



Alla PERI s.r.l.
Via G. Pascoli n. 1/E
20060 Basiano (MI)
peri@pec.it

E, p.c.

All' Ispettorato Nazionale del Lavoro
Direzione Centrale vigilanza, affari legali
e contenzioso
dcvigilanza@pec.ispettorato.gov.it

All' Ispettorato Territoriale del Lavoro di
Milano - Lodi
ITL.Milano-Lodi@pec.ispettorato.gov.it

LORO SEDI

Oggetto: Articolo 131, comma 2, del decreto legislativo 9 aprile 2008, n. 81 e successive modificazioni. Autorizzazione alla costruzione e all'impiego del ponteggio da costruzione a montanti, correnti e traversi prefabbricati denominato "PERI UP ROSETT FLEX", per utilizzo su campate da m 0,250/ 0,335/ 0,375/ 0,500/ 0,670/ 0,720/ 0,750/ 1,000/ 1,040/ 1,250/ 1,500/ 1,750/ 2,000/ 2,250/ 2,500/ 2,750/ 3,000, con impalcato formato da tavole metalliche prefabbricate.

VISTI il titolo IV, capo II, sezione V - articoli da 131 a 138, del decreto legislativo 9 aprile 2008, n. 81 e successive modificazioni;

VISTA l'istanza del 26 giugno 2017, presentata ai sensi dell'articolo 131, comma 2, del d.lgs. n. 81 del 2008 dalla Peri s.r.l. (prot. n. 32/0013091/MA001.A005.7867 del 6 luglio 2017), codice fiscale 07071100155, relativa al ponteggio da costruzione a montanti, correnti e traversi prefabbricati denominato "PERI UP ROSETT FLEX", per utilizzo su campate da m 0,250/ 0,335/ 0,375/ 0,500/ 0,670/ 0,720/ 0,750/ 1,000/ 1,040/ 1,250/ 1,500/ 1,750/ 2,000/ 2,250/ 2,500/ 2,750/ 3,000, con impalcato formato da tavole metalliche prefabbricate, nonché le successive integrazioni prot. n. 32/0018952/MA001.A005 del 30 ottobre 2017, prot. n. 16285 del 3 settembre 2018 e prot. n. 21197 del 15 novembre 2018;

VISTA la relazione tecnica a corredo della predetta istanza di autorizzazione e le successive integrazioni e modifiche;

VISTI i certificati di prova allegati alla predetta documentazione tecnica;

CONSIDERATO CHE si rende necessario tener conto dell'evoluzione del progresso tecnico riguardante la costruzione e l'impiego dei ponteggi metallici fissi;

TENUTO CONTO CHE questa Direzione Generale ha provveduto, per le predette esigenze connesse all'aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni adottate con decreto interministeriale 17 gennaio 2018, alla costituzione di un apposito Gruppo di lavoro per l'elaborazione di indicazioni tecniche in materia di costruzione e impiego di ponteggi metallici fissi, aggiornate all'evoluzione del progresso tecnico;

SENTITO il Gruppo di lavoro con funzioni consultive per l'esame della documentazione relativa al rilascio delle autorizzazioni di cui all'articolo 131 del decreto legislativo 9 aprile 2008 n. 81, costituito con decreto direttoriale n. 13/2017;

SI AUTORIZZA

La Peri s.r.l., con sede legale in via G. Pascoli n. 1/E, 20060 Basiano (MI), codice fiscale 07071100155, alla costruzione e all'impiego del ponteggio da costruzione a montanti, correnti e traversi prefabbricati denominato "PERI UP ROSETT FLEX", per utilizzo su campate da m 0,25/0,335/0,375/0,5/0,67/0,72/0,75/1,0/1,04/1,25/1,5/ 1,75/2,0/2,25/2,5/2,75/3,0, con impalcato formato da tavole metalliche prefabbricate, composto con gli elementi e realizzato secondo gli schemi risultanti dall'allegato A alla relazione tecnica a corredo dell'istanza.

Si approvano le istruzioni di cui al capitolo V della stessa relazione tecnica, per il calcolo di ponteggi di altezza superiore a 20 m e/o altre opere provvisorie di notevole importanza e complessità, i quali – ai sensi dell'articolo 133 del decreto legislativo del 9 aprile 2008, n. 81 e successive modificazioni – devono essere realizzati in base a un progetto firmato da un ingegnere o architetto abilitato a norma di legge all'esercizio della professione.

L'allegato A e il capitolo V della relazione tecnica formano parte integrante della presente autorizzazione, che si intende rilasciata per il ponteggio composto con gli elementi aventi le caratteristiche tecniche e dimensionali risultanti dalla medesima relazione tecnica, sue integrazioni e modifiche e dai certificati alla stessa allegati. Copia di tale documentazione resta depositata presso questo Ministero e presso l'Ispettorato Territoriale del Lavoro cui la presente è indirizzata per conoscenza.

L'autorizzazione è subordinata all'osservanza delle vigenti disposizioni legislative, regolamentari e di buona tecnica nonché alle seguenti specifiche condizioni:

1. il ponteggio, in tutte le sue parti costruttive, sia realizzato in conformità a quanto indicato nella relazione tecnica innanzi richiamata;
2. sia consentito il controllo del ponteggio in tutte le fasi della produzione e commercializzazione mediante il prelievo da parte di questo Ministero - che ne rilascia apposita dichiarazione - di campioni degli elementi costituenti il ponteggio stesso in numero sufficiente ad effettuare le analisi, le prove e le ricerche necessarie. Le spese relative a tale prelievo, nonché alle analisi, alle prove e alle ricerche necessarie sono a totale carico del titolare dell'autorizzazione;

3. sia consegnata - all'atto della vendita, del noleggio o della concessione in uso a qualsiasi titolo - copia della presente autorizzazione e delle parti della relazione tecnica (capitoli IV, V, VI e VII) concernenti il calcolo del ponteggio, le istruzioni per le prove di carico, le istruzioni di montaggio, impiego e smontaggio, gli schemi tipo di ponteggio. La predetta documentazione, completa delle integrazioni e modifiche citate nella premessa, deve essere riprodotta dal titolare dell'autorizzazione in un apposito libretto da depositare, entro tre mesi dalla data del presente provvedimento, sia in formato cartaceo che elettronico, presso questa Direzione Generale e presso l'Ispettorato Territoriale del Lavoro in indirizzo.

Non è consentito l'impiego di elementi non contemplati dalla presente autorizzazione per la realizzazione di ponteggi secondo gli schemi di cui all'allegato A.

Per quanto attiene alla durata della presente autorizzazione, si precisa che al termine delle attività del Gruppo di lavoro richiamato in premessa questo Ministero adotterà istruzioni tecniche aggiornate all'evoluzione del progresso tecnico. In base a tali istruzioni, il fabbricante sarà tenuto a presentare una nuova istanza per il rilascio di un'autorizzazione che andrà a sostituire l'attuale.

La presente autorizzazione può essere sospesa o revocata in caso di accertate inosservanze delle vigenti disposizioni e delle predette condizioni.

Il Direttore Generale
Romolo de Camillis



Firmato digitalmente da DE
CAMILLIS ROMOLO
C=IT
O=MINISTERO DEL LAVORO E
DELLE POLITICHE SOCIALI

MTP

Documento firmato digitalmente ai sensi degli articoli 20 e 21 del d.lgs. 7 marzo 2005, n. 82

Ditta: PERI S.r.l.
Sede Legale: 20060 Basiano (MI), Via G. Carducci, 8
Stabilimento: Via I Maggio, 19 – 26010 Pozzaglio ed Uniti (CR) - Italia

PONTEGGIO METALLICO FISSO A MONTANTI E TRAVERSI PREFABBRICATI PER LAVORI DI COSTRUZIONE

Denominazione commerciale: PERI UP ROSETT FLEX
Tipo: montanti e traverzi prefabbricati
Interasse campate: ≤ 3.0 m

AUTORIZZAZIONE ALLA COSTRUZIONE ED ALL'IMPIEGO

RELAZIONE



14/11/2018



PERI S.r.l.
ING. Meroni Roberto
Legale Rappresentante



| | | |
|--|---|------------|
| 3.13 | Prototipo di insieme del ponteggio | 85 |
| 3.13.1 | Prova su Prototipo di ponteggio metallico a montanti e traversi prefabbricati, con tavole metalliche e campi da 3 m | 85 |
| 3.13.2 | Prove materiali | 87 |
| 3.14 | Prove sui tubi a sezione circolare | 88 |
| 3.14.1 | Tubo saldato Ø 38x3.2 mm S275J | 88 |
| 3.14.2 | Tubo saldato Ø 38x5 mm S275J | 88 |
| 3.14.3 | Tubo saldato Ø 42.4x2.6 mm S235J | 89 |
| 3.14.4 | Tubo saldato Ø 48,3x3.2 mm S275J | 89 |
| 3.14.5 | Tubo saldato Ø 48.3x3.6 S355J | 89 |
| 3.14.6 | Tubo saldato Ø 57x3.2 mm S275J | 90 |
| 3.15 | Prove sul collegamento montante-corrente, montante-traverso | 90 |
| | | |
| CAPITOLO IV | | |
| CALCOLO DEL PONTEGGIO NELLE DIVERSE CONDIZIONI DI IMPIEGO94 | | |
| 4.1 | PREMESSA | 94 |
| 4.2 | CRITERI DI PROGETTAZIONE | 97 |
| 4.3 | VALUTAZIONE DEI CARICHI | 98 |
| 4.3.1 | Carichi fissi | 98 |
| 4.3.2 | Carichi variabili | 98 |
| 4.4 | CONDIZIONI DI CARICO | 106 |
| 4.4.1 | Analisi della normativa | 106 |
| 4.4.2 | Combinazioni di carico usate | 107 |
| 4.5 | CRITERI DI VERIFICA | 111 |
| 4.5.1 | Metodo semiprobabilistico degli Stati Limite | 111 |
| 4.5.2 | Confronto con dati sperimentali | 113 |
| 4.6 | SCHEMI DI INSIEME DEL PONTEGGIO | 114 |
| 4.6.1 | Schema normale con campi ≤ 3,0 m con impalcati a tutti i piani | 114 |
| 4.6.2 | Schema con campi ≤ 2,0 m e con piazzola di carico da 0,75 m x 1,5/2,0 m | 114 |
| 4.6.3 | Schema con campi ≤ 3,0 m e con piazzola di carico da 0,50 m x 2,5/3,0 m | 115 |
| 4.6.4 | Schema normale con campi ≤ 3,0 m con impalcati a tutti i piani e con piano inclinato | 115 |
| 4.7 | CALCOLO DELLE AZIONI CON SCHEMA NORMALE DA 3,0 m | 116 |
| 4.7.1 | Generalità | 116 |
| 4.7.2 | Superfici investite dal vento | 116 |
| 4.7.2.1 | Vento normale per campi 3 m | 117 |
| 4.7.2.2 | Vento parallelo per campi 3 m | 119 |
| 4.7.2.3 | Conclusioni | 125 |
| 4.7.3 | Azioni ripartite sui traversi | 126 |
| 4.7.4 | Azioni assiali verticali dovute alle sole parti strutturali tranne tavole, traversi | 126 |
| 4.7.5 | Azioni assiali verticali e orizzontali complessive | 127 |
| 4.7.5.1 | campi 3 m | 127 |
| 4.8 | VERIFICHE DEL PONTEGGIO - PREMESSA | 129 |
| 4.9 | VERIFICA DEI MONTANTI NELLO SCHEMA NORMALE CON CAMPI DA 3,0 m | 132 |
| 4.9.1 | Verifica allo stato limite di esercizio (SLE) | 132 |
| 4.9.2 | Verifica allo stato limite ultimo (SLU) | 132 |
| 4.9.2.1 | Classificazione delle sezioni | 133 |
| 4.9.2.2 | Verifica compressione | 133 |
| 4.9.2.3 | Verifica sollecitazione di azioni da taglio | 134 |
| 4.9.2.4 | Verifica sollecitazione di azioni da torsione | 134 |
| 4.9.2.5 | Verifica del Momento Flettente M | 134 |



14/11/2018

PERI S.r.l.
 ING. Meroni Roberto
 Legale Rappresentante

| | | |
|----------|--|-----|
| 4.9.2.6 | Verifica sollecitazione combinata di azioni da taglio, carico assiale e pressoflessione..... | 135 |
| 4.9.2.7 | Verifica a presso-flessione per instabilità (Metodo B) | 136 |
| 4.9.3 | Verifica con dati sperimentali | 137 |
| 4.10 | VERIFICA DIAGONALE DI FACCIATA UBK PER CAMPI DA 3,0 m..... | 138 |
| 4.10.1 | Verifica allo stato limite di esercizio (SLE) | 138 |
| 4.10.2 | Verifica allo stato limite ultimo (SLU) | 138 |
| 4.10.2.1 | Classificazione delle sezioni | 139 |
| 4.10.2.2 | Verifica compressione | 139 |
| 4.10.2.3 | Verifica del Momento Flettente M | 140 |
| 4.10.2.4 | Verifica sollecitazione combinata di azioni da taglio, carico assiale e pressoflessione..... | 140 |
| 4.10.2.5 | Verifica a presso-flessione per instabilità (Metodo B) | 141 |
| 4.10.3 | Verifica con dati sperimentali | 143 |
| 4.11 | VERIFICA CONTROVENTATURA IN PIANTA CON TAVOLA METALLICA UDG 250 PER CAMPI DA 3,0 m | 143 |
| 4.11.1 | Verifica con dati sperimentali | 143 |
| 4.12 | VERIFICA DEL TRAVERSO DEL TELAIO | 144 |
| 4.12.1 | Verifica allo stato limite di esercizio (SLE) | 144 |
| 4.12.2 | Verifica allo stato limite ultimo (SLU) | 144 |
| 4.12.2.1 | Classificazione delle sezioni | 145 |
| 4.12.2.2 | Verifica compressione | 145 |
| 4.12.2.3 | Verifica del Momento Flettente M | 146 |
| 4.12.2.4 | Verifica sollecitazione di azioni da taglio | 146 |
| 4.12.2.5 | Verifica sollecitazione combinata di azioni da taglio, carico assiale e pressoflessione..... | 147 |
| 4.12.2.6 | Verifica a presso-flessione per instabilità (Metodo B) | 147 |
| 4.12.3 | Verifica con dati sperimentali | 149 |
| 4.13 | VERIFICA DEL CORRENTE DI PARAPETTO UH | 150 |
| 4.13.1 | Verifica allo stato limite di esercizio (SLE) | 150 |
| 4.13.2 | Verifica allo stato limite ultimo (SLU) | 150 |
| 4.13.2.1 | Classificazione delle sezioni | 151 |
| 4.13.2.2 | Verifica del Momento Flettente M | 151 |
| 4.13.2.3 | Verifica sollecitazione di azioni da taglio | 152 |
| 4.13.3 | Verifica con dati sperimentali | 152 |
| 4.14 | VERIFICA DELLA TAVOLA IN ACCIAIO UDG 250 DA 3,0 m | 153 |
| 4.14.1 | Verifica allo stato limite di esercizio del manto (SLE) | 154 |
| 4.14.2 | Verifica allo stato limite ultimo del manto (SLU) | 155 |
| 4.14.2.1 | Calcolo dell'area efficace in funzione delle sollecitazioni | 156 |
| 4.14.2.2 | Sezione efficace per M_y positivo | 159 |
| 4.14.2.3 | Verifica del Momento Flettente M | 160 |
| 4.14.3 | Verifica dei ganci di appoggio della testata | 161 |
| 4.14.3.1 | Verifica allo stato limite ultimo (SLU) della testata | 161 |
| 4.14.3.2 | Verifica del Momento Flettente M - Sezione Q-Q | 162 |
| 4.14.3.3 | Verifica sollecitazione di azioni da taglio - Sezione Q-Q | 162 |
| 4.14.3.4 | Verifica del Momento Flettente M - Sezione R-R | 163 |
| 4.14.3.5 | Verifica sollecitazione di azioni da taglio - Sezione R-R | 163 |
| 4.14.4 | Verifica dei rivetti di collegamento testata-manto | 164 |
| 4.14.4.1 | Verifica a Trazione per i rivetti superiori | 165 |
| 4.14.4.2 | Verifica a Taglio per i rivetti laterali | 165 |
| 4.14.4.3 | Verifica a Rifollamento | 165 |
| 4.14.5 | Verifica con dati sperimentali | 166 |
| 4.15 | VERIFICA DELL'IMPALCATO DA 3 m CON TAVOLA CON BOTOLA UAF DA 0,75 X 1,0 m | 167 |



14/11/2018

PERI S.r.l.
 ING. Meroni Roberto
 Legale Rappresentante

| | | |
|---------------|---|-----|
| 4.15.1 | Verifica del corrente centrale UH da 3,0 m | 172 |
| 4.15.1.1 | Verifica allo stato limite di esercizio (SLE) | 172 |
| 4.15.1.2 | Verifica allo stato limite ultimo (SLU) | 172 |
| 4.15.1.2.A.1 | Classificazione delle sezioni | 173 |
| 4.15.1.2.A.2 | Verifica del Momento Flettente M | 173 |
| 4.15.1.2.A.3 | Verifica sollecitazione di azioni da taglio | 173 |
| 4.15.1.2.A.4 | Verifica sollecitazione di azioni da torsione | 174 |
| 4.15.2 | Analisi dei ganci della botola | 174 |
| 4.15.2.1 | Verifica allo stato limite ultimo (SLU) | 176 |
| 4.15.2.1.A.1 | Verifica sollecitazione di azioni da taglio nei ganci B o E | 176 |
| 4.15.2.1.A.2 | Verifica sollecitazione di azioni da taglio nei ganci C o D | 177 |
| 4.15.3 | Verifica con dati sperimentali | 177 |
| 4.16 | VERIFICA DELLA SCALA PER TAVOLA CON BOTOLA | 178 |
| 4.16.1 | Verifica del montante | 178 |
| 4.16.1.1 | Verifica allo stato limite di esercizio (SLE) | 179 |
| 4.16.1.2 | Verifica allo stato limite ultimo (SLU) | 179 |
| 4.16.1.2.A.1 | Classificazione delle sezioni | 180 |
| 4.16.1.2.A.2 | Verifica compressione | 180 |
| 4.16.1.2.A.3 | Verifica del Momento Flettente M | 181 |
| 4.16.1.2.A.4 | Verifica sollecitazione di azioni da torsione | 181 |
| 4.16.1.2.A.5 | Verifica sollecitazione di azioni da taglio | 182 |
| 4.16.1.2.A.6 | Verifica sollecitazione combinata taglio e torsione. | 182 |
| 4.16.1.2.A.7 | Verifica sollecitazione combinata di azioni da taglio, carico assiale e pressoflessione | 182 |
| 4.16.1.2.A.8 | Verifica azione assiale per instabilità | 183 |
| 4.16.1.2.A.9 | Verifica a presso-flessione per instabilità | 184 |
| 4.16.1.2.A.10 | Verifica a presso-flessione per instabilità torsionale | 185 |
| 4.16.2 | Verifica del piolo | 186 |
| 4.16.2.1 | Verifica allo stato limite di esercizio (SLE) | 186 |
| 4.16.2.2 | Verifica allo stato limite ultimo (SLU) | 186 |
| 4.16.2.2.A.1 | Classificazione delle sezioni | 187 |
| 4.16.2.2.A.2 | Verifica del Momento Flettente Mz | 187 |
| 4.16.2.2.A.3 | Verifica sollecitazione di azioni da taglio | 188 |
| 4.16.2.2.A.4 | Verifica sollecitazione combinata di azioni da taglio, carico assiale e pressoflessione | 188 |
| 4.16.3 | Confronto con i risultati sperimentali | 189 |
| 4.17 | VERIFICA DEL FERMAPIEDE METALLICO UPY PER CAMPI $\leq 3,0$ m | 189 |
| 4.17.1 | Verifica allo stato limite di esercizio (SLE) | 190 |
| 4.17.2 | Verifica allo stato limite ultimo (SLU) | 190 |
| 4.17.2.1 | Calcolo dello spessore effettivo in funzione delle sollecitazioni | 191 |
| 4.17.2.2 | Sezione effettiva per My positivo | 193 |
| 4.17.2.3 | Sezione effettiva per Mz negativo | 194 |
| 4.17.2.4 | Verifica del Momento Flettente M | 195 |
| 4.17.2.5 | Verifica sollecitazione di azioni da taglio | 195 |
| 4.17.2.6 | Verifica a torsione per instabilità laterale | 197 |
| 4.17.2.7 | Verifica a presso-flessione per instabilità | 197 |
| 4.17.3 | Verifica con dati sperimentali | 200 |
| 4.18 | VERIFICA DEL FERMAPIEDE IN LEGNO UPF PER CAMPI DA 2,75/3,0 m | 201 |
| 4.18.1 | Verifica allo stato limite di esercizio (SLE) | 201 |
| 4.18.2 | Verifica allo stato limite ultimo (SLU) | 202 |
| 4.18.2.1 | Verifica del Momento Flettente M | 202 |
| 4.18.2.2 | Verifica sollecitazione di azioni da taglio | 203 |
| 4.18.3 | Verifica con dati sperimentali | 204 |



14/11/2018

PERI S.r.l.
ING. Meroni Roberto
Legale Rappresentante

| | | |
|--------------|---|-----|
| 4.19 | VERIFICA DEL FERMAPIEDE IN LEGNO UPF PER CAMPI $\leq 2,5$ m | 204 |
| 4.19.1 | Verifica allo stato limite di esercizio (SLE) | 205 |
| 4.19.2 | Verifica allo stato limite ultimo (SLU) | 205 |
| 4.19.2.1 | Verifica del Momento Flettente M | 206 |
| 4.19.2.2 | Verifica sollecitazione di azioni da taglio | 207 |
| 4.19.3 | Verifica con dati sperimentali | 208 |
| 4.20 | VERIFICA DELLA SPINA A VERME | 208 |
| 4.20.1 | Verifica allo stato limite ultimo (SLU) | 209 |
| 4.20.1.1 | Verifica resistenza al taglio della spina a verme | 209 |
| 4.20.1.2 | Verifica resistenza al rifollamento del tubo del montante/spinotto | 210 |
| 4.20.1.3 | Verifica resistenza a flessione della spina a verme | 210 |
| 4.20.2 | Verifica allo stato limite di esercizio (SLE) | 210 |
| 4.20.3 | Verifica con i dati sperimentali | 212 |
| 4.21 | VERIFICA DEL PARASASSI | 212 |
| 4.21.1 | Verifica allo stato limite di esercizio (SLE) del traverso | 212 |
| 4.21.2 | Verifica allo stato limite ultimo (SLU) del traverso | 213 |
| 4.21.2.1 | Classificazione delle sezioni | 213 |
| 4.21.2.2 | Verifica compressione | 213 |
| 4.21.2.3 | Verifica del Momento Flettente M | 214 |
| 4.21.2.4 | Verifica sollecitazione di azioni da taglio | 214 |
| 4.21.2.5 | Verifica sollecitazione di azioni da torsione | 214 |
| 4.21.2.6 | Verifica Taglio e Torsione combinate per V e τ_t , R _d | 215 |
| 4.21.2.7 | Verifica sollecitazione combinata di azioni da taglio, carico assiale e pressoflessione | 215 |
| 4.21.2.8 | Verifica a presso-flessione per instabilità (Metodo B) | 216 |
| 4.21.3 | Verifica allo stato limite di esercizio (SLE) del tirante | 219 |
| 4.21.4 | Verifica allo stato limite ultimo (SLU) del tirante | 219 |
| 4.21.4.1 | Classificazione delle sezioni | 219 |
| 4.21.4.2 | Verifica a trazione | 220 |
| 4.21.4.3 | Verifica del Momento Flettente M | 220 |
| 4.21.4.4 | Verifica sollecitazione di azioni da taglio | 221 |
| 4.21.4.5 | Verifica sollecitazione di azioni da torsione | 221 |
| 4.21.4.6 | Verifica sollecitazione combinata di azioni da taglio, carico assiale e pressoflessione | 221 |
| 4.21.4.7 | Verifica sollecitazione combinata di azioni assiale e flessione | 222 |
| 4.21.4.8 | Verifica dei giunti di sostegno del traverso e del tirante | 222 |
| 4.21.5 | Verifica delle tavole in legno del parasassi | 224 |
| 4.21.5.1 | Verifica allo stato limite di esercizio (SLE) delle tavole in legno | 225 |
| 4.21.5.2 | Verifica allo stato limite ultimo (SLU) | 226 |
| 4.21.5.3 | Verifica del Momento Flettente M | 227 |
| 4.21.5.4 | Verifica sollecitazione di azioni da taglio | 228 |
| 4.22 | VERIFICA DELLA PIAZZOLA DI CARICO DA 0,75x2,0 m | 229 |
| 4.22.1 | Tavole in legno | 229 |
| 4.22.1.1 | Verifica allo stato limite di esercizio (SLE) | 230 |
| 4.22.1.2 | Verifica allo stato limite ultimo (SLU) | 231 |
| 4.22.1.2.A.1 | Verifica del Momento Flettente M | 233 |
| 4.22.1.2.A.2 | Verifica sollecitazione di azioni da taglio | 234 |
| 4.22.2 | Travetti in legno | 234 |
| 4.22.2.1 | Verifica allo stato limite di esercizio (SLE) | 235 |
| 4.22.2.2 | Verifica allo stato limite ultimo (SLU) | 236 |
| 4.22.2.2.A.1 | Verifica del Momento Flettente M | 238 |
| 4.22.2.2.A.2 | Verifica sollecitazione di azioni da taglio | 239 |
| 4.22.3 | Travetta da 2,0 m per piazzola di carico | 240 |



14/11/2018

PERI S.r.l.
 ING. Meroni Roberto
 Legale Rappresentante

| | |
|--|-----|
| 4.22.3.1 Verifica allo stato limite di esercizio (SLE) | 242 |
| 4.22.3.2 Verifica allo stato limite ultimo (SLU) | 242 |
| 4.22.3.2.A.1 Classificazione delle sezioni | 243 |
| 4.22.3.2.A.2 Verifica compressione | 243 |
| 4.22.3.2.A.3 Verifica del Momento Flettente M | 244 |
| 4.22.3.2.A.4 Verifica sollecitazione di azioni da taglio | 244 |
| 4.22.3.2.A.5 Verifica sollecitazione combinata di azioni da taglio, carico assiale e pressoflessione | 244 |
| 4.22.3.2.A.6 Verifica a presso-flessione per instabilità (Metodo B) | 245 |
| 4.22.3.3 Verifica con i dati sperimentali | 247 |
| 4.22.4 Mensola UCM 75 con puntone UCP | 248 |
| 4.22.4.1 Verifica allo stato limite di esercizio (SLE) del puntone UCP | 248 |
| 4.22.4.2 Verifica allo stato limite ultimo (SLU) del puntone UCP | 249 |
| 4.22.4.2.A.1 Classificazione delle sezioni | 249 |
| 4.22.4.2.A.2 Verifica compressione | 250 |
| 4.22.4.2.A.3 Verifica del Momento Flettente M | 250 |
| 4.22.4.2.A.4 Verifica sollecitazione di azioni da taglio | 251 |
| 4.22.4.2.A.5 Verifica sollecitazione di azioni da taglio, torsione | 251 |
| 4.22.4.2.A.6 Verifica sollecitazione combinata di azioni da taglio, carico assiale e pressoflessione | 251 |
| 4.22.4.2.A.7 Verifica a presso-flessione per instabilità (Metodo B) | 251 |
| 4.22.4.3 Verifica allo stato limite di esercizio (SLE) del montante di raddoppio | 253 |
| 4.22.4.4 Verifica allo stato limite ultimo (SLU) del montante di raddoppio | 254 |
| 4.22.4.4.A.1 Classificazione delle sezioni | 254 |
| 4.22.4.4.A.2 Verifica compressione | 255 |
| 4.22.4.4.A.3 Verifica del Momento Flettente M | 255 |
| 4.22.4.4.A.4 Verifica sollecitazione di azioni da taglio | 256 |
| 4.22.4.4.A.5 Verifica sollecitazione di azioni da torsione | 256 |
| 4.22.4.4.A.6 Verifica sollecitazione combinata di azioni da taglio, carico assiale e pressoflessione | 256 |
| 4.22.4.4.A.7 Verifica a presso-flessione per instabilità (Metodo B) | 257 |
| 4.22.4.5 Verifica del giunto del puntone | 259 |
| 4.22.4.6 Azioni sugli ancoraggi | 259 |
| 4.22.4.7 Verifica con i dati sperimentali | 259 |
| 4.23 VERIFICA DELLA PIAZZOLA DI CARICO DA 0,5x3,0 m | 259 |
| 4.23.1 Tavole in legno | 259 |
| 4.23.1.1 Verifica allo stato limite di esercizio (SLE) | 260 |
| 4.23.1.2 Verifica allo stato limite ultimo (SLU) | 262 |
| 4.23.1.2.A.1 Verifica del Momento Flettente M | 264 |
| 4.23.1.2.A.2 Verifica sollecitazione di azioni da taglio | 265 |
| 4.23.2 Travetti in legno | 265 |
| 4.23.2.1 Verifica allo stato limite di esercizio (SLE) | 266 |
| 4.23.2.2 Verifica allo stato limite ultimo (SLU) | 268 |
| 4.23.2.2.A.1 Verifica del Momento Flettente M | 269 |
| 4.23.2.2.A.2 Verifica sollecitazione di azioni da taglio | 270 |
| 4.23.3 Travetta da 3,0 m per piazzola di carico | 271 |
| 4.23.3.1 Verifica allo stato limite di esercizio (SLE) | 273 |
| 4.23.3.2 Verifica allo stato limite ultimo (SLU) | 273 |
| 4.23.3.2.A.1 Classificazione delle sezioni | 274 |
| 4.23.3.2.A.2 Verifica compressione | 274 |
| 4.23.3.2.A.3 Verifica del Momento Flettente M | 275 |
| 4.23.3.2.A.4 Verifica sollecitazione di azioni da taglio | 275 |
| 4.23.3.2.A.5 Verifica sollecitazione combinata di azioni da taglio, carico assiale e pressoflessione | 275 |
| 4.23.3.2.A.6 Verifica a presso-flessione per instabilità (Metodo B) | 276 |



14/11/2018

PERI S.r.l.
 ING. Meroni Roberto
 Legale Rappresentante

| | | |
|--------------|---|-----|
| 4.23.3.3 | Verifica con i dati sperimentali | 278 |
| 4.23.4 | Mensola UCM 50 e puntone UCP | 278 |
| 4.23.4.1 | Verifica allo stato limite di esercizio (SLE) del puntone UCP | 279 |
| 4.23.4.2 | Verifica allo stato limite ultimo (SLU) del puntone UCP | 279 |
| 4.23.4.2.A.1 | Classificazione delle sezioni | 280 |
| 4.23.4.2.A.2 | Verifica compressione | 280 |
| 4.23.4.2.A.3 | Verifica del Momento Flettente M | 281 |
| 4.23.4.2.A.4 | Verifica sollecitazione di azioni da taglio, torsione | 281 |
| 4.23.4.2.A.5 | Verifica sollecitazione combinata di azioni da taglio, carico assiale e pressoflessione | 281 |
| 4.23.4.2.A.6 | Verifica a presso-flessione per instabilità (Metodo B) | 281 |
| 4.23.4.3 | Verifica allo stato limite di esercizio (SLE) del montante di raddoppio | 284 |
| 4.23.4.4 | Verifica allo stato limite ultimo (SLU) del montante di raddoppio | 284 |
| 4.23.4.4.A.1 | Classificazione delle sezioni | 285 |
| 4.23.4.4.A.2 | Verifica compressione | 285 |
| 4.23.4.4.A.3 | Verifica del Momento Flettente M | 286 |
| 4.23.4.4.A.4 | Verifica sollecitazione di azioni da taglio e torsione | 286 |
| 4.23.4.4.A.5 | Verifica sollecitazione combinata di azioni da taglio, carico assiale e pressoflessione | 286 |
| 4.23.4.4.A.6 | Verifica a presso-flessione per instabilità (Metodo B) | 287 |
| 4.23.4.5 | Verifica del giunto del puntone | 289 |
| 4.23.4.6 | Azioni sugli ancoraggi | 289 |
| 4.23.4.7 | Verifica con i dati sperimentali | 289 |
| 4.24 | VERIFICA DELLA BASETTA REGOLABILE DA mm 550 | 290 |
| 4.24.1 | Verifica allo stato limite di esercizio (SLE) | 290 |
| 4.24.2 | Verifica allo stato limite ultimo (SLU) | 290 |
| 4.24.2.1 | Classificazione delle sezioni | 291 |
| 4.24.2.2 | Verifica compressione | 292 |
| 4.24.2.3 | Verifica del Momento Flettente M | 292 |
| 4.24.2.4 | Verifica sollecitazione di azioni da taglio | 292 |
| 4.24.2.5 | Verifica sollecitazione combinata di azioni da taglio, carico assiale e pressoflessione | 292 |
| 4.24.2.6 | Verifica a presso-flessione per instabilità (Metodo B) | 293 |
| 4.24.3 | Verifica con i dati sperimentali | 295 |
| 4.24.4 | Carichi al piede | 295 |
| 4.25 | VERIFICA DEGLI ANCORAGGI | 295 |
| 4.25.1 | Ancoraggi normali premessa | 296 |
| 4.25.2 | Ancoraggio normali a cravatta (TAV. 205 Allegato A) | 296 |
| 4.25.3 | Ancoraggio normali ad anello (TAV. 205 Allegato A) | 297 |
| 4.25.3.1 | Verifica allo stato limite ultimo (SLU) | 297 |
| 4.25.3.1.A.1 | Verifica trazione | 297 |
| 4.25.4 | Ancoraggio normale con barra munita di gancio (TAV. 206 Allegato A) | 298 |
| 4.25.4.1 | Verifica allo stato limite ultimo (SLU) | 298 |
| 4.25.4.1.A.1 | Verifica a compressione/trazione | 299 |
| 4.25.4.1.A.2 | Verifica sollecitazione combinata di azioni assiale e flessione | 299 |
| 4.25.4.1.A.3 | Verifica sollecitazione di azioni da taglio | 300 |
| 4.25.5 | Ancoraggi speciali premessa | 300 |
| 4.25.6 | Ancoraggio "speciale" con barra munita di gancio (TAV. 207 Allegato A) | 300 |
| 4.25.6.1 | Verifica allo stato limite ultimo (SLU) | 301 |
| 4.25.6.1.A.1 | Verifica a compressione CASO 1 | 301 |
| 4.25.6.1.A.2 | Verifica sollecitazione combinata di azioni assiale e flessione CASO 1 | 302 |
| 4.25.6.1.A.3 | Verifica sollecitazione di azioni da taglio CASO 1 | 303 |
| 4.25.6.1.A.4 | Verifica a trazione CASO 2 | 303 |
| 4.25.6.1.A.5 | Verifica sollecitazione combinata di azioni assiale e flessione CASO 2 | 303 |



14/11/2018

PERI S.r.l.
 ING. Meroni Roberto
 Legale Rappresentante

| | |
|--|-----|
| 4.25.6.1.A.6 Verifica sollecitazione di azioni da taglio CASO 2 | 304 |
| 4.25.7 Ancoraggio "speciale" a "V" con 2 barre munite di gancio..... | 304 |
| 4.25.7.1 Verifica allo stato limite ultimo (SLU) | 305 |
| 4.25.7.1.A.1 Verifica a compressione | 306 |
| 4.25.7.1.A.2 Verifica sollecitazione combinata di azioni assiale e flessione | 306 |
| 4.25.7.1.A.3 Verifica sollecitazione di azioni da taglio | 307 |
| 4.26 VERIFICA DEL NODO MONTANTE-TRAVERSO/CORRENTE | 307 |

CAPITOLO V

| | |
|--|------------|
| ISTRUZIONI PER LE PROVE DI CARICO DEI PONTEGGI..... | 311 |
| 5.1 PREMESSA | 311 |
| 5.2 Modalita' di conduzione delle prove | 311 |
| 5.3 Modalita' di realizzazione del saggio | 311 |
| 5.4 Relazione di collaudo | 312 |

CAPITOLO VI

| | |
|---|------------|
| ISTRUZIONI PER IL MONTAGGIO, L'IMPIEGO E LO SMONTAGGIO DEL PONTEGGIO | 313 |
| 6.1 Generalità | 314 |
| 6.1.1 Documenti da tenere in cantiere | 314 |
| 6.1.2 Personale addetto al montaggio | 314 |
| 6.1.3 Contollo degli elementi | 315 |
| 6.1.4 Divisa del Personale addetto al montaggio | 315 |
| 6.2 Montaggio | 315 |
| 6.2.1 Base di appoggio del ponteggio | 315 |
| 6.2.2 Verifiche durante il montaggio | 315 |
| 6.2.3 Fasi di montaggio | 316 |
| 6.2.4 Istruzioni di montaggio | 316 |
| 6.3 Impiego | 318 |
| 6.3.1 Piani del ponteggio | 318 |
| 6.3.2 Protezioni contro la caduta di materiali | 318 |
| 6.3.3 Accesso al ponteggio | 319 |
| 6.3.4 Precipitazioni nevose | 319 |
| 6.3.5 Sovraccarichi | 319 |
| 6.3.6 Controlli | 319 |
| 6.3.6.1 Controlli periodici e straordinari | 319 |
| 6.3.6.2 Controlli giornalieri | 319 |
| 6.3.7 Impianti ed apparecchi elettrici | 320 |
| 6.4 Smontaggio | 320 |

CAPITOLO VII

| | |
|--|------------|
| SCHEMI TIPO DI PONTEGGIO CON L'INDICAZIONE DEI MASSIMI AMMESSI DI SOVRACCARICO, DI ALTEZZA DEI PONTEGGI E DI LARGHEZZA DEGLI IMPALCATI PER I QUALI NON SUSSISTE L'OBBLIGO DEL CALCOLO PER OGNI SINGOLA APPLICAZIONE | 321 |
|--|------------|



14/11/2018

PERI S.r.l.
 ING. Meroni Roberto
 Legale Rappresentante

CAPITOLO IV

CALCOLO DEL PONTEGGIO NELLE DIVERSE CONDIZIONI DI IMPIEGO

4.1 PREMESSA

Il calcolo viene condotto per le verifiche di resistenza relative agli elementi di ponteggio indicate nel Cap. I e per le verifiche di stabilità degli schemi tipo allegati alla presente relazione e costituenti il Cap. VII.

La relazione è condotta osservando (o tenendone conto) le seguenti disposizioni legislative, regolamentari e amministrative:

A – DISPOSIZIONI LEGISLATIVE

- 1 - D.Lgs. 9 aprile 2008, n. 81 – Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro
- 2 - D.Lgs. 03 agosto 2009 n. 106 – Disposizioni integrative e correttive al D.Lgs. n. 81 del 09/04/08 in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro
- 3 - D.Lgs. 06 settembre 2005 n. 206 – Codice del consumo
- 4 - D.M. 14 settembre 2005 – Norme tecniche sulle costruzioni (superata, ma menzionata)
- 5 - **D.M. 14 gennaio 2008** - NTC2008 - Norme tecniche per le costruzioni

B – DISPOSIZIONI REGOLAMENTARI

- a - D.M. del M.L.P.S. 2 settembre 1968 (Riconoscimenti di efficacia)
- b - D.M. del M.L.P.S. 23 marzo 1990 n. 115 (Riconoscimenti di efficacia)
- c - D.M. del M.L.P.S. 22 maggio 1992 n. 466 (Riconoscimenti di efficacia)

C – DISPOSIZIONI AMMINISTRATIVE

- Circolare M.L.P.S. n° 85/78 del 9/11/78 – Autorizzazione alla costruzione e all'impiego dei ponteggi metallici fissi
- Lettera Circolare M.L.P.S. n° 22268/PR-7 del 22/5/82 – Requisiti dimensionali
- Circolare M.L.P.S. n° 44/90 del 15/5/90 – Istruzioni per la compilazione delle relazioni tecniche per ponteggi metallici fissi a telai prefabbricati
- Circolare M.L.P.S. n° 132/91 del 24/10/91 – Istruzioni per la compilazione delle relazioni tecniche per ponteggi metallici fissi a “montanti e traversi prefabbricati”.
- Circolare M.L.P.S. n° 20298/OM-4 del 9/2/95 – Utilizzo di elementi di impalcato prefabbricato di tipo autorizzato in luogo di elementi di impalcato in legname
- Lettera Circolare M.L.P.S. n° 22787/OM-4 del 21/1/99 – Istruzioni per la compilazione delle relazioni tecniche, precisazioni e chiarimenti.
- Circolare M.L.P.S. n. 44 del 10/07/00 – Verifiche e controlli, modalità di conservazione delle relative documentazioni ex. D. Lgs. 359/99



14/11/2018

PERI S.r.l.
ING. Meroni Roberto
Legale Rappresentante

- Circolare M.L.P.S. n. 3 dell'08/01/01 – Art. 2, comma 4 D.l.vo n. 359/99 – Chiarimenti sul regime delle verifiche periodiche di talune attrezzature
- Circolare M.L.P.S. n. 20 del 23/05/03 – Chiarimenti in relazione all'uso promiscuo dei ponteggi metallici fissi
- Circolare M.L.P.S. n. 30 del 29/09/03 – Art. 30 del D.P.R. 7 gennaio 1956, n. 164 – Chiarimenti concernenti la definizione di “fabbricante” di ponteggi metallici fissi
- Circolare M.L.P.S. 28/2004 del 08/07/04: chiarimenti concernenti le tolleranze dimensionali dei profili cavi
- Circolare M.L.P.S. n. 30 del 03/11/06 - obblighi del datore di lavoro relativi all'impiego dei ponteggi – Chiarimenti concernenti i ponteggi su ruote (trabattelli) ed altre attrezzature per l'esecuzione di lavori temporanei in quota in relazione agli obblighi di redazione del piano di montaggio, uso e smontaggio (Pi.M.U.S.) e di formazione.
- **Circolare 2 febbraio 2009, n. 617.** Istruzioni per l'applicazione delle «Nuove norme tecniche per le costruzioni» di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008.
- Circolare M.L.P.S. n. 3 del 25/01/2008 – Obblighi del datore di lavoro relativi all'impiego dei ponteggi e all'impiego di sistemi di accesso e di posizionamento mediante funi e chiarimenti concernenti la formazione dei lavoratori addetti al montaggio e allo smontaggio dei ponteggi
- Circolare M.L.P.S. n. 29 del 27.08.2010 - Capo II, Titolo IV, del D.Lgs. n. 81/2008 e s.m.i. – Quesiti concernenti le norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro nelle costruzioni e nei lavori in quota
- C.N.R. 10011/97 – Costruzioni di acciaio: Istruzioni per il calcolo, l'esecuzione, il calcolo e la manutenzione
- C.N.R. 10012/85 – Istruzioni per la valutazione delle Azioni sulle costruzioni
- C.N.R. 10027/85 – Strutture di acciaio per opere provvisorie - Istruzioni per il calcolo, l'esecuzione, il calcolo e la manutenzione
- C.N.R. 10022/84 – Profilati di acciaio formati a freddo: istruzioni per l'impiego sulle costruzioni
- UNI 8634
- UNI EN 1991-1-3:2015 (Eurocodice 1 - Azioni sulle strutture - Parte 1-3: Azioni in generale - Carichi da neve)
- UNI EN 1991-1-4:2010 (Eurocodice 1 - Azioni sulle strutture - Parte 1-4: Azioni in generale - Azioni del vento)
- UNI EN 1991-1-6:2005 (Eurocodice 1 - Azioni sulle strutture - Parte 1-6: Azioni in generale - Azioni durante la costruzione)
- UNI EN 1993-1-1: -2014 (Eurocodice 3 – Progettazione delle strutture di acciaio)
- UNI EN 1993-1-3:2007 (Eurocodice 3 - Progettazione delle strutture di acciaio - Parte 1-3: Regole generali - Regole supplementari per l'impiego dei profilati e delle lamiere sottili piegati a freddo)
- UNI EN 1993-1-5:2017 (Eurocodice 3 - Progettazione delle strutture di acciaio - Parte 5: Pali e palancole)



14/11/2018

PERI S.r.l.
ING. Meroni Roberto
Legale Rappresentante

- UNI EN 1993-1-8:2005 (Eurocodice 3 - Progettazione delle strutture di acciaio - Parte 1-8: Progettazione dei collegamenti)
- UNI EN 1995-1-1:2014 (Eurocodice 5 - Progettazione delle strutture di legno - Parte 1-1: Regole generali - Regole comuni e regole per gli edifici)
- UNI EN 1999-1-1:2007 (Eurocodice 9 - Progettazione delle strutture di alluminio - Parte 1-1: Regole strutturali generali)
- UNI EN 1990:2006 (Criteri di progettazione strutturale)
- UNI EN 12811-1:2004 (Attrezzature provvisorie di lavoro – Parte 1: Ponteggi – Requisiti prestazionali e progettazione generale)
- UNI EN 12810-1:2004 (Attrezzature provvisorie di lavoro – Parte 1: Ponteggi – Requisiti prestazionali e progettazione generale)

Il progetto del ponteggio ha come riferimento la norma NTC 2008 che prescrive quale metodo di verifica quello agli stati limite. A tal proposito si fa notare che non esistono ad oggi autorizzazioni ministeriali di ponteggi con verifiche agli stati limite e neppure linee guida specifiche, ed inoltre esistono lacune nelle medesime norme NTC 2008 e relative successive modifiche ed integrazioni. Per questo motivo le scelte adottate faranno riferimento alle NTC 2008 e ove queste non risultassero esaurienti le scelte saranno corredate da confronti tra le normative di buona tecnica specifiche per il calcolo dei ponteggi e gli Eurocodici.



14/11/2018

PERI S.r.l.
ING. Meroni Roberto
Legale Rappresentante

4.2 CRITERI DI PROGETTAZIONE

Si fa la seguente premessa:

- Il ponteggio è una struttura provvisoria realizzata con elementi prefabbricati la cui vita relativa all'uso è il tempo compreso dalla fase di fine montaggio alla fase di inizio smontaggio;
- In merito alla vita nominale il punto 2.4.1 del D.M. 14 gennaio 2008 - NTC2008 cita “La vita nominale di un'opera strutturale V_N è intesa come il numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve potere essere usata per lo scopo al quale è destinata.”, e considera nella tabella 2.4.1 per le opere provvisorie $V_N = 10$ anni che sono relativi alla somma dei tempi in cui viene utilizzato mantenendo dei livelli prestazionali coerenti con l'uso.

In merito ai criteri di progettazione usati si riporta quanto segue.

▪ Azione del vento

- Il D.M. 14 gennaio 2008 (NTC2008) non indica un periodo di ritorno specifico però prevede con il punto C3.3.2 della Circolare 2 febbraio 2009, n. 617 che integra le NTC un coefficiente di ritorno da moltiplicare alla velocità del vento associata a un periodo di ritorno di 50 anni e che quindi lascia al progettista il calcolo in funzione del periodo di ritorno T_R

$$\alpha_R = 0,75 \cdot \sqrt{1 - 0,2 \cdot \ln \left[-\ln \left(1 - \frac{1}{T_R} \right) \right]}$$

- Il punto 4.2.2 b) della Circolare M.L.P.S. n° 132/91 del 24/10/91 – Istruzioni per la compilazione delle relazioni tecniche per ponteggi metallici fissi a “montanti e traversi prefabbricati” considera un periodo di ritorno $T_R = 20$ anni relativamente all'azione del vento e riporta un coefficiente di ritorno pari a $\alpha_R = 0,93$
- il punto 5.2.3 della C.N.R. 10012/85 - “Istruzioni per la valutazione delle AZIONI sulle costruzioni” cita “per le costruzioni temporanee si potrà attribuire al periodo di ritorno un valore pari alla vita prevista della struttura e comunque non inferiore ai 2 anni” e riporta un coefficiente di ritorno pari a $\alpha_R = 0,93$ per un periodo di ritorno $T_R = 20$ anni

Pertanto, verrà considerato un periodo di ritorno per l'azione del vento pari a 20 anni facendo uso della formula citata, ed inoltre si considera il sito di installazione su “quasi” tutta la superficie italiana tranne Isole (con l'eccezione di Sicilia e Sardegna) e mare aperto di cui alle zone 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 e 8 della Tabella 3.3.I del D.M. 14 gennaio 2008 (NTC2008), con classi di rugosità del terreno A [Aree urbane in cui almeno il 15% della superficie sia coperto da edifici la cui altezza media superi i 15 m] e B [Aree urbane (non di classe A), suburbane, industriali e boschive] e con Categoria di esposizione IV di cui rispettivamente alle Tabelle 3.3.III e 3.3.II del punto 3.3.7 del D.M. 14 gennaio 2008 (NTC2008)



14/11/2018

PERI S.r.l.
ING. Meroni Roberto
Legale Rappresentante

▪ Azione della neve

- Il D.M. 14 gennaio 2008 (NTC2008) non indica un periodo di ritorno specifico e non prevede un coefficiente di ritorno
- In merito ad un'altezza minima da considerare per il luogo di installazione si tiene conto della Tabella 3.3.I del D.M. 14 gennaio 2008 (NTC2008) che riporta un "a₀" minimo di 500 m e del punto 4.2.2 c) della Circolare M.L.P.S. n° 132/91 del 24/10/91 – Istruzioni per la compilazione delle relazioni tecniche per ponteggi metallici fissi a "montanti e traversi prefabbricati" – che riporta la seguente dicitura: "Il carico di neve da assumere nei calcoli è dato dall'espressione $q = 0,8x(900+2,4h) \text{ N/m}^2$ e deve essere calcolato per una altitudine di $h=500 \text{ m}$ ";

Pertanto, viene considerato il carico di neve in conformità al punto 3.4.1 del D.M. 14 gennaio 2008 (NTC2008) relativo ad un periodo di ritorno di 50 anni e un'altitudine minima di 500 m, variabile in funzione della zona di installazione in conformità al punto 3.4.2 del D.M. 14 gennaio 2008 (NTC2008)

▪ Azione del sisma

- il punto 2.4.1 del D.M. 14 gennaio 2008 (NTC2008) riporta "Le verifiche sismiche di opere provvisorie o strutture in fase costruttiva possono omettersi quando le relative durate previste in progetto siano inferiori a 2 anni.";

Pertanto, si considera un periodo di montaggio, uso e smontaggio del ponteggio < 2 anni

4.3 VALUTAZIONE DEI CARICHI

I carichi agenti sugli elementi e sulla struttura si distinguono in:

- carichi fissi
- carichi variabili
- imperfezioni geometriche

4.3.1 Carichi fissi

Per i ponteggi di servizio rientranti negli schemi tipo del Capitolo VII, i carichi fissi sono costituiti dal peso proprio della struttura.

4.3.2 Carichi variabili**a) carichi di servizio**

Per gli impalcati di servizio dei ponteggi da costruzione, non avendo riscontri specifici nelle NTC, considerando la classe di carico 4 tenendo conto del punto 6.1.3 della UNI EN 12811-1 e del punto 4.2.2 a) della Circolare M.L.P.S. n° 132/91 del 24/10/91, tali carichi sono valutati come segue:

- $p_4 = 3000 \text{ N/m}^2$, per gli impalcati di servizio



14/11/2018

PERI S.r.l.
ING. Meroni Roberto
Legale Rappresentante

b) carichi di neve

Tali carichi sono valutati in conformità al punto 3.4.1 del D.M. 14 gennaio 2008 (NTC2008) per altitudini sul livello del mare di h_0 (m) con l'espressione:

$$q_s = \mu_i \times C_E \times C_t \times q_{sk} \text{ kN/m}^2 \quad \text{assumendo}$$

- q_s , è il carico neve sulla copertura e si ipotizza che il carico agisca in direzione verticale e lo si riferisce alla proiezione orizzontale della superficie investita (vedi punto 3.4.1 del D.M. 14 gennaio 2008 (NTC2008))
- superficie della copertura.
- μ_i , è il coefficiente di forma della copertura e dipende dall'angolo di inclinazione
- C_E , è il coefficiente di esposizione =1
- C_t , è il coefficiente termico =1
- q_{sk} , è il valore caratteristico di riferimento del carico neve al suolo, per un periodo di ritorno di 50 anni, che vale per le 4 zone in cui è suddiviso il territorio italiano secondo il punto 3.4.2 del D.M. 14 gennaio 2008 (NTC2008):

| | | |
|-----------------------|--|--------------------------|
| Zona I – Alpina | $q_{sk} = 1,50 \text{ kN / m}^2$ | $a_s \leq 200 \text{ m}$ |
| | $q_{sk} = 1,39 \cdot \left[1 + \left(a_s / 728 \right)^2 \right] \text{ kN / m}^2$ | $a_s > 200 \text{ m}$ |
| Zona I – Mediterranea | $q_{sk} = 1,50 \text{ kN / m}^2$ | $a_s \leq 200 \text{ m}$ |
| | $q_{sk} = 1,35 \cdot \left[1 + \left(a_s / 602 \right)^2 \right] \text{ kN / m}^2$ | $a_s > 200 \text{ m}$ |
| Zona II | $q_{sk} = 1,00 \text{ kN / m}^2$ | $a_s \leq 200 \text{ m}$ |
| | $q_{sk} = 0,85 \cdot \left[1 + \left(a_s / 481 \right)^2 \right] \text{ kN / m}^2$ | $a_s > 200 \text{ m}$ |
| Zona III | $q_{sk} = 0,60 \text{ kN / m}^2$ | $a_s \leq 200 \text{ m}$ |
| | $q_{sk} = 0,51 \cdot \left[1 + \left(a_s / 481 \right)^2 \right] \text{ kN / m}^2$ | $a_s > 200 \text{ m}$ |

Considerando il sito di installazione sul livello del mare ad una quota minima di 500 m, la zona in cui q_{sk} risulta maggiore è "I - Mediterranea".

$$q_{sk} = 1,35 \cdot \left[1 + \left(\frac{a_s}{602} \right)^2 \right] = 1,35 \cdot \left[1 + \left(\frac{500}{602} \right)^2 \right] = 2281 \text{ kN / m}^2$$

Pertanto, trovato il carico relativo per tale zona si calcola anche per le altre zone la quota sul livello del mare in cui si ha il medesimo carico di neve q_{sk}



14/11/2018

PERI S.r.l.
 ING. Meroni Roberto
 Legale Rappresentante

| Zona | Regioni | a_s [m] | q_{sk} [kN/m ²] |
|------------------|--|-----------|-------------------------------|
| I - Alpina | Aosta, Belluno, Bergamo, Biella, Bolzano, Brescia, Como, Cuneo, Lecco, Pordenone, Sondrio, Torino, Trento, Udine, Verbania, Vercelli, Vicenza | 583 | 2,281 |
| 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 | 500 | 2,281 |
| II | Arezzo, Ascoli Piceno, Bari, Campobasso, Chieti, Ferrara, Firenze, Foggia, Genova, Gorizia, Imperia, Isernia, La Spezia, Lucca, Macerata, Mantova, Massa Carrara, Padova, Perugia, Pescara, Pistoia, Prato, Rovigo, Savona, Teramo, Trieste, Venezia, Verona | 624 | 2,281 |
| III | Agrigento, Avellino, Benevento, Brindisi, Cagliari, Caltanissetta, Carbonia-Iglesias, Caserta, Catania, Catanzaro, Cosenza, Crotone, Enna, Frosinone, Grosseto, L'Aquila, Latina, Lecce, Livorno, Matera, Medio Campidano, Messina, Napoli, Nuoro, Ogliastra, Olbia Tempio, Oristano, Palermo, Pisa, Potenza, Ragusa, Reggio Calabria, Rieti, Roma, Salerno, Sassari, Siena, Siracusa, Taranto, Terni, Trapani, Vibo Valentia, Viterbo | 896 | 2,281 |

Per gli impalcati del ponteggio disposti su piani orizzontali e per il parasassi inclinato di 41,41° rispetto al piano orizzontale, in analogia a quanto avviene per i tetti di pari inclinazione, si fanno le seguenti considerazioni tenendo conto della tabella 3.4.II del punto 3.4.5.1 del D.M. 14 gennaio 2008 (NTC2008) ribadito anche nella Tabella C3.4.I della Circolare 2 febbraio 2009, n. 617:

| | |
|--|--|
| $0^\circ \leq \alpha \leq 30^\circ$ | <p>Neve sugli Impalcati di servizio che non scivola $\mu_i = 0,8$ e $q_s = 0,8 \times 1,0 \times 1,0 \times 2281 = 1824,8 \text{ N/m}^2$</p> |
| $\alpha = 41,41^\circ$ $30^\circ < \alpha < 60^\circ$ | <p>Neve che rimane sul parasassi $\mu_i = 0,8 \times (60 - 41,41) / 30 = 0,49573$ e $q_{s,par} = 0,49573 \times 1,0 \times 1,0 \times 2281 = 1130,76 \text{ N/m}^2$ ove 41,41° è l'angolo di inclinazione del traverso parasassi</p> |
| | <p>Neve che scivola sull'impalcato di raccordo (in questo caso considerando la proiezione del parasassi che è 1,5 m e la larghezza dell'impalcato che è considerata 1,0 m, si ipotizza che la neve si distribuisca equamente su tutto l'impalcato) $q_{s,racc} = (q_{sk} - q_{s,par}) \times 1,5 / 1,0 = (2281 - 1130,76) \times 1,5 / 1,0 = 1725,36 \text{ N/m}^2$ ove</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ 1,5 è l'oggetto del parasassi ▪ 1,0 è la larghezza dell'impalcato di raccordo considerato nella modellazione |



14/11/2018

PERI S.r.l.
ING. Meroni Roberto
Legale Rappresentante

c) azione del vento

L'azione del vento, considerata orizzontale, determina una forza F_v data dall'espressione

$$F_v = p \cdot S \text{ ove:}$$

La pressione cinetica “ p ” in conformità al punto 3.3.4 del D.M. 14 gennaio 2008 (NTC2008) è data dalla espressione $p = q_b \cdot c_e \cdot c_p \cdot c_d$, ove:

- q_b , è la pressione cinetica di riferimento $q_b = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_b^2(T_R)$ dove
 - $v_b(T_R)$ è la velocità di riferimento del vento associata a un periodo di ritorno di T_R anni (Punto C3.3.2 della Circolare 2 febbraio 2009, n. 617)

$$v_b(T_R) = \alpha_R \cdot v_b$$

- α_R è un coefficiente di ritorno fornito dalla seguente espressione (Punto C3.3.2 della Circolare 2 febbraio 2009, n. 617):

$$\alpha_R = 0,75 \cdot \sqrt{1 - 0,2 \cdot \ln \left[-\ln \left(1 - \frac{1}{T_R} \right) \right]}$$

- v_b è la velocità di riferimento del vento associata a un periodo di ritorno di 50 anni ed è data, secondo il punto 3.3.2 del D.M. 14 gennaio 2008 (NTC2008) da:

$$v_b = v_{b,0} \quad \text{per } a_s \leq a_0$$

$$v_b = v_{b,0} + k_a \cdot (a_s - a_0) \quad \text{per } a_0 \leq a_s \leq 1500\text{m}$$

$v_{b,0}$, a_0 , k_a sono parametri forniti nella tabella che segue e a_s è l'altitudine sul livello del mare (in m)

| Zona | Regioni | $V_{b,0}$ [m/s] | a_0 [m] | k_a [1/s] |
|------|---|-----------------|-----------|-------------|
| 1 | Valle d'Aosta, Piemonte, Lombardia, Trentino Alto Adige, Veneto, Friuli Venezia Giulia (con l'eccezione della provincia di Trieste) | 25 | 1000 | 0,010 |
| 2 | Emilia Romagna | 25 | 750 | 0,015 |
| 3 | Toscana, Marche, Umbria, Lazio, Abruzzo, Molise, Puglia, Campania, Basilicata, Calabria (esclusa la provincia di Reggio Calabria) | 27 | 500 | 0,020 |
| 4 | Sicilia e provincia di Reggio Calabria | 28 | 500 | 0,020 |
| 5 | Sardegna (zona a oriente della retta congiungente Capo Teulada con l'Isola di Maddalena) | 28 | 750 | 0,015 |
| 6 | Sardegna (zona a occidente della retta congiungente Capo Teulada con l'Isola di Maddalena) | 28 | 500 | 0,020 |
| 7 | Liguria | 28 | 1000 | 0,015 |
| 8 | Provincia di Trieste | 30 | 1500 | 0,010 |
| 9 | Isole (con l'eccezione di Sicilia e Sardegna) e mare aperto | 31 | 500 | 0,020 |



14/11/2018

PERI S.r.l.
 ING. Meroni Roberto
 Legale Rappresentante

Quindi assumendo un valore che rappresenti, a favore di sicurezza, “quasi” tutta la superficie italiana, si ha $V_{b,0} = 30 \text{ m/s}$, $a_0 = 1500 \text{ m}$, $k_a = 0,010$, e considerando il sito di installazione sul livello del mare ad una quota minima di 500 m si ottiene direttamente:

$$v_b = v_{b,0} = 30 \text{ m / s}$$

Considerando un periodo di ritorno $T_R = 20$ anni (vedi punto 4.2) si ha:

$$\alpha_R = 0,75 \cdot \sqrt{1 - 0,2 \cdot \ln \left[-\ln \left(1 - \frac{1}{T_R} \right) \right]} = 0,95$$

Quindi si ottiene un valore di $v_b (T_R=20)$:

$$v_b (T_R = 20) = \alpha_r \cdot v_b = 28,5 \text{ m / s}$$

- o ρ è la densità dell'aria assunta convenzionalmente costante e pari a $1,25 \text{ kg/m}^3$.

Considerando quindi il sito di installazione su “quasi” tutta la superficie italiana tranne Isole (con l’eccezione di Sicilia e Sardegna) e mare aperto risulta

$$q_b = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_b^2 (T_R) = (1 / 2) \times 1,25 \times 28,5^2 = 507.6563 \text{ N/m}^2$$

- c_e , è il coefficiente di esposizione in conformità al punto 3.3.7 del D.M. 14 gennaio 2008 (NTC2008) e risulta pari a:

$$c_e(z) = k_r^2 \cdot c_t \cdot \ln(z/z_0) \cdot [7 + c_t \cdot \ln(z/z_0)] \quad \text{per } z \geq z_{\min}$$

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

Dove:

k_r , z_0 , z_{\min} sono assegnati nella tabella successiva;

c_t è il coefficiente di topografia posto =1

| Categoria di esposizione del sito | k_r [m/s] | z_0 [m] | z_{\min} [1/s] |
|-----------------------------------|-------------|-----------|------------------|
| I | 0,17 | 0,01 | 2 |
| II | 0,19 | 0,05 | 4 |
| III | 0,20 | 0,10 | 5 |
| IV | 0,22 | 0,30 | 8 |
| V | 0,23 | 0,70 | 12 |

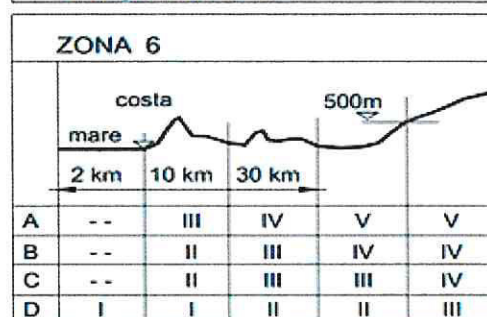
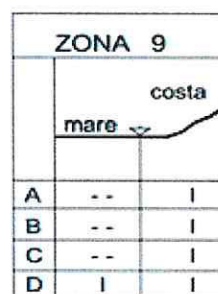
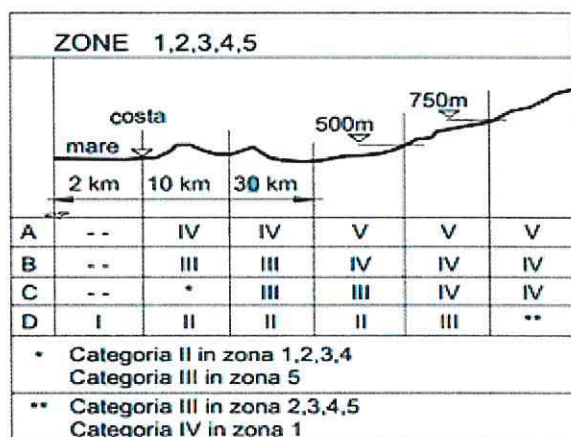


14/11/2018

PERI S.r.l.
 ING. Meroni Roberto
 Legale Rappresentante

| Classe di rugosità del terreno | Descrizione |
|--------------------------------|---|
| A | Aree urbane in cui almeno il 15% della superficie sia coperto da edifici la cui altezza media superi i 15m |
| B | Aree urbane (non di classe A), suburbane, industriali e boschive |
| C | Aree con ostacoli diffusi (alberi, case, muri, recinzioni,...); aree con rugosità non riconducibile alle classi A, B, D |
| D | Aree prive di ostacoli (aperta campagna, aeroporti, aree agricole, pascoli, zone paludose o sabbiose, superfici innevate o ghiacciate, mare, laghi,...) |

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



Tenendo conto del punto 3.3.7 del D.M. 14 gennaio 2008 (NTC2008), si considera la classe di rugosità del terreno B [Aree urbane (non di classe A), suburbane, industriali e boschive] e la Categoria IV e si ottengono i seguenti valori $K = 0,22$, $z_0 = 0,30$ m, $z_{min} = 8$ m.



14/11/2018

PERI S.r.l.
ING. Meroni Roberto
Legale Rappresentante

- Il coefficiente di forma c_p è assunto, in conformità al punto C3.3.10.1 della Circolare 2 febbraio 2009, n. 617:
 $c_p = 0,8 - (-0,4) = 1,2$ per la struttura del ponteggio
 $c_p = 0,8 - (-0,5) = 1,3$ per lo schermo parasassi
- c_d , è il coefficiente dinamico posto cautelativamente pari a $c_d = 1$ in conformità al punto 3.3.8 del D.M. 14 gennaio 2008 (NTC2008).

Assumendo come velocità di riferimento $V_b = 30 \times \alpha_R = 28,5$ m/s i valori dei prodotti della pressione cinetica di riferimento q_b per il coefficiente di esposizione c_e e per il coefficiente dinamico c_d sono forniti per i diversi piani di ponteggio nella tabella allegata

| Altez. [m] | $c_e(z)$ | $q_b \cdot c_e \cdot c_d$ [N/m ²] |
|------------|----------|---|
| 2,00 | 1,63 | 830 |
| 4,00 | 1,63 | 830 |
| 6,00 | 1,63 | 830 |
| 8,00 | 1,63 | 830 |
| 10,00 | 1,78 | 905 |
| 12,00 | 1,91 | 969 |
| 14,00 | 2,02 | 1024 |
| 16,00 | 2,11 | 1072 |
| 18,00 | 2,20 | 1116 |
| 20,00 | 2,28 | 1156 |

La superficie S è la proiezione - su un piano normale all'azione del vento - della superficie di ponteggio investita.

d) carichi dovuti al sisma

Come analizzato al punto 4.2 e in conformità al punto punto 2.4.1 del D.M. 14 gennaio 2008 (NTC2008), non vengono considerati.

e) Carichi per verifiche locali

Non avendo riscontri nelle NTC si prendono come riferimento le norme di buona tecnica citate.



14/11/2018

PERI S.r.l.
 ING. Meroni Roberto
 Legale Rappresentante

• Parapetti:

- Verifica delle sollecitazioni e della freccia in Stato Limite di Esercizio; in conformità al punto 4.2.3 della Circolare Ministeriale 132/91 ed ai punti 6.2.5.2 e 6.3.2 della UNI EN 12811-1 i dati da considerare per la verifica sono i seguenti

| | |
|------------------------|---------|
| Spinta orizzontale [N] | Freccia |
| 300 | < 35 mm |

- Verifica delle sollecitazioni e della freccia allo Stato Limite Ultimo; in conformità al punto 4.2.3 della Circolare Ministeriale 132/91 i dati da considerare per la verifica sono i seguenti

| | |
|------------------------|----------|
| Spinta orizzontale [N] | Freccia |
| 1250 | < 200 mm |

• Impalcato:

In un ponteggio da costruzione considerato l'impalcato in classe di carico 4 e le piazzole di carico in classe di carico 5, in conformità al punto 4.2.3 della Circolare Ministeriale 132/91 (Prospetto 4-I) ed ai punti 6.1.3 (Prospetto 3) e 6.3 della UNI EN 12811-1 per la verifica delle sollecitazioni e delle frecce in Stato Limite di Esercizio, i dati da considerare per la verifica sono i seguenti:

| | Carico uniformemente ripartito [N/m ²] | Carico centrato su superficie di 500x500 mm [N] | Carico centrato su superficie di 200x200 mm [N] | Carico su superficie parziale [N/m ²] | Superficie parziale [m ²] | Freccia [mm] |
|--------------------------|--|---|---|---|---------------------------------------|-------------------|
| Ponteggio da costruzione | 3000 | 3000 | 1000 | 5000 | 0,4 A (*) | min (L/100;20 mm) |
| Piazzole di carico | 4500 | 3000 | 1000 | 7500 | 0,4 A (*) | min (L/100;20 mm) |

(*) A = Area impalcato



14/11/2018

PERI S.r.l.
 ING. Meroni Roberto
 Legale Rappresentante

4.4 CONDIZIONI DI CARICO

4.4.1 Analisi della normativa

Il punto 2.5.3 del D.M. 14 gennaio 2008 (NTC2008) considera le seguenti diverse combinazioni di carico:

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

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

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

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

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots$$
- Combinazione sismica, impiegata per gli stati limite ultimi e di esercizio connessi all'azione sismica E (v. § 3.2 delle NTC) (non pertinente per la presente tipologia):

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots$$
- Combinazione eccezionale, impiegata per gli stati limite ultimi connessi alle azioni eccezionali di progetto A_d (v. § 3.6 delle NTC):

$$G_1 + G_2 + P + A_d + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots$$

I coefficienti parziali di sicurezza γ_{Fj} (γ_{Gj} , γ_{Qj}), associati all'azione j-esima, tengono in conto la variabilità delle rispettive grandezze e le incertezze relative alle tolleranze geometriche e alla affidabilità del modello di calcolo. La verifica della sicurezza nei riguardi degli stati limite di esercizio si esprime controllando aspetti di funzionalità e stato tensionale.

In conformità del punto 2.6 del D.M. 14 gennaio 2008 (NTC2008) i valori di γ_{Fj} sono forniti dalla tabella 2.6.I ovvero nel nostro caso (STR) si ha:

| | | |
|------------------------------------|-------------|---|
| Carichi permanenti | favorevoli | $\gamma_{G1} = 1,0$ |
| | sfavorevoli | $\gamma_{G1} = 1,3$ |
| Carichi permanenti non strutturali | favorevoli | $\gamma_{G2} = 0,0$ |
| | sfavorevoli | $\gamma_{G2} = 1,5$ |
| Carichi variabili | favorevoli | $\gamma_{Q1} = \gamma_{Q2} = \gamma_{Q3} = 0,0$ |
| | sfavorevoli | $\gamma_{Q1} = \gamma_{Q2} = \gamma_{Q3} = 1,5$ |

Nella definizione delle combinazioni delle azioni che possono agire contemporaneamente, i termini Q_{kj} che rappresentano le azioni variabili della combinazione, con una delle azioni variabile dominante e le altre azioni variabili che possono agire contemporaneamente a quella dominante. Le azioni variabili vengono combinate con i coefficienti di combinazione ψ_{0j} , ψ_{1j} e ψ_{2j} , i cui valori sono forniti nel § 2.5.3, Tab. 2.5.I delle NTC.



14/11/2018

PERI S.r.l.
 ING. Meroni Roberto
 Legale Rappresentante

| Azione variabile | ψ_{0j} | ψ_{1j} | ψ_{2j} |
|--|-------------|-------------|-------------|
| Carichi di servizio (Categoria C Ambienti suscettibili di affollamento) | 0,7 | 0,7 | 0,6 |
| Vento | 0,6 | 0,2 | 0,0 |
| Neve (a quota ≤ 1000 m s.l.m.) | 0,5 | 0,2 | 0,0 |

Con riferimento alla durata percentuale relativa ai livelli di intensità dell'azione variabile, si definiscono quindi:

- valore quasi permanente $\psi_{2j} \times Q_{kj}$: la media della distribuzione temporale dell'intensità;
- valore frequente $\psi_{1j} \times Q_{kj}$: il valore corrispondente al frattile 95 % della distribuzione temporale dell'intensità e cioè che è superato per una limitata frazione del periodo di riferimento;
- valore raro (o di combinazione) $\psi_{0j} \times Q_{kj}$: il valore di durata breve ma ancora significativa nei riguardi della possibile concomitanza con altre azioni variabili.

4.4.2 Combinazioni di carico usate

Per la presente verifica si hanno i seguenti carichi:

- G_1 = pesi propri degli elementi strutturali
- Q_{k1a} = carichi di servizio disposti su due piani (vedi schemi dell'Appendice 2)
- Q_{k1b} = carichi di servizio disposti su altri due piani (vedi schemi dell'Appendice 2)
- Q_{k2a} = azione del vento con direzione perpendicolare e verso l'opera servita, vento \perp (+)
- $-Q_{k2a}$ = azione del vento con direzione perpendicolare opposta all'opera servita, vento \perp (-)
- Q_{k2b} = azione del vento con direzione parallela, vento // (+)
- $-Q_{k2b}$ = azione del vento con direzione parallela, vento // (-)
- Q_{k3} = azione della neve

In merito alla disposizione dei carichi, non avendo riferimenti nel D.M. 14 gennaio 2008 (NTC2008), si prende spunto da quanto suggerito dal punto 4.3 della Circolare Ministeriale 132/91 e tenendo conto dell'articolo 6.2.9 della UNI EN 12811-1 consideriamo le seguenti disposizioni dei carichi:

carico di servizio caso 1a

- Carico di servizio sul 1° impalcato
- 50% carico di servizio sul 2° impalcato

carico di servizio caso 1b

- Carico di servizio sul 4° impalcato (negli schemi con piazzola 5° impalcato)
- 50% carico di servizio sul 5° impalcato (negli schemi con piazzola 6° impalcato)

Azione della neve

- Carico di neve completo sull'impalcato più alto
- Carico di neve completo sul parasassi
- 30% del carico neve completo globalmente sugli impalcati sottostanti



14/11/2018

PERI S.r.l.
ING. Meroni Roberto
Legale Rappresentante

Pertanto possiamo indicare le combinazioni di carico considerate che sono quella fondamentale per lo stato limite ultimo (SLU) e quella rara per lo stato limite di esercizio (SLE) considerata la più critica rispetto a quella frequente e quasi permanente (le combinazioni sismica ed eccezionale non sono considerate tenendo conto di quanto indicato nella premessa al punto 4.2) :

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

- Combinazione 1 con carico di servizio dominante e vento \perp (+)

$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1a} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2a} + \gamma_{Q3} \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3} = 1,3 \cdot G_1 + 1,5 \cdot Q_{k1a} + 1,5 \cdot 0,6 \cdot Q_{k2a} + 1,5 \cdot 0,5 \cdot Q_{k3}$$

- Combinazione 2 con azione del vento dominante e vento (+)

$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1a} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2a} + \gamma_{Q3} \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3} = 1,3 \cdot G_1 + 1,5 \cdot 0,7 \cdot Q_{k1a} + 1,5 \cdot Q_{k2a} + 1,5 \cdot 0,5 \cdot Q_{k3}$$

- Combinazione 3 con azione della neve dominante e vento \perp (+)

$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1a} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2a} + \gamma_{Q3} \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3} = 1,3 \cdot G_1 + 1,5 \cdot 0,7 \cdot Q_{k1a} + 1,5 \cdot 0,6 \cdot Q_{k2a} + 1,5 \cdot Q_{k3}$$

- Combinazione 4 con carico di servizio dominante e vento \perp (-)

$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1a} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2a} + \gamma_{Q3} \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3} = 1,3 \cdot G_1 + 1,5 \cdot Q_{k1a} - 1,5 \cdot 0,6 \cdot Q_{k2a} + 1,5 \cdot 0,5 \cdot Q_{k3}$$

- Combinazione 5 con azione del vento dominante e vento \perp (-)

$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1a} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2a} + \gamma_{Q3} \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3} = 1,3 \cdot G_1 + 1,5 \cdot 0,7 \cdot Q_{k1a} - 1,5 \cdot Q_{k2a} + 1,5 \cdot 0,5 \cdot Q_{k3}$$

- Combinazione 6 con azione della neve dominante e e vento \perp (-)

$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1a} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2a} + \gamma_{Q3} \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3} = 1,3 \cdot G_1 + 1,5 \cdot 0,7 \cdot Q_{k1a} - 1,5 \cdot 0,6 \cdot Q_{k2a} + 1,5 \cdot Q_{k3}$$

- Combinazione 7 con carico di servizio dominante e vento \perp (+)

$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1b} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2a} + \gamma_{Q3} \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3} = 1,3 \cdot G_1 + 1,5 \cdot Q_{k1b} + 1,5 \cdot 0,6 \cdot Q_{k2a} + 1,5 \cdot 0,5 \cdot Q_{k3}$$

- Combinazione 8 con azione del vento dominante e vento \perp (+)

$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1b} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2a} + \gamma_{Q3} \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3} = 1,3 \cdot G_1 + 1,5 \cdot 0,7 \cdot Q_{k1b} + 1,5 \cdot Q_{k2a} + 1,5 \cdot 0,5 \cdot Q_{k3}$$

- Combinazione 9 con azione della neve dominante e vento \perp (+)

$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1b} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2a} + \gamma_{Q3} \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3} = 1,3 \cdot G_1 + 1,5 \cdot 0,7 \cdot Q_{k1b} + 1,5 \cdot 0,6 \cdot Q_{k2a} + 1,5 \cdot Q_{k3}$$

- Combinazione 10 con carico di servizio dominante e vento \perp (-)

$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1b} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2a} + \gamma_{Q3} \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3} = 1,3 \cdot G_1 + 1,5 \cdot Q_{k1b} - 1,5 \cdot 0,6 \cdot Q_{k2a} + 1,5 \cdot 0,5 \cdot Q_{k3}$$

- Combinazione 11 con azione del vento dominante e vento \perp (-)

$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1b} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2a} + \gamma_{Q3} \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3} = 1,3 \cdot G_1 + 1,5 \cdot 0,7 \cdot Q_{k1b} - 1,5 \cdot Q_{k2a} + 1,5 \cdot 0,5 \cdot Q_{k3}$$

- Combinazione 12 con azione della neve dominante e e vento \perp (-)

$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1b} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2a} + \gamma_{Q3} \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3} = 1,3 \cdot G_1 + 1,5 \cdot 0,7 \cdot Q_{k1b} - 1,5 \cdot 0,6 \cdot Q_{k2a} + 1,5 \cdot Q_{k3}$$

- Combinazione 25 con carico di servizio dominante e vento // (+)

$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1a} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2b} + \gamma_{Q3} \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3} = 1,3 \cdot G_1 + 1,5 \cdot Q_{k1a} + 1,5 \cdot 0,6 \cdot Q_{k2b} + 1,5 \cdot 0,5 \cdot Q_{k3}$$

- Combinazione 26 con azione del vento dominante e vento // (+)

$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1a} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2b} + \gamma_{Q3} \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3} = 1,3 \cdot G_1 + 1,5 \cdot 0,7 \cdot Q_{k1a} + 1,5 \cdot Q_{k2b} + 1,5 \cdot 0,5 \cdot Q_{k3}$$

- Combinazione 27 con azione della neve dominante e vento // (+)

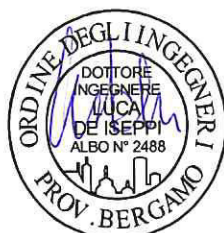
$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1a} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2b} + \gamma_{Q3} \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3} = 1,3 \cdot G_1 + 1,5 \cdot 0,7 \cdot Q_{k1a} + 1,5 \cdot 0,6 \cdot Q_{k2b} + 1,5 \cdot Q_{k3}$$

- Combinazione 28 con carico di servizio dominante e vento // (-)

$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1a} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2b} + \gamma_{Q3} \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3} = 1,3 \cdot G_1 + 1,5 \cdot Q_{k1a} - 1,5 \cdot 0,6 \cdot Q_{k2b} + 1,5 \cdot 0,5 \cdot Q_{k3}$$

- Combinazione 29 con azione del vento dominante e vento // (-)

$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1a} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2b} + \gamma_{Q3} \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3} = 1,3 \cdot G_1 + 1,5 \cdot 0,7 \cdot Q_{k1a} - 1,5 \cdot Q_{k2b} + 1,5 \cdot 0,5 \cdot Q_{k3}$$



14/11/2018

PERI S.r.l.
ING. Meroni Roberto
Legale Rappresentante

- Combinazione 30 con azione della neve dominante e e vento // (-)
 $\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1a} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2b} + \gamma_{Q3} \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3} = 1,3 \cdot G_1 + 1,5 \cdot 0,7 \cdot Q_{k1a} - 1,5 \cdot 0,6 \cdot Q_{k2b} + 1,5 \cdot Q_{k3}$
- Combinazione 31 con carico di servizio dominante e vento // (+)
 $\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1b} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2b} + \gamma_{Q3} \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3} = 1,3 \cdot G_1 + 1,5 \cdot Q_{k1b} + 1,5 \cdot 0,6 \cdot Q_{k2b} + 1,5 \cdot 0,5 \cdot Q_{k3}$
- Combinazione 32 con azione del vento dominante e vento // (+)
 $\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1b} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2b} + \gamma_{Q3} \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3} = 1,3 \cdot G_1 + 1,5 \cdot 0,7 \cdot Q_{k1b} + 1,5 \cdot Q_{k2b} + 1,5 \cdot 0,5 \cdot Q_{k3}$
- Combinazione 33 con azione della neve dominante e vento // (+)
 $\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1b} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2b} + \gamma_{Q3} \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3} = 1,3 \cdot G_1 + 1,5 \cdot 0,7 \cdot Q_{k1b} + 1,5 \cdot 0,6 \cdot Q_{k2b} + 1,5 \cdot Q_{k3}$
- Combinazione 34 con carico di servizio dominante e vento // (-)
 $\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1b} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2b} + \gamma_{Q3} \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3} = 1,3 \cdot G_1 + 1,5 \cdot Q_{k1b} - 1,5 \cdot 0,6 \cdot Q_{k2b} + 1,5 \cdot 0,5 \cdot Q_{k3}$
- Combinazione 35 con azione del vento dominante e vento // (-)
 $\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1b} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2b} + \gamma_{Q3} \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3} = 1,3 \cdot G_1 + 1,5 \cdot 0,7 \cdot Q_{k1b} - 1,5 \cdot Q_{k2b} + 1,5 \cdot 0,5 \cdot Q_{k3}$
- Combinazione 36 con azione della neve dominante e e vento // (-)
 $\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1b} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2b} + \gamma_{Q3} \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3} = 1,3 \cdot G_1 + 1,5 \cdot 0,7 \cdot Q_{k1b} - 1,5 \cdot 0,6 \cdot Q_{k2b} + 1,5 \cdot Q_{k3}$
- Combinazione rara, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili:
 - Combinazione 13 con carico di servizio dominante e vento \perp (+)
 $G_1 + Q_{k1a} + \psi_{02} \cdot Q_{k2a} + \psi_{03} \cdot Q_{k3} = G_1 + Q_{k1a} + 0,6 \cdot Q_{k2a} + 0,5 \cdot Q_{k3}$
 - Combinazione 14 con azione del vento dominante e vento \perp (+)
 $G_1 + \psi_{01} \cdot Q_{k1a} + Q_{k2a} + \psi_{03} \cdot Q_{k3} = G_1 + 0,7 \cdot Q_{k1a} + Q_{k2a} + 0,5 \cdot Q_{k3}$
 - Combinazione 15 con azione della neve dominante e vento \perp (+)
 $G_1 + \psi_{01} \cdot Q_{k1a} + \psi_{02} \cdot Q_{k2a} + Q_{k3} = G_1 + 0,7 \cdot Q_{k1a} + 0,6 \cdot Q_{k2a} + Q_{k3}$
 - Combinazione 16 con carico di servizio dominante e vento \perp (-)
 $G_1 + Q_{k1a} + \psi_{02} \cdot Q_{k2a} + \psi_{03} \cdot Q_{k3} = G_1 + Q_{k1a} - 0,6 \cdot Q_{k2a} + 0,5 \cdot Q_{k3}$
 - Combinazione 17 con azione del vento dominante e vento \perp (-)
 $G_1 + \psi_{01} \cdot Q_{k1a} + Q_{k2a} + \psi_{03} \cdot Q_{k3} = G_1 + 0,7 \cdot Q_{k1a} - Q_{k2a} + 0,5 \cdot Q_{k3}$
 - Combinazione 18 con azione della neve dominante e vento \perp (-)
 $G_1 + \psi_{01} \cdot Q_{k1a} + \psi_{02} \cdot Q_{k2a} + Q_{k3} = G_1 + 0,7 \cdot Q_{k1a} - 0,6 \cdot Q_{k2a} + Q_{k3}$
 - Combinazione 19 con carico di servizio dominante e vento \perp (+)
 $G_1 + Q_{k1b} + \psi_{02} \cdot Q_{k2a} + \psi_{03} \cdot Q_{k3} = G_1 + Q_{k1b} + 0,6 \cdot Q_{k2a} + 0,5 \cdot Q_{k3}$
 - Combinazione 20 con azione del vento dominante e vento \perp (+)
 $G_1 + \psi_{01} \cdot Q_{k1b} + Q_{k2a} + \psi_{03} \cdot Q_{k3} = G_1 + 0,7 \cdot Q_{k1b} + Q_{k2a} + 0,5 \cdot Q_{k3}$
 - Combinazione 21 con azione della neve dominante e vento \perp (+)
 $G_1 + \psi_{01} \cdot Q_{k1b} + \psi_{02} \cdot Q_{k2a} + Q_{k3} = G_1 + 0,7 \cdot Q_{k1b} + 0,6 \cdot Q_{k2a} + Q_{k3}$
 - Combinazione 22 con carico di servizio dominante e vento \perp (-)
 $G_1 + Q_{k1b} + \psi_{02} \cdot Q_{k2a} + \psi_{03} \cdot Q_{k3} = G_1 + Q_{k1b} - 0,6 \cdot Q_{k2a} + 0,5 \cdot Q_{k3}$
 - Combinazione 23 con azione del vento dominante e vento \perp (-)
 $G_1 + \psi_{01} \cdot Q_{k1b} + Q_{k2a} + \psi_{03} \cdot Q_{k3} = G_1 + 0,7 \cdot Q_{k1b} - Q_{k2a} + 0,5 \cdot Q_{k3}$
 - Combinazione 24 con azione della neve dominante e vento \perp (-)
 $G_1 + \psi_{01} \cdot Q_{k1b} + \psi_{02} \cdot Q_{k2a} + Q_{k3} = G_1 + 0,7 \cdot Q_{k1b} - 0,6 \cdot Q_{k2a} + Q_{k3}$



14/11/2018

PERI S.r.l.
 ING. Meroni Roberto
 Legale Rappresentante

- Combinazione 37 con carico di servizio dominante e vento // (+)
 $G_1 + Q_{k1a} + \psi_{02} \cdot Q_{k2b} + \psi_{03} \cdot Q_{k3} = G_1 + Q_{k1a} + 0,6 \cdot Q_{k2b} + 0,5 \cdot Q_{k3}$
- Combinazione 38 con azione del vento dominante e vento // (+)
 $G_1 + \psi_{01} \cdot Q_{k1a} + Q_{k2b} + \psi_{03} \cdot Q_{k3} = G_1 + 0,7 \cdot Q_{k1a} + Q_{k2b} + 0,5 \cdot Q_{k3}$
- Combinazione 39 con azione della neve dominante e vento // (+)
 $G_1 + \psi_{01} \cdot Q_{k1a} + \psi_{02} \cdot Q_{k2b} + Q_{k3} = G_1 + 0,7 \cdot Q_{k1a} + 0,6 \cdot Q_{k2b} + Q_{k3}$
- Combinazione 40 con carico di servizio dominante e vento // (-)
 $G_1 + Q_{k1a} + \psi_{02} \cdot Q_{k2b} + \psi_{03} \cdot Q_{k3} = G_1 + Q_{k1a} - 0,6 \cdot Q_{k2b} + 0,5 \cdot Q_{k3}$
- Combinazione 41 con azione del vento dominante e vento // (-)
 $G_1 + \psi_{01} \cdot Q_{k1a} + Q_{k2b} + \psi_{03} \cdot Q_{k3} = G_1 + 0,7 \cdot Q_{k1a} - Q_{k2b} + 0,5 \cdot Q_{k3}$
- Combinazione 42 con azione della neve dominante e vento // (-)
 $G_1 + \psi_{01} \cdot Q_{k1a} + \psi_{02} \cdot Q_{k2b} + Q_{k3} = G_1 + 0,7 \cdot Q_{k1a} - 0,6 \cdot Q_{k2b} + Q_{k3}$
- Combinazione 43 con carico di servizio dominante e vento // (+)
 $G_1 + Q_{k1b} + \psi_{02} \cdot Q_{k2b} + \psi_{03} \cdot Q_{k3} = G_1 + Q_{k1b} + 0,6 \cdot Q_{k2b} + 0,5 \cdot Q_{k3}$
- Combinazione 44 con azione del vento dominante e vento // (+)
 $G_1 + \psi_{01} \cdot Q_{k1b} + Q_{k2b} + \psi_{03} \cdot Q_{k3} = G_1 + 0,7 \cdot Q_{k1b} + Q_{k2b} + 0,5 \cdot Q_{k3}$
- Combinazione 45 con azione della neve dominante e vento // (+)
 $G_1 + \psi_{01} \cdot Q_{k1b} + \psi_{02} \cdot Q_{k2b} + Q_{k3} = G_1 + 0,7 \cdot Q_{k1b} + 0,6 \cdot Q_{k2b} + Q_{k3}$
- Combinazione 46 con carico di servizio dominante e vento // (-)
 $G_1 + Q_{k1b} + \psi_{02} \cdot Q_{k2b} + \psi_{03} \cdot Q_{k3} = G_1 + Q_{k1b} - 0,6 \cdot Q_{k2b} + 0,5 \cdot Q_{k3}$
- Combinazione 47 con azione del vento dominante e vento // (-)
 $G_1 + \psi_{01} \cdot Q_{k1b} + Q_{k2b} + \psi_{03} \cdot Q_{k3} = G_1 + 0,7 \cdot Q_{k1b} - Q_{k2b} + 0,5 \cdot Q_{k3}$
- Combinazione 48 con azione della neve dominante e vento // (-)
 $G_1 + \psi_{01} \cdot Q_{k1b} + \psi_{02} \cdot Q_{k2b} + Q_{k3} = G_1 + 0,7 \cdot Q_{k1b} - 0,6 \cdot Q_{k2b} + Q_{k3}$

- Combinazione frequente, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) reversibili (viene citata ed esplicitata ma non considerata in quanto meno critica della combinazione rara che verrà esaminata):
 - con carico di servizio dominante
 $G_1 + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} = G_1 + 0,7 \cdot Q_{k1}$
 - con azione del vento dominante
 $G_1 + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{12} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} = G_1 + 0,6 \cdot Q_{k1} + 0,2 \cdot Q_{k2}$
 - con azione della neve dominante
 $G_1 + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{13} \cdot Q_{k3} = G_1 + 0,6 \cdot Q_{k1} + 0,2 \cdot Q_{k3}$

- Combinazione quasi permanente (SLE), generalmente impiegata per gli effetti a lungo termine (viene citata ed esplicitata ma non considerata in quanto meno critica della combinazione rara che verrà esaminata):
 $G_1 + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} = G_1 + 0,6 \cdot Q_{k1}$



14/11/2018

PERI S.r.l.
 ING. Meroni Roberto
 Legale Rappresentante

4.5 CRITERI DI VERIFICA

La verifica viene condotta considerando sia il metodo agli stati limite e sia il confronto tra le azioni di progetto ed i carichi desunti dalle prove.

