

Sollecitazioni

Nodo CMBV2 [N]	V3 [N]	N [N]	M2 [N mm]	M3 [N mm]	T [N mm]
1.1 -33470.0	2620.0	-127390.0	-8380000.0	-91680000.0	1470000.0
1.2 -26930.0	-4930.0	-106650.0	12130000.0	-70320000.0	-4160000.0
1.3 -32250.0	4740.0	-130180.0	-13000000.0	-89660000.0	1430000.0
1.4 -25570.0	-2810.0	-109650.0	7510000.0	-86290000.0	-4190000.0
1.5 -45210.0	10830.0	-152600.0	-30590000.0	-126720000.0	8650000.0
1.6 -48510.0	10290.0	-153950.0	-29860000.0	-135070000.0	9170000.0
1.7 -43530.0	13550.0	-156330.0	-36940000.0	-123930000.0	8600000.0
1.8 -46830.0	13200.0	-157780.0	-36210000.0	-132280000.0	9120000.0
1.9 -44450.0	1480.0	-132220.0	-5950000.0	-119510000.0	3200000.0

1.10	-37880.0	-6070.0	-111690.0	14560000.0	-98140000.0	-2430000.0
1.11	-43230.0	3600.0	-135000.0	-10570000.0	-117480000.0	3170000.0
1.12	-36660.0	-3950.0	-114480.0	9940000.0	-96110000.0	-2460000.0
1.13	-23380.0	-14530.0	-84090.0	37770000.0	-55520000.0	-10120000.0
1.14	-26600.0	-14880.0	-85530.0	38500000.0	-63860000.0	-9600000.0
1.15	-21620.0	-11620.0	-97920.0	31420000.0	-52730000.0	-10160000.0
1.16	-24920.0	-11960.0	-89360.0	32160000.0	-61070000.0	-9640000.0
1.17	-25770.0	2010.0	-110900.0	-8460000.0	-68950000.0	3220000.0
1.18	-31180.0	-3640.0	-128770.0	10560000.0	-86780000.0	-2360000.0
1.19	-24340.0	3700.0	-107470.0	-12710000.0	-64540000.0	3130000.0
1.20	-29740.0	-1950.0	-125340.0	6310000.0	-82470000.0	-2450000.0
1.21	-23750.0	8010.0	-93090.0	-28970000.0	-58590000.0	9480000.0
1.22	-27190.0	7770.0	-96150.0	-28210000.0	-67020000.0	9240000.0
1.23	-21780.0	10330.0	-88380.0	-34810000.0	-52660000.0	9340000.0
1.24	-25220.0	10100.0	-90440.0	-34060000.0	-61090000.0	9110000.0
1.25	-37240.0	1220.0	-117760.0	-5920000.0	-96960000.0	2440000.0
1.26	-42650.0	-4430.0	-135640.0	13100000.0	-114890000.0	-3140000.0
1.27	-35910.0	2910.0	-114340.0	-10170000.0	-92650000.0	2340000.0
1.28	-41210.0	-2740.0	-132210.0	8850000.0	-110570000.0	-3240000.0
1.29	-41770.0	-10830.0	-152660.0	34440000.0	-118340000.0	-9120000.0
1.30	-45210.0	-11080.0	-154720.0	35200000.0	-126770000.0	-9360000.0
1.31	-39800.0	-8500.0	-147960.0	26600000.0	-112410000.0	-9250000.0
1.32	-43240.0	-6740.0	-160020.0	29360000.0	-120840000.0	-6490000.0
1.33	-26130.0	2060.0	-117230.0	-8470000.0	-71790000.0	2270000.0
1.34	-25320.0	-3300.0	-116580.0	10200000.0	-69610000.0	-3080000.0
1.35	-25430.0	3710.0	-117020.0	-12670000.0	-70140000.0	2140000.0
1.36	-24620.0	-1660.0	-116380.0	6000000.0	-67960000.0	-3210000.0
1.37	-30770.0	7770.0	-119660.0	-23760000.0	-83330000.0	9030000.0
1.38	-33840.0	7670.0	-121060.0	-28140000.0	-90770000.0	9460000.0
1.39	-29810.0	10030.0	-119380.0	-34520000.0	-81060000.0	8850000.0
1.40	-32880.0	9830.0	-120780.0	-33910000.0	-88500000.0	9280000.0
1.41	-36350.0	1380.0	-121900.0	-6410000.0	-96590000.0	3690000.0
1.42	-35550.0	-3980.0	-121260.0	12260000.0	-94410000.0	-1660000.0
1.43	-35550.0	3030.0	-121700.0	-10610000.0	-94940000.0	3570000.0
1.44	-34850.0	-2330.0	-121050.0	8060000.0	-92760000.0	-1790000.0
1.45	-28100.0	-10110.0	-117500.0	33490000.0	-76050000.0	-6800000.0
1.46	-31160.0	-10310.0	-118900.0	34110000.0	-83490000.0	-8370000.0
1.47	-27140.0	-7840.0	-117220.0	27720000.0	-73780000.0	-8980000.0
1.48	-30230.0	-8050.0	-118620.0	28340000.0	-81220000.0	-8560000.0
1.49	-30650.0	3200.0	-126870.0	-9580000.0	-84450000.0	2470000.0
1.50	-20970.0	-4250.0	-104570.0	11000000.0	-56280000.0	-3330000.0
1.51	-30990.0	5910.0	-130240.0	-14190000.0	-86180000.0	2450000.0
1.52	-21300.0	-2140.0	-107940.0	6390000.0	-58020000.0	-3360000.0
1.53	-45460.0	11180.0	-154170.0	-31940000.0	-125810000.0	9790000.0
1.54	-48510.0	10900.0	-165810.0	-31270000.0	-133380000.0	10250000.0
1.55	-45910.0	14060.0	-168810.0	-38270000.0	-126190000.0	9760000.0
1.56	-48970.0	13800.0	-160440.0	-37600000.0	-135760000.0	10220000.0
1.57	-40850.0	2280.0	-132320.0	-7340000.0	-109680000.0	4010000.0
1.58	-31160.0	-5170.0	-110020.0	13230000.0	-81520000.0	-1800000.0
1.59	-41180.0	4390.0	-135700.0	-11960000.0	-111420000.0	3990000.0
1.60	-31490.0	-3060.0	-113390.0	8630000.0	-83250000.0	-1620000.0
1.61	-13120.0	-13660.0	-79820.0	36640000.0	-31940000.0	-9670000.0
1.62	-16230.0	-13930.0	-81460.0	37310000.0	-39510000.0	-9110000.0
1.63	-13630.0	-10760.0	-84460.0	30310000.0	-34320000.0	-9600000.0
1.64	-16690.0	-11030.0	-86090.0	30980000.0	-41890000.0	-9140000.0
1.65	-25290.0	2600.0	-116740.0	-9200000.0	-69610000.0	2450000.0
1.66	-25260.0	-3520.0	-116700.0	10440000.0	-69520000.0	-3260000.0
1.67	-25310.0	4360.0	-116740.0	-13530000.0	-69660000.0	2340000.0
1.68	-25280.0	-1760.0	-116710.0	6120000.0	-69580000.0	-3370000.0
1.69	-29050.0	9150.0	-118500.0	-30570000.0	-76820000.0	9650000.0

1.70	-32230.0	8920.0	-119980.0	-29940000.0	-86620000.0	10100000.0
1.71	-29070.0	11670.0	-118610.0	-36520000.0	-75680000.0	9490000.0
1.72	-32260.0	11340.0	-119990.0	-36880000.0	-86690000.0	9940000.0
1.73	-35910.0	1860.0	-121670.0	-7080000.0	-95630000.0	3940000.0
1.74	-36880.0	-4260.0	-121640.0	12680000.0	-95640000.0	-1770000.0
1.75	-36930.0	3620.0	-121680.0	-11410000.0	-95680000.0	3830000.0
1.76	-35900.0	-2500.0	-121650.0	8240000.0	-95690000.0	-1680000.0
1.77	-28930.0	-11240.0	-118390.0	34910000.0	-78510000.0	-9370000.0
1.78	-32120.0	-11470.0	-119870.0	35550000.0	-86310000.0	-8930000.0
1.79	-28960.0	-8820.0	-118400.0	26970000.0	-78570000.0	-9530000.0
1.80	-32140.0	-9050.0	-119880.0	29610000.0	-86370000.0	-9080000.0
1.81	-20000.0	3200.0	-105700.0	-9800000.0	-54560000.0	2380000.0
1.82	-29700.0	-4260.0	-128020.0	10980000.0	-82770000.0	-3430000.0
1.83	-19710.0	6320.0	-102340.0	-14210000.0	-52920000.0	2360000.0
1.84	-29410.0	-2140.0	-124660.0	6370000.0	-81130000.0	-3450000.0
1.85	-12600.0	11190.0	-82510.0	-31970000.0	-31610000.0	9700000.0
1.86	-15900.0	10920.0	-84400.0	-31310000.0	-39700000.0	10160000.0
1.87	-12190.0	14990.0	-77890.0	-38300000.0	-29250000.0	9670000.0
1.88	-15500.0	13820.0	-79780.0	-37640000.0	-37450000.0	10130000.0
1.89	-31020.0	2300.0	-112020.0	-7380000.0	-81870000.0	3920000.0
1.90	-40720.0	-5150.0	-134340.0	13200000.0	-110080000.0	-1890000.0
1.91	-30730.0	4410.0	-108660.0	-11990000.0	-80220000.0	3900000.0
1.92	-40430.0	-3040.0	-130960.0	8590000.0	-108440000.0	-1910000.0
1.93	-44930.0	-13860.0	-168900.0	36630000.0	-126650000.0	-9660000.0
1.94	-48240.0	-13930.0	-168600.0	37290000.0	-133750000.0	-9200000.0
1.95	-44590.0	-10760.0	-162280.0	30300000.0	-123300000.0	-9690000.0
1.96	-47840.0	-11030.0	-164180.0	30960000.0	-131490000.0	-9230000.0
1.97	-24340.0	2290.0	-116060.0	-8830000.0	-67130000.0	2310000.0
1.98	-26050.0	-3070.0	-116630.0	9850000.0	-69070000.0	-3040000.0
1.99	-26080.0	3940.0	-116270.0	-13030000.0	-68860000.0	2180000.0
1.100	-26790.0	-1430.0	-116840.0	5660000.0	-70790000.0	-3170000.0
1.101	-27050.0	8030.0	-117080.0	-29160000.0	-73640000.0	9070000.0
1.102	-30200.0	7840.0	-118660.0	-28660000.0	-81240000.0	9490000.0
1.103	-28060.0	10290.0	-117360.0	-34910000.0	-75910000.0	8690000.0
1.104	-31210.0	10100.0	-118840.0	-34320000.0	-83610000.0	9310000.0
1.105	-34840.0	1670.0	-120990.0	-6240000.0	-92800000.0	3710000.0
1.106	-36680.0	-3890.0	-121670.0	11860000.0	-94730000.0	-1640000.0
1.107	-36690.0	3320.0	-121200.0	-11030000.0	-94620000.0	3580000.0
1.108	-36290.0	-2050.0	-121780.0	7660000.0	-96460000.0	-1770000.0
1.109	-29420.0	-9860.0	-118990.0	33130000.0	-79980000.0	-8770000.0
1.110	-32570.0	-10040.0	-120470.0	33730000.0	-87630000.0	-8350000.0
1.111	-30430.0	-7600.0	-119280.0	27370000.0	-82360000.0	-8960000.0
1.112	-33580.0	-7780.0	-120760.0	27970000.0	-90060000.0	-8590000.0
1.113	-27360.0	2660.0	-124870.0	-9200000.0	-76270000.0	2630000.0
1.114	-23430.0	-3100.0	-107310.0	9840000.0	-62610000.0	-3060000.0
1.115	-28730.0	4230.0	-128230.0	-13440000.0	-80430000.0	2420000.0
1.116	-24810.0	-1420.0	-110670.0	5600000.0	-86680000.0	-3170000.0
1.117	-36280.0	8610.0	-146860.0	-29920000.0	-100440000.0	9660000.0
1.118	-38350.0	8410.0	-148290.0	-29320000.0	-108070000.0	9990000.0
1.119	-37180.0	10920.0	-161270.0	-35760000.0	-106160000.0	9420000.0
1.120	-40260.0	10730.0	-162900.0	-36160000.0	-113900000.0	9840000.0
1.121	-37660.0	1910.0	-130930.0	-7200000.0	-101710000.0	3940000.0
1.122	-33730.0	-3740.0	-112760.0	11840000.0	-87960000.0	-1650000.0
1.123	-39030.0	3600.0	-139690.0	-11440000.0	-105880000.0	3840000.0
1.124	-36110.0	-2060.0	-116120.0	7600000.0	-92120000.0	-1760000.0
1.125	-22210.0	-10240.0	-88090.0	33650000.0	-54690000.0	-9070000.0
1.126	-26300.0	-10430.0	-89730.0	34160000.0	-62220000.0	-8640000.0
1.127	-24110.0	-7920.0	-92710.0	27730000.0	-60310000.0	-9210000.0
1.128	-27200.0	-8110.0	-94360.0	28330000.0	-67960000.0	-8790000.0
1.129	-22290.0	3630.0	-106600.0	-10100000.0	-69380000.0	2670000.0

1.130	-28310.0	-4040.0	-126020.0	10460000.0	-78930000.0	-3000000.0
1.131	-23450.0	5540.0	-102800.0	-14700000.0	-61230000.0	2620000.0
1.132	-29470.0	-1930.0	-123220.0	5860000.0	-80780000.0	-3050000.0
1.133	-18760.0	11650.0	-84410.0	-32470000.0	-45730000.0	9800000.0
1.134	-21930.0	11400.0	-86220.0	-31820000.0	-53870000.0	10240000.0
1.135	-20360.0	14570.0	-90560.0	-38790000.0	-48270000.0	8730000.0
1.136	-23530.0	14310.0	-82350.0	-38140000.0	-56420000.0	10170000.0
1.137	-32870.0	2660.0	-111620.0	-7940000.0	-86530000.0	4130000.0
1.138	-38890.0	-4910.0	-132040.0	12620000.0	-106090000.0	-1530000.0
1.139	-34030.0	4770.0	-108820.0	-12540000.0	-88930000.0	4090000.0
1.140	-40050.0	-2800.0	-129240.0	8020000.0	-107940000.0	-1580000.0
1.141	-38810.0	-13580.0	-152480.0	36070000.0	-110900000.0	-9090000.0
1.142	-41990.0	-13940.0	-154280.0	36710000.0	-119050000.0	-8650000.0
1.143	-40410.0	-10670.0	-148620.0	29740000.0	-113440000.0	-9150000.0
1.144	-43590.0	-10930.0	-150430.0	30390000.0	-121590000.0	-8710000.0

Calcolo resistenze

Resistenza a trazione dei bulloni

$$F_{t,pro} = 0.9 \cdot f_u \cdot A_{bol} / \gamma_{M2} = 263833.4 \text{ N}$$

Resistenza a punzonamento flangia

$$B_{p,pro} = 0.6 \cdot \pi \cdot d_n \cdot t \cdot f_u / \gamma_{M2} = 630630.8 \text{ N}$$

Bull	$F_{t,pro}$ [N]	$F_{t,pro}$ [N]
1	176278.7	176278.7
2	176278.7	176278.7
3	176278.7	176278.7
4	176278.7	176278.7
5	176278.7	176278.7
6	176278.7	176278.7
7	176278.7	176278.7
8	176278.7	176278.7
9	176278.7	176278.7
10	176278.7	176278.7
11	176278.7	176278.7
12	176278.7	176278.7

Legenda

$F_{t,pro} = M_{d,proj} / (\beta_n \cdot R_{t,proj})$ resistenza a flessione flangia

$F_{t,pro} = \min [F_{t,pro}, B_{p,pro}, F_{t,pro}]$ resistenza a trazione di progetto

Resistenza a taglio dei bulloni

$$F_{v,pro} = 0.6 \cdot f_u \cdot A_{bol} / \gamma_{M2} =$$

175889.0 N

Bull	$F_{v,pro}$ [N]	$F_{v,pro}$ [N]	$F_{v,pro}$ [N]	$F_{v,pro}$ [N]
1	550800.0	175889.0	386526.3	175889.0
2	550800.0	175889.0	433341.5	175889.0
3	433341.5	175889.0	550800.0	175889.0
4	386526.3	175889.0	550800.0	175889.0
5	433341.5	175889.0	550800.0	175889.0
6	550800.0	175889.0	433341.5	175889.0
7	550800.0	175889.0	386526.3	175889.0
8	550800.0	175889.0	433341.5	175889.0
9	433341.5	175889.0	550800.0	175889.0
10	386526.3	175889.0	550800.0	175889.0
11	433341.5	175889.0	550800.0	175889.0
12	550800.0	175889.0	433341.5	175889.0

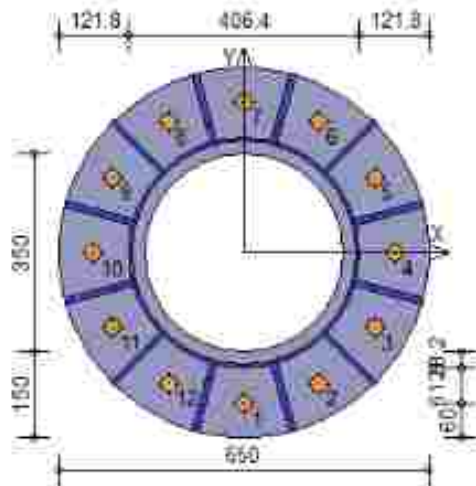
Legenda

$F_{v,pro} = k \cdot \alpha \cdot f_u \cdot d \cdot t / \gamma_{M2}$ resistenza a rifollamento flangia in direzione x

$F_{v,pro} = \min [F_{v,pro}, F_{v,pro}]$ resistenza a taglio di progetto in direzione x

$F_{v,pro} = k \cdot \alpha \cdot f_u \cdot d \cdot t / \gamma_{M2}$ resistenza a rifollamento flangia in direzione y

$F_{v,pro} = \min [F_{v,pro}, F_{v,pro}]$ resistenza a taglio di progetto in direzione y



Verifiche sui bulloni

1-Taglio e trazione (Nodo n. 1, CMB n. 66)

Bull.	X [mm]	Y [mm]	$F_{1,23}$ [N]	$F_{1,23}$ [N]	$F_{1,23}$ [N]	$F_{1,23}$ [N]	FV_1	VER
1	0.00	-265.00	5974.6	175889.0	0.0	176278.7	0.033958	Ok
2	2132.50	-229.50	6915.3	175889.0	0.0	176278.7	0.039316	Ok
3	3229.50	-132.50	7397.1	175889.0	0.0	176278.7	0.042055	Ok
4	4265.00	0.00	7384.8	175889.0	0.0	176278.7	0.041985	Ok
5	5229.50	132.50	6879.3	175889.0	21441.8	176278.7	0.125994	Ok
6	6132.50	229.50	5917.6	175889.0	45154.0	176278.7	0.216609	Ok
7	7000.00	265.00	4573.0	175889.0	58985.1	176278.7	0.265009	Ok
8	7832.50	229.50	2964.4	175889.0	59229.3	176278.7	0.256852	Ok
9	8629.50	132.50	1375.7	175889.0	45821.0	176278.7	0.193489	Ok
10	9365.00	0.00	1440.2	175889.0	22353.0	176278.7	0.098763	Ok
11	10029.50	-132.50	3047.0	175889.0	0.0	176278.7	0.017324	Ok
12	10632.50	-229.50	4646.6	175889.0	0.0	176278.7	0.026418	Ok

2-Trazione (Nodo n. 1, CMB n. 66)

Bull.	X [mm]	Y [mm]	$F_{1,23}$ [N]	$F_{1,23}$ [N]	FV_2	VER
1	0.00	-265.00	0.0	176278.7	0.000000	Ok
2	2132.50	-229.50	0.0	176278.7	0.000000	Ok
3	3229.50	-132.50	0.0	176278.7	0.000000	Ok
4	4265.00	0.00	0.0	176278.7	0.000000	Ok
5	5229.50	132.50	21441.8	176278.7	0.121636	Ok
6	6132.50	229.50	45154.0	176278.7	0.256151	Ok
7	7000.00	265.00	58985.1	176278.7	0.334513	Ok
8	7832.50	229.50	59229.3	176278.7	0.335998	Ok
9	8629.50	132.50	45821.0	176278.7	0.259935	Ok
10	9365.00	0.00	22353.0	176278.7	0.126805	Ok
11	10029.50	-132.50	0.0	176278.7	0.000000	Ok
12	10632.50	-229.50	0.0	176278.7	0.000000	Ok

Legenda

- $F_{1,23}$ forza di taglio agente sul bullone
- $F_{1,23}$ resistenza a taglio di progetto del bullone
- $F_{1,23}$ forza di trazione agente sul bullone
- $F_{1,23}$ resistenza a trazione di progetto del bullone
- $FV_1 = F_{1,23} / F_{1,23} + F_{1,23} / (1.4 \cdot F_{1,23})$
- $FV_2 = F_{1,23} / F_{1,23}$
- VER: $FV_1 \leq 1$

Verifiche a flessione piastra in zona compressa

Sezione tangente al profilo della colonna nel punto equidistante da due nervature. (Nodo n. 1, CMB n. 66)

Pressione massima a bordo piastra $p_{max} = 5.19 \text{ N/mm}^2$
 Risultante pressioni $R_{max} = 252458.90 \text{ N}$

Braccio della risultante	$B_{rs} = 54.5 \text{ mm}$	
Modulo di resistenza minimo	$W_{min} = 469957.1 \text{ mm}^3$	
Momento resistente	$M_{res} =$	158890300.0 N mm
Momento massimo	$M_{max} =$	13752020.0 N mm
$M_{max} / M_{res} = 0.086550 \text{ OK}$		

Sezione tangente al profilo della colonna nel punto di attacco di una nervatura (Nodo n. 1, CMB n. 55)

Pressione massima a bordo piastra	$p_{max} = 8.19 \text{ N/mm}^2$	
Risultante pressioni	$R_{pr} = 262437.30 \text{ N}$	
Braccio della risultante	$B_{rs} = 54.4 \text{ mm}$	
Modulo di resistenza minimo	$W_{min} = 617812.4 \text{ mm}^3$	
Momento resistente	$M_{res} =$	208879600.0 N mm
Momento massimo	$M_{max} =$	14287290.0 N mm
$M_{max} / M_{res} = 0.068400 \text{ OK}$		

Verifica del momento di progetto del giunto (Nodo n. 1, CMB n. 56)

Momento resistente del giunto	$M_{res} =$	412111200.0 N mm
Momento di progetto	$M_{ed} =$	105734900.0 N mm
$M_{ed} / M_{res} = 0.256567 \text{ OK}$		

Ancoraggio

Tirafondi con rosette saldate

Lunghezza tirafondi $L_2 =$	650 mm
Lunghezza di aderenza $L_1 =$	610 mm
Materiale rosette	Acciaio S355
Spessore rosette $t_r =$	10 mm
Diametro rosette $\varnothing =$	100 mm

Lunghezza minima tirafondi: 40 diametri (1080 mm)

Calcestruzzo

=	Resistenza cubica caratteristica a compressione	R_{ck}
	35.00 N/mm ²	
$0.83 \cdot R_{ck} =$	Resistenza cilindrica caratteristica a compressione	f_{ck}
	29.05 N/mm ²	
	Resistenza di calcolo a compressione $f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot f_{ck} / \gamma_c =$	
	16.46 N/mm ²	
	Resistenza caratteristica a trazione $f_{ctk} = 0.7 \cdot 0.30 \cdot f_{ck}^{2/3} =$	
	1.98 N/mm ²	
$\eta_1 \cdot \eta_2 \cdot f_{ctk} / \gamma_c =$	Resistenza tangenziale di aderenza di calcolo $f_{td} = 2.25 \cdot$	
	2.98 N/mm ²	

Compressione massima calcestruzzo (Nodo n. 1, CMB n. 56)

$p_{max} = 8.19 \text{ N/mm}^2 < f_{td} \text{ OK}$

Verifica ancoraggio

Si considera la massima sollecitazione di trazione agente nei tirafondi (Nodo n. 1, CMB n. 56)

Trazione di progetto dell'ancoraggio	$F_{t,ed} = \max [F_{t,ed}] =$	69229.3 N
Si considera il contributo di aderenza fornito dai tirafondi ($L_1 = 610 \text{ mm}$)		
Resistenza a trazione per aderenza	$F_{t,ad} = L_1 \cdot \pi \cdot \varnothing \cdot f_{td} =$	154022.7 N
$F_{t,ad} > F_{t,ed} \text{ OK}$		

2.3.3.COLLEGAMENTI FLANGIATI: NODI CONTROVENTI

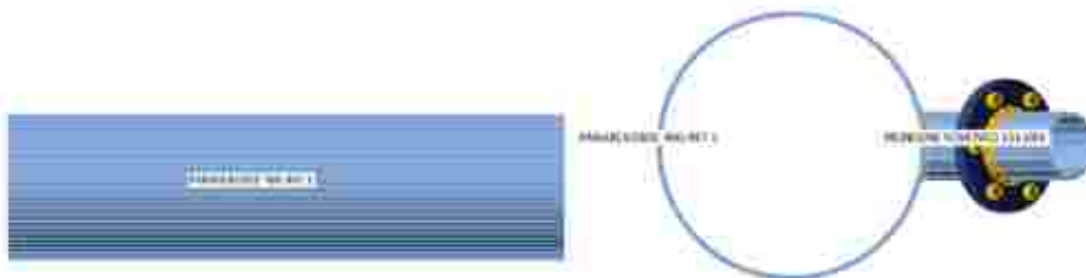
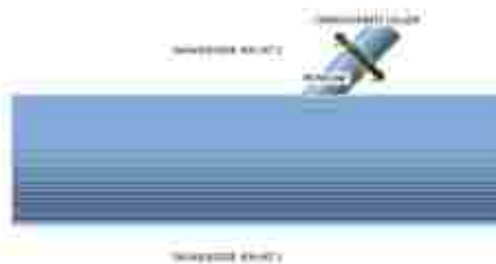
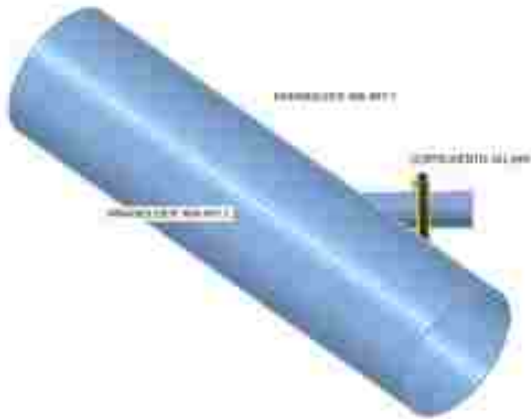
Materiale

Acciaio S 355

Analisi Sforzo, deformazione

Travi e pilastri

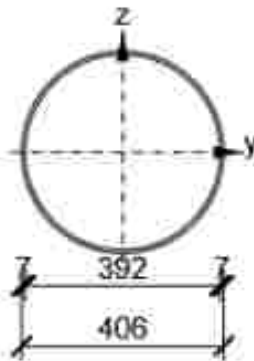
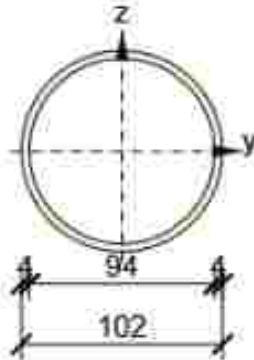
Nome	Sezione	β - Direzione [°]	γ - Pendenza [°]	α - Rotazione [°]	Offset ex [mm]	Offset ey [mm]	Offset ez [mm]	Forze in
PARABOLOIDE 406.4X7.1	S - R0406.4X7.1	0.0	0.0	0.0	0	0	0	Nodo
CONTROVENTO 101.6X4	4 - R0101.6X4	46.0	0.0	0.0	0	0	0	Bulloni



Sezioni

Nome	Materiale
3 - R0406.4X7.1	S 356
4 - R0101.6X4	S 356

Sezioni

Nome	Materiale	Disegno
3 - R0406.4X7.1	S 356	
4 - R0101.6X4	S 356	

Bulloni

Nome	Assieme bullone	Diametro [mm]	f_u [MPa]	Superficie lorda [mm ²]
M12 8.8	M12 8.8	12	500.0	113

Effetti del carico (equilibrio non richiesto)

Nome	Elemento	N [kN]	V _y [kN]	V _z [kN]	M _x [kNm]	M _y [kNm]	M _z [kNm]
SLU-SLV	CONTROVENTO 101.6X4	35.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Verifica

Riassunto

Nome	Valore	Stato
Analisi	100.0%	OK
Piastre	0.0 < 5.0%	OK
Deformazione loc.	0.3 < 3%	OK

Bulloni	23.3 < 100%	OK
Saldature	20.1 < 100%	OK
Stabilità	241.96	
GMNA	Calcolato	

Piastre

Nome	Spessore [mm]	Carichi	σ_{Ea} [MPa]	ϵ_{Ea} [%]	σ_{Ca} [MPa]	Stato
PARABOLOIDE 406.4X7.1	7.1	SLU-SLV	174.2	0.0	0.0	OK
CONTROVENTO 101.6X4	4.0	SLU-SLV	88.3	0.0	0.0	OK
MONCONE	4.0	SLU-SLV	184.4	0.0	0.0	OK
MONCONE-EPa	10.0	SLU-SLV	110.6	0.0	22.0	OK
MONCONE-EPb	10.0	SLU-SLV	111.2	0.0	22.0	OK

Dati Progetto

Materiale	f_y [MPa]	ϵ_{lim} [%]
S 355	355.0	5.0

Spiegazione dei simboli

- ϵ_{Ea} Deformazione
- σ_{Ea} Sforzo Eq.
- σ_{Ca} Tensione di contatto
- f_y Tensione di snervamento
- ϵ_{lim} Limite di deformazione plastica

Deformazione loc.

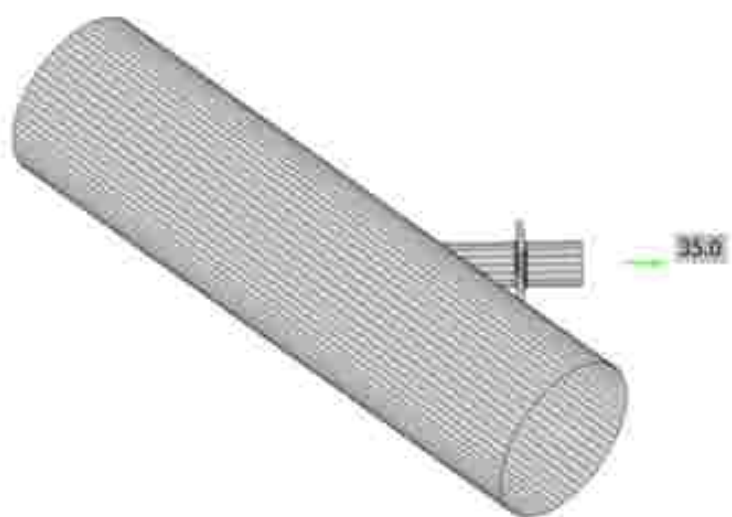
Nome	d_0 [mm]	Carichi	δ [mm]	δ_{lim} [mm]	δ/d_0 [%]	Verifica Stato
PARABOLOIDE 406.4X7.1	406	SLU-SLV	1	12	0.3	OK
CONTROVENTO 101.6X4	102	SLU-SLV	0	3	0.0	OK
MONCONE	102	SLU-SLV	0	3	0.0	OK

Spiegazione dei simboli

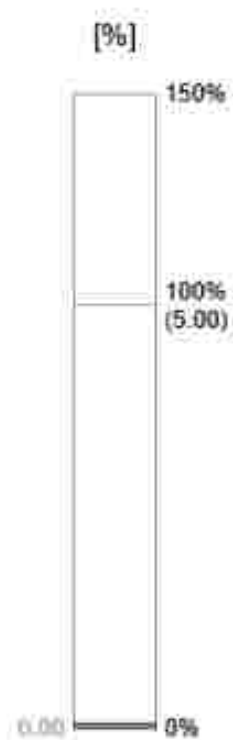
- d_0 Misura sezione
- δ Deformazione locale sezione
- δ_{lim} Deformazione consentita

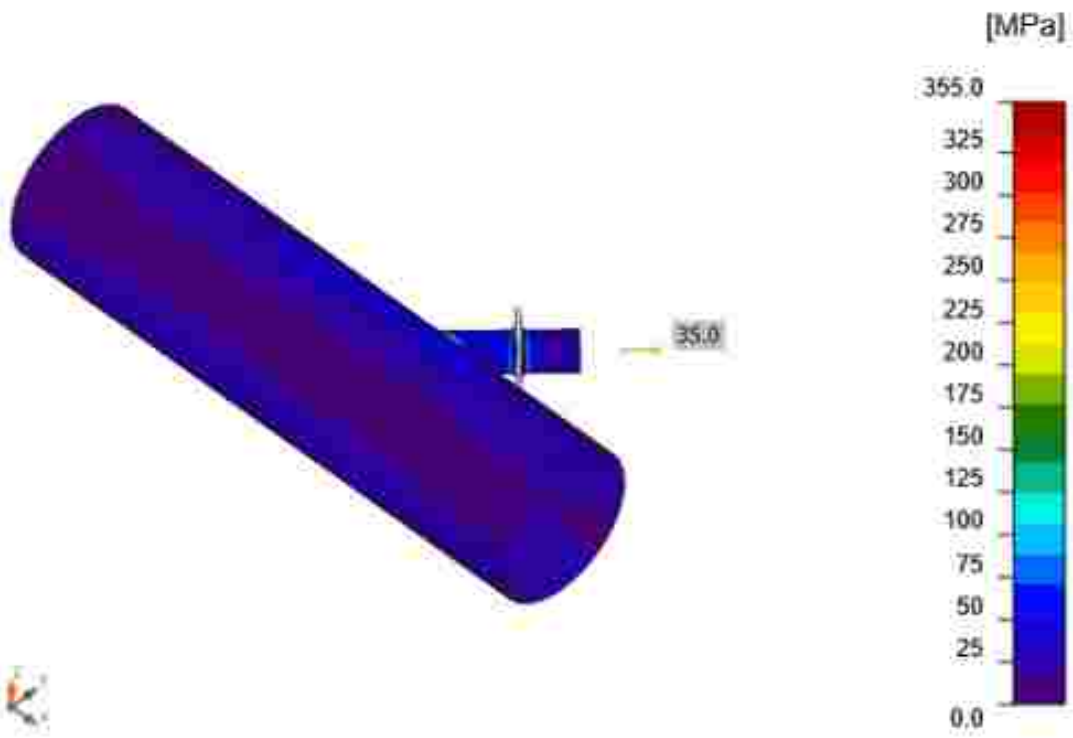


Verifica globale, SLU-SLV

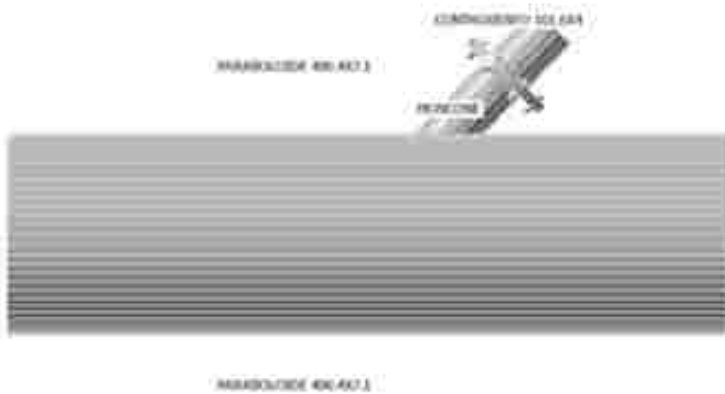


Verifica deformazione, SLU-SLV

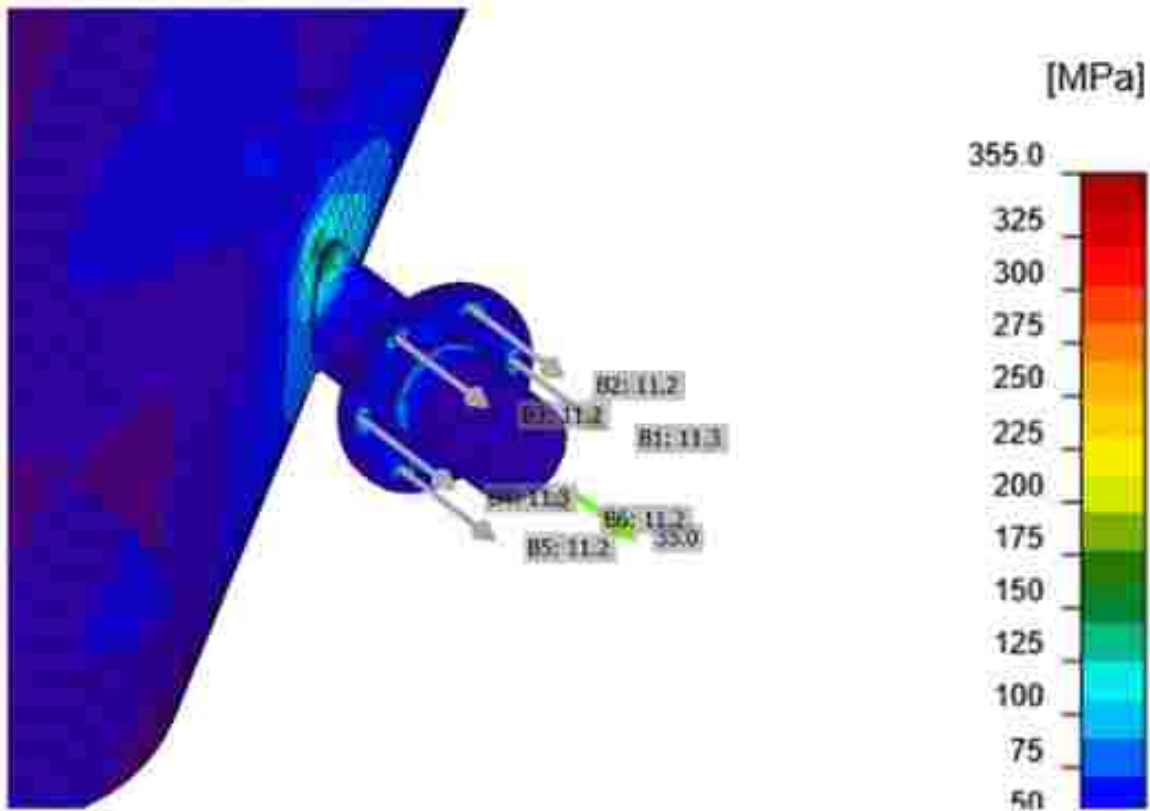




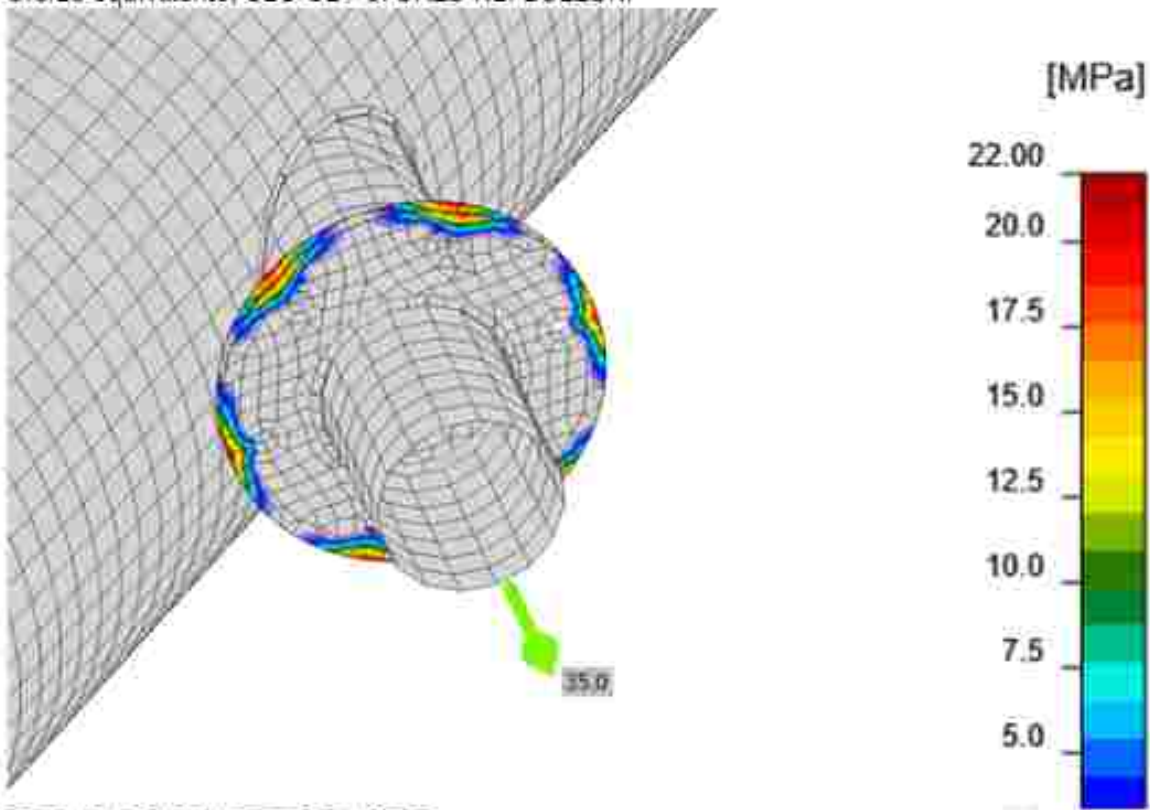
Sforzo equivalente, SLU-SLV



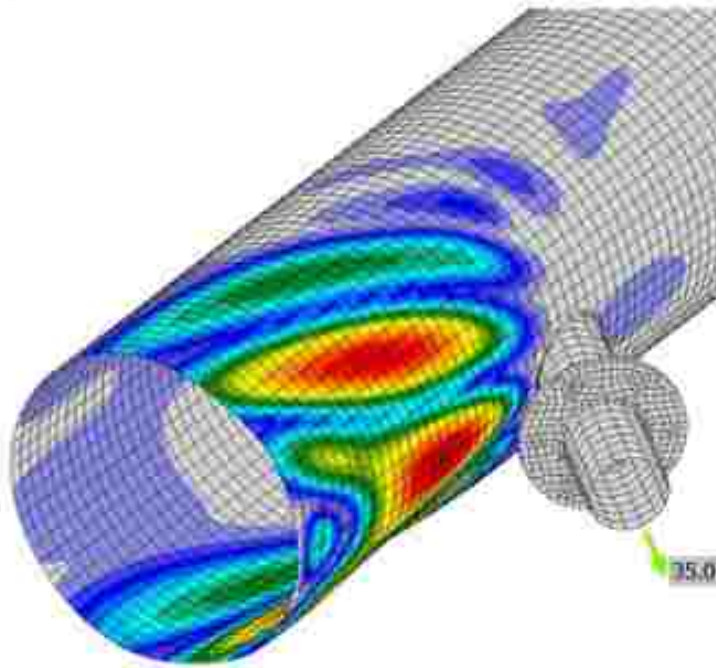
Verifica globale, SLU-SLV



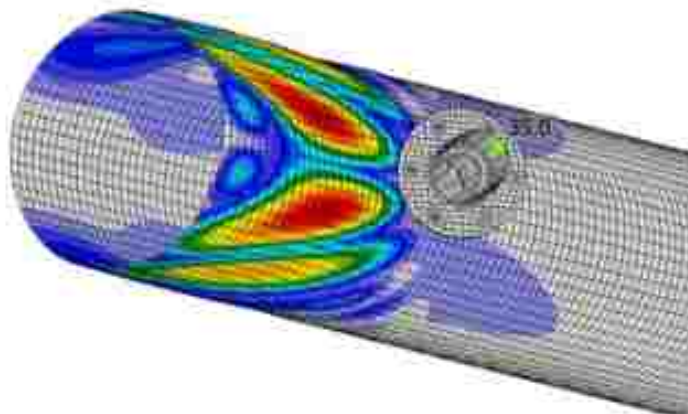
Sforzo equivalente, SLU-SLV SFORZO NEI BULLONI



