

AUTOSTRADA (A14) : BOLOGNA-BARI-TARANTO

TRATTO: BOLOGNA BORGO PANIGALE - BOLOGNA SAN LAZZARO

POTENZIAMENTO IN SEDE DEL SISTEMA
AUTOSTRADALE E TANGENZIALE DI BOLOGNA

"PASSANTE DI BOLOGNA"

PROGETTO DEFINITIVO

AUTOSTRADA A14 / TANGENZIALE

SEMI-GALLERIA FONICA CROCE DEL BIACCO - NORD

ELABORATI STRUTTURALI

RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE

IL PROGETTISTA SPECIALISTICO

Ing. Umberto Mele
Ord. Ingg. Milano n.18641
RESPONSABILE STRUTTURE

IL RESPONSABILE INTEGRAZIONE
PRESTAZIONI SPECIALISTICHE

Ing. Raffaele Rinaldesi
Ord. Ingg. Macerata N. A1068


IL DIRETTORE TECNICO

Ing. Andrea Tanzi
Ord. Ingg. Parma N. 1154

PROGETTAZIONE NUOVE OPERE AUTOSTRADALI

CODICE IDENTIFICATIVO

| RIFERIMENTO PROGETTO | | | RIFERIMENTO DIRETTORIO | | | | RIFERIMENTO ELABORATO | | | | ORDINATORE |
|----------------------|-------------------------------|------|------------------------|-----------|-------|---------------|-----------------------|------------|-------------|------|------------|
| Codice Commessa | Lotto, Sub-Prog. Cod. Appalto | Fase | Capitolo | Paragrafo | W B S | Parte d'opera | Tip. | Disciplina | Progressivo | Rev. | -- |
| 111465 | 0000 | PD | AU | CF2 | CF004 | 00000 | R | S T R | 1110 | 0 | SCALA - |

| | | | | | | |
|---|---|--|-------------------------|---|-----------|----------------|
|  | PROJECT MANAGER: | | SUPPORTO SPECIALISTICO: | | REVISIONE | |
| | Ing. Raffaele Rinaldesi Ord. Ingg. Macerata N. A1068 | | | | n. | data |
| | REDATTO: | | VERIFICATO: | | 0 | SETTEMBRE 2020 |
| | | | | | 1 | - |
| | | | | | 2 | - |
| | | | | 3 | - | |
| | | | | 4 | - | |

| | | |
|--|--|---|
| | <p>VISTO DEL COMMITTENTE</p>  <p>IL RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO Ing. Fabio Visintin</p> | <p>VISTO DEL CONCEDENTE</p>  <p>Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti DIPARTIMENTO PER LE INFRASTRUTTURE, GLI AFFARI GENERALI ED IL PERSONALE STRUTTURA DI VIGILANZA SULLE CONCESSIONARIE AUTOSTRADALI</p> |
|--|--|---|

Sommario

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1 | GENERALITÀ..... | 4 |
| 1.1 | DESCRIZIONE DELLA STRUTTURA..... | 4 |
| 1.2 | NORMATIVE DI RIFERIMENTO | 8 |
| 1.3 | CONDIZIONI AMBIENTALI E CLASSI DI ESPOSIZIONE | 9 |
| 1.4 | CARATTERISTICHE MATERIALI..... | 10 |
| 1.4.1 | Calcestruzzo | 10 |
| 1.4.2 | Acciaio di carpenteria | 10 |
| 1.5 | SOFTWARE DI CALCOLO | 12 |
| 1.5.1 | Elementi finiti..... | 12 |
| 1.5.2 | Verifiche sezionali | 12 |
| 1.5.3 | Giunzioni bullonate | 12 |
| 1.5.4 | Elaborazione dati | 18 |
| 1.5.5 | Validazione dei programmi di calcolo | 18 |
| 1.6 | CONVENZIONI GENERALI..... | 18 |
| 2 | IMPOSTAZIONI GENERALI ANALISI E VERIFICHE STRUTTURALI..... | 20 |
| 2.1 | VERIFICHE TENSIONALI ELEMENTI IN ACCIAIO | 20 |
| 2.1.1 | Verifica di resistenza a presso/tenso-flessione (S.L.U.)..... | 20 |
| 2.1.2 | Verifica di instabilità locale a presso-flessione (S.L.U.)..... | 21 |
| 2.1.3 | Verifica di resistenza a taglio (S.L.U.)..... | 22 |
| 2.1.4 | Verifica di instabilità locale a taglio (S.L.U.)..... | 22 |
| 2.2 | VERIFICHE ELEMENTI IN CEMENTO ARMATO..... | 22 |
| 2.3 | VERIFICHE DI DEFORMABILITÀ (S.L.E.) | 22 |
| 3 | ANALISI STRUTTURALE..... | 24 |
| 3.1 | MODELLAZIONE..... | 24 |
| 3.1.1 | Vincolo con il terreno | 25 |
| 3.1.2 | Modello a singolo telaio..... | 30 |
| 3.1.3 | Modello tridimensionale (campo scavalco) | 31 |
| 3.1.4 | Modello tridimensionale (ridotto su campo da 40.0 m)..... | 32 |
| 3.2 | IMPOSTAZIONE ANALISI | 33 |
| 3.2.1 | Analisi statica | 33 |
| 3.2.2 | Analisi sismica | 33 |
| 4 | ANALISI DEI CARICHI | 36 |
| 4.1 | PESI PROPRI (GK1)..... | 36 |
| 4.2 | SOVRACCARICHI PERMANENTI (GK2) | 36 |
| 4.3 | AZIONI VARIABILI | 37 |
| 4.3.1 | Azione del vento (Fw)..... | 37 |
| 4.3.2 | Pressione veicolare..... | 40 |
| 4.3.3 | Carico neve..... | 42 |
| 4.3.4 | Termiche | 43 |
| 4.4 | AZIONI SISMICHE (Ed) | 44 |
| 4.4.1 | Generalità | 44 |
| 4.4.2 | Masse sismiche partecipanti..... | 48 |
| 4.4.3 | Accelerazione statica equivalente..... | 49 |
| 4.5 | URTO | 49 |
| 4.6 | COMBINAZIONI DI CARICO..... | 50 |
| 5 | VERIFICA DEFORMAZIONI SLE | 52 |
| 6 | VERIFICHE STATICHE | 53 |

| | | |
|-----------|---|------------|
| 6.1 | VERIFICHE STRUTTURA IN ACCIAIO | 53 |
| 6.1.1 | Deformazioni SLE | 53 |
| 6.1.2 | Classe sezioni di verifica | 54 |
| 6.1.3 | Verifiche nodi fissi | 55 |
| 6.1.4 | Buckling..... | 58 |
| 6.2 | GIUNZIONI BULLONATE | 67 |
| 6.2.1 | Trave-Trave | 67 |
| 6.2.2 | Trave-Traverso laterale..... | 69 |
| 6.2.3 | Trave-Traverso intermedio..... | 72 |
| 6.3 | PIASTRE DI ANCORAGGIO | 75 |
| 6.3.1 | Piede TN..... | 75 |
| 6.3.2 | Piede su setto spartitraffico A14..... | 81 |
| 6.4 | SETTO IN C.A. IN SPARTITRAFFICO | 87 |
| 6.4.1 | Sollecitazioni | 87 |
| 6.4.2 | Geometria | 91 |
| 6.4.3 | Verifiche | 94 |
| 7 | TRAVE DI SOSTEGNO SCAVALCO | 112 |
| 7.1 | GEOMETRIA | 112 |
| 7.2 | SOLLECITAZIONI E VERIFICA..... | 114 |
| 7.2.1 | I fase..... | 114 |
| 7.2.2 | II fase..... | 115 |
| 7.2.3 | III fase..... | 116 |
| 8 | PROTEZIONI PARAMENTO SCAVALCO | 119 |
| 8.1 | GEOMETRIA | 119 |
| 8.2 | SOLLECITAZIONI E VERIFICA | 120 |
| 8.2.1 | Freccia verticale SLE | 120 |
| 8.2.2 | Freccia orizzontale (ECC – Urto)..... | 121 |
| 8.2.3 | Verifiche SLU | 121 |
| 8.2.4 | Verifiche ECC - Urto..... | 122 |
| 9 | SCARICHI IN FONDAZIONE | 123 |
| 9.1 | CORDOLO LATO TANGENZIALE NORD | 123 |
| 9.1.1 | Zona di bordo..... | 123 |
| 9.1.2 | Zona corrente..... | 124 |
| 9.2 | INTRADOSSO SETTO SPARTITRAFFICO A14 – PARTE ORDINARIA | 125 |
| 9.2.1 | Zona di bordo..... | 125 |
| 9.2.2 | Zona corrente..... | 126 |
| 9.3 | INTRADOSSO SETTO SPARTITRAFFICO A14 – PARTE ORDINARIA | 127 |
| 10 | SUOLA DI FONDAZIONE SETTO IN SPARTITRAFFICO | 128 |
| 10.1 | ZONA ORDINARIA..... | 128 |
| 10.1.1 | Geometria | 128 |
| 10.1.2 | Sollecitazioni | 129 |
| 10.1.3 | Verifica tirante-puntone..... | 131 |
| 10.2 | ZONA DI TRANSIZIONE..... | 132 |
| 10.2.1 | Geometria | 132 |
| 10.2.2 | Sollecitazioni | 133 |
| 10.2.3 | Verifica tirante-puntone..... | 135 |
| 11 | PALO DI FONDAZIONE TN..... | 136 |
| 12 | VALIDAZIONE DEI RISULTATI DEL CALCOLO | 137 |

Indice delle Tabelle e delle Figure

| | |
|--|----|
| FIGURA 1-1 - PLANIMETRIA INTERVENTO..... | 4 |
| FIGURA 1-2 - SEZIONE GALLERIA..... | 4 |
| FIGURA 1-3 - MURO IN SPARTITRAFFICO A14..... | 5 |
| FIGURA 1-4 - SCHEMA SCAVALCO SOTTOVIA DUE MADONNE..... | 6 |
| FIGURA 1-5 - SEZIONE SULLO SCAVALCO..... | 6 |
| FIGURA 1-6 - ZONA DI TRANSIZIONE A RIDOSSO DELLO SCAVALCO..... | 7 |
| FIGURA 3-1 - MODELLAZIONE UNIFILARE..... | 30 |
| FIGURA 3-2 - MODELLAZIONE RENDERIZZATA..... | 30 |
| FIGURA 3-3 - MODELLAZIONE UNIFILARE..... | 31 |
| FIGURA 3-4 - MODELLAZIONE RENDERIZZATA..... | 31 |
| FIGURA 3-5 - MODELLO PER VALUTAZIONI PRELIMINARI BUCKLING..... | 32 |
| FIGURA 3-6 - MODELLO PER ANALISI COMPLETE..... | 32 |
| FIGURA 4-1 - SPETTRO SLC..... | 46 |
| FIGURA 4-2 - SPETTRO SLV..... | 46 |
| FIGURA 4-3 - SPETTRO SLD..... | 47 |
| FIGURA 4-4 - SPETTRO SLO..... | 47 |
| FIGURA 6-1 - ARMATURA ORIZZONTALE (ESTERNA)..... | 91 |
| FIGURA 6-2 - ARMATURA VERTICALE (INTERNA)..... | 91 |
| FIGURA 6-3 - ARMATURA ORIZZONTALE (ESTERNA)..... | 92 |
| FIGURA 6-4 - ARMATURA VERTICALE (INTERNA)..... | 92 |
| FIGURA 6-5 - ARMATURA ORIZZONTALE (ESTERNA)..... | 93 |
| FIGURA 6-6 - ARMATURA VERTICALE (INTERNA)..... | 93 |

1 GENERALITÀ

La presente relazione riguarda la progettazione e le verifiche strutturali della semi-galleria fonica Croce del Biacco nell'ambito del progetto di potenziamento del sistema autostradale e tangenziale Autostrada A14: Bologna – Bari – Taranto.

Il sistema tangenziale di Bologna è costituito dai due sensi di marcia autostradali (A14) al lato dei quali è localizzata la tangenziale di Bologna. Si formano così 4 vie di corsa:

1. tangenziale – dir. Nord
2. A14_dir. Nord
3. A14_dir. Sud
4. tangenziale – dir. Sud

I lavori in oggetto prevedono l'allargamento della sede autostradale da 3 corsie dinamiche a 3 corsie più emergenza e della sede della tangenziale da 2 corsie più emergenza a 3 corsie più emergenza.

1.1 DESCRIZIONE DELLA STRUTTURA

La semi-copertura fonica in oggetto sarà realizzata nel quartiere Croce de Biacco di Bologna sulla carreggiata Nord di tangenziale e A14 dalla pk 19+600 circa alla pk 20+038 circa per un'estensione totale pari a 438 m in continuità con due barriere foniche di altezza acustica pari a 6.50 m con sbraccio da 5.50 m.

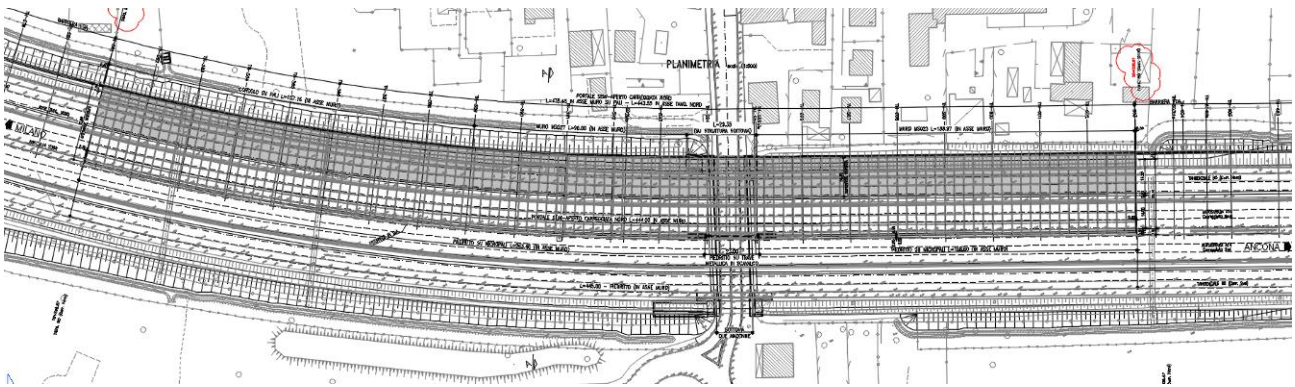


Figura 1-1 - Planimetria intervento

La struttura è realizzata con portali in acciaio insistenti sulla tangenziale e autostrada A14 in direzione Nord per una larghezza netta interna minima pari a circa 32.80 m.

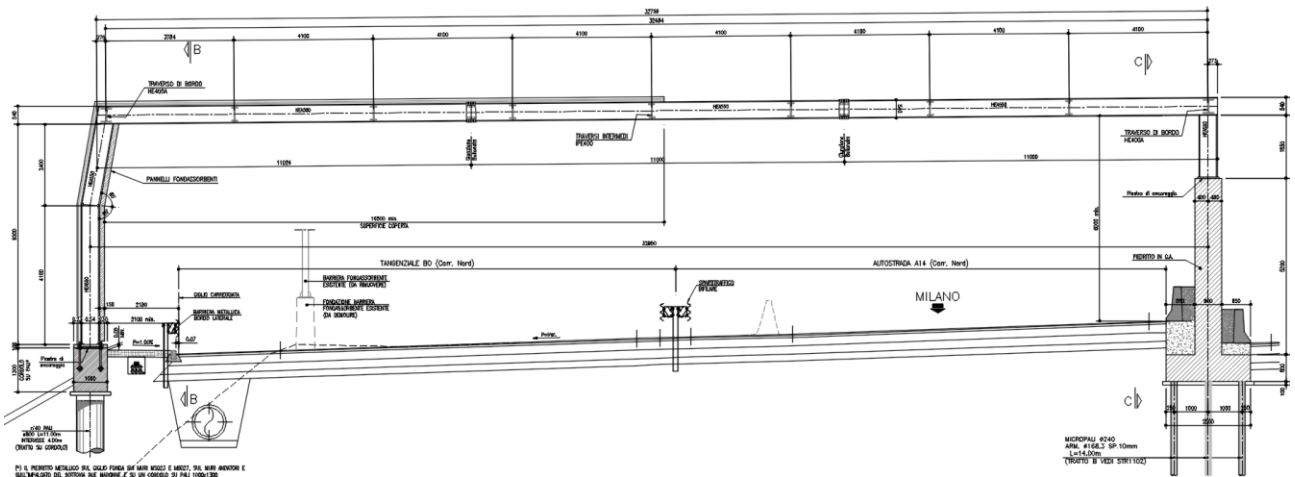


Figura 1-2 - Sezione galleria

La copertura fonica necessaria ed effettivamente prevista sulla galleria fonica in oggetto è disposta sulla parete verticale in esterno tangenziale e sui primi 16.50 m orizzontali laterali esterni.

La disposizione di portali che poggiano in spartitraffico A14 è dettata dall'esigenza di non intervenire in spartitraffico tra tangenziale e A14.

I portali presentano un franco stradale minimo pari a 5.50 m, sono disposti ad un interasse pari a 4.00 m e presentano una struttura portante in profilati di acciaio realizzata con:

- travi HEA 550;
- montanti laterali HEA 550;
- traversi di bordo HEA 400;
- traversi intermedi IPE 400 (disposti ad interasse pari a 4.10 m).

I portali in acciaio poggiano in spartitraffico A14 (con montanti metallici di altezza netta pari a 1.85 m) su un nuovo muro in c.a. con paramento di spessore pari a 0.80 m e altezza dallo spiccatto della fondazione pari a 5.10 m, la cui fondazione presenta dimensioni pari a 2.50 m x 0.80 m(h) ed è intestata su tre file di micropali Ø240 a passo 0.50÷1.00 m con armatura Ø168.3x10mm L=14.00m.

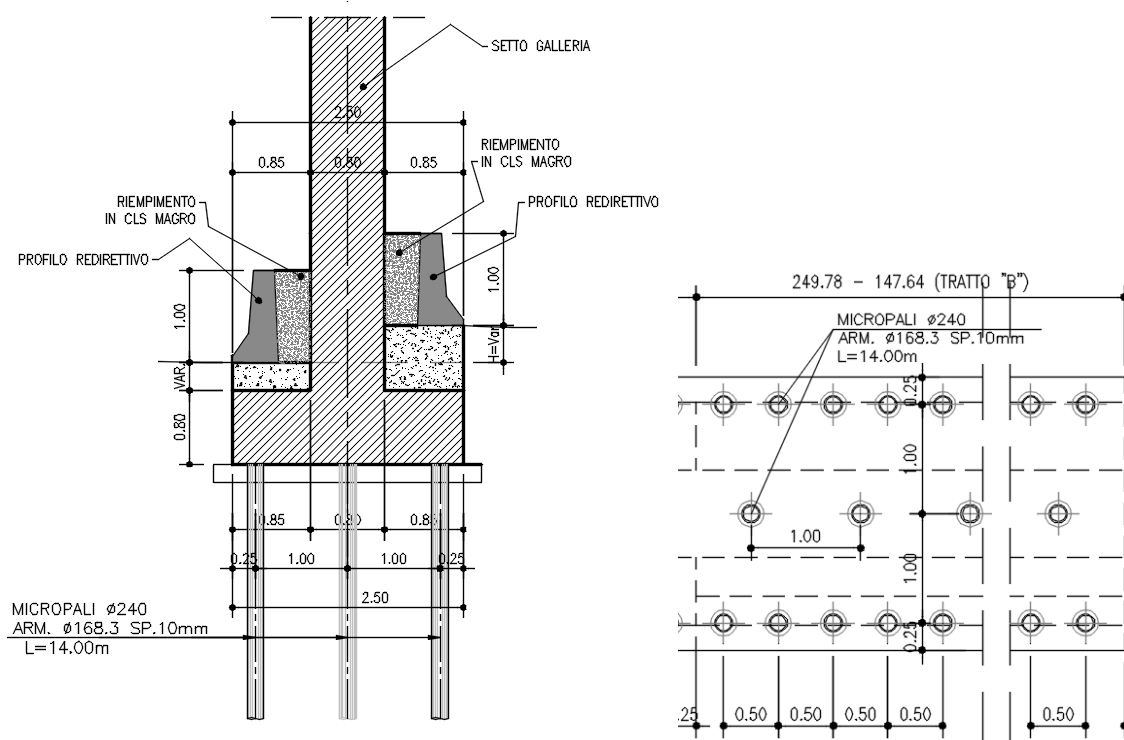


Figura 1-3 - Muro in spartitraffico A14

Sul lato in esterno alla tangenziale invece, i portali poggiano (con montanti di altezza netta pari a 6.50 m), a seconda della tratta, su un nuovo cordolo su pali, sul nuovo cordolo del viadotto Due Madonne oppure sulla testa di un muro di sostegno in c.a. Questi ultimi non sono oggetto della presente relazione. I montanti di questo lato presentano alla quota di circa 4.20 m un gomito di 10° per raccordarsi con la traccia dei pannelli fonoassorbenti delle barriere FOA previste in continuità con la galleria fonica.

Tutti i portali sono disposti per quanto possibile su piani paralleli per avere lunghezze costanti degli elementi metallici trasversali. La curvatura planimetrica viene seguita avvicinando alcuni montanti sul cordolo della tangenziale prevedendo quindi un interasse minore dei 4.00 m ordinari. Nel tratto in curva sono previsti comunque dei telai paralleli (interasse pari a 4.00 m) a blocchi da 12.0 m (4 telai). Il posizionamento dei piedi dei portali sullo spartitraffico A14 è invece sempre garantito con interasse pari a 4.00 m in modo da avere una luce massima per il posizionamento dei pannelli fonici di 4.00 m.

In corrispondenza dell'interferenza con il viadotto Due Madonne, dal lato della tangenziale dir. Nord, i nuovi portali gravano sulla parte di impalcato in ampliamento che viene dimensionata opportunamente, mentre, in spartitraffico A14, la parete in c.a. dovrà scavalcare l'impalcato esistente in modo da non gravare ulteriormente sulle strutture portanti dell'impalcato degli anni '60.

Lo scavalco è pensato in modo da mantenere la parete in c.a. più alta rispetto all'estradosso dell'impalcato esistente. Tale parte “sospesa” presenta una lunghezza di 21.0 m per un'altezza di 4.40 m e risulta in continuità strutturale con le porzioni di pareti adiacenti con le quali mantiene allineata la quota di estradosso. La porzione di parete sospesa sarà realizzata impiegando una trave ad “U” in acciaio che, lavorando sulla luce netta dei 21.0 m di scavalco, fungerà da cassero a perdere nelle fasi preliminari. Saranno predisposte opportune fasi di getto per non gravare eccessivamente sulla trave in acciaio e sulla parete in c.a. in costruzione.

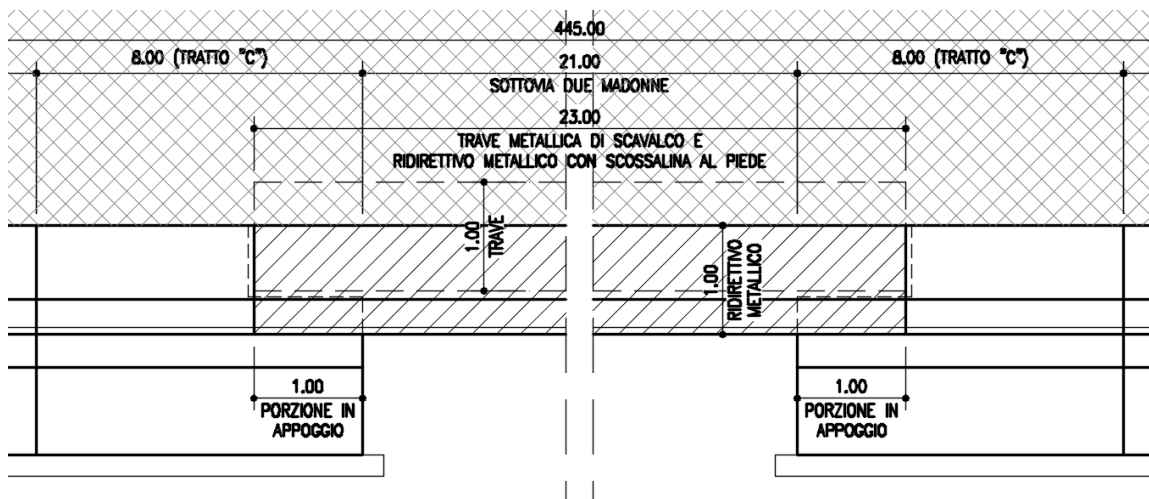


Figura 1-4 - Schema scavalco sottovia Due Madonne

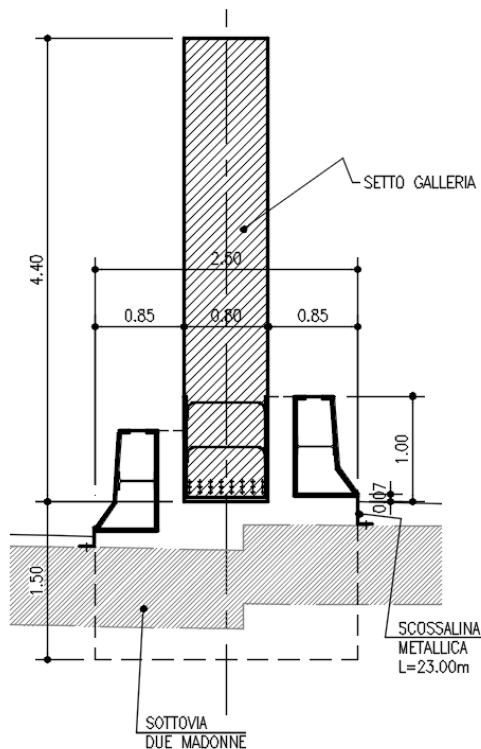


Figura 1-5 - Sezione sullo scavalco

Ai lati della parte sospesa sono previste due “zone di transizione” di lunghezza planimetrica pari a 8.0 m + 8.0 m per le quali è prevista una fondazione profonda irrobustita (v. Figura 1-6) in modo da sostenere meglio le azioni trasmesse dalla parte sospesa. Ai lati del sistema di scavalco (di lunghezza complessiva pari a 8.0 m + 21.0 m + 8.0 m = 37.0 m) saranno disposti i giunti tecnici strutturali di interruzione della continuità strutturale della parete in c.a.

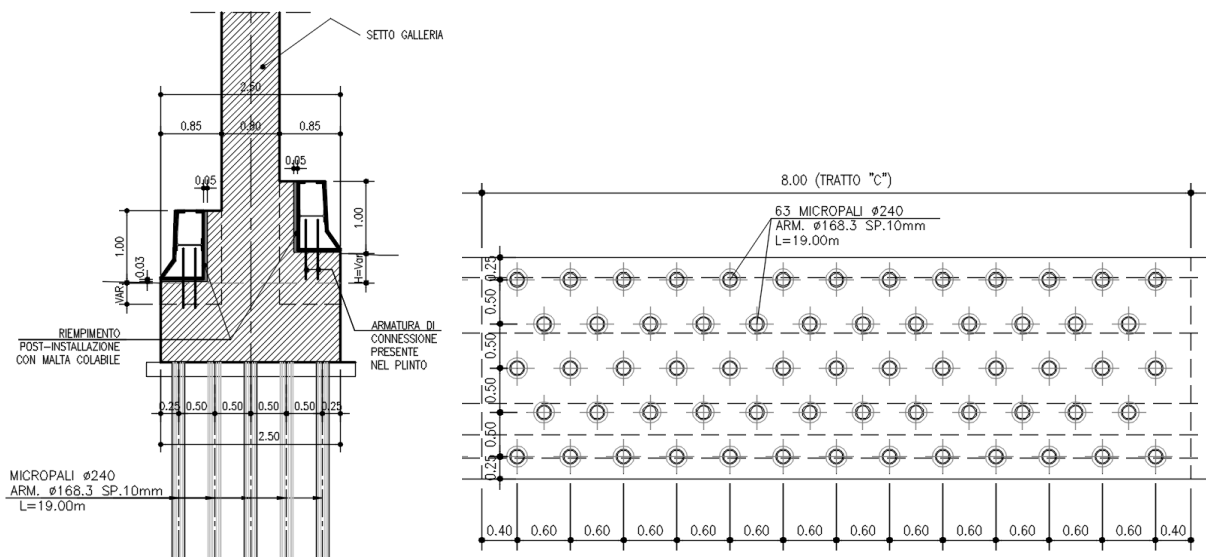


Figura 1-6 - Zona di transizione a ridosso dello scavalco

Gli altri giunti strutturali sono posizionati ogni 40.0 m (circa) e definiscono il “blocco base” di funzionamento statico della semi-galleria.

La parete in spartitraffico A14 dovrà essere protetta alle estremità con un manufatto tipologico “P11” raccordato con le barriere bifilari metalliche in approccio. Lungo tutto lo sviluppo della parete in spartitraffico dovrà essere prevista la protezione mediante profilo redirettivo New Jersey. In corrispondenza dello scavalco del viadotto Due Madonne, sempre per evitare ricarichi sull’impalcato originale, la protezione sarà garantita dal posizionamento di due travi metalliche di forma opportuna disposte sulla luce nella di 21.0 m che saranno riempite di calcestruzzo e opportunamente istallate su selle in c.a. previste nelle zone di transizione ai lati (v. Figura 1-4).

Per quanto non specificato si rimanda alle tavole di progetto.

1.2 NORMATIVE DI RIFERIMENTO

L'analisi strutturale e le relative verifiche vengono eseguite secondo il metodo semi-probabilistico agli Stati Limite in accordo alle disposizioni normative previste dalla vigente normativa Europea (Eurocodici), in linea con il quadro normativo nazionale (DM 14 gennaio 2008). In particolare, al fine di conseguire un approccio il più unitario possibile relativamente alle prescrizioni ed alle metodologie/criteri di verifica, si è fatto diretto riferimento alle varie parti degli Eurocodici, unitamente ai relativi National Application Documents, verificando puntualmente l'armonizzazione del livello di sicurezza conseguito con quello richiesto dalla vigente normativa nazionale.

In dettaglio si sono prese in esame quindi i seguenti documenti, che volta in volta verranno opportunamente richiamati:

- [1]. D.M. 17/01/2018: “Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni” – GU n°8 del 17/2/2018.
- [2]. Circolare 21 gennaio 2019 n.7: “Istruzioni per l'applicazione dell' Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni” di cui al Decreto Ministeriale 17 gennaio 2018.
- [3]. UNI EN 1990: Basi della progettazione strutturale
- [4]. UNI EN 1991-1-1: Azioni sulle strutture – Azioni in generale - Pesi per unità di volume, pesi propri e sovraccarichi per gli edifici
- [5]. UNI EN 1991-1-2: Azioni sulle strutture – Azioni in generale – Azioni sulle strutture esposte al fuoco
- [6]. UNI EN 1991-1-3: Azioni sulle strutture – Azioni in generale – Carichi da neve
- [7]. UNI EN 1991-1-4: Azioni sulle strutture – Azioni in generale – Azione del vento
- [8]. UNI EN 1991-1-5: Azioni sulle strutture – Azioni in generale – Azioni termiche
- [9]. UNI EN 1992-1-1: Progettazione delle strutture di calcestruzzo - Regole generali e regole per gli edifici
- [10]. UNI EN 1993-1-1: Progettazione delle strutture di acciaio - Regole generali e regole per gli edifici
- [11]. UNI EN 1994-1-1: Progettazione delle strutture composte acciaio-calcestruzzo - Regole generali e regole per gli edifici
- [12]. UNI EN 1998-1-1: Progettazione delle strutture per la resistenza sismica – Parte Generale

1.3 CONDIZIONI AMBIENTALI E CLASSI DI ESPOSIZIONE

Per l'opera in esame si prevede l'esposizione al seguente "range" di temperature (v. § 4.3.4):

$$\Delta T_{\min} = \pm 25 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

Per l'umidità ambientale si assume:

$$RH = 80 \%$$

Ai fini dell'individuazione di dettaglio delle proprietà dei materiali, si farà riferimento alle seguenti classi di esposizione, il cui significato è esplicitato nella tabella di seguito riportata:

prospetto 4.1 Classi di esposizione in relazione alle condizioni ambientali, in conformità alla EN 206-1

| Denominazione della classe | Descrizione dell'ambiente | Esempi informativi di situazioni a cui possono applicarsi le classi di esposizione |
|--|--|---|
| 1 Nessun rischio di corrosione o di attacco | | |
| X0 | Calcestruzzo privo di armatura o inserti metallici: tutte le esposizioni eccetto dove c'è gelo/disgelo, abrasione o attacco chimico. Calcestruzzo con armatura o inserti metallici: molto asciutto. | Calcestruzzo all'interno di edifici con umidità dell'aria molto bassa |
| 2 Corrosione indotta da carbonatazione | | |
| XC1 | Asciutto o permanentemente bagnato | Calcestruzzo all'interno di edifici con bassa umidità relativa Calcestruzzo costantemente immerso in acqua |
| XC2 | Bagnato, raramente asciutto | Superfici di calcestruzzo a contatto con acqua per lungo tempo Molte fondazioni |
| XC3 | Umidità moderata | Calcestruzzo all'interno di edifici con umidità dell'aria moderata oppure elevata Calcestruzzo esposto all'esterno protetto dalla pioggia |
| XC4 | Ciclicamente bagnato e asciutto | Superfici di calcestruzzo soggette al contatto con acqua, non nella classe di esposizione XC2 |
| 3 Corrosione indotta da cloruri | | |
| XD1 | Umidità moderata | Superfici di calcestruzzo esposte ad atmosfera salina |
| XD2 | Bagnato, raramente asciutto | Piscine Calcestruzzo esposto ad acque industriali contenenti cloruri |
| XD3 | Ciclicamente bagnato e asciutto | Parti di ponti esposte a spruzzi contenenti cloruri Pavimentazioni Pavimentazioni di parcheggi |
| 4 Corrosione indotta da cloruri presenti nell'acqua di mare | | |
| XS1 | Esposto a nebbia salina ma non in contatto diretto con acqua di mare | Strutture prossime oppure sulla costa |
| XS2 | Permanentemente sommerso | Parti di strutture marine |
| XS3 | Zone esposte alle onde, agli spruzzi oppure alle maree | Parti di strutture marine |
| 5 Attacco di cicli gelo/disgelo | | |
| XF1 | Moderata saturazione d'acqua, senza impiego di agente antigelo | Superfici verticali di calcestruzzo esposte alla pioggia e al gelo |
| XF2 | Moderata saturazione d'acqua, con uso di agente antigelo | Superfici verticali di calcestruzzo di strutture stradali esposte al gelo e ad agenti antigelo |
| XF3 | Elevata saturazione d'acqua, senza antigelo | Superfici orizzontali di calcestruzzo esposte alla pioggia e al gelo |
| XF4 | Elevata saturazione d'acqua, con antigelo oppure acqua di mare | Strade e impalcati da ponte esposti agli agenti antigelo Superfici di calcestruzzo esposte direttamente ad agenti antigelo e al gelo Zone di strutture marine soggette a spruzzi ed esposte al gelo |
| 6 Attacco chimico | | |
| XA1 | Ambiente chimico debolmente aggressivo secondo il prospetto 2 della EN 206-1 | Suoli naturali e acqua del terreno |
| XA2 | Ambiente chimico moderatamente aggressivo secondo il prospetto 2 della EN 206-1 | Suoli naturali e acqua del terreno |
| XA3 | Ambiente chimico fortemente aggressivo secondo il prospetto 2 della EN 206-1 | Suoli naturali e acqua del terreno |

Le caratteristiche del calcestruzzo dovranno pertanto rispettare, oltre i requisiti di resistenza indicati al punto seguente, anche i criteri previsti dalla vigente normativa (EN 11104 e EN 206) per quanto riguarda l'esposizione alle classi indicate.

1.4 CARATTERISTICHE MATERIALI

1.4.1 Calcestruzzo

In accordo alla tabella sotto riportata della norma UNI-EN 206, si prevede l'adozione di calcestruzzo delle seguenti classi di resistenza ed esposizione:

MAGRO PER SOTTOFONDAZIONI:

Classe C12/15
 Classe di esposizione X0

FONDAZIONI ED ELEVAZIONI PIEDRITTI:

Classe C32/40
 Classe di esposizione XF2

Per l'armatura lenta si prevede l'utilizzo di barre nervate in acciaio di classe B450C ($f_{yk} = 450$ MPa e $f_{tk} = 540$ MPa).

Relativamente ai coefficienti parziali dei materiali si fa riferimento, nell'ambito delle rispettive verifiche, a quanto contenuto nelle tabelle seguenti.

Calcestruzzo

| | | |
|---------------|------|--|
| α_{cc} | 0.85 | carichi di lunga durata (quando rilevante) |
| γ_c | 1.50 | S.L.U. |

riferimenti:

- NTC-18 cap. 4.1.2.1.1.1
- NTC-18 cap. 4.3.3
- EN 1992-1-1 2.4.2.4

Acciaio per armatura lenta

| | | |
|------------|------|-------------------|
| γ_s | 1.15 | resistenza S.L.U. |
|------------|------|-------------------|

riferimenti:

- NTC-18 cap. 4.1.2.1.1.3
- NTC-18 cap. 4.3.3

1.4.2 Acciaio di carpenteria

- Elementi saldati in acciaio con $sp. \leq 20$ mm S355J0W (ex 510C)
- Elementi saldati in acciaio con 20 mm $< sp. \leq 40$ mm S355J2G3W (ex 510D)
- Elementi saldati in acciaio con $sp. > 40$ mm S355K2G3W (ex 510DD)
- Elementi non saldati, angolari e piastre sciolte, S355J0W (ex 510C)
- Imbottiture con $sp. < 3$ mm (S355J0W)

La tensione di snervamento nelle prove meccaniche nonché il CEV nell'analisi chimica dovranno essere nei limiti della UNI EN 10025.

Prima della tracciatura dei pezzi devono essere definiti gli eventuali interventi sulla carpenteria imposti dal sistema di montaggio e varo.

Le tolleranze dimensionali per lamiere e profilati dovranno rispettare i limiti prescritti dalla UNI EN 10029 con classe di tolleranza minima A.

BULLONERIA

Bulloni conformi alle norme UNI EN ISO 4016:2002 e UNI 5592:1968 così associati, secondo la norma UNI EN ISO 898-1:2001 e conforme alle pertinenti parti di EN 14399:

| | |
|---------------------|-----|
| - Viti classe | 8.8 |
| - Dadi classe | 8 |
| - Rosette | C50 |

ACCIAIO PER TIRAFONDI DI ANCORAGGIO DELLE STRUTTURE METALLICHE ALLE FONDAZIONI:

- Barre di acciaio ad alta resistenza di classe 10.9
- Dadi classe 10
- Rosette in acciaio UNI 6592

Malta cementizia premiscelata espansiva:

Resistenza a compressione a 28 gg: $f_{ck} > 75 \text{ MPa}$

SALDATURE

Giunzioni realizzate mediante saldature a piena penetrazione di 1a cl., effettuate da entrambi i lati, molate in direzione degli sforzi e soggette a controlli non distruttivi

(Circolare 02/02/2009 n 617 C.S.LL.PP. PAR C4.2.4.1.4.4, TAB. C4.2.XV DETT.8)

1.5 SOFTWARE DI CALCOLO

1.5.1 Elementi finiti

Per l'analisi strutturale dell'edificio si adotta il metodo degli elementi finiti; si utilizza, a tale fine, il pacchetto software denominato "**LUSAS** (vers. 15.2)", fornito da F.E.A. (U.K.) su piattaforma Windows 7. Il pacchetto software comprende pre-post processore grafico interattivo destinato all'input della geometria di base e all'interpretazione dei risultati di output, ed un risolutore ad elementi finiti.

1.5.2 Verifiche sezionali

Per le verifiche delle sezioni in cemento armato si ricorre a seconda del caso studiato ai seguenti programmi:

“**RC-SEC**” sviluppato da Geostru Software S.a.s., in grado di effettuare verifiche sia tensionali che a rottura.

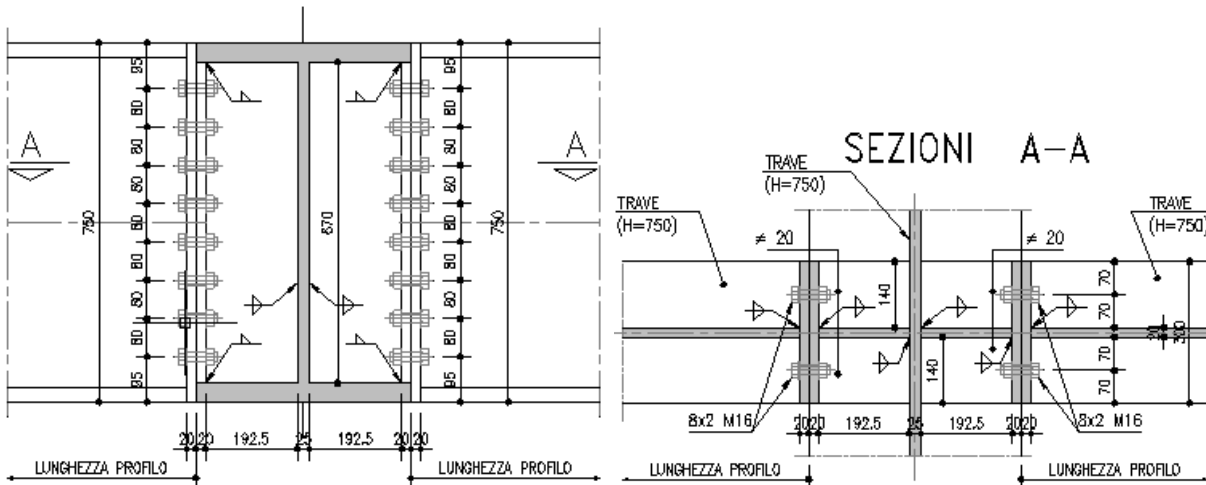
“**VCASLU**” – ver. 7.7 del 30 Agosto 2011, sviluppato dal Prof. Piero Gelfi. Il programma consente la verifica di sezioni in cemento armato normale e precompresso, soggette a presso-flessione o tenso-flessione retta o deviata sia allo Stato Limite Ultimo che con il Metodo n e permette inoltre di tracciare il domino M-N.

1.5.3 Giunzioni bullonate

Per la verifica delle giunzioni bullonate si impiega il programma “**Giunzioni Bullonate.exe**”.

Tale software è in grado di verificare giunzioni di tipo flangiato, con squadretta e di continuità con le modalità riportate di seguito.

1.5.3.1 Giunzione flangiata



Per i collegamenti di questo tipo si prevedono bulloni non precaricati.

Le resistenze di calcolo sono pertanto le seguenti.

Bulloni

$$F_{t,Rd} [kN] = \frac{0.9 f_{tb} A_{res}}{\gamma_{M2}}$$

Resistenza a trazione del singolo bullone (NTC08 § 4.2.62)

$$F_{v,Rd} [kN] = \frac{0.6 f_{tb} A_{res}}{\gamma_{M2}}$$

Resistenza a taglio del singolo bullone (NTC08 § 4.2.57)

Carpenteria

$$F_{b,Rd} [kN] = \frac{k \alpha f_{tk} d t}{\gamma_{M2}}$$

Resistenza a rifollamento della lamiera (NTC08 § 4.2.61)

$$B_{p,Rd} [kN] = \frac{0.6 \pi d_m t_p f_{tk}}{\gamma_{M2}}$$

Resistenza a punzonamento della lamiera (NTC08 § 4.2.64)

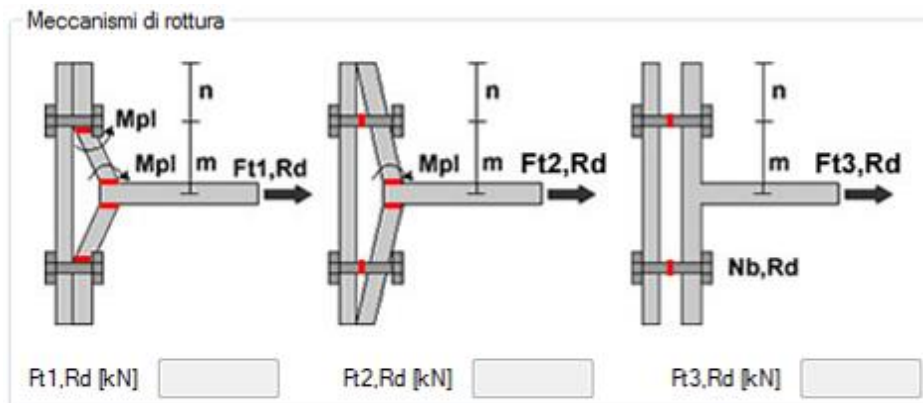
Le verifiche condotte sono le seguenti.

1. Meccanismo di rottura legato alla flessione della giunzione assunto pari al minimo fra i seguenti:
 - o Rottura per snervamento della flangia;
 - o Rottura per snervamento della flangia e rottura per trazione dei bulloni;
 - o Rottura per trazioni dei bulloni.

Per la valutazione delle forze di trazioni resistenti associate a ciascun meccanismo si è fatto riferimento a:

- 2 file di bulloni più esterne a rottura
- momento plastico della flangia pari a $M_{Pl} = \frac{1}{4} b t^2 f_{yk} / \gamma_{M0}$

Sono state pertanto ricavate le forze a trazione resistente del singolo bullone associate a ciascun meccanismo:



2. Verifica a taglio condotta sulle sole file di bulloni non assunte a rottura per il meccanismo precedente (NTC08 §4.2.8.1.1)

$$\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} \leq 1$$

3. Verifica a trazione dei bulloni (NTC08 §4.2.8.1.1)

$$\frac{F_{t,Ed}}{F_{t,Rd}} \leq 1$$

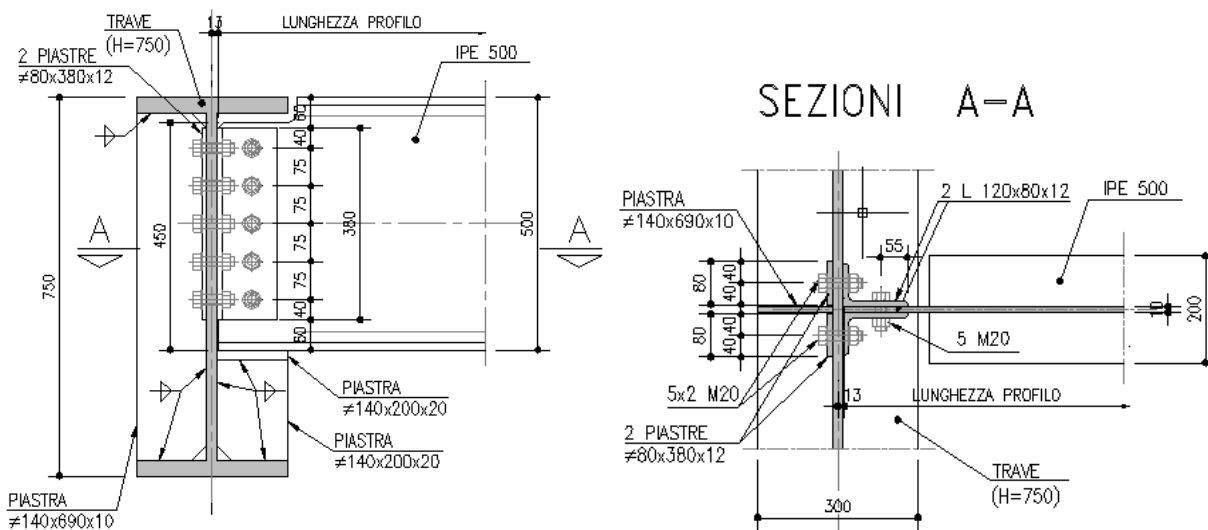
4. Verifica a taglio e trazione combinata dei bulloni (NTC08 §4.2.65)

$$\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} + \frac{F_{t,Ed}}{1.4 \cdot F_{t,Rd}} \leq 1$$

5. Verifica a rifollamento delle flange (NTC08 §4.2.8.1.1)

$$\frac{F_{v,Ed}}{F_{b,Rd}} \leq 1$$

1.5.3.2 Giunzioni con squadretta



Per i collegamenti di questo tipo si prevedono bulloni non precaricati.

Le resistenze di calcolo sono pertanto le seguenti.

Bulloni

$$F_{t,Rd} [kN] = \frac{0.9 f_{tb} A_{res}}{\gamma_{M2}}$$

Resistenza a trazione del singolo bullone (NTC08 § 4.2.62)

$$F_{v,Rd} [kN] = \frac{0.6 f_{tb} A_{res}}{\gamma_{M2}}$$

Resistenza a taglio del singolo bullone (NTC08 § 4.2.57)

Carpenteria

$$\sigma_{adm} [MPa] = f_{yk} / \gamma_{M0}$$

Le verifiche condotte sono le seguenti.

1. Verifica a taglio dei bulloni (NTC08 §4.2.8.1.1)

$$\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} \leq 1$$

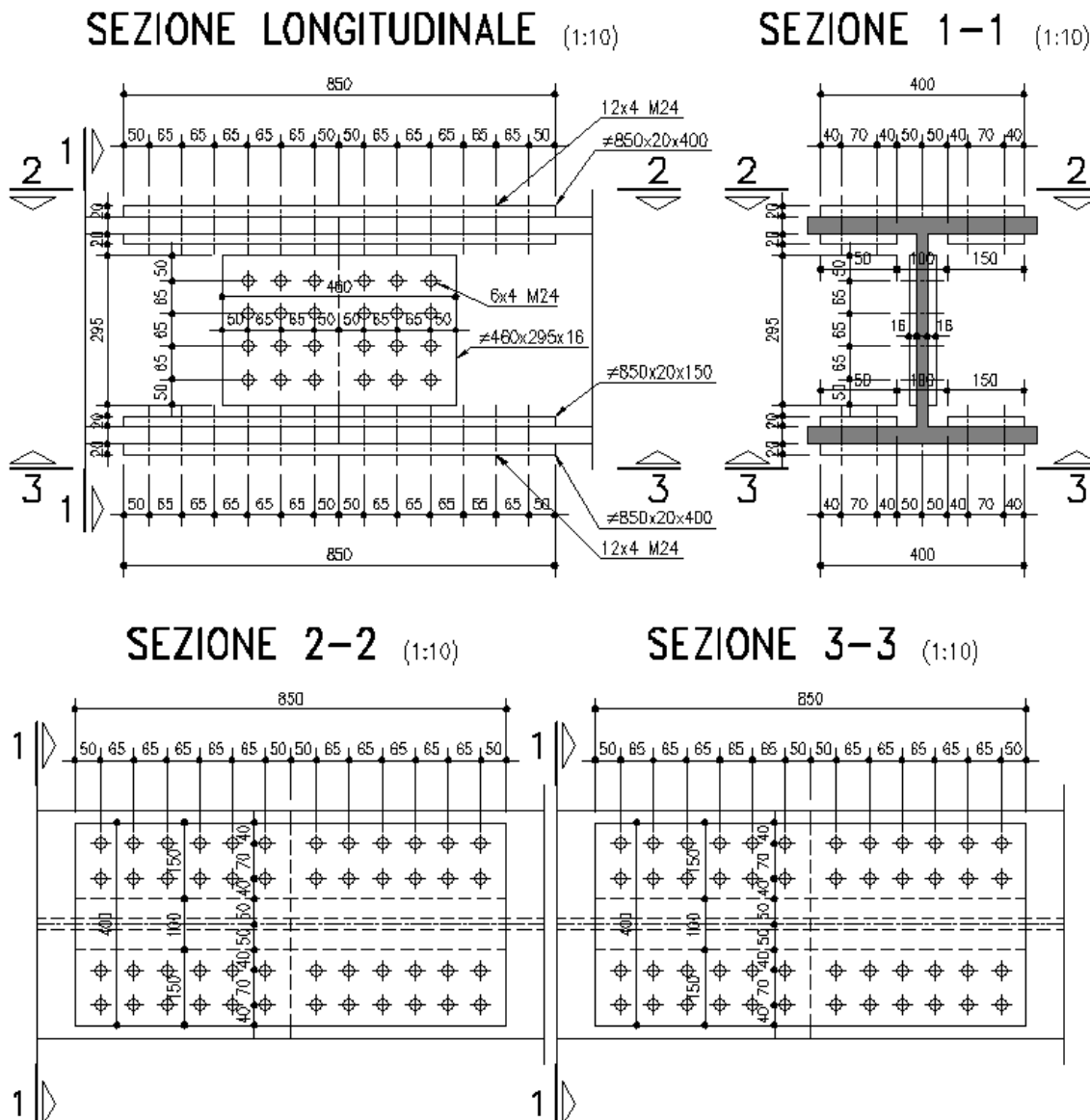
2. Verifica a trazione delle squadrette

$$\sigma_{Ed} \leq \sigma_{adm}$$

3. Verifica a rifollamento dei piatti

$$\sigma_{Ed} \leq \sigma_{adm}$$

1.5.3.3 Giunzioni di continuità



Per i collegamenti di questo tipo si prevedono bulloni non precaricati.

Le resistenze di calcolo sono pertanto le seguenti

Bulloni d'ala

$$F_{t,Rd} [kN] = \frac{0.9 f_{tb} A_{res}}{\gamma_{M2}}$$

Resistenza a trazione del singolo bullone (NTC08 § 4.2.62)

$$F_{v,Rd} [kN] = \frac{0.6 f_{tb} A_{res}}{\gamma_{M2}}$$

Resistenza a taglio del singolo bullone (NTC08 § 4.2.57)

Bulloni d'anima

$$F_{t,Rd} [kN] = \frac{0.9 f_{tb} A_{res}}{\gamma_{M2}}$$

Resistenza a trazione del singolo bullone (NTC08 § 4.2.62)

$$F_{v,Rd} [kN] = \frac{0.6 f_{tb} A_{res}}{\gamma_{M2}}$$

Resistenza a taglio del singolo bullone (NTC08 § 4.2.57)

Carpenteria d'ala

$$F_{b,Rd} [kN] = \frac{k \alpha f_{tk} d t}{\gamma_{M2}}$$

Resistenza a rifollamento coprigiunto (NTC08 § 4.2.61)

Resistenza a rifollamento colonna (NTC08 § 4.2.61)

$$B_{p,Rd} [kN] = \frac{0.6 \pi d_m t_p f_{tk}}{\gamma_{M2}}$$

Resistenza a punzonamento coprigiunto (NTC08 § 4.2.64)

Resistenza a punzonamento colonna (NTC08 § 4.2.64)

Carpenteria d'anima

$$F_{b,Rd} [kN] = \frac{k \alpha f_{tk} d t}{\gamma_{M2}}$$

Resistenza a rifollamento coprigiunto (NTC08 § 4.2.61)

Resistenza a rifollamento colonna (NTC08 § 4.2.61)

$$B_{p,Rd} [kN] = \frac{0.6 \pi d_m t_p f_{tk}}{\gamma_{M2}}$$

Resistenza a punzonamento coprigiunto (NTC08 § 4.2.64)

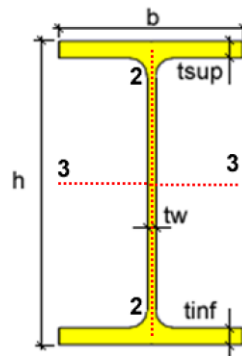
Resistenza a punzonamento colonna (NTC08 § 4.2.64)

Le verifiche condotte sui bulloni d'anima sono verifiche a taglio:

$$\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} \leq 1$$

Le azioni sollecitanti massimizzate sono le seguenti:

- N_{Ed} azione assiale di compressione
- $V_{2,Ed}$ azione tagliante agente lungo l'asse di simmetria 2-2
- $V_{3,Ed}$ azione tagliante agente lungo l'asse di simmetria 3-3
- $M_{2,Ed}$ azione flettente agente attorno all'asse di simmetria 2-2
- $M_{3,Ed}$ azione tagliante agente attorno all'asse di simmetria 3-3



Il criterio assunto per la ripartizione delle sollecitazioni (N_{Ed} , $V_{2,Ed}$, $M_{3,Ed}$) è il seguente:

- L'azione assiale N_{Ed} viene ripartita sui bulloni d'anima e d'ali in proporzione alle aree resistenti delle travi ($\chi_{anima} = A_{anima}/A_{trave}$, $\chi_{ala} = A_{ala}/A_{trave}$)

$$N_{Ed,ala} = N_{Ed} \frac{A_{ala}}{A_{colonna}}$$

$$N_{Ed,anima} = N_{Ed} \frac{A_{anima}}{A_{colonna}}$$

- L'azione tagliante $V_{2,Ed}$ viene affidata interamente ai bulloni d'anima

$$V_{2,Ed,ala} = 0$$

$$V_{2,Ed,anima} = V_{2,Ed}$$

- L'azione tagliante $V_{3,Ed}$ viene affidata interamente ai bulloni d'ala

$$V_{3,Ed,ala} = V_{3,Ed}$$

$$V_{3,Ed,anima} = 0$$

- L'azione flettente $M_{2,Ed}$ viene affidata interamente ai bulloni d'ala

$$M_{2,Ed,ala} = M_{2,Ed}$$

$$M_{2,Ed,anima} = 0$$

- Il taglio che sollecita il singolo bullone d'ala è dunque pari a:

$$V_{M2} = \frac{M_{2,Ed,ala}}{2 \cdot n_{piani} \cdot n_{bulloni} \cdot braccio}$$

- L'azione flettente $M_{3,Ed}$ viene ripartita sui bulloni d'anima e d'ali in proporzione alle inerzie resistenti delle travi ($\xi_{anima} = I_{anima}/I_{trave}$, $\xi_{ala} = I_{ala}/I_{trave}$)

$$M_{3,Ed,ala} = M_{3,Ed} \frac{I_{ala}}{I_{colonna}}$$

$$M_{3,Ed,anima} = M_{3,Ed} \frac{I_{anima}}{I_{colonna}}$$

I bulloni d'ala vengono verificati considerando il taglio derivante dalla quota parte di N_{Ed} e $M_{3,Ed}$ di loro competenza nonché quello dovuto a $V_{3,Ed}$ e $M_{2,Ed}$.

I bulloni d'anima, invece, vengono verificati considerando il taglio risultante calcolato combinando vettorialmente i tagli agenti in direzione 3-3 e in direzione 2-2 dovuti alla quota parte di N_{Ed} , $V_{2,Ed}$ e $M_{3,Ed}$ di loro competenza:

$$F_{x,N,Ed} = \frac{N_{Ed,anima}}{n_{piani} \cdot n_{bulloni}}$$

$$F_{y,V,Ed} = \frac{V_{2,Ed}}{n_{piani} \cdot n_{bulloni}}$$

$$F_{x,M,Ed} = \frac{M_{2,Ed,anima}}{I_x} \cdot y_{max}$$

$$F_{y,M,Ed} = \frac{M_{2,Ed,anima}}{I_y} \cdot x_{max}$$

$$F_{v,anima,Ed} = \sqrt{(F_{x,N,Ed} + F_{x,M,Ed})^2 + (F_{y,V,Ed} + F_{y,M,Ed})^2}$$

1.5.4 Elaborazione dati

Per l'elaborazione dei dati di input/output in generale e la creazione di tabelle riepilogative, si adottano procedure opportunamente implementate in fogli elettronici “Microsoft® Office Excel 2013”.

1.5.5 Validazione dei programmi di calcolo

Ai sensi del punto 10.2 delle NTC 2008, si dichiara quanto segue, relativamente all'impiego di strumenti di calcolo automatizzati.

L'analisi strutturale e le verifiche sono state sviluppate con l'ausilio di codici di calcolo, cui criteri di impiego sono dettagliatamente descritti nei vari capitoli della presente relazione.

I codici di calcolo commerciali Lusas e PontiEC4 sono dotati di Verification Manual, ovvero della specifica raccolta di esempi rappresentativi, validati attraverso l'impiego di metodologie di verifica indipendente.

La correttezza dei risultati ottenuti per mezzo di altri strumenti di calcolo automatico viene di volta in volta valutata mediante metodologie alternative.

Per le specifiche verifiche si rimanda al Capitolo 12 - VALIDAZIONE DEI RISULTATI DEL CALCOLO.

1.6 CONVENZIONI GENERALI

Nel prosieguo del presente elaborato si adotteranno le notazioni contemplate dalle varie norme EN di riferimento.

Le unità di misura sono quelle relative al sistema internazionale, ovvero:

lunghezze: m

forze - coppie:kN

tensioni:MPa

Per quanto riguarda le convenzioni di segno, si considerano, in generale, positive le trazioni.

Convenzioni specifiche verranno riportate nel prosieguo della presente relazione.

Si farà riferimento, di norma, a sistemi di tipo cartesiano ortogonale, in cui, in generale, si ha piano x-y orizzontale, con x posto tangente al tracciato nel punto in esame ed asse z verticale.

In generale, per quanto riguarda le azioni interne nelle membrature strutturali, salvo diversamente specificato, si indicherà con:

Fx azione assiale

Fy azione tagliante agente nel piano orizzontale

Fz azione tagliante agente nel piano verticale
Mx momento torcente
My momento flettente agente nel piano verticale
Mz momento flettente agente nel piano orizzontale

Nell'ambito dell'adozione del sistema di riferimento elementare, si precisa che le azioni flettenti di trave sono da intendersi:

- POSITIVE: se le fibre tese sono rivolte all'estradosso trave
- NEGATIVE: se le fibre tese sono rivolte all'intradosso trave

2 IMPOSTAZIONI GENERALI ANALISI E VERIFICHE STRUTTURALI

2.1 VERIFICHE TENSIONALI ELEMENTI IN ACCIAIO

Le verifiche degli elementi in acciaio vengono effettuate nell'ambito del metodo semiprobabilistico agli Stati Limite, secondo quanto specificato nelle normative prese a riferimento.

Ai fini del dimensionamento/verifica delle strutture interne dell'edificio si prendono in esame le combinazioni di carico S.L.U.-STR e S.L.E., trascurando invece le combinazioni di carico sismiche che non risultano significative. Ai fini del dimensionamento delle elevazioni, invece, oltre a tutte le combinazioni di carico sopraccitate, si considerano anche le combinazioni sismiche.

Con riferimento alle verifiche strutturali, viene effettuato quanto segue:

- verifiche di resistenza (S.L.U.)
- verifiche a taglio (S.L.U.)
- verifiche di instabilità locale e globale (S.L.U.)

Per maggiore chiarezza di seguito si precisano in dettaglio le metodologie di verifica impiegate.

2.1.1 Verifica di resistenza a presso/tenso-flessione (S.L.U.)

Con riferimento alle verifiche di resistenza a presso/tenso-flessione si esegue la verifica della seguente disequazione per le sollecitazioni allo S.L.U. come prescritto da EN1993-1-1 §6.2:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{y,Rd}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{z,Rd}} \leq 1$$

con:

- $N_{Rd} = \frac{A \cdot f_{yk}}{\gamma_{M0}}$ resistenza plastica di progetto (sezioni in classe 1-2-3)
- $M_{j,Rd} = \frac{W_{i,j} \cdot f_{yk}}{\gamma_{M0}}$ resistenza plastica di progetto ($W_{i,j} = W_{pl,j}$ per sezioni in classe 1-2
e $W_{i,j} = W_{el,j}$ per sezioni in classe 3)

Nello specifico si tratta di calcolare i seguenti contributi:

- per elementi in classe 1-2:

$$C.U. (N - M) = \frac{N_{Ed} \cdot \gamma_{M0}}{A \cdot f_{yk}} + \frac{M_{y,Ed} \cdot \gamma_{M0}}{W_{p,y} \cdot f_{yk}} + \frac{M_{z,Ed} \cdot \gamma_{M0}}{W_{p,z} \cdot f_{yk}} \leq 1$$

- per elementi in classe 3:

$$C.U. (N - M) = \frac{N_{Ed} \cdot \gamma_{M0}}{A_{eff} \cdot f_{yk}} + \frac{M_{y,Ed} \cdot \gamma_{M0}}{W_{el,y} \cdot f_{yk}} + \frac{M_{z,Ed} \cdot \gamma_{M0}}{W_{el,z} \cdot f_{yk}} \leq 1$$

Non è previsto l'utilizzo di sezioni in classe 4.

2.1.2 Verifica di instabilità locale a presso-flessione (S.L.U.)

Con riferimento alle verifiche di instabilità si esegue la verifica della seguente disequazione per le sollecitazioni allo S.L.U. come prescritto da (NTC'08 Metodo A delle Istruzioni C4.2.4.1.3.3.1):

$$C.U. (N - M) = \frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}} + \frac{M_{y,eq,Ed}}{\chi_{LT,y} \cdot M_{y,Rd}} + \frac{M_{z,eq,Ed}}{M_{z,Rd}} \leq 1$$

con:

- $N_{b,Rd} = \chi_{min} \cdot \frac{A \cdot f_{yk}}{\gamma_{M1}}$ resistenza a compressione ridotta (sezioni in classe 1-2-3)
- $M_{j,Rd} = \frac{W_{i,j} \cdot f_{yk}}{\gamma_{M1}} \cdot \left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,j}}\right)$ resistenza ridotta di progetto ($W_{i,j} = W_{p1,j}$ per sezioni in classe 1-2 e $W_{i,j} = W_{el,j}$ per sezioni in classe 3)
- $N_{cr,j} = \frac{\pi^2 \cdot E J_j}{l_{0,j}^2}$ carico critico euleriano in direzione j-esima
- $l_{0,j} = \beta_j \cdot L$ lunghezza di libera inflessione in direzione j-esima
- $\chi_i = \frac{1}{\Phi_i + \sqrt{\Phi_i^2 - \bar{\lambda}_i^2}} \leq 1$ coefficiente di riduzione della resistenza a compressione per fenomeni di instabilità legati alla presso-flessione
- $\Phi_i = \frac{1 + \alpha(\bar{\lambda}_i - 0.2) + \bar{\lambda}_i^2}{2}$
- $\bar{\lambda}_i = \sqrt{\frac{A \cdot f_{yk}}{N_{cr,i}}}$ snellezza adimensionalizzata per le classi 1, 2 e 3
- $\chi_{LT,i}$ coefficiente di riduzione della resistenza a flessione nella direzione i-esima per gli effetti di instabilità flessio-torsionali.