4.5.1 Metodo semiprobabilistico degli Stati Limite

La sicurezza e le prestazioni del ponteggio o di una parte di esso devono essere valutate in relazione agli stati limite che si possono verificare durante la vita nominale. Stato limite è la condizione superata la quale l’opera non soddisfa più le esigenze per le quali è stata progettata.

In particolare, gli elementi strutturali del ponteggio devono possedere i seguenti requisiti:

- sicurezza nei confronti di stati limite ultimi (SLU): capacità di evitare crolli, perdite di equilibrio e dissesti gravi, totali o parziali;
- sicurezza nei confronti di stati limite di esercizio (SLE): capacità di garantire le prestazioni previste per le condizioni di esercizio;

Il superamento di uno stato limite ultimo ha carattere irreversibile e si definisce collasso.

Nel metodo semiprobabilistico agli stati limite, la sicurezza strutturale deve essere verificata tramite il confronto tra la resistenza e l’effetto delle azioni. Per la sicurezza strutturale, la resistenza dei materiali e le azioni sono rappresentate dai valori caratteristici, R_{ki} e F_{kj} definiti, rispettivamente, come il frattile inferiore delle resistenze e il frattile (superiore o inferiore) delle azioni che minimizzano la sicurezza. In genere, i frattili sono assunti pari al 5%.

La verifica della sicurezza nei riguardi degli stati limite ultimi di resistenza si effettua con il “metodo dei coefficienti parziali” di sicurezza espresso dalla equazione formale:

$$R_d \geq E_d$$

dove

- o R_d è la resistenza di progetto, valutata in base ai valori di progetto della resistenza dei materiali e ai valori nominali delle grandezze geometriche interessate $R_d = R_{ki} / \gamma_{Mi}$;

I valori caratteristici della tensione di snervamento per gli acciai utilizzati, utili per il calcolo del valore di resistenza R_{ki} da effettuarsi di volta in volta tramite le formule fornite dalle NTC2008 sono:

| |
|--|
| $f_{yk} = 235 \text{ N/mm}^2$ per l'acciaio S235 (ex Fe 360) |
| $f_{yk} = 275 \text{ N/mm}^2$ per l'acciaio S275 (ex Fe 430) |
| $f_{yk} = 355 \text{ N/mm}^2$ per l'acciaio S355 (ex Fe 510) |
| $f_{yk} = 350 \text{ N/mm}^2$ per l'acciaio S350GD |

Il valore caratteristico della tensione di snervamento per l’alluminio utilizzato, utile per il calcolo del valore di resistenza R_{ki} è:

| |
|---|
| 225 N/mm ² per la lega EN AW 6005 T6 |
|---|



14/11/2018

PERI S.r.l.
ING. Meroni Roberto
Legale Rappresentante

I valori caratteristici per il legno classe C24 secondo la norma UNI EN 338 sono:

| |
|---|
| Flessione ($f_{m,k}$) = 24,0 N/mm ² |
| Trazione ($f_{t,0,k}$) = 14,5 N/mm ² |
| Trazione ($f_{t,90,k}$) = 0,4 N/mm ² |
| Compressione ($f_{c,0,k}$) = 21,0 N/mm ² |
| Compressione ($f_{c,90,k}$) = 2,5 N/mm ² |
| Taglio ($f_{v,k}$) = 4,0 N/mm ² |
| E _{0,mean} = 11000 N/mm ² |

Per le strutture in acciaio, in conformità del punto 4.2.4 del D.M. 14 gennaio 2008 (NTC2008) i valori di γ_{Mi} sono dati dalla tabella 4.2.V ovvero:

| Fattori parziali di sicurezza | |
|--|------|
| γ_{M0} per resistenza delle sezioni trasversali | 1,05 |
| γ_{M1} per resistenza all'instabilità | 1,05 |
| γ_{M2} per resistenza delle sezioni nette | 1,25 |

Per le strutture in alluminio, poiché non vi è alcun riferimento sulle NTC 2008 si riportano i valori di γ_{Mi} forniti dal punto 5.1.1 della UNI EN 1999-1-1 (Eurocodice 9):

| Fattori parziali di sicurezza | |
|--|------|
| γ_{M0} per resistenza delle sezioni trasversali | 1,1 |
| γ_{M1} per resistenza all'instabilità | 1,1 |
| γ_{M2} per resistenza delle sezioni nette | 1,25 |

Per le strutture in legno, in conformità del punto 4.4.6 del D.M. 14 gennaio 2008 (NTC2008) il valore di γ_M relativo al legno massiccio è dalla tabella 4.2.III ovvero:

| Fattori parziali di sicurezza | |
|--|-----|
| γ_M fattore di sicurezza parziale | 1,5 |

Questi coefficienti sono applicati in modo da ridurre la capacità resistente dell'elemento per tener conto delle possibili incertezze sulla determinazione di essa che verrà determinata di volta in volta a seconda dell'elemento, del materiale e del tipo di sollecitazione.

- o E_d è il valore di progetto dell'effetto delle azioni, valutato in base ai valori di progetto $F_{dj} = F_{kj} \cdot \gamma_{Fj}$ delle azioni utilizzate nelle combinazioni di carico già riportate al punto 4.3.

Per lo SLE, in merito alle deformazioni massime, non avendo riscontri in normativa si ritiene accettabile considerare $(f / L) < 1/100$ con f = deformazione relativa e L la lunghezza dell'elemento sollecitato, e solo per gli impalcati si considerano i valori che sono inferiori ai valori di riferimento forniti dal punto 6.3.1 della UNI EN 12811-1 ($f < \min(25 \text{ mm}; L/100)$)



14/11/2018

PERI S.r.l.
 ING. Meroni Roberto
 Legale/Rappresentante

4.5.2 Confronto con dati sperimentali

Il punto 4.2.7 del D.M. 14 gennaio 2008 (NTC2008) relativa alla progettazione integrata da prove, rimanda alla EN 1990. Se si considera un approccio di tipo probabilistico, basandosi sui valori ottenuti nelle prove si calcola il valore che ha il 95% di probabilità di capitare.

Pertanto, in merito al confronto coi dati sperimentali, non esistendo riferimenti normativi specifici, si ritiene accettabile considerare

- per le azioni $\frac{P_{95\%}}{\gamma_{M0}} = \frac{F_{Rk}}{\gamma_{M0}} \geq E_{ED}$ oppure $\frac{P_{95\%}}{\gamma_{M0}} = \frac{F_{Rk}}{\gamma_{M0} \cdot E_{ED}} \geq 1,0$

con $P_{95\%} = P_{medio} - k_{d,n} \cdot S_x$; con $k_{n,d} = 3,37$ per $n = 5$

Per k_n (coefficiente del frattile caratteristico) si considera il Prospetto D.2 della EN 1990.



14/11/2018

PERI S.r.l.
ING. Meroni Roberto
Legale Rappresentante

4.6 SCHEMI DI INSIEME DEL PONTEGGIO

a) Caratteristiche funzionali

Il ponteggio da costruzione ha interasse tra i montanti di 1,00 m e campate pari a 250, 335, 375, 500, 670, 720, 750, 1000, 1040, 1250, 1500, 1750, 2000, 2250, 2500, 2750 e 3000 mm.

b) Caratteristiche strutturali

Gli schemi verificati sono:

4.6.1 Schema normale con campi $\leq 3,0$ m con impalcati a tutti i piani

Lo schema normale di ponteggio, realizzato con gli elementi descritti in precedenza, presenta le seguenti caratteristiche:

- N° massimo di piani: 9 escluso quello di cui al piano “0” di cui agli schemi dell’Allegato A;
- Altezza massima di un piano: 2,0 m;
- Interasse massimo tra le stilate: 3,0 m;
- Interasse tra i montanti della stessa stilata: 1,0 m;
- N° di correnti di parapetto sulla facciata esterna in ogni modulo di ogni piano: 2;
- N° di correnti sulla facciata esterna in corrispondenza di ogni diagonale di facciata, disposti al piano dei piani interessati dalla diagonale: 2;
- N° di correnti sulle facciate interna ed esterna in corrispondenza del piano “0”: 1;
- N° di ancoraggi normale (⊗): un ancoraggio a stilate alterne disposti a quin-conce ai piani 4°, 5°, 6°, 7°, 8° e 9° e a tutte le stilate al 1° piano, pari ad almeno un ancoraggio ogni 12 m²;
- N° di ancoraggi nei piani interessati dal parasassi (piano di raccordo col parasassi e piano immediatamente superiore): un ancoraggio speciale (⊕) ogni stilata, in ognuno dei due piani;
- N° diagonali di facciata: 1 ogni 4 moduli (in uno c’è e in tre no) di ciascun piano;
- N° spine a verme: n° 1 ad ogni collegamento dei montanti;
- N° tavole: 4 in ogni campo di ogni piano;
- N° fermapiedi: 1 in ogni campo di ogni piano;
- Nei piani ancorati è previsto un ancoraggio speciale a V (⋈) ogni 6 stilate.

4.6.2 Schema con campi $\leq 2,0$ m e con piazzola di carico da 0,75 m x 1,5/2,0 m



È simile allo schema normale con campi $\leq 2,0$ m con le seguenti differenze:

- Interasse tra le stilate relative al campo con piazzola di carico: 1,5/2,0 m;
- n° 2 mensole da 0,75 m per piazzola di carico poste ad un piano del ponteggio ai lati di un campo;
- Puntone UCP montato sotto ogni mensola da 0,75 m;
- n. 2 travette rinforzate per piazzola di carico sulla facciata interna ed esterna del ponteggio nel campo e al piano interessato dalla mensola;
- n. 1 travetta rinforzata per piazzola di carico sulla facciata esterna della piazzola nel campo e al piano interessato dalla mensola;





14/11/2018

PERI S.r.l.
 ING. Meroni Roberto
 Legale Rappresentante

- n° 1 montante da 1,5 m all'estremità di ciascuna mensola;
- n° 9 correnti di parapetto disposti 3 per ognuno dei 3 lati della piazzola prospicienti il vuoto;
- n° 4 o 5 murali 10x10 cm sulla piazzola disposti perpendicolari alla facciata rispettivamente per interasse 1,5 m, 2,0 m;
- tavole in legno 20x5 cm disposte sui murali parallelmente alla facciata;
- fermapiedi sui lati della piazzola prospicienti il vuoto;
- n° 2 diagonali in pianta in tubi e giunti di tipo autorizzato appartenenti ad unica autorizzazione disposte sotto l'impalcato della piazzola;
- a prescindere dagli ancoraggi del ponteggio, 2 ancoraggi speciali () al piano della piazzola e 2 ancoraggi speciali (), uno per ogni mensola, al piano sottostante.

4.6.3 Schema con campi $\leq 3,0$ m e con piazzola di carico da 0,50 m x 2,5/3,0 m

È simile allo schema normale con campi $\leq 3,0$ m con le seguenti differenze:

- n° 2 mensole da 0,50 m per piazzola di carico poste ad un piano del ponteggio ai lati di un campo;
- Puntone UCP montato sotto ogni mensola da 0,50 m;
- n. 2 travette rinforzate per piazzola di carico sulla facciata interna ed esterna del ponteggio nel campo e al piano interessato dalla mensola;
- n. 1 travetta rinforzata per piazzola di carico sulla facciata esterna della piazzola nel campo e al piano interessato dalla mensola;
- n° 1 montanti da 1,5 m all'estremità di ciascuna mensola;
- n° 9 correnti di parapetto disposti 3 per ognuno dei 3 lati della piazzola prospicienti il vuoto;
- n° 7 murali 10x10 cm sulla piazzola disposti perpendicolari alla facciata;
- tavole in legno 20x5 cm disposte sui murali parallelmente alla facciata;
- fermapiedi sui lati della piazzola prospicienti il vuoto;
- n° 2 diagonali in pianta in tubi e giunti di tipo autorizzato appartenenti ad unica autorizzazione disposte sotto l'impalcato della piazzola;
- a prescindere dagli ancoraggi del ponteggio, 2 ancoraggi speciali () al piano della piazzola e 2 ancoraggi speciali (), uno per ogni mensola, al piano sottostante.

4.6.4 Schema normale con campi $\leq 3,0$ m con impalcato a tutti i piani e con piano inclinato

È simile allo schema normale con campi da 3,0 m con le seguenti differenze:

- le diagonali di facciata al 1° piano sono di misure variabili a fronte del dislivello da superare



14/11/2018

PERI S.r.l.
 ING. Meroni Roberto
 Legale Rappresentante

4.7 CALCOLO DELLE AZIONI CON SCHEMA NORMALE DA 3,0 m

4.7.1 Generalità

Il ponteggio per il quale viene effettuato il calcolo delle azioni è quello relativo agli schemi tipo dell'allegato A previsti con conformazione normale con parasassi.

a) Pesi propri

| Elemento | codice | Peso [daN] |
|---|-----------------|------------|
| montante UVR da 2,00 m | G ₁ | 10,0 |
| traverso UH Plus e corrente UH Plus di testata | G ₄ | 4,5 |
| corrente UH Plus per campata da 3,00 m | G ₂ | 8,7 |
| diagonale di facciata UBK per campata da 3,00 m | G ₃ | 10,4 |
| spina verme | G ₅ | 0,11 |
| parasassi di facciata (struttura completa) | G ₆ | 35 |
| impalcato prefabbricato UDG 25 da 3,00 m | G ₇ | 17,6 |
| fermapiedi UPF da 3,00 m | G ₁₀ | 7,8 |

4.7.2 Superfici investite dal vento

Si calcolano le proiezioni su un piano parallelo e su un piano normale alla facciata dell'opera servita, di un modulo di ponteggio (un piano ed uno o più campi); in conformità al punto C3.3.10.4.2 della Circolare 2 febbraio 2009, n. 617 e tenendo conto di quanto indicato al punto 7.11 della EN 1991-1-4, per la superficie investita dal vento di montanti e traversi disposti su un piano successivo a quello di primo impatto viene considerata a favore di sicurezza una superficie uguale. Per quanto riguarda le tavole, con riferimento al punto 8.3.1 della EN 1991-1-4, assimilando l'impalcato del ponteggio all'impalcato di un ponte a travi parallele, la superficie investita dal vento da considerare è solamente quella di primo impatto come si desume dal grafico riportato nella figura 8.3 della norma considerato che il rapporto tra la profondità ($b = 1000 \text{ mm}$) dell'impalcato e la sua altezza ($d_{\text{tot}} = 68 \text{ mm}$) risulta maggiore di 12. Per tener conto di geometrie quali quelle dei cunei o degli attacchi per i piatti forati a favore di sicurezza viene considerata una superficie aggiuntiva pari al 10% di quella relativa ai montanti, traversi, correnti e diagonali.



14/11/2018

PERI S.r.l.
 ING. Meroni Roberto
 Legale Rappresentante

4.7.2.1 Vento normale per campi 3 m

Per semplificare il calcolo delle azioni del vento perpendicolare all’opera servita si fanno le seguenti approssimazioni:

- si considerano tutte le stilate uguali alla stilata a cui compete una superficie investita dal vento maggiore ed è quella in cui convergono piu’ diagonali di facciata (**vedi fig. 1**)
- si concentrano le aree di influenza 3,0 m x 2,0 m di ogni nodo (**vedi fig. 2**) e relative sia alla facciata interna che esterna nel nodo medesimo; a tal proposito per semplificare il calcolo si uniformano le aree di competenza di ogni nodo spalmando le aree degli elementi che confluiscono solo in alcuni nodi, nell’area di competenza di ogni nodo; quindi in merito alla diagonale di facciata considerando che si hanno massimo n. 5 diagonali che partono da 3 nodi di una stilata (vedi fig. 1), e ricordando che solo metà di ogni diagonale è di competenza del nodo, si ottiene un’area investita dal vento equivalente all’area di $5/2 = 2,5$ diagonali, e si decide di spalmare tale area su tutti i 9 nodi della stilata risultando quindi $2,5/9 \cong 0,278$ diagonali per ogni nodo.

Prospetto I A - Valutazioni della superficie S_n (mm²) perpendicolare alla facciata di competenza di un nodo (un modulo 3,0 x 2,0 m)

| elemento | lunghezza [mm] | diametro/altezza [mm] | n° | Area investita [mm ²] |
|---|-------------------|--------------------------|-------|--------------------------------------|
| montante | 2000 | 48,3 | 2 | S1= 193200 |
| piastre forate sul montante | 112 | 8 | 8 | S2= 7149 |
| correnti | 3000 | 60 | 2 | S3= 360000 |
| diagonale di facciata | 3499 | 42,4 | 0,278 | S4= 41211 |
| altri elementi: cunei, ecc. = 0,1x(S1+S2+S3+S4) | | | | 60156 |
| fermapiedi | 3000 | 167 | 1 | 501000 |
| tavola | 3000 | 68 | 1 | 204000 |

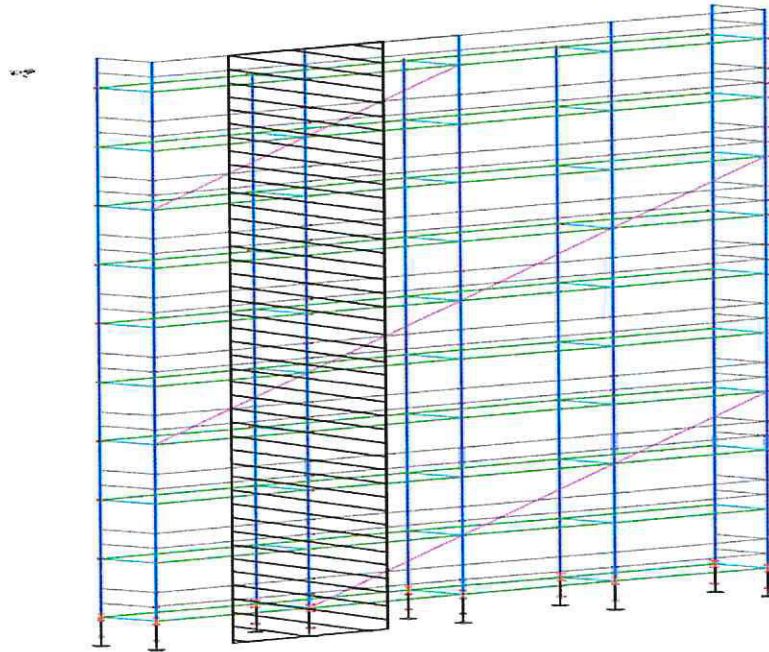
| | |
|-------|-------------------------|
| S_n | 1366716 mm ² |
|-------|-------------------------|



14/11/2018

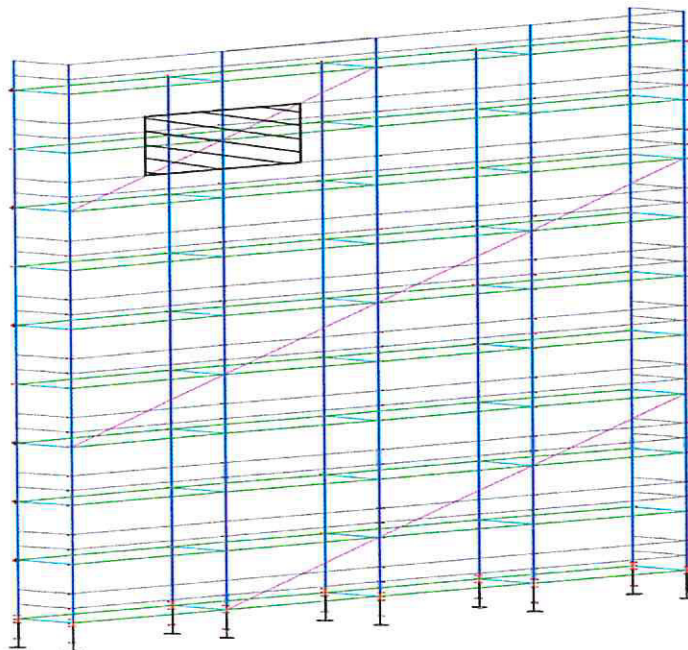
PERI S.r.l.
ING. Meroni Roberto
Legale Rappresentante

(Fig. 1)



Superficie S_n (mm²) della facciata investita dal vento perpendicolare alla facciata e di competenza della stilata in cui confluiscono piu' diagonali di facciata (con campata da 3,0 m e 9 piani di ponteggio)

(Fig. 2)



Superficie S_n (mm²) di esempio della facciata 3,0 m x 2,0 m investita dal vento perpendicolare alla facciata e di competenza di un nodo (come descritto le aree delle diagonali di facciata di cui alla Fig. 1, vengono spalmate sugli altri nodi)



14/11/2018

PERI S.r.l.
ING. Meroni Roberto
Legale Rappresentante

4.7.2.2 Vento parallelo per campi 3 m

Per semplificare il calcolo delle azioni del vento parallelo all’opera servita si fanno le seguenti considerazioni:

- si considerano n. 2 stilate di testata e n. 3 stilate intermedie (**fig. 3**)
- ad ogni piano si concentrano le aree equivalenti alle aree delle n. 5 stilate (**fig. 4**) ai quattro nodi al piano relativi alle stilate di testata
- si concentrano le aree di influenza 0,5 m x 2,0 m di ogni nodo della facciata esterna (**vedi fig. 5 e 6**) nei 2 nodi della facciata esterna e delle stilate di testata, pertanto in ogni nodo di testata si ha un’area equivalente investita dal vento relativa a 0,5 della stilata di testata e 0,75 delle testate intermedie; pertanto l’area equivalente a n. 5 montanti è pari a quella di 2,5 montanti per ogni testata, l’area equivalente a n. 5 traversi e n. 5 impalcati di tavole considerando che metà area è di competenza del montante interno, è pari a quella di $(5/2) \times 2 = 1,25$ per ogni testata; a tal proposito, tenendo conto che però la tavola sovrasta in altezza di 16,4 mm il traverso, e che la superficie della traverso è già considerata in tabella, in merito all’area dell’impalcato investita dal vento si considera solo l’altezza di 16,4 mm; l’area equivalente della diagonale di facciata di competenza del nodo di ogni testata essendo n. 1 ogni 4 campi (**vedi fig. 3**) è pari a 0,5 dell’area della diagonale
- si concentrano le aree di influenza 0,5 m x 2,0 m di ogni nodo delle facciate interne (**vedi fig. 6 e 7**) nei 2 nodi della facciata interna e delle stilate di testata, e il calcolo risulta uguale a quello indicato per la facciata esterna con la differenza che manca la diagonale di facciata

Prospetto I B -Valutazioni della superficie S_p (mm^2) parallela alla facciata di competenza di ogni nodo di testata posto sulla facciata esterna (0,5 m x 2,0 m di n. 1 stilata di testata + 0,5 m x 2,0 m di n. 1 stilata intermedia + 0,25 m x 2,0 m di n. 1 stilata intermedia); **vedi fig. 5 e fig. 6**

| elemento | lunghezza [mm] | diametro/altezza [mm] | n° | Area investita [mm ²] |
|---|-------------------|--------------------------|------|--------------------------------------|
| montante | 2000 | 48,3 | 2,5 | S1= 241500 |
| piastre forate sul montante | 112 | 8 | 10 | S2= 8936 |
| traverso | 952 | 60 | 1,25 | S3= 71378 |
| corrente di parapetto | 952 | 60 | 1 | S4= 57102 |
| diagonale di facciata (proiezione) | 2000 | 42,4 | 0,5 | S5= 42400 |
| altri elementi: cunei, ecc. = $0,1 \times (S1+S2+S3+S4+S5)$ | | | | 41238 |
| fermapiedi | 952 | 167 | 0,5 | S6= 79467 |
| impalcato con tavole | 952 | 16,4 | 1,25 | S7= 19510 |

| | |
|-------|------------------------|
| S_p | 561531 mm ² |
|-------|------------------------|



14/11/2018

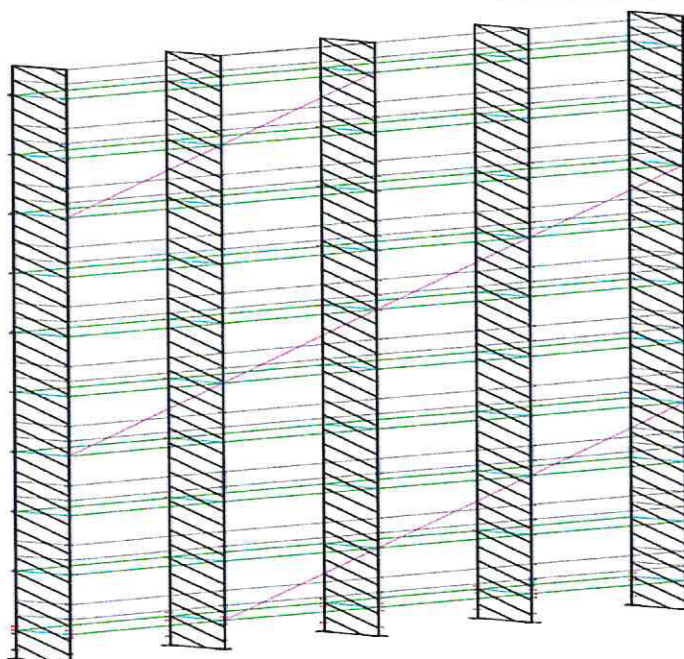
PERI S.r.l.
 ING. Meroni Roberto
 Legale Rappresentante

Prospetto I C -Valutazioni della superficie S_p (mm^2) parallela alla facciata di competenza di ogni nodo di testata posto sulla facciata interna (0,5 m x 2,0 m di n. 1 stilata di testata + 0,5 m x 2,0 m di n. 1 stilata intermedia + 0,25 m x 2,0 m di n. 1 stilata intermedia); vedi fig. 7 e fig. 8

| elemento | lunghezza [mm] | diametro/altezza [mm] | n° | Area investita [mm^2] |
|---|-------------------|--------------------------|------|-------------------------------------|
| montante | 2000 | 48,3 | 2,5 | S1= 241500 |
| piastre forate sul montante | 112 | 8 | 10 | S2= 8936 |
| traverso | 952 | 60 | 1,25 | S3= 71378 |
| corrente di parapetto | 952 | 60 | 1 | S4= 57102 |
| diagonale di facciata (proiezione) | 2000 | 42,4 | 0 | S5= 0 |
| altri elementi: cunei, ecc. = $0,1 \times (S1+S2+S3+S4+S5)$ | | | | 36998 |
| fermapiedi | 952 | 167 | 0,5 | S6= 79467 |
| impalcato con tavole | 952 | 16,4 | 1,25 | S7= 19510 |

S_p 514891 mm^2

(Fig. 3)



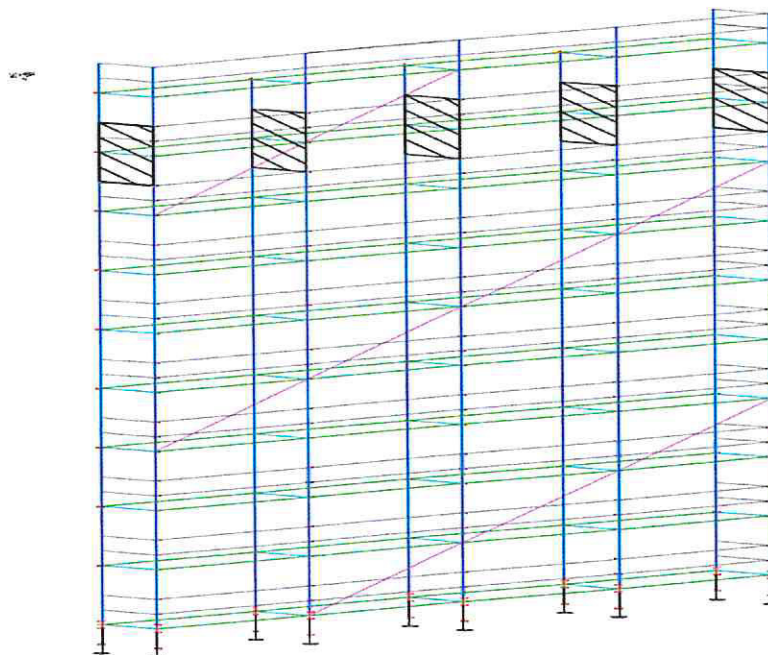
Superfici S_p (mm^2) relative a n. 5 stilate investite dal vento parallelo alla facciata [n. 2 stilate di testata + n. 3 stilate intermedie larghe 1,0 m x 9 piani di ponteggio]



14/11/2018

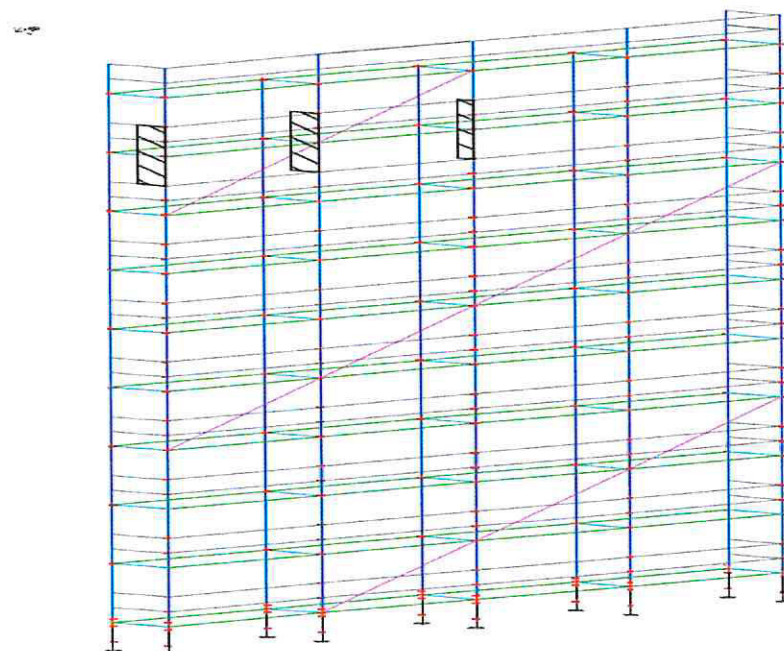
PERI S.r.l.
ING. Meroni Roberto
Legale Rappresentante

(Fig. 4)



Superfici Sp (mm²) relative ad un piano e a n. 5 stilate investite dal vento parallelo alla facciata [1,0 m x 2,0 m di n. 2 stilate di testata + 1,0 m x 2,0 m di n. 3 stilate intermedie]

(Fig. 5)



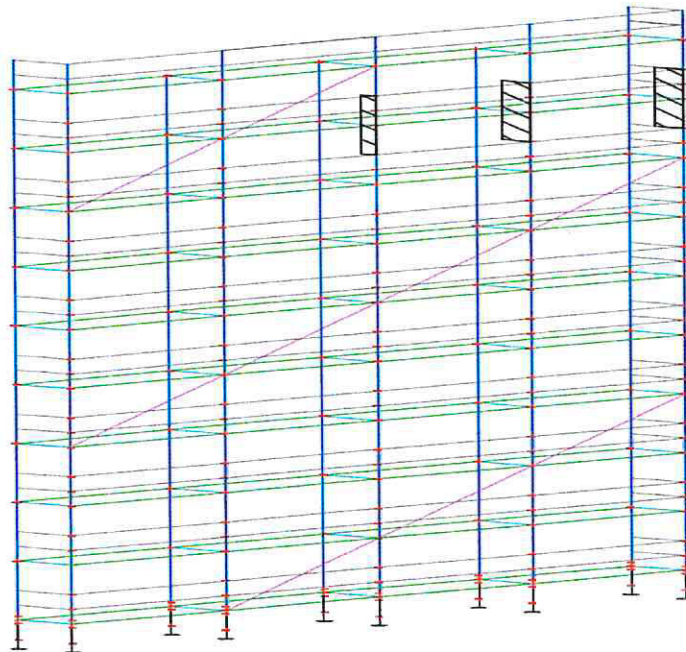
Superfici Sp (mm²) relative ad un piano e alla facciata esterna investite dal vento parallelo alla facciata e di competenza del nodo della prima stilata di testata [0,5 m x 2,0 m per la 1 e 2 stilata e 0,25 m x 2,0 m per la 3 stilata]



14/11/2018

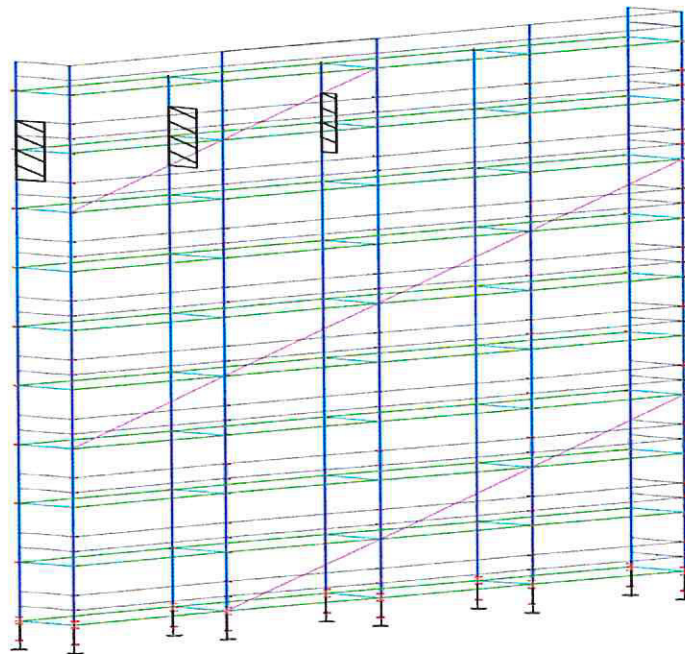
PERI S.r.l.
ING. Meroni Roberto
Legale Rappresentante

(Fig. 6)



Superfici S_p (mm^2) relative ad un piano e alla facciata esterna investite dal vento parallelo alla facciata e di competenza del nodo della quinta stilata (seconda stilata di testata) [0,5 m x 2,0 m per la 4 e 5 stilata e 0,25 m x 2,0 m per la 3 stilata]

(Fig. 7)



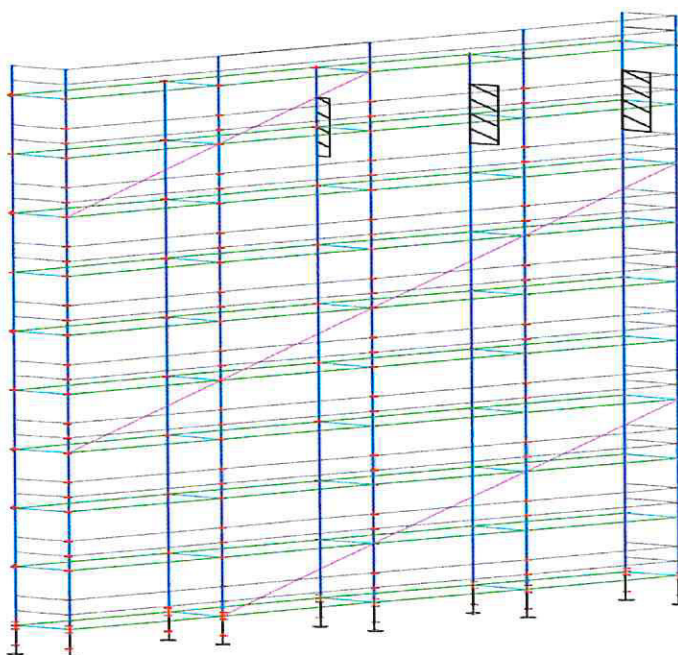
Superfici S_p (mm^2) relative ad un piano e alla facciata interna investite dal vento parallelo alla facciata e di competenza del nodo della prima stilata di testata [0,5 m x 2,0 m per la 1 e 2 stilata e 0,25 m x 2,0 m per la 3 stilata]



14/11/2018

PERI S.r.l.
ING. Meroni Roberto
Legale Rappresentante

(Fig. 8)



Superfici S_p (mm^2) relative ad un piano e alla facciata interna investite dal vento parallelo alla facciata e di competenza del nodo della quinta stilata (seconda stilata di testata) [0,5 m x 2,0 m per la 4 e 5 stilata e 0,25 m x 2,0 m per la 3 stilata]

Per il calcolo delle forze parallele alla facciata che vengono assorbite dall'ancoraggio a V piu' sollecitato si rimanda alla verifica degli ancoraggi, ove si considera la forza massima assorbita da un'ancoraggio a V che come da schemi dell'Allegato A è posto ogni n. 6 stilate. Considerando che dal modello di calcolo si ottiene la forza massima assorbita dall'ancoraggio a V piu' sollecitato ma relativamente a n. 5 stilate (n. 2 di testata e n. 3 intermedie), tale forza sarà moltiplicata per il rapporto tra l'area relativa a n. 6 stilate (n. 2 di testata e n. 4 intermedie, vedi fig. 9 e Prospetto I E) e quella relativa a n. 5 stilate (n. 2 di testata e n. 3 intermedie, vedi fig. 4 e Prospetto I D)

Prospetto I D - Valutazioni della superficie S_p (mm^2) relativa ad un piano e a n. 5 stilate investite dal vento parallelo alla facciata [1,0 m x 2,0 m di n. 2 stilate di testata + 1,0 m x 2,0 m di n. 3 stilate intermedie]; vedi Fig. 4

| elemento | lunghezza [mm] | diametro/altezza [mm] | n° | Area investita [mm ²] |
|--|-------------------|--------------------------|----|--------------------------------------|
| montante | 2000 | 48,3 | 10 | S1= 966000 |
| piastre forate sul montante | 112 | 8 | 40 | S2= 35744 |
| traverso | 952 | 60 | 5 | S3= 285510 |
| corrente di parapetto | 952 | 60 | 4 | S4= 228408 |
| diagonale di facciata (proiezione) | 2000 | 42,4 | 1 | S5= 84800 |
| altri elementi: cunei, ecc. = 0,1x(S1+S2+S3+S4+S5) | | | | 156471,8 |
| fermapiedi | 952 | 167 | 2 | S6= 317868 |
| impalcato con tavole | 952 | 16,4 | 5 | S7= 78040 |

| | |
|-------|-----------------------|
| S_p | 2152842 mm^2 |
|-------|-----------------------|



14/11/2018

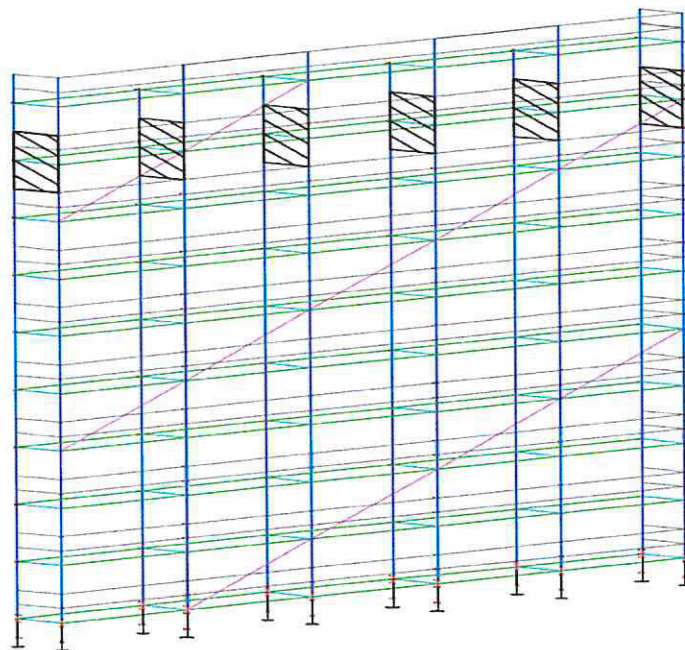
PERI S.r.l.
ING. Meroni Roberto
Legale Rappresentante

Prospetto I E - Superfici S_p (mm^2) relative ad un piano e a n. 6 stilate investite dal vento parallelo alla facciata [1,0 m x 2,0 m di n. 2 stilate di testata + 1,0 m x 2,0 m di n. 4 stilate intermedie]; vedi Fig. 9

| elemento | lunghezza [mm] | diametro/altezza [mm] | n° | Area investita [mm^2] |
|---|----------------|-----------------------|----|----------------------------------|
| montante | 2000 | 48,3 | 12 | S1= 1159200 |
| piastre forate sul montante | 112 | 8 | 48 | S2= 42893 |
| traverso | 952 | 60 | 6 | S3= 342612 |
| corrente di parapetto | 952 | 60 | 4 | S4= 228408 |
| diagonale di facciata (proiezione) | 2000 | 42,4 | 2 | S5= 169600 |
| altri elementi: cunei, ecc. = $0,1 \times (S1+S2+S3+S4+S5)$ | | | | 189982 |
| fermapiedi | 952 | 167 | 2 | S6= 317868 |
| impalcato con tavole | 952 | 16,4 | 6 | S7= 93648 |

| | |
|-------|-----------------------|
| S_p | 2544211 mm^2 |
|-------|-----------------------|

(Fig. 9)



Superfici S_p (mm^2) relative ad un piano e a n. 6 stilate investite dal vento parallelo alla facciata [1,0 m x 2,0 m di n. 2 stilate di testata + 1,0 m x 2,0 m di n. 4 stilate intermedie]



14/11/2018

PERI S.r.l.
 ING. Meroni Roberto
 Legale Rappresentante

4.7.2.3 Conclusioni

Si riassumono le superfici investite dal vento

| Prospetto | oggetto | Sn / Sp [m ²] |
|-----------|--|---------------------------|
| I A | Vento <u>normale</u> all'opera servita: superficie investita di competenza di un nodo (fig. 2) | 1,367 |
| I B | Vento <u>parallelo</u> all'opera servita: superficie di competenza dei nodi di testata sulla <u>facciata esterna</u> (fig. 5 e fig. 6) | 0,562 |
| I C | Vento <u>parallelo</u> all'opera servita: superficie di competenza dei nodi di testata sulla <u>facciata interna</u> (fig. 7 e fig. 8) | 0,515 |
| I D | Vento <u>parallelo</u> all'opera servita: superficie relativa ad un piano e a n. 5 stilate (fig. 4) | 2,152 |
| I E | Vento <u>parallelo</u> all'opera servita: superficie relativa ad un piano e a n. 6 stilate (fig. 9) | 2,545 |

Si calcolano le azioni del vento agenti sui nodi delle stilate ai vari piani.

L'azione del vento, considerata orizzontale, determina una forza F_v agente nei nodi della struttura, data dall'espressione $F_v = q_b \cdot c_e \cdot c_p \cdot c_d \cdot S$, ove:

- $q_b \cdot c_e \cdot c_d$ è calcolato al punto 4.3.2 c)
- c_p è pari a 1,2
- $S_n [m^2] = 1,376$
- $S_p [m^2] = 2,152$

Prospetto II A - Azioni del vento per campi da 3 m

| n° | z [m] | F'' vn f. esercizio [N] | F'' vp f. esercizio [N] |
|----|-------|-------------------------|-------------------------|
| 1 | 2 | 1365 | 2143 |
| 2 | 4 | 1365 | 2143 |
| 3 | 6 | 1365 | 2143 |
| 4 | 8 | 1365 | 2143 |
| 5 | 10 | 1488 | 2337 |
| 6 | 12 | 1593 | 2502 |
| 7 | 14 | 1683 | 2644 |
| 8 | 16 | 1762 | 2768 |
| 9 | 18 | 1835 | 2882 |

Sul parasassi agisce una forza per unità di lunghezza data dalla formula $f_v'' = q_b \cdot c_e \cdot c_p \cdot c_d \cdot L \cdot k$:

- $q_b \cdot c_e \cdot c_d$ è calcolato al punto 4.3.2 c) al 2° piano
- c_p è pari a 1,3
- L è 3,0 m
- $k = \text{sen } 41,41^\circ$

| |
|--------------|
| parasassi |
| f' vn [N/mm] |
| 2,141 |



14/11/2018

PERI S.r.l.
ING. Meroni Roberto
Legale Rappresentante

4.7.3 Azioni ripartite sui traversi

Le azioni dovute agli impalcati ed ai carichi di servizio sono fornite dal prospetto seguente.

Prospetto III A - Campi 3 m

Le azioni dovute agli impalcati ed ai carichi di servizio sono fornite dal prospetto seguente:

| Tipo di azione | Carico ripartito (N/m ²) | Azioni sui traversi (N/mm) |
|--|--------------------------------------|----------------------------|
| Peso proprio impalcato + traverso | $p_1 = 250$ | $q_1 = 0,750$ (a) |
| Carico di servizio cl. 4 sul traverso | $p_2 = 3000$ | $q_2 = 9,0$ |
| Peso parasassi + impalcato | $p_4 = 358,3$ | $q_4 = 1,075$ (b) |
| Neve $h_0 = 500$ m (s.l.m.) sull'ultimo impalcato (vedi punto 4.3.2 b) | $p_n = 1824,8$ | $q_n = 5,475$ |
| Neve su impalcato sottostante (30% di p_n) | $p_n^* = 547,3$ | $q_n^* = 1,642$ |
| Neve sul parasassi $\alpha_1 = 41,41^\circ$ (punto 4.3.2 b) | $p_{pn} = 848$ | $q_{pn} = 2,544$ (c) |
| Neve su impalcato di raccordo (punto 4.3.2 b) | $p_{pn}^* = 1725,36$ | $q_{pn} = 5,176$ (d) |

(a) $\rightarrow p_i = 235 + 15 \cong 250 \text{ N/m}^2$

[impalcato; $p_{im} = (176 \times 4) / (3,0 \times 1,0) = 235 \text{ N/m}^2$]

[traverso; $p_{tr} = (45) / (3,0 \times 1) = 15 \text{ N/m}^2$]

(b) $\rightarrow p_i = 58,3 + 300 \cong 358,3 \text{ N/m}^2$

[impalcato; $p_{im} = 300 \text{ N/m}^2$]

[parasassi di facciata; $p_p = 350 / (3,0 \times 2,0) \cong 58,3 \text{ N/m}^2$]

(c) $\rightarrow p_{pn} = q_{sk} \cdot \mu \cdot \cos 41,41^\circ = 2281 \cdot 0,49573 \cdot \cos 41,41^\circ = 113076 \cdot \cos 41,41^\circ \cong 848 \text{ N/m}^2$

(d) $\rightarrow p_{pn}^* = q_{sk} \cdot (1 - \mu) \cdot \frac{1,5}{1} = 2281 \cdot 0,50427 \cdot \frac{1,5}{1,0} = 1725,36 \text{ N/m}^2$

4.7.4 Azioni assiali verticali dovute alle sole parti strutturali tranne tavole, traversi

Le azioni assiali dovute alle sole parti strutturali tranne tavole, traversi agiscono nei montanti ad ogni piano.

Prospetto IV A - Carico sul montante esterno

| elemento | peso [N] | n° | peso totale [N] |
|--------------------------|----------|-------|-----------------|
| montante | 100 | 1 | 100 |
| corrente di parapetto | 87 | 2 | 174 |
| fermapiedi prefabbricato | 78 | 1 | 78 |
| diagonale di facciata | 104 | 0,278 | 28,89 |
| spina a verme | 1 | 1 | 1 |
| Pe_A | | | 381,89 |



14/11/2018

PERI S.r.l.
ING. Meroni Roberto
Legale Rappresentante

Prospetto IV A - Carico sul montante interno

| elemento | peso [N] | n° | peso totale [N] |
|---------------|----------|----|-----------------|
| montante | 100 | 1 | 100 |
| spina a verme | 1 | 1 | 1 |

| | |
|--------|-----|
| Pi_A | 101 |
|--------|-----|

4.7.5 Azioni assiali verticali e orizzontali complessive

Le forze orizzontali sono dovute a:

- Vento
- Imperfezioni geometriche: in conformità al punto C4.2.3.5 della Circolare 2 febbraio 2009, n. 617 e tenendo conto dell'art. 5.3.2 della EN 1993-1-1 nell'analisi globale le imperfezioni geometriche vengono sostituite con forze concentrate orizzontali applicate a ciascun piano e a favore di sicurezza sono considerate pari a 1/100 delle forze verticali agenti

Si calcolano le forze orizzontali assorbite dalla diagonale verticale che sono pari a $F_{\text{diagonale di facciata}} = F_{vp} + n \cdot \left(\frac{Pe}{100} + \frac{Pi}{100} \right)$ ove $n = \sqrt{4}$ è il fattore statistico che tiene conto del numero di campate servite da una diagonale (4)

Per la verifica dello schema globale vengono calcolate le forze orizzontali utilizzando i valori delle azioni verticali caratteristiche.

4.7.5.1 campi 3 m

Prospetto V A - azioni verticali caratteristiche

| azioni verticali progressive | | | |
|------------------------------|--------|--------|----------|
| piano | Pe [N] | Pi [N] | Ptot [N] |
| 1° | 20242 | 10425 | 30668 |
| 2° | 19486 | 9950 | 29436 |
| 3° | 8854 | 6887 | 15741 |
| 4° | 8097 | 6411 | 14509 |
| 5° | 7341 | 5936 | 13277 |
| 6° | 6584 | 5460 | 12045 |
| 7° | 5828 | 4985 | 10813 |
| 8° | 5071 | 4509 | 9581 |
| 9° | 3494 | 3213 | 6706 |



14/11/2018

PERI S.r.l.
ING. Meroni Roberto
Legale Rappresentante

Prospetto V B - azioni orizzontali caratteristiche

Per il vento parallelo alla facciata le forze calcolate sono quelle da porre su ognuna delle due testate di un ponteggio con n. 4 campi, e il calcolo viene fatto considerando $A_t = 2,152 \text{ m}^2$ $A_i = 0,562 \text{ m}^2$ e $0,515 \text{ m}^2$ ricavati nei Prospetti ID, I B e I C.

| | (1) | (2) | (3) | (4) | (5) | vento parallelo alla facciata | |
|-------|------------|------------|-----------|---------------|-----------|--|--|
| | | | | | | $\{(5) + \sqrt{4 \times [(1)+(2)]} \times A_i / (A_{tot})\}$ | $\{(5) + \sqrt{4 \times [(1)+(2)]} \times A_i / (A_{tot})\}$ |
| piano | Pe/100 [N] | Pi/100 [N] | F" vn [N] | F" vn tot [N] | F" vp [N] | F" vp tot facciata esterna [N] | F" vpi tot facciata interna [N] |
| 1° | 202 | 104 | 1365 | 1671 | 2145 | 720 | 660 |
| 2° | 195 | 100 | 1365 | 1659 | 2145 | 714 | 654 |
| 3° | 89 | 69 | 1365 | 1522 | 2145 | 642 | 589 |
| 4° | 81 | 64 | 1365 | 1510 | 2145 | 636 | 583 |
| 5° | 73 | 59 | 1488 | 1621 | 2339 | 680 | 623 |
| 6° | 66 | 55 | 1593 | 1713 | 2505 | 717 | 657 |
| 7° | 58 | 50 | 1683 | 1792 | 2647 | 748 | 685 |
| 8° | 51 | 45 | 1762 | 1858 | 2771 | 774 | 709 |
| 9° | 35 | 32 | 1835 | 1902 | 2885 | 788 | 722 |



14/11/2018

PERI S.r.l.
 ING. Meroni Roberto
 Legale Rappresentante

4.8 VERIFICHE DEL PONTEGGIO - PREMESSA

Vengono riportate di seguito le verifiche allo SLU e allo SLE facendo riferimento a quanto indicato dal D.M. 14 gennaio 2008 (NTC2008) e dalle EN 1993. Le sollecitazioni sugli elementi più sfruttati vengono ricavate nelle Appendici 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 e 9. Per modellare i diversi elementi ed in particolare la struttura di ponteggio sono state realizzate delle modellazioni specifiche in modo da avvicinarsi per quanto possibile agli elementi o alla struttura reali con tutti i giochi e le rigidità presenti. L'obiettivo è stato quello di trovare tali valori, ricavandoli anche dalle prove specifiche effettuate, al fine di avere un modello che avesse un valore critico di collasso quanto più prossimo a quello riscontrato nelle specifiche prove. Si fa presente che l'aspetto fondamentale non sono solo le rigidità, ma i giochi dopo i quali gli elementi cominciano a lavorare. Infatti uno degli aspetti più delicati del calcolo agli stati limite è quello dell'instabilità che considera dei valori di luce di libera inflessione equivalenti considerando anche gli spostamenti relativi dei nodi, aspetto poco considerato in generale nelle tecniche di verifica usate di solito ove per praticità vengono considerati nodi fissi. Il metodo utilizzato per la validazione del modello di ponteggio, realizzato con n. 4 campi e n. 4 piani rispecchiando il prototipo di collasso, è basato sulla esatta soluzione per elementi soggetti a forza assiale nota. Il metodo, riportato nell'Appendice 1, si basa sulla teoria del II° ordine in cui l'equilibrio viene raggiunto con la struttura deformata che assume piccoli spostamenti, piccole rotazioni e piccole deformazioni. L'influenza della forza assiale sulla rigidità flessionale ed i momenti aggiuntivi dovuti agli spostamenti laterali della struttura (effetto P-Δ) sono tenuti in conto con questo metodo. Il metodo richiede solo due fasi: Nella prima fase le forze assiali vengono calcolate. Nella seconda fase, le forze assiali calcolate vengono utilizzate per la soluzione esatta del metodo. Questo metodo tiene conto anche delle deformazioni dovute al taglio. La tecnica applicata viene chiamata anche "metodo della forza totale" o "metodo di sostituzione". In ogni iterazione, la rigidità totale della struttura si adatta e la struttura viene ricalcolata fino a convergenza.

Lo schema di calcolo è rappresentato dalla figura che segue.

Nella figura, la rigidità K è ripartita in una rigidità elastica K_E ed una rigidità geometrica K_G . La rigidità geometrica riflette l'effetto delle forze assiali nelle travi. Il simbolo u indica gli spostamenti e F è la matrice delle forze.

Il criterio di convergenza è il seguente:

$$\frac{\sum(u_{x,i}^2 + u_{y,i}^2 + u_{z,i}^2) - \sum(u_{x,i-1}^2 + u_{y,i-1}^2 + u_{z,i-1}^2)}{\sum(u_{x,i}^2 + u_{y,i}^2 + u_{z,i}^2)} \leq 0,005 \quad (\text{Precisione})$$

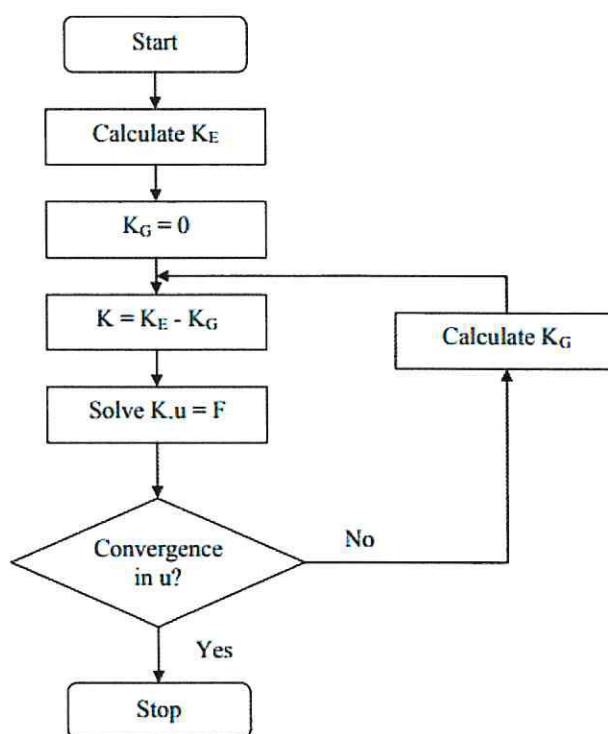
Dove:

- $u_{x,i}$ è lo spostamento in direzione x per l'iterazione i
- $u_{y,i}$ è lo spostamento in direzione y per l'iterazione i
- $u_{z,i}$ è lo spostamento in direzione z per l'iterazione i



14/11/2018

PERI S.r.l.
ING. Meroni Roberto
Legale Rappresentante



Considerando che dal modello risulta che il valore minimo di collasso è $N = 43 \times 2 = 86$ kN, confrontandolo con i valori di collasso desunti dalle prove risulta:

| Saggi | Carico per stilata [kN] | Valore di collasso dal modello [kN] | Errore relativo a sfavore |
|-------|-------------------------|-------------------------------------|---------------------------|
| 1 | 88,12 | 86 | 2,40 % |
| 2 | 87 | 86 | 1,15 % |

Solo dopo avere validato il modello (vedi Appendice 1), si è proceduto con le verifiche, e in particolare nell'Appendice 2 si è realizzato uno schema di ponteggio di n. 9 piani e n. 4 campi e si è proceduto con la verifica globale del sistema.



14/11/2018

PERI S.r.l.
 ING. Meroni Roberto
 Legale Rappresentante

Si riporta la legenda che segue relativa alla simbologia usata nelle verifiche.

| Legenda | |
|---------------|---|
| Abbreviazioni | h – Altezza della sezione b – Larghezza della Sezione s - Spessore r – Raggio esterno r1 – Raggio interno |
| A | Area |
| A_y | Area di taglio in direzione y |
| A_z | Area di taglio in direzione z |
| I_y | Momento di inerzia rispetto all'asse y |
| I_z | Momento di inerzia rispetto all'asse z |
| i_y | Raggio d'inerzia rispetto all'asse y |
| i_z | Raggio d'inerzia rispetto all'asse z |
| $W_{el.y}$ | Modulo di resistenza elastico rispetto all'asse y |
| $W_{el.z}$ | Modulo di resistenza elastico rispetto all'asse z |
| $W_{pl.y}$ | Modulo di resistenza plastico rispetto all'asse y |
| $W_{pl.z}$ | Modulo di resistenza plastico rispetto all'asse z |
| $M_{pl.y,+}$ | Momento plastico rispetto all'asse y per un momento M_y positivo |
| $M_{pl.y,-}$ | Momento plastico rispetto all'asse y per un momento M_y negativo |
| $M_{pl.z,+}$ | Momento plastico rispetto all'asse z per un momento M_z positivo |
| $M_{pl.z,-}$ | Momento plastico rispetto all'asse z per un momento M_z negativo |
| I_t | Momento di inerzia torsionale |
| I_w | Costante di ingobbamento |
| $C_{y.UCS}$ | Coordinata del baricentro centro in direzione y |
| $C_{z.UCS}$ | Coordinata del baricentro centro in direzione z |
| $I_{y.LCS}$ | Momento di inerzia rispetto all'asse YLCS |
| $I_{z.LCS}$ | Momento di inerzia rispetto all'asse ZLCS |
| $I_{YZ.LCS}$ | Product moment of area in the LCS system |
| α | Angolo di rotazione del principale Sistema di coordinate |
| d_y | Coordinata del centro di taglio misurata in direzione y |
| d_z | Coordinata del centro di taglio misurata in direzione z |



14/11/2018

PERI S.r.l.
ING. Meroni Roberto
Legale Rappresentante

4.9 VERIFICA DEI MONTANTI NELLO SCHEMA NORMALE CON CAMPI DA 3,0 m

| Sezione Montante | | |
|--|-----------------------------|------------|
| Dimensioni | 48.3 X 3.2 mm | |
| Profilo | Tubo circolare | |
| Materiale | S 275 | |
| Costruzione | formato a freddo (EN 10219) | |
| Curva di instabilità y, z | c | c |
| A [mm ²] | 4,5300e+02 | |
| A _y [mm ²], A _z [mm ²] | 2,8864e+02 | 2,8864e+02 |
| I _y [mm ⁴], I _z [mm ⁴] | 1,1600e+05 | 1,1600e+05 |
| i _y [mm], i _z [mm] | 16,00 | 16,00 |
| W _{el.y} [mm ³], W _{el.z} [mm ³] | 4,8000e+03 | 4,8000e+03 |
| W _{pl.y} [mm ³], W _{pl.z} [mm ³] | 6,5088e+03 | 6,5088e+03 |
| M _{pl.y.+} [Nmm], M _{pl.y.-} [Nmm] | 1,79e+06 | 1,79e+06 |
| M _{pl.z.+} [Nmm], M _{pl.z.-} [Nmm] | 1,79e+06 | 1,79e+06 |
| I _t [mm ⁴], I _w [mm ⁶] | 2,3200e+05 | 1,7457e-25 |

4.9.1 Verifica allo stato limite di esercizio (SLE)

Dall'Appendice 2 si ottiene che l'elemento che subisce la freccia maggiore è il B172 sotto la combinazione 14 (SLE). L'elemento B172 lungo 500 mm fa parte insieme agli elementi B724 e B725 del montante lungo 2000 mm posto tra l'8° e 9° piano. La freccia che si ottiene è la seguente:

| Descrizione | yy | zz | Unità |
|-----------------------|-------------|-------|-------|
| f | -0,00 | -3,22 | mm |
| L | 2000,00 | | mm |
| (f / L) max | 1/100 | | |
| f / L | 0 | 1/621 | |
| Verifica sfruttamento | 0,16 | | OK |

L'elemento soddisfa le verifiche.

4.9.2 Verifica allo stato limite ultimo (SLU)

Dall'Appendice 2 si ottiene che l'elemento più sfruttato nella verifica è il B242 sotto la combinazione 8 (SLU). L'elemento B242 lungo 500 mm fa parte insieme agli elementi B732 e B733 del montante lungo 2000 mm posto tra il 3° e 4° piano. La verifica viene eseguita in conformità al punto 4.2.1.1 del D.M. 14 gennaio 2008 (NTC2008).

| Fattori parziali di sicurezza | |
|--|------|
| γ _{M0} per resistenza delle sezioni trasversali | 1,05 |
| γ _{M1} per resistenza all'instabilità | 1,05 |
| γ _{M2} per resistenza delle sezioni nette | 1,25 |

| Materiale | | |
|---|------------------|-----|
| Tensione di snervamento f _{yk} | 275 | MPa |
| Tensione di rottura f _{uk} | 430 | MPa |
| Costruzione | FORMATO A FREDDO | |



14/11/2018

PERI S.r.l.
ING. Meroni Roberto
Legale Rappresentante

4.9.2.1 Classificazione delle sezioni

Viene effettuata in conformità all’articolo 4.2.3.1 del D.M. 14 gennaio 2008 (NTC2008).

Per le sezioni cave, la classificazione viene effettuata in conformità alla tabella 4.2.III del D.M. 14 gennaio 2008 (NTC2008).

| | |
|--|-------|
| Rapporto massimo in larghezza / spessore | 15,09 |
| Limite Classe1 | 42,73 |
| Limite Classe2 | 59,82 |
| Limite Classe3 | 76,91 |

=> Quindi la sezione è classificata come classe 1 per la verifica della sezione trasversale

La verifica viene eseguita nella sezione più rappresentativa che presenta le seguenti sollecitazioni di progetto (x = 0 mm)

| Forze interne | Calcolato | Unità |
|-----------------------|------------|-------|
| N _{Ed} | -14833,87 | N |
| V _{y,Ed} | -0,16 | N |
| V _{z,Ed} | 623,35 | N |
| T _{Ed} | -98163,07 | Nmm |
| M _{y,Ed} (*) | -559009,95 | Nmm |
| M _{z,Ed} | -37127,59 | Nmm |

(*) la verifica per instabilità viene eseguita prendendo il valore massimo che si trova a x=1000 mm
M_{y,Ed} = 757793,27 Nmm

4.9.2.2 Verifica compressione

Viene effettuata in conformità all’articolo 4.2.4.1.2 del D.M. 14 gennaio 2008 (NTC2008)

$$\frac{N_{Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1$$

dove:

$$N_{c,Rd} = A f_{yk} / \gamma_{M0}$$

In sintesi:

| Descrizione | | Unità |
|----------------------------------|-----------|-----------------|
| A | 453,00 | mm ² |
| N _{c,Rd} | 118642,86 | N |
| Verifica sfruttamento | | |
| $\frac{N_{Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1$ | 0,13 | OK |



14/11/2018

PERI S.r.l.
ING. Meroni Roberto
Legale Rappresentante

4.9.2.3 Verifica sollecitazione di azioni da taglio

La verifica viene effettuata in conformità all’articolo 4.2.4.1.2 del D.M. 14 gennaio 2008 (NTC2008)

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

dove:

$$V_{c,Rd} = \frac{A_v \cdot f_{yk}}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}}; \quad A_v = \frac{2 \cdot A}{\pi}; \quad A = 453 \text{ mm}^2$$

In sintesi:

| Descrizione | yy | zz | Unità |
|---|-------------|-------------|-------|
| V _{Ed} | -0,16 | 623,35 | N |
| V _{c,Rd} | 43607,49 | 43607,49 | N |
| Verifica sfruttamento $\frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$ | 0,00 | 0,01 | OK |

4.9.2.4 Verifica sollecitazione di azioni da torsione

La verifica viene effettuata in conformità all’articolo 4.2.4.1.2 del D.M. 14 gennaio 2008 (NTC2008) formula 4.2.27:

$$\frac{\tau_{Ed}}{\tau_{Rd}} \leq 1;$$

$$\tau_{Rd} = \frac{f_{yk}}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}}$$

La tensione tangenziale elastica di St. Venant viene calcolata secondo la formula: $\tau_{Ed} = \frac{T_{Ed} \cdot R}{I_t}$

| Descrizione | | Unità |
|-----------------------|-------------|--------------------|
| $\tau_{t,Ed}$ | 9,6 | N /mm ² |
| τ_{Rd} | 151,2 | N /mm ² |
| Verifica sfruttamento | 0,06 | OK |

Poiché il valore dell’azione torsionale è basso ed il profilo in questione è un tubo circolare cavo quindi chiuso, la verifica viene trascurata.

4.9.2.5 Verifica del Momento Flettente M

La verifica viene effettuata in conformità all’articolo 4.2.4.1.2 del D.M. 14 gennaio 2008 (NTC2008)

$$\frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$



14/11/2018

PERI S.r.l.
ING. Meroni Roberto
Legale Rappresentante

dove:

$$M_{c,Rd} = M_{pl,Rd} = \frac{W_{pl} \cdot f_{yk}}{\gamma_{M0}}$$

In sintesi:

| Descrizione | yy | zz | Unità |
|--|-------------|-------------|-----------------|
| W_{pl} | 6508,80 | 6508,80 | mm ³ |
| $M_{pl,Rd}$ | 1704693,57 | 1704693,57 | Nmm |
| Verifica sfruttamento $\frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$ | 0,33 | 0,02 | OK |

4.9.2.6 Verifica sollecitazione combinata di azioni da taglio, carico assiale e pressoflessione

Tenendo conto dell'articolo 6.2.9.1 e relativa correzione della EN 1993-1-1:2014 per le sezioni di classe 1 e 2 e riguardante i profili circolari cavi (a tal proposito non c'è un riferimento specifico nell'articolo 4.2.4.1.2 del D.M. 14 gennaio 2008) si ha:

$$\frac{M_{Ed,Ris}}{M_{N,Rd}} \leq 1$$

dove:

$$n = \frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}}$$

$$M_{ris} = \sqrt{M_{y,Ed}^2 + M_{z,Ed}^2}$$

$$V_{ris} = \sqrt{V_{y,Ed}^2 + V_{z,Ed}^2}$$

$$M_{N,Rd} = M_{pl,Rd} \cdot (1 - n^{1,7})$$

In sintesi:

| Descrizione | | Unità |
|--|-------------|-------|
| M,risultante | 560241,54 | Nmm |
| V,risultante | 623,35 | N |
| $M_{N,Rd}$ | 1654969,33 | Nmm |
| Verifica sfruttamento $\frac{M_{Ed}}{M_{N,Rd}} \leq 1$ | 0,34 | OK |

Il Taglio è inferiore al 50% della resistenza plastica al taglio per cui il suo effetto viene trascurato. L'elemento soddisfa le verifiche.



14/11/2018

PERI S.r.l.
ING. Meroni Roberto
Legale Rappresentante

4.9.2.7 Verifica a presso-flessione per instabilità (Metodo B)

In conformità dell'articolo C4.2.4.1.3.3.2 (Metodo B) della Circolare 2 febbraio 2009 si ha:

$$\frac{N_{Ed} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yk}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_{LT} \cdot W_y \cdot f_{yk}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{z,Ed} \cdot \gamma_{M1}}{W_z \cdot f_{yk}} \leq 1$$

$$\frac{N_{Ed} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yk}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{y,Ed} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_{LT} \cdot W_y \cdot f_{yk}} + k_{zz} \cdot \frac{M_{z,Ed} \cdot \gamma_{M1}}{W_z \cdot f_{yk}} \leq 1$$

Per il calcolo dei coefficienti di interazione k_{yy} , k_{yz} , k_{zy} e k_{zz} si utilizza il metodo B Circolare 2 febbraio 2009, n. 617, Tabelle C4.2.IV, C4.2.VI.

| k | Tipi di sezione | Sezioni di classe 3 e 4 (proprietà delle sezioni calcolate in campo elastico) | Sezioni di classe 1 e 2 (proprietà delle sezioni calcolate in campo plastico) |
|----------|-----------------------|--|---|
| k_{yy} | I. H. Sezioni cave | $\alpha_{my} \cdot \left(1 + 0,6 \cdot \bar{\lambda}_y \cdot \frac{N_{Ed} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yk}} \right) \leq \alpha_{my} \cdot \left(1 + 0,6 \cdot \frac{N_{Ed} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yk}} \right)$ | $\alpha_{my} \cdot \left(1 + (\bar{\lambda}_y - 0,2) \cdot \frac{N_{Ed} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yk}} \right) \leq \alpha_{my} \cdot \left(1 + 0,8 \cdot \frac{N_{Ed} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yk}} \right)$ |
| k_{yz} | I. H. Sezioni cave | k_{zz} | $0,6 \cdot k_{zz}$ |
| k_{zy} | I. H. Sezioni cave | $0,8 \cdot k_{yy}$ | $0,6 \cdot k_{yy}$ |
| k_{zz} | I. H. | $\alpha_{mz} \cdot \left(1 + 0,6 \cdot \bar{\lambda}_y \cdot \frac{N_{Ed} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yk}} \right) \leq \alpha_{mz} \cdot \left(1 + 0,6 \cdot \frac{N_{Ed} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yk}} \right)$ | $\alpha_{mz} \cdot \left(1 + (2\bar{\lambda}_y - 0,6) \cdot \frac{N_{Ed} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yk}} \right) \leq \alpha_{mz} \cdot \left(1 + 1,4 \cdot \frac{N_{Ed} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yk}} \right)$ |
| | Sezioni cave | | $\alpha_{mz} \cdot \left(1 + (\bar{\lambda}_y - 0,2) \cdot \frac{N_{Ed} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yk}} \right) \leq \alpha_{mz} \cdot \left(1 + 0,8 \cdot \frac{N_{Ed} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yk}} \right)$ |

Per pressoflessione retta. $M_{y,Ed} \neq 0$. $k_{zy} = 0$ ($M_{z,Ed} = 0$).

| Diagramma del momento | Intervallo | | Coefficienti α_{my} , α_{mz} , α_{mLT} | |
|-----------------------|--------------------------|-----------------------|---|-------------------------------------|
| | | | Carico uniforme | Carico concentrato |
| | $-1 \leq \psi \leq 1$ | | $0,6 + 0,4\psi \geq 0,4$ | |
| | $0 \leq \alpha_s \leq 1$ | $-1 \leq \psi \leq 1$ | $0,2 + 0,8\alpha_s \geq 0,4$ | $0,2 + 0,8\alpha_s \geq 0,4$ |
| | $-1 \leq \alpha_s < 0$ | $0 \leq \psi \leq 1$ | $0,1 - 0,8\alpha_s \geq 0,4$ | $-0,8\alpha_s \geq 0,4$ |
| | | $-1 \leq \psi \leq 0$ | $0,1(1 - \psi) - 0,8\alpha_s \geq 0,4$ | $0,2(-\psi) - 0,8\alpha_s \geq 0,4$ |
| | $0 \leq \alpha_h \leq 1$ | $-1 \leq \psi \leq 1$ | $0,95 + 0,05\alpha_h$ | $0,90 + 0,10\alpha_h$ |
| | | $0 \leq \psi \leq 1$ | $0,95 + 0,05\alpha_h$ | $0,90 + 0,10\alpha_h$ |
| | $-1 \leq \alpha_h < 0$ | $-1 \leq \psi \leq 0$ | $0,95 + 0,05\alpha_h(1 + 2\psi)$ | $0,90 + 0,10\alpha_h(1 + 2\psi)$ |



14/11/2018

PERI S.r.l.
ING. Meroni Roberto
Legale Rappresentante

$$\chi_y = \chi_z = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \bar{\lambda}^2}} \leq 1,0; \quad \Phi = 0,5 \cdot \left[1 + \alpha(\bar{\lambda} - 0,2) + \bar{\lambda}^2 \right]; \quad \bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_{yk}}{N_{cr}}};$$

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \bar{\lambda}_{LT}^2}} \leq 1,0; \quad \Phi_{LT} = 0,5 \cdot \left[1 + \alpha_{LT}(\bar{\lambda}_{LT} - 0,2) + \bar{\lambda}_{LT}^2 \right]; \quad \bar{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{W_y \cdot f_{yk}}{M_{cr}}}$$

In sintesi:

| Parametri per la verifica a pressoflessione | | | | |
|---|------------|------------|-----------------|-------------|
| Metodo di interazione | Metodo B | | | |
| | yy | zz | | |
| Area della sezione A | 453,00 | | mm ² | |
| W _{pl,y} | 6508,80 | 6508,80 | mm ³ | |
| Azione di progetto a compressione N _{Ed} | 14833,87 | | N | |
| Carico euleriano N _{cr} | 52815,79 | 1776758,68 | N | |
| Momento flettente max di progetto M _{Ed} | 757793,27 | -37127,59 | Nmm | |
| Resistenza caratteristica a compressione N _{Rk} | 124575,00 | | N | |
| Resistenza caratteristica a flessione M _{Rk} | 1789928,25 | 1789928,25 | Nmm | |
| Fattore di riduzione χ | 0,30 | 0,97 | | |
| Fattore di riduzione χ _{LT} | 1,00 | | | |
| Fattore di interazione k _{yy} | 1,20 | | | |
| Fattore di interazione k _{yz} | 0,59 | | | |
| Fattore di interazione k _{zy} | 0,72 | | | |
| Fattore di interazione k _{zz} | 0,99 | | | |
| Verifica di stabilità a presso-flessione | | | OK | |
| $\frac{N_{Ed} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yk}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_{LT} \cdot W_y \cdot f_{yk}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{z,Ed} \cdot \gamma_{M1}}{W_z \cdot f_{yk}} \leq 1$ | | | | |
| $\frac{N_{Ed} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yk}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{y,Ed} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_{LT} \cdot W_y \cdot f_{yk}} + k_{zz} \cdot \frac{M_{z,Ed} \cdot \gamma_{M1}}{W_z \cdot f_{yk}} \leq 1$ | | | | |
| | 0,41 | 0,53 | 0,01 | 0,96 |
| | 0,13 | 0,32 | 0,02 | 0,47 |

4.9.3 Verifica con dati sperimentali

Dalle prove di collasso di cui al Cert. Politecnico di Milano n° 2016/2349 del 10/05/2017 (vedi elenco certificati alla pos. n. 15) si ottiene su una stilata F_{Rk}= 86,14 kN. Considerando che nello schema normale il carico massimo al piede per il montante è pari a 37912,38 N (vedi Appendice 2 punto 1.2.66), si ricava F_{Rk} ≥ 37912,38 x 1,05 x 2 N = 79616 N.

$$\frac{F_{RD}}{F_{ED}} = \frac{86,14}{79,616} = 1,08 > 1,0$$



14/11/2018

PERI S.r.l.
 ING. Meroni Roberto
 Legale Rappresentante

4.10 VERIFICA DIAGONALE DI FACCIATA UBK PER CAMPI DA 3,0 m

| Sezione Diagonale di facciata | | |
|--|-----------------------------|------------|
| Dimensioni | 42.4 X 2.6 mm | |
| Profilo | Tubo circolare | |
| Materiale | S 235 | |
| Costruzione | formato a freddo (EN 10219) | |
| Curva di instabilità y, z | c | c |
| A [mm ²] | 3,2500e+02 | |
| A _y [mm ²], A _z [mm ²] | 2,0696e+02 | 2,0696e+02 |
| I _y [mm ⁴], I _z [mm ⁴] | 6,4600e+04 | 6,4600e+04 |
| i _y [mm], i _z [mm] | 14,10 | 14,10 |
| W _{el.y} [mm ³], W _{el.z} [mm ³] | 3,0500e+03 | 3,0500e+03 |
| W _{pl.y} [mm ³], W _{pl.z} [mm ³] | 4,1200e+03 | 4,1200e+03 |
| M _{pl.y.+} [Nmm], M _{pl.y.-} [Nmm] | 9,69e+05 | 9,69e+05 |
| M _{pl.z.+} [Nmm], M _{pl.z.-} [Nmm] | 9,69e+05 | 9,69e+05 |
| I _t [mm ⁴], I _w [mm ⁶] | 1,2930e+05 | 3,0417e-26 |

4.10.1 Verifica allo stato limite di esercizio (SLE)

Dall'Appendice 2 si ottiene che l'elemento che subisce la freccia maggiore è il B599 sotto la combinazione 41 (SLE).

La freccia che si ottiene è la seguente:

| Descrizione | yy | zz | Unità |
|-----------------------|-------------|------|-------|
| f | -7,14 | 0,00 | mm |
| L | 3605,00 | | mm |
| (f / L) max | 1/100 | | |
| f / L | 1/505 | - | |
| Verifica sfruttamento | 0,20 | | OK |

L'elemento soddisfa le verifiche.

4.10.2 Verifica allo stato limite ultimo (SLU)

Dall'Appendice 2 si ottiene che l'elemento più sfruttato nella verifica è il B599 sotto la combinazione 35 (SLU). La verifica viene eseguita tenendo conto del punto 4.2.1.1 del D.M. 14 gennaio 2008 (NTC2008).

| Fattori parziali di sicurezza | |
|--|------|
| γ _{M0} per resistenza delle sezioni trasversali | 1,05 |
| γ _{M1} per resistenza all'instabilità | 1,05 |
| γ _{M2} per resistenza delle sezioni nette | 1,25 |



14/11/2018

PERI S.r.l.
 ING. Meroni Roberto
 Legale Rappresentante

| Materiale | | |
|----------------------------------|------------------|-----|
| Tensione di snervamento f_{yk} | 235 | MPa |
| Tensione di rottura f_{uk} | 360 | MPa |
| Costruzione | FORMATO A FREDDO | |

4.10.2.1 Classificazione delle sezioni

Viene effettuata in conformità all’articolo 4.2.3.1 del D.M. 14 gennaio 2008 (NTC2008)

Per le sezioni cave la classificazioneViene effettuata in conformità alla tabella 4.2.III del D.M. 14 gennaio 2008 (NTC2008) e tenendo conto della tabella 5.2 Scheda 3 della EN 1993-1-1

| | |
|--|-------|
| Rapporto massimo in larghezza / spessore | 16,31 |
| Limite Classe1 | 50,00 |
| Limite Classe2 | 70,00 |
| Limite Classe3 | 90,00 |

=> Quindi la sezione è classificata come classe 1 per la verifica della sezione trasversale

La verifica viene eseguita nella sezione più rappresentativa che presenta le seguenti sollecitazioni di progetto ($x = 360,5 \text{ mm}$)

| Forze interne | Calcolato | Unità |
|----------------|-----------|-------|
| N_{Ed} | -7276,34 | N |
| $V_{y,Ed}$ | 1,97 | N |
| $V_{z,Ed}$ | -0,23 | N |
| T_{Ed} | -18270,49 | Nmm |
| $M_{y,Ed} (*)$ | 519,65 | Nmm |
| $M_{z,Ed}$ | 123830,76 | Nmm |

(*) la verifica per instabilità viene eseguita prendendo il valore massimo che si trova a $x = 0 \text{ mm}$
 $M_{y,Ed} = 577,46 \text{ Nmm}$

4.10.2.2 Verifica compressione

Viene effettuata in conformità all’articolo 4.2.4.1.2 del D.M. 14 gennaio 2008 (NTC2008) e tenendo conto dell’articolo 6.2.4 della EN 1993-1-1

$$\frac{N_{Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1 \quad \text{dove: } N_{c,Rd} = A f_{yk} / \gamma_{M0}$$

In sintesi:

| Descrizione | | Unità |
|--|-------------|-----------------|
| A | 325,00 | mm ² |
| $N_{c,Rd}$ | 72738,10 | N |
| Verifica sfruttamento $\frac{N_{Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1$ | 0,10 | OK |



14/11/2018

PERI S.r.l.
 ING. Meroni Roberto
 Legale Rappresentante

4.10.2.3 Verifica del Momento Flettente M

Viene effettuata in conformità all’articolo 4.2.4.1.2 del D.M. 14 gennaio 2008 (NTC2008) e tenendo conto dell’articolo 6.2.5 della EN 1993-1-1

$$\frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

dove:

$$M_{c,Rd} = M_{pl,Rd} = \frac{W_{pl} \cdot f_{yk}}{\gamma_{M0}}$$

In sintesi:

| Descrizione | yy | zz | Unità |
|--|-------------|-------------|-----------------|
| W_{pl} | 4120,00 | 4120,00 | mm ³ |
| $M_{pl,Rd}$ | 922095,24 | 922095,24 | Nmm |
| Verifica sfruttamento $\frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$ | 0,00 | 0,13 | OK |

4.10.2.4 Verifica sollecitazione combinata di azioni da taglio, carico assiale e pressoflessione

Tenendo conto dell’articolo 6.2.9.1 e relativa correzione della EN 1993-1-1:2014 per le sezioni di classe 1 e 2 e riguardante i profili circolari cavi (a tal proposito non c’è un riferimento specifico nell’articolo 4.2.4.1.2 del D.M. 14 gennaio 2008) si ha:

$$\frac{M_{Ed,Ris}}{M_{N,Rd}} \leq 1$$

dove:

$$n = \frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}}$$

$$M_{ris} = \sqrt{M_{y,Ed}^2 + M_{z,Ed}^2}; \quad V_{ris} = \sqrt{V_{y,Ed}^2 + V_{z,Ed}^2}; \quad M_{N,Rd} = M_{pl,Rd} \cdot (1 - n^{1,7})$$

In sintesi:

| Descrizione | | Unità |
|--|-----------|-------|
| M,risultante | 123831,85 | Nmm |
| V,risultante | 1,99 | N |
| $M_{N,Rd}$ | 903686,15 | Nmm |
| Verifica sfruttamento $\frac{M_{Ed}}{M_{N,Rd}} \leq 1$ | 0,14 | OK |

Il Taglio è inferiore al 50% della resistenza plastica al taglio per cui il suo effetto viene trascurato. L’elemento soddisfa le verifiche.