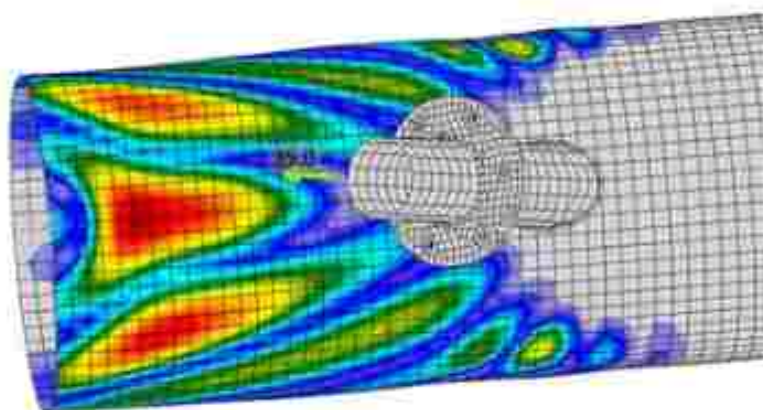
TENSIONE DI CONTATTO PIASTRE



Stabilità, SLU-SLV 1° BUCKLING FATTORE $f_{buck}=241.96$



Stabilità, SLU-SLV 2° BUCKLING FATTORE $f_{buck}=242.55$



Stabilità, SLU-SLV 3° BUCKLING FATTORE $f_{buck}=251.70$

Bulloni

	Nome	Carichi	$F_{t,Rd}$ [kN]	V [kN]	U_t [%]	$F_{t,Rd}$ [kN]	U_t [%]	U_{tr} [%]	Dettagli costruttivi	Stato
	B1	SLU-SLV	11.3	0.0	23.3	60.3	0.0	16.6	OK	OK
	B2	SLU-SLV	11.2	0.0	23.0	34.0	0.0	16.6	OK	OK
	B3	SLU-SLV	11.2	0.0	23.0	38.7	0.0	16.6	OK	OK
	B4	SLU-SLV	11.3	0.0	23.3	60.4	0.0	16.7	OK	OK
	B5	SLU-SLV	11.2	0.0	23.0	36.7	0.0	16.6	OK	OK
	B6	SLU-SLV	11.2	0.0	23.0	35.5	0.0	16.6	OK	OK

Dati Progetto

Nome	$F_{t,Rd}$ [kN]	$B_{p,Rd}$ [kN]	$F_{t,Rd}$ [kN]
M12 8.8 - 1	48.6	140.5	32.4

Spiegazione dei simboli

- $F_{t,Rd}$ Resistenza a trazione dei bulloni EN 1993-1-8 tab. 3.4
- $F_{t,Rd}$ Forza di trazione
- $B_{p,Rd}$ Resistenza a taglio a punzonamento
- V Risultante degli sforzi di taglio V_y , V_z nel bullone
- $F_{t,Rd}$ Resistenza a taglio dei bulloni EN 1993-1-8 tabella 3.4
- $F_{t,Rd}$ Resistenza di progetto della piastra EN 1993-1-8 tab. 3.4
- U_t Utilizzo in trazione
- U_t Utilizzo a taglio

Risultati dettagliati per B4

Verifica di resistenza a trazione (EN 1993-1-8 scheda 3.4)

$$F_{t,Rd} = \frac{k_1 k_2 A_s f_u}{\gamma_{M2}} = 48.6 \text{ kN} \geq F_t = 11.3 \text{ kN}$$

dove:

- $k_1 = 0.90$ – Fattore
- $k_2 = 0.90$ – Fattore
- $f_u = 800.0 \text{ MPa}$ – Resistenza ultima alla trazione del bullone
- $A_s = 84 \text{ mm}^2$ – Area soggetta alla trazione del bullone
- $\gamma_{M2} = 1.25$ – Coefficiente di sicurezza

Verifica a punzonamento (EN 1993-1-8 scheda 3.4)

$$B_{p,Rd} = \frac{0.8 \pi d_n t_p f_u}{\gamma_{M2}} = 140.5 \text{ kN} \geq F_t = 11.3 \text{ kN}$$

dove:

- $d_n = 19 \text{ mm}$ – La media delle dimensioni dei punti sopra e la parte piatta della testa del bullone o del dado, il minore dei due
- $t_p = 10 \text{ mm}$ – Spessore
- $f_u = 490.0 \text{ MPa}$ – Resistenza Ultima
- $\gamma_{M2} = 1.25$ – Coefficiente di sicurezza

Verifica della resistenza a taglio (EN 1993-1-8 scheda 3.4)

$$F_{v,Rd} = \frac{\beta_f \alpha_v A f_u}{\gamma_{M2}} = 32.4 \text{ kN} \geq V = 0.0 \text{ kN}$$

dove:

- $\beta_f = 1.00$ – Fattore di riduzione
- $\alpha_v = 0.60$ – Fattore di riduzione
- $f_u = 800.0 \text{ MPa}$ – Resistenza ultima alla trazione del bullone
- $A = 84 \text{ mm}^2$ – Area soggetta alla trazione del bullone
- $\gamma_{M2} = 1.25$ – Coefficiente di sicurezza

Verifica della Resistenza di progetto (EN 1993-1-8 scheda 3.4)

$$F_{d,Rd} = \frac{k_1 \alpha_v A_s f_u}{\gamma_{M2}} = 60.4 \text{ kN} \geq V = 0.0 \text{ kN}$$

dove:

- $k_1 = \min(2.5 \frac{e_2}{d_0} - 1.7, 1.4 \frac{p_2}{d_0} - 1.7, 2.5) = 2.50$ – Fattore per distanza dal bordo e spaziatura tra i bulloni perpendicolare alla direzione del trasferimento del carico
- $\alpha_v = \min(\frac{e_1}{3d_0}, \frac{p_1}{3d_0}, \frac{1}{4} \frac{f_u}{f_u}, 1) = 0.51$ – Fattore per la distanza dall'estremità e la distanza dei bulloni in direzione del trasferimento del carico
- $e_2 = 20 \text{ mm}$ – Distanza dal bordo della piastra perpendicolare alla forza di taglio
- $p_2 = 80 \text{ mm}$ – Distanza tra i bulloni perpendicolare alla forza di taglio
- $d_0 = 13 \text{ mm}$ – Diametro del foro del bullone
- $e_1 = 20 \text{ mm}$ – Distanza dal bordo della piastra nella direzione della forza di taglio
- $p_1 = \infty \text{ mm}$ – Distanza tra i bulloni nella direzione della forza di taglio
- $f_u = 800.0 \text{ MPa}$ – Resistenza ultima alla trazione del bullone

$f_u = 490.0 \text{ MPa}$	- Resistenza Ultima
$d = 12 \text{ mm}$	- Diametro nominale del fissaggio
$t = 10 \text{ mm}$	- Spessore della piastra
$\gamma_{M2} = 1.25$	- Coefficiente di sicurezza

Interazione di trazione e taglio (EN 1993-1-8 scheda 3.4)

$$U_{int} = \frac{F_{t,Ed}}{F_{t,Rd}} + \frac{F_{v,Ed}}{1.4 \cdot F_{v,Rd}} = 16.7 \%$$

Utilizzo in trazione

$$U_{tr} = \frac{F_{t,Ed}}{\min(F_{t,Rd}, F_{v,Rd})} = 23.3 \%$$

Utilizzo a taglio

$$U_{tr} = \frac{F_{v,Ed}}{\min(F_{t,Rd}, F_{v,Rd})} = 0.0 \%$$

Saldature (Ridistribuzione plastica)

Elemento	Bordo	Spess. gola [mm]	Lunghezza [mm]	Carich.	$\sigma_{e,eq}$ [MPa]	ϵ_{pl} [%]	σ_{\perp} [MPa]	$T_{ }$ [MPa]	T_{\perp} [MPa]	Ut [%]	Ut _c [%]	Stato
MONCONE-EPa	CONTROVENTO 101.6X4	6.0	305	SLU-SLV	19.4	0.0	-0.7	3.9	10.5	4.4	3.4	OK
MONCONE-EPb	MONCONE	6.0	305	SLU-SLV	19.4	0.0	-1.7	4.5	10.5	4.4	3.5	OK
PARABOLOID E 406.4X7.1-arc 63	MONCONE	4.0	365	SLU-SLV	87.7	0.0	-19.5	10.0	49.3	20.1	6.8	OK
		6.0	305	SLU-SLV	30.5	0.0	21.5	-7.7	-9.8	7.0	5.5	OK
		6.0	305	SLU-SLV	30.7	0.0	22.7	3.1	-11.5	7.0	5.5	OK
		5.0	365	SLU-SLV	67.0	0.0	35.0	-8.4	-31.5	15.4	8.8	OK

Dati Progetto

	β_w [-]	$\sigma_{w,eq}$ [MPa]	0.9σ [MPa]
S 355	0.90	435.6	362.8

Spiegazione dei simboli

ϵ_{pl}	Deformazione
$\sigma_{e,eq}$	Sforzo equivalente
$\sigma_{w,eq}$	Resistenza sforzo equivalente
σ_{\perp}	Tensione perpendicolare
$T_{ }$	Sforzo di taglio parallelo all'asse della saldatura
T_{\perp}	Sforzo di taglio perpendicolare all'asse della saldatura
0.9σ	Resistenza allo sforzo perpendicolare - $0.9 \cdot f_u / \gamma_{M2}$
β_w	Fattore di Correlazione EN 1993-1-8 tab. 4.1
Ut	Utilizzo
Ut _c	Utilizzo della capacità della saldatura

Risultati dettagliati per PARABOLOIDE 406.4X7.1-arc 63 MONCONE

Verifica della resistenza della saldatura (EN 1993-1-8 4.5.3.2)

$$\sigma_{w,Ed} = f_w / (\beta_w \gamma_{M2}) = 435.6 \text{ MPa} \geq \sigma_{w,Ed} = [\sigma_1^2 + 3(\tau_1^2 + \tau_2^2)]^{0.5} = 87.7 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{t,Ed} = 0.9 f_w / \gamma_{M2} = 352.8 \text{ MPa} \geq |\sigma_t| = 19.6 \text{ MPa}$$

dove:

$f_w = 490.0 \text{ MPa}$ - Resistenza Ultima

$\beta_w = 0.90$ - fattore di correlazione appropriato tratto dalla Tabella 4.1

$\gamma_{M2} = 1.25$ - Coefficiente di sicurezza

Utilizzo tensione

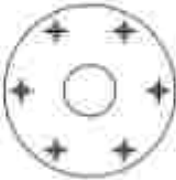
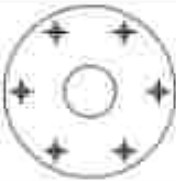
$$\sigma_1 = \max\left(\frac{\sigma_{w,Ed}}{\sigma_{w,Rd}}; \frac{|\sigma_{t,Ed}|}{\sigma_{t,Rd}}\right) = 20.1 \%$$

Stabilità

Carichi	Forma	Fattore [-]
SLU-SLV	1	241.96
	2	242.55
	3	251.70
	4	252.11
	5	253.84
	6	255.23
	7	255.64
	8	258.03
	9	259.72
	10	272.29

Distinta dei materiali

Operazioni di produzione

Nome	Piastre [mm]	Forma	N.	Saldature [mm]	Lunghezza [mm]	Bulloni	N.
MONCONE	P10.0x200.0-0.0 (S 355)		1	a T: a = 6.0	609.3	M12 8.8	6
	P10.0x200.0-0.0 (S 355)		1				
Taglio1				a T: a = 4.0	355.4		

Saldature

Tipo	Materiale	Spessore gola [mm]	Spessore gamba [mm]	Lunghezza [mm]
a T	S 355	6.0	8.5	609.3
a T	S 355	6.0	8.5	355.4

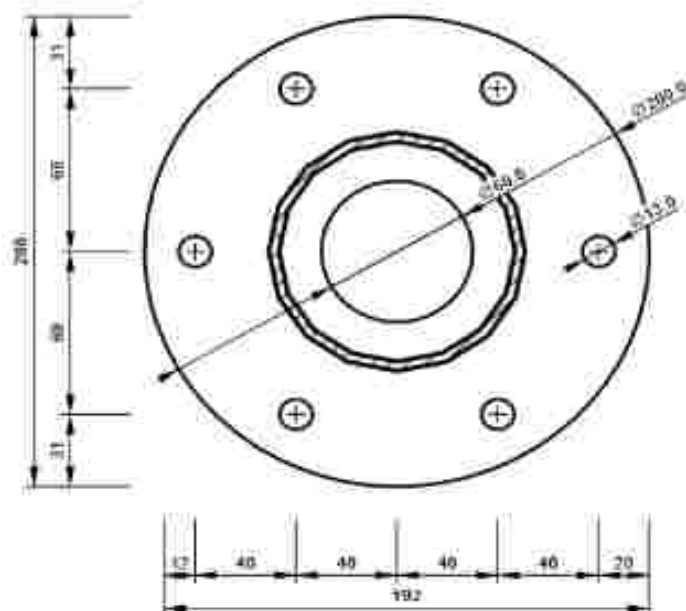
Bulloni

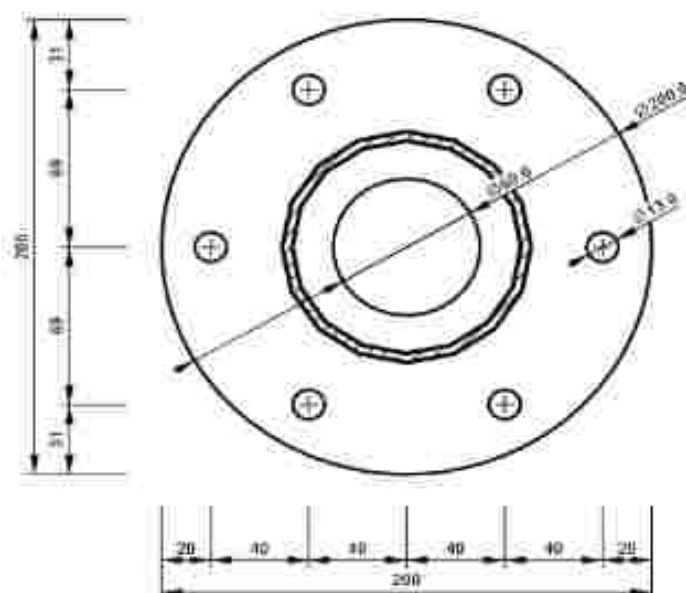
Nome	Lunghezza di attrito [mm]	Conteggio
M12 3.8	20	6

Disegno

MONCONE - MONCONE-EPa

P10.0x200-192 (S 355)



MONCONE - MONCONE-EPb
P10.0x200-200 (S 355)

Impostazioni codice

Elemento	Valore	Unità	Riferimento
γ_{M2}	1.00	-	EN 1993-1-1: 6.1
γ_{M1}	1.00	-	EN 1993-1-1: 6.1
γ_{M2}	1.25	-	EN 1993-1-1: 6.1
γ_{M2}	1.25	-	EN 1993-1-8: 2.2
γ_c	1.50	-	EN 1992-1-1: 2.4.2.4
γ_{M2}	1.20	-	EN 1992-4: Table 4.1
Coefficiente unione β_j	0.67	-	EN 1993-1-8: 6.2.5
Area effettiva - influenza della dimensione della mesh	0.10	-	
Coefficiente di attrito - calcestruzzo	0.25	-	EN 1993-1-8
Coefficiente di attrito in resistenza all'attrito	0.30	-	EN 1993-1-8 scheda 3.7
Deformazione plastica limite	0.05	-	EN 1993-1-5
Valutazione della tensione nella saldatura	Ridistribuzione plastica		
Dettagli costruttivi	SI		
Distanza tra i bulloni [d]	2.20	-	EN 1993-1-8: scheda 3.3
Distanza tra i bulloni e il bordo [d]	1.20	-	EN 1993-1-8: scheda 3.3
Resistenza a rottura conica del calcestruzzo	Entrambi		EN 1992-4: 7.2.1.4 and 7.2.2.5
Use il valore di α_b calcolato nella verifica a rifollamento	SI		EN 1993-1-8: scheda 3.4
Calcestruzzo fessurato	SI		EN 1992-4
Verifica di deformazione locale	SI		CIDECT DG 1, 3 - 1.1
Limite di deformazione locale	0.03	-	CIDECT DG 1, 3 - 1.1
Non linearità geometrica (GMNA)	SI		Grandi deformazioni per sezioni cave
Sistema controventato	SI		EN 1993-1-8: 6.2.2.5

2.3.4.COLLEGAMENTI FLANGIATI: GIUNZIONI ELEMENTI PRINCIPALI DEL TELAIO

Materiale

Acciaio S 355

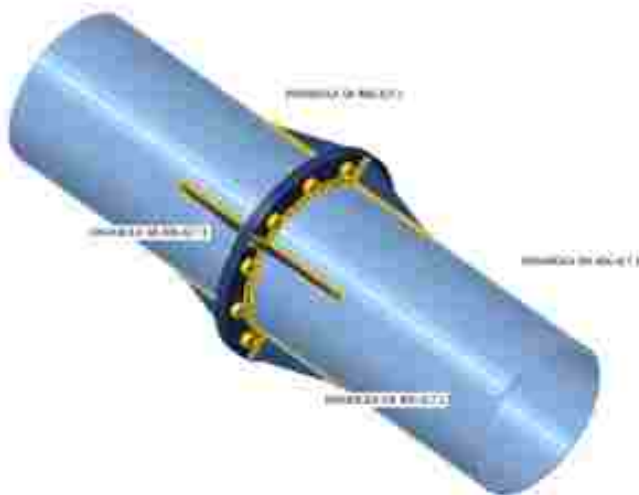
Elemento di progetto FLANGIA A

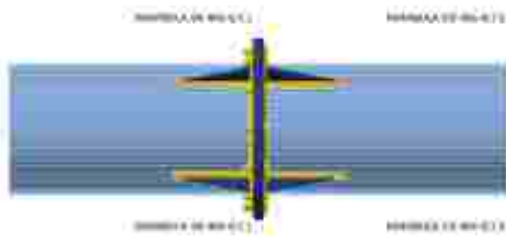
Progetto

Nome	FLANGIA A
Descrizione	
Analisi	Storzo, deformazione/ carico semplificato

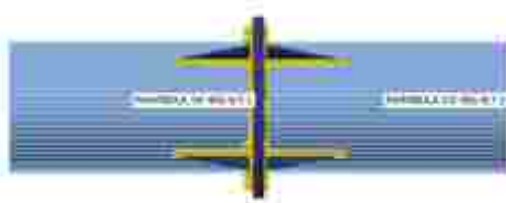
Travi e pilastri

Nome	Sezione	β - Direzione [°]	γ - Pendenza [°]	α - Rotazione [°]	Offset ex [mm]	Offset ey [mm]	Offset ez [mm]	Forze in
PARABOLA DX 406.4/7.1	1 - PARABOLA 406.4/7.1(B406.4/7.1)	0.0	0.0	0.0	0	0	0	Nodo
PARABOLA SX 406.4/7.1	1 - PARABOLA 406.4/7.1(B406.4/7.1)	180.0	0.0	0.0	0	0	0	Nodo

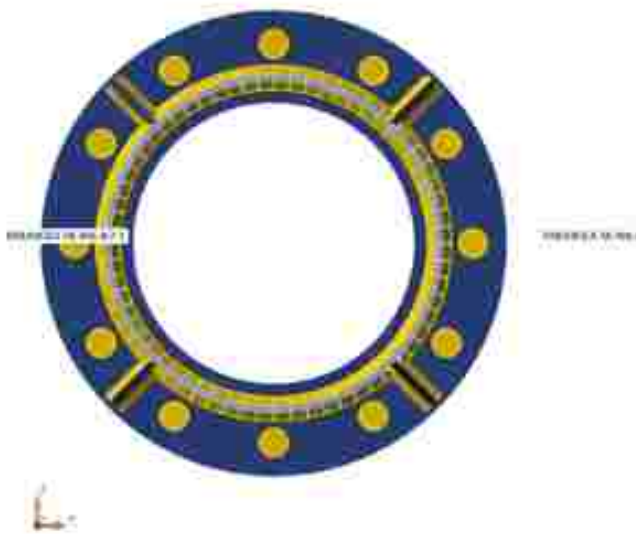




L



L



Sezioni

Nome	Materiale
1 - PARABOLA 406.4/7.1 (B406.4/7.1)	S 355

Sezioni

Nome	Materiale	Disegno
1 - PARABOLA 406.4/7.1 (B406.4/7.1)	S 355	

Bulloni

Nome	Assieme bullone	Diametro [mm]	f_u [MPa]	Superficie lorda [mm ²]
M20 B 8	M20 B 8	20	800.0	314

Effetti del carico

Nome	Elemento	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
SLU-SLV	PARABOLA DX 406.4/7.1	-135.0	16.0	-20.0	0.0	125.0	15.0

Verifica

Riassunto

Nome	Valore	Stato
Analisi	100.0%	OK
Piastre	0.1 < 5.0%	OK
Deformazione loc.	0.1 < 3%	OK
Bulloni	76.7 < 100%	OK
Saldature	35.5 < 100%	OK
Stabilità	Non calcolato	
GMNA	Calcolato	

Piastre

Nome	Spessore [mm]	Carichi	σ_{Es} [MPa]	ϵ_{pr} [%]	σ'_{Es} [MPa]	Stato
PARABOLA DX 406.4/7.1	7.1	SLU-SLV	355.1	0.1	0.0	OK
PARABOLA SX 406.4/7.1	7.1	SLU-SLV	355.2	0.1	0.0	OK
FLANGIAa	15.0	SLU-SLV	345.7	0.0	52.0	OK
FLANGIAb	15.0	SLU-SLV	345.9	0.0	52.0	OK
NERVATURA DXa	10.0	SLU-SLV	152.2	0.0	0.0	OK
NERVATURA DXb	10.0	SLU-SLV	180.9	0.0	0.0	OK
NERVATURA DXc	10.0	SLU-SLV	158.7	0.0	0.0	OK
NERVATURA DXd	10.0	SLU-SLV	199.9	0.0	0.0	OK
NERVATURA SXa	10.0	SLU-SLV	199.8	0.0	0.0	OK
NERVATURA SXb	10.0	SLU-SLV	154.5	0.0	0.0	OK
NERVATURA SXc	10.0	SLU-SLV	219.8	0.0	0.0	OK
NERVATURA SXd	10.0	SLU-SLV	156.6	0.0	0.0	OK

Dati Progetto

Materiale	f_t [MPa]	ϵ_{pr} [%]
S 355	355.0	5.0

Spiegazione dei simboli

- ϵ_{pr} Deformazione
- σ_{Es} Sforzo Eq
- σ'_{Es} Tensione di contatto
- f_t Tensione di snervamento
- ϵ_{pr} Limite di deformazione plastica

Deformazione loc.

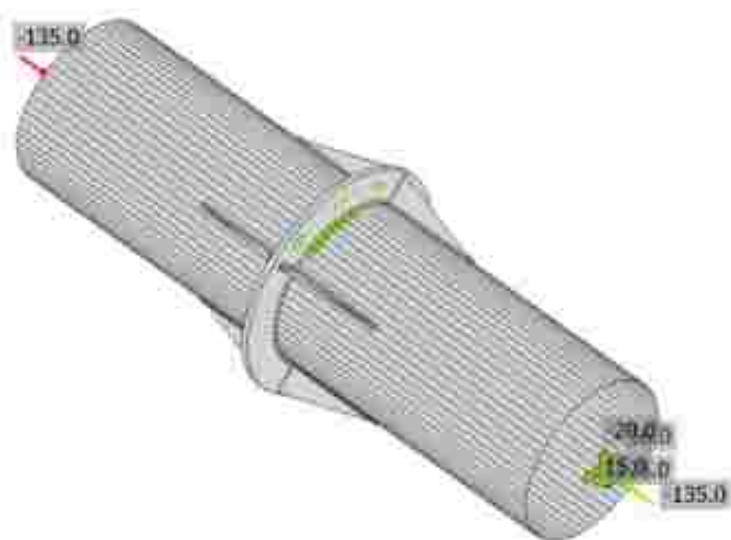
Nome	d0 [mm]	Carichi	δ [mm]	δ_{lim} [mm]	$\delta/d0$ [%]	Verifica Stato
PARABOLA DX 406.4/7.1	406	SLU-SLV	0	12	0.1	OK
PARABOLA SX 406.4/7.1	406	SLU-SLV	1	12	0.1	OK

Spiegazione dei simboli

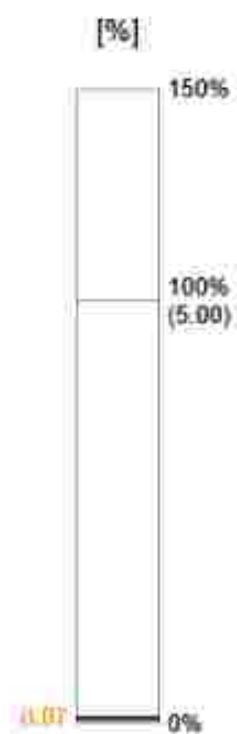
- d_0 Misura sezione
- δ Deformazione locale sezione
- δ_{lim} Deformazione consentita

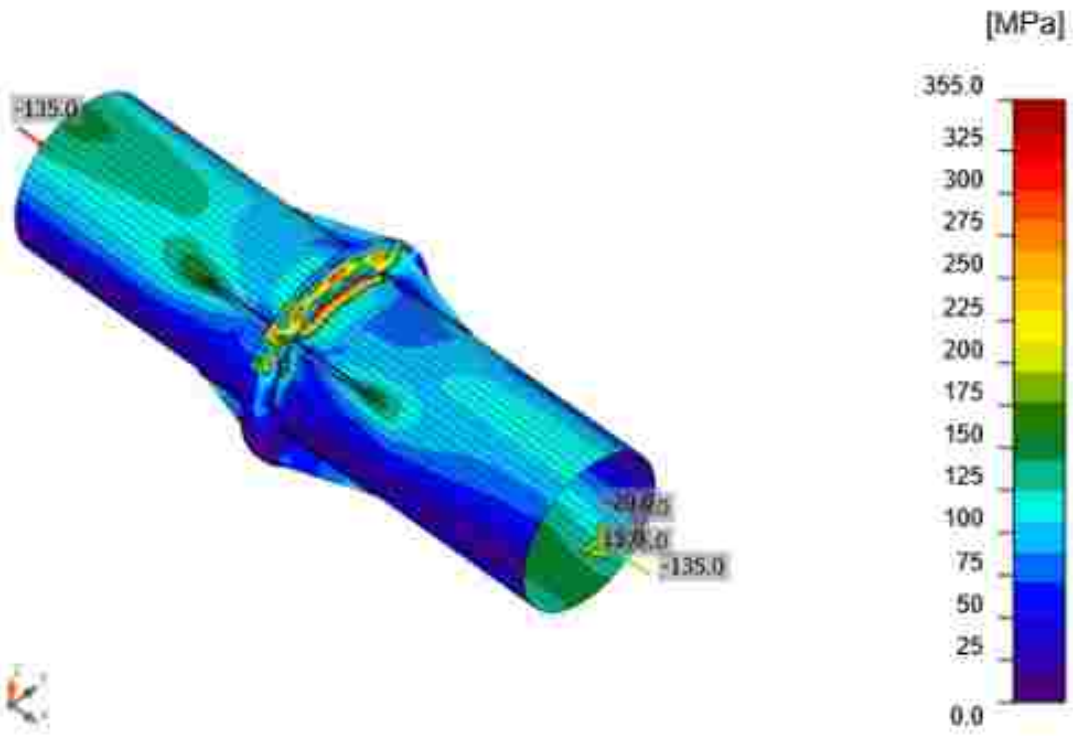



Verifica globale, SLU-SLV

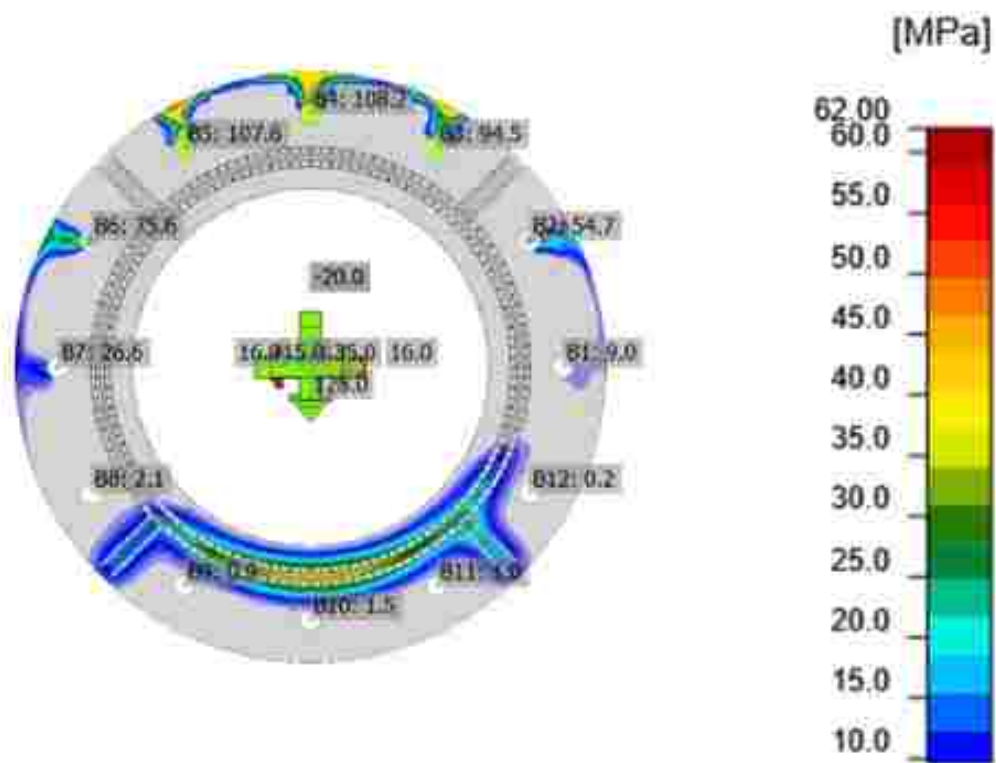



Verifica deformazione, SLU-SLV

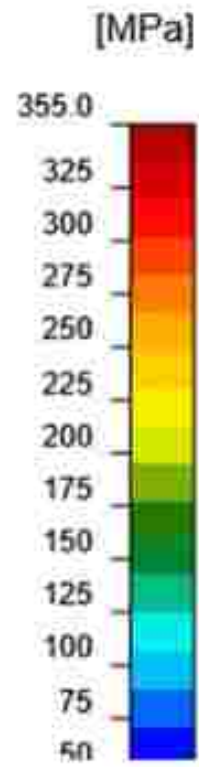
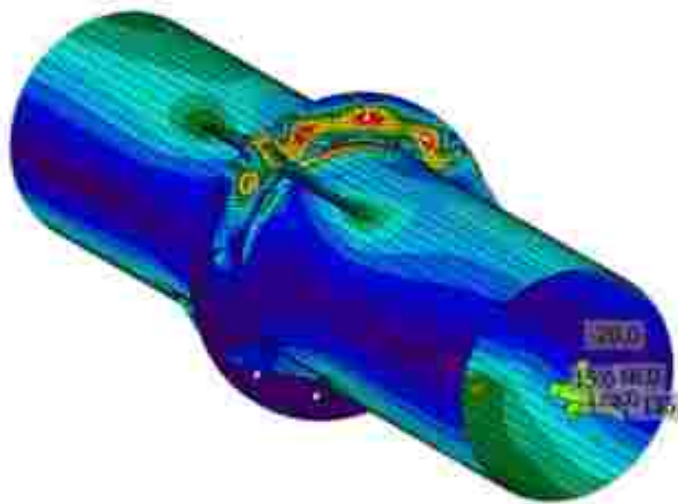




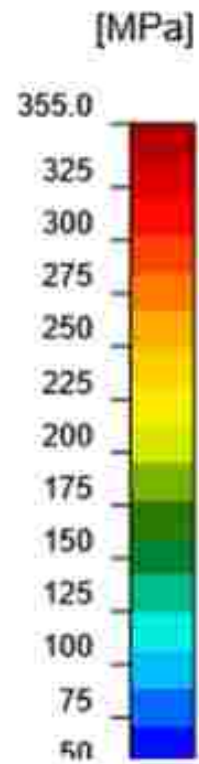
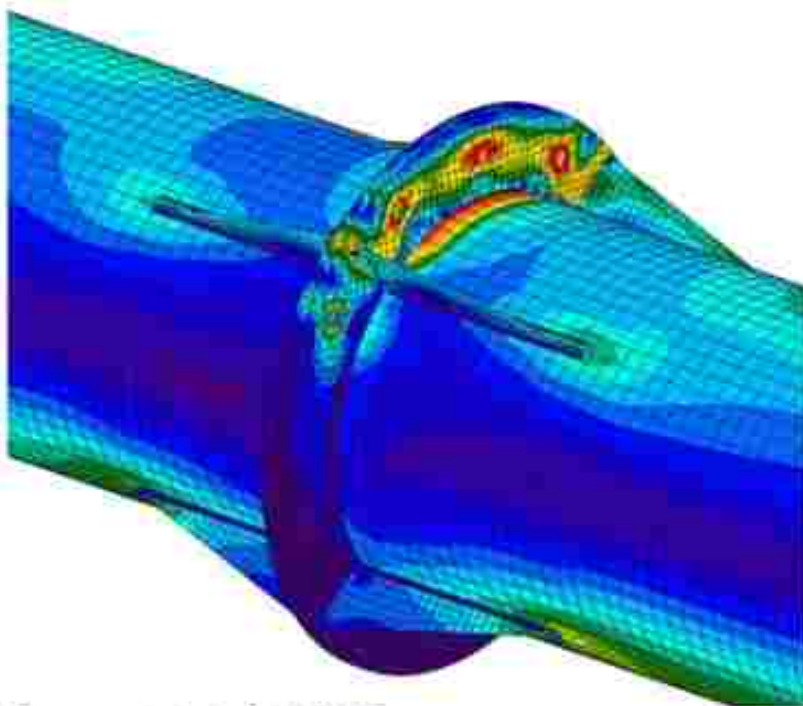
Sforzo equivalente: SLU-SLV



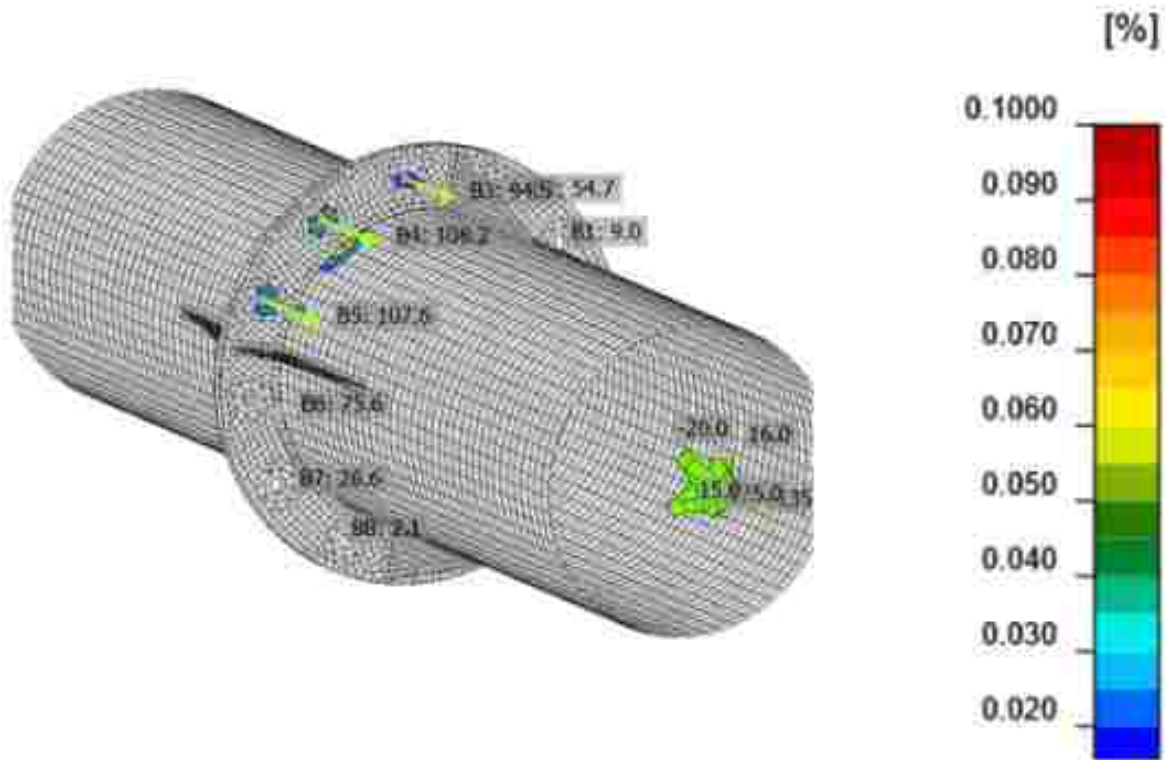
TENSIONE DI CONTATTO PIASTRE



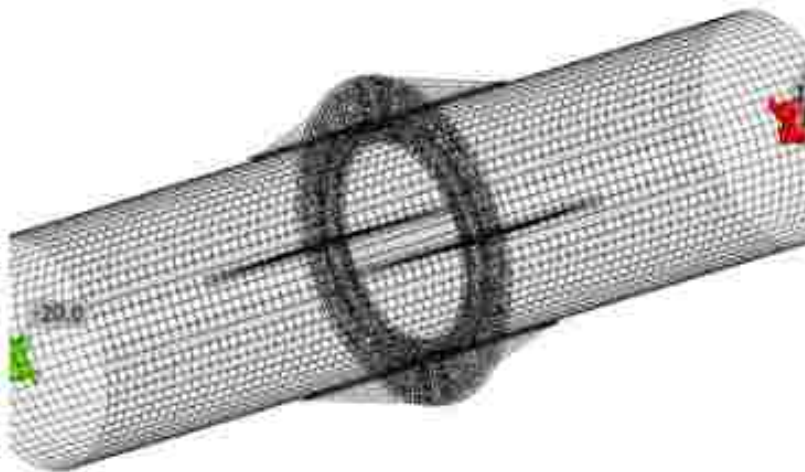
Sforzo equivalente, SLU-SLV 1



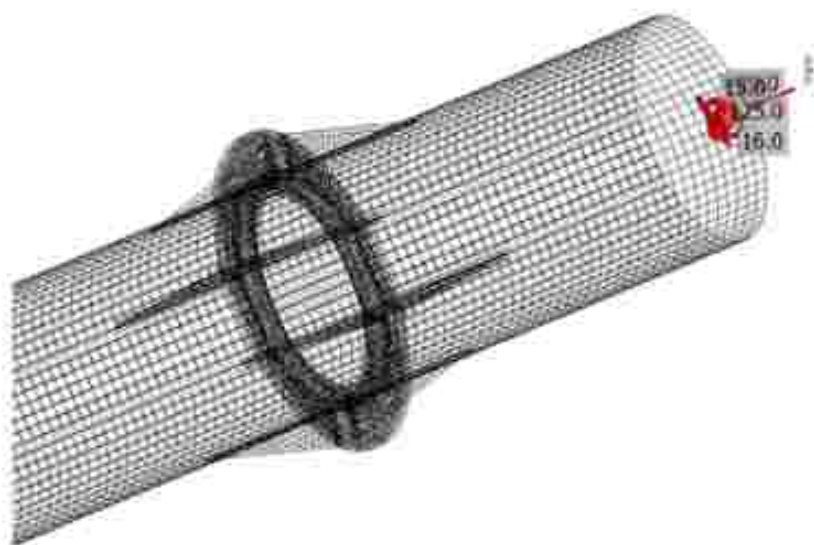
Sforzo equivalente, SLU-SLV 2



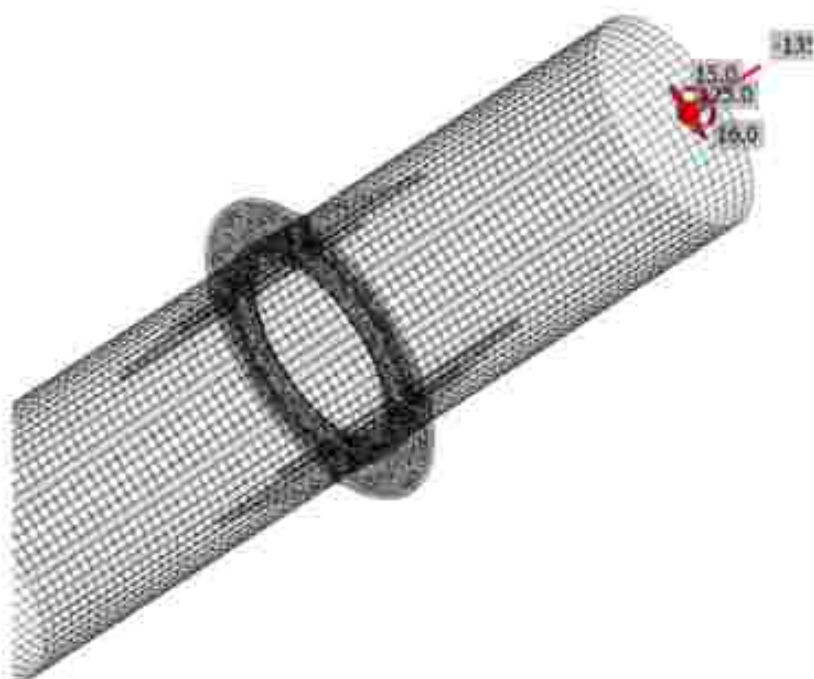
Deformazione equivalente, SLU-SLV FORZE NEI BULLONI