Nello specifico è necessario procedere come indicato di seguito:

- per elementi in classe 1-2:

$$C.U. (N - M) = \frac{N_{Ed} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_{min} \cdot A \cdot f_{yk}} + \frac{M_{y,eq,Ed} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_{LT,i} \cdot f_{yk} \cdot W_{p,y} \cdot \left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}\right)} + \frac{M_{z,eq,Ed} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_{LT,i} \cdot f_{yk} \cdot W_{p,z} \cdot \left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}\right)} \leq 1$$

- per elementi in classe 3:

$$C.U. (N - M) = \frac{N_{Ed} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_{min} \cdot A \cdot f_{yk}} + \frac{M_{y,eq,Ed} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_{LT,i} \cdot f_{yk} \cdot W_{el,y} \cdot \left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}\right)} + \frac{M_{z,eq,Ed} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_{LT,i} \cdot f_{yk} \cdot W_{el,z} \cdot \left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}\right)} \leq 1$$

Come già detto, non è previsto l'utilizzo di sezioni in classe 4.

Nel calcolo del coefficiente di utilizzo compare, oltre al fattore di penalizzazione della resistenza a compressione χ_{min} legato a fenomeni di instabilità per presso-flessione, anche il coefficiente $\chi_{LT,i}$ di penalizzazione del momento flettente resistente in direzione i per fenomeni di flessione-torsionale. Tale penalizzazione è da intendersi agente solo nel caso in cui $\chi_{LT,i}$ sia un numero positivo minore di 1.

2.1.3 Verifica di resistenza a taglio (S.L.U.)

Con riferimento alle verifiche di resistenza nei confronti dell'azione tagliante si esegue la verifica della seguente disequazione come prescritto da EN1993-1-1 §6.2.6:

$$\frac{V_{y,Ed}}{V_{y,c,Rd}} + \frac{V_{z,Ed}}{V_{z,c,Rd}} \leq 1$$

con:

$$V_{i,c,Rd} = \frac{A_{vi} \cdot f_{yk}}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}}$$

L'area di taglio A_{vi} è quella presente nelle caratteristiche geometriche dell'elemento esaminato.

Tenendo conto del fatto che, come anticipato, nel presente caso in esame la struttura non presenta elementi con sezione in classe 4, la verifica a taglio allo S.L.U. viene effettuata in tutti i casi confrontando il taglio agente con il taglio plastico resistente:

$$C.U. (V) = \frac{V_{y,Ed}}{V_{y,c,Rd}} + \frac{V_{z,Ed}}{V_{z,c,Rd}} \leq 1$$

2.1.4 Verifica di instabilità locale a taglio (S.L.U.)

Partendo dalla disuguaglianza della verifica di resistenza a taglio, per tener conto dei fenomeni di instabilità per taglio in direzione $i=y$ e z (EN1993-1-1 §6.2.8), si riduce del fattore $(1-\rho_i)$ la tensione di snervamento caratteristica f_{yk} . Il coefficiente ρ_i risulta essere diverso da 0 se $V_{i,Ed} \geq 0.5V_{i,c,Rd}$. In questi casi ρ assume il valore seguente (EN1993-1-1 §6.2.8):

$$\rho = \left(\frac{2 \cdot V_{i,Ed}}{V_{i,c,Rd}} - 1 \right)^2$$

2.2 VERIFICHE ELEMENTI IN CEMENTO ARMATO

Le verifiche degli elementi in cemento armato (c.a.) vengono effettuate nell'ambito del metodo semiprobabilistico agli stati limite, secondo quanto specificato nelle normative prese a riferimento.

In questa fase progettuale, per le parti nuove in ampliamento si predispone un'armatura di incidenza caratteristica per la quale si demanda la verifica alla progettazione esecutiva.

2.3 VERIFICHE DI DEFORMABILITÀ (S.L.E.)

In generale risulta necessario verificare che la freccia degli elementi orizzontali non superi i limiti riportati nella seguente tabella 4.2.X, dove δ_2 rappresenta la freccia dovuta ai carichi accidentali e δ_{max} quella dovuta a tutti i carichi e comprensiva di eventuale contromonta di progetto.

Per quanto riguarda, invece, gli spostamenti orizzontali, alla sommità delle colonne per le combinazioni caratteristiche delle azioni essi devono generalmente limitarsi ad una frazione dell'altezza della colonna e dell'altezza complessiva dell'edificio da valutarsi in funzione degli effetti sugli elementi portati, della qualità del comfort richiesto alla costruzione, delle eventuali implicazioni di una eccessiva deformabilità sul valore dei carichi agenti. In generale si possono adottare i limiti per gli spostamenti orizzontali indicati in Tab. 4.2.XI, dove Δ rappresenta lo spostamento in sommità e δ lo spostamento relativo di piano.

Tabella 4.2.X Limiti di deformabilità per gli elementi di impalcato delle costruzioni ordinarie

| Elementi strutturali | Limiti superiori per gli spostamenti verticali | |
|--|--|----------------------|
| | $\frac{\delta_{max}}{L}$ | $\frac{\delta_2}{L}$ |
| 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 e/o funzionali tali limiti devono essere opportunamente ridotti.

Tabella 4.2.XI Limiti di deformabilità per costruzioni ordinarie soggette ad azioni orizzontali

| 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 e/o funzionali tali limiti devono essere opportunamente ridotti.

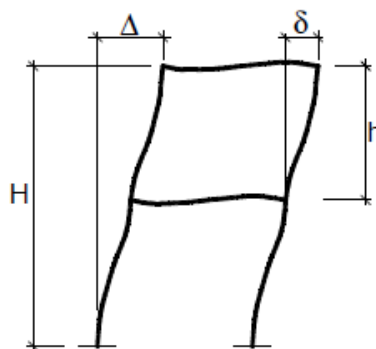


Figura 4.2.2 - Definizione degli spostamenti orizzontali per le verifiche in esercizio

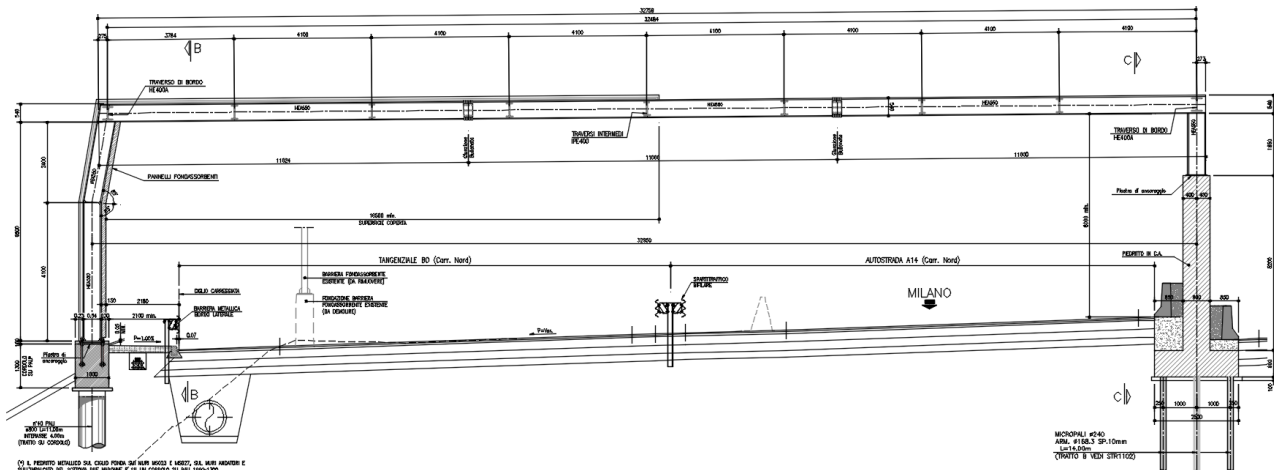
3 ANALISI STRUTTURALE

3.1 MODELLAZIONE

L'analisi strutturale viene effettuata mediante diversi modelli ad elementi finiti a seconda delle esigenze.

Per la modellazione si impiegano elementi finiti tipo “beam” lineari a due nodi, elementi puntuali tipo “joint” (adottati per la schematizzazione dei vincoli elastici e delle giunzioni significative) ed elementi tipo “shell” bidimensionali per le pareti in c.a.

Le dimensioni caratteristiche delle strutture modellate sono quelle relative al telaio di larghezza maggiore.



Riportiamo di seguito le dimensioni di calcolo che sono state ipotizzate in base all'involuppo geometrico dei massimi.

| | |
|--|-----------------------------|
| Larghezza totale portali (in asse) | 32.95 m |
| Parte coperta | (4 campi laterali) ~17.00 m |
| Parte scoperta | (4 campi laterali) ~17.00 m |
| H,piedritto in acciaio esterno | 6.50 m |
| H,piedritto in acciaio in spatritraffico A14 | 1.85 m |
| H,muro in spatritraffico A14_scavalco | 4.40 m |
| H,muro in spatritraffico A14_su fondazione | 5.20 m |
| sp,muro in spatritraffico A14 | 0.80 m |
| H,fondazione muro in spatritraffico A14 | 0.80 m |
| B,fondazione muro in spatritraffico A14 | 2.50 m |
| Interasse portali | 4.00 m |
| Interasse trasversi | 3.784÷4.10 m |
| H,max struttura | ~8.40 m |
| Lunghezza tratto di scavalco “Due Madonne” | 21.00 m |
| Lunghezza tratti di transizione a lato “Due Madonne” | 2 x 8.00 m |

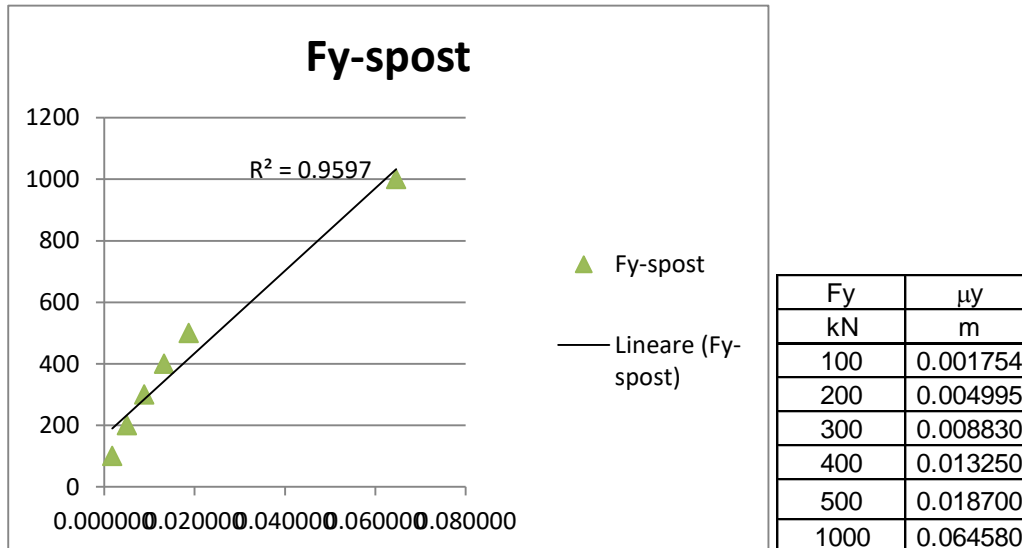
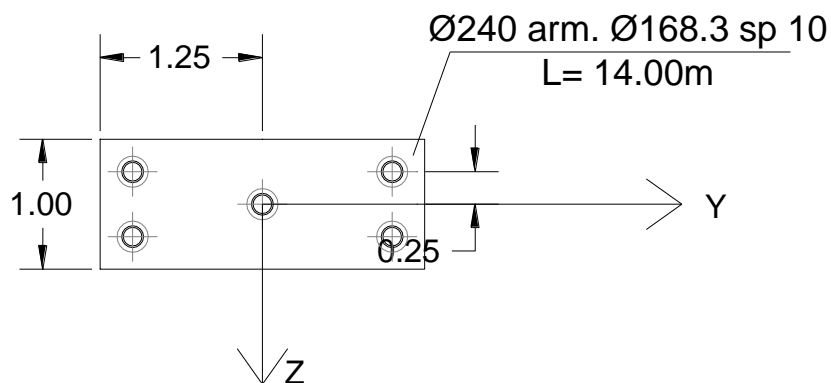
3.1.1 Vincolo con il terreno

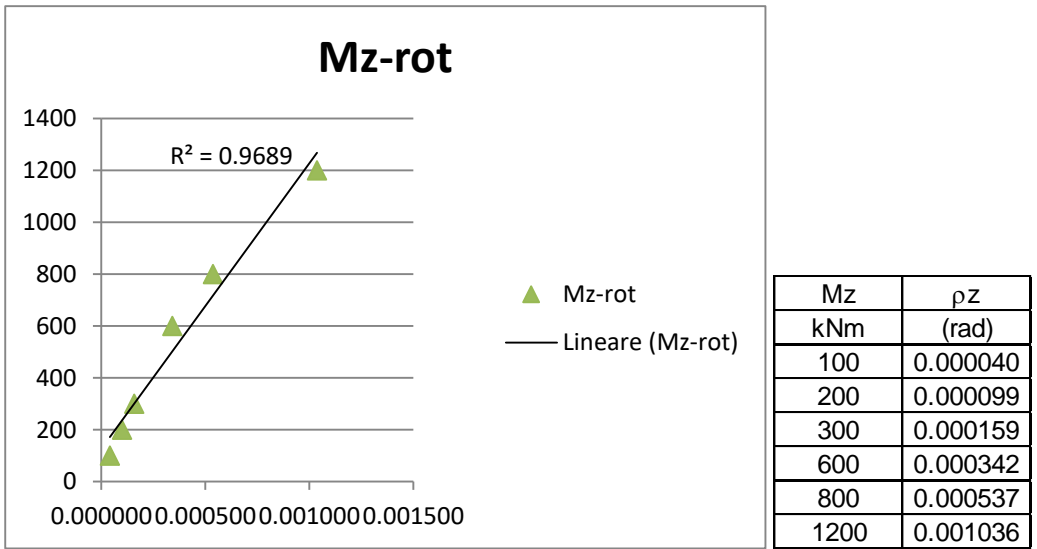
Ordinariamente, il vincolo con il terreno del telaio in acciaio e delle fondazioni del setto in spartitraffico A14 è considerato di tipo INCASTRATO.

Per una migliore definizione del comportamento strutturale, si è talune volte applicato un vincolo ELASTICO di caratteristiche opportunamente definite in base alla soluzione geotecnica impiegata.

Per la fondazione in spartitraffico A14 e per il cordolo di fondazione su pali a lato tangenziale si sono implementati i modelli geotecnici sotto descritti e nello specifico si sono ottenuti i seguenti valori (mediati sulle curve di carico).

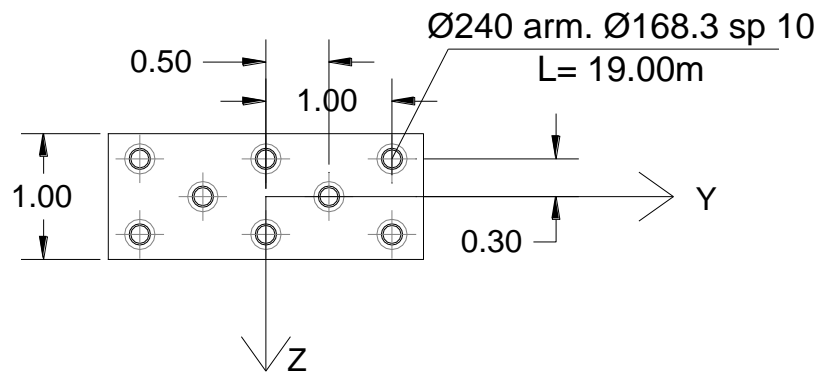
Fondazione in spartitraffico A14 (no zona di scavalco)

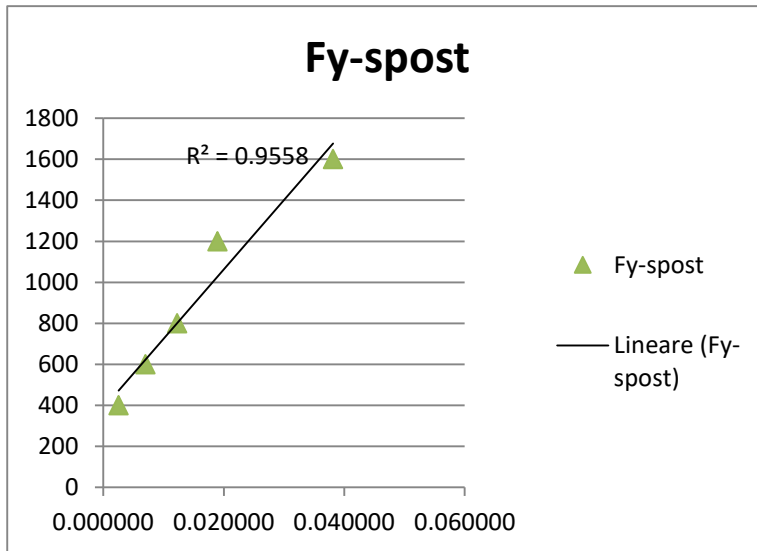




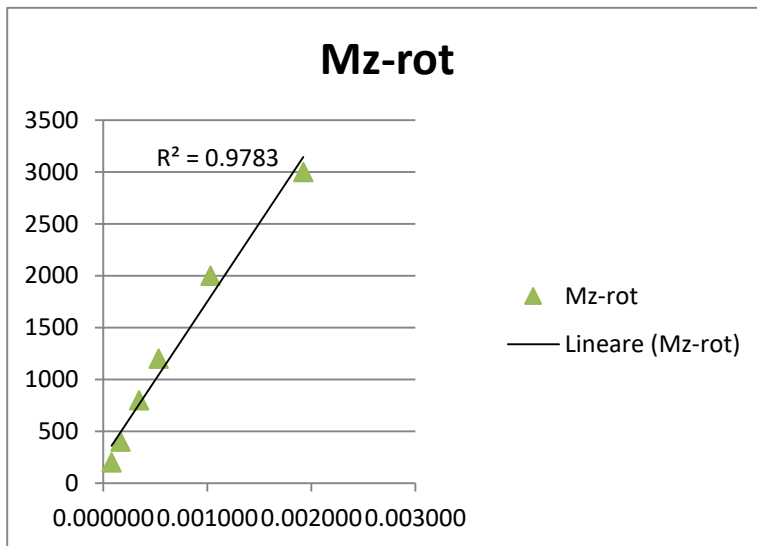
| | | b,APE [m] | b,STR [m] |
|---------------|---------------|---------------|----------------------|
| | | 1.00 | 4.00 |
| | | ↓ | |
| | [N/m] | [N/m/m] | [N/m] |
| k,x | 15 484 670 | 15 484 670 | 61 938 681 |
| | [Nm/rad] | [Nm/rad/m] | [Nm/rad] |
| teta,y | 1 158 301 158 | 1 158 301 158 | 4 633 204 633 |

Fondazione in spartitraffico A14 (zona di scavalco)





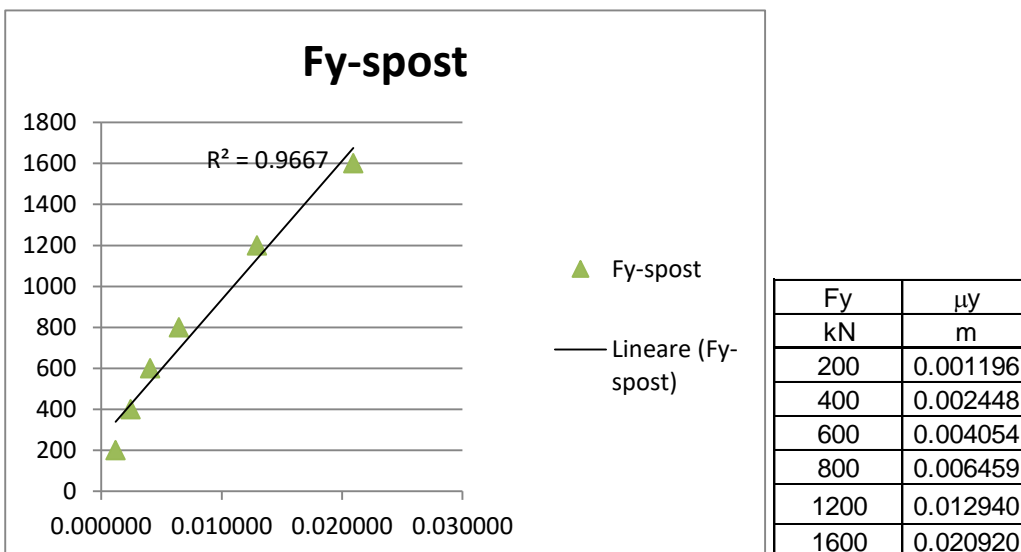
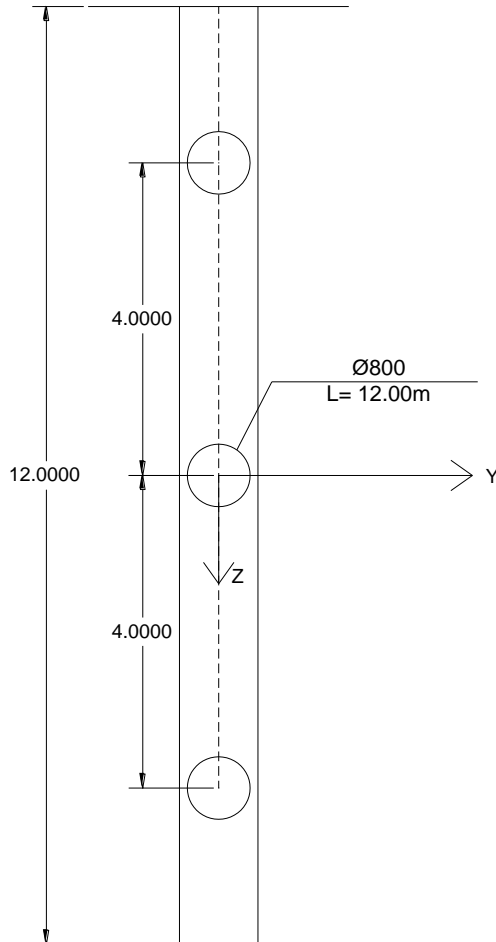
| Fy kN | μy m |
|----------|--------------|
| 200 | 0.002527 |
| 400 | 0.006989 |
| 600 | 0.012240 |
| 800 | 0.018980 |
| 1200 | 0.038140 |
| 1600 | 0.065360 |

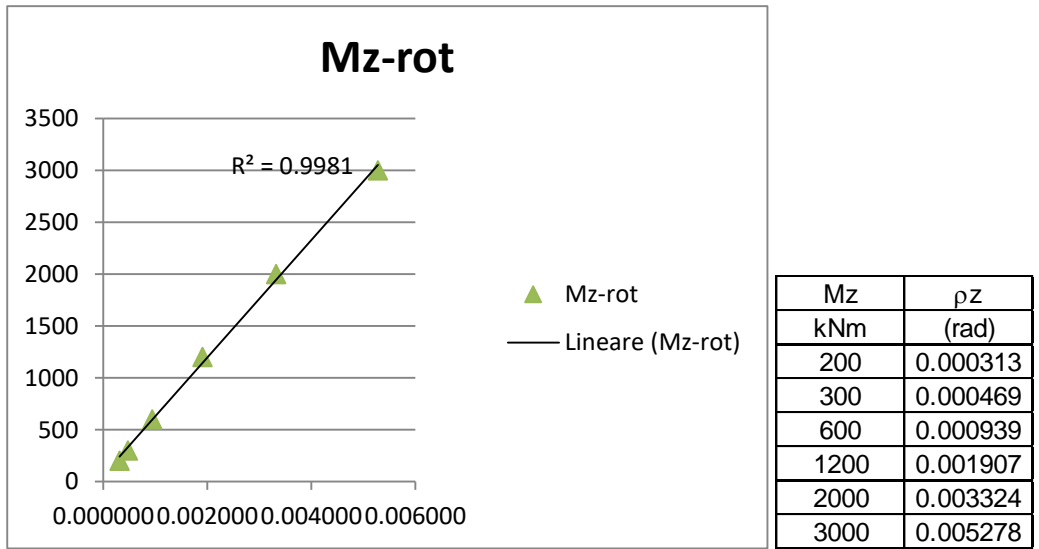


| Mz kNm | ρz (rad) |
|-----------|-------------------|
| 200 | 0.000079 |
| 400 | 0.000166 |
| 800 | 0.000344 |
| 1200 | 0.000530 |
| 2000 | 0.001031 |
| 3000 | 0.001923 |

| | | b,APE [m] | b,STR [m] |
|---------------|---------------|---------------|-----------------------|
| | | 1.00 | 8.00 |
| | | ↓ | |
| k,x | [N/m] | [N/m/m] | [N/m] |
| | 24 479 804 | 24 479 804 | 195 838 433 |
| teta,y | [Nm/rad] | [Nm/rad/m] | [Nm/rad] |
| | 2 265 433 264 | 2 265 433 264 | 18 123 466 113 |

Cordolo di fondazioni su pali a lato tangenziale





| | | b,APE [m] | b,STR [m] |
|---------------|-------------|------------|--------------------|
| | | 12.00 | 4.00 |
| | | ↓ | |
| | [N/m] | [N/m/m] | [N/m] |
| k,x | 76 481 836 | 6 373 486 | 25 493 945 |
| | | | |
| | [Nm/rad] | [Nm/rad/m] | [Nm/rad] |
| teta,y | 568 397 120 | 47 366 427 | 189 465 707 |

3.1.2 Modello a singolo telaio

Si predispose un modello a singolo telaio per le verifiche della struttura in acciaio principale (non per i traversi di bordo e intermedi). Viene modellata anche una porzione di parete in c.a. (comprensiva della fondazione) sull'allineamento dello spartitraffico A14.

Le sollecitazioni dovute al carico del vento sono calcolate nelle due configurazioni di vento “di bordo” e “correte”.

Tale modello viene impiegato per:

- verifiche telaio principale e relative giunzioni bullonate (vento di bordo per dimensionamento e vento corrente per controllo);
- scarichi in fondazione (no zona di scavalco, no zona estrema con protezione pile¹).

Nelle figure seguenti si riporta la configurazione del modello in forma unifilare e renderizzata.

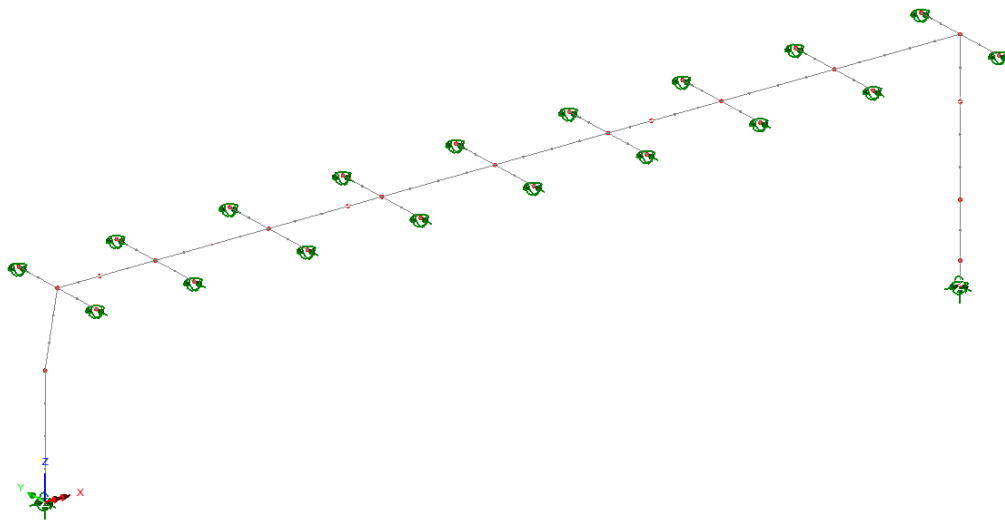


Figura 3-1 - Modellazione unifilare

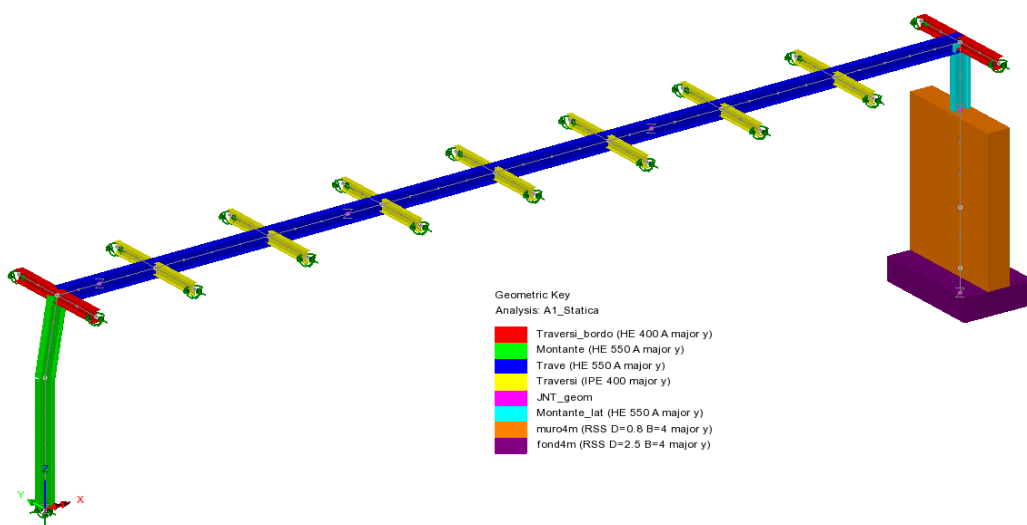


Figura 3-2 - Modellazione renderizzata

¹ Tali sollecitazioni sono comunque comprese negli scarichi delle zone di bordo.

3.1.3 Modello tridimensionale (campo scavalco)

Si predispone un modello tridimensionale parziale per l'analisi della parete in c.a. in spartitraffico nella zona dello scavalco del viadotto Due Madonne.

Tale modello contempla la rappresentazione con elementi bidimensionali a “shell” della parete in c.a. in spartitraffico comprensiva delle variazioni geometriche della zona di scavalco.

Tale modello viene impiegato per:

- Verifiche parete scavalco
- Scarichi in fondazione zona di scavalco

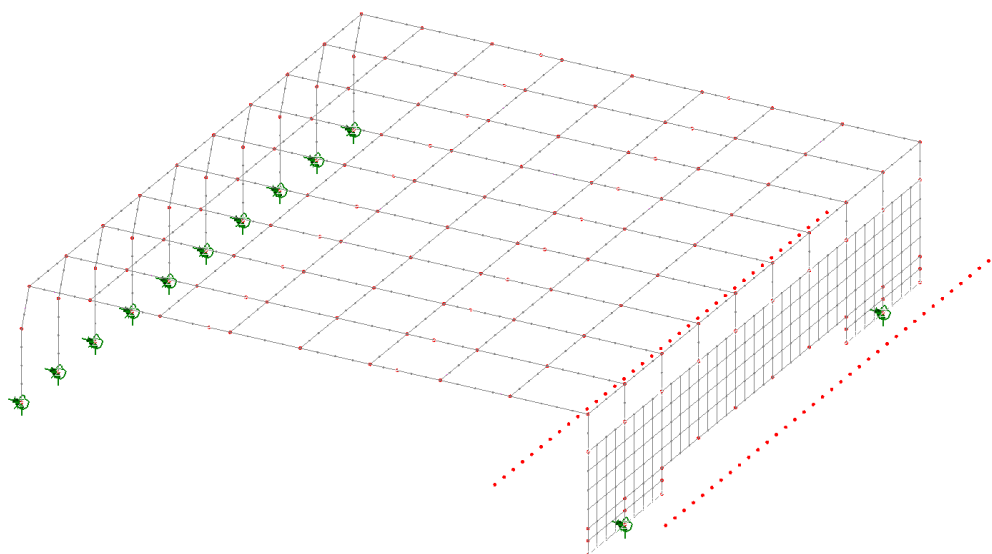


Figura 3-3 - Modellazione unifilare

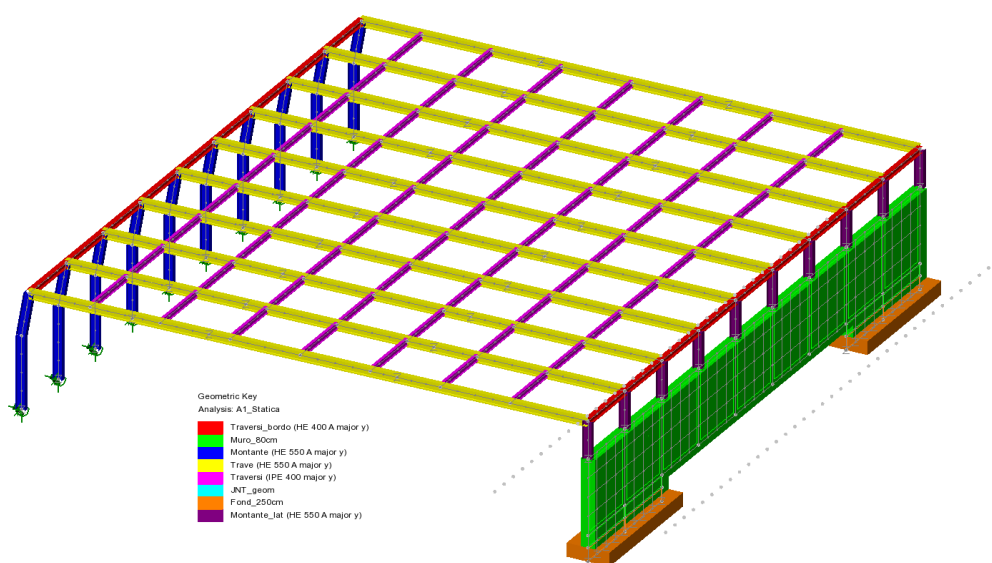


Figura 3-4 - Modellazione renderizzata

3.1.4 Modello tridimensionale (ridotto su campo da 40.0 m)

Si predispone un modello tridimensionale analogo al precedente su un campo “ordinario” di lunghezza pari a 40.0 m.

Tale modello viene a sua volta analizzato nelle seguenti due versioni:

- Senza elementi di controvento per studiare gli effetti del buckling
- Con elementi di controvento (in funzione delle risultanze del modello precedente) per le verifiche dei vari elementi strutturali e delle connessioni.

Impiego:

- Analisi modale comparativa
- Verifiche di buckling
- Verifiche traversi e relative giunzioni bullonate
- Verifiche connessioni telaio in acciaio su calcestruzzo

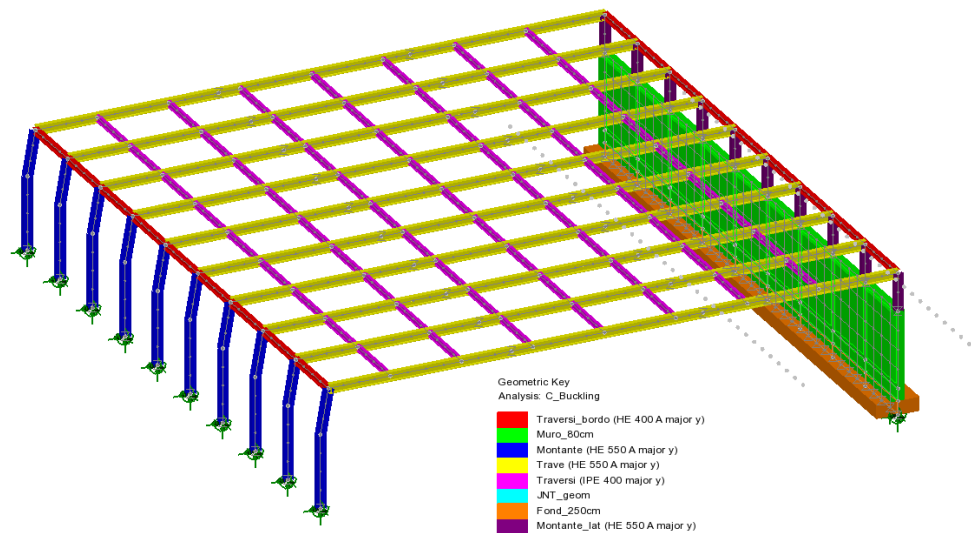


Figura 3-5 - Modello per valutazioni preliminari buckling

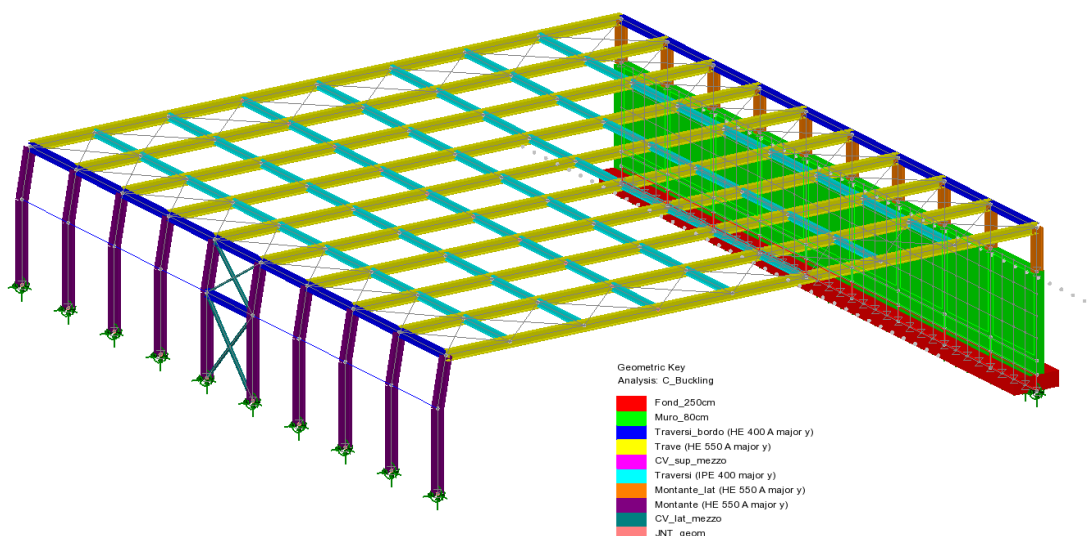


Figura 3-6 - Modello per analisi complete

Sottolineiamo il fatto che l'ultimo modello rappresentato è l'unico che vede la presenza degli elementi di controventamento.

Data l'azione delle sollecitazioni esclusivamente sul piano trasversale, l'influenza degli elementi di controvento sui modelli in oggetto risulta trascurabile poiché non porta ad una alterazione dello stato di sforzo.

3.2 IMPOSTAZIONE ANALISI

3.2.1 Analisi statica

Non sussistendo la presenza di elementi in sezione mista acciaio-calcestruzzo, l'analisi globale non è stata impostata differenziando le fasi di vita della struttura ma si è condotta un'analisi in semplice sovrapposizione degli effetti a struttura ultimata.

3.2.2 Analisi sismica

Per valutare il comportamento della struttura in condizioni sismiche si ricorre ad un'analisi modale con spettro di risposta.

Vengono quindi innanzitutto indagati i modi propri di vibrare della struttura fino ad un numero tale da eccitare un'aliquota superiore all'85% della massa partecipante totale. Per la combinazione degli effetti relativi ai singoli modi viene utilizzata la combinazione quadratica completa (SRSS).

L'input sismico è dato dallo spettro di risposta elastico (si assume pertanto un fattore di struttura unitario) riportato al paragrafo § 4.4 della presente relazione.

La risposta sismica del sistema può essere valutata separatamente per ciascuna direzione del sisma; in particolare vengono prese in esame le due direzioni ortogonali (longitudinale e trasversale) e quella verticale.

Gli effetti sulla struttura dell'input sismico applicato nelle due direzioni principali vengono successivamente combinati tra loro secondo le seguenti espressioni:

$$\begin{array}{ll} \mathbf{1.0} \times E_x + 0.3 \times E_y & + 0.3 \times E_z \\ 0.3 \times E_x + \mathbf{1.0} \times E_y & + 0.3 \times E_z \\ 0.3 \times E_x + 0.3 \times E_y & + \mathbf{1.0} \times E_z \end{array}$$

assumendo infine gli effetti più sfavorevoli tra le due combinazioni.

L'effetto sismico così ottenuto verrà poi combinato con il contributo dei pesi propri e permanenti portati e con un'aliquota dei sovraccarichi accidentali come specificato al paragrafo § 4.6 della presente relazione.

Si riporta di seguito l'output relativo all'analisi modale.

E I G E N V A L U E S

| MODE | EIGENVALUE | FREQUENCY | ERROR NORM |
|------|------------|-----------|--------------|
| 1 | 196.577 | 2.23145 | 0.837504E-07 |
| 2 | 204.740 | 2.27731 | 0.101610E-06 |
| 3 | 205.883 | 2.28366 | 0.500771E-07 |
| 4 | 237.256 | 2.45148 | 0.724900E-07 |
| 5 | 418.584 | 3.25620 | 0.486166E-07 |
| 6 | 548.608 | 3.72779 | 0.496631E-07 |
| 7 | 776.932 | 4.43621 | 0.605349E-07 |
| 8 | 987.552 | 5.00150 | 0.270510E-07 |
| 9 | 1113.05 | 5.30978 | 0.792573E-07 |
| 10 | 1449.58 | 6.05956 | 0.174271E-07 |
| 11 | 1453.91 | 6.06860 | 0.523903E-07 |
| 12 | 1482.85 | 6.12870 | 0.248900E-07 |
| 13 | 1841.54 | 6.82983 | 0.138526E-06 |
| 14 | 2051.06 | 7.20791 | 0.146802E-06 |
| 15 | 2056.88 | 7.21813 | 0.282833E-06 |
| 16 | 2061.05 | 7.22545 | 0.423582E-07 |
| 17 | 2107.95 | 7.30719 | 0.121286E-07 |
| 18 | 2110.54 | 7.31168 | 0.249358E-07 |
| 19 | 2131.11 | 7.34722 | 0.128803E-07 |
| 20 | 2131.71 | 7.34825 | 0.110649E-07 |
| 21 | 2138.85 | 7.36054 | 0.373419E-07 |
| 22 | 2196.50 | 7.45909 | 0.280151E-07 |
| 23 | 2206.32 | 7.47574 | 0.131583E-07 |
| 24 | 2574.46 | 8.07539 | 0.844542E-06 |
| 25 | 2686.14 | 8.24868 | 0.138283E-06 |

P A R T I C I P A T I O N F A C T O R S I N G L O B A L D I R E C T I O N S

| MODE | X DIRECTION | | | Y DIRECTION | | | Z DIRECTION | | |
|------|-------------|------------|--------------|-------------|------------|--------------|-------------|------------|--------------|
| | P. FACTOR | MASS P. F. | SUM M. P. F. | P. FACTOR | MASS P. F. | SUM M. P. F. | P. FACTOR | MASS P. F. | SUM M. P. F. |
| 1 | -67.47 | 0.5435E-02 | 0.5435E-02 | -0.3347E-03 | 0.1337E-12 | 0.1337E-12 | 288.0 | 0.9906E-01 | 0.9906E-01 |
| 2 | 0.6737E-04 | 0.5418E-14 | 0.5435E-02 | -327.7 | 0.1282 | 0.1282 | -0.2917E-03 | 0.1016E-12 | 0.9906E-01 |
| 3 | -0.6836E-05 | 0.5579E-16 | 0.5435E-02 | 37.06 | 0.1640E-02 | 0.1299 | 0.2925E-04 | 0.1021E-14 | 0.9906E-01 |
| 4 | -14.71 | 0.2582E-03 | 0.5693E-02 | 0.1223E-04 | 0.1785E-15 | 0.1299 | 39.90 | 0.1901E-02 | 0.1010 |
| 5 | -0.1411E-05 | 0.2377E-17 | 0.5693E-02 | -2.228 | 0.5927E-05 | 0.1299 | -0.4702E-06 | 0.2640E-18 | 0.1010 |
| 6 | 860.8 | 0.8847 | 0.8904 | 0.4912E-05 | 0.2881E-16 | 0.1299 | 14.01 | 0.2343E-03 | 0.1012 |
| 7 | -0.6175E-04 | 0.4552E-14 | 0.8904 | 86.08 | 0.8846E-02 | 0.1387 | -0.8392E-05 | 0.8408E-16 | 0.1012 |
| 8 | 3.236 | 0.1251E-04 | 0.8904 | 0.6446E-06 | 0.4961E-18 | 0.1387 | 1.849 | 0.4082E-05 | 0.1012 |
| 9 | 0.4109E-06 | 0.2016E-18 | 0.8904 | -41.81 | 0.2087E-02 | 0.1408 | 0.9581E-06 | 0.1096E-17 | 0.1012 |
| 10 | 171.6 | 0.3516E-01 | 0.9256 | 0.1914E-02 | 0.4373E-11 | 0.1408 | 13.94 | 0.2318E-03 | 0.1014 |
| 11 | -0.1734E-02 | 0.3589E-11 | 0.9256 | 164.5 | 0.3230E-01 | 0.1731 | -0.1443E-03 | 0.2485E-13 | 0.1014 |
| 12 | 176.5 | 0.3718E-01 | 0.9627 | -0.2398E-03 | 0.6864E-13 | 0.1731 | 13.98 | 0.2334E-03 | 0.1017 |
| 13 | 0.5154E-05 | 0.3171E-16 | 0.9627 | -15.64 | 0.2920E-03 | 0.1734 | 0.1470E-05 | 0.2581E-17 | 0.1017 |
| 14 | -0.5236 | 0.3273E-06 | 0.9627 | -0.1858E-04 | 0.4122E-15 | 0.1734 | 0.2816 | 0.9466E-07 | 0.1017 |
| 15 | -0.3199E-04 | 0.1222E-14 | 0.9627 | -8.665 | 0.8965E-04 | 0.1735 | -0.8263E-05 | 0.8151E-16 | 0.1017 |
| 16 | 0.2667E-05 | 0.8491E-17 | 0.9627 | 5.138 | 0.3151E-04 | 0.1735 | 0.1852E-05 | 0.4094E-17 | 0.1017 |
| 17 | -0.3196 | 0.1220E-06 | 0.9627 | 0.2071E-05 | 0.5121E-17 | 0.1735 | 0.5090E-01 | 0.3093E-08 | 0.1017 |
| 18 | 0.1249E-05 | 0.1864E-17 | 0.9627 | -4.655 | 0.2587E-04 | 0.1735 | 0.5575E-06 | 0.3710E-18 | 0.1017 |
| 19 | 0.3432 | 0.1407E-06 | 0.9627 | -0.7971E-06 | 0.7585E-18 | 0.1735 | -0.1732E-01 | 0.3582E-09 | 0.1017 |
| 20 | -0.1888E-06 | 0.4258E-19 | 0.9627 | 0.6171 | 0.4546E-06 | 0.1735 | -0.1157E-06 | 0.1598E-19 | 0.1017 |
| 21 | 0.6592 | 0.5188E-06 | 0.9627 | -0.7599E-05 | 0.6895E-16 | 0.1735 | 0.1191 | 0.1695E-07 | 0.1017 |
| 22 | 0.1686E-04 | 0.3393E-15 | 0.9627 | -33.77 | 0.1362E-02 | 0.1749 | 0.4730E-05 | 0.2671E-16 | 0.1017 |
| 23 | 0.2565E-05 | 0.7855E-17 | 0.9627 | -8.986 | 0.9640E-04 | 0.1750 | 0.9518E-06 | 0.1082E-17 | 0.1017 |
| 24 | 3.277 | 0.1282E-04 | 0.9628 | -0.6535E-05 | 0.5099E-16 | 0.1750 | 2.112 | 0.5326E-05 | 0.1017 |
| 25 | -27.33 | 0.8918E-03 | 0.9636 | -0.3423E-05 | 0.1399E-16 | 0.1750 | 2.233 | 0.5955E-05 | 0.1017 |

TOTAL MASS ACTING IN X DIRECTION = 837585. KG
 TOTAL MASS ACTING IN Y DIRECTION = 837585. KG
 TOTAL MASS ACTING IN Z DIRECTION = 837585. KG

Il mancato raggiungimento dell'85% della massa partecipante è dovuto alla rpesenza del muro in c.a. in spartuttraffico.

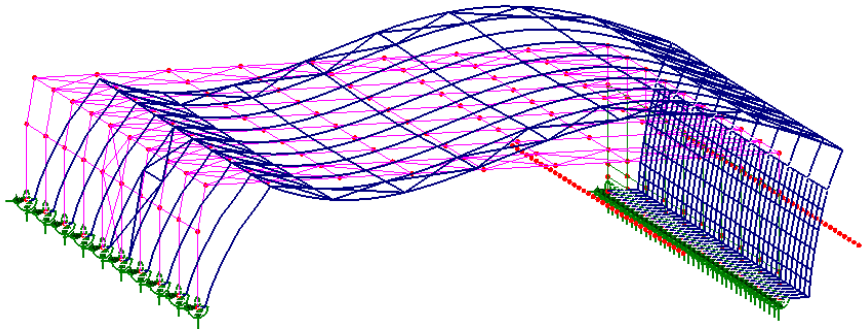
L'analisi sismica si ritiene valida per la parte metallica e comunque non dimensionante dato il tipo di struttura "leggera".

Controllo massa partecipante (v. § 4.4.2):

| | |
|---------------------------|------------|
| TOTALE | 837 585 kg |
| TOTALE (da modello) | 833 523 kg |
| Differenza | ~0.4 % |

Primo modo significativo per sisma trasversale (direzione X):

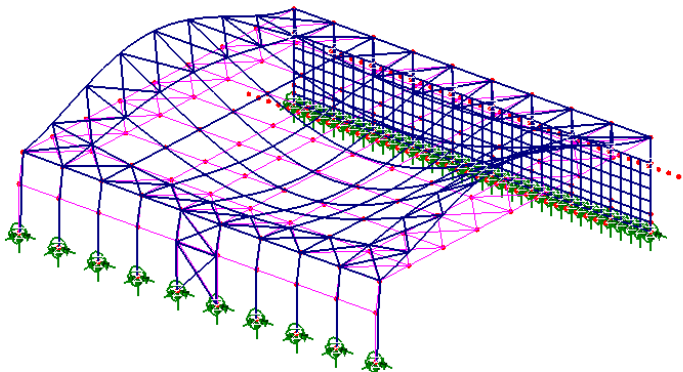
Scale: 1: 223.361
 Zoom: 79.7194
 Eye: (-0.257601, -0.951355, 0.169011)
 Eigenvalue analysis
 Analysis: B1_Sisma_mod
 Loadcase: 29_Loadcase 4, Eigenvalue 6
 Results file: Cdb_4ter_red-B1_Sisma_mod.mys
 Eigenvalue: 546.606
 Natural frequency: 3.72779
 Error norm: 49.6631E-9
 Maximum displacement 1.99803E-3 at node 855
 Deformation exaggeration: 2.23581E3



$T = 1 / 3.72779 \text{ Hz} = \dots\dots\dots 0.268 \text{ sec}$

Primo modo significativo per sisma verticale (direzione Z):

Scale: 1: 223.361
 Zoom: 56.7427
 Eye: (-0.691868, -0.578928, 0.431464)
 Eigenvalue analysis
 Analysis: B1_Sisma_mod
 Loadcase: 29_Loadcase 4, Eigenvalue 4
 Results file: Cdb_4ter_red-B1_Sisma_mod.mys
 Eigenvalue: 237.256
 Natural frequency: 2.45148
 Error norm: 72.49E-9
 Maximum displacement 7.70728E-3 at node 730
 Deformation exaggeration: 579.61



$T = 1 / 2.45148 \text{ Hz} = \dots\dots\dots 0.408 \text{ sec}$

Analisi lineare statica

$T1 \text{ (semplificato)} = C1 \times H^{(3/4)} = 0.050 \times (\sim 7.40 \text{ m})^{(3/4)} = \dots\dots\dots \sim 0.22 \text{ sec}$

Primo modo di vibrare in linea con risultati di analisi modale.

Si definisce quindi l'azione sismica in base ad una analisi statica lineare (v. § 4.4.3).

4 ANALISI DEI CARICHI

Di seguito si riportano in dettaglio i vari contributi di carico considerati nell'analisi strutturale.

4.1 PESI PROPRI (GK1)

In linea generale, si fa riferimento ai seguenti pesi specifici dei materiali.

| | |
|---|------------------------|
| PP calcestruzzo | 25.0 kN/m ³ |
| PP acciaio | 78.5 kN/m ³ |
| Maggiorazione PP elementi acciaio bullonati/saldati | +5 % |

Il peso complessivo delle parti strutturali in acciaio è stato conteggiato con riferimento ad un peso specifico dell'acciaio pari a 78.5 kN/m³ e ad un'aliquota aggiuntiva forfettaria del 5% associata a tutti i profili saldati e bullonati. Tale contributo di carico è stato calcolato automaticamente dal programma in base alle caratteristiche sezionali dei profili adottati nel modello per ciascun elemento strutturale.

4.2 SOVRACCARICHI PERMANENTI (GK2)

| | |
|--------------------------------------|------------------------|
| Pannelli (calcolo forfettario) | 0.60 kN/m ² |
|--------------------------------------|------------------------|

Applicazione a struttura:

| | |
|---|------------------------|
| Pannelli in copertura | 0.60 kN/m ² |
| Pannelli su parete verticale (sui 2 lati) | 1.20 kN/m ² |

New Jersey in spartitraffico:

| | |
|---------|--------|
| H | 1.50 m |
|---------|--------|

Ordinari:

| | |
|--------------------------------|-----------|
| NJ_ord = 2 x 12.0 kN/m = | 24.0 kN/m |
|--------------------------------|-----------|

Su scavalco (travi in acciaio riempite):

| | |
|--|------------|
| NJ_scav = ~0.085 m ² x 1.15 x 78.50 kN/m ³ + (~0.45 + ~0.80) m ² x 25.0 kN/m ³ = | ~39.0 kN/m |
|--|------------|

Su transizioni laterali (con ringrossi in c.a._selle):

| | |
|---|------------|
| NJ_tr5ans = ~2.11 m ² x 25.0 kN/m ³ = | ~53.0 kN/m |
|---|------------|

4.3 AZIONI VARIABILI

4.3.1 Azione del vento (Fw)

La pressione del vento viene valutata sulla base dei criteri contenuti in EN 1991-1-4 + NAD, e risulta pari a:

$$f_w = q_p(z_e) \times C_{pe}$$

La quota di riferimento z_e viene posta pari alla quota da P.C. dell'estremo superiore della copertura (EN 1991-1-4, fig. 7.4).

Il calcolo della pressione di riferimento viene effettuato adottando una semplice procedura automatica implementata su foglio elettronico, di cui di seguito si riportano dati di base e parametri intermedi, valutati in base alle tabelle sotto richiamate.

4.3.1.1 Pressione dinamica

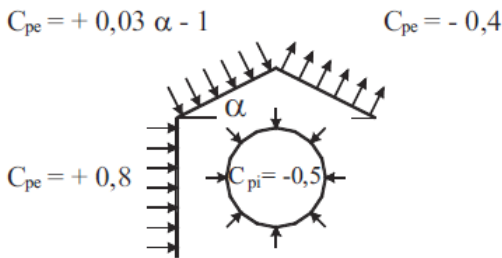
| Caratteristiche sito | | |
|---------------------------|--------------|--|
| h | 10.00 | [m] altezza oggetto |
| H | 0.00 | [m] altezza del rilevato |
| z_e | 10.00 | [m] altezza di riferimento per azione del vento § 7.4.1 (2) |
| Calcolo parametri di base | | |
| Valore di base - § 4.1 | Zona | 2 UNI EN 1991-1-4 |
| | a_s | 56 [m] quota sito |
| | v_{b0} | 25 [m/s] valore base della velocità fondamentale del vento § 4.1.(1) P |
| | a_0 | 750 [m] (cfr. tab. N.A. 1 parametri nazionali) |
| | k_a | 0.015 [1/s] (cfr. tab. N.A. 1 parametri nazionali) |
| | v_{b0} | 25 § 4.1.(1) P |
| | C_{dir} | 1.00 [-] fattore di direzione § 4.2.(2) P - nota 2 |
| | C_{season} | 1.00 [-] fattore di stagionalità § 4.2.(2) P - nota 3 |
| | T_r | 50 [anni] periodo di ritorno |
| | k_1 | 0.138 |
| | n | 1.00 |
| | C_{prob} | 1.00 EN 1991-1-4 § 4.2 (Nota 4) |
| | v_b | 25.0 [m/s] velocità di base del vento - § 4.2 (4.1) |

| | | | |
|---|--|--|--|
| Categoria sito | | II I-II-III-IV-V (categorie secondo NAD EN 1991-1-4) | |
| | | | |
| Vento medio - § 4.2 | z | 0.00 [m] altezza dal suolo del sito | |
| | z/H | 1.00 [-] | |
| | Lu | 1E+50 [m] lunghezza (in orizzontale) del fronte del rilievo esposto al vento | |
| | x | 0 [m] distanza (in orizzontale) della costruzione dalla sommità del rilievo | |
| | Φ | 0.00 [-] pendenza media del fronte del rilievo esposto al vento | |
| | Metodo semplificato [CNR 207/2008 § App. D - D.3] | | |
| | β | 0.40 [-] coefficiente funzione dell'altezza z sul suolo | |
| | γ | 0.00 [-] coefficiente funzione del rapporto Φ | |
| | c_0 (oppure c_1) | 1.00 [-] coeff. orografia § 4.3.1 e Annex A3 (→ CNR 207/2008 § App. D - D.3) | |
| | Versante esposto al vento di pendii e colline [CNR 207/2008 § App. D - D.2.1] | | |
| | Le | 1.00E+50 [m] lunghezza effettiva in orizzontale del fronte del pendio esposto al vento | |
| | x/Lu | 0.000 [-] | |
| | z/Le | 0.000 [-] | |
| | A | 1.012 [-] | |
| | B | 2.646 [-] | |
| s | 1.012 [-] fattore di posizione orografica → CNR 207/2008 § App. D - D.2.1 | | |
| ct | 1.00 [-] coeff. di orografia | | |
| z_0 | 0.05 [m] EN 1991-1-4 § 4.3.2 prosp. 4.1 | | |
| $z_{0,II}$ | 0.05 [m] EN 1991-1-4 § 4.3.2_COSTANTE | | |
| z_{min} | 4.00 [m] EN 1991-1-4 § 4.3.2 prosp. 4.1 | | |
| z_{max} | 200 [m] EN 1991-1-4 § 4.3.2_COSTANTE | | |
| k_r | 0.19 [-] fattore di terreno § 4.3.2 (4.5) | | |
| c_r | 1.01 [-] coefficiente di rugosità del terreno § 4.3.2 | | |
| $v_m(z)$ | 25.2 [m/s] velocità media del vento - EN 1991-1-4 § 4.3.1 (4.3) | | |
| Turbolenza del vento - § 4.4 | k_t | 1.00 [-] fattore di turbolenza (valore raccomandato da N.A.D.) | |
| | σ_v | 4.75 [m/s] scarto comp. turbolenta vel. vento EN 1991-1-4 § 4.4 (4.6) | |
| Valore di picco della pressione - § 4.5 | $I_v(z)$ | 0.19 [-] Intensità di turbolenza - EN 1991-1-4 cap. 4.4 (4.7) | |
| | ρ | 1.25 [kg/m³] densità aria (4.5 nota 2 e N.A.D.) | |
| | $q_p(z)$ | 918.86 [N/m²] valore di picco della pressione dinamica a z[m] § 4.5 (4.9) | |
| | $c_e(z)$ | 2.35 [-] fattore di esposizione - EN 1991-1-4 § 4.5 (4.9) => per deduzione | |

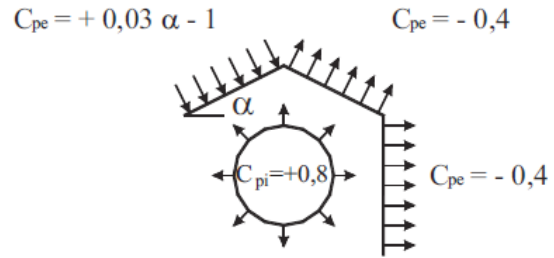
qp,calcolo ~920 N/m²

4.3.1.2 Coefficienti di forma

Sopravento



Sottovento



Per le **ZONE DI BORDO** si applica il seguente **COEFFICIENTE AMPLIFICATIVO**:

$c_{,ampl} = 2.10 / 1.20 = \dots\dots\dots$ **1.75 -**

| | | | Cp,est | Cp,int | Cp,tot | C,ampl | Cp,modello (dir. X o Z) |
|-------------------|-----------------|--------------|--------|--------|------------------------|--------|----------------------------|
| Sopravento | Corrente | Parete | 0.8 | 0.5 | 1.3 | - | +1.30 (X) |
| | | Copertura | -0.4 | 0.5 | +0.10 (verso il basso) | - | -0.10 (Z) |
| | | Muro in c.a. | 0.8 | 0.4 | 1.2 | - | +1.20 (X) |
| | Bordo | Parete | 0.8 | 0.5 | 1.3 | 1.75 | +2.275 (X) |
| | | Copertura | -0.4 | 0.5 | +0.10 (verso il basso) | 1.75 | -0.175 (Z) |
| | | Muro in c.a. | 0.8 | 0.4 | 1.2 | 1.72 | +2.10 (X) |
| Sottovento | Corrente | Parete | 0.4 | 0.8 | 1.2 | - | -1.20 (X) |
| | | Copertura | 0.4 | 0.8 | +1.20 (verso l'alto) | - | +1.20 (Z) |
| | | Muro in c.a. | 0.4 | 0.8 | 1.2 | - | -1.20 (X) |
| | Bordo | Parete | 0.4 | 0.8 | 1.2 | 1.75 | -2.10 (X) |
| | | Copertura | 0.4 | 0.8 | +1.20 (verso l'alto) | 1.75 | +2.10 (Z) |
| | | Muro in c.a. | 0.4 | 0.8 | 1.2 | 1.75 | -2.10 (X) |

4.3.1.3 Pressione del vento

Vento cp x 920 N/m²

4.3.2 Pressione veicolare

Da NTC2008 § 5.2.2.7 (mutuato dai ponti ferroviari).

Azioni da cumulare con l'azione del vento.