14/11/2018

PERI S.r.l.
 ING. Meroni Roberto
 Legale Rappresentante

4.10.2.5 Verifica a presso-flessione per instabilità (Metodo B)

In conformità dell'articolo C4.2.4.1.3.3.2 (Metodo B) della Circolare 2 febbraio 2009 si ha:

$$\frac{N_{Ed} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yk}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_{LT} \cdot W_y \cdot f_{yk}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{z,Ed} \cdot \gamma_{M1}}{W_z \cdot f_{yk}} \leq 1$$

$$\frac{N_{Ed} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yk}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{y,Ed} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_{LT} \cdot W_y \cdot f_{yk}} + k_{zz} \cdot \frac{M_{z,Ed} \cdot \gamma_{M1}}{W_z \cdot f_{yk}} \leq 1$$

Per il calcolo dei coefficienti di interazione k_{yy} , k_{yz} , k_{zy} e k_{zz} si utilizza il metodo B Circolare 2 febbraio 2009, n. 617, Tabelle C4.2.IV, C4.2.VI.

| k | Tipi di sezione | Sezioni di classe 3 e 4 (proprietà delle sezioni calcolate in campo elastico) | Sezioni di classe 1 e 2 (proprietà delle sezioni calcolate in campo plastico) |
|----------|-----------------------|--|---|
| k_{yy} | I. H. Sezioni cave | $\alpha_{my} \cdot \left(1 + 0,6 \cdot \bar{\lambda}_y \cdot \frac{N_{Ed} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yk}} \right) \leq \alpha_{my} \cdot \left(1 + 0,6 \cdot \frac{N_{Ed} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yk}} \right)$ | $\alpha_{my} \cdot \left(1 + (\bar{\lambda}_y - 0,2) \cdot \frac{N_{Ed} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yk}} \right) \leq \alpha_{my} \cdot \left(1 + 0,8 \cdot \frac{N_{Ed} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yk}} \right)$ |
| k_{yz} | I. H. Sezioni cave | k_{zz} | $0,6 \cdot k_{zz}$ |
| k_{zy} | I. H. Sezioni cave | $0,8 \cdot k_{yy}$ | $0,6 \cdot k_{yy}$ |
| k_{zz} | I. H. | $\alpha_{mz} \cdot \left(1 + 0,6 \cdot \bar{\lambda}_y \cdot \frac{N_{Ed} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yk}} \right) \leq \alpha_{mz} \cdot \left(1 + 0,6 \cdot \frac{N_{Ed} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yk}} \right)$ | $\alpha_{mz} \cdot \left(1 + (2\bar{\lambda}_y - 0,6) \cdot \frac{N_{Ed} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yk}} \right) \leq \alpha_{mz} \cdot \left(1 + 1,4 \cdot \frac{N_{Ed} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yk}} \right)$ |
| | Sezioni cave | | $\alpha_{mz} \cdot \left(1 + (\bar{\lambda}_y - 0,2) \cdot \frac{N_{Ed} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yk}} \right) \leq \alpha_{mz} \cdot \left(1 + 0,8 \cdot \frac{N_{Ed} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yk}} \right)$ |

Per pressoflessione retta, $M_{y,Ed} \neq 0$, $k_{yy} = 0$ ($M_{z,Ed} = 0$).

| Diagramma del momento | Intervallo | | Coefficienti α_{my} , α_{mz} , α_{mLT} | |
|--------------------------------------|--------------------------|-----------------------|---|-------------------------------------|
| | | | Carico uniforme | Carico concentrato |
| ψM_h | $-1 \leq \psi \leq 1$ | | $0,6 + 0,4\psi \geq 0,4$ | |
| ψM_h $\alpha_s = M_s / M_h$ | $0 \leq \alpha_s \leq 1$ | $-1 \leq \psi \leq 1$ | $0,2 + 0,8\alpha_s \geq 0,4$ | $0,2 + 0,8\alpha_s \geq 0,4$ |
| | $-1 \leq \alpha_s < 0$ | $0 \leq \psi \leq 1$ | $0,1 - 0,8\alpha_s \geq 0,4$ | $-0,8\alpha_s \geq 0,4$ |
| | | $-1 \leq \psi \leq 0$ | $0,1(1 - \psi) - 0,8\alpha_s \geq 0,4$ | $0,2(-\psi) - 0,8\alpha_s \geq 0,4$ |
| ψM_h $\alpha_h = M_r / M_s$ | $0 \leq \alpha_h \leq 1$ | $-1 \leq \psi \leq 1$ | $0,95 + 0,05\alpha_h$ | $0,90 + 0,10\alpha_h$ |
| | $-1 \leq \alpha_h < 0$ | $0 \leq \psi \leq 1$ | $0,95 + 0,05\alpha_h$ | $0,90 + 0,10\alpha_h$ |
| | | $-1 \leq \psi \leq 0$ | $0,95 + 0,05\alpha_h (1 + 2\psi)$ | $0,90 + 0,10\alpha_h (1 + 2\psi)$ |



14/11/2018

PERI S.r.l.
ING. Meroni Roberto
Legale Rappresentante

$$\chi_y = \chi_z = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \bar{\lambda}^2}} \leq 1,0$$

$$\Phi = 0,5 \cdot \left[1 + \alpha(\bar{\lambda} - 0,2) + \bar{\lambda}^2 \right]; \quad \bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_{yk}}{N_{cr}}}$$

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \bar{\lambda}_{LT}^2}} \leq 1,0$$

$$\Phi_{LT} = 0,5 \cdot \left[1 + \alpha_{LT}(\bar{\lambda}_{LT} - 0,2) + \bar{\lambda}_{LT}^2 \right]; \quad \bar{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{W_y \cdot f_{yk}}{M_{cr}}}$$

In sintesi:

| Parametri per la verifica a pressoflessione | | | | |
|---|-----------|-----------|-----------------|-------------|
| Metodo di interazione | Metodo B | | | |
| | yy | zz | | |
| Area della sezione A | 325,00 | | mm ² | |
| W _{pl} =W | 4120,00 | 4120,00 | mm ³ | |
| Azione di progetto a compressione N _{Ed} | 7276,34 | | N | |
| Carico euleriano N _{cr} | 10299,31 | 19449,93 | N | |
| Momento flettente max di progetto M _{Ed} | 577,46 | 123830,76 | Nm m | |
| Resistenza caratteristica a compressione N _{Rk} | 76375,00 | | N | |
| Resistenza caratteristica a flessione M _{Rk} | 968200,00 | 968200,00 | Nm m | |
| Fattore di riduzione χ | 0,11 | 0,20 | | |
| Fattore di riduzione χ_{LT} | 1,00 | | | |
| Fattore di interazione k _{yy} | 1,53 | | | |
| Fattore di interazione k _{yz} | 0,82 | | | |
| Fattore di interazione k _{zy} | 0,92 | | | |
| Fattore di interazione k _{zz} | 1,37 | | | |
| Verifica di stabilità a presso-flessione | | | OK | |
| $\frac{N_{Ed} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yk}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_{LT} \cdot W_y \cdot f_{yk}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{z,Ed} \cdot \gamma_{M1}}{W_z \cdot f_{yk}} \leq 1$ | | | | |
| $\frac{N_{Ed} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yk}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{y,Ed} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_{LT} \cdot W_y \cdot f_{yk}} + k_{zz} \cdot \frac{M_{z,Ed} \cdot \gamma_{M1}}{W_z \cdot f_{yk}} \leq 1$ | | | | |
| | 0,88 | 0,00 | 0,11 | 0,99 |
| | 0,50 | 0,00 | 0,18 | 0,69 |

L'elemento soddisfa le verifiche.



14/11/2018

PERI S.r.l.
ING. Meroni Roberto
Legale Rappresentante

4.10.3 Verifica con dati sperimentali

Dalle prove relative al campo 3000 mm, riportate nel Certificato Politecnico di Milano n° 2018/1778 del 31/07/2018, $R_{T,RD} = 29693,3$ N e $R_{c,RD} = 8148,8$ N. Considerando che la forza massima che agisce allo stato limite ultimo nella diagonale è pari a 6454,67 N nella diagonale B599 combinazione 26 e -7276,34 N nella diagonale B599 combinazione 35 (vedi punto 1.2.54 dell'Appendice 2. Considerando che l'angolo della diagonale è pari a $\alpha = \arctan\left(\frac{2000}{3000-83x2}\right) = 35,21^\circ$ (vedi TAV. 35 dell'Allegato A) si ha che

- Compressione $F_{c,ED} = 7276,34 \times \cos 35,21 = 5945,09$ N $\frac{F_{c,RD}}{F_{c,ED}} = \frac{8148,8}{5945,09} = 1,37 > 1,0$
- trazione $F_{T,ED} = 6454,67 \times \cos 35,21 = 5273,75$ N $\frac{F_{T,RD}}{F_{T,ED}} = \frac{29693,3}{5273,75} = 5,63 > 1,0$

NB.: Quanto sopra esposto vale anche per le campate inferiori a 3 m, in quanto vengono usati elementi con le stesse caratteristiche geometriche e di resistenza.

4.11 VERIFICA CONTROVENTATURA IN PIANTA CON TAVOLA METALLICA UDG 250 PER CAMPI DA 3,0 m

Tenendo conto della tipologia di elemento ai fini della verifica si preferisce procedere con le verifiche utilizzando il solo confronto con le prove sperimentali. Considerando che le stilate sono a quinconce ancorate, si calcola le massime azioni parallele alla facciata e perpendicolari che le tavole strutturali devono assorbire. In questo caso dall'Appendice 2 punto 1.2.57, analizzando gli elementi fittizi usati per simulare il comportamento delle tavole di impalcato, risulta che gli elementi piu' sollecitati parallelamente alla facciata, sono per la trazione il numero B131 (corrente) e B133 (diagonale in pianta) nella combinazione 32, e le azioni sono rispettivamente pari a $F_{cor,ED//} = 5891,46$ N e $F_{diag,ED//} = -835,15$ N a cui corrisponde un'azione equivalente di trazione pari a $F_{T,ED//} = 5891,46 - 835,15 \times \cos 18,43^\circ = 5099,14$ N e per la compressione numero B125 (corrente) e B127 (diagonale in pianta) nella combinazione 35, e le azioni sono rispettivamente pari a $F_{cor,ED//} = -6397,38$ N e $F_{diag,ED//} = 904,37$ N a cui corrisponde un'azione equivalente di compressione pari a $F_{c,ED//} = -6397,38 + 904,37 \times \cos 18,43^\circ = -5539,39$ N a compressione (18,43° è l'angolo tra il corrente fittizio e la diagonale fittizia). Mentre analizzando le forze perpendicolari si è considerato il modello dell'appendice 2 ponendo però solo i carichi sui nodi 104 o 36 o 70 più critici per ricavare le forze orizzontali equivalenti che implicherebbero gli stessi spostamenti, e si è trovato come riportato nel Cap. 3 che se non consideriamo a favore di sicurezza la collaborazione dei telai di stilata che come si evince dall'analisi prendono piu' carico $F_{ED,\perp} = 2300$ N (vedi 3.2.2).

4.11.1 Verifica con dati sperimentali

Dalle prove di compressione effettuate su campi da 3,0 m di cui al certificato del Politecnico di Milano n° 2016/2353 del 08/06/2017 si ottiene il valore sperimentale per la verifica delle forze parallele al piano di facciata: $F_{c,Rk//} = 7494$ N, $F_{T,Rk//} = 19968$ N. Per azioni perpendicolari al piano di facciata, tenendo conto delle modalità di prova, il valore $P_{95\%}$ si riduce nel rapporto $1/3,00 = 0,333$ per cui $F_{Rk\perp} = 7494 \times 0,333 = 2494,8$ N.

$$\frac{F_{c,RD//}}{F_{c,ED//}} = \frac{7494}{1,05 \times 5539,39} = 1,29 > 1,0; \quad \frac{F_{T,RD//}}{F_{T,ED//}} = \frac{19968}{1,05 \times 5099,14} = 3,73 > 1,0 \quad \text{per forze parallele}$$



14/11/2018

PERI S.r.l.
 ING. Meroni Roberto
 Legale Rappresentante

$$\frac{F_{RD\perp}}{F_{ED\perp}} = \frac{2494,8 \times 2}{1,05 \times 2300} = 2,06 > 1,0 \text{ per forze perpendicolari}$$

ove n_d è il numero di campi che lavorano ed $n_d = 2$ in questo caso perché il risultato della prova è relativa ad un campo

NB.: Quanto sopra esposto vale anche per le campate inferiori a 3 m, in quanto vengono usati elementi con le stesse caratteristiche geometriche e di resistenza.

4.12 VERIFICA DEL TRAVERSO DEL TELAIO

| Sezione Traverso | | |
|--|-----------------------------|------------|
| Dimensioni | 60 x 30 x 3 mm | |
| Profilo | Tubo rettangolare | |
| Materiale | S 355 | |
| Costruzione | formato a freddo (EN 10219) | |
| Curva di instabilità y, z | c | c |
| A [mm ²] | 4,8039e+02 | |
| A _y [mm ²], A _z [mm ²] | 1,6013e+02 | 3,2026e+02 |
| I _y [mm ⁴], I _z [mm ⁴] | 2,0466e+05 | 6,7902e+04 |
| i _y [mm], i _z [mm] | 20,64 | 11,89 |
| W _{el.y} [mm ³], W _{el.z} [mm ³] | 6,8220e+03 | 4,5268e+03 |
| W _{pl.y} [mm ³], W _{pl.z} [mm ³] | 8,8095e+03 | 5,3836e+03 |
| M _{pl.y.+} [Nmm], M _{pl.y.-} [Nmm] | 3,13e+06 | 3,13e+06 |
| M _{pl.z.+} [Nmm], M _{pl.z.-} [Nmm] | 1,91e+06 | 1,91e+06 |
| I _t [mm ⁴], I _w [mm ⁶] | 1,7069e+05 | 3,6450e+07 |

4.12.1 Verifica allo stato limite di esercizio (SLE)

Nell'APPENDICE 2, si ricava la freccia più alta nel traverso (che si riscontra nel traverso B251 in combinazione 40 per gli stati limite di esercizio SLE):

| Descrizione | yy | zz | Unità |
|-----------------------|-------------|--------|-------|
| f | -0,295 | -2,061 | mm |
| L | 1000,00 | | mm |
| (f / L) max | 1/100 | | |
| f / L | 1/3389 | 1/485 | |
| Verifica sfruttamento | 0,21 | | OK |

L'elemento soddisfa la verifica.

4.12.2 Verifica allo stato limite ultimo (SLU)

La verifica viene eseguita tenendo conto del punto 4.2.1.1 del D.M. 14 gennaio 2008 (NTC2008)

| Fattori parziali di sicurezza | |
|--|------|
| γ_{M0} per resistenza delle sezioni trasversali | 1,05 |
| γ_{M1} per resistenza all'instabilità | 1,05 |
| γ_{M2} per resistenza delle sezioni nette | 1,25 |



14/11/2018

PERI S.r.l.
 ING. Meroni Roberto
 Legale Rappresentante

| Materiale | | |
|----------------------------------|------------------|-----|
| Tensione di snervamento f_{yk} | 355 | MPa |
| Tensione di rottura f_{uk} | 530 | MPa |
| Costruzione | FORMATO A FREDDO | |

4.12.2.1 Classificazione delle sezioni

Viene effettuata in conformità all'articolo 4.2.3.1 del D.M. 14 gennaio 2008 (NTC2008).

La classificazione delle sezioni viene effettuata in conformità alla tabella 4.2.I del D.M. 14 gennaio 2008 (NTC2008)

| | |
|--|-------|
| Rapporto massimo in larghezza / spessore | 17,00 |
| Limite Classe1 | 51,79 |
| Limite Classe2 | 59,64 |
| Limite Classe3 | 84,19 |

=> Quindi la sezione è classificata come classe 1 per la verifica della sezione trasversale

La verifica viene eseguita nella sezione più rappresentativa (x = 500 mm) nella combinazione 6 elemento B252 dell'Appendice 2 che presenta le seguenti sollecitazioni di progetto

| Forze interne | Calcolato | Unità |
|----------------|------------|-------|
| N_{Ed} | -7959,69 | N |
| $V_{y,Ed}$ | 3,88 | N |
| $V_{z,Ed}$ | -35,04 | N |
| T_{Ed} | -1218,67 | Nmm |
| $M_{y,Ed}$ | 1246294,68 | Nmm |
| $M_{z,Ed}$ (*) | 2943,38 | Nmm |

(*) la verifica per instabilità viene eseguita prendendo il valore massimo che si trova a x=1000 mm
 $M_{z,Ed} = 4787,63$ Nmm

4.12.2.2 Verifica compressione

Viene effettuata in conformità all'articolo 4.2.4.1.2 del D.M. 14 gennaio 2008 (NTC2008)

$$\frac{N_{Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1$$

dove:

$$N_{c,Rd} = A \cdot f_{yk} / \gamma_{M0}$$

In sintesi:



14/11/2018

PERI S.r.l.
 ING. Meroni Roberto
 Legale Rappresentante

| Descrizione | | Unità |
|--|-------------|-----------------|
| A | 480,39 | mm ² |
| N _{c,Rd} | 162418,59 | N |
| Verifica sfruttamento $\frac{N_{Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1$ | 0,05 | OK |

4.12.2.3 Verifica del Momento Flettente M

Viene effettuata in conformità all'articolo 4.2.4.1.2 del D.M. 14 gennaio 2008 (NTC2008)

$$\frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

dove:

$$M_{c,Rd} = M_{pl,Rd} = \frac{W_{pl} \cdot f_{yk}}{\gamma_{M0}}$$

In sintesi:

| Descrizione | yy | zz | Unità |
|--|-------------|-------------|-----------------|
| W _{pl} | 8809,50 | 5383,60 | mm ³ |
| M _{pl,Rd} | 2978456,13 | 1820177,27 | Nmm |
| Verifica sfruttamento $\frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$ | 0,42 | 0,00 | OK |

4.12.2.4 Verifica sollecitazione di azioni da taglio

Viene effettuata in conformità all'articolo 4.2.4.1.2 del D.M. 14 gennaio 2008 (NTC2008) e tenendo conto dell'articolo 6.2.5 della EN 1993-1-1

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

dove:

$$V_{c,Rd} = \frac{A_v \cdot f_{yk}}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}}; A_v = \frac{A \cdot (h;b)}{(b+h)}; h = 60; b = 30$$

In sintesi:

| Descrizione | yy | zz | Unità |
|--|-------------|-------------|-------|
| V _{Ed} | 3,88 | -35,04 | N |
| V _{pl,Rd} | 31257,47 | 62514,94 | N |
| Verifica sfruttamento $\frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$ | 0,00 | 0,00 | OK |



14/11/2018

PERI S.r.l.
 ING. Meroni Roberto
 Legale Rappresentante

4.12.2.5 Verifica sollecitazione combinata di azioni da taglio, carico assiale e pressoflessione

Non essendo chiaro quanto trattato dalle NTC si effettua la verifica considerando il paragrafo 6.2.9.1 e relativa correzione della EN 1993-1-1:2014 per le sezioni di *classe 1 e 2 e riguardante i profili cavi* e si ha:

$$\left[\frac{M_{y,Ed}}{M_{N,y,Rd}} \right]^\alpha + \left[\frac{M_{z,Ed}}{M_{N,z,Rd}} \right]^\beta \leq 1$$

dove:

$$M_{N,Rd} = M_{pl,Rd} \cdot (1 - n^{1,7});$$

rectangular hollow sections:

$$\alpha = \beta = \frac{1,66}{1 - 1,13n^2} \quad \text{but } \alpha = \beta \leq 6$$

where $n = N_{Ed} / N_{pl,Rd}$.

Valore maggiore rispetto al precedente per cui prendiamo il minore a favore di sicurezza.

In sintesi:

| Descrizione | | Unità |
|---|------------|-------|
| MN _{y,Rd} | 2978456,13 | Nmm |
| Alpha | 1,66 | N |
| MN _{z,Rd} | 1820177,27 | Nmm |
| Beta | 1,66 | |
| Verifica sfruttamento | | |
| $\left[\frac{M_{y,Ed}}{M_{N,y,Rd}} \right]^\alpha + \left[\frac{M_{z,Ed}}{M_{N,z,Rd}} \right]^\beta \leq 1$ | 0,23 | OK |

Il Taglio è inferiore al 50% della resistenza plastica al taglio per cui il suo effetto viene trascurato. L'elemento soddisfa le verifiche.

4.12.2.6 Verifica a presso-flessione per instabilità (Metodo B)

In conformità dell'articolo C4.2.4.1.3.3.2 (Metodo B) della Circolare 2 febbraio 2009, n. 617 si ha:

$$\frac{N_{Ed} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yk}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_{LT} \cdot W_y \cdot f_{yk}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{z,Ed} \cdot \gamma_{M1}}{W_z \cdot f_{yk}} \leq 1$$

$$\frac{N_{Ed} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yk}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{y,Ed} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_{LT} \cdot W_y \cdot f_{yk}} + k_{zz} \cdot \frac{M_{z,Ed} \cdot \gamma_{M1}}{W_z \cdot f_{yk}} \leq 1$$




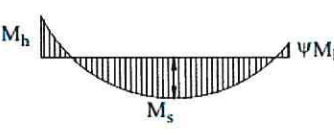
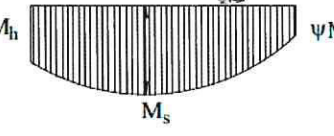
14/11/2018

PERI S.r.l.
 ING. Meroni Roberto
 Legale Rappresentante

Per il calcolo dei coefficienti di interazione k_{yy} , k_{yz} , k_{zy} e k_{zz} si utilizza il metodo B Circolare 2 febbraio 2009, n. 617, Tabelle C4.2.IV, C4.2.VI.

| k | Tipi di sezione | Sezioni di classe 3 e 4 (proprietà delle sezioni calcolate in campo elastico) | Sezioni di classe 1 e 2 (proprietà delle sezioni calcolate in campo plastico) |
|----------|-----------------------|--|---|
| k_{yy} | I. H. Sezioni cave | $\alpha_{my} \cdot \left(1 + 0,6 \cdot \bar{\lambda}_y \cdot \frac{N_{Ed} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yk}} \right) \leq \alpha_{my} \cdot \left(1 + 0,6 \cdot \frac{N_{Ed} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yk}} \right)$ | $\alpha_{my} \cdot \left(1 + (\bar{\lambda}_y - 0,2) \cdot \frac{N_{Ed} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yk}} \right) \leq \alpha_{my} \cdot \left(1 + 0,8 \cdot \frac{N_{Ed} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yk}} \right)$ |
| k_{yz} | I. H. Sezioni cave | k_{zz} | $0,6 \cdot k_{zz}$ |
| k_{zy} | I. H. Sezioni cave | $0,8 \cdot k_{yy}$ | $0,6 \cdot k_{yy}$ |
| k_{zz} | I. H. | $\alpha_{mz} \cdot \left(1 + 0,6 \cdot \bar{\lambda}_y \cdot \frac{N_{Ed} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yk}} \right) \leq \alpha_{mz} \cdot \left(1 + 0,6 \cdot \frac{N_{Ed} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yk}} \right)$ | $\alpha_{mz} \cdot \left(1 + (2\bar{\lambda}_y - 0,6) \cdot \frac{N_{Ed} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yk}} \right) \leq \alpha_{mz} \cdot \left(1 + 1,4 \cdot \frac{N_{Ed} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yk}} \right)$ |
| | Sezioni cave | | $\alpha_{mz} \cdot \left(1 + (\bar{\lambda}_y - 0,2) \cdot \frac{N_{Ed} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yk}} \right) \leq \alpha_{mz} \cdot \left(1 + 0,8 \cdot \frac{N_{Ed} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yk}} \right)$ |

Per pressoflessione retta. $M_{y,Ed} \neq 0$. $k_{zy} = 0$ ($M_{z,Ed} = 0$).

| Diagramma del momento | Intervallo | | Coefficienti α_{my} , α_{mz} , α_{mLT} | |
|---|--------------------------|-----------------------|---|-------------------------------------|
| | | | Carico uniforme | Carico concentrato |
|  M_h ψM_h | $-1 \leq \psi \leq 1$ | | $0,6 + 0,4\psi \geq 0,4$ | |
|  M_h ψM_h M_s $\alpha_s = M_s / M_h$ | $0 \leq \alpha_s \leq 1$ | $-1 \leq \psi \leq 1$ | $0,2 + 0,8\alpha_s \geq 0,4$ | $0,2 + 0,8\alpha_s \geq 0,4$ |
| | $-1 \leq \alpha_s < 0$ | $0 \leq \psi \leq 1$ | $0,1 - 0,8\alpha_s \geq 0,4$ | $-0,8\alpha_s \geq 0,4$ |
| | | $-1 \leq \psi \leq 0$ | $0,1(1 - \psi) - 0,8\alpha_s \geq 0,4$ | $0,2(-\psi) - 0,8\alpha_s \geq 0,4$ |
|  M_h ψM_h M_s $\alpha_h = M_h / M_s$ | $0 \leq \alpha_h \leq 1$ | $-1 \leq \psi \leq 1$ | $0,95 + 0,05\alpha_h$ | $0,90 + 0,10\alpha_h$ |
| | $-1 \leq \alpha_h < 0$ | $0 \leq \psi \leq 1$ | $0,95 + 0,05\alpha_h$ | $0,90 + 0,10\alpha_h$ |
| | | $-1 \leq \psi \leq 0$ | $0,95 + 0,05\alpha_h (1 + 2\psi)$ | $0,90 + 0,10\alpha_h (1 + 2\psi)$ |

$$\chi_y = \chi_z = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \bar{\lambda}^2}} \leq 1,0; \quad \Phi = 0,5 \cdot \left[1 + \alpha(\bar{\lambda} - 0,2) + \bar{\lambda}^2 \right]$$

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_{yk}}{N_{cr}}}; \quad \chi_{LT} = \frac{1}{\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \bar{\lambda}_{LT}^2}} \leq 1,0$$



14/11/2018

PERI S.r.l.
ING. Meroni Roberto
Legale Rappresentante

$$\Phi_{LT} = 0,5 \cdot \left[1 + \alpha_{LT} (\bar{\lambda}_{LT} - 0,2) + \bar{\lambda}_{LT}^2 \right]; \quad \bar{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{W_y \cdot f_{yk}}{M_{cr}}}$$

$$k_{zz} = \min \left\{ C_{mz} \left(1 + (\bar{\lambda}_z - 0,2) \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot N_{Rk} / \gamma_{M1}} \right); C_{my} \left(1 + 0,8 \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot N_{Rk} / \gamma_{M1}} \right) \right\}; \quad k_{zy} = 0,6 \cdot k_{zz}$$

In sintesi:

| Parametri per la verifica a pressoflessione | | | | |
|--|---|------------|-----------------|-------------|
| Metodo di interazione | Metodo B | | | |
| | yy | zz | | |
| Area della sezione A | 480,39 | | mm ² | |
| W _{pl} =W | 8809,50 | 5383,60 | mm ³ | |
| Azione di progetto a compressione N _{Ed} | 7959,69 | | N | |
| Carico euleriano N _{cr} | 19779,94 | 158316,35 | N | |
| Momento flettente max di progetto M _{Ed} | 1246294,68 | 4787,63 | Nmm | |
| Resistenza caratteristica a compressione N _{Rk} | 170539,52 | | N | |
| Resistenza caratteristica a flessione M _{Rk} | 3127378,93 | 1911186,13 | Nmm | |
| Fattore di riduzione χ | 0,19 | 0,52 | | |
| Fattore di riduzione χ_{LT} | 1,00 | | | |
| Fattore di interazione k _{yy} | 1,09 | | | |
| Fattore di interazione k _{yz} | 0,49 | | | |
| Fattore di interazione k _{zy} | 0,65 | | | |
| Fattore di interazione k _{zz} | 0,82 | | | |
| Verifica di stabilità a presso-flessione | $\frac{N_{Ed} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yk}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_{LT} \cdot W_y \cdot f_{yk}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{z,Ed} \cdot \gamma_{M1}}{W_z \cdot f_{yk}} \leq 1$ | | | OK |
| | $\frac{N_{Ed} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yk}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{y,Ed} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_{LT} \cdot W_y \cdot f_{yk}} + k_{zz} \cdot \frac{M_{z,Ed} \cdot \gamma_{M1}}{W_z \cdot f_{yk}} \leq 1$ | | | |
| | 0,26 | 0,45 | 0,00 | 0,71 |
| | 0,09 | 0,27 | 0,00 | 0,37 |

L'elemento soddisfa le verifiche.

4.12.3 Verifica con dati sperimentali

Dal Certificato Politecnico di Milano n° 2016/2350 del 16/05/2017 relativo alla prova sul telaio si ottengono i valori sperimentali per la verifica del traverso: M_{RD} = 390,77 Nm (vedi 3.2.1), mentre nel punto 1.2.55 dell'Appendice 2 troviamo il momento massimo agente M_{ED}=1374594,85 Nmm
 Combinazione 10 elemento B328:

$$\frac{M_{RD}}{M_{ED}} = \frac{3907700}{1374594,85} = 2,84 > 1,0$$



14/11/2018

PERI S.r.l.
 ING. Meroni Roberto
 Legale Rappresentante

4.13 VERIFICA DEL CORRENTE DI PARAPETTO UH

| Sezione Corrente | | |
|--|-----------------------------|------------|
| Dimensioni | 60 x 30 x 2 mm | |
| Profilo | Tubo rettangolare | |
| Materiale | S 355 | |
| Costruzione | formato a freddo (EN 10219) | |
| Curva di instabilità y, z | c | c |
| A [mm ²] | 3,3400e+02 | |
| A _y [mm ²], A _z [mm ²] | 1,1117e+02 | 2,2234e+02 |
| I _y [mm ⁴], I _z [mm ⁴] | 1,5100e+05 | 5,0800e+04 |
| i _y [mm], i _z [mm] | 21,26 | 12,33 |
| W _{el.y} [mm ³], W _{el.z} [mm ³] | 5,0200e+03 | 3,3900e+03 |
| W _{pl.y} [mm ³], W _{pl.z} [mm ³] | 6,2917e+03 | 3,8750e+03 |
| M _{pl.y.+} [Nmm], M _{pl.y.-} [Nmm] | 1,48e+06 | 1,48e+06 |
| M _{pl.z.+} [Nmm], M _{pl.z.-} [Nmm] | 9,12e+05 | 9,12e+05 |
| I _t [mm ⁴], I _w [mm ⁶] | 1,2500e+05 | 2,4300e+07 |

4.13.1 Verifica allo stato limite di esercizio (SLE)

Non avendo riscontri nelle NTC, la verifica viene condotta per una azione $Q = 300$ N agente alla mezzeria del corrente tenendo conto del punto 4.2.3 a) in merito ai “Parapetti” della Circolare M.L.P.S. n° 132/91 del 24/10/91 ed al punto 6.2.5.2 della UNI EN 12811-1.

Per lo stato limite di esercizio il carico di progetto è dunque: $F_{E,df} = 300N$

Sotto tale azione si ha \bar{h} (vedi Appendice 3):

| Descrizione | yy | zz | Unità |
|--|---------|------|-------|
| f | 15,80 | 0,00 | mm |
| L | 3000,00 | | mm |
| f _{lim} (*) | 35 | | mm |
| Verifica sfruttamento f/f _{lim} | 0,45 | | OK |

(*) Secondo il punto 4.2.3 a) in merito ai “Parapetti” della Circolare M.L.P.S. n° 132/91 del 24/10/91 ed al punto 6.2.5.2 della UNI EN 12811-1.

4.13.2 Verifica allo stato limite ultimo (SLU)

Secondo il punto 4.2.3 b) in merito ai “Parapetti” della Circolare M.L.P.S. n° 132/91 del 24/10/91 ed al punto 6.2.5.1 della UNI EN 12811-1 (qui viene indicata verso il basso), il corrente deve resistere ad una forza pari a 1,25 kN applicata perpendicolarmente allo stesso e non presentare rotture, ma deformazioni non superiori a 200 mm (al punto 10.3.3.4 della UNI EN 12811-1 è indicato un valore di 300 mm).

Tale forza è da considerarsi già un carico per la verifica allo stato limite ultimo:

$$F_{E,df} = 1250 N$$



14/11/2018

PERI S.r.l.
 ING. Meroni Roberto
 Legale Rappresentante

Sotto tale azione si ha (vedi Appendice 3):

| Descrizione | yy | zz | Unità |
|--|-------------|------|-------|
| f | 66 | 0,00 | mm |
| L | 3000,00 | | mm |
| f _{lim} | 200 | | mm |
| Verifica sfruttamento f/f _{lim} | 0,33 | | OK |

Sviluppando anche le altre verifiche si ottiene con i dati qui sotto riportati:

| Fattori parziali di sicurezza | |
|--|------|
| γ _{M0} per resistenza delle sezioni trasversali | 1,05 |
| γ _{M1} per resistenza all'instabilità | 1,05 |
| γ _{M2} per resistenza delle sezioni nette | 1,25 |

| Materiale | | |
|---|------------------|-----|
| Tensione di snervamento f _{yk} | 355 | MPa |
| Tensione di rottura f _{uk} | 530 | MPa |
| Costruzione | FORMATO A FREDDO | |

4.13.2.1 Classificazione delle sezioni

Viene effettuata in conformità all'articolo 4.2.3.1 del D.M. 14 gennaio 2008 (NTC2008). La classificazione delle sezioni cave viene effettuata in conformità alla tabella 4.2.III del D.M. 14 gennaio 2008 (NTC2008)

| | |
|--|-------|
| Rapporto massimo in larghezza / spessore | 27,00 |
| Limite Classe1 | 26,85 |
| Limite Classe2 | 30,92 |
| Limite Classe3 | 36,23 |

=> Quindi la sezione è classificata come classe 2 per la verifica della sezione trasversale

La verifica viene eseguita nelle sezioni più rappresentative che presentano le seguenti sollecitazioni di progetto:

| Forze interne | Calcolato | Unità |
|-------------------|-----------|-------|
| N _{Ed} | 0 | N |
| V _{y,Ed} | 625 | N |
| V _{z,Ed} | 0 | N |
| M _{y,Ed} | 0 | Nmm |
| M _{z,Ed} | 937500 | Nmm |

4.13.2.2 Verifica del Momento Flettente M

Viene effettuata in conformità all'articolo 4.2.4.1.2 del D.M. 14 gennaio 2008 (NTC2008)



14/11/2018

PERI S.r.l.
 ING. Meroni Roberto
 Legale Rappresentante

$$\frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

dove:

$$M_{c,Rd} = M_{pl,Rd} = \frac{W_{pl} \cdot f_{yk}}{\gamma_{M0}}$$

In sintesi:

| Descrizione | yy | zz | Unità |
|--|------------|------------|-----------------|
| W _{pl} | 6291,70 | 3875,00 | mm ³ |
| M _{pl,Rd} | 2127193,81 | 1310119,05 | Nmm |
| Verifica sfruttamento $\frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$ | 0,00 | 0,72 | OK |

4.13.2.3 Verifica sollecitazione di azioni da taglio

Viene effettuata in conformità all'articolo 4.2.4.1.2 del D.M. 14 gennaio 2008 (NTC2008)

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

dove:

$$V_{c,Rd} = \frac{A_v \cdot f_{yk}}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}}; \quad A_v = \frac{A \cdot h}{(b+h)}; \quad h = 60; b = 30$$

In sintesi:

| Descrizione | yy | zz | Unità |
|--|----------|----------|-------|
| V _{Ed} | 625,00 | 0,00 | N |
| V _{c,Rd} | 21732,20 | 43464,39 | N |
| Verifica sfruttamento $\frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$ | 0,03 | 0,00 | OK |

Note: La sezione non è soggetta ad instabilità in quanto non è soggetta ad alcun sforzo di compressione.

4.13.3 Verifica con dati sperimentali

Dal Cert. Politecnico di Milano n° 2018/1776 del 30/07/2018 si ottengono i valori sperimentali per la verifica del corrente: F_{RD}=233,15 Nmm

$$\frac{F_{RD}}{F_{ED}} = \frac{2331,5}{1,5 \times 1,05 \times 30} = 4,6 > 1,0$$

NB.: Quanto sopra esposto vale anche per le campate inferiori a 3 m, in quanto vengono usati elementi con le stesse caratteristiche geometriche e di resistenza.

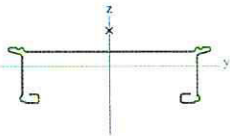


14/11/2018

PERI S.r.l.
ING. Meroni Roberto
Legale Rappresentante

4.14 VERIFICA DELLA TAVOLA IN ACCIAIO UDG 250 DA 3,0 m

Viene analizzata nell'Appendice 4. Si fa presente che le grandezze indicate prescindono dalle caratteristiche geometriche efficaci calcolate in seguito.

| Sezione Tavola UDG 250 | | |
|--|--|------------|
| Profilo | Sezione a parete sottile | |
| Materiale | S350GD+Z | |
| Costruzione | formato a freddo | |
| Curva di instabilità y, z | c | c |
| A [mm ²] | 6,8145e+02 | |
| A _y [mm ²], A _z [mm ²] | 3,2465e+02 | 1,8713e+02 |
| I _y [mm ⁴], I _z [mm ⁴] | 3,9642e+05 | 5,3100e+06 |
| i _y [mm], i _z [mm] | 24,12 | 88,27 |
| W _{el,y} [mm ³], W _{el,z} [mm ³] | 8,7359e+03 | 4,3347e+04 |
| W _{pl,y} [mm ³], W _{pl,z} [mm ³] | 1,2164e+04 | 5,5760e+04 |
| M _{pl,y+} [Nmm], M _{pl,y-} [Nmm] | 4,26e+06 | 4,26e+06 |
| M _{pl,z+} [Nmm], M _{pl,z-} [Nmm] | 1,95e+07 | 1,95e+07 |
| d _y [mm], d _z [mm] | 0,00 | 42,25 |
| I _t [mm ⁴], I _w [mm ⁶] | 4,3492e+02 | 4,9359e+09 |
| Immagine |  | |

Non avendo riscontri nelle NTC, l'elemento d'impalcato viene verificato per la classe 4 che prevede i seguenti carichi secondo il punto 6.2 e seguenti della UNI EN 12811-1 (prospetto 3) ed il prospetto 4-I dell'articolo 4.2.3 della Circolare M.L.P.S. n° 132/91 del 24/10/91:

| Classe di carico | Carico uniformemente distribuito q ₁ kN/m ² | Carico concentrato sull'area 500 mm × 500 mm F ₁ kN | Carico concentrato sull'area 200 mm × 200 mm F ₂ kN | Carico sull'area parziale | |
|------------------|---|---|---|-------------------------------------|---|
| | | | | q ₂ kN/m ² | Fattore dell'area parziale a _p ¹⁾ |
| 1 | 0,75 ²⁾ | 1,50 | 1,00 | - | - |
| 2 | 1,50 | 1,50 | 1,00 | - | - |
| 3 | 2,00 | 1,50 | 1,00 | - | - |
| 4 | 3,00 | 3,00 | 1,00 | 5,00 | 0,4 |
| 5 | 4,50 | 3,00 | 1,00 | 7,50 | 0,4 |
| 6 | 6,00 | 3,00 | 1,00 | 10,00 | 0,5 |

Si considerano le seguenti verifiche locali.

Essendo G = 176 N; l = 3,0 m; b = 0,247 m ;

$$q_{i,k} = G/l = 58,67 \text{ N/m}$$

1 - carico di servizio (q_{1,k} = 3000x0,247 = 741 N/m)

2 - carico concentrato Q_{2,k} = 3000x0,247/0,5 = 1482 N applicato su una superficie di 0,50x0,247 m

3 - carico concentrato Q_{3,k} = 1000 N applicato su una superficie di 0,2 m x 0,2 m.

4 - carico ripartito q_{4,k} = 5000 N/m² applicato su una superficie parziale avente area



14/11/2018

PERI S.r.l.
ING. Meroni Roberto
Legale Rappresentante

$A_c = 0,4 A_{\text{impalcato}}$; con $A_{\text{impalcato}} = (0,247 \times 4) \times 3,0 = 2,964 \text{ m}^2$ ($A_c = 0,4 \times 2,964 = 1,1856 \text{ m}^2$)

Le caratteristiche dell'acciaio utilizzato sono le seguenti:

| Materiale | | |
|----------------------------------|------------------|-----|
| Tensione di snervamento f_{yk} | 350 | MPa |
| Tensione di rottura f_{uk} | 420 | MPa |
| Costruzione | FORMATO A FREDDO | |

4.14.1 Verifica allo stato limite di esercizio del manto (SLE)

Per le NTC (e anche secondo il punto 10.3.2. della UNI EN 12811-1), per lo stato limite di esercizio, i carichi devono essere moltiplicati per un coefficiente ($\gamma_F = 1,0$) per ottenere il carico di progetto:

$$q_{i,E} = q_{1,k} \cdot \gamma_F = 5867 \text{ N/m}$$

$$q_{1,E} = q_{1,k} \cdot \gamma_F = 741 \text{ N/m}$$

$$Q_{2,E} = Q_{2,k} \cdot \gamma_F = 1482 \text{ N}$$

$$Q_{3,E} = Q_{3,k} \cdot \gamma_F = 1000 \text{ N}$$

$$q'_{4,E} = q'_{4,k} \cdot \gamma_F = 5000 \text{ N/m}^2$$

Pertanto riassumendo i carichi di progetto abbiamo:

$$q_{i,E} = 58,67 \text{ N/m}$$

$$q_{1,E} = 741 \text{ N/m}$$

$$Q_{2,E} = 1482 \text{ N}$$

$$Q_{3,E} = 1000 \text{ N}$$

$$q_{2,E} = Q_{2,E}/0,5 = 1482/0,5 = 2964 \text{ N/m}; \quad Q_{2,E} = 1482 \text{ N}$$

$$q_{3,E} = Q_{3,E}/0,2 = 1000/0,2 = 5000 \text{ N/m}; \quad Q_{3,E} = 1000 \text{ N}$$

$$A_{\text{tavola}} = 0,247 \times 3,0 = 0,741 \text{ m}^2 < A_c = 1,1856 \text{ m}^2$$

$$q_{4,E} = q'_{4,k} \times 0,247 = 5000 \times 0,247 = 1235 \text{ N/m}$$

Per ogni condizione di carico, la freccia dell'impalcato valutata, in modo approssimato, nel caso di massimo momento, è pari a:

$$f_1 = \frac{5}{384} \cdot \frac{q_{1,E} + q_i}{EJ} \cdot (l)^4$$

$$f_2 = \frac{1}{48} \cdot \frac{Q_{2,E} \cdot (l)^3}{EJ} + \frac{5}{384} \cdot \frac{q_i}{EJ} \cdot (l)^4$$

$$f_3 = \frac{1}{48} \cdot \frac{Q_{3,E} \cdot (l)^3}{EJ} + \frac{5}{384} \cdot \frac{q_i}{EJ} \cdot (l)^4$$



14/11/2018

PERI S.r.l.
ING. Meroni Roberto
Legale Rappresentante

$$f_4 = \frac{5}{384} \cdot \frac{q_{4,E} + q_i}{EJ} \cdot (l)^4$$

Riassumendo (vedi Appendice 4):

| Descrizione | | | Unità |
|-----------------------------------|--------|----|-------|
| l | 3000 | mm | |
| f _{max} = f ₄ | -16,49 | mm | OK |
| Verifica | | | |
| f _{lim} (25; L / 100) | 25 | 30 | mm |

I valori sono inferiori ai valori di riferimento che sono forniti dal punto 6.3.1 della UNI EN 12811-1 (dove $\Delta f_{amm} = 25$ mm):

$$f_{amm} = 1 / 100 = 30,0 \text{ mm}$$

$\Delta f_{amm} = 25$ mm rispetto a quella di un impalcato contiguo scarico.

4.14.2 Verifica allo stato limite ultimo del manto (SLU)

Secondo il punto 10.3.2. della UNI EN 12811-1, per lo stato limite ultimo, i carichi devono essere moltiplicati per un coefficiente ($\gamma_G = 1,3$, $\gamma_F = 1,5$) per ottenere il carico di progetto:

$$q_{i,E} = q_{1,k} \cdot \gamma_G = 76,27 \text{ N/m}$$

$$q_{1,E} = q_{1,k} \cdot \gamma_F = 1111,5 \text{ N/m}$$

$$Q_{2,E} = Q_{2,k} \cdot \gamma_F = 2223 \text{ N}$$

$$Q_{3,E} = Q_{3,k} \cdot \gamma_F = 1500 \text{ N}$$

$$q'_{4,E} = q'_{4,k} \cdot \gamma_F = 7500 \text{ N/m}^2$$

Riassumendo abbiamo:

$$q_{i,E} = G = 76,27 \text{ N/m}$$

$$q_{1,E} = 1111,5 \text{ N/m}$$

$$q_{2,E} = Q_{2,E}/0,5 = 2223/0,5 = 4446 \text{ N/m}; \quad Q_{2,E} = 2223 \text{ N}$$

$$q_{3,E} = Q_{3,E}/0,2 = 1500/0,2 = 7500 \text{ N/m}; \quad Q_{3,E} = 1500 \text{ N}$$

$$A_{tavola} = 0,2 \times 0,6 = 0,12 \text{ m}^2 < A_c = 0,546 \text{ m}^2$$

$$q_{4,E} = q'_{4,k} \times 0,247 = 7500 \times 0,247 = 1852,5 \text{ N/m}$$

Al fine di massimizzare i momenti si pongono i carichi piu' prossimi alla mezzera della tavola, e le formule per ricavarli risultano rispettivamente:

$$M_1 = (q_{i,E} + q_{1,E}) \cdot \frac{l^2}{8}$$



14/11/2018

PERI S.r.l.
ING. Meroni Roberto
Legale Rappresentante

$$M_2 = \frac{q_{i,E} \cdot (l)^2}{8} + \frac{q_{2,E} \cdot 0,5 \cdot l}{2} - \frac{q_{2,E} \cdot \left(\frac{0,5}{2}\right)^2}{2}$$

$$M_3 = \frac{q_{i,E} \cdot (l)^2}{8} + \frac{q_{3,E} \cdot 0,2 \cdot l}{2} - \frac{q_{3,E} \cdot \left(\frac{0,2}{2}\right)^2}{2}$$

$$M_4 = (q_{i,E} + q_{4,E}) \cdot \frac{l^2}{8}$$

Si pongono i carichi cercando di rispecchiare lo schema di prova con carico sull'appoggio al fine di massimizzare i tagli: la posizione della risultante dei carichi risulta, per quanto possibile, più prossima all'appoggio.

$$R_1 = \frac{q_{i,E} \cdot l}{2} + \frac{q_{1,E} \cdot l}{2}$$

$$R_2 = \frac{q_{i,E} \cdot l}{2} + \frac{Q_{2,E} \cdot (0,6 - 0,25)}{0,6}$$

$$R_3 = \frac{q_{i,E} \cdot l}{2} + \frac{Q_{3,E} \cdot (0,6 - 0,1)}{0,6}$$

$$R_4 = \frac{q_{i,E} \cdot l}{2} + \frac{q_{4,E} \cdot l}{2}$$

I valori di sollecitazione che generano la verifica più gravosa corrispondono a quelli della condizione di carico n. 4 (vedi Appendice 4):

| Forze interne | Calcolato | Unità |
|-------------------|------------|-------|
| N _{Ed} | 0 | N |
| V _{y,Ed} | 0 | N |
| V _{z,Ed} | 0,0193 | N |
| T _{Ed} | 0 | Nmm |
| M _{y,Ed} | 2169862,55 | Nmm |
| M _{z,Ed} | 0 | Nmm |

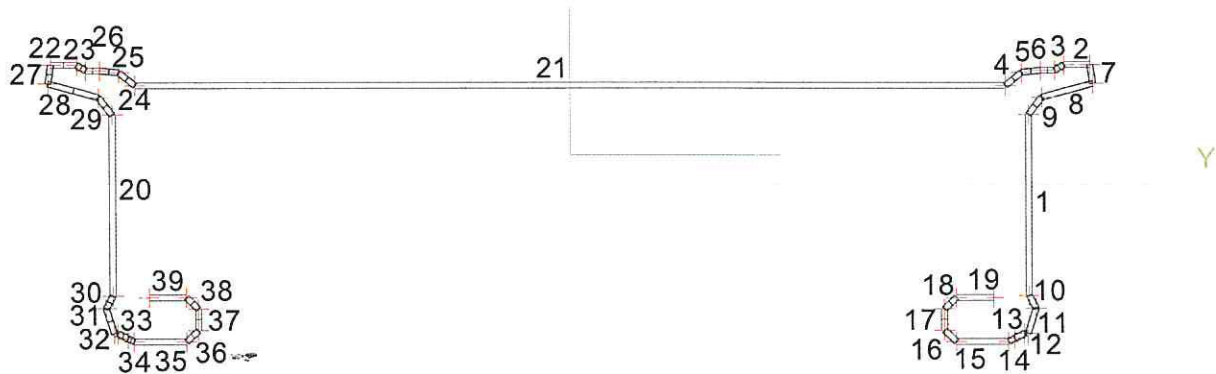
4.14.2.1 Calcolo dell'area efficace in funzione delle sollecitazioni

Non avendo riferimenti nelle NTC, il calcolo viene effettuato in conformità agli articoli 5.5.2 e 5.5.3 della EN 1993-1-3 (EC3) e articolo 4.4 della EN 1993-1-5 (EC3). L'analisi viene effettuata scomponendo la sezione in tratti rettilinei, applicando la sollecitazione con lo stesso segno di cui vogliamo trovare la risorsa geometrica efficace (A_{eff} nel caso di compressione con $\sigma_{\max,Ed} = f_{yb}$, vedi punto 6.1.3 della EN 1993-1-3 (EC3), e W_{eff} tale per nel punto più sollecitato si abbia una tensione pari a $\sigma_{\max,Ed} = f_{yb} / \gamma_{M0}$ nel caso di flessione vedi punto 6.1.4.1 (4) della EN 1993-1-3 (EC3). La sezione scomposta è la seguente:



14/11/2018

PERI S.r.l.
ING. Meroni Roberto
Legale Rappresentante



Nella nostra sezione solamente i tratti 19 e 39 sono da considerarsi “Outstands” mentre tutti gli altri sono “Internal”. Dalle Tab. 4.1 e 4.2 dell’art. 4.4 della EN 1993-1-5 (EC3) si ottengono le larghezze efficaci degli elementi di cui è composta la sezione per ogni sollecitazione applicata singolarmente.

Table 4.1: Internal compression elements

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



14/11/2018

PERI S.r.l.
 ING. Meroni Roberto
 Legale Rappresentante

Table 4.2: Outstand compression elements

| Stress distribution (compression positive) | | Effective ^p width b_{eff} | | | |
|--|------|---|------|--------------------------------|------|
| | | $1 > \psi \geq 0:$ $b_{eff} = \rho c$ | | | |
| | | $\psi < 0:$ $b_{eff} = \rho b_c = \rho c / (1 - \psi)$ | | | |
| $\psi = \sigma_2 / \sigma_1$ | 1 | 0 | -1 | $1 \geq \psi \geq -3$ | |
| Buckling factor k_σ | 0,43 | 0,57 | 0,85 | $0,57 - 0,21\psi + 0,07\psi^2$ | |
| | | $1 > \psi \geq 0:$ $b_{eff} = \rho c$ | | | |
| | | $\psi < 0:$ $b_{eff} = \rho b_c = \rho c / (1 - \psi)$ | | | |
| $\psi = \sigma_2 / \sigma_1$ | 1 | $1 > \psi > 0$ | 0 | $0 > \psi > -1$ | -1 |
| Buckling factor k_σ | 0,43 | $0,578 / (\psi + 0,34)$ | 1,70 | $1,7 - 5\psi + 17,1\psi^2$ | 23,8 |

Per ottenere il valore di ρ si utilizzano le seguenti espressioni (art. 4.4 della EN 1993-1-5):

Per elementi “Internal”:

$$\rho = 1,0 \text{ per } \bar{\lambda}_p \leq 0,673$$

$$\rho = \frac{\bar{\lambda}_p - 0,055 \cdot (3 + \psi)}{\bar{\lambda}_p^2} \leq 1,0 \text{ per } \bar{\lambda}_p > 0,673 \text{ dove } (3 + \psi) \geq 0$$

Per elementi “Outstands”:

$$\rho = 1,0 \text{ per } \bar{\lambda}_p \leq 0,748$$

$$\rho = \frac{\bar{\lambda}_p - 0,188}{\bar{\lambda}_p^2} \leq 1,0 \text{ per } \bar{\lambda}_p > 0,748$$

Dove:

$$\bar{\lambda}_p^2 = \sqrt{\frac{f_{yb}}{\sigma_{cr}}} = \frac{\bar{b} / t}{28,4 \cdot \varepsilon \cdot \sqrt{k_\sigma}}$$



14/11/2018

PERI S.r.l.
 ING. Meroni Roberto
 Legale Rappresentante

PERI UP ROSETT FLEX

RELAZIONE – Cap. IV

Ψ è il rapporto tra le tensioni agli estremi del tratto efficace

\bar{b} è la larghezza efficace

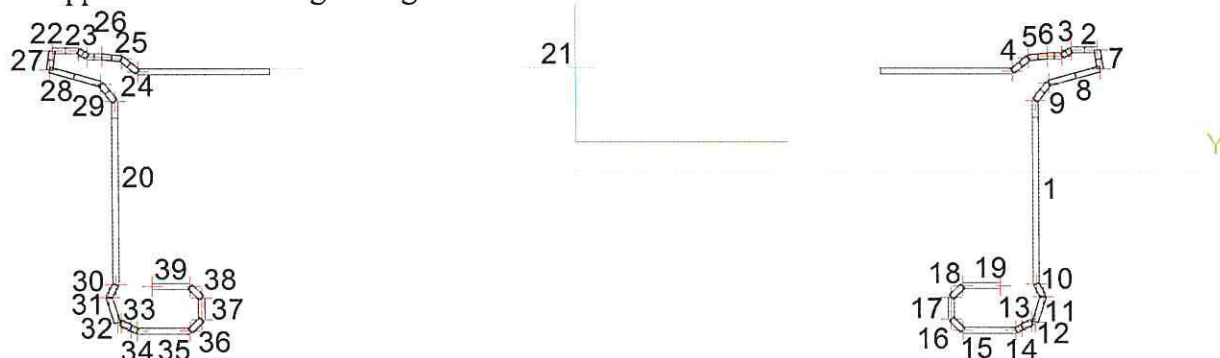
$t=0,75$ mm è lo spessore effettivo del profilo

k_{σ} è il fattore di instabilità è dato dalle tab. 4.1 e 4.2 sopra riportate

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_{yb}}}$$

4.14.2.2 Sezione efficace per M_y positivo

Per il momento M_y positivo ($M_{y,Ed} = 2169862,50$ Nmm) si ottiene una sezione con i tratti efficaci come rappresentato dalla figura seguente:



E si ottengono i seguenti risultati mostrati nella tabella che segue:

| Elemento | \bar{b} | σ_1 | σ_2 | Ψ | k | λ_p | $\lambda_{p,red}$ | ρ | \bar{b}_{eff} | \bar{b}_{e1} | \bar{b}_{e2} |
|----------|-----------|----------------------|----------------------|--------|-------|-------------|-------------------|--------|-----------------|----------------|----------------|
| | [mm] | [N/mm ²] | [N/mm ²] | [-] | [-] | [-] | [-] | [-] | [mm] | [mm] | [mm] |
| 1 | 43,55 | 7,31E+01 | -2,51E+02 | -3,4 | 117,7 | 0,1 | | 1 | 9,82 | 3,93 | 5,89 |
| 2 | 5,95 | 1,62E+02 | 1,62E+02 | 1 | 4 | 0,1 | | 1 | 5,95 | 2,98 | 2,98 |
| 3 | 2,54 | 1,62E+02 | 1,52E+02 | 0,9 | 4,1 | 0 | | 1 | 2,54 | 1,25 | 1,29 |
| 4 | 4,87 | 1,48E+02 | 1,25E+02 | 0,8 | 4,3 | 0,1 | | 1 | 4,87 | 2,34 | 2,52 |
| 5 | 4,41 | 1,52E+02 | 1,48E+02 | 1 | 4 | 0,1 | | 1 | 4,41 | 2,19 | 2,22 |
| 6 | 3,31 | 1,52E+02 | 1,52E+02 | 1 | 4 | 0,1 | | 1 | 3,31 | 1,66 | 1,66 |
| 7 | 4,56 | 1,62E+02 | 1,29E+02 | 0,8 | 4,4 | 0,1 | | 1 | 4,56 | 2,17 | 2,39 |
| 8 | 12,19 | 1,29E+02 | 1,04E+02 | 0,8 | 4,4 | 0,2 | | 1 | 12,19 | 5,81 | 6,38 |
| 9 | 5,18 | 1,04E+02 | 7,31E+01 | 0,7 | 4,7 | 0,1 | | 1 | 5,18 | 2,41 | 2,77 |
| 10 | 3,43 | -2,51E+02 | -2,74E+02 | | | | | | | | |
| 11 | 6,3 | -2,74E+02 | -3,18E+02 | | | | | | | | |
| 12 | 0,81 | -3,18E+02 | -3,18E+02 | | | | | | | | |
| 13 | 2,57 | -3,18E+02 | -3,28E+02 | | | | | | | | |
| 14 | 1,62 | -3,28E+02 | -3,33E+02 | | | | | | | | |
| 15 | 12,1 | -3,33E+02 | -3,33E+02 | | | | | | | | |
| 16 | 3,82 | -3,13E+02 | -3,33E+02 | | | | | | | | |
| 17 | 5,2 | -2,75E+02 | -3,13E+02 | | | | | | | | |
| 18 | 3,82 | -2,54E+02 | -2,75E+02 | | | | | | | | |
| 19 | 8,6 | -2,54E+02 | -2,54E+02 | | | | | | | | |



14/11/2018

PERI S.r.l.
 ING. Meroni-Roberto
 Legale Rappresentante

| | | | | | | | | | | |
|----|-------|-----------|-----------|------|-------|-----|-----|-------|-------|-------|
| 20 | 43,55 | 7,31E+01 | -2,51E+02 | -3,4 | 117,7 | 0,1 | 1 | 9,82 | 3,93 | 5,89 |
| 21 | 200 | 1,25E+02 | 1,25E+02 | 1 | 4 | 3,1 | 0,3 | 60,49 | 30,24 | 30,24 |
| 22 | 5,95 | 1,62E+02 | 1,62E+02 | 1 | 4 | 0,1 | 1 | 5,95 | 2,98 | 2,98 |
| 23 | 2,54 | 1,62E+02 | 1,52E+02 | 0,9 | 4,1 | 0 | 1 | 2,54 | 1,25 | 1,29 |
| 24 | 4,87 | 1,48E+02 | 1,25E+02 | 0,8 | 4,3 | 0,1 | 1 | 4,87 | 2,34 | 2,52 |
| 25 | 4,41 | 1,52E+02 | 1,48E+02 | 1 | 4 | 0,1 | 1 | 4,41 | 2,19 | 2,22 |
| 26 | 3,31 | 1,52E+02 | 1,52E+02 | 1 | 4 | 0,1 | 1 | 3,31 | 1,66 | 1,66 |
| 27 | 4,56 | 1,62E+02 | 1,29E+02 | 0,8 | 4,4 | 0,1 | 1 | 4,56 | 2,17 | 2,39 |
| 28 | 12,19 | 1,29E+02 | 1,04E+02 | 0,8 | 4,4 | 0,2 | 1 | 12,19 | 5,81 | 6,38 |
| 29 | 5,18 | 1,04E+02 | 7,31E+01 | 0,7 | 4,7 | 0,1 | 1 | 5,18 | 2,41 | 2,77 |
| 30 | 3,43 | -2,51E+02 | -2,74E+02 | | | | | | | |
| 31 | 6,3 | -2,74E+02 | -3,18E+02 | | | | | | | |
| 32 | 0,81 | -3,18E+02 | -3,18E+02 | | | | | | | |
| 33 | 2,57 | -3,18E+02 | -3,28E+02 | | | | | | | |
| 34 | 1,62 | -3,28E+02 | -3,33E+02 | | | | | | | |
| 35 | 12,1 | -3,33E+02 | -3,33E+02 | | | | | | | |
| 36 | 3,82 | -3,13E+02 | -3,33E+02 | | | | | | | |
| 37 | 5,2 | -2,75E+02 | -3,13E+02 | | | | | | | |
| 38 | 3,82 | -2,54E+02 | -2,75E+02 | | | | | | | |
| 39 | 8,6 | -2,54E+02 | -2,54E+02 | | | | | | | |

| A | Iy [mm ⁴] | Iz [mm ⁴] | Wely [mm ³] | Welz [mm ³] | Wply [mm ³] | Wplz [mm ³] | cYUCS [mm] | cZUCS | α [deg] |
|--------|--------------------------|--------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------|-------|------------|
| 462,17 | 296330 | 4703900 | 7723,06 | 38931 | 10720 | 46328 | 0 | -7,01 | 0 |

4.14.2.3 Verifica del Momento Flettente M

Viene effettuata in conformità all'articolo 6.1.4.1.2 della EN 1993-1-3 (EC3):

$$\frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1;$$

dove:

$$M_{c,Rd} = \frac{W_{eff} \cdot f_{yb}}{\gamma_{M0}}$$

In sintesi:

| Descrizione | yy | Unità |
|--|------------|-----------------|
| W _{eff} | 7723,06 | mm ³ |
| M _{c,Rd} | 2574352,48 | Nmm |
| Verifica sfruttamento $\frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$ | 0,84 | OK |

L'elemento soddisfa le verifiche.

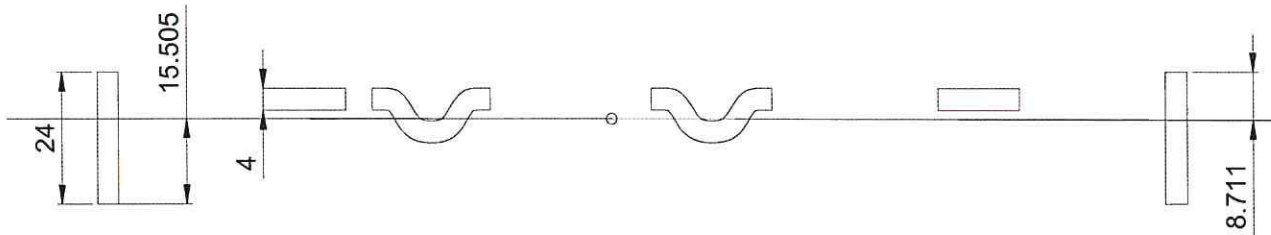


14/11/2018

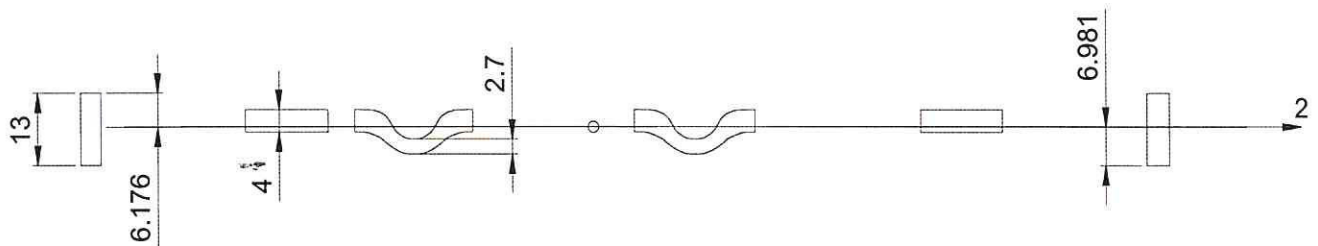
PERI S.r.l.
ING. Meroni Roberto
Legale Rappresentante

4.14.3 Verifica dei ganci di appoggio della testata

SEZIONE Q-Q



SEZIONE R-R



Le sezioni G-G e R-R si trovano rispettivamente, tenendo conto del gioco della testata, a $b = 26/21$ mm dall'appoggio; considerando R_4 e le caratteristiche geometriche di ogni gancio nelle due sezioni (vedi Appendice 2) si ha:

| | W. [mm ³] | b [mm] | R ₄ [N] | M _{max} [N mm] |
|-----|--------------------------|-----------|-----------------------|----------------------------|
| Q-Q | 965 | 26 | 2893,15 | 75221,9 |
| R-R | 368,4 | 21 | 2893,15 | 60756,15 |

4.14.3.1 Verifica allo stato limite ultimo (SLU) della testata

Sviluppando anche le altre verifiche si ottiene con i dati qui sotto riportati:

| Fattori parziali di sicurezza | |
|--|------|
| γ_{M0} per resistenza delle sezioni trasversali | 1,05 |
| γ_{M1} per resistenza all'instabilità | 1,05 |
| γ_{M2} per resistenza delle sezioni nette | 1,25 |

| Materiale | | |
|----------------------------------|------------------|-----|
| Tensione di snervamento f_{yb} | 355 | MPa |
| Tensione di rottura f_{uk} | 430 | MPa |
| Costruzione | FORMATO A FREDDO | |



14/11/2018

PERI S.r.l.
ING. Meroni Roberto
Legale Rappresentante

PERI UP ROSETT FLEX

RELAZIONE – Cap. IV

Nella sezione Q-Q abbiamo

| Forze interne | Calcolato | Unità |
|-------------------|-----------|-------|
| N _{Ed} | 0 | N |
| V _{y,Ed} | -2893,15 | N |
| V _{z,Ed} | 3,02 | N |
| M _{y,Ed} | -78,49 | Nmm |
| M _{z,Ed} | 75221,86 | Nmm |

Nella sezione R-R abbiamo

| Forze interne | Calcolato | Unità |
|-------------------|-----------|-------|
| N _{Ed} | 0 | N |
| V _{y,Ed} | -2893,15 | N |
| V _{z,Ed} | -2,18 | N |
| M _{y,Ed} | 45,77 | Nmm |
| M _{z,Ed} | 60756,13 | Nmm |

4.14.3.2 Verifica del Momento Flettente M - Sezione Q-Q

Viene effettuata in conformità all'articolo 4.2.4.1.2 del D.M. 14 gennaio 2008 (NTC2008) e tenendo conto dell'articolo 6.2.5 della EN 1993-1-1

$$\frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

dove:

$$M_{c,Rd} = M_{pl,Rd} = \frac{W_{el,min} \cdot f_{yk}}{\gamma_{M0}}$$

In sintesi:

| Descrizione | yy | zz | Unità |
|--|-------------|-------------|-----------------|
| W _{el,min} | 24436 | 965,02 | mm ³ |
| M _{pl,Rd} | 8261719,24 | 326269,14 | Nmm |
| Verifica sfruttamento $\frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$ | 0,00 | 0,23 | OK |

4.14.3.3 Verifica sollecitazione di azioni da taglio - Sezione Q-Q

Non potendo valutare l'area resistente al taglio per questo tipo di sezione, la resistenza al taglio può essere valutata in base alla formula (4.2.27) dell'articolo 4.2.4.1.2 del D.M. 14 gennaio 2008 (NTC2008) come tra l'altro viene detto al punto (4) dell'articolo 6.2.6 della UNI EN 1993-1-1

$$\frac{\tau_{Ed}}{\tau_{Rd}} \leq 1$$



14/11/2018

PERI S.r.l.
 ING. Meroni Roberto
 Legale Rappresentante

dove:

$$\tau_{Rd} = \frac{f_{yk}}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}}$$

La tensione tangenziale elastica di St. Venant viene calcolata secondo la formula:

$$\tau_{Ed} = \frac{V_{Ed} \cdot S}{I_t}$$

In sintesi:

| Descrizione | yy | zz | Unità |
|--|-------------|-------------|-------|
| τ_{Ed} | 7,8 | 0,0 | N |
| τ_{Rd} | 195,2 | 195,2 | N |
| Verifica sfruttamento $\frac{\tau_{Ed}}{\tau_{Rd}} \leq 1$ | 0,04 | 0,00 | OK |

La Sezione è verificata.

4.14.3.4 Verifica del Momento Flettente M - Sezione R-R

Viene effettuata in conformità all'articolo 4.2.4.1.2 del D.M. 14 gennaio 2008 (NTC2008) e tenendo conto dell'articolo 6.2.5 della EN 1993-1-1

$$\frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

dove:

$$M_{c,Rd} = M_{pl,Rd} = \frac{W_{el,min} \cdot f_{yk}}{\gamma_{M0}}$$

In sintesi:

| Descrizione | yy | zz | Unità |
|--|-------------|-------------|-----------------|
| $W_{el,min}$ | 15743 | 368,44 | mm ³ |
| $M_{pl,Rd}$ | 5322761,12 | 124569,41 | Nmm |
| Verifica sfruttamento $\frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$ | 0,00 | 0,49 | OK |

4.14.3.5 Verifica sollecitazione di azioni da taglio - Sezione R-R

Non potendo valutare l'area resistente al taglio per questo tipo di sezione, la resistenza al taglio può essere valutata in base alla formula (4.2.27) dell'articolo 4.2.4.1.2 del D.M. 14 gennaio 2008 (NTC2008) come tra l'altro viene detto al punto (4) dell'articolo 6.2.6 della UNI EN 1993-1-1

$$\frac{\tau_{Ed}}{\tau_{Rd}} \leq 1$$

dove:



14/11/2018

PERI S.r.l.
 ING. Meroni Roberto
 Legale Rappresentante

$$\tau_{Rd} = \frac{f_{yk}}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}}$$

La tensione tangenziale elastica di St. Venant viene calcolata secondo la formula:

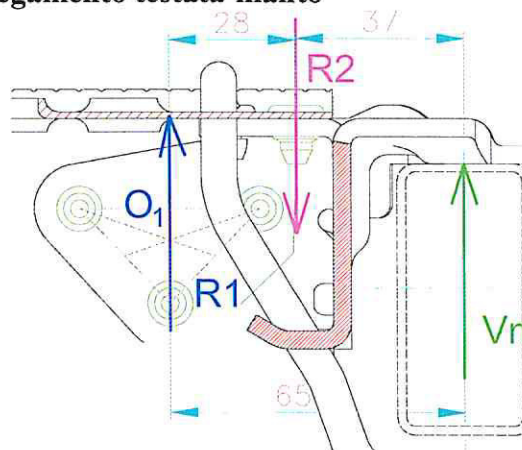
$$\tau_{Ed} = \frac{V_{Ed} \cdot S}{I_t}$$

In sintesi:

| Descrizione | yy | zz | Unità |
|--|-------------|-------------|-------|
| τ_{Ed} | 14,9 | 0,0 | N |
| τ_{Rd} | 195,2 | 195,2 | N |
| Verifica sfruttamento $\frac{\tau_{Ed}}{\tau_{Rd}} \leq 1$ | 0,08 | 0,00 | OK |

La Sezione è verificata.

4.14.4 Verifica dei rivetti di collegamento testata-manto



Seguendo il comportamento delle tavole nelle prove sperimentali possiamo evincere un comportamento dei rivetti che si avvicina a quello seguente: i 3 rivetti posti sulla superficie superiore del manto lavorano insieme solo a trazione trasmettendo una forza complessiva R_2 . I 6 rivetti (3 per lato) posti sui lati verticali lavorano solo a taglio, trasmettendo una risultante R_1 .

Sapendo che la forza V_{max} è pari alla reazione massima che si ottiene analizzando i vari casi ponendo i carichi di servizio in modo da massimizzare il Taglio. Come risulta anche dai calcoli precedenti essa corrisponde al caso con $R_4 = 2893,15$ N.

Facendo l'equilibrio intorno ad O_1 si ricava R_2 : $R_2 = \frac{V_{max} \cdot 65}{28} = 6716$ N

Dall'equilibrio in direzione Verticale si ricava: $R_1 = R_2 - V_{max} \cong 3823$ N

Quindi su ciascun rivetto posto sulla superficie superiore (n° 3 in totale) si avrà un carico a trazione pari a:



14/11/2018

PERI S.r.l.
ING. Meroni Roberto
Legale Rappresentante

$$T_2 = \frac{R_2}{3} \cong 2239 N$$

Quindi su ciascun rivetto posto ai lati (n° 6 in totale) si avrà un carico a taglio approssimativamente pari a:

$$T_1 = \frac{R_1}{6} \cong 637 N$$

Quindi i rivetti superiori sono quelli più sollecitati e quindi saranno oggetto di verifica. Il carico di rottura del rivetto diam 6 mm in acciaio zincato è pari a $F_{t,Rk} = 5900 N$ mentre a taglio è pari a $F_{v,Rk} = 4620 N$.

4.14.4.1 Verifica a Trazione per i rivetti superiori

Viene effettuata in conformità al punto 4.2.8.1 del D.M. 14 gennaio 2008 (NTC2008) e tenendo conto dell'art. 3.6.1 (Tabella 3.4) della UNI EN 1993-1-8 si ha per $F_{t,Ed} = T_2$:

$$\frac{F_{t,Ed}}{F_{t,Rd}} = \frac{2239}{4720} = 0,474 < 1$$

Dove:

$$F_{t,Rd} = \frac{F_{t,Rk}}{\gamma_{M2}} = 4720 N$$

4.14.4.2 Verifica a Taglio per i rivetti laterali

Viene effettuata in conformità al punto 4.2.8.1 del D.M. 14 gennaio 2008 (NTC2008) e tenendo conto dell'art. 3.6.1 (Tabella 3.4) della UNI EN 1993-1-8 si ha per $F_{v,Ed} = T_1$:

$$\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} = \frac{637}{3696} = 0,172 < 1$$

La resistenza a taglio del rivetto è pari a:

$$F_{v,Rd} = \frac{F_{v,Rk}}{\gamma_{M2}} = 3696 N; \text{ dove } \gamma_{M2} = 1,25$$

4.14.4.3 Verifica a Rifollamento

Viene effettuata in conformità al punto 4.2.8.1 del D.M. 14 gennaio 2008 (NTC2008) e tenendo conto dell'art. 3.6.1 (Tabella 3.4) della UNI EN 1993-1-8 si ha:

$$\frac{F_{v,Ed}}{R_{b,Rd}} = 0,111 < 1$$

La resistenza a rifollamento della lamiera è pari a:



14/11/2018

PERI S.r.l.
ING. Meroni Roberto
Legale Rappresentante

$$F_{v,Rd} = \frac{k \cdot \alpha \cdot f_{tk} \cdot d \cdot t}{\gamma_{M2}} = 5715 \text{ N}$$

dove $\gamma_{M2}=1,25$, $t= 1,4$ è lo spessore del manto $d = 6$ mm è il diametro del rivetto $f_{tk} = 420$ è la resistenza a rottura della lamiera del manto (acciaio S350GD) ed i rivetti acciaio S235 $f_{tb}=340$.

$$\alpha = \min\{p_1 / 3 \cdot d_0; f_{tb} / f_{tk}; 1\} = \min\{1,55; 0,81; 1\} = 0,81$$

$$k = \min\{2,8 \cdot e_2 / d_0 - 1,7; 2,5\} = \min\{7,06; 2,5\} = 2,5$$

I rivetti sono verificati.

4.14.5 Verifica con dati sperimentali

Per il caso con carico centrato, considerato il certificato del Politecnico di Milano n° 2016/2353 del 08/06/2017, (vedi elenco certificati alla pos. n. 8) ove $F_{RK} = 6,72$ kN per carico centrato e nel caso di carico sugli appoggi $F_{RK} = 15,52$ kN

Quindi considerando che $F_{ED} = 4400$ N $F_{ED} = (1235 \times 3,0 / 2) \cong 3150$ daN

Considerando che la prova è stata effettuata con carico centrato e si hanno condizioni di carico concentrato e distribuito, calcolo il carico concentrato equivalente che comporta una freccia uguale ad un carico distribuito sull'impalcato

$$\frac{1}{48} \cdot \frac{Q_c \cdot (l)^3}{EJ} = \frac{5}{384} \cdot \frac{q_d \cdot (l)^4}{EJ} \quad Q_c = \frac{5 \cdot 48 \cdot l \cdot q_d}{384} = \frac{5 \cdot 48 \cdot 3,0 \cdot q_d}{384} = 1,875 \cdot q_d \text{ N}$$

Quindi considerando le diverse combinazioni di carico

- 1 - carico di servizio ($q_1 = 3000 \times 0,247 = 741$ N/m) $Q_c = 1,875 \times 741 = 1389,38$ N
- 2 - carico concentrato $Q_2 = 3000 \times 0,247 / 0,5 = 1482$ N applicato su una superficie di $0,50 \times 0,247$ m $Q_c = 1482$ N
- 3 - carico concentrato $Q_3 = 1000$ N applicato su una superficie di $0,2$ m x $0,2$ m. $Q_c = 1000$ N
- 4 - carico ripartito $q'_4 = 5000$ N/m² applicato su una superficie parziale avente area $A_c = 0,4$ A_{impalcato}; $con A_{impalcato} = (0,247 \times 4) \times 3,0 = 2,964$ m² ($A_c = 0,4 \times 2,964 = 1,1856$ m²)
 $A_{tavola} = 0,247 \times 3,0 = 0,741$ m² < $A_c = 1,1856$ m²
 $q_4 = 5000 \times 0,247 = 1235$ N/m $Q_c = 1,875 \times 1235 = 2315,62$ N

Quindi considerando che $F_{ED} = 2315,62 \times 1,5 = 3474$ N per carico centrato e nel caso di carico sugli appoggi $F_{ED} = (1235 \times 3,0 / 2) \times 1,5 = 2779$ N

$$\frac{F_{RD}}{F_{ED}} = \frac{6720}{1,05} \times \frac{1}{3474} = 1,84 > 1,0 \text{ per carichi simmetrici}$$

$$\frac{F_{RD}}{F_{ED}} = \frac{15520}{1,05} \times \frac{1}{2779} = 5,31 > 1,0 \text{ per carichi sugli appoggi}$$

NB.: Quanto sopra esposto vale anche per le campate inferiori a 3 m, in quanto vengono usati elementi con le stesse caratteristiche geometriche e di resistenza.



14/11/2018

PERI S.r.l.
 ING. Meroni Roberto
 Legale Rappresentante

4.15 VERIFICA DELL'IMPALCATO DA 3 m CON TAVOLA CON BOTOLA UAF DA 0,75 X 1,0 m

Per la verifica dell'impalcato con la tavola con Botola UAF 75x100, essendo realizzato anche con la composizione di correnti UH PLUS, traversi UH PLUS e tavole UDG 250, si è deciso di analizzarla tramite un programma ad elementi finiti data la sua complessità (vedi Appendice 5).

Non avendo riscontri nelle NTC, l'elemento d'impalcato viene verificato per la classe 4 che prevede i seguenti carichi secondo il punto 6.2 e seguenti della UNI EN 12811-1 (prospetto 3) ed il prospetto 4-I dell'articolo 4.2.3 della Circolare M.L.P.S. n° 132/91 del 24/10/91:

| Classe di carico | Carico uniformemente distribuito q_1 kN/m ² | Carico concentrato sull'area 500 mm x 500 mm F_1 kN | Carico concentrato sull'area 200 mm x 200 mm F_2 kN | Carico sull'area parziale | |
|------------------|--|--|--|----------------------------|--|
| | | | | q_2 kN/m ² | Fattore dell'area parziale $a_p^{1)}$ |
| 1 | 0,75 ²⁾ | 1,50 | 1,00 | - | - |
| 2 | 1,50 | 1,50 | 1,00 | - | - |
| 3 | 2,00 | 1,50 | 1,00 | - | - |
| 4 | 3,00 | 3,00 | 1,00 | 5,00 | 0,4 |
| 5 | 4,50 | 3,00 | 1,00 | 7,50 | 0,4 |
| 6 | 6,00 | 3,00 | 1,00 | 10,00 | 0,5 |

Si considerano i seguenti carichi per le verifiche locali:

- 1 - carico di servizio $q_1 = 3000 \times 0,75 = 2250$ N/m.
- 2 - carico concentrato $Q_2 = 3000$ N applicato su una superficie di $0,50 \times 0,50$ m.
- 3 - carico concentrato $Q_3 = 1000$ N applicato su una superficie di $0,2$ m x $0,2$ m.
- 4 - carico ripartito $q^4 = 5000$ N/m² applicato su una superficie parziale avente area $A_c = 0,4 A_{\text{impalcato}}$; con $A_{\text{impalcato}} = (0,247 \times 4) \times 3,0 = 2,964$ m² ($A_c = 0,4 \times 2,964 = 1,1856$ m²)

I carichi propri sono già considerati nel modello di calcolo.

Al fine di massimizzare i momenti ed i tagli per trovare la freccia massima e la sezione in cui agisce la massima sollecitazione si sono considerati 7 possibili distribuzioni dei carichi di esercizio citati.