Stabilità, SLU-SLV 1° FORMA DI BUCKLING $f_{buck}=25.04$



Stabilità, SLU-SLV 2° FORMA DI BUCKLING $f_{buck}=25.05$



Stabilità, SLU-SLV 3° FORMA DI BUCKLING $f_{buck}=25.56$

Bulloni

	Nome	Carichi	F_{LES} [kN]	V [kN]	U_t [%]	F_{LES} [kN]	U_t [%]	U_{1x} [%]	Dettagli costruttivi	Stato
	B1	SLU-SLV	9.0	2.2	6.4	187.2	2.3	6.9	OK	OK
	B2	SLU-SLV	64.7	2.5	38.7	268.1	2.7	30.4	OK	OK

B3	BLU-SLV	94.5	2.6	67.0	222.6	2.7	50.6	OK	OK
B4	BLU-SLV	108.2	2.4	76.7	179.4	2.6	67.3	OK	OK
B5	BLU-SLV	107.6	2.3	76.3	178.0	2.4	66.9	OK	OK
B6	BLU-SLV	76.6	2.3	53.6	178.0	2.4	40.7	OK	OK
B7	SLU-SLV	26.6	2.3	18.3	209.2	2.4	15.8	OK	OK
B8	SLU-SLV	2.1	2.2	1.5	280.1	2.3	3.4	OK	OK
B9	SLU-SLV	0.9	2.0	0.6	229.8	2.1	2.6	OK	OK
B10	SLU-SLV	1.5	1.7	1.1	191.2	1.8	2.6	OK	OK
B11	SLU-SLV	1.0	1.6	0.7	178.0	1.7	2.2	OK	OK
B12	SLU-SLV	0.2	1.8	0.2	178.0	2.0	2.1	OK	OK

Dati Progetto

Nome	$F_{t,Ed}$ [kN]	$B_{p,Ed}$ [kN]	$F_{v,Ed}$ [kN]
M20 8.8 - 1	141.1	352.1	94.1

Spiegazione dei simboli

- $F_{t,Rd}$ Resistenza a trazione dei bulloni EN 1993-1-8 tab. 3.4
- $F_{t,Ed}$ Forza di trazione
- $B_{p,Rd}$ Resistenza a taglio a punzonamento
- V Risultante degli sforzi di taglio V_y , V_z nel bullone
- $F_{v,Rd}$ Resistenza a taglio dei bulloni EN 1993-1-8 tabella 3.4
- $F_{t,Ed}$ Resistenza di progetto della piastra EN 1993-1-8 tab. 3.4
- U_t Utilizzo in trazione
- U_{t_s} Utilizzo a taglio

Risultati dettagliati per B4

Verifica di resistenza a trazione (EN 1993-1-8 scheda 3.4)

$$F_{t,Rd} = \frac{k_1 f_u A_s}{\gamma_{M2}} = 141.1 \text{ kN} \geq F_{t,Ed} = 108.2 \text{ kN}$$

dove:

- $k_1 = 0.90$ – Fattore
- $f_u = 800.0 \text{ MPa}$ – Resistenza ultima alla trazione del bullone
- $A_s = 245 \text{ mm}^2$ – Area soggetta alla trazione del bullone
- $\gamma_{M2} = 1.25$ – Coefficiente di sicurezza

Verifica a punzonamento (EN 1993-1-8 scheda 3.4)

$$B_{p,Rd} = \frac{0.6 d_w f_u t_p}{\gamma_{M2}} = 352.1 \text{ kN} \geq F_{t,Ed} = 108.2 \text{ kN}$$

dove:

- $d_w = 32 \text{ mm}$ – La media delle dimensioni dei punti sopra e la parte piatta della testa del bullone o del dado, il minore dei due
- $t_p = 15 \text{ mm}$ – Spessore
- $f_u = 490.0 \text{ MPa}$ – Resistenza Ultima
- $\gamma_{M2} = 1.25$ – Coefficiente di sicurezza

Verifica della resistenza a taglio (EN 1993-1-8 scheda 3.4)

$$F_{v,Rd} = \frac{A_s \alpha f_u}{\gamma_{M2}} = 94.1 \text{ kN} \geq V = 2.4 \text{ kN}$$

dove:

- $\beta_p = 1.00$ – Fattore di riduzione
- $\alpha_c = 0.60$ – Fattore di riduzione
- $f_{td} = 800.0$ MPa – Resistenza ultima alla trazione del bullone
- $A = 245$ mm² – Area soggetta alla trazione del bullone
- $\gamma_{M2} = 1.25$ – Coefficiente di sicurezza

Verifica della Resistenza di progetto (EN 1993-1-8 scheda 3.4)

$$F_{t,Rd} = \frac{\beta_p \alpha_c A f_{td}}{\gamma_{M2}} = 179.4 \text{ kN} \geq \bar{T} = 2.4 \text{ kN}$$

dove:

- $\alpha_1 = \min(2.5 \frac{e_2}{d_0} - 1.7, 1.4 \frac{p_2}{d_0} - 1.7, 2.5) = 2.50$ – Fattore per distanza dal bordo e spaziatura tra i bulloni perpendicolare alla direzione del trasferimento del carico
- $\alpha_2 = \min(\frac{e_1}{3d_0}, \frac{p_1}{3d_0} - \frac{1}{4} \frac{f_{td}}{f_u}, 1) = 0.61$ – Fattore per la distanza dall'estremità e la distanza dei bulloni in direzione del trasferimento del carico
- $e_2 = 40$ mm – Distanza dal bordo della piastra perpendicolare alla forza di taglio
- $p_2 = \text{= mm}$ – Distanza tra i bulloni perpendicolare alla forza di taglio
- $d_0 = 22$ mm – Diametro del foro del bullone
- $e_1 = 40$ mm – Distanza dal bordo della piastra nella direzione della forza di taglio
- $p_1 = \text{= mm}$ – Distanza tra i bulloni nella direzione della forza di taglio
- $f_{td} = 800.0$ MPa – Resistenza ultima alla trazione del bullone
- $f_u = 490.0$ MPa – Resistenza Ultima
- $d = 20$ mm – Diametro nominale del fissaggio
- $t = 15$ mm – Spessore della piastra
- $\gamma_{M2} = 1.25$ – Coefficiente di sicurezza

Interazione di trazione e taglio (EN 1993-1-3 scheda 3.4)

$$U_{int} = \frac{F_{t,Rd}}{F_{t,Rd}} + \frac{F_{v,Rd}}{1.3 F_{v,Rd}} = 57.3 \%$$

Utilizzo in trazione

$$U_{t2} = \frac{F_{t,Ed}}{\min(F_{t,Rd}, E_{t,Ed})} = 76.7 \%$$

Utilizzo a taglio

$$U_{v2} = \frac{V_{Ed}}{\min(F_{v,Rd}, F_{v,Ed})} = 2.6 \%$$

Saldature (Ridistribuzione plastica)

Elemento	Bordo	Spess. gola [mm]	Lunghezza a [mm]	Cario hi	$\sigma_{x,Ed}$ [MPa]	ϵ_{pl} [%]	σ_{\perp} [MPa]	τ_{\parallel} [MPa]	τ_{\perp} [MPa]	Ut [%]	U _{le} [%]	Stato
FLANGIAa	PARABOLA DX 406 4/7.1	8.0	1254	SLU-SLV	116.7	0.0	-55.6	-2.8	-69.2	26.8	12.6	OK
FLANGIAb	PARABOLA SX 406 4/7.1	8.0	1254	SLU-SLV	128.5	0.0	-55.2	-48.4	-46.3	29.5	13.3	OK
		8.0	1254	SLU-	134.7	0.0	67.7	-19.9	-55.6	30.9	13.9	OK

		↖8.0↗	1254	SLV SLU-SLV	104.4	0.0	87.0	-20.1	-55.6	30.8	14.0	OK
FLANGIAa	NERVATURA DXa	↖5.0↗	70	SLU-SLV	111.8	0.0	45.1	18.9	55.2	25.7	18.9	OK
		↖5.0↗	70	SLU-SLV	128.1	0.0	69.1	23.0	-57.9	29.4	23.2	OK
PARABOLA DX 406.4/7.1- arc 9	NERVATURA DXa	↖6.0↗	250	SLU-SLV	64.6	0.0	-11.5	28.4	-28.3	14.8	5.4	OK
		↖6.0↗	250	SLU-SLV	66.2	0.0	-29.2	-28.6	18.9	15.2	8.3	OK
FLANGIAa	NERVATURA DXb	↖5.0↗	70	SLU-SLV	154.9	0.0	81.5	-22.1	72.8	35.6	29.1	OK
		↖5.0↗	70	SLU-SLV	136.4	0.0	62.5	-5.7	-89.7	31.3	22.5	OK
PARABOLA DX 406.4/7.1- arc 25	NERVATURA DXb	↖6.0↗	250	SLU-SLV	71.5	0.0	4.4	41.2	1.5	15.4	8.8	OK
		↖6.0↗	250	SLU-SLV	112.2	0.0	-14.7	-57.8	28.1	25.8	8.3	OK
FLANGIAa	NERVATURA DXc	↖6.0↗	70	SLU-SLV	78.3	0.0	-37.3	14.1	-37.1	18.0	12.8	OK
		↖6.0↗	70	SLU-SLV	82.8	0.0	-39.5	-13.7	89.7	19.0	14.2	OK
PARABOLA DX 406.4/7.1- arc 41	NERVATURA DXc	↖5.0↗	250	SLU-SLV	56.0	0.0	-0.5	-32.1	-4.2	12.9	4.8	OK
		↖6.0↗	250	SLU-SLV	61.2	0.0	-3.4	35.3	0.0	14.0	4.6	OK
FLANGIAa	NERVATURA DXd	↖6.0↗	70	SLU-SLV	80.8	0.0	-39.4	11.6	-39.0	18.5	15.9	OK
		↖5.0↗	70	SLU-SLV	77.7	0.0	-36.7	-13.3	37.2	17.8	16.2	OK
PARABOLA DX 406.4/7.1- arc 57	NERVATURA DXd	↖5.0↗	250	SLU-SLV	71.5	0.0	-1.7	-40.9	-5.5	15.4	5.3	OK
		↖6.0↗	250	SLU-SLV	76.2	0.0	-4.7	43.9	1.2	17.5	5.3	OK
FLANGIAb	NERVATURA SXa	↖5.0↗	70	SLU-SLV	144.6	0.0	67.0	6.7	73.7	23.2	24.4	OK
		↖5.0↗	70	SLU-SLV	155.0	0.0	80.5	19.9	-73.8	35.6	27.5	OK
PARABOLA SX 406.4/7.1- arc 9	NERVATURA SXa	↖6.0↗	250	SLU-SLV	75.4	0.0	-15.2	38.3	-22.4	17.3	6.8	OK
		↖6.0↗	250	SLU-SLV	85.6	0.0	-31.0	-39.6	24.9	19.9	10.6	OK
FLANGIAb	NERVATURA SXb	↖6.0↗	70	SLU-SLV	129.0	0.0	68.1	-25.2	58.0	29.6	24.8	OK
		↖6.0↗	70	SLU-SLV	111.3	0.0	45.9	-17.0	-56.0	25.6	18.4	OK
PARABOLA	NERVATURA	↖6.0↗	250	SLU-	63.8	0.0	3.8	35.8	0.5	14.6	8.2	OK

SX 406.4/7.1- arc 25	SXb			SLV								
		↖6.0↗	250	SLU- SLV	97.1	0.0	-8.7	-51.0	22.7	22.3	5.7	OK
FLANGIAb	NERVATURA SXc	↖6.0↗	70	SLU- SLV	80.5	0.0	-37.8	14.7	-38.3	18.5	15.8	OK
		↖6.0↗	70	SLU- SLV	84.7	0.0	-40.4	-15.7	40.0	19.4	17.0	OK
PARABOLA SX 406.4/7.1- arc 41	NERVATURA SXc	↖6.0↗	250	SLU- SLV	79.8	0.0	-2.1	-45.8	-5.0	18.3	6.8	OK
		↖6.0↗	250	SLU- SLV	83.6	0.0	-4.5	48.2	1.8	19.2	5.2	OK
FLANGIAb	NERVATURA SXd	↖6.0↗	70	SLU- SLV	85.0	0.0	-41.3	14.5	-40.4	19.5	15.4	OK
		↖6.0↗	70	SLU- SLV	75.5	0.0	-35.4	-12.3	36.5	17.3	13.2	OK
PARABOLA SX 406.4/7.1- arc 57	NERVATURA SXd	↖6.0↗	250	SLU- SLV	56.1	0.0	-1.1	-32.1	-4.4	12.9	3.9	OK
		↖6.0↗	250	SLU- SLV	60.3	0.0	-3.8	34.8	0.7	13.8	5.8	OK

Dati Progetto

	β_w [-]	$\sigma_{w,Ed}$ [MPa]	0.9σ [MPa]
S 355	0.90	435.6	352.8

Spiegazione dei simboli

- ϵ_w Deformazione
- $\sigma_{w,Ed}$ Sforzo equivalente
- $\sigma_{w,Rd}$ Resistenza sforzo equivalente
- σ_{\perp} Tensione perpendicolare
- τ_{\parallel} Sforzo di taglio parallelo all'asse della saldatura
- τ_{\perp} Sforzo di taglio perpendicolare all'asse della saldatura
- 0.9σ Resistenza allo sforzo perpendicolare - $0.9 \cdot f_u / \sqrt{M2}$
- β_w Fattore di Correlazione EN 1993-1-8 tab. 4.1
- U_t Utilizzo
- U_{tc} Utilizzo della capacità della saldatura

Risultati dettagliati per FLANGIAb NERVATURA SXa

Verifica della resistenza della saldatura (EN 1993-1-8 4.5.3.2)

$$\sigma_{w,Ed} = f_u (\beta_w / \gamma_{M2}) = 435.6 \text{ MPa} \geq \sigma_{w,Rd} = [\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\parallel}^2 + \tau_{\perp}^2)]^{0.5} = 155.0 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{\perp,Ed} = 0.9 f_u / \gamma_{M2} = 352.8 \text{ MPa} \geq |\sigma_{\perp}| = 80.5 \text{ MPa}$$

dove

$$f_u = 490.0 \text{ MPa} \quad - \text{ Resistenza Ultima}$$

$\beta_v = 0.90$ – fattore di correlazione appropriato tratto dalla Tabella 4.1

$\gamma_{M2} = 1.25$ – Coefficiente di sicurezza

Utilizzo tensione

$$U_t = \max\left(\frac{\sigma_{s,Ed}}{\sigma_{s,Rd}}; \frac{\sigma_{s,l}}{\sigma_{s,Rd}}\right) = 35.6 \%$$

Verifica RIGIDEZZA GIUNTO

Rigidezza rotazionale

Nome	Comp.	Carichi	M_j, Rd [kNm]	$S_{j,ini}$ [MNm/rad]	Φ_c [mrad]	L [m]	$S_{j,R}$ [MNm/rad]	$S_{j,P}$ [MNm/rad]	Classe.
PARABOLA SX.406.4/7.1	My	SLU-SLV	257.0	75.7	-6.6	6.00	48.8	3.0	Rigido
	Mz	SLU-SLV	257.0	∞	1.0	6.00	48.8	2.0	Rigido

Rigidezza rotazionale secante

Nome	Comp.	Carichi	M [kNm]	S_{js} [MNm/rad]	Φ [mrad]
PARABOLA SX.406.4/7.1	My	SLU-SLV	125.0	87.7	-1.4
	Mz	SLU-SLV	15.0	∞	0.0

Spiegazione dei simboli

- $M_{j,Rd}$ Resistenza a flessione
- $S_{j,ini}$ Rigidezza rotazionale iniziale
- $S_{j,s}$ Rigidezza rotazionale secante
- Φ Deformazione rotazionale
- Φ_c Capacità rotazionale
- $S_{j,R}$ Valore Limite - unione rigida
- $S_{j,P}$ Valore limite - unione idealmente incernierata

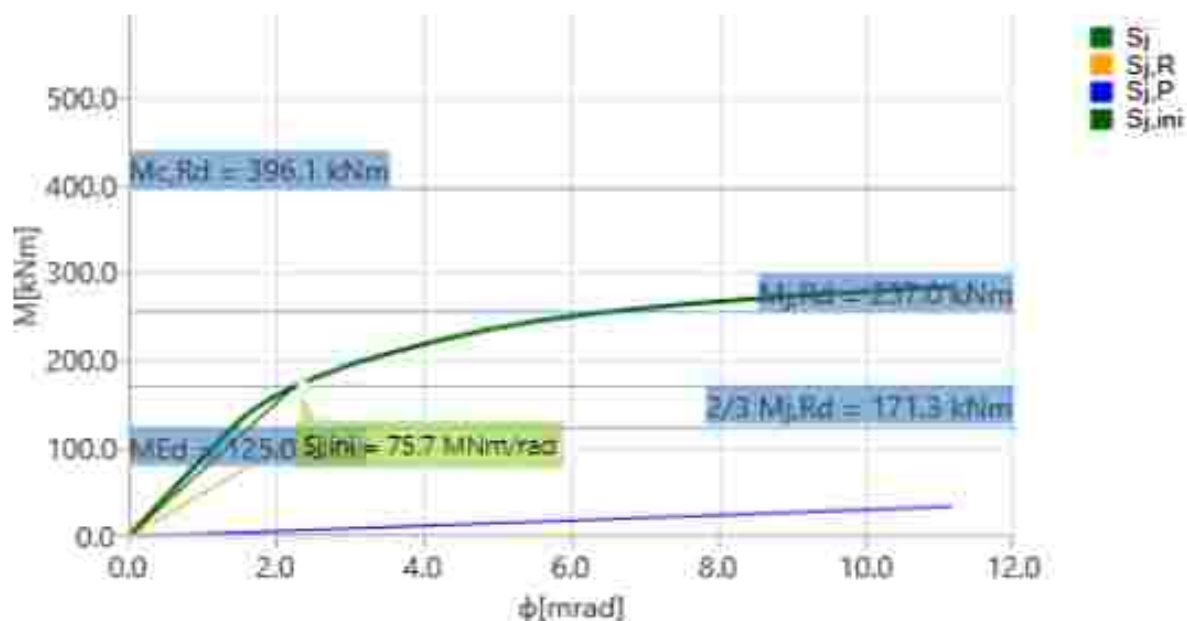


Diagramma della rigidezza $M_y - \phi_y$, SLU-SLV

Rigidezza assiale

Nome	Componente	Carichi	N [kN]	N _i , Rd [kN]	dx [mm]	S _i [MN/m]
PARABOLA SX.406.47.1	N	SLU-SLV	-135.0	-277.6	0	2531

Spiegazione dei simboli

N_{Ed} Resistenza a trazione (compressione)

S_i Rigidezza Secante assiale

δ Deformazione Longitudinale

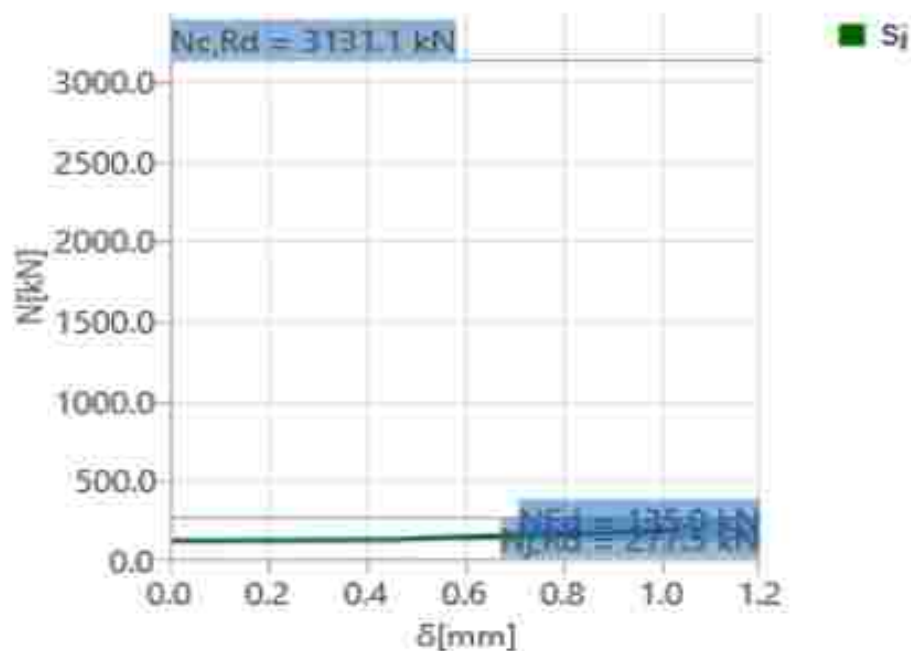
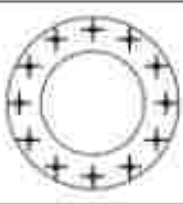
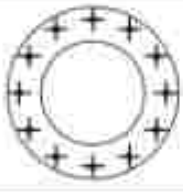




Diagramma della rigidezza N - δ, SLU-SLV

Distinta dei materiali

Operazioni di produzione

Nome	Piastre [mm]	Forma	N.	Saldature [mm]	Lunghezza [mm]	Bulloni	N.
FLANGIA	P16.0x560.0-0.0 (S 355)		1	a T: a = 3.0	2507.9	M20 8.8	12
FLANGIA	P16.0x560.0-0.0 (S 355)		1				

NERVATURA DX	P10.0x70.0-250.0 (S 355)		4	a T: a = 6.0	1280.0		
NERVATURA SX	P10.0x70.0-250.0 (S 355)		4	a T: a = 6.0	1280.0		

Saldature

Tipo	Materiale	Spessore gola [mm]	Spessore gamba [mm]	Lunghezza [mm]
a T	S 355	8.0	11.3	2507.9
a T	S 355	6.0	8.5	2560.0

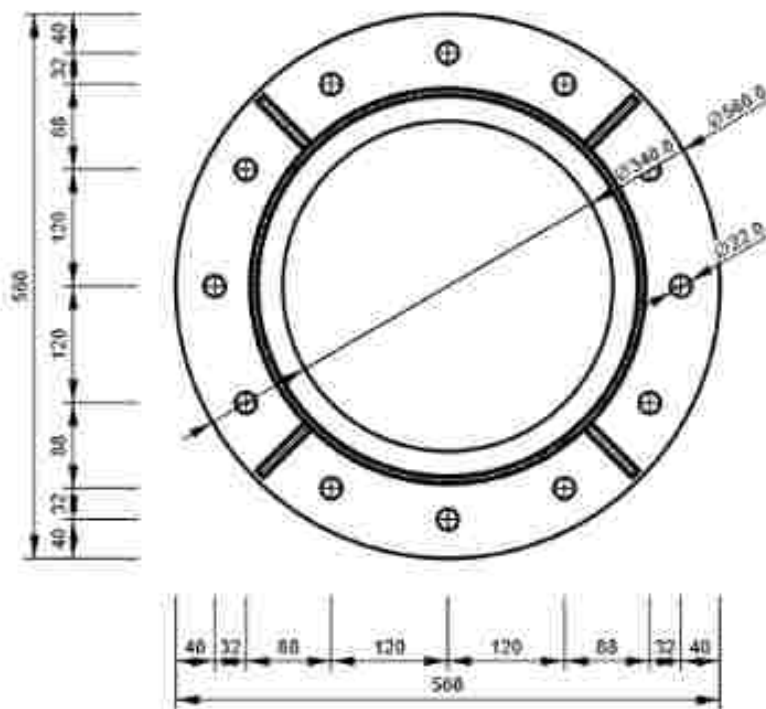
Bulloni

Nome	Lunghezza di attrito [mm]	Conteggio
M20 8.8	30	12

Disegno

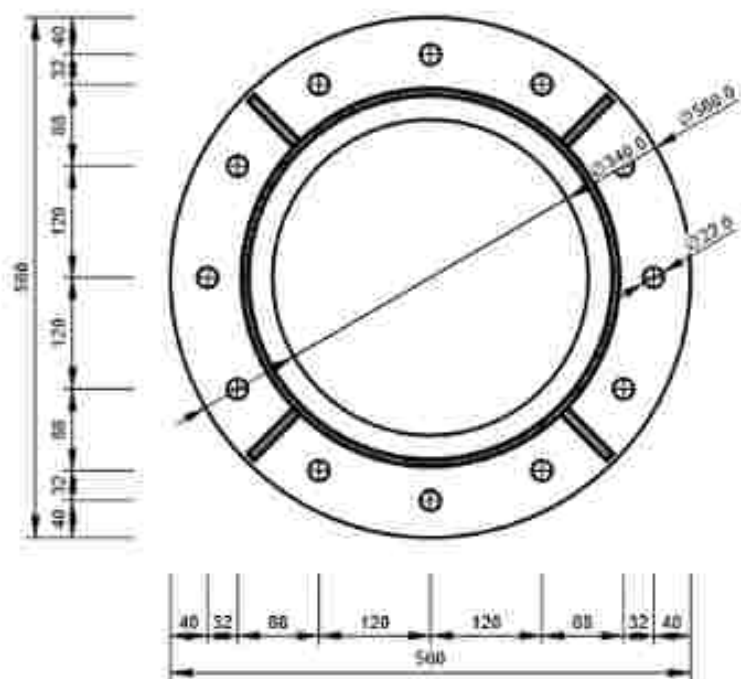
FLANGIA – FLANGIA a

P15.0x560-560 (S 355)



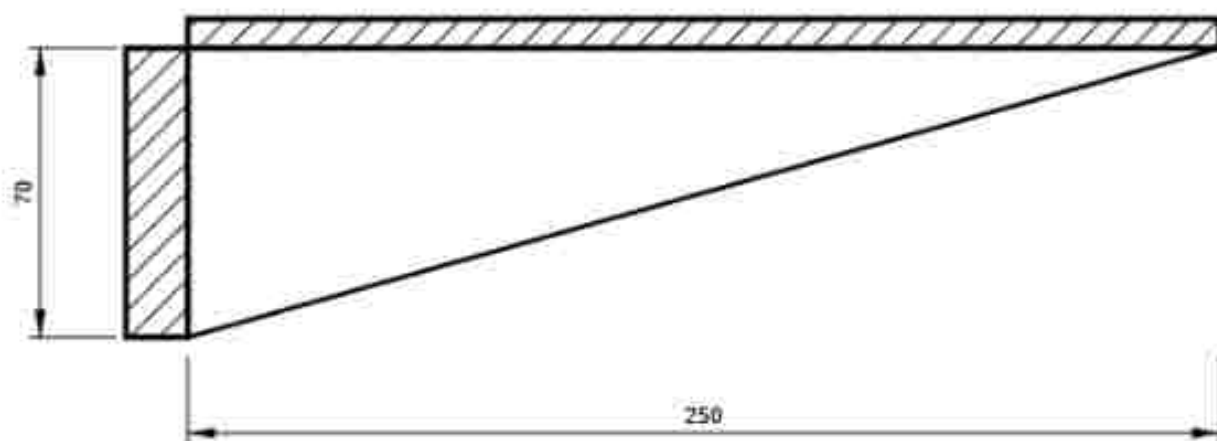
FLANGIA - FLANGIAb

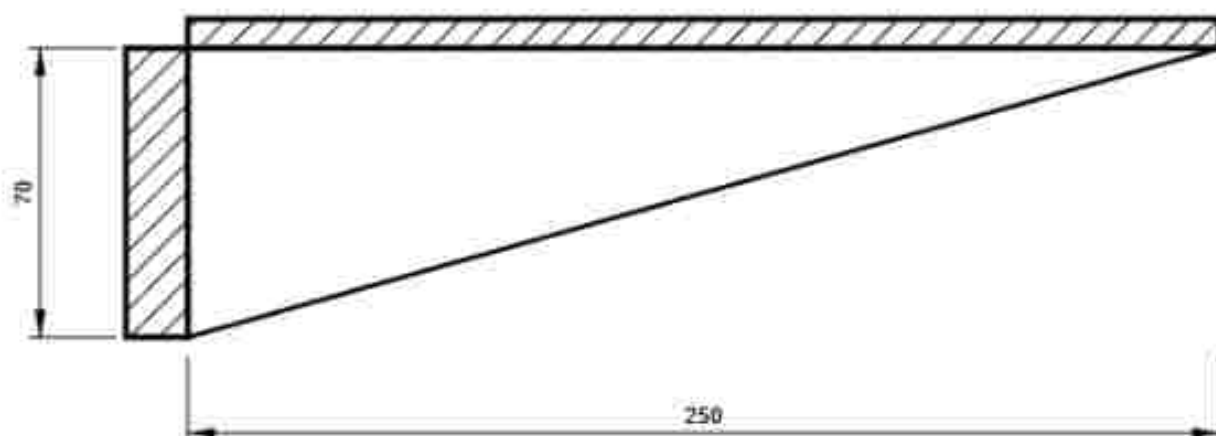
P15.0x560-560 (S 355)



NERVATURA DX

P10.0x250-70 (S 355)



NERVATURA SX
P10.0x250-70 (S 355)

Impostazioni codice

Elemento	Valore	Unità	Riferimento
γ_{M2}	1.00	-	EN 1993-1-1: 6.1
γ_{M1}	1.00	-	EN 1993-1-1: 6.1
γ_{M0}	1.25	-	EN 1993-1-1: 6.1
γ_{M2}	1.25	-	EN 1993-1-8: 2.2
γ_c	1.50	-	EN 1992-1-1: 2.4.2.4
γ_{M2}	1.20	-	EN 1992-4: Table 4.1
Coefficiente unione β_j	0.67	-	EN 1993-1-8: 6.2.5
Area effettiva - influenza della dimensione della mesh	0.10	-	
Coefficiente di attrito - calcestruzzo	0.25	=	EN 1993-1-8
Coefficiente di attrito in resistenza all'attrito	0.30	=	EN 1993-1-8 scheda 3.7
Deformazione plastica limite	0.05	-	EN 1993-1-5
Valutazione della tensione nella saldatura	Ridistribuzione plastica		
Dettagli costruttivi	Si		
Distanza tra i bulloni [d]	2.20	=	EN 1993-1-8 scheda 3.3
Distanza tra i bulloni e il bordo [d]	1.20	=	EN 1993-1-8 scheda 3.3
Resistenza a rottura conica del calcestruzzo	Entrambi		EN 1992-4: 7.2.1.4 and 7.2.2.5
Usa il valore di α_b calcolato nella verifica a rifollamento	Si		EN 1993-1-8 scheda 3.4
Calcestruzzo fessurato	Si		EN 1992-4
Verifica di deformazione locale	Si		CIDECT DG 1, 3 - 1.1
Limite di deformazione locale	0.03	-	CIDECT DG 1, 3 - 1.1
Non linearità geometrica (GMNA)	Si		Grandi deformazioni per sezioni cave
Sistema controventato	Si		EN 1993-1-8: 6.2.2.6

Dati progetto

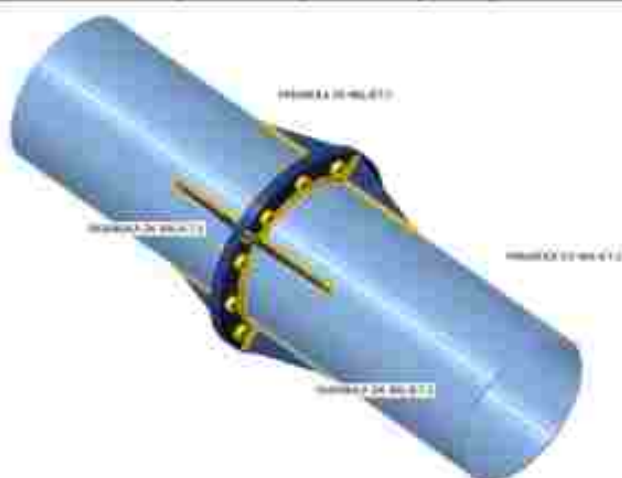
Nome progetto: NODI FLANGIATI PARABOLOIDE
Numero progetto: A-8-C

Materiale

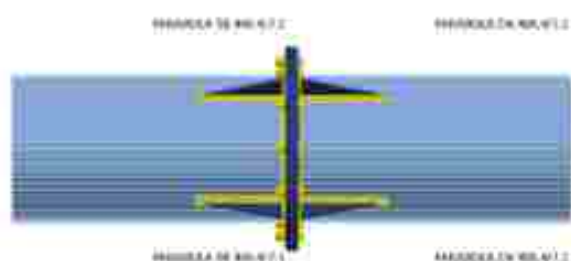
Acciaio: S355
Descrizione:
Analisi: Sforzo, deformazione

Travi e pilastri

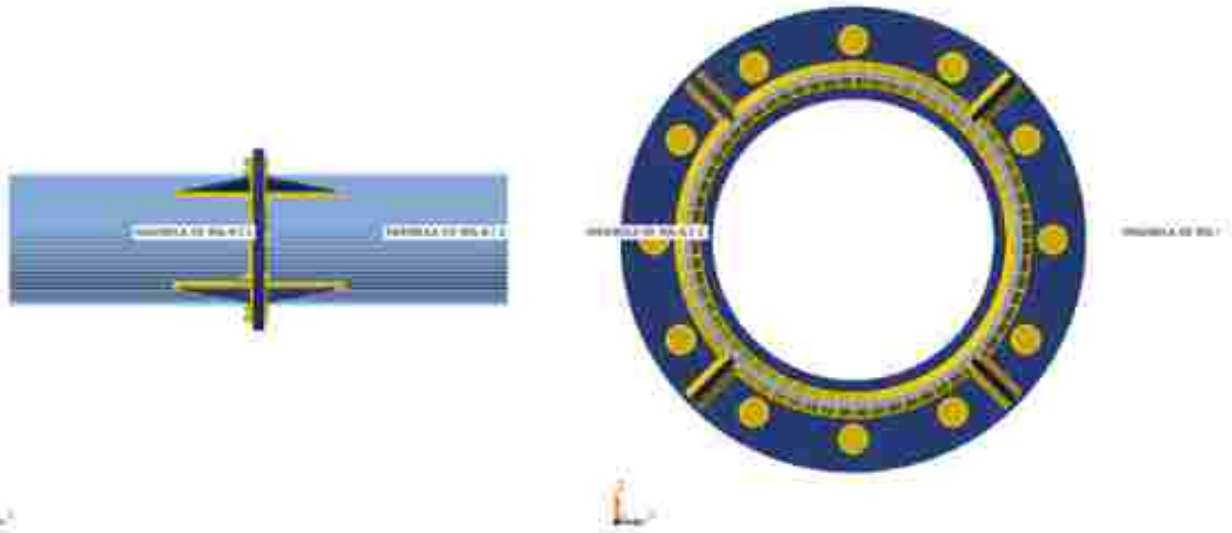
Nome	Sezione	β - Direzione [°]	γ - Pendenza [°]	α - Rotazione [°]	Offset ex [mm]	Offset ey [mm]	Offset ez [mm]	Forza in
PARABOLA DX 406.4/7.1	1 - PARABOLA 406.4/7.1 (B406.4/7.1)	0.0	0.0	0.0	0	0	0	Nodo
PARABOLA SX 406.4/7.1	1 - PARABOLA 406.4/7.1 (B406.4/7.1)	180.0	0.0	0.0	0	0	0	Nodo



K



L



Sezioni

Nome	Materiale
1 - PARABOLA 406.4/7.1 (B406.4/7.1)	S 355

Sezioni

Nome	Materiale	Disegno
1 - PARABOLA 406.4/7.1 (B406.4/7.1)	S 355	

Bulloni

Nome	Assieme bullone	Diametro [mm]	f_u [MPa]	Superficie lorda [mm ²]
M20 8.8	M20 8.8	20	800.0	314

Effetti del carico

Nome	Elemento	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
SLU-SLV FLANGIA B-C	PARABOLA DX 406.4/7.1	135.0	5.0	-50.0	0.0	110.0	15.0
SLU-SLV FLANGIA A	PARABOLA DX 406.4/7.1	135.0	16.0	-20.0	0.0	125.0	15.0

Verifica

Riassunto

Nome	Valore	Stato
Analisi	100.0%	OK
Piastre	0.2 < 5.0%	OK
Deformazione loc.	0.2 < 3%	OK
Bulloni	82.7 < 100%	OK
Saldature	49.8 < 100%	OK
Stabilità	30.43	
GMNA	Calcolato	

Piastre

Nome	Spessore [mm]	Carioti	σ_{Es} [MPa]	ϵ_{pl} [%]	σ_{Ces} [MPa]	Stato
PARABOLA DX 406.4/7.1	7.1	SLU-SLV FLANGIA A	355.4	0.2	0.0	OK
PARABOLA SX 406.4/7.1	7.1	SLU-SLV FLANGIA A	355.5	0.2	0.0	OK
FLANGIAa	15.0	SLU-SLV FLANGIA A	355.2	0.1	102.7	OK
FLANGIAb	15.0	SLU-SLV FLANGIA A	355.2	0.1	102.7	OK
NERVATURA DXa	10.0	SLU-SLV FLANGIA A	220.5	0.0	0.0	OK
NERVATURA DXb	10.0	SLU-SLV FLANGIA A	247.9	0.0	0.0	OK
NERVATURA DXc	10.0	SLU-SLV FLANGIA A	103.5	0.0	0.0	OK
NERVATURA DXd	10.0	SLU-SLV FLANGIA A	154.0	0.0	0.0	OK
NERVATURA SXa	10.0	SLU-SLV FLANGIA A	265.5	0.0	0.0	OK
NERVATURA SXb	10.0	SLU-SLV FLANGIA A	221.9	0.0	0.0	OK
NERVATURA SXc	10.0	SLU-SLV FLANGIA A	171.9	0.0	0.0	OK
NERVATURA SXd	10.0	SLU-SLV FLANGIA A	105.6	0.0	0.0	OK

Dati Progetto

Materiale	f_y [MPa]	ϵ_{lim} [%]
S 355	355.0	5.0

Spiegazione dei simboli

- ϵ_{pl} Deformazione
- σ_{Es} Sforzo Eq
- σ_{Ces} Tensione di contatto
- f_y Tensione di snervamento
- ϵ_{lim} Limite di deformazione plastica

Deformazione loc.