4.3.2.1 Pareti verticali

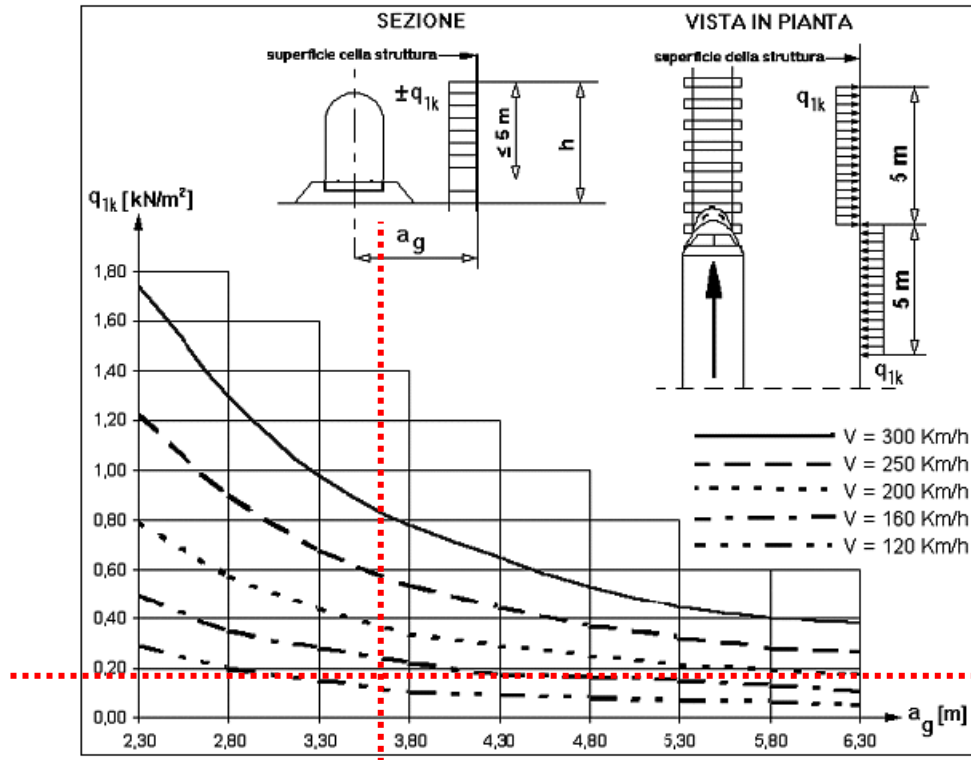


Figura 5.2.8 - Valori caratteristici delle azioni q_{1k} per superfici verticali parallele al binario

| | |
|---|-------------------------|
| V | 130 km/h |
| $a_g = 2.10 \text{ m_rispetto barriera} + (3.00 \text{ m} / 2)_semi-emergenza =$ | 3.60 m |
| q_{1k} | 0.18 kN/m ² |
| k_1 | 0.85 - |
| k_2 | 1.30 - |
| $q_{k,vert} = q_{1k} \times k_1 \times k_2 = 0.18 \text{ kN/m}^2 \times 0.85 \times 1.30 =$ | -0.20 kN/m ² |

4.3.2.2 Pareti orizzontali

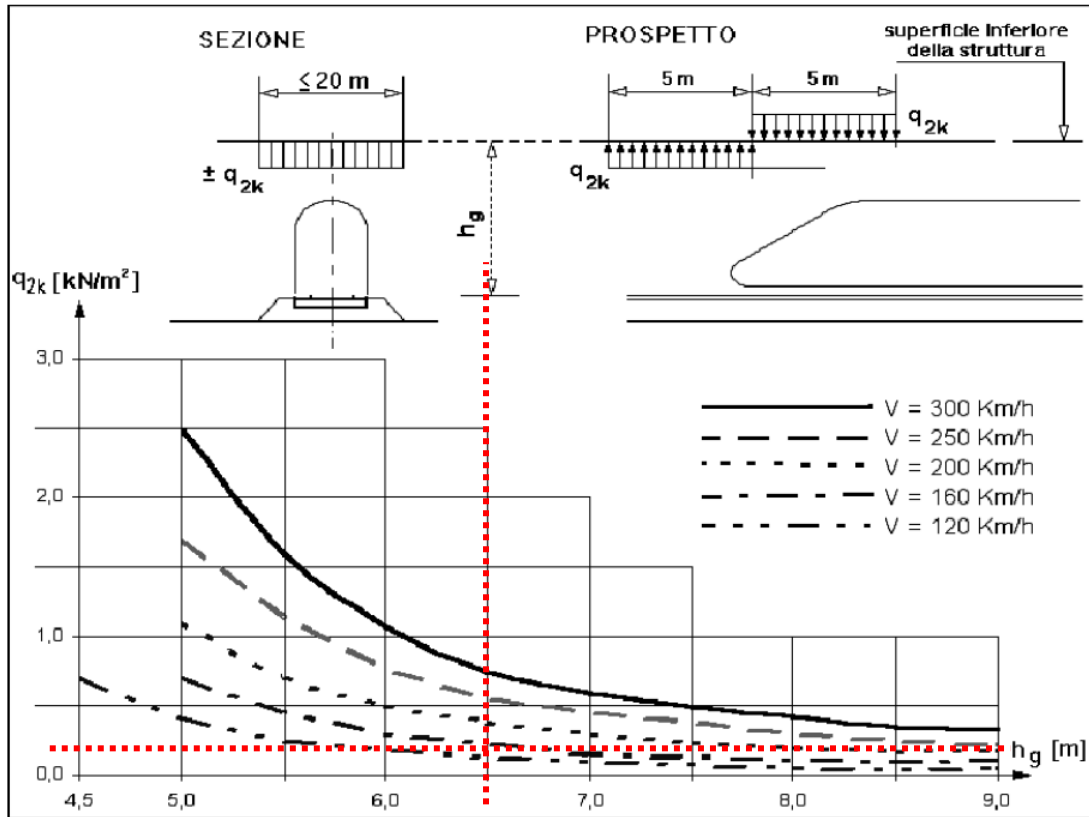


Figura 5.2.9 - Valori caratteristici delle azioni q_{2k} per superfici orizzontali al di sopra del binario

| | |
|--|------------------------|
| V | 130 km/h |
| h_g | 6.50 m |
| q_{2k} | 0.20 kN/m ² |
| k_1 | 0.85 - |
| $q_{k,orizz} = q_{2k} \times k_1 = 0.20\text{ kN/m}^2 \times 0.85 =$ | 0.17 kN/m ² |

4.3.3 Carico neve

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

| |
|---|
| $q_s \text{ (carico neve sulla copertura [N/mq])} = \mu_i \cdot q_{sk} \cdot C_E \cdot C_t$ |
| μ_i (coefficiente di forma) |
| q_{sk} (valore caratteristico della neve al suolo [kN/mq]) |
| C_E (coefficiente di esposizione) |
| C_t (coefficiente termico) |

Valore caratteristico della neve al suolo

| | |
|---|------|
| a_s (altitudine sul livello del mare [m]) | 56 |
| q_{sk} (val. caratt. della neve al suolo [kN/mq]) | 1.50 |

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 $C_t = 1$.

| Topografia | Descrizione | C_E |
|-------------------|--|-------|
| Battuta dai venti | Aree pianeggianti non ostruite esposte su tutti i lati, senza costruzioni o alberi più alti. | 0.9 |

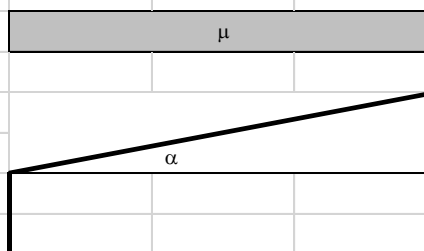
Valore del carico della neve al suolo

| | |
|--|------|
| q_s (carico della neve al suolo [kN/mq]) | 1.35 |
|--|------|

Coefficiente di forma (copertura ad una falda)

| | |
|-----------------------------------|-----|
| α (inclinazione falda [°]) | 0 |
| μ | 0.8 |

1.08 kN/mq



4.3.4 Termiche

Nel caso in cui la temperatura non costituisca azione fondamentale per la sicurezza o per la efficienza funzionale della struttura è consentito tener conto, per gli edifici, della sola componente ΔT_u , ricavandola direttamente dalla Tab. 3.5.II.

Nel caso in cui la temperatura costituisca, invece, azione fondamentale per la sicurezza o per la efficienza funzionale della struttura, l'andamento della temperatura T nelle sezioni degli elementi strutturali deve essere valutato più approfonditamente studiando il problema della trasmissione del calore.

Tabella 3.5.II – Valori di ΔT_u per gli edifici

| 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 | $\pm 15 \text{ }^\circ\text{C}$ |

4.4 AZIONI SISMICHE (ED)

4.4.1 Generalità

Le azioni sismiche di progetto vengono implementate in osservanza ai requisiti indicati in NTC08, cap. 2.4 e 3.2. D'intesa con la Committenza e in accordo a quanto previsto al punto 4 della D.G.R. Lazio n. 489 del 17 ottobre 2012 (“Modifica dell’Allegato 2 della DGR Lazio n. 387 del 22 maggio 2009”) per le Infrastrutture dei Terminal Aeroportuali, sono state fatte le seguenti assunzioni: categoria d’uso IV ($C_u = 2.0$) e vita nominale pari a 50 anni.

Tabella 2.4.I – Vita nominale V_N per diversi tipi di opere

| TIPI DI COSTRUZIONE | | Vita Nominale V_N (in anni) |
|---------------------|--|-------------------------------|
| 1 | Opere provvisorie – Opere provvisionali - Strutture in fase costruttiva ¹ | ≤ 10 |
| 2 | Opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale | ≥ 50 |
| 3 | Grandi opere, ponti, opere infrastrutturali e dighe di grandi dimensioni o di importanza strategica | ≥ 100 |

Tab. 2.4.II – Valori del coefficiente d’uso C_U

| CLASSE D’USO | I | II | III | IV |
|--------------------|-----|-----|-----|-----|
| COEFFICIENTE C_U | 0,7 | 1,0 | 1,5 | 2,0 |

Le coordinate del sito oggetto di studio sono le seguenti:

Latitudine 44,48967 °
 Longitudine 11,398899 °

I parametri caratteristici adottati per l’individuazione delle azioni sismiche da considerare in fase di progetto sono, infine, i seguenti:

Vita nominale: 50 anni
 Coefficiente d’uso: $C_u =$ 2.0 -
 Categoria di suolo: D
 Categoria topografica: T1 – superficie pianeggiante
 Coefficiente di suolo: $S =$ 1.50 -

Parametri sismici

Operatività (SLO):

Probabilità di superamento: 81 %
 T_r : 60 [anni]
 a_g : 0,074 g
 F_o : 2,468 -
 T_c^* : 0,275 [s]

Danno (SLD):

Probabilità di superamento: 63 %
 Tr: 101 [anni]
 ag: 0,091 g
 Fo: 2,463 -
 Tc*: 0,284 [s]

Salvaguardia della vita (SLV):

Probabilità di superamento: 10 %
 Tr: 949 [anni]
 ag: 0,215 g
 Fo: 2,423 -
 Tc*: 0,315 [s]

Prevenzione dal collasso (SLC):

Probabilità di superamento: 5 %
 Tr: 1950 [anni]
 ag: 0,268 g
 Fo: 2,446 -
 Tc*: 0,324 [s]

I parametri degli spettri elastici risultano pertanto pari a:

| | | | | |
|------------------|-------|-------|-------|---------------------------|
| ag_g | 0.074 | 0.091 | 0.215 | 0.268 [g] |
| ag_a | 0.726 | 0.893 | 2.109 | 2.629 [m/s ²] |
| Fo | 2.468 | 2.463 | 2.423 | 2.446 [-] |
| T*c | 0.275 | 0.284 | 0.315 | 0.324 [sec] |
| | | | | |
| Cat. suolo | D | D | D | D |
| Ss | 1.80 | 1.80 | 1.62 | 1.42 [-] |
| | | | | |
| Cat. topografica | T1 | T1 | T1 | T1 |
| St | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 [-] |
| S | 1.80 | 1.80 | 1.62 | 1.42 [-] |
| ξ | 5.0 | 5.0 | 5.0 | 5.0 [%] |
| η | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 [-] |
| Cc | 2.384 | 2.346 | 2.227 | 2.196 [-] |
| | | | | |
| TB | 0.219 | 0.222 | 0.234 | 0.237 [sec] |
| TC | 0.656 | 0.666 | 0.702 | 0.712 [sec] |
| TD | 1.896 | 1.964 | 2.460 | 2.672 [sec] |

Di seguito si riportano i grafici dei due spettri elastici.

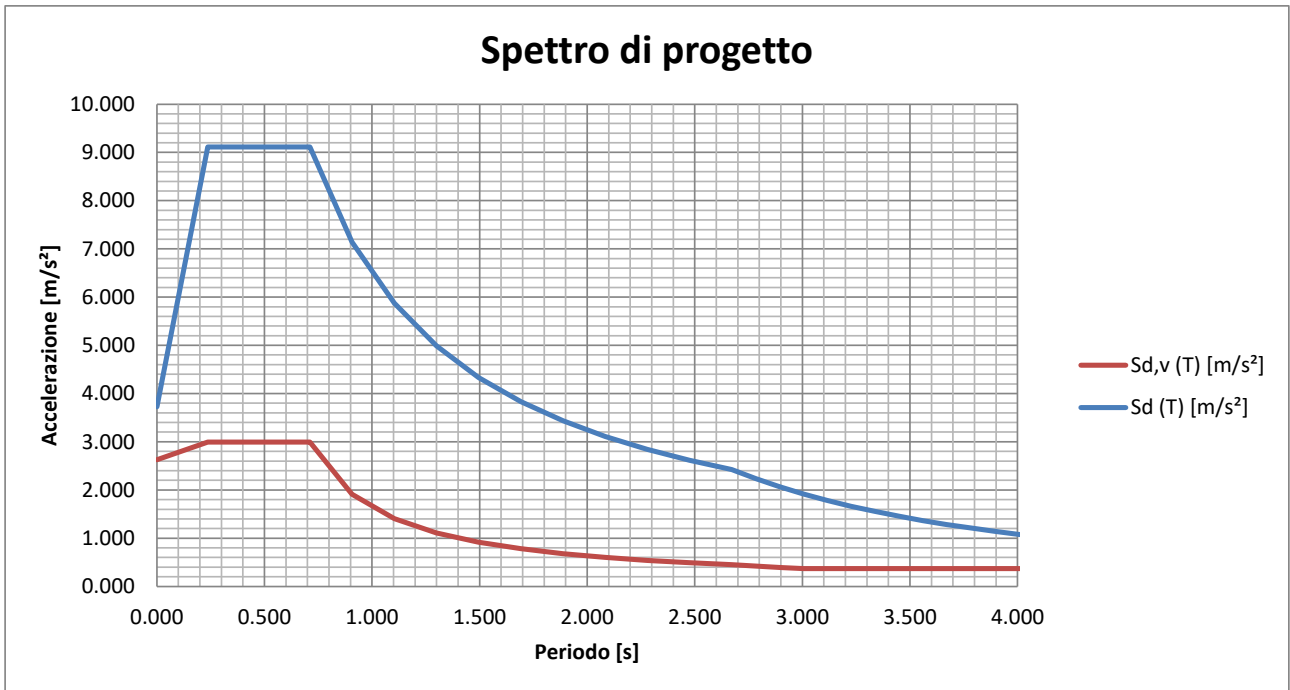


Figura 4-1 - Spettro SLC

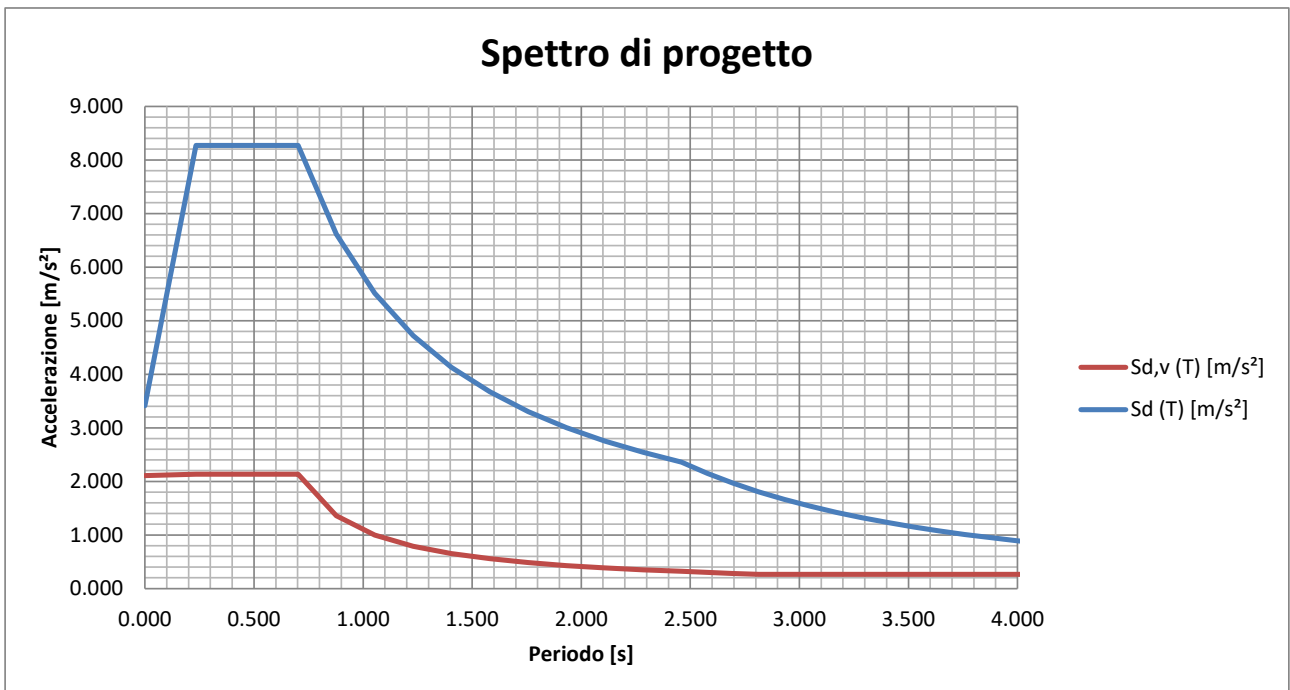


Figura 4-2 - Spettro SLV

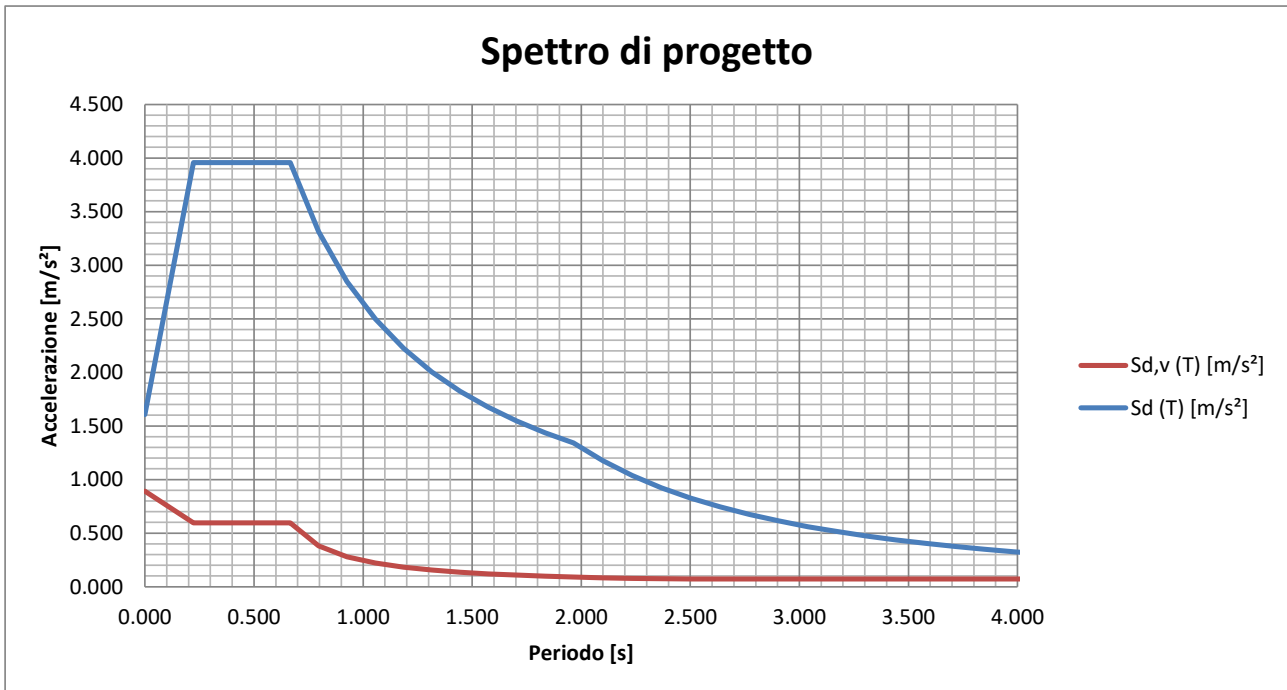


Figura 4-3 - Spettro SLD

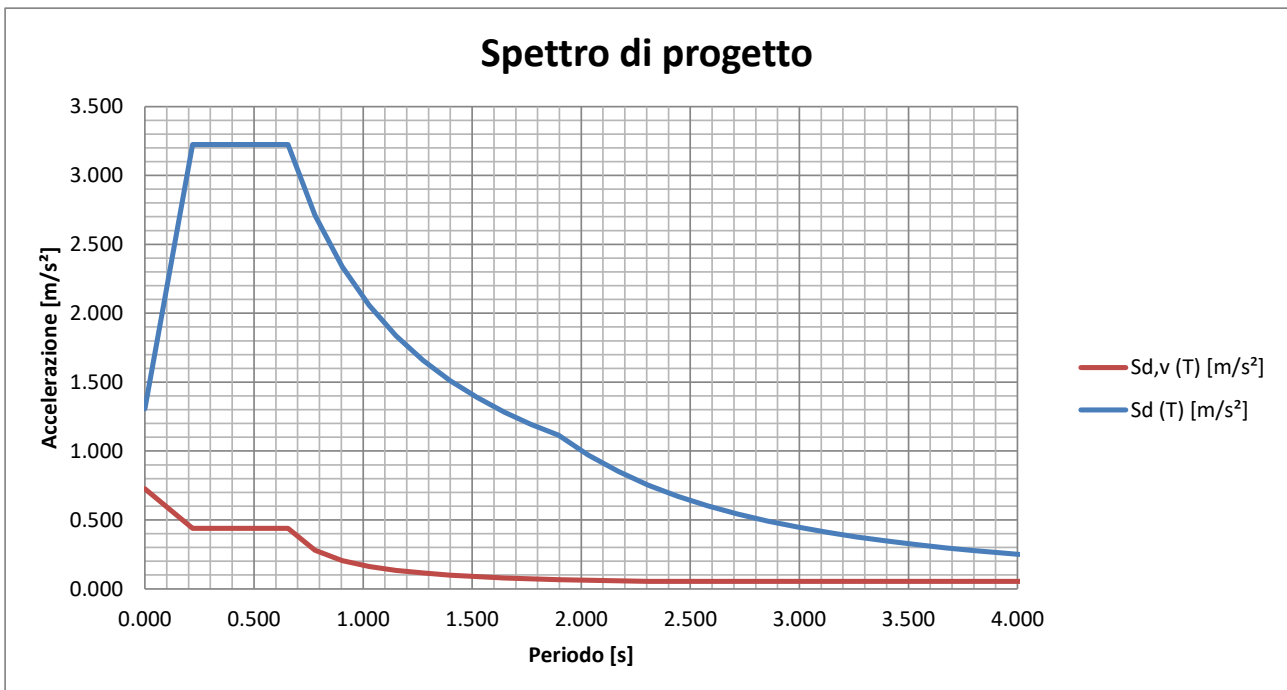


Figura 4-4 - Spettro SLO

4.4.2 Masse sismiche partecipanti

Il quadro delle masse coinvolte dall'azione sismica comprende: peso delle membrature in acciaio e calcestruzzo, peso della pannellatura e NJ redirettivi.

Pannellatura anti-fonica

Pannelli copertura = 60.0 kg/m² x 4.00 m = 240.0 kg/m

Pannelli parete = 2 x 60.0 kg/m² x 4.00 m = 480.0 kg/m

| | Profilato | Area_F3 [mm ²] | PP [kg/m] | Perm_F2a [kg/m] | p,sism [kg/m] | γ _{eq} 2 [kg/m ³] |
|-----------------|-----------|----------------------------|-----------|-----------------|---------------|--|
| Trave | HE 550 A | 21 180.00 | 174.58 | 240.00 | 414.58 | 19 573.94 |
| Montante | HE 550 A | 21 180.00 | 174.58 | 480.00 | 654.58 | 30 905.39 |

New Jersey su muro in spartitraffico A14

Attribuzione della massa aggiuntiva globalmente alle pareti in c.a. :

$$\gamma_{,sismico} = \gamma_{,reale} \times (PP_{,sismico} / PP_{,modello})$$

Scavalco = 2 500 kg/m³ x [(0.80 m x 4.40 m + 1.8679 m²) / (0.80 m x 4.40 m)] = 3 827 kg/m³

Transizione = 2 500 kg/m³ x [(0.80 m x 4.40 m + 2.4593 m²) / (0.80 m x 4.40 m)] = 4 247 kg/m³

Ordinari = 2 500 kg/m³ x [(0.80 m x 4.40 m) + (2 x 1 200 kg/m) / 2 500 kg/m³] / [0.80 m x 4.40 m]=

= 3 182 kg/m³

Verifica massa partecipante

Calcolata su blocco ordinario da 40.0 m.

| | |
|-------------------------|--|
| Montanti | 10 x 6.80 m x (1.05 x 166.26 kg/m) |
| Travi_sism | 10 x 15.85 m x (1.05 x 166.26 kg/m) |
| Travi_no sism | 10 x 16.40 m x 166.26 kg/m |
| Traversi bordo | (9 x 2) x 4.00 m x 125 kg/m |
| Traversi intermedi | (9 x 7) x 4.00 m x 66.3 kg/m |
| Montanti spartitraffico | 10 x 2.17 m x 166.26 kg/m |
| Pannelli copertura | 60 kg/m ² x 40 m x 15.85 m |
| Pannelli facciata | 2 x 60 kg/m ² x 40 m x 6.80 m |
| Muro con fondazione | 2 500 kg/m ³ x [(0.80 m x 5.10 m + 2.50 m x 0.80 m) x (36.0 m)] |
| NJ_ordinari | 2 x 1 660 kg/m x 36.0 m |

| | n° [-] | L [m] | B [m] | A [m ²] | incremento [-] | peso,lin [kg/m] | peso,sup [kg/m ²] | pp [kg/m ³] | peso [kg] |
|-------------------------|--------|-------|-------|---------------------|----------------|-----------------|-------------------------------|-------------------------|----------------|
| Montanti | 10 | 6.80 | | | 1.05 | 166.26 | | | 11 871 |
| Travi_sism | 10 | 15.85 | | | 1.05 | 166.26 | | | 27 670 |
| Travi_no sism | 10 | 16.40 | | | | 166.26 | | | 27 267 |
| Traversi bordo | 18 | 4.00 | | | | 125.00 | | | 9 000 |
| Traversi intermedi | 63 | 4.00 | | | | 66.30 | | | 16 708 |
| Montanti spartitraffico | 10 | 2.17 | | | | 166.26 | | | 3 608 |
| Pannelli copertura | | 15.85 | 40.00 | | | | 60.00 | | 38 040 |
| Pannelli facciata | 2 | 6.80 | 40.00 | | | | 60.00 | | 32 640 |
| Muro con fondazione | | 36.00 | | 6.08 | | | | 2 500.00 | 547 200 |
| NJ_ordinari | 2 | 36.00 | | | | 1 660.00 | | | 119 520 |
| | | | | | | | | | 833 523 |

4.4.3 Accelerazione statica equivalente

(v. periodi significativi definiti in § 3.2.2)

Accelerazione spettrale **orizzontale** da applicare per $T_1 = 0.268$ sec.

| | |
|--------------|-----------------------|
| ag,SLO | 2.67 m/s ² |
| ag,SLD | 3.30 m/s ² |
| ag,SLV | 7.09 m/s ² |
| ag,SLC | 8.40 m/s ² |

Accelerazione spettrale **verticale** da applicare per $T = 0.408$ sec.

| | |
|--------------|-----------------------|
| ag,SLO | 0.15 m/s ² |
| ag,SLD | 0.21 m/s ² |
| ag,SLV | 0.74 m/s ² |
| ag,SLC | 1.04 m/s ² |

4.5 URTO

Su piedritto centrale in spartitraffico.

| | |
|----------------------------------|---------------------------------------|
| F,urto | 500 kN |
| h,urto (convenzionalmente) | 1.25 m sopra il minimo dello scavalco |

4.6 COMBINAZIONI DI CARICO

Le combinazioni di carico vengono elaborate con riferimento a:

- EN 1990 tab. A.2.4.B + N.A.D./NTC-18, tab. 2.5.I per i coefficienti moltiplicativi
- EN 1990 tab. A.2.1+N.A.D./NTC-18 tab. 2.6.I per i coefficienti di combinazione

Per la formulazione generale delle combinazioni di carico si rimanda a EN 1990-annex.A2, cap. A2.3, A2.4/NTC-18 cap. 2.5.3.+ N.A.D. che corrisponde al prospetto di seguito riportato:

Ai fini delle verifiche degli stati limite si definiscono le seguenti combinazioni delle azioni.

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

$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \gamma_{Q3} \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots \quad (2.5.1)$$

- Combinazione caratteristica (rara), generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili, da utilizzarsi nelle verifiche alle tensioni ammissibili di cui al § 2.7:

$$G_1 + G_2 + P + Q_{k1} + \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots \quad (2.5.2)$$

- Combinazione frequente, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) reversibili:

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots \quad (2.5.3)$$

- Combinazione quasi permanente (SLE), generalmente impiegata per gli effetti a lungo termine:

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots \quad (2.5.4)$$

- Combinazione sismica, impiegata per gli stati limite ultimi e di esercizio connessi all'azione sismica E (v. § 3.2):

$$E + G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots \quad (2.5.5)$$

- Combinazione eccezionale, impiegata per gli stati limite ultimi connessi alle azioni eccezionali di progetto A_d (v. § 3.6):

$$G_1 + G_2 + P + A_d + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots \quad (2.5.6)$$

Nelle combinazioni per SLE, si intende che vengono omessi i carichi Q_{kj} che danno un contributo favorevole ai fini delle verifiche e, se del caso, i carichi G_2 .

Le azioni variabili dominanti di interesse nel caso in esame sono:

- carichi mobili da traffico q_k
- variazioni termiche T_k
- vento F_w

Esse verranno considerate di volta in volta dominanti, nell'elaborazione delle combinazioni S.L.U. e S.L.E..

Di seguito si riepilogano le combinazioni di carico utilizzate nelle verifiche, elaborate in base ai coefficienti di combinazione riassunti nelle seguenti tabelle.

Tab. 2.5.I – Valori dei coefficienti di combinazione

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

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

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

⁽¹⁾ Nel caso in cui l'intensità dei carichi permanenti non strutturali o di una parte di essi (ad es. carichi permanenti portati) sia ben definita in fase di progetto, per detti carichi o per la parte di essi nota si potranno adottare gli stessi coefficienti parziali validi per le azioni permanenti.

Nella Tab. 2.6.I il significato dei simboli è il seguente:

γ_{G1} coefficiente parziale dei carichi permanenti G_1 ;

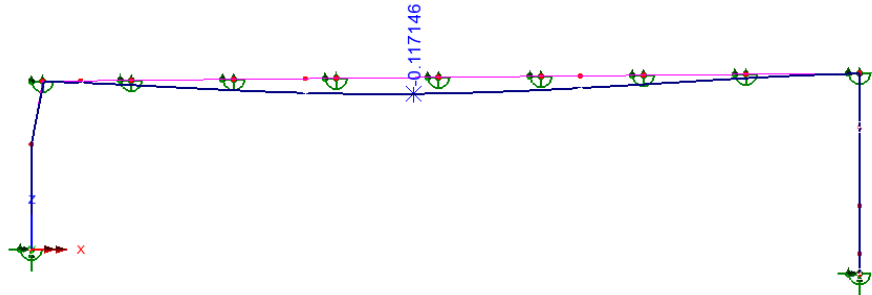
γ_{G2} coefficiente parziale dei carichi permanenti non strutturali G_2 ;

γ_{Qi} coefficiente parziale delle azioni variabili Q.

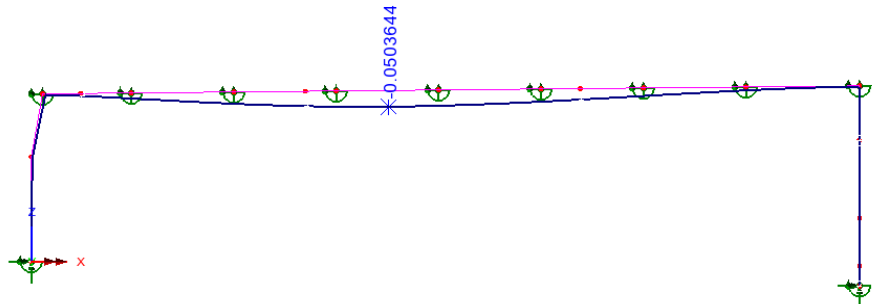
Si precisa che tutte le combinazioni ed involuppi indicati vengono effettuati in automatico dal sistema ad elementi finiti Lusas, che provvede inoltre a selezionare, nell'ambito dei coefficienti di combinazione quello di volta in volta più gravoso.

5 VERIFICA DEFORMAZIONI SLE

Scale: 1: 109.444
 Zoom: 52.5606
 Eye: (0.0, -1.0, 0.0)
 Linear/dynamic analysis
 Combining on: DZ
 SLE Rara_bordo (Min)
 Maximum displacement 0.117219 at node 52
 Deformation exaggeration: 5.60207
 Peak/value entity: Displacement
 Peak/value component: DZ (Units: m)
 Peak range(%): 0.0
 Peak/value maximum 0.0 at node 2
 Peak/value minimum -0.117146 at node 52



Scale: 1: 109.444
 Zoom: 52.5606
 Eye: (0.0, -1.0, 0.0)
 Linear/dynamic analysis
 Combining on: DZ
 Accid_bordo (Min)
 Maximum displacement 0.0505379 at node 51
 Deformation exaggeration: 12.9935
 Peak/value entity: Displacement
 Peak/value component: DZ (Units: m)
 Peak range(%): 0.0
 Peak/value maximum 0.0 at node 2
 Peak/value minimum -0.0503644 at node 51



| | |
|--|--------|
| DZ,SLE max = $L / 200 = 33\,000\text{ mm} / 200 =$ | 165 mm |
| DZ,SLE Rara | 117 mm |
| (recuperabile con la contromonta) | |
| DZ,var max = $L / 250 = 33\,000\text{ mm} / 250 =$ | 132 mm |
| DZ,variabili | 50 mm |

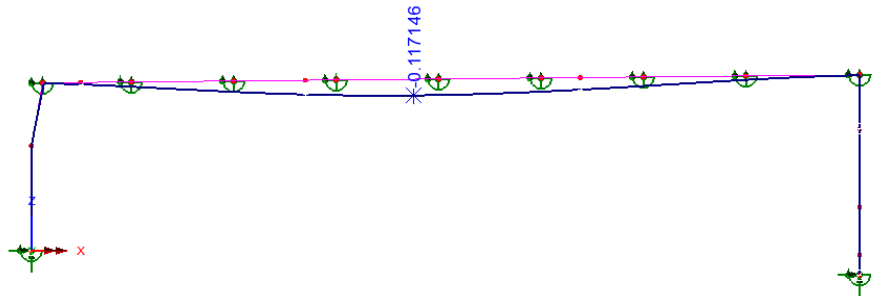
6 VERIFICHE STATICHE

6.1 VERIFICHE STRUTTURA IN ACCIAIO

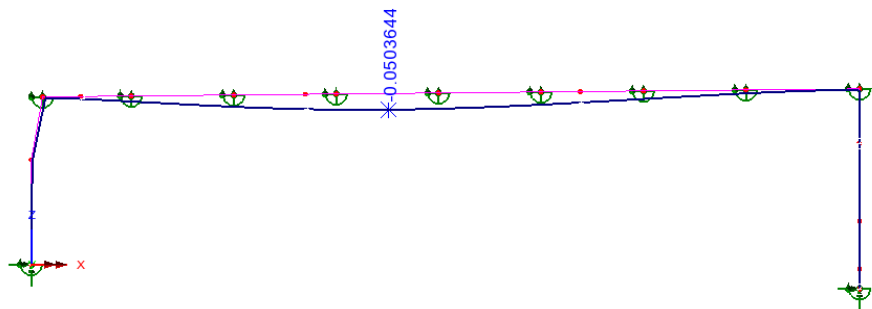
Si verificano sulle condizioni del vento di BORDO.

6.1.1 Deformazioni SLE

Scale: 1: 109.444
 Zoom: 52.5606
 Eye: (0.0, -1.0, 0.0)
 Linear/dynamic analysis
 Combining on: DZ
 SLE Rara_bordo (Min)
 Maximum displacement 0.117219 at node 52
 Deformation exaggeration: 5.60207
 Peak/value entity: Displacement
 Peak/value component: DZ (Units: m)
 Peak range(%): 0.0
 Peak/value maximum 0.0 at node 2
 Peak/value minimum -0.117146 at node 52



Scale: 1: 109.444
 Zoom: 52.5606
 Eye: (0.0, -1.0, 0.0)
 Linear/dynamic analysis
 Combining on: DZ
 Accid_bordo (Min)
 Maximum displacement 0.0505379 at node 51
 Deformation exaggeration: 12.9935
 Peak/value entity: Displacement
 Peak/value component: DZ (Units: m)
 Peak range(%): 0.0
 Peak/value maximum 0.0 at node 2
 Peak/value minimum -0.0503644 at node 51



| | |
|---|--------|
| DZ,SLE max = $L / 200 = 33\ 000\ \text{mm} / 200 =$ | 165 mm |
| DZ,SLE Rara | 117 mm |
| (recuperabile con la contromonta) | |
| DZ,var max = $L / 250 = 33\ 000\ \text{mm} / 250 =$ | 132 mm |
| DZ,variabili | 50 mm |

6.1.2 Classe sezioni di verifica

Si riporta di seguito la classificazione delle sezioni impiegate.

Travi e traversi S 355
 fyk 355 MPa
 ftk 510 MPa

| | Sezione | fy | ε | Anima | | | | | | | classe |
|-----------------|----------|-----|------|-------|------|------|------|------|-----------|------|--------|
| | | | | h | tf | r1 | tw | cw | c/(t*eps) | FLEX | |
| | | | | [mm] | [mm] | [mm] | [mm] | [mm] | [-] | | |
| Asse principale | HE 550 A | 355 | 0.81 | 540 | 24 | 27 | 12.5 | 438 | 43.07 | 1 | |
| Asse secondario | HE 550 A | 355 | 0.81 | 300 | 0 | 0 | 24 | 300 | 15.36 | 1 | |
| Asse principale | HE 400 A | 355 | 0.81 | 390 | 19 | 27 | 11 | 298 | 33.30 | 1 | |
| Asse secondario | HE 400 A | 355 | 0.81 | 300 | 0 | 0 | 19 | 300 | 19.41 | 1 | |
| Asse principale | IPE 400 | 355 | 0.81 | 400 | 13.5 | 21 | 8.6 | 331 | 47.31 | 1 | |
| Asse secondario | IPE 400 | 355 | 0.81 | 180 | 0 | 0 | 13.5 | 180 | 16.39 | 1 | |

| | Sezione | fy | ε | Instabilità anima | | | Flangia esterna | | | |
|-----------------|----------|-----|------|-------------------|------------|------------------|-----------------|-------|-----------|--------|
| | | | | hw / t | 72 x ε / η | verifica | b | cb | c/(t*eps) | classe |
| | | | | [-] | [-] | | [mm] | [mm] | [-] | COMPR |
| Asse principale | HE 550 A | 355 | 0.81 | 43.2 | 59.39 | No instab. Anima | 300 | 116.8 | 5.98 | 1 |
| Asse secondario | HE 550 A | 355 | 0.81 | 12.5 | 59.39 | No instab. Anima | | | | |
| Asse principale | HE 400 A | 355 | 0.81 | 35.5 | 59.39 | No instab. Anima | 300 | 117.5 | 7.60 | 1 |
| Asse secondario | HE 400 A | 355 | 0.81 | 15.8 | 59.39 | No instab. Anima | | | | |
| Asse principale | IPE 400 | 355 | 0.81 | 46.5 | 59.39 | No instab. Anima | 180 | 64.7 | 5.89 | 1 |
| Asse secondario | IPE 400 | 355 | 0.81 | 13.3 | 59.39 | No instab. Anima | | | | |

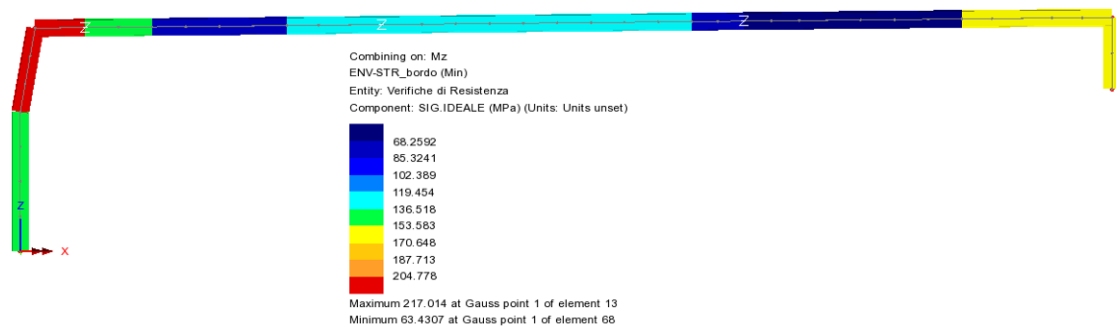
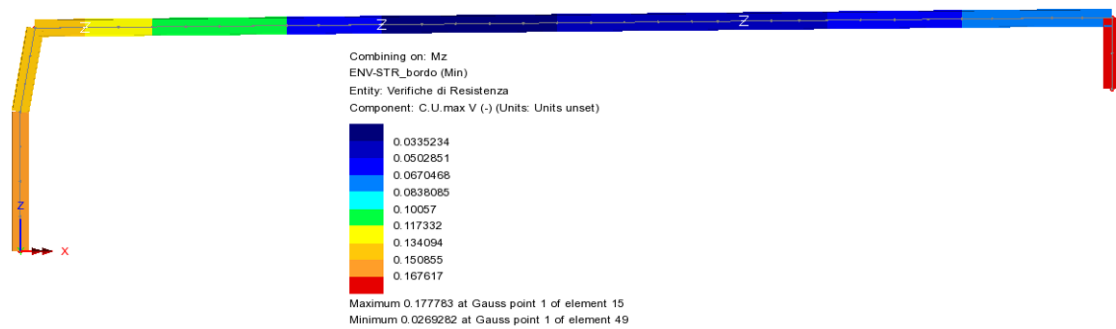
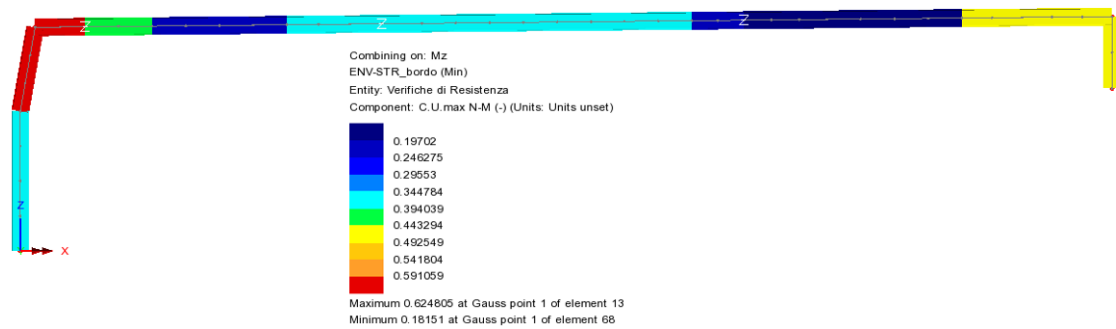
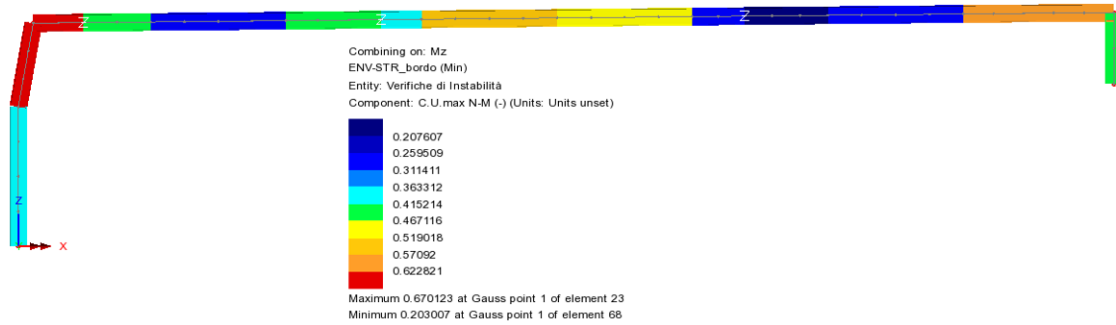
Cautelativamente si condurranno le verifiche con metodo elastico.

6.1.3 Verifiche nodi fissi

Di seguito si riportano i coefficienti di utilizzo valutati con riferimento alle verifiche riportate in § 2.1.

Tali valori sono stati ottenuti considerando le massime sollecitazioni di involuppo agenti sugli elementi finiti unitamente ai valori delle altre sollecitazioni concomitanti.

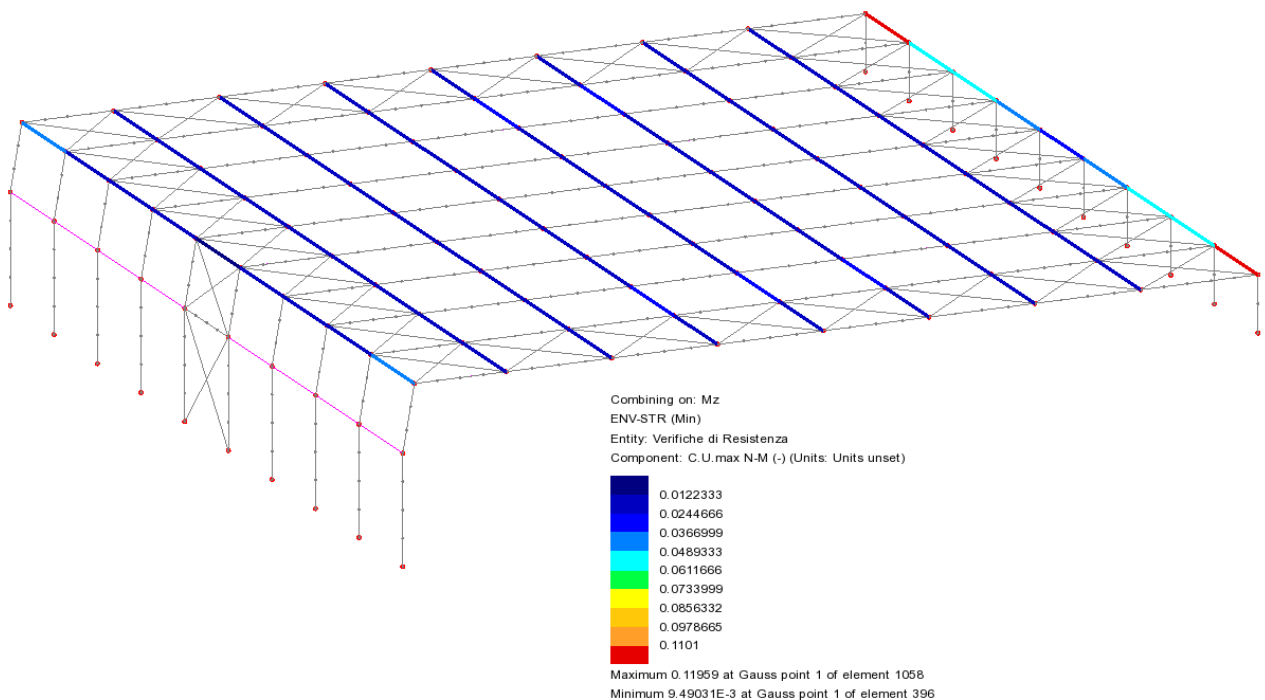
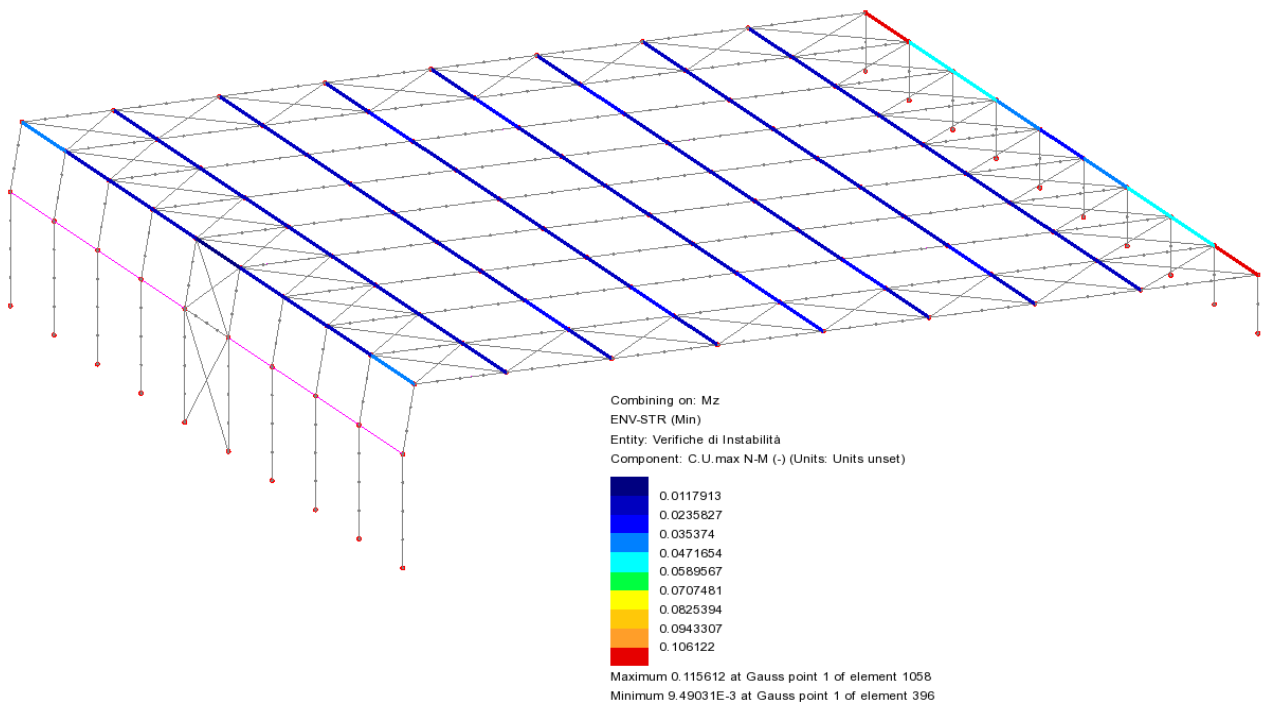
6.1.3.1 Telaio

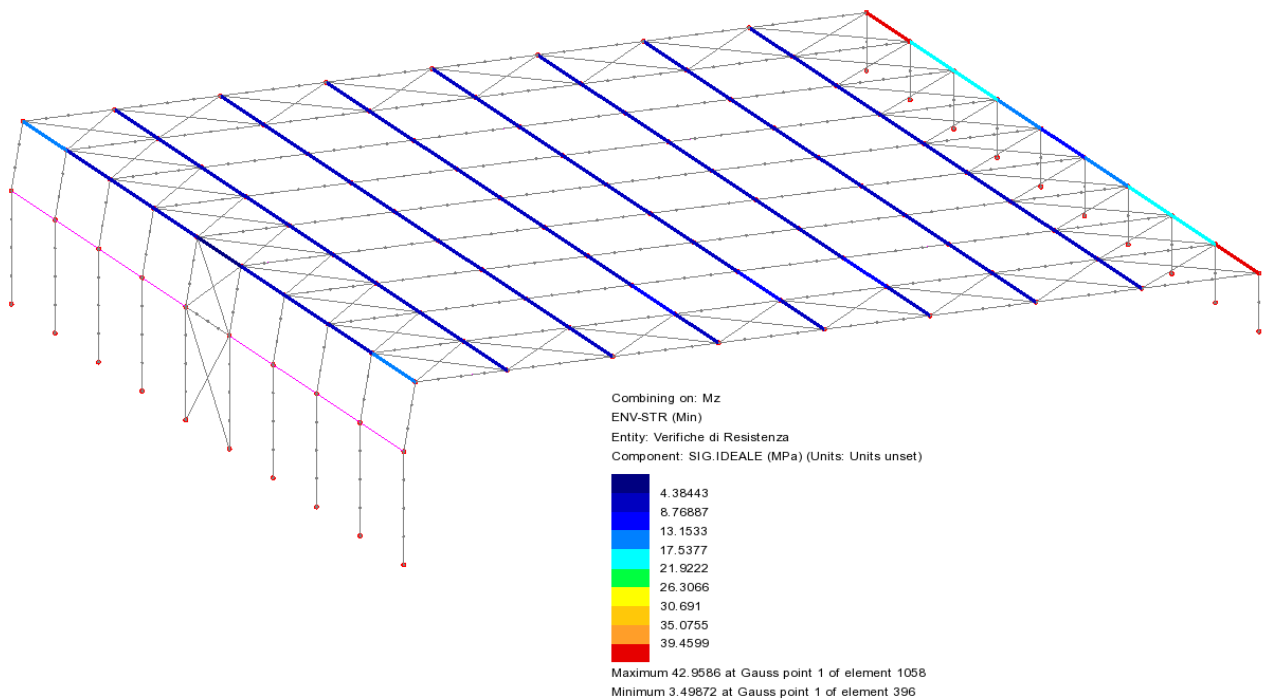
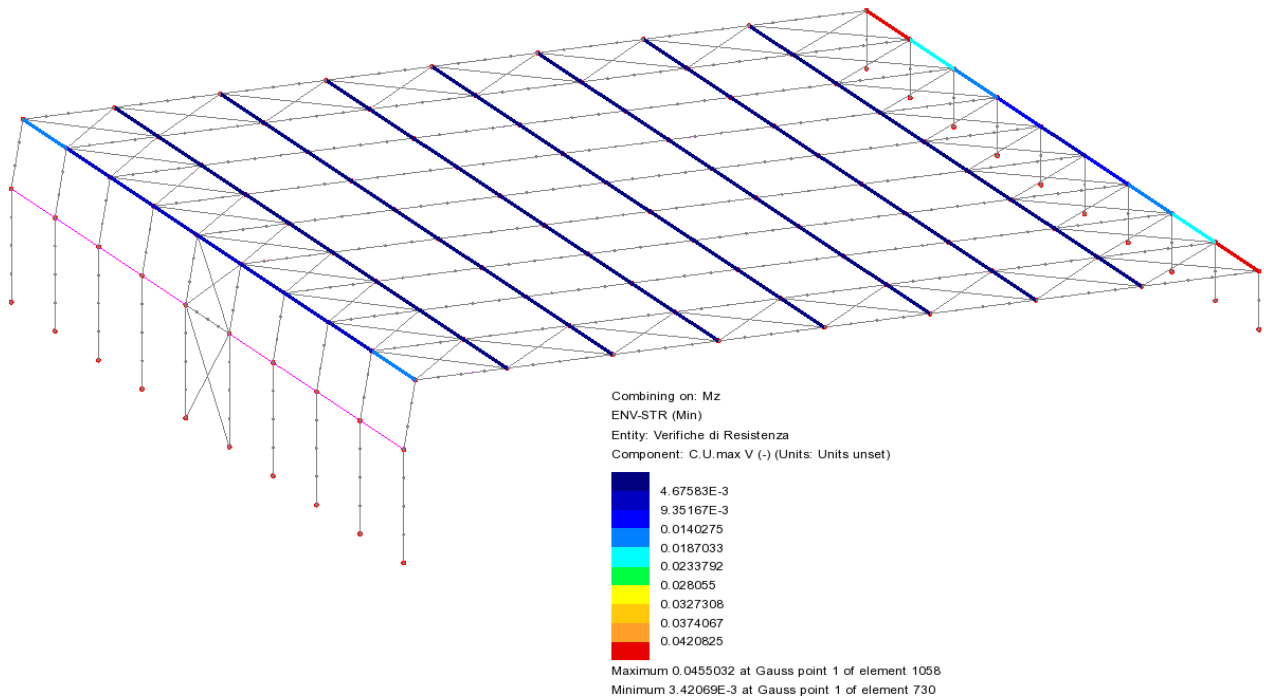


Riassunto

| | |
|---|-----------|
| coefficiente di impegno massimo a pressoflessione (instabilità) | 0.670 - |
| coefficiente di impegno massimo a pressoflessione (sola resistenza) | 0.624 - |
| coefficiente di impegno massimo a taglio | 0.178 - |
| sigma,ideale massima | 217.0 MPa |

6.1.3.2 Traversi





Riassunto

| | | |
|---|-------|-----|
| coefficiente di impegno massimo a pressoflessione (instabilità) | 0.115 | - |
| coefficiente di impegno massimo a pressoflessione (sola resistenza) | 0.120 | - |
| coefficiente di impegno massimo a taglio | 0.045 | - |
| sigma,ideale massima | 42.9 | MPa |

6.1.4 Buckling

Il modello di buckling presenta una lunghezza totale di 36.00 m che, con una campata “di transizione” da 4.00 m, contempla la definizione del **“blocco tipologico” da 40.0 m** entro il quale prevedere anche il **giunto tecnico** nei setti in c.a.

Combinazione di carico applicata:

Massima compressione in trave di copertura per ENV-STR → SLU-STR

| Loadcase Grid | | | | | | |
|---------------|--------------|------|----------|--------------|------------|--------|
| | Name | Type | Loadcase | Results File | Eigenvalue | Factor |
| 1 | PP | None | 1 | 0 | -1 | 1.3 |
| 2 | Permanenti | None | 2 | 0 | -1 | 1.3 |
| 3 | Neve | None | 3 | 0 | -1 | 1.5 |
| 4 | Term_pos | None | 388 | 0 | -1 | 0.9 |
| 5 | Vento_soprav | None | 4 | 0 | -1 | 0.9 |

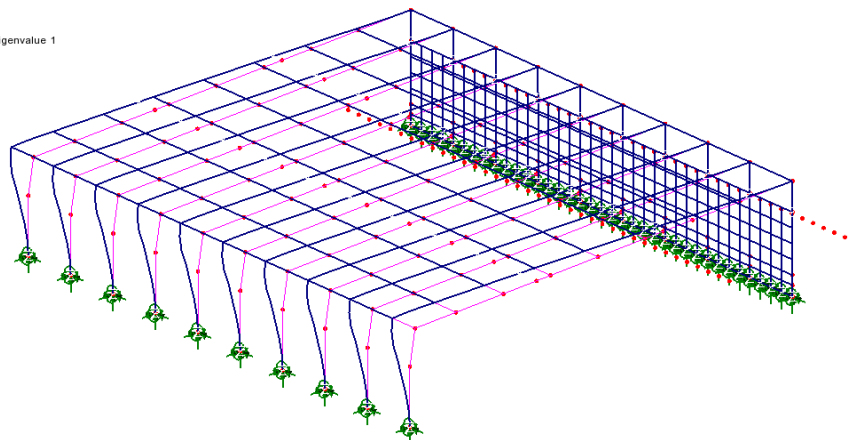
6.1.4.1 Valutazioni preliminari

Si effettua una analisi di buckling preliminare sulla struttura non ancora corredata da controventi.

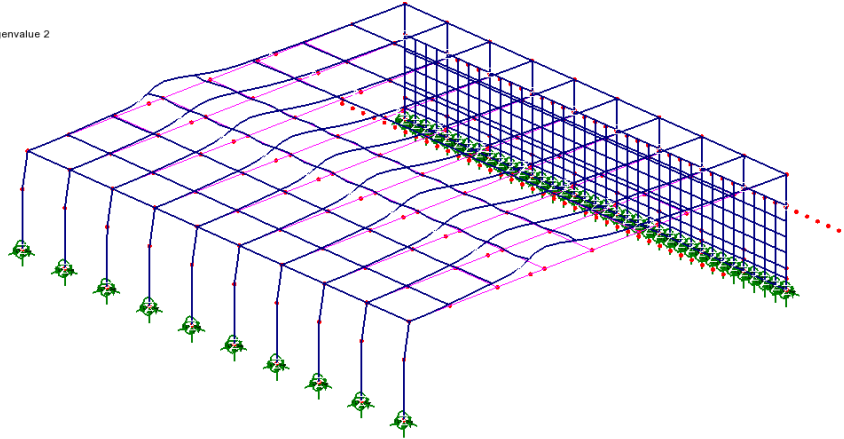
E I G E N V A L U E S

| MODE | EIGENVALUE | LOAD FACTOR | ERROR NORM |
|------|------------|-------------|--------------|
| 1 | 4.94633 | 4.94633 | 0.331494E-06 |
| 2 | 5.12411 | 5.12411 | 0.659048E-07 |
| 3 | 5.36693 | 5.36693 | 0.167680E-06 |

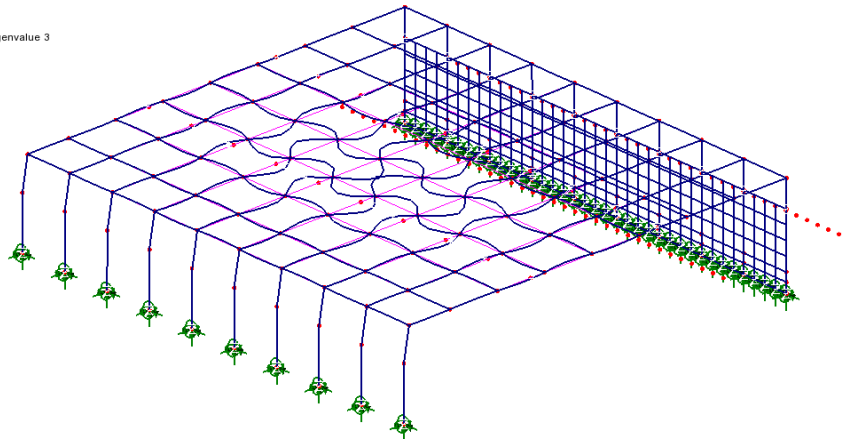
Scale: 1: 107.749
 Zoom: 38.347
 Eye: (-0.616726, -0.671567, 0.410686)
 Eigenvalue analysis
 Analysis: C_Buckling
 Loadcase: 410: Loadcase from Comb_SLU-STR_on_Fx(min)_E1412_ng1 (410), Eigenvalue 1
 Results file: Cdb_bucklig_4~C_Buckling.mys
 Eigenvalue: 4.94633
 Load factor: 4.94633
 Error norm: 0.331494E-6
 Maximum displacement 1.00002 at node 506
 Deformation exaggeration: 2.15493
 Peak/value entity: Force/Moment - Thick 3D Beam
 Peak/value component: Fx (Units: N)
 Peak range(%): 10.0
 Peak/value maximum 261.009E3 at node 515 of element 417
 Peak/value minimum -266.548E3 at node 506 of element 408



Scale: 1: 107.749
 Zoom: 38.347
 Eye: (-0.616726, -0.671567, 0.410666)
 Eigenvalue analysis
 Analysis: C_Buckling
 Loadcase: 410:Loadcase from Comb_SLU-STR_on_Fx(min)_Ei412_ng1 (410), Eigenvalue 2
 Results file: Cdb_bucklig_4~C_Buckling.mys
 Eigenvalue: 5.12411
 Load factor: 5.12411
 Error norm: 65.9048E-9
 Maximum displacement 1.00403 at node 736
 Deformation exaggeration: 2.14634
 Peak/value entity: Force/Moment - Thick 3D Beam
 Peak/value component: Fx (Units: N)
 Peak range(%): 10.0
 Peak/value maximum 429.135E3 at node 726 of element 655
 Peak/value minimum -428.55E3 at node 717 of element 646



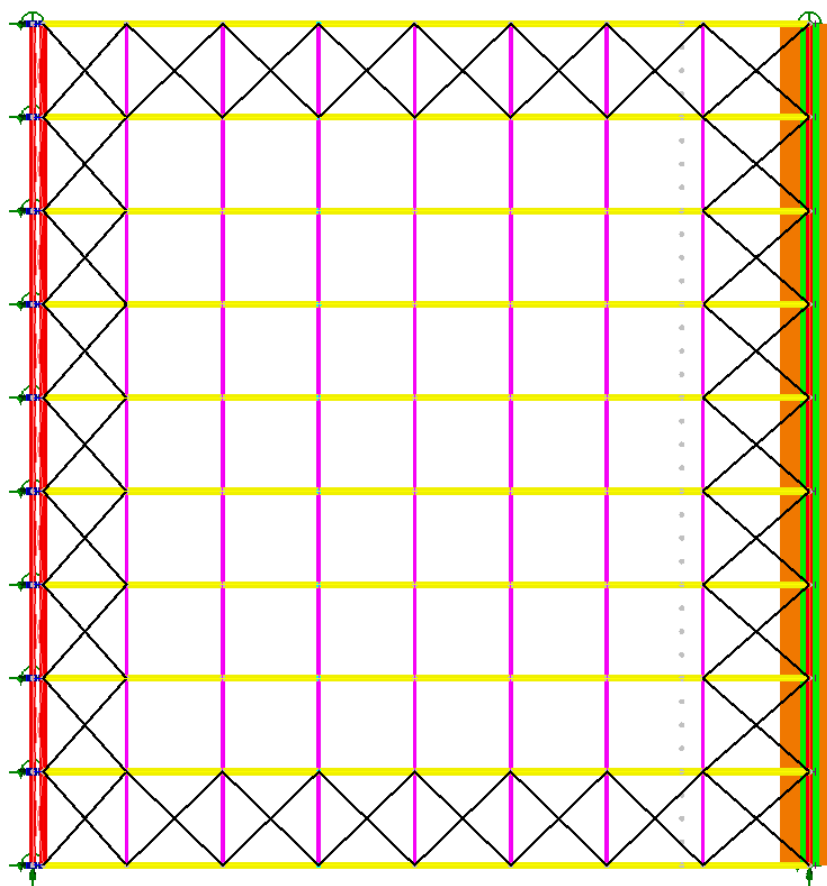
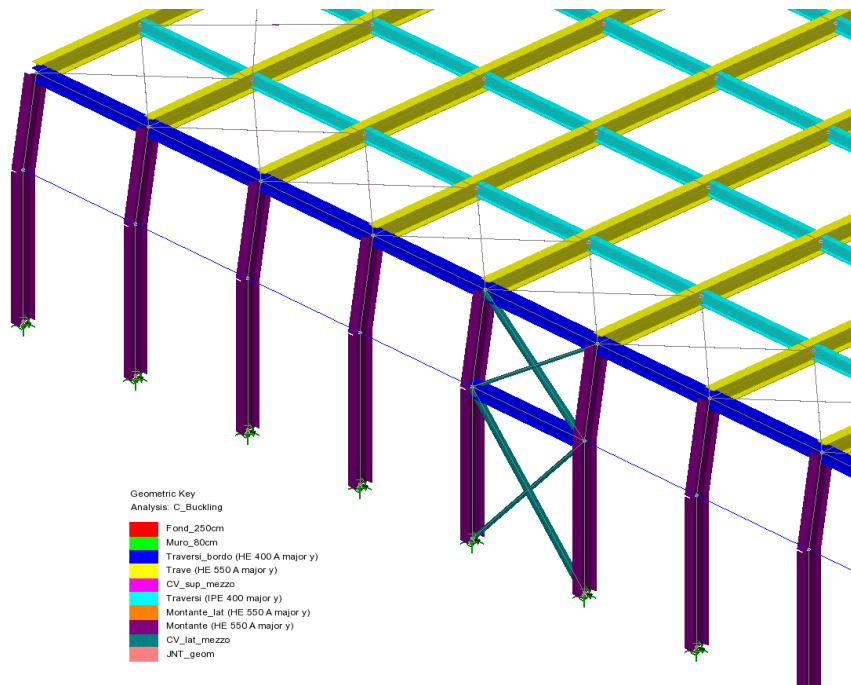
Scale: 1: 107.749
 Zoom: 38.347
 Eye: (-0.616726, -0.671567, 0.410666)
 Eigenvalue analysis
 Analysis: C_Buckling
 Loadcase: 410:Loadcase from Comb_SLU-STR_on_Fx(min)_Ei412_ng1 (410), Eigenvalue 3
 Results file: Cdb_bucklig_4~C_Buckling.mys
 Eigenvalue: 5.36693
 Load factor: 5.36693
 Error norm: 0.16768E-6
 Maximum displacement 1.0 at node 731
 Deformation exaggeration: 2.15497
 Peak/value entity: Force/Moment - Thick 3D Beam
 Peak/value component: Fx (Units: N)
 Peak range(%): 10.0
 Peak/value maximum 2.12088E6 at node 631 of element 778
 Peak/value minimum -1.49681E6 at node 619 of element 539



Sono significativi i primi due modi di instabilità globale che denotano la mancanza di controventamento efficace.