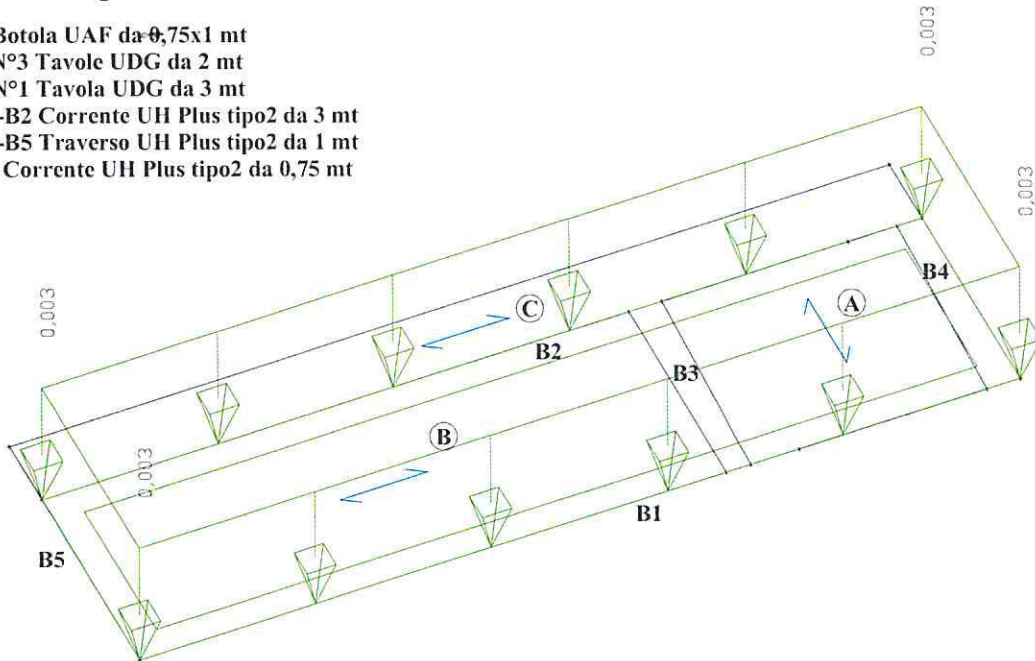
14/11/2018

PERI S.r.l.
 ING. Meroni Roberto
 Legale Rappresentante

• CASO 1

Viene applicato il carico di servizio $q_1 = 3000 \text{ N/m}^2 = 0,003 \text{ N/mm}^2$ distribuito sulla superficie $0,75 \times 3,0$ metri coperta dalle tre tavole UDG 250 da 2 metri e dalla botola UAF 75x100

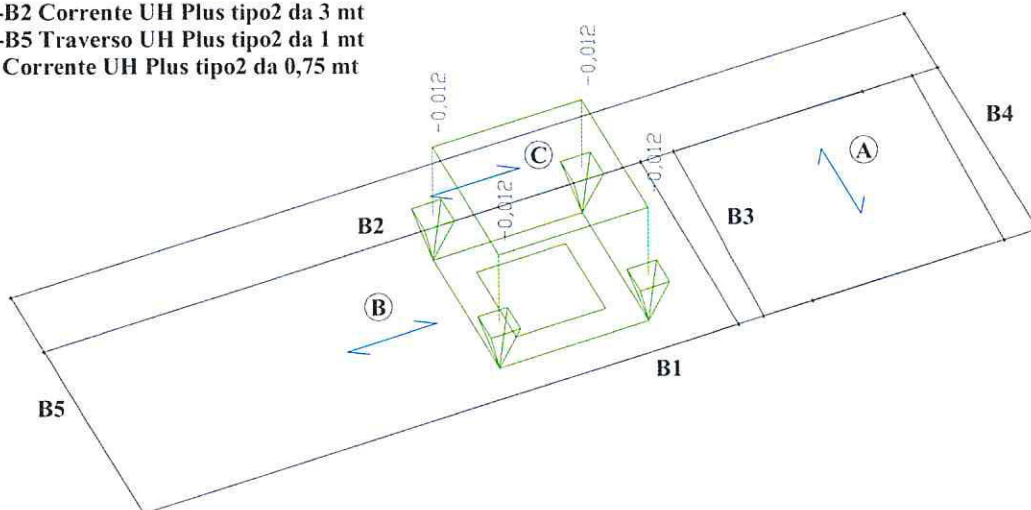
- Ⓐ Botola UAF da ϕ 75x1 mt
- Ⓑ N°3 Tavole UDG da 2 mt
- Ⓒ N°1 Tavola UDG da 3 mt
- B1-B2 Corrente UH Plus tipo2 da 3 mt
- B4-B5 Trasverso UH Plus tipo2 da 1 mt
- B3 Corrente UH Plus tipo2 da 0,75 mt



• CASO 2a

Viene applicato il carico concentrato $Q_2 = 3000 \text{ N}$ applicato su una superficie di $0,50 \times 0,50 \text{ m}$ in mezzeria con centro dell'area posizionato a 1,5 m dal trasverso B4 ed a 0,375 m dal corrente interno B1. Pertanto $3000 / (500 \times 500) = 0,012 \text{ N/mm}^2$

- Ⓐ Botola UAF da $0,75 \times 1 \text{ mt}$
- Ⓑ N°3 Tavole UDG da 2 mt
- Ⓒ N°1 Tavola UDG da 3 mt
- B1-B2 Corrente UH Plus tipo2 da 3 mt
- B4-B5 Trasverso UH Plus tipo2 da 1 mt
- B3 Corrente UH Plus tipo2 da 0,75 mt



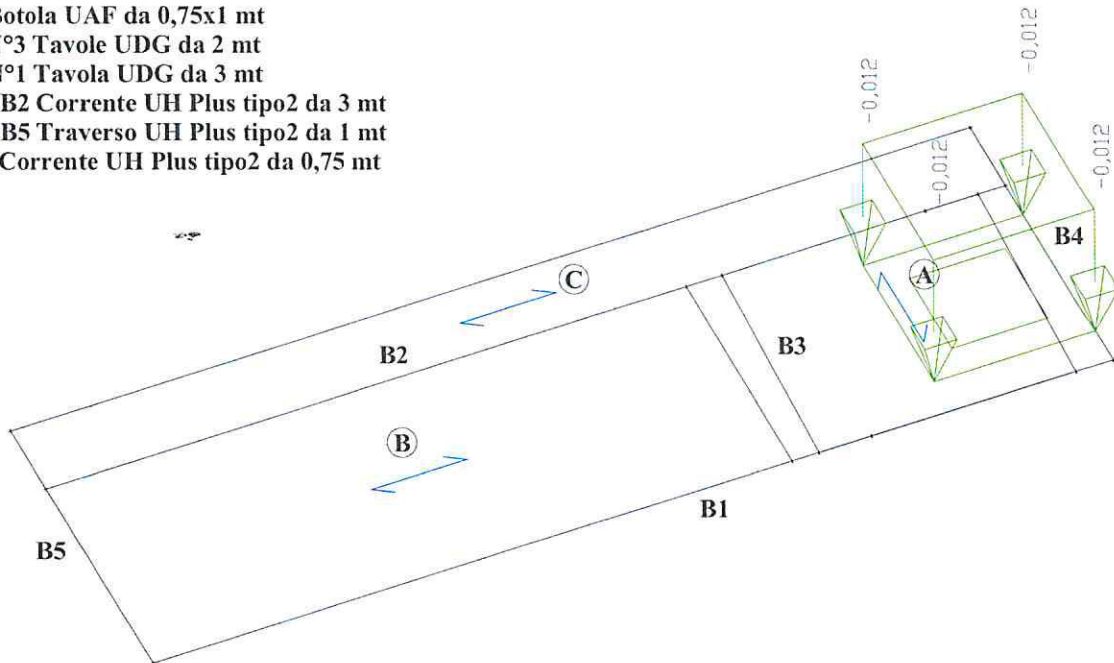
14/11/2018

PERI S.r.l.
ING. Meroni Roberto
Legale Rappresentante

• CASO 2b

Viene applicato il carico concentrato $Q_2 = 3000 \text{ N}$ applicato su una superficie di $0,50 \times 0,50 \text{ m}$ in prossimità di un appoggio con centro dell'area sulla tavola con botola UAF 75×100 posizionato a $0,25 \text{ m}$ dal traverso B4 ed a $0,375 \text{ m}$ dal corrente interno B1. Pertanto $3000 / (500 \times 500) = 0,012 \text{ N/mm}^2$

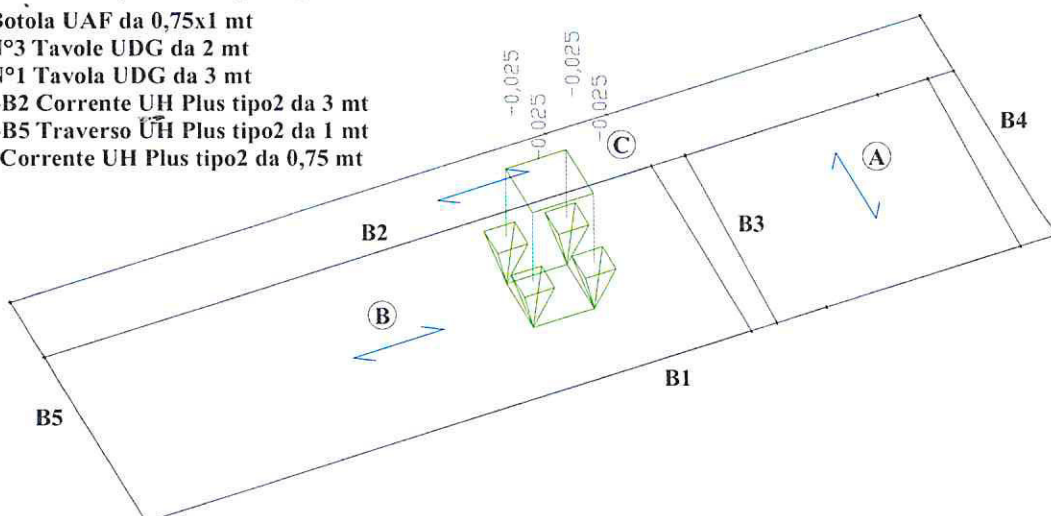
- Ⓐ Botola UAF da $0,75 \times 1 \text{ mt}$
- Ⓑ N°3 Tavole UDG da 2 mt
- Ⓒ N°1 Tavola UDG da 3 mt
- B1-B2 Corrente UH Plus tipo2 da 3 mt
- B4-B5 Traverso UH Plus tipo2 da 1 mt
- B3 Corrente UH Plus tipo2 da $0,75 \text{ mt}$



• CASO 3a

Viene applicato il carico concentrato $Q_3 = 1000 \text{ N}$ applicato su una superficie di $0,2 \text{ m} \times 0,2 \text{ m}$ in mezzeria con centro dell'area posizionato a $1,5 \text{ m}$ dal traverso B5 ed a $0,375 \text{ m}$ dal corrente interno B1. Pertanto $1000 / (200 \times 200) = 0,025 \text{ N/mm}^2$

- Ⓐ Botola UAF da $0,75 \times 1 \text{ mt}$
- Ⓑ N°3 Tavole UDG da 2 mt
- Ⓒ N°1 Tavola UDG da 3 mt
- B1-B2 Corrente UH Plus tipo2 da 3 mt
- B4-B5 Traverso UH Plus tipo2 da 1 mt
- B3 Corrente UH Plus tipo2 da $0,75 \text{ mt}$



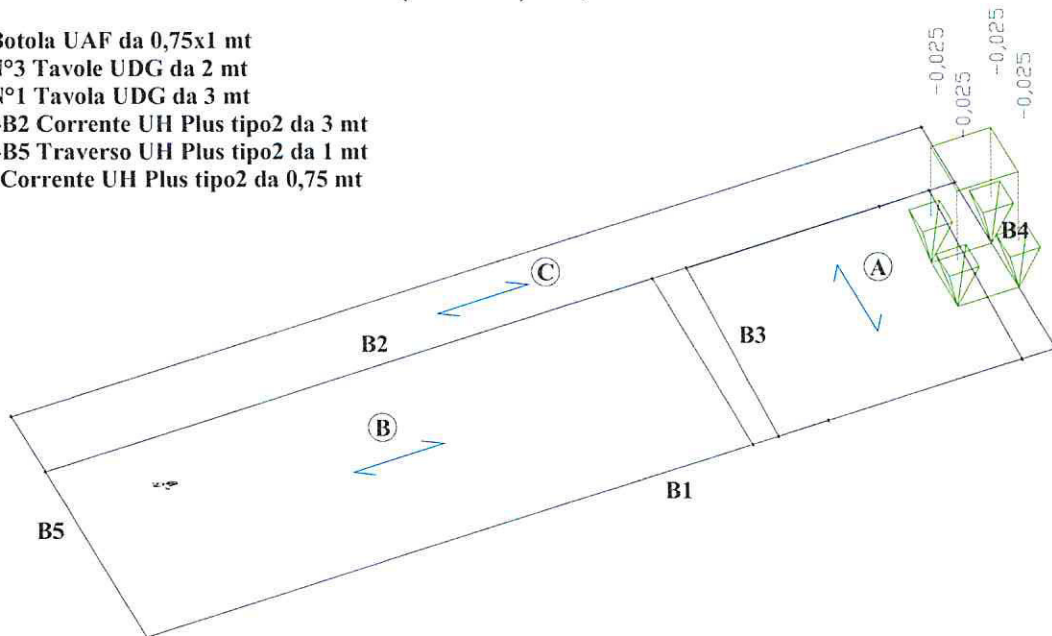
14/11/2018

PERI S.r.l.
 ING. Meroni Roberto
 Legale Rappresentante

• CASO 3b

Viene applicato il carico concentrato $Q_3 = 1000 \text{ N}$ applicato su una superficie di $0,2 \text{ m} \times 0,2 \text{ m}$ con centro dell'area posizionato a $0,1 \text{ m}$ dal traverso B4 ed a $0,375 \text{ m}$ dal corrente interno B1, sulla tavola con botola UAF 75x100. Pertanto $1000/(200 \times 200) = 0,025 \text{ N/mm}^2$

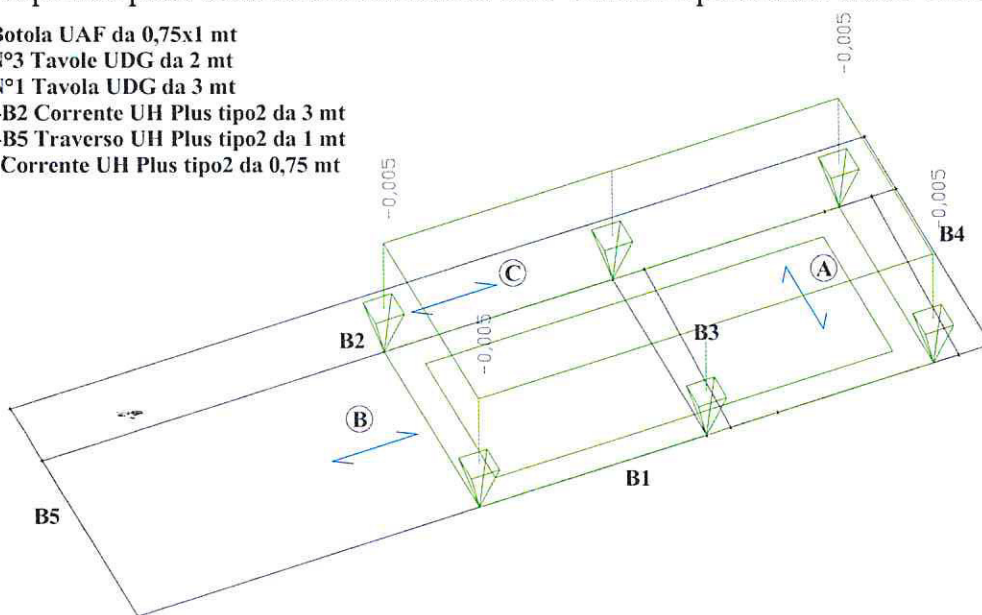
- Ⓐ Botola UAF da $0,75 \times 1 \text{ mt}$
- Ⓑ N°3 Tavole UDG da 2 mt
- Ⓒ N°1 Tavola UDG da 3 mt
- B1-B2 Corrente UH Plus tipo2 da 3 mt
- B4-B5 Traverso UH Plus tipo2 da 1 mt
- B3 Corrente UH Plus tipo2 da $0,75 \text{ mt}$



• CASO 4a

Viene applicato il carico ripartito $q'4 = 5000 \text{ N/m}^2 = 0,005 \text{ N/mm}^2$ applicato su una superficie di $0,75 \text{ m} \times 1,6 \text{ m} (=1,2 \text{ m}^2)$ con centro dell'area posizionato a $1,0 \text{ m}$ dal traverso B4 ed a $0,375 \text{ m}$ dal corrente interno B1, coprendo parte della tavola con botola UAF 75x100 e parte delle tavole UDG adiacenti

- Ⓐ Botola UAF da $0,75 \times 1 \text{ mt}$
- Ⓑ N°3 Tavole UDG da 2 mt
- Ⓒ N°1 Tavola UDG da 3 mt
- B1-B2 Corrente UH Plus tipo2 da 3 mt
- B4-B5 Traverso UH Plus tipo2 da 1 mt
- B3 Corrente UH Plus tipo2 da $0,75 \text{ mt}$



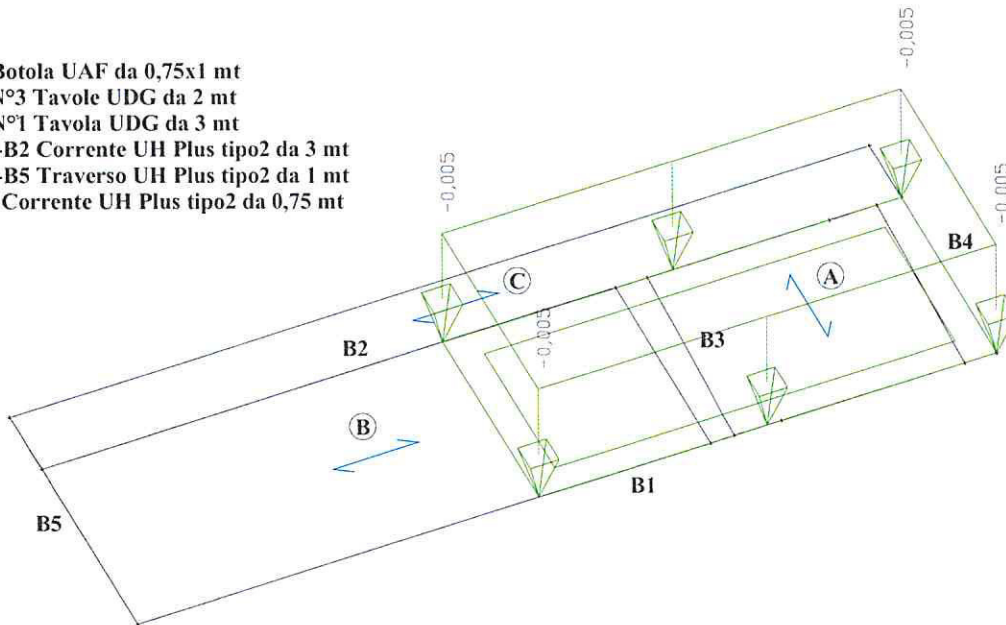
14/11/2018

PERI S.r.l.
ING. Meroni Roberto
Legale Rappresentante

• **CASO 4b**

Viene applicato il carico ripartito $q'4 = 5000 \text{ N/m}^2 = 0,005 \text{ N/mm}^2$ applicato su una superficie di $0,75 \text{ m} \times 1,6 \text{ m} (=1,2 \text{ m}^2)$ con centro dell'area posizionato a $0,8 \text{ m}$ dal traverso B4 ed a $0,375 \text{ m}$ dal corrente interno B1, coprendo tutta la tavola con botola UAF 75x100 e parte delle tavole UDG adiacenti

- Ⓐ Botola UAF da $0,75 \times 1 \text{ mt}$
- Ⓑ N°3 Tavole UDG da 2 mt
- Ⓒ N°1 Tavola UDG da 3 mt
- B1-B2 Corrente UH Plus tipo2 da 3 mt
- B4-B5 Traverso UH Plus tipo2 da 1 mt
- B3 Corrente UH Plus tipo2 da $0,75 \text{ mt}$



Dalle verifiche eseguite nell'Appendice 5, si desume che tutti gli elementi sono verificati per tutti i casi proposti. Si nota che per il caso più "gravoso" (CASO 1) in cui il valor massimo della freccia è $19,8 \text{ mm}$ mentre la freccia relativa è $19,51 \text{ mm}$, risulta:

$$f_{\max} = 19,51 < f_{\text{amm}} = 20 \text{ mm}$$

Si fa' notare che nell'analisi a favore di sicurezza non si è considerato il contributo delle tavole UDG 200.

Le sollecitazioni e le deformazioni maggiori si riscontrano sull'elemento del corrente UH PLUS "centrale" da 3 m che è fissato per ciascuna estremità ai due traversi UH PLUS tramite l'elemento UHA.



14/11/2018

PERI S.r.l.
 ING. Meroni Roberto
 Legale Rappresentante

4.15.1 Verifica del corrente centrale UH da 3,0 m

| Sezione Corrente | | |
|--|-----------------------------|------------|
| Dimensioni | 60 x 30 x 2 mm | |
| Profilo | Tubo rettangolare | |
| Materiale | S 355 | |
| Costruzione | formato a freddo (EN 10219) | |
| Curva di instabilità y, z | c | c |
| A [mm ²] | 3,3400e+02 | |
| A _y [mm ²], A _z [mm ²] | 1,1117e+02 | 2,2234e+02 |
| I _y [mm ⁴], I _z [mm ⁴] | 1,5100e+05 | 5,0800e+04 |
| i _y [mm], i _z [mm] | 21,26 | 12,33 |
| W _{el.y} [mm ³], W _{el.z} [mm ³] | 5,0200e+03 | 3,3900e+03 |
| W _{pl.y} [mm ³], W _{pl.z} [mm ³] | 6,2917e+03 | 3,8750e+03 |
| M _{pl.y.+} [Nmm], M _{pl.y.-} [Nmm] | 1,48e+06 | 1,48e+06 |
| M _{pl.z.+} [Nmm], M _{pl.z.-} [Nmm] | 9,12e+05 | 9,12e+05 |
| I _t [mm ⁴], I _w [mm ⁶] | 1,2500e+05 | 2,4300e+07 |

4.15.1.1 Verifica allo stato limite di esercizio (SLE)

Nell'Appendice 5, si ricava la freccia più alta nell'impalcato con botola (che si riscontra nel corrente B2 in combinazione 1 per gli stati limite di esercizio SLE):

| Descrizione | | | Unità |
|-----------------------------------|--------|----|-------|
| l | 3000 | mm | |
| f _{max} = f _i | -19,51 | mm | OK |
| Verifica | | | |
| f _{lim} (25; L / 100) | 25 | 30 | mm |

Non avendo riferimenti nelle NTC, si considerano i valori che sono inferiori ai valori di riferimento sono forniti dal punto 6.3.1 della UNI EN 12811-1 (dove Δf'_{amm} = 25 mm):

$$f_{amm} = 1 / 100 = 30,0 \text{ mm}$$

Δf'_{amm} = 25 mm rispetto a quella di un impalcato contiguo scarico.

4.15.1.2 Verifica allo stato limite ultimo (SLU)

La verifica viene eseguita tenendo conto del punto 4.2.1.1 del D.M. 14 gennaio 2008 (NTC2008)

| Fattori parziali di sicurezza | |
|--|------|
| γ _{M0} per resistenza delle sezioni trasversali | 1,05 |
| γ _{M1} per resistenza all'instabilità | 1,05 |
| γ _{M2} per resistenza delle sezioni nette | 1,25 |

| Materiale | | |
|---|------------------|-----|
| Tensione di snervamento f _{yk} | 355 | MPa |
| Tensione di rottura f _{uk} | 530 | MPa |
| Costruzione | FORMATO A FREDDO | |



14/11/2018

PERI S.r.l.
 ING. Meroni Roberto
 Legale Rappresentante

4.15.1.2.A.1 Classificazione delle sezioni

Viene effettuata in conformità all’articolo 4.2.3.1 del D.M. 14 gennaio 2008 (NTC2008)

La classificazione delle sezioni cave viene effettuata in conformità alla tabella 4.2.III del D.M. 14 gennaio 2008 (NTC2008)

| | |
|--|--------|
| Rapporto massimo in larghezza / spessore | 27,00 |
| Limite Classe1 | 58,58 |
| Limite Classe2 | 67,53 |
| Limite Classe3 | 100,89 |

=> Quindi la sezione è classificata come classe 2 per la verifica della sezione trasversale

La verifica viene eseguita nelle sezioni più rappresentative che presentano le seguenti sollecitazioni di progetto:

| Forze interne | Calcolato | Unità |
|-------------------|------------|-------|
| N _{Ed} | 0 | N |
| V _{y,Ed} | 0 | N |
| V _{z,Ed} | -777,2498 | N |
| T _{Ed} | -144908,28 | Nmm |
| M _{y,Ed} | 1405800,17 | Nmm |
| M _{z,Ed} | 0 | Nmm |

4.15.1.2.A.2 Verifica del Momento Flettente M

Viene effettuata in conformità all’articolo 4.2.4.1.2 del D.M. 14 gennaio 2008 (NTC2008)

$$\frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

dove:

$$M_{c,Rd} = M_{pl,Rd} = \frac{W_{pl} \cdot f_{yk}}{\gamma_{M0}}$$

In sintesi:

| Descrizione | yy | zz | Unità |
|--|------------|------------|-----------------|
| W _{pl} | 6310,80 | 3885,40 | mm ³ |
| M _{pl,Rd} | 2133651,43 | 1313635,24 | Nmm |
| Verifica sfruttamento $\frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$ | 0,66 | 0,00 | OK |

4.15.1.2.A.3 Verifica sollecitazione di azioni da taglio

Viene effettuata in conformità all’articolo 4.2.4.1.2 del D.M. 14 gennaio 2008 (NTC2008)



14/11/2018

PERI S.r.l.
 ING. Meroni Roberto
 Legale Rappresentante

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

dove:

$$V_{c,Rd} = \frac{A_v \cdot f_{yk}}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}}; \quad A_v = \frac{A \cdot h}{(b+h)}; \quad h = 60; b = 30$$

In sintesi:

| Descrizione | yy | zz | Unità |
|--|----------|----------|-------|
| V _{Ed} | 0,00 | 777,25 | N |
| V _{pl,Rd} | 19231,36 | 38462,72 | N |
| Verifica sfruttamento $\frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$ | 0,00 | 0,02 | OK |

4.15.1.2.A.4 Verifica sollecitazione di azioni da torsione

Viene effettuata in conformità all'articolo 4.2.4.1.2 del D.M. 14 gennaio 2008 (NTC2008)

$$\frac{\tau_{Ed}}{\tau_{Rd}} \leq 1$$

dove:

$$\tau_{Rd} = \frac{f_{yk}}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}}; \quad \tau_{Ed} = \frac{T_{Ed}}{2 \cdot \Omega \cdot t}; \quad t = 2 \text{ mm (spessore del profilo);}$$

$$\Omega = (H-t) \cdot (B-t) = (60-2) \cdot (30-2) = 1624 \text{ mm}^2$$

In sintesi:

| Descrizione | | Unità |
|--|--------|-------------------|
| $\tau_{t,Ed}$ | 22,31 | N/mm ² |
| τ_{Rd} | 195,20 | N/mm ² |
| Verifica sfruttamento $\frac{\tau_{Ed}}{\tau_{Rd}} \leq 1$ | 0,11 | OK |

Note: La sezione non è soggetta ad instabilità in quanto non è soggetta ad alcun sforzo di compressione.

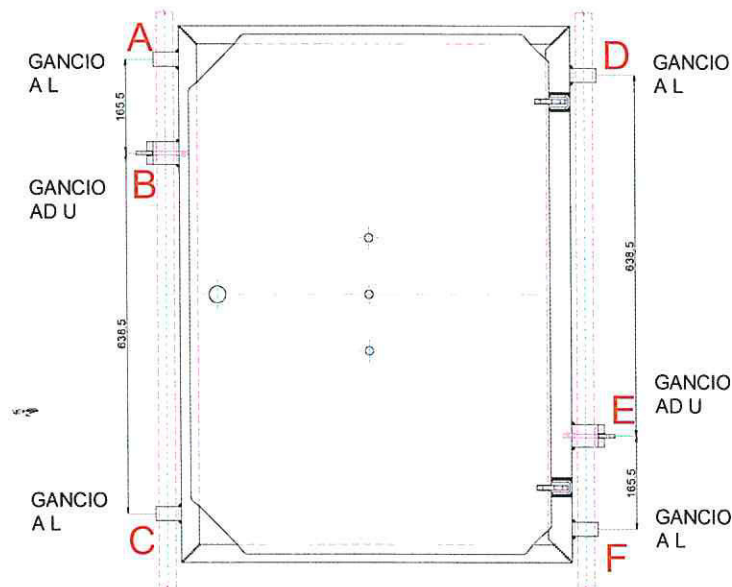
4.15.2 Analisi dei ganci della botola

La Botola è sostenuta da 3 ganci per lato che si appoggiano sui correnti con interasse pari ad una campata, in questo caso L=3000 mm. I ganci sono di due tipi, ad U e ad L rovesciati. Per ogni lato ve ne sono 2 ad L e 1 ad U rovesciati con cuneo. Nella figura che segue sono indicati i ganci:

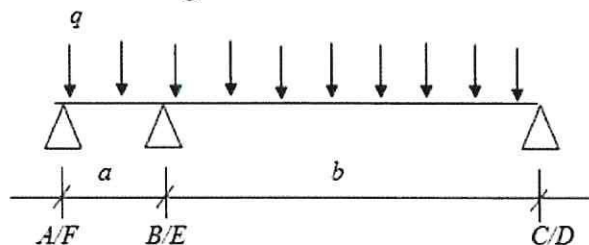


14/11/2018

PERI S.r.l.
ING. Meroni Roberto
Legale Rappresentante



In base ai carichi indicati precedentemente, sulle linee di appoggio A-B-C e D-E-F vengono generati dei carichi a seconda di come viene impegnata la superficie della botola. Questi poi verranno ripartiti per il carico di competenza. I Ganci B ed E in egual modo, saranno quelli più carichi ovvero seguendo lo schema generale:



Quindi su B o E andrà un carico pari a $q \times (a+b)/2$

In questa logica l'elaboratore ha analizzato i vari carichi ed ha ripartito per competenza sulle linee di appoggio della botola i carichi riportati nell'Appendice 5.

Di tutti i casi analizzati, il carico $q \cdot 4$ Caso 4b è il maggiore. Per trovare il carico sul gancio B o E per la verifica allo stato limite ultimo, essendo un carico di servizio viene moltiplicato dal coefficiente parziale $\gamma_s = 1,5$. Il peso proprio dato dal carico PP invece moltiplicato per $\gamma_G = 1,3$.

Quindi il carico per la verifica sarà dato da:

$$q = \gamma_G \cdot PP + \gamma_s \cdot q' \cdot 4 = 1,3 \cdot 0,10 + 1,5 \cdot 1,88 = 2,95 \text{ N / mm}$$

Quindi sul gancio B od E il carico per la verifica sarà dato da:

$$V_{B,E} = \frac{q \cdot (a + b)}{2} = \frac{2,95 \cdot (165 + 638)}{2} = 1184,425 \text{ N}$$

Sul gancio C o D si ha invece:



14/11/2018

PERI S.r.l.
ING. Meroni Roberto
Legale Rappresentante

$$V_{C,D} = \frac{q \cdot b}{2} = \frac{2,95 \cdot 638}{2} = 941,05 \text{ N}$$

4.15.2.1 Verifica allo stato limite ultimo (SLU)

| Fattori parziali di sicurezza | | |
|--|------------------|------|
| γ_{M0} per resistenza delle sezioni trasversali | | 1,05 |
| γ_{M1} per resistenza all'instabilità | | 1,05 |
| γ_{M2} per resistenza delle sezioni nette | | 1,25 |
| Materiale | | |
| Tensione di snervamento f_{yb} | 355 | MPa |
| Tensione di rottura f_{uk} | 510 | MPa |
| Costruzione | FORMATO A FREDDO | |

4.15.2.1.A.1 Verifica sollecitazione di azioni da taglio nei ganci B o E

Il gancio centrale B o E ha sezione 5x40 mm (ad U rovesciato). Non potendo valutare l'area resistente al taglio per questo tipo di sezione, la resistenza al taglio può essere valutata in base alla formula (4.2.27) dell'articolo 4.2.4.1.2 del D.M. 14 gennaio 2008 (NTC2008)

$$\frac{\tau_{Ed}}{\tau_{Rd}} \leq 1$$

dove:

$$\tau_{Rd} = \frac{f_{yk}}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}}$$

La tensione tangenziale elastica di St. Venant viene calcolata secondo la formula:

$$\tau_{Ed} = \frac{V_{B,E} \cdot S}{I \cdot t} = \frac{3}{2} \cdot \frac{T}{A}$$

In sintesi:

| Descrizione | | Unità |
|-----------------------|--------------------------------------|----------|
| τ_{Ed} | | 8,88 N |
| τ_{Rd} | | 195,2 N |
| Verifica sfruttamento | $\frac{\tau_{Ed}}{\tau_{Rd}} \leq 1$ | 0,045 OK |

La Sezione è verificata.



14/11/2018

PERI S.r.l.
ING. Meroni Roberto
Legale Rappresentante

4.15.2.1.A.2 Verifica sollecitazione di azioni da taglio nei ganci C o D

Il gancio centrale C o D ha sezione 5x25 mm (ad L rovesciato) Non potendo valutare l'area resistente al taglio per questo tipo di sezione, la resistenza al taglio può essere valutata in base alla formula (4.2.27) dell'articolo 4.2.4.1.2 del D.M. 14 gennaio 2008 (NTC2008)

$$\frac{\tau_{Ed}}{\tau_{Rd}} \leq 1$$

dove:

$$\tau_{Rd} = \frac{f_{yk}}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}}$$

La tensione tangenziale elastica di St. Venant viene calcolata secondo la formula:

$$\tau_{Ed} = \frac{V_{B,E} \cdot S}{I \cdot t} = \frac{3}{2} \cdot \frac{T}{A}$$

In sintesi:

| Descrizione | | | Unità |
|-----------------------|--------------------------------------|-------|-------|
| τ_{Ed} | | 11,29 | N |
| τ_{Rd} | | 195,2 | N |
| Verifica sfruttamento | $\frac{\tau_{Ed}}{\tau_{Rd}} \leq 1$ | 0,058 | OK |

La sezione è verificata.

4.15.3 Verifica con dati sperimentali

Per il caso con carico centrato, considerato lo schema di prova di cui al Certificato n. 2016/2356 del Politecnico di Milano del 13/06/2017 (**vedi elenco certificati alla pos. n. 10**) ove $F_{RK} = 17,64$ kN per carico centrato e nel caso di carico sugli appoggi $F_{RK} = 26,33$ kN

Considerando che la prova è stata effettuata con carico centrato e si hanno condizioni di carico concentrato e distribuito, calcolo il carico concentrato equivalente che comporta una freccia uguale ad un carico distribuito sull'impalcato

$$\frac{1}{48} \cdot \frac{Q_c \cdot (l)^3}{EJ} = \frac{5}{384} \cdot \frac{q_d \cdot (l)^4}{EJ} \quad Q_c = \frac{5 \cdot 48 \cdot l \cdot q_d}{384} = \frac{5 \cdot 48 \cdot 3,0 \cdot q_d}{384} = 1,875 \cdot q_d \text{ N}$$

Quindi considerando le diverse combinazioni di carico

- 1 - carico di servizio $q_1 = 3000 \times 0,75 = 2250$ N/m. $Q_c = 1,875 \times 2250 = 4218,75$ N
- 2 - carico concentrato $Q_2 = 3000$ N applicato su una superficie di $0,50 \times 0,50$ m. $Q_c = 3000$ N
- 3 - carico concentrato $Q_3 = 1000$ N applicato su una superficie di $0,2$ m x $0,2$ m. $Q_c = 1000$ N
- 4 - carico ripartito $q^4 = 5000$ N/m² applicato su una superficie parziale avente area $A_c = 0,4$ A_{impalcato}; con A_{impalcato} = $(0,247 \times 4) \times 3,0 = 2,964$ m² ($A_c = 0,4 \times 2,964 = 1,1856$ m²)
 $A_{tavola} = 0,75 \times 3,0 = 2,25$ m² > $A_c = 1,1856$ m² $\cong 1,2$ m²



14/11/2018

PERI S.r.l.
 ING Meroni Roberto
 Legale Rappresentante

PERI UP ROSETT FLEX

RELAZIONE – Cap. IV

$q_4 = 5000 \times 0,75 = 3750 \text{ N/m}$ su un'area $0,75 \times 1,6$;

$Q_c = 4400 \text{ N}$

quindi considerando $M_4 = \frac{q_4 \cdot 1,6}{2} \cdot \frac{l}{2} = \frac{q_4 \cdot \left(\frac{1,6}{2}\right)^2}{2}$ e uguagliando $M_2 = \frac{Q_c \cdot l}{4}$ si trova $Q_c = 4400 \text{ N}$

Quindi considerando che $F_{ED} = 4400 \text{ N}$ per carico centrato e nel caso di carico sugli appoggi $F_{ED} = (1235 \times 3,0 / 2) \cong 3150 \text{ daN}$

$\frac{F_{RD}}{F_{ED}} = \frac{17640}{1,05} \times \frac{1}{4400} = 3,8 > 1,0$ per carichi simmetrici

$\frac{F_{RD}}{F_{ED}} = \frac{26330}{1,05} \times \frac{1}{3150} = 7,9 > 1,0$ per carichi sugli appoggi

NB.: Quanto sopra esposto vale anche per le campate inferiori a 3 m, in quanto vengono usati elementi con le stesse caratteristiche geometriche e di resistenza.

4.16 VERIFICA DELLA SCALA PER TAVOLA CON BOTOLA

Gli elementi della scala costruiti con lega di alluminio: EN-AW 6005A T6. Essendo questo materiale non trattato nelle NTC 2008 come esplicitamente citato al paragrafo 4.6 delle stesse, si procederà alle verifiche utilizzando l'Eurocodice 9 (EN 1999-1-1). L'analisi è riportata nell'Appendice 6.

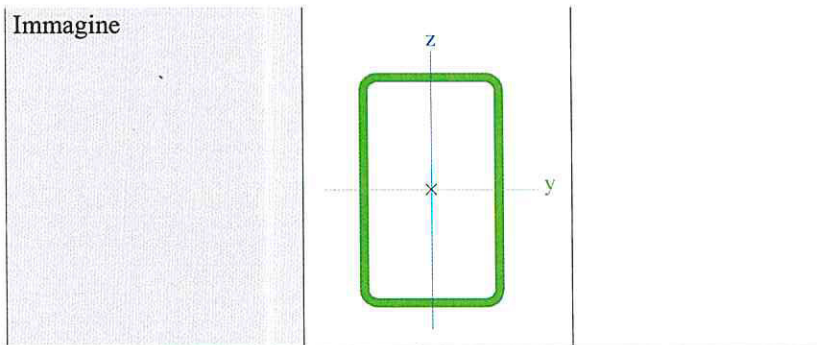
4.16.1 Verifica del montante

| Sezione Montante Scala | |
|--|-------------------------|
| Dimensioni | 40 x 25 x 1.5mm |
| Profilo | Tubo rettangolare |
| Materiale | EN-AW 6005A T6 (0-5) |
| Costruzione | estruso |
| A [mm ²] | 1,8010e+02 |
| A _y [mm ²], A _z [mm ²] | 7,3927e+01 1,1434e+02 |
| I _y [mm ⁴], I _z [mm ⁴] | 3,8178e+04 1,8373e+04 |
| i _y [mm], i _z [mm] | 14,560 10,100 |
| W _{el,y} [mm ³], W _{el,z} [mm ³] | 1,9089e+03 1,4699e+03 |
| W _{pl,y} [mm ³], W _{pl,z} [mm ³] | 2,3542e+03 1,7009e+03 |
| M _{pl,y,+} [Nmm], M _{pl,y,-} [Nmm] | 5,30e+05 5,30e+05 |
| M _{pl,z,+} [Nmm], M _{pl,z,-} [Nmm] | 3,83e+05 3,83e+05 |
| d _y [mm], d _z [mm] | 0,000 0,000 |
| I _t [mm ⁴], I _w [mm ⁶] | 3,9204e+04 1,9335e+05 |



14/11/2018

PERI S.r.l.
 ING. Meroni Roberto
 Legale Rappresentante



Il montante della scala, in relazione alla inclinazione rispetto alla verticale, definita dalla sua lunghezza, dal sistema di vincolo e dall'altezza dei piani del ponteggio è assoggettato ad una azione assiale (N) e ad un momento (M).

La verifica del montante viene effettuata considerando l'azione Q_m su un montante pari al 75% di quella massima prevista nelle verifiche locali (1500 N) e sull'altro montante pari al 25% :

$$Q_{m1} = 0,75 \cdot 1500 = 1125 \text{ N}$$

$$Q_{m2} = 0,25 \cdot 1500 = 375 \text{ N}$$

4.16.1.1 Verifica allo stato limite di esercizio (SLE)

La verifica viene condotta per una azione $Q_{m1} = 1125 \text{ N}$, $Q_{m2} = 375 \text{ N}$ agente alla mezzzeria del montante ed inclinate di 15° rispetto ad esso.

Per lo stato limite di esercizio si ottiene il carico di progetto ($\gamma_d = 1,0$):

$$Q_{Em1,d} = Q_{m1} \cdot \gamma_d = 1125 \text{ N}$$

$$Q_{Em2,d} = Q_{m2} \cdot \gamma_d = 375 \text{ N}$$

Sotto tali azioni in una modellazione della scala vincolata alle estremita dei montanti con cerniera e carrello si ha sul montante più caricato (Appendice 6):

| Descrizione | yy | zz | Unità |
|-----------------------|---------|--------|-------|
| f | 0,00 | -14,50 | mm |
| L | 2075,00 | | mm |
| (f / L) max | 1/100 | | |
| f / L | 0 | 1/143 | |
| Verifica sfruttamento | 0,70 | | OK |

4.16.1.2 Verifica allo stato limite ultimo (SLU)

La verifica viene condotta per una azione $Q_{m1} = 1125 \text{ N}$, $Q_{m2} = 375 \text{ N}$ agente alla mezzzeria del montante ed inclinate di 15° rispetto ad esso.

Per lo stato limite di esercizio si ottiene il carico di progetto ($\gamma_d = 1,5$):



14/11/2018

PERI S.r.l.
ING. Meroni Roberto
Legale Rappresentante

$$Q_{Em1,d} = Q_{m1} \cdot \gamma_d = 1687,5 \text{ N}$$

$$Q_{Em2,d} = Q_{m2} \cdot \gamma_d = 562,5 \text{ N}$$

La verifica viene eseguita seguendo il codice di calcolo europeo EC9 utilizzando i coefficienti parziali di sicurezza riportati al punto 5.1.1 della UNI EN 1999-1-1:

| Fattori parziali di sicurezza | |
|--|------|
| γ_{M0} per resistenza delle sezioni trasversali | 1,1 |
| γ_{M1} per resistenza all'instabilità | 1,1 |
| γ_{M2} per resistenza delle sezioni nette | 1,25 |

| Materiale | | |
|----------------------------------|-----------------|-----|
| T. Lim. el. 0,2% def. Res. f_0 | 225 | MPa |
| Tensione di rottura f_u | 270 | MPa |
| Costruzione | FORMATO A CALDO | |

4.16.1.2.A.1 Classificazione delle sezioni

La classificazione delle sezioni cave viene effettuata in conformità dell'articoli 6.1.4.2, 6.1.4.3 e 6.1.4.4 della EN 1999-1:2007 (EC9)

| | |
|----------------------------|-------|
| β (compressione N) | 16,00 |
| β (flessione M_y) | 6,40 |
| β (flessione M_z) | 16,00 |
| Limite Classe1 | 11,60 |
| Limite Classe2 | 16,87 |
| Limite Classe3 | 23,19 |

=> Quindi la sezione è classificata come classe 2 per N e classe 1 per M_y e classe 2 per M_z .

Le sollecitazioni che si ottengono sono le seguenti (Appendice 6):

| Forze interne | Calcolato | Unità |
|---------------|-----------|-------|
| N_{Ed} | -1571,37 | N |
| $V_{y,Ed}$ | -10,50 | N |
| $V_{z,Ed}$ | 239,72 | N |
| T_{ED} | 3215,88 | Nmm |
| $M_{y,Ed}$ | 166842,44 | Nmm |
| $M_{z,Ed}$ | 1365,09 | Nmm |

4.16.1.2.A.2 Verifica compressione

Viene effettuata in conformità dell'articolo 6.2.4 della EN 1999-1:2007 (EC9):



14/11/2018

PERI S.r.l.
ING. Meroni Roberto
Legale Rappresentante

$$\frac{N_{Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1$$

dove:

$$N_{c,Rd} = A_{eff} \cdot f_0 / \gamma_{M1}$$

In sintesi:

| Descrizione | | Unità |
|--|-------------|-----------------|
| A | 180,179 | mm ² |
| N _{c,Rd} | 36854,76 | N |
| Verifica sfruttamento $\frac{N_{Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1$ | 0,04 | OK |

4.16.1.2.A.3 Verifica del Momento Flettente M

Viene effettuata in conformità dell'articolo 6.2.5 della EN 1999-1:2007 (EC9):

$$\frac{M_{Ed}}{M_{Rd}} \leq 1$$

dove:

$$M_{Rd} = \alpha \cdot W_{el} \cdot f_0 / \gamma_{M1}$$

In cui:

$$\alpha = W_{pl} / W_{el} \text{ per } M_y \text{ (classe 1 e 2),}$$

$$\alpha = \alpha_{3,u} = 1 \text{ per } M_z \text{ (classe 3)}$$

In sintesi:

| Descrizione | yy | zz | Unità |
|--|-------------|-------------|-----------------|
| α | 1,23 | 1,0 | |
| W _{el} | 1908,902 | 1469,869 | mm ³ |
| M _{Rd} | 481853,94 | 300654,97 | Nmm |
| Verifica sfruttamento $\frac{M_{Ed}}{M_{Rd}} \leq 1$ | 0,35 | 0,00 | OK |

4.16.1.2.A.4 Verifica sollecitazione di azioni da torsione

Viene effettuata in conformità dell'articolo 6.2.7 della EN 1999-1:2007 (EC9):

$$\frac{T_{Ed}}{T_{Rd}} \leq 1$$



14/11/2018

PERI S.r.l.
 ING. Meroni Roberto
 Legale Rappresentante

dove:

$$T_{Rd} = W_{T,pl} \cdot f_0 / (\sqrt{3} \cdot \gamma_{M1})$$

e $W_{T,pl}$ è il modulo plastico torsionale della sezione.

Poiché il valore dell'azione torsionale è basso ed il profilo in questione è un tubo rettangolare cavo quindi chiuso, la verifica viene trascurata.

4.16.1.2.A.5 Verifica sollecitazione di azioni da taglio

Viene effettuata in conformità dell'articolo 6.2.6 della EN 1999-1:2007 (EC9):

$$\frac{V_{Ed}}{V_{Rd}} \leq 1$$

dove:

$$V_{Rd} = A_v \cdot \frac{f_0}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M1}}; \quad A_v = \frac{A \cdot (h;b)}{(b+h)}; \quad h = 40; b = 25$$

In sintesi:

| Descrizione | yy | zz | Unità |
|--|-------------|-------------|-------|
| V_{Ed} | -10,50 | 239,72 | N |
| $V_{c,Rd}$ | 7858,70 | 13172,95 | N |
| Verifica sfruttamento $\frac{V_{Ed}}{V_{Rd}} \leq 1$ | 0,00 | 0,02 | OK |

4.16.1.2.A.6 Verifica sollecitazione combinata taglio e torsione.

Viene effettuata in conformità dell'articolo 6.2.7.3 della EN 1999-1:2007 (EC9):

$$\frac{V_{Ed}}{V_{T,Rd}} \leq 1; \quad V_{T,Rd} = \left[1 - \frac{\tau_{t,Ed} \cdot \sqrt{3}}{f_0 / \gamma_{M1}} \right] \cdot V_{Rd}$$

Dove V_{Rd} è stato calcolato precedentemente, mentre $\tau_{t,Ed}$ è la tensione dovuta alla Torsione calcolata con St. Venant. Poiché il valore dell'azione torsionale è basso ed il profilo in questione è un tubo rettangolare cavo quindi chiuso, la verifica viene trascurata.

4.16.1.2.A.7 Verifica sollecitazione combinata di azioni da taglio, carico assiale e pressoflessione

Viene effettuata in conformità dell'articolo 6.2.9.2 e 6.2.10 della EN 1991-1:2007 (EC9):

$$\left(\frac{N_{Ed}}{\omega_0 \cdot N_{Rd}} \right)^{\psi} + \left[\left(\frac{M_{y,Ed}}{\omega_0 \cdot M_{y,Rd}} \right)^{1,7} + \left(\frac{M_{z,Ed}}{\omega_0 \cdot M_{z,Rd}} \right)^{1,7} \right]^{0,6} \leq 1$$

dove:



14/11/2018

PERI S.r.l.
 ING. Meroni Roberto
 Legale Rappresentante

$\psi = 1,3$ (vedi art. 6.2.9.2 per sezioni cave); $\omega_0 = 1$ (vedi art. 6.2.9.1)

In sintesi:

| Descrizione | yy | zz | Unità |
|--|-----------|-----------|--|
| M_{Ed} | 166842,44 | 1365,09 | Nmm |
| N_{Ed} | -1571,37 | | N |
| ψ | 1,3 | | |
| ω_0 | 1,0 | | |
| V_{Ed} | -10,50 | 239,72 | N |
| N_{Rd} | 36854,76 | | N |
| M_{Rd} | 481853,94 | 300654,97 | Nmm |
| | 0,02 | 0,34 | |
| $\left(\frac{N_{Ed}}{\omega_0 \cdot N_{Rd}} \right)^{\psi} + \left[\left(\frac{M_{y,Ed}}{\omega_0 \cdot M_{y,Rd}} \right)^{1,7} + \left(\frac{M_{z,Ed}}{\omega_0 \cdot M_{z,Rd}} \right)^{1,7} \right]^{0,6} \leq 1$ | | | Verifica sfruttamento 0,36 OK |

Secondo il punto (3) dell'art 6.2.10 della EN 1999-1:2007 (EC9) essendo il taglio inferiore al 50% di V_{Rd} i valori dei momenti resistenti M_{Rd} non sono ridotti.

4.16.1.2.A.8 Verifica azione assiale per instabilità

Viene effettuata in conformità dell'articolo 6.3.1.1 e 6.2.10 della EN 1999-1:2007 (EC9):

$$\frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1$$

dove:

$$N_{b,Rd} = k \cdot \chi \cdot A_{eff} \cdot f_0 / \gamma_{M1}$$

e:

$k = 1$ (sezione senza saldature); $A_{eff} = A$ (per sezioni di classe 1,2 o 3)

$$\chi = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \bar{\lambda}^2}} \leq 1,0$$

In cui:

$$\Phi = 0,5 \cdot \left[1 + \alpha(\bar{\lambda} - \bar{\lambda}_0) + \bar{\lambda}^2 \right]$$

$\alpha = 0,2$ e $\bar{\lambda}_0 = 0,1$ essendo il materiale EN-AW 6005A T6 di classe A (Tab. 6.6 e Tab 3.2)

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A_{eff} \cdot f_0}{N_{cr}}}; \quad N_{cr} = \pi^2 \frac{E \cdot I_y}{L_{cr}^2}$$

In sintesi:



14/11/2018

PERI S.r.l.
 ING. Meroni Roberto
 Legale Rappresentante

| Descrizione | yy | zz | Unità |
|--|----------|-----------|-----------------|
| N _{Ed} | -1571,37 | | N |
| Lunghezza sistema L | 2075 | 280 | mm |
| Fattore di instabilità k | 1 | 0,72 | |
| Lunghezza per instabilità L _{cr} | 2075 | 200,673 | mm |
| Carico euleriano N _{cr} | 6125,98 | 315215,04 | N |
| Snellezza relativa λ | 2,57 | 0,36 | |
| Snellezza limite λ ₀ | 0,10 | 0,10 | |
| Imperfezione α | 0,2 | 0,20 | |
| Fattore di riduzione χ _{min} | 0,14 | 0,94 | |
| k fattore di saldatura | 1,00 | 1,00 | |
| A _{eff} | 180,179 | | mm ² |
| N _{b,Rd} | 5124,33 | | N |
| Verifica sfruttamento $\frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1$ | 0,31 | | OK |

Poiché $\bar{\lambda}_{LT} < \bar{\lambda}_{0,LT}$ gli effetti dell'instabilità possono essere trascurati secondo il punto (4) dell'articolo 6.3.2.2 della EN 1999-1:2007 (EC9).

4.16.1.2.A.9 Verifica a presso-flessione per instabilità

Secondo l'articolo 6.3.3.1 della EN 1999-1:2007 (EC9) si ha la seguente formula di verifica:

$$\left(\frac{N_{Ed}}{\chi_{\min} \cdot \omega_x \cdot N_{Rd}} \right)^{\psi_c} + \frac{1}{\omega_0} \cdot \left[\left(\frac{M_{y,Ed}}{M_{y,Rd}} \right)^{1,7} + \left(\frac{M_{z,Ed}}{M_{z,Rd}} \right)^{1,7} \right]^{0,6} \leq 1$$

dove:

$$\chi_{\min} = \min \{ \chi_y ; \chi_z \}; \quad \omega_x = \omega_0 = 1 \text{ (vedi art. 6.3.3.1)}$$

$$\psi_c = 0,8 \text{ (vedi art. 6.3.3.1)}$$

In sintesi:

| Descrizione | yy | zz | Unità |
|---------------------------------------|-----------|-----------|-------|
| N _{Ed} | -1571,37 | | N |
| M _{Ed} | 166842,44 | 1365,09 | Nmm |
| N _{Rd} | 36854,76 | | N |
| M _{Rd} | 481853,94 | 300654,97 | Nmm |
| ω ₀ | 1,0 | | |
| ω _x | 1,0 | 1,0 | |
| Fattore di riduzione χ _{min} | 0,14 | | |
| ψ _c | 0,8 | | |



14/11/2018

PERI S.r.l.
ING. Meroni Roberto
Legale Rappresentante

| | | |
|-----------------------|---|-------------|
| Verifica sfruttamento | $\left(\frac{N_{Ed}}{\chi_{\min} \cdot \omega_x \cdot N_{Rd}}\right)^{\gamma_c} + \frac{1}{\omega_0} \cdot \left[\left(\frac{M_{y,Ed}}{M_{y,Rd}}\right)^{1,7} + \left(\frac{M_{z,Ed}}{M_{z,Rd}}\right)^{1,7} \right]^{0,6} \leq 1$ | OK |
| | 0,39 | 0,34 |
| | | 0,73 |

4.16.1.2.A.10 Verifica a presso-flessione per instabilità torsionale

Secondo l'articolo 6.3.3.2 della EN 1999-1:2007 (EC9) si ha la seguente formula di verifica (indicata per profili aperti ma da una ulteriore ricerca, risulta applicabile anche per profili rettangolari cavi chiusi):

$$\left(\frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot \omega_x \cdot N_{Rd}}\right)^{\eta_c} + \left(\frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot \omega_{x,LT} \cdot M_{y,Rd}}\right)^{\gamma_c} + \left(\frac{M_{z,Ed}}{\omega_0 \cdot M_{z,Rd}}\right)^{\xi_{zc}} \leq 1$$

dove:

$$\omega_x = \omega_0 = \omega_{x,LT} = 1 \text{ (vedi art. 6.3.3.3)}$$

facendo un parallelismo con la espressione (6.43) nell'articolo 6.2.9.1 dove i due esponenti delle componenti flettenti sono uguali si ottiene:

$$\eta_c = 0,8 \quad \xi_{zc} = 0,8 \quad \gamma_c = 1 \text{ (vedi artt. 6.3.3.1 e 6.3.3.2)}$$

In sintesi:

| Descrizione | yy | zz | Unità |
|---|-----------|-----------|--------------------------|
| N _{Ed} | -1571,37 | | N |
| M _{Ed} | 166842,44 | 1365,09 | Nmm |
| N _{Rd} | 36854,76 | | N |
| M _{Rd} | 481853,94 | 481853,94 | Nmm |
| ω ₀ | 1,0 | | |
| ω _x | 1,0 | 1,0 | |
| ω _{x,LT} | 1,0 | | |
| Fattore di riduzione χ _z | 0,94 | | |
| η _c | 0,8 | | |
| γ _c | 1,0 | | |
| ξ _{zc} | 0,8 | | |
| $\left(\frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot \omega_x \cdot N_{Rd}}\right)^{\eta_c} + \left(\frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot \omega_{x,LT} \cdot M_{y,Rd}}\right)^{\gamma_c} + \left(\frac{M_{z,Ed}}{\omega_0 \cdot M_{z,Rd}}\right)^{\xi_{zc}} \leq 1$ | | | Verifica sfruttamento OK |
| | 0,08 | 0,35 | 0,01 |
| | | | 0,44 |

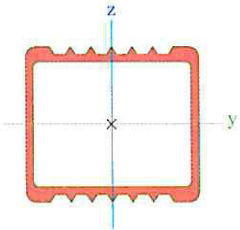
L'elemento soddisfa le verifiche.



14/11/2018

PERI S.r.l.
 ING. Meroni Roberto
 Legale Rappresentante

4.16.2 Verifica del piolo

| Piolo Scala | |
|--|--|
| Dimensioni | 33.5 x 30 x 1.5mm |
| Profilo | Tubo rettangolare |
| Materiale | EN-AW 6005A T6 (0-5) |
| Costruzione | estruso |
| A [mm ²] | 2,1638e+02 |
| A _y [mm ²], A _z [mm ²] | 1,2018e+02 8,7228e+01 |
| I _y [mm ⁴], I _z [mm ⁴] | 2,8516e+04 3,3946e+04 |
| i _y [mm], i _z [mm] | 11,480 12,525 |
| W _{el.y} [mm ³], W _{el.z} [mm ³] | 1,9011e+03 2,0266e+03 |
| W _{pl.y} [mm ³], W _{pl.z} [mm ³] | 2,3309e+03 2,4675e+03 |
| M _{pl.y.+} [Nmm], M _{pl.y.-} [Nmm] | 5,24e+05 5,24e+05 |
| M _{pl.z.+} [Nmm], M _{pl.z.-} [Nmm] | 5,55e+05 5,55e+05 |
| d _y [mm], d _z [mm] | 0,000 0,000 |
| I _t [mm ⁴], I _w [mm ⁶] | 3,7593e+04 6,0189e+04 |
| Immagine |  |

Il piolo della scala è assoggettato ad un momento (M).

La verifica del montante viene effettuata considerando l'azione Q_p prevista nelle verifiche locali (1500 N) posta in mezzeria:

$$Q_p = 1500 \text{ N}$$

4.16.2.1 Verifica allo stato limite di esercizio (SLE)

La verifica viene condotta per una azione Q_p = 1500 N, agente alla mezzeria del piolo.

Per lo stato limite di esercizio si ottiene il carico di progetto (γ_d = 1,0):

$$Q_{Emt,d} = Q_{ml} \cdot \gamma_d = 1500 \text{ N}$$

Sotto tale azione in una modellazione della scala vincolata alle estremità dei montanti con cerniera e carrello si ha sul montante più caricato (Appendice 6):

| Descrizione | yy | zz | Unità |
|-----------------------|--------|--------|-------|
| f | 0,00 | -0,3 | mm |
| L | 325,00 | | mm |
| (f / L) max | 1/100 | | |
| f / L | 0 | 1/1104 | |
| Verifica sfruttamento | 0,09 | | OK |

4.16.2.2 Verifica allo stato limite ultimo (SLU)

La verifica viene condotta per una azione Q_p = 1500 N, agente alla mezzeria del piolo.



14/11/2018

PERI S.r.l.
ING. Meroni Roberto
Legale Rappresentante

Per lo stato limite di esercizio si ottiene il carico di progetto ($\gamma_d = 1,5$):

$$Q_{Emt,d} = Q_{mt} \cdot \gamma_d = 2250N$$

La verifica viene eseguita seguendo il codice di calcolo europeo EC9 utilizzando i coefficienti parziali di sicurezza riportati al punto 5.1.1 della UNI EN 1999-1-1:

| Fattori parziali di sicurezza | | |
|--|-----------------|------|
| γ_{M0} per resistenza delle sezioni trasversali | | 1,1 |
| γ_{M1} per resistenza all'instabilità | | 1,1 |
| γ_{M2} per resistenza delle sezioni nette | | 1,25 |
| Materiale | | |
| T. Lim. el. 0,2% def. Res. f_0 | 225 | MPa |
| Tensione di rottura f_u | 270 | MPa |
| Costruzione | FORMATO A CALDO | |

4.16.2.2.A.1 Classificazione delle sezioni

La classificazione delle sezioni cave viene effettuata in conformità dell'articoli 6.1.4.2, 6.1.4.3 e 6.1.4.4 della EN 1999-1:2007 (EC9)

| | |
|----------------------------|-------|
| β (flessione M_y) | 14,75 |
| Limite Classe1 | 11,60 |
| Limite Classe2 | 16,87 |
| Limite Classe3 | 23,19 |

=> Quindi la sezione è classificata come classe 2 per M_y .

Le sollecitazioni che si ottengono sono le seguenti (Appendice 6):

| Forze interne | Calcolato | Unità |
|---------------|-----------|-------|
| N_{Ed} | 25,58 | N |
| $V_{y,Ed}$ | 0,00 | N |
| $V_{z,Ed}$ | 1125,00 | N |
| T_{ED} | 0,00 | Nmm |
| $M_{y,Ed}$ | 115939,89 | Nmm |
| $M_{z,Ed}$ | 0,00 | Nmm |

4.16.2.2.A.2 Verifica del Momento Flettente M_z

Viene effettuata in conformità dell'articolo 6.2.5 della EN 1999-1:2007 (EC9):

$$\frac{M_{Ed}}{M_{Rd}} \leq 1$$

dove:

$$M_{O,Rd} = \alpha \cdot W_{el} \cdot f_0 / \gamma_{M1}$$

In cui:

$$\alpha = W_{pl} / W_{el} \text{ per } M_y \text{ (classe 1 e 2); } \alpha = \alpha_{3,u} = 1 \text{ per } M_z \text{ (classe 3)}$$

In sintesi:



14/11/2018

PERI S.r.l.
ING. Meroni Roberto
Legale Rappresentante

| Descrizione | yy | Unità |
|--|-------------|-----------------|
| α | 1 | |
| W_{el} | 1901,052 | mm ³ |
| M_{yRd} | 388851,45 | Nmm |
| Verifica sfruttamento $\frac{M_{Ed}}{M_{Rd}} \leq 1$ | 0,30 | OK |

4.16.2.2.A.3 Verifica sollecitazione di azioni da taglio

Viene effettuata in conformità dell'articolo 6.2.6 della EN 1999-1:2007 (EC9):

$$\frac{V_{Ed}}{V_{Rd}} \leq 1$$

dove:

$$V_{Rd} = A_v \cdot \frac{f_0}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M1}}$$

$$A_v = \frac{A \cdot (h; b)}{(b + h)} ; h = 30 ; b = 33,5$$

In sintesi:

| Descrizione | zz | Unità |
|--|-------------|-------|
| V_{Ed} | 1125,00 | N |
| V_{Rd} | 10301,10 | N |
| Verifica sfruttamento $\frac{V_{Ed}}{V_{Rd}} \leq 1$ | 0,11 | OK |

4.16.2.2.A.4 Verifica sollecitazione combinata di azioni da taglio, carico assiale e pressoflessione

Viene effettuata in conformità dell'articolo 6.2.9.2 e 6.2.10 della EN 1999-1:2007 (EC9):

$$\left(\frac{N_{Ed}}{\omega_0 \cdot N_{Rd}} \right)^\psi + \left[\left(\frac{M_{y,Ed}}{\omega_0 \cdot M_{y,Rd}} \right)^{1,7} + \left(\frac{M_{z,Ed}}{\omega_0 \cdot M_{z,Rd}} \right)^{1,7} \right]^{0,6} \leq 1$$

dove:

$$\psi = 1,3 \text{ (vedi art. 6.2.9.2 per sezioni cave); } \omega_0 = 1 \text{ (vedi art. 6.2.9.1)}$$

In sintesi:



14/11/2018

PERI S.r.l.
 ING. Meroni Roberto
 Legale Rappresentante

| Descrizione | yy | zz | Unità |
|--|--------------------------------------|-----------|-------|
| M _{Ed} | 115939,89 | 0 | Nmm |
| N _{Ed} | 25,58 | | N |
| ψ | 1,3 | | |
| ω ₀ | 1,0 | | |
| V _{Ed} | 0 | 1125 | N |
| M _{Rd} | 476775,00 | 504715,91 | Nmm |
| | 0,00 | 0,24 | |
| $\left(\frac{N_{Ed}}{\omega_0 \cdot N_{Rd}} \right)^\psi + \left[\left(\frac{M_{y,Ed}}{\omega_0 \cdot M_{y,Rd}} \right)^{1,7} + \left(\frac{M_{z,Ed}}{\omega_0 \cdot M_{z,Rd}} \right)^{1,7} \right]^{0,6} \leq 1$ | Verifica sfruttamento 0,24 | | OK |

L'elemento soddisfa le verifiche.

4.16.3 Confronto con i risultati sperimentali

Il rapporto tra il frattile 5% dei carichi di rottura F_{rk} = 1785,3 N registrato alle prove di cui al Certificato Politecnico di Milano n° 2016/2355 del 12/06/2017 (vedi elenco certificati alla pos. n. 11) ed il carico dovuto alle condizioni di servizio:

$$F'_{ED} = 1500 \cdot \sin(15^\circ) \cdot 1,5 \equiv 584 \text{ N} ; \quad \frac{F_{RD}}{F_{ED}} = \frac{1785,3}{1,1 \cdot 584} = 2,77 > 1,0$$

4.17 VERIFICA DEL FERMAPIEDE METALLICO UPY PER CAMPI ≤ 3,0 m

Le verifiche vengono condotte tenendo conto anche dell'Appendice 7.

Non avendo riscontri nelle NTC, la verifica viene condotta per una azione Q = 300 N agente alla mezzeria del fermapiede, considerando mutatis/mutandi il punto “- Parapetti 4.2.3 a)” della Circolare M.L.P.S. n° 132/91 del 24/10/91 relativa alla verifica del corrente e considerando il punto 3.3.14 della medesima circolare.

Si fa presente che le grandezze indicate in tabella prescindono dalle caratteristiche geometriche efficaci calcolate in seguito.

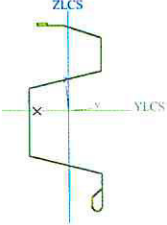
Tenendo conto che il fermapiede ha la possibilità di montarsi in due configurazioni che vengono esaminate nell'Appendice 7, viene riportata la verifica relativa alla configurazione più critica

| Fermapiede UPY | | |
|--|--------------------------|------------|
| Profilo | Sezione a parete sottile | |
| Materiale | S350GD+Z | |
| Costruzione | formato a freddo | |
| Curva di instabilità y, z | c | c |
| A [mm ²] | 2,6581e+02 | |
| A _y [mm ²], A _z [mm ²] | 1,6307e+02 | 1,3499e+02 |
| c _{y,UCS} [mm], c _{z,UCS} [mm] | 2 | 6 |
| I _{y,LCS} [mm ⁴], I _{z,LCS} [mm ⁴] | 7,8033e+05 | 1,6109e+05 |



14/11/2018

PERI S.r.l.
ING. Meroni Roberto
Legale Rappresentante

| | | |
|--|---|------------|
| I _{YZ.LCS} [mm ⁴] | -5,5104e+04 | |
| α [deg] | 5,05 | |
| I _y [mm ⁴], I _z [mm ⁴] | 7,8519e+05 | 1,5623e+05 |
| i _y [mm], i _z [mm] | 54 | 24 |
| W _{el.y} [mm ³], W _{el.z} [mm ³] | 8,6246e+03 | 4,0649e+03 |
| W _{pl.y} [mm ³], W _{pl.z} [mm ³] | 1,2841e+04 | 5,7138e+03 |
| M _{pl.y.+} [Nmm], M _{pl.y.-} [Nmm] | 4,49e+06 | 4,49e+06 |
| M _{pl.z.+} [Nmm], M _{pl.z.-} [Nmm] | 2,00e+06 | 2,00e+06 |
| d _y [mm], d _z [mm] | -28 | 2 |
| I _r [mm ⁴], I _w [mm ⁶] | 4,6816e+01 | 6,5012e+08 |
| Immagine |  | |

4.17.1 Verifica allo stato limite di esercizio (SLE)

Per lo stato limite di esercizio si ottiene il carico di progetto ($\gamma_d = 1,0$) che consideriamo di durata istantanea:

$$F_{E,df} = F_{df} \cdot \gamma_d = 300N$$

Sotto tale azione si ha (Appendice 7):

| Descrizione | yy | zz | Unità |
|--|-------------|------|-------|
| f | 5,1 | 0,00 | mm |
| L | 3000,00 | | mm |
| f _{lim} | 35 | | mm |
| Verifica sfruttamento f/f _{lim} | 0,15 | | OK |

4.17.2 Verifica allo stato limite ultimo (SLU)

Per lo stato limite ultimo si ottiene il carico di progetto ($\gamma_d = 1,5$) si ha:

$$F_{E,df} = F_{df} \cdot \gamma_d = 450N$$

Sviluppando anche le altre verifiche si ottiene con i dati qui sotto riportati:

| Fattori parziali di sicurezza | |
|--|---------|
| γ _{M0} per resistenza delle sezioni trasversali | 1,05 |
| γ _{M1} per resistenza all'instabilità | 1,05 |
| γ _{M2} per resistenza delle sezioni nette | 1,25 |
| Materiale | |
| Tensione di snervamento f _{yb} | 350 MPa |



14/11/2018

PERI S.r.l.
ING. Meroni Roberto
Legale Rappresentante

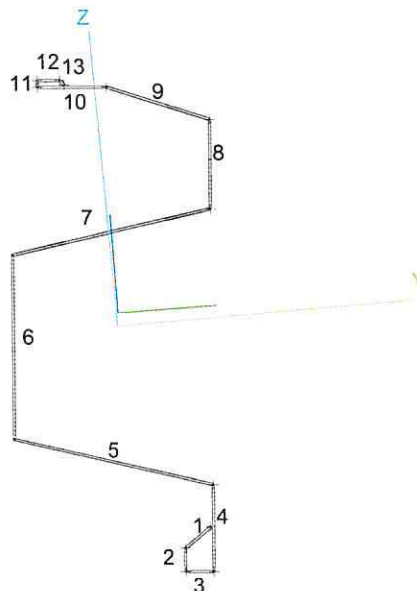
| | | |
|--|------------------|-----|
| Tensione media di snervamento f_{ya} | 350 | MPa |
| Tensione di rottura f_{uk} | 420 | MPa |
| Costruzione | FORMATO A FREDDO | |

La verifica viene eseguita nella sezione più rappresentativa che presenta le seguenti sollecitazioni di progetto (già incrementata tramite il coefficiente parziale $\gamma_s=1,5$), vedi Appendice 7:

| Forze interne | Calcolato | Unità |
|---------------|------------|-------|
| N_{Ed} | 0 | N |
| $V_{y,Ed}$ | 224,13 | N |
| $V_{z,Ed}$ | 19,79 | N |
| $M_{y,Ed}$ | 29683,63 | Nmm |
| $M_{z,Ed}$ | -336192,10 | Nmm |

4.17.2.1 Calcolo dello spessore effettivo in funzione delle sollecitazioni

Non trovando riscontro nelle NTC, viene effettuato in conformità agli articoli 5.5.2 e 5.5.3 della EN 1993-1-3 (EC3) e articolo 4.4 della EN 1993-1-5 (EC3). L’analisi viene effettuata scomponendo la sezione in tratti rettilinei, applicando la sollecitazione con lo stesso segno di cui vogliamo trovare la risorsa geometrica efficace (A_{eff} nel caso di compressione con $\sigma_{max,Ed} = f_{yb}$, vedi punto 6.1.3 della EN 1993-1-3 (EC3); e W_{eff} tale per nel punto più sollecitato si abbia una tensione pari a $\sigma_{max,Ed} = f_{yb} / \gamma_{M0}$ nel caso di flessione vedi punto 6.1.4.1 (4) della EN 1993-1-3 (EC3). La sezione scomposta è la seguente:



Nella nostra sezione solamente i tratti 1 e 13 sono da considerarsi “Outstands” mentre tutti gli altri sono “Internal”. Dalle Tab. 4.1 e 4.2 dell’art. 4.4 della EN 1993-1-5 (EC3) si ottengono le larghezze efficaci degli elementi di cui è composta la sezione per ogni sollecitazione applicata singolarmente.



14/11/2018

PERI S.r.l.
 ING. Meroni Roberto
 Legale Rappresentante

Table 4.1: Internal compression elements

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

Table 4.2: Outstand compression elements

| Stress distribution (compression positive) | | Effective ^p width b_{eff} | | | | |
|--|------|---|------|--------------------------------|------|--|
| | | $1 > \psi > 0:$ $b_{eff} = \rho c$ | | | | |
| | | $\psi < 0:$ $b_{eff} = \rho b_c = \rho c / (1 - \psi)$ | | | | |
| $\psi = \sigma_2 / \sigma_1$ | 1 | 0 | -1 | $1 \geq \psi \geq -3$ | | |
| Buckling factor k_σ | 0,43 | 0,57 | 0,85 | $0,57 - 0,21\psi + 0,07\psi^2$ | | |
| | | $1 > \psi \geq 0:$ $b_{eff} = \rho c$ | | | | |
| | | $\psi < 0:$ $b_{eff} = \rho b_c = \rho c / (1 - \psi)$ | | | | |
| $\psi = \sigma_2 / \sigma_1$ | 1 | $1 > \psi > 0$ | 0 | $0 > \psi > -1$ | -1 | |
| Buckling factor k_σ | 0,43 | $0,578 / (\psi + 0,34)$ | 1,70 | $1,7 - 5\psi + 17,1\psi^2$ | 23,8 | |

Per ottenere il valore di ρ si utilizzano le seguenti espressioni (art. 4.4 della EN 1993-1-5):
Per elementi "Internal":



14/11/2018

PERI S.r.l.
ING. Meroni Roberto
Legale Rappresentante

$$\rho = 1,0 \text{ per } \bar{\lambda}_p \leq 0,673; \quad \rho = \frac{\bar{\lambda}_p - 0,055 \cdot (3 + \psi)}{\bar{\lambda}_p^2} \leq 1,0 \text{ per } \bar{\lambda}_p > 0,673 \text{ dove } (3 + \psi) \geq 0$$

Per elementi “Outstands”:

$$\rho = 1,0 \text{ per } \bar{\lambda}_p \leq 0,748; \quad \rho = \frac{\bar{\lambda}_p - 0,188}{\bar{\lambda}_p^2} \leq 1,0 \text{ per } \bar{\lambda}_p > 0,748$$

Dove:

$$\bar{\lambda}_p^2 = \sqrt{\frac{f_{yb}}{\sigma_{cr}}} = \frac{\bar{b} / t}{28,4 \cdot \varepsilon \cdot \sqrt{k_\sigma}}$$

Ψ è il rapporto tra le tensioni agli estremi del tratto efficace

\bar{b} è la larghezza efficace

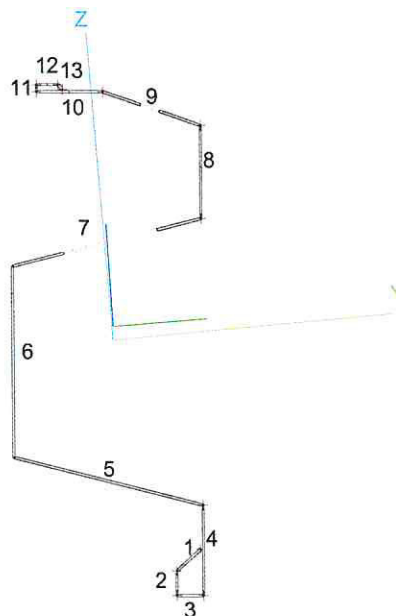
$t = 0,75 \text{ mm}$ è lo spessore effettivo del profilo

k_σ è il fattore di instabilità è dato dalle tab. 4.1 e 4.2 sopra riportate

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_{yb}}}$$

4.17.2.2 Sezione effettiva per M_y positivo

Per il momento M_y positivo ($M_{y,Ed} = 82454,5 \text{ Nmm}$) si ottiene una sezione con i tratti efficaci come rappresentato dalla figura seguente:



E si ottengono i seguenti risultati mostrati nella tabella che segue:

| Elemento | \bar{b} | σ_1 | σ_2 | Ψ | k | λ_{p} | $\lambda_{p,red}$ | ρ | \bar{b}_{eff} | \bar{b}_{e1} | \bar{b}_{e2} |
|----------|-----------|----------------------|----------------------|--------|-----|---------------|-------------------|--------|-----------------|----------------|----------------|
| | [mm] | [N/mm ²] | [N/mm ²] | | | | | | [mm] | [mm] | [mm] |
| | | | | | | | | | | | |



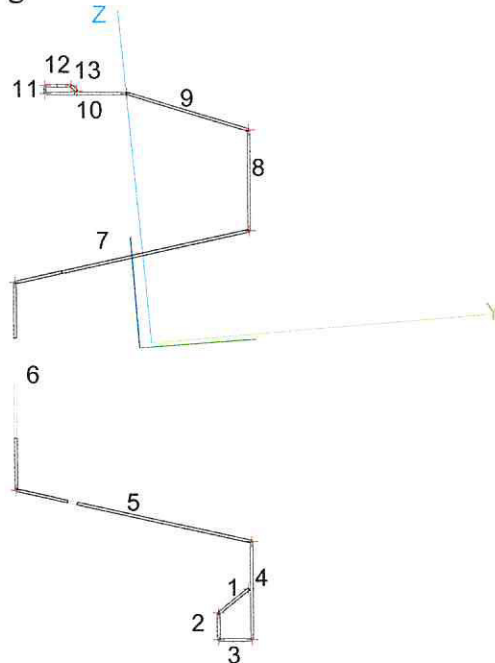
14/11/2018

PERI S.r.l.
 ING. Meroni Roberto
 Legale Rappresentante

| 1 | 11 | -2,74E+02 | -2,99E+02 | | | | | | | | |
|--------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|-------------------|-------------------|
| 2 | 8 | -3,01E+02 | -3,31E+02 | | | | | | | | |
| 3 | 9 | -3,31E+02 | -3,33E+02 | | | | | | | | |
| 4 | 29 | -2,24E+02 | -3,33E+02 | | | | | | | | |
| 5 | 67 | -1,49E+02 | -2,24E+02 | | | | | | | | |
| 6 | 61 | 8,23E+01 | -1,49E+02 | -1,8 | 47 | 0,5 | | 1 | 22 | 9 | 13 |
| 7 | 67 | 1,21E+02 | 8,23E+01 | 0,7 | 4,7 | 1,8 | | 0,5 | 34 | 16 | 18 |
| 8 | 29 | 2,33E+02 | 1,21E+02 | 0,5 | 5,2 | 0,7 | | 1 | 29 | 13 | 16 |
| 9 | 35 | 2,83E+02 | 2,33E+02 | 0,8 | 4,4 | 1 | | 0,8 | 29 | 14 | 15 |
| 10 | 23 | 2,90E+02 | 2,83E+02 | 1 | 4 | 0,6 | | 1 | 23 | 11 | 11 |
| 11 | 2 | 2,98E+02 | 2,90E+02 | 1 | 4,1 | 0,1 | | 1 | 2 | 1 | 1 |
| 12 | 7 | 2,98E+02 | 2,96E+02 | 1 | 4 | 0,2 | | 1 | 7 | 4 | 4 |
| 13 | 2 | 3,29E+02 | 3,22E+02 | 1 | 0,4 | 0,2 | | 1 | 2 | | |
| A | I _y | I _z | I _{YLCS} | I _{ZLCS} | I _{YZLCS} | W _{ely} | W _{elz} | W _{ply} | W _{plz} | c _{YUCS} | c _{ZUCS} |
| | [mm ⁴] | [mm ⁴] | [mm ⁴] | [mm ⁴] | [mm ⁴] | [mm ³] | [mm ³] | [mm ³] | [mm ³] | [mm] | |
| 232,47 | 702390 | 151740 | 698130 | 156000 | -48245 | 8398,3 | 4016,7 | 11506 | 5392,1 | 2 | 2 |

4.17.2.3 Sezione effettiva per M_z negativo

Per il momento M_z negativo (M_{z,Ed} = -933867 Nmm) si ottiene una sezione con i tratti efficaci come rappresentato dalla figura seguente:



E si ottengono i seguenti risultati mostrati nella tabella che segue:

| Elemento | \bar{b} | σ_1 | σ_2 | Ψ | k | λ_{p} | $\lambda_{p,red}$ | ρ | \bar{b}_{eff} | \bar{b}_{e1} | \bar{b}_{e2} | Sezione efficace |
|----------|-----------|----------------------|----------------------|--------|-----|---------------|-------------------|--------|-----------------|----------------|----------------|------------------|
| | [mm] | [N/mm ²] | [N/mm ²] | | | | | | [mm] | [mm] | [mm] | |
| 1 | 11 | -8,67E+01 | -1,58E+02 | | | | | | | | | |
| 2 | 8 | -1,33E+02 | -1,38E+02 | | | | | | | | | |
| 3 | 9 | -1,33E+02 | -2,15E+02 | | | | | | | | | |



14/11/2018

PERI S.r.l.
ING. Meroni Roberto
Legale Rappresentante

| 4 | 29 | -2,15E+02 | -2,34E+02 | | | | | | | | | |
|--------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|-------|-------|-------|
| 5 | 67 | 3,33E+02 | -2,34E+02 | -0,7 | 17 | 0,9 | | 0,9 | 37 | 15 | 22 | |
| 6 | 61 | 3,33E+02 | 2,94E+02 | 0,9 | 4,2 | 1,7 | | 0,5 | 31 | 15 | 16 | |
| 7 | 67 | 2,94E+02 | -2,93E+02 | -1 | 23,9 | 0,8 | | 1 | 33 | 13 | 20 | |
| 8 | 29 | -2,93E+02 | -3,13E+02 | | | | | | | | | |
| 9 | 35 | -2,08E+01 | -3,13E+02 | | | | | | | | | |
| 10 | 23 | 1,81E+02 | -2,08E+01 | -0,1 | 8,7 | 0,4 | | 1 | 20 | 8 | 12 | |
| 11 | 2 | 1,81E+02 | 1,79E+02 | 1 | 4 | 0,1 | | 1 | 2 | 1 | 1 | |
| 12 | 7 | 1,79E+02 | 1,14E+02 | 0,6 | 4,9 | 0,2 | | 1 | 7 | 3 | 4 | |
| 13 | 2 | 1,20E+02 | 1,10E+02 | 0,9 | 0,5 | 0,2 | | 1 | 2 | | | |
| A | Iy | Iz | IYLCs | IZLCS | IYZLCS | Wely | Welz | Wply | Wplz | cYUCS | cZUCS | α |
| | [mm ⁴] | [mm ⁴] | [mm ⁴] | [mm ⁴] | [mm ⁴] | [mm ³] | [mm ³] | [mm ³] | [mm ³] | [mm] | | [deg] |
| 238,47 | 740510 | 124730 | 735530 | 129710 | -55133 | 8306,1 | 2978,5 | 11673 | 4713,7 | 5 | 8 | 5,16 |

4.17.2.4 Verifica del Momento Flettente M

Viene effettuata in conformità all'articolo 6.1.4.1.2 della EN 1993-1-3 (EC3):

$$\frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1; \frac{M_{y,Ed}}{M_{cy,Rd}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{cz,Rd}} \leq 1$$

dove:

$$M_{c,Rd} = \frac{W_{eff} \cdot f_{yb}}{\gamma_{M0}}$$

In sintesi:

| Descrizione | yy | zz | Unità |
|--|-------------|-------------|-----------------|
| W _{cl} | 8534 | 4122 | mm ³ |
| W _{eff} | 8398 | 2978 | mm ³ |
| M _{c,Rd} | 2799417,9 | 992828,64 | Nmm |
| Verifica sfruttamento $\frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$ | 0,01 | 0,34 | OK |
| Verifica sfruttamento $\frac{M_{y,Ed}}{M_{cy,Rd}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{cz,Rd}} \leq 1$ | 0,35 | | OK |

4.17.2.5 Verifica sollecitazione di azioni da taglio

Viene effettuata in conformità all'articolo 6.1.5 della EN 1993-1-3 dove la verifica viene fatta in base a:

$$\frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1 \quad \text{dove:} \quad V_{b,Rd} = \frac{\frac{h_w}{\sin\phi} \cdot t \cdot f_{bv}}{\gamma_{M0}}$$



14/11/2018

PERI S.r.l.
ING. Meroni Roberto
Legale Rappresentante

Nel nostro caso prendendo in considerazione ciascun contributo dovuto ad tratto della sezione possiamo ottenere la resistenza a taglio secondo le due direzioni $V_{c,Rd,y}$ $V_{c,Rd,z}$ la formula riportata sopra può essere riscritta in questo modo per facilitare il calcolo:

$$V_{b,Rd,y} = \sum \frac{l_{w,i} \cdot t_i \cdot f_{bv,i}}{\gamma_{M0}} \cdot \cos^2(\phi_i); V_{b,Rd,z} = \sum \frac{l_{w,i} \cdot t_i \cdot f_{bv,i}}{\gamma_{M0}} \cdot \sin^2(\phi_i)$$

Dove $f_{bv,i}$ è la resistenza al taglio dovuta agli effetti della instabilità locale e viene calcolata in base alla seguente tabella:

| Relative web slenderness | Web without stiffening at the support | Web with stiffening at the support ¹⁾ |
|---------------------------------|---------------------------------------|--|
| $\bar{\lambda}_w \leq 0,83$ | $0,58 f_{yb}$ | $0,58 f_{yb}$ |
| $0,83 < \bar{\lambda}_w < 1,40$ | $0,48 f_{yb} / \bar{\lambda}_w$ | $0,48 f_{yb} / \bar{\lambda}_w$ |
| $\bar{\lambda}_w \geq 1,40$ | $0,67 f_{yb} / \bar{\lambda}_w^2$ | $0,48 f_{yb} / \bar{\lambda}_w$ |

¹⁾ Stiffening at the support, such as cleats, arranged to prevent distortion of the web and designed to resist the support reaction.