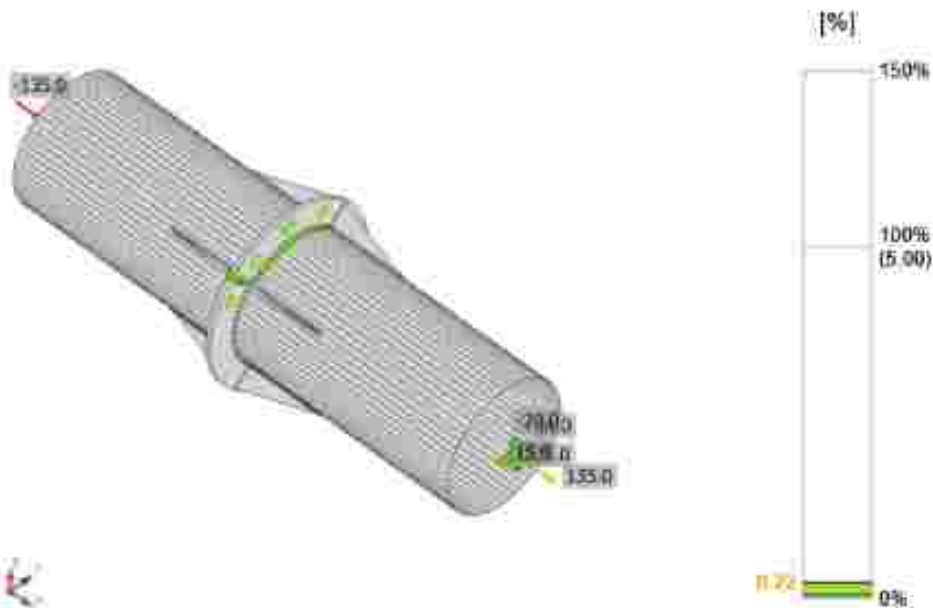
Nome	d0 [mm]	Carichi	δ [mm]	δ lim [mm]	$\delta/d0$ [%]	Verifica Stato
PARABOLA DX 406.4/7.1	406	SLU-SLV FLANGIA A	1	12	0.1	OK
PARABOLA SX 406.4/7.1	406	SLU-SLV FLANGIA A	1	12	0.2	OK

Spiegazione dei simboli

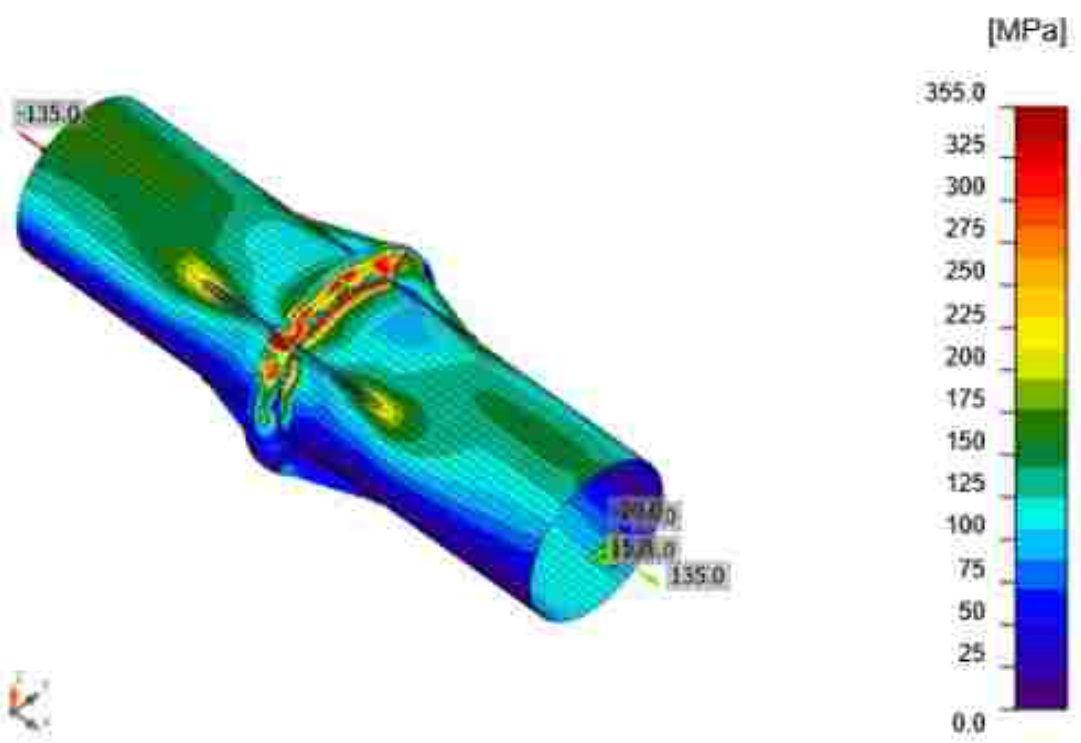
- d_0 : Misura sezione
- δ : Deformazione locale sezione
- δ_{lim} : Deformazione consentita



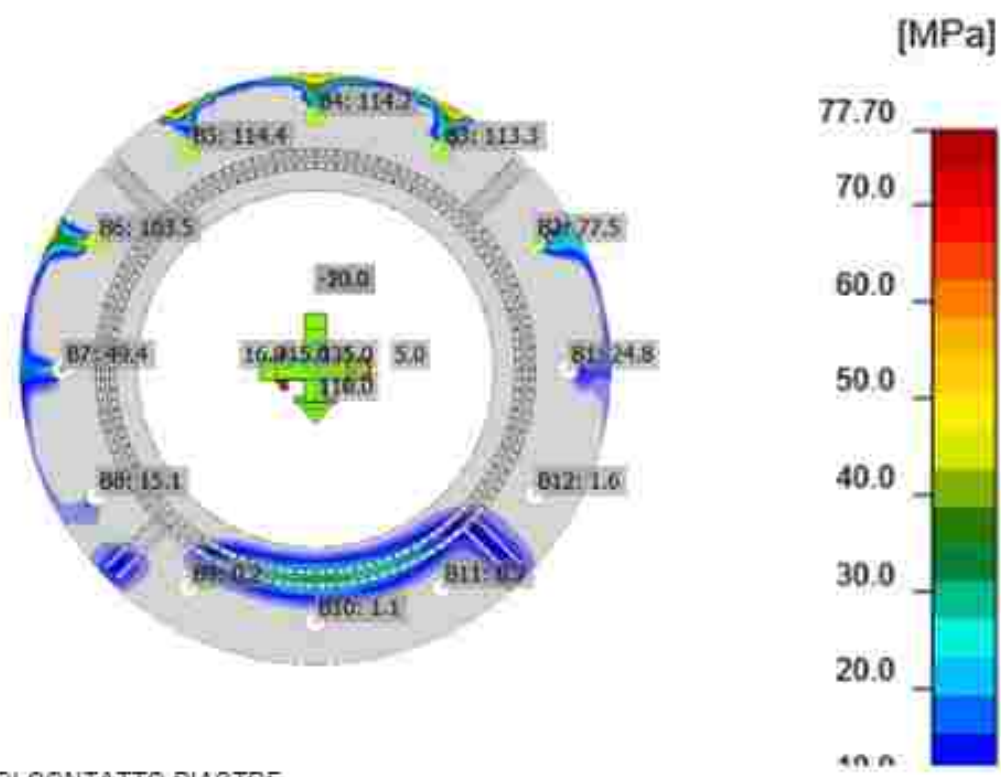
Verifica globale: SLU-SLV FLANGIA A



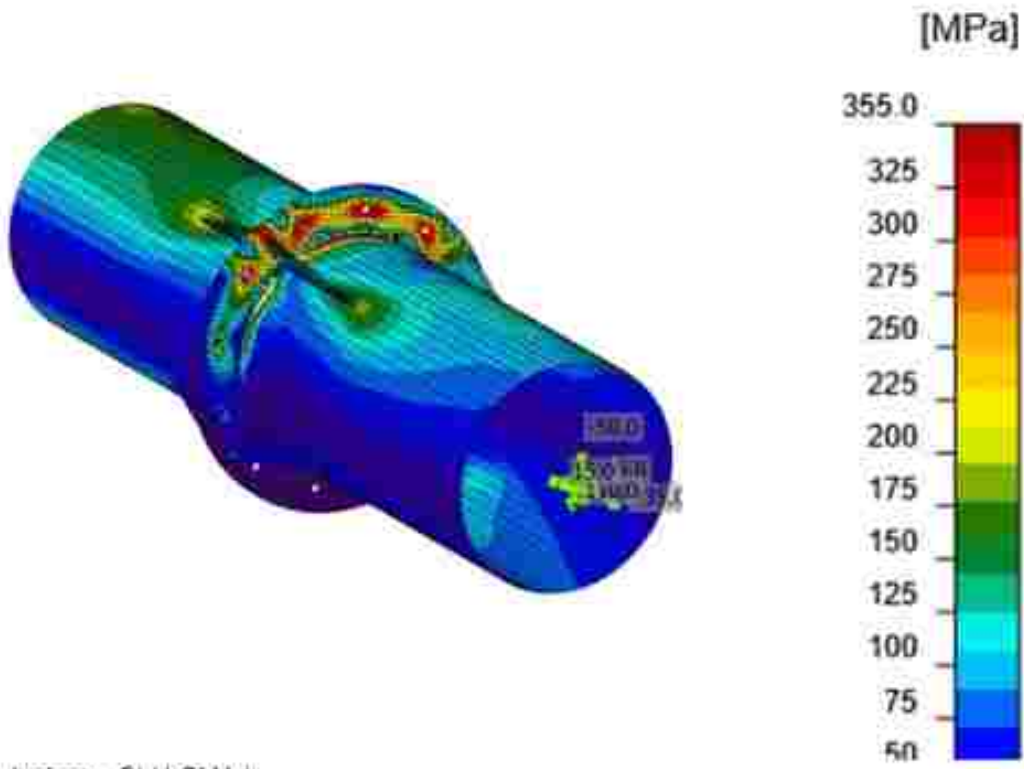
Verifica deformazione: SLU-SLV FLANGIA A



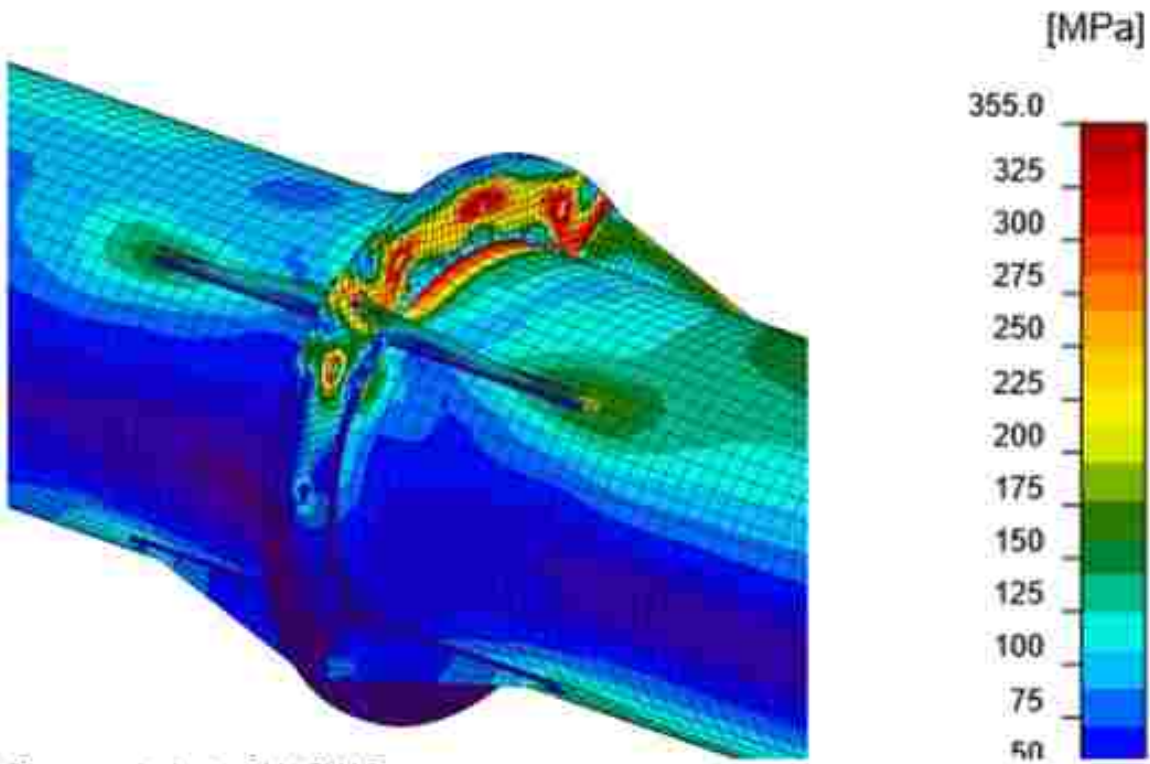
Sforzo equivalente: SLU-SLV FLANGIA A.



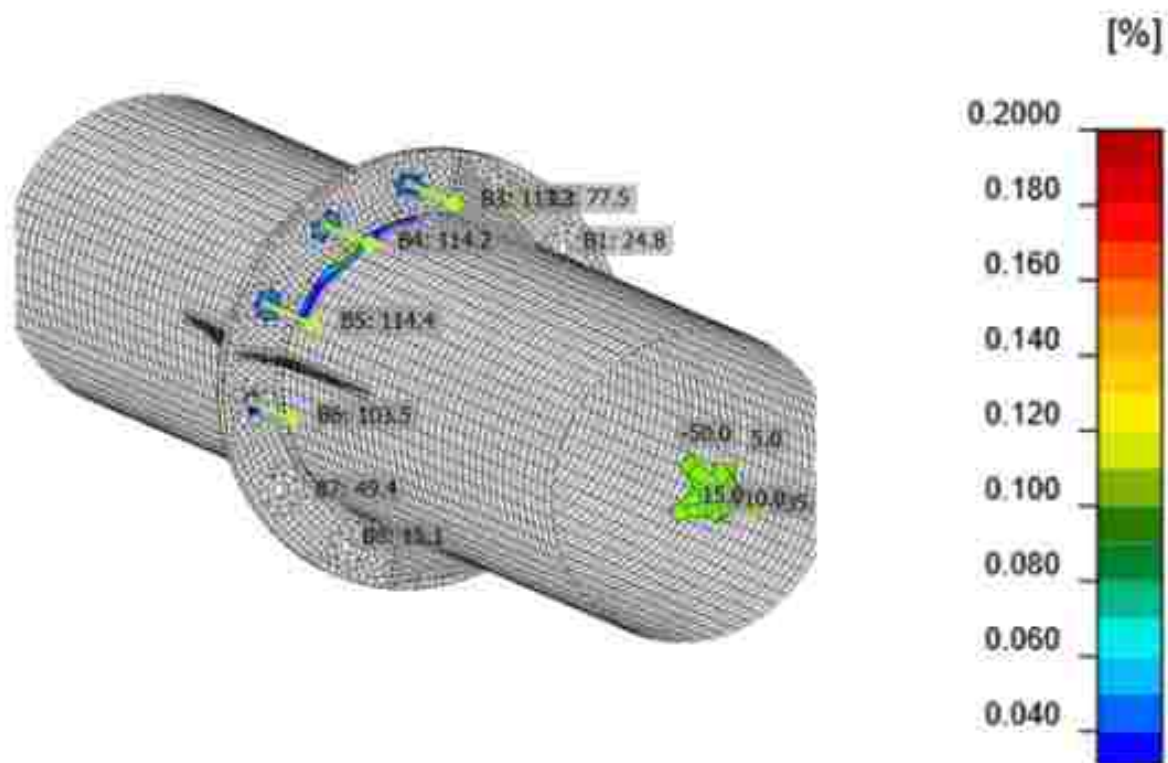
TENSIONE DI CONTATTO PIASTRE



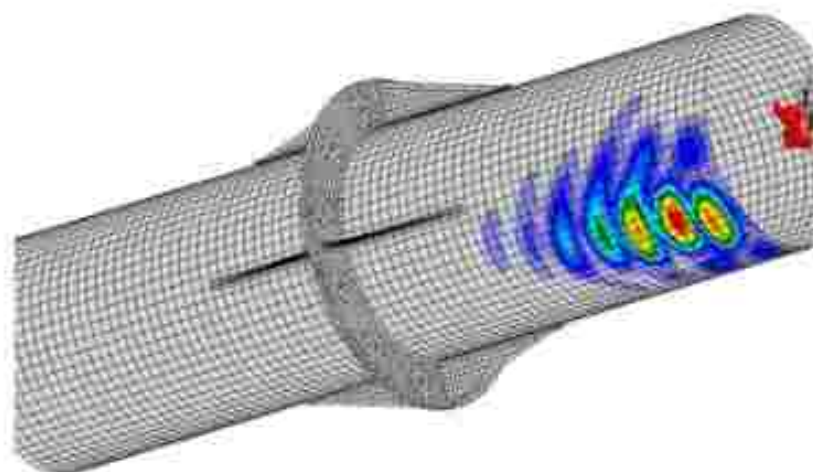
Sforzo equivalente, SLU-SLV 1



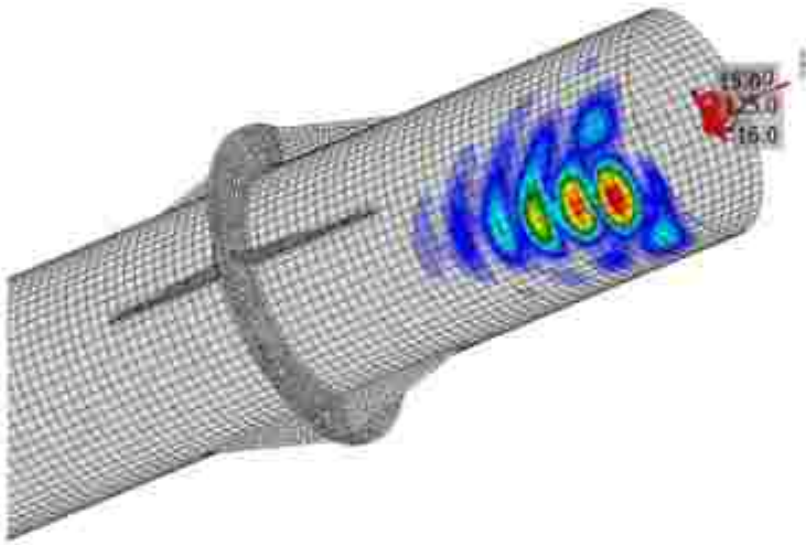
Sforzo equivalente, SLU-SLV 2



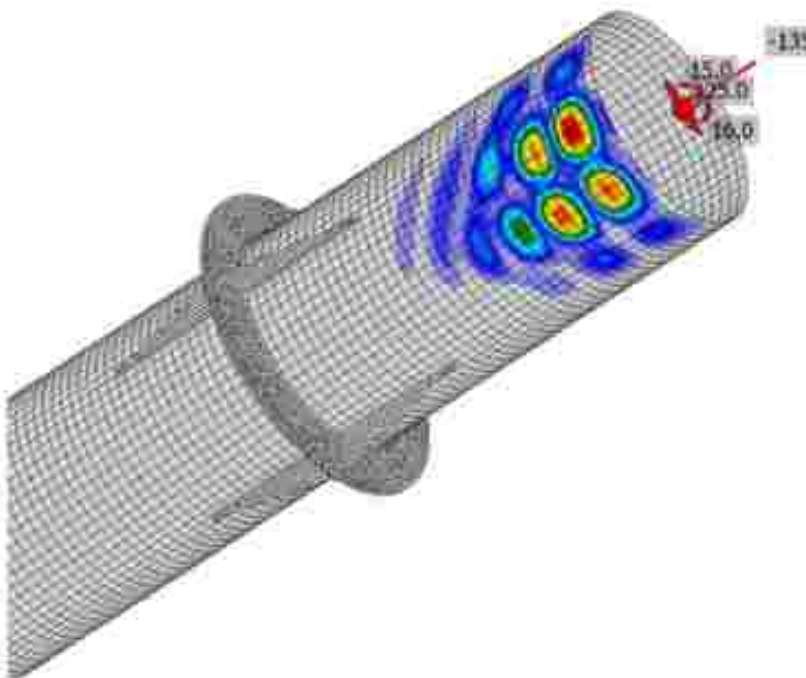
Deformazione equivalente, SLU-SLV FORZE NEI BULLONI



Stabilità, SLU-SLV 1° FORMA DI BUCKLING $f_{buck}=30.43$




Stabilità, SLU-SLV 2° FORMA DI BUCKLING $f_{buck}=30.53$



Stabilità, SLU-SLV 3° FORMA DI BUCKLING $f_{buck}=31.41$

Bulloni

	Nome	Carchi	$F_{t,Ed}$ [kN]	V [kN]	U_t [%]	$F_{t,Rd}$ [kN]	U_s [%]	U_{s2} [%]	Dettagli costruttivi	Stato
	B1	SLU-SLV FLANGIA A	30.7	2.3	21.8	187.1	2.5	18.0	OK	OK
	B2	SLU-SLV FLANGIA A	93.8	2.7	66.4	258.2	2.8	50.3	OK	OK
	B3	SLU-SLV FLANGIA A	114.9	2.4	81.4	223.3	2.6	60.8	OK	OK
	B4	SLU-SLV FLANGIA A	116.1	2.2	82.3	179.3	2.3	61.1	OK	OK
	B5	SLU-SLV FLANGIA A	116.7	2.0	82.7	178.0	2.1	61.2	OK	OK
	B6	SLU-SLV FLANGIA A	113.5	2.3	80.4	178.0	2.5	59.9	OK	OK
	B7	SLU-SLV FLANGIA A	57.0	2.3	40.4	207.4	2.4	31.3	OK	OK
	B8	SLU-SLV FLANGIA B-C	15.1	4.5	10.7	212.7	4.7	12.4	OK	OK
	B9	SLU-SLV FLANGIA B-C	0.2	3.7	0.1	178.6	4.0	4.1	OK	OK
	B10	SLU-SLV FLANGIA B-C	1.1	3.3	0.6	178.0	3.5	4.0	OK	OK
	B11	SLU-SLV FLANGIA B-C	0.7	3.5	0.5	178.0	3.7	4.1	OK	OK
	B12	SLU-SLV FLANGIA B-C	1.6	4.1	1.1	195.6	4.4	5.2	OK	OK

Dati Progetto

Nome	$F_{t,Ed}$ [kN]	$B_{p,Ed}$ [kN]	$F_{t,Rd}$ [kN]
M20 3.8 - 1	141.1	352.1	94.1

Spiegazione dei simboli

- $F_{t,Rd}$: Resistenza a trazione dei bulloni EN 1993-1-8 tab. 3.4
- $F_{t,Ed}$: Forza di trazione
- $B_{p,Ed}$: Resistenza a taglio a punzonamento
- V: Risultante degli sforzi di taglio V_y , V_z nel bullone
- $F_{t,Rd}$: Resistenza a taglio dei bulloni EN 1993-1-8 tabella 3.4
- $F_{t,Ed}$: Resistenza di progetto della piastra EN 1993-1-8 tab. 3.4
- U_t : Utilizzo in trazione
- U_s : Utilizzo a taglio

Risultati dettagliati per B5

Verifica di resistenza a trazione (EN 1993-1-8 scheda 3.4)

$$F_{t,Ed} = \frac{k_1 k_2 k_3 k_4}{\gamma_M2} = 141.1 \text{ kN} \geq F_t = 116.7 \text{ kN}$$

dove:

- $k_1 = 0.90$ – Fattore
- $k_2 = 800.0 \text{ MPa}$ – Resistenza ultima alla trazione del bullone
- $A_s = 245 \text{ mm}^2$ – Area soggetta alla trazione del bullone
- $\gamma_{M2} = 1.25$ – Coefficiente di sicurezza

Verifica a punzonamento (EN 1993-1-8 scheda 3.4)

$$B_{p,Ed} = \frac{0.8 \cdot d \cdot k_1 k_2}{\gamma_M2} = 352.1 \text{ kN} \geq F_t = 116.7 \text{ kN}$$

dove:

- $d_m = 32 \text{ mm}$ – La media delle dimensioni dei punti sopra e la parte piatta della testa del bullone o del dado, il minore dei due
- $t_p = 15 \text{ mm}$ – Spessore
- $f_u = 490.0 \text{ MPa}$ – Resistenza Ultima
- $\gamma_{M2} = 1.25$ – Coefficiente di sicurezza

Verifica della resistenza a taglio (EN 1993-1-8 scheda 3.4)

$$F_{v,Rd} = \frac{A_s \alpha_s f_u}{\gamma_{M2}} = 94.1 \text{ kN} \geq V = 2.0 \text{ kN}$$

dove:

- $\beta_p = 1.00$ – Fattore di riduzione
- $\alpha_s = 0.60$ – Fattore di riduzione
- $f_u = 800.0 \text{ MPa}$ – Resistenza ultima alla trazione del bullone
- $A = 245 \text{ mm}^2$ – Area soggetta alla trazione del bullone
- $\gamma_{M2} = 1.25$ – Coefficiente di sicurezza

Verifica della Resistenza di progetto (EN 1993-1-8 scheda 3.4)

$$F_{t,Rd} = \frac{k \alpha_b A_s f_u}{\gamma_{M2}} = 178.0 \text{ kN} \geq T = 2.0 \text{ kN}$$

dove:

- $k_1 = \min(2.5 \frac{e_2}{d_0} - 1.7, 1.4 \frac{p_2}{d_0} - 1.7, 2.5) = 2.50$ – Fattore per distanza dal bordo e spaziatura tra i bulloni perpendicolare alla direzione del trasferimento del carico
- $\alpha_b = \min(\frac{e_1}{3d_0}, \frac{p_1}{3d_0} - \frac{1}{4}, \frac{f_{ub}}{f_u}, 1) = 0.61$ – Fattore per la distanza dall'astimità e la distanza dei bulloni in direzione del trasferimento del carico
- $e_2 = 43 \text{ mm}$ – Distanza dal bordo della piastra perpendicolare alla forza di taglio
- $p_2 = 124 \text{ mm}$ – Distanza tra i bulloni perpendicolare alla forza di taglio
- $d_0 = 22 \text{ mm}$ – Diametro del foro del bullone
- $e_1 = 40 \text{ mm}$ – Distanza dal bordo della piastra nella direzione della forza di taglio
- $p_1 = \text{ } \text{ mm}$ – Distanza tra i bulloni nella direzione della forza di taglio
- $f_{ub} = 800.0 \text{ MPa}$ – Resistenza ultima alla trazione del bullone
- $f_u = 490.0 \text{ MPa}$ – Resistenza Ultima
- $d = 20 \text{ mm}$ – Diametro nominale del fissaggio
- $t = 15 \text{ mm}$ – Spessore della piastra
- $\gamma_{M2} = 1.25$ – Coefficiente di sicurezza

Interazione di trazione e taglio (EN 1993-1-8 scheda 3.4)

$$U_{int} = \frac{F_{t,Rd}}{F_{t,Rd}} + \frac{F_{v,Rd}}{1.4 F_{v,Rd}} = 61.2 \%$$

Utilizzo in trazione

$$U_{tr} = \frac{F_{t,Rd}}{\min(F_{t,Rd}, F_{v,Rd})} = 82.7 \%$$

Utilizzo a taglio

$$U_{tr} = \frac{F_{v,Rd}}{\min(F_{t,Rd}, F_{v,Rd})} = 2.1 \%$$

Saldature (Ridistribuzione plastica)

Elemento	Bordo	Spess. gola [mm]	Lunghezza [mm]	Carichi	σ_{max} [MPa]	ϵ_p [%]	σ_{\perp} [MPa]	$T_{ }$ [MPa]	T_{\perp} [MPa]	UI [%]	UI ₀ [%]	Stato
FLANGIAa	PARABOLA DX 406.4/7.1	8.0	1264	SLU-SLV FLANGI A A	156.3	0.0	-66.6	-59.8	-66.6	35.9	13.8	OK
FLANGIAb	PARABOLA SX 406.4/7.1	8.0	1264	SLU-SLV FLANGI A A	173.8	0.0	-80.8	-59.0	-66.4	39.9	14.7	OK
		8.0	1264	SLU-SLV FLANGI A A	164.7	0.0	101.8	-34.2	-62.8	35.6	15.8	OK
		8.0	1264	SLU-SLV FLANGI A A	181.4	0.0	108.0	-33.7	-60.6	37.0	15.8	OK
FLANGIAa	NERVATURA DXa	6.0	70	SLU-SLV FLANGI A A	169.0	0.0	76.4	14.2	85.9	38.8	28.7	OK
		6.0	70	SLU-SLV FLANGI A A	188.8	0.0	98.2	23.8	-88.6	43.4	33.7	OK
PARABOLA DX 406.4/7.1-arc 9	NERVATURA DXa	6.0	250	SLU-SLV FLANGI A A	93.1	0.0	-17.5	43.6	-29.7	21.4	8.4	OK
		6.0	250	SLU-SLV FLANGI A A	106.7	0.0	-40.7	-47.6	30.2	24.3	12.1	OK
FLANGIAa	NERVATURA DXb	6.0	70	SLU-SLV FLANGI A A	216.8	0.0	109.9	-29.3	109.9	49.8	39.5	OK
		6.0	70	SLU-SLV FLANGI A A	196.8	0.0	93.9	-6.6	-99.6	45.2	32.6	OK
PARABOLA DX 406.4/7.1-arc 25	NERVATURA DXb	6.0	250	SLU-SLV FLANGI A A	97.6	0.0	6.2	66.2	2.6	22.4	12.3	OK
		6.0	250	SLU-SLV FLANGI A A	164.9	0.0	-26.6	-78.3	40.6	35.8	11.7	OK
FLANGIAa	NERVATURA DXc	6.0	70	SLU-SLV FLANGI A A	82.7	0.0	-37.8	14.7	-39.9	19.0	10.2	OK
		6.0	70	SLU-	92.9	0.0	-44.7	-19.8	42.6	21.1	12.1	OK

				SLV FLANGI A.A						8	1	
PARABOLA DX 406.4/7.1- arc 41	NERVATUR A DXc	↖6.0↗	250	SLU- SLV FLANGI A.A	36.7	0.0	0.0	-21.0	-2.5	8.4	3.5	OK
		↖6.0↗	250	SLU- SLV FLANGI A.A	40.4	0.0	-1.9	23.3	-0.4	9.3	3.4	OK
FLANGIAb	NERVATUR A DXd	↖6.0↗	70	SLU- SLV FLANGI A.A	92.3	0.0	-44.8	14.7	-44.2	21. 2	16. 1	OK
		↖6.0↗	70	SLU- SLV FLANGI A.A	83.4	0.0	-39.4	-14.3	40.0	19. 2	13. 7	OK
PARABOLA DX 406.4/7.1- arc 57	NERVATUR A DXd	↖6.0↗	250	SLU- SLV FLANGI A.A	85.1	0.0	-1.5	-31.6	-3.5	12. 7	4.4	OK
		↖6.0↗	250	SLU- SLV FLANGI A.A	57.4	0.0	-3.1	33.0	1.3	13. 2	6.7	OK
FLANGIAb	NERVATUR A SXa	↖6.0↗	70	SLU- SLV FLANGI A.A	206.1	0.0	98.9	7.8	104.1	47. 3	35. 1	OK
		↖6.0↗	70	SLU- SLV FLANGI A.A	216.4	0.0	109.1	29.5	-103.8	49. 7	37. 4	OK
PARABOLA SX 406.4/7.1- arc 9	NERVATUR A SXa	↖6.0↗	250	SLU- SLV FLANGI A.A	104.4	0.0	-21.7	52.3	-27.2	24. 0	9.8	OK
		↖6.0↗	250	SLU- SLV FLANGI A.A	131.7	0.0	-41.7	-61.6	37.4	30. 2	14. 6	OK
FLANGIAb	NERVATUR A SXb	↖6.0↗	70	SLU- SLV FLANGI A.A	189.8	0.0	97.8	-33.0	87.9	43. 6	36. 9	OK
		↖6.0↗	70	SLU- SLV FLANGI A.A	166.7	0.0	75.5	-13.1	-84.8	38. 3	27. 6	OK
PARABOLA SX 406.4/7.1- arc 25	NERVATUR A SXb	↖6.0↗	250	SLU- SLV FLANGI A.A	90.5	0.0	5.5	52.1	1.4	20. 8	11. 5	OK
		↖6.0↗	250	SLU- SLV FLANGI A.A	140.9	0.0	-18.0	-72.3	35.1	32. 2	9.2	OK

FLANGIAb	NERVATUR A SXc	↔6.0↔	70	SLU- SLV FLANGI A.A	87.5	0.0	-41.3	14.7	-42.0	20. 1	13. 2	OK
		↔6.0↔	70	SLU- SLV FLANGI A.A	98.8	0.0	-46.7	-16.4	46.0	22. 2	15. 8	OK
PARABOLA SX 406.4/7.1- arc 41	NERVATUR A SXc	↔6.0↔	250	SLU- SLV FLANGI A.A	62.8	0.0	-1.5	-36.0	-3.4	14. 4	6.1	OK
		↔6.0↔	250	SLU- SLV FLANGI A.A	65.1	0.0	-3.1	37.5	1.3	14. 9	4.1	OK
FLANGIAb	NERVATUR A SXd	↔6.0↔	70	SLU- SLV FLANGI A.A	95.2	0.0	-46.4	21.1	-43.1	21. 9	13. 5	OK
		↔6.0↔	70	SLU- SLV FLANGI A.A	79.8	0.0	-35.6	-13.5	39.0	18. 3	9.7	OK
PARABOLA SX 406.4/7.1- arc 57	NERVATUR A SXd	↔6.0↔	250	SLU- SLV FLANGI A.A	36.5	0.0	-0.4	-21.0	-2.5	8.4	3.0	OK
		↔6.0↔	250	SLU- SLV FLANGI A.A	39.1	0.0	-2.1	22.6	0.2	9.0	4.2	OK

Dati Progetto

	β_w [-]	$\sigma_{w,eq}$ [MPa]	0.9σ [MPa]
S 355	0.90	436.6	362.8

Spiegazione dei simboli

- ϵ_w Deformazione
- $\sigma_{w,eq}$ Sforzo equivalente
- $\sigma_{w,Rk}$ Resistenza sforzo equivalente
- σ_{\perp} Tensione perpendicolare
- $t_{||}$ Sforzo di taglio parallelo all'asse della saldatura
- t_{\perp} Sforzo di taglio perpendicolare all'asse della saldatura
- 0.9σ Resistenza allo sforzo perpendicolare - $0.9 \cdot f_u / \gamma_{M2}$
- β_w Fattore di Correlazione EN 1993-1-8 tab. 4.1
- Ut Utilizzo
- Utc Utilizzo della capacità della saldatura

Risultati dettagliati per FLANGIaA NERVATURA DXb

Verifica della resistenza della saldatura (EN 1993-1-8 4.5.3.2)

$$\sigma_{s,Ed} = f_{td}/(\beta_w \gamma_{M2}) = 435.6 \text{ MPa} \quad \vee \quad \sigma_{s,Ed} = [\sigma_1^2 + 3(\tau_1^2 + \tau_2^2)]^{0.5} = 216.8 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{t,Ed} = 0.9 f_{td} / \gamma_{M2} = 352.8 \text{ MPa} \quad \vee \quad |\sigma_{t,Ed}| = 109.9 \text{ MPa}$$

dove:

- $f_{td} = 490.0 \text{ MPa}$ - Resistenza Ultima
- $\beta_w = 0.90$ - fattore di correlazione appropriato tratto dalla Tabella 4.1
- $\gamma_{M2} = 1.25$ - Coefficiente di sicurezza

Utilizzo tensione

$$U_1 = \max\left(\frac{\sigma_{s,Ed}}{\sigma_{s,Rd}} ; \frac{|\sigma_{t,Ed}|}{\sigma_{t,Rd}}\right) = 49.3 \%$$

Stabilità

Carichi	Forma	Fattore [-]
SLU-SLV FLANGIA B-D	1	30.43
	2	30.53
	3	31.41
	4	31.62
	5	31.90
	6	32.11
	7	32.96
	8	33.23
	9	33.33
	10	33.62
SLU-SLV FLANGIA A	1	30.67
	2	30.69
	3	31.33
	4	31.38
	5	31.83
	6	31.89
	7	32.24
	8	32.28
	9	32.64
	10	32.78

Verifica

Rigidezza rotazionale

Nome	Comp.	Carichi	Mj,Rd [kNm]	Sj,ini [MNm/rad]	Φc [mrad]	L [m]	Sj,R [MNm/rad]	Sj,P [MNm/rad]	Classe.
PARABOLA SX 406.4/7.1	My	SLU-SLV FLANGIA B-D	257.0	75.7	-6.6	6.00	48.8	3.0	Rigido
	My	SLU-SLV FLANGIA A	257.0	75.7	-6.6	6.00	48.8	3.0	Rigido
	Mz	SLU-SLV FLANGIA B-D	257.0	∞	1.0	6.00	48.8	3.0	Rigido

	Mz	SLU-SLV FLANGIA A	257.0	∞	1.0	6.00	45.8	3.0	Rigido
--	----	-------------------	-------	---	-----	------	------	-----	--------

Rigidezza rotazionale secante

Nome	Comp.	Carichi	M [kNm]	S _{js} [MNm/rad]	Φ [mrad]
PARABOLA SX.406.477.1	My	SLU-SLV FLANGIA B-C	125.0	87.7	-1.4
	My	SLU-SLV FLANGIA A	125.0	87.7	-1.4
	Mz	SLU-SLV FLANGIA B-C	15.0	∞	0.0
	Mz	SLU-SLV FLANGIA A	15.0	∞	0.0

Spiegazione dei simboli

- M_{l,∞} Resistenza a flessione
- S_{l,∞} Rigidezza rotazionale iniziale
- S_{l,s} Rigidezza rotazionale secante
- Φ Deformazione rotazionale
- Φ_c Capacità rotazionale
- S_{l,s} Valore Limite - unione rigida
- S_{l,s} Valore limite - unione idealmente incernierata