6.1.4.2 Proposta di controventamento

Inserimento di una sola porzione di parete di controventamento (vs termiche!) con ulteriore traverso di parete (HEA400 – connessioni come superiore) su gomito di montante e controventatura ad “X” con tiranti in barre di acciaio Ø20.

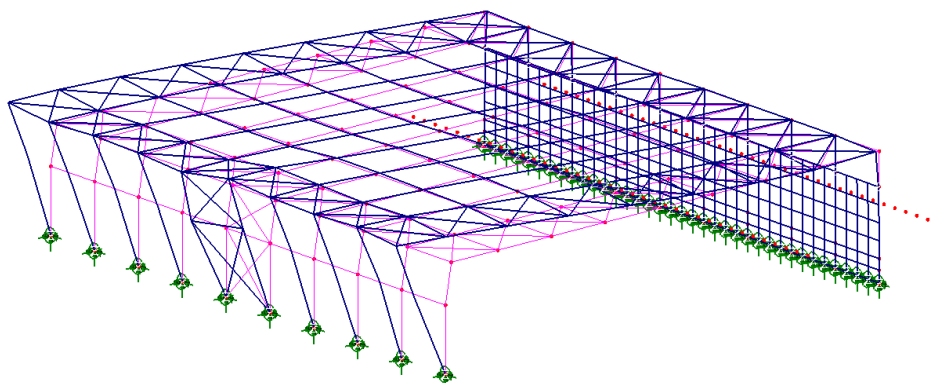


6.1.4.3 Output di buckling

E I G E N V A L U E S

| MODE | EIGENVALUE | LOAD FACTOR | ERROR NORM |
|------|------------|-------------|--------------|
| 1 | 0.931055 | 14.5043 | 0.435156E-01 |
| 2 | 0.932857 | 14.8936 | 0.330097E-02 |
| 3 | 0.934500 | 15.2671 | 0.340709E-01 |
| 4 | 0.937133 | 15.9066 | 0.476485E-02 |

Scale: 1.238.392
 Zoom: 103.304
 Eye: (0.613732, -0.732641, 0.26423)
 Eigenvalue analysis
 Analysis: C_Buckling
 Loadcase: 414:Loadcase from Comb_SLU-STR_on_Fx(min)_EI14_ng1 (416), Eigenvalue 1
 Results file: Cdb_bucklig_4_4-C_Buckling.mys
 Eigenvalue: 0.931055
 Load factor: 14.5043
 Error norm: 0.0435156
 Maximum displacement: 1.00168 at node 418
 Deformation exaggeration: 4.75983



Moltiplicatore del primo modo maggiore di 10 → solo analisi del primo ordine.

(v. UNI EN 1993-1-1:2005)

5.2 Analisi globale

5.2.1 Effetti della geometria deformata della struttura

- (1) Le sollecitazioni interne possono essere generalmente determinate utilizzando in alternativa:
 - l'analisi del primo ordine, utilizzando la geometria iniziale della struttura, oppure
 - l'analisi del secondo ordine, considerando l'influenza della deformazione della struttura.
- (2) Si raccomanda che gli effetti della geometria deformata (effetti del secondo ordine) siano considerati se incrementano significativamente gli effetti delle azioni o modificano significativamente il comportamento strutturale.
- (3) L'analisi del primo ordine può essere utilizzata per la struttura se gli incrementi delle sollecitazioni interne pertinenti o eventuali altre variazioni del comportamento strutturale prodotte dalle deformazioni possono essere trascurati. Questa condizione può considerarsi soddisfatta se è verificato il seguente criterio:

$$\alpha_{cr} = \frac{F_{cr}}{F_{Ed}} \geq 10 \text{ per l'analisi elastica} \tag{5.1}$$

$$\alpha_{cr} = \frac{F_{cr}}{F_{Ed}} \geq 15 \text{ per l'analisi plastica}$$

dove:

α_{cr} è il coefficiente per cui i carichi di progetto sarebbero incrementati per provocare l'instabilità elastica secondo un modo globale;

F_{Ed} è il carico di progetto sulla struttura;

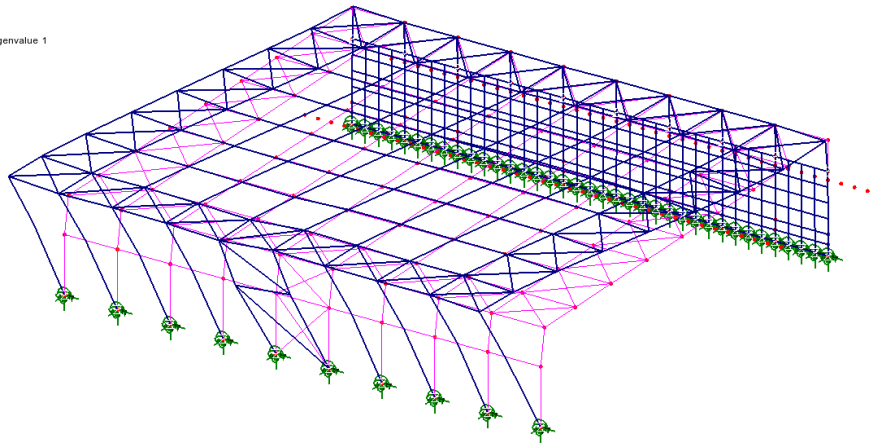
F_{cr} è il carico critico di instabilità elastica per un modo di instabilità globale basato sulle rigidezze iniziali elastiche.

6.1.4.4 Verifica telaio di parete verticale

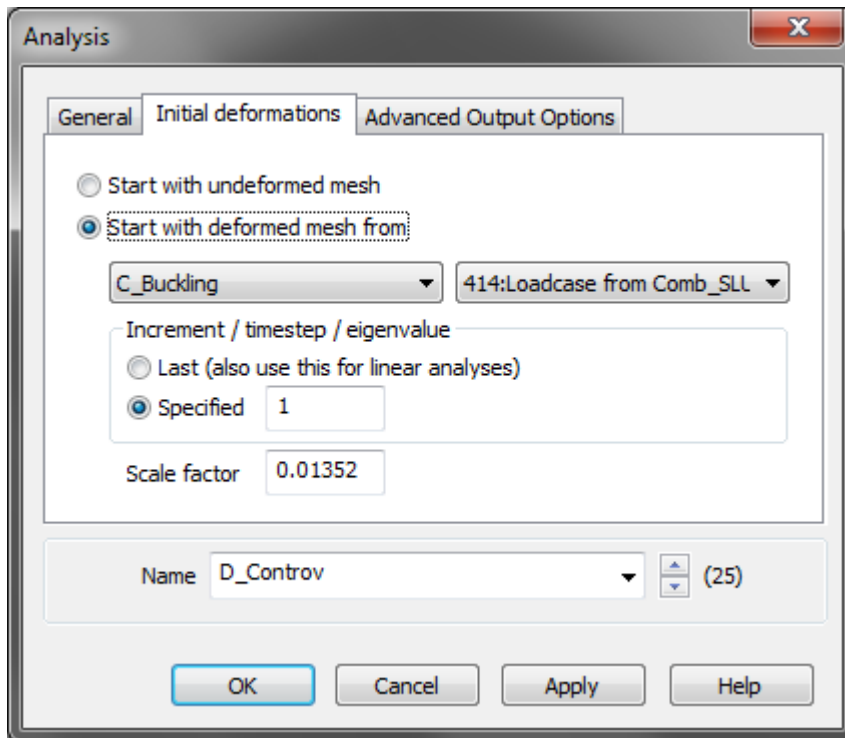
Procedimento

1. si applica una deformata iniziale per imperfezioni derivata dal primo modo di buckling

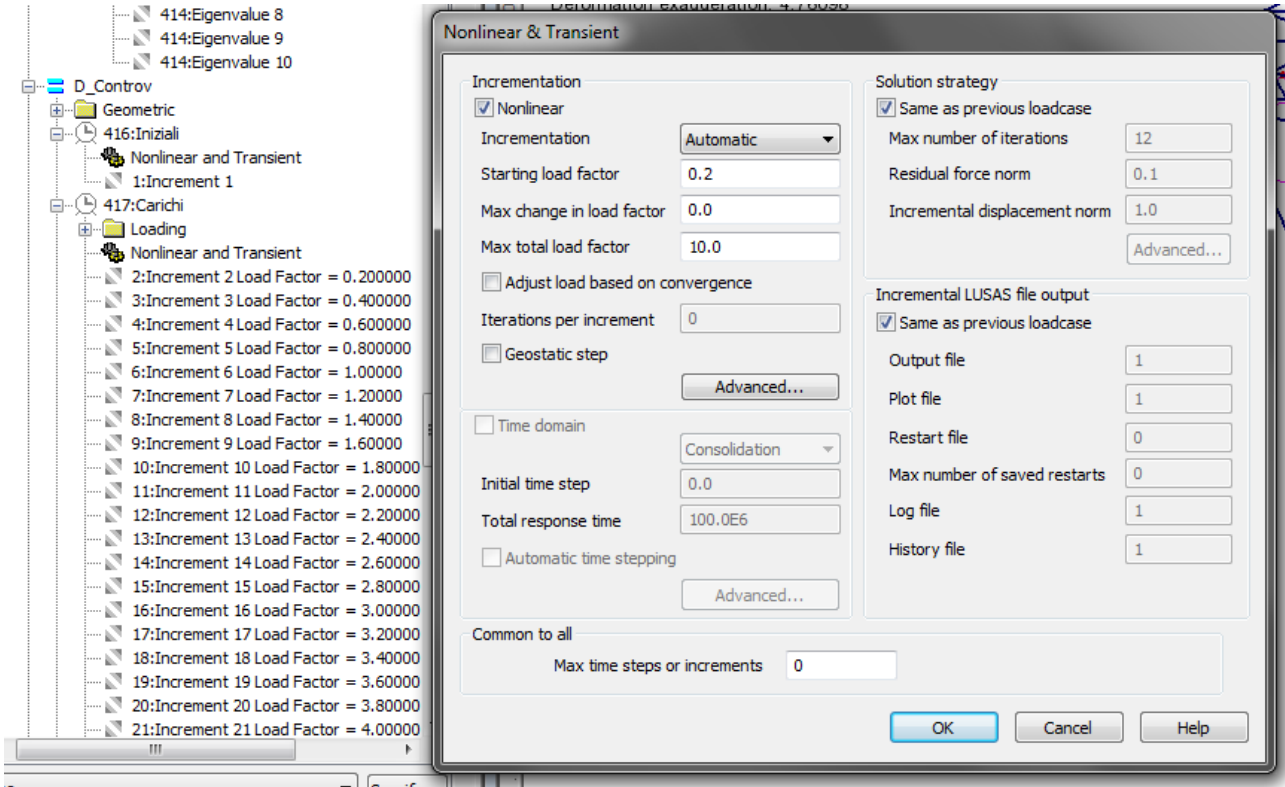
Scale: 1: 236.392
 Zoom: 92.2353
 Eye: (-0.758162, -0.497151, 0.421937)
 Eigenvale analysis
 Analysis: C_Buckling
 Loadcase: 414: Loadcase from Comb_SLU-STR_on_Fx(min)_EIS14_ng1 (416), Eigenvalue 1
 Results file: Cdb_bucklig_4_4-C_Buckling.nys
 Eigenvalue: 0.927194
 Load factor: 13.7352
 Error norm: 0.054154
 Maximum displacement 1.00144 at node 409
 Deformation exaggeration: 4.76098



2. si scala la deformata iniziale in base alle indicazioni di UNI EN 1993-1-1:2005 § 5.3.3
 $e_0 = \alpha_m \times L / 500 \rightarrow$ cautelativamente $= L / 500 = 6.760 \text{ m} / 500 = \dots\dots\dots 0.01352 \text{ m}$



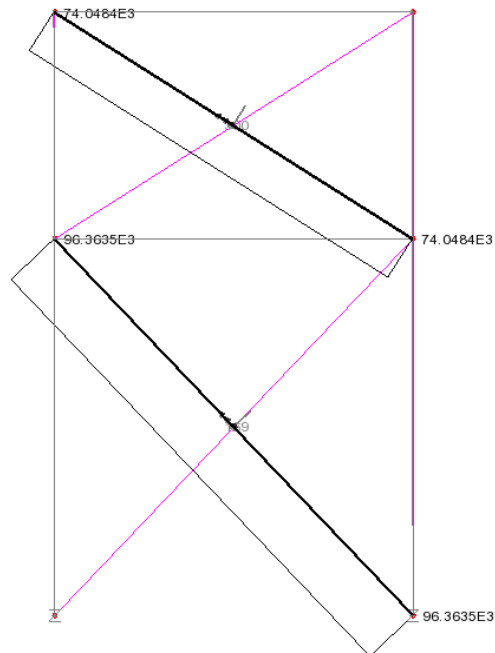
3. si applica un'analisi incrementale dei carichi allo SLU.



6.1.4.4.1 Verifica BAR

Scale: 1: 238.392
 Zoom: 359.346
 Eye: (-1.0, 0.0, 0.0)
 Nonlinear analysis
 Analysis: D_Controv
 Loadcase: 6: Carichi, Increment 6 Load Factor = 1.00000
 Results file: Cdb_bucklig_4_4~D_Controv.mys

Diagram entity: Force/Moment - Bar
 Diagram component: Fx (Units: N)
 Diagram maximum 96.3635E3 at node 192 of element 169
 Diagram minimum 74.0484E3 at node 356 of element 300
 Diagram scale: 1: 0.103774E-3
 Peak/value entity: Force/Moment - Bar
 Peak/value component: Fx (Units: N)
 Peak range(%): 10.0
 Peak/value maximum 96.3635E3 at node 357 of element 169
 Peak/value minimum 74.0484E3 at node 414 of element 300



$N, Sd_{SLU, max} \dots\dots\dots 96\,363\, N$

$N, Rd (UPN200) = A \times f_{yk} / \gamma_{M0} = 3\,220\, mm^2 \times 355\, MPa / 1.05 = \dots\dots\dots 1\,088\,666\, N$

6.1.4.4.2 Verifica BEAM

LUSAS View: Unaveraged Forces and Moments in Local Axes Loadcase = 6 Results File = ...

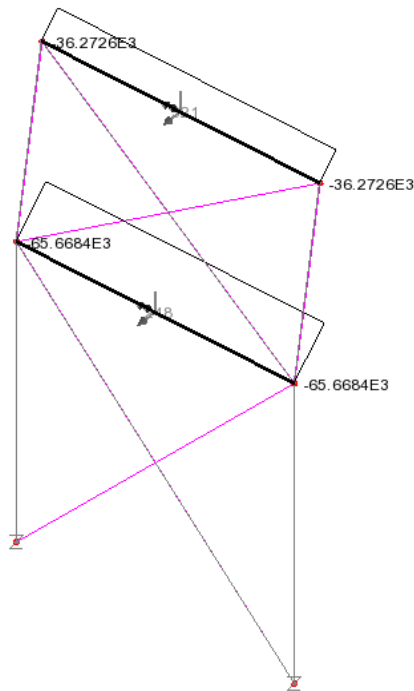
| Element | Node | X | Y | Z | Fx | Fy | Fz | Mx | My | Mz |
|---------|------|------|-------|------|------------|---------|-----------|----------|---------|----------|
| 248 | 356 | 0.0 | 132.0 | 4.22 | -65.6684E3 | -964.34 | 10.3011E3 | 0.274444 | 851.888 | -13.6943 |
| 248 | 357 | 0.0 | 136.0 | 4.22 | -65.6684E3 | -964.34 | 10.3011E3 | 0.274444 | 851.888 | -13.6943 |
| 321 | 413 | 0.45 | 132.0 | 6.76 | -36.2726E3 | -225.9 | 563.114 | -1.02497 | -503.61 | 3.10065 |
| 321 | 414 | 0.45 | 136.0 | 6.76 | -36.2726E3 | -225.9 | 563.114 | -1.02497 | -503.61 | 3.10065 |

Model info 6:Carichi, Increment 6 Load Factor = 1.00000

Scale: 1: 238.392
 Zoom: 320.845
 Eye: (-0.60809, -0.499347, 0.617154)
 Nonlinear analysis
 Analysis: D_Controv
 Loadcase: 6: Carichi, Increment 6 Load Factor = 1.00000
 Results file: Cdb_bucklig_4_4~D_Controv.mys

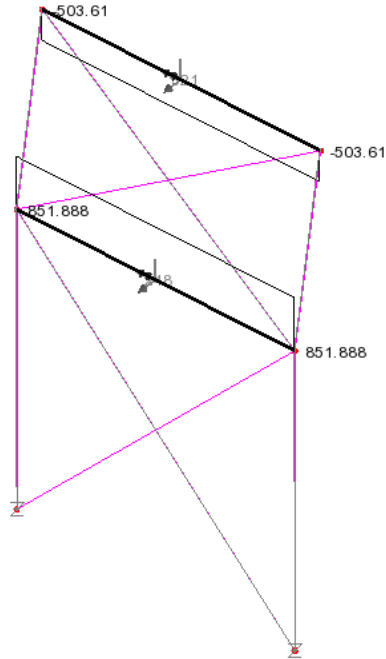
Diagram entity: Force/Moment - Thick 3D Beam
 Diagram component: Fx (Units: N)
 Diagram maximum -36.2726E3 at node 413 of element 321
 Diagram minimum -65.6684E3 at node 356 of element 248
 Diagram scale: 1: 0.15228E-3

Peak/value entity: Force/Moment - Thick 3D Beam
 Peak/value component: Fx (Units: N)
 Peak range(%): 10.0
 Peak/value maximum -36.2726E3 at node 414 of element 321
 Peak/value minimum -65.6684E3 at node 357 of element 248



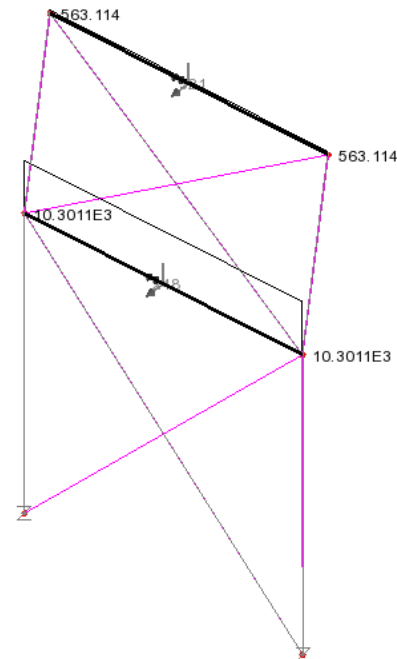
Scale: 1: 238.392
 Zoom: 320.845
 Eye: (-0.60809, -0.499347, 0.617154)
 Nonlinear analysis
 Analysis: D_Controv
 Loadcase: 6: Carichi, Increment 6 Load Factor = 1.00000
 Results file: Cdb_bucklig_4_4~D_Controv.mys

Diagram entity: Force/Moment - Thick 3D Beam
 Diagram component: My (Units: N.m)
 Diagram maximum 851.888 at node 356 of element 248
 Diagram minimum -503.61 at node 413 of element 321
 Diagram scale: 1: 0.0117386
 Peak/value entity: Force/Moment - Thick 3D Beam
 Peak/value component: My (Units: N.m)
 Peak range(%): 10.0
 Peak/value maximum 851.888 at node 357 of element 248
 Peak/value minimum -503.61 at node 414 of element 321



Scale: 1: 238.392
 Zoom: 320.845
 Eye: (-0.60809, -0.499347, 0.617154)
 Nonlinear analysis
 Analysis: D_Controv
 Loadcase: 6: Carichi, Increment 6 Load Factor = 1.00000
 Results file: Cdb_bucklig_4_4~D_Controv.mys

Diagram entity: Force/Moment - Thick 3D Beam
 Diagram component: Fz (Units: N)
 Diagram maximum 10.3011E3 at node 356 of element 248
 Diagram minimum 563.114 at node 413 of element 321
 Diagram scale: 1: 0.970774E-3
 Peak/value entity: Force/Moment - Thick 3D Beam
 Peak/value component: Fz (Units: N)
 Peak range(%): 10.0
 Peak/value maximum 10.3011E3 at node 357 of element 248
 Peak/value minimum 563.114 at node 414 of element 321



$V_{Sd_SLU} \dots\dots\dots 10\,301\,N$

$V_{Rd_HEA400} =$

$= A_v \times f_{yk} / [(3^{0.5}) \times \gamma_{M0}] = (390\,mm \times 11\,mm) \times 355\,MPa / [(3^{0.5}) \times 1.05] = \dots\dots\dots 837\,405\,N$

$C.I. = 10\,301\,N / 837\,405\,N = \dots\dots\dots 1.2\,\%$

< 50% → no influenza su pressoflessione

| | | PIANO | |
|--|-------------|-------------|--------------------|
| | | VERTICALE | |
| Instabilità assiale (singolo pezzo) [UNI EN 1993-1-1:2005 § 6.3.1.] | L = l0 | 4.000 | [mm] |
| | J | 450 700 000 | [mm ⁴] |
| | Ncr | 58 383 028 | [N] |
| | A | 15 900 | [mm ²] |
| | λ segn | 0.31 | [-] |
| | α | 0.21 | [-] |
| | Φ | 0.56 | [-] |
| | χ | 0.97 | [-] |
| | γ M1 | 1.05 | [-] |
| | NbRd,i | -5 240 915 | [N] |
| | NbRd | -4 172 322 | [N] |
| | NSd (compr) | -65 688 | [N] |
| | | 1.6% | |

| PIANO VERTICALE | | ELASTICA | |
|-------------------------|---------------|-----------|----------------------|
| Flessione (retta) My | W(y) | 2 311 000 | [mm ³] |
| | McRd(y) | 781 338 | [Nm] |
| | McSd(y) (max) | 851 | [Nm] |
| | fy,red (y) | 355.0 | [N/mm ²] |
| | McRd,red(y) | 781 338 | [Nm] |
| | | | 0.1% |

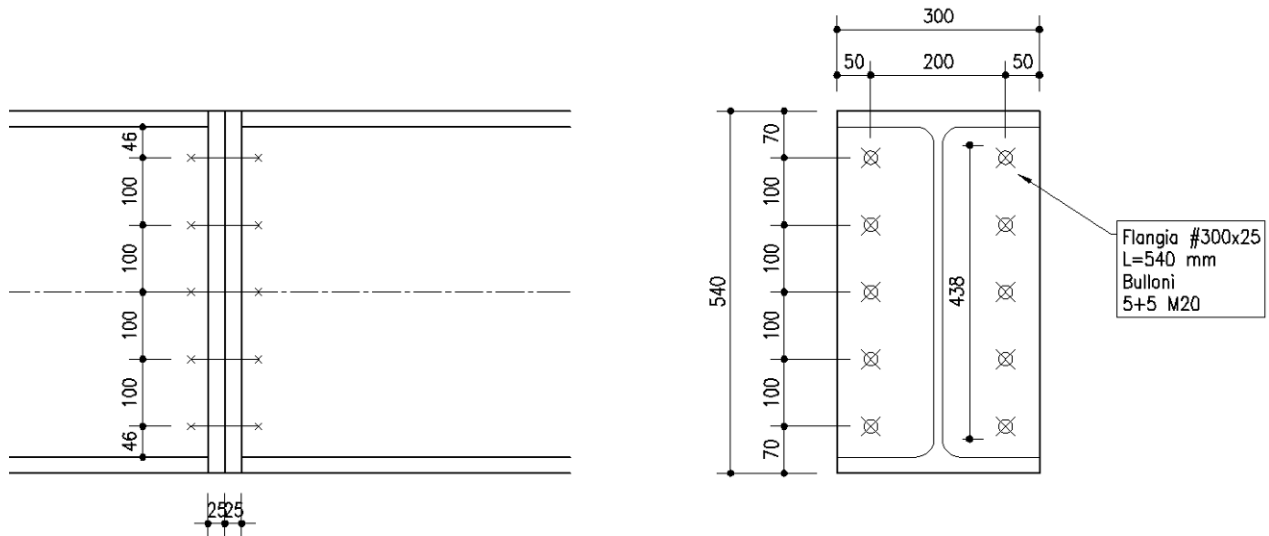
| PIANO VERTICALE | | ELASTICA | | |
|-----------------|-----------------------------|-----------|--------------------|--|
| Taglio (Fz) | Av(z) | 5 735 | [mm ²] | |
| | VcRd(z) = VplRd | 1 119 468 | [N] | |
| | VEd(z) (max) | 10 301 | [N] | |
| | | | 0.9% | |
| | No interazione Fless/Taglio | | | |
| ρz | | 0.00 | [-] | |

| | | ELASTICA | |
|--|-----------------|----------|-------|
| Pressoflessione biassiale EN 1993-1-1 §6.2.9.1 e §6.2.9.2 | NEd | | [N] |
| | NplRd | | [N] |
| | Tipo | | [1÷3] |
| | n | | [-] |
| | α | | [-] |
| | β | | [-] |
| | aw (My) | | [-] |
| | af (Mz) | | [-] |
| | MNy,Rd | | [Nm] |
| | MNz,Rd | | [Nm] |
| | sig,max | 4.50 | [MPa] |
| | γ M0 | 1.05 | [-] |
| | sig,lim | 338.10 | [MPa] |
| | verifica (6.41) | 1.3% | [-] |
| verifica Σ | | | |

6.2 GIUNZIONI BULLONATE

6.2.1 Trave-Trave

6.2.1.1 Geometria



6.2.1.2 Sollecitazioni

| | | | Fx [N] | Fz [N] | My [Nm] |
|---------------|----|-----|-----------|-----------|------------|
| ENV-STR_bordo | Fx | MAX | 229 382 | 173 979 | -550 544 |
| ENV-STR_bordo | Fx | min | -229 469 | 50 225 | -206 713 |
| ENV-STR_bordo | Fz | MAX | 229 382 | 173 979 | -550 544 |
| ENV-STR_bordo | Fz | min | -111 723 | -76 197 | 190 810 |
| ENV-STR_bordo | My | MAX | 64 891 | 4 653 | 217 723 |
| ENV-STR_bordo | My | min | 229 382 | 173 979 | -550 544 |
| SLU-STR_bordo | Fx | MAX | 229 382 | 173 979 | -550 544 |
| SLU-STR_bordo | Fx | min | -229 469 | 50 225 | -206 713 |
| SLU-STR_bordo | Fz | MAX | 229 382 | 173 979 | -550 544 |
| SLU-STR_bordo | Fz | min | -111 723 | -76 197 | 190 810 |
| SLU-STR_bordo | My | MAX | 64 891 | 4 653 | 217 723 |
| SLU-STR_bordo | My | min | 229 382 | 173 979 | -550 544 |
| Sismica SLV | Fx | MAX | 84 718 | 70 701 | -228 630 |
| Sismica SLV | Fx | min | -139 357 | 23 410 | -110 510 |
| Sismica SLV | Fz | MAX | 84 565 | 71 697 | -244 618 |
| Sismica SLV | Fz | min | -50 417 | -23 765 | -158 797 |
| Sismica SLV | My | MAX | -136 141 | 22 536 | -105 699 |
| Sismica SLV | My | min | 80 637 | 69 627 | -252 585 |
| ECC Urto | Fx | MAX | 82 674 | 66 930 | -226 637 |
| ECC Urto | Fx | min | -82 674 | -22 014 | -163 243 |
| ECC Urto | Fz | MAX | 82 674 | 66 930 | -226 637 |
| ECC Urto | Fz | min | -82 674 | -22 014 | -163 243 |
| ECC Urto | My | MAX | -75 892 | 21 662 | -120 110 |
| ECC Urto | My | min | 82 674 | 66 930 | -226 637 |

6.2.1.3 Verifica

Giunzioni Bullonate - Unione flangiata - D:\01_Lavori\111441 - A14-P.PRELIM.-SPA_PASSANTE DI BOLOGNA\13_GB\CdR_PESol\G8_trave-trave.gb1

File Collegamenti Saldature

Giunzione Flangiata Bullonatura Acciaio Carp. Riepilogo

Geometria flangia Geometria bulloni

b [mm] 300 N.bull.x 1 N.bull.y 5
 l [mm] 430 ex [mm] 50 ey [mm] 70
 Mec. di rottura px [mm] 0 py [mm] 100
 y [mm] 65.452
 Nfile a rot. 3

| X [mm] | Y [mm] |
|--------|--------|
| -100 | 70 |
| -100 | 170 |
| -100 | 270 |
| -100 | 370 |

N Combinazione di verifica 6

| NEd [N] | VEd [N] | MEd [N/mm] | REd,j [N] | FVEd,j [N] | MEd/MRd | VEd,j/FvRd | amin [mm] | VEd,j/FbRd fl. | VEd,j/FbRd cl. | REd,j/BpRd fl. | REd,j/BpRd cl. | REd,j/RRd | FVEd,j/FvRd+REd,j/(1.4 RRd) |
|---------|---------|------------|-------------|------------|---------|------------|-----------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----------|-----------------------------|
| 229382 | 173979 | -550544000 | 155 026... | 43 494.750 | 0.865 | 0.361 | 0.814 | 0.085 | 0.085 | 0.252 | 0.252 | 0.857 | 0.972 |
| -229469 | 50225 | -206713000 | 56 186.1... | 12 556.250 | 0.325 | 0.104 | 0.235 | 0.025 | 0.025 | 0.091 | 0.091 | 0.310 | 0.326 |
| 229382 | 173979 | -550544000 | 155 026... | 43 494.750 | 0.865 | 0.361 | 0.814 | 0.085 | 0.085 | 0.252 | 0.252 | 0.857 | 0.972 |
| -111723 | 76197 | 190810000 | 53 481.1... | 19 049.250 | 0.300 | 0.158 | 0.357 | 0.037 | 0.037 | 0.087 | 0.087 | 0.296 | 0.369 |
| 64891 | 4653 | 217723000 | 61 621.6... | 1 163.250 | 0.342 | 0.010 | 0.022 | 0.002 | 0.002 | 0.100 | 0.100 | 0.341 | 0.253 |
| 229382 | 173979 | -550544000 | 155 026... | 43 494.750 | 0.865 | 0.361 | 0.814 | 0.085 | 0.085 | 0.252 | 0.252 | 0.857 | 0.972 |

Giunzione Flangiata Bullonatura Acciaio Carp. Riepilogo

Bulloni

M20 8.8
 ebul [mm] 20.000
 Aves [mm] 314.159
 dforo [mm] 21.000
 dm [mm] 32.000
 fuk [N/mm²] 800.000
 γ M2 1.25

Bulloni - Resistenze

MRd [Nmm] 15 848 214
 MRd [Nmm] 636 275 30
 R1,Rd [N] 180 955.7
 Fv,Rd [N] 120 637.15

Mechanismi di rottura

R1,Rd [N] 380 357.14 R2,Rd [N] 286 610.49 R3,Rd [N] 1 085 734.4

N Combinazione di verifica 6

| NEd [N] | VEd [N] | MEd [N/mm] | REd,j [N] | FVEd,j [N] | MEd/MRd | VEd,j/FvRd | amin [mm] | VEd,j/FbRd fl. | VEd,j/FbRd cl. | REd,j/BpRd fl. | REd,j/BpRd cl. | REd,j/RRd | FVEd,j/FvRd+REd,j/(1.4 RRd) |
|---------|---------|------------|-------------|------------|---------|------------|-----------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----------|-----------------------------|
| 229382 | 173979 | -550544000 | 155 026... | 43 494.750 | 0.865 | 0.361 | 0.814 | 0.085 | 0.085 | 0.252 | 0.252 | 0.857 | 0.972 |
| -229469 | 50225 | -206713000 | 56 186.1... | 12 556.250 | 0.325 | 0.104 | 0.235 | 0.025 | 0.025 | 0.091 | 0.091 | 0.310 | 0.326 |
| 229382 | 173979 | -550544000 | 155 026... | 43 494.750 | 0.865 | 0.361 | 0.814 | 0.085 | 0.085 | 0.252 | 0.252 | 0.857 | 0.972 |
| -111723 | 76197 | 190810000 | 53 481.1... | 19 049.250 | 0.300 | 0.158 | 0.357 | 0.037 | 0.037 | 0.087 | 0.087 | 0.296 | 0.369 |
| 64891 | 4653 | 217723000 | 61 621.6... | 1 163.250 | 0.342 | 0.010 | 0.022 | 0.002 | 0.002 | 0.100 | 0.100 | 0.341 | 0.253 |
| 229382 | 173979 | -550544000 | 155 026... | 43 494.750 | 0.865 | 0.361 | 0.814 | 0.085 | 0.085 | 0.252 | 0.252 | 0.857 | 0.972 |

Giunzione Flangiata Bullonatura Acciaio Carp. Riepilogo

Acciaio da carpenteria S355 γs 1.05

fuk [N/mm²] 355.000 335.000
 fuk [N/mm²] 510.000 470.000

Limiti dimensionali

e1 [mm] 75 min 25.200 max 140.000
 e2 [mm] 50 min 25.200 max 140.000
 p1 [mm] 130 min 46.200 max 200.000
 p2 [mm] 200 min 50.400 max 200.000

Resistenze della flangia e della colonna

| | Flangia | Colonna |
|-------------|---------|---------|
| fuk [N/mm²] | 355.000 | 355.000 |
| fuk [N/mm²] | 510.000 | 510.000 |
| α | 1.000 | 1.000 |
| k | 2.500 | 2.500 |
| Fb,Rd [N] | 510 000 | 510 000 |
| Bp,Rd [N] | 615 249 | 615 249 |

N Combinazione di verifica 6

| NEd [N] | VEd [N] | MEd [N/mm] | REd,j [N] | FVEd,j [N] | MEd/MRd | VEd,j/FvRd | amin [mm] | VEd,j/FbRd fl. | VEd,j/FbRd cl. | REd,j/BpRd fl. | REd,j/BpRd cl. | REd,j/RRd | FVEd,j/FvRd+REd,j/(1.4 RRd) |
|---------|---------|------------|-------------|------------|---------|------------|-----------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----------|-----------------------------|
| 229382 | 173979 | -550544000 | 155 026... | 43 494.750 | 0.865 | 0.361 | 0.814 | 0.085 | 0.085 | 0.252 | 0.252 | 0.857 | 0.972 |
| -229469 | 50225 | -206713000 | 56 186.1... | 12 556.250 | 0.325 | 0.104 | 0.235 | 0.025 | 0.025 | 0.091 | 0.091 | 0.310 | 0.326 |
| 229382 | 173979 | -550544000 | 155 026... | 43 494.750 | 0.865 | 0.361 | 0.814 | 0.085 | 0.085 | 0.252 | 0.252 | 0.857 | 0.972 |
| -111723 | 76197 | 190810000 | 53 481.1... | 19 049.250 | 0.300 | 0.158 | 0.357 | 0.037 | 0.037 | 0.087 | 0.087 | 0.296 | 0.369 |
| 64891 | 4653 | 217723000 | 61 621.6... | 1 163.250 | 0.342 | 0.010 | 0.022 | 0.002 | 0.002 | 0.100 | 0.100 | 0.341 | 0.253 |
| 229382 | 173979 | -550544000 | 155 026... | 43 494.750 | 0.865 | 0.361 | 0.814 | 0.085 | 0.085 | 0.252 | 0.252 | 0.857 | 0.972 |

Giunzione Flangiata Bullonatura Acciaio Carp. Riepilogo

Geometrie

t flangia = 25.0 [mm] b flangia = 300.0 [mm] Materiali fuk = 800.0 [N/mm²] MRd = 636 275 307.6 [Momento resistente del meccanismo di rottura
 d = 20[mm] d0 = 21[mm] fuk = 355.0 [mm] R1,Rd = 180 955.7 [N] Resistenza a trazione del bullone
 N. bull. x = 1 [] N. bull. y = 5 [] fuk = 510.0 [mm] Fv,Rd = 120 637.2 [N] Resistenza a taglio del bullone
 ex = 50.0 [mm] ey = 70.0 [mm] Alfa = 1.0 [mm] Fb,Rd = 510 000.0 [N] Resistenza a rffollamento della flangia
 px = 0.0 [mm] py = 100.0 [mm] Kappa = 2.5 [mm] Bp,Rd = 615 249.5 [N] Resistenza a punzonamento della flangia
 N. file bulloni a rottura = 3 []

Rapporti di sfruttamento massimi

MEd/MRd 0.9 Fv,Ed/Fv,Rd 0.4 F1,Ed/F1,Rd 0.9 Fch,Ed/Fch,Rd 0.1 Bch,Ed/Bch,Rd 0.3 Bch,Ed/Bch,Rd 0.3 F1,Ed/F1,Rd 0.8 Fv,Ed/Fv,Rd 1.4 F1,Rd 1.0

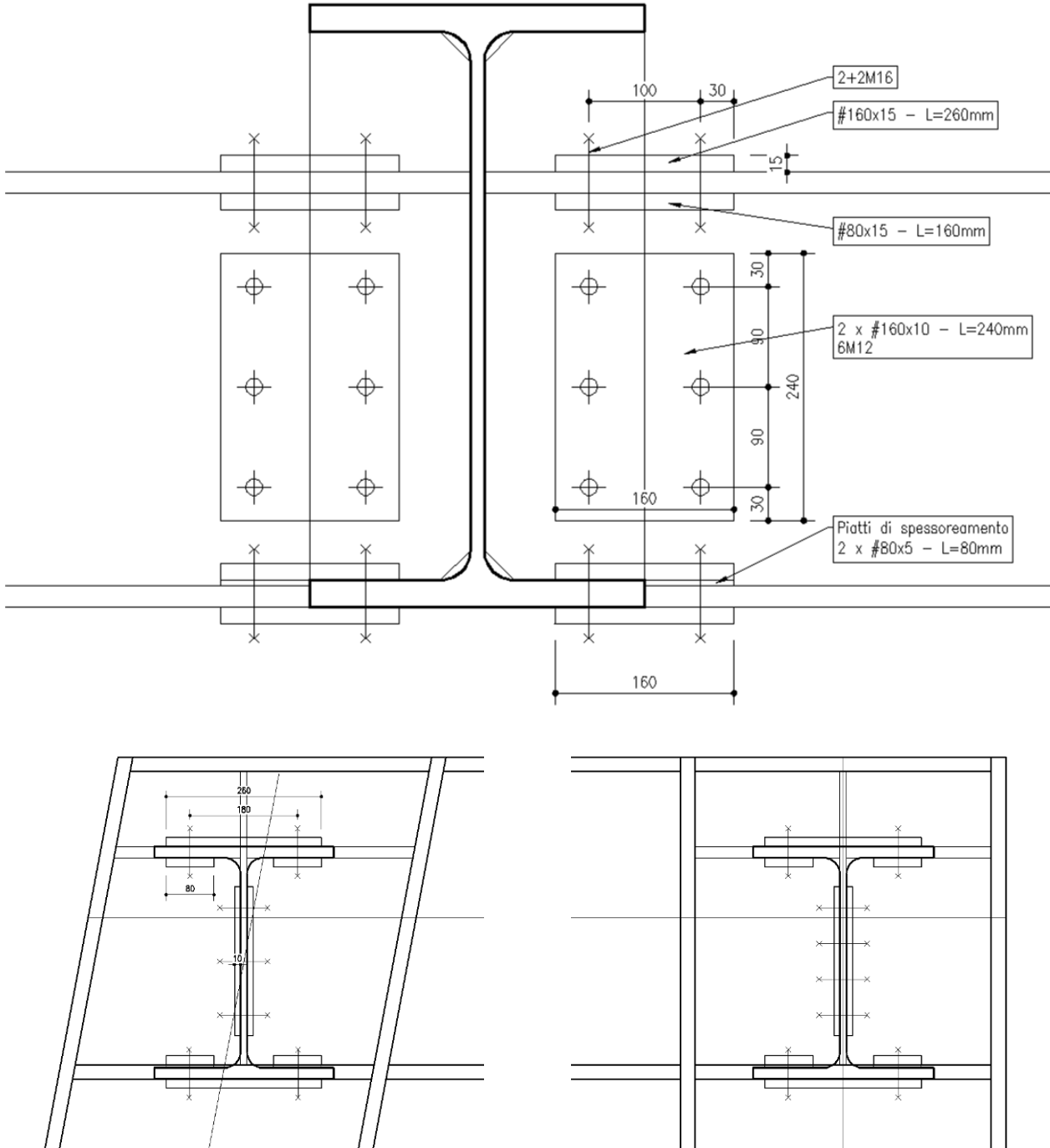
N Combinazione di verifica 6

| NEd [N] | VEd [N] | MEd [N/mm] | REd,j [N] | FVEd,j [N] | MEd/MRd | VEd,j/FvRd | amin [mm] | VEd,j/FbRd fl. | VEd,j/FbRd cl. | REd,j/BpRd fl. | REd,j/BpRd cl. | REd,j/RRd | FVEd,j/FvRd+REd,j/(1.4 RRd) |
|---------|---------|------------|-------------|------------|---------|------------|-----------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----------|-----------------------------|
| 229382 | 173979 | -550544000 | 155 026... | 43 494.750 | 0.865 | 0.361 | 0.814 | 0.085 | 0.085 | 0.252 | 0.252 | 0.857 | 0.972 |
| -229469 | 50225 | -206713000 | 56 186.1... | 12 556.250 | 0.325 | 0.104 | 0.235 | 0.025 | 0.025 | 0.091 | 0.091 | 0.310 | 0.326 |
| 229382 | 173979 | -550544000 | 155 026... | 43 494.750 | 0.865 | 0.361 | 0.814 | 0.085 | 0.085 | 0.252 | 0.252 | 0.857 | 0.972 |
| -111723 | 76197 | 190810000 | 53 481.1... | 19 049.250 | 0.300 | 0.158 | 0.357 | 0.037 | 0.037 | 0.087 | 0.087 | 0.296 | 0.369 |
| 64891 | 4653 | 217723000 | 61 621.6... | 1 163.250 | 0.342 | 0.010 | 0.022 | 0.002 | 0.002 | 0.100 | 0.100 | 0.341 | 0.253 |
| 229382 | 173979 | -550544000 | 155 026... | 43 494.750 | 0.865 | 0.361 | 0.814 | 0.085 | 0.085 | 0.252 | 0.252 | 0.857 | 0.972 |

Unità di Misura N mm

6.2.2 Trave-Traverso laterale

6.2.2.1 Geometria



6.2.2.2 Sollecitazioni

| | | | Fx | Fy | Fz | Mx | My | Mz | N | V | M |
|-------------|----|-----|----------|--------|---------|------|---------|--------|---------|-------|----------|
| | | | [N] | [N] | [N] | [Nm] | [Nm] | [Nm] | [N] | [N] | [Nm m] |
| ENV-STR | Fx | MAX | 112 067 | -73 | -2 927 | 0 | -111 | 88 | 112067 | 2928 | 141561 |
| ENV-STR | Fx | min | -113 935 | 79 | -3 671 | 0 | 4 496 | -80 | -113935 | 3671 | 4496788 |
| ENV-STR | Fy | MAX | 16 | 2 065 | 3 440 | 0 | 2 436 | 1 545 | 16 | 4012 | 2884133 |
| ENV-STR | Fy | min | 16 | -2 065 | -3 440 | 0 | 2 436 | 1 545 | 16 | 4012 | 2884144 |
| ENV-STR | Fz | MAX | 36 296 | 414 | 37 131 | 1 | 52 691 | 643 | 36296 | 37133 | 52694519 |
| ENV-STR | Fz | min | 36 378 | -279 | -37 075 | -2 | 52 592 | 416 | 36378 | 37076 | 52593741 |
| ENV-STR | Mx | MAX | -1 370 | 773 | -9 564 | 7 | 10 330 | -1 405 | -1370 | 9595 | 10424778 |
| ENV-STR | Mx | min | 7 958 | -755 | 3 204 | -6 | -15 954 | 1 749 | 7958 | 3292 | 16049288 |
| ENV-STR | My | MAX | -36 742 | -325 | -35 873 | 4 | 82 002 | 781 | -36742 | 35874 | 82006116 |
| ENV-STR | My | min | 36 348 | 407 | 30 386 | 0 | -81 038 | -995 | 36348 | 30388 | 81043907 |
| ENV-STR | Mz | MAX | 2 905 | 980 | -5 183 | 6 | -19 178 | 2 181 | 2905 | 5275 | 19302039 |
| ENV-STR | Mz | min | -2 416 | -1 010 | 10 806 | 3 | 19 978 | -2 306 | -2416 | 10853 | 20110204 |
| SLU-STR | Fx | MAX | 112 067 | -73 | -2 927 | 0 | -111 | 88 | | | |
| SLU-STR | Fx | min | -113 935 | 79 | -3 671 | 0 | 4 496 | -80 | | | |
| SLU-STR | Fy | MAX | 2 905 | 980 | -10 925 | 6 | 13 037 | -1 738 | | | |
| SLU-STR | Fy | min | -2 416 | -1 010 | 3 342 | 3 | -8 319 | 1 733 | | | |
| SLU-STR | Fz | MAX | 36 296 | 414 | 37 131 | 1 | 52 691 | 643 | | | |
| SLU-STR | Fz | min | 36 378 | -279 | -37 075 | -2 | 52 592 | 416 | | | |
| SLU-STR | Mx | MAX | -1 370 | 773 | -9 564 | 7 | 10 330 | -1 405 | | | |
| SLU-STR | Mx | min | 7 958 | -755 | 3 204 | -6 | -15 954 | 1 749 | | | |
| SLU-STR | My | MAX | -36 742 | -325 | -35 873 | 4 | 82 002 | 781 | | | |
| SLU-STR | My | min | 36 348 | 407 | 30 386 | 0 | -81 038 | -995 | | | |
| SLU-STR | Mz | MAX | 2 905 | 980 | -5 183 | 6 | -19 178 | 2 181 | | | |
| SLU-STR | Mz | min | -2 416 | -1 010 | 10 806 | 3 | 19 978 | -2 306 | | | |
| Sismica-SLV | Fx | MAX | 3 510 | -1 770 | -2 926 | 0 | 2 038 | 1 198 | | | |
| Sismica-SLV | Fx | min | -2 073 | -1 770 | -2 926 | 0 | 1 946 | 1 206 | | | |
| Sismica-SLV | Fy | MAX | 16 | 2 065 | 3 440 | 0 | 2 436 | 1 545 | | | |
| Sismica-SLV | Fy | min | 16 | -2 065 | -3 440 | 0 | 2 436 | 1 545 | | | |
| Sismica-SLV | Fz | MAX | -128 | 658 | 3 581 | 1 | 2 526 | 522 | | | |
| Sismica-SLV | Fz | min | -128 | -658 | -3 581 | -1 | 2 526 | 522 | | | |
| Sismica-SLV | Mx | MAX | 419 | 1 902 | -3 386 | 4 | 2 169 | -1 295 | | | |
| Sismica-SLV | Mx | min | 419 | 1 637 | -2 466 | -4 | 330 | -765 | | | |
| Sismica-SLV | My | MAX | -128 | 658 | 3 581 | 1 | 2 526 | 522 | | | |
| Sismica-SLV | My | min | 140 | 64 | 473 | -4 | -1 805 | -269 | | | |
| Sismica-SLV | Mz | MAX | 859 | 2 003 | 2 878 | -1 | 1 901 | 1 660 | | | |
| Sismica-SLV | Mz | min | -365 | -1 963 | 3 279 | 3 | 2 297 | -1 393 | | | |
| ECC-Urto | Fx | MAX | 4 068 | 36 | -2 852 | 0 | 1 964 | -56 | | | |
| ECC-Urto | Fx | min | -2 836 | -19 | -2 787 | 1 | 1 744 | 82 | | | |
| ECC-Urto | Fy | MAX | 2 017 | 400 | -2 919 | 0 | 2 072 | -770 | | | |
| ECC-Urto | Fy | min | 2 017 | -400 | -2 822 | 0 | 1 877 | 828 | | | |
| ECC-Urto | Fz | MAX | -541 | 194 | 3 495 | -2 | 2 583 | 297 | | | |
| ECC-Urto | Fz | min | -541 | -194 | -3 495 | 2 | 2 583 | 297 | | | |
| ECC-Urto | Mx | MAX | 191 | -93 | -2 518 | 6 | 738 | 225 | | | |
| ECC-Urto | Mx | min | 191 | 93 | -3 224 | -6 | 2 150 | -146 | | | |
| ECC-Urto | My | MAX | -541 | 194 | 3 495 | -2 | 2 583 | 297 | | | |
| ECC-Urto | My | min | 80 | -65 | 409 | -3 | -1 719 | -94 | | | |
| ECC-Urto | Mz | MAX | 2 017 | 400 | 2 822 | 0 | 1 877 | 828 | | | |
| ECC-Urto | Mz | min | 2 017 | 400 | -2 919 | 0 | 2 072 | -770 | | | |

N.B.: Le sollecitazioni di verifica (tagli e momenti) sono cautelativamente composte in somma quadratica (non sono infatti contemplate in verifica le sollecitazioni orizzontali) e viene mantenuto un relativo margine di sicurezza.

6.2.2.3 Verifica

Giunzioni Bullonate - Unione di continuità - D:\01_Lavori\111441 - A14-P.PRELIM.+SPA_PASSANTE DI BOLOGNA\13_GB\CdB_PE\Soll_GB_trave-traverso_princ_4ter...

File Collegamenti Saldature

Coprigiunti d'ali Coprigiunti d'anima Trave Resistenze

Gometria giunzione

N. Bulloni 1
 L1 [mm] 260
 L2 [mm] 80
 L3 [mm] 160
 D1 [mm] 180
 D2 [mm] 100
 D3 [mm] 30
 S1 [mm] 15

Bulloni
 ø bull M16
 Classe 8.8
 fy [MPa] 649
 fu [MPa] 800
 Piani di taglio 2
 Coefficienti di materiale
 γ_{M2} 1.25 γ_s 1.05

Acciaio da carpenteria
 Acciaio S355
 fyk [MPa] 355
 fuk [MPa] 510

Coprigiunti d'ali Coprigiunti d'anima Trave Resistenze

Gometria giunzione

N. Bull. x 2
 N. Bull. y 3
 L1 [mm] 240
 L2 [mm] 160
 D1 [mm] 90
 D2 [mm] 100
 D3 [mm] 30
 S1 [mm] 10

Bulloni
 ø bull M12
 Classe 8.8
 fy [MPa] 649
 fu [MPa] 800
 Piani di taglio 2
 Coefficienti di materiale
 γ_{M2} 1.25 γ_s 1.05

Acciaio da carpenteria
 Acciaio S355
 fyk [MPa] 355
 fuk [MPa] 510

Coprigiunti d'ali Coprigiunti d'anima Trave Resistenze

Geometria Trave

Travi commerciali
 HE 400 A

h [mm] 390.00
 b [mm] 300.00
 tf [mm] 19.00
 tw [mm] 11.00

Acciaio trave
 Acciaio S355
 γ_s 1.05
 fyk 355
 fuk 510

Caratteristiche Trave

A [mm²] 1.59E+04 Wpl.x [mm²] 2.56E+06
 Ix [mm⁴] 4.51E+08 Wpl.y [mm²] 8.73E+05
 Iy [mm⁴] 8.56E+07 Cal.anima [-] 0.09
 Wx [mm³] 2.31E+06 Cal.ala [-] 0.46
 Wy [mm³] 5.71E+05

Coprigiunti d'ali Coprigiunti d'anima Trave Resistenze

Giunzione d'ala

| | min | max | Resistenza a rifollamento | |
|-------------|-----|--------|---------------------------|------------------------|
| e1 [mm] | 30 | 100.00 | Fb.Rd [N] | 182 400.00 Trave |
| e2 [mm] | 40 | 100.00 | Fb.Rd [N] | 144 000.00 Coprigiunto |
| p1 [mm] | 100 | 200.00 | Resistenza a punzonamento | |
| p2 [mm] | 180 | 200.00 | Bp.Rd [N/mm] | 248 406.99 Trave |
| | | | Bp.Rd [N] | 196 110.78 Coprigiunto |
| Alfa = 0.59 | | | | |
| k = 2.50 | | | | |
| | | | Resistenze dei bulloni | |
| | | | Ft.Rd [N] | 90 432.00 |
| | | | Fv.Rd [N] | 60 288.00 |

Giunzione d'anima

| | min | max | Resistenza a rifollamento | |
|-------------|-----|--------|---------------------------|-----------------------|
| e1 [mm] | 30 | 80.00 | Fb.Rd [N] | 103 569.23 Trave |
| e2 [mm] | 30 | 80.00 | Fb.Rd [N] | 94 153.85 Coprigiunto |
| p1 [mm] | 90 | 140.00 | Resistenza a punzonamento | |
| p2 [mm] | 100 | 140.00 | Bp.Rd [N] | 109 975.85 Trave |
| | | | Bp.Rd [N] | 99 978.04 Coprigiunto |
| Alfa = 0.77 | | | | |
| k = 2.50 | | | | |
| | | | Resistenze dei bulloni | |
| | | | Ft.Rd [N] | 48 556.80 |
| | | | Fv.Rd [N] | 32 371.20 |

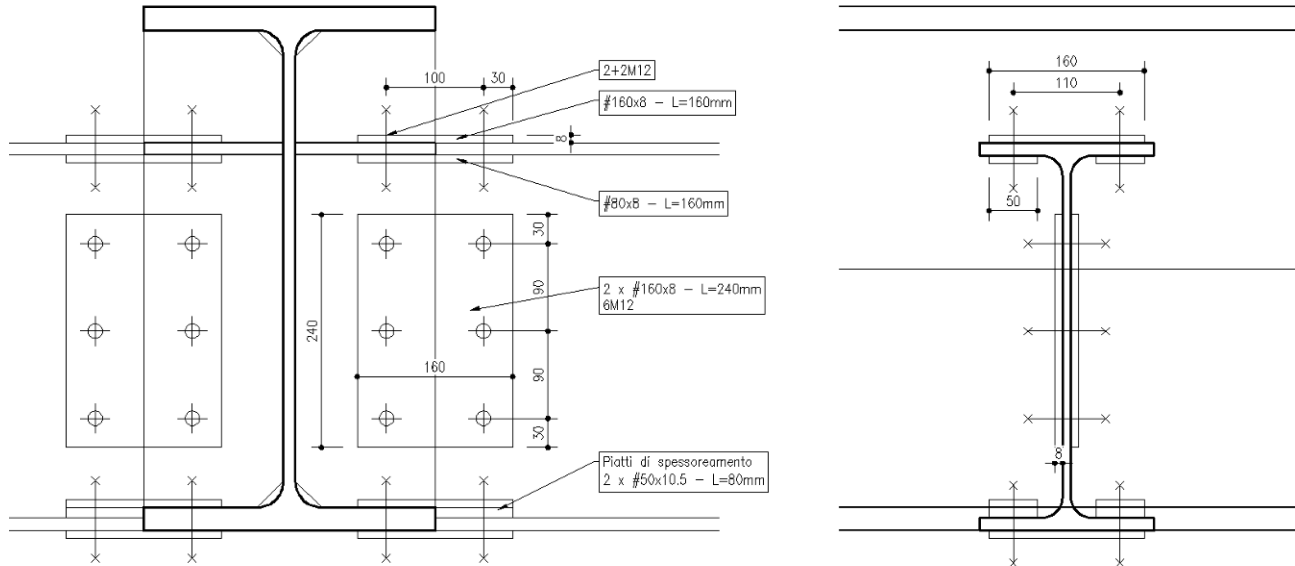
N. Combinazioni di verifica 12

| | NEd [N] | VEd [N] | MEd [Nmm] | NEd.anima [N] | VEd.anima [N] | MEd.anima [Nmm] | NEd.ala [N] | VEd.ala [N] | MEd.ala [Nmm] | NEd.platt [N] | FvEd.ala [N/bullone] | FvEd.anima [N/bullone] |
|---|---------|---------|-----------|---------------|---------------|-----------------|-------------|-------------|---------------|---------------|----------------------|------------------------|
| ▶ | 112067 | 2928 | 141561 | 30 236.95 | 2 928.00 | 12 740.49 | 40 915.03 | 0.00 | 128 820.51 | 40 522.19 | 10 130.55 | 5 066.60 |
| | -113935 | 3671 | 4496788 | 30 740.95 | 3 671.00 | 404 710.92 | 41 597.02 | 0.00 | 4 092 077... | 51 874.48 | 12 968.62 | 5 409.62 |
| | 16 | 4012 | 2884133 | 4.32 | 4 012.00 | 259 571.97 | 5.84 | 0.00 | 2 624 561... | 7 080.02 | 1 770.01 | 1 389.70 |
| | 16 | 4012 | 2884144 | 4.32 | 4 012.00 | 259 572.96 | 5.84 | 0.00 | 2 624 571... | 7 080.05 | 1 770.01 | 1 389.70 |
| | 36296 | 37133 | 5269459 | 9 793.07 | 37 133.00 | 4 742 506... | 13 251.46 | 0.00 | 47 952 01... | 142 262.48 | 35 565.62 | 19 431.13 |
| | 36378 | 37076 | 52593741 | 9 815.20 | 37 076.00 | 4 733 436... | 13 281.40 | 0.00 | 47 860 30... | 142 044.69 | 35 511.17 | 19 396.87 |
| | -1370 | 9595 | 10424778 | 369.64 | 9 595.00 | 938 230.02 | 500.18 | 0.00 | 9 486 547... | 26 061.34 | 6 515.34 | 4 205.81 |
| | 7958 | 3292 | 16049288 | 2 147.16 | 3 292.00 | 1 444 435... | 2 905.42 | 0.00 | 14 604 85... | 42 219.05 | 10 554.76 | 4 575.01 |
| | -36742 | 35874 | 82006116 | 9 913.41 | 35 874.00 | 7 380 550... | 13 414.30 | 0.00 | 74 625 56... | 214 318.74 | 53 579.68 | 26 532.02 |
| | 36348 | 30388 | 81043907 | 9 807.10 | 30 388.00 | 7 293 951... | 13 270.45 | 0.00 | 73 749 95... | 211 817.36 | 52 954.34 | 25 378.33 |
| | 2905 | 5275 | 19302039 | 783.80 | 5 275.00 | 1 737 183... | 1 060.60 | 0.00 | 17 564 85... | 48 386.04 | 12 096.51 | 5 706.17 |
| | -2416 | 10853 | 20110204 | 651.86 | 10 853.00 | 1 809 918... | 882.07 | 0.00 | 18 300 28... | 50 193.03 | 12 548.26 | 6 837.25 |

Unità di Misura N mm

6.2.3 Trave-Traverso intermedio

6.2.3.1 Geometria



6.2.3.2 Sollecitazioni

| | | | Fx | Fy | Fz | Mx | My | Mz | N | V | M |
|-------------|----|-----|--------|--------|--------|------|--------|------|-------|------|---------|
| | | | [N] | [N] | [N] | [Nm] | [Nm] | [Nm] | [N] | [N] | [Nm m] |
| ENV-STR | Fx | MAX | 7 603 | 47 | -2 023 | 0 | 1 146 | -106 | 7603 | 2023 | 1150972 |
| ENV-STR | Fx | min | -5 955 | -43 | -1 489 | 0 | 732 | 98 | -5955 | 1490 | 738183 |
| ENV-STR | Fy | MAX | 878 | 1 042 | 1 525 | 1 | 378 | 829 | 878 | 1847 | 911632 |
| ENV-STR | Fy | min | 878 | -1 042 | -1 525 | -1 | 378 | 829 | 878 | 1847 | 911630 |
| ENV-STR | Fz | MAX | -453 | 40 | 2 684 | 0 | 11 | 78 | -453 | 2684 | 78616 |
| ENV-STR | Fz | min | -454 | -118 | -2 687 | 0 | 9 | 238 | -454 | 2690 | 238545 |
| ENV-STR | Mx | MAX | -233 | 75 | -1 948 | 3 | -156 | -155 | -233 | 1949 | 219700 |
| ENV-STR | Mx | min | -863 | -91 | -1 961 | -3 | -12 | 178 | -863 | 1963 | 178602 |
| ENV-STR | My | MAX | -2 472 | 82 | -2 323 | 0 | 1 934 | -166 | -2472 | 2325 | 1940631 |
| ENV-STR | My | min | -24 | -174 | 141 | 0 | -4 504 | -2 | -24 | 224 | 4503691 |
| ENV-STR | Mz | MAX | 878 | 1 042 | 1 525 | 1 | 378 | 829 | 878 | 1847 | 911632 |
| ENV-STR | Mz | min | 117 | -959 | 1 589 | -1 | 432 | -665 | 117 | 1856 | 792645 |
| SLU-STR | Fx | MAX | 7 603 | 47 | -2 023 | 0 | 1 146 | -106 | | | |
| SLU-STR | Fx | min | -5 955 | -43 | -1 489 | 0 | 732 | 98 | | | |
| SLU-STR | Fy | MAX | 227 | 232 | -1 853 | 2 | -1 089 | -465 | | | |
| SLU-STR | Fy | min | -24 | -182 | -1 400 | -1 | -1 908 | 363 | | | |
| SLU-STR | Fz | MAX | -453 | 40 | 2 684 | 0 | 11 | 78 | | | |
| SLU-STR | Fz | min | -454 | -118 | -2 687 | 0 | 9 | 238 | | | |
| SLU-STR | Mx | MAX | -233 | 75 | -1 948 | 3 | -156 | -155 | | | |
| SLU-STR | Mx | min | -863 | -91 | -1 961 | -3 | -12 | 178 | | | |
| SLU-STR | My | MAX | -2 472 | 82 | -2 323 | 0 | 1 934 | -166 | | | |
| SLU-STR | My | min | -24 | -174 | 141 | 0 | -4 504 | -2 | | | |
| SLU-STR | Mz | MAX | 227 | 232 | 2 113 | 2 | -568 | 462 | | | |
| SLU-STR | Mz | min | 227 | 232 | -1 853 | 2 | -1 089 | -465 | | | |
| Sismica-SLV | Fx | MAX | 2 018 | -940 | -1 555 | 0 | 793 | 627 | | | |
| Sismica-SLV | Fx | min | -1 369 | -940 | -1 555 | 0 | 958 | 628 | | | |
| Sismica-SLV | Fy | MAX | 878 | 1 042 | 1 525 | 1 | 378 | 829 | | | |
| Sismica-SLV | Fy | min | 878 | -1 042 | -1 525 | -1 | 378 | 829 | | | |
| Sismica-SLV | Fz | MAX | 360 | -295 | 2 185 | 0 | 12 | -213 | | | |
| Sismica-SLV | Fz | min | 360 | 295 | -2 185 | 0 | 12 | -213 | | | |
| Sismica-SLV | Mx | MAX | 339 | 303 | -1 593 | 2 | -2 | -229 | | | |
| Sismica-SLV | Mx | min | 339 | 262 | -1 654 | -2 | 121 | -147 | | | |
| Sismica-SLV | My | MAX | -768 | 282 | 1 624 | 0 | 968 | 189 | | | |
| Sismica-SLV | My | min | 18 | 25 | 135 | 0 | -3 578 | 92 | | | |
| Sismica-SLV | Mz | MAX | 878 | 1 042 | 1 525 | 1 | 378 | 829 | | | |
| Sismica-SLV | Mz | min | 117 | -959 | 1 589 | -1 | 432 | -665 | | | |
| ECC-Urto | Fx | MAX | 2 145 | 0 | -1 525 | 0 | 879 | -1 | | | |
| ECC-Urto | Fx | min | -1 800 | 0 | -1 525 | 0 | 1 037 | 0 | | | |
| ECC-Urto | Fy | MAX | 49 | 162 | -1 368 | 0 | -1 947 | -324 | | | |
| ECC-Urto | Fy | min | 49 | -162 | -1 683 | 0 | -1 316 | 323 | | | |
| ECC-Urto | Fz | MAX | 410 | 63 | 2 083 | 0 | 8 | 127 | | | |
| ECC-Urto | Fz | min | 410 | -63 | -2 083 | 0 | 8 | 127 | | | |
| ECC-Urto | Mx | MAX | 259 | 55 | -1 540 | 2 | 56 | -110 | | | |
| ECC-Urto | Mx | min | 259 | -55 | -1 511 | -2 | -3 | 109 | | | |
| ECC-Urto | My | MAX | -1 680 | -37 | -1 555 | 0 | 1 073 | 73 | | | |
| ECC-Urto | My | min | 5 | -86 | 104 | 0 | -3 538 | -2 | | | |
| ECC-Urto | Mz | MAX | 49 | 162 | 1 683 | 0 | -1 316 | 323 | | | |
| ECC-Urto | Mz | min | 49 | -162 | 1 368 | 0 | -1 947 | -324 | | | |

N.B.: Le sollecitazioni di verifica (tagli e momenti) sono cautelativamente composte in somma quadratica (non sono infatti contemplate in verifica le sollecitazioni orizzontali) e viene mantenuto un relativo margine di sicurezza.