Dove f_{yb} è la tensione di snervamento e λ_w è dato dalle seguenti formule:

$$\lambda_w = 0,346 \cdot \frac{s_w}{t} \cdot \sqrt{\frac{f_{yb}}{E}}$$

Dove $t = 0,75$ mm è lo spessore effettivo del profilo e $s_w = l_w$ per cui si ottengono i risultati riassunti dalla seguente tabella:

| Elemento | $l_{w,i}$ [mm] | Alpha [deg] | s_w [mm] | λ_w | t_i | f_{bv} [N/mm ²] | $V_{b,Rd,y,i}$ [N] | $V_{b,Rd,z,i}$ [N] |
|----------|----------------|-------------|------------|-------------|-------|-------------------------------|--------------------|--------------------|
| 1 | 11 | 214,96 | 11 | 0,21 | 0,75 | 203,00 | 1071,31 | 523,69 |
| 2 | 8 | 264,95 | 8 | 0,15 | 0,75 | 203,00 | 8,99 | 1151,01 |
| 3 | 9 | -5,05 | 9 | 0,17 | 0,75 | 203,00 | 1294,89 | 10,11 |
| 4 | 29 | 84,95 | 29 | 0,55 | 0,75 | 203,00 | 32,58 | 4172,42 |
| 5 | 67 | 161,96 | 67 | 1,26 | 0,75 | 133,14 | 5760,46 | 611,04 |
| 6 | 61 | 84,95 | 61 | 1,15 | 0,75 | 146,23 | 49,37 | 6322,14 |
| 7 | 67 | 7,95 | 67 | 1,26 | 0,75 | 133,14 | 6249,62 | 121,88 |
| 8 | 29 | 84,95 | 29 | 0,55 | 0,75 | 203,00 | 32,58 | 4172,42 |
| 9 | 35 | 157,4 | 35 | 0,66 | 0,75 | 203,00 | 4325,51 | 749,49 |
| 10 | 23 | 174,95 | 23 | 0,43 | 0,75 | 203,00 | 3309,16 | 25,84 |
| 11 | 2 | 84,95 | 2 | 0,04 | 0,75 | 203,00 | 2,25 | 287,75 |
| 12 | 7 | -5,05 | 7 | 0,13 | 0,75 | 203,00 | 1007,14 | 7,86 |
| 13 | 2 | 309,95 | 2 | 0,04 | 0,75 | 203,00 | 119,57 | 170,43 |
| TOT | | | | | | | 23263,43 | 18326,09 |

In sintesi:



14/11/2018

PERI S.r.l.
 ING. Meroni Roberto
 Legale Rappresentante

| Descrizione | yy | zz | Unità |
|-----------------------|-------------|-------------|-------|
| V _{Ed} | 224,13 | 19,79 | N |
| V _{c,Rd} | 23263,43 | 18326,09 | N |
| Verifica sfruttamento | 0,01 | 0,00 | OK |

4.17.2.6 Verifica a torsione per instabilità laterale

Conformemente al punto 6.2.4. della EN 1993-1-3 secondo il quale la verifica deve essere effettuata secondo il punto 6.3.2. della EN 1993-1-1, si ha:

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \bar{\lambda}_{LT}^2}} \leq 1,0$$

Dove:

$$\Phi_{LT} = 0,5 \cdot \left[1 + \alpha_{LT} (\bar{\lambda}_{LT} - 0,2) + \bar{\lambda}_{LT}^2 \right]; \quad \bar{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{W_y \cdot f_{yk}}{M_{cr}}}$$

$\alpha_{LT} = 0,34$ è il fattore di imperfezione che, secondo l'articolo 6.2.4. della EN 1993-1-3 è calcolato secondo la curva b ottenendolo dalla tabella seguente:

| Buckling curve | a | b | c | d |
|-----------------------------------|------|------|------|------|
| Imperfection factor α_{LT} | 0,21 | 0,34 | 0,49 | 0,76 |

Secondo il punto (4) dell'articolo 6.3.2.2 l'effetto instabilizzante può essere ignorato poiché:

$$\frac{M_{Ed}}{M_{cr}} \leq \bar{\lambda}_{LT,0}^2; \quad \bar{\lambda}_{LT,0} = 0,4 \text{ per profili laminati}$$

| Descrizione | yy | zz | Unità |
|---|--------------|--------------|-------|
| M _{Ed} | 29683,6 | 336192 | Nmm |
| M _{cr} | 3265128,53 | | Nmm |
| $\bar{\lambda}_{LT,0}^2$ | 0,16 | | |
| $\frac{M_{Ed}}{M_{cr}} \leq \bar{\lambda}_{LT,0}^2$ | 0,009 | 0,103 | OK |

4.17.2.7 Verifica a presso-flessione per instabilità

Conformemente al punto 6.2.5. della EN 1993-1-3 secondo il quale la verifica deve essere effettuata secondo il punto 6.3.3. della EN 1993-1-1, si ha:



14/11/2018

PERI S.r.l.
 ING. Meroni Roberto
 Legale Rappresentante

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_y N_{Rk}} + k_{yy} \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yz} \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}} \leq 1$$

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{Rk}} + k_{zy} \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zz} \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}} \leq 1$$

Dove N_{Ed} , $M_{y,Ed}$ e $M_{z,Ed}$ sono le azioni di progetto già note, $\Delta M_{y,Ed}$ e $\Delta M_{z,Ed}$ sono i momenti dovuti all'azione assiale ed allo spostamento dell'asse centroidale. I parametri geometrici effettivi di resistenza sono dati dalla seguente tabella, essendo il profilo considerato di classe 4:

Table 6.7: Values for $N_{Rk} = f_y A_i$, $M_{i,Rk} = f_y W_i$ and $\Delta M_{i,Ed}$

| Class | 1 | 2 | 3 | 4 |
|-------------------|------------|------------|------------|------------------|
| A_i | A | A | A | A_{eff} |
| W_v | $W_{pl,v}$ | $W_{pl,v}$ | $W_{el,v}$ | $W_{eff,v}$ |
| W_z | $W_{pl,z}$ | $W_{pl,z}$ | $W_{el,z}$ | $W_{eff,z}$ |
| $\Delta M_{y,Ed}$ | 0 | 0 | 0 | $e_{N,y} N_{Ed}$ |
| $\Delta M_{z,Ed}$ | 0 | 0 | 0 | $e_{N,z} N_{Ed}$ |

Essendo $N_{Ed} = 0$ si ha $\Delta M_{y,Ed} = 0$ e $\Delta M_{z,Ed} = 0$. Mentre i valori di χ_y , χ_z e χ_{LT} si ottengono con le formule seguenti utilizzando i parametri geometrici effettivi come indicato precedentemente:

$$N_{cr} = \pi^2 \frac{E \cdot I_y}{L_{cr}^2}; L_{cr} = L \cdot k; \lambda = \frac{L_{cr}}{i}; \bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_{yk}}{N_{cr}}}; \bar{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{W_y \cdot f_{yk}}{M_{cr}}}$$

$$\Phi = 0,5 \cdot \left[1 + \alpha(\bar{\lambda} - 0,2) + \bar{\lambda}^2 \right]; \Phi_{LT} = 0,5 \cdot \left[1 + \alpha_{LT}(\bar{\lambda}_{LT} - 0,2) + \bar{\lambda}_{LT}^2 \right]$$

$$\chi = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \bar{\lambda}^2}} \leq 1,0; \chi_{LT} = \frac{1}{\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \bar{\lambda}_{LT}^2}} \leq 1,0$$

Per il calcolo dei coefficienti di interazione k_{yy} , k_{yz} , k_{zy} e k_{zz} si utilizzara uno dei due metodi possibili 2 metodi:

- Metodo2 (Annex B) UNI EN 1993-1-1 e Circolare 2 febbraio 2009, n. 617, Tabelle C4.2.IV, C4.2.VI



14/11/2018

PERI S.r.l.
 ING. Meroni Roberto
 Legale Rappresentante

| | | |
|----------|--|---|
| k | Sezioni di classe 3 e 4 (proprietà delle sezioni calcolate in campo elastico) | Sezioni di classe 1 e 2 (proprietà delle sezioni calcolate in campo plastico) |
| k_{yy} | $\alpha_{my} \cdot \left(1 + 0,6 \cdot \bar{\lambda}_y \cdot \frac{N_{Ed} \cdot \gamma_{M1}}{Z_y \cdot A \cdot f_{yk}} \right) \leq \alpha_{my} \cdot \left(1 + 0,6 \cdot \frac{N_{Ed} \cdot \gamma_{M1}}{Z_y \cdot A \cdot f_{yk}} \right)$ | $\alpha_{my} \cdot \left(1 + (\bar{\lambda}_y - 0,2) \cdot \frac{N_{Ed} \cdot \gamma_{M1}}{Z_y \cdot A \cdot f_{yk}} \right) \leq \alpha_{my} \cdot \left(1 + 0,8 \cdot \frac{N_{Ed} \cdot \gamma_{M1}}{Z_y \cdot A \cdot f_{yk}} \right)$ |
| k_{zz} | k_{zz} | $0,6 \cdot k_{zz}$ |
| k_{zy} | $\left(1 - \frac{0,05 \cdot \bar{\lambda}_z}{(\alpha_{mLT} - 0,25)} \cdot \frac{N_{Ed} \cdot \gamma_{M1}}{Z_z \cdot A \cdot f_{yk}} \right) \geq \left(1 - \frac{0,05}{(\alpha_{mLT} - 0,25)} \cdot \frac{N_{Ed} \cdot \gamma_{M1}}{Z_z \cdot A \cdot f_{yk}} \right)$ | $\left(1 - \frac{0,1 \cdot \bar{\lambda}_z}{(\alpha_{mLT} - 0,25)} \cdot \frac{N_{Ed} \cdot \gamma_{M1}}{Z_z \cdot A \cdot f_{yk}} \right) \geq \left(1 - \frac{0,1}{(\alpha_{mLT} - 0,25)} \cdot \frac{N_{Ed} \cdot \gamma_{M1}}{Z_z \cdot A \cdot f_{yk}} \right)$ per $\bar{\lambda}_z \geq 0,4$ $k_{zy} = 0,6 + \bar{\lambda}_z \leq \left(1 - \frac{0,1 \cdot \bar{\lambda}_z}{(\alpha_{mLT} - 0,25)} \cdot \frac{N_{Ed} \cdot \gamma_{M1}}{Z_z \cdot A \cdot f_{yk}} \right)$ per $\bar{\lambda}_z < 0,4$ |
| k_{zz} | $\alpha_{mz} \cdot \left(1 + 0,6 \cdot \bar{\lambda}_z \cdot \frac{N_{Ed} \cdot \gamma_{M1}}{Z_z \cdot A \cdot f_{yk}} \right) \leq \alpha_{mz} \cdot \left(1 + 0,6 \cdot \frac{N_{Ed} \cdot \gamma_{M1}}{Z_z \cdot A \cdot f_{yk}} \right)$ | $\alpha_{mz} \cdot \left(1 + (2\bar{\lambda}_z - 0,6) \cdot \frac{N_{Ed} \cdot \gamma_{M1}}{Z_z \cdot A \cdot f_{yk}} \right) \leq \alpha_{mz} \cdot \left(1 + 1,4 \cdot \frac{N_{Ed} \cdot \gamma_{M1}}{Z_z \cdot A \cdot f_{yk}} \right)$ |

| Diagramma del momento | Intervallo | | Coefficienti $\alpha_{my}, \alpha_{mz}, \alpha_{mLT}$ | |
|----------------------------|--------------------------|-----------------------|---|-------------------------------------|
| | | | Carico uniforme | Carico concentrato |
| | $-1 \leq \psi \leq 1$ | | $0,6 + 0,4\psi \geq 0,4$ | |
| $\alpha_s = M_s / M_h$ | $0 \leq \alpha_s \leq 1$ | $-1 \leq \psi \leq 1$ | $0,2 + 0,8\alpha_s \geq 0,4$ | $0,2 + 0,8\alpha_s \geq 0,4$ |
| | $-1 \leq \alpha_s < 0$ | $0 \leq \psi \leq 1$ | $0,1 - 0,8\alpha_s \geq 0,4$ | $-0,8\alpha_s \geq 0,4$ |
| | | $-1 \leq \psi \leq 0$ | $0,1(1 - \psi) - 0,8\alpha_s \geq 0,4$ | $0,2(-\psi) - 0,8\alpha_s \geq 0,4$ |
| $\alpha_h = M_h / M_s$ | $0 \leq \alpha_h \leq 1$ | $-1 \leq \psi \leq 1$ | $0,95 + 0,05\alpha_h$ | $0,90 + 0,10\alpha_h$ |
| | $-1 \leq \alpha_h < 0$ | $0 \leq \psi \leq 1$ | $0,95 + 0,05\alpha_h$ | $0,90 + 0,10\alpha_h$ |
| | | $-1 \leq \psi \leq 0$ | $0,95 + 0,05\alpha_h(1 + 2\psi)$ | $0,90 + 0,10\alpha_h(1 + 2\psi)$ |

$$\chi_y = \chi_z = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \bar{\lambda}^2}} \leq 1,0$$

$$\Phi = 0,5 \cdot \left[1 + \alpha(\bar{\lambda} - 0,2) + \bar{\lambda}^2 \right]; \quad \bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_{yk}}{N_{cr}}}$$

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \bar{\lambda}_{LT}^2}} \leq 1,0; \quad \Phi_{LT} = 0,5 \cdot \left[1 + \alpha_{LT}(\bar{\lambda}_{LT} - 0,2) + \bar{\lambda}_{LT}^2 \right]$$



14/11/2018

PERI S.r.l.
ING. Meroni Roberto
Legale Rappresentante

$$\bar{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{W_y \cdot f_{yk}}{M_{cr}}}$$

| Parametri per la verifica a pressoflessione | | | | |
|--|---|-----------|-----------------|-------------|
| Metodo di interazione | Metodo 2 alternativo – NTC | | | |
| | yy | zz | | |
| Area della sezione A | 173,71 | | mm ² | |
| W _{pl} =W | 11506,00 | 4713,70 | mm ³ | |
| Azione di progetto a compressione N _{Ed} | 0 | | N | |
| Carico euleriano N _{cr} | 180822,01 | 35978,33 | N | |
| Momento flettente max di progetto M _{Ed} | 29683,63 | 336192,1 | Nmm | |
| Resistenza caratteristica a compressione N _{Rk} | 60798,50 | | N | |
| Resistenza caratteristica a flessione M _{Rk} | 2939405,0 | 1042475,0 | Nmm | |
| | 0 | 0 | | |
| Fattore di riduzione χ | 0,85 | 0,43 | | |
| Fattore di riduzione χ_{LT} | 0,77 | | | |
| Imperfezione α_{LT} | 0,34 | | | |
| α_m | 0,90 | 0,90 | | |
| $\alpha_{m,LT}$ | 0,90 | | | |
| Fattore di interazione k _{yy} | 0,90 | | | |
| Fattore di interazione k _{zy} | 1,00 | | | |
| Fattore di interazione k _{zz} | 0,90 | | | |
| Fattore di interazione k _{yz} | 0,90 | | | |
| Verifica di stabilità a presso-flessione | $\frac{N_{Ed}}{\chi_y N_{Rk}} + k_{yy} \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yz} \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}} \leq 1$ $\frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{Rk}} + k_{zy} \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \frac{M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zz} \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}} \leq 1$ | | | |
| | | | | OK |
| | 0,00 | 0,01 | 0,30 | 0,32 |
| | 0,00 | 0,01 | 0,30 | 0,32 |

L'elemento soddisfa le verifiche.

4.17.3 Verifica con dati sperimentali

Dal certificato del Politecnico di Milano n° 2016/2354 del 08/06/2017 (vedi elenco certificati alla pos. n. 12), su campo da 3 m, risulta un valore statistico di rottura pari a F_{rk} = 1987,9 N



14/11/2018

PERI S.r.l.
 ING. Meroni Roberto
 Legale Rappresentante

$$\frac{F_{RD}}{F_{ED}} = \frac{1987,9}{1,5 \times 1,05 \times 300} = 4,2 > 1,0$$

NB.: Quanto sopra esposto vale anche per le campate inferiori a 3 m, in quanto vengono usati elementi con le stesse caratteristiche geometriche e di resistenza.

4.18 VERIFICA DEL FERMAPIEDE IN LEGNO UPF PER CAMPI DA 2,75/3,0 m

Il legno è un abete rosso definito secondo EN 338 “Categoria 1” e “Classe C24” equiparata alla “Categoria S10” della DIN 4074

| Fermapiede UPF da 2750 mm e 3000 mm | | |
|--|---------------------|------------|
| Forma | Rettangolare | |
| Dimensioni | 150 x 35 mm | |
| Materiale | Legno massiccio C24 | |
| A [mm ²] | 5,2500e+03 | |
| A _y [mm ²], A _z [mm ²] | 4,3750e+03 | 4,3750e+03 |
| I _y [mm ⁴], I _z [mm ⁴] | 9,8438e+06 | 5,3594e+05 |
| i _y [mm], i _z [mm] | 43 | 10 |
| W _{el.y} [mm ³], W _{el.z} [mm ³] | 1,3125e+05 | 3,0625e+04 |
| W _{pl.y} [mm ³], W _{pl.z} [mm ³] | 1,5750e+05 | 3,6750e+04 |
| M _{pl.y.+} [Nmm], M _{pl.y.-} [Nmm] | 3,31e+06 | 3,31e+06 |
| M _{pl.z.+} [Nmm], M _{pl.z.-} [Nmm] | 7,72e+05 | 7,72e+05 |
| d _y [mm], d _z [mm] | 0 | 0 |
| I _t [mm ⁴], I _w [mm ⁶] | 1,8233e+06 | 7,8690e+08 |

Non avendo riscontri nelle NTC la verifica viene condotta per una azione Q = 300 N agente alla mezzeria del fermapiede, considerando mutatis/mutandi il punto “- Parapetti 4.2.3 a)” della Circolare M.L.P.S. n° 132/91 del 24/10/91 relativa alla verifica del corrente e considerando il punto 3.3.14 della medesima circolare.

4.18.1 Verifica allo stato limite di esercizio (SLE)

Per lo stato limite di esercizio si ottiene il carico di progetto ($\gamma_d = 1,0$) che consideriamo di durata istantanea:

$$F_{E,df} = F_{df} \cdot \gamma_d = 300N$$

Considerando che per le deformazioni iniziali dovute ad un carico istantaneo viene utilizzato il valore medio del modulo elastico (vedi punto 4.4.7 del D.M. 14 gennaio 2008 NTC2008):

$$E_d = E_{0,mean} = 11000N/mm^2$$

Sotto tale azione si ha (Appendice 7):

| Descrizione | yy | zz | Unità |
|------------------|---------|------|-------|
| f _{ist} | 28,7 | 0,00 | mm |
| L | 3000,00 | | mm |



14/11/2018

PERI S.r.l.
 ING. Meroni Roberto
 Legale Rappresentante

| | | |
|-----------------------|-------------|------|
| CLASSE DI SERVIZIO | 1,00 | |
| f_{max} | 35 | mm |
| f/f_{max} | 0,82 | 0,00 |
| Verifica sfruttamento | 0,82 | OK |

4.18.2 Verifica allo stato limite ultimo (SLU)

Per lo stato limite ultimo si ottiene il carico di progetto ($\gamma_d = 1,5$) si ha:

$$F_{E,df} = F_{df} \cdot \gamma_d = 450N$$

Sviluppando anche le verifiche si ottiene con i dati qui sotto riportati:

| Fattori parziali di sicurezza | |
|--|-----|
| γ_M fattore di sicurezza parziale | 1,5 |

(vedi tabella 4.4.III del punto 4.4.6 del D.M. 14 gennaio 2008 NTC2008)

Le caratteristiche del legno utilizzato sono le seguenti:

| Caratteristiche meccaniche | | |
|----------------------------|-----------|-------------------------|
| LEGNO | MASSICCIO | C24 |
| f_m,k | | 24 N/mm ² |
| $f_{t,0,k}$ | | 14,5 N/mm ² |
| $f_{t,90,k}$ | | 0,4 N/mm ² |
| $f_c,0,k$ | | 21 N/mm ² |
| $f_c,90,k$ | | 2,5 N/mm ² |
| f_v,k | | 4 N/mm ² |
| $E_0,mean$ | | 11000 N/mm ² |

La verifica viene eseguita nella sezione più rappresentativa che presenta le seguenti sollecitazioni di progetto (Appendice 7):

| Forze interne | Calcolato | Unità |
|---------------|-----------|-------|
| N_{Ed} | 0 | N |
| $V_{y,Ed}$ | 225 | N |
| $V_{z,Ed}$ | 0 | N |
| T_{Ed} | 0 | Nmm |
| $M_{y,Ed}$ | 0 | Nmm |
| $M_{z,Ed}$ | 337500 | Nmm |

4.18.2.1 Verifica del Momento Flettente M

Viene effettuata in conformità al punto 4.4.8.1.6 del D.M. 14 gennaio 2008 NTC2008 ed all'articolo 6.1.6 della EN 1995-1-1 (EC5):



14/11/2018

PERI S.r.l.
 ING. Meroni Roberto
 Legale Rappresentante

$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

$$k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

dove:

$$\sigma_{m,d} = \frac{M_{E,d}}{W}$$

è la tensione massima dovuta al momento di progetto. Mentre la resistenza a flessione di progetto è data, secondo il punto 4.4.6 del D.M. 14 gennaio 2008 NTC2008 e l'articolo 2.4.3 della UNI EN 1995-1-1 (EC5):

$$f_{m,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{m,k}}{\gamma_M}$$

$k_{mod} = 1,00$ per legno massiccio, classe di servizio 1, ed azione istantanea, è il coefficiente di correzione che tiene conto degli effetti della durata del carico ed è dato dalla tabella 4.4.IV del D.M. 14 gennaio 2008 NTC2008:

| Materiale | Riferimento | Classe di servizio | Classe di durata del carico | | | | |
|--|------------------------|--------------------|-----------------------------|-------|-------|-------|------------|
| | | | Permanente | Lunga | Media | Breve | Istantanea |
| Legno massiccio Legno lamellare incollato | EN 14081-1 EN 14080 | 1 | 0.60 | 0.70 | 0.80 | 0.90 | 1.00 |
| | | 2 | 0.60 | 0.70 | 0.80 | 0.90 | 1.00 |
| | | 3 | 0.50 | 0.55 | 0.65 | 0.70 | 0.90 |

In sintesi:

| Descrizione | yy | zz | Unità |
|--|-----------|-------|-------------------|
| $\sigma_{m,d}$ | 0,0 | 11,0 | N/mm ² |
| k_h | 1,30 | 1,00 | |
| k_m | 0,70 | | |
| W | 131250,00 | 30625 | mm ³ |
| f_m | 20,80 | 20,80 | N/mm ² |
| k_m | 0,70 | | |
| Verifica sfruttamento $\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1; k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$ | 0,37 | | OK |
| | 0,53 | | OK |

dove $k_m = 0,7$ per sezioni rettangolari e legno massiccio come indicato nel punto 4.4.8.1.6 del D.M. 14 gennaio 2008 NTC2008 ed al punto (2) dell'art. 6.1.6 della UNI EN 1995-1-1 (EC5).

4.18.2.2 Verifica sollecitazione di azioni da taglio

Viene effettuata in conformità al punto 4.4.8.1.9 del D.M. 14 gennaio 2008 NTC2008 ed all'articolo 6.1.7 della EN 1995-1-1 dove la verifica viene fatta in base a:



14/11/2018

PERI S.r.l.
ING. Meroni Roberto
Legale Rappresentante

$$\tau_d \leq f_{v,d}$$

dove:

- τ_d è la tensione di progetto a taglio, che, essendo la sezione rettangolare, è data da:

$$\tau_d \leq \frac{3}{2} \cdot \frac{V_{E,d}}{A}$$

- A è l'area che si ottiene moltiplicando la base effettiva b_{eff} x h, dove:

$$b_{eff} = k_{cr} \cdot b$$

$k_{cr} = 0,67$ per legno massiccio, è un coefficiente moltiplicativo che permette di ottenere il valore della larghezza efficace come indicato al punto (2) dell'art 6.1.7. della EN 1995-1-1 per la verifica della resistenza a taglio di elementi sottoposti a flessione. Mentre la resistenza a taglio di progetto è data, secondo il punto 4.4.6 del D.M. 14 gennaio 2008 NTC2008 e l'articolo 2.4.3 della UNI EN 1995-1-1 (EC5):

$$f_{v,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{v,k}}{\gamma_M}$$

$k_{mod} = 1,00$ come indicato nella verifica del momento.

In sintesi:

| Descrizione | yy | zz | Unità |
|---|------|-------------|-------------------|
| τ_d | 0,1 | 0,0 | N/mm ² |
| k_{cr} | 0,67 | | |
| $f_{v,d}$ | 2,67 | | N/mm ² |
| Verifica sfruttamento $\frac{\tau_d}{f_{v,d}} \leq 1$ | 0,04 | 0,00 | OK |

Non essendo soggetta ad azione assiale, la verifica di stabilità non viene effettuata.

4.18.3 Verifica con dati sperimentali

Dal certificato del Politecnico di Milano n° 2016/2354 del 08/06/2017 (vedi elenco certificati alla pos. n. 12), su campi da 3 m, risulta un valore statistico di rottura pari a $F_{rk} = 637.7$ N

$$\frac{F_{RD}}{F_{ED}} = \frac{637,7}{1,5 \times 300} = 1,4 > 1,0$$

NB.: Quanto sopra esposto vale anche per le campate da 2,75 m, in quanto vengono usati elementi con le stesse caratteristiche geometriche e di resistenza.

4.19 VERIFICA DEL FERMAPIEDE IN LEGNO UPF PER CAMPI $\leq 2,5$ m

Il legno è un abete rosso definito secondo EN 338 “Categoria 1” e “Classe C24” equiparata alla “Categoria S10” della DIN 4074



14/11/2018

PERI S.r.l.
ING. Meroni Roberto
Legale Rappresentante

| Fermapiede UPF ≤ 2500 mm | | |
|--|---------------------|------------|
| Forma | Rettangolare | |
| Dimensioni | 150 x 31 mm | |
| Materiale | Legno massiccio C24 | |
| A [mm ²] | 4,5000e+03 | |
| A _y [mm ²], A _z [mm ²] | 3,7500e+03 | |
| I _y [mm ⁴], I _z [mm ⁴] | 8,4375e+06 | 3,3750e+05 |
| i _y [mm], i _z [mm] | 43 | 9 |
| W _{el.y} [mm ³], W _{el.z} [mm ³] | 1,1250e+05 | 2,2500e+04 |
| W _{pl.y} [mm ³], W _{pl.z} [mm ³] | 1,3500e+05 | 2,7000e+04 |
| M _{pl.y.+} [Nmm], M _{pl.y.-} [Nmm] | 2,83e+06 | 2,83e+06 |
| M _{pl.z.+} [Nmm], M _{pl.z.-} [Nmm] | 5,67e+05 | 5,67e+05 |
| d _y [mm], d _z [mm] | 0 | 0 |
| I _t [mm ⁴], I _w [mm ⁶] | 1,1765e+06 | 5,2546e+08 |

Non avendo riscontri nelle NTC la verifica viene condotta per una azione Q = 300 N agente alla mezzeria del fermapiede, considerando mutatis/mutandi il punto “- Parapetti 4.2.3 a)” della Circolare M.L.P.S. n° 132/91 del 24/10/91 relativa alla verifica del corrente e considerando il punto 3.3.14 della medesima circolare.

4.19.1 Verifica allo stato limite di esercizio (SLE)

Per lo stato limite di esercizio si ottiene il carico di progetto (γ_d = 1,0) che consideriamo di durata istantanea:

$$F_{E,df} = F_{df} \cdot \gamma_d = 300N$$

Considerando che per le deformazioni iniziali dovute ad un carico istantaneo viene utilizzato il valore medio del modulo elastico (vedi punto 4.4.7 del D.M. 14 gennaio 2008 NTC2008):

$$E_d = E_{0,mean} = 11000N / mm^2$$

Sotto tale azione si ha (Appendice 7):

| Descrizione | yy | zz | Unità |
|-----------------------|---------|------|-------|
| f | 26,4 | 0,00 | mm |
| L | 2500,00 | | mm |
| CLASSE DI SERVIZIO | 1,00 | | |
| f _{max} | 35 | | mm |
| f/f _{max} | 0,75 | 0,00 | |
| Verifica sfruttamento | 0,75 | | OK |

4.19.2 Verifica allo stato limite ultimo (SLU)

Per lo stato limite ultimo si ottiene il carico di progetto (γ_d = 1,5) si ha:

$$F_{E,df} = F_{df} \cdot \gamma_d = 450N$$

Sviluppando anche le verifiche si ottiene con i dati qui sotto riportati:



14/11/2018

PERI S.r.l.
 ING. Meroni Roberto
 Legale Rappresentante

| Fattori parziali di sicurezza | |
|--|-----|
| γ_M fattore di sicurezza parziale | 1,5 |

(vedi tabella 4.4.III del punto 4.4.6 del D.M. 14 gennaio 2008 NTC2008)

Le caratteristiche del legno utilizzato sono le seguenti:

| Caratteristiche meccaniche | | |
|----------------------------|-----------|-------------------------|
| LEGNO | MASSICCIO | C24 |
| f_m, k | | 24 N/mm ² |
| $f_t, 0, k$ | | 14,5 N/mm ² |
| $f_t, 90, k$ | | 0,4 N/mm ² |
| $f_c, 0, k$ | | 21 N/mm ² |
| $f_c, 90, k$ | | 2,5 N/mm ² |
| f_v, k | | 4 N/mm ² |
| $E_{0, mean}$ | | 11000 N/mm ² |

La verifica viene eseguita nella sezione più rappresentativa che presenta le seguenti sollecitazioni di progetto (Appendice 7):

| Forze interne | Calcolato | Unità |
|---------------|-----------|-------|
| N_{Ed} | 0 | N |
| $V_{y, Ed}$ | 225 | N |
| $V_{z, Ed}$ | 0 | N |
| T_{Ed} | 0 | Nmm |
| $M_{y, Ed}$ | 0 | Nmm |
| $M_{z, Ed}$ | 281250 | Nmm |

4.19.2.1 Verifica del Momento Flettente M

Viene effettuata in conformità al punto 4.4.8.1.6 del D.M. 14 gennaio 2008 NTC2008 e tenendo conto dell'articolo 6.1.6 della EN 1995-1-1 (EC5):

$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1; \quad k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

dove:

$$\sigma_{m,d} = \frac{M_{E,d}}{W}$$

è la tensione massima dovuta al momento di progetto. Mentre la resistenza a flessione di progetto è data, secondo il punto 4.4.6 del D.M. 14 gennaio 2008 NTC2008 e l'articolo 2.4.3 della UNI EN 1995-1-1 (EC5):

$$f_{m,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{m,k}}{\gamma_M}$$



14/11/2018

PERI S.r.l.
ING. Meroni Roberto
Legale Rappresentante

$k_{mod} = 1,00$ per legno massiccio, classe di servizio 1, ed azione istantanea, è il coefficiente di correzione che tiene conto degli effetti della durata del carico ed è dato dalla tabella 4.4.IV del D.M. 14 gennaio 2008 NTC2008:

| Materiale | Riferimento | Classe di servizio | Classe di durata del carico | | | | |
|--|------------------------|--------------------|-----------------------------|-------|-------|-------|------------|
| | | | Permanente | Lunga | Media | Breve | Istantanea |
| Legno massiccio Legno lamellare incollato | EN 14081-1 EN 14080 | 1 | 0.60 | 0.70 | 0.80 | 0.90 | 1.00 |
| | | 2 | 0.60 | 0.70 | 0.80 | 0.90 | 1.00 |
| | | 3 | 0.50 | 0.55 | 0.65 | 0.70 | 0.90 |

In sintesi:

| Descrizione | yy | zz | Unità |
|-----------------------|-----------|-------|-------------------|
| $\sigma_{m,d}$ | 0,0 | 12,5 | N/mm ² |
| k_h | 1,30 | 1,00 | |
| k_m | 0,70 | | |
| W | 112500,00 | 22500 | mm ³ |
| f_m | 20,80 | 20,80 | N/mm ² |
| k_m | 0,70 | | |
| Verifica sfruttamento | 0,42 | | OK |
| | 0,60 | | OK |

dove $k_m = 0,7$ per sezioni rettangolari e legno massiccio come indicato nel punto 4.4.8.1.6 del D.M. 14 gennaio 2008 NTC2008 ed al punto (2) dell'art. 6.1.6 della UNI EN 1995-1-1 (EC5).

4.19.2.2 Verifica sollecitazione di azioni da taglio

Viene effettuata in conformità al punto 4.4.8.1.9 del D.M. 14 gennaio 2008 NTC2008 ed all'articolo 6.1.7 della EN 1995-1-1 dove la verifica viene fatta in base a:

$$\tau_d \leq f_{v,d}$$

dove:

τ_d è la tensione di progetto a taglio, che, essendo la sezione rettangolare, è data da:

$$\tau_d \leq \frac{3}{2} \cdot \frac{V_{E,d}}{A}$$

A è l'area che si ottiene moltiplicando la base effettiva b_{eff} x h, dove:

$$b_{eff} = k_{cr} \cdot b$$

$k_{cr} = 0,67$ per legno massiccio, è un coefficiente moltiplicativo che permette di ottenere il valore della larghezza efficace come indicato al punto (2) dell'art 6.1.7. della EN 1995-1-1 per la verifica della resistenza a taglio di elementi sottoposti a flessione. Mentre la resistenza a taglio di progetto è data, secondo il punto 4.4.6 del D.M. 14 gennaio 2008 NTC2008 e l'articolo 2.4.3 della UNI EN 1995-1-1 (EC5):



14/11/2018

PERI S.r.l.
ING. Meroni Roberto
Legale Rappresentante

$$f_{v,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{v,k}}{\gamma_M}$$

$k_{mod} = 1,00$ come indicato nella verifica del momento.

In sintesi:

| Descrizione | yy | zz | Unità |
|-----------------------|------|-------------|-------------------|
| τ_d | 0,1 | 0,0 | N/mm ² |
| k_{cr} | 0,67 | | |
| $f_{v,d}$ | 2,67 | | N/mm ² |
| Verifica sfruttamento | 0,04 | 0,00 | OK |

Non essendo soggetta ad azione assiale, la verifica di stabilità non viene effettuata.

4.19.3 Verifica con dati sperimentali

Dal certificato del Politecnico di Milano n° 2016/2354 del 08/06/2017 (vedi elenco certificati alla pos. n. 12), su campi da 3 m, risulta un valore statistico di rottura pari a $F_{rk} = 637.7$ N

$$\frac{F_{RD}}{F_{ED}} = \frac{637,7}{1,5 \times 300} = 1,4 > 1,0$$

NB.: Quanto sopra esposto vale anche per le campate $\leq 2,5$ m, in quanto vengono usati elementi con le stesse caratteristiche geometriche e di resistenza.

4.20 VERIFICA DELLA SPINA A VERME

| Sezione Spina a Verme | | |
|--|-------------|------------|
| Dimensioni | 9 | |
| Profilo | Tondo pieno | |
| Materiale | S 355 | |
| Costruzione | generica | |
| Curva di instabilità y, z | d | d |
| A [mm ²] | 6,3617e+01 | |
| A _y [mm ²], A _z [mm ²] | 5,7180e+01 | 5,7180e+01 |
| I _y [mm ⁴], I _z [mm ⁴] | 3,2206e+02 | 3,2206e+02 |
| i _y [mm], i _z [mm] | 2 | 2 |
| W _{el,y} [mm ³], W _{el,z} [mm ³] | 7,1569e+01 | 7,1569e+01 |
| W _{pl,y} [mm ³], W _{pl,z} [mm ³] | 1,2150e+02 | 1,2150e+02 |
| M _{pl,y,+} [Nmm], M _{pl,y,-} [Nmm] | 4,31e+04 | 4,31e+04 |
| M _{pl,z,+} [Nmm], M _{pl,z,-} [Nmm] | 4,31e+04 | 4,31e+04 |
| I _t [mm ⁴], I _w [mm ⁶] | 6,4501e+02 | 3,2419e-07 |

Viene considerata l'ipotesi di vento normale alla facciata su due campi di telai sovrapposti (forniti di impalcato intermedio) montati al di sopra del più elevato piano di ponteggio ancorato.

Il prospetto II A al paragrafo 4.7.2.3, riporta le massime azioni orizzontali:

- Piano 8° - $F''_{vn\ tot} = 1762$ N
- Piano 9° - $F''_{vn\ tot} = 1835$ N



14/11/2018

PERI S.r.l.
ING. Meroni Roberto
Legale Rappresentante

$$T = \frac{1835 \cdot 4000 + 1762 \cdot 2000}{1000} \cong 10864 \text{ N}$$

La forza che agisce sull'area della spina a verme è la metà in quanto agisce attraverso due piani di taglio. Per cui si ha:

$$F_{Ek} = \frac{10864}{2} = 5432 \text{ N}$$

4.20.1 Verifica allo stato limite ultimo (SLU)

Per la verifica allo stato limite ultimo, la spina a verme viene trattata come un perno e quindi vengono eseguite tutte le verifiche che sono indicate all'articolo 4.2.8.1.2 del D.M. 14 gennaio 2008 (NTC2008) e tenendo conto dell'articolo 3.13.2 della UNI EN 1993-1-8 (EC3).

La forza di progetto che agisce sarà incrementata tramite il coefficiente parziale $\gamma_s=1,5$ quindi:

$$F_{Ed} = F_{Ek} \cdot \gamma_s = 8148 \text{ N}$$

| Fattori parziali di sicurezza | |
|--|------|
| γ_{M0} per resistenza delle sezioni trasversali | 1,05 |
| γ_{M1} per resistenza all'instabilità | 1,05 |
| γ_{M2} per resistenza delle sezioni nette | 1,25 |
| γ_{M3} per resistenza a scorrimento (SLU) | 1,25 |
| γ_{M3} per resistenza a scorrimento (SLE) | 1,1 |
| $\gamma_{M6,ser}$ per resistenza delle connessioni SLE | 1 |
| γ_{M7} precarico di bulloni ad alta resistenza | 1,1 |

| Materiale Spina a verme | | |
|----------------------------------|-------------------|-----|
| Tensione di snervamento f_{yk} | 355 | MPa |
| Tensione di rottura f_{uk} | 510 | MPa |
| Costruzione | TRAFILATO A CALDO | |

| Materiale Tubo Montante | | |
|----------------------------------|------------------|-----|
| Tensione di snervamento f_{yk} | 275 | MPa |
| Tensione di rottura f_{uk} | 430 | MPa |
| Costruzione | FORMATO A FREDDO | |

4.20.1.1 Verifica resistenza al taglio della spina a verme

La resistenza al taglio del perno deve essere:

$$F_{v,Rd} \geq F_{v,Ed}$$

Dove:

$$F_{v,Rd} = 0,6 \cdot f_{uk} \cdot A / \gamma_{M2}$$

e A è la sezione della spina a verme.

In sintesi:

| Descrizione | | Unità |
|-------------|-------|-----------------|
| A | 63,62 | mm ² |



14/11/2018

PERI S.r.l.
 ING. Meroni Roberto
 Legale Rappresentante

| | | |
|-----------------------|----------|----|
| $F_{v,Rd}$ | 16184,23 | N |
| $F_{v,Ed}$ | 8148,00 | N |
| $F_{v,Rd} > F_{v,Ed}$ | | OK |

4.20.1.2 Verifica resistenza al rifollamento del tubo del montante/spinotto

La resistenza al rifollamento del tubo deve essere:

$$F_{b,Rd} \geq F_{v,Ed} \quad \text{dove: } F_{b,Rd} = 1,5 \cdot t \cdot d \cdot f_{yk} / \gamma_{M0}$$

t è lo spessore minore dei tubi in cui è inserita la spina a verme e f_{yk} è la tensione di snervamento del tubo, mentre d è il diametro della spina stessa. In sintesi:

| Descrizione | | Unità |
|-----------------------|----------|-------|
| t | 3,20 | mm |
| d | 9,00 | mm |
| $F_{b,Rd}$ | 11314,29 | N |
| $F_{v,Ed}$ | 8148,00 | N |
| $F_{b,Rd} > F_{v,Ed}$ | | OK |

4.20.1.3 Verifica resistenza a flessione della spina a verme

La resistenza a flessione del perno deve essere:

$$M_{Rd} \geq M_{Ed} \quad \text{dove: } M_{Rd} = 1,5 \cdot W_{el} \cdot f_{yk} / \gamma_{M0}$$

W_{el} è il modulo di resistenza elastico della spina a verme. Mentre il momento sollecitante di progetto è dato da:

$$M_{Ed} = F_{Ed} \cdot b$$

dove b è la distanza del punto di applicazione della forza dal filo esterno del tubo interno.

In sintesi:

| Descrizione | | Unità |
|-------------------|----------|-----------------|
| W_{el} | 71,57 | mm ³ |
| b | 3,55 | mm |
| M_{Rd} | 36295,91 | Nmm |
| M_{Ed} | 28925,40 | Nmm |
| $M_{Rd} > M_{Ed}$ | | OK |

4.20.2 Verifica allo stato limite di esercizio (SLE)

Per la verifica allo stato limite di esercizio si intende il fatto che il perno (la spina a verme nel nostro caso) possa essere sostituito senza che si sia deformato, anche qui le verifiche sono indicate all'articolo 4.2.8.1.2 del D.M. 14 gennaio 2008 (NTC2008) e all'articolo 3.13.2 della UNI EN 1993-1-8 (EC3).

In realtà si dimostra che la spina a verme non lavora in quanto nel cinematismo di rotazione dei montanti della stilata la parete interna del montante che si solleva va a premere sulla parete esterna



14/11/2018

PERI S.r.l.
ING. Meroni Roberto
Legale Rappresentante

dello spinotto, pertanto viene verificato che in esercizio lo spinotto non si deforma a tal punto da permettere il sollevamento del montante e quindi di fatto la spina a verme non viene sollecitata.

Quanto detto risulta coerente con il punto 5.7.4 della UNI EN 12811-1 che non richiede la spina a verme con spinotti superiori a 100 mm. Nel presente caso è di 160 mm.

Per dimostrare numericamente quello che si è detto, calcoliamo l'angolo massimo α_{max} che si potrebbe generare che è dovuto a varie componenti:

$$\alpha_{max} = \alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3$$

Dove:

- α_1 è l'angolo dovuto al gioco tra spinotto e tubo del montante che è dato da:

$$\alpha_1 = a \tan\left(\frac{(D_1 - 2 \cdot t_1) - D_2}{l}\right)$$

D_1 e t_1 è il diametro e lo spessore del tubo del montante, D_2 è il diametro del tubo dello spinotto ed l è la lunghezza della sovrapposizione tra il montante e lo spinotto.

- α_2 è l'angolo dovuto alle imperfezioni geometriche (CNR 10027):

$$\alpha_2 = 0,01 \text{ rad}$$

- α_3 è l'angolo dovuto alla flessione dello spinotto generato dalla forza che agisce sulla spina inclinata di un angolo ($\alpha_1 + \alpha_2$):

$$\alpha_3 = a \tan\left(\frac{f}{l}\right)$$

“f” è la freccia dovuta al momento generato dalla forza che agisce sulla spina che è data da:

$$f = \frac{M \cdot l}{2 \cdot E \cdot I}; M = N \cdot l \cdot (\alpha_1 + \alpha_2)$$

$N = T = 11052 \text{ N}$ come indicato in precedenza, è la lunghezza della sovrapposizione tra il montante e lo spinotto.

Lo spostamento s del foro sul montante dovuto all'angolo α_{max} è dato da:

$$s = D_1 \cdot \tan(\alpha_{max})$$

e deve essere minore dello spostamento libero della spina che è dato da:

$$s_0 = d_0 - d = 4 \text{ mm}$$

$d_0 = 13 \text{ mm}$ è il diametro del foro per la spina e $d = 9 \text{ mm}$ è il diametro della spina

In sostanza si ottiene:

| Descrizione | | Unità |
|-------------|-------------|-------|
| α_1 | 0,024374999 | deg |
| α_2 | 0,572957795 | deg |
| M | 1038307,755 | Nmm |
| f | 1,184983818 | mm |
| α_3 | 0,424333314 | deg |



14/11/2018

PERI S.r.l.
ING. Meroni Roberto
Legale Rappresentante

| | | |
|----------------|-------------|-----|
| α_{max} | 1,021666108 | deg |
| S | 0,861349722 | mm |
| S ₀ | 4 | mm |
| $s < s_0$ | | OK |

Quindi la spina non viene impegnata e quindi le verifiche allo stato limite di esercizio non sono necessarie.

4.20.3 Verifica con i dati sperimentali

Il rapporto tra il frattile $P_{5\%} = 38256,8$ N dei carichi di rottura registrato alle prove di cui al certificato del Politecnico di Milano n° 2018/1774 del 30/07/2018 (vedi elenco certificati alla pos. n. 6) ed il carico dovuto alle condizioni di servizio è

$$\frac{F_{RD}}{F_{ED}} = \frac{38256,8}{1,05 \times 1,5 \times 10864} = 2,24 > 1,0$$

4.21 VERIFICA DEL PARASASSI

| Sezione traverso Parasassi e tirante | | |
|--|-----------------------------|------------|
| Dimensioni | 48.3 X 3.2 mm | |
| Profilo | Tubo circolare | |
| Materiale | S 235 | |
| Costruzione | formato a freddo (EN 10219) | |
| Curva di instabilità y, z | c | c |
| A [mm ²] | 4,5300e+02 | |
| A _y [mm ²], A _z [mm ²] | 3,0483e+02 | 3,0483e+02 |
| I _y [mm ⁴], I _z [mm ⁴] | 1,1600e+05 | 1,1600e+05 |
| i _y [mm], i _z [mm] | 16,00 | 16,00 |
| W _{el,y} [mm ³], W _{el,z} [mm ³] | 4,8000e+03 | 4,8000e+03 |
| W _{pl,y} [mm ³], W _{pl,z} [mm ³] | 6,5088e+03 | 6,5088e+03 |
| M _{pl,y,+} [Nmm], M _{pl,y,-} [Nmm] | 1,53e+06 | 1,53e+06 |
| M _{pl,z,+} [Nmm], M _{pl,z,-} [Nmm] | 1,53e+06 | 1,53e+06 |
| I _t [mm ⁴], I _w [mm ⁶] | 2,2605e+05 | 6,3552e-06 |

4.21.1 Verifica allo stato limite di esercizio (SLE) del traverso

Nell'APPENDICE 2, si ricavano le azioni agenti nel traverso più sollecitato che danno le massime tensioni (che si riscontrano nel traverso B260 in Combinazione 21 per gli stati limite di esercizio SLE):

| Descrizione | yy | zz | Unità |
|-----------------------|--------|-------|-------|
| f | 1,50 | 2,40 | mm |
| L | 500,00 | | mm |
| (f / L) max | 1/100 | | |
| f / L | 1/333 | 1/208 | |
| Verifica sfruttamento | 0,48 | | OK |



14/11/2018

PERI S.r.l.
ING. Meroni Roberto
Legale Rappresentante

L'elemento soddisfa la verifica.

4.21.2 Verifica allo stato limite ultimo (SLU) del traverso

La verifica viene eseguita tenendo conto del punto 4.2.1.1 del D.M. 14 gennaio 2008 (NTC2008)

| Fattori parziali di sicurezza | |
|--|------|
| γ_{M0} per resistenza delle sezioni trasversali | 1,05 |
| γ_{M1} per resistenza all'instabilità | 1,05 |
| γ_{M2} per resistenza delle sezioni nette | 1,25 |

| Materiale | | |
|----------------------------------|------------------|-----|
| Tensione di snervamento f_{yk} | 235 | MPa |
| Tensione di rottura f_{uk} | 360 | MPa |
| Costruzione | FORMATO A FREDDO | |

4.21.2.1 Classificazione delle sezioni

Viene effettuata in conformità all'articolo 4.2.3.1 del D.M. 14 gennaio 2008 (NTC2008). La classificazione delle sezioni cave viene effettuata in conformità alla tabella 4.2.III del D.M. 14 gennaio 2008 (NTC2008)

| | |
|--|-------|
| Rapporto massimo in larghezza / spessore | 15,09 |
| Limite Classe1 | 50,00 |
| Limite Classe2 | 70,00 |
| Limite Classe3 | 90,00 |

=> Quindi la sezione è classificata come classe 1 per la verifica della sezione trasversale

Nell'APPENDICE 2, si ricavano le azioni agenti nel traverso più sollecitato che danno le massime tensioni (che si riscontrano nel traverso B249 in COMBINAZIONE 9 per gli stati limite ultimi SLU). La verifica viene eseguita nella sezione più rappresentativa ($x=0$ mm) che presenta le seguenti sollecitazioni di progetto:

| Forze interne | Calcolato | Unità |
|----------------|------------|-------|
| N_{Ed} | -4656,76 | N |
| $V_{y,Ed}$ | 36,58 | N |
| $V_{z,Ed}$ | 3655,24 | N |
| T_{Ed} | -69439,24 | Nmm |
| $M_{y,Ed}$ (*) | -289990,26 | Nmm |
| $M_{z,Ed}$ | 17763,01 | Nmm |

(*) la verifica per instabilità viene eseguita prendendo i valori massimi che si trovano a $x=750$ mm
 $M_{y,Ed} = 958170,53$ Nmm

4.21.2.2 Verifica compressione

Viene effettuata in conformità all'articolo 4.2.4.1.2 del D.M. 14 gennaio 2008 (NTC2008)

$$\frac{N_{Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1; \quad \text{dove:} \quad N_{c,Rd} = A \cdot f_{yk} / \gamma_{M0}$$

In sintesi:



14/11/2018

PERI S.r.l.
 ING. Meroni Roberto
 Legale Rappresentante

| Descrizione | | Unità |
|--|-------------|-----------------|
| A | 453,00 | mm ² |
| N _{c,Rd} | 101385,71 | N |
| Verifica sfruttamento $\frac{N_{Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1$ | 0,05 | OK |

4.21.2.3 Verifica del Momento Flettente M

Viene effettuata in conformità all'articolo 4.2.4.1.2 del D.M. 14 gennaio 2008 (NTC2008)

$$\frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1 \quad \text{dove:} \quad M_{c,Rd} = M_{pl,Rd} = \frac{W_{pl} \cdot f_{yk}}{\gamma_{M0}}$$

In sintesi:

| Descrizione | yy | zz | Unità |
|--|-------------|-------------|-----------------|
| W _{pl} | 6508,80 | 6508,80 | mm ³ |
| M _{pl,Rd} | 1456738,14 | 1456738,14 | Nmm |
| Verifica sfruttamento $\frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$ | 0,20 | 0,01 | OK |

4.21.2.4 Verifica sollecitazione di azioni da taglio

Viene effettuata in conformità all'articolo 4.2.4.1.2 del D.M. 14 gennaio 2008 (NTC2008) e tenendo conto dell'articolo 6.2.5 della EN 1993-1-1

$$\frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1; \quad \text{dove:} \quad V_{c,Rd} = \frac{A_v \cdot f_{yk}}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}}; \quad A_v = \frac{2 \cdot A}{\pi}; \quad A = 453 \text{ mm}^2$$

In sintesi:

| Descrizione | yy | zz | Unità |
|--|-------------|-------------|-------|
| V _{Ed} | 36,58 | 3655,24 | N |
| V _{pl,Rd} | 37264,58 | 37264,58 | N |
| Verifica sfruttamento $\frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$ | 0,00 | 0,10 | OK |

4.21.2.5 Verifica sollecitazione di azioni da torsione

La verifica viene effettuata in conformità all'articolo 4.2.4.1.2 del D.M. 14 gennaio 2008 (NTC2008) formula 4.2.27:

$$\frac{\tau_{Ed}}{\tau_{Rd}} \leq 1;$$



14/11/2018

PERI S.r.l.
ING. Meroni Roberto
Legale Rappresentante

$$\tau_{Rd} = \frac{f_{yk}}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}}$$

La tensione tangenziale elastica di St. Venant viene calcolata secondo la formula: $\tau_{Ed} = \frac{T_{Ed} \cdot R}{I_t}$

| Descrizione | | Unità |
|-----------------------|-------------|--------------------|
| $\tau_{t,Ed}$ | 6,8 | N /mm ² |
| τ_{Rd} | 129,2 | N /mm ² |
| Verifica sfruttamento | 0,05 | OK |

Poiché il valore dell'azione torsionale è basso ed il profilo in questione è un tubo circolare cavo quindi chiuso, la verifica viene trascurata.

4.21.2.6 Verifica Taglio e Torsione combinate per V e $\tau_{t,Rd}$

Viene effettuata in conformità dell'articolo 4.2.4.1.2 del D.M. 14 gennaio 2008 (NTC2008) formula (4.2.26):

$$\frac{V_{Ed}}{V_{T,Rd}} \leq 1$$

$$V_{T,Rd} = \left[1 - \frac{\tau_{t,Ed} \cdot \sqrt{3}}{f_0 / \gamma_{M1}} \right] \cdot V_{Rd}$$

Dove V_{Rd} è stato calcolato precedentemente, mentre $\tau_{t,Ed}$ è la tensione dovuta alla Torsione calcolata con St. Venant.

In sintesi:

| Descrizione | yy | zz | Unità |
|--|-------------|-------------|-------|
| V_{Ed} | 36,58 | 3655,24 | N |
| $V_{pl,T,Rd}$ | 35305,92 | 35305,92 | N |
| Verifica sfruttamento $\frac{V_{Ed}}{V_{T,Rd}} \leq 1$ | 0,00 | 0,10 | OK |

4.21.2.7 Verifica sollecitazione combinata di azioni da taglio, carico assiale e pressoflessione

Tenendo conto dell'articolo 6.2.9.1 e relativa correzione della EN 1993-1-1:2014 per le sezioni di classe 1 e 2 e riguardante i profili circolari cavi (a tal proposito non c'è un riferimento specifico nell'articolo 4.2.4.1.2 del D.M. 14 gennaio 2008) si ha:



14/11/2018

PERI S.r.l.
 ING. Meroni Roberto
 Legale Rappresentante

$$\frac{M_{Ed,Ris}}{M_{N,Rd}} \leq 1$$

dove:

$$n = \frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}}$$

$$M_{ris} = \sqrt{M_{y,Ed}^2 + M_{z,Ed}^2}$$

$$V_{ris} = \sqrt{V_{y,Ed}^2 + V_{z,Ed}^2}$$

$$M_{N,Rd} = M_{pl,Rd} \cdot (1 - n^{1,7})$$

In sintesi:

| Descrizione | | Unità |
|--|------------|-------|
| M,risultante | 290533,78 | Nmm |
| V,risultante | 3655,42 | N |
| M _{N,Rd} | 1448994,17 | Nmm |
| Verifica sfruttamento $\frac{M_{Ed}}{M_{N,Rd}} \leq 1$ | 0,20 | OK |

Il Taglio è inferiore al 50% della resistenza plastica al taglio per cui il suo effetto viene trascurato. L'elemento soddisfa le verifiche.

4.21.2.8 Verifica a presso-flessione per instabilità (Metodo B)

In conformità dell'articolo C4.2.4.1.3.3.2 (Metodo B) della Circolare 2 febbraio 2009, n. 617 e tenendo conto del punto 6.3.3. della EN 1993-1-1 si ha:

$$\frac{N_{Ed} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yk}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_{LT} \cdot W_y \cdot f_{yk}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{z,Ed} \cdot \gamma_{M1}}{W_z \cdot f_{yk}} \leq 1$$

$$\frac{N_{Ed} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yk}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{y,Ed} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_{LT} \cdot W_y \cdot f_{yk}} + k_{zz} \cdot \frac{M_{z,Ed} \cdot \gamma_{M1}}{W_z \cdot f_{yk}} \leq 1$$

Per il calcolo dei coefficienti di interazione k_{yy} , k_{yz} , k_{zy} e k_{zz} si utilizza il metodo B Circolare 2 febbraio 2009, n. 617, Tabelle C4.2.IV, C4.2.VI.



14/11/2018

PERI S.r.l.
ING. Meroni Roberto
Legale Rappresentante

| k | Tipi di sezione | Sezioni di classe 3 e 4 (proprietà delle sezioni calcolate in campo elastico) | Sezioni di classe 1 e 2 (proprietà delle sezioni calcolate in campo plastico) |
|----------|-----------------------|--|---|
| k_{yy} | I. H. Sezioni cave | $\alpha_{my} \cdot \left(1 + 0,6 \cdot \bar{\lambda}_y \cdot \frac{N_{Ed} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yk}} \right) \leq \alpha_{my} \cdot \left(1 + 0,6 \cdot \frac{N_{Ed} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yk}} \right)$ | $\alpha_{my} \cdot \left(1 + (\bar{\lambda}_y - 0,2) \cdot \frac{N_{Ed} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yk}} \right) \leq \alpha_{my} \cdot \left(1 + 0,8 \cdot \frac{N_{Ed} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yk}} \right)$ |
| k_{yz} | I. H. Sezioni cave | k_{zz} | $0,6 \cdot k_{zz}$ |
| k_{zy} | I. H. Sezioni cave | $0,8 \cdot k_{yy}$ | $0,6 \cdot k_{yy}$ |
| k_{zz} | I. H. | $\alpha_{mz} \cdot \left(1 + 0,6 \cdot \bar{\lambda}_y \cdot \frac{N_{Ed} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yk}} \right) \leq \alpha_{mz} \cdot \left(1 + 0,6 \cdot \frac{N_{Ed} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yk}} \right)$ | $\alpha_{mz} \cdot \left(1 + (2\bar{\lambda}_y - 0,6) \cdot \frac{N_{Ed} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yk}} \right) \leq \alpha_{mz} \cdot \left(1 + 1,4 \cdot \frac{N_{Ed} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yk}} \right)$ |
| | Sezioni cave | | $\alpha_{mz} \cdot \left(1 + (\bar{\lambda}_y - 0,2) \cdot \frac{N_{Ed} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yk}} \right) \leq \alpha_{mz} \cdot \left(1 + 0,8 \cdot \frac{N_{Ed} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yk}} \right)$ |

Per pressoflessione retta, $M_{y,Ed} \neq 0$, $k_{zy} = 0$ ($M_{z,Ed} = 0$).

| Diagramma del momento | Intervallo | | Coefficienti α_{my} , α_{mz} , α_{mLT} | |
|-----------------------|--------------------------|-----------------------|---|-------------------------------------|
| | | | Carico uniforme | Carico concentrato |
| | $-1 \leq \psi \leq 1$ | | $0,6 + 0,4\psi \geq 0,4$ | |
| | $0 \leq \alpha_s \leq 1$ | $-1 \leq \psi \leq 1$ | $0,2 + 0,8\alpha_s \geq 0,4$ | $0,2 + 0,8\alpha_s \geq 0,4$ |
| | $-1 \leq \alpha_s < 0$ | $0 \leq \psi \leq 1$ | $0,1 - 0,8\alpha_s \geq 0,4$ | $-0,8\alpha_s \geq 0,4$ |
| | | $-1 \leq \psi \leq 0$ | $0,1(1 - \psi) - 0,8\alpha_s \geq 0,4$ | $0,2(-\psi) - 0,8\alpha_s \geq 0,4$ |
| | $0 \leq \alpha_h \leq 1$ | $-1 \leq \psi \leq 1$ | $0,95 + 0,05\alpha_h$ | $0,90 + 0,10\alpha_h$ |
| | $-1 \leq \alpha_h < 0$ | $0 \leq \psi \leq 1$ | $0,95 + 0,05\alpha_h$ | $0,90 + 0,10\alpha_h$ |
| | | $-1 \leq \psi \leq 0$ | $0,95 + 0,05\alpha_h(1 + 2\psi)$ | $0,90 + 0,10\alpha_h(1 + 2\psi)$ |

$$\chi_y = \chi_z = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \bar{\lambda}^2}} \leq 1,0 ; \quad \Phi = 0,5 \cdot \left[1 + \alpha(\bar{\lambda} - 0,2) + \bar{\lambda}^2 \right] ; \quad \bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_{yk}}{N_{cr}}}$$

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \bar{\lambda}_{LT}^2}} \leq 1,0 ; \quad \Phi_{LT} = 0,5 \cdot \left[1 + \alpha_{LT}(\bar{\lambda}_{LT} - 0,2) + \bar{\lambda}_{LT}^2 \right] ; \quad \bar{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{W_y \cdot f_{yk}}{M_{cr}}}$$

In sintesi:

| Parametri per la verifica a pressoflessione | | |
|---|----------|----|
| Metodo di interazione | Metodo B | |
| | yy | zz |



14/11/2018

PERI S.r.l.
ING. Meroni Roberto
Legale Rappresentante

| | | | | |
|---|------------|------------|-----------------|-------------|
| Area della sezione A | 453,00 | | mm ² | |
| W _{pl} =W | 6508,80 | 6508,80 | mm ³ | |
| Azione di progetto a compressione N _{Ed} | 4656,76 | | N | |
| Carico euleriano N _{cr} | 106855,80 | 106855,80 | N | |
| Momento flettente max di progetto M _{Ed} | 958170,53 | 17763,01 | Nmm | |
| Resistenza caratteristica a compressione N _{Rk} | 106455,00 | | N | |
| Resistenza caratteristica a flessione M _{Rk} | 1529575,05 | 1529575,05 | Nmm | |
| Fattore di riduzione χ | 0,54 | 0,54 | | |
| Fattore di riduzione χ_{LT} | 1,00 | | | |
| Fattore di interazione k _{yy} | 0,96 | | | |
| Fattore di interazione k _{yz} | 0,63 | | | |
| Fattore di interazione k _{zy} | 0,58 | | | |
| Fattore di interazione k _{zz} | 1,05 | | | |
| Verifica di stabilità a presso-flessione | | | OK | |
| $\frac{N_{Ed} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yk}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_{LT} \cdot W_y \cdot f_{yk}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{z,Ed} \cdot \gamma_{M1}}{W_z \cdot f_{yk}} \leq 1$ | | | | |
| $\frac{N_{Ed} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yk}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{y,Ed} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_{LT} \cdot W_y \cdot f_{yk}} + k_{zz} \cdot \frac{M_{z,Ed} \cdot \gamma_{M1}}{W_z \cdot f_{yk}} \leq 1$ | | | | |
| | 0,08 | 0,63 | 0,01 | 0,72 |
| | 0,08 | 0,38 | 0,01 | 0,48 |

L'elemento soddisfa le verifiche.



14/11/2018

PERI S.r.l.
 ING. Meroni Roberto
 Legale Rappresentante

4.21.3 Verifica allo stato limite di esercizio (SLE) del tirante

Dall'Appendice 2 si ottiene che l'elemento che subisce la freccia maggiore è nell'elemento Biella3 sotto la combinazione 21 (SLE). La freccia che si ottiene è la seguente:

| Descrizione | yy | zz | Unità |
|-----------------------|-------------|--------|-------|
| f | -0,483 | -0,517 | mm |
| L | 1500,00 | | mm |
| (f / L) max | 1/100 | | |
| f / L | 1/3143 | 1/2935 | |
| Verifica sfruttamento | 0,03 | | OK |

L'elemento soddisfa la verifica.

4.21.4 Verifica allo stato limite ultimo (SLU) del tirante

La verifica viene eseguita tenendo conto del punto 4.2.1.1 del D.M. 14 gennaio 2008 (NTC2008)

| Fattori parziali di sicurezza | |
|--|------|
| γ_{M0} per resistenza delle sezioni trasversali | 1,05 |
| γ_{M1} per resistenza all'instabilità | 1,05 |
| γ_{M2} per resistenza delle sezioni nette | 1,25 |

| Materiale | | |
|----------------------------------|------------------|-----|
| Tensione di snervamento f_{yk} | 235 | MPa |
| Tensione di rottura f_{uk} | 360 | MPa |
| Costruzione | FORMATO A FREDDO | |

4.21.4.1 Classificazione delle sezioni

Viene effettuata in conformità all'articolo 4.2.3.1 del D.M. 14 gennaio 2008 (NTC2008). La classificazione delle sezioni cave viene effettuata in conformità alla tabella 4.2.III del D.M. 14 gennaio 2008 (NTC2008)

| | |
|--|-------|
| Rapporto massimo in larghezza / spessore | 15,09 |
| Limite Classe1 | 50,00 |
| Limite Classe2 | 70,00 |
| Limite Classe3 | 90,00 |

=> Quindi la sezione è classificata come classe 1 per la verifica della sezione trasversale

Nell'APPENDICE 2, si ricavano le azioni agenti nel traverso più sollecitato che danno le massime tensioni (che si riscontrano nel traverso Biella 4 in combinazione 3 per gli stati limite ultimi SLU).



14/11/2018

PERI S.r.l.
 ING. Meroni Roberto
 Legale Rappresentante

La verifica viene eseguita nella sezione più rappresentativa (x=1517 mm) che presenta le seguenti sollecitazioni di progetto:

| Forze interne | Calcolato | Unità |
|---------------|-----------|-------|
| N_{Ed} | 6850,46 | N |
| $V_{y,Ed}$ | 29,99 | N |
| $V_{z,Ed}$ | 105,15 | N |
| T_{Ed} | 16241,44 | Nmm |
| $M_{y,Ed}$ | 123160,79 | Nmm |
| $M_{z,Ed}$ | 78210,45 | Nmm |

4.21.4.2 Verifica a trazione

Viene effettuata in conformità all'articolo 4.2.4.1.2 del D.M. 14 gennaio 2008 (NTC2008)

$$\frac{N_{Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1 \quad \text{dove: } N_{pl,Rd} = A \cdot f_{yk} / \gamma_{M0}$$

$$N_{u,Rd} = \frac{0,9 \times A_{net} \times f_{tk}}{\gamma_{M2}}$$

$$N_{t,Rd} = \text{Min}\{N_{pl,Rd}; N_{u,Rd}\}$$

In sintesi:

| Descrizione | | Unità |
|--|-------------|-----------------|
| A | 453,00 | mm ² |
| $N_{pl,Rd}$ | 101385,71 | N |
| $N_{u,Rd}$ | 117417,60 | |
| $N_{t,Rd}$ | 101385,71 | |
| Verifica sfruttamento $\frac{N_{Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1$ | 0,07 | OK |

4.21.4.3 Verifica del Momento Flettente M

Viene effettuata in conformità all'articolo 4.2.4.1.2 del D.M. 14 gennaio 2008 (NTC2008)

$$\frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1 \quad \text{dove: } M_{c,Rd} = M_{pl,Rd} = \frac{W_{pl} \cdot f_{yk}}{\gamma_{M0}}$$

In sintesi:

| Descrizione | yy | zz | Unità |
|--|-------------|-------------|-----------------|
| W_{pl} | 6508,80 | 6508,80 | mm ³ |
| $M_{pl,Rd}$ | 1456738,14 | 1456738,14 | Nmm |
| Verifica sfruttamento $\frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$ | 0,08 | 0,05 | OK |



14/11/2018

PERI S.r.l.
 ING. Meroni Roberto
 Legale Rappresentante

4.21.4.4 Verifica sollecitazione di azioni da taglio

Viene effettuata in conformità all’articolo 4.2.4.1.2 del D.M. 14 gennaio 2008 (NTC2008). Poiché il valore dell’azione di taglio è basso ed il profilo in questione è un tubo circolare cavo quindi chiuso, la verifica viene trascurata.

4.21.4.5 Verifica sollecitazione di azioni da torsione

Viene effettuata in conformità dell’articolo 4.2.4.1.2 del D.M. 14 gennaio 2008 (NTC2008)

$$\frac{T_{Ed}}{T_{Rd}} \leq 1$$

Poiché il valore dell’azione torsionale è basso ed il profilo in questione è un tubo circolare cavo quindi chiuso, la verifica viene trascurata.

4.21.4.6 Verifica sollecitazione combinata di azioni da taglio, carico assiale e pressoflessione

Tenendo conto dell’articolo 6.2.9.1 e relativa correzione della EN 1993-1-1:2014 per le sezioni di classe 1 e 2 e riguardante i profili circolari cavi (a tal proposito non c’è un riferimento specifico nell’articolo 4.2.4.1.2 del D.M. 14 gennaio 2008) si ha:

$$\frac{M_{Ed,Ris}}{M_{N,Rd}} \leq 1$$

dove:

$$n = \frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}}$$

$$M_{ris} = \sqrt{M_{y,Ed}^2 + M_{z,Ed}^2}$$

$$V_{ris} = \sqrt{V_{y,Ed}^2 + V_{z,Ed}^2}$$

$$M_{N,Rd} = M_{pl,Rd} \cdot (1 - n^{1,7})$$

In sintesi:

| Descrizione | | Unità |
|--|------------|-------|
| M,risultante | 145895,35 | Nmm |
| V,risultante | 109,34 | N |
| M _{N,Rd} | 1441812,11 | Nmm |
| Verifica sfruttamento $\frac{M_{Ed}}{M_{N,Rd}} \leq 1$ | 0,10 | OK |



14/11/2018

PERI S.r.l.
 ING. Meroni Roberto
 Legale Rappresentante

Il Taglio è inferiore al 50% della resistenza plastica al taglio per cui il suo effetto viene trascurato. L'elemento soddisfa le verifiche.

4.21.4.7 Verifica sollecitazione combinata di azioni assiale e flessione

Viene effettuata in conformità all'articolo 4.2.4.1.2 del D.M. 14 gennaio 2008 (NTC2008) e tenendo conto dell'articolo 6.3 e 6.2.9.1 della EN 1993-1-1.

$$\left(\frac{M_{y,Ed}}{M_{N,y,Rd}} \right) + \left(\frac{M_{z,Ed}}{M_{N,z,Rd}} \right) - \frac{N_{Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1$$

dove:

$$M_{N,Rd} = M_{pl,Rd} \cdot (1 - n^{1,7})$$

$$n = \frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} = 0,07 < 0,2$$

In sintesi:

| Descrizione | yy | zz | | Unità |
|--|------------|------------|-----------|-------------|
| M _{Ed} | 123160,79 | 78210,45 | | Nmm |
| N _{Ed} | | | 6850,46 | N |
| N _{t,Rd} | | | 101385,71 | |
| M _{pl,Rd} | 1456738,14 | 1456738,14 | | Nmm |
| M _{N,Rd} | 1441812,11 | 1441812,11 | | Nmm |
| Verifica sfruttamento | | | | OK |
| $\left(\frac{M_{y,Ed}}{M_{N,y,Rd}} \right) + \left(\frac{M_{z,Ed}}{M_{N,z,Rd}} \right) - \frac{N_{Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1$ | 0,08 | 0,05 | 0,07 | 0,07 |

Note: La sezione non è soggetta ad instabilità in quanto non è soggetta ad alcun sforzo di compressione.

L'elemento soddisfa le verifiche.

4.21.4.8 Verifica dei giunti di sostegno del traverso e del tirante

Per modellare i collegamenti dei tubi $\phi 48,3 \times 3,2$ con giunti ortogonali si sono considerate le caratteristiche minime che i giunti devono avere e che sono riportate nel Cap. 2 (vedi anche Appendice C della UNI EN 12811-1).



14/11/2018

PERI S.r.l.
 ING. Meroni Roberto
 Legale Rappresentante

prospetto C.2 Valori di progettazione $c_{\varphi 1}$ e $c_{\varphi 2}$ delle rigidità cruciformi per giunti ortogonali di classe B fissati a tubi di acciaio

| | $c_{\varphi 1}$ [kNm/rad] | M_{B1} [kNm] | $c_{\varphi 2}$ [kNm/rad] | M_{B2} [kNm] |
|--|------------------------------|-------------------|------------------------------|-------------------|
| | 15,0 | 0,48 | 6,0 | 0,8 |

Per i simboli, vedere figura C.1.

prospetto C.3 Valori di progettazione c_{ϑ} della rigidità rotazionale per giunti ortogonali di classe B

| c_{ϑ} [kNm/rad] | M_{T1} [kNm] |
|------------------------------|-------------------|
| 7,5 | 0,13 |

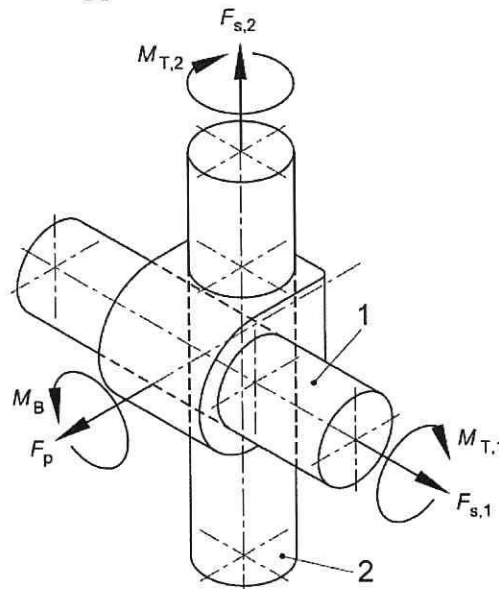
Per i simboli, vedere figura C.2.

Si considera la UNI EN 12810-1 punto 10.3.3.5 e l'Appendice C della UNI EN 12811-1

figura C.3 Carichi su un giunto ortogonale

Legenda

- 1 Tubo 1
- 2 Tubo 2
- s Forza di scorrimento
- p Forza di separazione
- B Momento flettente cruciforme
- T Momento rotazionale



$$\frac{F_{s1} + F_{s2}}{2 \cdot F_{s,d}} + \frac{F_p}{F_{p,d}} + \frac{M_B}{2 \cdot M_{B,d}} \leq 1$$

| $N_{xd} = F_{s1}$ | $V_{zd} = F_{s2,d}$ | M_z |
|-------------------|---------------------|--------|
| [N] | [N] | [Nmm] |
| 15000 | 30000 | 800000 |



14/11/2018

PERI S.r.l.
ING. Meroni Roberto
Legale Rappresentante

Il nodo piu' sollecitato risulta quello del traverso B175 nella combinazione 12 (vedi Appendice 2 punto 1.4)

| $N_x = F_{s1}$ | $V_y = F_{s2}$ | $V_p = V_z$ | $M_y = M_B$ |
|----------------|----------------|-------------|-------------|
| [N] | [N] | [N] | [Nmm] |
| -10131,74 | 2,17 | 1928,26 | -167821,9 |

| B175 | COMB. 12 | $0,33766+0,064275+0,10489=0,5068$

Verifica di sfruttamento = 0,51.

La verifica è soddisfatta

4.21.5 Verifica delle tavole in legno del parasassi

Il legno è un abete bianco definito secondo EN 338 "Classe C18"

- Asse a sezione rettangolare b/h 200/50 mm
- Area della sezione A 10000 mm²
- Modulo di resistenza W 83333 mm³

Le verifiche vengono condotte sulle tavole del parasassi di facciata dello schema normale da 3 m. La pressione del vento che agisce orizzontalmente sulle tavole è data da:

$$f_{vn}'' = 2141 \text{ N/m (Prospetto II A, vento, vedi 4.7.2.3)}$$

Mentre la pressione dovuta alla neve che agisce sul traverso del parasassi è data da:

$$q_{pn} = 2544 \text{ N/m (Prospetto III A, neve, vedi 4.7.3)}$$

essendo carichi che agiscono sulla proiezione, mentre le nostre tavole sono inclinate trasversalmente come il parasassi di un angolo pari a $\alpha = 41,41^\circ$, calcoliamo i carichi distribuito che agiscono sulle tavole perpendicolarmente quindi si ha.

$$f_{vn}''_{\perp} = f_{vn}'' \times \sin \alpha = 1416,15 \text{ N/m}^2$$

$$q_{pn\perp} = q_{pn} \times \cos \alpha = 1907,99 \text{ N/m}^2$$

I due carichi variabili non agiscono statisticamente in modo contemporaneo per cui, ricordando la tabella sottostante, quando un carico è dominante (per esempio il vento), l'altro sarà ridotto del coefficiente ψ_{0j} (per esempio la neve) e viceversa.

| Azione variabile | ψ_{0j} | ψ_{1j} | ψ_{2j} |
|--|-------------|-------------|-------------|
| Carichi di servizio (Categoria C Ambienti suscettibili di affollamento) | 0,7 | 0,7 | 0,6 |
| Vento | 0,6 | 0,2 | 0,0 |
| Neve (a quota ≤ 1000 m s.l.m.) | 0,5 | 0,2 | 0,0 |



14/11/2018

PERI S.r.l.
ING. Meroni Roberto
Legale Rappresentante

Si calcola quindi i valori sia nel caso di vento dominante che di neve dominante:
Quindi si ottiene

$$q_{1\perp,k} = f_{vn}''_{\perp} + \Psi_{01} \times q_{pn\perp} = 1416,15 + 0,5 \times 1907,99 = 2370,15 \text{ N/m}$$

$$q_{2\perp,k} = \Psi_{01} \times f_{vn}''_{\perp} + q_{pn\perp} = 0,6 \times 1416,15 + 1907,99 = 2757,68 \text{ N/m}$$

Prendendo quindi il secondo carico per le verifiche esso è il carico distribuito sul tubo del parasassi. Per trovare il carico distribuito che agisce su una singola tavola occorre dividere per l'interasse dei traversi (3,0 m) e moltiplicare per la larghezza di una tavola (0,2 m):

$$q_{t,k} = q_{2\perp,k} / 3 \times 0,2 = 183,85 \text{ N/m di cui}$$

$$q_{n,k} = 1907,99 / 3 \times 0,2 = 127,20 \text{ N/m per la neve (senza il coeff. di contemporaneità } \psi_{0j} \text{ in quanto di lunga durata)}$$

Il peso proprio distribuito considerando un peso specifico di 3700 N/m³ (Abete C18) risulta pari a:

$$pp_t = 0,2 \cdot 0,05 \cdot 3700 = 38 \text{ N/m}$$

4.21.5.1 Verifica allo stato limite di esercizio (SLE) delle tavole in legno

Per il calcolo della freccia istantanea, si tiene conto di tutto il carico compreso il peso proprio che moltiplicato per il coefficiente parziale di sicurezza per lo SLE ($\gamma_d = 1,0$) otteniamo:

$$q_{t,E} = (pp_t + q_{t,k}) \cdot \gamma_d = 221,85 \text{ N/m}$$

Considerando che per le deformazioni iniziali dovute ad un carico istantaneo viene utilizzato il valore medio del modulo elastico (vedi punto 4.4.7 del D.M. 14 gennaio 2008 NTC2008):

$$E_d = E_{0,mean} = 9000 \text{ N/mm}^2$$

Sotto tale azione si ha:

| Descrizione | yy | zz | Unità |
|-----------------------|---------|-------|-------|
| f _{ist} | 0,00 | 12,48 | mm |
| L | 3000,00 | | mm |
| CLASSE DI SERVIZIO | 3,00 | | |
| k _{def} | 0,60 | | |
| f _{max} | 30 | | mm |
| f/f _{max} | 0,00 | 0,42 | |
| Verifica sfruttamento | 0,42 | | OK |

Per il calcolo della freccia a lungo termine, si tiene conto invece del carico della sola neve e del peso proprio che moltiplicato per il coefficiente parziale di sicurezza per il SLE ($\gamma_d = 1,0$) otteniamo:

$$q_{t,E} = (pp_t + q_{n,k}) \cdot \gamma_d = 165,208 \text{ N/m}$$

Considerando che per le deformazioni iniziali dovute ad un carico di media durata (vedi tab. 4.4.I del D.M. 14 gennaio 2008 NTC2008 il modulo elastico è dato da (vedi punto 4.4.7 del D.M. 14 gennaio 2008 NTC2008):



14/11/2018

PERI S.r.l.
ING. Meroni Roberto
Legale Rappresentante

$$E_d = \frac{E_{0,mean}}{(1 + k_{def})} = 3000 \text{ N / mm}^2$$

Dove $k_{def} = 2,00$ per classe di servizio 3, infatti nella tabella 4.4.V del D.M. 14 gennaio 2008 NTC2008:

| Materiale | Riferimento | Classe di servizio | | |
|-----------------|-------------|--------------------|------|------|
| | | 1 | 2 | 3 |
| Legno massiccio | EN 14081-1 | 0,60 | 0,80 | 2,00 |

Riassumendo:

| Descrizione | yy | zz | Unità |
|-----------------------|---------|-------|-------|
| f_{lung} | 0,00 | 27,88 | mm |
| L | 3000,00 | | mm |
| CLASSE DI SERVIZIO | 3,00 | | |
| k_{def} | 0,60 | | |
| f_{max} | 30 | | mm |
| f | 0,00 | 0,93 | |
| Verifica sfruttamento | 0,93 | | OK |

4.21.5.2 Verifica allo stato limite ultimo (SLU)

Per lo stato limite ultimo si ottiene il carico distribuito di progetto ($\gamma_G = 1,3$, $\gamma_d = 1,5$) e che consideriamo di durata breve:

$$q_{t,E} = pp_t \cdot \gamma_G + q_{t,k} \cdot \gamma_d = 325,175 \text{ N/m}$$

Le caratteristiche del legno utilizzato sono le seguenti ipotizzando classe di servizio 3:

| Fattori parziali di sicurezza | |
|--|-----|
| γ_M fattore di sicurezza parziale | 1,5 |

(vedi tabella 4.4.III del punto 4.4.6 del D.M. 14 gennaio 2008 NTC2008)

| Caratteristiche meccaniche | | |
|----------------------------|-----------|-------------------|
| LEGNO | MASSICCIO | C18 |
| f_m,k | 18 | N/mm ² |
| $f_{t,0,k}$ | 10 | N/mm ² |
| $f_{t,90,k}$ | 0,4 | N/mm ² |
| $f_{c,0,k}$ | 18 | N/mm ² |
| $f_{c,90,k}$ | 2,2 | N/mm ² |
| f_v,k | 3,4 | N/mm ² |
| $E_{0,mean}$ | 9000 | N/mm ² |

La verifica viene eseguita nella sezione più rappresentativa che presenta le seguenti sollecitazioni di progetto:

| Forze interne | Calcolato | Unità |
|---------------|-----------|-------|
| N_{Ed} | 0 | N |



14/11/2018

PERI S.r.l.
ING. Meroni Roberto
Legale Rappresentante

| | | |
|-------------------|------------|-----|
| V _{y,Ed} | 0 | N |
| V _{z,Ed} | -487,7625 | N |
| T _{Ed} | 0 | Nmm |
| M _{y,Ed} | 0 | Nmm |
| M _{z,Ed} | 365821,875 | Nmm |

4.21.5.3 Verifica del Momento Flettente M

Viene effettuata in conformità al punto 4.4.8.1.6 del D.M. 14 gennaio 2008 NTC2008:

$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1 \quad k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1 \quad \text{dove:} \quad \sigma_{m,d} = \frac{M_{E,d}}{W}$$

è la tensione massima dovuta al momento di progetto. Mentre la resistenza a flessione di progetto è data, secondo il punto 4.4.6 del D.M. 14 gennaio 2008 NTC2008 e tenendo conto dell'articolo 11.7.1.1 dove la dimensione della tavola b= 200 mm > 150 quindi f_{m,k} non viene incrementato in quanto k_h=1:

$$f_{m,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{m,k}}{\gamma_M}$$

k_{mod} = 0,65 per legno massiccio, classe di servizio 3, ed azione di media durata, è il coefficiente di correzione che tiene conto degli effetti della durata del carico ed è dato dalla tabella 4.4.IV del D.M. 14 gennaio 2008 NTC2008:

| Materiale | Riferimento | Classe di servizio | Classe di durata del carico | | | | |
|--|------------------------|--------------------|-----------------------------|-------|-------|-------|------------|
| | | | Permanente | Lunga | Media | Breve | Istantanea |
| Legno massiccio Legno lamellare incollato | EN 14081-1 EN 14080 | 1 | 0.60 | 0.70 | 0.80 | 0.90 | 1.00 |
| | | 2 | 0.60 | 0.70 | 0.80 | 0.90 | 1.00 |
| | | 3 | 0.50 | 0.55 | 0.65 | 0.70 | 0.90 |

In sintesi:

| Descrizione | yy | zz | Unità |
|--|-------------|----------|-------------------|
| σ _{m,d} | 0,0 | 4,4 | N/mm ² |
| k _h | 1,00 | 1,00 | |
| k _m | 0,70 | | |
| W | 333333,33 | 83333,33 | mm ³ |
| f _m | 7,80 | 7,80 | N/mm ² |
| k _m | 0,70 | | |
| | 0,00 | 0,56 | OK |
| Verifica sfruttamento | 0,39 | | OK |
| $\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1; k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$ | 0,56 | | OK |



14/11/2018

PERI S.r.l.
ING. Meroni Roberto
Legale Rappresentante

dove $k_m = 0,7$ per sezioni rettangolari e legno massiccio come indicato nel punto 4.4.8.1.6 del D.M. 14 gennaio 2008 NTC2008.

4.21.5.4 Verifica sollecitazione di azioni da taglio

Viene effettuata in conformità al punto 4.4.8.1.9 del D.M. 14 gennaio 2008 NTC2008 dove la verifica viene fatta in base a:

$$\tau_d \leq f_{v,d}$$

dove τ_d è la tensione di progetto a taglio, che, essendo la sezione rettangolare, è data da:

$$\tau_d \leq \frac{3}{2} \cdot \frac{V_{E,d}}{A}$$

A è l'area che si ottiene moltiplicando la base effettiva b_{eff} x h, (a favore di sicurezza) dove:

$$b_{eff} = k_{cr} \cdot b$$

$k_{cr} = 0,67$ per legno massiccio, è un coefficiente moltiplicativo che permette di ottenere il valore della larghezza efficace come indicato al punto (2) dell'art 6.1.7. della EN 1995-1-1 per la verifica della resistenza a taglio di elementi sottoposti a flessione. Mentre la resistenza a taglio di progetto è data, secondo il punto 4.4.6 del D.M. 14 gennaio 2008:

$$f_{v,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{v,k}}{\gamma_M}$$

$k_{mod} = 0,65$ come indicato nella verifica del momento.

In sintesi:

| Descrizione | yy | zz | Unità |
|---|------|-------------|-------------------|
| τ_d | 0,00 | 0,109 | N/mm ² |
| k_{cr} | 0,67 | | |
| $f_{v,d}$ | 1,47 | | N/mm ² |
| Verifica sfruttamento $\frac{\tau_d}{f_{v,d}} \leq 1$ | 0,00 | 0,07 | OK |



14/11/2018

PERI S.r.l.
 ING. Meroni Roberto
 Legale Rappresentante

4.22 VERIFICA DELLA PIAZZOLA DI CARICO DA 0,75x2,0 m

La piazzola di carico è staticamente formata da tavole in legno (20x5 cm) disposte nella direzione parallela alla facciata e poggianti su travetti in legno 10x10 cm interassati di circa 46,25 cm (a favore di sicurezza nella verifica sarà considerato 60 cm) poggianti su travette rinforzate da 2,0 m.