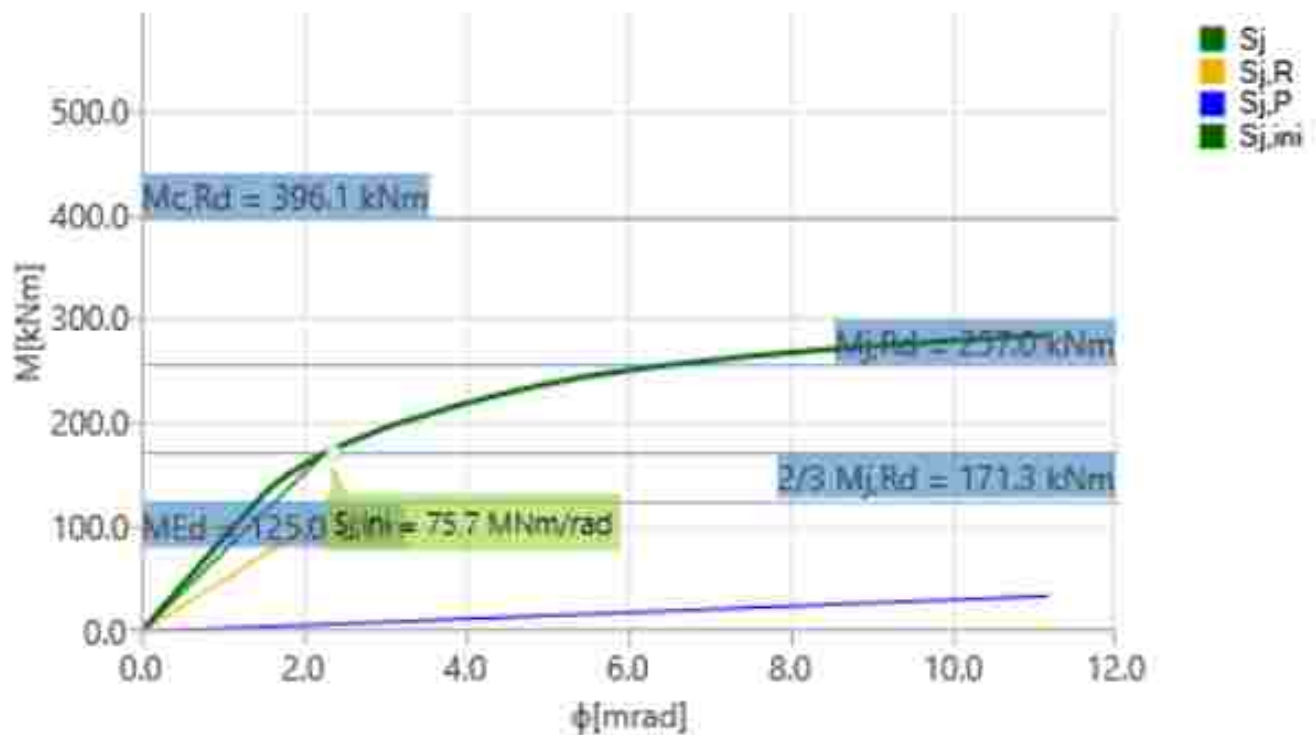


Diagramma della rigidezza My - φy, SLU-SLV FLANGIA B-C

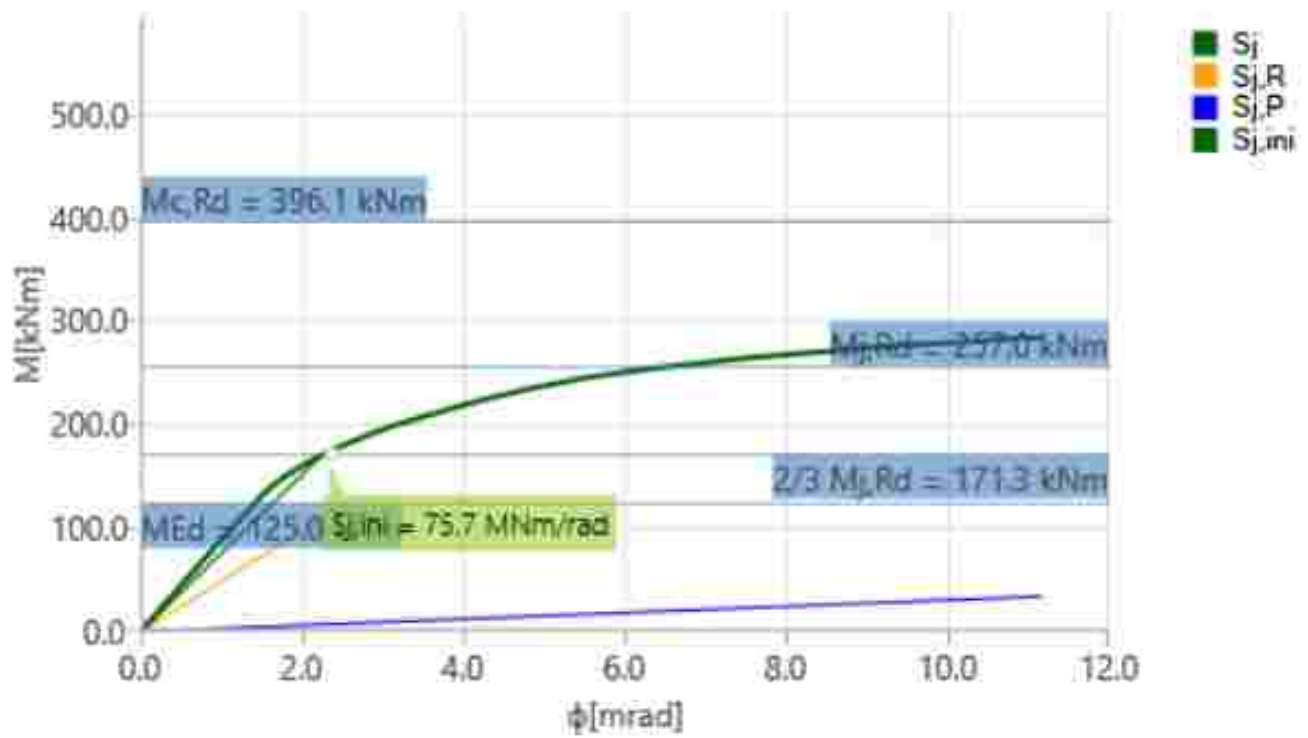


Diagramma della rigidezza $M_y - \phi_y$, SLU-SLV FLANGIA A

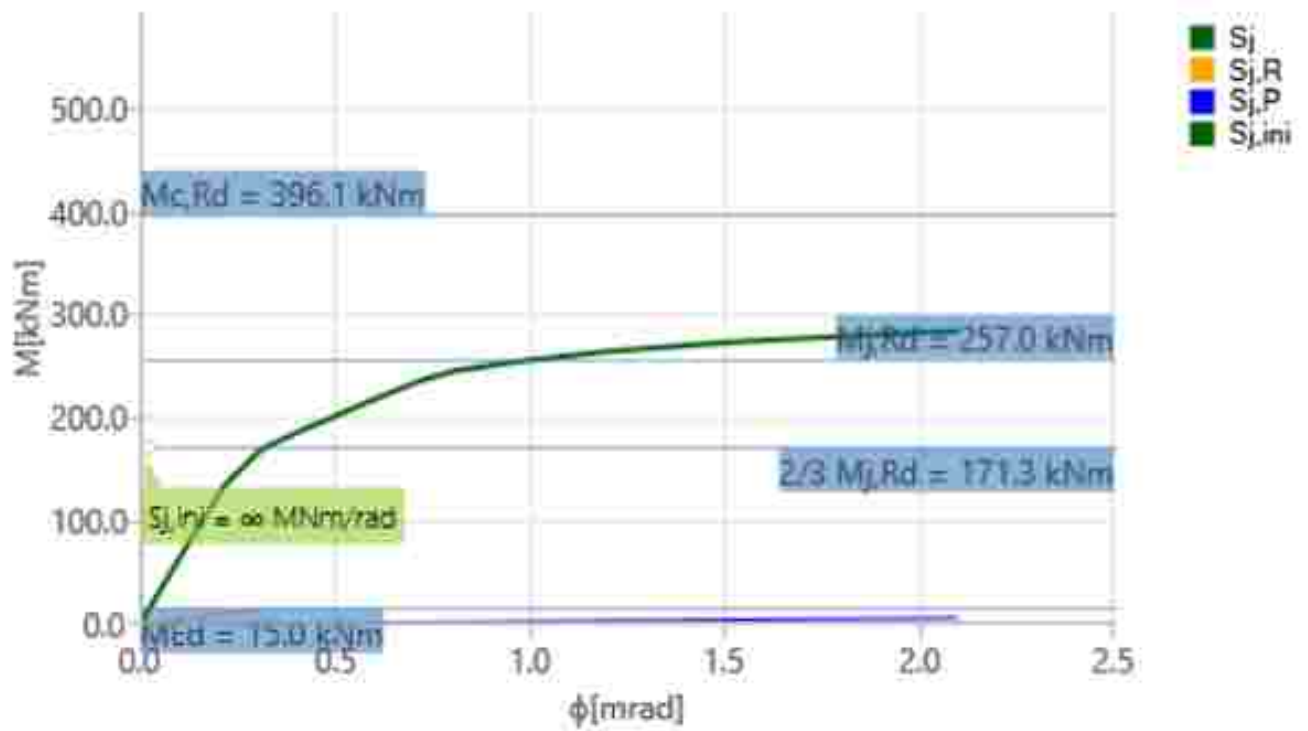


Diagramma della rigidezza $M_z - \phi_z$, SLU-SLV FLANGIA B-C

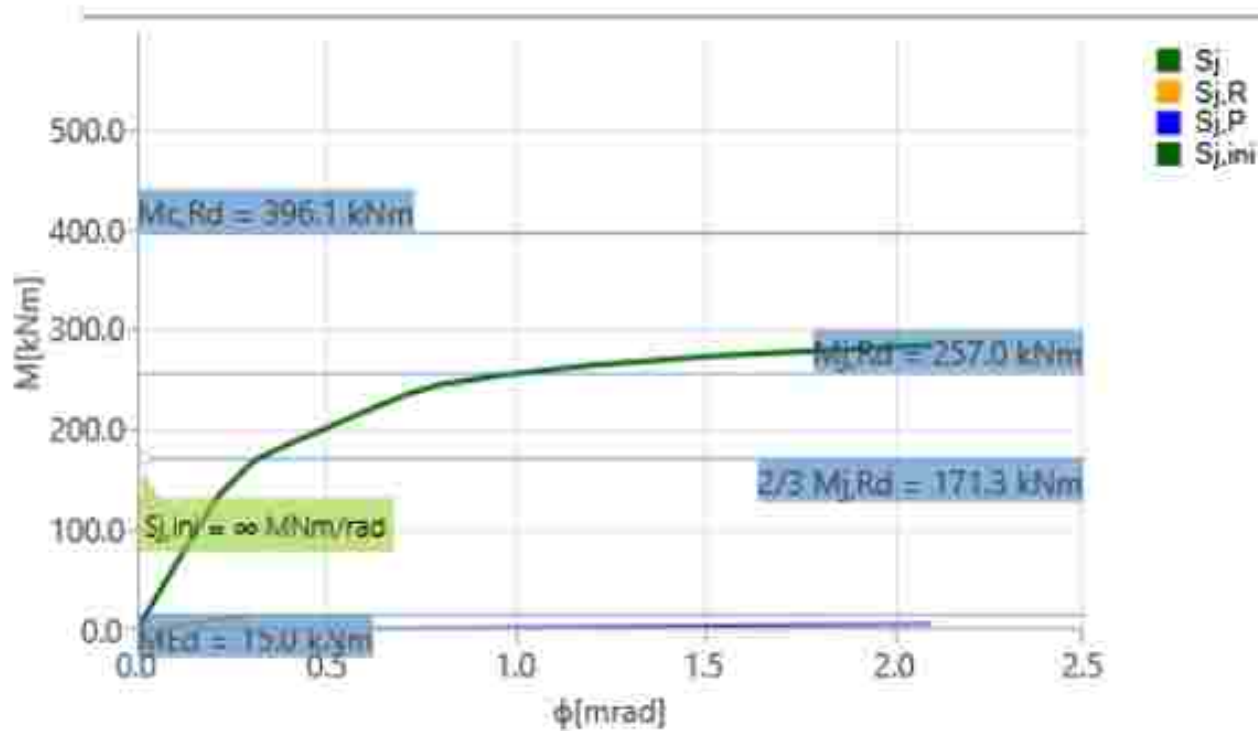


Diagramma della rigidezza $M_z - \phi_z$, SLU-SLV FLANGIA A



Rigidezza assiale

Nome	Componente	Carichi	N [kN]	N _{i,Rd} [kN]	dx [mm]	St [MN/m]
PARABOLA SX 406.4/7.1	N	SLU-SLV FLANGIA B-C	-135.0	-277.6	0	3631
		SLU-SLV FLANGIA A	-135.0	-277.6	0	3631

Distinta dei materiali

Operazioni di produzione

Nome	Piastre [mm]	Forma	N.	Saldature [mm]	Lunghezza [mm]	Bulloni	N.
FLANGIA	P15.0x560.0-0.0 (S 355)		1	a T: a = 3.0	2507.9	M20 8.8	12
	P15.0x560.0-0.0 (S 355)		1				

NERVATURA DX	P10.0x70.0-250.0 (S 355)		4	a T: a = 6.0	1280.0		
NERVATURA SX	P10.0x70.0-250.0 (S 355)		4	a T: a = 6.0	1280.0		

Saldature

Tipo	Materiale	Spessore gola [mm]	Spessore gamba [mm]	Lunghezza [mm]
a T	S 355	8.0	11.3	2507.9
a T	S 355	6.0	8.5	2560.0

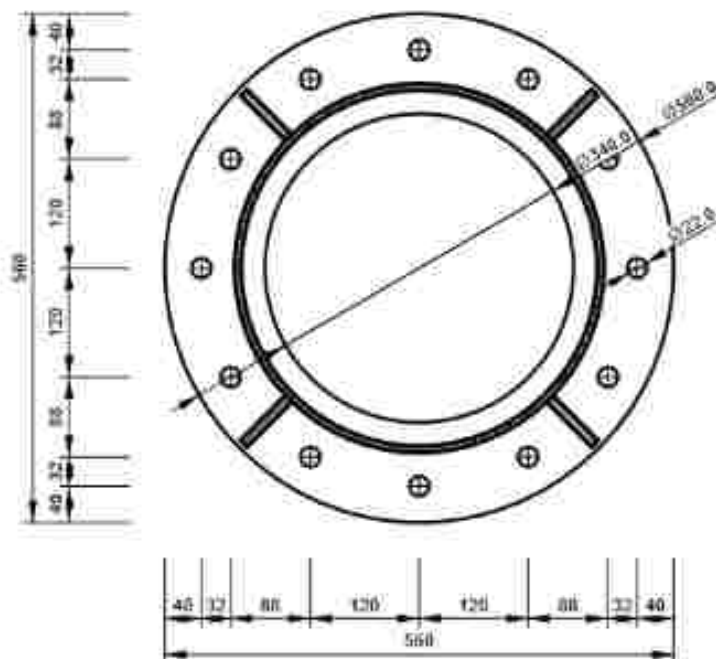
Bulloni

Nome	Lunghezza di attrito [mm]	Conteggio
M20 8.8	30	12

Disegno

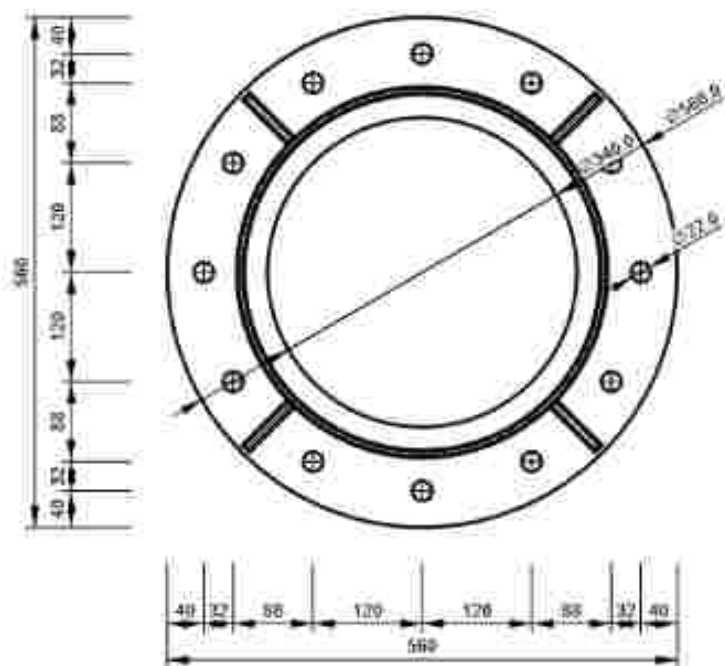
FLANGIA - FLANGIAa

P15.0x560-560 (S 355)



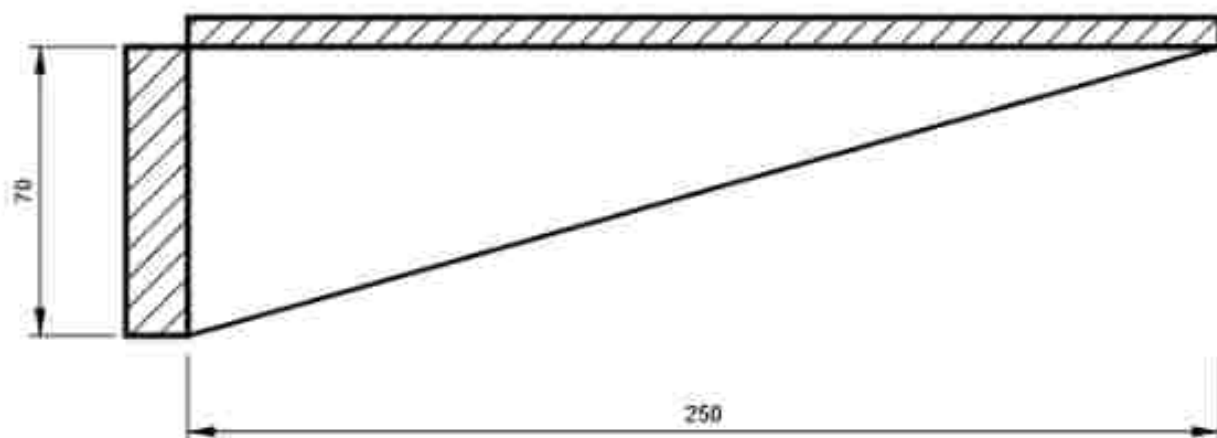
FLANGIA - FLANGIAb

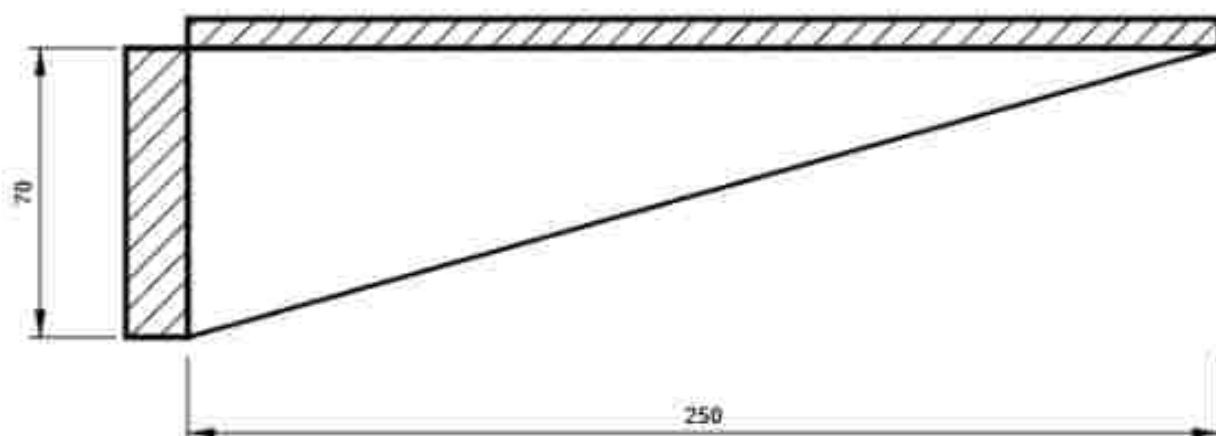
P15.0x560-560 (S 355)



NERVATURA DX

P10.0x250-70 (S 355)



NERVATURA SX
P10.0x250-70 (S 355)

Impostazioni codice

Elemento	Valore	Unità	Riferimento
γ_{M2}	1.00	-	EN 1993-1-1: 6.1
γ_{M1}	1.00	-	EN 1993-1-1: 6.1
γ_{M2}	1.25	-	EN 1993-1-1: 6.1
γ_{M2}	1.25	-	EN 1993-1-8: 2.2
γ_c	1.50	-	EN 1992-1-1: 2.4.2.4
γ_{M2}	1.20	-	EN 1992-4: Table 4.1
Coefficiente unione β_j	0.67	-	EN 1993-1-8: 6.2.5
Area effettiva - influenza della dimensione della mesh	0.10	-	
Coefficiente di attrito - calcestruzzo	0.25	-	EN 1993-1-8
Coefficiente di attrito in resistenza all'attrito	0.30	-	EN 1993-1-8 scheda 3.7
Deformazione plastica limite	0.05	-	EN 1993-1-5
Valutazione della tensione nella saldatura	Ridistribuzione plastica		
Dettagli costruttivi	Si		
Distanza tra i bulloni [d]	2.20	-	EN 1993-1-8: scheda 3.3
Distanza tra i bulloni e il bordo [d]	1.20	-	EN 1993-1-8: scheda 3.3
Resistenza a rottura conica del calcestruzzo	Entrambi		EN 1992-4: 7.2.1.4 and 7.2.2.5
Usa il valore di ϕ_b calcolato nella verifica a rifollamento	Si		EN 1993-1-8: scheda 3.4
Calcestruzzo fessurato	Si		EN 1992-4
Verifica di deformazione locale	Si		CIDECT DG 1, 3 - 1.1
Limite di deformazione locale	0.03	-	CIDECT DG 1, 3 - 1.1
Non linearità geometrica (GMNA)	Si		Grandi deformazioni per sezioni cave
Sistema controventato	Si		EN 1993-1-8: 5.2.2.5

2.3.5.CONNESSIONI ARCARECCI INTERMEDI

Dati progetto

Nome progetto	Connessione arcareccio intermedio
Numero progetto	
Data	20/03/2023
Codice di progetto	EN

Materiale

Acciaio	S 355
---------	-------

Elemento di progetto 22307 - 27579 - 27643

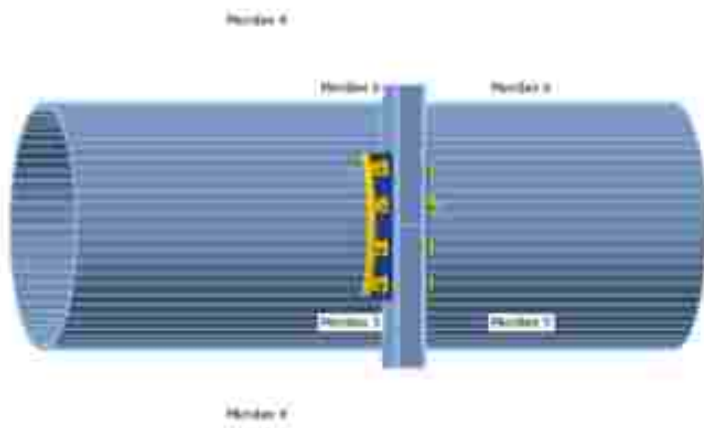
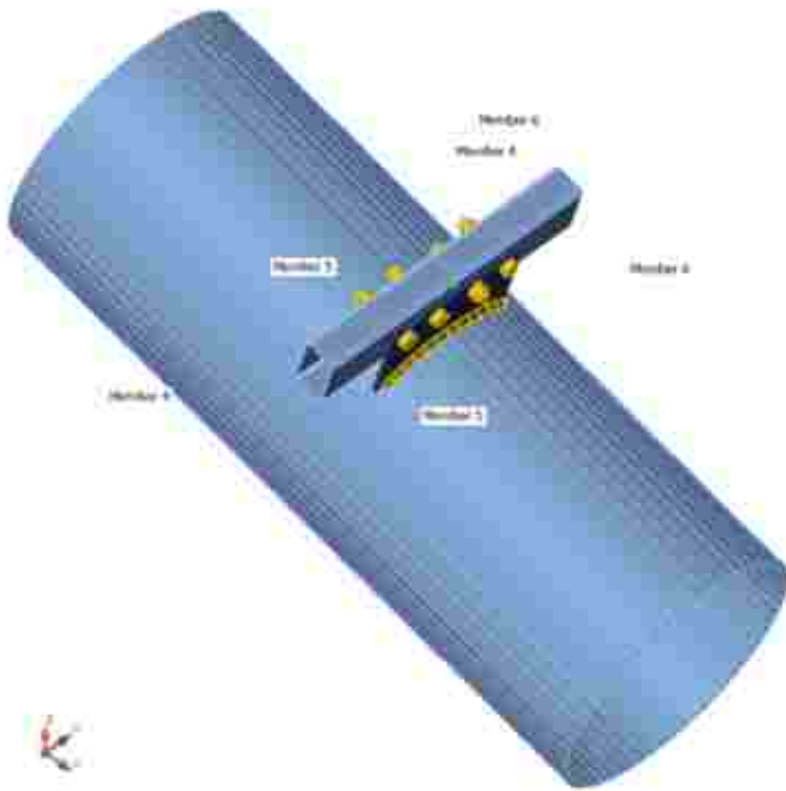
Progetto

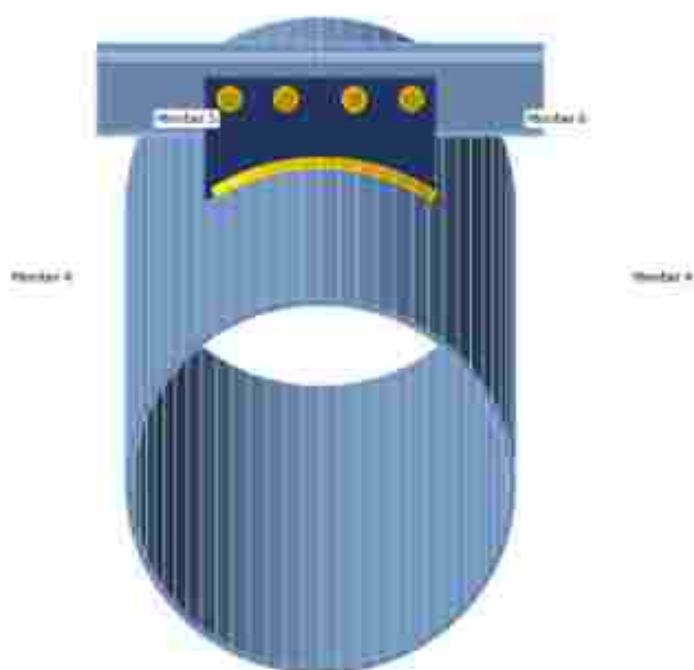
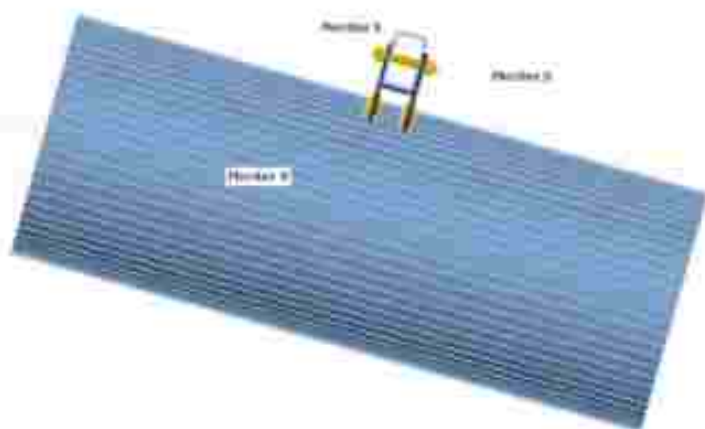
Nome	22307 - 27579 - 27643
Descrizione	
Analisi	Sforzo, deformazione/ carichi in equilibrio

Membrature

Geometry

Nome	Sezione	β - Direzione [°]	γ - Pendenza [°]	α - Rotazione [°]	Offset ex [mm]	Offset ey [mm]	Offset ez [mm]	Forze in
Member 4	1 - TUBO Ø406.4X7	0.0	0.0	0.0	0	0	0	Posizione
Member 5	2 - TUBO 90x50x3 (RHS90x52)	0.0	0.0	0.0	0	-1	277	Posizione
Member 6	2 - TUBO 90x50x3 (RHS90x52)	0.0	0.0	0.0	0	-1	277	Posizione

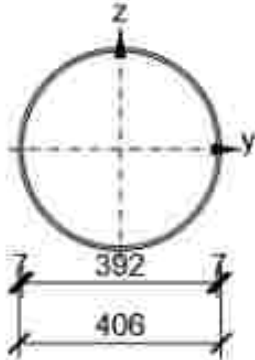
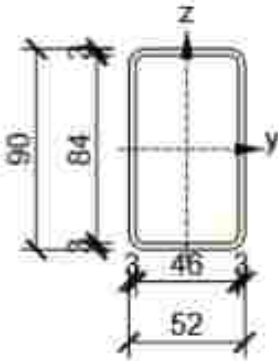




Sezioni

Nome	Materiale
1 - TUBO Ø40x 4X7	S 355
2 - TUBO 90x50x3 (RHS90x52)	S 355

Sezioni

Nome	Materiale	Disegno
1 - TUBO Ø406.4X7	S 355	
2 - TUBO 90x60x3 (RHS90x52)	S 355	

Bulloni

Nome	Assieme bullone	Diametro [mm]	f_u [MPa]	Superficie lorda [mm ²]
M14 8.8	M14 8.8	14	800,0	154

Effetti del carico (forze in equilibrio)

Nome	Elemento	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
SLU Taglio max	Member 4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Member 4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Member 5	0,0	-4,0	-10,0	0,0	0,0	0,0
	Member 6	0,0	-4,0	-10,0	0,0	0,0	0,0

Verifica

Riassunto

Nome	Valore	Stato
Analisi	100,0%	OK
Piastre	0,0 < 5,0%	OK
Bulloni	14,7 < 100%	OK
Saldature	73,0 < 100%	OK
Stabilità	Non calcolato	
GMNA	Calcolato	

Piastre

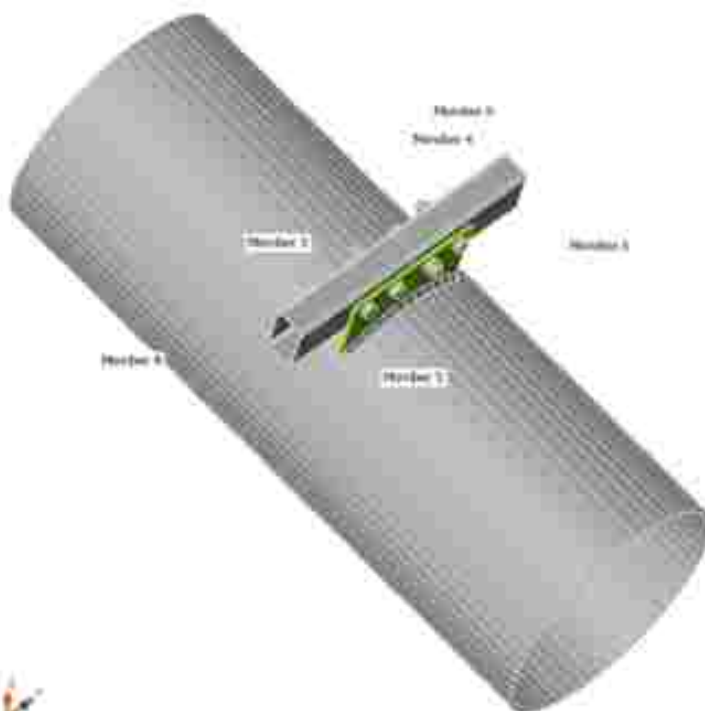
Nome	Spessore [mm]	Carichi	σ_{E0} [MPa]	ϵ_{E0} [%]	$\sigma_{c,SLU}$ [MPa]	Stato
Member 4	7.0	SLU Taglio max	108.9	0.0	0.0	OK
Member 5	3.0	SLU Taglio max	268.3	0.0	11.1	OK
Member 6	3.0	SLU Taglio max	269.5	0.0	11.5	OK
Plate 1	6.0	SLU Taglio max	247.3	0.0	49.3	OK
Plate 2	6.0	SLU Taglio max	324.3	0.0	47.8	OK
Plate 3	6.0	SLU Taglio max	224.9	0.0	6.7	OK

Dati Progetto

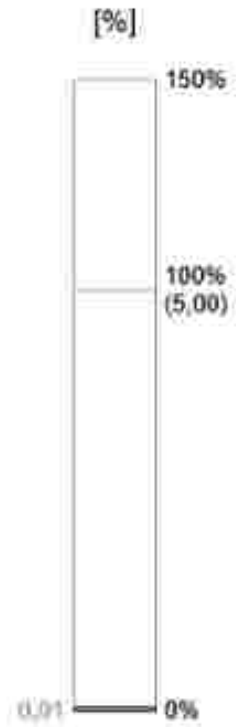
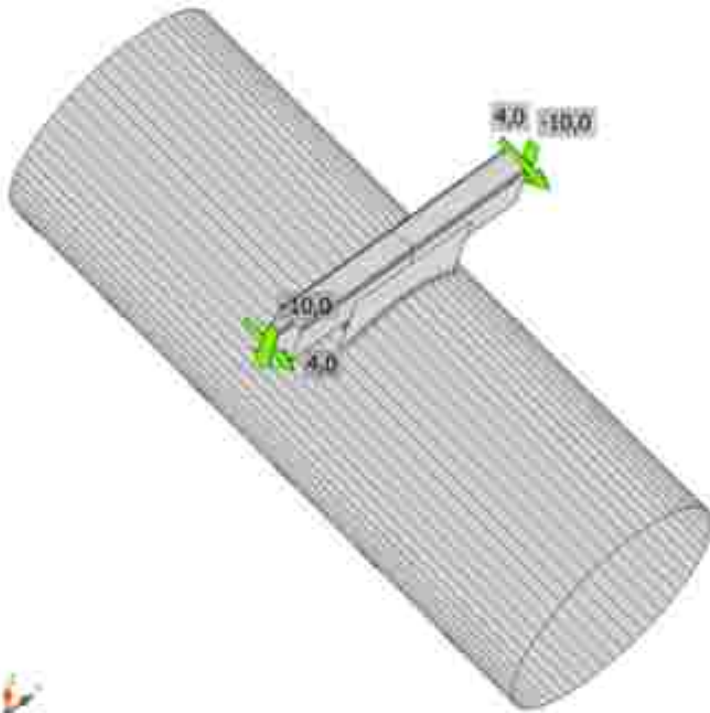
Materiale	f_y [MPa]	ϵ_{lim} [%]
S 355	355.0	6.0

Spiegazione dei simboli

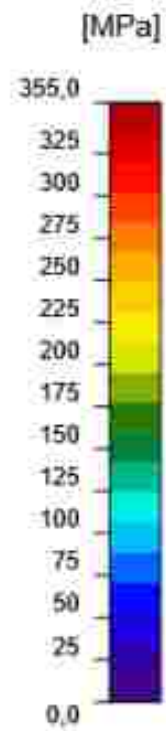
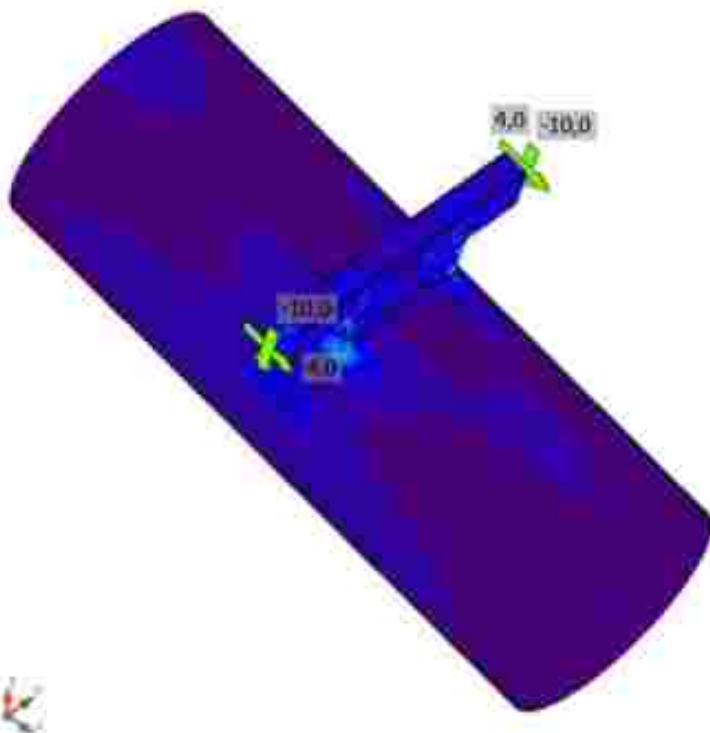
- ϵ_{E0} Deformazione
- σ_{E0} Sforzo Eq
- $\sigma_{c,SLU}$ Tensione di contatto
- f_y Tensione di snervamento
- ϵ_{lim} Limite di deformazione plastica



Verifica globale: SLU Taglio max



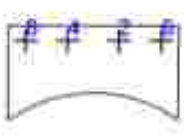
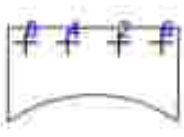
Verifica deformazione, SLU Taglio max



Sforzo equivalente, SLU Taglio max

Bulloni

Nome	Carichi	$F_{t,ec}$	V	U_{t1}	$F_{s,ec}$	U_{t2}	U_{t3}	Stato
------	---------	------------	---	----------	------------	----------	----------	-------

			[kN]	[kN]	[%]	[kN]	[%]	[%]	
	B2	SLU Taglio max	0,6	4,4	0,9	30,0	14,7	8,1	OK
	B4	SLU Taglio max	0,6	4,2	0,9	29,6	14,3	7,8	OK
	B6	SLU Taglio max	0,1	1,9	0,1	33,6	8,0	3,3	OK
	B8	SLU Taglio max	0,1	1,9	0,1	33,8	7,9	3,3	OK

Dati Progetto

Nome	$F_{t,rd}$ [kN]	$B_{p,rd}$ [kN]	$F_{t,rd}$ [kN]
M14 8.8 - 1	66,5	98,3	59,1

Spiegazione dei simboli

- $F_{t,rd}$ Resistenza a trazione dei bulloni EN 1993-1-8 tab. 3.4
- $F_{t,ed}$ Forza di trazione
- $B_{p,rd}$ Resistenza a taglio a punzonamento
- V Risultante delle forze di taglio del bullone V_y e V_z nei piani di taglio
- $F_{t,rd}$ Resistenza a taglio dei bulloni EN 1993-1-8 tabella 3.4
- $F_{t,ed}$ Resistenza di progetto della piastra EN 1993-1-8 tab. 3.4
- U_t Utilizzo in trazione
- U_s Utilizzo a taglio

Risultati dettagliati per B2

Verifica di resistenza a trazione (EN 1993-1-8 scheda 3.4)

$$F_{t,rd} = \frac{A_s f_{t,b}}{\gamma_M} = 66,5 \text{ kN} \geq F_t = 0,6 \text{ kN}$$

dove:

- $k_t = 0,90$ – Fattore
- $f_{t,b} = 800,0 \text{ MPa}$ – Resistenza ultima alla trazione del bullone
- $A_s = 115 \text{ mm}^2$ – Area soggetta alla trazione del bullone
- $\gamma_M = 1,25$ – Coefficiente di sicurezza

Verifica a punzonamento (EN 1993-1-8 scheda 3.4)

$$B_{p,rd} = \frac{3k + d_m t_p f_u}{\gamma_M} = 98,3 \text{ kN} \geq F_t = 0,6 \text{ kN}$$

dove:

- $d_m = 22 \text{ mm}$ – La media delle dimensioni dei punti sopra e la parte piatta della testa del bullone o del dado, il minore dei due
- $t_p = 6 \text{ mm}$ – Spessore
- $f_u = 490,0 \text{ MPa}$ – Resistenza Ultima
- $\gamma_M = 1,25$ – Coefficiente di sicurezza

Verifica della resistenza a taglio (EN 1993-1-8 scheda 3.4)

$$F_{1,Ed} = \frac{f_y a_s l_{eff}}{\gamma_{M2}} = 59,1 \text{ kN} \geq V = 4,4 \text{ kN}$$

dove:

- $\beta_y = 1,00$ – Fattore di riduzione
- $\alpha_c = 0,60$ – Fattore di riduzione
- $f_{ub} = 800,0 \text{ MPa}$ – Resistenza ultima alla trazione del bullone
- $A = 154 \text{ mm}^2$ – Superficie lorda della sezione del bullone
- $\gamma_{M2} = 1,25$ – Coefficiente di sicurezza

Verifica della Resistenza di progetto (EN 1993-1-8 scheda 3.4)

$$F_{1,Ed} = \frac{k a_s l_{eff}}{\gamma_{M2}} = 30,0 \text{ kN} \geq V = 4,4 \text{ kN}$$

dove:

- $k_1 = \min(2,8 \frac{e_2}{d_0} - 1,7, 1,4 \frac{p_2}{d_0} - 1,7, 2,5) = 2,08$ – Fattore per distanza dal bordo e spaziatura tra i bulloni perpendicolare alla direzione del trasferimento del carico
- $\alpha_b = \min(\frac{e_1}{3d_0}, \frac{p_1}{3d_0} - \frac{1}{4}, \frac{f_{ub}}{f_u}, 1) = 0,44$ – Fattore per la distanza dall'estremità e la distanza dei bulloni in direzione del trasferimento del carico
- $e_2 = 22 \text{ mm}$ – Distanza dal bordo della piastra perpendicolare alla forza di taglio
- $p_2 = \text{ " mm}$ – Distanza tra i bulloni perpendicolare alla forza di taglio
- $d_0 = 16 \text{ mm}$ – Diametro del foro del bullone
- $e_1 = 21 \text{ mm}$ – Distanza dal bordo della piastra nella direzione della forza di taglio
- $p_1 = \text{ " mm}$ – Distanza tra i bulloni nella direzione della forza di taglio
- $f_{ub} = 800,0 \text{ MPa}$ – Resistenza ultima alla trazione del bullone
- $f_u = 490,0 \text{ MPa}$ – Resistenza Ultima
- $d = 14 \text{ mm}$ – Diametro nominale del fissaggio
- $t = 6 \text{ mm}$ – Spessore della piastra
- $\gamma_{M2} = 1,25$ – Coefficiente di sicurezza

Interazione di trazione e taglio (EN 1993-1-8 scheda 3.4)

$$U_{int} = \frac{F_{t,Ed}}{F_{t,Rd}} + \frac{F_{v,Ed}}{1,4 F_{v,Rd}} = 8,1 \%$$

Utilizzo in trazione

$$U_{tt} = \frac{F_{t,Ed}}{\min(F_{t,Rd}, F_{y,Rd})} = 0,9 \%$$

Utilizzo a taglio

$$U_{tv} = \frac{F_{v,Ed}}{\min(F_{v,Rd}, F_{t,Rd})} = 14,7 \%$$

Bulloni: B2, B4, B6, B8 C'è uno spazio tra le piastre collegate. I bulloni dovrebbero essere progettati come perni. Le resistenze fornite dei bulloni nel taglio e delle piastre in bearing potrebbero non essere corrette

Saldature

Elemento	Bordo	Spess. gola [mm]	Lunghezza [mm]	Carichi	$\sigma_{M,Ed}$ [MPa]	ϵ_{M} [%]	σ_{\perp} [MPa]	τ_{\parallel} [MPa]	τ_{\perp} [MPa]	UI [%]	UI _s [%]	Stato
----------	-------	------------------	----------------	---------	-----------------------	--------------------	------------------------	--------------------------	----------------------	--------	---------------------	-------

Plate 1	Plate 2	↕ 6,0 ↕	239	SLU Taglio max	179,9	0,0	139,6	-21,3	62,1	41,3	8,7	OK
		↕ 6,0 ↕	239	SLU Taglio max	86,0	0,0	-62,1	30,8	-16,3	19,7	6,2	OK
Plate 3	Plate 2	↕ 6,0 ↕	239	SLU Taglio max	69,1	0,0	64,9	-22,0	10,3	16,9	8,3	OK
		↕ 6,0 ↕	239	SLU Taglio max	56,8	0,0	-51,3	-12,2	6,8	14,6	6,4	OK
Member 4-arc 22	Plate 1	↕ 6,0 ↕	15	SLU Taglio max	83,4	0,0	-36,4	-37,9	-32,0	21,4	21,4	OK
		↕ 6,0 ↕	15	SLU Taglio max	71,6	0,0	-20,0	31,2	24,4	16,4	16,4	OK
Member 4-arc 21	Plate 1	↕ 6,0 ↕	20	SLU Taglio max	26,2	0,0	6,1	13,1	6,6	6,8	6,8	OK
		↕ 6,0 ↕	20	SLU Taglio max	36,8	0,0	13,5	-14,9	-13,0	6,5	6,5	OK
Member 4-arc 20	Plate 1	↕ 6,0 ↕	20	SLU Taglio max	16,1	0,0	-8,4	6,7	-5,4	3,7	3,7	OK
		↕ 6,0 ↕	20	SLU Taglio max	12,6	0,0	3,6	-6,9	-0,7	2,9	2,9	OK
Member 4-arc 19	Plate 1	↕ 6,0 ↕	20	SLU Taglio max	19,2	0,0	-4,2	10,6	-2,6	4,4	4,4	OK
		↕ 6,0 ↕	20	SLU Taglio max	19,1	0,0	2,3	-10,9	-0,6	4,4	4,4	OK
Member 4-arc 18	Plate 1	↕ 6,0 ↕	20	SLU Taglio max	14,9	0,0	-6,7	6,6	-4,1	3,4	3,4	OK
		↕ 6,0 ↕	20	SLU Taglio max	11,3	0,0	3,6	-6,1	-0,9	2,6	2,6	OK
Member 4-arc 17	Plate 1	↕ 6,0 ↕	20	SLU Taglio max	7,1	0,0	-4,6	2,6	-1,9	1,6	1,6	OK
		↕ 6,0 ↕	20	SLU Taglio max	4,7	0,0	1,6	-2,3	1,0	1,1	1,1	OK
Member 4-arc 16	Plate 1	↕ 6,0 ↕	20	SLU Taglio max	9,2	0,0	-6,9	-2,9	-2,9	2,1	2,1	OK
		↕ 6,0 ↕	20	SLU Taglio max	5,7	0,0	2,9	2,8	0,2	1,3	1,3	OK
Member 4-arc 15	Plate 1	↕ 6,0 ↕	20	SLU Taglio max	16,2	0,0	-6,9	-7,2	-3,7	3,6	3,6	OK
		↕ 6,0 ↕	20	SLU Taglio max	12,2	0,0	2,6	6,9	-0,4	2,8	2,8	OK
Member 4-arc 14	Plate 1	↕ 6,0 ↕	20	SLU Taglio max	19,3	0,0	-4,9	-10,6	-2,2	4,4	4,4	OK
		↕ 6,0 ↕	20	SLU Taglio max	19,1	0,0	3,4	10,8	-0,8	4,4	4,4	OK
Member 4-arc 13	Plate 1	↕ 6,0 ↕	20	SLU Taglio max	19,4	0,0	-7,3	-8,8	-5,5	4,5	4,5	OK
		↕ 6,0 ↕	20	SLU Taglio max	17,6	0,0	2,6	10,0	-0,8	4,0	4,0	OK
Member 4-arc 12	Plate 1	↕ 6,0 ↕	20	SLU Taglio max	13,7	0,0	-0,4	-7,8	1,3	3,1	3,1	OK
		↕ 6,0 ↕	20	SLU Taglio max	24,4	0,0	10,3	9,6	-8,6	6,6	6,6	OK
Member 4-arc 11	Plate 1	↕ 6,0 ↕	20	SLU Taglio max	28,8	0,0	-13,9	7,8	-12,3	6,6	6,6	OK
		↕ 6,0 ↕	20	SLU Taglio max	13,4	0,0	-4,9	-3,1	6,6	3,1	3,1	OK
Member 4-arc 10	Plate 1	↕ 6,0 ↕	2	SLU Taglio max	317,9	0,0	-69,1	173,3	-60,4	73,0	73,0	OK