6.2.3.3 Verifica

Giunzioni Bullonate - Unione di continuità - D:\01_Lavori\111441 - A14-P.PRELIM.+SPA_PASSANTE DI BOLOGNA\13_GB\CdB_PE\Soll_GB_trave-traverso_second.gbl

File Collegamenti Saldature

Copri giunti d'ali Copri giunti d'anima Trave Resistenze

Gometria giunzione

N. Bulloni 1

L1 [mm] 160

L2 [mm] 50

L3 [mm] 160

D1 [mm] 110

D2 [mm] 100

D3 [mm] 30

S1 [mm] 8

Bulloni

ø bull M12

Classe 8.8

fy [MPa] 649

fu [MPa] 800

Piani di taglio 2

Coefficienti di materiale

γ_{M2} 1.25 γ_s 1.05

Acciaio da carpenteria

Acciaio S355

fyk [MPa] 355

fuk [MPa] 510

Gometria giunzione

N. Bull. x 2

N. Bull. y 3

L1 [mm] 240

L2 [mm] 160

D1 [mm] 90

D2 [mm] 100

D3 [mm] 30

S1 [mm] 8

Bulloni

ø bull M12

Classe 8.8

fy [MPa] 649

fu [MPa] 800

Piani di taglio 2

Coefficienti di materiale

γ_{M2} 1.25 γ_s 1.05

Acciaio da carpenteria

Acciaio S355

fyk [MPa] 355

fuk [MPa] 510

Geometria Trave

Travi commerciali

IPe 400

h [mm] 400.00

b [mm] 180.00

tf [mm] 13.50

tw [mm] 8.60

Acciaio trave

Acciaio S355

γ_s 1.05

fyk 355

fuk 510

Caratteristiche Trave

A [mm²] 8.45E+03 Wpl.x [mm²] 1.31E+06

Ix [mm⁴] 2.31E+08 Wply [mm²] 2.29E+05

Iy [mm⁴] 1.32E+07 Csi.anima [-] 0.16

Wx [mm²] 1.16E+06 Csi.ala [-] 0.42

Wy [mm²] 1.46E+05

Giunzione d'ala

| | min | max | Resistenza a rifollamento |
|---------|-----|-------|---------------------------|
| e1 [mm] | 30 | 15.60 | 72.00 |
| e2 [mm] | 25 | 15.60 | 72.00 |
| p1 [mm] | 100 | 28.60 | 112.00 |
| p2 [mm] | 110 | 31.20 | 112.00 |

Alfa = 0.77

k = 2.50

Resistenze dei bulloni

Rt,Rd [N] 48 556.80

Fv,Rd [N] 32 371.20

Giunzione d'anima

| | min | max | Resistenza a rifollamento |
|---------|-----|-------|---------------------------|
| e1 [mm] | 30 | 15.60 | 72.00 |
| e2 [mm] | 30 | 15.60 | 72.00 |
| p1 [mm] | 90 | 28.60 | 112.00 |
| p2 [mm] | 100 | 31.20 | 112.00 |

Alfa = 0.77

k = 2.50

Resistenze dei bulloni

Rt,Rd [N] 48 556.80

Fv,Rd [N] 32 371.20

N. Combinazioni di verifica 12

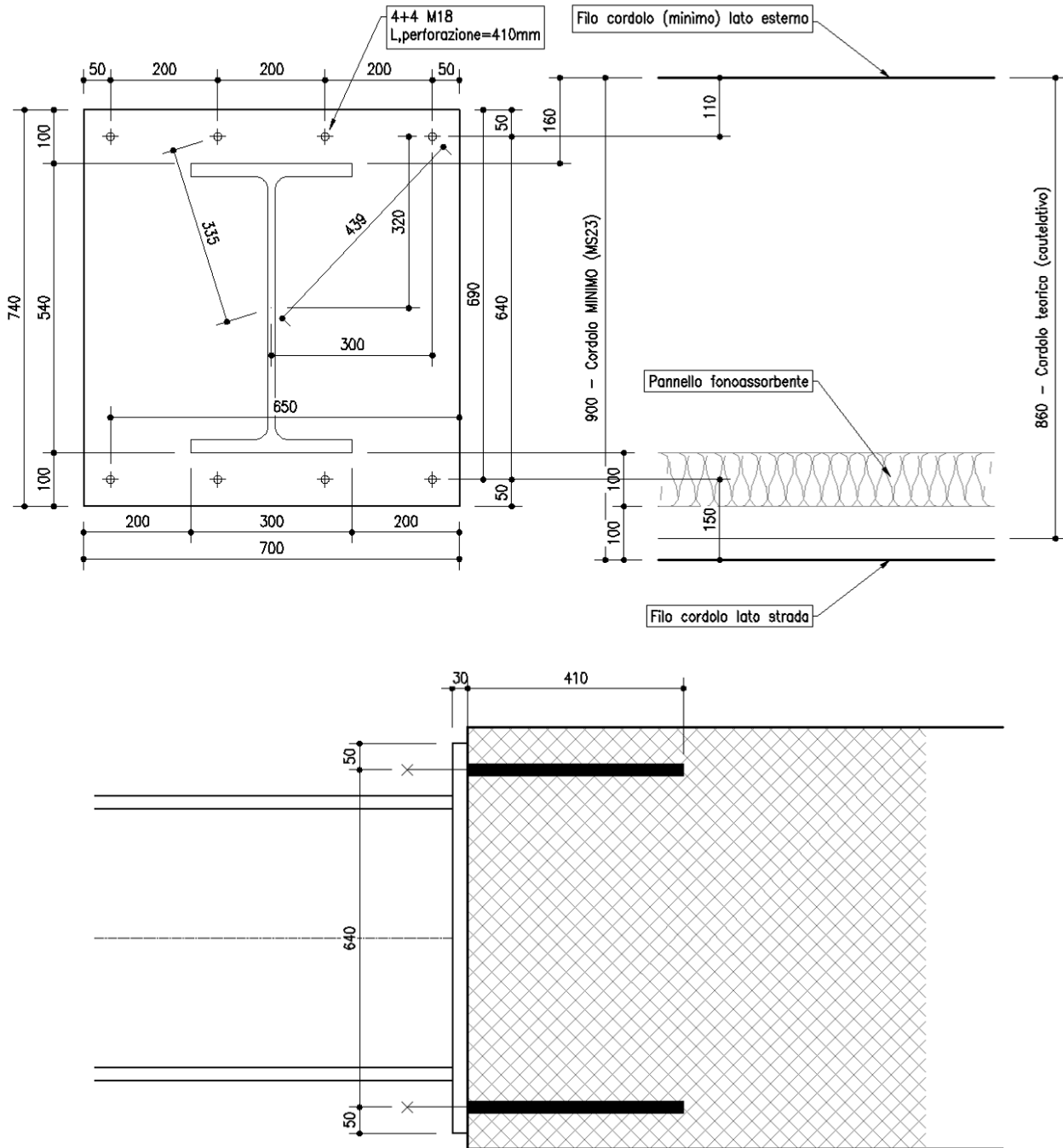
| | NEd [N] | VEd [N] | MEd [Nmm] | NEd.anima [N] | VEd.anima [N] | MEd.anima [Nmm] | NEd.ala [N] | VEd.ala [N] | MEd.ala [Nmm] | NEd.piat [N] | FvEd.ala [N/bullone] | FvEd.anima [N/bullone] |
|--------|---------|---------|-----------|---------------|---------------|-----------------|-------------|--------------|---------------|--------------|----------------------|------------------------|
| ▶ 7603 | 2023 | 1150972 | 3 095.19 | 2 023.00 | 184 155.52 | 2 253.91 | 0.00 | 966 816.48 | 4 687.89 | 1 171.97 | 993.19 | |
| -5955 | 1490 | 738183 | 2 424.28 | 1 490.00 | 118 109.28 | 1 765.36 | 0.00 | 620 073.72 | 3 316.83 | 829.21 | 703.92 | |
| 878 | 1847 | 911632 | 357.43 | 1 847.00 | 145 861.12 | 260.28 | 0.00 | 765 770.88 | 2 233.79 | 558.45 | 715.49 | |
| 878 | 1847 | 911630 | 357.43 | 1 847.00 | 145 860.80 | 260.28 | 0.00 | 765 769.20 | 2 233.78 | 558.45 | 715.49 | |
| -453 | 2684 | 78616 | 184.42 | 2 684.00 | 12 578.56 | 134.29 | 0.00 | 66 037.44 | 301.13 | 75.28 | 483.25 | |
| -454 | 2690 | 238545 | 184.82 | 2 690.00 | 38 167.20 | 134.59 | 0.00 | 200 377.80 | 649.00 | 162.25 | 555.21 | |
| -233 | 1949 | 219700 | 94.85 | 1 949.00 | 35 152.00 | 69.07 | 0.00 | 184 548.00 | 544.49 | 136.12 | 422.77 | |
| -863 | 1963 | 178602 | 351.33 | 1 963.00 | 28 576.32 | 255.84 | 0.00 | 150 025.68 | 636.34 | 159.09 | 410.74 | |
| -2472 | 2325 | 1940631 | 1 006.35 | 2 325.00 | 310 500.96 | 732.82 | 0.00 | 1 630 130... | 4 928.55 | 1 232.14 | 1 261.21 | |
| -24 | 224 | 4503691 | 9.77 | 224.00 | 720 590.56 | 7.11 | 0.00 | 3 783 100... | 9 795.00 | 2 448.75 | 2 038.97 | |
| 878 | 1847 | 911632 | 357.43 | 1 847.00 | 145 861.12 | 260.28 | 0.00 | 765 770.88 | 2 233.79 | 558.45 | 715.49 | |
| 117 | 1856 | 792645 | 47.63 | 1 856.00 | 126 823.20 | 34.68 | 0.00 | 665 821.80 | 1 756.34 | 439.09 | 661.67 | |

Unità di Misura N mm

6.3 PIASTRE DI ANCORAGGIO

6.3.1 Piede TN

6.3.1.1 Geometria



6.3.1.2 Sollecitazioni

| | | | Fx | Fy | Fz | Mx | My | Mz |
|-------------|----|-----|----------|---------|----------|---------|----------|------|
| | | | [N] | [N] | [N] | [Nm] | [Nm] | [Nm] |
| ENV-STR | Fx | MAX | 12 583 | 2 636 | 33 890 | -10 015 | 53 192 | -68 |
| ENV-STR | Fx | min | -160 574 | -22 447 | -259 435 | 4 010 | -241 756 | 1 |
| ENV-STR | Fy | MAX | -112 809 | 45 264 | -257 686 | -9 383 | -228 560 | 1 |
| ENV-STR | Fy | min | -104 583 | -41 754 | -159 659 | 9 141 | -228 012 | -1 |
| ENV-STR | Fz | MAX | 9 923 | -37 112 | 80 750 | 7 984 | 52 961 | -3 |
| ENV-STR | Fz | min | -131 587 | 35 691 | -297 845 | -6 928 | -207 967 | 3 |
| ENV-STR | Mx | MAX | -97 758 | -6 617 | -114 124 | 24 831 | -217 375 | 191 |
| ENV-STR | Mx | min | -105 067 | 6 670 | -209 004 | -25 033 | -213 814 | -193 |
| ENV-STR | My | MAX | -3 435 | -75 | -110 123 | 208 | 115 792 | 6 |
| ENV-STR | My | min | -141 797 | -32 021 | -219 276 | 6 465 | -262 350 | 2 |
| ENV-STR | Mz | MAX | -97 758 | -6 617 | -114 124 | 24 831 | -217 375 | 191 |
| ENV-STR | Mz | min | -105 067 | 6 670 | -209 004 | -25 033 | -213 814 | -193 |
| SLU-STR | Fx | MAX | 12 583 | 2 636 | 33 890 | -10 015 | 53 192 | -68 |
| SLU-STR | Fx | min | -160 574 | -22 447 | -259 435 | 4 010 | -241 756 | 1 |
| SLU-STR | Fy | MAX | -112 809 | 45 264 | -257 686 | -9 383 | -228 560 | 1 |
| SLU-STR | Fy | min | -104 583 | -41 754 | -159 659 | 9 141 | -228 012 | -1 |
| SLU-STR | Fz | MAX | 9 923 | -37 112 | 80 750 | 7 984 | 52 961 | -3 |
| SLU-STR | Fz | min | -131 587 | 35 691 | -297 845 | -6 928 | -207 967 | 3 |
| SLU-STR | Mx | MAX | -97 758 | -6 617 | -114 124 | 24 831 | -217 375 | 191 |
| SLU-STR | Mx | min | -105 067 | 6 670 | -209 004 | -25 033 | -213 814 | -193 |
| SLU-STR | My | MAX | -6 678 | -5 323 | -115 443 | 20 138 | 87 536 | 142 |
| SLU-STR | My | min | -141 797 | -32 021 | -219 276 | 6 465 | -262 350 | 2 |
| SLU-STR | Mz | MAX | -97 758 | -6 617 | -114 124 | 24 831 | -217 375 | 191 |
| SLU-STR | Mz | min | -105 067 | 6 670 | -209 004 | -25 033 | -213 814 | -193 |
| SISMICA-SLV | Fx | MAX | -3 435 | -75 | -110 123 | 208 | 115 792 | 6 |
| SISMICA-SLV | Fx | min | -118 581 | -3 307 | -135 160 | 231 | -262 126 | -1 |
| SISMICA-SLV | Fy | MAX | -83 989 | 3 379 | -138 575 | -231 | -137 497 | 1 |
| SISMICA-SLV | Fy | min | -83 989 | -3 379 | -138 575 | 231 | -137 497 | -1 |
| SISMICA-SLV | Fz | MAX | -38 454 | -77 | -107 100 | 218 | -10 164 | 6 |
| SISMICA-SLV | Fz | min | -83 989 | -3 379 | -138 575 | 231 | -137 497 | -1 |
| SISMICA-SLV | Mx | MAX | -113 962 | -95 | -122 804 | 277 | -256 508 | 9 |
| SISMICA-SLV | Mx | min | -113 962 | 95 | -122 804 | -277 | -256 508 | -9 |
| SISMICA-SLV | My | MAX | -3 435 | -75 | -110 123 | 208 | 115 792 | 6 |
| SISMICA-SLV | My | min | -118 581 | -3 307 | -135 160 | 231 | -262 126 | -1 |
| SISMICA-SLV | Mz | MAX | -113 962 | -95 | -122 804 | 277 | -256 508 | 9 |
| SISMICA-SLV | Mz | min | -113 962 | 95 | -122 804 | -277 | -256 508 | -9 |
| ECC-Urto | Fx | MAX | -54 328 | -143 | -116 169 | 464 | -49 231 | 11 |
| ECC-Urto | Fx | min | -66 477 | -3 109 | -128 980 | 214 | -91 218 | -2 |
| ECC-Urto | Fy | MAX | -65 310 | 4 262 | -132 264 | -476 | -85 704 | 0 |
| ECC-Urto | Fy | min | -65 310 | -4 262 | -132 264 | 476 | -85 704 | 0 |
| ECC-Urto | Fz | MAX | -54 328 | -143 | -116 169 | 464 | -49 231 | 11 |
| ECC-Urto | Fz | min | -65 310 | -4 262 | -132 264 | 476 | -85 704 | 0 |
| ECC-Urto | Mx | MAX | -65 310 | -4 262 | -132 264 | 476 | -85 704 | 0 |
| ECC-Urto | Mx | min | -65 310 | 4 262 | -132 264 | -476 | -85 704 | 0 |
| ECC-Urto | My | MAX | -54 328 | -143 | -116 169 | 464 | -49 231 | 11 |
| ECC-Urto | My | min | -65 264 | 58 | -123 653 | -222 | -92 485 | -4 |
| ECC-Urto | Mz | MAX | -54 328 | -143 | -116 169 | 464 | -49 231 | 11 |
| ECC-Urto | Mz | min | -54 328 | 143 | -116 169 | -464 | -49 231 | -11 |

6.3.1.3 Verifica piastra

| Combo | Fx | Fy | Fz | Mx | My | Mz | ---> | b | h/2 | ---> | V,vert | V,orizz | Assiale | M,vert | M,orizz | M,torc |
|--------|----------|---------|----------|---------|----------|------|------|-----|-----|------|----------|---------|----------|----------|---------|--------|
| | [N] | [N] | [N] | [Nm] | [Nm] | [Nm] | | [m] | [m] | | [N] | [N] | [N] | [Nm] | [Nm] | [Nm] |
| Fx,MAX | 12 583 | 2 636 | 33 890 | -10 015 | 53 192 | -68 | | | | | 12 583 | 2 636 | 33 890 | 53 192 | -10 015 | -68 |
| Fx,min | -160 574 | -22 447 | -259 435 | 4 010 | -241 756 | 1 | | | | | -160 574 | -22 447 | -259 435 | -241 756 | 4 010 | 1 |
| Fy,MAX | -112 809 | 45 264 | -257 686 | -9 383 | -228 560 | 1 | | | | | -112 809 | 45 264 | -257 686 | -228 560 | -9 383 | 1 |
| Fy,min | -104 583 | -41 754 | -159 659 | 9 141 | -228 012 | -1 | | | | | -104 583 | -41 754 | -159 659 | -228 012 | 9 141 | -1 |
| Fz,MAX | 9 923 | -37 112 | 80 750 | 7 984 | 52 961 | -3 | | | | | 9 923 | -37 112 | 80 750 | 52 961 | 7 984 | -3 |
| Fz,min | -131 587 | 35 691 | -297 845 | -6 928 | -207 967 | 3 | | | | | -131 587 | 35 691 | -297 845 | -207 967 | -6 928 | 3 |
| Mx,MAX | -97 758 | -6 617 | -114 124 | 24 831 | -217 375 | 191 | | | | | -97 758 | -6 617 | -114 124 | -217 375 | 24 831 | 191 |
| Mx,min | -105 067 | 6 670 | -209 004 | -25 033 | -213 814 | -193 | | | | | -105 067 | 6 670 | -209 004 | -213 814 | -25 033 | -193 |
| My,MAX | -3 435 | -75 | -110 123 | 208 | 115 792 | 6 | | | | | -3 435 | -75 | -110 123 | 115 792 | 208 | 6 |
| My,min | -141 797 | -32 021 | -219 276 | 6 465 | -262 350 | 2 | | | | | -141 797 | -32 021 | -219 276 | -262 350 | 6 465 | 2 |
| Mz,MAX | -97 758 | -6 617 | -114 124 | 24 831 | -217 375 | 191 | | | | | -97 758 | -6 617 | -114 124 | -217 375 | 24 831 | 191 |
| Mz,min | -105 067 | 6 670 | -209 004 | -25 033 | -213 814 | -193 | | | | | -105 067 | 6 670 | -209 004 | -213 814 | -25 033 | -193 |

| AZIONI TAGLIANTI | | | | | | | AZIONI ASSIALI | |
|------------------|------------|-------------|-------|-----------|-------|------|----------------|-------|
| | n°b_taglio | sup. taglio | r,max | Σr² | β | | Ø | A,res |
| | [-] | [-] | [mm] | [mm²] | [rad] | [°] | [mm] | [mm²] |
| | 8 | 1 | 439 | 1 218 500 | 0.82 | 46.8 | 18 | 192 |

| Combo | Th | Tv | S,max | S,max H | S,max V | R,max | Fv,Ed | σs | Ft,Ed |
|--------|-------|--------|-------|---------|---------|--------|--------|--------|--------|
| | [N] | [N] | [N] | [N] | [N] | [N] | [N] | [MPa] | [N] |
| Fx,MAX | 330 | 1 573 | -24 | -18 | -17 | 1 587 | 1 587 | 178.18 | 34 210 |
| Fx,min | 2 806 | 20 072 | 0 | 0 | 0 | 20 267 | 20 267 | 355.85 | 68 323 |
| Fy,MAX | 5 658 | 14 101 | 0 | 0 | 0 | 15 194 | 15 194 | 353.24 | 67 821 |
| Fy,min | 5 219 | 13 073 | 0 | 0 | 0 | 14 076 | 14 076 | 414.83 | 79 648 |
| Fz,MAX | 4 639 | 1 240 | -1 | -1 | -1 | 4 801 | 4 801 | 199.16 | 38 238 |
| Fz,min | 4 461 | 16 448 | 1 | 1 | 1 | 17 043 | 17 043 | 272.98 | 52 413 |
| Mx,MAX | 827 | 12 220 | 69 | 50 | 47 | 12 298 | 12 298 | 492.02 | 94 467 |
| Mx,min | 834 | 13 133 | -69 | -51 | -47 | 13 109 | 13 109 | 423.68 | 81 347 |
| My,MAX | 9 | 429 | 2 | 1 | 1 | 431 | 431 | 172.02 | 33 028 |
| My,min | 4 003 | 17 725 | 1 | 1 | 0 | 18 172 | 18 172 | 436.10 | 83 732 |
| Mz,MAX | 827 | 12 220 | 69 | 50 | 47 | 12 298 | 12 298 | 492.02 | 94 467 |
| Mz,min | 834 | 13 133 | -69 | -51 | -47 | 13 109 | 13 109 | 423.68 | 81 347 |
| | | | | | | MAX | 20 267 | MAX | 94 467 |

| VERIFICHE | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------|--------|--------|--------|---------|-------|--------|--------------|------|------|------|------|------|------|---------|---------|--|--|
| | | Classe | ftb | | | | ftk,acciaio | d0 | t | | | | | | | | |
| | | [-] | [MPa] | | | | [MPa] | [mm] | [mm] | | | | | | | | |
| | | 8.8 | 800 | | | | 510 | 19 | 30.0 | | | | | | | | |
| Combo | Fv,Ed | Ft,Ed | Fv,Rd | Ft,Rd | Ver V | Ver. N | Ver comb V+N | e1 | p1 | e2 | p2 | α | k | Fbd,Rd | Ver.Rif | | |
| | [N] | [N] | [N] | [N] | [-] | [-] | [-] | [mm] | [mm] | [mm] | [mm] | [-] | [-] | [N] | [-] | | |
| Fx,MAX | 1 587 | 34 210 | 73 728 | 110 592 | 0.02 | 0.31 | 0.24 | 125 | 390 | 60 | 290 | 1.00 | 2.50 | 550 800 | 0.00 | | |
| Fx,min | 20 267 | 68 323 | 73 728 | 110 592 | 0.27 | 0.62 | 0.72 | 125 | 390 | 60 | 290 | 1.00 | 2.50 | 550 800 | 0.04 | | |
| Fy,MAX | 15 194 | 67 821 | 73 728 | 110 592 | 0.21 | 0.61 | 0.64 | 125 | 390 | 60 | 290 | 1.00 | 2.50 | 550 800 | 0.03 | | |
| Fy,min | 14 076 | 79 648 | 73 728 | 110 592 | 0.19 | 0.72 | 0.71 | 125 | 390 | 60 | 290 | 1.00 | 2.50 | 550 800 | 0.03 | | |
| Fz,MAX | 4 801 | 38 238 | 73 728 | 110 592 | 0.07 | 0.35 | 0.31 | 125 | 390 | 60 | 290 | 1.00 | 2.50 | 550 800 | 0.01 | | |
| Fz,min | 17 043 | 52 413 | 73 728 | 110 592 | 0.23 | 0.47 | 0.57 | 125 | 390 | 60 | 290 | 1.00 | 2.50 | 550 800 | 0.03 | | |
| Mx,MAX | 12 298 | 94 467 | 73 728 | 110 592 | 0.17 | 0.85 | 0.78 | 125 | 390 | 60 | 290 | 1.00 | 2.50 | 550 800 | 0.02 | | |
| Mx,min | 13 109 | 81 347 | 73 728 | 110 592 | 0.18 | 0.74 | 0.70 | 125 | 390 | 60 | 290 | 1.00 | 2.50 | 550 800 | 0.02 | | |
| My,MAX | 431 | 33 028 | 73 728 | 110 592 | 0.01 | 0.30 | 0.22 | 125 | 390 | 60 | 290 | 1.00 | 2.50 | 550 800 | 0.00 | | |
| My,min | 18 172 | 83 732 | 73 728 | 110 592 | 0.25 | 0.76 | 0.79 | 125 | 390 | 60 | 290 | 1.00 | 2.50 | 550 800 | 0.03 | | |
| Mz,MAX | 12 298 | 94 467 | 73 728 | 110 592 | 0.17 | 0.85 | 0.78 | 125 | 390 | 60 | 290 | 1.00 | 2.50 | 550 800 | 0.02 | | |
| Mz,min | 13 109 | 81 347 | 73 728 | 110 592 | 0.18 | 0.74 | 0.70 | 125 | 390 | 60 | 290 | 1.00 | 2.50 | 550 800 | 0.02 | | |
| | | | | | MAX | 0.27 | 0.85 | 0.79 | | | | | | MAX | 0.04 | | |

6.3.1.4 Verifica ancoraggio

| | | |
|--------------------------|-----------------------|---|
| Materiali | | |
| Acciaio ancoranti | | |
| fyk [MPa] | 640 | : resistenza caratteristica di snervamento dell'acciaio (valore nominale) |
| fuk [MPa] | 800 | : resistenza caratteristica allo stato limite ultimo dell'acciaio (valore nominale) |
| Calcestruzzo | | |
| fck [MPa] | 28.0 | : resistenza caratteristica cilindrica a compressione del calcestruzzo a 28 giorni |
| fck,cubo [MPa] | 35.0 | : resistenza caratteristica a compressione del calcestruzzo misurata su cubi di lato 150 mm (valore della classe di resistenza del calcestruzzo secondo EN 206-8) |
| Fessurazione | no | : si = fessurato / no = non fessurato |
| Ancorante chimico | HIT-RE 500-SD + HIT-V | |
| Geometria | | |
| Acciaio | | |
| d,nom [mm] | 18 | : diametro esterno dell'ancorante |
| As [mm ²] | 192 | : sezione trasversale di acciaio sollecitato |
| Calcestruzzo | | |
| B [mm] | 860 | : Profondità (// c) dell'elemento in cls su cui è installato l'ancorante |
| L [mm] | 4 000 | : Larghezza (// s) dell'elemento in cls su cui è installato l'ancorante |
| H [mm] | 1 000 | : Altezza (// h,ef) dell'elemento in cls su cui è installato l'ancorante |
| n,c [mm] | 2 | : numero "righe" (//c) di tirafondi |
| n,s [mm] | 4 | : numero "colonne" (//s) di tirafondi |
| c1 [mm] | 110 | : distanza dal bordo (secondo la direzione del taglio !!!) |
| c,interno [mm] | 640 | : interasse ancoraggi (secondo la direzione del taglio !!!) |
| c1bis [mm] | 110 | : altra distanza dal bordo (secondo la direzione del taglio !!!) |
| s1 [mm] | 1 700 | : distanza dal bordo (ortogonale alla direzione del taglio !!!) |
| s,interno [mm] | 200 | : interasse ancoraggi (ortogonale alla direzione del taglio !!!) |
| s1bis [mm] | 1 700 | : altra distanza dal bordo (ortogonale alla direzione del taglio !!!) |
| hef [mm] | 410 | : profondità effettiva di ancoraggio |
| e1 [mm] | 0 | : distanza tra carico di taglio e la superficie del calcestruzzo |

| CASO | Sollecitazione | Montante | NSd | VSd | | TRAZIONE | | TAGLIO | |
|------|----------------|-----------------|--|--|-----|---------------------------------------|---|---|----------------------------------|
| | | | | | | n | NhSd | n | VhSd |
| | | | [kN] | [kN] | | [-] | [kN] | [-] | [kN] |
| | | | : azione assiale di sfilamento (massima) | : taglio (massimo) sul singolo ancorante | | : numero di ancoranti tesi del gruppo | : azione assiale di sfilamento del gruppo | : numero di ancoranti resistenti a taglio | : taglio sul gruppo di ancoranti |
| 25 | SLU | Soll_vincolo_TN | 25.65 | 1.59 | STR | 4 | 102.60 | 8 | 12.70 |
| 26 | SLU | Soll_vincolo_TN | 64.90 | 20.27 | STR | 4 | 259.58 | 8 | 162.14 |
| 27 | SLU | Soll_vincolo_TN | 31.41 | 4.80 | STR | 4 | 125.66 | 8 | 38.41 |
| 28 | SLU | Soll_vincolo_TN | 46.49 | 17.04 | STR | 4 | 185.97 | 8 | 136.35 |
| 29 | SLU | Soll_vincolo_TN | 32.85 | 0.43 | STR | 4 | 131.40 | 8 | 3.45 |
| 30 | SLU | Soll_vincolo_TN | 78.21 | 18.17 | STR | 4 | 312.83 | 8 | 145.37 |

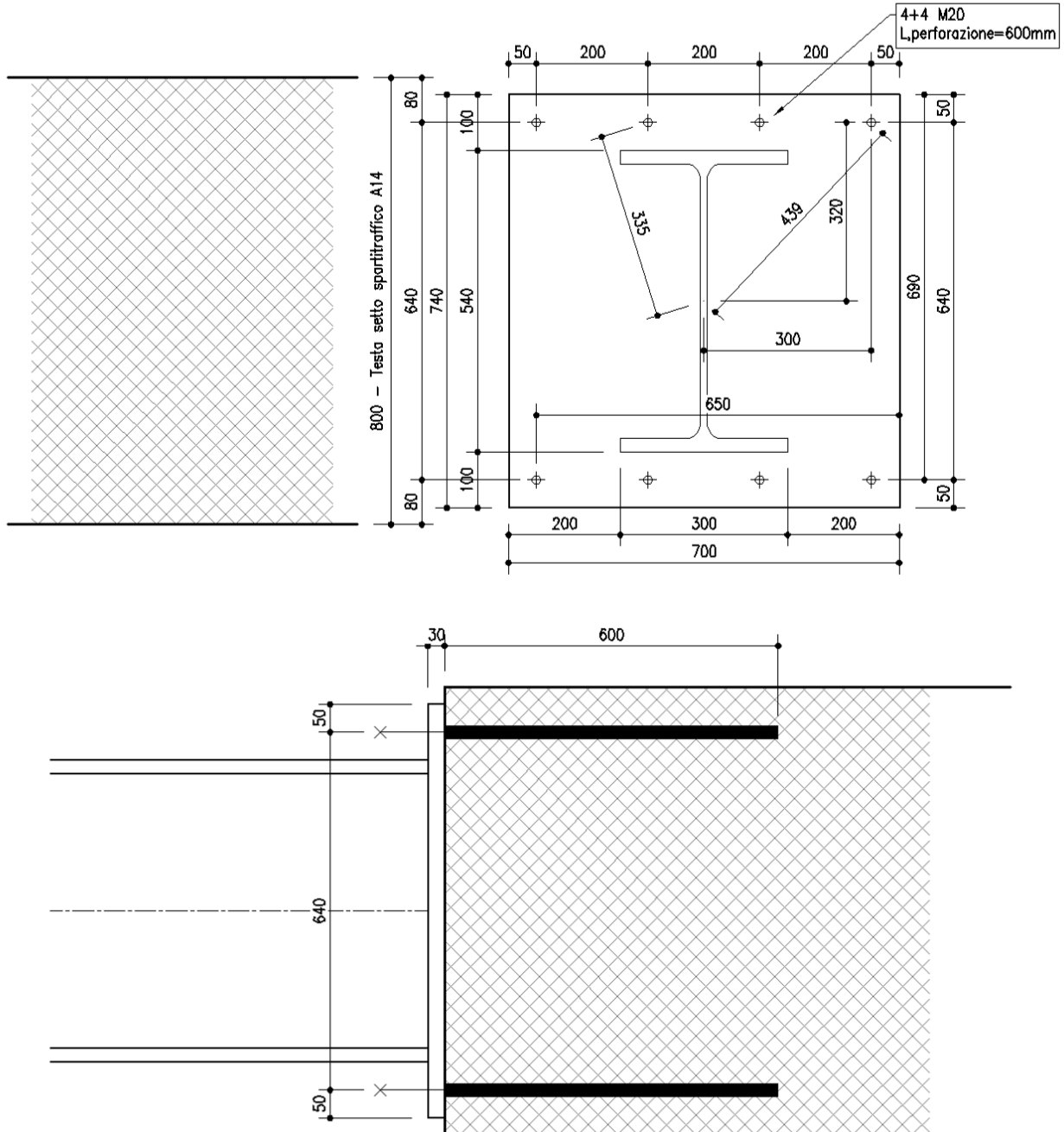
| Caso | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 |
|-------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Celle risultato: | | | | | | |
| H | 1 000 | 1 000 | 1 000 | 1 000 | 1 000 | 1 000 |
| hef | 600 | 600 | 600 | 600 | 600 | 600 |
| betaN_acciaio | 0.84 | 0.84 | 0.84 | 0.84 | 0.84 | 0.84 |
| beta_Np | 0.92 | 0.92 | 0.92 | 0.92 | 0.92 | 0.92 |
| betaN_cono_cls | 1.74 | 1.74 | 1.74 | 1.74 | 1.74 | 1.74 |
| betaN_sp | 0.80 | 0.80 | 0.80 | 0.80 | 0.80 | 0.80 |
| betaN_max | 1.74 | 1.74 | 1.74 | 1.74 | 1.74 | 1.74 |
| betaV_acciaio | 0.21 | 0.21 | 0.21 | 0.21 | 0.21 | 0.21 |
| betaV_pryout | 0.27 | 0.27 | 0.27 | 0.27 | 0.27 | 0.27 |
| betaV_bordo_cls | 1.54 | 1.54 | 1.54 | 1.54 | 1.54 | 1.54 |
| betaV_max | 1.54 | 1.54 | 1.54 | 1.54 | 1.54 | 1.54 |
| beta_combo_1 | 3.27 | 3.27 | 3.27 | 3.27 | 3.27 | 3.27 |
| beta_combo_2 | 4.19 | 4.19 | 4.19 | 4.19 | 4.19 | 4.19 |
| beta_combo_1_net1 | 1.13 | 1.13 | 1.13 | 1.13 | 1.13 | 1.13 |
| beta_combo_2_net1 | 0.97 | 0.97 | 0.97 | 0.97 | 0.97 | 0.97 |
| beta_combo_1_net2 | Non appl. | Non appl. | Non appl. | Non appl. | Non appl. | Non appl. |
| beta_combo_2_net2 | Non appl. | Non appl. | Non appl. | Non appl. | Non appl. | Non appl. |

Armatura esistente VS rottura conica (caso 30):

| Armatura aggiuntiva per soddisfacimento verifica a rottura conica (Carichi di TRAZIONE) | | |
|--|--------------|---|
| 0.75 x hef [mm] | 307.50 | : distanza massima dall'ancorante per il posizionamento dell'armatura |
| passo staffe [mm] | 200 | |
| Dist. trasv [mm] | 50 | : distanza in direzione trasversale tra asse tirafondo e asse barra |
| L,tot [mm] | 1406.82 | : larghezza totale della zona in cui intercettare le barre |
| n°Ø intercettati | 7 | |
| Ø interc. (staffe) [mm] | 16 | |
| c,min [mm] | 50 | : copriferro minimo per As,aggiuntiva |
| h,braccio staffa [mm] | 900 | : lunghezza braccio verticale staffa |
| l,ancor min [mm] | 540 | : lunghezza di ancoraggio MINIMA POSSIBILE |
| l,ancor utile [mm] | 573.3 | : lunghezza di ancoraggio UTILE (max disponibile oltre il cono) |
| l,ancor DISP [mm] | 1000 | : lunghezza di ancoraggio DISPOSTA |
| fbd [MPa] | 2.90 | : resistenza tangenziale di aderenza DI PROGETTO |
| c _d [mm] | 50.0 | : minimo tra i copriferri e metà della distanza tra le barre |
| alfa_2_anc [-] | 0.70 | : fattore per aderenza ancorante chimico |
| N _{Rd,a} [kN] | 1460.00 | : resistenza a sfilamento delle armature aggiuntive disposte |
| N _{gSd} [kN] | 312.83 | : azione assiale di sfilamento (massima) del GRUPPO di ancoranti . |
| βN [-] | 0.21 | |
| βN,effettivo [-] | 0.21 | |
| Armatura aggiuntiva per soddisfacimento verifica pryout e rottura bordo (Carichi di TAGLIO) | | |
| 0.75 x hef [mm] | 307.50 | : distanza massima dall'ancorante per il posizionamento dell'armatura |
| passo staffe [mm] | 200 | |
| L,tot [mm] | 1415.00 | : larghezza totale della zona in cui intercettare le barre |
| n°Ø intercettati | 7 | |
| Ø interc. (staffe) [mm] | 16 | |
| As,tot [mm ²] | 1407.43 | : area di acciaio disponibile ad assorbire il taglio |
| f _{yd} [MPa] | 391.30 | |
| V _{Rd} [kN] | 550.73 | : resistenza a trazione orizzontale delle armature aggiuntive disposte |
| V _{Sd} [kN] | 145.37 | : taglio agente sul GRUPPO di ancoranti |
| βV [-] | 0.26 | |
| βV,effettivo [-] | 0.26 | |

6.3.2 Piede su setto spartitraffico A14

6.3.2.1 Geometria



6.3.2.2 Sollecitazioni

| | | | Fx | Fy | Fz | Mx | My | Mz |
|-------------|----|-----|---------|---------|----------|------|----------|------|
| | | | [N] | [N] | [N] | [Nm] | [Nm] | [Nm] |
| ENV-STR | Fx | MAX | 180 021 | -2 780 | -96 616 | 1 | -191 602 | 1 |
| ENV-STR | Fx | min | -88 991 | 21 182 | -33 168 | -10 | -129 556 | 0 |
| ENV-STR | Fy | MAX | 112 888 | 37 792 | -98 140 | -11 | -90 489 | 1 |
| ENV-STR | Fy | min | 18 805 | -37 839 | -73 686 | 11 | -63 108 | 7 |
| ENV-STR | Fz | MAX | -81 856 | -22 343 | 3 988 | 7 | -101 739 | 0 |
| ENV-STR | Fz | min | 130 552 | 21 457 | -112 785 | -10 | -300 122 | -3 |
| ENV-STR | Mx | MAX | 2 472 | -35 723 | -85 287 | 17 | -256 072 | 4 |
| ENV-STR | Mx | min | 105 258 | 35 780 | -110 207 | -17 | -267 281 | -5 |
| ENV-STR | My | MAX | -49 802 | -22 877 | -33 206 | 7 | -20 008 | 11 |
| ENV-STR | My | min | 134 274 | 2 906 | -105 725 | -1 | -304 920 | 0 |
| ENV-STR | Mz | MAX | 40 612 | -81 | -51 832 | 0 | -176 362 | 23 |
| ENV-STR | Mz | min | 40 612 | 81 | -51 832 | 0 | -176 362 | -23 |
| SLU-STR | Fx | MAX | 180 021 | -2 780 | -96 616 | 1 | -191 602 | 1 |
| SLU-STR | Fx | min | -88 991 | 21 182 | -33 168 | -10 | -129 556 | 0 |
| SLU-STR | Fy | MAX | 112 888 | 37 792 | -98 140 | -11 | -90 489 | 1 |
| SLU-STR | Fy | min | 18 805 | -37 839 | -73 686 | 11 | -63 108 | 7 |
| SLU-STR | Fz | MAX | -81 856 | -22 343 | 3 988 | 7 | -101 739 | 0 |
| SLU-STR | Fz | min | 130 552 | 21 457 | -112 785 | -10 | -300 122 | -3 |
| SLU-STR | Mx | MAX | 2 472 | -35 723 | -85 287 | 17 | -256 072 | 4 |
| SLU-STR | Mx | min | 105 258 | 35 780 | -110 207 | -17 | -267 281 | -5 |
| SLU-STR | My | MAX | -49 802 | -22 877 | -33 206 | 7 | -20 008 | 11 |
| SLU-STR | My | min | 134 274 | 2 906 | -105 725 | -1 | -304 920 | 0 |
| SLU-STR | Mz | MAX | 124 769 | -22 249 | -72 623 | 7 | -290 284 | 19 |
| SLU-STR | Mz | min | 135 545 | 22 346 | -72 090 | -7 | -268 136 | -20 |
| SISMICA-SLV | Fx | MAX | 132 352 | 5 | -65 006 | 0 | -74 405 | 0 |
| SISMICA-SLV | Fx | min | -6 479 | 72 | -53 871 | 0 | -222 889 | 0 |
| SISMICA-SLV | Fy | MAX | 44 745 | 214 | -54 426 | 0 | -166 388 | 4 |
| SISMICA-SLV | Fy | min | 44 745 | -214 | -54 426 | 0 | -166 388 | -4 |
| SISMICA-SLV | Fz | MAX | 785 | -204 | -47 332 | 0 | -193 983 | 2 |
| SISMICA-SLV | Fz | min | 88 273 | 4 | -65 095 | 0 | -138 302 | 0 |
| SISMICA-SLV | Mx | MAX | 129 327 | -98 | -64 267 | 0 | -71 732 | 0 |
| SISMICA-SLV | Mx | min | 129 327 | 98 | -64 267 | 0 | -71 732 | 0 |
| SISMICA-SLV | My | MAX | 126 799 | 95 | -61 941 | 0 | -65 916 | 0 |
| SISMICA-SLV | My | min | -2 329 | 1 | -57 369 | 0 | -236 827 | 0 |
| SISMICA-SLV | Mz | MAX | 114 132 | 193 | -56 926 | 0 | -86 339 | 14 |
| SISMICA-SLV | Mz | min | 114 132 | -193 | -56 926 | 0 | -86 339 | -14 |
| ECC-Urto | Fx | MAX | 74 305 | -479 | -52 426 | 0 | -103 960 | 10 |
| ECC-Urto | Fx | min | 40 612 | 81 | -51 832 | 0 | -176 362 | -23 |
| ECC-Urto | Fy | MAX | 74 305 | 479 | -52 426 | 0 | -103 960 | -10 |
| ECC-Urto | Fy | min | 74 305 | -479 | -52 426 | 0 | -103 960 | 10 |
| ECC-Urto | Fz | MAX | 58 631 | -261 | -51 734 | 0 | -132 866 | -10 |
| ECC-Urto | Fz | min | 60 925 | 32 | -60 349 | 0 | -161 488 | -2 |
| ECC-Urto | Mx | MAX | 63 250 | -423 | -60 278 | 0 | -151 753 | 6 |
| ECC-Urto | Mx | min | 63 250 | 423 | -60 278 | 0 | -151 753 | -6 |
| ECC-Urto | My | MAX | 74 305 | -479 | -52 426 | 0 | -103 960 | 10 |
| ECC-Urto | My | min | 40 612 | 81 | -51 832 | 0 | -176 362 | -23 |
| ECC-Urto | Mz | MAX | 40 612 | -81 | -51 832 | 0 | -176 362 | 23 |
| ECC-Urto | Mz | min | 40 612 | 81 | -51 832 | 0 | -176 362 | -23 |

6.3.2.3 Verifica piastra

| Combo | Fx | Fy | Fz | Mx | My | Mz | ---> | b | h/2 | ---> | V,vert | V,orizz | Assiale | M,vert | M,orizz | M,torc |
|--------|---------|---------|----------|------|----------|------|------|-----|-----|------|---------|---------|----------|----------|---------|--------|
| | [N] | [N] | [N] | [Nm] | [Nm] | [Nm] | | [m] | [m] | | [N] | [N] | [N] | [Nm] | [Nm] | [Nm] |
| Fx,MAX | 180 021 | -2 780 | -96 616 | 1 | -191 602 | 1 | | | | | 180 021 | -2 780 | -96 616 | -191 602 | 1 | 1 |
| Fx,min | -88 991 | 21 182 | -33 168 | -10 | -129 556 | 0 | | | | | -88 991 | 21 182 | -33 168 | -129 556 | -10 | 0 |
| Fy,MAX | 112 888 | 37 792 | -98 140 | -11 | -90 489 | 1 | | | | | 112 888 | 37 792 | -98 140 | -90 489 | -11 | 1 |
| Fy,min | 18 805 | -37 839 | -73 686 | 11 | -63 108 | 7 | | | | | 18 805 | -37 839 | -73 686 | -63 108 | 11 | 7 |
| Fz,MAX | -81 856 | -22 343 | 3 988 | 7 | -101 739 | 0 | | | | | -81 856 | -22 343 | 3 988 | -101 739 | 7 | 0 |
| Fz,min | 130 552 | 21 457 | -112 785 | -10 | -300 122 | -3 | | | | | 130 552 | 21 457 | -112 785 | -300 122 | -10 | -3 |
| Mx,MAX | 2 472 | -35 723 | -85 287 | 17 | -256 072 | 4 | | | | | 2 472 | -35 723 | -85 287 | -256 072 | 17 | 4 |
| Mx,min | 105 258 | 35 780 | -110 207 | -17 | -267 281 | -5 | | | | | 105 258 | 35 780 | -110 207 | -267 281 | -17 | -5 |
| My,MAX | -49 802 | -22 877 | -33 206 | 7 | -20 008 | 11 | | | | | -49 802 | -22 877 | -33 206 | -20 008 | 7 | 11 |
| My,min | 134 274 | 2 906 | -105 725 | -1 | -304 920 | 0 | | | | | 134 274 | 2 906 | -105 725 | -304 920 | -1 | 0 |
| Mz,MAX | 40 612 | -81 | -51 832 | 0 | -176 362 | 23 | | | | | 40 612 | -81 | -51 832 | -176 362 | 0 | 23 |
| Mz,min | 40 612 | 81 | -51 832 | 0 | -176 362 | -23 | | | | | 40 612 | 81 | -51 832 | -176 362 | 0 | -23 |

| AZIONI TAGLIANTI | | | | | | | AZIONI ASSIALI | |
|------------------|------------|-------------|-------|-----------|-------|------|----------------|-------|
| | n°b_taglio | sup. taglio | r,max | Σr² | β | | Ø | A,res |
| | [-] | [-] | [mm] | [mm²] | [rad] | [°] | [mm] | [mm²] |
| | 8 | 1 | 439 | 1 218 500 | 0.82 | 46.8 | 20 | 245 |

| Combo | Th | Tv | S,max | S,max H | S,max V | R,max | Fv,Ed | σs | Ft,Ed |
|--------|-------|--------|-------|---------|---------|--------|--------|--------|---------|
| | [N] | [N] | [N] | [N] | [N] | [N] | [N] | [MPa] | [N] |
| Fx,MAX | 347 | 22 503 | 0 | 0 | 0 | 22 506 | 22 506 | 265.55 | 65 059 |
| Fx,min | 2 648 | 11 124 | 0 | 0 | 0 | 11 435 | 11 435 | 196.00 | 48 019 |
| Fy,MAX | 4 724 | 14 111 | 0 | 0 | 0 | 14 881 | 14 881 | 98.66 | 24 171 |
| Fy,min | 4 730 | 2 351 | 3 | 2 | 2 | 5 284 | 5 284 | 66.14 | 16 205 |
| Fz,MAX | 2 793 | 10 232 | 0 | 0 | 0 | 10 606 | 10 606 | 169.23 | 41 462 |
| Fz,min | 2 682 | 16 319 | -1 | -1 | -1 | 16 537 | 16 537 | 435.64 | 106 733 |
| Mx,MAX | 4 465 | 309 | 1 | 1 | 1 | 4 477 | 4 477 | 377.32 | 92 442 |
| Mx,min | 4 472 | 13 157 | -2 | -1 | -1 | 13 895 | 13 895 | 383.02 | 93 840 |
| My,MAX | 2 860 | 6 225 | 4 | 3 | 3 | 6 854 | 6 854 | 15.96 | 3 910 |
| My,min | 363 | 16 784 | 0 | 0 | 0 | 16 788 | 16 788 | 447.10 | 109 539 |
| Mz,MAX | 10 | 5 077 | 8 | 6 | 6 | 5 082 | 5 082 | 263.35 | 64 520 |
| Mz,min | 10 | 5 077 | -8 | -6 | -6 | 5 071 | 5 071 | 263.35 | 64 520 |
| | | | | | | MAX | 22 506 | MAX | 109 539 |

| VERIFICHE | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------|--|--------|-------|--|--|--|-------------|------|------|--|--|--|--|--|--|--|--|
| | | Classe | ftb | | | | ftk,acciaio | d0 | t | | | | | | | | |
| | | [-] | [MPa] | | | | [MPa] | [mm] | [mm] | | | | | | | | |
| | | 8.8 | 800 | | | | 510 | 22 | 30.0 | | | | | | | | |

| Combo | Fv,Ed | Ft,Ed | Fv,Rd | Ft,Rd | Ver V | Ver. N | Ver comb V+N | e1 | p1 | e2 | p2 | α | k | Fbd,Rd | Ver.Rif |
|--------|--------|---------|--------|---------|-------|--------|--------------|------|------|------|------|------|------|---------|---------|
| | [N] | [N] | [N] | [N] | [-] | [-] | [-] | [mm] | [mm] | [mm] | [mm] | [-] | [-] | [N] | [-] |
| Fx,MAX | 22 506 | 65 059 | 94 080 | 141 120 | 0.24 | 0.46 | 0.57 | 125 | 390 | 60 | 290 | 1.00 | 2.50 | 612 000 | 0.04 |
| Fx,min | 11 435 | 48 019 | 94 080 | 141 120 | 0.12 | 0.34 | 0.36 | 125 | 390 | 60 | 290 | 1.00 | 2.50 | 612 000 | 0.02 |
| Fy,MAX | 14 881 | 24 171 | 94 080 | 141 120 | 0.16 | 0.17 | 0.28 | 125 | 390 | 60 | 290 | 1.00 | 2.50 | 612 000 | 0.02 |
| Fy,min | 5 284 | 16 205 | 94 080 | 141 120 | 0.06 | 0.11 | 0.14 | 125 | 390 | 60 | 290 | 1.00 | 2.50 | 612 000 | 0.01 |
| Fz,MAX | 10 606 | 41 462 | 94 080 | 141 120 | 0.11 | 0.29 | 0.32 | 125 | 390 | 60 | 290 | 1.00 | 2.50 | 612 000 | 0.02 |
| Fz,min | 16 537 | 106 733 | 94 080 | 141 120 | 0.18 | 0.76 | 0.72 | 125 | 390 | 60 | 290 | 1.00 | 2.50 | 612 000 | 0.03 |
| Mx,MAX | 4 477 | 92 442 | 94 080 | 141 120 | 0.05 | 0.66 | 0.52 | 125 | 390 | 60 | 290 | 1.00 | 2.50 | 612 000 | 0.01 |
| Mx,min | 13 895 | 93 840 | 94 080 | 141 120 | 0.15 | 0.66 | 0.62 | 125 | 390 | 60 | 290 | 1.00 | 2.50 | 612 000 | 0.02 |
| My,MAX | 6 854 | 3 910 | 94 080 | 141 120 | 0.07 | 0.03 | 0.09 | 125 | 390 | 60 | 290 | 1.00 | 2.50 | 612 000 | 0.01 |
| My,min | 16 788 | 109 539 | 94 080 | 141 120 | 0.18 | 0.78 | 0.73 | 125 | 390 | 60 | 290 | 1.00 | 2.50 | 612 000 | 0.03 |
| Mz,MAX | 5 082 | 64 520 | 94 080 | 141 120 | 0.05 | 0.46 | 0.38 | 125 | 390 | 60 | 290 | 1.00 | 2.50 | 612 000 | 0.01 |
| Mz,min | 5 071 | 64 520 | 94 080 | 141 120 | 0.05 | 0.46 | 0.38 | 125 | 390 | 60 | 290 | 1.00 | 2.50 | 612 000 | 0.01 |
| | | | | | MAX | 0.24 | 0.78 | | | | | | | MAX | 0.04 |

6.3.2.4 Verifica ancoraggio

[Casi 31÷36]

| Materiali | | |
|--------------------------|-----------------------|---|
| Acciaio ancoranti | | |
| fyk [MPa] | 640 | : resistenza caratteristica di snervamento dell'acciaio (valore nominale) |
| fuk [MPa] | 800 | : resistenza caratteristica allo stato limite ultimo dell'acciaio (valore nominale) |
| Calcestruzzo | | |
| fck [MPa] | 28.0 | : resistenza caratteristica cilindrica a compressione del calcestruzzo a 28 giorni |
| fck,cubo [MPa] | 35.0 | : resistenza caratteristica a compressione del calcestruzzo misurata su cubi di lato 150 mm (valore della classe di resistenza del calcestruzzo secondo EN 206-8) |
| Fessurazione | no | : si = fessurato / no = non fessurato |
| Ancorante chimico | HIT-RE 500-SD + HIT-V | |

| Geometria | | |
|-----------------------|-------|--|
| Acciaio | | |
| d,nom [mm] | 20 | : diametro esterno dell'ancorante |
| As [mm ²] | 245 | : sezione trasversale di acciaio sollecitato |
| Calcestruzzo | | |
| B [mm] | 800 | : Profondità (// c) dell'elemento in cls su cui è installato l'ancorante |
| L [mm] | 4 000 | : Larghezza (// s) dell'elemento in cls su cui è installato l'ancorante |
| H [mm] | 4 100 | : Altezza (// h,ef) dell'elemento in cls su cui è installato l'ancorante |
| n,c [mm] | 2 | : numero "righe" (//c) di tirafondi |
| n,s [mm] | 4 | : numero "colonne" (//s) di tirafondi |
| c1 [mm] | 80 | : distanza dal bordo (secondo la direzione del taglio !!!) |
| c,interno [mm] | 640 | : interasse ancoraggi (secondo la direzione del taglio !!!) |
| c1bis [mm] | 80 | : altra distanza dal bordo (secondo la direzione del taglio !!!) |
| s1 [mm] | 1 700 | : distanza dal bordo (ortogonale alla direzione del taglio !!!) |
| s,interno [mm] | 200 | : interasse ancoraggi (ortogonale alla direzione del taglio !!!) |
| s1bis [mm] | 1 700 | : altra distanza dal bordo (ortogonale alla direzione del taglio !!!) |
| hef [mm] | 600 | : profondità effettiva di ancoraggio |
| e1 [mm] | 0 | : distanza tra carico di taglio e la superficie del calcestruzzo |

| CASO | Sollecitazione | Montante | NSd [kN] | VSd [kN] | TRAZIONE | | TAGLIO | | |
|------|----------------|------------------|--|--|---------------------------------------|---|---|----------------------------------|--------|
| | | | | | n [-] | NhSd [kN] | n [-] | VhSd [kN] | |
| | | | : azione assiale di sfilamento (massima) | : taglio (massimo) sul singolo ancorante | : numero di ancoranti tesi del gruppo | : azione assiale di sfilamento del gruppo | : numero di ancoranti resistenti a taglio | : taglio sul gruppo di ancoranti | |
| 31 | SLU | Soll_vincolo_A14 | 65.06 | 22.51 | STR | 4 | 260.23 | 8 | 180.04 |
| 32 | SLU | Soll_vincolo_A14 | 48.01 | 11.43 | STR | 4 | 192.04 | 8 | 91.48 |
| 33 | SLU | Soll_vincolo_A14 | 41.46 | 10.61 | STR | 4 | 165.83 | 8 | 84.85 |
| 34 | SLU | Soll_vincolo_A14 | 106.72 | 16.54 | STR | 4 | 426.90 | 8 | 132.30 |
| 35 | SLU | Soll_vincolo_A14 | 3.90 | 6.85 | STR | 4 | 15.62 | 8 | 54.83 |
| 36 | SLU | Soll_vincolo_A14 | 109.54 | 16.79 | STR | 4 | 438.15 | 8 | 134.31 |

| Caso | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 |
|-------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Celle risultato: | | | | | | |
| H | 4 100 | 4 100 | 4 100 | 4 100 | 4 100 | 4 100 |
| hef | 600 | 600 | 600 | 600 | 600 | 600 |
| betaN_acciaio | 0.84 | 0.84 | 0.84 | 0.84 | 0.84 | 0.84 |
| beta_Np | 0.92 | 0.92 | 0.92 | 0.92 | 0.92 | 0.92 |
| betaN_cono_cls | 1.74 | 1.74 | 1.74 | 1.74 | 1.74 | 1.74 |
| betaN_sp | 0.80 | 0.80 | 0.80 | 0.80 | 0.80 | 0.80 |
| betaN_max | 1.74 | 1.74 | 1.74 | 1.74 | 1.74 | 1.74 |
| betaV_acciaio | 0.21 | 0.21 | 0.21 | 0.21 | 0.21 | 0.21 |
| betaV_pryout | 0.27 | 0.27 | 0.27 | 0.27 | 0.27 | 0.27 |
| betaV_bordo_cls | 1.54 | 1.54 | 1.54 | 1.54 | 1.54 | 1.54 |
| betaV_max | 1.54 | 1.54 | 1.54 | 1.54 | 1.54 | 1.54 |
| beta_combo_1 | 3.27 | 3.27 | 3.27 | 3.27 | 3.27 | 3.27 |
| beta_combo_2 | 4.19 | 4.19 | 4.19 | 4.19 | 4.19 | 4.19 |
| beta_combo_1_net1 | 1.13 | 1.13 | 1.13 | 1.13 | 1.13 | 1.13 |
| beta_combo_2_net1 | 0.97 | 0.97 | 0.97 | 0.97 | 0.97 | 0.97 |
| beta_combo_1_net2 | Non appl. | Non appl. | Non appl. | Non appl. | Non appl. | Non appl. |
| beta_combo_2_net2 | Non appl. | Non appl. | Non appl. | Non appl. | Non appl. | Non appl. |

Armatura esistente VS rottura conica (caso 36):

| Armatura aggiuntiva per soddisfacimento verifica a rottura conica (Carichi di TRAZIONE) | | |
|--|---------------|---|
| 0.75 x hef [mm] | 450.00 | : distanza massima dall'ancorante per il posizionamento dell'armatura |
| passo staffe [mm] | 200 | |
| Dist. trasv [mm] | 50 | : distanza in direzione trasversale tra asse tirafondo e asse barra |
| L,tot [mm] | 1694.43 | : larghezza totale della zona in cui intercettare le barre |
| n°Ø intercettati | 8 | |
| Ø interc. (staffe) [mm] | 16 | |
| c,min [mm] | 50 | : copriferro minimo per As,aggiuntiva |
| h,braccio staffa [mm] | 4000 | : lunghezza braccio verticale staffa |
| l,ancor min [mm] | 3450 | : lunghezza di ancoraggio MINIMA POSSIBILE |
| l,ancor utile [mm] | 3483.3 | : lunghezza di ancoraggio UTILE (max disponibile oltre il cono) |
| l,ancor DISP [mm] | 1000 | : lunghezza di ancoraggio DISPOSTA |
| fbd [MPa] | 2.90 | : resistenza tangenziale di aderenza DI PROGETTO |
| c _d [mm] | 50.0 | : minimo tra i copriferri e metà della distanza tra le barre |
| alfa_2_anc [-] | 0.70 | : fattore per aderenza ancorante chimico |
| N _{Rd,a} [kN] | 1668.57 | : resistenza a sfilamento delle armature aggiuntive disposte |
| N _{gSd} [kN] | 438.15 | : azione assiale di sfilamento (massima) del GRUPPO di ancoranti . |
| βN [-] | 0.26 | |
| βN,effettivo [-] | 0.26 | |
| Armatura aggiuntiva per soddisfacimento verifica pryout e rottura bordo (Carichi di TAGLIO) | | |
| 0.75 x hef [mm] | 450.00 | : distanza massima dall'ancorante per il posizionamento dell'armatura |
| passo staffe [mm] | 200 | |
| L,tot [mm] | 1700.00 | : larghezza totale della zona in cui intercettare le barre |
| n°Ø intercettati | 8 | |
| Ø interc. (staffe) [mm] | 16 | |
| As,tot [mm ²] | 1608.50 | : area di acciaio disponibile ad assorbire il taglio |
| f _{yd} [MPa] | 391.30 | |
| V _{Rd} [kN] | 629.41 | : resistenza a trazione orizzontale delle armature aggiuntive disposte |
| V _{Sd} [kN] | 134.31 | : taglio agente sul GRUPPO di ancoranti |
| βV [-] | 0.21 | |
| βV,effettivo [-] | 0.21 | |

N.B.: Disposizione di EVENTUALE armatura aggiuntiva Ø16/20 se non si considerano i Ø20/20 già presenti verticali.