4.22.1 Tavole in legno

| | | | |
|--------------------------------|------------------|---------|-------------------|
| Tavole in legno | b-h | 200-50 | mm |
| Area della sezione | A | 10000 | mm ² |
| Momento d'inerzia | J | 2083333 | mm ⁴ |
| Modulo di resistenza inferiore | W _i | 83333 | mm ³ |
| Tensione ammissibile | σ _{amm} | 8 | N/mm ² |

Non avendo riscontri nelle NTC, l'elemento d'impalcato (piazzola di carico) viene verificato per la classe 5 che prevede i seguenti carichi secondo il punto 6.2 e seguenti della UNI EN 12811-1 (prospetto 3) ed il prospetto 4-I dell'articolo 4.2.3 della Circolare M.L.P.S. n° 132/91 del 24/10/91:

| Classe di carico | Carico uniformemente distribuito q ₁ kN/m ² | Carico concentrato sull'area 500 mm × 500 mm F ₁ kN | Carico concentrato sull'area 200 mm × 200 mm F ₂ kN | Carico sull'area parziale | |
|------------------|---|---|---|-------------------------------------|---|
| | | | | q ₂ kN/m ² | Fattore dell'area parziale a _p ¹⁾ |
| 1 | 0,75 ²⁾ | 1,50 | 1,00 | - | - |
| 2 | 1,50 | 1,50 | 1,00 | - | - |
| 3 | 2,00 | 1,50 | 1,00 | - | - |
| 4 | 3,00 | 3,00 | 1,00 | 5,00 | 0,4 |
| 5 | 4,50 | 3,00 | 1,00 | 7,50 | 0,4 |
| 6 | 6,00 | 3,00 | 1,00 | 10,00 | 0,5 |

1 - carico di servizio (q_{1,k} = 4500x0,200 = 900 N/m)

2 - carico concentrato Q_{2,k} = 3000x0,2/0,5 = 1200 N applicato su una superficie di 0,50x0,20 m

3 - carico concentrato Q_{3,k} = 1000 N applicato su una superficie di 0,2 m x 0,2 m

4 - carico ripartito q'_{4,k} = 7500 N/m² applicato su una superficie parziale avente area

A_c = 0,4 A_{impalcato}; con A_{impalcato} = (2,0-0,05) x (0,75-0,05) = 1,365 m² (A_c = 0,4 x 1,365 = 0,546 m²)

Le caratteristiche del legno utilizzato sono le seguenti ipotizzando classe di servizio 3:

| Fattori parziali di sicurezza | |
|--|-----|
| γ _M fattore di sicurezza parziale | 1,5 |

(vedi tabella 4.4.III del punto 4.4.6 del D.M. 14 gennaio 2008 NTC2008)

| Caratteristiche meccaniche | | |
|----------------------------|-----------|-----------------------|
| LEGNO | MASSICCIO | C16 |
| f _{m,k} | | 16 N/mm ² |
| f _{t,0,k} | | 8,5 N/mm ² |
| f _{t,90,k} | | 0,4 N/mm ² |
| f _{c,0,k} | | 17 N/mm ² |
| f _{c,90,k} | | 2,2 N/mm ² |
| f _{v,k} | | 3,2 N/mm ² |



14/11/2018

PERI S.r.l.
ING. Meroni Roberto
Legale Rappresentante

| | | |
|---------|------|-------------------|
| E0,mean | 8000 | N/mm ² |
|---------|------|-------------------|

4.22.1.1 Verifica allo stato limite di esercizio (SLE)

Secondo il punto 10.3.2. della UNI EN 12811-1, per lo stato limite di esercizio, i carichi devono essere moltiplicati per un coefficiente ($\gamma_F = 1,0$) per ottenere il carico di progetto che consideriamo di durata breve:

$$q_{1,E} = q_{1,k} \cdot \gamma_F = 900 \text{ N/m}$$

$$Q_{2,E} = Q_{2,k} \cdot \gamma_F = 1200 \text{ N}$$

$$Q_{3,E} = Q_{3,k} \cdot \gamma_F = 1000 \text{ N}$$

$$q'_{4,E} = q'_{4,k} \cdot \gamma_F = 7500 \text{ N/m}^2$$

Essendo $G = 60 \text{ N/m}$ (peso proprio tavola); $l_{ta} = 0,60 \text{ m}$ (interasse travetti); $l_{tr} = 0,75 \text{ m}$ (interasse trasversi per mensola); $b = 0,20 \text{ m}$ (larghezza tavole);

$q_i = G = 60 \text{ N/m}$

$q_{1,E} = 900 \text{ N/m}$

$Q_{2,E} = 1200 \text{ N}$

$Q_{3,E} = 1000 \text{ N}$

$A_{tavola} = 0,2 \times 0,6 = 0,12 \text{ m}^2 < A_c = 0,546 \text{ m}^2$

$q_{4,E} = q'_{4,k} \times 0,2 = 7500 \times 0,2 = 1500 \text{ N/m}$

Per ogni condizione di carico, le formule per il calcolo della freccia dell'impalcato valutata, in modo approssimato, nel caso di massimo momento, sono:

$$f_1 = \frac{5}{384} \cdot \frac{q_{1,E} + q_i}{1000} \cdot (l_{ta})^4$$

$$f_2 = \frac{1}{48} \cdot \frac{Q_{2,E}}{EJ} \cdot (l_{ta})^3 + \frac{5}{384} \cdot \frac{q_i}{1000} \cdot (l_{ta})^4$$

$$f_3 = \frac{1}{48} \cdot \frac{Q_{3,E}}{EJ} \cdot (l_{ta})^3 + \frac{5}{384} \cdot \frac{q_i}{1000} \cdot (l_{ta})^4$$

$$f_4 = \frac{5}{384} \cdot \frac{q_{4,E} + q_i}{1000} \cdot (l_{ta})^4$$

Considerando che per le deformazioni iniziali dovute ad un carico di media durata (vedi tab. 4.4.I del D.M. 14 gennaio 2008 NTC2008 il modulo elastico è dato da (vedi punto 4.4.7 del D.M. 14 gennaio 2008 NTC2008):

$$E_d = \frac{E_{0,mean}}{(1 + k_{def})} = 2666,67 \text{ N/mm}^2$$



14/11/2018

PERI S.r.l.
 ING. Meroni Roberto
 Legale Rappresentante

PERI UP ROSETT FLEX

RELAZIONE – Cap. IV

Dove $k_{def} = 2,00$ per classe di servizio 3, infatti nella tabella 4.4.V del D.M. 14 gennaio 2008 NTC2008:

| Materiale | Riferimento | Classe di servizio | | |
|-----------------|-------------|--------------------|------|------|
| | | 1 | 2 | 3 |
| Legno massiccio | EN 14081-1 | 0,60 | 0,80 | 2,00 |

Riassumendo:

| Descrizione | | | Unità |
|-------------------------------|--------|------|-------|
| l_{ta} | 600,00 | mm | |
| f_1 | 0,29 | mm | OK |
| f_2 | 0,99 | mm | OK |
| f_3 | 0,83 | mm | OK |
| f_4 | 0,47 | mm | OK |
| Verifica | | | |
| $f_{max} (25; 1/100 \cdot L)$ | 25,00 | 6,00 | mm |

I valori sono inferiori ai valori di riferimento:

$$f_{amm} = 1 / 100 = 6,0 \text{ mm}$$

$$f'_{amm} = 25 \text{ mm}$$

4.22.1.2 Verifica allo stato limite ultimo (SLU)

Secondo il punto 10.3.2. della UNI EN 12811-1, per lo stato limite ultimo, i carichi devono essere moltiplicati per un coefficiente ($\gamma_F = 1,5$) per ottenere il carico di progetto che consideriamo di durata breve:

$$q_{1,E} = q_{1,k} \cdot \gamma_F = 1350 \text{ N/m}$$

$$Q_{2,E} = Q_{2,k} \cdot \gamma_F = 1800 \text{ N}$$

$$Q_{3,E} = Q_{3,k} \cdot \gamma_F = 1500 \text{ N}$$

$$q'_{4,E} = q'_{4,k} \cdot \gamma_F = 11250 \text{ N/m}^2$$

Essendo $G = 60 \times 1,5 = 90 \text{ N/m}$ (peso proprio tavola); $l_{ta} = 0,60 \text{ m}$ (interasse travetti); $l_{tr} = 0,75 \text{ m}$ (interasse traversi per mensola); $b = 0,20 \text{ m}$ (larghezza tavole);

$$q_i = G = 90 \text{ N/m}$$

$$q_{1,E} = 1350 \text{ N/m}$$

$$q_{2,E} = Q_{2,E} / 0,5 = 1800 / 0,5 = 3600 \text{ N/m}; \quad Q_{2,E} = 1800 \text{ N}$$

$$q_{3,E} = Q_{3,E} / 0,2 = 1500 / 0,2 = 7500 \text{ N/m}; \quad Q_{3,E} = 1500 \text{ N}$$

$$A_{tavola} = 0,2 \times 0,6 = 0,12 \text{ m}^2 < A_c = 0,546 \text{ m}^2$$

$$q_{4,E} = q'_{4,E} \times 0,2 = 11250 \times 0,2 = 2250 \text{ N/m}$$

Al fine di massimizzare i momenti si pongono i carichi piu' prossimi alla mezzeria della tavola, e le formule per ricavarli risultano rispettivamente:



14/11/2018

PERI S.r.l.
ING. Meroni Roberto
Legale Rappresentante

$$M_1 = (q_i + q_{1,E}) \cdot \frac{l_{ta}^2}{8}$$

$$M_2 = \frac{q_i \cdot (l_{ta})^2}{8} + \frac{q_{2,E} \cdot 0,5 \cdot l_{ta}}{2} - \frac{q_{2,E} \cdot \left(\frac{0,5}{2}\right)^2}{2}$$

$$M_3 = \frac{q_i \cdot (l_{ta})^2}{8} + \frac{q_{3,E} \cdot 0,2 \cdot l_{ta}}{2} - \frac{q_{3,E} \cdot \left(\frac{0,2}{2}\right)^2}{2}$$

$$M_4 = (q_i + q_{4,E}) \cdot \frac{l_{ta}^2}{8}$$

Al fine di massimizzare i tagli si pongono i carichi quanto piu' prossimi alle testate, cercando di rispecchiare lo schema di prova con carico sull'appoggio, e le formule per ricavarli risultano rispettivamente:

$$R_1 = \frac{q_i \cdot l_{ta}}{2} + \frac{q_{1,E} \cdot l_{ta}}{2}$$

$$R_2 = \frac{q_i \cdot l_{ta}}{2} + \frac{Q_{2,E} \cdot (0,6 - 0,25)}{0,6}$$

$$R_3 = \frac{q_i \cdot l_{ta}}{2} + \frac{Q_{3,E} \cdot (0,6 - 0,1)}{0,6}$$

$$R_4 = \frac{q_i \cdot l_{ta}}{2} + \frac{q_{4,E} \cdot l_{ta}}{2}$$

| | | | |
|----|------------|----|--------|
| M1 | 64800 Nmm | R1 | 432 N |
| M2 | 161550 Nmm | R2 | 1077 N |
| M3 | 191550 Nmm | R3 | 1277 N |
| M4 | 105300 Nmm | R4 | 702 N |

La verifica viene eseguita con il carico più rappresentativo che presenta le seguenti sollecitazioni di progetto (già incrementata tramite il coefficiente parziale $\gamma_s=1,5$)

| Forze interne | Calcolato | Unità |
|-------------------|-----------|-------|
| N _{Ed} | 0 | N |
| V _{y,Ed} | 0 | N |
| V _{z,Ed} | 1277 | N |
| M _{y,Ed} | 0 | Nmm |
| M _{z,Ed} | 191550 | Nmm |



14/11/2018

PERI S.r.l.
 ING. Meroni Roberto
 Legale Rappresentante

4.22.1.2.A.1 Verifica del Momento Flettente M

Viene effettuata in conformità al punto 4.4.8.1.6 del D.M. 14 gennaio 2008 NTC2008 ed all'articolo 6.1.6 della EN 1995-1-1 (EC5):

$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1; \quad k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

dove:

$$\sigma_{m,d} = \frac{M_{E,d}}{W}$$

è la tensione massima dovuta al momento di progetto. Mentre la resistenza a flessione di progetto è data, secondo il punto 4.4.6 del D.M. 14 gennaio 2008 NTC2008 e l'articolo 2.4.3 della UNI EN 1995-1-1 (EC5):

$$f_{m,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{m,k}}{\gamma_M}$$

$k_{mod} = 0,65$ per legno massiccio, classe di servizio 3, ed azione di media durata, è il coefficiente di correzione che tiene conto degli effetti della durata del carico ed è dato dalla tabella 4.4.IV del D.M. 14 gennaio 2008 NTC2008:

| Materiale | Riferimento | Classe di servizio | Classe di durata del carico | | | | |
|--|------------------------|--------------------|-----------------------------|-------|-------|-------|------------|
| | | | Permanente | Lunga | Media | Breve | Istantanea |
| Legno massiccio Legno lamellare incollato | EN 14081-1 EN 14080 | 1 | 0,60 | 0,70 | 0,80 | 0,90 | 1,00 |
| | | 2 | 0,60 | 0,70 | 0,80 | 0,90 | 1,00 |
| | | 3 | 0,50 | 0,55 | 0,65 | 0,70 | 0,90 |

In sintesi:

| Descrizione | yy | zz | Unità |
|--|-----------|----------|-------------------|
| $\sigma_{m,d}$ | 0,0 | 2,3 | N/mm ² |
| k_h | 1,25 | 1,00 | |
| k_m | 0,70 | | |
| W | 333333,33 | 83333,33 | mm ³ |
| f_m | 8,64 | 8,64 | N/mm ² |
| k_m | 0,70 | | |
| | 0,00 | 0,27 | OK |
| Verifica sfruttamento | 0,19 | | OK |
| $\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1; \quad k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$ | 0,27 | | OK |

dove $k_m = 0,7$ per sezioni rettangolari e legno massiccio come indicato nel punto 4.4.8.1.6 del D.M. 14 gennaio 2008 NTC2008 ed al punto (2) dell'art. 6.1.6 della UNI EN 1995-1-1 (EC5).



14/11/2018

PERI S.r.l.
ING. Meroni Roberto
Legale Rappresentante

4.22.1.2.A.2 Verifica sollecitazione di azioni da taglio

Viene effettuata in conformità al punto 4.4.8.1.9 del D.M. 14 gennaio 2008 NTC2008 ed all'articolo 6.1.7 della EN 1995-1-1 dove la verifica viene fatta in base a:

$$\tau_d \leq f_{v,d}$$

dove:

- τ_d è la tensione di progetto a taglio, che, essendo la sezione rettangolare, è data da:

$$\tau_d \leq \frac{3}{2} \cdot \frac{V_{E,d}}{A}$$

- A è l'area che si ottiene moltiplicando la base effettiva b_{eff} x h, dove:

$$b_{eff} = k_{cr} \cdot b$$

$k_{cr}=0,67$ per legno massiccio, è un coefficiente moltiplicativo che permette di ottenere il valore della larghezza efficace come indicato al punto (2) dell'art 6.1.7. della EN 1995-1-1 per la verifica della resistenza a taglio di elementi sottoposti a flessione. Mentre la resistenza a taglio di progetto è data, secondo il punto 4.4.6 del D.M. 14 gennaio 2008 NTC2008 e l'articolo 2.4.3 della UNI EN 1995-1-1 (EC5):

$$f_{v,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{v,k}}{\gamma_M}$$

$k_{mod} = 0,65$ come indicato nella verifica del momento.

In sintesi:

| Descrizione | yy | zz | Unità |
|---|------|-------------|-------------------|
| τ_d | 0,0 | 0,3 | N/mm ² |
| k_{cr} | 0,67 | | |
| $f_{v,d}$ | 1,39 | | N/mm ² |
| Verifica sfruttamento $\frac{\tau_d}{f_{v,d}} \leq 1$ | 0,00 | 0,21 | OK |

4.22.2 Travetti in legno

| | | | |
|--------------------------------|----------------|-----------|-------------------|
| Travetti in legno | b-h | 100-100 | mm |
| Area della sezione | A | 10000 | mm ² |
| Momento d'inerzia | J | 8333333 | mm ⁴ |
| Modulo di resistenza inferiore | W_i | 166666,66 | mm ³ |
| Tensione ammissibile | σ_{amm} | 8 | N/mm ² |

L'elemento d'impalcato viene verificato per la classe 5 che prevede le seguenti verifiche, secondo il punto 6.2 e seguenti della UNI EN 12811-1 (prospetto 3) ed il prospetto 4-I dell'articolo 4.2.3 della Circolare M.L.P.S. n° 132/91 del 24/10/91:



14/11/2018

PERI S.r.l.
ING. Meroni Roberto
Legale Rappresentante

L'elemento d'impalcato viene verificato per la classe 5 che prevede le seguenti verifiche:

- 1 - carico di servizio ($q_1 = 4500 \times 0,6 = 2700 \text{ N/m}$)
- 2 - carico concentrato $Q_2 = 3000 \text{ N}$ applicato su una superficie di $0,50 \times 0,50 \text{ m}$
- 3 - carico concentrato $Q_3 = 1000 \text{ N}$ applicato su una superficie di $0,2 \text{ m} \times 0,2 \text{ m}$
- 4 - carico ripartito $q'_4 = 7500 \text{ N/m}^2$ applicato su una superficie parziale avente area $A_c = 0,4 \text{ A}_{\text{impalcato}}$; con $A_{\text{impalcato}} = (2,0 - 0,05) \times (0,75 - 0,05) = 1,365 \text{ m}^2$ ($A_c = 0,4 \times 1,365 = 0,546 \text{ m}^2$)

Le caratteristiche del legno utilizzato sono le seguenti ipotizzando classe di servizio 3:

| Fattori parziali di sicurezza | |
|--|-----|
| γ_M fattore di sicurezza parziale | 1,5 |

(vedi tabella 4.4.III del punto 4.4.6 del D.M. 14 gennaio 2008 NTC2008)

| Caratteristiche meccaniche | | | |
|----------------------------|-----------|------|-------------------|
| LEGNO | MASSICCIO | C16 | |
| f_m, k | | 16 | N/mm ² |
| $f_t, 0, k$ | | 8,5 | N/mm ² |
| $f_t, 90, k$ | | 0,4 | N/mm ² |
| $f_c, 0, k$ | | 17 | N/mm ² |
| $f_c, 90, k$ | | 2,2 | N/mm ² |
| f_v, k | | 3,2 | N/mm ² |
| $E_{0, \text{mean}}$ | | 8000 | N/mm ² |

4.22.2.1 Verifica allo stato limite di esercizio (SLE)

Secondo il punto 10.3.2. della UNI EN 12811-1, per lo stato limite di esercizio, i carichi devono essere moltiplicati per un coefficiente ($\gamma_F = 1,0$) per ottenere il carico di progetto che consideriamo di durata breve:

$$q_{1,E} = q_{1,k} \cdot \gamma_F = 2700 \text{ N/m}$$

$$Q_{2,E} = Q_{2,k} \cdot \gamma_F = 3000 \text{ N}$$

$$Q_{3,E} = Q_{3,k} \cdot \gamma_F = 1000 \text{ N}$$

$$q'_{4,E} = q'_{4,k} \cdot \gamma_F = 7500 \text{ N/m}^2$$

Essendo $G = 240 \text{ N/m}$; $l_{tr} = 0,75 \text{ m}$ (interasse trasversi per mensola);

$$q_i = G = 240 \text{ N/m}$$

$$q_{1,E} = 2700 \text{ N/m}$$

$$Q_{2,E} = 3000 \text{ N}$$

$$Q_{3,E} = 1000 \text{ N}$$

$$A_{\text{competente}} = 0,6 \times 0,75 = 0,45 \text{ m}^2 < A_c = 0,546 \text{ m}^2$$

$$q_{4,E} = 7500 \times 0,6 = 4500 \text{ N/m}$$



14/11/2018

PERI S.r.l.
 ING. Meroni Roberto
 Legale Rappresentante

PERI UP ROSETT FLEX

RELAZIONE – Cap. IV

Per ogni condizione di carico, la freccia dell'impalcato valutata, in modo approssimato, nel caso di massimo momento, è:

$$f_1 = \frac{5}{384} \cdot \frac{q_{1,E} + q_i}{1000} \cdot (l_{tr})^4$$

$$f_2 = \frac{1}{48} \cdot \frac{Q_{2,E} \cdot (l_{tr})^3}{EJ} + \frac{5}{384} \cdot \frac{q_i \cdot (l_{tr})^4}{EJ}$$

$$f_3 = \frac{1}{48} \cdot \frac{Q_{3,E} \cdot (l_{tr})^3}{EJ} + \frac{5}{384} \cdot \frac{q_i \cdot (l_{tr})^4}{EJ}$$

$$f_4 = \frac{5}{384} \cdot \frac{q_{4,E} + q_i}{1000} \cdot (l_{tr})^4$$

Considerando che per le deformazioni iniziali dovute ad un carico di media durata (vedi tab. 4.4.I del D.M. 14 gennaio 2008 NTC2008 il modulo elastico è dato da (vedi punto 4.4.7 del D.M. 14 gennaio 2008 NTC2008):

$$E_d = \frac{E_{0,mean}}{(1 + k_{def})} = 2666,67 \text{ N / mm}^2$$

Dove $k_{def} = 2,00$ per classe di servizio 3, infatti nella tabella 4.4.V del D.M. 14 gennaio 2008 NTC2008:

| Materiale | Riferimento | Classe di servizio | | |
|-----------------|-------------|--------------------|------|------|
| | | 1 | 2 | 3 |
| Legno massiccio | EN 14081-1 | 0.60 | 0.80 | 2.00 |

Riassumendo:

| Descrizione | | | Unità |
|--|--------|------|-------|
| l_{tr} | 750,00 | mm | |
| f_1 | 2,18 | mm | OK |
| f_2 | 4,92 | mm | OK |
| f_3 | 1,76 | mm | OK |
| f_4 | 3,52 | mm | OK |
| Verifica | | | |
| $f_{amm} \text{ max } (25; 1/100 \cdot L)$ | 25,00 | 7,50 | mm |

I valori sono inferiori ai valori di riferimento:

$$f_{amm} = 1 / 100 = 7,5 \text{ mm}$$

$$f^*_{amm} = 25 \text{ mm}$$

4.22.2.2 Verifica allo stato limite ultimo (SLU)



14/11/2018

PERI S.r.l.
 ING. Meroni Roberto
 Legale Rappresentante

Secondo il punto 10.3.2. della UNI EN 12811-1, per lo stato limite ultimo, i carichi devono essere moltiplicati per un coefficiente ($\gamma_F = 1,5$) per ottenere il carico di progetto che consideriamo di durata breve:

$$q_{1,E} = q_{1,k} \cdot \gamma_F = 4050 \text{ N/m}$$

$$Q_{2,E} = Q_{2,k} \cdot \gamma_F = 4500 \text{ N}$$

$$Q_{3,E} = Q_{3,k} \cdot \gamma_F = 1500 \text{ N}$$

$$q'_{4,E} = q'_{4,k} \cdot \gamma_F = 11250 \text{ N/m}^2$$

Essendo $G = 240 \times 1,5 = 360 \text{ N/ml}_{tr} = 0,75 \text{ m}$ (interasse traversi per mensola);

Si pongono i carichi al fine di massimizzare i momenti, e risulta rispettivamente:

$$q_i = G = 360 \text{ N/m}$$

$$q_{1,E} = 4050 \text{ N/m}$$

$$q_{2,E} = Q_{2,E}/0,5 = 4500/0,5 = 9000 \text{ N/m}; \quad Q_{2,E} = 4500 \text{ N}$$

$$q_{3,E} = Q_{3,E}/0,2 = 1500/0,2 = 7500 \text{ N/m}; \quad Q_{3,E} = 1500 \text{ N}$$

$$A_{tavola} = 0,2 \times 0,6 = 0,12 \text{ m}^2 < A_c = 0,546 \text{ m}^2$$

$$q_{4,E} = q'_{4,E} \times 0,6 = 11250 \times 0,6 = 6750 \text{ N/m}$$

$$M_1 = (q_i + q_{1,E}) \cdot \frac{l_{tr}^2}{8}$$

$$M_2 = \frac{q_i \cdot (l_{tr})^2}{8} + \frac{q_{2,E} \cdot 0,5}{2} \cdot \frac{l_{tr}}{2} - \frac{q_{2,E} \cdot \left(\frac{0,5}{2}\right)^2}{2}$$

$$M_3 = \frac{q_i \cdot (l_{tr})^2}{8} + \frac{q_{3,E} \cdot 0,2}{2} \cdot \frac{l_{tr}}{2} - \frac{q_{3,E} \cdot \left(\frac{0,2}{2}\right)^2}{2}$$

$$M_4 = (q_i + q_{4,E}) \cdot \frac{l_{tr}^2}{8}$$

Si pongono i carichi cercando di rispecchiare lo schema di prova con carico sull'appoggio al fine di massimizzare i tagli: la posizione della risultante dei carichi risulta, per quanto possibile, più prossima all'appoggio.

$$R_1 = \frac{G \cdot l_{tr}}{2} + \frac{q_{1,E} \cdot l_{tr}}{2}$$

$$R_2 = \frac{G \cdot l_{tr}}{2} + \frac{Q_{2,E} \cdot (0,75 - 0,25)}{0,75}$$

$$R_3 = \frac{G \cdot l_{tr}}{2} + \frac{Q_{3,E} \cdot (0,75 - 0,1)}{0,75}$$



14/11/2018

PERI S.r.l.
ING. Meroni Roberto
Legale Rappresentante

$$R_4 = \frac{G \cdot l_{tr}}{2} + \frac{q_{4,E} \cdot l_{tr}}{2}$$

| | | | | | |
|----|----------|-----|----|---------|---|
| M1 | 310078,1 | Nmm | R1 | 1653,75 | N |
| M2 | 587812,5 | Nmm | R2 | 3135 | N |
| M3 | 269062,5 | Nmm | R3 | 1435 | N |
| M4 | 499921,9 | Nmm | R4 | 2666,25 | N |

La verifica viene eseguita con il carico più rappresentativo che presenta le seguenti sollecitazioni di progetto (già incrementata tramite il coefficiente parziale $\gamma_s=1,5$)

| Forze interne | Calcolato | Unità |
|---------------|-----------|-------|
| N_{Ed} | 0 | N |
| $V_{y,Ed}$ | 0 | N |
| $V_{z,Ed}$ | 3135 | N |
| T_{Ed} | 0 | Nmm |
| $M_{y,Ed}$ | 0 | Nmm |
| $M_{z,Ed}$ | 587813 | Nmm |

4.22.2.2.A.1 Verifica del Momento Flettente M

Viene effettuata in conformità al punto 4.4.8.1.6 del D.M. 14 gennaio 2008 NTC2008 ed all'articolo 6.1.6 della EN 1995-1-1 (EC5):

$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1; \quad k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

dove:

$$\sigma_{m,d} = \frac{M_{E,d}}{W}$$

è la tensione massima dovuta al momento di progetto. Mentre la resistenza a flessione di progetto è data, secondo il punto 4.4.6 del D.M. 14 gennaio 2008 NTC2008 e l'articolo 2.4.3 della UNI EN 1995-1-1 (EC5):

$$f_{m,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{m,k}}{\gamma_M}$$

$k_{mod} = 0,65$ per legno massiccio, classe di servizio 3, ed azione di media durata, è il coefficiente di correzione che tiene conto degli effetti della durata del carico ed è dato dalla tabella 4.4.IV del D.M. 14 gennaio 2008 NTC2008:



14/11/2018

PERI S.r.l.
ING. Meroni Roberto
Legale Rappresentante

| Materiale | Riferimento | Classe di servizio | Classe di durata del carico | | | | |
|--|------------------------|--------------------|-----------------------------|-------|-------|-------|------------|
| | | | Permanente | Lunga | Media | Breve | Istantanea |
| Legno massiccio Legno lamellare incollato | EN 14081-1 EN 14080 | 1 | 0.60 | 0.70 | 0.80 | 0.90 | 1.00 |
| | | 2 | 0.60 | 0.70 | 0.80 | 0.90 | 1.00 |
| | | 3 | 0.50 | 0.55 | 0.65 | 0.70 | 0.90 |

In sintesi:

| Descrizione | yy | zz | Unità |
|--|-----------|----------|-------------------|
| $\sigma_{m,d}$ | 0,0 | 7,1 | N/mm ² |
| k_h | 1,25 | 1,00 | |
| k_m | 0,70 | | |
| W | 333333,33 | 83333,33 | mm ³ |
| f_m | 8,64 | 8,64 | N/mm ² |
| k_m | 0,70 | | |
| | 0,00 | 0,82 | OK |
| Verifica sfruttamento | 0,57 | | OK |
| $\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1; k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$ | 0,82 | | OK |

dove $k_m = 0,7$ per sezioni rettangolari e legno massiccio come indicato nel punto 4.4.8.1.6 del D.M. 14 gennaio 2008 NTC2008 ed al punto (2) dell'art. 6.1.6 della UNI EN 1995-1-1 (EC5).

4.22.2.2.A.2 Verifica sollecitazione di azioni da taglio

Viene effettuata in conformità al punto 4.4.8.1.9 del D.M. 14 gennaio 2008 NTC2008 ed all'articolo 6.1.7 della EN 1995-1-1 dove la verifica viene fatta in base a:

$$\tau_d \leq f_{v,d}$$

dove:

- τ_d è la tensione di progetto a taglio, che, essendo la sezione rettangolare, è data da:

$$\tau_d \leq \frac{3}{2} \cdot \frac{V_{E,d}}{A}$$

- A è l'area che si ottiene moltiplicando la base effettiva b_{eff} x h, dove:

$$b_{eff} = k_{cr} \cdot b$$

$k_{cr} = 0,67$ per legno massiccio, è un coefficiente moltiplicativo che permette di ottenere il valore della larghezza efficace come indicato al punto (2) dell'art 6.1.7. della EN 1995-1-1 per la verifica della resistenza a taglio di elementi sottoposti a flessione. Mentre la resistenza a taglio di progetto è data, secondo il punto 4.4.6 del D.M. 14 gennaio 2008 NTC2008 e l'articolo 2.4.3 della UNI EN 1995-1-1 (EC5):



14/11/2018

PERI S.r.l.
ING. Meroni Roberto
Legale Rappresentante

$$f_{v,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{v,k}}{\gamma_M}$$

$k_{mod} = 0,65$ come indicato nella verifica del momento. In sintesi:

| Descrizione | yy | zz | Unità |
|---|------|-------------|-------------------|
| τ_d | 0,0 | 0,7 | N/mm ² |
| k_{cr} | 0,67 | | |
| $f_{v,d}$ | 1,39 | | N/mm ² |
| Verifica sfruttamento $\frac{\tau_d}{f_{v,d}} \leq 1$ | 0,00 | 0,51 | OK |

4.22.3 Travetta da 2,0 m per piazzola di carico

| Sezione Briglia superiore | | |
|--|-----------------------------|------------|
| Dimensioni | 60 x 30 x 3 mm | |
| Profilo | Tubo rettangolare | |
| Materiale | S 355 | |
| Costruzione | formato a freddo (EN 10219) | |
| Curva di instabilità y, z | c | c |
| A [mm ²] | 4,8039e+02 | |
| A _y [mm ²], A _z [mm ²] | 1,6013e+02 | 3,2026e+02 |
| I _y [mm ⁴], I _z [mm ⁴] | 2,0466e+05 | 6,7902e+04 |
| i _y [mm], i _z [mm] | 20,64 | 11,89 |
| W _{el,y} [mm ³], W _{el,z} [mm ³] | 6,8220e+03 | 4,5268e+03 |
| W _{pl,y} [mm ³], W _{pl,z} [mm ³] | 8,8095e+03 | 5,3836e+03 |
| M _{pl,y,+} [Nmm], M _{pl,y,-} [Nmm] | 3,13e+06 | 3,13e+06 |
| M _{pl,z,+} [Nmm], M _{pl,z,-} [Nmm] | 1,91e+06 | 1,91e+06 |
| I _t [mm ⁴], I _w [mm ⁶] | 1,7069e+05 | 3,6450e+07 |

| Sezione Briglia inferiore | | |
|--|-----------------------------|------------|
| Dimensioni | 40 x 20 x 3 mm | |
| Profilo | Tubo rettangolare | |
| Materiale | S 355 | |
| Costruzione | formato a freddo (EN 10219) | |
| Curva di instabilità y, z | c | c |
| A [mm ²] | 3,0100e+02 | |
| A _y [mm ²], A _z [mm ²] | 1,2202e+02 | 2,1747e+02 |
| I _y [mm ⁴], I _z [mm ⁴] | 5,2100e+04 | 1,6800e+04 |
| i _y [mm], i _z [mm] | 13,16 | 7,47 |
| W _{el,y} [mm ³], W _{el,z} [mm ³] | 2,6000e+03 | 1,6800e+03 |
| W _{pl,y} [mm ³], W _{pl,z} [mm ³] | 3,4792e+03 | 2,1042e+03 |
| M _{pl,y,+} [Nmm], M _{pl,y,-} [Nmm] | 1,24e+06 | 1,24e+06 |
| M _{pl,z,+} [Nmm], M _{pl,z,-} [Nmm] | 7,50e+05 | 7,50e+05 |
| d _y [mm], d _z [mm] | 0,00 | 0,00 |
| I _t [mm ⁴], I _w [mm ⁶] | 4,4881e+04 | 3,6426e+05 |



14/11/2018

PERI S.r.l.
 ING. Meroni Roberto
 Legale Rappresentante

La travetta (piazzola di carico) viene verificata nell'Appendice 8 per la classe 5 che prevede i seguenti carichi secondo il punto 6.2 e seguenti della UNI EN 12811-1 (prospetto 3) ed il prospetto 4-I dell'articolo 4.2.3 della Circolare M.L.P.S. n° 132/91 del 24/10/91:

| Classe di carico | Carico uniformemente distribuito q_1 kN/m ² | Carico concentrato sull'area 500 mm × 500 mm F_1 kN | Carico concentrato sull'area 200 mm × 200 mm F_2 kN | Carico sull'area parziale | |
|------------------|--|--|--|----------------------------|---|
| | | | | q_2 kN/m ² | Fattore dell'area parziale $a_p^{1)}$ |
| 1 | 0,75 ²⁾ | 1,50 | 1,00 | - | - |
| 2 | 1,50 | 1,50 | 1,00 | - | - |
| 3 | 2,00 | 1,50 | 1,00 | - | - |
| 4 | 3,00 | 3,00 | 1,00 | 5,00 | 0,4 |
| 5 | 4,50 | 3,00 | 1,00 | 7,50 | 0,4 |
| 6 | 6,00 | 3,00 | 1,00 | 10,00 | 0,5 |

Considerato che la striscia di competenza della trave è $0,75/2 = 0,375$ m si ottengono i seguenti carichi:

- 1 - carico di servizio ($q_{1,k} = 4500 \times 0,375 = 1687,5$ N/m)
- 2 - carico distribuito $q_{2,k} = 3000/0,5 \times (0,75 - 0,5/2)/0,75 = 4000$ N/m applicato su un tratto di 0,50 m
- 3 - carico concentrato $q_{3,k} = 1000/0,2 \times (0,75 - 0,2/2)/0,75 = 4333,33$ N/m applicato su un tratto di 0,2m
- 4 - carico ripartito $q'_{4,k} = 7500 \times 0,75 \times 0,4 \times (0,75 - (0,4 \times 0,75/2))/0,75 = 1800$ N/m applicato su un tratto di 0,3 m poiché:
superficie parziale avente area $A_c = 0,4 A_{\text{impalcato}}$; con $A_{\text{impalcato}} = (2,0) \times (0,75) = 1,50$ m² ($A_c = 0,4 \times 1,5 = 0,6$ m²) quindi $0,6$ m² / $2,0$ m = $0,3$ m

Il peso dei murali è di 6000 N/m³ x $0,10$ x $0,10$ x $0,375 = 22,5$ N (5 carichi concentrati a distanza di $0,4625$ m).

Il peso delle tavole di legno è 6000 N/m³ x $0,05$ x $0,375 = 112,5$ N/m (2 carichi concentrati pari a $112,5 \times (0,4625/2 + 0,075) = 34,45$ N a distanza di $0,075$ m dagli estremi e 3 carichi pari a $112,5 \times 0,462 = 52,03$ N centrali e distanti $0,4625$ m tra loro)

Sui murali che appoggiano direttamente sulla travetta graveranno i seguenti carichi di servizio:

Per la combinazione 1:

$$Q_{1l} = 1687,5 \cdot \left(\frac{0,4625}{2} + 0,075 \right) = 516,7969 \text{ N}; \text{ 2 laterali a distanza di } 0,075 \text{ m dagli estremi.}$$

$$Q_{1c} = 1687,5 \cdot 0,4625 = 780,4688 \text{ N}; \text{ 3 centrali a distanza di } 0,4625 \text{ m tra loro.}$$

Per la combinazione 2M (momento massimo):

$$Q_{2M} = 4000 \cdot 0,5 = 2000 \text{ N}; \text{ sul murale centrale in mezzeria.}$$

Per la combinazione 2T (taglio massimo):

$$Q_{2T} = 4000 \cdot 0,5 = 2000 \text{ N}; \text{ laterale a distanza di } 0,075 \text{ m da un estremo.}$$

Per la combinazione 3M (momento massimo):



14/11/2018

PERI S.r.l.
ING. Meroni Roberto
Legale Rappresentante

$Q_{3M} = 433333 \cdot 0,2 = 866,67N$; sul murale centrale in mezzeria.

Per la combinazione 2T (taglio massimo):

$Q_{3T} = 433333 \cdot 0,2 = 866,67N$; laterale a distanza di 0,075 m da un estremo.

Per la combinazione 4:

$Q_{4l} = 1800 \cdot \left(\frac{0,4625}{2} + 0,075 \right) = 551,25N$; 2 laterali a distanza di 0,075 m dagli estremi.

$Q_{4c} = 1800 \cdot 0,4625 = 832,5N$; 3 centrali a distanza di 0,4625 m tra loro.

Questi carichi vengono combinati con i coefficienti parziali di sicurezza indicati dal codice di calcolo NTC 2008 in modo da ottenere la situazione più sfavorevole sia nello stato limite di esercizio che in quello ultimo. Per maggiori dettagli si rimanda all'appendice 8.

Considerando che uno degli aspetti più delicati del calcolo agli stati limite è quello dell'instabilità che considera dei valori di luce di libera inflessione equivalenti considerando anche gli spostamenti relativi dei nodi, e che nel presente caso abbiamo la briglia superiore compressa, la modellazione è stata confortata dagli schemi di prova di cui al Certificato Politecnico di Milano n° 2016/2351 del 19/05/2017 (**vedi elenco certificati alla pos. n. 14**). Nella modellazione della travetta si è considerata quindi la trave come reticolare con le briglie suddivise in tanti elementi che lavorano come se fosse un unico elemento ma così facendo permettono di calcolare in modo più preciso il coefficiente di libera inflessione di ogni singolo elemento (i quali sono impediti di sbandare liberamente dagli elementi piatti posti tra essi) per poter valutare il carico critico di instabilità e quindi eseguire la verifica.

4.22.3.1 Verifica allo stato limite di esercizio (SLE)

Nell'Appendice 8, si ricava la freccia più alta negli elementi della trave reticolare (che si riscontra nell'elemento B17, briglia superiore nella combinazione SLE 2M, per gli stati limite di esercizio SLE):

| Descrizione | yy | zz | Unità |
|-----------------------|-------------|--------|-------|
| f | 0,00 | 0,137 | mm |
| L | 600,00 | | mm |
| (f / L) max | 1/100 | | |
| f / L | 0 | 1/4368 | |
| Verifica sfruttamento | 0,02 | | OK |

L'elemento soddisfa la verifica.

4.22.3.2 Verifica allo stato limite ultimo (SLU)

La verifica viene eseguita in conformità del punto 4.2.1.1 del D.M. 14 gennaio 2008 (NTC2008) e tenendo conto della EN 1993-1-1 anziché la EN 1993-1-3 poiché secondo l'articolo 1.1 (3) EN 1993-



14/11/2018

PERI S.r.l.
 ING. Meroni Roberto
 Legale Rappresentante

1-3 la medesima non può essere applicata alle sezioni circolari e rettangolari cave formate a freddo regolate dalle EN 10219.

| Fattori parziali di sicurezza | |
|--|------|
| γ_{M0} per resistenza delle sezioni trasversali | 1,05 |
| γ_{M1} per resistenza all'instabilità | 1,05 |
| γ_{M2} per resistenza delle sezioni nette | 1,25 |

| Materiale | | |
|----------------------------------|------------------|-----|
| Tensione di snervamento f_{yk} | 355 | MPa |
| Tensione di rottura f_{uk} | 510 | MPa |
| Costruzione | FORMATO a freddo | |

4.22.3.2.A.1 Classificazione delle sezioni

Viene effettuata in conformità all'articolo 4.2.3.1 del D.M. 14 gennaio 2008 (NTC2008). La classificazione delle sezioni cave viene effettuata in conformità alla tabella 4.2.III del D.M. 14 gennaio 2008 (NTC2008)

| | |
|--|-------|
| Rapporto massimo in larghezza / spessore | 17,00 |
| Limite Classe1 | 26,85 |
| Limite Classe2 | 30,92 |
| Limite Classe3 | 45,74 |

=> Quindi la sezione è classificata come classe 1 per la verifica della sezione trasversale

Nell'Appendice 8, si ricavano le azioni agenti nell'elemento più sollecitato che danno le massime tensioni (che si riscontrano nella briglia superiore, elemento B17 nella combinazione SLU2M per gli stati limite ultimi SLU).

La verifica viene eseguita nella sezione più rappresentativa ($x=300$ mm) che presenta le seguenti sollecitazioni di progetto:

| Forze interne | Calcolato | Unità |
|---------------|-----------|-------|
| N_{Ed} | -8636,84 | N |
| $V_{y,Ed}$ | 0 | N |
| $V_{z,Ed}$ | 1548,45 | N |
| T_{Ed} | 0 | Nmm |
| $M_{y,Ed}$ | 333263,64 | Nmm |
| $M_{z,Ed}$ | 0 | Nmm |

4.22.3.2.A.2 Verifica compressione

Viene effettuata in conformità all'articolo 4.2.4.1.2 del D.M. 14 gennaio 2008 (NTC2008)



14/11/2018

PERI S.r.l.
ING. Meroni Roberto
Legale Rappresentante

$$\frac{N_{Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1 \quad \text{dove: } N_{c,Rd} = A \cdot f_{yk} / \gamma_{M0}$$

In sintesi:

| Descrizione | | Unità |
|--|-------------|-----------------|
| A | 481,00 | mm ² |
| N _{c,Rd} | 162623,81 | N |
| Verifica sfruttamento $\frac{N_{Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1$ | 0,06 | OK |

4.22.3.2.A.3 Verifica del Momento Flettente M

Viene effettuata in conformità all'articolo 4.2.4.1.2 del D.M. 14 gennaio 2008 (NTC2008)

$$\frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

dove:

$$M_{c,Rd} = M_{pl,Rd} = \frac{W_{pl} \cdot f_{yk}}{\gamma_{M0}}$$

In sintesi:

| Descrizione | yy | zz | Unità |
|--|-------------|-------------|-----------------|
| W _{pl} | 8791,70 | 5375,00 | mm ³ |
| M _{pl,Rd} | 2972431,90 | 1817261,90 | Nmm |
| Verifica sfruttamento $\frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$ | 0,11 | 0,00 | OK |

4.22.3.2.A.4 Verifica sollecitazione di azioni da taglio

Viene effettuata in conformità all'articolo 4.2.4.1.2 del D.M. 14 gennaio 2008 (NTC2008)

$$\frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1 \quad \text{dove: } V_{c,Rd} = \frac{A_v \cdot f_{yk}}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}} ; A_v = \frac{A \cdot (h;b)}{(b+h)} ; h = 60 ; b = 30$$

In sintesi:

| Descrizione | yy | zz | Unità |
|--|-------------|-------------|-------|
| V _{Ed} | 0,00 | 1548,44 | N |
| V _{c,Rd} | 31296,97 | 62593,93 | N |
| Verifica sfruttamento $\frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$ | 0,00 | 0,02 | OK |

4.22.3.2.A.5 Verifica sollecitazione combinata di azioni da taglio, carico assiale e pressoflessione



14/11/2018

PERI S.r.l.
 ING. Meroni Roberto
 Legale Rappresentante

Non essendo chiaro quanto trattato dalle NTC si effettua la verifica considerando il paragrafo 6.2.9.1 e relativa correzione della EN 1993-1-1:2014 per le sezioni di *classe 1 e 2 e riguardante i profili cavi* si ha:

$$\left[\frac{M_{y,Ed}}{M_{N,y,Rd}} \right]^\alpha + \left[\frac{M_{z,Ed}}{M_{N,z,Rd}} \right]^\beta \leq 1$$

dove:

rectangular hollow sections:

$$M_{N,Rd} = M_{pl,Rd} \cdot \rho \quad \alpha = \beta = \frac{1,66}{1 - 1,13n^2} \quad \text{but } \alpha = \beta \leq 6 \quad \rho = \left(\frac{2V_{Ed}}{V_{pl,Rd}} - 1 \right)^2$$

where $n = N_{Ed} / N_{pl,Rd}$.

Valore maggiore rispetto al precedente per cui prendiamo il minore a favore di sicurezza.

In sintesi:

| Descrizione | | Unità |
|---|------------|-------|
| MN,y,Rd | 2972421,76 | Nmm |
| Alpha | 1,68 | N |
| MN,z,Rd | 1817261,90 | Nmm |
| Beta | 1,68 | |
| Verifica sfruttamento | | |
| $\left[\frac{M_{y,Ed}}{M_{N,y,Rd}} \right]^\alpha + \left[\frac{M_{z,Ed}}{M_{N,z,Rd}} \right]^\beta \leq 1$ | 0,01 | OK |

Il Taglio è inferiore al 50% della resistenza plastica al taglio per cui il suo effetto viene trascurato. L'elemento soddisfa le verifiche.

4.22.3.2.A.6 Verifica a presso-flessione per instabilità (Metodo B)

In conformità dell'articolo C4.2.4.1.3.3.2 (Metodo B) della Circolare 2 febbraio 2009, n. 617:

$$\frac{N_{Ed} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yk}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_{LT} \cdot W_y \cdot f_{yk}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{z,Ed} \cdot \gamma_{M1}}{W_z \cdot f_{yk}} \leq 1$$

$$\frac{N_{Ed} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yk}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{y,Ed} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_{LT} \cdot W_y \cdot f_{yk}} + k_{zz} \cdot \frac{M_{z,Ed} \cdot \gamma_{M1}}{W_z \cdot f_{yk}} \leq 1$$



14/11/2018

PERI S.r.l.
 ING. Meroni Roberto
 Legale Rappresentante

Per il calcolo dei coefficienti di interazione k_{yy} , k_{yz} , k_{zy} e k_{zz} si utilizza il metodo B Circolare 2 febbraio 2009, n. 617, Tabelle C4.2.IV, C4.2.VI.

| k | Tipi di sezione | Sezioni di classe 3 e 4 (proprietà delle sezioni calcolate in campo elastico) | Sezioni di classe 1 e 2 (proprietà delle sezioni calcolate in campo plastico) |
|----------|-----------------------|--|---|
| k_{yy} | I. H. Sezioni cave | $\alpha_{my} \cdot \left(1 + 0,6 \cdot \bar{\lambda}_y \cdot \frac{N_{Ed} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yk}} \right) \leq \alpha_{my} \cdot \left(1 + 0,6 \cdot \frac{N_{Ed} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yk}} \right)$ | $\alpha_{my} \cdot \left(1 + (\bar{\lambda}_y - 0,2) \cdot \frac{N_{Ed} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yk}} \right) \leq \alpha_{my} \cdot \left(1 + 0,8 \cdot \frac{N_{Ed} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yk}} \right)$ |
| k_{yz} | I. H. Sezioni cave | k_{zz} | $0,6 \cdot k_{zz}$ |
| k_{zy} | I. H. Sezioni cave | $0,8 \cdot k_{yy}$ | $0,6 \cdot k_{yy}$ |
| k_{zz} | I. II | $\alpha_{mz} \cdot \left(1 + 0,6 \cdot \bar{\lambda}_y \cdot \frac{N_{Ed} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yk}} \right) \leq \alpha_{mz} \cdot \left(1 + 0,6 \cdot \frac{N_{Ed} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yk}} \right)$ | $\alpha_{mz} \cdot \left(1 + (2\bar{\lambda}_y - 0,6) \cdot \frac{N_{Ed} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yk}} \right) \leq \alpha_{mz} \cdot \left(1 + 1,4 \cdot \frac{N_{Ed} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yk}} \right)$ |
| | Sezioni cave | | $\alpha_{mz} \cdot \left(1 + (\bar{\lambda}_y - 0,2) \cdot \frac{N_{Ed} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yk}} \right) \leq \alpha_{mz} \cdot \left(1 + 0,8 \cdot \frac{N_{Ed} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yk}} \right)$ |

Per pressoflessione retta, $M_{yEd} \neq 0$, $k_{zy} = 0$ ($M_{zEd} = 0$).

| Diagramma del momento | Intervallo | Coefficienti α_{my} , α_{mz} , α_{mLT} | |
|-----------------------|--------------------------|---|--|
| | | Carico uniforme | Carico concentrato |
| | $-1 \leq \psi \leq 1$ | $0,6 + 0,4\psi \geq 0,4$ | |
| | $0 \leq \alpha_s \leq 1$ | $-1 \leq \psi \leq 1$ | $0,2 + 0,8\alpha_s \geq 0,4$ |
| | $-1 \leq \alpha_s < 0$ | $0 \leq \psi \leq 1$ | $0,1 - 0,8\alpha_s \geq 0,4$ |
| | | $-1 \leq \psi \leq 0$ | $0,1(1 - \psi) - 0,8\alpha_s \geq 0,4$ |
| | $0 \leq \alpha_h \leq 1$ | $-1 \leq \psi \leq 1$ | $0,95 + 0,05\alpha_h$ |
| | $-1 \leq \alpha_h < 0$ | $0 \leq \psi \leq 1$ | $0,95 + 0,05\alpha_h$ |
| | | $-1 \leq \psi \leq 0$ | $0,95 + 0,05\alpha_h (1 + 2\psi)$ |

$$\chi_y = \chi_z = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \bar{\lambda}^2}} \leq 1,0 ; \Phi = 0,5 \cdot \left[1 + \alpha (\bar{\lambda} - 0,2) + \bar{\lambda}^2 \right]; \bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_{yk}}{N_{cr}}}$$

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \bar{\lambda}_{LT}^2}} \leq 1,0 ; \Phi_{LT} = 0,5 \cdot \left[1 + \alpha_{LT} (\bar{\lambda}_{LT} - 0,2) + \bar{\lambda}_{LT}^2 \right]; \bar{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{W_y \cdot f_{yk}}{M_{cr}}}$$



14/11/2018

PERI S.r.l.
ING. Meroni Roberto
Legale Rappresentante

$$k_{zz} = \min \left\{ C_{mz} \left(1 + (\bar{\lambda}_z - 0,2) \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot N_{Rk} / \gamma_{M1}} \right); C_{my} \left(1 + 0,8 \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot N_{Rk} / \gamma_{M1}} \right) \right\}; k_{zy} = 0,6 \cdot k_{zz}$$

In sintesi:

| Parametri per la verifica a pressoflessione | | | | |
|---|----------------------------|------------|-----------------|-------------|
| Metodo di interazione | Metodo 2 alternativo - NTC | | | |
| | yy | zz | | |
| Area della sezione A | 481,00 | | mm ² | |
| W _{pl} =W | 8791,70 | 5375,00 | mm ³ | |
| Azione di progetto a compressione N _{Ed} | -8636,84 | | N | |
| Carico euleriano N _{cr} | 731750,38 | 113161,73 | N | |
| Momento flettente max di progetto M _{Ed} | 333263,64 | 0 | Nmm | |
| Resistenza caratteristica a compressione N _{Rk} | 170755,00 | | N | |
| Resistenza caratteristica a flessione M _{Rk} | 3121053,50 | 1908125,00 | Nmm | |
| Fattore di riduzione χ | 0,85 | 0,42 | | |
| Fattore di riduzione χ_{LT} | 1,00 | | | |
| Imperfezione α_{LT} | 0,49 | | | |
| α_m | 0,90 | 0,90 | | |
| $\alpha_{m,LT}$ | 2,10 | | | |
| Fattore di interazione k _{yy} | 0,92 | | | |
| Fattore di interazione k _{zy} | 0,55 | | | |
| Fattore di interazione k _{zz} | 0,99 | | | |
| Fattore di interazione k _{yz} | 0,59 | | | |
| Verifica di stabilità a presso-flessione | | | | |
| $\frac{N_{Ed} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yk}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_{LT} \cdot W_y \cdot f_{yk}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{z,Ed} \cdot \gamma_{M1}}{W_z \cdot f_{yk}} \leq 1$ | | | OK | |
| $\frac{N_{Ed} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yk}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{y,Ed} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_{LT} \cdot W_y \cdot f_{yk}} + k_{zz} \cdot \frac{M_{z,Ed} \cdot \gamma_{M1}}{W_z \cdot f_{yk}} \leq 1$ | | | | |
| | 0,06 | 0,10 | 0,00 | 0,16 |
| | 0,13 | 0,06 | 0,00 | 0,19 |

L'elemento soddisfa le verifiche.

4.22.3.3 Verifica con i dati sperimentali

Dalle prove riportate nel certificato del Politecnico di Milano n. 2016/2351 del 19/05/2017 (vedi elenco certificati alla pos. n. 14), si ottiene F_{Rk} = 60059 N

Dall'analisi semplificata dei carichi effettuata nel Cap. 3 punto 3.12.1 si ottiene che F_{ED} = 4618x1,5 N per cui



14/11/2018

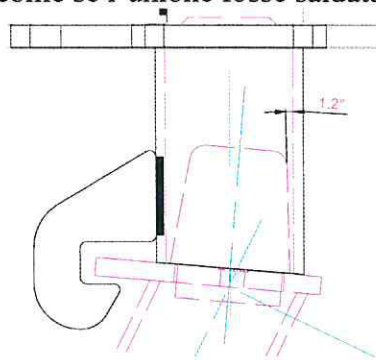
PERI S.r.l.
ING. Meroni Roberto
Legale Rappresentante

$$\frac{F_{RD}}{1,05 \times F_{ED}} = \frac{60059}{1,05 \times 1,5 \times 4618} = 8,25 > 1,0$$

4.22.4 Mensola UCM 75 con puntone UCP

| Sezione trasverso mensola | | |
|--|-----------------------------|------------|
| Dimensioni | 60 x 30 x 2 mm | |
| Profilo | Tubo rettangolare | |
| Materiale | S 355 | |
| Costruzione | formato a freddo (EN 10219) | |
| Curva di instabilità y, z | c | c |
| A [mm ²] | 3,3400e+02 | |
| A _y [mm ²], A _z [mm ²] | 1,1117e+02 | 2,2234e+02 |
| I _y [mm ⁴], I _z [mm ⁴] | 1,5100e+05 | 5,0800e+04 |
| i _y [mm], i _z [mm] | 21,26 | 12,33 |
| W _{el.y} [mm ³], W _{el.z} [mm ³] | 5,0200e+03 | 3,3900e+03 |
| W _{pl.y} [mm ³], W _{pl.z} [mm ³] | 6,2917e+03 | 3,8750e+03 |
| M _{pl.y.+} [Nmm], M _{pl.y.-} [Nmm] | 1,48e+06 | 1,48e+06 |
| M _{pl.z.+} [Nmm], M _{pl.z.-} [Nmm] | 9,12e+05 | 9,12e+05 |
| I _t [mm ⁴], I _w [mm ⁶] | 1,2500e+05 | 2,4300e+07 |

Si schematizza un sistema costituito dalla mensola, fissata alla piastra forata e con ed il giunto a forchetta inserito al montante il quale viene raddoppiato in corrispondenza della piazzola di carico, il puntone UCP fissato sotto alla mensola tramite il giunto ad innesto e al montante tramite un giunto girevole. Si rimanda all'Appendice 8 per lo schema di calcolo in cui, sotto i carichi calcolati in esercizio e allo stato limite ultimo (verso il basso) come sono successivamente esposti, il giunto ad innesto si "ingrana" e si comporta come se l'unione fosse saldata (in continuità).



Si esamina la parte più deformata nel caso dello stato limite di esercizio e più sfruttata nel caso dello stato limite ultimo, di ciascun elemento che costituisce il sistema portante della piazzola di carico ovvero, mensola UCM 75, puntone UCP e montante con raddoppio. Dalle analisi nell'Appendice 9 si evince che la mensola è poco sfruttata quindi si procede alla verifica del puntone UCP.

4.22.4.1 Verifica allo stato limite di esercizio (SLE) del puntone UCP

Nell'Appendice 9, si ricava la freccia più alta si riscontra nell'elemento B130, ovvero il puntone, per gli stati limite di esercizio SLE le cui caratteristiche geometriche sono le seguenti:

Sezione puntone UCP



14/11/2018

PERI S.r.l.
ING. Meroni Roberto
Legale Rappresentante

| | | |
|--|-----------------------------|------------|
| Dimensioni | 48.3 X 3.2 mm | |
| Profilo | Tubo circolare | |
| Materiale | S 275 | |
| Costruzione | formato a freddo (EN 10219) | |
| Curva di instabilità y, z | c | c |
| A [mm ²] | 4,5300e+02 | |
| A _y [mm ²], A _z [mm ²] | 2,8864e+02 | 2,8864e+02 |
| I _y [mm ⁴], I _z [mm ⁴] | 1,1600e+05 | 1,1600e+05 |
| i _y [mm], i _z [mm] | 16,00 | 16,00 |
| W _{el.y} [mm ³], W _{el.z} [mm ³] | 4,8000e+03 | 4,8000e+03 |
| W _{pl.y} [mm ³], W _{pl.z} [mm ³] | 6,5088e+03 | 6,5088e+03 |
| M _{pl.y.+} [Nmm], M _{pl.y.-} [Nmm] | 1,79e+06 | 1,79e+06 |
| M _{pl.z.+} [Nmm], M _{pl.z.-} [Nmm] | 1,79e+06 | 1,79e+06 |
| I _t [mm ⁴], I _w [mm ⁶] | 2,3200e+05 | 1,7457e-25 |

Le deformazioni massime che si ottengono si ottengono sono le seguenti:

| Descrizione | yy | zz | Unità |
|-----------------------|-------------|--------|-------|
| f | 0,005 | 0,224 | mm |
| L | 1720 | | mm |
| (f / L) max | 1/100 | | |
| f / L | 1/34400 | 1/7678 | |
| Verifica sfruttamento | 0,03 | | OK |

L'elemento soddisfa la verifica.

4.22.4.2 Verifica allo stato limite ultimo (SLU) del puntone UCP

La verifica viene eseguita tenendo conto del punto 4.2.1.1 del D.M. 14 gennaio 2008 (NTC2008)

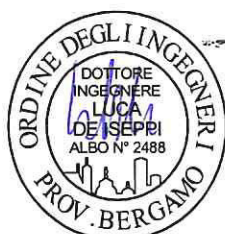
| Fattori parziali di sicurezza | |
|--|------|
| γ _{M0} per resistenza delle sezioni trasversali | 1,05 |
| γ _{M1} per resistenza all'instabilità | 1,05 |
| γ _{M2} per resistenza delle sezioni nette | 1,25 |

| Materiale | | |
|---|------------------|-----|
| Tensione di snervamento f _{yk} | 275 | MPa |
| Tensione di rottura f _{uk} | 430 | MPa |
| Costruzione | FORMATO A FREDDO | |

4.22.4.2.A.1 Classificazione delle sezioni

Viene effettuata in conformità all'articolo 4.2.3.1 del D.M. 14 gennaio 2008 (NTC2008). La classificazione delle sezioni cave viene effettuata in conformità alla tabella 4.2.III del D.M. 14 gennaio 2008 (NTC2008).

| | |
|--|-------|
| Rapporto massimo in larghezza / spessore | 15,09 |
|--|-------|



14/11/2018

PERI S.r.l.
 ING. Meroni Roberto
 Legale Rappresentante

| | |
|----------------|-------|
| Limite Classe1 | 42,73 |
| Limite Classe2 | 59,82 |
| Limite Classe3 | 76,91 |

=> Quindi la sezione è classificata come classe 1 per la verifica della sezione trasversale

La verifica viene eseguita nella sezione più rappresentativa (*) (x=1720 mm in corrispondenza del giunto con la mensola) che presenta le seguenti sollecitazioni di progetto

| Forze interne | Calcolato | Unità |
|-----------------------|-----------|-------|
| N _{Ed} | -3314,48 | N |
| V _{y,Ed} | 16,16 | N |
| V _{z,Ed} | -30,91 | N |
| T _{Ed} | 30920,68 | Nmm |
| M _{y,Ed} (*) | 0,00 | Nmm |
| M _{z,Ed} | 15042,32 | Nmm |

(*) la verifica per instabilità viene eseguita prendendo il valori massimo che si trova a x=956 mm e (M_{y,Ed} = 29824,54Nmm).

4.22.4.2.A.2 Verifica compressione

Viene effettuata in conformità all'articolo 4.2.4.1.2 del D.M. 14 gennaio 2008 (NTC2008)

$$\frac{N_{Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1$$

dove:

$$N_{c,Rd} = A \cdot f_{yk} / \gamma_{M0}$$

In sintesi:

| Descrizione | | Unità |
|--|-----------|-----------------|
| A | 453,00 | mm ² |
| N _{c,Rd} | 118642,86 | N |
| Verifica sfruttamento $\frac{N_{Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1$ | 0,03 | OK |

4.22.4.2.A.3 Verifica del Momento Flettente M

Viene effettuata in conformità all'articolo 4.2.4.1.2 del D.M. 14 gennaio 2008 (NTC2008)

$$\frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

dove:

$$M_{c,Rd} = M_{pl,Rd} = \frac{W_{pl} \cdot f_{yk}}{\gamma_{M0}}$$



14/11/2018

PERI S.r.l.
 ING. Meroni Roberto
 Legale Rappresentante

In sintesi:

| Descrizione | yy | zz | Unità |
|--|------------|------------|-----------------|
| W_{pl} | 6508,8 | 6508,8 | mm ³ |
| $M_{pl,Rd}$ | 1704693,57 | 1704693,57 | Nmm |
| Verifica sfruttamento $\frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$ | 0,00 | 0,01 | OK |

4.22.4.2.A.4 Verifica sollecitazione di azioni da taglio

Le verifiche possono essere trascurate in quanto le azioni risultano molto basse.

4.22.4.2.A.5 Verifica sollecitazione di azioni da taglio, torsione

Anche in questo caso la verifica può essere trascurata per i carichi bassi.

4.22.4.2.A.6 Verifica sollecitazione combinata di azioni da taglio, carico assiale e pressoflessione

Anche in questo caso la verifica può essere trascurata per i carichi bassi.

4.22.4.2.A.7 Verifica a presso-flessione per instabilità (Metodo B)

In conformità all'articolo C4.2.4.1.3.3.2 (Metodo B) della Circolare 2 febbraio 2009, n. 617 e tenendo conto del punto 6.3.3. della EN 1993-1-1 si ha:

$$\frac{N_{Ed} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yk}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_{LT} \cdot W_y \cdot f_{yk}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{z,Ed} \cdot \gamma_{M1}}{W_z \cdot f_{yk}} \leq 1$$

$$\frac{N_{Ed} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yk}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{y,Ed} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_{LT} \cdot W_y \cdot f_{yk}} + k_{zz} \cdot \frac{M_{z,Ed} \cdot \gamma_{M1}}{W_z \cdot f_{yk}} \leq 1$$

Per il calcolo dei coefficienti di interazione k_{yy} , k_{yz} , k_{zy} e k_{zz} si utilizza il metodo B Circolare 2 febbraio 2009, n. 617, Tabelle C4.2.IV, C4.2.VI.



14/11/2018

PERI S.r.l.
 ING. Meroni Roberto
 Legale Rappresentante

| k | Tipi di sezione | Sezioni di classe 3 e 4 (proprietà delle sezioni calcolate in campo elastico) | Sezioni di classe 1 e 2 (proprietà delle sezioni calcolate in campo plastico) |
|----------|-----------------------|--|---|
| k_{yy} | I, H. Sezioni cave | $\alpha_{my} \cdot \left(1 + 0,6 \cdot \bar{\lambda}_y \cdot \frac{N_{Ed} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yk}} \right) \leq \alpha_{my} \cdot \left(1 + 0,6 \cdot \frac{N_{Ed} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yk}} \right)$ | $\alpha_{my} \cdot \left(1 + (\bar{\lambda}_y - 0,2) \cdot \frac{N_{Ed} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yk}} \right) \leq \alpha_{my} \cdot \left(1 + 0,8 \cdot \frac{N_{Ed} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yk}} \right)$ |
| k_{yz} | I, H. Sezioni cave | k_{zz} | $0,6 \cdot k_{zz}$ |
| k_{zy} | I, H. Sezioni cave | $0,8 \cdot k_{yy}$ | $0,6 \cdot k_{yy}$ |
| k_{zz} | I, H. | $\alpha_{mz} \cdot \left(1 + 0,6 \cdot \bar{\lambda}_y \cdot \frac{N_{Ed} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yk}} \right) \leq \alpha_{mz} \cdot \left(1 + 0,6 \cdot \frac{N_{Ed} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yk}} \right)$ | $\alpha_{mz} \cdot \left(1 + (2\bar{\lambda}_y - 0,6) \cdot \frac{N_{Ed} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yk}} \right) \leq \alpha_{mz} \cdot \left(1 + 1,4 \cdot \frac{N_{Ed} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yk}} \right)$ |
| | Sezioni cave | | $\alpha_{mz} \cdot \left(1 + (\bar{\lambda}_y - 0,2) \cdot \frac{N_{Ed} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yk}} \right) \leq \alpha_{mz} \cdot \left(1 + 0,8 \cdot \frac{N_{Ed} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yk}} \right)$ |

Per pressoflessione retta. $M_{y,Ed} \neq 0$. $k_{xy} = 0$ ($M_{z,Ed} = 0$).

| Diagramma del momento | Intervallo | | Coefficienti α_{my} , α_{mz} , α_{mLT} | |
|-----------------------|--------------------------|-----------------------|---|-------------------------------------|
| | | | Carico uniforme | Carico concentrato |
| | $-1 \leq \psi \leq 1$ | | $0,6 + 0,4\psi \geq 0,4$ | |
| | $0 \leq \alpha_s \leq 1$ | $-1 \leq \psi \leq 1$ | $0,2 + 0,8\alpha_s \geq 0,4$ | $0,2 + 0,8\alpha_s \geq 0,4$ |
| | $-1 \leq \alpha_s < 0$ | $0 \leq \psi \leq 1$ | $0,1 - 0,8\alpha_s \geq 0,4$ | $-0,8\alpha_s \geq 0,4$ |
| | | $-1 \leq \psi \leq 0$ | $0,1(1 - \psi) - 0,8\alpha_s \geq 0,4$ | $0,2(-\psi) - 0,8\alpha_s \geq 0,4$ |
| | $0 \leq \alpha_h \leq 1$ | $-1 \leq \psi \leq 1$ | $0,95 + 0,05\alpha_h$ | $0,90 + 0,10\alpha_h$ |
| | $-1 \leq \alpha_h < 0$ | $0 \leq \psi \leq 1$ | $0,95 + 0,05\alpha_h$ | $0,90 + 0,10\alpha_h$ |
| | | $-1 \leq \psi \leq 0$ | $0,95 + 0,05\alpha_h(1 + 2\psi)$ | $0,90 + 0,10\alpha_h(1 + 2\psi)$ |

$$\chi_y = \chi_z = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \bar{\lambda}^2}} \leq 1,0; \quad \Phi = 0,5 \cdot \left[1 + \alpha(\bar{\lambda} - 0,2) + \bar{\lambda}^2 \right]; \quad \bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_{yk}}{N_{cr}}}$$

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \bar{\lambda}_{LT}^2}} \leq 1,0; \quad \Phi_{LT} = 0,5 \cdot \left[1 + \alpha_{LT}(\bar{\lambda}_{LT} - 0,2) + \bar{\lambda}_{LT}^2 \right]; \quad \bar{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{W_y \cdot f_{yk}}{M_{cr}}}$$

$$k_{zz} = \min \left\{ C_{mz} \left(1 + (\bar{\lambda}_z - 0,2) \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot N_{Rk} / \gamma_{M1}} \right); C_{my} \left(1 + 0,8 \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot N_{Rk} / \gamma_{M1}} \right) \right\}; \quad k_{zy} = 0,6 \cdot k_{zz}$$



14/11/2018

PERI S.r.l.
 ING. Meroni Roberto
 Legale Rappresentante

In sintesi:

| Descrizione | yy | zz | Unità | |
|--|----------|-----------|-----------------|-------------|
| Lunghezza sistema L | 1720 | | mm | |
| Fattore di instabilità k | 2,12 | 0,63 | | |
| Lunghezza per instabilità L _{cr} | 3646,4 | 1083,6 | mm | |
| Carico euleriano N _{cr} | 18082,08 | 204757,13 | N | |
| Snellezza λ | 227,87 | 67,72 | | |
| Snellezza relativa λ | 2,62 | 0,78 | | |
| Snellezza limite λ ₀ | 0,20 | | | |
| Curva di instabilità | c | | | |
| Imperfezione α | 0,49 | | | |
| Fattore di riduzione χ _{min} | 0,12 | | | |
| N _{Ed} | -3314,48 | | N | |
| M _{eq,Ed} | 29824,54 | 6016,93 | Nmm | |
| A | 453,00 | | mm ² | |
| W _{el} | 4800,00 | 4800,00 | mm ³ | |
| W _{pl} | 6508,80 | 6508,80 | mm ³ | |
| Verifica sfruttamento | | | OK | |
| $\frac{N_{Ed} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_{min} \cdot f_y \cdot A} + \frac{M_{eqy,Ed} \cdot \gamma_{M1}}{f_y \cdot W_{pl,y} \left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}\right)} + \frac{M_{eqz,Ed} \cdot \gamma_{M1}}{f_y \cdot W_{pl,z} \left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}\right)} \leq 1$ | | | | |
| | 0,23 | 0,02 | 0,01 | 0,26 |

L'elemento soddisfa le verifiche.

4.22.4.3 Verifica allo stato limite di esercizio (SLE) del montante di raddoppio

Nell'Appendice 9, si ricava la freccia più alta negli elementi del montante e raddoppio si riscontra nell'elemento B135, per gli stati limite di esercizio SLE le cui caratteristiche geometriche sono le seguenti

| Sezione Montante di raddoppio | |
|--|-----------------------------|
| Dimensioni | 48.3 X 3.2 mm |
| Profilo | Tubo circolare |
| Materiale | S 235 |
| Costruzione | formato a freddo (EN 10219) |
| Curva di instabilità y, z | c c |
| A [mm ²] | 4,5300e+02 |
| A _y [mm ²], A _z [mm ²] | 2,8864e+02 2,8864e+02 |
| I _y [mm ⁴], I _z [mm ⁴] | 1,1600e+05 1,1600e+05 |
| i _y [mm], i _z [mm] | 16,00 16,00 |
| W _{el,y} [mm ³], W _{el,z} [mm ³] | 4,8000e+03 4,8000e+03 |
| W _{pl,y} [mm ³], W _{pl,z} [mm ³] | 6,5088e+03 6,5088e+03 |
| M _{pl,y,+} [Nmm], M _{pl,y,-} [Nmm] | 1,53e+06 1,53e+06 |
| M _{pl,z,+} [Nmm], M _{pl,z,-} [Nmm] | 1,53e+06 1,53e+06 |
| I _t [mm ⁴], I _w [mm ⁶] | 2,2605e+05 6,3552e-06 |



14/11/2018

PERI S.r.l.
 ING. Meroni Roberto
 Legale Rappresentante

Le deformazioni massime che si ottengono si ottengono sono le seguenti:

| Descrizione | yy | zz | Unità |
|-----------------------|-------------|--------|-------|
| f | 0,044 | 0,194 | mm |
| L | 462 | | mm |
| (f / L) max | 1/100 | | |
| f / L | 1/10500 | 1/4126 | |
| Verifica sfruttamento | 0,05 | | OK |

L'elemento soddisfa la verifica.

4.22.4.4 Verifica allo stato limite ultimo (SLU) del montante di raddoppio

La verifica viene eseguita tenendo conto del punto 4.2.1.1 del D.M. 14 gennaio 2008 (NTC2008)

| Fattori parziali di sicurezza | |
|--|------|
| γ_{M0} per resistenza delle sezioni trasversali | 1,05 |
| γ_{M1} per resistenza all'instabilità | 1,05 |
| γ_{M2} per resistenza delle sezioni nette | 1,25 |

| Materiale | | |
|----------------------------------|------------------|-----|
| Tensione di snervamento f_{yk} | 235,0 | MPa |
| Tensione di rottura f_{uk} | 360,0 | MPa |
| Costruzione | FORMATO A FREDDO | |

4.22.4.4.A.1 Classificazione delle sezioni

Viene effettuata in conformità all'articolo 4.2.3.1 del D.M. 14 gennaio 2008 (NTC2008). La classificazione delle sezioni cave viene effettuata in conformità alla tabella 4.2.III del D.M. 14 gennaio 2008 (NTC2008)

| | |
|--|-------|
| Rapporto massimo in larghezza / spessore | 15,09 |
| Limite Classe1 | 42,73 |
| Limite Classe2 | 59,82 |
| Limite Classe3 | 76,91 |

=> Quindi la sezione è classificata come classe 1 per la verifica della sezione trasversale

Nell'Appendice 9, si ricavano le azioni agenti nell'elemento più sfruttato si riscontra nell'elemento B14 e (B135), cioè il tratto di montante appena sotto il giunto girevole del puntone e appena sopra, per gli stati limite ultimi SLU le cui caratteristiche geometriche sono le seguenti:

La verifica viene eseguita nella sezione più rappresentativa (*) ($x=0$ mm in corrispondenza del giunto con la mensola) che presenta le seguenti sollecitazioni di progetto:



14/11/2018

PERI S.r.l.
ING. Meroni Roberto
Legale Rappresentante

| Forze interne | Calcolato | Unità |
|-----------------------|-----------|-------|
| N _{Ed} | -2576,69 | N |
| V _{y,Ed} | 182,25 | N |
| V _{z,Ed} | -1040,40 | N |
| T _{Ed} | -35944,67 | Nmm |
| M _{y,Ed} | 184870,68 | Nmm |
| M _{z,Ed} (*) | 19447,63 | Nmm |

(*) Nella verifica per instabilità viene considerato il momento massimo lungo tutto il tratto di 2 m (elemento B135 M_{z,Ed}=-104966,87 Nmm)

4.22.4.4.A.2 Verifica compressione

Viene effettuata in conformità all'articolo 4.2.4.1.2 del D.M. 14 gennaio 2008 (NTC2008)

$$\frac{N_{Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1; \text{ dove: } N_{c,Rd} = A \cdot f_{yk} / \gamma_{M0}$$

In sintesi:

| Descrizione | | Unità |
|--|-------------|-----------------|
| A | 453,00 | mm ² |
| N _{c,Rd} | 118642,86 | N |
| Verifica sfruttamento $\frac{N_{Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1$ | 0,02 | OK |

4.22.4.4.A.3 Verifica del Momento Flettente M

Viene effettuata in conformità all'articolo 4.2.4.1.2 del D.M. 14 gennaio 2008 (NTC2008)

$$\frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

dove:

$$M_{c,Rd} = M_{pl,Rd} = \frac{W_{pl} \cdot f_{yk}}{\gamma_{M0}}$$

In sintesi:

| Descrizione | yy | zz | Unità |
|--|-------------|-------------|-----------------|
| W _{pl} | 6508,8 | 6508,8 | mm ³ |
| M _{pl,Rd} | 1704693,57 | 1704693,57 | Nmm |
| Verifica sfruttamento $\frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$ | 0,11 | 0,01 | OK |



14/11/2018

PERI S.r.l.
 ING. Meroni Roberto
 Legale Rappresentante

4.2.4.4.A.1 Verifica sollecitazione di azioni da taglio

Viene effettuata in conformità all’articolo 4.2.4.1.2 del D.M. 14 gennaio 2008 (NTC2008)

$$\frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1 \text{ dove: } V_{c,Rd} = \frac{A_v \cdot f_{yk}}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}}; \quad A_v = \frac{2 \cdot A}{\pi}; \quad A = 453 \text{ mm}^2$$

In sintesi:

| Descrizione | yy | zz | Unità |
|--|-------------|-------------|-------|
| V _{Ed} | 182,25 | -1040,40 | N |
| V _{c,Rd} | 43607,49 | 43607,49 | N |
| Verifica sfruttamento $\frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$ | 0,00 | 0,02 | OK |

4.2.2.4.4.A.4 Verifica sollecitazione di azioni da torsione

Anche in questo caso la verifica può essere trascurata per i carichi bassi.

4.2.2.4.4.A.5 Verifica sollecitazione combinata di azioni da taglio, carico assiale e pressoflessione

Non essendo chiaro quanto trattato dalle NTC si effettua la verifica considerando il paragrafo 6.2.9.1 e relativa correzione della EN 1993-1-1:2014 per le sezioni di *classe 1 e 2 e riguardante i profili circolari cavi* e si ha:

$$\frac{M_{Ed,Ris}}{M_{N,Rd,min}} \leq 1 \text{ dove: } M_{Ed,Ris} = \sqrt{M_{y,Ed}^2 + M_{z,Ed}^2}; \quad \rho = \left(\frac{2 \cdot V_{Ed}}{V_{pl,Rd}} - 1 \right)^2$$

$$M_{N,Rd} = M_{pl,Rd} \cdot \rho; \quad M_{N,Rd,min} = \{M_{N,Rd,y}; M_{N,Rd,z}\}$$

Valore maggiore rispetto al precedente per cui prendiamo il minore a favore di sicurezza. In sintesi:

| Descrizione | yy | zz | Unità |
|--|-------------|-------------|-------|
| M _{Ed} | 184870,68 | 19447,63 | Nmm |
| M _{Ed,Ris} | 185890,77 | | Nmm |
| N _{Ed} | -2576,69 | | N |
| ρ | 1,000 | 0,857485204 | |
| V _{Ed} | 182,25 | -1040,40 | N |
| V _{Ed,Ris} | 1056,24 | | N |
| M _{pl,Rd} | 1704693,57 | 1704693,57 | Nmm |
| M _{N,Rd} | 1702157,03 | 1702157,03 | Nmm |
| M _{N,Rd,min} | 1702157,03 | | |
| Verifica sfruttamento $\frac{M_{Ed,Ris}}{M_{N,Rd,min}} \leq 1$ | 0,11 | | OK |

Il Taglio è inferiore al 50% della resistenza plastica al taglio per cui il suo effetto viene trascurato.



14/11/2018

PERI S.r.l.
 ING. Meroni Roberto
 Legale Rappresentante

4.22.4.4.A.6 Verifica a presso-flessione per instabilità (Metodo B)

In conformità all'articolo C4.2.4.1.3.3.2 (Metodo B) della Circolare 2 febbraio 2009, n. 617 e tenendo conto del punto 6.3.3. della EN 1993-1-1 si ha:

$$\frac{N_{Ed} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yk}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_{LT} \cdot W_y \cdot f_{yk}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{z,Ed} \cdot \gamma_{M1}}{W_z \cdot f_{yk}} \leq 1$$

$$\frac{N_{Ed} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yk}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{y,Ed} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_{LT} \cdot W_y \cdot f_{yk}} + k_{zz} \cdot \frac{M_{z,Ed} \cdot \gamma_{M1}}{W_z \cdot f_{yk}} \leq 1$$

Per il calcolo dei coefficienti di interazione k_{yy} , k_{yz} , k_{zy} e k_{zz} si utilizza il metodo B Circolare 2 febbraio 2009, n. 617, Tabelle C4.2.IV, C4.2.VI.

| k | Tipi di sezione | Sezioni di classe 3 e 4 (proprietà delle sezioni calcolate in campo elastico) | Sezioni di classe 1 e 2 (proprietà delle sezioni calcolate in campo plastico) |
|----------|-----------------------|--|---|
| k_{yy} | I. H. Sezioni cave | $\alpha_{my} \cdot \left(1 + 0,6 \cdot \bar{\lambda}_y \cdot \frac{N_{Ed} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yk}} \right) \leq \alpha_{my} \cdot \left(1 + 0,6 \cdot \frac{N_{Ed} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yk}} \right)$ | $\alpha_{my} \cdot \left(1 + (\bar{\lambda}_y - 0,2) \cdot \frac{N_{Ed} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yk}} \right) \leq \alpha_{my} \cdot \left(1 + 0,8 \cdot \frac{N_{Ed} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yk}} \right)$ |
| k_{yz} | I. H. Sezioni cave | k_{zz} | $0,6 \cdot k_{zz}$ |
| k_{zy} | I. H. Sezioni cave | $0,8 \cdot k_{yy}$ | $0,6 \cdot k_{yy}$ |
| k_{zz} | I. H. | $\alpha_{mz} \cdot \left(1 + 0,6 \cdot \bar{\lambda}_y \cdot \frac{N_{Ed} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yk}} \right) \leq \alpha_{mz} \cdot \left(1 + 0,6 \cdot \frac{N_{Ed} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yk}} \right)$ | $\alpha_{mz} \cdot \left(1 + (2\bar{\lambda}_y - 0,6) \cdot \frac{N_{Ed} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yk}} \right) \leq \alpha_{mz} \cdot \left(1 + 1,4 \cdot \frac{N_{Ed} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yk}} \right)$ |
| | Sezioni cave | | $\alpha_{mz} \cdot \left(1 + (\bar{\lambda}_y - 0,2) \cdot \frac{N_{Ed} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yk}} \right) \leq \alpha_{mz} \cdot \left(1 + 0,8 \cdot \frac{N_{Ed} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yk}} \right)$ |

Per pressoflessione retta. $M_{y,Ed} \neq 0$. $k_{zy} = 0$ ($M_{z,Ed} = 0$).

| Diagramma del momento | Intervallo | | Coefficienti α_{my} , α_{mz} , α_{mLT} | |
|-----------------------|--------------------------|--|---|-----------------------------------|
| | | | Carico uniforme | Carico concentrato |
| | $-1 \leq \psi \leq 1$ | | $0,6 + 0,4\psi \geq 0,4$ | |
| | $0 \leq \alpha_s \leq 1$ | $-1 \leq \psi \leq 1$ | $0,2 + 0,8\alpha_s \geq 0,4$ | $0,2 + 0,8\alpha_s \geq 0,4$ |
| | $-1 \leq \alpha_s < 0$ | $0 \leq \psi \leq 1$ | $0,1 - 0,8\alpha_s \geq 0,4$ | $-0,8\alpha_s \geq 0,4$ |
| $-1 \leq \psi \leq 0$ | | $0,1(1 - \psi) - 0,8\alpha_s \geq 0,4$ | $0,2(-\psi) - 0,8\alpha_s \geq 0,4$ | |
| | $0 \leq \alpha_h \leq 1$ | $-1 \leq \psi \leq 1$ | $0,95 + 0,05\alpha_h$ | $0,90 + 0,10\alpha_h$ |
| | | $0 \leq \psi \leq 1$ | $0,95 + 0,05\alpha_h$ | $0,90 + 0,10\alpha_h$ |
| | $-1 \leq \alpha_h < 0$ | $-1 \leq \psi \leq 0$ | $0,95 + 0,05\alpha_h (1 + 2\psi)$ | $0,90 + 0,10\alpha_h (1 + 2\psi)$ |



14/11/2018

PERI S.r.l.
ING. Meroni Roberto
Legale Rappresentante

$$\chi_y = \chi_z = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \bar{\lambda}^2}} \leq 1,0; \Phi = 0,5 \cdot [1 + \alpha(\bar{\lambda} - 0,2) + \bar{\lambda}^2]; \bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_{yk}}{N_{cr}}};$$

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \bar{\lambda}_{LT}^2}} \leq 1,0; \Phi_{LT} = 0,5 \cdot [1 + \alpha_{LT}(\bar{\lambda}_{LT} - 0,2) + \bar{\lambda}_{LT}^2]; \bar{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{W_y \cdot f_{yk}}{M_{cr}}}$$

$$k_{zz} = \min \left\{ C_{mz} \left(1 + (\bar{\lambda}_z - 0,2) \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot N_{Rk} / \gamma_{M1}} \right); C_{my} \left(1 + 0,8 \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot N_{Rk} / \gamma_{M1}} \right) \right\}; k_{zy} = 0,6 \cdot k_{zz}$$

In sintesi:

| Parametri per la verifica a pressoflessione | | | | |
|---|------------|------------|-----------------|-------------|
| Metodo di interazione | Metodo B | | | |
| | yy | zz | | |
| Area della sezione A | 453,00 | | mm ² | |
| W _{pl} =W | 6508,80 | 6508,80 | mm ³ | |
| Azione di progetto a compressione N _{Ed} | -2576,69 | | N | |
| Carico euleriano N _{cr} | 274426,05 | 1241857,25 | N | |
| Momento flettente max di progetto M _{Ed} | 184870,68 | 104966,87 | Nmm | |
| Resistenza caratteristica a compressione N _{Rk} | 124575,00 | | N | |
| Resistenza caratteristica a flessione M _{Rk} | 1789920,00 | 1789920,00 | Nmm | |
| Fattore di riduzione χ | 1,00 | 1,00 | | |
| Fattore di riduzione χ _{LT} | 1,00 | | | |
| Fattore di interazione k _{yy} | 0,99 | | | |
| Fattore di interazione k _{yz} | 1,00 | | | |
| Fattore di interazione k _{zy} | 0,99 | | | |
| Fattore di interazione k _{zz} | 0,86 | | | |
| Verifica di stabilità a presso-flessione | | | | |
| $\frac{N_{Ed} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yk}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_{LT} \cdot W_y \cdot f_{yk}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{z,Ed} \cdot \gamma_{M1}}{W_z \cdot f_{yk}} \leq 1$ | | | OK | |
| $\frac{N_{Ed} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yk}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{y,Ed} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_{LT} \cdot W_y \cdot f_{yk}} + k_{zz} \cdot \frac{M_{z,Ed} \cdot \gamma_{M1}}{W_z \cdot f_{yk}} \leq 1$ | | | | |
| | 0,02 | 0,10 | 0,04 | 0,16 |
| | 0,02 | 0,06 | 0,06 | 0,14 |

L'elemento soddisfa le verifiche.



14/11/2018

PERI S.r.l.
 ING. Meroni Roberto
 Legale Rappresentante

4.22.4.5 Verifica del giunto del puntone

Dalle prove riportate nel certificato del Politecnico di Milano n. 2016/2352 del 13/06/2017 (**vedi elenco certificati alla pos. n. 13**), si ottiene il valore di scorrimento del giunto a pari a $F_{ED,g} = 12000$ N. Tenendo conto che dall'Appendice 9 risulta che $N_{ED,p} = -2576,69$ N che agisce nel puntone e che l'angolo di inclinazione del puntone è $25,52^\circ$ (vedi TAV. 137 dell'Allegato A), e inoltre risulta che il puntocino della mensola lavora molto poco, consideriamo che la forza verticale agente verticalmente all'estremità del puntone è $N_{ED,m} = 2576,69 \times \cos 25,52^\circ = 2326$ N

$$\frac{F_{RD}}{F_{ED}} = \frac{12000}{1,05 \times 2326} = 4,91 > 1,0$$

4.22.4.6 Azioni sugli ancoraggi

Dall'Appendice 9 si ottengono le seguenti forze sugli ancoraggi, da sommare a quelle dello schema normale:

al piano del traverso della mensola a tirare

- H = 780,08 N (SLE)
- H = 1152,57 N (SLU)

al piano sottostante il traverso della mensola a spingere

- H = 835,72 N (SLE)
- H = 1230,04 N (SLU)

4.22.4.7 Verifica con i dati sperimentali

Dalle prove su mensola da 0,75 m con puntone riportate nel certificato del Politecnico di Milano n. 2016/2352 del 13/06/2017 (**vedi elenco certificati alla pos. n. 13**), si ottiene $F_{RK} = 34578$ N. Tenendo conto dello schema di prova e che dall'Appendice 9 risulta che $N_{ED} = 3216,39$ N applicato all'estremità della mensola si ha

$$\frac{F_{RD}}{F_{ED}} = \frac{34578}{1,05 \times 3216,39} = 10,23 > 1,0$$

4.23 VERIFICA DELLA PIAZZOLA DI CARICO DA 0,5x3,0 m

La piazzola di carico è staticamente formata da tavole in legno (20x5 cm) disposte nella direzione parallela alla facciata e poggianti su travetti in legno 10x10 cm interassati di circa 47,5 cm (a favore di sicurezza nella verifica sarà considerato 56 cm) poggianti su travette rinforzate da 3,0 m.