		↕ 6,0 ↕	2	SLU Taglio max	304,6	0,0	-46,2	165,3	54,0	69,9	69,9	OK
Member 4-arc 22	Plate 3	↕ 6,0 ↕	15	SLU Taglio max	70,3	0,0	-19,9	-31,4	-23,0	16,1	16,1	OK
		↕ 6,0 ↕	15	SLU Taglio max	76,3	0,0	-30,0	30,2	27,0	17,5	17,5	OK
Member 4-arc 21	Plate 3	↕ 6,0 ↕	20	SLU Taglio max	25,9	0,0	9,3	10,1	9,6	6,0	6,0	OK
		↕ 6,0 ↕	20	SLU Taglio max	30,5	0,0	10,9	-12,5	-10,7	7,0	7,0	OK
Member 4-arc 20	Plate 3	↕ 6,0 ↕	20	SLU Taglio max	6,5	0,0	-3,5	-0,4	-3,1	1,5	1,5	OK
		↕ 6,0 ↕	20	SLU Taglio max	4,2	0,0	1,6	-1,9	-1,1	1,0	1,0	OK
Member 4-arc 19	Plate 3	↕ 6,0 ↕	20	SLU Taglio max	7,3	0,0	-5,2	2,5	-1,3	1,7	1,7	OK
		↕ 6,0 ↕	20	SLU Taglio max	9,2	0,0	5,7	-3,8	-1,8	2,1	2,1	OK
Member 4-arc 18	Plate 3	↕ 6,0 ↕	20	SLU Taglio max	8,0	0,0	-5,9	-0,1	-3,1	1,8	1,8	OK
		↕ 6,0 ↕	20	SLU Taglio max	5,6	0,0	4,6	-0,4	-1,8	1,3	1,3	OK
Member 4-arc 17	Plate 3	↕ 6,0 ↕	20	SLU Taglio max	6,0	0,0	-5,9	0,0	-0,6	1,7	1,4	OK
		↕ 6,0 ↕	20	SLU Taglio max	4,6	0,0	4,3	-0,3	1,0	1,2	1,1	OK
Member 4-arc 16	Plate 3	↕ 6,0 ↕	20	SLU Taglio max	7,0	0,0	-6,3	0,0	-1,8	1,8	1,6	OK
		↕ 6,0 ↕	20	SLU Taglio max	4,8	0,0	4,7	0,5	-0,3	1,3	1,1	OK
Member 4-arc 15	Plate 3	↕ 6,0 ↕	20	SLU Taglio max	7,7	0,0	-6,3	-0,5	-2,5	1,8	1,8	OK
		↕ 6,0 ↕	20	SLU Taglio max	5,8	0,0	5,1	0,6	-1,4	1,4	1,3	OK
Member 4-arc 14	Plate 3	↕ 6,0 ↕	20	SLU Taglio max	6,3	0,0	-4,2	-2,5	-1,1	1,4	1,4	OK
		↕ 6,0 ↕	20	SLU Taglio max	8,9	0,0	4,9	3,9	-1,8	2,0	2,0	OK
Member 4-arc 13	Plate 3	↕ 6,0 ↕	20	SLU Taglio max	9,1	0,0	-4,7	-2,6	-3,5	2,1	2,1	OK
		↕ 6,0 ↕	20	SLU Taglio max	9,1	0,0	2,8	4,7	-1,7	2,1	2,1	OK
Member 4-arc 12	Plate 3	↕ 6,0 ↕	20	SLU Taglio max	14,1	0,0	6,4	-4,5	5,6	3,2	3,2	OK
		↕ 6,0 ↕	20	SLU Taglio max	18,6	0,0	5,9	7,7	-6,7	4,3	4,3	OK
Member 4-arc 11	Plate 3	↕ 6,0 ↕	20	SLU Taglio max	12,9	0,0	-5,5	2,9	-6,1	3,0	3,0	OK
		↕ 6,0 ↕	20	SLU Taglio max	20,0	0,0	-9,9	-3,5	9,4	4,6	4,6	OK
Member 4-arc 10	Plate 3	↕ 6,0 ↕	2	SLU Taglio max	293,6	0,0	-43,9	159,2	-52,2	67,4	67,4	OK
		↕ 6,0 ↕	2	SLU Taglio max	300,7	0,0	-54,8	164,2	45,6	69,0	69,0	OK

Dati Progetto

	β_w [-]	$\sigma_{w,Ed}$ [MPa]	$0,9 \sigma$ [MPa]
S 355	0,90	435,8	352,8

Spiegazione dei simboli

- Saldatura riempita
- ϵ_R Deformazione
- $\sigma_{w,Ed}$ Sforzo equivalente
- $\sigma_{w,Rd}$ Resistenza sforzo equivalente
- σ_{\perp} Tensione perpendicolare
- τ_{\parallel} Sforzo di taglio parallelo all'asse della saldatura
- τ_{\perp} Sforzo di taglio perpendicolare all'asse della saldatura
- $0,9 \sigma$ Resistenza allo sforzo perpendicolare - $0,9 \cdot f_u / \gamma_{M2}$
- β_w Fattore di Correlazione EN 1993-1-8 tab. 4.1
- Ut Utilizzo
- Utc Utilizzo della capacità della saldatura

Risultati dettagliati per Member 4-arc 10 Plate 1

Verifica della resistenza della saldatura (EN 1993-1-8 4.5.3.2)

$$\sigma_{w,Ed} = f_w(\beta_w \gamma_{M2}) = 435,6 \text{ MPa} \geq \sigma_{w,Rd} = [\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\parallel}^2 + \tau_{\perp}^2)]^{0,5} = 317,9 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{\perp,Rd} = 0,9 f_u / \gamma_{M2} = 352,8 \text{ MPa} \geq |\sigma_{\perp}| = 58,1 \text{ MPa}$$

dove:

$$f_u = 490,0 \text{ MPa} \quad \text{– Resistenza Ultima}$$

$$\beta_w = 0,90 \quad \text{– fattore di correlazione appropriato tratto dalla Tabella 4.1}$$

$$\gamma_{M2} = 1,25 \quad \text{– Coefficiente di sicurezza}$$

Utilizzo tensione

$$U_T = \max\left(\frac{\sigma_{w,Ed}}{\sigma_{w,Rd}}; \frac{|\sigma_{\perp}|}{\sigma_{\perp,Rd}}\right) = 73,0 \%$$

Distinta dei materiali

Operazioni di produzione




Nome	Piastre [mm]	Forma	N.	Saldature [mm]	Lunghezza [mm]	Bulloni	N.
Cut 2							
Cut 3							
Plate 1	P6,0x240,0-130,9 (S 355)		1			M14 8.8	4

Plate 2	P6,0x240,0-55,0 (S 355)		1			
Plate 3	P6,0x240,0-130,9 (S 355)		1		M14 8.8	4

Saldature

Tipo	Materiale	Spessore gola [mm]	Spessore gamba [mm]	Lunghezza [mm]
a T	S 355	5,0	7,1	477,7
a T	S 355	6,0	8,5	464,8

Bulloni

Nome	Lunghezza di attrito [mm]	Conteggio
M14 8.8	65	4

Impostazioni codice

Elemento	Valore	Unità	Riferimento
γ_{M2}	1,00	-	EN 1993-1-1: 6.1
γ_{M1}	1,00	-	EN 1993-1-1: 6.1
γ_{M3}	1,25	-	EN 1993-1-1: 6.1
γ_{M5}	1,25	-	EN 1993-1-8: 2.2
γ_c	1,50	-	EN 1992-1-1: 2.4.2.4
γ_{M6}	1,20	-	EN 1992-4: Table 4.1
Coefficiente unione β_j	0,67	-	EN 1993-1-8: 6.2.5
Area effettiva - influenza della dimensione della mesh	0,10	-	
Coefficiente di attrito - calcestruzzo	0,25	-	EN 1993-1-8
Coefficiente di attrito in resistenza all'attrito	0,30	-	EN 1993-1-8 scheda 3.7
Deformazione plastica limite	0,05	-	EN 1993-1-5
Dettagli costruttivi	No		
Distanza tra i bulloni [d]	2,20	-	EN 1993-1-8: scheda 3.3
Distanza tra i bulloni e il bordo [d]	1,20	-	EN 1993-1-8: scheda 3.3
Resistenza a rottura conica del calcestruzzo	Entrambi		EN 1992-4: 7.2.1.4 and 7.2.2.5
Usa il valore di α_b calcolato nella verifica a rifollamento	Si		EN 1993-1-8: scheda 3.4
Calcestruzzo fessurato	Si		EN 1992-4
Verifica di deformazione locale	No		CIDECT DG 1, 3 - 1.1
Limite di deformazione locale	0,03	-	CIDECT DG 1, 3 - 1.1
Non linearità geometrica (GMNA)	Si		Grandi deformazioni per sezioni cave
Sistema controventato	No		EN 1993-1-5: 5.2.2.5

2.3.6.CONNESSIONI ARCARECCI INTERMEDI

Dati progetto

Nome progetto	Connessione arcareccio di estremità
Numero progetto	
Data	20/03/2023
Codice di progetto	EN

Materiale

Acciaio	S 355
---------	-------

Elemento di progetto 27394 - 19080

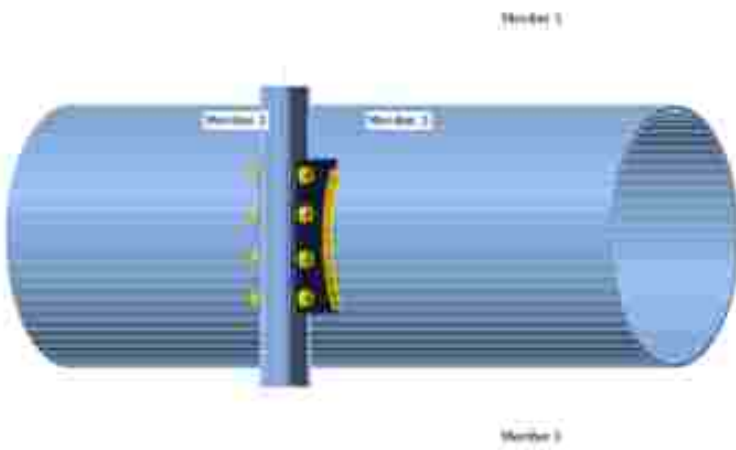
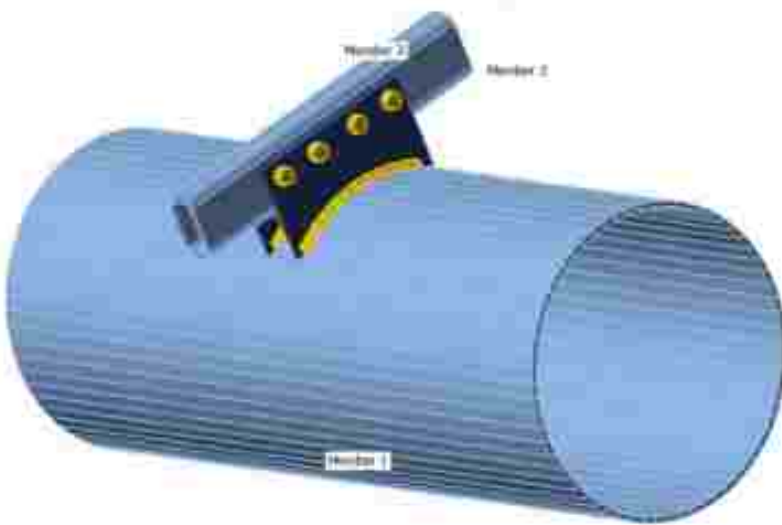
Progetto

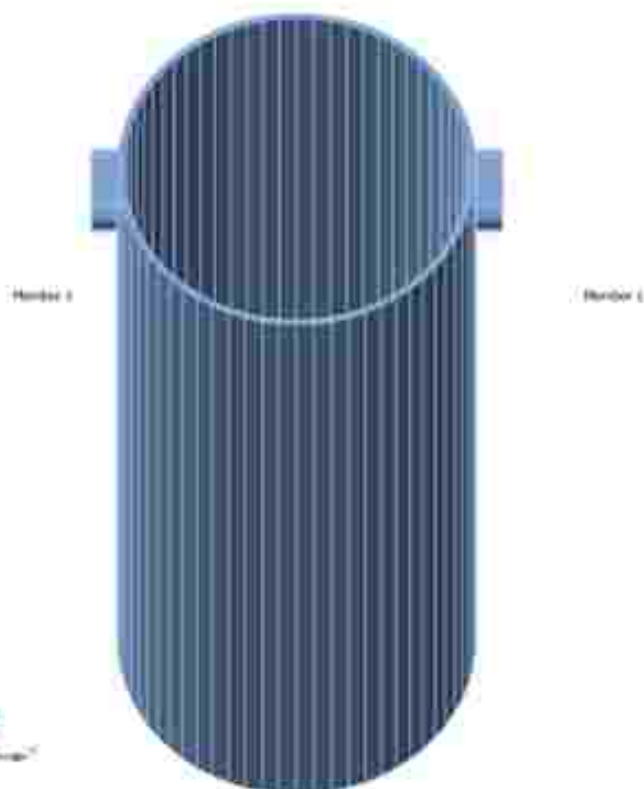
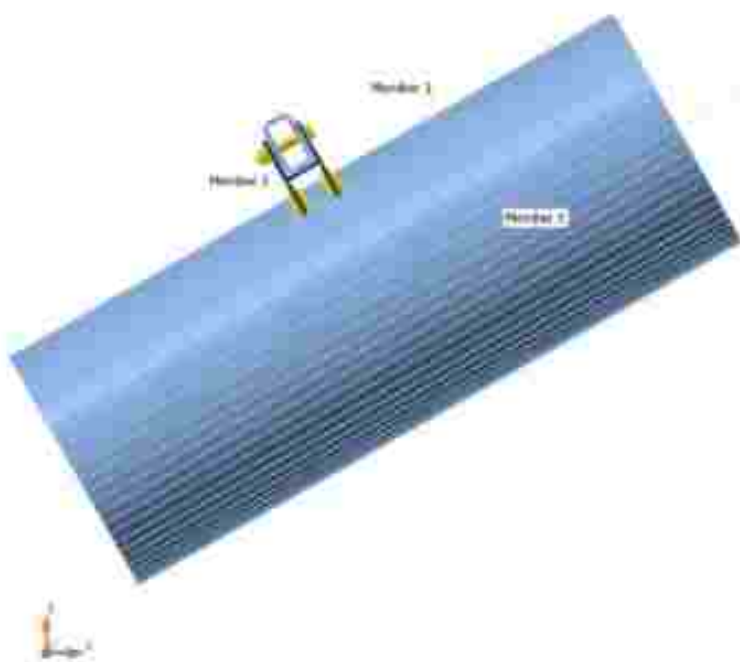
Nome	27394 - 19080
Descrizione	
Analisi	Sforzo, deformazione/ carichi in equilibrio

Membrature

Geometry

Nome	Sezione	β - Direzione [°]	γ - Pendenza [°]	α - Rotazione [°]	Offset ex [mm]	Offset ey [mm]	Offset ez [mm]	Forze in
Member 1	1 - TUBO Ø406.4X7	0,0	0,0	0,0	0	0	0	Posizione
Member 3	2 - TUBO 90x50x3 + imb. (RHS90x50)	0,0	0,0	0,0	0	1	277	Nodo

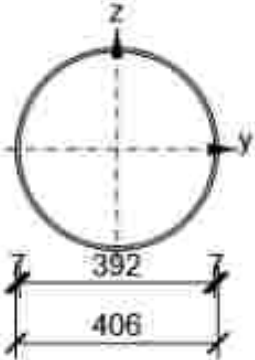
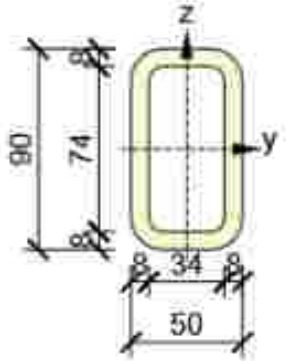




Sezioni

Nome	Materiale
1 - TUBO Ø406.4X7	S 355
2 - TUBO 90x50x3+ #mb. (RHS90x50)	S 355

Sezioni

Nome	Materiale	Disegno
1 - TUBO Ø406.4X7	S 355	
2 - TUBO 90x60x3+imb (RHS90x60)	S 355	

Bulloni

Nome	Assieme bullone	Diametro [mm]	f_u [MPa]	Superficie lorda [mm ²]
M14 8.8	M14 8.8	14	800,0	154

Effetti del carico (forze in equilibrio)

Nome	Elemento	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
SLU M max	Member 3	0,0	0,0	0,0	0,0	-9,0	3,0
	Member 3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Member 1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Member 1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Verifica

Riassunto

Nome	Valore	Stato
Analisi	100,0%	OK
Piastre	1,3 < 5,0%	OK
Bulloni	87,4 < 100%	OK
Saldature	99,7 < 100%	OK
Stabilità	Non calcolato	
GMNA	Calcolato	

Piastre

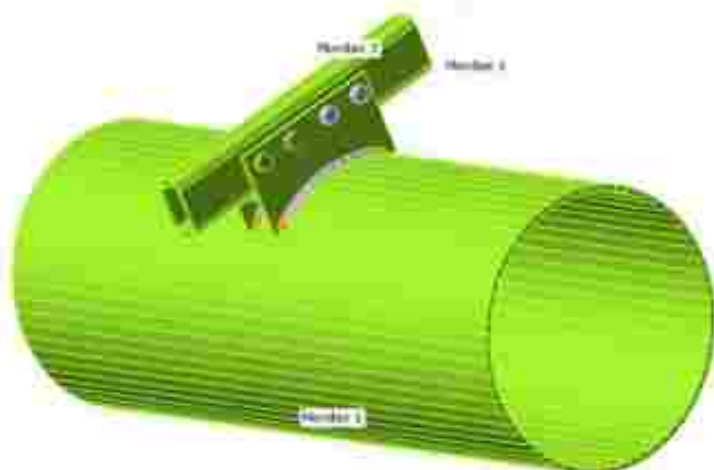
Nome	Spessore [mm]	Carichi	σ_{eq} [MPa]	ϵ_{pl} [%]	σ_{scc} [MPa]	Stato
Member 1	7.0	SLU M max	356,8	0,8	0,0	OK
Member 3	8.0	SLU M max	355,2	0,1	73,1	OK
Plate 1	6.0	SLU M max	357,8	1,3	9,6	OK
Plate 2	6.0	SLU M max	356,1	0,5	0,0	OK
Plate 3	6.0	SLU M max	355,5	0,3	32,4	OK

Dati Progetto

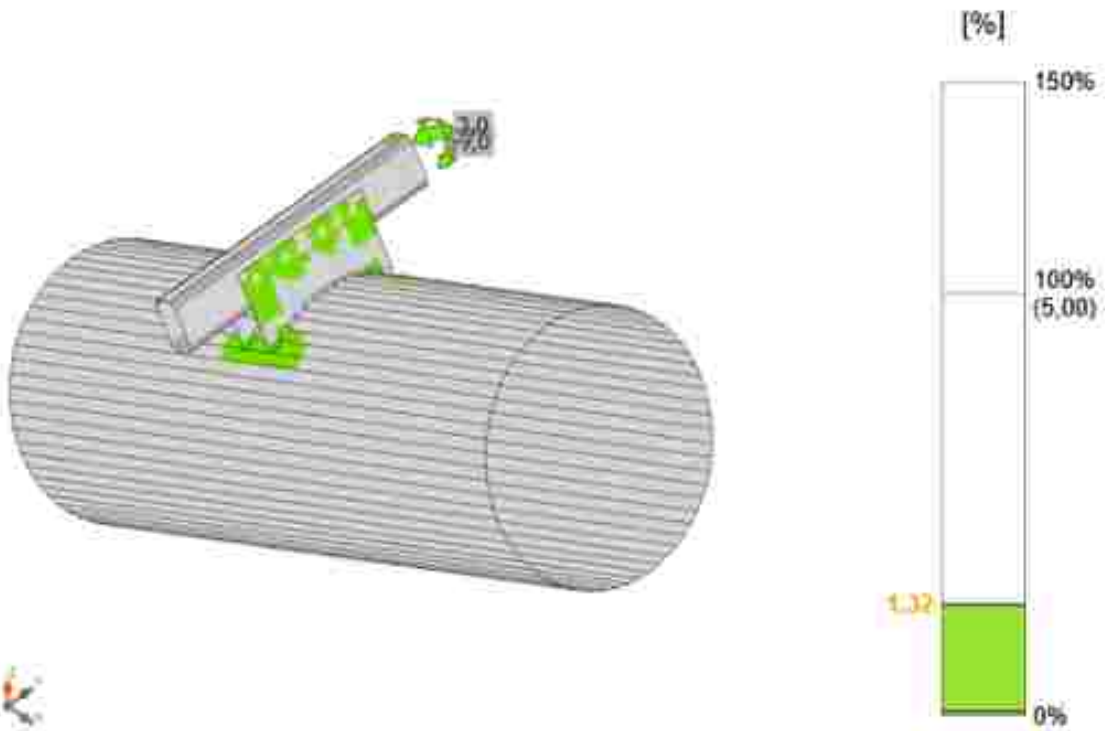
Materiale	f_y [MPa]	ϵ_{lim} [%]
S 355	355,0	6,0

Spiegazione dei simboli

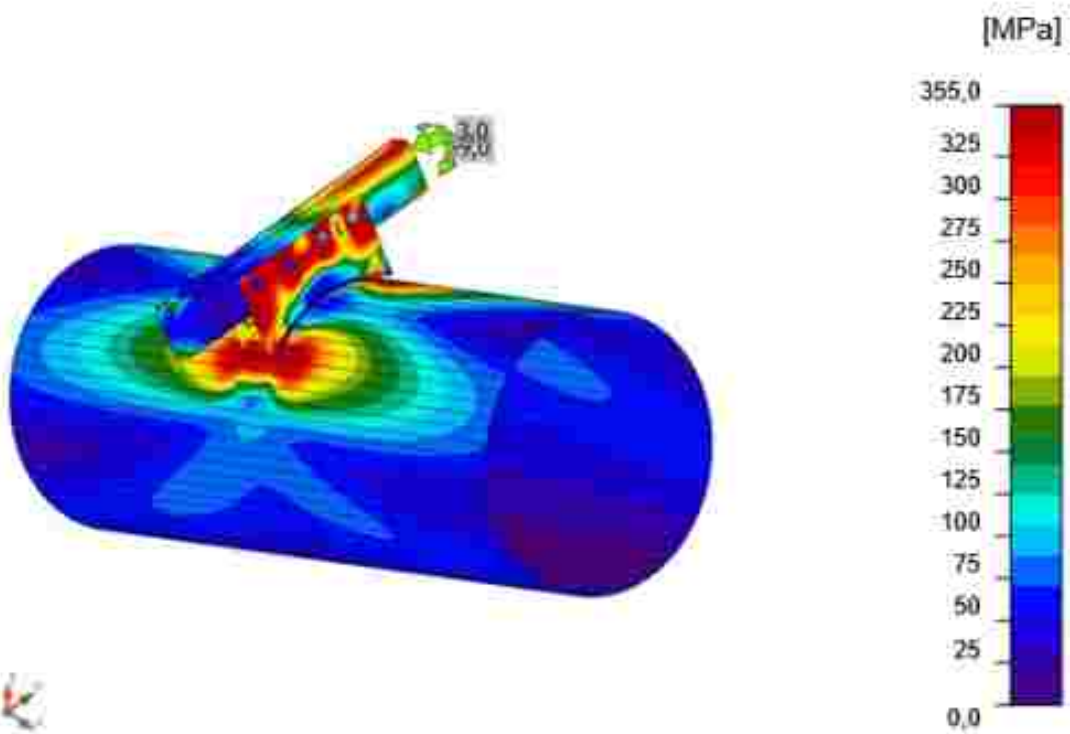
- ϵ_{pl} Deformazione
- σ_{eq} Sforzo Eq.
- σ_{scc} Tensione di contatto
- f_y Tensione di snervamento
- ϵ_{lim} Limite di deformazione plastica



Verifica globale: SLU M max

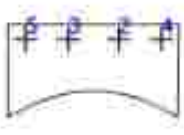


Verifica deformazione, SLU M max



Sforzo equivalente, SLU M max

Bulloni

	Nome	Carichi	$F_{t,Ed}$ [kN]	V [kN]	U_{t1} [%]	$F_{t,Rd}$ [kN]	U_{t1} [%]	U_{t2} [%]	Stato
	B2	SLU M max	4,0	25,5	6,1	30,2	71,9	47,5	OK
	B3	SLU M max	0,0	24,5	0,0	45,7	53,6	41,4	OK
	B4	SLU M max	0,0	25,2	0,0	28,8	87,4	42,6	OK
	B5	GLU M max	0,0	30,5	0,0	66,1	51,5	51,5	OK

Dati Progetto

Nome	$F_{t,Rd}$ [kN]	$B_{p,Rd}$ [kN]	$F_{v,Rd}$ [kN]
M14 8.8 - 1	66,5	98,3	59,1

Spiegazione dei simboli

- $F_{t,Rd}$ Resistenza a trazione dei bulloni EN 1993-1-8 tab. 3.4
- $F_{t,Ed}$ Forza di trazione
- $B_{p,Rd}$ Resistenza a taglio a punzonamento
- V Risultante delle forze di taglio del bullone V_y e V_z nei piani di taglio
- $F_{v,Rd}$ Resistenza a taglio dei bulloni EN 1993-1-8 tabella 3.4
- $F_{t,Rd}$ Resistenza di progetto della piastra EN 1993-1-8 tab. 3.4
- U_{t1} Utilizzo in trazione
- U_{t2} Utilizzo a taglio

Risultati dettagliati per B4

Verifica di resistenza a trazione (EN 1993-1-8 scheda 3.4)

$$F_{t,Ed} = \frac{F_t \cdot k_2 \cdot k_3}{\gamma_{M2}} = 66,5 \text{ kN} \approx F_t = 0,0 \text{ kN}$$

dove:

- $k_2 = 0,90$ – Fattore
- $f_{ub} = 800,0 \text{ MPa}$ – Resistenza ultima alla trazione del bullone
- $A_t = 115 \text{ mm}^2$ – Area soggetta alla trazione del bullone
- $\gamma_{M2} = 1,25$ – Coefficiente di sicurezza

Verifica a punzonamento (EN 1993-1-8 scheda 3.4)

$$B_{p,Ed} = \frac{0,6 \cdot d_m \cdot t_p \cdot f_u}{\gamma_{M2}} = 98,3 \text{ kN} \approx F_t = 0,0 \text{ kN}$$

dove:

- $d_m = 22 \text{ mm}$ – La media delle dimensioni dei punti sopra e la parte piatta della testa del bullone o del dado, il minore dei due
- $t_p = 6 \text{ mm}$ – Spessore
- $f_u = 490,0 \text{ MPa}$ – Resistenza Ultima
- $\gamma_{M2} = 1,25$ – Coefficiente di sicurezza

Verifica della resistenza a taglio (EN 1993-1-8 scheda 3.4)

$$F_{v,Ed} = \frac{F_v \cdot k_1 \cdot k_2}{\gamma_{M2}} = 59,1 \text{ kN} \approx F_v = 25,2 \text{ kN}$$

dove:

- $\beta_p = 1,00$ – Fattore di riduzione
- $\alpha_c = 0,60$ – Fattore di riduzione
- $f_{ub} = 800,0 \text{ MPa}$ – Resistenza ultima alla trazione del bullone
- $A = 154 \text{ mm}^2$ – Superficie lorda della sezione del bullone
- $\gamma_{M2} = 1,25$ – Coefficiente di sicurezza

Verifica della Resistenza di progetto (EN 1993-1-8 scheda 3.4)

$$F_{t,Rd} = \frac{\beta_p \alpha_c A f_{ub}}{\gamma_{M2}} = 28,8 \text{ kN} \geq T = 25,2 \text{ kN}$$

dove:

- $\lambda_1 = \min(2,8 \frac{e_2}{d_0} - 1,7, 1,4 \frac{p_2}{d_0} - 1,7, 2,5) = 2,00$ – Fattore per distanza dal bordo e spaziatura tra i bulloni perpendicolare alla direzione del trasferimento del carico
- $\alpha_b = \min(\frac{e_1}{3d_0}, \frac{p_1}{3d_0} - \frac{1}{4}, \frac{f_{ub}}{f_u}, 1) = 0,44$ – Fattore per la distanza dall'estremità e la distanza dei bulloni in direzione del trasferimento del carico
- $e_2 = 21 \text{ mm}$ – Distanza dal bordo della piastra perpendicolare alla forza di taglio
- $p_2 = \text{ mm}$ – Distanza tra i bulloni perpendicolare alla forza di taglio
- $d_0 = 18 \text{ mm}$ – Diametro del foro del bullone
- $e_1 = 21 \text{ mm}$ – Distanza dal bordo della piastra nella direzione della forza di taglio
- $p_1 = \text{ mm}$ – Distanza tra i bulloni nella direzione della forza di taglio
- $f_{ub} = 800,0 \text{ MPa}$ – Resistenza ultima alla trazione del bullone
- $f_u = 490,0 \text{ MPa}$ – Resistenza Ultima
- $d = 14 \text{ mm}$ – Diametro nominale del fissaggio
- $t = 6 \text{ mm}$ – Spessore della piastra
- $\gamma_{M2} = 1,25$ – Coefficiente di sicurezza

Interazione di trazione e taglio (EN 1993-1-8 scheda 3.4)

$$U_{int} = \frac{F_{t,Rd}}{F_{t,Rd}} + \frac{F_{v,Rd}}{1,25 F_{v,Rd}} = 42,6 \%$$

Utilizzo in trazione

$$U_T = \frac{F_{t,Rd}}{\min(F_{t,Rd}, F_{v,Rd})} = 0,0 \%$$

Utilizzo a taglio

$$U_{\perp} = \frac{F_{v,Rd}}{\min(F_{t,Rd}, F_{v,Rd})} = 87,4 \%$$

Bulloni: B2, B3, B4, B5 C'è uno spazio tra le piastre collegate. I bulloni dovrebbero essere progettati come perni. Le resistenze fornite dei bulloni nel taglio e delle piastre in bearing potrebbero non essere corrette

Saldature

Elemento	Bordo	Spess. gola [mm]	Lunghezza [mm]	Carichi	σ_{max} [MPa]	ϵ_{th} [%]	σ_{\perp} [MPa]	τ_{\parallel} [MPa]	τ_{\perp} [MPa]	UI [%]	UI _{th} [%]	Stato
Plate 2	Plate S	4,0	288	SLU M max	237,0	0,0	114,3	117,1	-25,7	54,4	28,0	OK

		↖4,0↗	239	SLU M max	194,7	0,0	117,3	34,5	-82,8	44,7	21,1	OK
Plate 1	Plate 3	↖4,0↗	239	SLU M max	261,2	0,0	192,6	54,2	-75,7	57,7	31,2	OK
		↖4,0↗	239	SLU M max	128,6	0,0	129,6	-8,3	-10,0	35,9	18,7	OK
Member 1-arc 22	Plate 1	↖6,0↗	3	SLU M max	434,0	4,1	-62,9	239,0	-65,8	99,6	99,6	OK
		↖6,0↗	3	SLU M max	434,1	4,2	-63,9	239,9	62,7	99,7	99,7	OK
Member 1-arc 21	Plate 1	↖6,0↗	20	SLU M max	299,0	0,0	121,7	-92,6	127,6	68,6	68,6	OK
		↖6,0↗	20	SLU M max	295,4	0,0	123,3	101,8	117,7	68,1	68,1	OK
Member 1-arc 20	Plate 1	↖6,0↗	20	SLU M max	149,1	0,0	35,2	68,0	48,7	34,2	34,2	OK
		↖6,0↗	20	SLU M max	144,6	0,0	62,0	-57,9	-48,8	33,2	33,2	OK
Member 1-arc 19	Plate 1	↖6,0↗	20	SLU M max	61,3	0,0	-35,2	-5,0	-28,5	14,1	14,1	OK
		↖6,0↗	20	SLU M max	27,0	0,0	-6,2	8,0	12,9	6,2	6,2	OK
Member 1-arc 18	Plate 1	↖6,0↗	20	SLU M max	36,4	0,0	-6,8	19,7	-1,8	8,1	8,1	OK
		↖6,0↗	20	SLU M max	30,1	0,0	-0,1	-15,9	7,1	6,9	6,9	OK
Member 1-arc 17	Plate 1	↖6,0↗	20	SLU M max	22,4	0,0	-10,8	5,3	-10,0	5,1	5,1	OK
		↖6,0↗	20	SLU M max	14,3	0,0	-3,8	-6,6	4,5	3,3	3,3	OK
Member 1-arc 16	Plate 1	↖6,0↗	20	SLU M max	14,0	0,0	9,1	5,6	2,6	3,2	3,2	OK
		↖6,0↗	20	SLU M max	24,6	0,0	-15,5	-6,3	9,0	5,6	5,6	OK
Member 1-arc 15	Plate 1	↖6,0↗	20	SLU M max	10,2	0,0	7,2	3,0	-3,0	2,3	2,3	OK
		↖6,0↗	20	SLU M max	12,3	0,0	-11,8	1,2	1,7	3,3	2,8	OK
Member 1-arc 14	Plate 1	↖6,0↗	20	SLU M max	38,0	0,0	30,4	4,8	12,3	8,7	8,7	OK
		↖6,0↗	20	SLU M max	33,6	0,0	-28,2	-2,9	10,1	8,0	7,7	OK
Member 1-arc 13	Plate 1	↖6,0↗	20	SLU M max	15,1	0,0	12,8	-2,4	-3,9	3,6	3,5	OK
		↖6,0↗	20	SLU M max	46,3	0,0	-31,5	12,8	14,8	10,6	10,6	OK
Member 1-arc 12	Plate 1	↖6,0↗	20	SLU M max	37,8	0,0	18,6	18,3	5,2	8,7	8,7	OK
		↖6,0↗	20	SLU M max	62,7	0,0	-34,2	-10,1	20,8	12,1	12,1	OK
Member 1-arc 11	Plate 1	↖6,0↗	13	SLU M max	430,1	1,9	156,3	173,1	153,4	98,7	98,7	OK
		↖6,0↗	13	SLU M max	429,7	1,6	144,1	185,6	142,0	98,7	98,7	OK
Member 1-arc 22	Plate 2	↖6,0↗	3	SLU M max	431,3	2,6	-96,8	230,1	-77,2	99,0	99,0	OK
		↖6,0↗	3	SLU M max	430,7	2,2	-17,5	244,9	41,6	98,9	98,9	OK

Member 1- arc 21	Plate 2	↖ 6,0 ↗	20	SLU M max	200,8	0,0	127,5	-30,7	-84,2	46,1	46,1	OK
		↖ 6,0 ↗	20	SLU M max	64,6	0,0	28,2	22,3	15,3	12,5	12,5	OK
Member 1- arc 20	Plate 2	↖ 6,0 ↗	20	SLU M max	111,3	0,0	39,7	36,2	47,9	25,5	25,5	OK
		↖ 6,0 ↗	20	SLU M max	137,8	0,0	88,9	-32,6	-60,7	31,6	31,6	OK
Member 1- arc 19	Plate 2	↖ 6,0 ↗	20	SLU M max	49,1	0,0	-39,1	11,5	-12,7	11,3	11,3	OK
		↖ 6,0 ↗	20	SLU M max	69,2	0,0	45,9	-9,0	-19,5	13,6	13,6	OK
Member 1- arc 18	Plate 2	↖ 6,0 ↗	20	SLU M max	49,3	0,0	18,7	20,3	16,8	11,3	11,3	OK
		↖ 6,0 ↗	20	SLU M max	24,8	0,0	-0,2	-14,2	-1,6	5,7	5,7	OK
Member 1- arc 17	Plate 2	↖ 6,0 ↗	20	SLU M max	24,5	0,0	-10,5	12,7	-1,8	5,6	5,6	OK
		↖ 6,0 ↗	20	SLU M max	22,3	0,0	13,8	-8,7	-5,2	5,1	5,1	OK
Member 1- arc 16	Plate 2	↖ 6,0 ↗	20	SLU M max	29,4	0,0	16,1	12,4	7,7	6,7	6,7	OK
		↖ 6,0 ↗	20	SLU M max	27,2	0,0	-15,9	-9,6	8,5	6,3	6,3	OK
Member 1- arc 15	Plate 2	↖ 6,0 ↗	20	SLU M max	10,3	0,0	-3,1	5,0	-2,7	2,4	2,4	OK
		↖ 6,0 ↗	20	SLU M max	7,2	0,0	-3,0	-1,8	3,3	1,7	1,7	OK
Member 1- arc 14	Plate 2	↖ 6,0 ↗	20	SLU M max	18,2	0,0	13,6	6,1	3,4	4,2	4,2	OK
		↖ 6,0 ↗	20	SLU M max	62,9	0,0	-32,0	-10,7	21,8	12,1	12,1	OK
Member 1- arc 13	Plate 2	↖ 6,0 ↗	20	SLU M max	33,2	0,0	7,3	-18,6	1,7	7,6	7,6	OK
		↖ 6,0 ↗	20	SLU M max	41,7	0,0	-21,7	12,8	18,2	9,6	9,6	OK
Member 1- arc 12	Plate 2	↖ 6,0 ↗	20	SLU M max	122,9	0,0	-34,2	49,4	-46,9	28,2	28,2	OK
		↖ 6,0 ↗	20	SLU M max	209,6	0,0	-98,3	-63,9	85,7	48,1	48,1	OK
Member 1- arc 11	Plate 2	↖ 6,0 ↗	13	SLU M max	427,2	0,2	162,1	166,0	156,6	98,1	98,1	OK
		↖ 6,0 ↗	13	SLU M max	426,9	0,1	139,1	181,4	146,3	98,0	98,0	OK

Dati Progetto

	β_w [-]	$\sigma_{w,eq}$ [MPa]	$0,9 \sigma$ [MPa]
S 355	0,90	436,6	352,8

Spiegazione dei simboli

- ↖ Saldatura riempita
- ϵ_w Deformazione
- $\sigma_{w,eq}$ Sforzo equivalente

- σ_{sald} Resistenza sforzo equivalente
- σ_{\perp} Tensione perpendicolare
- $\tau_{||}$ Sforzo di taglio parallelo all'asse della saldatura
- τ_{\perp} Sforzo di taglio perpendicolare all'asse della saldatura
- $0,9 \sigma$ Resistenza allo sforzo perpendicolare - $0,9 \cdot f_u / \gamma_{M2}$
- β_w Fattore di Correlazione EN 1993-1-8 tab. 4.1
- Ut Utilizzo
- Utc Utilizzo della capacità della saldatura

Risultati dettagliati per Member 1-arc 22 Plate 1

Verifica della resistenza della saldatura (EN 1993-1-8-4.5.3.2)

$$\sigma_{sald} = f_u / (\beta_w \gamma_{M2}) = 435,6 \text{ MPa} \geq \sigma_{sald} = [\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2)]^{0,5} = 434,1 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{\perp sald} = 0,9 f_u / \gamma_{M2} = 352,8 \text{ MPa} \geq |\sigma_{\perp}| = 63,9 \text{ MPa}$$

dove:

$$f_u = 490,0 \text{ MPa} \quad - \text{ Resistenza Ultima}$$

$$\beta_w = 0,90 \quad - \text{ fattore di correlazione appropriato tratto dalla Tabella 4.1}$$




$$\gamma_{M2} = 1,25 \quad - \text{ Coefficiente di sicurezza}$$

Utilizzo tensione

$$U_t = \max\left(\frac{\sigma_{sald}}{f_u}; \frac{|\sigma_{\perp}|}{\sigma_{\perp sald}}\right) = 99,7 \%$$

Distinta dei materiali

Operazioni di produzione

Nome	Piastre [mm]	Forma	N.	Saldature [mm]	Lunghezza [mm]	Bulloni	N.
Plate 1	P6,0x240,0-129,8 (S 355)		1			M14 8.8	4
Plate 2	P6,0x240,0-129,8 (S 355)		1			M14 8.8	4
Plate 3	P6,0x240,0-55,0 (S 355)		1				

Saldature

Tipo	Materiale	Spessore gola	Spessore gamba	Lunghezza
------	-----------	---------------	----------------	-----------

		[mm]	[mm]	[mm]
a T	S 355	4,0	6,7	477,7
a T	S 355	6,0	8,6	423,2

Bulloni

Nome	Lunghezza di attrito [mm]	Conteggio
M14 8.8	65	4

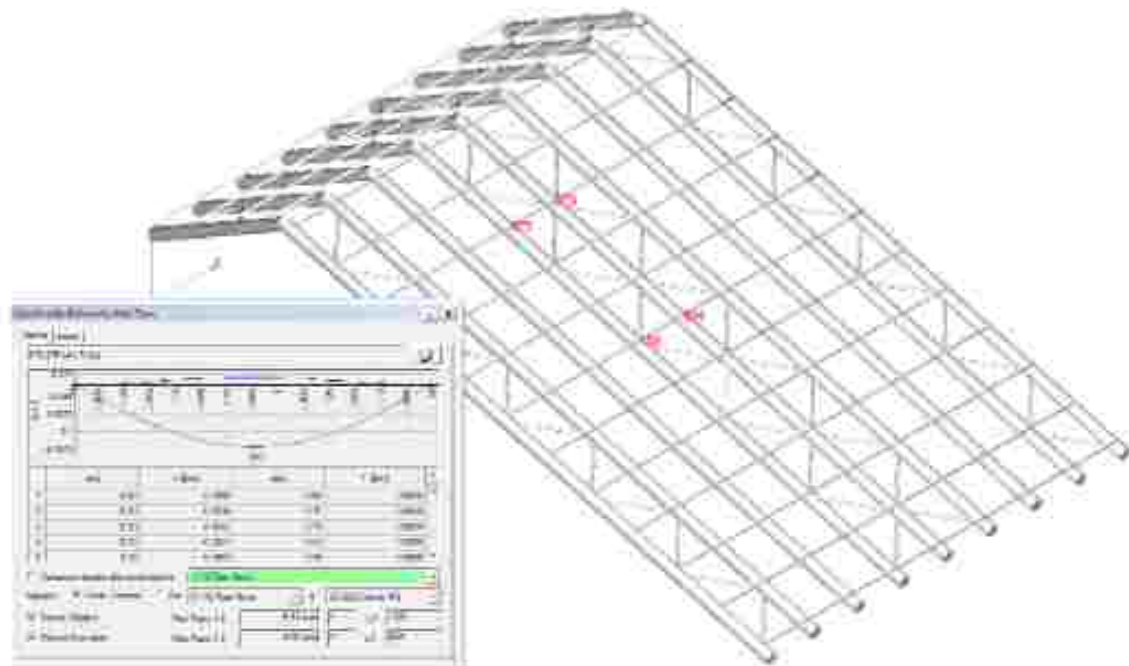
Impostazioni codice

Elemento	Valore	Unità	Riferimento
γ_{ie}	1,00	-	EN 1993-1-1: 6.1
γ_{in}	1,00	-	EN 1993-1-1: 6.1
γ_{ia}	1,25	-	EN 1993-1-1: 6.1
γ_{is}	1,25	-	EN 1993-1-8: 2.2
γ_c	1,50	-	EN 1992-1-1: 2.4.2.4
γ_{ms}	1,20	-	EN 1992-4: Table 4.1
Coefficiente unione β	0,67	-	EN 1993-1-8: 6.2.5
Area effettiva - influenza della dimensione della mesh	0,10	-	
Coefficiente di attrito - calcestruzzo	0,25	-	EN 1993-1-8
Coefficiente di attrito in resistenza all'attrito	0,30	-	EN 1993-1-8 scheda 3.7
Deformazione plastica limite	0,05	-	EN 1993-1-5
Dettagli costruttivi	No		
Distanza tra i bulloni [d]	2,20	-	EN 1993-1-8: scheda 3.9
Distanza tra i bulloni e il bordo [d]	1,20	-	EN 1993-1-8: scheda 3.9
Resistenza a rottura conica del calcestruzzo	Entrambi		EN 1992-4: 7.2.1.4 and 7.2.2.6
Usa il valore di α_b calcolato nella verifica a rifollamento	Si		EN 1993-1-8: scheda 3.4
Calcestruzzo fessurato	Si		EN 1992-4
Verifica di deformazione locale	No		CIDECT DG 1, 3 - 1.1
Limite di deformazione locale	0,03	-	CIDECT DG 1, 3 - 1.1
Non linearità geometrica (GMNA)	Si		Grandi deformazioni per sezioni cave
Sistema controventato	No		EN 1993-1-8: 5.2.2.5

combinazioni di carico:

Combinazione	Carico	Carico	Carico	Carico	Carico	Carico	Carico	Carico	Carico	Carico	Carico	Carico	Carico	Carico	Carico	Carico	Carico	Carico
1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
2	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
3	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
4	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
5	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
6	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
7	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
8	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
9	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
10	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
11	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
12	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
13	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
14	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
15	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
16	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
17	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
18	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
19	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
20	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
21	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
22	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
23	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
24	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
25	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
26	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
27	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
28	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
29	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
30	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
31	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
32	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
33	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
34	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
35	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
36	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
37	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
38	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
39	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
40	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
41	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
42	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
43	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
44	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
45	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
46	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
47	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
48	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
49	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
50	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0

Si rappresenta la massima deformata relativa alla situazione determinata dai soli carichi accidentali:



- Freccia massima (deformazione relativa) 0.13 cm
- Luce tratto con massima deformabilità = 1.73m
- Freccia di calcolo: $52 = 0.13\text{cm}$
- Freccia massima ammissibile: $L/300 = 0.58\text{cm}$

2.5 VERIFICA ELEMENTI DI COPERTURA

Per quanto concerne i pannelli di copertura si utilizzeranno pannelli in grado di sopportare sovraccarichi pari ad almeno 2.00 KN/m² (compreso il peso proprio dagli elementi di copertura), su interassi pari a 1.73m.