6.4 SETTO IN C.A. IN SPARTITRAFFICO

6.4.1 Sollecitazioni

6.4.1.1 Parte ordinaria

| | | | F:F | H:H | J:J | | Assiale | Taglio | Flettente |
|----------------|----|-----|----------|----------|------------|-------|----------|----------|-----------|
| | | | Fx | Fz | My | b [m] | Fx | Fz | My |
| | | | [N] | [N] | [Nm] | 4 | [N/m] | [N/m] | [Nm/m] |
| ENV-STR_bordo | Fx | MAX | -17 766 | -71 259 | 51 276 | | -4 441 | -17 815 | 12 819 |
| ENV-STR_bordo | Fx | min | -632 141 | 214 612 | -816 363 | | -158 035 | 53 653 | -204 091 |
| ENV-STR_bordo | Fz | MAX | -467 029 | 575 809 | -1 236 980 | | -116 757 | 143 952 | -309 245 |
| ENV-STR_bordo | Fz | min | -466 328 | -417 416 | 654 547 | | -116 582 | -104 354 | 163 637 |
| ENV-STR_bordo | My | MAX | -452 682 | -360 237 | 1 062 730 | | -113 171 | -90 059 | 265 683 |
| ENV-STR_bordo | My | min | -480 674 | 518 630 | -1 645 160 | | -120 169 | 129 658 | -411 290 |
| SLU-STR_bordo | Fx | MAX | -17 766 | -71 259 | 51 276 | | -4 441 | -17 815 | 12 819 |
| SLU-STR_bordo | Fx | min | -632 141 | 214 612 | -816 363 | | -158 035 | 53 653 | -204 091 |
| SLU-STR_bordo | Fz | MAX | -621 584 | 265 954 | -1 176 240 | | -155 396 | 66 489 | -294 060 |
| SLU-STR_bordo | Fz | min | -428 702 | -165 508 | 890 660 | | -107 176 | -41 377 | 222 665 |
| SLU-STR_bordo | My | MAX | -428 702 | -165 508 | 890 660 | | -107 176 | -41 377 | 222 665 |
| SLU-STR_bordo | My | min | -621 584 | 265 954 | -1 176 240 | | -155 396 | 66 489 | -294 060 |
| Sismica SLV | Fx | MAX | -54 322 | 49 690 | 145 250 | | -13 581 | 12 422 | 36 313 |
| Sismica SLV | Fx | min | -508 329 | 215 898 | -715 460 | | -127 082 | 53 975 | -178 865 |
| Sismica SLV | Fz | MAX | -480 674 | 518 630 | -1 645 160 | | -120 169 | 129 658 | -411 290 |
| Sismica SLV | Fz | min | -452 682 | -360 237 | 1 062 730 | | -113 171 | -90 059 | 265 683 |
| Sismica SLV | My | MAX | -452 682 | -360 237 | 1 062 730 | | -113 171 | -90 059 | 265 683 |
| Sismica SLV | My | min | -480 674 | 518 630 | -1 645 160 | | -120 169 | 129 658 | -411 290 |
| ECC Urto | Fx | MAX | -58 328 | 82 584 | 100 724 | | -14 582 | 20 646 | 25 181 |
| ECC Urto | Fx | min | -467 029 | 575 809 | -1 236 980 | | -116 757 | 143 952 | -309 245 |
| ECC Urto | Fz | MAX | -467 029 | 575 809 | -1 236 980 | | -116 757 | 143 952 | -309 245 |
| ECC Urto | Fz | min | -466 328 | -417 416 | 654 547 | | -116 582 | -104 354 | 163 637 |
| ECC Urto | My | MAX | -466 328 | -417 416 | 654 547 | | -116 582 | -104 354 | 163 637 |
| ECC Urto | My | min | -467 029 | 575 809 | -1 236 980 | | -116 757 | 143 952 | -309 245 |
| SLU-GEO_bordo | Fx | MAX | -23 221 | -51 198 | 59 464 | | -5 805 | -12 800 | 14 866 |
| SLU-GEO_bordo | Fx | min | -488 743 | 175 966 | -670 628 | | -122 186 | 43 992 | -167 657 |
| SLU-GEO_bordo | Fz | MAX | -479 594 | 220 462 | -982 520 | | -119 899 | 55 116 | -245 630 |
| SLU-GEO_bordo | Fz | min | -433 765 | -132 880 | 733 077 | | -108 441 | -33 220 | 183 269 |
| SLU-GEO_bordo | My | MAX | -433 765 | -132 880 | 733 077 | | -108 441 | -33 220 | 183 269 |
| SLU-GEO_bordo | My | min | -479 594 | 220 462 | -982 520 | | -119 899 | 55 116 | -245 630 |
| SLE Rara_bordo | Fx | MAX | -31 403 | -21 107 | 71 746 | | -7 851 | -5 277 | 17 937 |
| SLE Rara_bordo | Fx | min | -483 651 | 153 634 | -583 071 | | -120 913 | 38 409 | -145 768 |
| SLE Rara_bordo | Fz | MAX | -476 613 | 187 862 | -822 988 | | -119 153 | 46 966 | -205 747 |
| SLE Rara_bordo | Fz | min | -441 361 | -83 940 | 496 702 | | -110 340 | -20 985 | 124 176 |
| SLE Rara_bordo | My | MAX | -441 361 | -83 940 | 496 702 | | -110 340 | -20 985 | 124 176 |
| SLE Rara_bordo | My | min | -476 613 | 187 862 | -822 988 | | -119 153 | 46 966 | -205 747 |
| SLE Freq_bordo | Fx | MAX | -53 419 | 56 011 | 112 314 | | -13 355 | 14 003 | 28 079 |
| SLE Freq_bordo | Fx | min | -469 377 | 88 978 | -337 727 | | -117 344 | 22 244 | -84 432 |
| SLE Freq_bordo | Fz | MAX | -467 512 | 92 915 | -350 564 | | -116 878 | 23 229 | -87 641 |
| SLE Freq_bordo | Fz | min | -461 419 | 49 694 | -157 382 | | -115 355 | 12 423 | -39 346 |
| SLE Freq_bordo | My | MAX | -59 494 | 66 178 | 145 250 | | -14 874 | 16 545 | 36 313 |
| SLE Freq_bordo | My | min | -465 863 | 92 215 | -390 173 | | -116 466 | 23 054 | -97 543 |
| SLE QP_bordo | Fx | MAX | -58 678 | 79 197 | 112 687 | | -14 670 | 19 799 | 28 172 |
| SLE QP_bordo | Fx | min | -466 678 | 79 197 | -291 216 | | -116 670 | 19 799 | -72 804 |
| SLE QP_bordo | Fz | MAX | -466 678 | 79 197 | -291 216 | | -116 670 | 19 799 | -72 804 |
| SLE QP_bordo | Fz | min | -466 678 | 79 197 | -291 216 | | -116 670 | 19 799 | -72 804 |
| SLE QP_bordo | My | MAX | -58 678 | 79 197 | 112 687 | | -14 670 | 19 799 | 28 172 |
| SLE QP_bordo | My | min | -466 678 | 79 197 | -291 216 | | -116 670 | 19 799 | -72 804 |
| Sismica SLD | Fx | MAX | -57 352 | 66 435 | 129 197 | | -14 338 | 16 609 | 32 299 |
| Sismica SLD | Fx | min | -478 588 | 141 851 | -485 072 | | -119 647 | 35 463 | -121 268 |
| Sismica SLD | Fz | MAX | -470 950 | 283 437 | -920 320 | | -117 738 | 70 859 | -230 080 |
| Sismica SLD | Fz | min | -462 407 | -125 044 | 337 888 | | -115 602 | -31 261 | 84 472 |
| Sismica SLD | My | MAX | -462 407 | -125 044 | 337 888 | | -115 602 | -31 261 | 84 472 |
| Sismica SLD | My | min | -470 950 | 283 437 | -920 320 | | -117 738 | 70 859 | -230 080 |

6.4.1.2 Scavalco

| | | | Nx | Ny | Mx | My | Sx | Sy |
|-------------|----|-----|------------|------------|------------|----------|----------|----------|
| | | | [N/m] | [N/m] | [Nm/m] | [Nm/m] | [N/m] | [N/m] |
| ENV-STR | Nx | MAX | 1 454 880 | 131 967 | 189 250 | 3 953 | 5 025 | 4 382 |
| ENV-STR | Nx | min | -1 987 300 | -1 632 820 | -399 685 | -225 553 | 94 787 | 286 586 |
| ENV-STR | Ny | MAX | -80 104 | 133 277 | -174 028 | 1 513 | 148 552 | -22 751 |
| ENV-STR | Ny | min | -1 987 300 | -1 632 820 | -399 685 | -225 553 | 94 787 | 286 586 |
| ENV-STR | Mx | MAX | -1 437 050 | -1 177 780 | 878 291 | 483 626 | -259 279 | -620 727 |
| ENV-STR | Mx | min | -1 526 670 | -1 255 220 | -1 226 890 | -632 101 | 451 724 | 864 546 |
| ENV-STR | My | MAX | -1 437 050 | -1 177 780 | 878 291 | 483 626 | -259 279 | -620 727 |
| ENV-STR | My | min | -1 526 670 | -1 255 220 | -1 226 890 | -632 101 | 451 724 | 864 546 |
| ENV-STR | Sx | MAX | -1 482 270 | -1 217 140 | -535 187 | -105 586 | 647 699 | 356 575 |
| ENV-STR | Sx | min | -1 266 950 | -140 542 | -521 969 | -39 496 | -647 699 | 45 212 |
| ENV-STR | Sy | MAX | -1 526 670 | -1 255 220 | -1 226 890 | -632 101 | 451 724 | 864 546 |
| ENV-STR | Sy | min | -1 437 050 | -1 177 780 | 878 291 | 483 626 | -259 279 | -620 727 |
| SLU-STR | Nx | MAX | 1 454 880 | 131 967 | 189 250 | 3 953 | 5 025 | 4 382 |
| SLU-STR | Nx | min | -1 987 300 | -1 632 820 | -399 685 | -225 553 | 94 787 | 286 586 |
| SLU-STR | Ny | MAX | -80 104 | 133 277 | -174 028 | 1 513 | 148 552 | -22 751 |
| SLU-STR | Ny | min | -1 987 300 | -1 632 820 | -399 685 | -225 553 | 94 787 | 286 586 |
| SLU-STR | Mx | MAX | -650 162 | -22 908 | 251 127 | 214 298 | -95 462 | 275 705 |
| SLU-STR | Mx | min | -1 984 380 | -1 630 610 | -450 703 | -257 652 | 99 661 | 323 090 |
| SLU-STR | My | MAX | -651 101 | -23 769 | 228 580 | 219 375 | -99 092 | 280 763 |
| SLU-STR | My | min | -1 984 870 | -1 630 580 | -450 677 | -258 022 | -99 355 | 322 994 |
| SLU-STR | Sx | MAX | -79 887 | 133 181 | -195 719 | 1 177 | 170 177 | -27 173 |
| SLU-STR | Sx | min | -368 160 | -1 307 240 | -239 089 | -215 704 | -170 433 | 322 994 |
| SLU-STR | Sy | MAX | -1 984 380 | -1 630 610 | -450 703 | -257 652 | 99 661 | 323 090 |
| SLU-STR | Sy | min | -629 401 | 84 733 | 183 798 | -4 535 | -99 092 | -88 012 |
| SISMICA-SLV | Nx | MAX | 1 164 000 | 104 729 | 238 055 | 5 022 | 8 901 | 4 237 |
| SISMICA-SLV | Nx | min | -1 590 410 | -1 308 810 | -500 929 | -246 432 | 208 377 | 352 318 |
| SISMICA-SLV | Ny | MAX | -64 264 | 105 764 | -221 528 | 4 595 | 155 553 | -15 668 |
| SISMICA-SLV | Ny | min | -1 590 410 | -1 308 810 | -500 929 | -246 432 | 208 377 | 352 318 |
| SISMICA-SLV | Mx | MAX | -1 437 050 | -1 177 780 | 878 291 | 483 626 | -259 279 | -620 727 |
| SISMICA-SLV | Mx | min | -1 526 670 | -1 255 220 | -1 226 890 | -632 101 | 451 724 | 864 546 |
| SISMICA-SLV | My | MAX | -1 437 050 | -1 177 780 | 878 291 | 483 626 | -259 279 | -620 727 |
| SISMICA-SLV | My | min | -1 526 670 | -1 255 220 | -1 226 890 | -632 101 | 451 724 | 864 546 |
| SISMICA-SLV | Sx | MAX | -1 526 670 | -1 255 220 | -1 226 890 | -632 101 | 451 724 | 864 546 |
| SISMICA-SLV | Sx | min | -1 304 810 | -145 937 | -1 122 330 | -109 305 | -451 724 | -50 641 |
| SISMICA-SLV | Sy | MAX | -1 526 670 | -1 255 220 | -1 226 890 | -632 101 | 451 724 | 864 546 |
| SISMICA-SLV | Sy | min | -1 437 050 | -1 177 780 | 878 291 | 483 626 | -259 279 | -620 727 |
| ECC-Urto | Nx | MAX | 1 085 260 | 99 967 | 109 967 | 4 135 | 6 900 | 3 012 |
| ECC-Urto | Nx | min | -1 482 500 | -1 217 120 | -281 228 | -93 904 | 164 002 | 174 555 |
| ECC-Urto | Ny | MAX | -59 796 | 100 932 | -101 580 | 4 015 | 51 949 | -334 |
| ECC-Urto | Ny | min | -1 482 280 | -1 217 300 | -525 780 | -111 389 | 442 602 | 299 280 |
| ECC-Urto | Mx | MAX | 1 084 270 | 96 858 | 416 551 | 52 428 | 28 941 | 118 031 |
| ECC-Urto | Mx | min | -1 482 180 | -1 217 220 | -602 540 | -115 504 | 600 986 | 357 496 |
| ECC-Urto | My | MAX | -484 939 | -3 194 | 325 358 | 163 075 | -33 351 | 162 047 |
| ECC-Urto | My | min | -1 482 180 | -1 217 250 | -597 288 | -115 806 | 568 755 | 347 864 |
| ECC-Urto | Sx | MAX | -1 482 270 | -1 217 140 | -535 187 | -105 586 | 647 699 | 356 575 |
| ECC-Urto | Sx | min | -1 266 950 | -140 542 | -521 969 | -39 496 | -647 699 | 45 212 |
| ECC-Urto | Sy | MAX | -1 482 390 | -1 217 020 | -191 911 | -49 586 | 350 483 | 367 158 |
| ECC-Urto | Sy | min | -1 266 210 | -140 392 | -73 410 | -44 994 | -266 595 | -135 976 |
| SLE Rara | Nx | MAX | 1 114 560 | 101 305 | 137 325 | 2 998 | 3 799 | 3 273 |
| SLE Rara | Nx | min | -1 522 450 | -1 250 740 | -289 697 | -160 267 | 76 021 | 207 312 |
| SLE Rara | Ny | MAX | -61 371 | 102 306 | -126 511 | 1 425 | 105 032 | -15 236 |
| SLE Rara | Ny | min | -1 522 450 | -1 250 740 | -289 697 | -160 267 | 76 021 | 207 312 |
| SLE Rara | Mx | MAX | -498 100 | -15 731 | 181 000 | 159 156 | -71 086 | 203 344 |
| SLE Rara | Mx | min | -1 520 500 | -1 249 270 | -323 709 | -181 666 | 79 270 | 231 648 |
| SLE Rara | My | MAX | -498 726 | -16 305 | 165 969 | 162 540 | -73 507 | 206 716 |
| SLE Rara | My | min | -1 520 830 | -1 249 250 | -323 691 | -181 913 | -79 066 | 231 584 |
| SLE Rara | Sx | MAX | 779 764 | 20 635 | -82 811 | -6 941 | 121 204 | -41 812 |
| SLE Rara | Sx | min | 754 869 | -104 608 | -57 607 | 119 815 | -120 785 | 191 052 |
| SLE Rara | Sy | MAX | -1 520 500 | -1 249 270 | -323 709 | -181 666 | 79 270 | 231 648 |
| SLE Rara | Sy | min | -482 503 | 64 813 | 132 807 | -3 269 | -73 507 | -65 243 |
| SLE Freq | Nx | MAX | 1 090 130 | 100 191 | 93 156 | 2 783 | 3 458 | 2 760 |
| SLE Freq | Nx | min | -1 489 160 | -1 222 660 | -194 644 | -89 090 | 93 380 | 136 925 |
| SLE Freq | Ny | MAX | -60 055 | 101 161 | -87 160 | 2 857 | 55 310 | -2 988 |
| SLE Freq | Ny | min | -1 489 160 | -1 222 660 | -194 644 | -89 090 | 93 380 | 136 925 |
| SLE Freq | Mx | MAX | -487 419 | -5 755 | 113 195 | 129 643 | -59 121 | 157 479 |
| SLE Freq | Mx | min | -1 489 160 | -1 222 660 | -194 644 | -89 090 | 93 380 | 136 925 |
| SLE Freq | My | MAX | -487 419 | -5 755 | 113 195 | 129 643 | -59 121 | 157 479 |
| SLE Freq | My | min | -1 489 160 | -1 222 660 | -194 644 | -89 090 | 93 380 | 136 925 |
| SLE Freq | Sx | MAX | -1 474 300 | -1 210 080 | -139 688 | -49 778 | 99 151 | 96 576 |
| SLE Freq | Sx | min | -1 260 080 | -139 479 | -131 743 | -9 954 | -99 214 | 3 461 |
| SLE Freq | Sy | MAX | -442 449 | 3 239 | 105 280 | 128 060 | 71 015 | 157 479 |
| SLE Freq | Sy | min | -473 696 | 62 859 | 86 848 | -2 090 | -59 121 | -52 226 |
| SLE QP | Nx | MAX | 1 084 780 | 99 947 | 83 684 | 2 721 | 3 366 | 2 638 |
| SLE QP | Nx | min | -1 481 860 | -1 216 500 | -174 300 | -74 237 | 96 223 | 121 909 |
| SLE QP | Ny | MAX | -59 766 | 100 910 | -78 693 | 3 125 | 44 981 | -515 |
| SLE QP | Ny | min | -1 481 860 | -1 216 500 | -174 300 | -74 237 | 96 223 | 121 909 |
| SLE QP | Mx | MAX | -484 941 | -3 443 | 101 866 | 122 176 | -55 839 | 146 553 |
| SLE QP | Mx | min | -1 481 860 | -1 216 500 | -174 300 | -74 237 | 96 223 | 121 909 |
| SLE QP | My | MAX | -484 941 | -3 443 | 101 866 | 122 176 | -55 839 | 146 553 |
| SLE QP | My | min | -1 481 860 | -1 216 500 | -174 300 | -74 237 | 96 223 | 121 909 |
| SLE QP | Sx | MAX | -1 481 860 | -1 216 500 | -174 300 | -74 237 | 96 223 | 121 909 |
| SLE QP | Sx | min | -1 266 650 | -140 467 | -162 166 | -13 570 | -96 223 | -515 |
| SLE QP | Sy | MAX | -440 192 | 5 507 | 94 786 | 120 760 | 66 789 | 146 553 |
| SLE QP | Sy | min | -471 766 | 62 431 | 77 062 | -1 840 | -55 839 | -49 264 |

Le sollecitazioni orizzontali (Nx, Mx) vengono ulteriormente divise in due parti per differenziare il primo quarto (~1.00 m in basso) dalla parte restante (per differenziazione armatura a flessione – barre orizzontali).

Soll_parete_scavalco_alto.xlsx

| | | | Nx | Mx |
|----------|----|-----|------------|----------|
| | | | [N/m] | [Nm/m] |
| ENV-STR | Nx | MAX | 1 018 780 | -103 277 |
| ENV-STR | Nx | min | -1 441 880 | 199 054 |
| ENV-STR | Mx | MAX | -1 109 670 | 583 593 |
| ENV-STR | Mx | min | -198 021 | -570 658 |
| SLE Rara | Nx | MAX | 780 693 | -75 178 |
| SLE Rara | Nx | min | -1 105 010 | 144 222 |
| SLE Rara | Mx | MAX | -498 100 | 181 000 |
| SLE Rara | Mx | min | -197 549 | -150 521 |
| SLE Freq | Nx | MAX | 764 776 | -52 369 |
| SLE Freq | Nx | min | -1 083 040 | 93 842 |
| SLE Freq | Mx | MAX | -487 419 | 113 195 |
| SLE Freq | Mx | min | -193 308 | -90 930 |
| SLE QP | Nx | MAX | 761 288 | -47 447 |
| SLE QP | Nx | min | -1 078 250 | 83 839 |
| SLE QP | Mx | MAX | -484 941 | 101 866 |
| SLE QP | Mx | min | -192 339 | -81 542 |

Soll_parete_scavalco_basso.xlsx

| | | | Nx | Mx |
|----------|----|-----|------------|------------|
| | | | [N/m] | [Nm/m] |
| ENV-STR | Nx | MAX | 1 454 880 | 189 250 |
| ENV-STR | Nx | min | -1 987 300 | -399 685 |
| ENV-STR | Mx | MAX | -1 437 050 | 878 291 |
| ENV-STR | Mx | min | -1 526 670 | -1 226 890 |
| SLE Rara | Nx | MAX | 1 114 560 | 137 325 |
| SLE Rara | Nx | min | -1 522 450 | -289 697 |
| SLE Rara | Mx | MAX | 1 113 270 | 153 244 |
| SLE Rara | Mx | min | -1 520 500 | -323 709 |
| SLE Freq | Nx | MAX | 1 090 130 | 93 156 |
| SLE Freq | Nx | min | -1 489 160 | -194 644 |
| SLE Freq | Mx | MAX | 1 090 130 | 93 156 |
| SLE Freq | Mx | min | -1 489 160 | -194 644 |
| SLE QP | Nx | MAX | 1 084 780 | 83 684 |
| SLE QP | Nx | min | -1 481 860 | -174 300 |
| SLE QP | Mx | MAX | 1 084 780 | 83 684 |
| SLE QP | Mx | min | -1 481 860 | -174 300 |

6.4.1.3 Transizione

| | | | Nx | Ny | Mx | My | Sx | Sy |
|-------------|----|-----|------------|------------|----------|------------|----------|------------|
| | | | [Nm] | [Nm] | [Nm/m] | [Nm/m] | [Nm] | [Nm] |
| ENV-STR | Nx | MAX | 1 211 760 | 21 647 | -140 601 | 594 | 98 839 | 27 362 |
| ENV-STR | Nx | min | -1 519 470 | -3 446 990 | -322 213 | -770 959 | -139 449 | 969 713 |
| ENV-STR | Ny | MAX | 37 610 | 402 389 | -45 767 | -247 068 | 23 077 | -37 980 |
| ENV-STR | Ny | min | -1 519 470 | -3 446 990 | -322 213 | -770 959 | -139 449 | 969 713 |
| ENV-STR | Mx | MAX | -1 099 000 | -2 493 400 | 707 299 | 1 666 100 | 303 436 | -2 198 310 |
| ENV-STR | Mx | min | -1 167 770 | -2 651 560 | -984 401 | -2 243 030 | -415 548 | 3 135 780 |
| ENV-STR | My | MAX | -1 099 000 | -2 493 400 | 707 299 | 1 666 100 | 303 436 | -2 198 310 |
| ENV-STR | My | min | -1 167 770 | -2 651 560 | -984 401 | -2 243 030 | -415 548 | 3 135 780 |
| ENV-STR | Sx | MAX | -254 234 | -483 226 | -193 382 | -896 225 | 786 377 | 44 571 |
| ENV-STR | Sx | min | -320 853 | -816 321 | -266 060 | -1 259 610 | -786 377 | 90 096 |
| ENV-STR | Sy | MAX | -439 017 | -2 505 810 | -418 141 | -2 129 780 | 638 086 | 3 135 780 |
| ENV-STR | Sy | min | -412 808 | -2 356 160 | 311 303 | 1 586 900 | -455 087 | -2 198 310 |
| SLU-STR | Nx | MAX | 1 211 760 | 21 647 | -140 601 | 594 | 98 839 | 27 362 |
| SLU-STR | Nx | min | -1 519 470 | -3 446 990 | -322 213 | -770 959 | -139 449 | 969 713 |
| SLU-STR | Ny | MAX | 37 610 | 402 389 | -45 767 | -247 068 | 23 077 | -37 980 |
| SLU-STR | Ny | min | -1 519 470 | -3 446 990 | -322 213 | -770 959 | -139 449 | 969 713 |
| SLU-STR | Mx | MAX | -1 090 050 | -2 476 390 | 73 600 | 285 324 | -41 978 | -91 738 |
| SLU-STR | Mx | min | -1 517 560 | -3 442 350 | -363 532 | -875 924 | 158 003 | 1 087 670 |
| SLU-STR | My | MAX | -18 146 | -207 456 | 33 605 | 286 396 | -155 522 | 527 456 |
| SLU-STR | My | min | -1 517 560 | -3 442 350 | -363 532 | -875 924 | 158 003 | 1 087 670 |
| SLU-STR | Sx | MAX | -330 433 | -626 750 | -77 052 | -360 791 | 282 821 | 16 862 |
| SLU-STR | Sx | min | -416 958 | -1 059 080 | -104 253 | -496 857 | -282 367 | 48 050 |
| SLU-STR | Sy | MAX | -570 203 | -3 253 330 | -163 704 | -835 293 | 226 626 | 1 088 680 |
| SLU-STR | Sy | min | 25 796 | 12 253 | -28 604 | -24 650 | -155 522 | -124 595 |
| SISMICA-SLV | Nx | MAX | 966 194 | 16 698 | -164 863 | -6 367 | 127 846 | 23 492 |
| SISMICA-SLV | Nx | min | -1 216 220 | -2 761 710 | -400 950 | -893 220 | -167 436 | 1 297 630 |
| SISMICA-SLV | Ny | MAX | 30 751 | 326 692 | -38 952 | -212 315 | 32 308 | -63 877 |
| SISMICA-SLV | Ny | min | -1 216 220 | -2 761 710 | -400 950 | -893 220 | -167 436 | 1 297 630 |
| SISMICA-SLV | Mx | MAX | -1 099 000 | -2 493 400 | 707 299 | 1 666 100 | 303 436 | -2 198 310 |
| SISMICA-SLV | Mx | min | -1 167 770 | -2 651 560 | -984 401 | -2 243 030 | -415 548 | 3 135 780 |
| SISMICA-SLV | My | MAX | -1 099 000 | -2 493 400 | 707 299 | 1 666 100 | 303 436 | -2 198 310 |
| SISMICA-SLV | My | min | -1 167 770 | -2 651 560 | -984 401 | -2 243 030 | -415 548 | 3 135 780 |
| SISMICA-SLV | Sx | MAX | -254 234 | -483 226 | -193 382 | -896 225 | 786 377 | 44 571 |
| SISMICA-SLV | Sx | min | -320 853 | -816 321 | -266 060 | -1 259 610 | -786 377 | 90 096 |
| SISMICA-SLV | Sy | MAX | -439 017 | -2 505 810 | -418 141 | -2 129 780 | 638 086 | 3 135 780 |
| SISMICA-SLV | Sy | min | -412 808 | -2 356 160 | 311 303 | 1 586 900 | -455 087 | -2 198 310 |
| ECC-Urto | Nx | MAX | 900 388 | 16 015 | -122 464 | 3 426 | 41 887 | 11 515 |
| ECC-Urto | Nx | min | -1 133 930 | -2 574 000 | -265 789 | -440 589 | -117 134 | 956 927 |
| ECC-Urto | Ny | MAX | 28 690 | 304 973 | -11 938 | -66 153 | 16 220 | -20 490 |
| ECC-Urto | Ny | min | -1 133 880 | -2 574 210 | -380 314 | -562 236 | -162 959 | 1 441 620 |
| ECC-Urto | Mx | MAX | -1 132 990 | -2 570 990 | 171 166 | 74 128 | 60 990 | -856 293 |
| ECC-Urto | Mx | min | -1 133 770 | -2 573 970 | -448 268 | -651 061 | -173 102 | 1 793 770 |
| ECC-Urto | My | MAX | 21 085 | 303 030 | 46 287 | 231 117 | -29 328 | -537 471 |
| ECC-Urto | My | min | -1 133 770 | -2 573 970 | -448 268 | -651 061 | -173 102 | 1 793 770 |
| ECC-Urto | Sx | MAX | -246 852 | -469 459 | -39 305 | -156 970 | 359 372 | -62 865 |
| ECC-Urto | Sx | min | -311 498 | -792 690 | -70 065 | -310 772 | -359 372 | -129 121 |
| ECC-Urto | Sy | MAX | -426 143 | -2 432 440 | -117 104 | -584 829 | 329 893 | 1 793 770 |
| ECC-Urto | Sy | min | -425 682 | -2 429 530 | 10 265 | 41 947 | -146 894 | -856 293 |
| SLE Rara | Nx | MAX | 927 829 | 16 568 | -100 888 | 1 124 | 69 081 | 19 640 |
| SLE Rara | Nx | min | -1 164 100 | -2 640 990 | -233 282 | -552 435 | -100 440 | 708 974 |
| SLE Rara | Ny | MAX | 28 894 | 308 877 | -32 501 | -175 427 | 16 073 | -24 973 |
| SLE Rara | Ny | min | -1 164 100 | -2 640 990 | -233 282 | -552 435 | -100 440 | 708 974 |
| SLE Rara | Mx | MAX | -9 003 | -131 316 | 26 691 | 210 857 | 109 106 | 313 478 |
| SLE Rara | Mx | min | -1 162 820 | -2 637 900 | -260 828 | -622 412 | 112 809 | 787 611 |
| SLE Rara | My | MAX | -13 029 | -154 268 | 25 355 | 214 458 | -115 983 | 387 137 |
| SLE Rara | My | min | -1 162 820 | -2 637 900 | -260 828 | -622 412 | 112 809 | 787 611 |
| SLE Rara | Sx | MAX | -253 189 | -480 383 | -54 532 | -254 991 | 202 906 | 11 272 |
| SLE Rara | Sx | min | -319 487 | -811 680 | -73 992 | -352 333 | -202 603 | 32 119 |
| SLE Rara | Sy | MAX | -436 924 | -2 493 020 | -116 259 | -593 054 | 163 284 | 788 283 |
| SLE Rara | Sy | min | 19 686 | 9 305 | -21 058 | -17 607 | -115 983 | -93 012 |
| SLE Freq | Nx | MAX | 904 930 | 16 119 | -61 886 | 4 764 | 31 616 | 12 082 |
| SLE Freq | Nx | min | -1 138 900 | -2 584 790 | -155 227 | -334 384 | -63 816 | 511 688 |
| SLE Freq | Ny | MAX | 28 692 | 305 378 | -17 518 | -94 354 | 6 427 | -268 |
| SLE Freq | Ny | min | -1 138 900 | -2 584 790 | -155 227 | -334 384 | -63 816 | 511 688 |
| SLE Freq | Mx | MAX | -8 074 | -125 939 | 22 817 | 183 932 | -96 810 | 288 183 |
| SLE Freq | Mx | min | -1 138 900 | -2 584 790 | -155 227 | -334 384 | -63 816 | 511 688 |
| SLE Freq | My | MAX | -8 074 | -125 939 | 22 817 | 183 932 | -96 810 | 288 183 |
| SLE Freq | My | min | -1 138 900 | -2 584 790 | -155 227 | -334 384 | -63 816 | 511 688 |
| SLE Freq | Sx | MAX | -247 965 | -471 236 | -27 996 | -128 805 | 120 527 | 1 786 |
| SLE Freq | Sx | min | -312 888 | -795 850 | -39 224 | -184 948 | -120 527 | 5 087 |
| SLE Freq | Sy | MAX | -427 979 | -2 442 610 | -62 074 | -315 753 | 101 173 | 511 688 |
| SLE Freq | Sy | min | 18 846 | 8 660 | -16 035 | -10 332 | -96 810 | -78 167 |
| SLE QP | Nx | MAX | 899 910 | 16 021 | -53 658 | 5 459 | 23 911 | 10 486 |
| SLE QP | Nx | min | -1 133 380 | -2 572 480 | -138 551 | -288 467 | -56 056 | 468 739 |
| SLE QP | Ny | MAX | 28 654 | 304 632 | -14 923 | -80 368 | 5 164 | 2 603 |
| SLE QP | Ny | min | -1 133 380 | -2 572 480 | -138 551 | -288 467 | -56 056 | 468 739 |
| SLE QP | Mx | MAX | -6 987 | -119 726 | 22 138 | 176 453 | -92 258 | 266 249 |
| SLE QP | Mx | min | -1 133 380 | -2 572 480 | -138 551 | -288 467 | -56 056 | 468 739 |
| SLE QP | My | MAX | -6 987 | -119 726 | 22 138 | 176 453 | -92 258 | 266 249 |
| SLE QP | My | min | -1 133 380 | -2 572 480 | -138 551 | -288 467 | -56 056 | 468 739 |
| SLE QP | Sx | MAX | -246 753 | -469 126 | -23 730 | -108 477 | 107 691 | 229 |
| SLE QP | Sx | min | -311 362 | -792 172 | -33 678 | -158 213 | -107 691 | 640 |
| SLE QP | Sy | MAX | -425 913 | -2 430 980 | -53 419 | -271 441 | 91 500 | 468 739 |
| SLE QP | Sy | min | 18 662 | 8 519 | -14 913 | -8 803 | -92 258 | -74 612 |

6.4.2 Geometria

6.4.2.1 Parte ordinaria

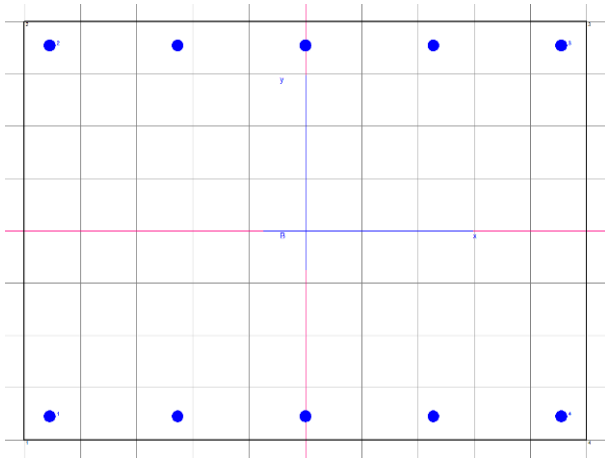


Figura 6-1 - Armatura orizzontale (esterna)

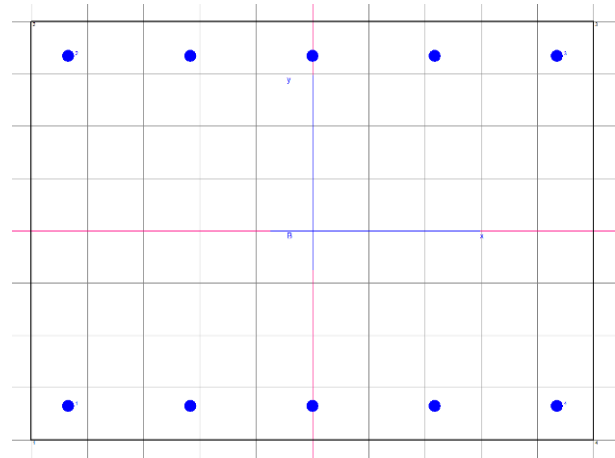


Figura 6-2 - Armatura verticale (interna)

| | |
|--|---|
| (B | 1.00 m) |
| H | 0.80 m |
| As,verticale (interna) | 1+1Ø20/20 = 31.42 cm²/m |
| As,orizzontale (esterna) | 1+1Ø16/40 = 10.05 cm²/m |
| (Rapport As,or / As,vert = 10.05 / 21.42 = | ~32 %) |
| Asw | ganci Ø12/40/40 |
| Copriferro orizzontale = 35 mm + 16 mm / 2 = | 43 mm |
| Copriferro verticale = 35 mm + 16 mm + 20 mm / 2 = | 61 mm |

6.4.2.2 Scavalco

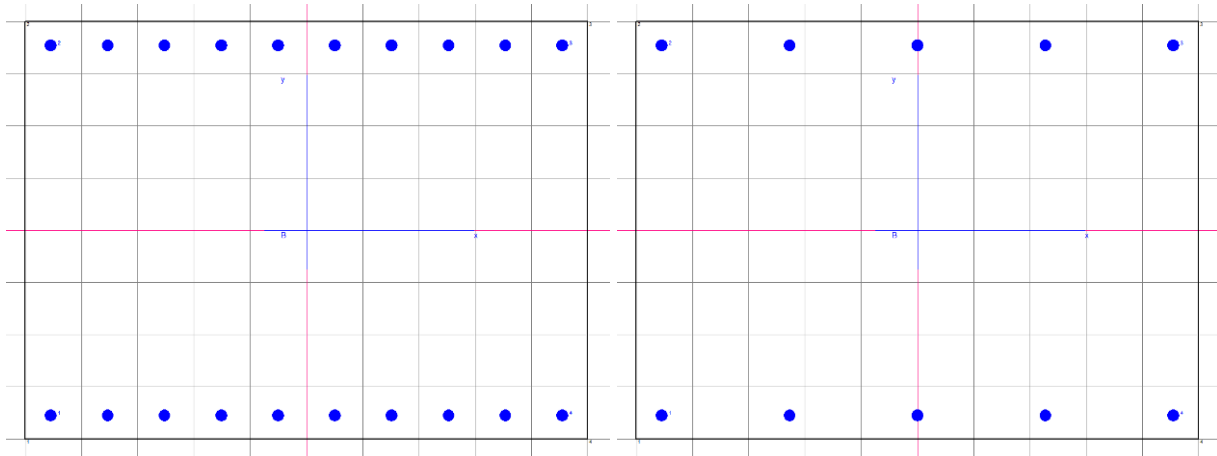


Figura 6-3 - Armatura orizzontale (esterna)

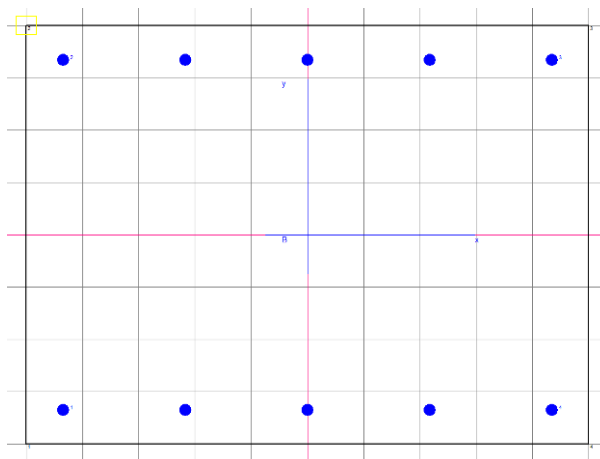


Figura 6-4 - Armatura verticale (interna)

| | |
|---|---|
| (B | 1.00 m) |
| H | 0.80 m |
| As,orizzontale (esterna) parte bassa (primo 1.00 m) | 1+1Ø20/10 = 62.88 cm²/m |
| As,orizzontale (esterna) parte restante | 1+1Ø20/20 = 31.42 cm²/m |
| As,verticale (interna) | 1+1Ø20/20 = 31.42 cm²/m |
| Asw | ganci Ø16/40/40 |
| Copriferro orizzontale = 35 mm + 20 mm / 2 = | 45 mm |
| Copriferro verticale = 35 mm + 20 mm + 20 mm / 2 = | 65 mm |

6.4.2.3 Transizione

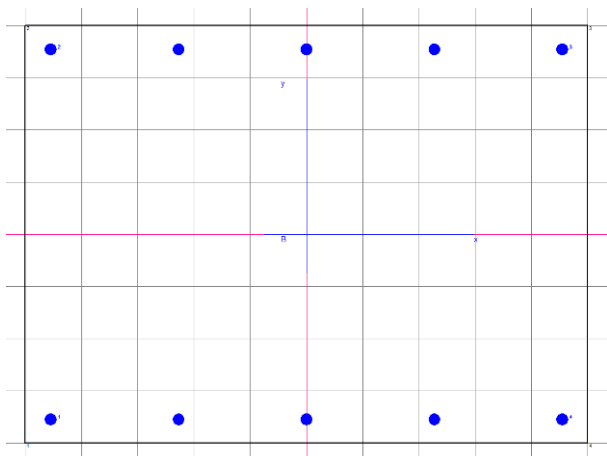


Figura 6-5 - Armatura orizzontale (esterna)

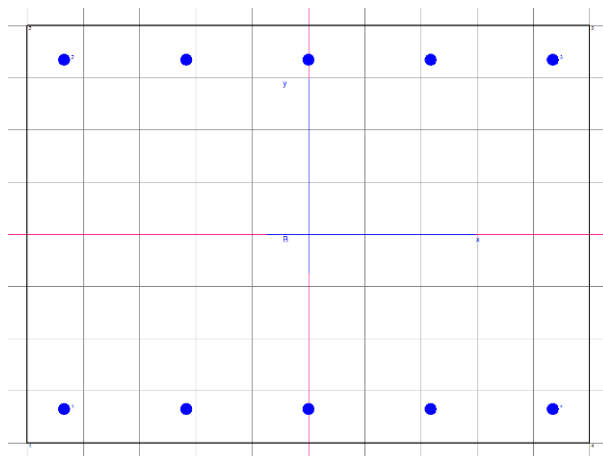


Figura 6-6 - Armatura verticale (interna)

| | |
|--|---|
| (B | 1.00 m) |
| H | 0.80 m |
| As,orizzontale (esterna) | 1+1Ø20/20 = 31.42 cm²/m |
| As,verticale (interna) | 1+1Ø20/20 = 31.42 cm²/m |
| Asw | ganci Ø16/40/40 |
| Asw infittita nella parete inferiore (fino a 1.00 m sopra intradosso sbalzo) | ganci Ø16/20/20 |
| Copriferro orizzontale = 35 mm + 20 mm / 2 = | 45 mm |
| Copriferro verticale = 35 mm + 20 mm + 20 mm / 2 = | 65 mm |

6.4.3 Verifiche

6.4.3.1 Parte ordinaria

6.4.3.1.1 Pressoflessione SLU

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
 N Sforzo normale assegnato [in daN] (positivo se di compressione)
 Mx Momento flettente assegnato [in daNm] riferito all'asse x princ. d'inertzia
 My Momento flettente assegnato [in daNm] riferito all'asse y princ. d'inertzia
 N ult Sforzo normale ultimo [in daN] nella sezione (positivo se di compress.)
 Mx ult Momento flettente ultimo [in daNm] riferito all'asse x princ. d'inertzia
 My ult Momento flettente ultimo [in daNm] riferito all'asse y princ. d'inertzia
 Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult,Mx ult,My ult) e (N,Mx,My)
 Verifica positiva se tale rapporto risulta ≥ 1.000

| N.Comb. | Ver | N | Mx | My | N ult | Mx ult | My ult | Mis.Sic. |
|---------|-----|-------|--------|----|-------|--------|--------|----------|
| 1 | S | 444 | 1282 | 0 | 441 | 44855 | 0 | 34.988 |
| 2 | S | 15804 | -20409 | 0 | 15827 | -50164 | 0 | 2.458 |
| 3 | S | 11676 | -30925 | 0 | 11680 | -48735 | 0 | 1.576 |
| 4 | S | 11658 | 16364 | 0 | 11680 | 48735 | 0 | 2.978 |
| 5 | S | 11317 | 26568 | 0 | 11331 | 48614 | 0 | 1.830 |
| 6 | S | 12017 | -41129 | 0 | 12029 | -48855 | 0 | 1.188 |

6.4.3.1.2 Taglio SLU

| | | | | | | |
|---------------------------|---------------|-------------------|------------------------------------|-------------------|-------|-------------------|
| B | 1000.0 | mm | | fck | 32.0 | N/mm ² |
| H | 800.0 | mm | | γ_c | 1.50 | - |
| | | | | fcd | 18.13 | N/mm ² |
| As,long | 15.71 | cm ² | | | | |
| | 5 | Φ | 20 | | | |
| Copriferro | 61.0 | mm | | | | |
| d | 739.0 | mm | | | | |
| σ_{cp} | 0.000 | N/mm ² | | NSd,esterna | 0 | [N] |
| k | 1.52 | - | | NSd,precompr. | 0 | [N] |
| ρ_l | 0.002 | - | | α precompr | 0.0 | [°] |
| V _{min} | 0.37 | N/mm ² | | NSd,tot | 0 | [N] |
| V_{Rd} | 274.25 | kN | Sezioni non armate a taglio | | | |
| V_{Sd} | 143.95 | kN | | | | |
| V_{Sd,ris} | 143.95 | kN | | | | |
| | Verificata | | | | | |

6.4.3.1.3 SLE

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

| | |
|----------|--|
| Ver | S = combinazione verificata / N = combin. non verificata |
| Sc max | Massima tensione positiva di compressione nel conglomerato [daN/cm ²] |
| Xc max | Ascissa in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O) |
| Yc max | Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O) |
| Sf min | Minima tensione negativa di trazione nell'acciaio [daN/cm ²] |
| Xf min | Ascissa in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O) |
| Yf min | Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O) |
| Ac eff. | Area di conglomerato [cm ²] in zona tesa considerata aderente alle barre |
| D fess. | Distanza calcolata tra le fessure espressa in mm |
| K3 | Coeff. di normativa dipendente dalla forma del diagramma delle tensioni |
| Ap.fess. | Apertura calcolata delle fessure espressa in mm |

| N.Comb. | Ver | Sc max | Xc max | Yc max | Sf min | Xf min | Yf min | Ac eff. | D fess. | K3 | Ap.Fess. |
|---------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|----|----------|
| 1 | S | 1.6 | -50.0 | 40.0 | -18 | 22.0 | -33.9 | 0 | 0 | | 0.000 |
| 2 | S | 13.6 | 0.0 | 0.0 | -133 | 22.0 | 33.9 | 0 | 0 | | 0.000 |
| 3 | S | 18.5 | 0.0 | 0.0 | -196 | 22.0 | 33.9 | 0 | 0 | | 0.000 |
| 4 | S | 11.6 | -50.0 | 40.0 | -112 | 22.0 | -33.9 | 0 | 0 | | 0.000 |
| 5 | S | 11.6 | -50.0 | 40.0 | -112 | 22.0 | -33.9 | 0 | 0 | | 0.000 |
| 6 | S | 18.5 | 0.0 | 0.0 | -196 | 22.0 | 33.9 | 0 | 0 | | 0.000 |

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

| N.Comb. | Ver | Sc max | Xc max | Yc max | Sf min | Xf min | Yf min | Ac eff. | D fess. | K3 | Ap.Fess. |
|---------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|----|----------|
| 1 | S | 2.5 | -50.0 | 40.0 | -27 | 22.0 | -33.9 | 0 | 0 | | 0.000 |
| 2 | S | 8.4 | 0.0 | 0.0 | -69 | 22.0 | 33.9 | 0 | 0 | | 0.000 |
| 3 | S | 8.7 | 0.0 | 0.0 | -72 | 22.0 | 33.9 | 0 | 0 | | 0.000 |
| 4 | S | 4.6 | 0.0 | 0.0 | -21 | 22.0 | 33.9 | 0 | 0 | | 0.000 |
| 5 | S | 3.2 | -50.0 | 40.0 | -36 | 22.0 | -33.9 | 0 | 0 | | 0.000 |
| 6 | S | 9.5 | 0.0 | 0.0 | -83 | 22.0 | 33.9 | 0 | 0 | | 0.000 |

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

| N.Comb. | Ver | Sc max | Xc max | Yc max | Sf min | Xf min | Yf min | Ac eff. | D fess. | K3 | Ap.Fess. |
|---------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|----|----------|
| 1 | S | 2.5 | -50.0 | 40.0 | -27 | 22.0 | -33.9 | 0 | 0 | | 0.000 |
| 2 | S | 7.4 | 0.0 | 0.0 | -56 | 22.0 | 33.9 | 0 | 0 | | 0.000 |
| 3 | S | 7.4 | 0.0 | 0.0 | -56 | 22.0 | 33.9 | 0 | 0 | | 0.000 |
| 4 | S | 7.4 | 0.0 | 0.0 | -56 | 22.0 | 33.9 | 0 | 0 | | 0.000 |
| 5 | S | 2.5 | -50.0 | 40.0 | -27 | 22.0 | -33.9 | 0 | 0 | | 0.000 |
| 6 | S | 7.4 | 0.0 | 0.0 | -56 | 22.0 | 33.9 | 0 | 0 | | 0.000 |

6.4.3.2 Scavalco

6.4.3.2.1 Pressoflessione SLU

6.4.3.2.1.1 Sollecitazioni orizzontali (Nx, Mx)

Paramento_scavalco_orizz_basso

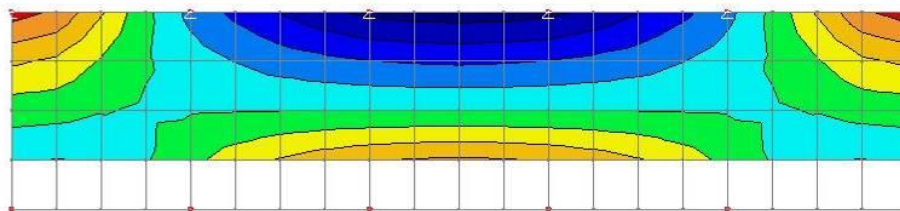
METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
 N Sforzo normale assegnato [in daN] (positivo se di compressione)
 Mx Momento flettente assegnato [in daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
 My Momento flettente assegnato [in daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
 N ult Sforzo normale ultimo [in daN] nella sezione (positivo se di compress.)
 Mx ult Momento flettente ultimo [in daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
 My ult Momento flettente ultimo [in daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
 Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult,Mx ult,My ult) e (N,Mx,My)
 Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000

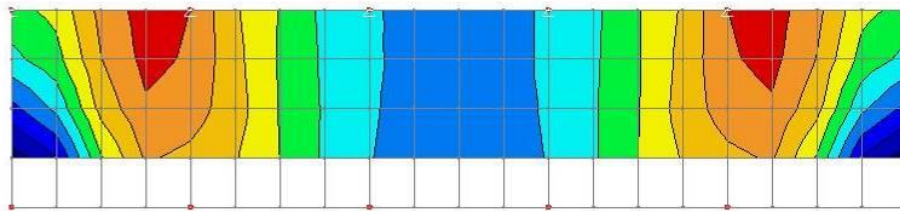
| N.Comb. | Ver | N | Mx | My | N ult | Mx ult | My ult | Mis.Sic. |
|---------|-----|---------|---------|----|---------|---------|--------|----------|
| 1 | S | -145488 | 18925 | 0 | -145490 | 37114 | 0 | 1.961 |
| 2 | S | 198730 | -39969 | 0 | 198721 | -155574 | 0 | 3.892 |
| 3 | S | 143705 | 87829 | 0 | 143696 | 138813 | 0 | 1.580 |
| 4 | S | 152667 | -122689 | 0 | 152670 | -141740 | 0 | 1.155 |

Paramento_scavalco_orizz_alto

Sollecitazioni depurate dai picchi



Combining on: Nx
 ENV-STR (Max)
 Entity: Force/Moment - Thick Shell
 Component: Nx (Units: N/m)
 -882.288E3
 -661.716E3
 -441.144E3
 -220.572E3
 0.0
 220.572E3
 441.144E3
 661.716E3
 882.288E3
 Maximum 985.369E3 at node 332
 Minimum -999.779E3 at node 320



Combining on: Mx
 ENV-STR (Min)
 Entity: Force/Moment - Thick Shell
 Component: Mx (Units: N.m/m)
 -541.616E3
 -487.454E3
 -433.293E3
 -379.131E3
 -324.969E3
 -270.808E3
 -216.646E3
 -162.485E3
 -108.323E3
 Maximum -83.2042E3 at node 329
 Minimum -570.658E3 at node 164

Nx,MAX +660 kN/m

Mx.min -500 kNm/m

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
 N Sforzo normale assegnato [in daN] (positivo se di compressione)
 Mx Momento flettente assegnato [in daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
 My Momento flettente assegnato [in daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
 N ult Sforzo normale ultimo [in daN] nella sezione (positivo se di compress.)
 Mx ult Momento flettente ultimo [in daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
 My ult Momento flettente ultimo [in daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
 Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult,Mx ult,My ult) e (N,Mx,My)
 Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000

| N.Comb. | Ver | N | Mx | My | N ult | Mx ult | My ult | Mis.Sic. |
|---------|-----|--------|--------|----|--------|--------|--------|----------|
| 1 | S | -66000 | -10328 | 0 | -66007 | -21556 | 0 | 2.087 |
| 2 | S | 144188 | 19905 | 0 | 144174 | 95364 | 0 | 4.791 |
| 3 | S | 110967 | 58359 | 0 | 110970 | 84305 | 0 | 1.445 |
| 4 | S | 19802 | -50000 | 0 | 19784 | -52432 | 0 | 1.049 |

6.4.3.2.1.2 Sollecitazioni verticali (Ny, My)

La verifica si conduce sui massimi delle sollecitazioni senza differenziazione in parte alta e bassa.

Paramento_scavalco_vert

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

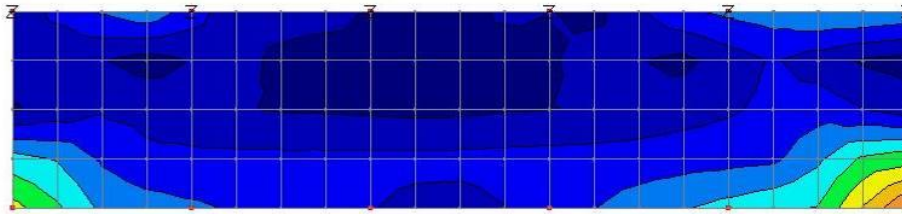
Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
 N Sforzo normale assegnato [in daN] (positivo se di compressione)
 Mx Momento flettente assegnato [in daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
 My Momento flettente assegnato [in daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
 N ult Sforzo normale ultimo [in daN] nella sezione (positivo se di compress.)
 Mx ult Momento flettente ultimo [in daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
 My ult Momento flettente ultimo [in daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
 Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult,Mx ult,My ult) e (N,Mx,My)
 Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000

| N.Comb. | Ver | N | Mx | My | N ult | Mx ult | My ult | Mis.Sic. |
|---------|-----|--------|--------|----|--------|--------|--------|----------|
| 1 | S | -13328 | 151 | 0 | -13355 | 40010 | 0 | 264.967 |
| 2 | S | 163282 | -22555 | 0 | 163293 | -98584 | 0 | 4.371 |
| 3 | S | 117778 | 48363 | 0 | 117775 | 84140 | 0 | 1.740 |
| 4 | S | 125522 | -63210 | 0 | 125548 | -86650 | 0 | 1.371 |

6.4.3.2.2 Taglio SLU

6.4.3.2.2.1 Sollecitazioni orizzontali (Sx)

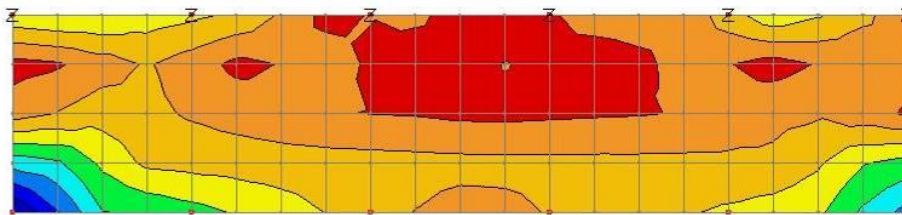
Sollecitazioni depurate dai picchi



Combining on: Sx
 ENV-STR (Max)
 Entity: Force/Moment - Thick Shell
 Component: Sx (Units: N/m)



Maximum 647.699E3 at node 117
 Minimum 1.79121E3 at node 267



Combining on: Sx
 ENV-STR (Min)
 Entity: Force/Moment - Thick Shell
 Component: Sx (Units: N/m)



Maximum -1.79121E3 at node 269
 Minimum -647.699E3 at node 137

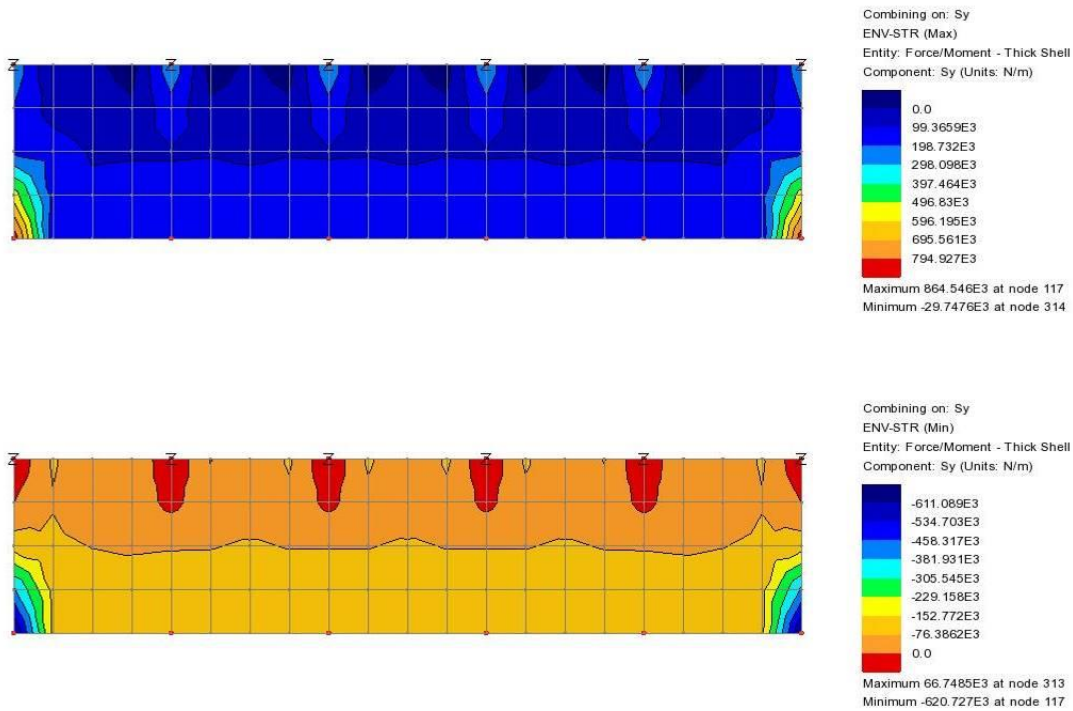
Sx ±300 kN/m

N.B.: Si dispone in verifica l'armatura tesa minima pari a 1+1Ø20/20.

| | | | | | |
|---------------------------|-----------------|-------------------|--|-------|-------------------|
| B | 1000.0 | mm | fck | 32.0 | N/mm ² |
| H | 800.0 | mm | γ _c | 1.50 | - |
| | | | fcd | 18.13 | N/mm ² |
| As,long | 15.71 | cm ² | | | |
| | 5 | Φ | 20 | | |
| Copriferro | 45.0 | mm | | | |
| d | 755.0 | mm | | | |
| σ _{cp} | 0.000 | N/mm ² | NSd,esterna | 0 | [N] |
| k | 1.51 | - | NSd,precompr. | 0 | [N] |
| ρ _l | 0.002 | - | α precompr | 0.0 | [°] |
| V _{min} | 0.37 | N/mm ² | NSd,tot | 0 | [N] |
| V_{Rd} | 278.66 | kN | Sezioni non armate a taglio | | |
| Staffe | | | | | |
| | Φ | 16 | passo | 40 | cm |
| n° bracci | 2.5 | - | | | |
| Asw | 5.03 | cm ² | | | |
| f _{yd} | 391.3 | N/mm ² | | | |
| α | 90.0 | ° | ctg(α) | 0.00 | |
| θ | 45.0 | ° | ctg(θ) | 1.00 | |
| V_{Rsd} | 334.13 | kN | Resistenza di calcolo a "taglio trazione" | | |
| α _c | 1.00 | - | | | |
| f _{cd} | 9.07 | N/mm ² | | | |
| V_{Rcd} | 3 080.40 | kN | Resistenza di calcolo a "taglio compressione" | | |
| V_{Rd} | 334.13 | kN | | | |
| V_{Sd} | 300.00 | kN | | | |
| V_{Sd,ris} | 300.00 | kN | | | |
| Verificata | | | | | |

6.4.3.2.2 Sollecitazioni verticali (Sy)

Sollecitazioni depurate dai picchi



Sy ±250 kN/m

| | | | |
|---------------------------|-------------------------|------------------------------------|-------------------------|
| B | 1000.0 mm | fck | 32.0 N/mm ² |
| H | 800.0 mm | γc | 1.50 - |
| | | fcd | 18.13 N/mm ² |
| As,long | 15.71 cm ² | | |
| | 5 Φ 20 | | |
| Copriferro | 65.0 mm | | |
| d | 735.0 mm | | |
| σcp | 0.000 N/mm ² | NSd,esterna | 0 [N] |
| k | 1.52 - | NSd,precompr. | 0 [N] |
| ρl | 0.002 - | α precompr | 0.0 [°] |
| V _{min} | 0.37 N/mm ² | NSd,tot | 0 [N] |
| V_{Rd} | 273.15 kN | Sezioni non armate a taglio | |
| V_{Sd} | 250.00 kN | | |
| V_{Sd,ris} | 250.00 kN | | |
| Verificata | | | |

6.4.3.2.3 SLE

6.4.3.2.3.1 Sollecitazioni orizzontali (Nx, Mx)

Paramento_scavalco_orizz_basso

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

| | |
|----------|--|
| Ver | S = combinazione verificata / N = combin. non verificata |
| Sc max | Massima tensione positiva di compressione nel conglomerato [daN/cm ²] |
| Xc max | Ascissa in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O) |
| Yc max | Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O) |
| Sf min | Minima tensione negativa di trazione nell'acciaio [daN/cm ²] |
| Xf min | Ascissa in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O) |
| Yf min | Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O) |
| Ac eff. | Area di conglomerato [cm ²] in zona tesa considerata aderente alle barre |
| D fess. | Distanza calcolata tra le fessure espressa in mm |
| K3 | Coeff. di normativa dipendente dalla forma del diagramma delle tensioni |
| Ap.fess. | Apertura calcolata delle fessure espressa in mm |

| N.Comb. | Ver | Sc max | Xc max | Yc max | Sf min | Xf min | Yf min | Ac eff. | D fess. | K3 | Ap.Fess. |
|---------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|-------|----------|
| 1 | S | -2.4 | 50.0 | 40.0 | -321 | 5.1 | -35.5 | 0 | 0 | 0.000 | |
| 2 | S | 38.3 | -50.0 | 40.0 | -27 | 45.5 | 35.5 | 0 | 0 | 0.000 | |
| 3 | S | -1.2 | 50.0 | 40.0 | -336 | 35.4 | -35.5 | 0 | 0 | 0.000 | |
| 4 | S | 40.7 | 0.0 | 0.0 | -61 | 35.4 | 35.5 | 0 | 0 | 0.000 | |

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

| N.Comb. | Ver | Sc max | Xc max | Yc max | Sf min | Xf min | Yf min | Ac eff. | D fess. | K3 | Ap.Fess. |
|---------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|-------|----------|
| 1 | S | -5.4 | 50.0 | 40.0 | -274 | 35.4 | -35.5 | 0 | 0 | 0.000 | |
| 2 | S | 30.9 | -50.0 | 40.0 | 60 | 45.5 | 35.5 | 0 | 0 | 0.000 | |
| 3 | S | -5.4 | 50.0 | 40.0 | -274 | 35.4 | -35.5 | 0 | 0 | 0.000 | |
| 4 | S | 30.9 | 0.0 | 0.0 | 60 | 45.5 | 35.5 | 0 | 0 | 0.000 | |

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

| N.Comb. | Ver | Sc max | Xc max | Yc max | Sf min | Xf min | Yf min | Ac eff. | D fess. | K3 | Ap.Fess. |
|---------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|-------|----------|
| 1 | S | -6.0 | 50.0 | 40.0 | -264 | 35.4 | -35.5 | 0 | 0 | 0.000 | |
| 2 | S | 29.4 | -50.0 | 40.0 | 78 | 35.4 | 35.5 | 0 | 0 | 0.000 | |
| 3 | S | -6.0 | 50.0 | 40.0 | -264 | 35.4 | -35.5 | 0 | 0 | 0.000 | |
| 4 | S | 29.4 | 0.0 | 0.0 | 78 | 35.4 | 35.5 | 0 | 0 | 0.000 | |

Paramento_scavalco_orizz_alto

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

| | |
|----------|--|
| Ver | S = combinazione verificata / N = combin. non verificata |
| Sc max | Massima tensione positiva di compressione nel conglomerato [daN/cm ²] |
| Xc max | Ascissa in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O) |
| Yc max | Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O) |
| Sf min | Minima tensione negativa di trazione nell'acciaio [daN/cm ²] |
| Xf min | Ascissa in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O) |
| Yf min | Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O) |
| Ac eff. | Area di conglomerato [cm ²] in zona tesa considerata aderente alle barre |
| D fess. | Distanza calcolata tra le fessure espressa in mm |
| K3 | Coeff. di normativa dipendente dalla forma del diagramma delle tensioni |
| Ap.fess. | Apertura calcolata delle fessure espressa in mm |

| N.Comb. | Ver | Sc max | Xc max | Yc max | Sf min | Xf min | Yf min | Ac eff. | D fess. | K3 | Ap.Fess. |
|---------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|-------|----------|
| 1 | S | -3.0 | 50.0 | -40.0 | -221 | 22.8 | 35.5 | 0 | 0 | 0.000 | |
| 2 | S | 24.9 | -50.0 | 40.0 | 38 | 45.5 | -35.5 | 0 | 0 | 0.000 | |
| 3 | S | 20.8 | -50.0 | 40.0 | -110 | 22.8 | -35.5 | 0 | 0 | 0.000 | |

| | | | | | | | | | | |
|---|---|------|-----|-----|------|------|------|---|---|-------|
| 4 | S | 14.7 | 0.0 | 0.0 | -130 | 22.8 | 35.5 | 0 | 0 | 0.000 |
|---|---|------|-----|-----|------|------|------|---|---|-------|

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

| N.Comb. | Ver | Sc max | Xc max | Yc max | Sf min | Xf min | Yf min | Ac eff. | D fess. | K3 | Ap.Fess. |
|---------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|-------|----------|
| 1 | S | -4.7 | 50.0 | -40.0 | -193 | 22.8 | 35.5 | 0 | 0 | 0.000 | |
| 2 | S | 20.5 | -50.0 | 40.0 | 89 | 45.5 | -35.5 | 0 | 0 | 0.000 | |
| 3 | S | 15.1 | -50.0 | 40.0 | -38 | 45.5 | -35.5 | 0 | 0 | 0.000 | |
| 4 | S | 9.8 | 0.0 | 0.0 | -65 | 22.8 | 35.5 | 0 | 0 | 0.000 | |

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

| N.Comb. | Ver | Sc max | Xc max | Yc max | Sf min | Xf min | Yf min | Ac eff. | D fess. | K3 | Ap.Fess. |
|---------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|-------|----------|
| 1 | S | -5.1 | 50.0 | -40.0 | -187 | 22.8 | 35.5 | 0 | 0 | 0.000 | |
| 2 | S | 19.6 | -50.0 | 40.0 | 99 | 22.8 | -35.5 | 0 | 0 | 0.000 | |
| 3 | S | 14.1 | -50.0 | 40.0 | -26 | 22.8 | -35.5 | 0 | 0 | 0.000 | |
| 4 | S | 9.0 | 0.0 | 0.0 | -55 | 22.8 | 35.5 | 0 | 0 | 0.000 | |

6.4.3.2.3.2 Sollecitazioni verticali (Ny, My)

La verifica si conduce sui massimi delle sollecitazioni senza differenziazione in parte alta e bassa.