4.23.1 Tavole in legno

| | | | |
|--------------------------------|------------------|---------|-------------------|
| Tavole in legno | b-h | 200-50 | mm |
| Area della sezione | A | 10000 | mm ² |
| Momento d'inerzia | J | 2083333 | mm ⁴ |
| Modulo di resistenza inferiore | W _i | 83333 | mm ³ |
| Tensione ammissibile | σ _{amm} | 8 | N/mm ² |



14/11/2018

PERI S.r.l.
 ING. Meroni Roberto
 Legale Rappresentante

Non avendo riscontri nelle NTC, l'elemento d'impalcato (piazzola di carico) viene verificato per la classe 5 che prevede i seguenti carichi secondo il punto 6.2 e seguenti della UNI EN 12811-1 (prospetto 3) ed il prospetto 4-I dell'articolo 4.2.3 della Circolare M.L.P.S. n° 132/91 del 24/10/91:

| Classe di carico | Carico uniformemente distribuito q_1 kN/m ² | Carico concentrato sull'area 500 mm × 500 mm F_1 kN | Carico concentrato sull'area 200 mm × 200 mm F_2 kN | Carico sull'area parziale | |
|------------------|--|--|--|----------------------------|--|
| | | | | q_2 kN/m ² | Fattore dell'area parziale $a_p^{(1)}$ |
| 1 | 0,75 ²⁾ | 1,50 | 1,00 | - | - |
| 2 | 1,50 | 1,50 | 1,00 | - | - |
| 3 | 2,00 | 1,50 | 1,00 | - | - |
| 4 | 3,00 | 3,00 | 1,00 | 5,00 | 0,4 |
| 5 | 4,50 | 3,00 | 1,00 | 7,50 | 0,4 |
| 6 | 6,00 | 3,00 | 1,00 | 10,00 | 0,5 |

1 - carico di servizio ($q_{1,k} = 4500 \times 0,200 = 900$ N/m)

2 - carico concentrato $Q_{2,k} = 3000 \times 0,2/0,5 = 1200$ N applicato su una superficie di 0,50x0,20 m

3 - carico concentrato $Q_{3,k} = 1000$ N applicato su una superficie di 0,2 m x 0,2 m

4 - carico ripartito $q'_{4,k} = 7500$ N/m² applicato su una superficie parziale avente area

$A_c = 0,4 A_{\text{impalcato}}$; con $A_{\text{impalcato}} = (3,0-0,05) \times (0,5-0,05) = 1,327$ m² ($A_c = 0,4 \times 1,3275 = 0,531$ m²)

Le caratteristiche del legno utilizzato sono le seguenti ipotizzando classe di servizio 3:

| Fattori parziali di sicurezza | |
|--|-----|
| γ_M fattore di sicurezza parziale | 1,5 |

(vedi tabella 4.4.III del punto 4.4.6 del D.M. 14 gennaio 2008 NTC2008)

| Caratteristiche meccaniche | | |
|----------------------------|-----------|------------------------|
| LEGNO | MASSICCIO | C16 |
| f_m, k | | 16 N/mm ² |
| $f_t, 0, k$ | | 8,5 N/mm ² |
| $f_t, 90, k$ | | 0,4 N/mm ² |
| $f_c, 0, k$ | | 17 N/mm ² |
| $f_c, 90, k$ | | 2,2 N/mm ² |
| f_v, k | | 3,2 N/mm ² |
| $E_{0, \text{mean}}$ | | 8000 N/mm ² |

4.23.1.1 Verifica allo stato limite di esercizio (SLE)

Secondo il punto 10.3.2. della UNI EN 12811-1, per lo stato limite di esercizio, i carichi devono essere moltiplicati per un coefficiente ($\gamma_F = 1,0$) per ottenere il carico di progetto che consideriamo di durata breve:

$$q_{1,E} = q_{1,k} \cdot \gamma_F = 900 \text{ N/m}$$



14/11/2018

PERI S.r.l.
ING. Meroni Roberto
Legale Rappresentante

$$Q_{2,E} = Q_{2,k} \cdot \gamma_F = 1200 N$$

$$Q_{3,E} = Q_{3,k} \cdot \gamma_F = 1000 N$$

$$q'_{4,E} = q'_{4,k} \cdot \gamma_F = 7500 N/m^2$$

Essendo $G = 60 N/m$ (peso proprio tavola); $l_{ta} = 0,56 m$ (interasse travetti); $l_{tr} = 0,50 m$ (interasse trasversi per mensola); $b = 0,20 m$ (larghezza tavole);

$$q_i = G = 60 N/m$$

$$q_{1,E} = 900 N/m$$

$$Q_{2,E} = 1200 N$$

$$Q_{3,E} = 1000 N$$

$$A_{tavola} = 0,2 \times 0,6 = 0,12 m^2 < A_c = 0,546 m^2$$

$$q_{4,E} = q'_{4,E} \times 0,2 = 7500 \times 0,2 = 1500 N/m$$

Per ogni condizione di carico, la freccia dell'impalcato valutata, in modo approssimato, nel caso di massimo momento, sono:

$$f_1 = \frac{5}{384} \cdot \frac{q_{1,E} + q_i}{1000} \cdot (l_{ta})^4 \cdot \frac{1}{EJ}$$

$$f_2 = \frac{1}{48} \cdot \frac{Q_{2,E} \cdot (l_{ta})^3}{EJ} + \frac{5}{384} \cdot \frac{q_i}{1000} \cdot (l_{ta})^4 \cdot \frac{1}{EJ}$$

$$f_3 = \frac{1}{48} \cdot \frac{Q_{3,E} \cdot (l_{ta})^3}{EJ} + \frac{5}{384} \cdot \frac{q_i}{1000} \cdot (l_{ta})^4 \cdot \frac{1}{EJ}$$

$$f_4 = \frac{5}{384} \cdot \frac{q_{4,E} + q_i}{1000} \cdot (l_{ta})^4 \cdot \frac{1}{EJ}$$

Considerando che per le deformazioni iniziali dovute ad un carico di media durata (vedi tab. 4.4.I del D.M. 14 gennaio 2008 NTC2008 il modulo elastico è dato da (vedi punto 4.4.7 del D.M. 14 gennaio 2008 NTC2008):

$$E_d = \frac{E_{0,mean}}{(1 + k_{def})} = 2666,67 N/mm^2$$

Dove $k_{def} = 2,00$ per classe di servizio 3, infatti nella tabella 4.4.V del D.M. 14 gennaio 2008 NTC2008:



14/11/2018

PERI S.r.l.
 ING. Meroni Roberto
 Legale Rappresentante

| Materiale | Riferimento | Classe di servizio | | |
|-----------------|-------------|--------------------|------|------|
| | | 1 | 2 | 3 |
| Legno massiccio | EN 14081-1 | 0,60 | 0,80 | 2,00 |

Riassumendo:

| Descrizione | | | Unità |
|-------------------------------|--------|------|-------|
| l_{ta} | 560,00 | mm | |
| f_1 | 0,22 | mm | OK |
| f_2 | 0,80 | mm | OK |
| f_3 | 0,67 | mm | OK |
| f_4 | 0,36 | mm | OK |
| Verifica | | | |
| $f_{max} (25; 1/100 \cdot L)$ | 25,00 | 5,60 | mm |

I valori sono inferiori ai valori di riferimento:

$$f_{amm} = 1 / 100 = 6,0 \text{ mm}$$

$$f'_{amm} = 25 \text{ mm}$$

4.23.1.2 Verifica allo stato limite ultimo (SLU)

Secondo il punto 10.3.2. della UNI EN 12811-1, per lo stato limite ultimo, i carichi devono essere moltiplicati per un coefficiente ($\gamma_F = 1,5$) per ottenere il carico di progetto che consideriamo di durata breve:

$$q_{1,E} = q_{1,k} \cdot \gamma_F = 1350 \text{ N/m}$$

$$Q_{2,E} = Q_{2,k} \cdot \gamma_F = 1800 \text{ N}$$

$$Q_{3,E} = Q_{3,k} \cdot \gamma_F = 1500 \text{ N}$$

$$q'_{4,E} = q'_{4,k} \cdot \gamma_F = 11250 \text{ N/m}^2$$

Essendo $G = 60 \times 1,5 = 90 \text{ N/m}$ (peso proprio tavola); $l_{ta} = 0,56 \text{ m}$ (interasse travetti); $l_r = 0,50 \text{ m}$ (interasse traversi per mensola); $b = 0,20 \text{ m}$ (larghezza tavola);

$$q_i = G = 90 \text{ N/m}$$

$$q_{1,E} = 1350 \text{ N/m}$$

$$q_{2,E} = Q_{2,E} / 0,5 = 1800 / 0,5 = 3600 \text{ N/m}; \quad Q_{2,E} = 1800 \text{ N}$$

$$q_{3,E} = Q_{3,E} / 0,2 = 1500 / 0,2 = 7500 \text{ N/m}; \quad Q_{3,E} = 1500 \text{ N}$$

$$A_{tavola} = 0,2 \times 0,6 = 0,12 \text{ m}^2 < A_c = 0,546 \text{ m}^2$$

$$q_{4,E} = q'_{4,E} \times 0,2 = 11250 \times 0,2 = 2250 \text{ N/m}$$

Al fine di massimizzare i momenti si pongono i carichi piu' prossimi alla mezzeria della tavola, e le formule per ricavarli risultano rispettivamente:



14/11/2018

PERI S.r.l.
ING. Meroni Roberto
Legale Rappresentante

$$M_1 = (q_i + q_{1,E}) \cdot \frac{l_{ta}^2}{8}$$

$$M_2 = \frac{q_i \cdot (l_{ta})^2}{8} + \frac{q_{2,E} \cdot 0,5 \cdot l_{ta}}{2} - \frac{q_{2,E} \cdot \left(\frac{0,5}{2}\right)^2}{2}$$

$$M_3 = \frac{q_i \cdot (l_{ta})^2}{8} + \frac{q_{3,E} \cdot 0,2 \cdot l_{ta}}{2} - \frac{q_{3,E} \cdot \left(\frac{0,2}{2}\right)^2}{2}$$

$$M_4 = (q_i + q_{4,E}) \cdot \frac{l_{ta}^2}{8} m$$

Al fine di massimizzare i tagli si pongono i carichi quanto piu' prossimi alle testate, cercando di rispecchiare lo schema di prova con carico sull'appoggio, e le formule per ricavarli risultano rispettivamente:

$$R_1 = \frac{q_i \cdot l_{ta}}{2} + \frac{q_{1,E} \cdot l_{ta}}{2}$$

$$R_2 = \frac{q_i \cdot l_{ta}}{2} + \frac{Q_{2,E} \cdot (0,6 - 0,25)}{0,6}$$

$$R_3 = \frac{q_i \cdot l_{ta}}{2} + \frac{Q_{3,E} \cdot (0,6 - 0,1)}{0,6}$$

$$R_4 = \frac{q_i \cdot l_{ta}}{2} + \frac{q_{4,E} \cdot l_{ta}}{2}$$

| | | | |
|----|------------|----|------------|
| M1 | 56448 Nmm | R1 | 403,2 N |
| M2 | 143028 Nmm | R2 | 1021,629 N |
| M3 | 176028 Nmm | R3 | 1257,343 N |
| M4 | 91728 Nmm | R4 | 655,2 N |

La verifica viene eseguita con il carico più rappresentativo che presenta le seguenti sollecitazioni di progetto (già incrementata tramite il coefficiente parziale $\gamma_s=1,5$)

| Forze interne | Calcolato | Unità |
|-------------------|-----------|-------|
| N _{Ed} | 0 | N |
| V _{y,Ed} | 0 | N |
| V _{z,Ed} | 1257,34 | N |
| T _{Ed} | 0 | Nmm |
| M _{y,Ed} | 0 | Nmm |
| M _{z,Ed} | 176028 | Nmm |



14/11/2018

PERI S.r.l.
 ING. Meroni Roberto
 Legale Rappresentante

4.23.1.2.A.1 Verifica del Momento Flettente M

Viene effettuata in conformità al punto 4.4.8.1.6 del D.M. 14 gennaio 2008 NTC2008 ed all'articolo 6.1.6 della EN 1995-1-1 (EC5):

$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1; \quad k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1 \quad \text{dove: } \sigma_{m,d} = \frac{M_{E,d}}{W}$$

è la tensione massima dovuta al momento di progetto. Mentre la resistenza a flessione di progetto è data, secondo il punto 4.4.6 del D.M. 14 gennaio 2008 NTC2008 e l'articolo 2.4.3 della UNI EN 1995-1-1 (EC5):

$$f_{m,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{m,k}}{\gamma_M}$$

$k_{mod} = 0,65$ per legno massiccio, classe di servizio 3, ed azione di media durata, è il coefficiente di correzione che tiene conto degli effetti della durata del carico ed è dato dalla tabella 4.4.IV del D.M. 14 gennaio 2008 NTC2008:

| Materiale | Riferimento | Classe di servizio | Classe di durata del carico | | | | |
|--|------------------------|--------------------|-----------------------------|-------|-------|-------|------------|
| | | | Permanente | Lunga | Media | Breve | Istantanea |
| Legno massiccio Legno lamellare incollato | EN 14081-1 EN 14080 | 1 | 0.60 | 0.70 | 0.80 | 0.90 | 1.00 |
| | | 2 | 0.60 | 0.70 | 0.80 | 0.90 | 1.00 |
| | | 3 | 0.50 | 0.55 | 0.65 | 0.70 | 0.90 |

In sintesi:

| Descrizione | yy | zz | Unità |
|--|-----------|----------|-------------------|
| $\sigma_{m,d}$ | 0,0 | 2,1 | N/mm ² |
| k_h | 1,25 | 1,00 | |
| k_m | 0,70 | | |
| W | 333333,33 | 83333,33 | mm ³ |
| f_m | 8,64 | 8,64 | N/mm ² |
| k_m | 0,70 | | |
| | 0,00 | 0,24 | OK |
| Verifica sfruttamento | 0,17 | | OK |
| $\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1; \quad k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$ | 0,24 | | OK |

dove $k_m = 0,7$ per sezioni rettangolari e legno massiccio come indicato nel punto 4.4.8.1.6 del D.M. 14 gennaio 2008 NTC2008 ed al punto (2) dell'art. 6.1.6 della UNI EN 1995-1-1 (EC5).



14/11/2018

PERI S.r.l.
ING. Meroni Roberto
Legale Rappresentante

4.23.1.2.A.2 Verifica sollecitazione di azioni da taglio

Viene effettuata in conformità al punto 4.4.8.1.9 del D.M. 14 gennaio 2008 NTC2008 ed all'articolo 6.1.7 della EN 1995-1-1 dove la verifica viene fatta in base a:

$$\tau_d \leq f_{v,d}$$

dove:

τ_d è la tensione di progetto a taglio, che, essendo la sezione rettangolare, è data da:

$$\tau_d \leq \frac{3}{2} \cdot \frac{V_{E,d}}{A}$$

A è l'area che si ottiene moltiplicando la base effettiva b_{eff} x h, dove:

$$b_{eff} = k_{cr} \cdot b$$

$k_{cr} = 0,67$ per legno massiccio, è un coefficiente moltiplicativo che permette di ottenere il valore della larghezza efficace come indicato al punto (2) dell'art 6.1.7. della EN 1995-1-1 per la verifica della resistenza a taglio di elementi sottoposti a flessione. Mentre la resistenza a taglio di progetto è data, secondo il punto 4.4.6 del D.M. 14 gennaio 2008 NTC2008 e l'articolo 2.4.3 della UNI EN 1995-1-1 (EC5):

$$f_{v,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{v,k}}{\gamma_M}$$

$k_{mod} = 0,65$ come indicato nella verifica del momento.

In sintesi:

| Descrizione | yy | zz | Unità |
|-----------------------|------|-------------|-------------------|
| τ_d | 0,0 | 0,3 | N/mm ² |
| k_{cr} | 0,67 | | |
| $f_{v,d}$ | 1,39 | | N/mm ² |
| Verifica sfruttamento | 0,00 | 0,20 | OK |

Non essendo soggetta ad azione assiale, la verifica di stabilità non viene effettuata.

4.23.2 Travetti in legno

| | | | |
|--------------------------------|----------------|-----------|-------------------|
| Travetti in legno | b-h | 100-100 | mm |
| Area della sezione | A | 10000 | mm ² |
| Momento d'inerzia | J | 8333333 | mm ⁴ |
| Modulo di resistenza inferiore | W_i | 166666,66 | mm ³ |
| Tensione ammissibile | σ_{amm} | 8 | N/mm ² |



14/11/2018

PERI S.r.l.
 ING. Meroni Roberto
 Legale Rappresentante

L'elemento d'impalcato viene verificato per la classe 5 che prevede le seguenti verifiche, secondo il punto 6.2 e seguenti della UNI EN 12811-1 (prospetto 3) ed il prospetto 4-I dell'articolo 4.2.3 della Circolare M.L.P.S. n° 132/91 del 24/10/91:

L'elemento d'impalcato viene verificato per la classe 5 che prevede le seguenti verifiche:

- 1 - carico di servizio ($q_1 = 4500 \times 0,56 = 2520 \text{ N/m}$)
- 2 - carico concentrato $Q_2 = 3000 \text{ N}$ applicato su una superficie di $0,50 \times 0,50 \text{ m}$
- 3 - carico concentrato $Q_3 = 1000 \text{ N}$ applicato su una superficie di $0,2 \text{ m} \times 0,2 \text{ m}$
- 4 - carico ripartito $q'_4 = 7500 \text{ N/m}^2$ applicato su una superficie parziale avente area $A_c = 0,4 A_{\text{impalcato}}$; con $A_{\text{impalcato}} = (3,0 - 0,05) \times (0,5 - 0,05) = 1,327 \text{ m}^2$ ($A_c = 0,4 \times 1,3275 = 0,531 \text{ m}^2$)

Le caratteristiche del legno utilizzato sono le seguenti ipotizzando classe di servizio 3:

| Fattori parziali di sicurezza | |
|--|-----|
| γ_M fattore di sicurezza parziale | 1,5 |

(vedi tabella 4.4.III del punto 4.4.6 del D.M. 14 gennaio 2008 NTC2008)

| Caratteristiche meccaniche | | | |
|----------------------------|-----------|------|-------------------|
| LEGNO | MASSICCIO | C16 | |
| $f_{m,k}$ | | 16 | N/mm ² |
| $f_{t,0,k}$ | | 8,5 | N/mm ² |
| $f_{t,90,k}$ | | 0,4 | N/mm ² |
| $f_{c,0,k}$ | | 17 | N/mm ² |
| $f_{c,90,k}$ | | 2,2 | N/mm ² |
| $f_{v,k}$ | | 3,2 | N/mm ² |
| $E_{0,mean}$ | | 8000 | N/mm ² |

4.23.2.1 Verifica allo stato limite di esercizio (SLE)

Secondo il punto 10.3.2. della UNI EN 12811-1, per lo stato limite di esercizio, i carichi devono essere moltiplicati per un coefficiente ($\gamma_F = 1,0$) per ottenere il carico di progetto che consideriamo di durata breve:

$$q_{1,E} = q_{1,k} \cdot \gamma_F = 2520 \text{ N/m}$$

$$Q_{2,E} = Q_{2,k} \cdot \gamma_F = 3000 \text{ N}$$

$$Q_{3,E} = Q_{3,k} \cdot \gamma_F = 1000 \text{ N}$$

$$q'_{4,E} = q'_{4,k} \cdot \gamma_F = 7500 \text{ N/m}^2$$

Essendo $G = 228 \text{ N/m}$; $l_{tr} = 0,50 \text{ m}$ (interasse trasversi per mensola);

- $q_i = G = 228 \text{ N/m}$
- $q_{1,E} = 2520 \text{ N/m}$
- $Q_{2,E} = 3000 \text{ N}$
- $Q_{3,E} = 1000 \text{ N}$
- $A_{\text{competente}} = 0,56 \times 0,50 = 0,45 \text{ m}^2 < A_c = 0,531 \text{ m}^2$
- $q_{4,E} = 7500 \times 0,56 = 4200 \text{ N/m}$



14/11/2018

PERI S.r.l.
 ING. Meroni Roberto
 Legale Rappresentante

Per ogni condizione di carico, la freccia dell'impalcato valutata, in modo approssimato, nel caso di massimo momento, è:

$$f_1 = \frac{5}{384} \cdot \frac{q_{1,E} + q_i}{1000} \cdot (l_{tr})^4 / EJ$$

$$f_2 = \frac{1}{48} \cdot \frac{Q_{2,E}}{EJ} \cdot (l_{tr})^3 + \frac{5}{384} \cdot \frac{q_i}{1000} \cdot (l_{tr})^4 / EJ$$

$$f_3 = \frac{1}{48} \cdot \frac{Q_{3,E}}{EJ} \cdot (l_{tr})^3 + \frac{5}{384} \cdot \frac{q_i}{1000} \cdot (l_{tr})^4 / EJ$$

$$f_4 = \frac{5}{384} \cdot \frac{q_{4,E} + q_i}{1000} \cdot (l_{tr})^4 / EJ$$

Considerando che per le deformazioni iniziali dovute ad un carico di media durata (vedi tab. 4.4.I del D.M. 14 gennaio 2008 NTC2008 il modulo elastico è dato da (vedi punto 4.4.7 del D.M. 14 gennaio 2008 NTC2008):

$$E_d = \frac{E_{0,mean}}{(1 + k_{def})} = 2666,67 \text{ N / mm}^2$$

Dove $k_{def} = 2,00$ per classe di servizio 3, infatti nella tabella 4.4.V del D.M. 14 gennaio 2008 NTC2008:

| Materiale | Riferimento | Classe di servizio | | |
|-----------------|-------------|--------------------|------|------|
| | | 1 | 2 | 3 |
| Legno massiccio | EN 14081-1 | 0,60 | 0,80 | 2,00 |

Riassumendo:

| Descrizione | | | Unità |
|-------------------------------|--------|------|-------|
| l_{tr} | 500,00 | mm | |
| f_1 | 0,40 | mm | OK |
| f_2 | 1,44 | mm | OK |
| f_3 | 0,50 | mm | OK |
| f_4 | 0,65 | mm | OK |
| Verifica | | | |
| $f_{max} (25; 1/100 \cdot L)$ | 25,00 | 5,00 | mm |

I valori sono inferiori ai valori di riferimento:

$$f_{amm} = 1 / 100 = 7,5 \text{ mm}$$

$$f^*_{amm} = 25 \text{ mm}$$



14/11/2018

PERI S.r.l.
ING. Meroni Roberto
Legale Rappresentante

4.23.2.2 Verifica allo stato limite ultimo (SLU)

Secondo il punto 10.3.2. della UNI EN 12811-1, per lo stato limite ultimo, i carichi devono essere moltiplicati per un coefficiente ($\gamma_F = 1,5$) per ottenere il carico di progetto che consideriamo di durata breve:

$$q_{1,E} = q_{1,k} \cdot \gamma_F = 3780 \text{ N/m}$$

$$Q_{2,E} = Q_{2,k} \cdot \gamma_F = 4500 \text{ N}$$

$$Q_{3,E} = Q_{3,k} \cdot \gamma_F = 1500 \text{ N}$$

$$q'_{4,E} = q'_{4,k} \cdot \gamma_F = 11250 \text{ N/m}^2$$

Essendo $G = 240 \times 1,5 = 360 \text{ N/ml}_{tr} = 0,75 \text{ m}$ (interasse traversi per mensola);

Si pongono i carichi al fine di massimizzare i momenti, e risulta rispettivamente:

$$q_i = G = 342 \text{ N/m}$$

$$q_{1,E} = 3780 \text{ N/m}$$

$$q_{2,E} = Q_{2,E}/0,5 = 4500/0,5 = 9000 \text{ N/m}; \quad Q_{2,E} = 4500 \text{ N}$$

$$q_{3,E} = Q_{3,E}/0,2 = 1500/0,2 = 7500 \text{ N/m}; \quad Q_{3,E} = 1500 \text{ N}$$

$$A_{tavola} = 0,2 \times 0,6 = 0,12 \text{ m}^2 < A_c = 0,546 \text{ m}^2$$

$$q_{4,E} = q'_{4,E} \times 0,6 = 11250 \times 0,56 = 6300 \text{ N/m}$$

$$M_1 = (q_i + q_{1,E}) \cdot \frac{l_{tr}^2}{8} m$$

$$M_2 = \frac{q_i \cdot (l_{tr})^2}{8} + \frac{q_{2,E} \cdot 0,5}{2} \cdot \frac{l_{tr}}{2} - \frac{q_{2,E} \cdot \left(\frac{0,5}{2}\right)^2}{2}$$

$$M_3 = \frac{q_i \cdot (l_{tr})^2}{8} + \frac{q_{3,E} \cdot 0,2}{2} \cdot \frac{l_{tr}}{2} - \frac{q_{3,E} \cdot \left(\frac{0,2}{2}\right)^2}{2}$$

$$M_4 = (q_i + q_{4,E}) \cdot \frac{l_{tr}^2}{8}$$

Si pongono i carichi cercando di rispecchiare lo schema di prova con carico sull'appoggio al fine di massimizzare i tagli: la posizione della risultante dei carichi risulta, per quanto possibile, più prossima all'appoggio.

$$R_1 = \frac{G \cdot l_{tr}}{2} + \frac{q_{1,E} \cdot l_{tr}}{2}$$



14/11/2018

PERI S.r.l.
ING. Meroni Roberto
Legale Rappresentante

$$R_2 = \frac{G \cdot l_{tr}}{2} + \frac{Q_{2,E} \cdot (0,75 - 0,25)}{0,75}$$

$$R_3 = \frac{G \cdot l_{tr}}{2} + \frac{Q_{3,E} \cdot (0,75 - 0,1)}{0,75}$$

$$R_4 = \frac{G \cdot l_{tr}}{2} + \frac{q_{4,E} \cdot l_{tr}}{2}$$

| | | | | | |
|----|----------|-----|----|---------|---|
| M1 | 289828,1 | Nmm | R1 | 1545,75 | N |
| M2 | 586546,9 | Nmm | R2 | 3128,25 | N |
| M3 | 267796,9 | Nmm | R3 | 1428,25 | N |
| M4 | 467015,6 | Nmm | R4 | 2490,75 | N |

La verifica viene eseguita con il carico più rappresentativo che presenta le seguenti sollecitazioni di progetto (già incrementata tramite il coefficiente parziale $\gamma_s=1,5$)

| Forze interne | Calcolato | Unità |
|---------------|-----------|-------|
| N_{Ed} | 0 | N |
| $V_{y,Ed}$ | 0 | N |
| $V_{z,Ed}$ | 3128,25 | N |
| T_{Ed} | 0 | Nmm |
| $M_{y,Ed}$ | 0 | Nmm |
| $M_{z,Ed}$ | 586547 | Nmm |

4.23.2.2.A.1 Verifica del Momento Flettente M

Viene effettuata in conformità al punto 4.4.8.1.6 del D.M. 14 gennaio 2008 NTC2008 ed all'articolo 6.1.6 della EN 1995-1-1 (EC5):

$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1; \quad k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

dove:

$$\sigma_{m,d} = \frac{M_{E,d}}{W}$$

è la tensione massima dovuta al momento di progetto. Mentre la resistenza a flessione di progetto è data, secondo il punto 4.4.6 del D.M. 14 gennaio 2008 NTC2008 e l'articolo 2.4.3 della UNI EN 1995-1-1 (EC5):

$$f_{m,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{m,k}}{\gamma_M}$$

$k_{mod} = 0,65$ per legno massiccio, classe di servizio 3, ed azione di media durata, è il coefficiente di correzione che tiene conto degli effetti della durata del carico ed è dato dalla tabella 4.4.IV del D.M. 14 gennaio 2008 NTC2008:



14/11/2018

PERI S.r.l.
 ING. Meroni Roberto
 Legale Rappresentante

| Materiale | Riferimento | Classe di servizio | Classe di durata del carico | | | | |
|--|------------------------|--------------------|-----------------------------|-------|-------|-------|------------|
| | | | Permanente | Lunga | Media | Breve | Istantanea |
| Legno massiccio Legno lamellare incollato | EN 14081-1 EN 14080 | 1 | 0.60 | 0.70 | 0.80 | 0.90 | 1.00 |
| | | 2 | 0.60 | 0.70 | 0.80 | 0.90 | 1.00 |
| | | 3 | 0.50 | 0.55 | 0.65 | 0.70 | 0.90 |

In sintesi:

| Descrizione | yy | zz | Unità |
|--|-----------|----------|-------------------|
| $\sigma_{m,d}$ | 0,0 | 7,0 | N/mm ² |
| k_h | 1,25 | 1,00 | |
| k_m | 0,70 | | |
| W | 333333,33 | 83333,33 | mm ³ |
| f_m | 8,64 | 8,64 | N/mm ² |
| k_m | 0,70 | | |
| | 0,00 | 0,81 | OK |
| Verifica sfruttamento | 0,57 | | OK |
| $\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1; k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$ | 0,81 | | OK |

dove $k_m = 0,7$ per sezioni rettangolari e legno massiccio come indicato nel punto 4.4.8.1.6 del D.M. 14 gennaio 2008 NTC2008 ed al punto (2) dell'art. 6.1.6 della UNI EN 1995-1-1 (EC5).

4.23.2.2.A.2 Verifica sollecitazione di azioni da taglio

Viene effettuata in conformità al punto 4.4.8.1.9 del D.M. 14 gennaio 2008 NTC2008 ed all'articolo 6.1.7 della EN 1995-1-1 dove la verifica viene fatta in base a:

$$\tau_d \leq f_{v,d}$$

dove:

τ_d è la tensione di progetto a taglio, che, essendo la sezione rettangolare, è data da:

$$\tau_d \leq \frac{3}{2} \cdot \frac{V_{E,d}}{A}$$

A è l'area che si ottiene moltiplicando la base effettiva b_{eff} x h, dove:

$$b_{eff} = k_{cr} \cdot b$$

$k_{cr} = 0,67$ per legno massiccio, è un coefficiente moltiplicativo che permette di ottenere il valore della larghezza efficace come indicato al punto (2) dell'art 6.1.7. della EN 1995-1-1 per la verifica della resistenza a taglio di elementi sottoposti a flessione. Mentre la resistenza a taglio di progetto è data, secondo il punto 4.4.6 del D.M. 14 gennaio 2008 NTC2008 e l'articolo 2.4.3 della UNI EN 1995-1-1 (EC5):



14/11/2018

PERI S.r.l.
ING. Meroni Roberto
Legale Rappresentante

$$f_{v,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{v,k}}{\gamma_M}$$

$k_{mod} = 0,65$ come indicato nella verifica del momento. In sintesi:

| Descrizione | yy | zz | Unità |
|---|------|-------------|-------------------|
| τ_d | 0,0 | 0,7 | N/mm ² |
| k_{cr} | 0,67 | | |
| $f_{v,d}$ | 1,39 | | N/mm ² |
| Verifica sfruttamento $\frac{\tau_d}{f_{v,d}} \leq 1$ | 0,00 | 0,51 | OK |

Non essendo soggetta ad azione assiale, la verifica di stabilità non viene effettuata.

4.23.3 Travetta da 3,0 m per piazzola di carico

| Sezione Briglia superiore | | |
|--|-----------------------------|------------|
| Dimensioni | 60 x 30 x 3 mm | |
| Profilo | Tubo rettangolare | |
| Materiale | S 355 | |
| Costruzione | formato a freddo (EN 10219) | |
| Curva di instabilità y, z | c | c |
| A [mm ²] | 4,8039e+02 | |
| A _y [mm ²], A _z [mm ²] | 1,6013e+02 | 3,2026e+02 |
| I _y [mm ⁴], I _z [mm ⁴] | 2,0466e+05 | 6,7902e+04 |
| i _y [mm], i _z [mm] | 20,64 | 11,89 |
| W _{el,y} [mm ³], W _{el,z} [mm ³] | 6,8220e+03 | 4,5268e+03 |
| W _{pl,y} [mm ³], W _{pl,z} [mm ³] | 8,8095e+03 | 5,3836e+03 |
| M _{pl,y+} [Nmm], M _{pl,y-} [Nmm] | 3,13e+06 | 3,13e+06 |
| M _{pl,z+} [Nmm], M _{pl,z-} [Nmm] | 1,91e+06 | 1,91e+06 |
| I _t [mm ⁴], I _w [mm ⁶] | 1,7069e+05 | 3,6450e+07 |

| Sezione Briglia inferiore | | |
|--|-----------------------------|------------|
| Dimensioni | 40 x 20 x 3 mm | |
| Profilo | Tubo rettangolare | |
| Materiale | S 355 | |
| Costruzione | formato a freddo (EN 10219) | |
| Curva di instabilità y, z | c | c |
| A [mm ²] | 3,0100e+02 | |
| A _y [mm ²], A _z [mm ²] | 1,2202e+02 | 2,1747e+02 |
| I _y [mm ⁴], I _z [mm ⁴] | 5,2100e+04 | 1,6800e+04 |
| i _y [mm], i _z [mm] | 13,16 | 7,47 |
| W _{el,y} [mm ³], W _{el,z} [mm ³] | 2,6000e+03 | 1,6800e+03 |
| W _{pl,y} [mm ³], W _{pl,z} [mm ³] | 3,4792e+03 | 2,1042e+03 |
| M _{pl,y+} [Nmm], M _{pl,y-} [Nmm] | 1,24e+06 | 1,24e+06 |
| M _{pl,z+} [Nmm], M _{pl,z-} [Nmm] | 7,50e+05 | 7,50e+05 |
| d _y [mm], d _z [mm] | 0,00 | 0,00 |
| I _t [mm ⁴], I _w [mm ⁶] | 4,4881e+04 | 3,6426e+05 |



14/11/2018

PERI S.r.l.
 ING. Meroni Roberto
 Legale Rappresentante

La travetta (piazzola di carico) viene verificata nell'Appendice 8 per la classe 5 che prevede i seguenti carichi secondo il punto 6.2 e seguenti della UNI EN 12811-1 (prospetto 3) ed il prospetto 4-I dell'articolo 4.2.3 della Circolare M.L.P.S. n° 132/91 del 24/10/91:

| Classe di carico | Carico uniformemente distribuito q_1 kN/m ² | Carico concentrato sull'area 500 mm × 500 mm F_1 kN | Carico concentrato sull'area 200 mm × 200 mm F_2 kN | Carico sull'area parziale | |
|------------------|--|--|--|----------------------------|---|
| | | | | q_2 kN/m ² | Fattore dell'area parziale $a_p^{1)}$ |
| 1 | 0,75 ²⁾ | 1,50 | 1,00 | - | - |
| 2 | 1,50 | 1,50 | 1,00 | - | - |
| 3 | 2,00 | 1,50 | 1,00 | - | - |
| 4 | 3,00 | 3,00 | 1,00 | 5,00 | 0,4 |
| 5 | 4,50 | 3,00 | 1,00 | 7,50 | 0,4 |
| 6 | 6,00 | 3,00 | 1,00 | 10,00 | 0,5 |

Considerato che la striscia di competenza della trave è $0,50/2 = 0,25$ m si ottengono i seguenti carichi:

- 1 - carico di servizio ($q_{1,k} = 4500 \times 0,25 = 1125$ N/m)
- 2 - carico distribuito $q_{2,k} = 3000/0,5 \times (0,5 - 0,5/2)/0,5 = 3000$ N/m applicato su un tratto di 0,50 m
- 3 - carico concentrato $q_{3,k} = 1000/0,2 \times (0,50 - 0,2/2)/0,50 = 4000$ N/m applicato su un tratto di 0,2 m
- 4 - carico ripartito $q'_{4,k} = 7500 \times 0,5 \times 0,4 \times (0,50 - (0,4 \times 0,50/2))/0,50 = 1200$ N/m applicato su un tratto di 3,00 m poiché:
superficie parziale avente area $A_c = 0,4 A_{\text{impalcato}}$; con $A_{\text{impalcato}} = (3,0) \times (0,50) = 1,50$ m² ($A_c = 0,4 \times 1,5 = 0,6$ m²) quindi $0,6$ m² / 3 m = 0,2 m

Il peso dei murali è di 6000 N/m³ \times $0,10 \times 0,10 \times 0,250 = 15$ N (7 carichi concentrati a distanza di 0,475 m).

Il peso delle tavole di legno è 6000 N/m³ \times $0,05 \times 0,250 = 75$ N/m (2 carichi concentrati pari a $75 \times (0,475/2 + 0,075) = 23,4375$ N a distanza di 0,075 m dagli estremi e 7 carichi pari a $75 \times 0,475 = 35,625$ N centrali e distanti 0,475 m tra loro)

Sui murali che appoggiano direttamente sulla travetta graveranno i seguenti carichi di servizio:

Per la combinazione 1:

$$Q_{1l} = 1125 \cdot \left(\frac{0,475}{2} + 0,075 \right) = 351,5625 N ; 2 \text{ laterali a distanza di } 0,075 \text{ m dagli estremi.}$$

$$Q_{1c} = 1125 \cdot 0,475 = 534,375 N ; 5 \text{ centrali a distanza di } 0,475 \text{ m tra loro.}$$

Per la combinazione 2M (momento massimo):

$$Q_{2M} = 3000 \cdot 0,5 = 1500 N ; \text{ sul murale centrale in mezzeria.}$$

Per la combinazione 2T (taglio massimo):

$$Q_{2T} = 3000 \cdot 0,5 = 1500 N ; \text{ laterale a distanza di } 0,075 \text{ m da un estremo.}$$

Per la combinazione 3M (momento massimo):

$$Q_{3M} = 4000 \cdot 0,2 = 800 N ; \text{ sul murale centrale in mezzeria.}$$

Per la combinazione 2T (taglio massimo):



14/11/2018

PERI S.r.l.
ING. Meroni Roberto
Legale Rappresentante

$Q_{3r} = 4000 \cdot 0,2 = 800 N$; laterale a distanza di 0,075 m da un estremo.

Per la combinazione 4:

$Q_{ll} = 1200 \cdot \left(\frac{0,475}{2} + 0,075 \right) = 375 N$; 2 laterali a distanza di 0,075 m dagli estremi.

$Q_{lc} = 1200 \cdot 0,475 = 570 N$; 5 centrali a distanza di 0,475 m tra loro.

Questi carichi vengono combinati con i coefficienti parziali di sicurezza indicati dal codice di calcolo NTC 2008 in modo da ottenere la situazione più sfavorevole sia nello stato limite di esercizio che in quello ultimo. Per maggiori dettagli si rimanda all'Appendice 9.

Considerando che uno degli aspetti più delicati del calcolo agli stati limite è quello dell'instabilità che considera dei valori di luce di libera inflessione equivalenti considerando anche gli spostamenti relativi dei nodi, e che nel presente caso abbiamo la briglia superiore compressa, la modellazione è stata confortata dagli schemi di prova di cui al Certificato Politecnico di Milano n° 2016/2351 del 19/05/2017 (**vedi elenco certificati alla pos. n. 14**). Nella modellazione della travetta si è considerata quindi la trave come reticolare con le briglie suddivise in tanti elementi che lavorano come se fosse un unico elemento ma così facendo permettono di calcolare in modo più preciso il coefficiente di libera inflessione di ogni singolo elemento (i quali sono impediti di sbandare liberamente dagli elementi piatti posti tra essi) per poter valutare il carico critico di instabilità e quindi eseguire la verifica.

4.23.3.1 Verifica allo stato limite di esercizio (SLE)

Nell'Appendice 8, si ricava la freccia più alta negli elementi della trave reticolare (che si riscontra nell'elemento B17, briglia superiore nella combinazione SLE 2M, per gli stati limite di esercizio SLE):

| Descrizione | yy | zz | Unità |
|-----------------------|-------------|--------|-------|
| e | 0,00 | 0,129 | mm |
| L | 3000 | | mm |
| (f / L) max | 1/100 | | |
| f / L | 0 | 1/4652 | |
| Verifica sfruttamento | 0,04 | | OK |

L'elemento soddisfa la verifica.

4.23.3.2 Verifica allo stato limite ultimo (SLU)

La verifica viene eseguita tenendo conto dei punti 4.2.1.1 e 4.2.4.1 del D.M. 14 gennaio 2008 (NTC2008)

| Fattori parziali di sicurezza | |
|--|------|
| γ_{M0} per resistenza delle sezioni trasversali | 1,05 |
| γ_{M1} per resistenza all'instabilità | 1,05 |
| γ_{M2} per resistenza delle sezioni nette | 1,25 |



14/11/2018

PERI S.r.l.
 ING. Meroni Roberto
 Legale Rappresentante

| | | |
|----------------------------------|------------------|-----|
| Materiale | | |
| Tensione di snervamento f_{yk} | 355 | MPa |
| Tensione di rottura f_{uk} | 510 | MPa |
| Costruzione | FORMATO a freddo | |

4.23.3.2.A.1 Classificazione delle sezioni

Viene effettuata in conformità all’articolo 4.2.3.1 del D.M. 14 gennaio 2008 (NTC2008) e tenendo conto dell’articolo 5.5.2 della EN 1993-1-1. La classificazione delle sezioni cave viene effettuata in conformità alla tabella 4.2.III del D.M. 14 gennaio 2008 (NTC2008) e tenendo conto della tabella 5.2 Scheda 1 della EN 1993-1-1

| | |
|--|-------|
| Rapporto massimo in larghezza / spessore | 17,00 |
| Limite Classe1 | 26,85 |
| Limite Classe2 | 30,92 |
| Limite Classe3 | 44,61 |

=> Quindi la sezione è classificata come classe 1 per la verifica della sezione trasversale

Nell’Appendice 8, si ricavano le azioni agenti nell’elemento più sollecitato che danno le massime tensioni (che si riscontrano nella briglia superiore, elemento B17 nella combinazione SLU2M per gli stati limite ultimi SLU).

La verifica viene eseguita nella sezione più rappresentativa (x=300 mm) che presenta le seguenti sollecitazioni di progetto:

| Forze interne | Calcolato | Unità |
|---------------|-----------|-------|
| N_{Ed} | -10685,56 | N |
| $V_{y,Ed}$ | 0 | N |
| $V_{z,Ed}$ | 1157,91 | N |
| T_{Ed} | 0 | Nmm |
| $M_{y,Ed}$ | 286471,8 | Nmm |
| $M_{z,Ed}$ | 0 | Nmm |

4.23.3.2.A.2 Verifica compressione

Viene effettuata in conformità all’articolo 4.2.4.1.2 del D.M. 14 gennaio 2008 (NTC2008) e tenendo conto dell’articolo 6.2.4 della EN 1993-1-1

$$\frac{N_{Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1$$

dove:

$$N_{c,Rd} = A \cdot f_{yk} / \gamma_{M0}$$

In sintesi:



14/11/2018

PERI S.r.l.
 ING. Meroni Roberto
 Legale Rappresentante

| Descrizione | | Unità |
|--|-------------|-----------------|
| A | 481,00 | mm ² |
| N _{c,Rd} | 162623,81 | N |
| Verifica sfruttamento $\frac{N_{Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1$ | 0,07 | OK |

4.23.3.2.A.3 Verifica del Momento Flettente M

Viene effettuata in conformità all’articolo 4.2.4.1.2 del D.M. 14 gennaio 2008 (NTC2008) e tenendo conto dell’articolo 6.2.5 della EN 1993-1-1

$$\frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1 \quad \text{dove:} \quad M_{c,Rd} = M_{pl,Rd} = \frac{W_{pl} \cdot f_{yk}}{\gamma_{M0}}$$

In sintesi:

| Descrizione | yy | zz | Unità |
|--|-------------|-------------|-----------------|
| W _{pl} | 8791,70 | 5375,00 | mm ³ |
| M _{pl,Rd} | 2972431,90 | 1817261,90 | Nmm |
| Verifica sfruttamento $\frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$ | 0,10 | 0,00 | OK |

4.23.3.2.A.4 Verifica sollecitazione di azioni da taglio

Viene effettuata in conformità all’articolo 4.2.4.1.2 del D.M. 14 gennaio 2008 (NTC2008) e tenendo conto dell’articolo 6.2.5 della EN 1993-1-1

$$\frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1 \quad \text{dove:} \quad V_{c,Rd} = \frac{A_V \cdot f_{yk}}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}} ; \quad A_V = \frac{A \cdot (h;b)}{(b+h)} ; h = 60 ; b = 30$$

In sintesi:

| Descrizione | yy | zz | Unità |
|--|-------------|-------------|-------|
| V _{Ed} | 0,00 | 1157,91 | N |
| V _{c,Rd} | 31296,97 | 62593,93 | N |
| Verifica sfruttamento $\frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$ | 0,00 | 0,02 | OK |

4.23.3.2.A.5 Verifica sollecitazione combinata di azioni da taglio, carico assiale e pressoflessione

Anche in questo caso non viene effettuata la verifica considerando i carichi molto bassi.



14/11/2018

PERI S.r.l.
 ING. Meroni Roberto
 Legale Rappresentante

4.23.3.2.A.6 Verifica a presso-flessione per instabilità (Metodo B)

In conformità all'articolo C4.2.4.1.3.3.2 (Metodo B) della Circolare 2 febbraio 2009, n. 617 e tenendo conto del punto 6.3.3. della EN 1993-1-1 si ha:

$$\frac{N_{Ed} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yk}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_{LT} \cdot W_y \cdot f_{yk}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{z,Ed} \cdot \gamma_{M1}}{W_z \cdot f_{yk}} \leq 1$$

$$\frac{N_{Ed} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yk}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{y,Ed} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_{LT} \cdot W_y \cdot f_{yk}} + k_{zz} \cdot \frac{M_{z,Ed} \cdot \gamma_{M1}}{W_z \cdot f_{yk}} \leq 1$$

Per il calcolo dei coefficienti di interazione k_{yy} , k_{yz} , k_{zy} e k_{zz} si utilizza il metodo B Circolare 2 febbraio 2009, n. 617, Tabelle C4.2.IV, C4.2.VI.

| k | Tipi di sezione | Sezioni di classe 3 e 4 (proprietà delle sezioni calcolate in campo elastico) | Sezioni di classe 1 e 2 (proprietà delle sezioni calcolate in campo plastico) |
|----------|-----------------------|--|---|
| k_{yy} | I. H. Sezioni cave | $\alpha_{my} \cdot \left(1 + 0,6 \cdot \bar{\lambda}_y \cdot \frac{N_{Ed} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yk}} \right) \leq \alpha_{my} \cdot \left(1 + 0,6 \cdot \frac{N_{Ed} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yk}} \right)$ | $\alpha_{my} \cdot \left(1 + (\bar{\lambda}_y - 0,2) \cdot \frac{N_{Ed} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yk}} \right) \leq \alpha_{my} \cdot \left(1 + 0,8 \cdot \frac{N_{Ed} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yk}} \right)$ |
| k_{yz} | I. H. Sezioni cave | k_{zz} | $0,6 \cdot k_{zz}$ |
| k_{zy} | I. H. Sezioni cave | $0,8 \cdot k_{yy}$ | $0,6 \cdot k_{yy}$ |
| k_{zz} | I. II | $\alpha_{mz} \cdot \left(1 + 0,6 \cdot \bar{\lambda}_y \cdot \frac{N_{Ed} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yk}} \right) \leq \alpha_{mz} \cdot \left(1 + 0,6 \cdot \frac{N_{Ed} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yk}} \right)$ | $\alpha_{mz} \cdot \left(1 + (2\bar{\lambda}_y - 0,6) \cdot \frac{N_{Ed} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yk}} \right) \leq \alpha_{mz} \cdot \left(1 + 1,4 \cdot \frac{N_{Ed} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yk}} \right)$ |
| | Sezioni cave | | $\alpha_{mz} \cdot \left(1 + (\bar{\lambda}_y - 0,2) \cdot \frac{N_{Ed} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yk}} \right) \leq \alpha_{mz} \cdot \left(1 + 0,8 \cdot \frac{N_{Ed} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yk}} \right)$ |

Per pressoflessione retta. $M_{y,Ed} \neq 0 \dots k_{zy} = 0$ ($M_{z,Ed} = 0$).

| Diagramma del momento | Intervallo | | Coefficienti α_{mys} , α_{mzs} , α_{mLT} | |
|-----------------------|--------------------------|--|---|----------------------------------|
| | | | Carico uniforme | Carico concentrato |
| | $-1 \leq \psi \leq 1$ | | $0,6 + 0,4\psi \geq 0,4$ | |
| | $0 \leq \alpha_s \leq 1$ | $-1 \leq \psi \leq 1$ | $0,2 + 0,8\alpha_s \geq 0,4$ | $0,2 + 0,8\alpha_s \geq 0,4$ |
| | $-1 \leq \alpha_s < 0$ | $0 \leq \psi \leq 1$ | $0,1 - 0,8\alpha_s \geq 0,4$ | $-0,8\alpha_s \geq 0,4$ |
| $-1 \leq \psi \leq 0$ | | $0,1(1 - \psi) - 0,8\alpha_s \geq 0,4$ | $0,2(-\psi) - 0,8\alpha_s \geq 0,4$ | |
| | $0 \leq \alpha_h \leq 1$ | $-1 \leq \psi \leq 1$ | $0,95 + 0,05\alpha_h$ | $0,90 + 0,10\alpha_h$ |
| | $-1 \leq \alpha_h < 0$ | $0 \leq \psi \leq 1$ | $0,95 + 0,05\alpha_h$ | $0,90 + 0,10\alpha_h$ |
| | | $-1 \leq \psi \leq 0$ | $0,95 + 0,05\alpha_h(1 + 2\psi)$ | $0,90 + 0,10\alpha_h(1 + 2\psi)$ |



14/11/2018

PERI S.r.l.
ING. Meroni Roberto
Legale Rappresentante

$$\chi_y = \chi_z = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \bar{\lambda}^2}} \leq 1,0; \quad \Phi = 0,5 \cdot [1 + \alpha(\bar{\lambda} - 0,2) + \bar{\lambda}^2]; \quad \bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_{yk}}{N_{cr}}}$$

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \bar{\lambda}_{LT}^2}} \leq 1,0; \quad \Phi_{LT} = 0,5 \cdot [1 + \alpha_{LT}(\bar{\lambda}_{LT} - 0,2) + \bar{\lambda}_{LT}^2]; \quad \bar{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{W_y \cdot f_{yk}}{M_{cr}}}$$

$$k_{zz} = \min \left\{ C_{mz} \left(1 + (\bar{\lambda}_z - 0,2) \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot N_{Rk} / \gamma_{M1}} \right); C_{my} \left(1 + 0,8 \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot N_{Rk} / \gamma_{M1}} \right) \right\}$$

$$k_{zy} = 0,6 \cdot k_{zz}$$

In sintesi:

| Parametri per la verifica a pressoflessione | | | | |
|---|------------|------------|-----------------|-------------|
| Metodo di interazione | Metodo B | | | |
| | yy | zz | | |
| Area della sezione A | 481,00 | | mm ² | |
| W _{pl} =W | 8791,70 | 5375,00 | mm ³ | |
| Azione di progetto a compressione N _{Ed} | -10685,56 | | N | |
| Carico euleriano N _{cr} | 569174,48 | 695989,88 | N | |
| Momento flettente max di progetto M _{Ed} | 286471,8 | 0 | Nmm | |
| Resistenza caratteristica a compressione N _{Rk} | 170755,00 | | N | |
| Resistenza caratteristica a flessione M _{Rk} | 3121053,50 | 1908125,00 | Nmm | |
| Fattore di riduzione χ | 1,00 | 1,00 | | |
| Fattore di riduzione χ _{LT} | 0,92 | | | |
| Fattore di interazione k _{yy} | 0,55 | | | |
| Fattore di interazione k _{yz} | 0,92 | | | |
| Fattore di interazione k _{zy} | 0,55 | | | |
| Fattore di interazione k _{zz} | 0,92 | | | |
| Verifica di stabilità a presso-flessione | | | | |
| $\frac{N_{Ed} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yk}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_{LT} \cdot W_y \cdot f_{yk}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{z,Ed} \cdot \gamma_{M1}}{W_z \cdot f_{yk}} \leq 1$ | | | OK | |
| $\frac{N_{Ed} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yk}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{y,Ed} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_{LT} \cdot W_y \cdot f_{yk}} + k_{zz} \cdot \frac{M_{z,Ed} \cdot \gamma_{M1}}{W_z \cdot f_{yk}} \leq 1$ | | | | |
| | 0,07 | 0,09 | 0,00 | 0,15 |
| | 0,07 | 0,05 | 0,00 | 0,12 |

L'elemento soddisfa le verifiche.



14/11/2018

PERI S.r.l.
ING. Meroni Roberto
Legale Rappresentante

4.23.3.3 Verifica con i dati sperimentali

Dalle prove riportate nel certificato del Politecnico di Milano n. 2016/2351 del 19/05/2017 (vedi elenco certificati alla pos. n. 14), si ottiene $F_{Rk} = 60059$ N

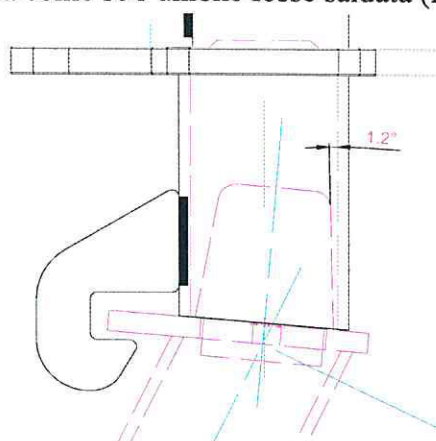
Dall'analisi semplificata dei carichi effettuata nel Cap. 3 si ottiene che $F_{ED} = 8543$ N per cui

$$\frac{F_{RD}}{F_{ED}} = \frac{60059}{1,05 \times 8543} = 6,7 > 1,0$$

4.23.4 Mensola UCM 50 e puntone UCP

| Sezione trasverso mensola | | |
|--|-----------------------------|------------|
| Dimensioni | 60 x 30 x 2 mm | |
| Profilo | Tubo rettangolare | |
| Materiale | S 355 | |
| Costruzione | formato a freddo (EN 10219) | |
| Curva di instabilità y, z | c | c |
| A [mm ²] | 3,3400e+02 | |
| A _y [mm ²], A _z [mm ²] | 1,1117e+02 | 2,2234e+02 |
| I _y [mm ⁴], I _z [mm ⁴] | 1,5100e+05 | 5,0800e+04 |
| i _y [mm], i _z [mm] | 21,26 | 12,33 |
| W _{el.y} [mm ³], W _{el.z} [mm ³] | 5,0200e+03 | 3,3900e+03 |
| W _{pl.y} [mm ³], W _{pl.z} [mm ³] | 6,2917e+03 | 3,8750e+03 |
| M _{pl.y.+} [Nmm], M _{pl.y.-} [Nmm] | 1,48e+06 | 1,48e+06 |
| M _{pl.z.+} [Nmm], M _{pl.z.-} [Nmm] | 9,12e+05 | 9,12e+05 |
| I _t [mm ⁴], I _w [mm ⁶] | 1,2500e+05 | 2,4300e+07 |

Si schematizza un sistema costituito dalla mensola, fissata alla piastra forata e con ed il giunto a forchetta inserito al montante il quale viene raddoppiato in corrispondenza della piazzola di carico, il puntone UCP fissato sotto alla mensola tramite il giunto ad innesto e al montante tramite un giunto girevole. Si rimanda all'Appendice 9 per lo schema di calcolo in cui, sotto i carichi calcolati in esercizio e allo stato limite ultimo (verso il basso) come sono successivamente esposti, il giunto ad innesto si "ingrana" e si comporta come se l'unione fosse saldata (in continuità).



14/11/2018

PERI S.r.l.
ING. Meroni Roberto
Legale Rappresentante

Si esamina la parte più deformata nel caso dello stato limite di esercizio e più sfruttata nel caso dello stato limite ultimo, di ciascun elemento che costituisce il sistema portante della piazzola di carico ovvero, mensola UCM 50, puntone UCP e montante con raddoppio.

Si ipotizza che il carico venga assorbito dal puntoncino ϕ 40x2 mm della mensola trascurando, a vantaggio di sicurezza, l'effetto comunque presente del puntone ϕ 48,3x3,2

Dalle analisi nell'Appendice 9 si evince che la mensola è poco sfruttata quindi si procede alla verifica del puntone UCP.

4.23.4.1 Verifica allo stato limite di esercizio (SLE) del puntone UCP

Nell'Appendice 9, si ricava la freccia più alta negli elementi della mensola UCM 50 si riscontra nell'elemento B142, trasverso, per gli stati limite di esercizio SLE le cui caratteristiche geometriche sono le seguenti:

| Sezione puntone UCP | | |
|--|-----------------------------|------------|
| Dimensioni | 48.3 X 3.2 mm | |
| Profilo | Tubo circolare | |
| Materiale | S 275 | |
| Costruzione | formato a freddo (EN 10219) | |
| Curva di instabilità y, z | c | c |
| A [mm ²] | 4,5300e+02 | |
| A _y [mm ²], A _z [mm ²] | 2,8864e+02 | 2,8864e+02 |
| I _y [mm ⁴], I _z [mm ⁴] | 1,1600e+05 | 1,1600e+05 |
| i _y [mm], i _z [mm] | 16,00 | 16,00 |
| W _{el.y} [mm ³], W _{el.z} [mm ³] | 4,8000e+03 | 4,8000e+03 |
| W _{pl.y} [mm ³], W _{pl.z} [mm ³] | 6,5088e+03 | 6,5088e+03 |
| M _{pl.y.+} [Nmm], M _{pl.y.-} [Nmm] | 1,79e+06 | 1,79e+06 |
| M _{pl.z.+} [Nmm], M _{pl.z.-} [Nmm] | 1,79e+06 | 1,79e+06 |
| I _t [mm ⁴], I _w [mm ⁶] | 2,3200e+05 | 1,7457e-25 |

Le deformazioni massime che si ottengono si ottengono sono le seguenti:

| Descrizione | yy | zz | Unità |
|-----------------------|--------------|---------|-------|
| f | 0,019 | 0,103 | mm |
| L | 1717 | | mm |
| (f / L) max | 1/100 | | |
| f / L | 1/90368 | 1/16669 | |
| Verifica sfruttamento | 0,006 | | OK |

L'elemento soddisfa la verifica.

4.23.4.2 Verifica allo stato limite ultimo (SLU) del puntone UCP

La verifica viene eseguita tenendo conto del punto 4.2.1.1 del D.M. 14 gennaio 2008 (NTC2008)



14/11/2018

PERI S.r.l.
 ING. Meroni Roberto
 Legale Rappresentante

| Fattori parziali di sicurezza | |
|--|------|
| γ_{M0} per resistenza delle sezioni trasversali | 1,05 |
| γ_{M1} per resistenza all'instabilità | 1,05 |
| γ_{M2} per resistenza delle sezioni nette | 1,25 |

| Materiale | | |
|----------------------------------|------------------|-----|
| Tensione di snervamento f_{yk} | 275 | MPa |
| Tensione di rottura f_{uk} | 430 | MPa |
| Costruzione | FORMATO A FREDDO | |

4.23.4.2.A.1 Classificazione delle sezioni

Viene effettuata in conformità all'articolo 4.2.3.1 del D.M. 14 gennaio 2008 (NTC2008). La classificazione delle sezioni cave viene effettuata in conformità alla tabella 4.2.III del D.M. 14 gennaio 2008 (NTC2008)

| | |
|--|-------|
| Rapporto massimo in larghezza / spessore | 15,09 |
| Limite Classe1 | 42,73 |
| Limite Classe2 | 59,82 |
| Limite Classe3 | 76,91 |

=> Quindi la sezione è classificata come classe 1 per la verifica della sezione trasversale

La verifica viene eseguita nella sezione più rappresentativa (*) ($x=1717$ mm in corrispondenza del giunto con la mensola) che presenta le seguenti sollecitazioni di progetto (già incrementate tramite il coefficiente parziale $\gamma_s=1,5$):

| Forze interne | Calcolato | Unità |
|----------------|-----------|-------|
| N_{Ed} | -2968,05 | N |
| $V_{y,Ed}$ | 6,59 | N |
| $V_{z,Ed}$ | -15,57 | N |
| T_{Ed} | 18065,32 | Nmm |
| $M_{y,Ed}$ (*) | 0,00 | Nmm |
| $M_{z,Ed}$ | 5545,38 | Nmm |

(*) Per la verifica di instabilità vengono utilizzati i valori massimi che sono in altre sezioni ovvero $M_{y,Ed} = 11838,62$ Nmm e $M_{z,Ed} = -5775,95$ Nmm

4.23.4.2.A.2 Verifica compressione

Viene effettuata in conformità all'articolo 4.2.4.1.2 del D.M. 14 gennaio 2008 (NTC2008)



14/11/2018

PERI S.r.l.
ING. Meroni Roberto
Legale Rappresentante

$$\frac{N_{Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1$$

dove:

$$N_{c,Rd} = A \cdot f_{yk} / \gamma_{M0}$$

In sintesi:

| Descrizione | | Unità |
|--|-------------|-----------------|
| A | 453,00 | mm ² |
| N _{c,Rd} | 118642,86 | N |
| Verifica sfruttamento $\frac{N_{Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1$ | 0,03 | OK |

4.23.4.2.A.3 Verifica del Momento Flettente M

Viene effettuata in conformità all'articolo 4.2.4.1.2 del D.M. 14 gennaio 2008 (NTC2008)

$$\frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

dove:

$$M_{c,Rd} = M_{pl,Rd} = \frac{W_{pl} \cdot f_{yk}}{\gamma_{M0}}$$

In sintesi:

| Descrizione | yy | zz | Unità |
|--|-------------|-------------|-----------------|
| W _{pl} | 6508,80 | 6508,80 | mm ³ |
| M _{pl,Rd} | 1704685,71 | 1704685,71 | Nmm |
| Verifica sfruttamento $\frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$ | 0,00 | 0,00 | OK |

4.23.4.2.A.4 Verifica sollecitazione di azioni da taglio, torsione

Le verifiche possono essere trascurate in quanto le azioni risultano molto basse.

4.23.4.2.A.5 Verifica sollecitazione combinata di azioni da taglio, carico assiale e pressoflessione

Anche in questo caso la verifica può essere trascurata per i bassi carichi.

4.23.4.2.A.6 Verifica a presso-flessione per instabilità (Metodo B)

In conformità dell'articolo C4.2.4.1.3.3.2 (Metodo B) della Circolare 2 febbraio 2009, n. 617 e tenendo conto del punto 6.3.3. della EN 1993-1-1 si ha:



14/11/2018

PERI S.r.l.
 ING. Meroni Roberto
 Legale Rappresentante

$$\frac{N_{Ed} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yk}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_{LT} \cdot W_y \cdot f_{yk}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{z,Ed} \cdot \gamma_{M1}}{W_z \cdot f_{yk}} \leq 1$$

$$\frac{N_{Ed} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yk}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{y,Ed} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_{LT} \cdot W_y \cdot f_{yk}} + k_{zz} \cdot \frac{M_{z,Ed} \cdot \gamma_{M1}}{W_z \cdot f_{yk}} \leq 1$$

Per il calcolo dei coefficienti di interazione k_{yy} , k_{yz} , k_{zy} e k_{zz} si utilizza il metodo B Circolare 2 febbraio 2009, n. 617, Tabelle C4.2.IV, C4.2.VI.

| k | Tipi di sezione | Sezioni di classe 3 e 4 (proprietà delle sezioni calcolate in campo elastico) | Sezioni di classe 1 e 2 (proprietà delle sezioni calcolate in campo plastico) |
|----------|-----------------------|--|---|
| k_{yy} | I. H. Sezioni cave | $\alpha_{my} \cdot \left(1 + 0,6 \cdot \bar{\lambda}_y \cdot \frac{N_{Ed} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yk}} \right) \leq \alpha_{my} \cdot \left(1 + 0,6 \cdot \frac{N_{Ed} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yk}} \right)$ | $\alpha_{my} \cdot \left(1 + (\bar{\lambda}_y - 0,2) \cdot \frac{N_{Ed} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yk}} \right) \leq \alpha_{my} \cdot \left(1 + 0,8 \cdot \frac{N_{Ed} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yk}} \right)$ |
| k_{yz} | I. H. Sezioni cave | k_{zz} | $0,6 \cdot k_{zz}$ |
| k_{zy} | I. H. Sezioni cave | $0,8 \cdot k_{yy}$ | $0,6 \cdot k_{yy}$ |
| k_{zz} | I. II | $\alpha_{mz} \cdot \left(1 + 0,6 \cdot \bar{\lambda}_y \cdot \frac{N_{Ed} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yk}} \right) \leq \alpha_{mz} \cdot \left(1 + 0,6 \cdot \frac{N_{Ed} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yk}} \right)$ | $\alpha_{mz} \cdot \left(1 + (2\bar{\lambda}_y - 0,6) \cdot \frac{N_{Ed} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yk}} \right) \leq \alpha_{mz} \cdot \left(1 + 1,4 \cdot \frac{N_{Ed} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yk}} \right)$ |
| | Sezioni cave | | $\alpha_{mz} \cdot \left(1 + (\bar{\lambda}_y - 0,2) \cdot \frac{N_{Ed} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yk}} \right) \leq \alpha_{mz} \cdot \left(1 + 0,8 \cdot \frac{N_{Ed} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yk}} \right)$ |

Per pressoflessione retta, $M_{y,Ed} \neq 0$, $k_{yy} = 0$ ($M_{z,Ed} = 0$).

| Diagramma del momento | Intervallo | | Coefficienti α_{my} , α_{mz} , α_{mLT} | |
|--|--------------------------|-----------------------|---|-------------------------------------|
| | | | Carico uniforme | Carico concentrato |
| M_h ψM_h | $-1 \leq \psi \leq 1$ | | $0,6 + 0,4\psi \geq 0,4$ | |
| M_h M_s ψM_h $\alpha_s = M_s / M_h$ | $0 \leq \alpha_s \leq 1$ | $-1 \leq \psi \leq 1$ | $0,2 + 0,8\alpha_s \geq 0,4$ | $0,2 + 0,8\alpha_s \geq 0,4$ |
| | $-1 \leq \alpha_s < 0$ | $0 \leq \psi \leq 1$ | $0,1 - 0,8\alpha_s \geq 0,4$ | $-0,8\alpha_s \geq 0,4$ |
| | | $-1 \leq \psi \leq 0$ | $0,1(1 - \psi) - 0,8\alpha_s \geq 0,4$ | $0,2(-\psi) - 0,8\alpha_s \geq 0,4$ |
| M_h M_s ψM_h $\alpha_h = M_h / M_s$ | $0 \leq \alpha_h \leq 1$ | $-1 \leq \psi \leq 1$ | $0,95 + 0,05\alpha_h$ | $0,90 + 0,10\alpha_h$ |
| | $-1 \leq \alpha_h < 0$ | $0 \leq \psi \leq 1$ | $0,95 + 0,05\alpha_h$ | $0,90 + 0,10\alpha_h$ |
| | | $-1 \leq \psi \leq 0$ | $0,95 + 0,05\alpha_h(1 + 2\psi)$ | $0,90 + 0,10\alpha_h(1 + 2\psi)$ |

$$\chi_y = \chi_z = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \bar{\lambda}^2}} \leq 1,0$$



14/11/2018

PERI S.r.l.
ING. Meroni Roberto
Legale Rappresentante

$$\Phi = 0,5 \cdot \left[1 + \alpha(\bar{\lambda} - 0,2) + \bar{\lambda}^2 \right]; \quad \bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_{yk}}{N_{cr}}}; \quad \chi_{LT} = \frac{1}{\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \bar{\lambda}_{LT}^2}} \leq 1,0$$

$$\Phi_{LT} = 0,5 \cdot \left[1 + \alpha_{LT}(\bar{\lambda}_{LT} - 0,2) + \bar{\lambda}_{LT}^2 \right]; \quad \bar{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{W_y \cdot f_{yk}}{M_{cr}}}$$

$$k_{zz} = \min \left\{ C_{mz} \left(1 + (\bar{\lambda}_z - 0,2) \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot N_{Rk} / \gamma_{M1}} \right); C_{my} \left(1 + 0,8 \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot N_{Rk} / \gamma_{M1}} \right) \right\}$$

$$k_{zy} = 0,6 \cdot k_{zz}$$

In sintesi:

| Parametri per la verifica a pressoflessione | | | | |
|---|------------|------------|-----------------|-------------|
| Metodo di interazione | Metodo B | | | |
| | yy | zz | | |
| Area della sezione A | 453,00 | | mm ² | |
| W _{pl} =W | 6508,80 | 6508,80 | mm ³ | |
| Azione di progetto a compressione N _{Ed} | -2968,05 | | N | |
| Carico euleriano N _{cr} | 18317,72 | 193023,30 | N | |
| Momento flettente max di progetto M _{Ed} | 11838,62 | 5775,95 | Nmm | |
| Resistenza caratteristica a compressione N _{Rk} | 124575,00 | | N | |
| Resistenza caratteristica a flessione M _{Rk} | 1789920,00 | 1789920,00 | Nmm | |
| Fattore di riduzione χ | 0,12 | 0,66 | | |
| Fattore di riduzione χ _{LT} | 1,00 | | | |
| Fattore di interazione k _{yy} | 1,05 | | | |
| Fattore di interazione k _{yz} | 0,63 | | | |
| Fattore di interazione k _{zy} | 0,92 | | | |
| Fattore di interazione k _{zz} | 0,55 | | | |
| Verifica di stabilità a presso-flessione | | | | |
| $\frac{N_{Ed} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yk}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_{LT} \cdot W_y \cdot f_{yk}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{z,Ed} \cdot \gamma_{M1}}{W_z \cdot f_{yk}} \leq 1$ | | | OK | |
| $\frac{N_{Ed} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yk}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{y,Ed} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_{LT} \cdot W_y \cdot f_{yk}} + k_{zz} \cdot \frac{M_{z,Ed} \cdot \gamma_{M1}}{W_z \cdot f_{yk}} \leq 1$ | | | | |
| | 0,20 | 0,01 | 0,00 | 0,21 |
| | 0,04 | 0,00 | 0,00 | 0,05 |

L'elemento soddisfa le verifiche.



14/11/2018

PERI S.r.l.
 ING. Meroni Roberto
 Legale Rappresentante

4.23.4.3 Verifica allo stato limite di esercizio (SLE) del montante di raddoppio

Nell'Appendice 9, si ricava la freccia più alta negli elementi del montante e raddoppio si riscontra nell'elemento B140, per gli stati limite di esercizio SLE le cui caratteristiche geometriche sono le seguenti:

| Sezione Montante di raddoppio | |
|--|-----------------------------|
| Dimensioni | 48.3 X 3.2 mm |
| Profilo | Tubo circolare |
| Materiale | S 235 |
| Costruzione | formato a freddo (EN 10219) |
| Curva di instabilità y, z | c c |
| A [mm ²] | 4,5300e+02 |
| A _y [mm ²], A _z [mm ²] | 2,8864e+02 2,8864e+02 |
| I _y [mm ⁴], I _z [mm ⁴] | 1,1600e+05 1,1600e+05 |
| i _y [mm], i _z [mm] | 16,00 16,00 |
| W _{el,y} [mm ³], W _{el,z} [mm ³] | 4,8000e+03 4,8000e+03 |
| W _{pl,y} [mm ³], W _{pl,z} [mm ³] | 6,5088e+03 6,5088e+03 |
| M _{pl,y+} [Nmm], M _{pl,y-} [Nmm] | 1,53e+06 1,53e+06 |
| M _{pl,z+} [Nmm], M _{pl,z-} [Nmm] | 1,53e+06 1,53e+06 |
| I _t [mm ⁴], I _w [mm ⁶] | 2,2605e+05 6,3552e-06 |

Le deformazioni massime che si ottengono si ottengono sono le seguenti:

| Descrizione | yy | zz | Unità |
|-----------------------|--------------|--------|-------|
| f | 0,049 | 0,086 | mm |
| L | 560 | | mm |
| (f / L) max | 1/100 | | |
| f / L | 1/11428 | 1/6512 | |
| Verifica sfruttamento | 0,015 | | OK |

L'elemento soddisfa la verifica.

4.23.4.4 Verifica allo stato limite ultimo (SLU) del montante di raddoppio

La verifica viene eseguita tenendo conto del punto 4.2.1.1 del D.M. 14 gennaio 2008 (NTC2008)

| Fattori parziali di sicurezza | |
|--|------|
| γ _{M0} per resistenza delle sezioni trasversali | 1,05 |
| γ _{M1} per resistenza all'instabilità | 1,05 |
| γ _{M2} per resistenza delle sezioni nette | 1,25 |

| Materiale | | |
|---|------------------|-----|
| Tensione di snervamento f _{yk} | 235,0 | MPa |
| Tensione di rottura f _{uk} | 360,0 | MPa |
| Costruzione | FORMATO A FREDDO | |



14/11/2018

PERI S.r.l.
 ING. Meroni Roberto
 Legale Rappresentante

4.23.4.4.A.1 Classificazione delle sezioni

Viene effettuata in conformità all’articolo 4.2.3.1 del D.M. 14 gennaio 2008 (NTC2008). La classificazione delle sezioni cave viene effettuata in conformità alla tabella 4.2.III del D.M. 14 gennaio 2008 (NTC2008)

| | |
|--|-------|
| Rapporto massimo in larghezza / spessore | 15,09 |
| Limite Classe1 | 50,00 |
| Limite Classe2 | 70,00 |
| Limite Classe3 | 90,00 |

=> Quindi la sezione è classificata come classe 1 per la verifica della sezione trasversale

La verifica viene eseguita nella sezione più rappresentativa (*) (x=0 mm in corrispondenza del giunto con la mensola) che presenta le seguenti sollecitazioni di progetto (già incrementate tramite il coefficiente parziale $\gamma_s=1,5$):

| Forze interne | Calcolato | Unità |
|---------------|-----------|-------|
| N_{Ed} | -577,71 | N |
| $V_{y,Ed}$ | 100,04 | N |
| $V_{z,Ed}$ | 90,3 | N |
| T_{Ed} | 4675,61 | Nmm |
| $M_{y,Ed}$ | -48877,78 | Nmm |
| $M_{z,Ed}$ | -48497,87 | Nmm |

(*) Per la verifica di instabilità viene utilizzato il valore del momento maggiore che si trova in un’altra sezione dello stesso elemento $M_{z,Ed} = 51547,02$

4.23.4.4.A.2 Verifica compressione

Viene effettuata in conformità all’articolo 4.2.4.1.2 del D.M. 14 gennaio 2008 (NTC2008) e tenendo conto dell’articolo 6.2.4 della EN 1993-1-1

$$\frac{N_{Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1$$

dove:

$$N_{c,Rd} = A \cdot f_{yk} / \gamma_{M0}$$

In sintesi:

| Descrizione | | Unità |
|--|-------------|-----------------|
| A | 453,00 | mm ² |
| $N_{c,Rd}$ | 118642,86 | N |
| Verifica sfruttamento $\frac{N_{Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1$ | 0,00 | OK |



14/11/2018

PERI S.r.l.
 ING. Meroni Roberto
 Legale Rappresentante

4.23.4.4.A.3 Verifica del Momento Flettente M

Viene effettuata in conformità all'articolo 4.2.4.1.2 del D.M. 14 gennaio 2008 (NTC2008) e tenendo conto dell'articolo 6.2.5 della EN 1993-1-1

$$\frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1 \quad \text{dove:} \quad M_{c,Rd} = M_{pl,Rd} = \frac{W_{pl} \cdot f_{yk}}{\gamma_{M0}}$$

In sintesi:

| Descrizione | yy | zz | Unità |
|--|-------------|-------------|-----------------|
| W_{pl} | 6508,80 | 6508,80 | mm ³ |
| $M_{pl,Rd}$ | 1704685,71 | 1704685,71 | Nmm |
| Verifica sfruttamento $\frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$ | 0,03 | 0,03 | OK |

4.23.4.4.A.4 Verifica sollecitazione di azioni da taglio e torsione

Le sollecitazioni sono talmente basse da poter trascurare le verifiche.

4.23.4.4.A.5 Verifica sollecitazione combinata di azioni da taglio, carico assiale e pressoflessione

Tenendo conto dell'articolo 6.2.9.1 e relativa correzione della EN 1993-1-1:2014 per le sezioni di classe 1 e 2 e riguardante i profili circolari cavi (a tal proposito non c'è un riferimento specifico nell'articolo 4.2.4.1.2 del D.M. 14 gennaio 2008) si ha:

$$\frac{M_{Ed,Ris}}{M_{N,Rd}} \leq 1 \quad \text{dove:} \quad \rho = \left(\frac{2 \cdot V_{Ed}}{V_{pl,Rd}} - 1 \right); \quad M_{N,Rd} = M_{pl,Rd} \cdot \rho$$

Valore maggiore rispetto al precedente per cui prendiamo il minore a favore di sicurezza. In sintesi:

| Descrizione | yy | zz | Unità |
|--|-------------|-------------|-------|
| M_{Ed} | 48877,78 | 51547,02 | Nmm |
| $M_{Ed,Ris}$ | 71036,13622 | | Nmm |
| N_{Ed} | -577,71 | | N |
| ρ | 0,991 | 0,991734171 | |
| V_{Ed} | 100,04 | 90,3 | N |
| $M_{pl,Rd}$ | 1704685,71 | 1704685,71 | Nmm |
| $M_{N,Rd}$ | 1689078,71 | 1690595,07 | Nmm |
| $M_{N,Rd,min}$ | 1689078,71 | | |
| $\frac{M_{Ed,Ris}}{M_{N,Rd,min}} \leq 1$ | 0,04 | | OK |

Il Taglio è inferiore al 50% della resistenza plastica al taglio per cui il suo effetto viene trascurato. L'elemento soddisfa le verifiche.



14/11/2018

PERI S.r.l.
 ING. Meroni Roberto
 Legale Rappresentante

4.23.4.4.A.6 Verifica a presso-flessione per instabilità (Metodo B)

In conformità dell'articolo C4.2.4.1.3.3.2 (Metodo B) della Circolare 2 febbraio 2009, n. 617 e tenendo conto del punto 6.3.3. della EN 1993-1-1 si ha:


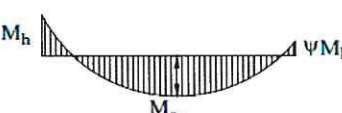

$$\frac{N_{Ed} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yk}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_{LT} \cdot W_y \cdot f_{yk}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{z,Ed} \cdot \gamma_{M1}}{W_z \cdot f_{yk}} \leq 1$$

$$\frac{N_{Ed} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yk}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{y,Ed} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_{LT} \cdot W_y \cdot f_{yk}} + k_{zz} \cdot \frac{M_{z,Ed} \cdot \gamma_{M1}}{W_z \cdot f_{yk}} \leq 1$$

Per il calcolo dei coefficienti di interazione k_{yy} , k_{yz} , k_{zy} e k_{zz} si utilizza il metodo B Circolare 2 febbraio 2009, n. 617, Tabelle C4.2.IV, C4.2.VI.

| k | Tipi di sezione | Sezioni di classe 3 e 4 (proprietà delle sezioni calcolate in campo elastico) | Sezioni di classe 1 e 2 (proprietà delle sezioni calcolate in campo plastico) |
|----------|-----------------------|--|---|
| k_{yy} | I. H. Sezioni cave | $\alpha_{my} \cdot \left(1 + 0,6 \cdot \bar{\lambda}_y \cdot \frac{N_{Ed} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yk}} \right) \leq \alpha_{my} \cdot \left(1 + 0,6 \cdot \frac{N_{Ed} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yk}} \right)$ | $\alpha_{my} \cdot \left(1 + (\bar{\lambda}_y - 0,2) \cdot \frac{N_{Ed} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yk}} \right) \leq \alpha_{my} \cdot \left(1 + 0,8 \cdot \frac{N_{Ed} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yk}} \right)$ |
| k_{yz} | I. H. Sezioni cave | k_{zz} | $0,6 \cdot k_{zz}$ |
| k_{zy} | I. H. Sezioni cave | $0,8 \cdot k_{yy}$ | $0,6 \cdot k_{yy}$ |
| k_{zz} | I. H. | $\alpha_{mz} \cdot \left(1 + 0,6 \cdot \bar{\lambda}_y \cdot \frac{N_{Ed} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yk}} \right) \leq \alpha_{mz} \cdot \left(1 + 0,6 \cdot \frac{N_{Ed} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yk}} \right)$ | $\alpha_{mz} \cdot \left(1 + (2\bar{\lambda}_y - 0,6) \cdot \frac{N_{Ed} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yk}} \right) \leq \alpha_{mz} \cdot \left(1 + 1,4 \cdot \frac{N_{Ed} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yk}} \right)$ |
| | Sezioni cave | | $\alpha_{mz} \cdot \left(1 + (\bar{\lambda}_y - 0,2) \cdot \frac{N_{Ed} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yk}} \right) \leq \alpha_{mz} \cdot \left(1 + 0,8 \cdot \frac{N_{Ed} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yk}} \right)$ |

Per pressoflessione retta. $M_{y,Ed} \neq 0$. $k_{yy} = 0$ ($M_{z,Ed} = 0$).

| Diagramma del momento | Intervallo | | Coefficienti α_{my} , α_{mz} , α_{mLT} | |
|---|--------------------------|-----------------------|---|-------------------------------------|
| | | | Carico uniforme | Carico concentrato |
|  M_h ψM_h | $-1 \leq \psi \leq 1$ | | $0,6 + 0,4\psi \geq 0,4$ | |
|  M_h ψM_h M_s $\alpha_s = M_s / M_h$ | $0 \leq \alpha_s \leq 1$ | $-1 \leq \psi \leq 1$ | $0,2 + 0,8\alpha_s \geq 0,4$ | $0,2 + 0,8\alpha_s \geq 0,4$ |
| | $-1 \leq \alpha_s < 0$ | $0 \leq \psi \leq 1$ | $0,1 - 0,8\alpha_s \geq 0,4$ | $-0,8\alpha_s \geq 0,4$ |
| | | $-1 \leq \psi \leq 0$ | $0,1(1 - \psi) - 0,8\alpha_s \geq 0,4$ | $0,2(-\psi) - 0,8\alpha_s \geq 0,4$ |
|  M_h ψM_h M_s $\alpha_h = M_h / M_s$ | $0 \leq \alpha_h \leq 1$ | $-1 \leq \psi \leq 1$ | $0,95 + 0,05\alpha_h$ | $0,90 + 0,10\alpha_h$ |
| | $-1 \leq \alpha_h < 0$ | $0 \leq \psi \leq 1$ | $0,95 + 0,05\alpha_h$ | $0,90 + 0,10\alpha_h$ |
| | | $-1 \leq \psi \leq 0$ | $0,95 + 0,05\alpha_h (1 + 2\psi)$ | $0,90 + 0,10\alpha_h (1 + 2\psi)$ |



14/11/2018

PERI S.r.l.
ING. Meroni Roberto
Legale Rappresentante

$$\chi_y = \chi_z = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \bar{\lambda}^2}} \leq 1,0; \quad \Phi = 0,5 \cdot [1 + \alpha(\bar{\lambda} - 0,2) + \bar{\lambda}^2] \quad \bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_{yk}}{N_{cr}}};$$

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \bar{\lambda}_{LT}^2}} \leq 1,0 \quad \Phi_{LT} = 0,5 \cdot [1 + \alpha_{LT}(\bar{\lambda}_{LT} - 0,2) + \bar{\lambda}_{LT}^2]; \quad \bar{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{W_y \cdot f_{yk}}{M_{cr}}}$$

$$k_{zz} = \min \left\{ C_{mz} \left(1 + (\bar{\lambda}_z - 0,2) \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot N_{Rk} / \gamma_{M1}} \right); C_{my} \left(1 + 0,8 \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot N_{Rk} / \gamma_{M1}} \right) \right\}; \quad k_{zy} = 0,6 \cdot k_{zz}$$

In sintesi:

| Parametri per la verifica a pressoflessione | | | | |
|---|------------|------------|-----------------|-------------|
| Metodo di interazione | Metodo B | | | |
| | yy | zz | | |
| Area della sezione A | 453,00 | | mm ² | |
| W _{pl} =W | 6508,80 | 6508,80 | mm ³ | |
| Azione di progetto a compressione N _{Ed} | -577,71 | | N | |
| Carico euleriano N _{cr} | 7585,08 | 569049,85 | N | |
| Momento flettente max di progetto M _{Ed} | 48877,78 | 51547,02 | Nmm | |
| Resistenza caratteristica a compressione N _{Rk} | 124575,00 | | N | |
| Resistenza caratteristica a flessione M _{Rk} | 1789920,00 | 1789920,00 | Nmm | |
| Fattore di riduzione χ | 0,05 | 0,86 | | |
| Fattore di riduzione χ_{LT} | 1,00 | | | |
| Fattore di interazione k _{yy} | 0,96 | | | |
| Fattore di interazione k _{yz} | 0,58 | | | |
| Fattore di interazione k _{zy} | 0,70 | | | |
| Fattore di interazione k _{zz} | 0,42 | | | |
| Verifica di stabilità a presso-flessione | | | | |
| $\frac{N_{Ed} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yk}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_{LT} \cdot W_y \cdot f_{yk}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{z,Ed} \cdot \gamma_{M1}}{W_z \cdot f_{yk}} \leq 1$ | | | OK | |
| $\frac{N_{Ed} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yk}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{y,Ed} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_{LT} \cdot W_y \cdot f_{yk}} + k_{zz} \cdot \frac{M_{z,Ed} \cdot \gamma_{M1}}{W_z \cdot f_{yk}} \leq 1$ | | | | |
| | 0,09 | 0,03 | 0,01 | 0,13 |
| | 0,01 | 0,02 | 0,02 | 0,04 |

L'elemento soddisfa le verifiche.