SOVRACCARICHI - INTERASSI

CATEGORIA PROTEZIONE SICUREZZA	LAMELLE IN ACCIAIO S235 - Aggregato 120 mm									LAMELLE IN ACCIAIO S235 - Aggregato 120 mm								
	SEZIONATA 80x80x4x4 IN F200237 mm									SEZIONATA 80x80x4x4 IN F200237 mm								
	02	40	50	60	80	90	100	110	120	02	40	50	60	80	90	100	110	120
kg/m ²	SOTTILEZZA MAX mm																	
40	200	240	210	240	290	440	470	500	200	220	260	470	500	530	570	610	650	
100	220	260	230	260	310	460	490	520	220	240	280	490	520	550	590	630	670	
120	230	270	240	270	320	470	500	530	230	250	290	500	530	560	600	640	680	
140	240	280	250	280	330	480	510	540	240	260	300	510	540	570	610	650	690	
160	250	290	260	290	340	490	520	550	250	270	310	520	550	580	620	660	700	
180	260	300	270	300	350	500	530	560	260	280	320	530	560	590	630	670	710	
200	270	310	280	310	360	510	540	570	270	290	330	540	570	600	640	680	720	
220	280	320	290	320	370	520	550	580	280	300	340	550	580	610	650	690	730	
250	290	330	300	330	380	530	560	590	290	310	350	560	590	620	660	700	740	

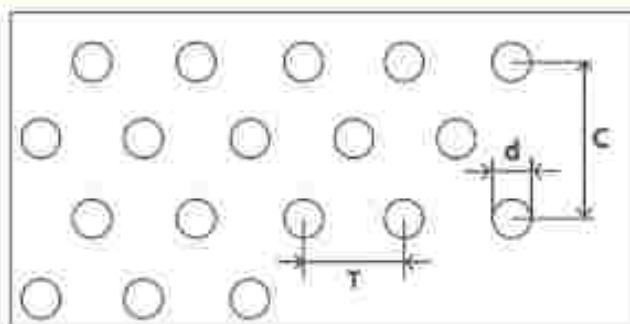
Modena, 08 Maggio 2023

Il Progettista:
Ing. Fabio Ferrini

LAMIERE PERFORATE

PERFORATED SHEETS
TOLES PERFOREES

FORI TONDI [R] ALTERNATI A 60° [T]



DETTAGLI TECNICI

DISPOSIZIONE ALTERNATA A 60°

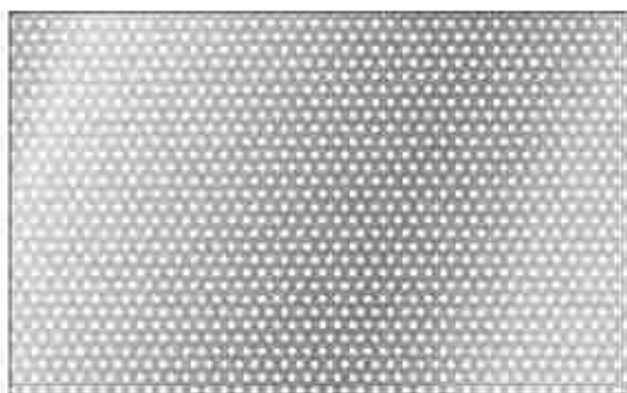
d = diametro foro

T = passo

c = distanza laterale = $T \times 1,73$

% vuoto su pieno = $90,7 \times d^2 / T^2$

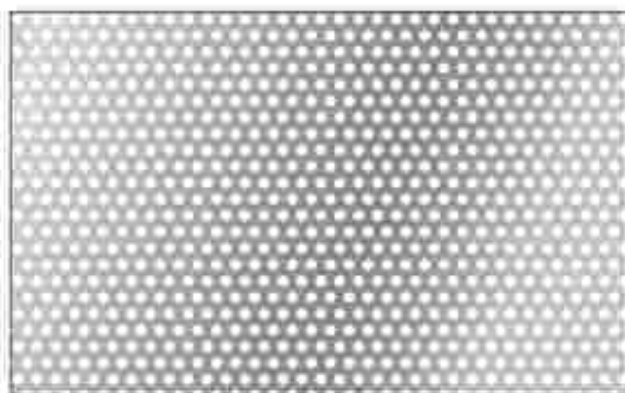
Numero fori per dm^2 = $1,15 \times 10.000 / T^2$



R 1

T 2

VP 22,7%



R 1,5

T 2,5

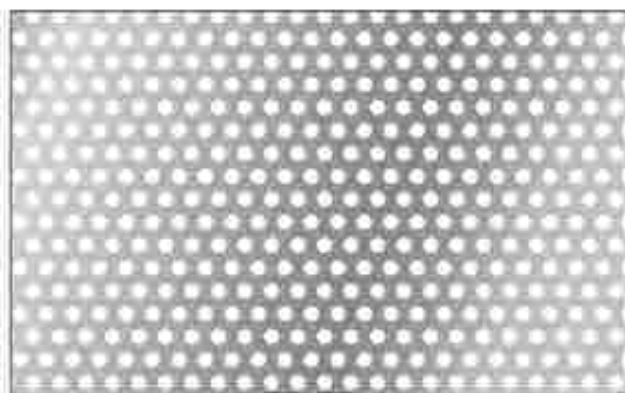
VP 32,7%



R 1,5

T 3

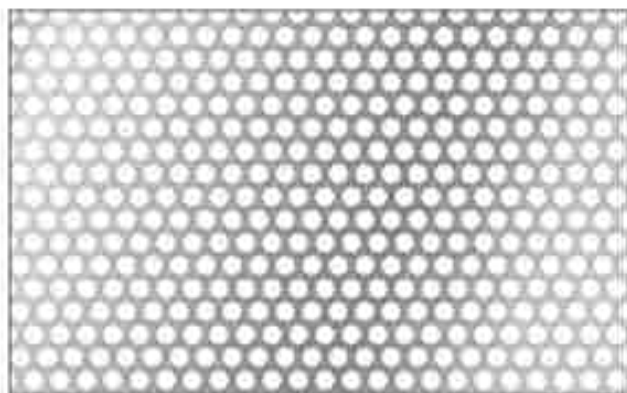
VP 22,7%



R 2

T 3,5

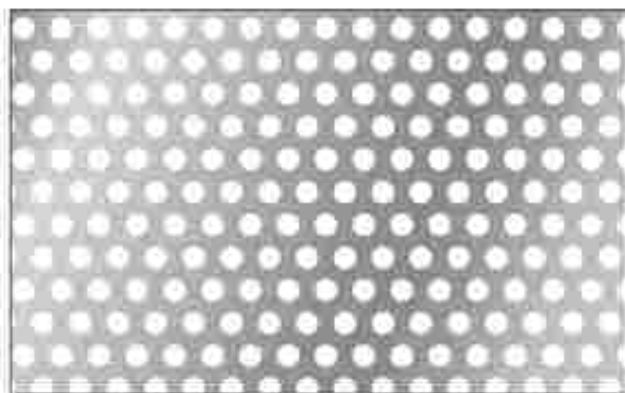
VP 29,6%



R 2,5

T 3,5

VP 46,3%



R 3

T 5

VP 32,5%

STAGGERED HOLES [R] AT 60° [T]
TROUS RONDS [R] EN QUINCONCE A 60° [T]

TECHNICAL DETAILS

STAGGERED HOLES AT 60°

d = diameter of the hole

T = pitch

c = side distance = $T \times 1,73$

% empty on full = $90,7 \times d^2 / T^2$

Number of holes per dm^2 = $1,15 \times 10.000 / T^2$

DETAILS TECHNIQUES

DISPOSITION ALTERNÉE A 60°

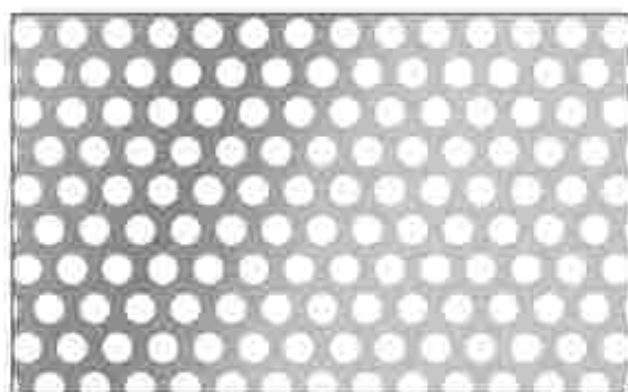
d = diamètre trou

T = pas

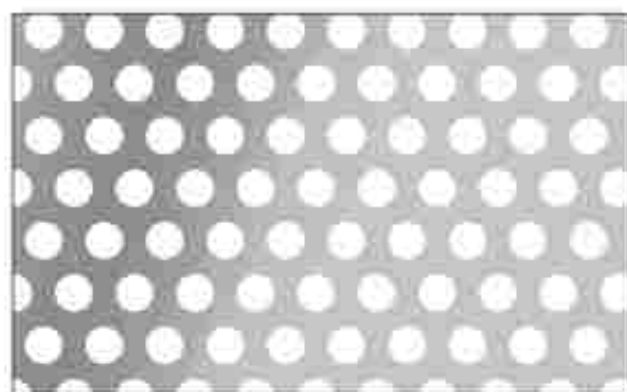
c = distance latérale = $T \times 1,73$

% vide sur plein = $90,7 \times d^2 / T^2$

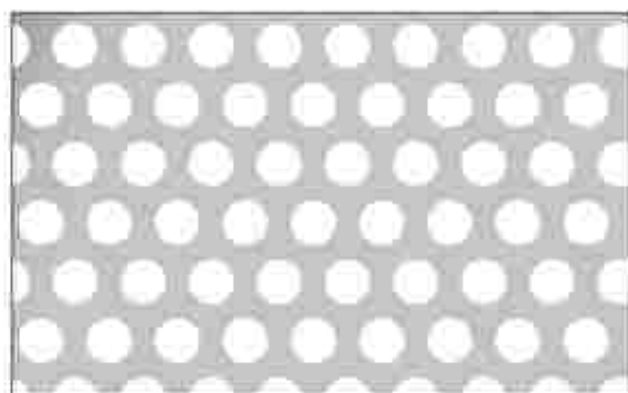
nombre de trous par dm^2 = $1,15 \times 10.000 / T^2$



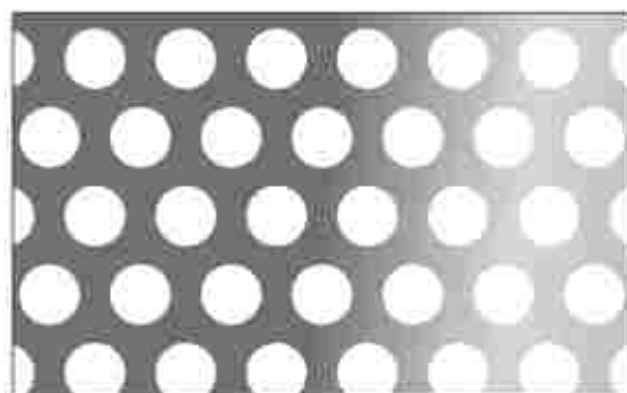
R 4 T 6 VP 40,3%



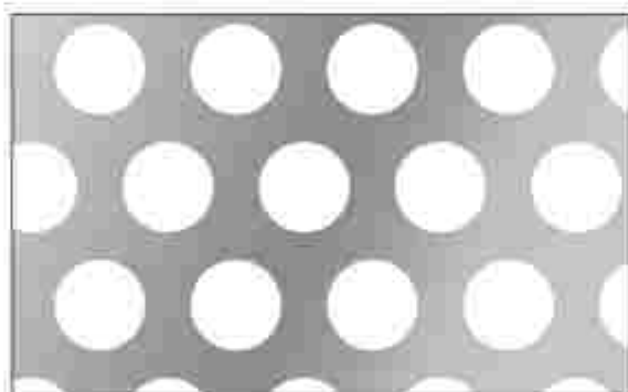
R 5 T 8 VP 35,0%



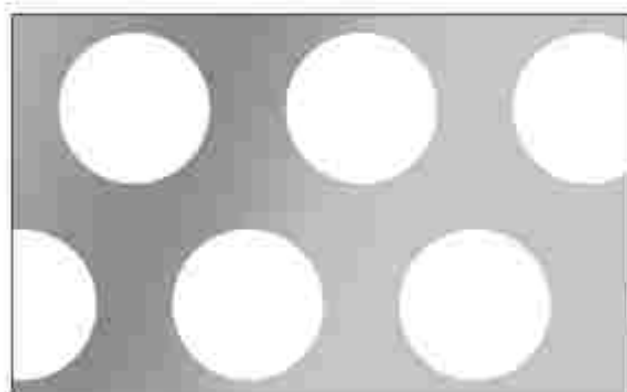
R 6 T 9 VP 40,3%



R 8 T 12 VP 40,3%



R 12 T 18 VP 40,3%



R 20 T 30 VP 40,3%

LAMIERE PERFORATE

PERFORATED SHEETS
TOLES PERFOREES

FORI TONDI [R]

ALTERNATI A 60° [T]

Ø foro Ø hole Ø trou	Distanza centro T Centre distance T Distance centre T	Distanza laterale C Lateral distance C Distance laterale C	N. Fori No. Holes N. Troux	Percentuale vuota Percentage empty Pourcentage vide
R 0,4	1,25	2,2	7360	10,2
	1,5	2,6	5100	7,1
R 0,5	1,25	2,2	7360	14,4
	1,5	2,6	5100	10
R 0,6	1,25	2,2	7360	20,8
	1,5	2,6	5100	14,5
R 0,7	1,25	2,2	7360	28,2
	1,5	2,6	5100	19,5
R 0,8	1,5	2,6	5100	26
	1,8	3,2	3550	17,7
	2	3,5	2880	14,5
R 1	2	3,5	2880	22,7
	2,25	3,9	2880	17,8
	2,5	4,3	1840	14,5
	3	5,2	1280	10
	4	7	720	5,6
	5	8,7	460	3,6
R 1,25	2,5	4,3	1840	22,7
	3	5,2	1280	15,6
R 1,5	2,5	4,3	1840	32,7
	2,75	4,8	1530	26,7
	3	5,2	1280	22,7
	3,5	6	940	16,5
	4	7	720	12,8
R 1,75	3	5,2	1280	31
	3,5	6	940	22,5
	4	7	720	17,4
R 2	3	5,2	1280	39
	3,5	6,06	938	29,62
	3,75	6,5	820	25,75
	4	7	720	22,7
	4,5	7,8	570	17,7
	5	8,7	460	14,4
	6	10,4	320	10
	8	13,8	180	5,7
	10	17,3	115	3,6
	12	20,7	80	2,5

**STAGGERED HOLES [R] AT 60° [T]
TROUS RONDS [R] EN QUINCONCE A 60° [T]**

Ø foro Ø hole Ø trou	Distanza centro T Centre distance T Distance centre T	Distanza laterale C Lateral distance C Distance laterale C	N. Fori No. Holes N. Trous	Percentuale vuoto Percentage empty Pourcentage vide
R 2,5	3,5	6	940	46
	4	7	720	35
	4,5	7,8	570	28
	5	8,7	460	22,5
	6	10,4	320	16
	7	12,1	235	10
	8	13,8	180	8
R 2,75	4	7	720	43
	4,5	7,8	570	33,6
	4,75	8,2	510	30
R 3	4	7	720	51
	4,5	7,8	570	40
	5	8,7	460	32,5
	5,5	9,5	380	27
	6	10,4	320	22,5
	6,5	11,2	272	19
	7	12,1	235	16,5
	8	13,8	180	13
	10	17,3	115	8
	15	26	51	3,6
R 3,5	4,5	7,8	570	55
	5	8,7	460	44
	6	10,4	320	31
	7	12,1	235	22,5
	8	13,8	180	17,2
R 3,75	5,6	9,7	368	40
	7,5	13	205	22,5
R 4	5	8,7	460	58
	5,5	9,5	380	48
	6	10,4	320	40
	6,5	11,2	272	34
	7	12,1	235	29,5
	8	13,8	180	22,5
	9	16	142	18
	10	17,3	115	14,4
	15	26	51	6,5
20	34,6	29	3,6	

LAMIERE PERFORATE

PERFORATED SHEETS
TOLES PERFOREES

FORI TONDI [R]

ALTERNATI A 60° [T]

\varnothing foro \varnothing hole \varnothing trou	Distanza centro T Centre distance T Distance centre T	Distanza laterale C Lateral distance C Distance laterale C	N. Fori No. Holes N. Trous	Percentuale vuoto Percentage empty Pourcentage vide
R 4,5	6	10,4	320	51
	7	12,1	235	37,5
	8	13,8	180	28,5
	9	16	142	22,5
	10	17,3	115	18,2
	12	20,8	80	12,6
R 5	6	10,4	320	63
	6,5	11,2	272	53,2
	7	12,1	235	46
	8	13,8	180	35
	9	16	142	28
	10	17,3	115	22,5
	12	20,8	80	15,6
	15	26	51	10
R 6	7,5	13	205	58
	8	13,8	180	51
	9	15,6	142	40
	10	17,3	115	33
	11	19	95	27
	12	20,8	80	22,5
	20	34,6	29	8
R 6,5	9	16	142	47
	10	17,3	115	38
R 7	9	16	142	55
	10	17,3	115	44
	11	19	95	36,4
	12	20,8	80	31
	13	22,5	68	26
R 8	10	17,3	115	58
	11	19	95	48
	12	20,8	80	40
	13	22,5	68	34
	14	24,2	58	29,5
	15	26	51	26
	20	34,6	29	14,5
	25	43,2	48	9,2

STAGGERED HOLES [R] AT 60° [T]
TROUS RONDS [R] EN QUINCONCE A 60° [T]

Ø foro Ø hole Ø trou	Distanza centro T Centre distance T Distance centre T	Distanza laterale C Lateral distance C Distance latérale C	N. Fori No. Holes N. Trous	Percentuale vuoto Percentage empty Pourcentage vide
R 9	11	19	95	60
	12	20,8	80	51
	14	24,2	58	37
R 10	12	20,8	80	62,4
	13	22,5	68	53
	14	24,2	58	46
	15	26	51	40
	16	27,7	45	35
	18	31,6	35	27,8
	20	34,6	29	22,5
	25	43,2	18	14,4
	30	52	13	10
R 11	13	22,5	68	64,4
	15	26	51	58
	17	29,4	40	38
	18	31,2	35	34
R 12	14	24,2	58	66
	15	26	51	58
	16	27,7	45	51
	18	31,2	35	40
	20	34,6	29	32,5
	22	38	23	26,7
R 13	15	26	51	68
	17	29,4	40	53
	18	31,2	35	47
	19	32,8	32	42
	20	34,6	29	38
	21	36,4	26	34,4
R 14	16,8	29	42	62,4
	18	31,2	35	55
	19	32,8	32	48,8
	20	34,6	29	44
	25	43,2	18	28
	28	48,5	14,5	22,5

LAMIERE PERFORATE

PERFORATED SHEETS
TOLES PERFOREES

FORI TONDI [R]

ALTERNATI A 60° [T]

Ø foro Ø hole Ø trou	Distanza centro T Centre distance T Distance centre T	Distanza laterale C Lateral distance C Distance laterale C	N. Fori No. Holes N. Trous	Percentuale vuoto Percentage empty Pourcentage vide
R 15	18	31,2	35	63
	20	34,6	29	51
	22	38	23	42
	25	43,2	18	32,5
	30	52	12,7	22,5
	40	69,2	7	12,6
R 16	18	31,2	35	71
	20	34,6	29	58
	22	38	23	47,6
	25	43,2	18	36,8
R 18	20	34,6	29	73
	24	41,5	20	51
	25	43,2	18	47
	26	45	17	43
	28	48,5	14,5	37
	30	52	12,7	32,4
	35	60	9	24
R 19	25	43,2	18	52
	26	46	17	48
R 20	24	41,5	20	62,4
	25	43,2	18	57,6
	26	45	17	53,2
	28	48,5	14,7	46
	30	52	12,7	40
	40	69,2	7	22,5
R 22	25	43,2	18	69,6
	28	48,5	14,7	55,5
	30	52	12,7	48,3
R 24	30	52	12,7	57,6
	32	55,4	11,3	50,6
	35	60,6	9	42,3
R 25	30	52	12,7	62,4
	35	60,6	9	46
	40	69,2	7	35
	50	86,5	4,6	22,5

Misure espresse in mm - Dimensions in mm - Dimensions exprimées en mm

STAGGERED HOLES [R] AT 60° [T]
 TROUS RONDS [R] EN QUINCONCE A 60° [T]

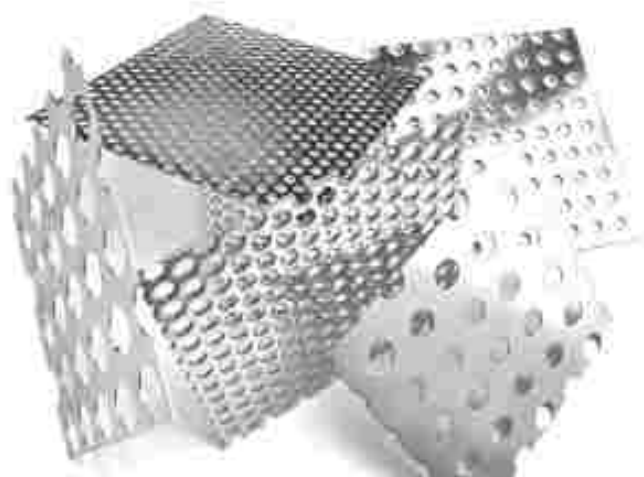
Ø foro Ø hole Ø trou	Distanza centro T Centre distance T Distance centre T	Distanza laterale C Lateral distance C Distance latérale C	N. Fori No. Holes N. Trous	Percentuale vuoto Percentage empty Pourcentage vide
R 26	34	58,8	10	52,6
	40	69,2	7	38
R 28	36	62,3	8,8	54,5
	40	69,2	7	44
R 30	40	69,2	7	50,6
	45	77,8	5	40
	50	86,5	4,6	32,6
	60	103,8	3	16
R 35	50	86,5	4,6	44
	55	95,2	3,8	36,4
	60	103,8	3	30,6
R 40	60	103,8	3	40
	70	121	2,3	29,3
R 45	65	112,4	2,7	43
	75	132	2	32,4
R 50	70	121	2,3	46
	80	138,4	1,8	35
R 60	vari	vari	vari	vari
R 80	vari	vari	vari	vari
R 100	vari	vari	vari	vari
R 120	vari	vari	vari	vari

Misure espresse in mm - Dimensions in mm - Dimensions exprimées en mm

Ci prendiamo cura di Voi

We take care of you

Nous nous prenons soin de vous



CONTATTACI

CONTACT US - CONTACTEZ-NOUS

Non esitate a contattare i nostri tecnici che vi daranno qualsiasi informazione:
vendite@actisfurio.com

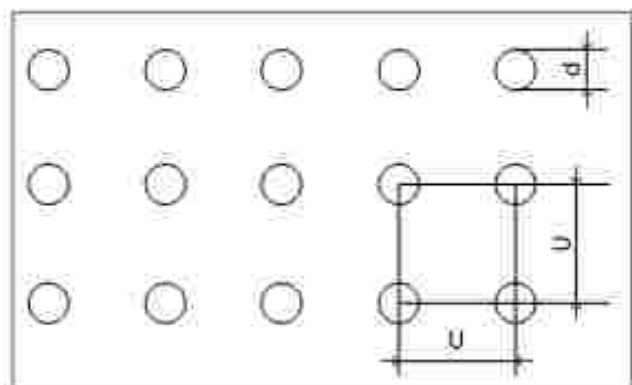
Do not hesitate to contact our technicians who will provide you any information:
sales@actisfurio.com

N'hésitez pas à contacter nos techniciens pour tout renseignement:
sales@actisfurio.com

LAMIERE PERFORATE

PERFORATED SHEETS
TOILES PERFOREES

FORI TONDI [R] PARI A 90° [U]



DETTAGLI TECNICI

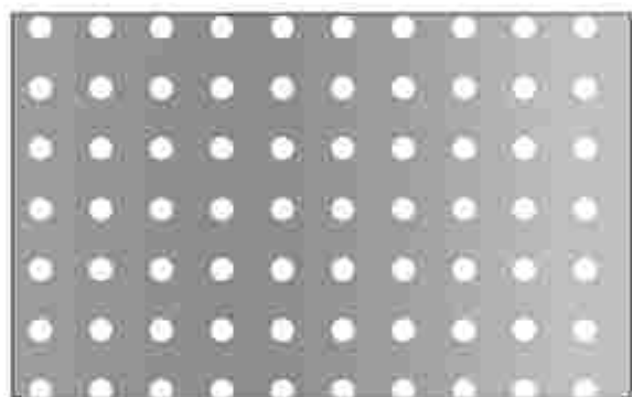
DISPOSIZIONE PARI A 90°

d = diametro foro

U = passo verticale, passo orizzontale

% vuoto su pieno = $78,5 \times d^2 / U^2$

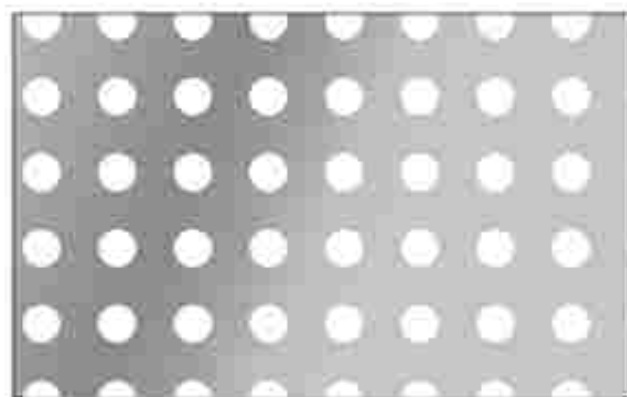
numero fori per $dm^2 = 10.000 / U^2$



R 3

U 8

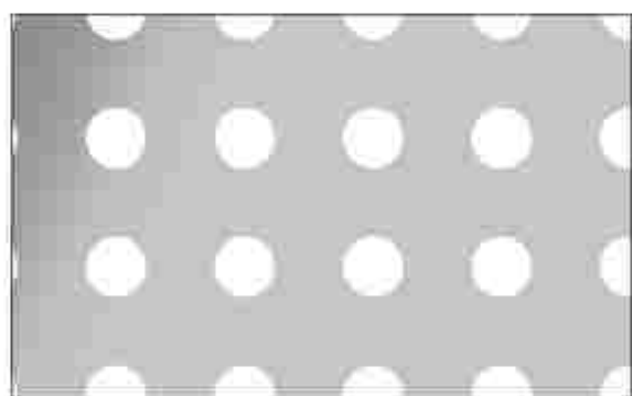
VP 11,0%



R 5

U 10

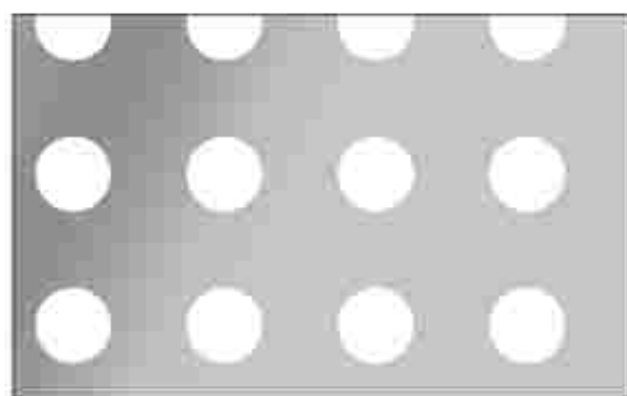
VP 19,5%



R 8

U 17

VP 17,4%



R 10

U 20

VP 19,5%

EVEN ROUND HOLES [R] AT 90° [U]

TROUS RONDS [R] DISPOSITION EN LIGNE A 90° [U]

TECHNICAL DETAILS

EVEN DISPOSITION AT 90°

d = diameter of the hole

U = vertical pitch, horizontal pitch

% empty on full = $78,5 \times d^2 / U^2$

Number of holes per dm^2 = $10.000 / U^2$

DETAILS TECHNIQUES

DISPOSITION EN LIGNE A 90°

d = diamètre trou

U = pas vertical, pas horizontal

% vide sur plein = $78,5 \times d^2 / U^2$

nombre de trous par dm^2 = $10.000 / U^2$

Ø foro Ø hole Ø trou	Distanza centro U Centre distance U Distance centre U	Distanza laterale U Lateral distance U Distance latérale U	N. Fori No. Holes N. Trous	Percentuale vuoto Percentage empty Pourcentage vide
R 1	3	3	1111	8,6
	4	4	625	4,8
	5	5	400	3,1
	10	10	100	7,8
R 1,5	3	3	1111	19
	5	5	400	7
R 2	4	4	625	19,5
	5	5	400	12,5
	10	10	1000	3,1
	15	15	445	1,4
R 2,5	5	5	400	19,5
	10	10	100	4,8
	15	15	44,5	2,1
R 3	6	6	167	19,5
	8	8	156	11
	10	10	100	7
	12	12	70	4,8
	15	15	44,5	3,1
	20	20	25	1,8
R 4	8	8	156	19,5
	10	10	100	12,5
	12	12	70	8,6
	15	15	44,5	5,5
	20	20	25	3,1
	25	25	16	2
R 5	8	8	156	30,4
	10	10	100	19,5
	15	15	44,5	8,7
	18	18	31	6

LAMIERE PERFORATE

PERFORATED SHEETS
TOLES PERFORÉES

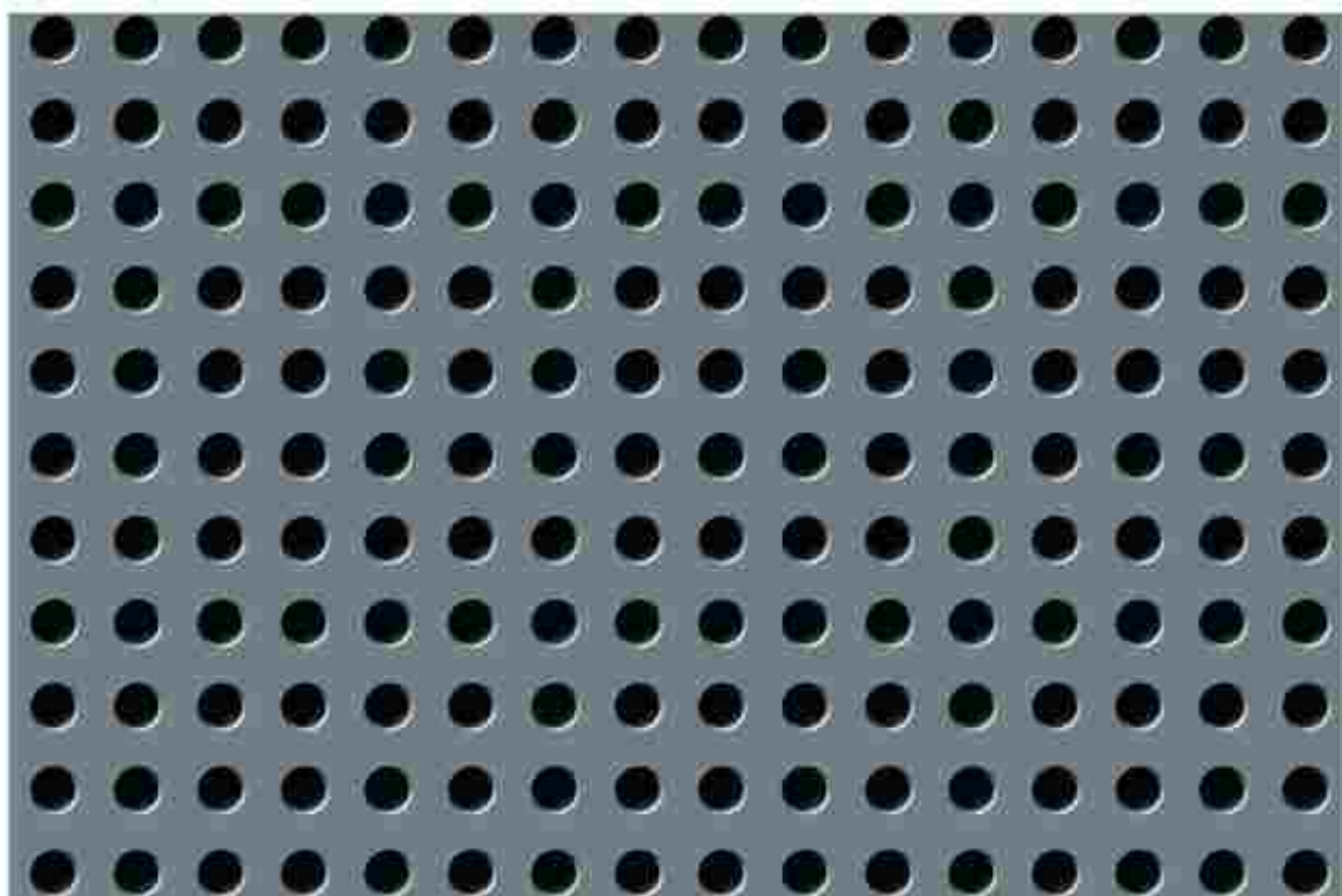
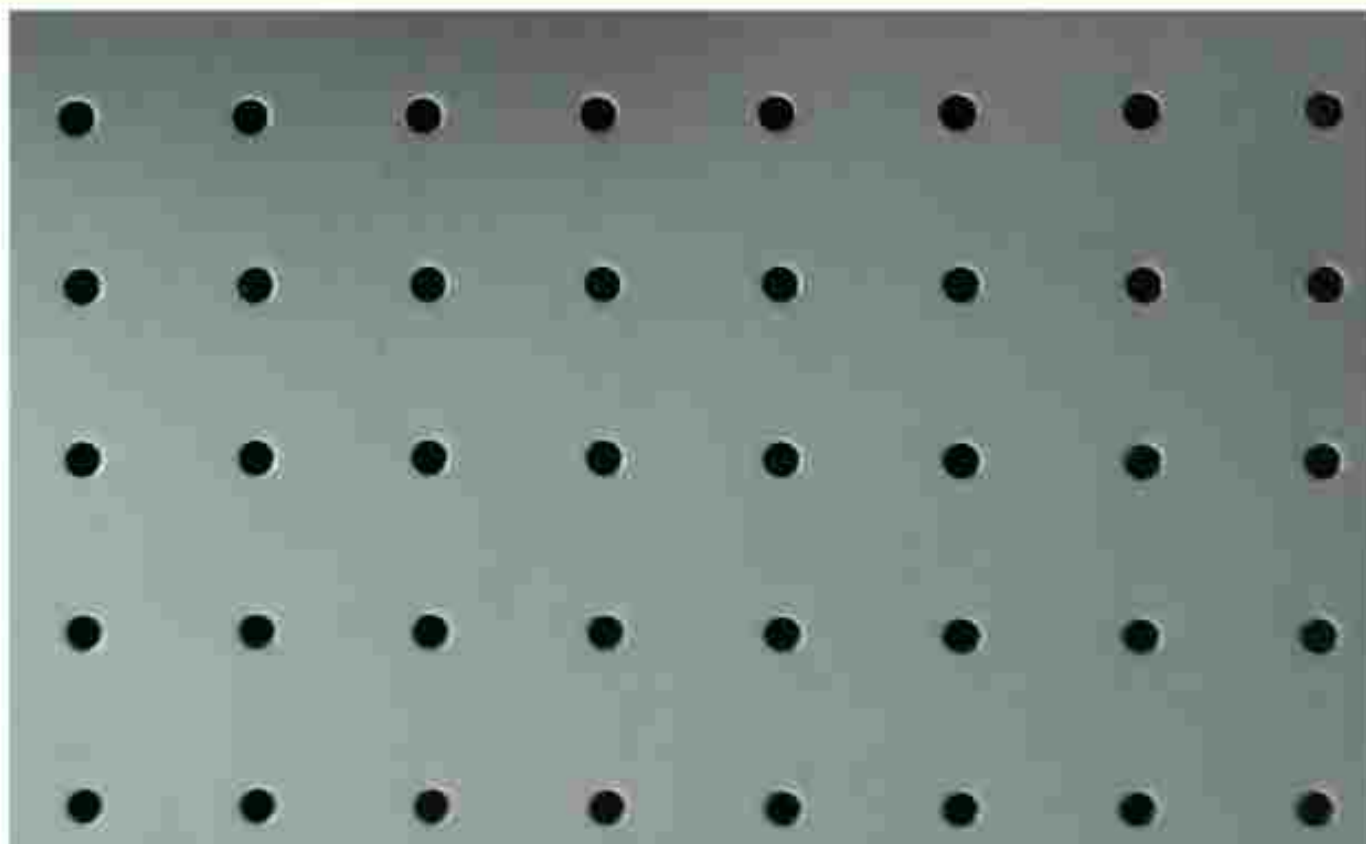
FORI TONDI [R]