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

| | |
|----------|--|
| Ver | S = combinazione verificata / N = combin. non verificata |
| Sc max | Massima tensione positiva di compressione nel conglomerato [daN/cm ²] |
| Xc max | Ascissa in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O) |
| Yc max | Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O) |
| Sf min | Minima tensione negativa di trazione nell'acciaio [daN/cm ²] |
| Xf min | Ascissa in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O) |
| Yf min | Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O) |
| Ac eff. | Area di conglomerato [cm ²] in zona tesa considerata aderente alle barre |
| D fess. | Distanza calcolata tra le fessure espressa in mm |
| K3 | Coeff. di normativa dipendente dalla forma del diagramma delle tensioni |
| Ap.fess. | Apertura calcolata delle fessure espressa in mm |

| N.Comb. | Ver | Sc max | Xc max | Yc max | Sf min | Xf min | Yf min | Ac eff. | D fess. | K3 | Ap.Fess. |
|---------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|-------|----------|
| 1 | S | -1.1 | -50.0 | 40.0 | -20 | 21.8 | -33.5 | 0 | 0 | 0.000 | |
| 2 | S | 28.1 | -50.0 | 40.0 | 54 | 21.8 | 33.5 | 0 | 0 | 0.000 | |
| 3 | S | 13.8 | -50.0 | 40.0 | -167 | 21.8 | -33.5 | 0 | 0 | 0.000 | |
| 4 | S | 29.9 | 0.0 | 0.0 | 31 | 43.5 | 33.5 | 0 | 0 | 0.000 | |

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

| N.Comb. | Ver | Sc max | Xc max | Yc max | Sf min | Xf min | Yf min | Ac eff. | D fess. | K3 | Ap.Fess. |
|---------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|-------|----------|
| 1 | S | -1.0 | 50.0 | 40.0 | -21 | 21.8 | -33.5 | 0 | 0 | 0.000 | |
| 2 | S | 21.9 | -50.0 | 40.0 | 123 | 21.8 | 33.5 | 0 | 0 | 0.000 | |
| 3 | S | 10.9 | -50.0 | 40.0 | -135 | 21.8 | -33.5 | 0 | 0 | 0.000 | |
| 4 | S | 21.9 | 0.0 | 0.0 | 123 | 21.8 | 33.5 | 0 | 0 | 0.000 | |

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

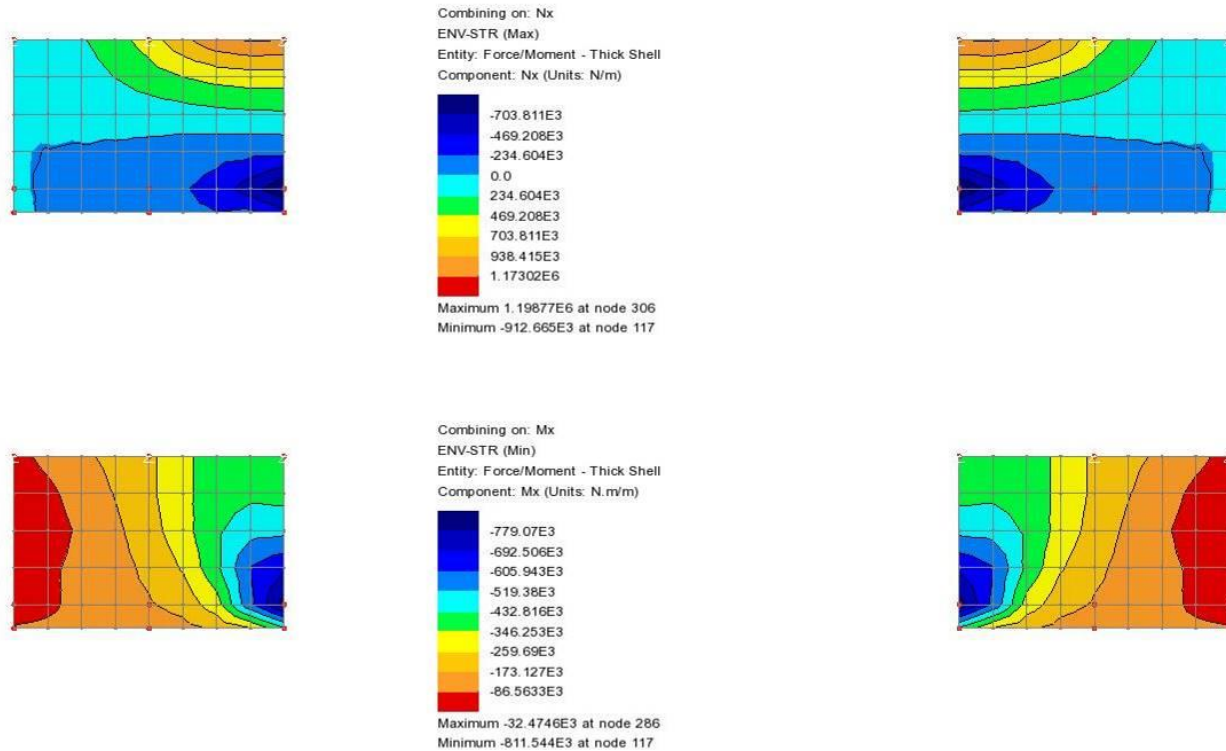
| N.Comb. | Ver | Sc max | Xc max | Yc max | Sf min | Xf min | Yf min | Ac eff. | D fess. | K3 | Ap.Fess. |
|---------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|-------|----------|
| 1 | S | -0.9 | 50.0 | 40.0 | -21 | 21.8 | -33.5 | 0 | 0 | 0.000 | |
| 2 | S | 20.6 | -50.0 | 40.0 | 138 | 21.8 | 33.5 | 0 | 0 | 0.000 | |
| 3 | S | 10.2 | -50.0 | 40.0 | -127 | 21.8 | -33.5 | 0 | 0 | 0.000 | |
| 4 | S | 20.6 | 0.0 | 0.0 | 138 | 21.8 | 33.5 | 0 | 0 | 0.000 | |

6.4.3.3 **Transizione**

6.4.3.3.1 Pressoflessione SLU

6.4.3.3.1.1 Sollecitazioni orizzontali (Nx, Mx)

Sollecitazioni depurate dai picchi



Nx,MAX +800 kN/m

Mx,min -800 kNm/m

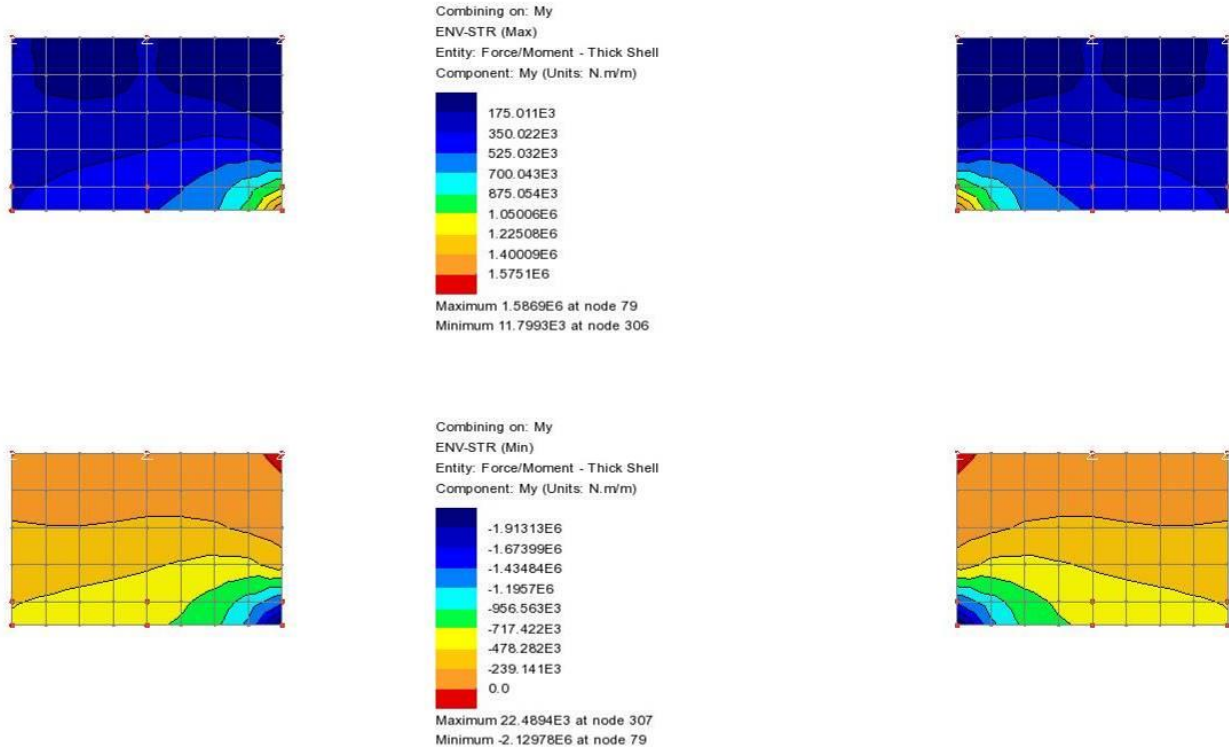
METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
 N Sforzo normale assegnato [in daN] (positivo se di compressione)
 Mx Momento flettente assegnato [in daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
 My Momento flettente assegnato [in daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
 N ult Sforzo normale ultimo [in daN] nella sezione (positivo se di compress.)
 Mx ult Momento flettente ultimo [in daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
 My ult Momento flettente ultimo [in daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
 Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult,Mx ult,My ult) e (N,Mx,My)
 Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000

| N.Comb. | Ver | N | Mx | My | N ult | Mx ult | My ult | Mis.Sic. |
|---------|-----|--------|--------|----|--------|--------|--------|----------|
| 1 | S | -80000 | -14060 | 0 | -80029 | -16445 | 0 | 1.170 |
| 2 | S | 151947 | -32221 | 0 | 151943 | -97872 | 0 | 3.038 |
| 3 | S | 109900 | 70730 | 0 | 109909 | 83947 | 0 | 1.187 |
| 4 | S | 116777 | -80000 | 0 | 116763 | -86260 | 0 | 1.078 |

6.4.3.3.1.2 Sollecitazioni verticali (Ny, My)

Sollecitazioni depurate dai picchi



My,MAX +1 050 kNm/m
 My,min -1 195 kNm/m

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

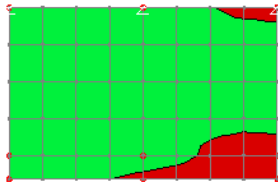
Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
 N Sforzo normale assegnato [in daN] (positivo se di compressione)
 Mx Momento flettente assegnato [in daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
 My Momento flettente assegnato [in daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
 N ult Sforzo normale ultimo [in daN] nella sezione (positivo se di compress.)
 Mx ult Momento flettente ultimo [in daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
 My ult Momento flettente ultimo [in daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
 Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult,Mx ult,My ult) e (N,Mx,My)
 Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000

| N.Comb. | Ver | N | Mx | My | N ult | Mx ult | My ult | Mis.Sic. |
|---------|-----|--------|---------|----|--------|---------|--------|----------|
| 1 | S | -40239 | -24707 | 0 | -40263 | -30782 | 0 | 1.246 |
| 2 | S | 344699 | -77096 | 0 | 344693 | -145382 | 0 | 1.886 |
| 3 | S | 249340 | 105000 | 0 | 249362 | 123300 | 0 | 1.174 |
| 4 | S | 265156 | -119500 | 0 | 265143 | -127311 | 0 | 1.065 |

6.4.3.3.2 Taglio SLU

Definizione delle zone che necessitano effettivamente di armatura a taglio (zone rosse e blu)

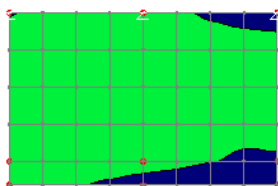
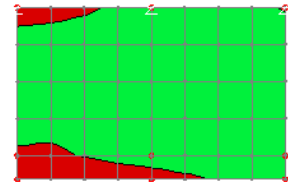
$V_{Ed} > \sim 270.0 \text{ kN/m}$ – cfr. § 6.4.3.2.2



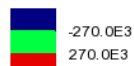
Combining on: Sx
 ENV-STR (Max)
 Entity: Force/Moment - Thick Shell
 Component: Sx (Units: N/m)



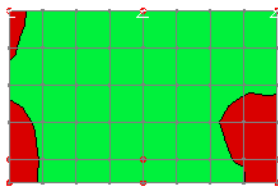
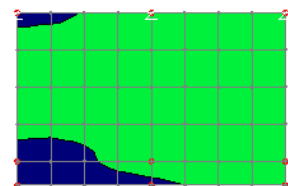
Maximum 720.546E3 at node 77
 Minimum -28.2646E3 at node 250



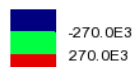
Combining on: Sx
 ENV-STR (Min)
 Entity: Force/Moment - Thick Shell
 Component: Sx (Units: N/m)



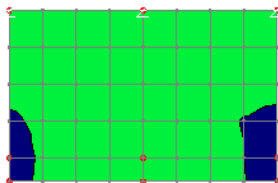
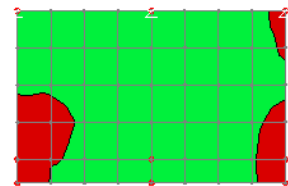
Maximum 28.2646E3 at node 286
 Minimum -720.546E3 at node 82



Combining on: Sy
 ENV-STR (Max)
 Entity: Force/Moment - Thick Shell
 Component: Sy (Units: N/m)



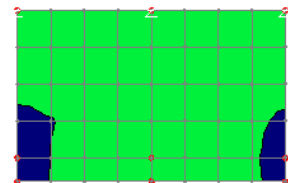
Maximum 3.13578E6 at node 79
 Minimum 29.3984E3 at node 299



Combining on: Sy
 ENV-STR (Min)
 Entity: Force/Moment - Thick Shell
 Component: Sy (Units: N/m)

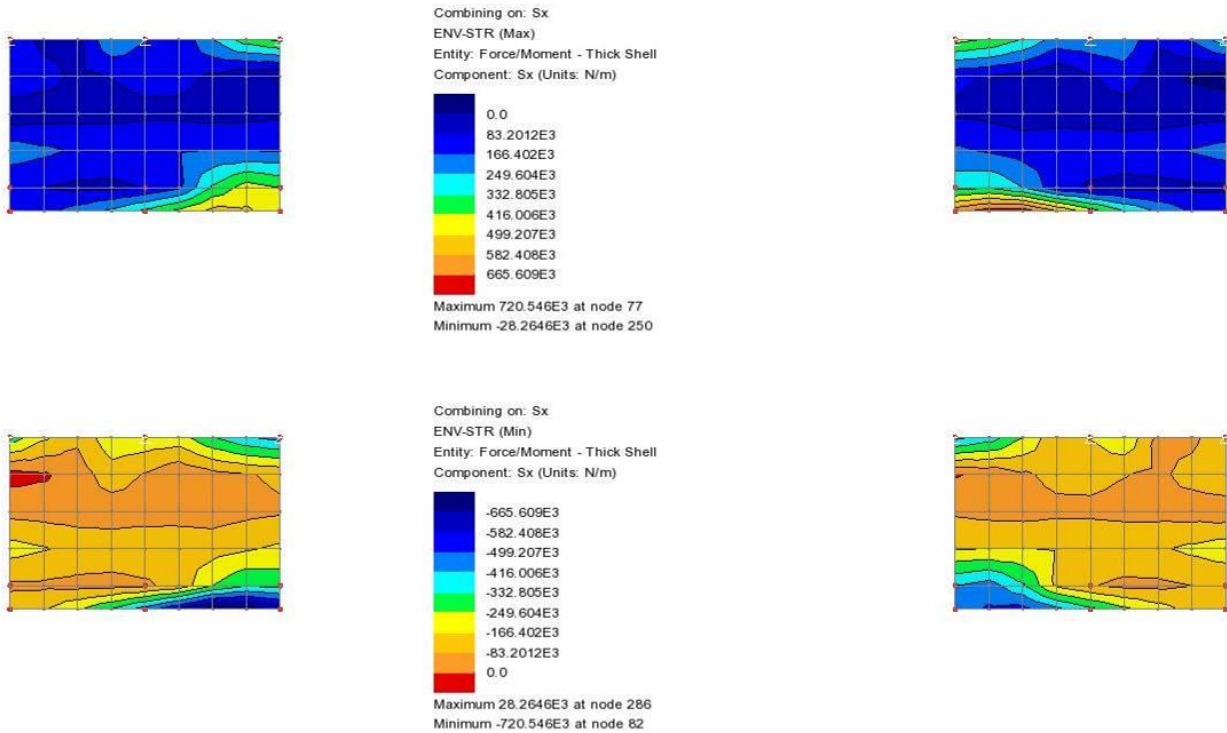


Maximum 110.149E3 at node 343
 Minimum -2.19831E6 at node 79



6.4.3.3.2.1 Sollecitazioni orizzontali (Sx)

Sollecitazioni depurate dai picchi



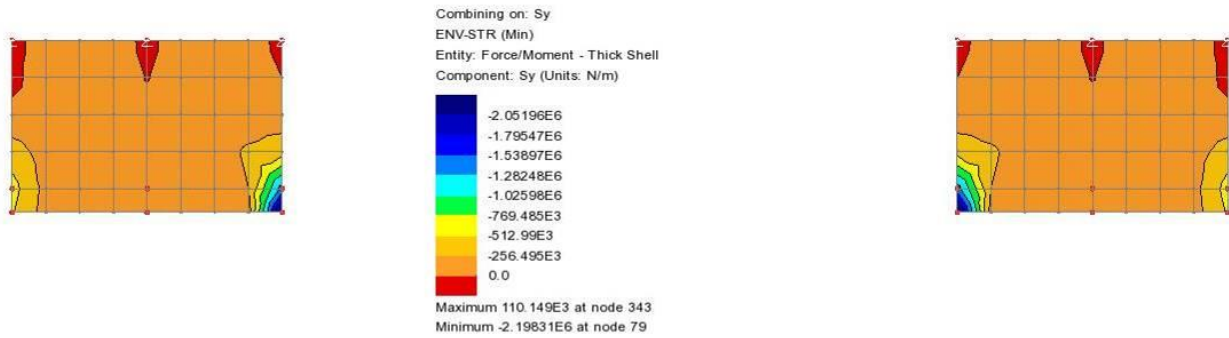
Sx ±500 kN/m

| | | | | | | |
|---------------------------|-----------------|-------------------|--|----------------|-------|-------------------|
| B | 1000.0 | mm | | fck | 32.0 | N/mm ² |
| H | 800.0 | mm | | γ _c | 1.50 | - |
| | | | | fcd | 18.13 | N/mm ² |
| As,long | 15.71 | cm ² | | | | |
| | 5 | Φ | 20 | | | |
| Copriferro | 45.0 | mm | | | | |
| d | 755.0 | mm | | | | |
| σ _{cp} | 0.000 | N/mm ² | | NSd,esterna | 0 | [N] |
| k | 1.51 | - | | NSd,precompr. | 0 | [N] |
| ρ _l | 0.002 | - | | α precompr | 0.0 | [°] |
| V _{min} | 0.37 | N/mm ² | | NSd,tot | 0 | [N] |
| V_{Rd} | 278.66 | kN | Sezioni non armate a taglio | | | |
| Staffe | | | | | | |
| | Φ | 16 | passo | 40 | cm | |
| n° bracci | 5 | - | | | | |
| Asw | 10.05 | cm ² | | | | |
| f _{yd} | 391.3 | N/mm ² | | | | |
| α | 90.0 | ° | ctg(α) | 0.00 | | |
| θ | 45.0 | ° | ctg(θ) | 1.00 | | |
| V_{Rsd} | 668.25 | kN | Resistenza di calcolo a "taglio trazione" | | | |
| α _c | 1.00 | - | | | | |
| f _{cd} | 9.07 | N/mm ² | | | | |
| V_{Rcd} | 3 080.40 | kN | Resistenza di calcolo a "taglio compressione" | | | |
| V_{Rd} | 668.25 | kN | | | | |
| V_{Sd} | 500.00 | kN | | | | |
| V_{Sd,ris} | 500.00 | kN | | | | |
| | Verificata | | | | | |

N.B.: L'armatura conteggiata nella verifica è stata posta pari alla metà di quella effettivamente disposta a taglio (poiché in combinazione con quella considerata nella verifica nella direzione ortogonale).

6.4.3.3.2 Sollecitazioni verticali (Sy)

Sollecitazioni depurate dai picchi



Sx ±600 kN/m

| | | | | | | |
|---------------------------|-----------------|-------------------|--|----------------|-------|-------------------|
| B | 1000.0 | mm | | fck | 32.0 | N/mm ² |
| H | 800.0 | mm | | γ _c | 1.50 | - |
| | | | | fcd | 18.13 | N/mm ² |
| As,long | 15.71 | cm ² | | | | |
| | 5 | Φ | 20 | | | |
| Copriferro | 65.0 | mm | | | | |
| d | 735.0 | mm | | | | |
| σ _{cp} | 0.000 | N/mm ² | | NSd,esterna | 0 | [N] |
| k | 1.52 | - | | NSd,precompr. | 0 | [N] |
| ρ _l | 0.002 | - | | α precompr | 0.0 | [°] |
| V _{min} | 0.37 | N/mm ² | | NSd,tot | 0 | [N] |
| V_{Rd} | 273.15 | kN | Sezioni non armate a taglio | | | |
| Staffe | | | | | | |
| | Φ | 16 | passo | 40 | cm | |
| n° bracci | 5 | - | | | | |
| Asw | 10.05 | cm ² | | | | |
| f _{yd} | 391.3 | N/mm ² | | | | |
| α | 90.0 | ° | ctg(α) | 0.00 | | |
| θ | 45.0 | ° | ctg(θ) | 1.00 | | |
| V_{Rsd} | 650.55 | kN | Resistenza di calcolo a "taglio trazione" | | | |
| α _c | 1.00 | - | | | | |
| f _{cd} | 9.07 | N/mm ² | | | | |
| V_{Rcd} | 2 998.80 | kN | Resistenza di calcolo a "taglio compressione" | | | |
| V_{Rd} | 650.55 | kN | | | | |
| V_{Sd} | 600.00 | kN | | | | |
| V_{Sd,ris} | 600.00 | kN | | | | |
| | Verificata | | | | | |

N.B.: L'armatura conteggiata nella verifica è stata posta pari alla metà di quella effettivamente disposta a taglio (poiché in combinazione con quella considerata nella verifica nella direzione ortogonale).

6.4.3.3.3 SLE

6.4.3.3.3.1 Sollecitazioni orizzontali (Nx, Mx)

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

| | |
|----------|--|
| Ver | S = combinazione verificata / N = combin. non verificata |
| Sc max | Massima tensione positiva di compressione nel conglomerato [daN/cm ²] |
| Xc max | Ascissa in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O) |
| Yc max | Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O) |
| Sf min | Minima tensione negativa di trazione nell'acciaio [daN/cm ²] |
| Xf min | Ascissa in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O) |
| Yf min | Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O) |
| Ac eff. | Area di conglomerato [cm ²] in zona tesa considerata aderente alle barre |
| D fess. | Distanza calcolata tra le fessure espressa in mm |
| K3 | Coeff. di normativa dipendente dalla forma del diagramma delle tensioni |
| Ap.fess. | Apertura calcolata delle fessure espressa in mm |

| N.Comb. | Ver | Sc max | Xc max | Yc max | Sf min | Xf min | Yf min | Ac eff. | D fess. | K3 | Ap.Fess. |
|---------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|----|----------|
| 1 | S | -2.6 | 50.0 | -40.0 | -275 | -22.8 | 35.5 | 0 | 0 | | 0.000 |
| 2 | S | 32.9 | -50.0 | 40.0 | -49 | 22.8 | 35.5 | 0 | 0 | | 0.000 |
| 3 | S | 2.3 | -50.0 | 40.0 | -28 | 22.8 | -35.5 | 0 | 0 | | 0.000 |
| 4 | S | 35.2 | 0.0 | 0.0 | -80 | 45.5 | 35.5 | 0 | 0 | | 0.000 |

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

| N.Comb. | Ver | Sc max | Xc max | Yc max | Sf min | Xf min | Yf min | Ac eff. | D fess. | K3 | Ap.Fess. |
|---------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|----|----------|
| 1 | S | -5.6 | 50.0 | -40.0 | -228 | 22.8 | 35.5 | 0 | 0 | | 0.000 |
| 2 | S | 26.2 | -50.0 | 40.0 | 32 | 45.5 | 35.5 | 0 | 0 | | 0.000 |
| 3 | S | 2.0 | -50.0 | 40.0 | -24 | 22.8 | -35.5 | 0 | 0 | | 0.000 |
| 4 | S | 26.2 | 0.0 | 0.0 | 32 | 45.5 | 35.5 | 0 | 0 | | 0.000 |

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

| N.Comb. | Ver | Sc max | Xc max | Yc max | Sf min | Xf min | Yf min | Ac eff. | D fess. | K3 | Ap.Fess. |
|---------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|----|----------|
| 1 | S | -6.2 | 50.0 | -40.0 | -218 | 22.8 | 35.5 | 0 | 0 | | 0.000 |
| 2 | S | 24.8 | -50.0 | 40.0 | 49 | 22.8 | 35.5 | 0 | 0 | | 0.000 |
| 3 | S | 1.9 | -50.0 | 40.0 | -23 | 22.8 | -35.5 | 0 | 0 | | 0.000 |
| 4 | S | 24.8 | 0.0 | 0.0 | 49 | 22.8 | 35.5 | 0 | 0 | | 0.000 |

6.4.3.3.3.2 Sollecitazioni verticali (Ny, My)

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

| | |
|----------|--|
| Ver | S = combinazione verificata / N = combin. non verificata |
| Sc max | Massima tensione positiva di compressione nel conglomerato [daN/cm ²] |
| Xc max | Ascissa in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O) |
| Yc max | Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O) |
| Sf min | Minima tensione negativa di trazione nell'acciaio [daN/cm ²] |
| Xf min | Ascissa in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O) |
| Yf min | Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O) |
| Ac eff. | Area di conglomerato [cm ²] in zona tesa considerata aderente alle barre |
| D fess. | Distanza calcolata tra le fessure espressa in mm |
| K3 | Coeff. di normativa dipendente dalla forma del diagramma delle tensioni |
| Ap.fess. | Apertura calcolata delle fessure espressa in mm |

| N.Comb. | Ver | Sc max | Xc max | Yc max | Sf min | Xf min | Yf min | Ac eff. | D fess. | K3 | Ap.Fess. |
|---------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|----|----------|
| 1 | S | 11.0 | 50.0 | -40.0 | -239 | 21.8 | 33.5 | 0 | 0 | | 0.000 |
| 2 | S | 77.3 | -50.0 | 40.0 | -111 | 43.5 | 33.5 | 0 | 0 | | 0.000 |
| 3 | S | 19.7 | -50.0 | 40.0 | -197 | 21.8 | -33.5 | 0 | 0 | | 0.000 |
| 4 | S | 83.1 | 0.0 | 0.0 | -185 | 21.8 | 33.5 | 0 | 0 | | 0.000 |

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

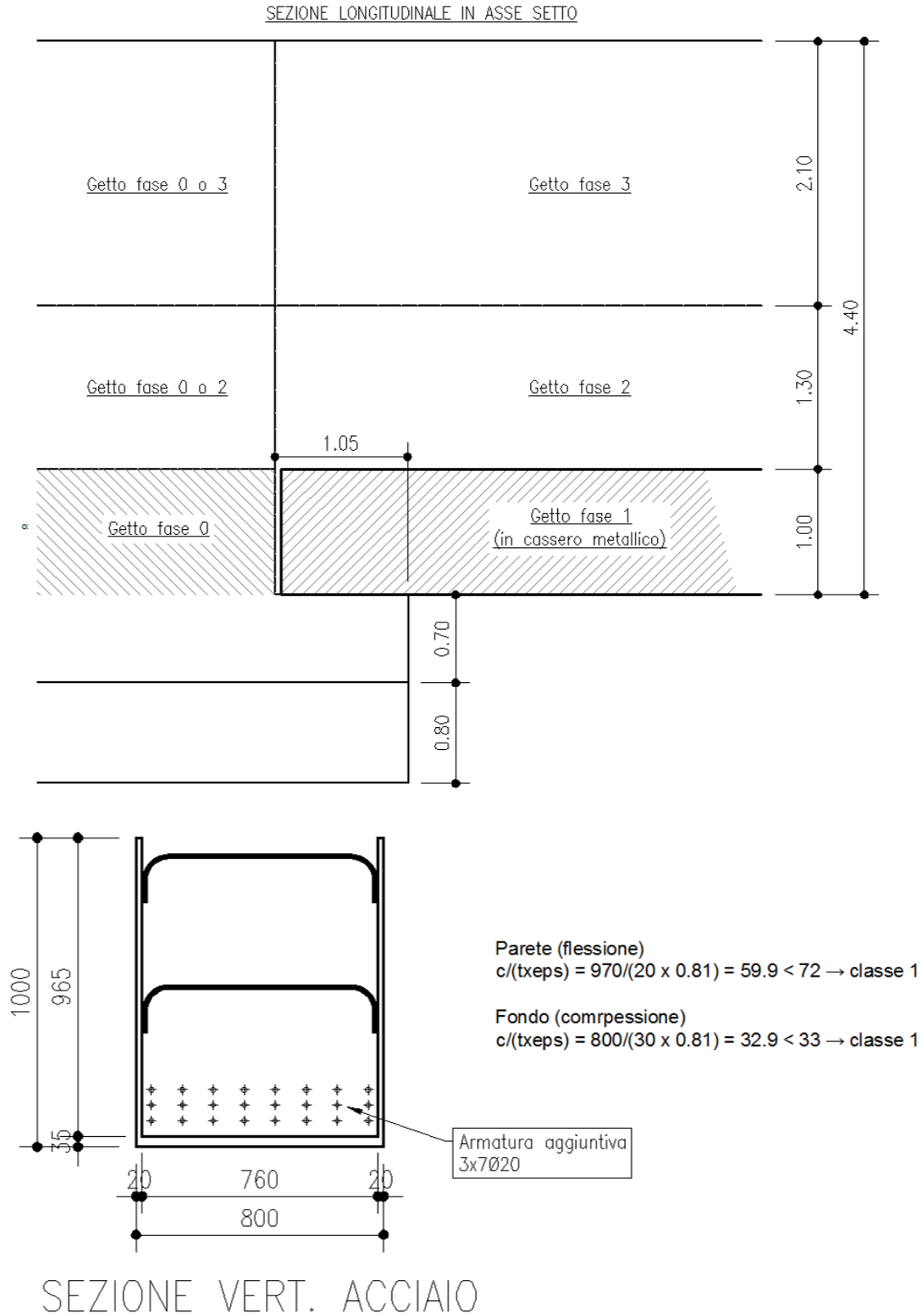
| N.Comb. | Ver | Sc max | Xc max | Yc max | Sf min | Xf min | Yf min | Ac eff. | D fess. | K3 | Ap.Fess. |
|---------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|----|----------|
| 1 | S | 4.3 | 50.0 | -40.0 | -153 | 21.8 | 33.5 | 0 | 0 | | 0.000 |
| 2 | S | 58.4 | -50.0 | 40.0 | 107 | 43.5 | 33.5 | 0 | 0 | | 0.000 |
| 3 | S | 16.8 | -50.0 | 40.0 | -170 | 21.8 | -33.5 | 0 | 0 | | 0.000 |
| 4 | S | 58.4 | 0.0 | 0.0 | 107 | 43.5 | 33.5 | 0 | 0 | | 0.000 |

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

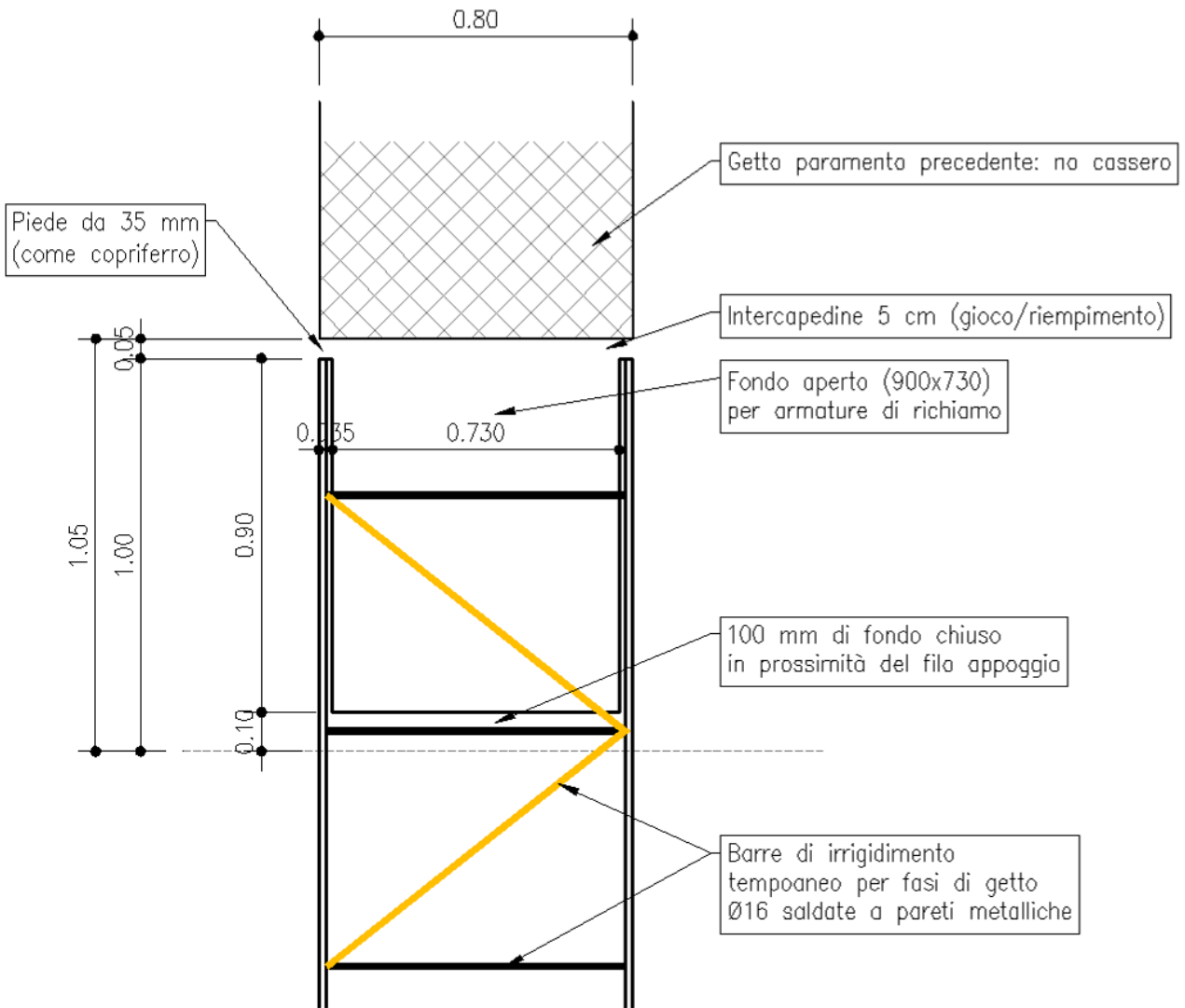
| N.Comb. | Ver | Sc max | Xc max | Yc max | Sf min | Xf min | Yf min | Ac eff. | D fess. | K3 | Ap.Fess. |
|---------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|----|----------|
| 1 | S | 3.1 | 50.0 | -40.0 | -138 | 21.8 | 33.5 | 0 | 0 | | 0.000 |
| 2 | S | 54.4 | -50.0 | 40.0 | 153 | 43.5 | 33.5 | 0 | 0 | | 0.000 |
| 3 | S | 16.1 | -50.0 | 40.0 | -164 | 21.8 | -33.5 | 0 | 0 | | 0.000 |
| 4 | S | 54.4 | 0.0 | 0.0 | 153 | 43.5 | 33.5 | 0 | 0 | | 0.000 |

7 TRAVE DI SOSTEGNO SCAVALCO

7.1 GEOMETRIA

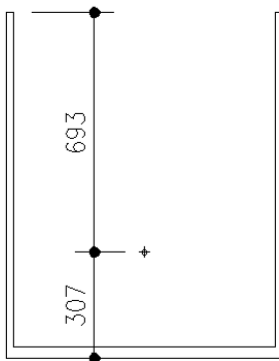


PIANTA



----- REGIONI -----

Area: 0.0666
 Perimetro: 5.5300
 Casella di delimitazione: X: 31.4396 -- 32.2396
 Y: -9.9104 -- -8.9104
 Baricentro: X: 31.8396
 Y: -9.6031
 Momenti di inerzia: X: 6.1489
 Y: 67.5240
 Prodotti di inerzia: XY: -20.3636
 Raggi di girazione: X: 9.6086
 Y: 31.8414
 Momenti principali e direzione X-Y rispetto al baricentro:
 I: 0.0071 lungo [1.0000 0.0000]
 J: 0.0074 lungo [0.0000 1.0000]



Dimensioni caratteristiche.

| | |
|-----------------------|-----------|
| L _{netta} | 21.00 [m] |
| L _{sella} | 1.00 [m] |
| L _{tot} | 23.00 [m] |
| L _{calcolo} | 22.00 [m] |
| H _{param} | 4.40 [m] |
| B _{param} | 0.80 [m] |
| H _{I fase} | 1.00 [m] |
| H _{II fase} | 1.30 [m] |
| H _{III fase} | 2.10 [m] |

7.2 SOLLECITAZIONI E VERIFICA

7.2.1 I fase

La prima fase vede come sezione resistente il solo cassero metallico autoportante.

| | | | | |
|--------|---------------------------------------|----------------------------------|-------------|--|
| I fase | A _{I fase} | 0.8000 [m ²] | | |
| | A _{acc_I fase} | 0.0666 [m ²] | | |
| | A _{cls_I fase} | 0.7334 [m ²] | | |
| | pp _{acc_I fase} | 5.23 [kN/m] | 120.25 [kN] | |
| | pp _{cls_I fase} | 18.34 [kN/m] | 421.71 [kN] | |
| | pp _{tot_I fase} | 23.56 [kN/m] | 541.95 [kN] | |
| | M _{car_I fase} | 1425.57 [kNm] | | |
| | V _{car_I fase} | 259.19 [kN] | | |
| | gamma _{SLU} | 1.30 [-] | | |
| | M _{SLU_I fase} | 1853.24 [kNm] | | |
| | V _{SLU_I fase} | 336.95 [kN] | | |
| | J _{vert_I fase} | 0.0071 [m ⁴] | | |
| | | 7 100 000 000 [mm ⁴] | | |
| | y _{G,max} | 693 [mm] | | |
| | W _{el_min} | 10 245 310 [mm ³] | | |
| | E | 210 000 [MPa] | | |
| | f _{yk} | 355 [MPa] | | |
| | f_{I fase (da recup.)} | 48.20 [mm] | | |
| | M _{Sd} | 1 853.24 [kNm] | | |
| | M _{Rd} | 3 463.89 [kNm] | | |
| | V _{Sd} | 336.95 [kN] | | |
| | Av | 40 000 [mm ²] | | |
| | V _{c,Rd} | 7 807.98 [kN] | | |

7.2.2 Il fase

Nella seconda fase, la sezione resistente è data dal cls indurito ($A_s = 3 \times 7\text{Ø}20$ longitudinali) all'interno del cassero metallico.

Le azioni agenti sono quelle del getto della fase 2 (1.30 m ulteriori): il pp del cassero metallico e del getto di prima fase ($h, \text{cls} = 1.00$ m, attuale trave resistente in c.a.) erano state date alla sola parte metallica del cassero non considerata resistente in questa fase di verifica.

| | | |
|---------|----------------|------------------------------------|
| II fase | A,cls_II fase | 1.04 [m ²] |
| | pp,cls_II fase | 26.00 [kN/m] |
| | M,car_II fase | 1 573.00 [kNm] |
| | V,car_II fase | 286.00 [kN] |
| | gamma,SLU | 1.30 [-] |
| | M,SLU_II fase | 2 044.90 [kNm] |
| | V,SLU_II fase | 371.80 [kNm] |
| | E,cls | 33 346 [MPa] |
| | J,cls | 666 666 666 667 [mm ⁴] |
| | f_II fase | 3.57 [mm] |

The screenshot shows the 'Verifica C.A. S.L.U.' software interface. The title bar indicates the file is 'Sostegno sbalzo - II fase'. The menu bar includes File, Materiali, Opzioni, Visualizza, Progetto Sez. Rett., Sismica, and Normativa: NTC 2008. The main window is divided into several sections:

- Titolo:** A text input field.
- N° figure elementari:** Set to 1.
- N° strati barre:** Set to 3.
- Tables:**
 - Table 1: N°, b [cm], h [cm]. Row 1: 1, 80, 100.
 - Table 2: N°, As [cm²], d [cm]. Rows: 1 (21.99, 95), 2 (21.99, 90), 3 (21.99, 85).
- Sollecitazioni:** S.L.U. selected. Metodo n. Input fields for N_{Ed}, M_{xEd}, M_{yEd} and their corresponding units (kN, kNm).
- P.to applicazione N:** Centro selected. Input fields for xN and yN.
- Materiali:** B450C and C32/40 selected. Properties for steel (E_s, f_{yd}, ε_{su}) and concrete (E_c, f_{cd}, ε_{c2}, ε_{cu}, f_{cc}/f_{cd}, σ_{c,adm}, τ_{co}, τ_{c1}) are displayed.
- Calcolo:** Metodo di calcolo: S.L.U.+ selected. Tipo flessione: Retta selected. N° rett. = 100. Buttons for 'Calcola MRd' and 'Dominio M-N' are present.
- Results:**
 - M_{xRd} = 2 087 kN m
 - σ_c = -18.13 N/mm²
 - σ_s = 391.3 N/mm²
 - ε_c = 3.5 ‰
 - ε_s = 11.63 ‰
 - d = 95 cm
 - x = 21.98, x/d = 0.2313
 - δ = 0.7292
- Diagram:** A cross-section diagram showing a rectangular concrete section with a central vertical axis and three reinforcement bars at the bottom.

| | | | | | | |
|---------------------------|---------------|-------------------|------------------------------------|---------------|-------|-------------------|
| B | 800.0 | mm | | fck | 32.0 | N/mm ² |
| H | 1000.0 | mm | | γc | 1.50 | - |
| | | | | fcd | 18.13 | N/mm ² |
| As,long | 65.97 | cm ² | | | | |
| | 21 | Φ | 20 | | | |
| Copriferro | 100.0 | mm | | | | |
| d | 900.0 | mm | | | | |
| σcp | 0.000 | N/mm ² | | NSd,esterna | 0 | [N] |
| k | 1.47 | - | | NSd,precompr. | 0 | [N] |
| ρl | 0.009 | - | | α precompr | 0.0 | [°] |
| V _{min} | 0.35 | N/mm ² | | NSd,tot | 0 | [N] |
| V_{Rd} | 392.02 | kN | Sezioni non armate a taglio | | | |
| V_{Sd} | 371.80 | kN | | | | |
| V_{Sd,ris} | 371.80 | kN | | | | |
| | Verificata | | | | | |

7.2.3 III fase

Nella terza fase, la sezione resistente è data dal cls indurito (As = 3 x 7Ø20 longitudinali) all'interno del cassero metallico e per l'ulteriore getto precedente (H,tot = 1.00 m + 1.30 m = 2.30 m).

Le azioni agenti sono quelle del getto della fase 2 (pp cls) e 3 (2.10 m ulteriori di getto liquido).

| | | | |
|----------|---------------------------|-----------------|--------------------|
| III fase | A,cls_III fase | 1.68 | [m ²] |
| | pp,cls_III fase | 42.00 | [kN/m] |
| | M,car_III fase | 2 541.00 | [kNm] |
| | V,car_III fase | 462.00 | [kN] |
| | gamma,SLU | 1.30 | [-] |
| | M,SLU_III fase | 3 303.30 | [kNm] |
| | V,SLU_III fase | 600.60 | [kNm] |
| | M,SLU_III fase,tot | 5 348.20 | [kNm] |
| | V,SLU_III fase,tot | 972.40 | [kNm] |
| | E,cls | 33 346 | [MPa] |
| | J,cls | 8.111.E+12 | [mm ⁴] |
| | f_III fase | 0.47 | [mm] |

Verifica C.A. S.L.U. - File: Sostegno sbalzo - III fase

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008 ?

Titolo : _____

N° figure elementari Zoom N° strati barre Zoom

| N° | b [cm] | h [cm] |
|----|--------|--------|
| 1 | 80 | 230 |

| N° | As [cm²] | d [cm] |
|----|----------|--------|
| 1 | 21.99 | 225 |
| 2 | 21.99 | 220 |
| 3 | 21.99 | 215 |

Tipo Sezione
 Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.

Sollecitazioni
 S.L.U. Metodo n

N_{Ed} kN
 M_{xEd} kNm
 M_{yEd} kNm

P.to applicazione N
 Centro Baricentro cls
 Coord.[cm] xN
 yN

Tipo rottura
 Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

Metodo di calcolo
 S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

Tipo flessione
 Retta Deviata

N° rett.

Calcola MRd

L₀ cm

Precompresso

Materiali

| B450C | C32/40 |
|--|------------------------|
| ϵ_{su} 67.5 ‰ | ϵ_{c2} 2 ‰ |
| f_{yd} 391.3 N/mm ² | ϵ_{cu} 3.5 ‰ |
| E_s 210 000 N/mm ² | f_{cd} 18.13 |
| E_s/E_c 15 | f_{cc}/f_{cd} 0.8 ? |
| ϵ_{syd} 1.863 ‰ | $\sigma_{c,adm}$ 12.25 |
| $\sigma_{s,adm}$ 255 N/mm ² | τ_{co} 0.7333 |
| | τ_{c1} 2.114 |

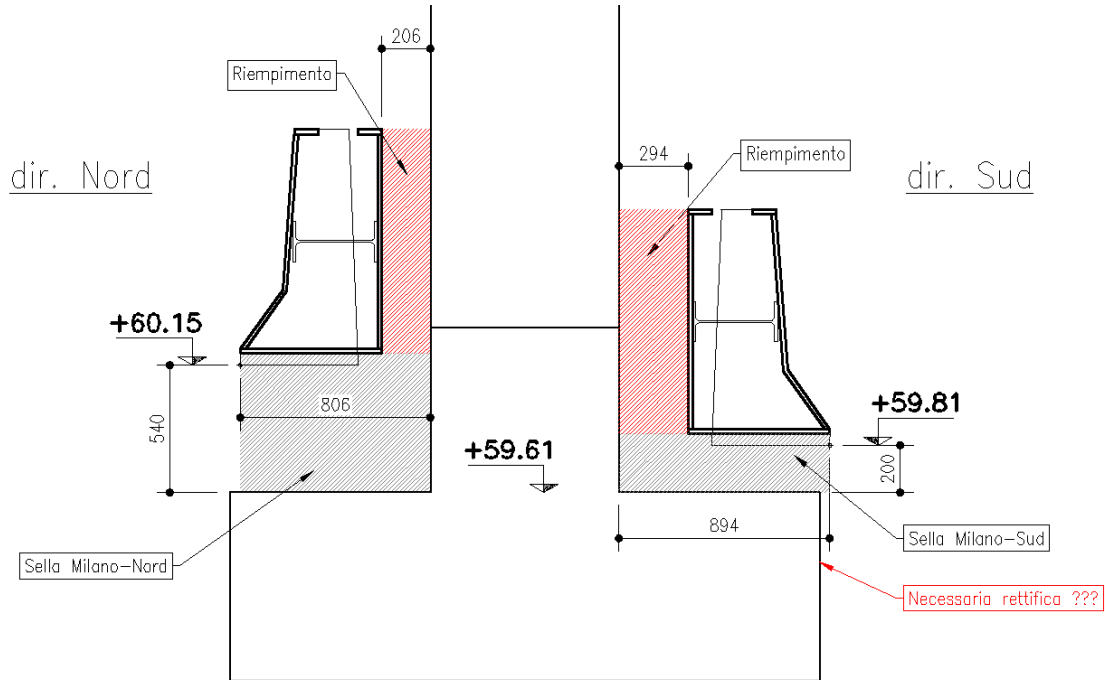
M_{xRd} 5 443 kN m

σ_c -18.13 N/mm²
 σ_s 391.3 N/mm²
 ϵ_c 3.5 ‰
 ϵ_s 32.39 ‰
 d 225 cm
 x 21.94 x/d 0.09753
 δ 0.7

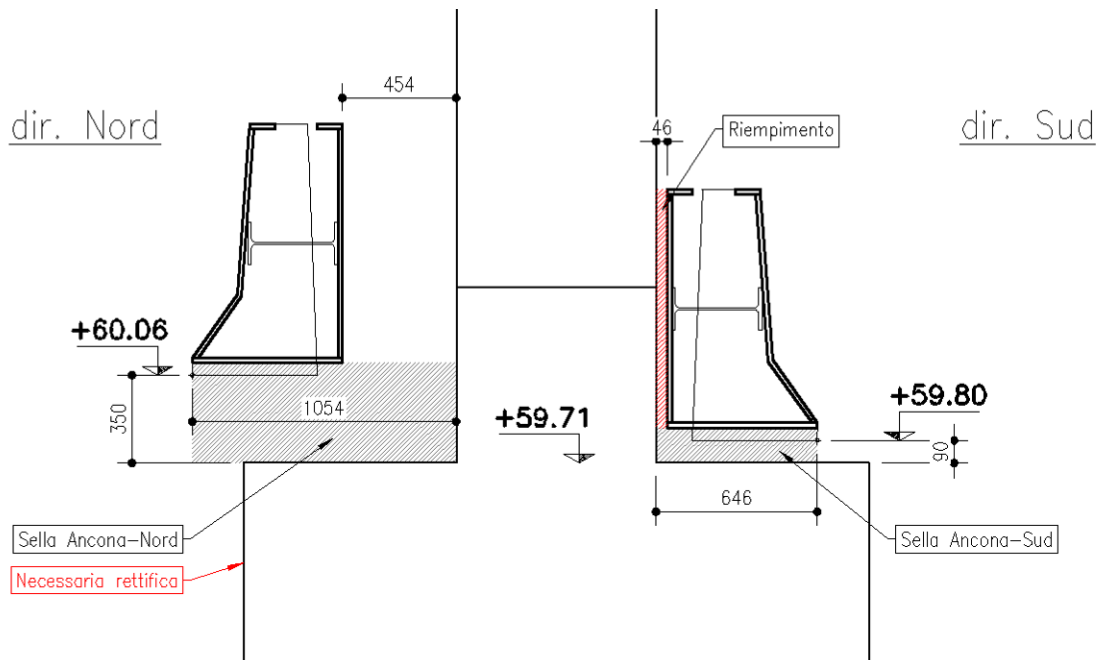
| | | | | | | |
|---------------------------|-----------------|-------------------|--------|--|-------|-------------------|
| B | 800.0 | mm | | fck | 32.0 | N/mm ² |
| H | 2300.0 | mm | | γ _c | 1.50 | - |
| | | | | fcd | 18.13 | N/mm ² |
| As,long | 65.97 | cm ² | | | | |
| | 21 | Φ | 20 | | | |
| Copriferro | 100.0 | mm | | | | |
| d | 2200.0 | mm | | | | |
| σ _{cp} | 0.000 | N/mm ² | | NSd,esterna | 0 | [N] |
| k | 1.30 | - | | NSd,precompr. | 0 | [N] |
| ρ _l | 0.004 | - | | α precompr | 0.0 | [°] |
| V _{min} | 0.29 | N/mm ² | | NSd,tot | 0 | [N] |
| V_{Rd} | 629.23 | kN | | Sezioni non armate a taglio | | |
| Staffe | | | | | | |
| | Φ | 20 | passo | 20 | cm | |
| n° bracci | 2 | - | | | | |
| Asw | 6.28 | cm ² | | | | |
| f _{yd} | 391.3 | N/mm ² | | | | |
| α | 90.0 | ° | ctg(α) | 0.00 | | |
| θ | 45.0 | ° | ctg(θ) | 1.00 | | |
| V_{Rsd} | 2 434.02 | kN | | Resistenza di calcolo a "taglio trazione" | | |
| α _c | 1.00 | - | | | | |
| f _{cd} | 9.07 | N/mm ² | | | | |
| V_{Rcd} | 7 180.80 | kN | | Resistenza di calcolo a "taglio compressione" | | |
| V_{Rd} | 2 434.02 | kN | | | | |
| V_{Sd} | 972.40 | kN | | | | |
| V_{Sd,ris} | 972.40 | kN | | | | |
| | Verificata | | | | | |

8 PROTEZIONI PARAMENTO SCAVALCO

8.1 GEOMETRIA

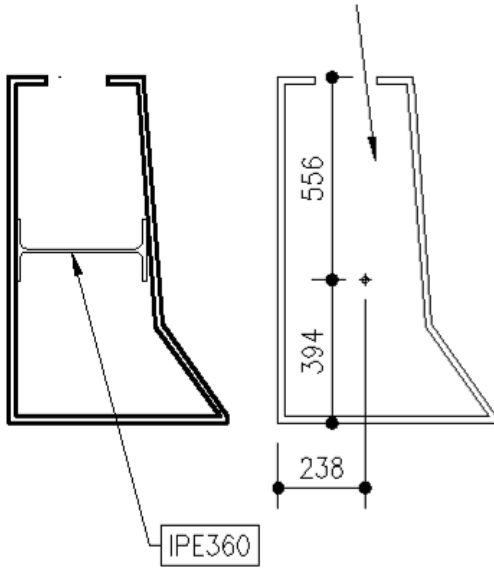


Lato Milano



Lato Ancona

Area = 0.3554, Perimetro = 2.7739



----- REGIONI -----

Area: 0.0498
 Perimetro: 5.4042
 Casella di delimitazione: X: -95.7363 -- -95.1363
 Y: -76.4990 -- -75.5490
 Baricentro: X: -95.4981
 Y: -76.1054
 Momenti di inerzia: X: 288.5497
 Y: 454.3317
 Prodotti di inerzia: XY: 362.0686
 Raggi di girazione: X: 76.1061
 Y: 95.4984
 Momenti principali e direzione X-Y rispetto al baricentro:
 I: 0.0019 lungo [0.2014 -0.9795]
 J: 0.0057 lungo [0.9795 0.2014]

8.2 SOLLECITAZIONI E VERIFICA

8.2.1 Freccia verticale SLE

| | | |
|--|--------------|----------------------------------|
| | L,tot | 23.00 [m] |
| | | 23 000 [mm] |
| | L,calcolo | 22.00 [m] |
| | | 22 000 [mm] |
| | | |
| | 3 alto | IPE360 |
| | 0 basso | nulla |
| | A,tot | 0.4086 [m ²] |
| | A,acciaio | 0.0498 [m ²] |
| | A,cls | 0.3588 [m ²] |
| | q,pp acc | 5.1 [kN/m] |
| | q,cls | 6.5 [kN/m] |
| | q,SLE | 11.5 [kN/m] |
| | | 11.5 [N/mm] |
| | J,vert | 0.0057 [m ⁴] |
| | | 5 700 000 000 [mm ⁴] |
| | E | 210 000 [MPa] |
| | f | 29.37 [mm] |

F,limite (intercapedine disposta) 50 mm

8.2.2 Freccia orizzontale (ECC – Urto)

Freccia per azione concentrata in mezzzeria:

$$f = (1/48) \times (P \times L^3) / (E \times J)$$

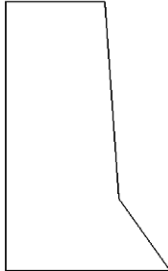
P (urto) 500 000 N

L (calcolo) 22 000 mm

E x J composto = 210 000 MPa x 1 900 000 000 mm⁴ + 33 346 MPa x 4 900 000 000 mm⁴ =

= 5.62395 x 10¹⁴ Nmm²

----- REGIONI -----



Area: 0.3554
 Perimetro: 2.7739
 Casella di delimitazione: X: -95.7183 -- -95.1584
 Y: -78.1229 -- -77.2129
 Baricentro: X: -95.5188
 Y: -77.7010
 Momenti di inerzia: X: 2145.5048
 Y: 3242.2748
 Prodotti di inerzia: XY: 2637.4625
 Raggi di girazione: X: 77.7014
 Y: 95.5189
 Momenti principali e direzione X-Y rispetto al baricentro:
 I: 0.0049 lungo [0.1244 -0.9922]
 J: 0.0259 lungo [0.9922 0.1244]

$$f = (1/48) \times (500\,000\text{ N} \times (22\,000\text{ mm})^3) / (5.62395 \times 10^{14}\text{ Nmm}^2) = \dots\dots\dots 197\text{ mm}$$

N.B.:

Per la direzione Nord, gli spazi retrostanti la protezione (d,min = 206 mm) consentirebbero di non effettuare il riempimento evitando comunque il martellamento in fase di urto (d,urto = 197 mm).

Per la direzione Sud, è necessario effettuare il riempimento per trasferire le azioni non impulsivamente al setto a sbalzo. **Tale setto è comunque stato verificato per le sollecitazioni da urto di Normativa** (v. § 6.4).

8.2.3 Verifiche SLU

| Caso | Combinazione | Sezione verifica | Dir. azioni | Flessione | | | | |
|------|--------------|------------------|-------------|-------------|-------|-------------|----------------------|--------------------------|
| | | | | M,car [Nmm] | γ [-] | M,SL [Nmm] | W [mm ³] | sig [N/mm ²] |
| SLU | SLU | mezzzeria | Vert | 697 268 248 | 1.30 | 906 448 722 | 10 251 799 | 88.4 |
| SLU | SLU | lato | Vert | 0 | 1.30 | 0 | 10 251 799 | 0.0 |

| Caso | Combinazione | Sezione verifica | Dir. azioni | Taglio | | | | |
|------|--------------|------------------|-------------|-----------|-------|----------|-----------------------|--------------------------|
| | | | | V,car [N] | γ [-] | V,SL [N] | Av [mm ²] | tau [N/mm ²] |
| SLU | SLU | mezzzeria | Vert | 0 | 1.30 | 0 | 34 200 | 0.0 |
| SLU | SLU | lato | Vert | 126 776 | 1.30 | 164 809 | 34 200 | 4.8 |

| Caso | Combinazione | Sezione verifica | Dir. azioni | sig_id [N/mm ²] | sig_lim [N/mm ²] | C.I. [%] |
|------|--------------|------------------|-------------|-----------------------------|------------------------------|----------|
| SLU | SLU | mezzzeria | Vert | 88.42 | 338.10 | 26% |
| SLU | SLU | lato | Vert | 8.35 | 338.10 | 2% |

8.2.4 Verifiche ECC - Urto

| Caso | Combinazione | Sezione verifica | Dir. azioni | Flessione | | | | |
|------------------|--------------|------------------|-------------|---------------|--------------|---------------|----------------------|--------------------------|
| | | | | M,car [Nmm] | γ [-] | M,SL [Nmm] | W [mm ³] | sig [N/mm ²] |
| Urto in mezzeria | ECC | mezzeria | Vert | 697 268 248 | 1.00 | 697 268 248 | 10 251 799 | 68.0 |
| Urto in mezzeria | ECC | mezzeria | Orizz | 2 750 000 000 | 1.00 | 2 750 000 000 | 17 046 193 | 161.3 |
| | | | | | | | | 229.3 |
| Urto in mezzeria | ECC | lato | Vert | 0 | 1.00 | 0 | 10 251 799 | 0.0 |
| Urto in mezzeria | ECC | lato | Orizz | 0 | 1.00 | 0 | 17 046 193 | 0.0 |
| | | | | | | | | 0.0 |
| Urto di lato | ECC | lato | Vert | 0 | 1.00 | 0 | 10 251 799 | 0.0 |
| Urto di lato | ECC | lato | Orizz | 0 | 1.00 | 0 | 17 046 193 | 0.0 |
| | | | | | | | | 0.0 |

| Caso | Combinazione | Sezione verifica | Dir. azioni | Taglio | | | | |
|------------------|--------------|------------------|-------------|-----------|--------------|----------|-----------------------|--------------------------|
| | | | | V,car [N] | γ [-] | V,SL [N] | Av [mm ²] | tau [N/mm ²] |
| Urto in mezzeria | ECC | mezzeria | Vert | 0 | 1.00 | 0 | 34 200 | 0.0 |
| Urto in mezzeria | ECC | mezzeria | Orizz | 250 000 | 1.00 | 250 000 | 16 000 | 15.6 |
| | | | | | | | | 15.6 |
| Urto in mezzeria | ECC | lato | Vert | 126 776 | 1.00 | 126 776 | 34 200 | 3.7 |
| Urto in mezzeria | ECC | lato | Orizz | 250 000 | 1.00 | 250 000 | 16 000 | 15.6 |
| | | | | | | | | 19.3 |
| Urto di lato | ECC | lato | Vert | 0 | 1.00 | 0 | 34 200 | 0.0 |
| Urto di lato | ECC | lato | Orizz | 500 000 | 1.00 | 500 000 | 16 000 | 31.3 |
| | | | | | | | | 31.3 |

| Caso | Combinazione | Sezione verifica | Dir. azioni | Torsione | | sig_id [N/mm ²] | sig_lim [N/mm ²] | C.I. [%] |
|------------------|--------------|------------------|-------------|-------------|-------------------------------|-----------------------------|------------------------------|----------|
| | | | | T,car [Nmm] | tau,tors [N/mm ²] | | | |
| Urto in mezzeria | ECC | mezzeria | Vert | | | | | |
| Urto in mezzeria | ECC | mezzeria | Orizz | 139 000 000 | 10.9 | | | |
| | | | | | 10.9 | 233.88 | 338.10 | 69% |
| Urto in mezzeria | ECC | lato | Vert | | | | | |
| Urto in mezzeria | ECC | lato | Orizz | 139 000 000 | 10.9 | | | |
| | | | | | 10.9 | 52.30 | 338.10 | 15% |
| Urto di lato | ECC | lato | Vert | | | | | |
| Urto di lato | ECC | lato | Orizz | 139 000 000 | 10.9 | | | |
| | | | | | 10.9 | 72.94 | 338.10 | 22% |

9 SCARICHI IN FONDAZIONE

9.1 CORDOLO LATO TANGENZIALE NORD

9.1.1 Zona di bordo

| | | | Fx [N/m] | Fz [N/m] | My [Nm/m] |
|----------------|----|-----|-------------|-------------|--------------|
| ENV-STR_bordo | Fx | MAX | 4 720 | 9 351 | 20 746 |
| ENV-STR_bordo | Fx | min | -43 597 | -63 268 | -80 044 |
| ENV-STR_bordo | Fz | MAX | 4 720 | 9 351 | 20 746 |
| ENV-STR_bordo | Fz | min | -37 110 | -65 083 | -72 110 |
| ENV-STR_bordo | My | MAX | 283 | -6 469 | 23 191 |
| ENV-STR_bordo | My | min | -38 267 | -53 209 | -82 082 |
| SLU-STR_bordo | Fx | MAX | 4 720 | 9 351 | 20 746 |
| SLU-STR_bordo | Fx | min | -43 597 | -63 268 | -80 044 |
| SLU-STR_bordo | Fz | MAX | 4 720 | 9 351 | 20 746 |
| SLU-STR_bordo | Fz | min | -37 110 | -65 083 | -72 110 |
| SLU-STR_bordo | My | MAX | 283 | -6 469 | 23 191 |
| SLU-STR_bordo | My | min | -38 267 | -53 209 | -82 082 |
| Sismica SLV | Fx | MAX | -7 817 | -29 850 | -1 650 |
| Sismica SLV | Fx | min | -26 884 | -32 267 | -52 949 |
| Sismica SLV | Fz | MAX | -13 423 | -28 817 | -17 927 |
| Sismica SLV | Fz | min | -21 278 | -33 301 | -36 672 |
| Sismica SLV | My | MAX | -7 817 | -29 850 | -1 650 |
| Sismica SLV | My | min | -26 884 | -32 267 | -52 949 |
| ECC Urto | Fx | MAX | -15 525 | -30 825 | -18 978 |
| ECC Urto | Fx | min | -19 176 | -31 293 | -35 622 |
| ECC Urto | Fz | MAX | -15 525 | -30 825 | -18 978 |
| ECC Urto | Fz | min | -19 176 | -31 293 | -35 622 |
| ECC Urto | My | MAX | -15 525 | -30 825 | -18 978 |
| ECC Urto | My | min | -19 176 | -31 293 | -35 622 |
| SLU-GEO_bordo | Fx | MAX | 1 778 | 3 963 | 14 340 |
| SLU-GEO_bordo | Fx | min | -35 586 | -50 898 | -65 914 |
| SLU-GEO_bordo | Fz | MAX | 1 778 | 3 963 | 14 340 |
| SLU-GEO_bordo | Fz | min | -29 964 | -52 471 | -59 038 |
| SLU-GEO_bordo | My | MAX | -2 068 | -9 748 | 16 459 |
| SLU-GEO_bordo | My | min | -30 967 | -42 180 | -67 680 |
| SLE Rara_bordo | Fx | MAX | -2 637 | -4 119 | 4 731 |
| SLE Rara_bordo | Fx | min | -31 378 | -46 320 | -57 003 |
| SLE Rara_bordo | Fz | MAX | -2 637 | -4 119 | 4 731 |
| SLE Rara_bordo | Fz | min | -27 053 | -47 530 | -51 714 |
| SLE Rara_bordo | My | MAX | -5 595 | -14 666 | 6 361 |
| SLE Rara_bordo | My | min | -27 825 | -39 614 | -58 361 |
| SLE Freq_bordo | Fx | MAX | -14 957 | -25 714 | -23 601 |
| SLE Freq_bordo | Fx | min | -19 637 | -31 238 | -38 583 |
| SLE Freq_bordo | Fz | MAX | -14 957 | -25 714 | -23 601 |
| SLE Freq_bordo | Fz | min | -19 503 | -33 799 | -30 367 |
| SLE Freq_bordo | My | MAX | -15 064 | -30 880 | -16 016 |
| SLE Freq_bordo | My | min | -19 637 | -31 238 | -38 583 |
| SLE QP_bordo | Fx | MAX | -17 350 | -31 059 | -27 300 |
| SLE QP_bordo | Fx | min | -17 350 | -31 059 | -27 300 |
| SLE QP_bordo | Fz | MAX | -17 350 | -31 059 | -27 300 |
| SLE QP_bordo | Fz | min | -17 350 | -31 059 | -27 300 |
| SLE QP_bordo | My | MAX | -17 350 | -31 059 | -27 300 |
| SLE QP_bordo | My | min | -17 350 | -31 059 | -27 300 |
| Sismica SLD | Fx | MAX | -12 977 | -30 609 | -15 462 |
| Sismica SLD | Fx | min | -21 724 | -31 509 | -39 138 |
| Sismica SLD | Fz | MAX | -15 736 | -30 391 | -23 272 |
| Sismica SLD | Fz | min | -18 965 | -31 727 | -31 327 |
| Sismica SLD | My | MAX | -12 977 | -30 609 | -15 462 |
| Sismica SLD | My | min | -21 724 | -31 509 | -39 138 |

9.1.2 Zona corrente

| | | | Fx | Fz | My |
|---------------|----|-----|---------|---------|---------|
| | | | [N/m] | [N/m] | [Nm/m] |
| ENV-STR_corr | Fx | MAX | -2 419 | -6 386 | 9 746 |
| ENV-STR_corr | Fx | min | -43 597 | -63 268 | -80 044 |
| ENV-STR_corr | Fz | MAX | -2 419 | -6 386 | 9 746 |
| ENV-STR_corr | Fz | min | -39 890 | -64 305 | -75 510 |
| ENV-STR_corr | My | MAX | -4 001 | -15 911 | 16 591 |
| ENV-STR_corr | My | min | -38 267 | -53 209 | -82 082 |
| SLU-STR_corr | Fx | MAX | -2 419 | -6 386 | 9 746 |
| SLU-STR_corr | Fx | min | -43 597 | -63 268 | -80 044 |
| SLU-STR_corr | Fz | MAX | -2 419 | -6 386 | 9 746 |
| SLU-STR_corr | Fz | min | -39 890 | -64 305 | -75 510 |
| SLU-STR_corr | My | MAX | -4 001 | -15 911 | 16 591 |
| SLU-STR_corr | My | min | -38 267 | -53 209 | -82 082 |
| Sismica SLV | Fx | MAX | -7 817 | -29 850 | -1 650 |
| Sismica SLV | Fx | min | -26 884 | -32 267 | -52 949 |
| Sismica SLV | Fz | MAX | -13 423 | -28 817 | -17 927 |
| Sismica SLV | Fz | min | -21 278 | -33 301 | -36 672 |
| Sismica SLV | My | MAX | -7 817 | -29 850 | -1 650 |
| Sismica SLV | My | min | -26 884 | -32 267 | -52 949 |
| ECC Urto | Fx | MAX | -15 525 | -30 825 | -18 978 |
| ECC Urto | Fx | min | -19 176 | -31 293 | -35 622 |
| ECC Urto | Fz | MAX | -15 525 | -30 825 | -18 978 |
| ECC Urto | Fz | min | -19 176 | -31 293 | -35 622 |
| ECC Urto | My | MAX | -15 525 | -30 825 | -18 978 |
| ECC Urto | My | min | -19 176 | -31 293 | -35 622 |
| SLU-GEO_corr | Fx | MAX | -4 410 | -9 676 | 4 806 |
| SLU-GEO_corr | Fx | min | -35 586 | -50 898 | -65 914 |
| SLU-GEO_corr | Fz | MAX | -4 410 | -9 676 | 4 806 |
| SLU-GEO_corr | Fz | min | -32 374 | -51 797 | -61 984 |
| SLU-GEO_corr | My | MAX | -5 781 | -17 931 | 10 739 |
| SLU-GEO_corr | My | min | -30 967 | -42 180 | -67 680 |
| SLE Rara_corr | Fx | MAX | -7 396 | -14 610 | -2 603 |
| SLE Rara_corr | Fx | min | -31 378 | -46 320 | -57 003 |
| SLE Rara_corr | Fz | MAX | -7 396 | -14 610 | -2 603 |
| SLE Rara_corr | Fz | min | -28 907 | -47 011 | -53 980 |
| SLE Rara_corr | My | MAX | -8 451 | -20 960 | 1 961 |
| SLE Rara_corr | My | min | -27 825 | -39 614 | -58 361 |
| SLE Freq_corr | Fx | MAX | -15 064 | -30 880 | -16 016 |
| SLE Freq_corr | Fx | min | -19 637 | -31 238 | -38 583 |
| SLE Freq_corr | Fz | MAX | -15 908 | -27 812 | -25 068 |
| SLE Freq_corr | Fz | min | -19 503 | -33 799 | -30 367 |
| SLE Freq_corr | My | MAX | -15 064 | -30 880 | -16 016 |
| SLE Freq_corr | My | min | -19 637 | -31 238 | -38 583 |
| SLE QP_corr | Fx | MAX | -17 350 | -31 059 | -27 300 |
| SLE QP_corr | Fx | min | -17 350 | -31 059 | -27 300 |
| SLE QP_corr | Fz | MAX | -17 350 | -31 059 | -27 300 |
| SLE QP_corr | Fz | min | -17 350 | -31 059 | -27 300 |
| SLE QP_corr | My | MAX | -17 350 | -31 059 | -27 300 |
| SLE QP_corr | My | min | -17 350 | -31 059 | -27 300 |
| Sismica SLD | Fx | MAX | -12 977 | -30 609 | -15 462 |
| Sismica SLD | Fx | min | -21 724 | -31 509 | -39 138 |
| Sismica SLD | Fz | MAX | -15 736 | -30 391 | -23 272 |
| Sismica SLD | Fz | min | -18 965 | -31 727 | -31 327 |
| Sismica SLD | My | MAX | -12 977 | -30 609 | -15 462 |
| Sismica SLD | My | min | -21 724 | -31 509 | -39 138 |

9.2 INTRADOSSO SETTO SPARTITRAFFICO A14 – PARTE ORDINARIA

9.2.1 Zona di bordo

| | | | Fx | Fz | My |
|----------------|----|-----|----------|----------|----------|
| | | | [Nm] | [Nm] | [Nm/m] |
| ENV-STR_bordo | Fx | MAX | 162 386 | -195 527 | 504 220 |
| ENV-STR_bordo | Fx | min | -127 685 | -185 953 | -366 845 |
| ENV-STR_bordo | Fz | MAX | -27 227 | -176 570 | -66 233 |
| ENV-STR_bordo | Fz | min | 50 984 | -254 383 | 218 253 |
| ENV-STR_bordo | My | MAX | 162 386 | -195 527 | 504 220 |
| ENV-STR_bordo | My | min | -127 685 | -185 953 | -366 845 |
| SLU-STR_bordo | Fx | MAX | 62 075 | -251 818 | 300 008 |
| SLU-STR_bordo | Fx | min | -40 028 | -181 035 | -233 367 |
| SLU-STR_bordo | Fz | MAX | -31 795 | -180 389 | -163 148 |
| SLU-STR_bordo | Fz | min | 50 984 | -254 383 | 218 253 |
| SLU-STR_bordo | My | MAX | 62 075 | -251 818 | 300 008 |
| SLU-STR_bordo | My | min | -40 028 | -181 035 | -233 367 |
| Sismica SLV | Fx | MAX | 162 386 | -195 527 | 504 220 |
| Sismica SLV | Fx | min | -127 685 | -185 953 | -366 845 |
| Sismica SLV | Fz | MAX | -27 227 | -176 570 | -66 233 |
| Sismica SLV | Fz | min | 61 928 | -204 910 | 203 608 |
| Sismica SLV | My | MAX | 162 386 | -195 527 | 504 220 |
| Sismica SLV | My | min | -127 685 | -185 953 | -366 845 |
| ECC Urto | Fx | MAX | 140 525 | -190 974 | 394 523 |
| ECC Urto | Fx | min | -105 824 | -190 506 | -257 148 |
| ECC Urto | Fz | MAX | -105 824 | -190 506 | -257 148 |
| ECC Urto | Fz | min | 140 525 | -190 974 | 394 523 |
| ECC Urto | My | MAX | 140 525 | -190 974 | 394 523 |
| ECC Urto | My | min | -105 824 | -190 506 | -257 148 |
| SLU-GEO_bordo | Fx | MAX | 51 601 | -194 081 | 251 308 |
| SLU-GEO_bordo | Fx | min | -32 377 | -182 329 | -193 093 |
| SLU-GEO_bordo | Fz | MAX | -25 242 | -181 769 | -132 236 |
| SLU-GEO_bordo | Fz | min | 41 989 | -196 305 | 180 452 |
| SLU-GEO_bordo | My | MAX | 51 601 | -194 081 | 251 308 |
| SLU-GEO_bordo | My | min | -32 377 | -182 329 | -193 093 |
| SLE Rara_bordo | Fx | MAX | 43 697 | -193 310 | 209 164 |
| SLE Rara_bordo | Fx | min | -20 901 | -184 270 | -132 682 |
| SLE Rara_bordo | Fz | MAX | -15 413 | -183 839 | -85 869 |
| SLE Rara_bordo | Fz | min | 36 303 | -195 021 | 154 660 |
| SLE Rara_bordo | My | MAX | 43 697 | -193 310 | 209 164 |
| SLE Rara_bordo | My | min | -20 901 | -184 270 | -132 682 |
| SLE Freq_bordo | Fx | MAX | 20 994 | -190 955 | 86 510 |
| SLE Freq_bordo | Fx | min | 10 249 | -189 403 | 33 095 |
| SLE Freq_bordo | Fz | MAX | 10 249 | -189 403 | 33 095 |
| SLE Freq_bordo | Fz | min | 19 503 | -191 424 | 79 870 |
| SLE Freq_bordo | My | MAX | 19 637 | -190 561 | 88 193 |
| SLE Freq_bordo | My | min | 10 249 | -189 403 | 33 095 |
| SLE QP_bordo | Fx | MAX | 17 350 | -190 740 | 68 688 |
| SLE QP_bordo | Fx | min | 17 350 | -190 740 | 68 688 |
| SLE QP_bordo | Fz | MAX | 17 350 | -190 740 | 68 688 |
| SLE QP_bordo | Fz | min | 17 350 | -190 740 | 68 688 |
| SLE QP_bordo | My | MAX | 17 350 | -190 740 | 68 688 |
| SLE QP_bordo | My | min | 17 350 | -190 740 | 68 688 |
| Sismica SLD | Fx | MAX | 84 793 | -192 205 | 271 148 |
| Sismica SLD | Fx | min | -50 092 | -189 274 | -133 773 |
| Sismica SLD | Fz | MAX | -3 185 | -186 686 | 6 740 |
| Sismica SLD | Fz | min | 37 886 | -194 793 | 130 635 |
| Sismica SLD | My | MAX | 84 793 | -192 205 | 271 148 |
| Sismica SLD | My | min | -50 092 | -189 274 | -133 773 |

9.2.2 Zona corrente

| | | | Fx | Fz | My |
|---------------|----|-----|----------|----------|----------|
| | | | [N/m] | [N/m] | [Nm/m] |
| ENV-STR_corr | Fx | MAX | 162 386 | -195 527 | 504 220 |
| ENV-STR_corr | Fx | min | -127 685 | -185 953 | -366 845 |
| ENV-STR_corr | Fz | MAX | -27 227 | -176 570 | -66 233 |
| ENV-STR_corr | Fz | min | 44 822 | -254 178 | 188 916 |
| ENV-STR_corr | My | MAX | 162 386 | -195 527 | 504 220 |
| ENV-STR_corr | My | min | -127 685 | -185 953 | -366 845 |
| SLU-STR_corr | Fx | MAX | 53 054 | -253 533 | 259 135 |
| SLU-STR_corr | Fx | min | -18 643 | -184 986 | -127 356 |
| SLU-STR_corr | Fz | MAX | -10 410 | -184 340 | -57 136 |
| SLU-STR_corr | Fz | min | 44 822 | -254 178 | 188 916 |
| SLU-STR_corr | My | MAX | 53 054 | -253 533 | 259 135 |
| SLU-STR_corr | My | min | -18 643 | -184 986 | -127 356 |
| Sismica SLV | Fx | MAX | 162 386 | -195 527 | 504 220 |
| Sismica SLV | Fx | min | -127 685 | -185 953 | -366 845 |
| Sismica SLV | Fz | MAX | -27 227 | -176 570 | -66 233 |
| Sismica SLV | Fz | min | 61 928 | -204 910 | 203 608 |
| Sismica SLV | My | MAX | 162 386 | -195 527 | 504 220 |
| Sismica SLV | My | min | -127 685 | -185 953 | -366 845 |
| ECC Urto | Fx | MAX | 140 525 | -190 974 | 394 523 |
| ECC Urto | Fx | min | -105 824 | -190 506 | -257 148 |
| ECC Urto | Fz | MAX | -105 824 | -190 506 | -257 148 |
| ECC Urto | Fz | min | 140 525 | -190 974 | 394 523 |
| ECC Urto | My | MAX | 140 525 | -190 974 | 394 523 |
| ECC Urto | My | min | -105 824 | -190 506 | -257 148 |
| SLU-GEO_corr | Fx | MAX | 43 783 | -195 567 | 215 884 |
| SLU-GEO_corr | Fx | min | -13 844 | -185 753 | -101 217 |
| SLU-GEO_corr | Fz | MAX | -6 709 | -185 194 | -40 360 |
| SLU-GEO_corr | Fz | min | 36 648 | -196 126 | 155 027 |
| SLU-GEO_corr | My | MAX | 43 783 | -195 567 | 215 884 |
| SLU-GEO_corr | My | min | -13 844 | -185 753 | -101 217 |
| SLE Rara_corr | Fx | MAX | 37 683 | -194 453 | 181 916 |
| SLE Rara_corr | Fx | min | -6 645 | -186 904 | -62 008 |
| SLE Rara_corr | Fz | MAX | -1 157 | -186 473 | -15 195 |
| SLE Rara_corr | Fz | min | 32 195 | -194 883 | 135 103 |
| SLE Rara_corr | My | MAX | 37 683 | -194 453 | 181 916 |
| SLE Rara_corr | My | min | -6 645 | -186 904 | -62 008 |
| SLE Freq_corr | Fx | MAX | 19 637 | -190 561 | 88 193 |
| SLE Freq_corr | Fx | min | 13 100 | -189 930 | 47 230 |
| SLE Freq_corr | Fz | MAX | 13 100 | -189 930 | 47 230 |
| SLE Freq_corr | Fz | min | 19 503 | -191 424 | 79 870 |
| SLE Freq_corr | My | MAX | 19 637 | -190 561 | 88 193 |
| SLE Freq_corr | My | min | 13 100 | -189 930 | 47 230 |
| SLE QP_corr | Fx | MAX | 17 350 | -190 740 | 68 688 |
| SLE QP_corr | Fx | min | 17 350 | -190 740 | 68 688 |
| SLE QP_corr | Fz | MAX | 17 350 | -190 740 | 68 688 |
| SLE QP_corr | Fz | min | 17 350 | -190 740 | 68 688 |
| SLE QP_corr | My | MAX | 17 350 | -190 740 | 68 688 |
| SLE QP_corr | My | min | 17 350 | -190 740 | 68 688 |
| Sismica SLD | Fx | MAX | 84 793 | -192 205 | 271 148 |
| Sismica SLD | Fx | min | -50 092 | -189 274 | -133 773 |
| Sismica SLD | Fz | MAX | -3 185 | -186 686 | 6 740 |
| Sismica SLD | Fz | min | 37 886 | -194 793 | 130 635 |
| Sismica SLD | My | MAX | 84 793 | -192 205 | 271 148 |
| Sismica SLD | My | min | -50 092 | -189 274 | -133 773 |

9.3 INTRADOSSO SETTO SPARTITRAFFICO A14 – PARTE ORDINARIA

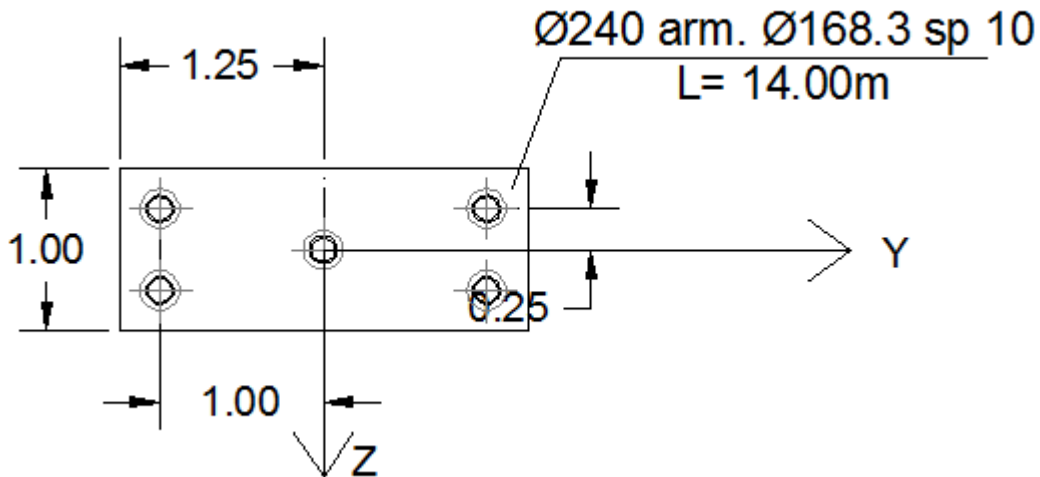
| | | | Fx | Fz | My |
|-------------|----|-----|----------|----------|----------|
| | | | [Nm] | [Nm] | [Nm/m] |
| ENV-STR | Fx | MAX | 308 428 | -407 773 | 907 243 |
| ENV-STR | Fx | min | -225 879 | -384 963 | -632 600 |
| ENV-STR | Fz | MAX | -41 438 | -367 310 | -102 354 |
| ENV-STR | Fz | min | 93 419 | -529 119 | 351 281 |
| ENV-STR | My | MAX | 308 428 | -407 773 | 907 243 |
| ENV-STR | My | min | -225 879 | -384 963 | -632 600 |
| SLU-STR | Fx | MAX | 111 687 | -528 904 | 412 854 |
| SLU-STR | Fx | min | -48 513 | -376 359 | -209 994 |
| SLU-STR | Fz | MAX | -48 510 | -376 268 | -209 974 |
| SLU-STR | Fz | min | 93 419 | -529 119 | 351 281 |
| SLU-STR | My | MAX | 111 687 | -528 904 | 412 854 |
| SLU-STR | My | min | -48 513 | -376 359 | -209 994 |
| SISMICA-SLV | Fx | MAX | 308 428 | -407 773 | 907 243 |
| SISMICA-SLV | Fx | min | -225 879 | -384 963 | -632 600 |
| SISMICA-SLV | Fz | MAX | -41 438 | -367 310 | -102 354 |
| SISMICA-SLV | Fz | min | 123 986 | -425 424 | 376 996 |
| SISMICA-SLV | My | MAX | 308 428 | -407 773 | 907 243 |
| SISMICA-SLV | My | min | -225 879 | -384 963 | -632 600 |
| ECC-Urto | Fx | MAX | 109 975 | -396 540 | 258 888 |
| ECC-Urto | Fx | min | -27 427 | -396 194 | 15 755 |
| ECC-Urto | Fz | MAX | -6 371 | -396 121 | 60 290 |
| ECC-Urto | Fz | min | 88 919 | -396 614 | 214 353 |
| ECC-Urto | My | MAX | 105 289 | -396 486 | 263 226 |
| ECC-Urto | My | min | -22 741 | -396 248 | 11 416 |
| SLU-GEO | Fx | MAX | 91 567 | -408 176 | 340 413 |
| SLU-GEO | Fx | min | -36 542 | -379 028 | -163 685 |
| SLU-GEO | Fz | MAX | -36 539 | -378 948 | -163 668 |
| SLU-GEO | Fz | min | 75 735 | -408 363 | 287 050 |
| SLU-GEO | My | MAX | 91 567 | -408 176 | 340 413 |
| SLU-GEO | My | min | -36 542 | -379 028 | -163 685 |
| SLE Rara | Fx | MAX | 79 961 | -405 451 | 293 545 |
| SLE Rara | Fx | min | -18 584 | -383 029 | -94 222 |
| SLE Rara | Fz | MAX | -18 582 | -382 968 | -94 209 |
| SLE Rara | Fz | min | 67 782 | -405 595 | 252 496 |
| SLE Rara | My | MAX | 79 961 | -405 451 | 293 545 |
| SLE Rara | My | min | -18 584 | -383 029 | -94 222 |
| SLE Freq | Fx | MAX | 46 338 | -396 630 | 155 689 |
| SLE Freq | Fx | min | 29 302 | -393 700 | 91 012 |
| SLE Freq | Fz | MAX | 29 303 | -393 688 | 91 015 |
| SLE Freq | Fz | min | 45 973 | -398 026 | 157 546 |
| SLE Freq | My | MAX | 45 973 | -398 026 | 157 546 |
| SLE Freq | My | min | 29 302 | -393 700 | 91 012 |
| SLE QP | Fx | MAX | 41 274 | -396 368 | 137 321 |
| SLE QP | Fx | min | 41 274 | -396 368 | 137 321 |
| SLE QP | Fz | MAX | 41 274 | -396 368 | 137 321 |
| SLE QP | Fz | min | 41 274 | -396 368 | 137 321 |
| SLE QP | My | MAX | 41 274 | -396 368 | 137 321 |
| SLE QP | My | min | 41 274 | -396 368 | 137 321 |
| SISMICA-SLD | Fx | MAX | 165 465 | -400 140 | 495 156 |
| SISMICA-SLD | Fx | min | -82 917 | -392 594 | -220 514 |
| SISMICA-SLD | Fz | MAX | 3 288 | -387 960 | 27 502 |
| SISMICA-SLD | Fz | min | 79 260 | -404 774 | 247 140 |
| SISMICA-SLD | My | MAX | 165 465 | -400 140 | 495 156 |
| SISMICA-SLD | My | min | -82 917 | -392 594 | -220 514 |

10 SUOLA DI FONDAZIONE SETTO IN SPARTITRAFFICO

Con metodo tirante-puntone delle sollecitazioni a testa micropali.

10.1 ZONA ORDINARIA

10.1.1 Geometria



| | |
|--|---------------|
| As,trasversale | staffe Ø20/20 |
| As,longitudinale | 1+1Ø16 |
| H,sezione | 0.80 m |
| B,sbalzo | 0.85 m |
| Rapporto B/H = 0.85 m / 0.80 m = | ~1.06 - |

→ applicabile il metodo tirante-puntone.

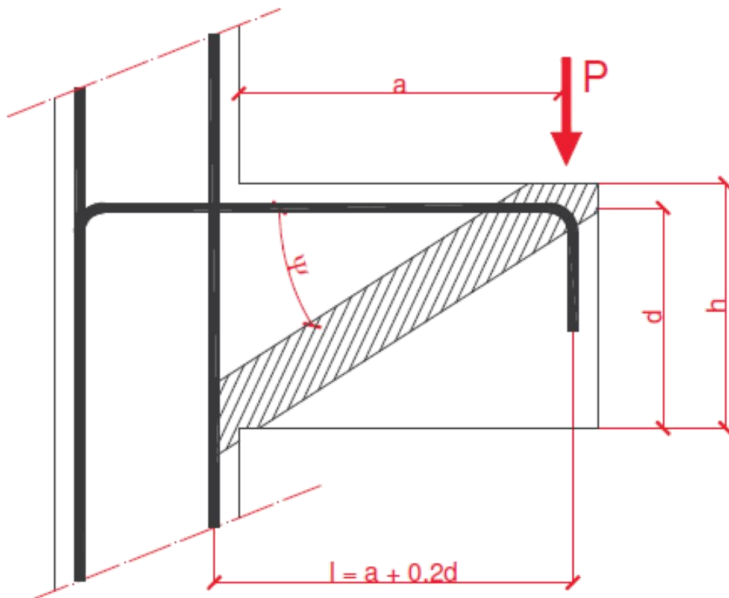
10.1.2 Sollecitazioni

| Palo | N [kN] | | | | | | M [kNm] | | | | | | V [kN] | | | | | |
|------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | STR1 | STR2 | STR3 | STR4 | STR5 | STR6 | STR1 | STR2 | STR3 | STR4 | STR5 | STR6 | STR1 | STR2 | STR3 | STR4 | STR5 | STR6 |
| 1 | -33 | 100 | 80 | -11 | -33 | 100 | 7 | 4 | 3 | 5 | 7 | 4 | 13 | 8 | 6 | 10 | 13 | 8 |
| 2 | -33 | 100 | 80 | -11 | -33 | 100 | 7 | 4 | 3 | 5 | 7 | 4 | 13 | 8 | 6 | 10 | 13 | 8 |
| 3 | 49 | 35 | 39 | 53 | 49 | 35 | 7 | 4 | 3 | 5 | 7 | 4 | 12 | 8 | 6 | 10 | 12 | 8 |
| 4 | 134 | -27 | -9 | 111 | 134 | -27 | 7 | 4 | 3 | 5 | 7 | 4 | 12 | 8 | 6 | 10 | 12 | 8 |
| 5 | 134 | -27 | -9 | 111 | 134 | -27 | 7 | 4 | 3 | 5 | 7 | 4 | 12 | 8 | 6 | 10 | 12 | 8 |
| Palo | SIS1 | SIS2 | SIS3 | SIS4 | SIS5 | SIS6 | SIS1 | SIS2 | SIS3 | SIS4 | SIS5 | SIS6 | SIS1 | SIS2 | SIS3 | SIS4 | SIS5 | SIS6 |
| 1 | -109 | 153 | 55 | -19 | -109 | 153 | 22 | 17 | 3 | 7 | 22 | 17 | 33 | 25 | 5 | 12 | 33 | 25 |
| 2 | -109 | 153 | 55 | -19 | -109 | 153 | 22 | 17 | 3 | 7 | 22 | 17 | 33 | 25 | 5 | 12 | 33 | 25 |
| 3 | 18 | 25 | 38 | 42 | 18 | 25 | 22 | 17 | 3 | 7 | 22 | 17 | 33 | 26 | 5 | 12 | 33 | 26 |
| 4 | 198 | -72 | 15 | 100 | 198 | -72 | 22 | 17 | 3 | 7 | 22 | 17 | 32 | 26 | 5 | 12 | 32 | 26 |
| 5 | 198 | -72 | 15 | 100 | 198 | -72 | 22 | 17 | 3 | 7 | 22 | 17 | 32 | 26 | 5 | 12 | 32 | 26 |
| Palo | ECC1 | ECC2 | ECC3 | ECC4 | ECC5 | ECC6 | ECC1 | ECC2 | ECC3 | ECC4 | ECC5 | ECC6 | ECC1 | ECC2 | ECC3 | ECC4 | ECC5 | ECC6 |
| 1 | -80 | 120 | 120 | -80 | -80 | 120 | 19 | 13 | 13 | 19 | 19 | 13 | 28 | 21 | 21 | 28 | 28 | 21 |
| 2 | -80 | 120 | 120 | -80 | -80 | 120 | 19 | 13 | 13 | 19 | 19 | 13 | 28 | 21 | 21 | 28 | 28 | 21 |
| 3 | 25 | 34 | 34 | 25 | 25 | 34 | 19 | 13 | 13 | 19 | 19 | 13 | 28 | 21 | 21 | 28 | 28 | 21 |
| 4 | 164 | -42 | -42 | 164 | 164 | -42 | 19 | 13 | 13 | 19 | 19 | 13 | 28 | 21 | 21 | 28 | 28 | 21 |
| 5 | 164 | -42 | -42 | 164 | 164 | -42 | 19 | 13 | 13 | 19 | 19 | 13 | 28 | 21 | 21 | 28 | 28 | 21 |
| Palo | SLER1 | SLER2 | SLER3 | SLER4 | SLER5 | SLER6 | SLER1 | SLER2 | SLER3 | SLER4 | SLER5 | SLER6 | SLER1 | SLER2 | SLER3 | SLER4 | SLER5 | SLER6 |
| 1 | -19 | 72 | 59 | -5 | -19 | 72 | 4 | 2 | 2 | 4 | 4 | 2 | 9 | 4 | 3 | 7 | 9 | 4 |
| 2 | -19 | 72 | 59 | -5 | -19 | 72 | 4 | 2 | 2 | 4 | 4 | 2 | 9 | 4 | 3 | 7 | 9 | 4 |
| 3 | 40 | 41 | 40 | 43 | 40 | 41 | 4 | 2 | 2 | 4 | 4 | 2 | 9 | 4 | 3 | 7 | 9 | 4 |
| 4 | 96 | 0 | 13 | 81 | 96 | 0 | 4 | 2 | 2 | 4 | 4 | 2 | 9 | 4 | 3 | 7 | 9 | 4 |
| 5 | 96 | 0 | 13 | 81 | 96 | 0 | 4 | 2 | 2 | 4 | 4 | 2 | 9 | 4 | 3 | 7 | 9 | 4 |
| Palo | SLEF1 | SLEF2 | SLEF3 | SLEF4 | SLEF5 | SLEF6 | SLEF1 | SLEF2 | SLEF3 | SLEF4 | SLEF5 | SLEF6 | SLEF1 | SLEF2 | SLEF3 | SLEF4 | SLEF5 | SLEF6 |
| 1 | 13 | 28 | 28 | 15 | 13 | 28 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 4 | 2 | 2 | 4 | 4 | 2 |
| 2 | 13 | 28 | 28 | 15 | 13 | 28 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 4 | 2 | 2 | 4 | 4 | 2 |
| 3 | 41 | 39 | 39 | 41 | 41 | 39 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 4 | 2 | 2 | 4 | 4 | 2 |
| 4 | 62 | 47 | 47 | 60 | 62 | 47 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 4 | 2 | 2 | 4 | 4 | 2 |
| 5 | 62 | 47 | 47 | 60 | 62 | 47 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 4 | 2 | 2 | 4 | 4 | 2 |
| Palo | SLEQP | | | | | | SLEQP | | | | | | SLEQP | | | | | |
| 1 | 18 | | | | | | 2 | | | | | | 3 | | | | | |
| 2 | 18 | | | | | | 2 | | | | | | 3 | | | | | |
| 3 | 40 | | | | | | 2 | | | | | | 3 | | | | | |
| 4 | 57 | | | | | | 2 | | | | | | 3 | | | | | |
| 5 | 57 | | | | | | 2 | | | | | | 3 | | | | | |

| N,raggruppati [kN/m] | | | | | |
|----------------------|------|------|------|------|------|
| STR1 | STR2 | STR3 | STR4 | STR5 | STR6 |
| -66 | 200 | 160 | -22 | -66 | 200 |
| 49 | 35 | 39 | 53 | 49 | 35 |
| 268 | -54 | -18 | 222 | 268 | -54 |
| | | | | | |
| SIS1 | SIS2 | SIS3 | SIS4 | SIS5 | SIS6 |
| -218 | 306 | 110 | -38 | -218 | 306 |
| 18 | 25 | 38 | 42 | 18 | 25 |
| 396 | -144 | 30 | 200 | 396 | -144 |
| | | | | | |
| ECC1 | ECC2 | ECC3 | ECC4 | ECC5 | ECC6 |
| -160 | 240 | 240 | -160 | -160 | 240 |
| 25 | 34 | 34 | 25 | 25 | 34 |
| 328 | -84 | -84 | 328 | 328 | -84 |

| | | |
|-----------|------|--------|
| N,T-P_min | -218 | [kN/m] |
| N,T-P_MAX | 396 | [kN/m] |

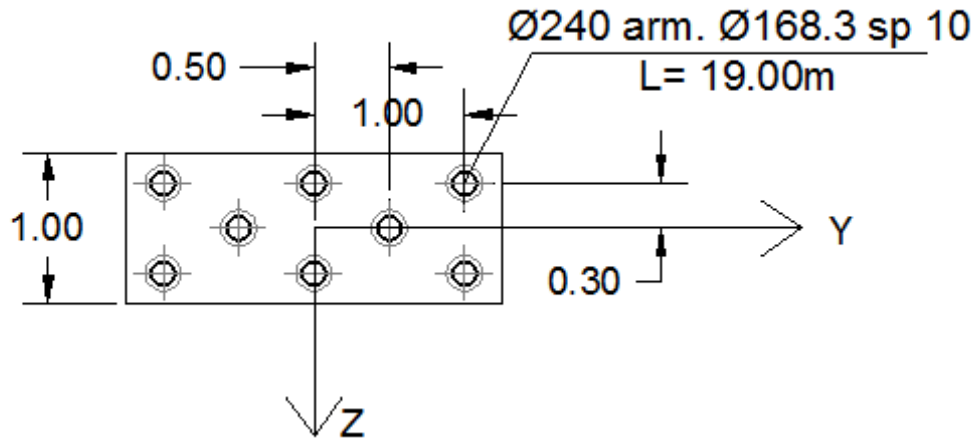
10.1.3 Verifica tirante-puntone



| | | | |
|---------|-----------|--------------------|-------------------------------|
| fck | 28.0 | N/mm ² | |
| γc | 1.50 | - | |
| fcd | 15.87 | N/mm ² | |
| fyd | 391.3 | N/mm ² | |
| b | 1.000 | [m] | : larghezza mensola |
| h | 0.800 | [m] | : altezza sezione |
| c | 0.050 | [m] | : copriferro |
| d | 0.750 | [m] | : altezza utile |
| a | 0.600 | [m] | : braccio forzante |
| l | 0.750 | [m] | : lunghezza traliccio |
| 0.9 x d | 0.675 | [m] | : altezza traliccio |
| ψ | 0.733 | [rad] | : inclinazione puntone |
| | 41.99 | [°] | |
| 5 | ∅ | 20 | : armatura disposta |
| As,disp | 15.71 | [cm ²] | |
| P | 396 000 | [N] | : azione punzonante |
| Pc,Rd | 1 592 136 | [N] | : resistenza biella compressa |
| | 24.9% | [%] | : impegno biella compressa |
| Pt,Rd | 553 187 | [N] | : resistenza armatura tesa |
| | 71.6% | [%] | : impegno armatura tesa |

10.2 ZONA DI TRANSIZIONE

10.2.1 Geometria



| | |
|--|---------------|
| As,trasversale | staffe Ø20/10 |
| As,longitudinale | 1+1Ø16 |
| H,sezione | 0.80 m |
| B,sbalzo | 0.85 m |
| Rapporto B/H = 0.85 m / 0.80 m = | ~1.06 - |

→ applicabile il metodo tirante-puntone.

10.2.2 Sollecitazioni

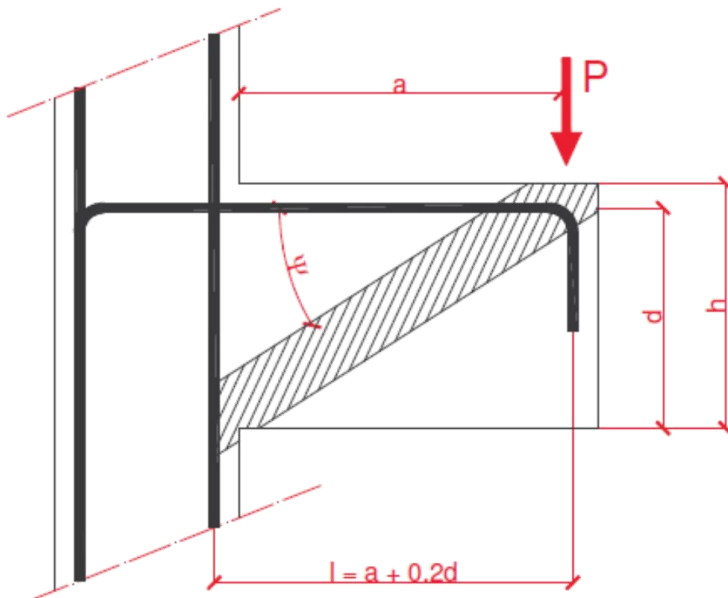
| Palo | N [kN] | | | | | | M [kNm] | | | | | | V [kN] | | | | | |
|------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | STR1 | STR2 | STR3 | STR4 | STR5 | STR6 | STR1 | STR2 | STR3 | STR4 | STR5 | STR6 | STR1 | STR2 | STR3 | STR4 | STR5 | STR6 |
| 1 | -39 | 98 | 98 | -23 | -39 | 98 | 8 | 3 | 3 | 6 | 8 | 3 | 14 | 6 | 6 | 12 | 14 | 6 |
| 6 | -39 | 98 | 98 | -23 | -39 | 98 | 8 | 3 | 3 | 6 | 8 | 3 | 14 | 6 | 6 | 12 | 14 | 6 |
| 4 | 9 | 74 | 74 | 19 | 9 | 74 | 8 | 3 | 3 | 6 | 8 | 3 | 14 | 6 | 6 | 12 | 14 | 6 |
| 2 | 68 | 48 | 48 | 68 | 68 | 48 | 8 | 3 | 3 | 6 | 8 | 3 | 14 | 6 | 6 | 12 | 14 | 6 |
| 7 | 68 | 48 | 48 | 68 | 68 | 48 | 8 | 3 | 3 | 6 | 8 | 3 | 14 | 6 | 6 | 12 | 14 | 6 |
| 5 | 120 | 21 | 21 | 112 | 120 | 21 | 8 | 3 | 3 | 6 | 8 | 3 | 14 | 6 | 6 | 12 | 14 | 6 |
| 3 | 171 | -5 | -5 | 154 | 171 | -5 | 8 | 3 | 3 | 6 | 8 | 3 | 14 | 6 | 6 | 12 | 14 | 6 |
| 8 | 171 | -5 | -5 | 154 | 171 | -5 | 8 | 3 | 3 | 6 | 8 | 3 | 14 | 6 | 6 | 12 | 14 | 6 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Palo | SIS1 | SIS2 | SIS3 | SIS4 | SIS5 | SIS6 | SIS1 | SIS2 | SIS3 | SIS4 | SIS5 | SIS6 | SIS1 | SIS2 | SIS3 | SIS4 | SIS5 | SIS6 |
| 1 | -193 | 223 | 73 | -45 | -193 | 223 | 27 | 19 | 3 | 9 | 27 | 19 | 39 | 28 | 5 | 16 | 39 | 28 |
| 6 | -193 | 223 | 73 | -45 | -193 | 223 | 27 | 19 | 3 | 9 | 27 | 19 | 39 | 28 | 5 | 16 | 39 | 28 |
| 4 | -82 | 137 | 60 | -2 | -82 | 137 | 27 | 19 | 3 | 9 | 27 | 19 | 39 | 28 | 5 | 16 | 39 | 28 |
| 2 | 44 | 45 | 46 | 54 | 44 | 45 | 27 | 19 | 3 | 9 | 27 | 19 | 39 | 28 | 5 | 16 | 39 | 28 |
| 7 | 44 | 45 | 46 | 54 | 44 | 45 | 27 | 19 | 3 | 9 | 27 | 19 | 39 | 28 | 5 | 16 | 39 | 28 |
| 5 | 177 | -44 | 32 | 104 | 177 | -44 | 27 | 19 | 3 | 9 | 27 | 19 | 38 | 28 | 5 | 16 | 38 | 28 |
| 3 | 305 | -122 | 18 | 153 | 305 | -122 | 27 | 19 | 3 | 9 | 27 | 19 | 38 | 29 | 5 | 15 | 38 | 29 |
| 8 | 305 | -122 | 18 | 153 | 305 | -122 | 27 | 19 | 3 | 9 | 27 | 19 | 38 | 29 | 5 | 15 | 38 | 29 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Palo | ECC1 | ECC2 | ECC3 | ECC4 | ECC5 | ECC6 | ECC1 | ECC2 | ECC3 | ECC4 | ECC5 | ECC6 | ECC1 | ECC2 | ECC3 | ECC4 | ECC5 | ECC6 |
| 1 | -21 | 49 | 37 | -9 | -22 | 50 | 8 | 2 | 0 | 6 | 7 | 2 | 14 | 3 | 1 | 11 | 13 | 3 |
| 6 | -21 | 49 | 37 | -9 | -22 | 50 | 8 | 2 | 0 | 6 | 7 | 2 | 14 | 3 | 1 | 11 | 13 | 3 |
| 4 | 11 | 49 | 43 | 20 | 11 | 50 | 8 | 2 | 0 | 6 | 7 | 2 | 14 | 3 | 1 | 11 | 13 | 3 |
| 2 | 50 | 50 | 50 | 51 | 50 | 50 | 8 | 2 | 0 | 6 | 7 | 2 | 14 | 3 | 1 | 11 | 13 | 3 |
| 7 | 50 | 50 | 50 | 51 | 50 | 50 | 8 | 2 | 0 | 6 | 7 | 2 | 14 | 3 | 1 | 11 | 13 | 3 |
| 5 | 86 | 50 | 56 | 80 | 86 | 49 | 8 | 2 | 0 | 6 | 7 | 2 | 14 | 3 | 1 | 11 | 13 | 3 |
| 3 | 120 | 50 | 62 | 107 | 121 | 49 | 8 | 2 | 0 | 6 | 7 | 2 | 14 | 3 | 1 | 11 | 13 | 3 |
| 8 | 120 | 50 | 62 | 107 | 121 | 49 | 8 | 2 | 0 | 6 | 7 | 2 | 14 | 3 | 1 | 11 | 13 | 3 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Palo | SLER1 | SLER2 | SLER3 | SLER4 | SLER5 | SLER6 | SLER1 | SLER2 | SLER3 | SLER4 | SLER5 | SLER6 | SLER1 | SLER2 | SLER3 | SLER4 | SLER5 | SLER6 |
| 1 | -23 | 71 | 71 | -13 | -23 | 71 | 5 | 1 | 1 | 4 | 5 | 1 | 10 | 2 | 2 | 8 | 10 | 2 |
| 6 | -23 | 71 | 71 | -13 | -23 | 71 | 5 | 1 | 1 | 4 | 5 | 1 | 10 | 2 | 2 | 8 | 10 | 2 |
| 4 | 11 | 60 | 60 | 17 | 11 | 60 | 5 | 1 | 1 | 4 | 5 | 1 | 10 | 2 | 2 | 8 | 10 | 2 |
| 2 | 52 | 48 | 48 | 52 | 52 | 48 | 5 | 1 | 1 | 4 | 5 | 1 | 10 | 2 | 2 | 8 | 10 | 2 |
| 7 | 52 | 48 | 48 | 52 | 52 | 48 | 5 | 1 | 1 | 4 | 5 | 1 | 10 | 2 | 2 | 8 | 10 | 2 |
| 5 | 89 | 36 | 36 | 83 | 89 | 36 | 5 | 1 | 1 | 4 | 5 | 1 | 10 | 2 | 2 | 8 | 10 | 2 |
| 3 | 124 | 25 | 25 | 114 | 124 | 25 | 5 | 1 | 1 | 4 | 5 | 1 | 10 | 2 | 2 | 8 | 10 | 2 |
| 8 | 124 | 25 | 25 | 114 | 124 | 25 | 5 | 1 | 1 | 4 | 5 | 1 | 10 | 2 | 2 | 8 | 10 | 2 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Palo | SLEF1 | SLEF2 | SLEF3 | SLEF4 | SLEF5 | SLEF6 | SLEF1 | SLEF2 | SLEF3 | SLEF4 | SLEF5 | SLEF6 | SLEF1 | SLEF2 | SLEF3 | SLEF4 | SLEF5 | SLEF6 |
| 1 | 9 | 25 | 25 | 9 | 9 | 25 | 3 | 2 | 2 | 3 | 3 | 2 | 6 | 4 | 4 | 6 | 6 | 4 |
| 6 | 9 | 25 | 25 | 9 | 9 | 25 | 3 | 2 | 2 | 3 | 3 | 2 | 6 | 4 | 4 | 6 | 6 | 4 |
| 4 | 30 | 38 | 38 | 30 | 30 | 38 | 3 | 2 | 2 | 3 | 3 | 2 | 6 | 4 | 4 | 6 | 6 | 4 |
| 2 | 51 | 50 | 50 | 51 | 51 | 50 | 3 | 2 | 2 | 3 | 3 | 2 | 6 | 4 | 4 | 6 | 6 | 4 |
| 7 | 51 | 50 | 50 | 51 | 51 | 50 | 3 | 2 | 2 | 3 | 3 | 2 | 6 | 4 | 4 | 6 | 6 | 4 |
| 5 | 70 | 62 | 62 | 71 | 71 | 62 | 3 | 2 | 2 | 3 | 3 | 2 | 6 | 4 | 4 | 6 | 6 | 4 |
| 3 | 89 | 72 | 72 | 89 | 89 | 72 | 3 | 2 | 2 | 3 | 3 | 2 | 6 | 4 | 4 | 6 | 6 | 4 |
| 8 | 89 | 72 | 72 | 89 | 89 | 72 | 3 | 2 | 2 | 3 | 3 | 2 | 6 | 4 | 4 | 6 | 6 | 4 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Palo | SLEQP | | | | | | SLEQP | | | | | | SLEQP | | | | | |
| 1 | 14 | | | | | | 3 | | | | | | 5 | | | | | |
| 6 | 14 | | | | | | 3 | | | | | | 5 | | | | | |
| 4 | 32 | | | | | | 3 | | | | | | 5 | | | | | |
| 2 | 50 | | | | | | 3 | | | | | | 5 | | | | | |
| 7 | 50 | | | | | | 3 | | | | | | 5 | | | | | |
| 5 | 68 | | | | | | 3 | | | | | | 5 | | | | | |
| 3 | 84 | | | | | | 3 | | | | | | 5 | | | | | |
| 8 | 84 | | | | | | 3 | | | | | | 5 | | | | | |

| N,raggruppati x file [kN/m] | | | | | | N,raggruppati x blocchi [kN/m] | | | | | |
|-----------------------------|------|------|------|------|------|--------------------------------|------|------|------|------|------|
| STR1 | STR2 | STR3 | STR4 | STR5 | STR6 | STR1 | STR2 | STR3 | STR4 | STR5 | STR6 |
| -78 | 196 | 196 | -46 | -78 | 196 | -69 | 270 | 270 | -27 | -69 | 270 |
| 9 | 74 | 74 | 19 | 9 | 74 | | | | | | |
| 136 | 96 | 96 | 136 | 136 | 96 | 136 | 96 | 96 | 136 | 136 | 96 |
| 120 | 21 | 21 | 112 | 120 | 21 | | | | | | |
| 342 | -10 | -10 | 308 | 342 | -10 | 462 | 11 | 11 | 420 | 462 | 11 |
| | | | | | | | | | | | |
| SIS1 | SIS2 | SIS3 | SIS4 | SIS5 | SIS6 | SIS1 | SIS2 | SIS3 | SIS4 | SIS5 | SIS6 |
| -386 | 446 | 146 | -90 | -386 | 446 | -468 | 583 | 206 | -92 | -468 | 583 |
| -82 | 137 | 60 | -2 | -82 | 137 | | | | | | |
| 88 | 90 | 92 | 108 | 88 | 90 | 88 | 90 | 92 | 108 | 88 | 90 |
| 177 | -44 | 32 | 104 | 177 | -44 | | | | | | |
| 610 | -244 | 36 | 306 | 610 | -244 | 787 | -288 | 68 | 410 | 787 | -288 |
| | | | | | | | | | | | |
| ECC1 | ECC2 | ECC3 | ECC4 | ECC5 | ECC6 | ECC1 | ECC2 | ECC3 | ECC4 | ECC5 | ECC6 |
| -42 | 98 | 74 | -18 | -44 | 100 | -31 | 147 | 117 | 2 | -33 | 150 |
| 11 | 49 | 43 | 20 | 11 | 50 | | | | | | |
| 100 | 100 | 100 | 102 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 102 | 100 | 100 |
| 86 | 50 | 56 | 80 | 86 | 49 | | | | | | |
| 240 | 100 | 124 | 214 | 242 | 98 | 326 | 150 | 180 | 294 | 328 | 147 |

| N,raggruppati x file [kN/m] | | | N,raggruppati x blocchi [kN/m] | | |
|-----------------------------|------|--------|--------------------------------|------|--------|
| N,T-P_min | -386 | [kN/m] | N,T-P_min | -468 | [kN/m] |
| N,T-P_MAX | 610 | [kN/m] | N,T-P_MAX | 787 | [kN/m] |

Cautelativamente si considerano le sollecitazioni agenti sui blocchi di pali di un solo lato (raggruppati per blocchi) agenti con il braccio maggiore.

10.2.3 Verifica tirante-puntone



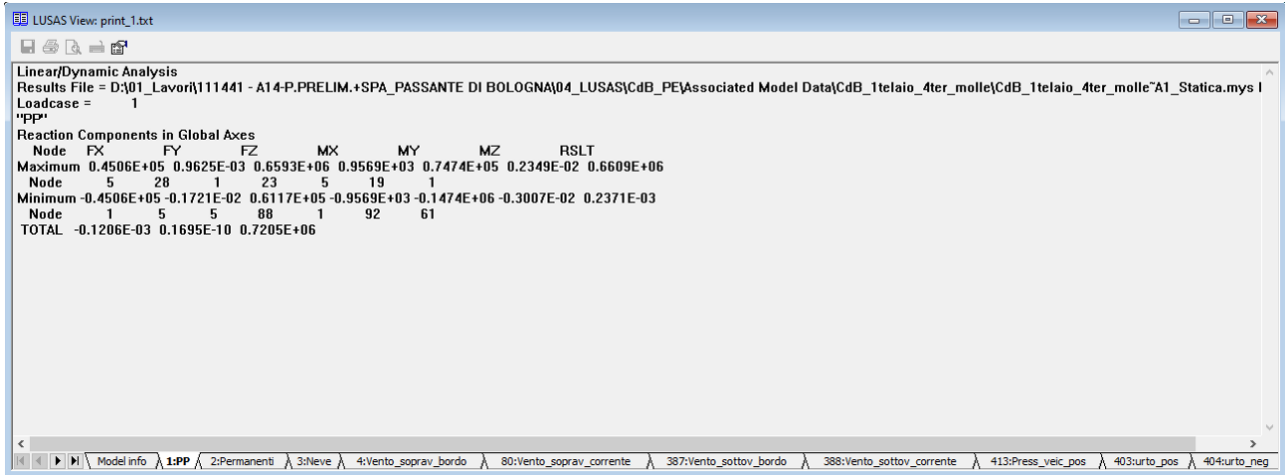
| | | | |
|---------|-----------|--------------------|-------------------------------|
| fck | 28.0 | N/mm ² | |
| γc | 1.50 | - | |
| fcd | 15.87 | N/mm ² | |
| fyd | 391.3 | N/mm ² | |
| b | 1.000 | [m] | : larghezza mensola |
| h | 0.800 | [m] | : altezza sezione |
| c | 0.050 | [m] | : copriferro |
| d | 0.750 | [m] | : altezza utile |
| a | 0.600 | [m] | : braccio forzante |
| l | 0.750 | [m] | : lunghezza traliccio |
| 0.9 x d | 0.675 | [m] | : altezza traliccio |
| ψ | 0.733 | [rad] | : inclinazione puntone |
| | 41.99 | [°] | |
| 10 | ∅ | 20 | : armatura disposta |
| As,disp | 31.42 | [cm ²] | |
| P | 787 000 | [N] | : azione punzonante |
| Pc,Rd | 1 592 136 | [N] | : resistenza biella compressa |
| | 49.4% | [%] | : impegno biella compressa |
| Pt,Rd | 1 106 375 | [N] | : resistenza armatura tesa |
| | 71.1% | [%] | : impegno armatura tesa |

11 PALO DI FONDAZIONE TN

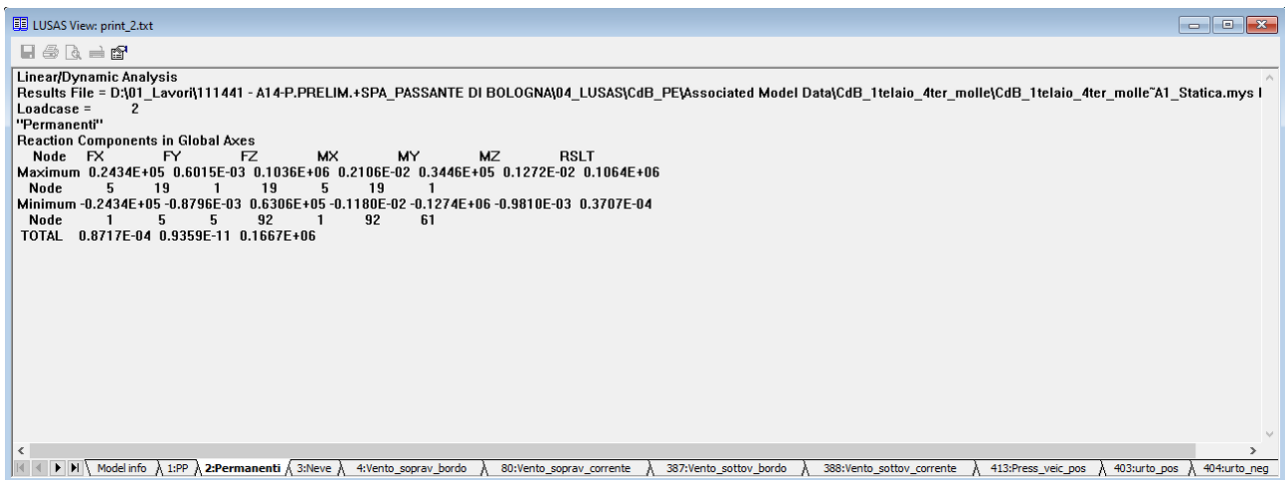
Le verifiche strutturali dei pali di fondazione sono riportate in altro elaborato.

12 VALIDAZIONE DEI RISULTATI DEL CALCOLO

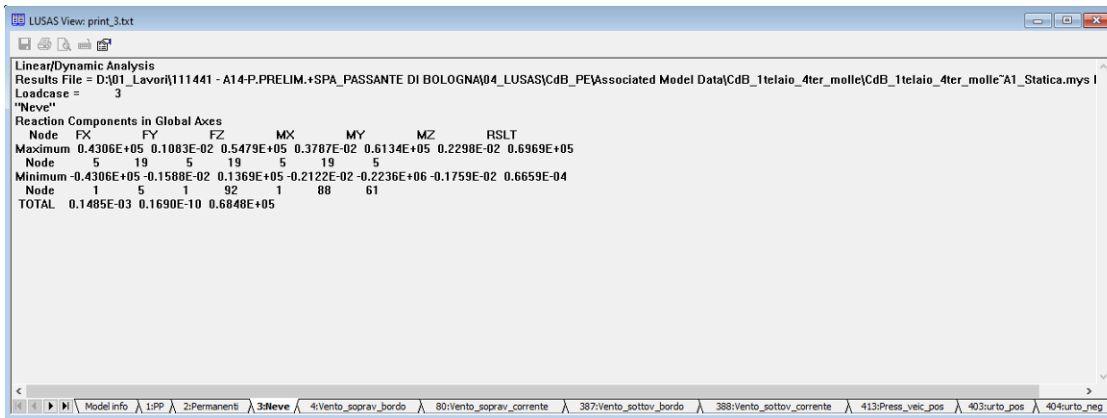
Calcolo manuale delle massime azioni verticali.



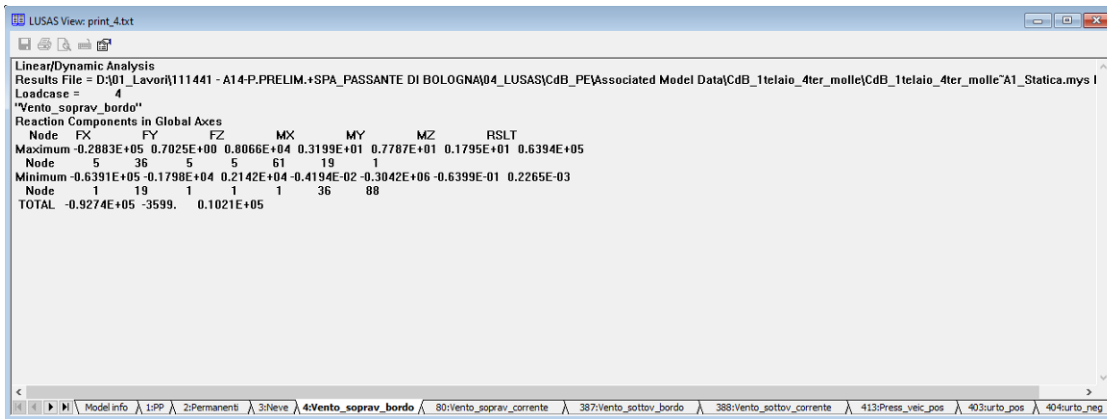
$$PP_{tot} = 1.1541.67 \text{ m} \times 1660 \text{ N/m}_{HEA550} + 7 \times 4.00 \text{ m} \times 663 \text{ N/m}_{IPE400} + 2 \times 4.00 \text{ m} \times 1250 \text{ N/m} + 25.0 \text{ kN/m}^3 \times (5.10 \text{ m} \times 0.80 \text{ m} \times 4.00 \text{ m} + 0.80 \text{ m} \times 2.50 \text{ m} \times 4.00 \text{ m}) = \dots\dots\dots 720\ 396 \text{ N}$$



$$Permanenti_{tot} = 600 \text{ N/m}^2 \times 4.00 \text{ m} \times (2 \times 6.80 \text{ m}_{verticale} + 15.85 \text{ m}_{orizzontale}) + 24\ 000 \text{ N/m} \times 4.00 \text{ m} = \dots\dots\dots 166\ 680 \text{ N}$$



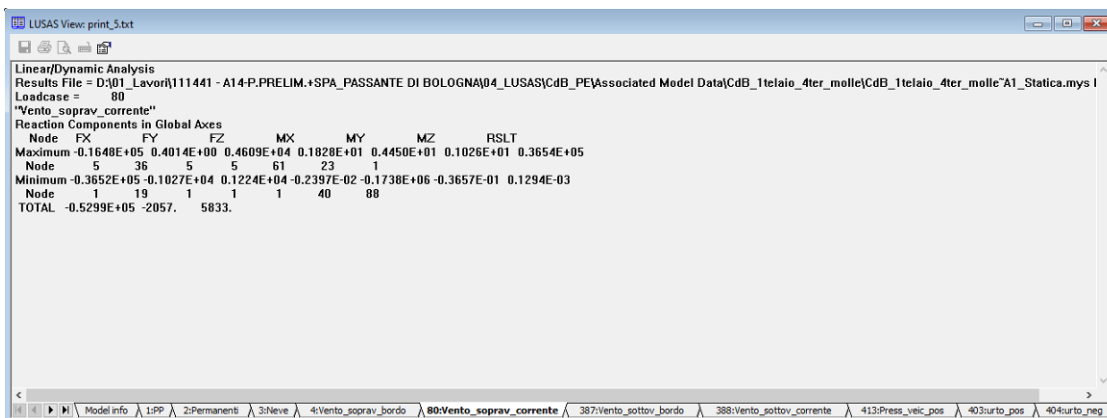
Neve,tot = 1080 N/m² x 4.00 m x 15.85 m = 68 472 N



Vento,tot (sopravento bordo)

X = 920 N/m² x 4.00 m x (2.275 x 6.80 m + 2.1 x 5.10 m) = 96 342 N

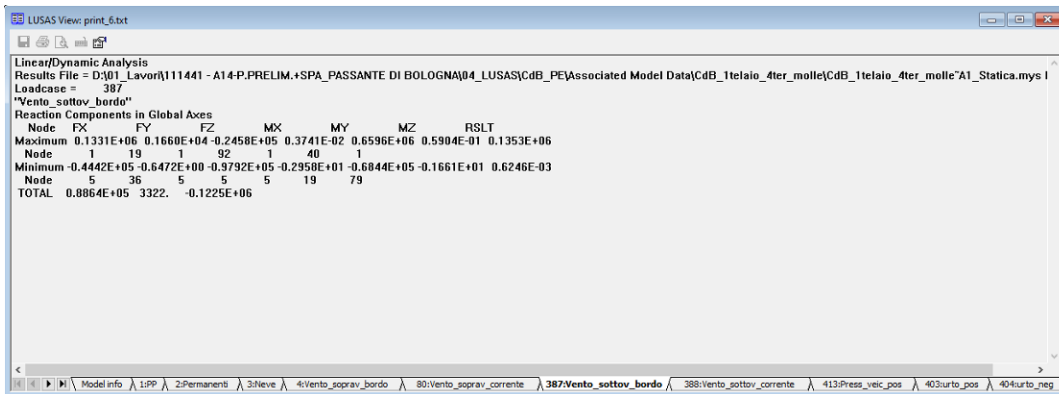
Z = 920 N/m² x 4.00 m x (0.175 x 15.85 m) = 10 207 N



Vento,tot (sopravento corrente)

X = 920 N/m² x 4.00 m x (1.3 x 6.80 m + 1.2 x 5.10 m) = 55 053 N

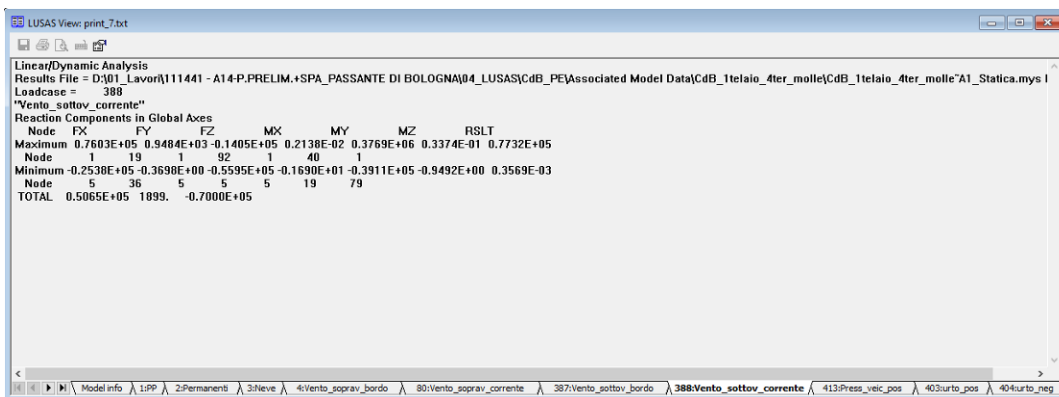
Z = 920 N/m² x 4.00 m x (0.1 x 15.85 m) = 5 833 N



Vento,tot (sottovento bordo)

$$X = 920 \text{ N/m}^2 \times 4.00 \text{ m} \times (2.1 \times 6.80 \text{ m} + 2.1 \times 5.10 \text{ m}) = \dots\dots\dots 91\,963 \text{ N}$$

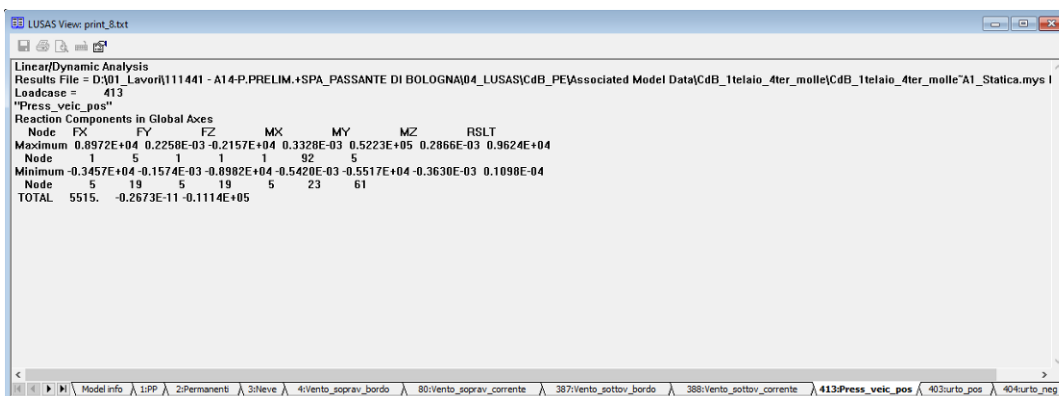
$$Z = 920 \text{ N/m}^2 \times 4.00 \text{ m} \times (2.1 \times 15.85 \text{ m}) = \dots\dots\dots 122\,489 \text{ N}$$



Vento,tot (sottovento corrente)

$$X = 920 \text{ N/m}^2 \times 4.00 \text{ m} \times (1.2 \times 6.80 \text{ m} + 1.2 \times 5.10 \text{ m}) = \dots\dots\dots 52\,550 \text{ N}$$

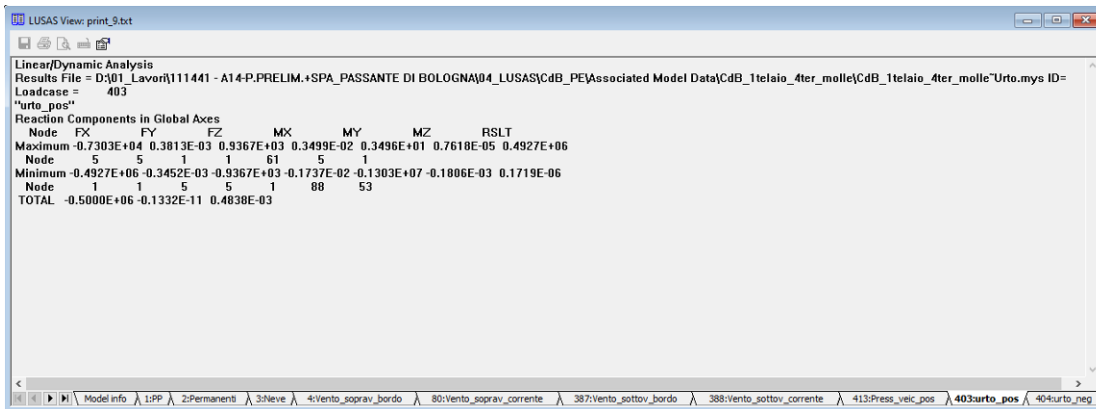
$$Z = 920 \text{ N/m}^2 \times 4.00 \text{ m} \times (1.2 \times 15.85 \text{ m}) = \dots\dots\dots 69\,994 \text{ N}$$



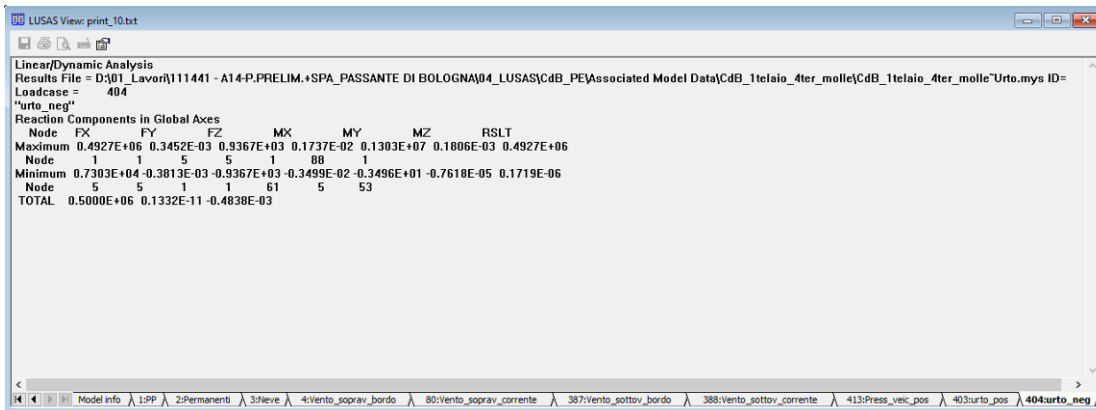
Pressione veicolare

$$X = 200 \text{ N/m}^2 \times 4.00 \text{ m} \times 6.80 \text{ m} = \dots\dots\dots 5\,440 \text{ N}$$

$$Z = 170 \text{ N/m}^2 \times 4.00 \text{ m} \times 15.85 = \dots\dots\dots 10\,778 \text{ N}$$



Urto 500 kN



Urto 500 kN