PARI A 90° [U]

Ø foro Ø hole Ø trou	Distanza centro U Centre distance U Distance centre U	Distanza laterale U Lateral distance U Distance laterale U	N. Fori No. Holes N. Trous	Percentuale vuoto Percentage empty Pourcentage vide
R 5	20	20	25	4,8
	25	25	16	3,1
R 6	10	10	100	28
	12	12	70	19,5
	15	15	44,5	12,5
	20	20	25	7
R 8	15	15	44,5	22,2
	18	18	31	15,4
	20	20	25	12,5
	25	25	16	8
	30	30	11	5,5
R 10	15	15	44,5	34,6
	20	20	25	19,5
	25	25	16	12,5
	30	30	11	8,6
R 12	20	20	25	28
	24	24	17,3	19,5
	28	28	12,7	14,3
R 15	25	25	16	28
	30	30	11	19,5
	35	35	8	14,3
	40	40	6,2	11
R 18	28	28	12,7	32,3
	36	36	7,7	19,5
	40	40	6,2	15,8
R 20	30	30	1	34,7
	35	35	8	25,5
	40	40	6,2	19,5
	50	50	4	12,5
R 25	35	35	8	39,7
	40	40	6,2	30,4
	50	50	4	19,5
R 30	45	45	5	34,7
	50	50	4	28
	60	60	2,7	19,5

Misure espresse in mm - Dimensions in mm - Dimensions exprimées en mm

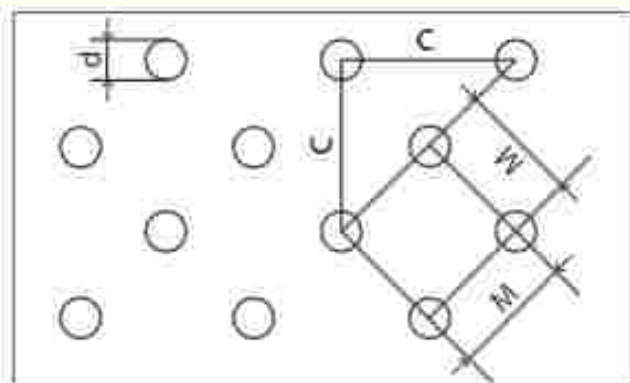
EVEN ROUND HOLES [R] AT 90° [U]
TROUS RONDS [R] DISPOSITION EN LIGNE A 90° [U]



LAMIERE PERFORATE

PERFORATED SHEETS
TOLES PERFOREES

FORI TONDI [R] ALTERNATI A 45° [M]



DETTAGLI TECNICI

DISPOSIZIONE ALTERNATA A 45°

d = diametro foro

M = passo

C = $M \times 1,42$

% vuoto su pieno = $78,5 \times d^2 / M^2$

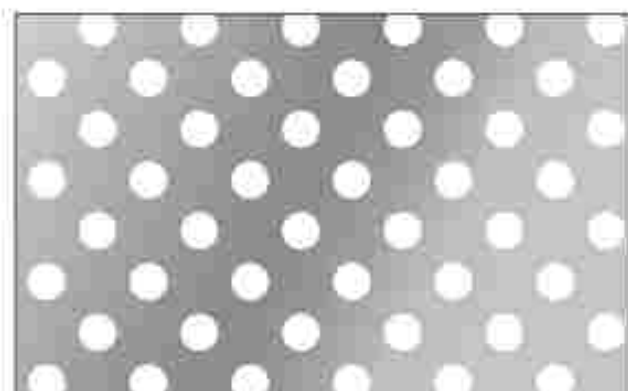
numero fori per $dm^2 = 10.000 / M^2$



R 3

M 5,9

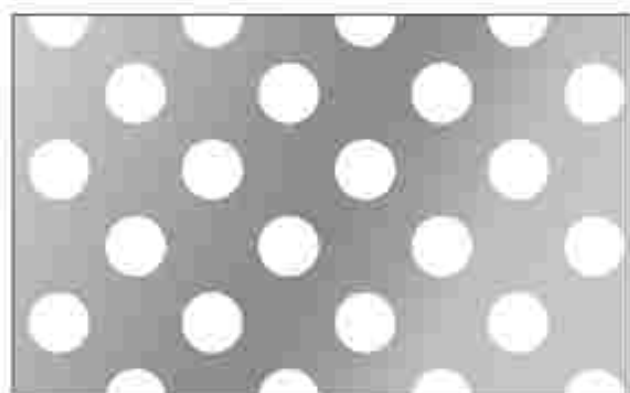
VP 20,3%



R 5

M 9,5

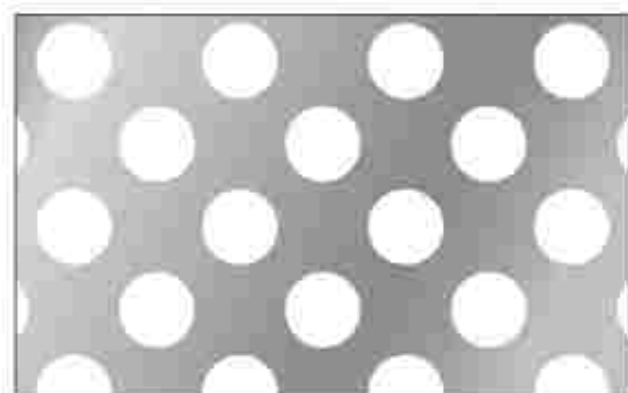
VP 21,8%



R 8

M 14,3

VP 24,6%



R 10

M 15,5

VP 32,8%

ROUND HOLES STAGGERED [R] AT 45° [M]
TROUS ROUNDS [R] DISPOSITION A 45° [M]

TECHNICAL DETAILS

STAGGERED HOLES AT 45°

d = hole diameter

M = pitch

$C = M \times 1,42$

% empty on full = $78,5 \times d^2 / M^2$

number of holes per $dm^2 = 10.000 / M^2$

DETAILS TECHNIQUES

DISPOSITION A 45°

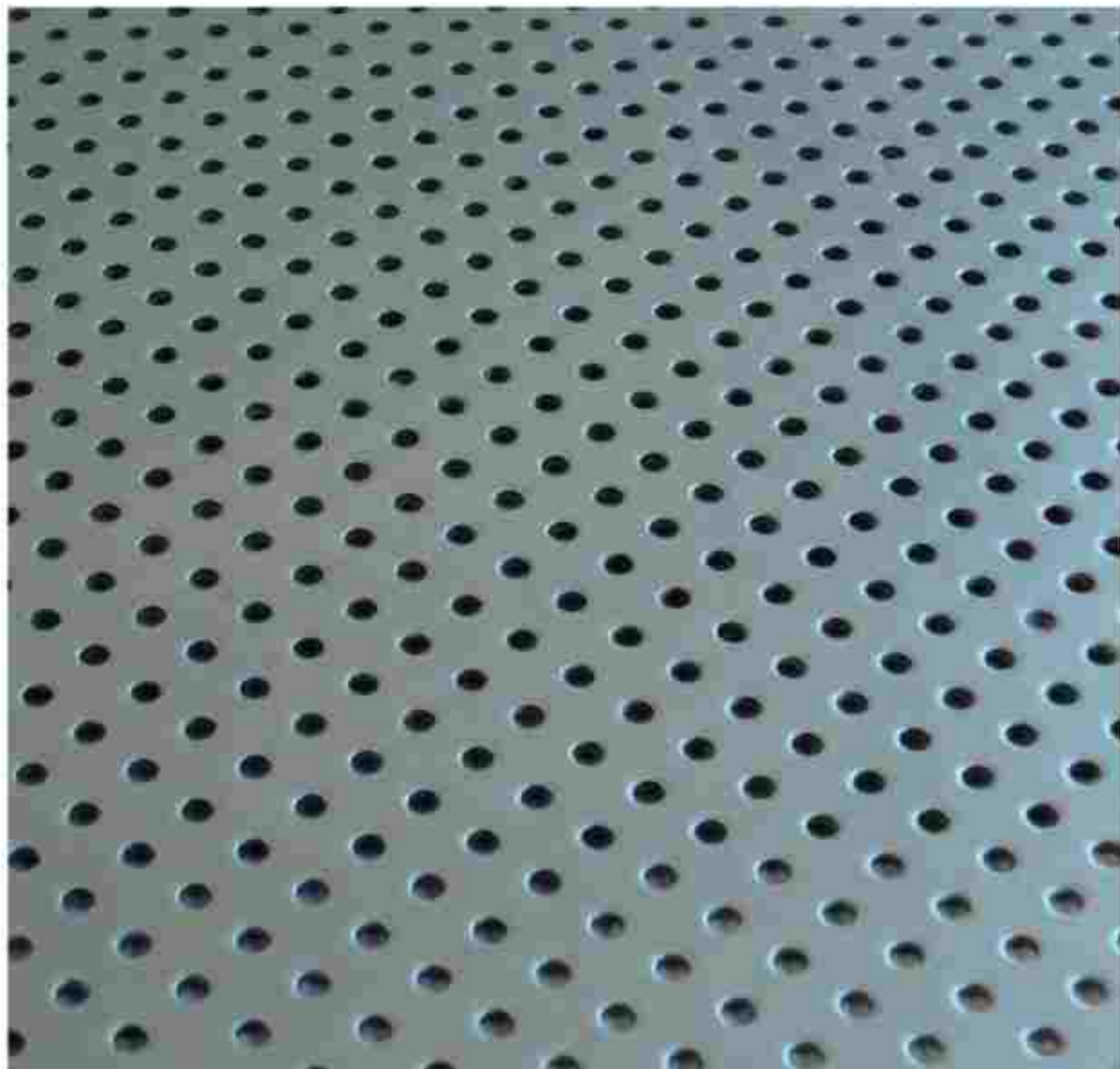
d = diamètre trou

M = pas

$C = M \times 1,42$

% vide sur plein = $78,5 \times d^2 / M^2$

nombre de trous par $dm^2 = 10.000 / M^2$



LAMIERE PERFORATE

PERFORATED SHEETS
TOLES PERFORÉES

FORI TONDI [R]

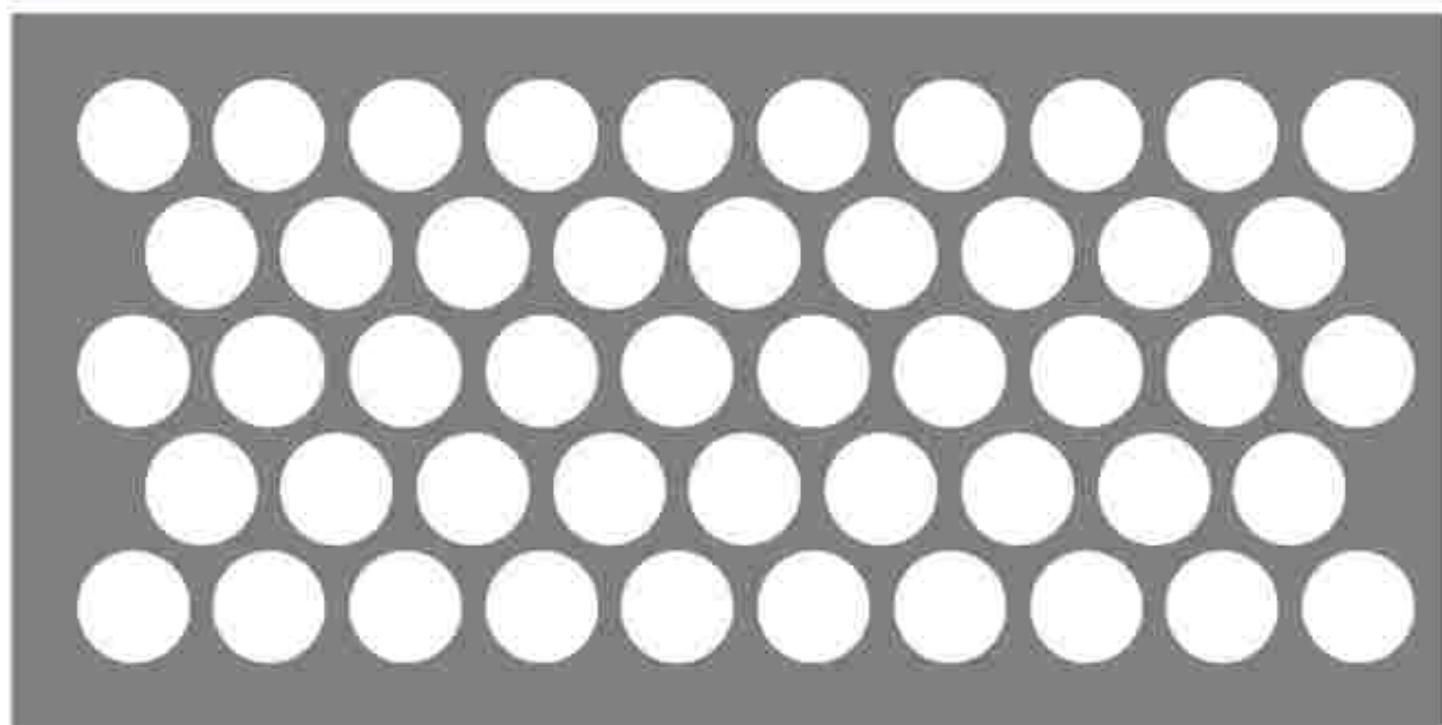
ALTERNATI A 45° [M]

Ø foro Ø hole Ø trous	Distanza centro M Centre distance M Distance centre M	Distanza laterale C Lateral distance C Distance latérale	N. Fori No. Holes N. Trouis	Percentuale vuota Percentage empty Pourcentage vide
R 1	3	4,2	1134	8,9
	4,2	6	556	4,3
R 1,5	3,5	5	800	14,1
	4,5	6,4	489	3,2
R 2	4	5,6	638	20
	5	7	408	12,8
	6	8,5	277	8,6
R 2,5	4,5	6,4	489	24
	5	7	408	20
	6	8,5	277	13,6
R 3	5	7	408	28,2
	6	8,5	277	19,6
	8	11,2	160	11,3
	10	14	102	9
R 4	7	10	200	25,1
	8	11,2	160	20
	10	14	102	12,8
	12,5	17,6	65	8,1
	15	21,2	44	5,6
R 5	10	14	102	20
	11,5	16,2	76	15
	15	21,2	44	8,7
	20	28	26	5
	25	35	16	3,2
R 6	10	14	102	28,2
	15	21,2	44	12,6
	20	28	26	7,2
R 8	13	18,4	59	29,7
	14	19,8	53	25,6
	20	28	25	12,8
	25	35	16	8,2

ROUND HOLES STAGGERED [R] AT 45° [M]
TROUS RONDS [R] DISPOSITION A 45° [M]

∅ foro ∅ hole ∅ trou	Distanza centro M Centre distance M Distance centre M	Distanza laterale C Lateral distance C Distance latérale	N. Fori No. Holes N. Trous	Percentuale vuoto Percentage empty Pourcentage vide
R 10	14	19,8	53	40
	15	21,2	45	35
	20	28	25	20
	22,5	31,7	20	15,6
	25	35	16	12,8
	30	42	11	9
R 12	18	25,4	31	35
	25	35	16	18,5
R 14	20	28	25	39,2
	25	35	16	25,2
R 15	25	35	16	28,2
	30	42	1	20
	35	50	8	14,2
R 18	28	39,5	13	32,6
	36	50,8	7,7	19,7
R 20	30	42	11	35,6
	40	56	6,3	20
	50	70	4	25
	60	85	2,8	17,5
R 25	45	64	6,3	31,3
	50	70	4	20
	60	85	2,8	13,6
R 30	50	70	4	28,8
	60	85	2,8	19,5
	70	100	2	14
R 35	vari	vari	vari	vari
R 40	vari	vari	vari	vari
R 50	vari	vari	vari	vari

Misure espresse in mm - Dimensions in mm - Dimensions exprimées en mm



Dettagli Lavorazione

Diametro :	15 mm
Passo :	18 mm
Spessore :	2 mm
Materiale :	Ferro
Larghezza Lamiera :	1000 mm
Lunghezza Lamiera :	2000 mm

Calcolo Vuoto su Pieno

% VSP :	63 %
N. fori per dm ² :	35

Peso Lamiera forata

Peso :	11.84 Kg
--------	----------

N.B. Il documento non rappresenta la reale realizzazione della lamiera, bordi, numero di fori e zone forate potrebbero essere modificate in fase di produzione



ISOPAN

BUILDING ENVELOPE SOLUTIONS

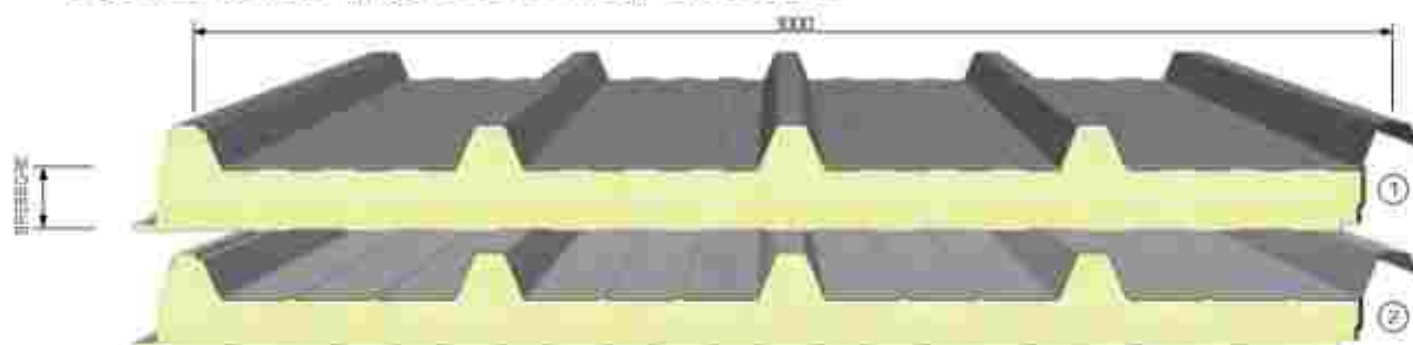
By Manni Group

Isocop

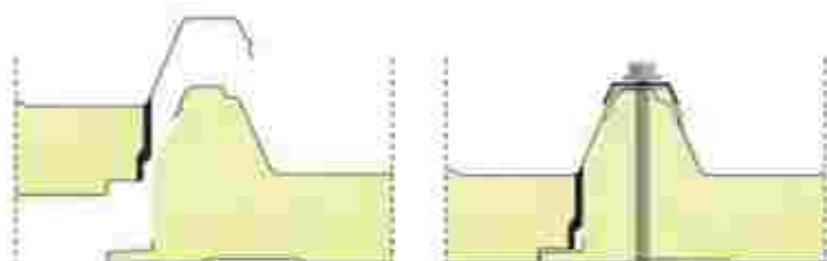
Prodotto in: Italia, Germania, Spagna, Romania



Pannello sandwich a doppio rivestimento metallico, per coperture con pendenza non inferiore a 7%, coibentato in poliuretano, con lamiera esterna profilata a 5 greche. Il fissaggio è a vista, con appositi cappellotti metallici e guarnizione. Trova impiego anche nel rivestimento di pareti.



Profile Shape:
1 - Production Plant - Italy, Spain
2 - Production Plant - Germany, Romania



ISTRUZIONI PER L'IMPIEGO: Per informazioni sull'impiego dei pannelli e delle lamiera graticate e le relative istruzioni, consultare il Manuale Tecnico in Conoscenza Diretta di Vendita e gli Allegati disponibili sul sito web.



COMPORAMENTO AL FUOCO: Per informazioni consultare la scheda tecnica relativa alle caratteristiche del prodotto o sul sito www.isopan.com



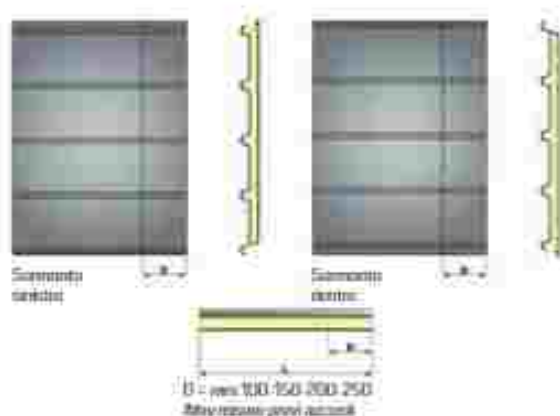
→ vedi legenda pag. 111

SOVRACCARICHI - INTERASSI

CUBICO SOPRACCARICHI DISTRIBUITO kg/m ²	LAMELLE IN ACCIAIO 0,4 / 0,4 mm - Appoggio 120 mm								LAMELLE IN ACCIAIO 0,6 / 0,2 mm - Appoggio 120 mm							
	SPACCIAMO NOMINALE L. / PANNELLO 200 mm															
	30	40	50	60	80	100	120	150	30	40	50	60	80	100	120	150
80	270	290	310	340	370	440	470	500	370	390	400	420	500	570	630	700
100	250	260	280	300	350	390	440	490	350	370	380	400	450	520	580	670
120	230	245	260	280	320	360	400	450	330	350	360	380	420	480	540	620
140	210	220	235	250	290	330	370	420	310	320	335	350	390	450	510	590
160	200	210	220	235	280	320	360	410	300	310	320	330	370	430	490	560
180	185	195	205	220	270	310	350	400	285	295	305	315	355	415	470	540
200	180	190	200	210	260	300	340	390	280	290	300	310	350	410	470	540
220	170	180	190	200	250	290	330	380	270	280	290	300	340	400	460	530
250	155	170	180	190	240	280	320	370	250	260	270	280	320	380	440	510

CUBICO SOPRACCARICHI DISTRIBUITO kg/m ²	LAMELLE IN ALLUMINIO 0,2 / 0,2 mm - Appoggio 120 mm							
	SPACCIAMO NOMINALE PANNELLO 200 mm							
	30	40	50	60	80	100	120	150
80	250	260	275	310	350	420	450	500
100	225	235	250	285	325	400	430	480
120	205	210	225	260	300	370	400	450
140	190	195	210	245	285	350	380	430
160	170	180	195	230	270	335	365	415
180	155	170	185	220	260	320	350	400
200	145	160	175	210	250	310	340	390
220	135	150	165	195	235	295	325	375
250	120	140	155	185	225	285	315	365

Calcoli per dimensionamenti statici eseguiti secondo quanto prescritto nell'Allegato E della norma EN 14509 (Linee di Isocoop V200 E) i valori indicati nelle tabelle di portata non tengono in considerazione il carico statico.



PESO DEI PANNELLI

SPACCIAMO LAMELLE mm	kg/m ²	SPACCIAMO NOMINALE PANNELLO mm							
		30	40	50	60	80	100	120	150
0,4 / 0,4	kg/m ²	8,3	11,7	13,1	13,9	16,4	17,1	17,3	17,3
0,5 / 0,5	kg/m ²	10,1	10,5	10,9	11,4	12,1	12,5	12,7	14,0
0,6 / 0,2	kg/m ²	11,5	12,2	12,7	13,1	13,9	14,7	15,0	16,7
0,2 / 0,2 Aluminio	kg/m ²	5,1	5,5	5,9	6,7	7,1	7,9	8,7	10,1

TOLLERANZE DIMENSIONALI (in accordo con EN 14509)

SCOSTAMENTI mm	
lunghezza	L < 3 m + 5 mm L > 3 m + 10 mm
larghezza laterale	+ 2 mm
Spessore	D < 100 mm + 2 mm D > 100 mm + 2 %
deviazione della perpendicolarità	0 mm
Distribuzione pannello rispetto a incasso	+ 3 mm
Accoppiamento lamelle adiacenti	f = D + 3 mm

L=lunghezza, D=spessore del pannello, f=accoppiamento dei supporti

ISOLAMENTO TERMICO

Secondo EN 14509 A.10

R	SPACCIAMO NOMINALE PANNELLO mm							
	30	40	50	60	80	100	120	150
W/m ² K	0,71	0,54	0,44	0,37	0,28	0,22	0,19	0,15
mc/m ² K °C	0,21	0,17	0,13	0,11	0,08	0,06	0,05	0,04

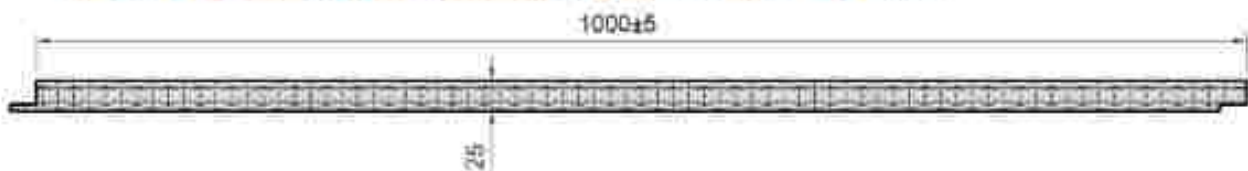
PRODOTTO:

PANELPIU
IPERVELARIO 1000/25 - 1000/40
PANNELLI SANDWICH



SEZIONE LASTRA:

IPERVELARIO per pannelli Sandwich 25 mm



IPERVELARIO per pannelli Sandwich 40 mm

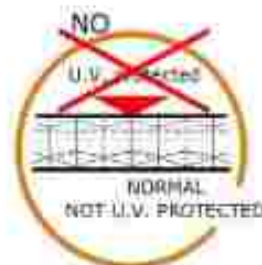


VOCE DI CAPITOLATO:

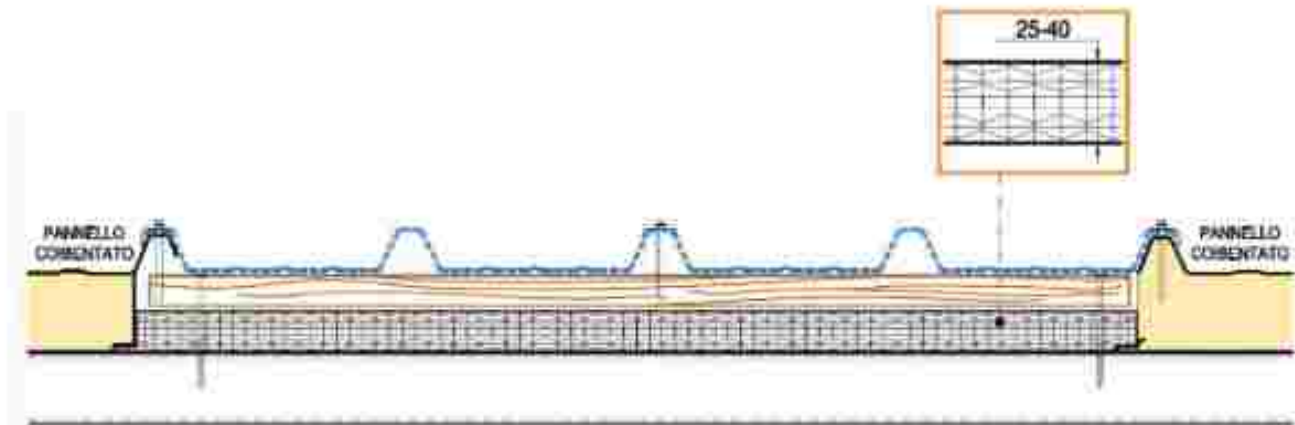
LASTRA MODULARE AD INCASTRO IN POLICARBONATO ALVEOLARE ESTRUSO, CON LARGHEZZA - 1000 mm (PASSO) E SPESSORE mm 25 e 40, con **STRUTTURA ALVEOLO A DOPPIA X**. LA PARTICOLARE SEZIONE NE CONSENTE LA MESSA IN OPERA SENZA L'AUSILIO DI ALCUN ELEMENTO DI GIUNZIONE. LE LASTRE SONO FORNITE CON LUNGHEZZA A MISURA, NASTRATE ALLE ESTREMITA'. AUTOESTINGUENTE EUROCLASSE B s1, d0.

IMPIEGO:

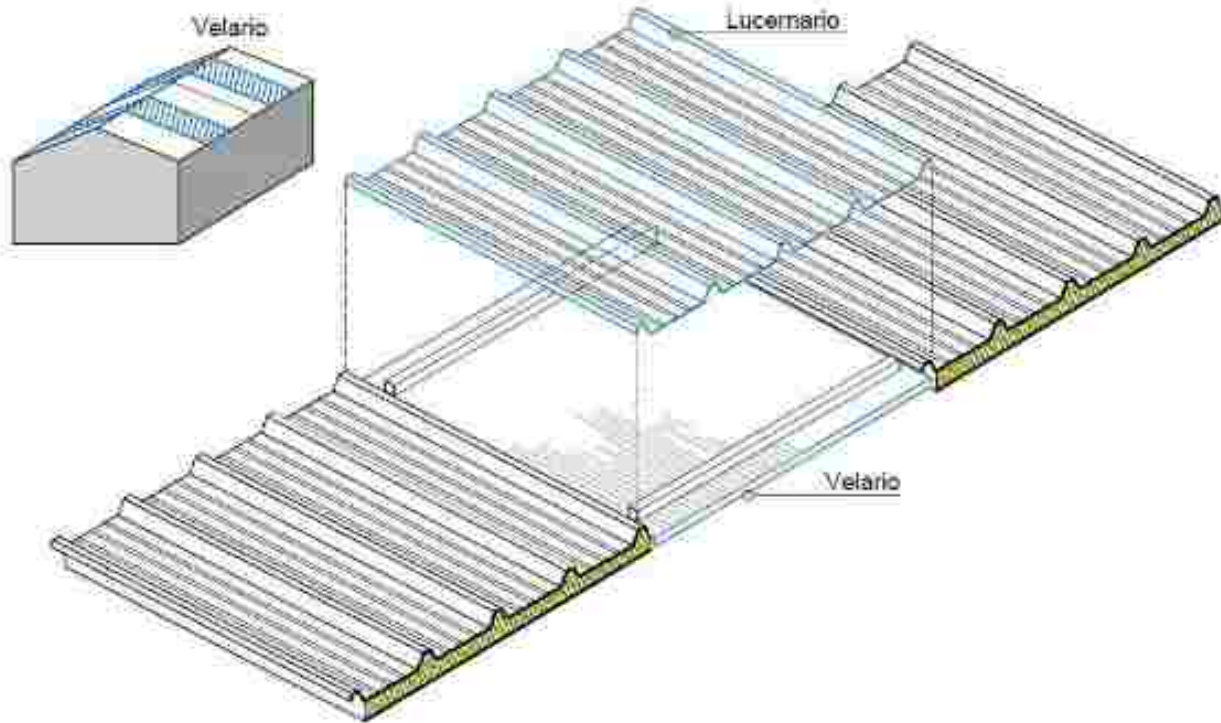
- REALIZZAZIONE DI VELARIO COLMO-GRONDA



REALIZZAZIONE DI VELARIO COLMO-GRONDA



VELARIO



SCHEDA TECNICA n°IVEL02 - Apr. 2020 (Rev.2)

Prodotto: Ipervelario PS

CARATTERISTICHE TECNICHE:

DATI		Unità	1000/25	1000/40
Spessore		mm	25	40
Passo lastra		mm	1000 ± 5	
Lunghezza lastra			A misura (max 7,00 m)	
Colore			Neutro con finitura satinata o Opalino	
Chiusura alle estremità			Nastratura con nastro alluminio	
Struttura alveolo			10 pareti a "doppia X"	
Protezione U.V.			Normale non protetto	
Classificazione Fuoco			B s1 d0	
Temperatura d'impiego		°C	-40° / + 130°	
Dilatazione Termica Lineare		mm/mm°C	6,7 x 10 ⁻⁵	
Resistenza agenti chimici ed uso e manutenzione			Vedi specifiche catalogo	
Isolamento Termico		W/m²K	U= 1,30	U= 1,00
Trasmissione luminosa	NEUTRO	%	58±2	49±2
	OPALE	%	40±2	38±2
Fattore Solare	NEUTRO	%	55±2	49±2
	OPALE	%	39±2	37±2
Shading coefficient	NEUTRO		0,64±0,02	0,57±0,02
	OPALE		0,45±0,02	0,42±0,02
Garanzia			10 anni - Vedi nostra Garanzia per termini e condizioni	

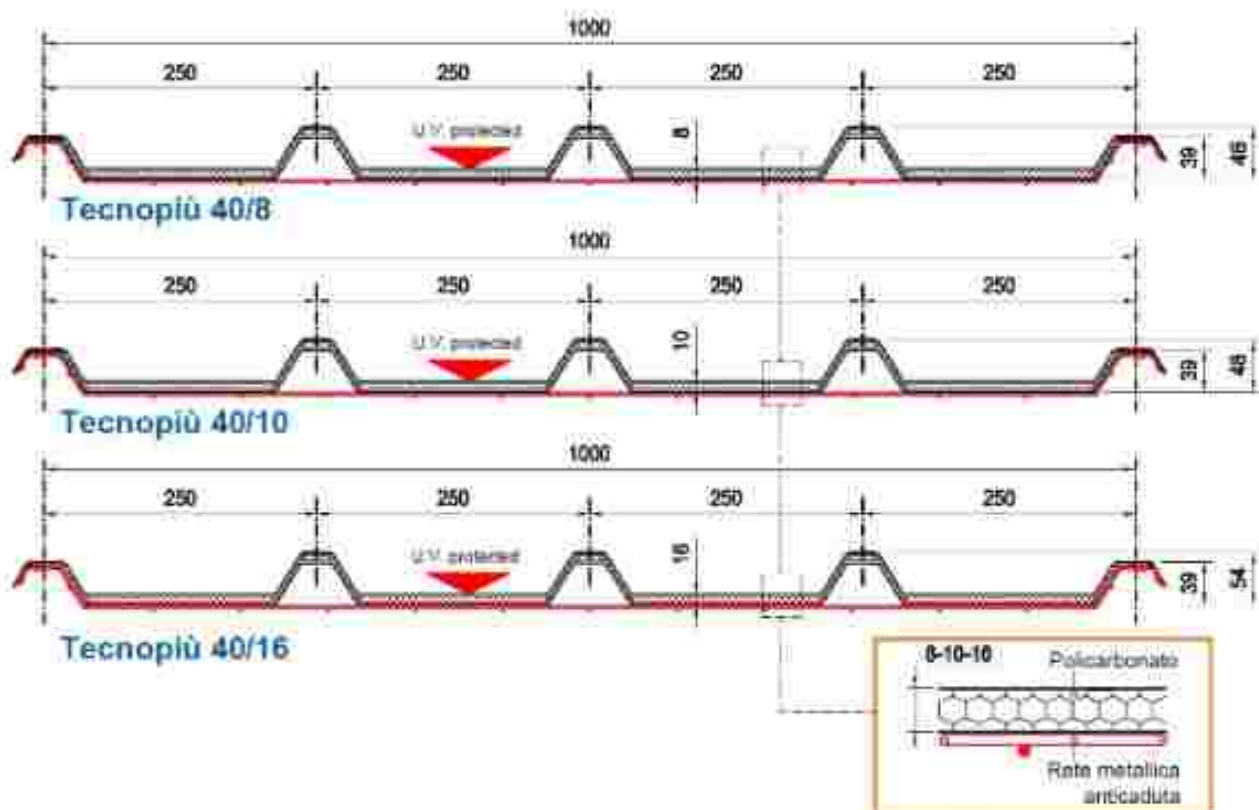
Clausola di responsabilità: tutte le indicazioni e la consulenza tecnica fornita sono rese in buona fede e secondo le proprie migliori conoscenze; tuttavia, non avendo alcun controllo sull'altro uso dei propri materiali, si declina qualsiasi responsabilità per le loro applicazioni. Le indicazioni non dispensano l'acquirente dall'eseguire i propri controlli per determinare la rispondenza dei materiali alle proprie esigenze ed alle norme vigenti. PolyPiù S.r.l. si riserva il diritto di apportare modifiche ai propri prodotti ed ai contenuti delle documentazioni senza preavviso.

PRODOTTO:

TECNOPIU

5 GRECHE 40/8 (sp.8 mm) – 40/10 (sp.10 mm) – 40/16 (sp.16 mm)

SEZIONE LASTRA:



VOCE DI CAPITOLATO:

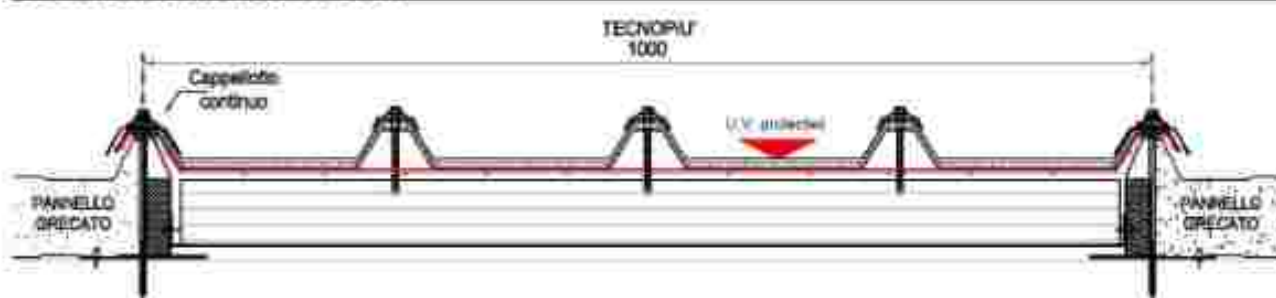
LASTRA GRECATA IN POLICARBONATO ALVEOLARE ESTRUSO, CON LARGHEZZA ~1000 mm (PASSO) e SPESSORE 8-10-16 mm, con STRUTTURA ALVEOLO A NIDO D'APE, COMPLETA DI RETE ANTICADUTA INTERNA PREASSEMBLATA, E CAPPELLOTTO CONTINUO SU GRECHE LATERALI. LA SEZIONE E' A 5 Greche passo 250 mm con altezza greca 40 mm. LE LASTRE SONO FORNITE CON LUNGHEZZA A MISURA, TERMOSALDATE ALLE ESTREMITA', AUTOESTINGUENTE EUROCLASSE B s1 d0.

- **IMPIEGO:** REALIZZAZIONE DI COPERTURE PIANE E CURVE
PER LE COPERTURE CURVE LA LASTRA VIENE CURVATA A CALDO CON Raggio 3.5 m e 6.0 m
- **ACCESSORI:** IL SISTEMA E' COMPLETATO DA ACCESSORI
(PER DETTAGLI SUGLI ACCESSORI CONTATTARE IL PRODUTTORE).

SCHEDA TECNICA n°TECNO01 - Dic. 2016 (Rev.0)

Prodotto: Tecnopiu 5G

DETTAGLI DI INSTALLAZIONE:



CARATTERISTICHE TECNICHE:

DATI		Unità	5G -40/8	5G -40/10	5G -40/16
Spessore (rete esclusa)		mm	8	10	16
Passo lastra		mm	1000 ± 5		
Passo greche:		mm	N°5 greche a passo 250 mm		
Altezza greche Centrale e Laterale (rete esclusa)		mm	46 cent. -39 lat.	46 cent. - 39 lat.	54 cent. -39 lat.
Lunghezza lastra		m	A misura (max 7,00 m)		
Curvatura		(R) m	Curvatura a caldo R 3,5 o 6,0 m - Curvatura in opera R> 10 m		
Colore			Neutro con finitura satinata o Opalino		
Chiusura alle estremità			Termosaldatura alveolo		
Struttura alveolo			A nido d'ape		
Protezione U.V.			protetto UV sul lato esterno		
Classificazione Fuoco			B s1 d0		
Temperatura d'impiego		°C	-40° / + 130°		
Dilatazione Termica Lineare		mm/mm°C	6,7 x10 ⁻⁵		
Resistenza agenti chimici ed uso e manutenzione			Vedi specifiche catalogo		
Isolamento Termico		W/m²K	U= 2,70	U= 2,50	U=1,99
Trasmissione luminosa NEUTRO		%	59±2	58±2	57±2
OPALE		%	41±2	40±2	37±2
Fattore solare NEUTRO		%	65±2	64±2	63±2
OPALE		%	49±2	48±2	44±2
Shading coefficient NEUTRO			0,75±0,02	0,74±0,02	0,73±0,02
OPALE			0,57±0,02	0,56±0,02	0,51±0,02
Garanzia			10 anni - Vedi nostra Garanzia per termini e condizioni		
NOTA			Prodotto Brevettato realizzato con lastra in polycarbonato alveolare e rete anticaduta preassemblati. Tecnopiu è collaudato presso l'Istituto CSI, per rapporto di prova contattare la ns. Azienda		

Clausola di responsabilità: tutte le indicazioni e le consulenze tecniche fornite sono rese in buona fede e secondo le proprie migliori conoscenze; tuttavia, non avendo alcun controllo sull'effettivo uso dei propri materiali, si declina qualsiasi responsabilità per le loro applicazioni. Le indicazioni non dispensano l'acquirente dall'eseguire i propri controlli per determinare la rispondenza dei materiali alle proprie esigenze ed alle norme vigenti; PolyPiu S.r.l. si riserva il diritto di apportare modifiche ai propri prodotti ed ai contenuti delle documentazioni senza preavviso.