14/11/2018

PERI S.r.l.
 ING. Meroni Roberto
 Legale Rappresentante

4.23.4.5 Verifica del giunto del puntone

Dalle prove riportate nel certificato del Politecnico di Milano n. 2016/2352 del 13/06/2017 (**vedi elenco certificati alla pos. n. 13**), si ottiene il valore di scorrimento del giunto a $F_{ED,g} = 10500$ N. Tenendo conto che dall'Appendice 9 risulta che $N_{ED,p} = 2968,05$ N che agisce nel puntone e che l'angolo di inclinazione del puntone è $16,56^\circ$ (vedi TAV. 125 dell'Allegato A), e inoltre risulta che il puntocino della mensola lavora molto poco, consideriamo che la forza verticale agente verticalmente all'estremità della mensola è $N_{ED,m} = 2968,05 \times \cos 16,56^\circ = 2845$ N per cui

$$\frac{F_{RD}}{F_{ED}} = \frac{10500}{1,05 \times 2845} = 3,5 > 1,0$$

4.23.4.6 Azioni sugli ancoraggi

Dall'appendice A 9 si ottengono le seguenti forze sugli ancoraggi:

al piano del traverso della mensola a tirare

- H = 473,76 N (in esercizio)
- H = 700,96 N (fuori esercizio)

al piano sottostante il traverso della mensola a spingere

- H = 515,71 N (in esercizio)
- H = 758,10 N (fuori esercizio)

4.23.4.7 Verifica con i dati sperimentali

Dalle prove su mensola da 0,5 m con puntone riportate nel certificato del Politecnico di Milano n. 2016/2352 del 13/06/2017 (**vedi elenco certificati alla pos. n. 13**), si ottiene $F_{Rk} = 50386$ N. Tenendo conto dello schema di prova e che dall'Appendice 9 risulta che $N_{ED} = 3047,38$ N applicato all'estremità della mensola si ha

$$\frac{F_{RD}}{F_{ED}} = \frac{50386}{1,05 \times 3048,38} = 15,7 > 1,0$$



14/11/2018

PERI S.r.l.
 ING. Meroni Roberto
 Legale Rappresentante

4.24 VERIFICA DELLA BASETTA REGOLABILE DA mm 550

- Diametro esterno dello spinotto (filettato) d_b 38,8 mm
- Diametro del nucleo d_n 34,8 mm
- Diametro interno dello spinotto d_i 26,6 mm
- Lunghezza minima dello spinotto l_b 250 mm
- Altezza massima di regolazione della basetta h 550 mm

| Sezione Basetta | | |
|--|-----------------------------|------------|
| Dimensioni | 34.8 X 4.1 mm (equivalente) | |
| Profilo | Tubo circolare rullato | |
| Materiale | S 355 | |
| Costruzione | formato a freddo (EN 10219) | |
| Curva di instabilità y, z | c | c |
| A [mm ²] | 3,9543e+02 | |
| A _y [mm ²], A _z [mm ²] | 2,7251e+02 | 2,7251e+02 |
| I _y [mm ⁴], I _z [mm ⁴] | 4,7417e+04 | 4,7417e+04 |
| i _y [mm], i _z [mm] | 10,95 | 10,95 |
| W _{el.y} [mm ³], W _{el.z} [mm ³] | 2,7251e+03 | 2,7251e+03 |
| W _{pl.y} [mm ³], W _{pl.z} [mm ³] | 3,8872e+03 | 3,8872e+03 |
| M _{pl.y.+} [Nmm], M _{pl.y.-} [Nmm] | 1,38e+06 | 1,38e+06 |
| M _{pl.z.+} [Nmm], M _{pl.z.-} [Nmm] | 1,38e+06 | 1,38e+06 |
| I _t [mm ⁴], I _w [mm ⁶] | 9,3683e+04 | 3,2397e-04 |

Alla massima regolazione di altezza, il massimo gioco angolare consentito dall'accoppiamento basetta-montante (quando il diametro interno del montante è pari a $d_{li} = 48,3 - 3,2 \times 2 = 41,9$ mm) è $41,9 - 38,8 = 3,1$ mm; questo comporta un angolo di rotazione

$$tg(\beta_1) = \beta_1 = \frac{d_{li} - d_b}{l_b} = 0,0124 \text{ rad}$$

Le imperfezioni geometriche sono state già considerate nell'Appendice 2.

4.24.1 Verifica allo stato limite di esercizio (SLE)

Nell'Appendice 2, si ricava la freccia più alta nella basetta (che si riscontra nell'elemento B156 in combinazione 47 per gli stati limite di esercizio SLE):

| Descrizione | yy | zz | Unità |
|-----------------------|-------------|--------|-------|
| f | -1,018 | -0,096 | mm |
| L | 550,00 | | mm |
| (f / L) max | 1/100 | | |
| f / L | 1/654 | 1/6957 | |
| Verifica sfruttamento | 0,15 | | OK |

4.24.2 Verifica allo stato limite ultimo (SLU)

La verifica viene eseguita tenendo conto del punto 4.2.1.1 del D.M. 14 gennaio 2008 (NTC2008)



14/11/2018

PERI S.r.l.
 ING. Meloni Roberto
 Legale Rappresentante

| Fattori parziali di sicurezza | |
|--|------|
| γ_{M0} per resistenza delle sezioni trasversali | 1,05 |
| γ_{M1} per resistenza all'instabilità | 1,05 |
| γ_{M2} per resistenza delle sezioni nette | 1,25 |

| Materiale | | |
|----------------------------------|------------------|-----|
| Tensione di snervamento f_{yk} | 355 | MPa |
| Tensione di rottura f_{uk} | 490 | MPa |
| Costruzione | FORMATO A FREDDO | |

4.24.2.1 Classificazione delle sezioni

Viene effettuata in conformità all'articolo 4.2.3.1 del D.M. 14 gennaio 2008 (NTC2008)

| | |
|--|-------|
| Rapporto massimo in larghezza / spessore | 8,49 |
| Limite Classe1 | 33,10 |
| Limite Classe2 | 46,34 |
| Limite Classe3 | 59,58 |

=> Quindi la sezione è classificata come classe 1 per la verifica della sezione trasversale

Nell'Appendice 10, viene modellata la basetta ipotizzando un tubo di lunghezza h e che ha alla base elemento 2d che rappresenta un piatto 150x150 mm e spessore equivalente di 9,23 mm ovvero calcolato a ritroso dal momento di inerzia reale della piastra di base. Il modello ha poi dei vincoli non lineari rigidi che reagiscono solo a compressione. Con tali ipotesi si ottiene un modello che permette di ottenere la rigidezza del nodo rispetto ai momenti M_y e M_z alla base. Questa rigidezza è pari a 2,0 e+7 Nmm/rad. Applicando queste in forma di molle rotazionali all'intero modello su cui vengono applicate le forze che si ottengono dalla configurazione gravosa per quanto riguarda le basette per lo stato limite ultimo nella combinazione 30 per l'elemento B156 (vedi Appendice 2 punto 1.12.80):

| Forze interne | Calcolato | Unità |
|---------------|-----------|-------|
| NEd | -37855,11 | N |
| Vy,Ed | 1125,49 | N |
| Vz,Ed | -59,71 | N |
| TEd | 752,54 | Nmm |
| My,Ed | -43266,08 | Nmm |
| Mz,Ed | 493014,95 | Nmm |

Ai quali andremo a sommare, nelle due direzioni y e z e nei due versi possibili, il seguente momento dovuto ai giochi ed imperfezioni accennati precedentemente quindi:

$$\Delta M_{y,Ed} = N \cdot h \cdot (\beta_{1,2}) = 37855,11 \times 550 \times (0,0124) = 258171,85 \text{ Nmm}$$

In totale, nella sezione del tubo a x=550 della basetta si hanno i seguenti carichi (ricalcolati dal modello nell'Appendice 2 punto 1.12.81 e ricavate dalla combinazione IMP2. BAS. M_{z-}):



14/11/2018

PERI S.r.l.
 ING. Meroni Roberto
 Legale Rappresentante

| Forze interne | Calcolato | Unità |
|-------------------|-----------|-------|
| N _{Ed} | -37940,32 | N |
| V _{y,Ed} | 1249,04 | N |
| V _{z,Ed} | -58,77 | N |
| T _{Ed} | 770,24 | Nmm |
| M _{y,Ed} | -43161,52 | Nmm |
| M _{z,Ed} | 579819,89 | Nmm |

4.24.2.2 Verifica compressione

Viene effettuata in conformità all'articolo 4.2.4.1.2 del D.M. 14 gennaio 2008 (NTC2008)

$$\frac{N_{Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1 \quad \text{dove:} \quad N_{c,Rd} = A \cdot f_{yk} / \gamma_{M0}$$

In sintesi:

| Descrizione | | Unità |
|--|-------------|-----------------|
| A | 395,43 | mm ² |
| N _{c,Rd} | 133693,77 | N |
| Verifica sfruttamento $\frac{N_{Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1$ | 0,28 | OK |

4.24.2.3 Verifica del Momento Flettente M

Viene effettuata in conformità all'articolo 4.2.4.1.2 del D.M. 14 gennaio 2008 (NTC2008)

$$\frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1 \quad \text{dove:} \quad M_{c,Rd} = M_{pl,Rd} = \frac{W_{pl} \cdot f_{yk}}{\gamma_{M0}} \quad \text{In sintesi:}$$

| Descrizione | yy | zz | Unità |
|--|-------------|-------------|-----------------|
| W _{pl} | 3887,20 | 3887,20 | mm ³ |
| M _{pl,Rd} | 1314237,95 | 1314237,95 | Nmm |
| Verifica sfruttamento $\frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$ | 0,03 | 0,44 | OK |

4.24.2.4 Verifica sollecitazione di azioni da taglio

Essa viene trascurata in quanto i valori del taglio sono molto bassi.

4.24.2.5 Verifica sollecitazione combinata di azioni da taglio, carico assiale e pressoflessione

Tenendo conto dell'articolo 6.2.9.1 e relativa correzione della EN 1993-1-1:2014 per le sezioni di classe 1 e 2 e riguardante i profili circolari cavi (a tal proposito non c'è un riferimento specifico nell'articolo 4.2.4.1.2 del D.M. 14 gennaio 2008) si ha:

$$\frac{M_{Ed,Ris}}{M_{N,Rd}} \leq 1 \quad \text{dove:}$$

$$n = \frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} \quad M_{ris} = \sqrt{M_{y,Ed}^2 + M_{z,Ed}^2} \quad V_{ris} = \sqrt{V_{y,Ed}^2 + V_{z,Ed}^2} \quad M_{N,Rd} = M_{pl,Rd} \cdot (1 - n^{1,7})$$



14/11/2018

PERI S.r.l.
 ING. Meroni Roberto
 Legale Rappresentante

In sintesi:

| | | |
|--|------------|-------|
| Descrizione | | Unità |
| M _r ,risultante | 581424,13 | Nmm |
| V _r ,risultante | 1250,42 | N |
| M _{N,Rd} | 1159799,04 | Nmm |
| Verifica sfruttamento $\frac{M_{Ed}}{M_{N,Rd}} \leq 1$ | 0,50 | OK |

Il Taglio è inferiore al 50% della resistenza plastica al taglio per cui il suo effetto viene trascurato. L'elemento soddisfa le verifiche.

4.24.2.6 Verifica a presso-flessione per instabilità (Metodo B)

In conformità dell'articolo C4.2.4.1.3.3.2 (Metodo B) della Circolare 2 febbraio 2009, n. 617 si ha:

$$\frac{N_{Ed} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yk}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_{LT} \cdot W_y \cdot f_{yk}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{z,Ed} \cdot \gamma_{M1}}{W_z \cdot f_{yk}} \leq 1$$

$$\frac{N_{Ed} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yk}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{y,Ed} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_{LT} \cdot W_y \cdot f_{yk}} + k_{zz} \cdot \frac{M_{z,Ed} \cdot \gamma_{M1}}{W_z \cdot f_{yk}} \leq 1$$

Per il calcolo dei coefficienti di interazione k_{yy}, k_{yz}, k_{zy} e k_{zz} si utilizza il metodo B Circolare 2 febbraio 2009, n. 617, Tabelle C4.2.IV, C4.2.VI.

| k | Tipi di sezione | Sezioni di classe 3 e 4 (proprietà delle sezioni calcolate in campo elastico) | Sezioni di classe 1 e 2 (proprietà delle sezioni calcolate in campo plastico) |
|-----------------|-----------------------|--|---|
| k _{yy} | I. H. Sezioni cave | $\alpha_{my} \cdot \left(1 + 0,6 \cdot \bar{\lambda}_y \cdot \frac{N_{Ed} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yk}} \right) \leq \alpha_{my} \cdot \left(1 + 0,6 \cdot \frac{N_{Ed} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yk}} \right)$ | $\alpha_{my} \cdot \left(1 + (\bar{\lambda}_y - 0,2) \cdot \frac{N_{Ed} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yk}} \right) \leq \alpha_{my} \cdot \left(1 + 0,8 \cdot \frac{N_{Ed} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yk}} \right)$ |
| k _{yz} | I. H. Sezioni cave | k _{zz} | 0,6 · k _{zz} |
| k _{zy} | I. H. Sezioni cave | 0,8 · k _{yy} | 0,6 · k _{yy} |
| k _{zz} | I. H. | $\alpha_{mz} \cdot \left(1 + 0,6 \cdot \bar{\lambda}_y \cdot \frac{N_{Ed} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yk}} \right) \leq \alpha_{mz} \cdot \left(1 + 0,6 \cdot \frac{N_{Ed} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yk}} \right)$ | $\alpha_{mz} \cdot \left(1 + (2\bar{\lambda}_y - 0,6) \cdot \frac{N_{Ed} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yk}} \right) \leq \alpha_{mz} \cdot \left(1 + 1,4 \cdot \frac{N_{Ed} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yk}} \right)$ |
| | Sezioni cave | | $\alpha_{mz} \cdot \left(1 + (\bar{\lambda}_y - 0,2) \cdot \frac{N_{Ed} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yk}} \right) \leq \alpha_{mz} \cdot \left(1 + 0,8 \cdot \frac{N_{Ed} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yk}} \right)$ |

Per pressoflessione retta, M_{y,Ed} ≠ 0. . k_{yy} = 0 (M_{z,Ed} = 0).



14/11/2018

PERI S.r.l.
ING. Meroni Roberto
Legale Rappresentante

| Diagramma del momento | Intervallo | | Coefficients $\alpha_{my}, \alpha_{mz}, \alpha_{mLT}$ | |
|----------------------------|--------------------------|-----------------------|---|-------------------------------------|
| | | | Carico uniforme | Carico concentrato |
| | $-1 \leq \psi \leq 1$ | | $0,6 + 0,4\psi \geq 0,4$ | |
| $\alpha_s = M_s / M_h$ | $0 \leq \alpha_s \leq 1$ | $-1 \leq \psi \leq 1$ | $0,2 + 0,8\alpha_s \geq 0,4$ | $0,2 + 0,8\alpha_s \geq 0,4$ |
| | $-1 \leq \alpha_s < 0$ | $0 \leq \psi \leq 1$ | $0,1 - 0,8\alpha_s \geq 0,4$ | $-0,8\alpha_s \geq 0,4$ |
| | | $-1 \leq \psi \leq 0$ | $0,1(1 - \psi) - 0,8\alpha_s \geq 0,4$ | $0,2(-\psi) - 0,8\alpha_s \geq 0,4$ |
| $\alpha_h = M_h / M_s$ | $0 \leq \alpha_h \leq 1$ | $-1 \leq \psi \leq 1$ | $0,95 + 0,05\alpha_h$ | $0,90 + 0,10\alpha_h$ |
| | $-1 \leq \alpha_h < 0$ | $0 \leq \psi \leq 1$ | $0,95 + 0,05\alpha_h$ | $0,90 + 0,10\alpha_h$ |
| | | $-1 \leq \psi \leq 0$ | $0,95 + 0,05\alpha_h(1 + 2\psi)$ | $0,90 + 0,10\alpha_h(1 + 2\psi)$ |

$$\chi_y = \chi_z = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \bar{\lambda}^2}} \leq 1,0; \quad \Phi = 0,5 \cdot [1 + \alpha(\bar{\lambda} - 0,2) + \bar{\lambda}^2]$$

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_{yk}}{N_{cr}}}; \quad \chi_{LT} = \frac{1}{\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \bar{\lambda}_{LT}^2}} \leq 1,0$$

$$\Phi_{LT} = 0,5 \cdot [1 + \alpha_{LT}(\bar{\lambda}_{LT} - 0,2) + \bar{\lambda}_{LT}^2]; \quad \bar{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{W_y \cdot f_{yk}}{M_{cr}}}$$

$$k_{zz} = \min \left\{ C_{mz} \left(1 + (\bar{\lambda}_z - 0,2) \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot N_{Rk} / \gamma_{M1}} \right); C_{my} \left(1 + 0,8 \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot N_{Rk} / \gamma_{M1}} \right) \right\}$$

$$k_{zy} = 0,6 \cdot k_{zz}$$

In sintesi:

| Parametri per la verifica a pressoflessione | | | |
|---|-----------|------------|-----------------|
| Metodo di interazione | Metodo B | | |
| | yy | zz | |
| Area della sezione A | 395,43 | | mm ² |
| W _{plf} =W | 3887,20 | 3887,20 | mm ³ |
| Azione di progetto a compressione N _{Ed} | 37940,32 | | N |
| Carico euleriano N _{cr} | 384631,46 | 380775,54 | N |
| Momento flettente max di progetto M _{Ed} | -43161,52 | -579819,89 | Nmm |



14/11/2018

PERI S.r.l.
 ING. Meroni Roberto
 Legale Rappresentante

| | | | |
|---|------------|------------|------------------|
| Resistenza caratteristica a compressione N_{Rk} | 140378,45 | | N |
| Resistenza caratteristica a flessione M_{Rk} | 1379949,85 | 1379949,85 | Nmm |
| Fattore di riduzione χ | 0,78 | 0,78 | |
| Fattore di riduzione χ_{LT} | 1,00 | | |
| Fattore di interazione k_{yy} | 0,71 | | |
| Fattore di interazione k_{yz} | 0,72 | | |
| Fattore di interazione k_{zy} | 0,43 | | |
| Fattore di interazione k_{zz} | 1,20 | | |
| Verifica di stabilità a presso-flessione | | | |
| $\frac{N_{Ed} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yk}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_{LT} \cdot W_y \cdot f_{yk}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{z,Ed} \cdot \gamma_{M1}}{W_z \cdot f_{yk}} \leq 1$ | | | SI |
| $\frac{N_{Ed} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yk}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{y,Ed} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_{LT} \cdot W_y \cdot f_{yk}} + k_{zz} \cdot \frac{M_{z,Ed} \cdot \gamma_{M1}}{W_z \cdot f_{yk}} \leq 1$ | | | |
| | 0,36 | 0,02 | 0,32 0,70 |
| | 0,36 | 0,01 | 0,53 0,91 |

L'elemento soddisfa le verifiche.

4.24.3 Verifica con i dati sperimentali

Dalle prove riportate nel certificato del Politecnico di Milano n° 2018/1584 del 31/07/2018 (vedi elenco certificati alla pos. n. 7) si ottiene il frattile: $F_{ED} = 111740$ N (vedi 3.6.1). Considerando l'azione massima che scarica la basetta e riportata nell'Appendice 2 punto 1.2.66 si ha

$$\frac{F_{RD}}{F_{ED}} = \frac{111740}{1,05 \times 37912,38} = 2,81 > 1,0$$

4.24.4 Carichi al piede

Le massime azioni che arrivano al piede del montante

| 1. AZIONI MASSIME AL PIEDE DEI MONTANTI | | |
|---|-----------|-----------|
| | SLU [N] | SLE [N] |
| Schema normale | 37913 | 27545 |
| Schema con piazzola di carico da 0,5 x 3 m | 42975 (*) | 30919 (*) |
| Schema con piazzola di carico da 0,75 x 2 m | 42970 (*) | 30917 (*) |

(*) Il montante è raddoppiato sulla facciata esterna

4.25 VERIFICA DEGLI ANCORAGGI



Nell'APPENDICE 2, si ricavano le massime azioni agenti, e si deducono le seguenti:

azioni perpendicolari alla facciata




14/11/2018

PERI S.r.l.
ING. Meroni Roberto
Legale Rappresentante

| | SLU [N] | | SLE [N] | | Tipologia Ancoraggio |
|---|----------|---------|----------|---------|---|
| | | | | | |
| Ancoraggi posti a tutte le stilate ai Piani non interessati dal parasassi, dal tirante del parasassi, dal piano della piazzola e dal piano d'imposta del puntone della piazzola | -6137,92 | 6099,30 | -4396,43 | 4367,88 |  |
| Ancoraggi posti a tutte le stilate al Piano interessato dal parasassi | -4433,89 | 9292,85 | -2846,26 | 6296,19 |  |
| Ancoraggi posti a tutte le stilate al Piano interessato dal tirante del parasassi | -7948,91 | 3079,53 | -5399,97 | 1945,56 |  |
| Ancoraggi posti a tutte le stilate al Piano interessato dal piano della piazzola da 0,75 m | -5755 | 4625 | -4355 | 3425 |  |
| Ancoraggi posti a tutte le stilate al Piano interessato dal piano d'imposta del puntone della piazzola da 0,75 m | -4753 | 5805 | -3447 | 4110 |  |
| Ancoraggi posti a tutte le stilate al Piano interessato dal piano della piazzola da 0,5 m | -5303 | 4575 | -3905 | 3090 |  |
| Ancoraggi posti a tutte le stilate al Piano interessato dal piano d'imposta del puntone della piazzola da 0,5 m | -4706 | 5360 | -3104 | 3650 |  |

Considerando che le azioni parallele calcolate dall'Appendice 2 riguardano n. 5 stilate, per calcolare le azioni parallele alla facciata che agiscono ogni n. 6 stilate si devono moltiplicare quelle ottenute dall'Appendice 2 per $2,545/2,152 = 1,183$ (vedi punto 4.7.2.3)

Azioni perpendicolari e parallele alla facciata

| | SLU [N] | | SLE [N] | | Tipologia Ancoraggio |
|----------------------------------|----------------|-----------------|----------------|-----------------|---|
| | F _⊥ | F _{//} | F _⊥ | F _{//} | |
| Ancoraggi posti 1 ogni 6 stilate | 4522,82 | -14,48 | 3071,53 | -5,03 |  |
| | 361,59 | 7909,61 | 239,53 | 5141,41 | |

4.25.1 Ancoraggi normali premessa

Questi ancoraggi sono utilizzati per assorbire le forze perpendicolari all'opera servita

4.25.2 Ancoraggio normali a cravatta

(TAV. 205 Allegato A)

L'ancoraggio a cravatta (a trazione o compressione) - realizzato con tubi e giunti di tipo autorizzato, richiede la verifica del giunto allo scorrimento sotto le azioni massime

Essendo il valore di scorrimento di riferimento $F_{Rk} = 15000$ N per un giunto semplice di tipo autorizzato risulta verificata la seguente massima azione:



14/11/2018

PERI S.r.l.
ING. Meroni Roberto
Legale Rappresentante

$$H_{max} = (F_{Rk} / \gamma_m) / 10178,91 = (1500/1,05) / 6006 = 2,38 > 1,0$$

4.25.3 Ancoraggio normali ad anello

(TAV. 205 Allegato A)

| |
|-----------------------------------|
| Tondino anello ϕ 14 (S355JR) |
| $A = 154 \text{ mm}^2$ |
| $W = 269 \text{ mm}^3$ |
| $d = 48,3 + 14 = 62,3 \text{ mm}$ |

L'ancoraggio lavora solo a trazione per cui viene considerata come forza massima:

$$R_x = -6137,92 \text{ N}$$

4.25.3.1 Verifica allo stato limite ultimo (SLU)

La verifica viene eseguita tenendo conto dei punti 4.2.1.1 e 4.2.4.1 del D.M. 14 gennaio 2008 (NTC2008) e tramite la EN 1993-1-1 anziché la EN 1993-1-3 poiché secondo l'articolo 1.1 (3) EN 1993-1-3 la medesima non può essere applicata alle sezioni circolari e rettangolari cave formate a freddo regolate dalle EN 10219.

| Fattori parziali di sicurezza | |
|--|------|
| γ_{M0} per resistenza delle sezioni trasversali | 1,05 |
| γ_{M1} per resistenza all'instabilità | 1,05 |
| γ_{M2} per resistenza delle sezioni nette | 1,25 |

| Materiale | | |
|----------------------------------|------------------|-----|
| Tensione di snervamento f_{yk} | 355 | MPa |
| Tensione di rottura f_{uk} | 510 | MPa |
| Costruzione | Formato a freddo | |

La verifica viene eseguita in una sezione qualunque visto che è pura trazione e presenta la seguente sollecitazione di progetto:

| Forze interne | Calcolato | Unità |
|---------------|-----------|-------|
| N_{Ed} | -6137,92 | N |

4.25.3.1.A.1 Verifica trazione

Viene effettuata in conformità all'articolo 4.2.4.1.2 del D.M. 14 gennaio 2008 (NTC2008) e tenendo conto dell'articolo 6.2.3 della EN 1993-1-1

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

dove:

$$N_{pl,Rd} = A \cdot f_{yk} / \gamma_{M0}; \quad A = 2 \cdot 154 = 308 \text{ mm}^2$$



14/11/2018

PERI S.r.l.
ING. Meroni Roberto
Legale Rappresentante

In sintesi:

| Descrizione | | Unità |
|-----------------------|-----------|-----------------|
| A | 308,00 | mm ² |
| N _{c,Rd} | 104133,33 | N |
| Verifica sfruttamento | 0,06 | OK |

L'elemento soddisfa le verifiche.

4.25.4 Ancoraggio normale con barra munita di gancio

(TAV. 206 Allegato A)

| |
|-------------------------------------|
| Tondo gancio ϕ 18 (S355JR) |
| $A_2 = 254,47 \text{ mm}^2$ |
| $W_2 = 572 \text{ mm}^3$ |
| $d_2 = (10 + 18)/2 = 14 \text{ mm}$ |

L'ancoraggio lavora a trazione o compressione per cui viene considerata come forza massima, a favore di sicurezza, quella che agisce sull'ancoraggio del traverso parasassi ha:

$$R_x = 9292,85N$$

La verifica viene fatta sul tondo di diametro $\phi=18$ mm in due sezioni, una all'attaccatura del tondo con il tubo dell'ancoraggio e l'altra a contatto con l'anello del tassello.

4.25.4.1 Verifica allo stato limite ultimo (SLU)

La verifica viene eseguita tenendo conto dei punti 4.2.1.1 e 4.2.4.1 del D.M. 14 gennaio 2008 (NTC2008)

| Fattori parziali di sicurezza | |
|--|------|
| γ_{M0} per resistenza delle sezioni trasversali | 1,05 |
| γ_{M1} per resistenza all'instabilità | 1,05 |
| γ_{M2} per resistenza delle sezioni nette | 1,25 |

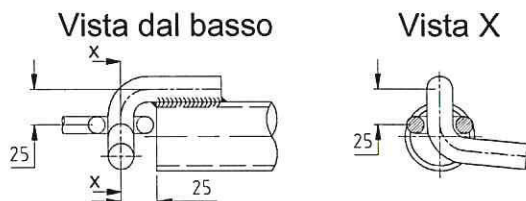
| Materiale | |
|----------------------------------|------------------|
| Tensione di snervamento f_{yk} | 355 MPa |
| Tensione di rottura f_{uk} | 510 MPa |
| Costruzione | Formato a freddo |

La verifica viene eseguita nella sezione dell'attaccatura del tondo con il tubo dell'ancoraggio dove si hanno sollecitazioni assiale e momento dovuto al disassamento in pianta pari a 25 mm e quindi riepilogando:



14/11/2018

PERI S.r.l.
ING. Meroni Roberto
Legale Rappresentante



| Forze interne | Calcolato | Unità |
|---------------|-----------|-------|
| N_{Ed} | 9292,85 | N |
| $M_{y,Ed}$ | 232321,25 | Nmm |

4.25.4.1.A.1 Verifica a compressione/trazione

Viene effettuata in conformità all'articolo 4.2.4.1.2 del D.M. 14 gennaio 2008 (NTC2008) e tenendo conto dell'articolo 6.2.3 della EN 1993-1-1

$$\frac{N_{Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1 \quad \text{dove:} \quad N_{pl,Rd} = A \cdot f_{yk} / \gamma_{M0}$$

In sintesi:

| Descrizione | | Unità |
|-----------------------|-------------|-----------------|
| A | 254,47 | mm ² |
| N_{Rd} | 86035,10 | N |
| Verifica sfruttamento | 0,11 | OK |

4.25.4.1.A.2 Verifica sollecitazione combinata di azioni assiale e flessione

Viene effettuata in conformità all'articolo 4.2.4.1.2 del D.M. 14 gennaio 2008 (NTC2008) e tenendo conto dell'articolo 6.3 della EN 1993-1-1.

$$\left(\frac{M_{y,Ed}}{M_{N,y,Rd}} \right) \leq 1$$

dove:

$$M_{N,Rd} = M_{pl,Rd} \cdot (1 - n^2)$$

$$n = \frac{N_{Ed}}{N_{c,Rd}} = 0,11 < 0,2$$

In sintesi:

| Descrizione | yy | Unità |
|-------------|-----------|-------|
| M_{Ed} | 232321,25 | Nmm |
| N_{Ed} | 9292,85 | N |
| $M_{pl,Rd}$ | 328628,57 | Nmm |
| $M_{N,Rd}$ | 321153,59 | Nmm |



14/11/2018

PERI S.r.l.
 ING. Meroni Roberto
 Legale Rappresentante

| | |
|---|------|
| Verifica sfruttamento $\left(\frac{M_{y,Ed}}{M_{N,y,Rd}} \right) \leq 1$ | OK |
| | 0,72 |

La verifica viene eseguita nella sezione a contatto con l’anello del tassello dove abbiamo solo una sollecitazione di taglio, quindi riepilogando:

| Forze interne | Calcolato | Unità |
|---------------|-----------|-------|
| $V_{z,Ed}$ | 9292,85 | N |

4.25.4.1.A.3 Verifica sollecitazione di azioni da taglio

Viene effettuata in conformità all’articolo 4.2.4.1.2 del D.M. 14 gennaio 2008 (NTC2008) e tenendo conto dell’articolo 6.2.5 della EN 1993-1-1

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

dove:

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

$$A_v = \frac{9 \cdot A}{10}; A = 254,47 \text{ mm}^2$$

In sintesi:

| Descrizione | zz | Unità |
|---|----------|-------|
| V_{Ed} | 9292,85 | N |
| $V_{pl,Rd}$ | 44705,15 | N |
| Verifica sfruttamento $\frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$ | 0,21 | OK |

L’elemento soddisfa le verifiche.

4.25.5 Ancoraggi speciali premessa

Questi ancoraggi sono utilizzati per assorbire oltre alle forze perpendicolari anche le forze parallele all’opera servita

4.25.6 Ancoraggio “speciale” con barra munita di gancio

(TAV. 207 Allegato A)

| |
|---------------------------------|
| Tondo gancio ϕ 18 (S355JR) |
| $A_2 = 254 \text{ mm}^2$ |
| $W_2 = 572 \text{ mm}^3$ |



14/11/2018

PERI S.r.l.
ING. Meroni Roberto
Legale Rappresentante

$$d_2 = (10 + 18)/2 = 14 \text{ mm}$$

L'ancoraggio lavora a trazione o compressione e a taglio per cui viene considerato il caso con forza assiale massima ed il caso con forza di taglio massima si ha:

- CASO 1 $R_x = 4522,82 \text{ N}$
 $R_y = -14,48 \text{ N}$
- CASO 2 $R_x = 361,59 \text{ N}$
 $R_y = 7909,61 \text{ N}$

La verifica viene fatta sul tondo di diametro $\phi=18 \text{ mm}$ in due sezioni, una all'attaccatura del tondo con il tubo dell'ancoraggio nel CASO 1 e l'altra a contatto con l'anello del tassello nel CASO 2.

4.25.6.1 Verifica allo stato limite ultimo (SLU)

La verifica viene eseguita tenendo conto dei punti 4.2.1.1 e 4.2.4.1 del D.M. 14 gennaio 2008 (NTC2008) e tramite la EN 1993-1-1 anziché la EN 1993-1-3 poiché secondo l'articolo 1.1 (3) EN 1993-1-3 la medesima non può essere applicata alle sezioni circolari e rettangolari cave formate a freddo regolate dalle EN 10219.

| Fattori parziali di sicurezza | |
|--|------|
| γ_{M0} per resistenza delle sezioni trasversali | 1,05 |
| γ_{M1} per resistenza all'instabilità | 1,05 |
| γ_{M2} per resistenza delle sezioni nette | 1,25 |

| Materiale | | |
|----------------------------------|------------------|-----|
| Tensione di snervamento f_{yk} | 355 | MPa |
| Tensione di rottura f_{uk} | 510 | MPa |
| Costruzione | Formato a freddo | |

4.25.6.1.A.1 Verifica a compressione CASO 1

La verifica viene eseguita nella sezione dell'attaccatura del tondo con il tubo dell'ancoraggio dove si hanno sollecitazioni assiale e momento dovuto al disassamento in pianta pari a 25 mm causato da R_x e dal taglio R_y (CASO 1) per un disassamento di 25 mm quindi riepilogando:

| Forze interne | Calcolato | Unità |
|---------------|-----------|-------|
| N_{Ed} | 4522,82 | N |
| $V_{z,Ed}$ | -14,48 | N |
| $M_{y,Ed}$ | 112708,5 | Nmm |



14/11/2018

PERI S.r.l.
ING. Meroni Roberto
Legale Rappresentante



Viene effettuata in conformità all’articolo 4.2.4.1.2 del D.M. 14 gennaio 2008 (NTC2008) e tenendo conto dell’articolo 6.2.3 della EN 1993-1-1

$$\frac{N_{Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1$$

dove:

$$N_{pl,Rd} = A \cdot f_{yk} / \gamma_{M0}$$

In sintesi:

| Descrizione | | Unità |
|-----------------------|-------------|-----------------|
| A | 254,47 | mm ² |
| N _{c,Rd} | 86035,10 | N |
| Verifica sfruttamento | 0,05 | OK |

4.25.6.1.A.2 Verifica sollecitazione combinata di azioni assiale e flessione CASO 1

Viene effettuata in conformità all’articolo 4.2.4.1.2 del D.M. 14 gennaio 2008 (NTC2008) e tenendo conto dell’articolo 6.3 della EN 1993-1-1.

$$\left(\frac{M_{y,Ed}}{M_{N,y,Rd}} \right) \leq 1$$

dove:

$$M_{N,Rd} = M_{pl,Rd} \cdot (1 - n^2)$$

$$n = \frac{N_{Ed}}{N_{c,Rd}} = 0,05 < 0,2$$

In sintesi:

| Descrizione | yy | Unità |
|--------------------|-----------|-------|
| M _{Ed} | 112708,5 | Nmm |
| N _{Ed} | 4522,82 | N |
| M _{pl,Rd} | 328628,57 | Nmm |
| M _{N,Rd} | 326430,95 | Nmm |



14/11/2018

PERI S.r.l.
 ING. Meroni Roberto
 Legale Rappresentante

| | |
|---|------|
| Verifica sfruttamento $\left(\frac{M_{y,Ed}}{M_{N,y,Rd}} \right) \leq 1$ | OK |
| | 0,35 |

4.25.6.1.A.3 Verifica sollecitazione di azioni da taglio CASO 1

Viene effettuata in conformità all'articolo 4.2.4.1.2 del D.M. 14 gennaio 2008 (NTC2008) e tenendo conto dell'articolo 6.2.5 della EN 1993-1-1. Dato che il valore di $R_y = -444,7$ N è molto basso si può tralasciare la verifica.

4.25.6.1.A.4 Verifica a trazione CASO 2

La verifica viene eseguita nella sezione dell'attaccatura del tondo con il tubo dell'ancoraggio dove si hanno sollecitazioni assiale e momento dovuto al disassamento in pianta pari a 25 mm causato da R_x e dal taglio R_y (CASO 2) per un disassamento di 25 mm quindi riepilogando:

| Forze interne | Calcolato | Unità |
|---------------|-----------|-------|
| N_{Ed} | 361,59 | N |
| $V_{z,Ed}$ | 7909,61 | N |
| $M_{y,Ed}$ | 206780 | Nmm |

Viene effettuata in conformità all'articolo 4.2.4.1.2 del D.M. 14 gennaio 2008 (NTC2008) e tenendo conto dell'articolo 6.2.3 della EN 1993-1-1

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

dove:

$$N_{pl,Rd} = A \cdot f_{yk} / \gamma_{M0}$$

In sintesi:

| Descrizione | | Unità |
|--|-------------|-----------------|
| A | 254,47 | mm ² |
| $N_{t,Rd}$ | 86035,10 | N |
| Verifica sfruttamento $\frac{N_{Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1$ | 0,00 | OK |

4.25.6.1.A.5 Verifica sollecitazione combinata di azioni assiale e flessione CASO 2

Viene effettuata in conformità all'articolo 4.2.4.1.2 del D.M. 14 gennaio 2008 (NTC2008) e tenendo conto dell'articolo 6.3 della EN 1993-1-1.

$$\left(\frac{M_{y,Ed}}{M_{N,y,Rd}} \right) \leq 1$$

dove:

$$M_{N,Rd} = M_{pl,Rd} \cdot (1 - n^2)$$



14/11/2018

PERI S.r.l.
 ING. Meroni Roberto
 Legale Rappresentante

$$n = \frac{N_{Ed}}{N_{c,Rd}} = 0,00 < 0,2$$

In sintesi:

| Descrizione | yy | Unità |
|---|-----------|-------------|
| M _{Ed} | 206780 | Nmm |
| N _{Ed} | 361,59 | N |
| M _{pl,Rd} | 328628,57 | Nmm |
| M _{N,Rd} | 328598,60 | Nmm |
| Verifica sfruttamento $\left(\frac{M_{y,Ed}}{M_{N,y,Rd}} \right) \leq 1$ | | OK |
| | | 0,60 |

4.25.6.1.A.6 Verifica sollecitazione di azioni da taglio CASO 2

Viene effettuata in conformità all'articolo 4.2.4.1.2 del D.M. 14 gennaio 2008 (NTC2008) e tenendo conto dell'articolo 6.2.5 della EN 1993-1-1

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

dove:

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

$$A_v = \frac{9 \cdot A}{10}; A = 254,47 \text{ mm}^2$$

In sintesi:

| Descrizione | ZZ | Unità |
|-----------------------|-------------|-------|
| V _{Ed} | 7909,61 | N |
| V _{pl,Rd} | 44705,15 | N |
| Verifica sfruttamento | 0,18 | OK |

L'elemento soddisfa le verifiche.

4.25.7 Ancoraggio “speciale” a “V” con 2 barre munite di gancio

Sono due barre poste a 45° rispetto all'opera servita, che abbracciano il montante.

| |
|--------------------------------------|
| Tondo gancio ϕ 18 (S355JR) |
| A ₂ = 254 mm ² |
| W ₂ = 572 mm ³ |
| d ₂ = (10 + 18)/2 = 14 mm |

L'ancoraggio lavora a trazione o compressione e a taglio, ma in questo caso essendo le due barre inclinate di 45° rispetto alle due direzioni di R_x R_y, su ogni gancio, per equilibrio, la forza assiale N



14/11/2018

PERI S.r.l.
ING. Meroni Roberto
Legale Rappresentante

che si sviluppa (si ipotizza che i tubi siano delle bielle dato che l'occhiolo dell'ancoraggio è una cerniera a tutti gli effetti) sarà la somma algebrica delle componenti delle reazioni R_x R_y proiettate sul loro asse. In sostanza si ha:

$$N_1 = N_2 = \frac{\sqrt{2}}{2} (R_x + R_y)$$

Facendo il calcolo per tutte le combinazioni riportate nell'Appendice 2 si ha:

| Support | Case | R _x [N] | R _y [N] | N1=N2 [N] |
|----------|------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------|
| Sn17/N54 | Combinazione 8 | 4522,82 | -14,48 | 3187,878 |
| Sn15/N52 | Combinazione 179 | 361,59 | 7909,61 | 5848,622 |

per cui viene considerato il caso con forza assiale massima (in grassetto), per ognuna dei due ganci si ha:

- $N = 5848,62 N$

La verifica viene fatta sul tondo di diametro $\phi=18$ mm in due sezioni, una all'attaccatura del tondo con il tubo dell'ancoraggio e l'altra a contatto con l'anello del tassello.

4.25.7.1 Verifica allo stato limite ultimo (SLU)

La verifica viene eseguita tenendo conto dei punti 4.2.1.1 e 4.2.4.1 del D.M. 14 gennaio 2008 (NTC2008) e tramite la EN 1993-1-1 anziché la EN 1993-1-3 poiché secondo l'articolo 1.1 (3) EN 1993-1-3 la medesima non può essere applicata alle sezioni circolari e rettangolari cave formate a freddo regolate dalle EN 10219.

| Fattori parziali di sicurezza | |
|--|------|
| γ_{M0} per resistenza delle sezioni trasversali | 1,05 |
| γ_{M1} per resistenza all'instabilità | 1,05 |
| γ_{M2} per resistenza delle sezioni nette | 1,25 |

| Materiale | | |
|----------------------------------|------------------|-----|
| Tensione di snervamento f_{yk} | 355 | MPa |
| Tensione di rottura f_{uk} | 510 | MPa |
| Costruzione | Formato a freddo | |

La verifica viene eseguita nella sezione dell'attaccatura del tondo con il tubo dell'ancoraggio dove si hanno sollecitazioni assiale e momento dovuto al disassamento in pianta pari a 25 mm causato da R_x e dal taglio R_y (CASO 1) per un disassamento di 25 mm quindi riepilogando:

| Forze interne | Calcolato | Unità |
|---------------|-----------|-------|
| N_{Ed} | 5848,622 | N |
| $M_{y,Ed}$ | 146215,5 | Nmm |



14/11/2018

PERI S.r.l.
ING. Meroni Roberto
Legale Rappresentante

4.25.7.1.A.1 Verifica a compressione

Viene effettuata in conformità all’articolo 4.2.4.1.2 del D.M. 14 gennaio 2008 (NTC2008) e tenendo conto dell’articolo 6.2.3 della EN 1993-1-1

$$\frac{N_{Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1$$

dove:

$$N_{pl,Rd} = A \cdot f_{yk} / \gamma_{M0}$$

In sintesi:

| Descrizione | | Unità |
|-----------------------|-------------|-----------------|
| A | 254,47 | mm ² |
| N _{c,Rd} | 86035,10 | N |
| Verifica sfruttamento | 0,07 | OK |

4.25.7.1.A.2 Verifica sollecitazione combinata di azioni assiale e flessione

Viene effettuata in conformità all’articolo 4.2.4.1.2 del D.M. 14 gennaio 2008 (NTC2008) e tenendo conto dell’articolo 6.3 della EN 1993-1-1.

$$\left(\frac{M_{y,Ed}}{M_{N,y,Rd}} \right) \leq 1$$

dove:

$$M_{N,Rd} = M_{pl,Rd} \cdot (1 - n^2)$$

$$n = \frac{N_{Ed}}{N_{c,Rd}} = 0,07 < 0,2$$

In sintesi:

| Descrizione | yy | Unità |
|---|-----------|-------------|
| M _{Ed} | 146215,54 | Nmm |
| N _{Ed} | 5848,622 | N |
| M _{pl,Rd} | 328628,57 | Nmm |
| M _{N,Rd} | 325226,47 | Nmm |
| Verifica sfruttamento | | OK |
| $\left(\frac{M_{y,Ed}}{M_{N,y,Rd}} \right) \leq 1$ | | 0,45 |

La verifica viene eseguita nella sezione dell’attaccatura del tondo con il tubo dell’ancoraggio dove si ha sollecitazioni solo di taglio quindi riepilogando:



14/11/2018

PERI S.r.l.
 ING. Meroni Roberto
 Legale Rappresentante

| Forze interne | Calcolato | Unità |
|---------------|-----------|-------|
| $V_{z,Ed}$ | 5848,622 | N |

4.25.7.1.A.3 Verifica sollecitazione di azioni da taglio

Viene effettuata in conformità all’articolo 4.2.4.1.2 del D.M. 14 gennaio 2008 (NTC2008) e tenendo conto dell’articolo 6.2.5 della EN 1993-1-1

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

dove:

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

$$A_v = \frac{9 \cdot A}{10}; A = 254,47 \text{ mm}^2$$

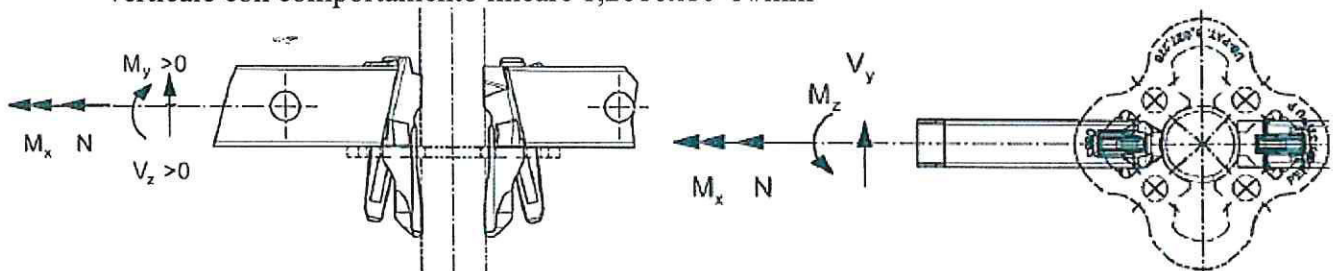
In sintesi:

| Descrizione | zz | Unità |
|-----------------------|-------------|-------|
| V_{Ed} | 5848,62 | N |
| $V_{pl,Rd}$ | 44705,15 | N |
| Verifica sfruttamento | 0,13 | OK |

4.26 VERIFICA DEL NODO MONTANTE-TRAVERSO/CORRENTE

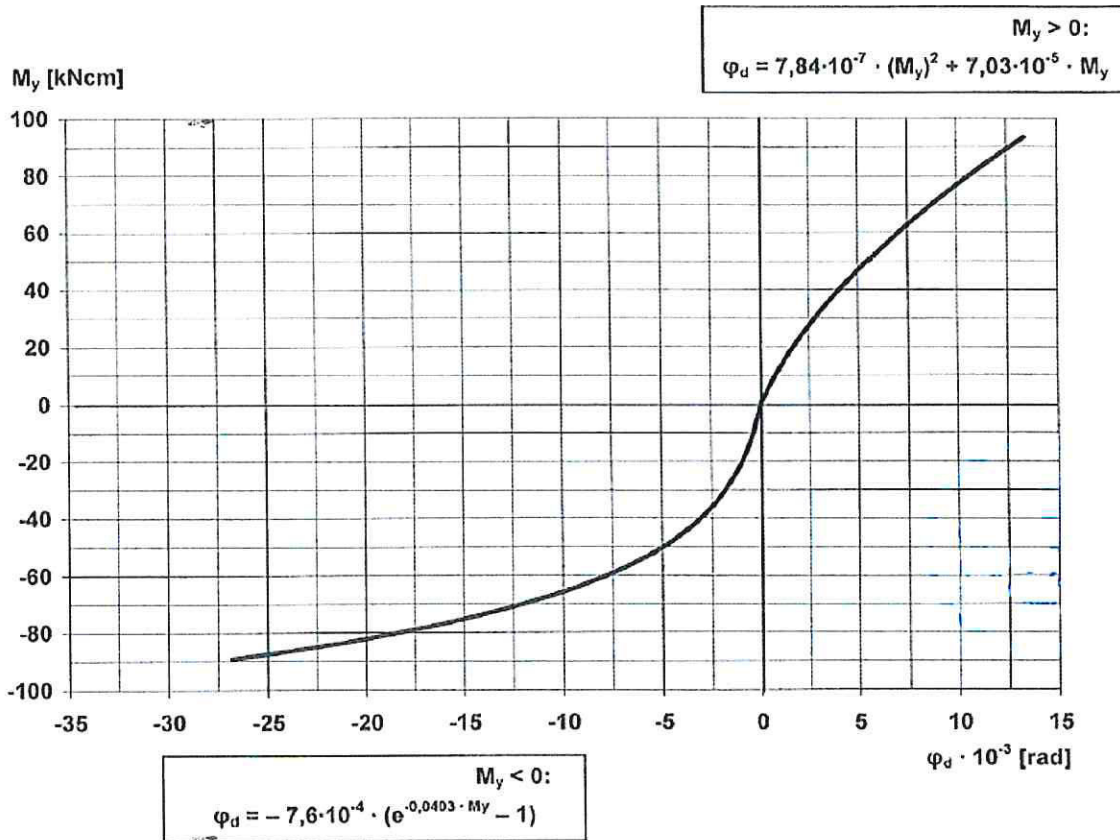
Nel modello di calcolo si sono modellati i nodi montanti-traverso realizzati con un piatto forato, un “dente” robusto saldato all’estrteimità di traversi/correnti e un cuneo, tramite molle con caratteristiche di seguito riportate:

- M_x / φ Rigidezza della molla torsionale con comportamento lineare $3,1420 \times 10^7$ Nmm/Rad
- M_y / φ Rigidezza della molla rotazionale nel piano verticale con comportamento non lineare e con rigidezza del primo tratto $7,6199 \times 10^7$ Nmm/Rad
- M_z / φ Rigidezza della molla rotazionale nel piano orizzontale con comportamento lineare $9,08 \times 10^6$ Nmm/Rad
- N_x / φ (si considera infinita e quindi il nodo è bloccato),
- V_y / φ (si considera infinita e quindi il nodo è bloccato),
- V_z / φ rigidezza della molla in direzione perpendicolare all’asse del corrente e sul piano verticale con comportamento lineare $1,2616 \times 10^4$ N/mm



14/11/2018

PERI S.r.l.
ING. Meroni Roberto
Legale Rappresentante



Vedi Certificato Univerität Karlsruhe n° 8 410-0 14, del 23/03/2015 (funzione ottenuta interpolando i dati positivi e negativi del certificato di prova)

Per la verifica specifica del nodo non avendo riscontri sulle NTC 2008 si considera la UNI EN 12810-2 punto 4.3.1 e nel caso specifico si definisce il dominio di interazione delle sollecitazioni che agiscono sul nodo.

$$\frac{N_{xd}}{N_{x,Rd}} + \frac{V_{yd}}{V_{y,Rd}} + \frac{V_{zd}}{V_{z,Rd}} + \frac{M_{xd}}{M_{x,Rd}} + \frac{M_{yd}}{M_{y,Rd}} + \frac{M_{zd}}{M_{z,Rd}} \leq 1$$

Il nodo piu' sollecitato risulta quello del traverso B251, riportato nell'Appendice 2

| Elemento | Condizione | N _{ed} [N] | V _{yed} [N] | V _{zed} [N] | M _{xed} [Nmm] | M _{yed} [Nmm] | M _{zed} [Nmm] |
|----------|------------|------------------------|-------------------------|-------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| B326 | COMB. 5 | -9368,82 | -5,41 | -4834,5 | -137,47 | -355078,98 | -4246,08 |

Pertanto, considerando i valori caratteristici e $\gamma_M = 1,05$, la combinazione piu' critica è la n. 5



14/11/2018

PERI S.r.l.
ING. Meroni Roberto
Legale Rappresentante

PERI UP ROSETT FLEX

RELAZIONE – Cap. IV

| Nx,rd | Vy,rd | Vz,rd | Mx,rd | My,rd | Mz,rd |
|-------|-------|-------------------|--------|--------|--------|
| [N] | [N] | [N] | [Nmm] | [Nmm] | [Nmm] |
| 24700 | 11300 | 30400 (-13400) | 256000 | 891000 | 345000 |

$$0,3793+0,00048+0,15903+0,00054+0,39852+0,01231=0,950$$

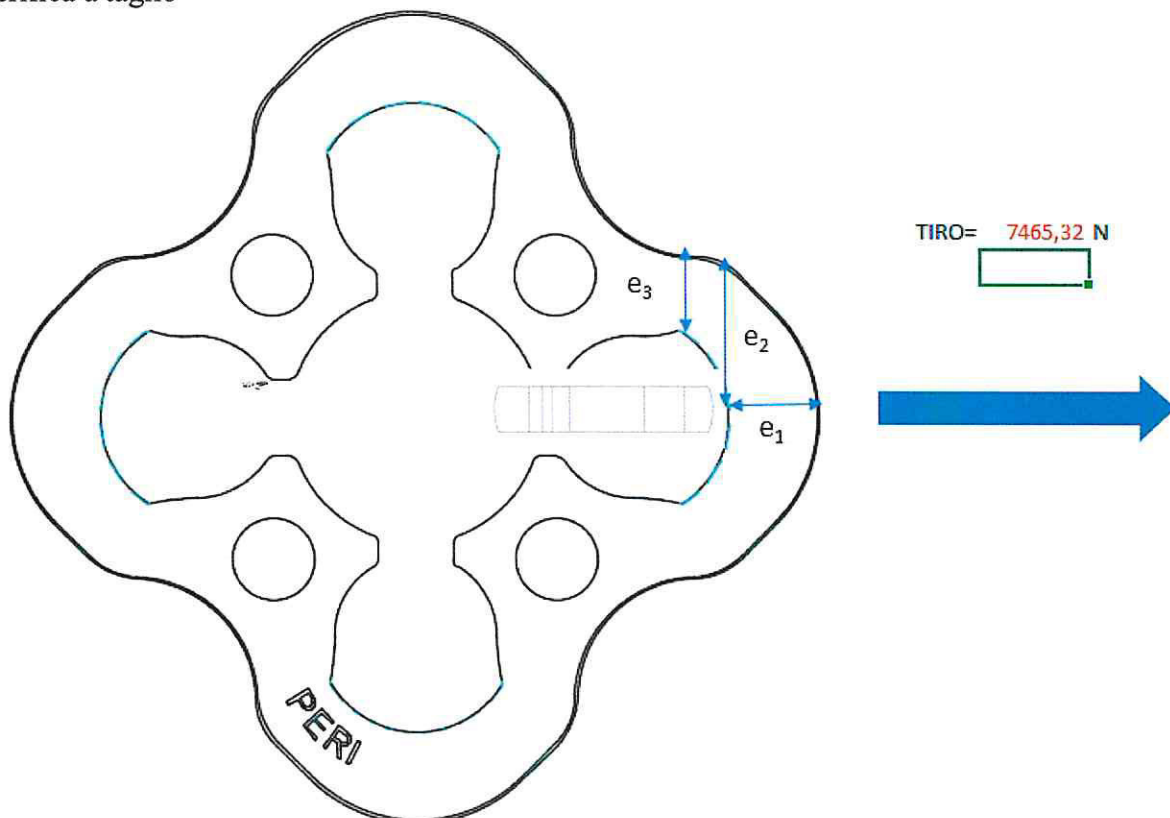
Verifica di sfruttamento = 0,95

La verifica è soddisfatta.

Si effettua anche una verifica a trazione del nodo considerando l'Appendice 2 (punti 1.2.56 e 1.2.57) ove risulta che la forza massima agente nel nodo risulta sul traverso B253 nella combinazione 8 ove $F_{ED} = 7465,32$ N. Dal certificato di prova certificato del Politecnico di Milano n° 2018/1775 del 30/07/2018 risulta $P_{95\%} = 69110,5$ N

$$\frac{F_{RD}}{F_{ED}} = \frac{69110,5}{1,05 \times 7465,32} = 8,82 > 1,0$$

Si verifica inoltre la rosetta a strappo, tranciamento e rifollamento, mentre per il cuneo si effettua la verifica a taglio



14/11/2018

PERI S.r.l.
ING. Meroni Roberto
Legale Rappresentante

PERI UP ROSETT FLEX
RELAZIONE – Cap. IV

Per la verifica strappo/trazione della lamiera della rosetta si considerano le zone di rottura con spessore minore pari a $e_3 = 15$ mm e ove $s_r = 8$ mm è lo spessore della rosetta e $f_u = 510$ N/mm² è la tensione di rottura

$$F_{V,RD} = \frac{f_u \times A_s}{\gamma_{M2}} = \frac{510 \times (2 \times e_3 \times s_r)}{1,25} = \frac{510 \times (2 \times 15 \times 8)}{1,25} = 97920 \text{ N}$$

Per la verifica a tranciamento della lamiera della rosetta si considerano le zone di rottura con spessore minore pari a $e_1 = 18$ mm inclinate di 30° e ove $s_r = 8$ mm è lo spessore della rosetta e $f_u = 510$ N/mm² è la tensione di rottura

$$F_{V,RD} = \frac{f_u}{\sqrt{3}} \times \frac{A_s}{\gamma_{M2}} = \frac{510}{\sqrt{3}} \times \frac{(2 \times e_1 \times s_r / \cos 30^\circ)}{1,25} = \frac{510}{\sqrt{3}} \times \frac{(2 \times 18 \times 8 / \cos 30^\circ)}{1,25} = 78336 \text{ N}$$

Per la verifica a rifollamento della lamiera della rosetta si considera lo spessore del cuneo pari a $s_c = 8$ mm, lo spessore della rosetta $s_r = 8$ mm. $f_u = 510$ N/mm² che è la tensione di rottura e $k = 2,5$ e $\alpha = 0,75$ che sono parametri desunti dal punto 4.2.8 delle NTC 2008 con $e_2 = 32$ mm

$$F_{V,RD} = \frac{k \times \alpha \times f_u \times A_s}{\gamma_{M2}} = \frac{2,5 \times 0,75 \times 510 \times (s_r \times s_c)}{1,25} = \frac{2,5 \times 0,75 \times 510 \times (8 \times 8)}{1,25} = 48960 \text{ N}$$

Per la verifica a taglio del cuneo si considera si considera lo spessore del cuneo pari a $s_c = 8$ mm, la larghezza media delle sezioni del cuneo che vengono sollecitate, $f_u = 510$ N/mm² che è la tensione di rottura e $\alpha = 0,5$ che è un parametro desunto dal punto 4.2.8 delle NTC 2008

$$F_{V,RD} = \frac{\alpha \times f_u \times A_s}{\gamma_{M2}} = \frac{0,5 \times 510 \times (2 \times s_c \times l_c)}{1,25} = \frac{0,5 \times 510 \times (2 \times 8 \times 20)}{1,25} = 65280 \text{ N}$$

Le verifiche sono soddisfatte considerando che

$$\frac{\min(F_{V,RD})}{F_{ED}} = \frac{48960}{7465,32} = 6,56 > 1,0$$



14/11/2018

PERI S.r.l.
ING. Meroni Roberto
Legale Rappresentante

CAPITOLO V ISTRUZIONI PER LE PROVE DI CARICO DEI PONTEGGI

5.1 PREMESSA

Per i ponteggi realizzati in conformità agli schemi tipo e per quelli di altezza superiore a 20 metri, ma con schema funzionale corrispondente allo schema sottoposto a prova di collasso e calcolati con i metodi indicati nel paragrafo 4.5.1 del Cap. IV, non è necessario effettuare prove di carico, ma sarà cura del responsabile del cantiere accertarne la corrispondenza con il disegno esecutivo del ponteggio.

I ponteggi di notevole importanza o complessità eretti in difformità dallo schema sottoposto a prova di collasso devono essere sottoposti - sotto la responsabilità del progettista - a prove di carico. In merito al confronto coi dati sperimentali si rimanda al paragrafo 4.5.2. del Cap. IV

5.2 Modalità di conduzione delle prove

Le prove di carico devono essere condotte su un saggio di ponteggio eretto in conformità allo schema funzionale ipotizzato per il ponteggio da realizzare, avente le seguenti dimensioni minime:

Larghezza

La larghezza del saggio deve essere non inferiore alla distanza tra le stilate ancorate (con un minimo di 5 stilate), salvo il caso di prova effettuata su un saggio avente larghezza uguale a quella prevista per il ponteggio da realizzare.

Qualora il saggio non sia ricavato da un ponteggio avente larghezza maggiore di quella risultante dal punto precedente, deve essere ampliato mantenendo lo stesso schema funzionale, in modo che i nodi esterni del più elevato piano di saggio sottoposto a prova risultino ancorati.

Altezza

L'altezza del saggio deve essere non inferiore al doppio della distanza verticale massima tra i piani di ponteggio ancorati.

In ogni caso l'altezza del saggio è comunque condizionata dal numero di impalcati necessari per realizzare le condizioni di carico previste dal punto 4.4.2 del Cap. IV

5.3 Modalità di realizzazione del saggio

Ancoraggi

Il saggio deve essere ancorato per modalità e per distribuzione - in modo conforme alle modalità previste per il ponteggio da realizzare.

E' consentito, per motivi di sicurezza contro rischi di crollo improvviso, montare sistemi di trattenuta supplementare di sicurezza purché tali sistemi interessino stilate adiacenti quelle del saggio sottoposto a prova di carico e purché realizzati costruttivamente in modo da non creare condizioni di vincolo che possano inficiare la validità delle risultanze della prova di carico.



14/11/2018

PERI S.r.l.
ING. Meroni Roberto
Legale Rappresentante

Irrigidimenti di facciata ed in pianta

Il saggio deve essere irrigidito nella facciata ed in pianta in modo analogo a quanto previsto nello schema di ponteggio da realizzare.

Carichi di prova

I carichi di prova devono essere individuati dal progettista in modo da realizzare sui montanti delle stilate una tensione media che tenga conto della tensione massima desunta dalla più sfavorevole condizione di carico prevista nella relazione di calcolo in modo da verificare l'esistenza di un fattore di sicurezza minimo come indicato al paragrafo 4.5.2 del Cap. IV.

Sul saggio dovranno quindi essere applicati, sia carichi di prova corrispondenti a pesi propri della struttura progettata ed ai relativi carichi di lavoro o di fuori servizio, sia carichi aggiuntivi verticali da applicare agli impalcati per indurre sui montanti stati tensionali equipollenti a quelli relativi alle altre azioni - anche orizzontali (vento, ecc.) - previste nella relazione di calcolo.

Modalita' di conduzione della prova

La prova deve essere condotta sotto la diretta responsabilità del progettista il quale deve eliminare i rischi di incidenti controllando:

a) che i carichi di prova siano applicati a distanza senza esposizione diretta da parte di operatori ma ricorrendo a sistemi appropriati (carichi) idraulici, martinetti, ecc.), attivabili da posizione di sicurezza;

b) che la zona circostante il ponteggio che potrebbe essere interessata da eventuali crolli del saggio in prova sia stata preventivamente recintata in modo da evitare la presenza di persone in condizioni di pericolo;

c) che le operazioni di rimozione graduale del carico di prova vengano effettuate a distanza sistemando gli addetti in zone di sicurezza.

5.4 Relazione di collaudo

Le risultanze delle prove di carico debbono essere riportate in una relazione di collaudo, firmata dal progettista e allegata alla relazione di calcolo, da tenere in cantiere a disposizione degli organi di vigilanza.



14/11/2018

PERI S.r.l.
ING. Meroni Roberto
Legale/Rappresentante

CAPITOLO VI
ISTRUZIONI PER IL MONTAGGIO, L'IMPIEGO E LO SMONTAGGIO DEL
PONTEGGIO

PREMESSE

Oltre alle istruzioni per il montaggio l'impiego e lo smontaggio del ponteggio qui riportate, debbono, in ogni caso, essere osservate le seguenti disposizioni legislative, regolamentari e amministrative:

A – DISPOSIZIONI LEGISLATIVE

- 6 - D.Lgs. 9 aprile 2008, n. 81 – Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro
- 7 - D.Lgs. 03 agosto 2009 n. 106 – Disposizioni integrative e correttive al D.Lgs. n. 81 del 09/04/08 in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro
- 8 - D.Lgs. 06 settembre 2005 n. 206 – Codice del consumo

B – DISPOSIZIONI REGOLAMENTARI

- d - D.M. del M.L.P.S. 2 settembre 1968 (Riconoscimenti di efficacia)
- e - D.M. del M.L.P.S. 23 marzo 1990 n. 115 (Riconoscimenti di efficacia)
- f - D.M. del M.L.P.S. 22 maggio 1992 n. 466 (Riconoscimenti di efficacia)

C – DISPOSIZIONI AMMINISTRATIVE

- Circolare M.L.P.S. n° 85/78 del 9/11/78 – Autorizzazione alla costruzione e all'impiego dei ponteggi metallici fissi
- Lettera Circolare M.L.P.S. n° 22268/PR-7 del 22/5/82 – Requisiti dimensionali
- Circolare M.L.P.S. n° 44/90 del 15/5/90 – Aggiornamento delle istruzioni per la compilazione delle relazioni tecniche per ponteggi metallici fissi a telai prefabbricati
- Circolare M.L.P.S. n° 132/91 del 24/10/91 – Istruzioni per la compilazione delle relazioni tecniche per ponteggi metallici fissi a “montanti e traversi prefabbricati”.
- Circolare M.L.P.S. n° 20298/OM-4 del 9/2/95 – Utilizzo di elementi di impalcato prefabbricato di tipo autorizzato in luogo di elementi di impalcato in legname
- Lettera Circolare M.L.P.S. n° 22787/OM-4 del 21/1/99 – Istruzioni per la compilazione delle relazioni tecniche, precisazioni e chiarimenti.
- Circolare M.L.P.S. n. 44 del 10/07/00 – Verifiche e controlli, modalità di conservazione delle relative documentazioni ex. D. Lgs. 359/99
- Circolare M.L.P.S. n. 3 dell'08/01/01 – Art. 2, comma 4 D.l.vo n. 359/99 – Chiarimenti sul regime delle verifiche periodiche di talune attrezzature



14/11/2018

PERI S.r.l.
ING. Meroni Roberto
Legale Rappresentante

- Circolare M.L.P.S. n. 20 del 23/05/03 – Chiarimenti in relazione all'uso promiscuo dei ponteggi metallici fissi
- Circolare M.L.P.S. n. 30 del 29/09/03 – Art. 30 del D.P.R. 7 gennaio 1956, n. 164 – Chiarimenti concernenti la definizione di “fabbricante” di ponteggi metallici fissi
- Circolare M.L.P.S. 28/2004 del 08/07/04: chiarimenti concernenti le tolleranze dimensionali dei profili cavi
- Circolare M.L.P.S. n. 30 del 03/11/06 - obblighi del datore di lavoro relativi all'impiego dei ponteggi – Chiarimenti concernenti i ponteggi su ruote (trabattelli) ed altre attrezzature per l'esecuzione di lavori temporanei in quota in relazione agli obblighi di redazione del piano di montaggio, uso e smontaggio (Pi.M.U.S.) e di formazione.
- Circolare M.L.P.S. n. 3 del 25/01/2008 – Obblighi del datore di lavoro relativi all'impiego dei ponteggi e all'impiego di sistemi di accesso e di posizionamento mediante funi e chiarimenti concernenti la formazione dei lavoratori addetti al montaggio e allo smontaggio dei ponteggi
- Circolare M.L.P.S. n. 29 del 27.08.2010 - Capo II, Titolo IV, del D.Lgs. n. 81/2008 e s.m.i. – Quesiti concernenti le norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro nelle costruzioni e nei lavori in quota

6.1 Generalita'

6.1.1 Documenti da tenere in cantiere

Il disegno esecutivo, unitamente alla copia dell'autorizzazione e al piano di montaggio uso e smontaggio (Pi.M.U.S.) di cui all'art. 136, comma 6 del D.Lgs. 81/2008, deve essere tenuto in cantiere a disposizione degli Organi di Vigilanza. Il disegno esecutivo deve essere conforme allo schema tipo fornito dal fabbricante del ponteggio; ogni modifica del ponteggio compatibile con la sua stabilità può avere luogo solamente nell'ambito dello schema tipo e deve essere riportata su disegno esecutivo.

Per ponteggi di altezza inferiore a 20 m il disegno esecutivo deve essere firmato dal responsabile di cantiere per conformità agli schemi tipo forniti dal fabbricante, mentre per i ponteggi di altezza superiore a 20 m, per ponteggi non conformi agli schemi tipo e per opere speciali, deve essere redatto un progetto firmato da un ingegnere di classe A o architetto abilitato all'esercizio della professione ed iscritto negli Albi professionali.

E' vietato montare sul ponteggio tabelloni pubblicitari, graticciati, teli o altre schermature a meno che non si sia provveduto a redigere apposito calcolo eseguito da Ingegnere o Architetto abilitato all'esercizio della professione, con le valutazioni relative all'azione sulla struttura del ponteggio, oltre che sugli ancoraggi, del vento presumibile per la zona ove il ponteggio è montato. Tale calcolo può tenere conto della permeabilità delle strutture servite.

6.1.2 Personale addetto al montaggio

Le operazioni di montaggio e di smontaggio devono essere effettuate da personale pratico in conformità all'art. 136, comma 6 del D.Lgs. 81/2008; il responsabile del cantiere deve assicurarsi che il ponteggio sia montato a regola d'arte in conformità al disegno esecutivo, al



14/11/2018

PERI S.r.l.
ING. Meroni Roberto
Legale Rappresentante

piano di montaggio, uso e smontaggio (Pi.M.U.S.) di cui all'art. 136, comma 6 del D.Lgs. 81/2008, ed osservando le istruzioni di cui ai punti seguenti.

6.1.3 Contollo degli elementi

Gli elementi del ponteggio da utilizzare devono essere controllati prima del loro impiego tenendo conto dell'Allegato XIX del D.Lgs. 81/2008 allo scopo di eliminare quelli che presentassero deformazioni, rotture, ossidazioni e corrosioni pregiudizievoli per la resistenza del ponteggio. Gli elementi insufficientemente protetti contro la corrosione non devono essere utilizzati.

6.1.4 Divisa del Personale addetto al montaggio

Gli addetti alle operazioni di montaggio, di controllo e di smontaggio devono essere forniti delle attrezzature necessarie comprese quelle indicate nel Piano di montaggio, uso e smontaggio (PiMUS) di cui all'art. 136, comma 6 del D.Lgs. 81/2008 ed usare inoltre, durante il lavoro, almeno i seguenti dispositivi di protezione individuale oltre quelli indicati nel suddetto PiMUS:

- guanti;
- elmetti;
- calzature con suola flessibile antidrucciolevole;
- cinture di sicurezza a bretella provviste di un mezzo per l'aggancio a idonee strutture del ponteggio o a opportuni organi di ritenuta.

6.2 Montaggio

Il montaggio deve essere eseguito secondo le seguenti istruzioni, oltre a quelle più dettagliate contenute nel PiMUS redatto per ogni specifico cantiere

6.2.1 Base di appoggio del ponteggio

L'appoggio del ponteggio deve avvenire secondo le seguenti istruzioni:

- il piano di appoggio deve offrire garanzie sufficienti di resistenza durevole, da verificare preliminarmente.
- la ripartizione del carico sul piano d'appoggio deve essere realizzata a mezzo di basette con l'interposizione di elementi atti a ripartire il carico sul piano di appoggio stesso in modo da non superarne la resistenza unitaria; detti elementi devono offrire resistenza sufficiente all'azione delle basette. Le piastre di base (delle basette fisse o regolabili) vanno fissate agli elementi di ripartizione, dei carichi dei montanti, che devono interessare almeno due montanti contigui. Quando, in conseguenza dell'impiego di basette regolabili, il traverso del telaio di partenza viene portato ad un'altezza $h > 200$ cm (riferita al piano di appoggio dell'elemento di ripartizione) il primo telaio deve essere ancorato.

6.2.2 Verifiche durante il montaggio

Nel corso del montaggio del ponteggio si devono costantemente verificare tenendo conto anche dell'Allegato XIX del D.Lgs. 81/2008:



14/11/2018

PERI S.r.l.
ING. Meroni Roberto
Legale Rappresentante

- la distanza tra il ponteggio e l'edificio in modo da assicurare, seguendo il disegno esecutivo e il PiMUS, la costruzione di impalcati accostati all'opera in costruzione (v. anche 6.3.1);
- la verticalità dei montanti ed il loro collegamento assiale;
- l'orizzontalità dei correnti e dei traversi;
- l'assetto operativo dei dispositivi di collegamento;
- il serraggio normale dei giunti con apposita chiave dinamometria opportunamente tarata da personale autorizzato, per una coppia pari a 6 daNm;
- il corretto inserimento del dispositivo di collegamento assiale (spina a verme) dei montanti avendo cura di sfalsare i collegamenti tra i montanti sia nel piano di facciata, per stilate contigue, che nel piano di stilata;
- la corretta posizione del dispositivo di bloccaggio degli attacchi per correnti, diagonali, parapetti e impalcati;
- il rispetto delle distanze orizzontali e verticali previste dal disegno esecutivo;
- la messa in opera degli ancoraggi, che dovrà attenersi ai sistemi previsti secondo le indicazioni riportate nei disegni dell'Allegato A, delle diagonali di facciata, dei correnti di parapetto, degli impalcati strutturali, che dovrà avvenire seguendo il normale progredire del montaggio del ponteggio ed in conformità ai disegni esecutivi;
- che la distanza tra il traverso più alto del ponteggio in corso di montaggio e l'ultimo ordine di ancoraggi, non superi i 4,00 m. Ove per esigenze specifiche fosse necessaria un'altezza libera del ponteggio oltre l'ultimo ordine di ancoraggi eccedenti i 4,00 m dovranno essere previsti nel progetto accorgimenti opportuni per garantire la stabilità della struttura.

6.2.3 Fasi di montaggio

Il montaggio deve essere effettuato nel seguente ordine:

- si controlla l'efficienza dei piani di appoggio e la resistenza degli elementi di ripartizione del carico;
- viene eseguito il tracciamento della struttura;
- vengono posti in opera gli elementi di base, costituiti da piastre di base, elementi di partenza e relativi collegamenti: correnti e diagonali;
- attuato il primo orizzontamento si mettono in opera i primi ancoraggi e nel contempo si provvede a controllare la verticalità dei montanti ed i loro interassi;
- si prosegue il montaggio avendo cura di realizzare sistematicamente la messa in opera degli ancoraggi nonché di correnti e diagonali di facciata, degli impalcati e dei fermapiedi e di ottemperare alle istruzioni sotto riportate;
- Il montaggio degli impalcati strutturali deve essere realizzato dall'impalcato del piano sottostante.

6.2.4 Istruzioni di montaggio

Nel montaggio degli elementi costituenti il ponteggio devono osservarsi le seguenti istruzioni:

- Le diagonali, i correnti, ecc., devono essere collegati in almeno due punti; il dispositivo di collegamento deve realizzare l'unione degli elementi in maniera tale che la separazione



14/11/2018

PERI S.r.l.
ING. Meroni Roberto
Legale Rappresentante

- degli stessi possa avvenire solo con intervento volontario e ne sia esclusa la disattivazione per causa accidentale;
- si devono realizzare su tutti i riquadri orizzontali, a tutti i piani previsti nello schema tipo, collegamenti di controventamento in pianta montando gli impalcati prefabbricati;
 - la chiusura di testata deve prevedere il montaggio dei correnti di parapetto e del fermapiEDE di testata, come rappresentato dagli schemi dell'Allegato A;
 - si devono realizzare collegamenti longitudinali (di facciata) mediante le diagonali di facciata, curando l'attivazione dei dispositivi di bloccaggio, contro lo sganciamento accidentale (in conformità agli schemi tipo allegati al capitolo 7);
 - il sistema di serraggio dei cunei delle pinze poste all'estremità degli elementi (trasversi, correnti, diagonali di facciata) deve essere effettuato agendo con forza (martellatura fino a rifiuto) all'estremità superiore dello stesso cuneo provocando di conseguenza lo scivolamento del cuneo all'interno della piattello e quindi il bloccaggio dell'elemento al montante;
 - i montanti di sommità o quelli relativi a telai di sommità devono superare di almeno m. 1,00 l'ultimo impalcato;
 - gli ancoraggi devono essere realizzati su strutture resistenti, in conformità agli schemi di cui all'allegato "A" al capitolo 7.. Gli ancoraggi devono essere disposti seguendo quanto indicato negli schemi tipo. In particolare devono essere realizzati ancoraggi speciali a V in ragione di almeno un ancoraggio ogni 6 stilate in grado di resistere agli sforzi in direzione parallela alla facciata, così come indicato dagli schemi tipo;
 - l'interruzione di parte del ponteggio per la realizzazione di passi carrai o per altri motivi è consentita qualora sia realizzata conformemente a quanto indicato nello schema tipo;
 - quando sia necessario utilizzare elementi del ponteggio a tubi e giunti per realizzare il livellamento del piano di partenza, oppure particolari partenze o collegamenti, parasassi, parapetti di sommità, travi carraie, mensole, ecc., è necessario:
 - a) che gli elementi di ponteggio a tubi e giunti appartengano ad una unica Autorizzazione Ministeriale,
 - b) che vengano scrupolosamente seguiti, per la parte realizzata con elementi a tubi e giunti, gli specifici schemi previsti nella autorizzazione ministeriale, sia per quanto riguarda il numero e la posizione degli elementi utilizzati, sia per quanto riguarda i sistemi di vincolo (ancoraggi);
 - c) che il serraggio dei giunti venga effettuato con il momento indicato dal fabbricante (6 daNm)
 - d) che sia possibile la normale giunzione tra elementi a tubi e giunti ed elementi a telaio, senza ricorso a soluzioni di ripiego o all'impiego di elementi di raccordo non previsti nelle autorizzazioni;
 - e) sfalsare i collegamenti tra i montanti sia nel piano di facciata, per stilate contigue, che nel piano di stilata;
 - f) che ogni tubo sia fissato da almeno 2 giunti; il dispositivo di collegamento deve realizzare l'unione degli elementi in maniera tale che la separazione degli stessi possa avvenire solo con intervento volontario e ne sia esclusa la disattivazione per causa



14/11/2018

PERI S.r.l.
ING. Meroni Roberto
Legale Rappresentante

- accidentale;
- g) che quando le giunzioni assiali dei tubi sono previste nella mezzera dei giunti colleganti ortogonalmente le aste del ponteggio, si deve assicurare che per i tubi paralleli vi sia sfalsamento delle giunzioni rispetto ai nodi strutturali e che in un qualunque giunto ortogonale vi sia non più di una giunzione assiale;
 - h) che non siano previste giunzioni assiali fuori dai nodi strutturali;
 - i) che i tubi siano messi in opera in modo da interessare l'intera lunghezza del giunto;
 - j) che quando si monta la trave carraia bisogna mettere i giunti di tenuta come previsto dagli schemi tipo autorizzati.

6.3 Impiego

6.3.1 Piani del ponteggio

I piani di ponteggio destinati al lavoro devono avere le seguenti caratteristiche:

- avere impalcati realizzati come indicato nello schema tipo;
- le tavole devono essere assicurate contro gli spostamenti, ben accostate tra loro e devono distare non più di 20 cm dall'opera servita, è vietato l'uso di tavole in legno;
- gli impalcati, i correnti di facciata, i parapetti di testata ed i fermapiedi di facciata devono essere montati in tutti i piani;
- essere utilizzati solo allorché non distino più di 2,00 m dall'ordine più alto di ancoraggi;
- essere provvisti di impalcato di sicurezza (sottoponte di sicurezza) avente resistenza non inferiore a quella prevista dallo schema del ponteggio con tavole assicurate in maniera adeguata contro gli spostamenti;
- essere provvisti di indicazione chiara e visibile delle condizioni ammissibili di carico;
- i piani di lavoro non devono essere caricati con carichi di servizio superiori a quelli indicati negli schemi tipo dell'Allegato A;
- essere provvisti, sulle facciate esterne, di un parapetto composto da un corrente superiore, da un corrente inferiore e da una tavola fermapiede, rispondenti agli schemi tipo, nel rispetto comunque dei punti seguenti:
 - a) il bordo superiore del corrente più alto deve essere sistemato a non meno di 0,95 m dal piano dell'impalcato;
 - b) il fermapiede, sistemato con il bordo inferiore appoggiato a contatto con il piano dell'impalcato, deve avere altezza non inferiore a 15 cm.;
 - c) la distanza tra corrente inferiore e fermapiede e la distanza tra gli stessi correnti non devono essere superiore a 60 cm;

L'impiego di schemi senza parasassi, ovvero l'utilizzo degli impalcati sottostanti il parasassi stesso, è consentito qualora si provveda alla segregazione dell'area antistante il ponteggio per una larghezza di almeno 150 cm oltre il montante più esterno.

6.3.2 Protezioni contro la caduta di materiali

I piani di ponteggio devono essere provvisti, per tutta l'estensione dell'impalcato di lavoro (esclusi lo spazio destinato al passaggio dei materiali e le zone interdette al transito delle persone), di un parasassi capace di intercettare la caduta dei materiali. Il parasassi deve



14/11/2018

PERI S.r.l.
ING. Meroni Roberto
Legale Rappresentante

estendersi in proiezione orizzontale fuori dell'impalcato per almeno 150 cm e raccordarsi con un impalcato regolamentare.

6.3.3 Accesso al ponteggio

L'accesso ai piani del ponteggio sarà realizzato con gli impalcati con botola (vedi TAV. 61 e 77, dell'Allegato A) e relative scale di accesso (vedi TAV. 88) secondo gli schemi tipo di cui alle TAV. 196 e 197 dell'Allegato A della presente Autorizzazione oppure con il montaggio di una torre scala affiancata, realizzata con elementi e schemi di ponteggio appartenenti ad unica Autorizzazione Ministeriale, nel rispetto del comma 4, 2° e 3° periodo e del comma 6, lett. d), entrambi dell'art. 113 del D.Lgs. 81/2008. Il numero dei vani scala realizzati in accordo con le indicazioni degli schemi dell'Allegato A, dovrà essere stabilito dal responsabile del cantiere, a seguito di opportuna analisi e valutazione dei rischi, tenendo anche conto delle esigenze di esodo dei lavoratori, nonchè in funzione del numero dei lavoratori stessi e delle dimensioni del ponteggio.

6.3.4 Precipitazioni nevose

Quando sia previsto l'impiego del ponteggio a quote sul livello del mare superiori a quelle definite nel Cap. IV è necessario tenere in cantiere un calcolo di verifica redatto da Ingegnere di classe A o Architetto abilitato all'esercizio della professione ed iscritto nei relativi Albi professionali.

Per altezze sul livello del mare inferiori a quelle definite nel Cap. IV è necessario adottare, in relazione alle quote ed alle zone, gli schemi indicati nell'Allegato al capitolo 7.

6.3.5 Sovraccarichi

I piani di lavoro non devono essere caricati con carichi di servizio superiori a quelli indicati negli schemi tipo dell'Allegato A. Inoltre i ponteggi devono essere provvisti di indicazione chiara e visibile delle condizioni massime ammissibili di carico.

6.3.6 Controlli

6.3.6.1 Controlli periodici e straordinari

Il responsabile del cantiere, tenendo conto anche dell'Allegato XIX del D.Lgs. 81/2008, ad intervalli periodici, e comunque almeno ogni mese, o dopo violente perturbazioni atmosferiche o prolungate interruzioni del lavoro deve assicurarsi:

- dello stato degli appoggi;
- della verticalità dei montanti;
- del corretto serraggio dei giunti (6 daNm) e dell'efficienza dei collegamenti;
- dell'efficacia degli ancoraggi e delle protezioni contro la caduta dall'alto di persone e di materiali, curando l'eventuale sostituzione od il rinforzo degli elementi di ridotta efficienza.

6.3.6.2 Controlli giornalieri

Si devono far controllare da persona competente tenendo anche conto dell'Allegato XIX del D.Lgs. 81/2008:



14/11/2018

PERI S.r.l.
ING. Meroni Roberto
Legale Rappresentante

- la regolarità degli impalcati e dei sistemi di protezione contro le cadute dall'alto di persone e di materiali;
- l'esistenza degli elementi strutturali previsti dallo schema;
- il rispetto dei limiti di sovraccarico previsti e l'osservanza dei limiti nel numero degli impalcati scarichi e carichi fissati nello schema;
- l'osservanza del divieto di salire e/o scendere lungo i montanti;
- la corrispondenza della disposizione e del tipo degli ancoraggi secondo quanto previsto nel progetto;
- l'efficienza dei dispositivi e dei conduttori di messa a terra del ponteggio.

6.3.7 Impianti ed apparecchi elettrici

Gli impianti e gli apparecchi elettrici comunque interessanti il ponteggio, debbono essere per costruzione idonei alle condizioni di lavoro (umidità, pioggia, ecc.) e devono essere installati in modo da evitare sulle strutture tensioni di contatto.

6.4 Smontaggio

Nelle operazioni di smontaggio, fermo restando quanto disposto dal PiMUS, redatto per ogni specifico cantiere, si devono in generale osservare le seguenti precauzioni:

- lo smontaggio del ponteggio deve essere graduale;
- gli ancoraggi e le diagonali devono essere smontati gradualmente di pari passo con il progredire dello smontaggio ed in modo da garantire, in ogni momento, la stabilità del ponteggio;
- lo smontaggio degli impalcati strutturali deve avvenire sempre operando dagli impalcati del piano sottostante;
- gli elementi del ponteggio devono essere calati utilizzando mezzi appropriati, evitando di gettarli dall'alto;
- gli addetti devono far uso dei mezzi di protezione individuali prescritti (v. 6.1.4).



14/11/2018

PERI S.r.l.
ING. Meroni Roberto
Legale Rappresentante

CAPITOLO VII
SCHEMI TIPO DI PONTEGGIO CON L'INDICAZIONE DEI MASSIMI AMMESSI
DI SOVRACCARICO, DI ALTEZZA DEI PONTEGGI E DI LARGHEZZA DEGLI
IMPALCATI PER I QUALI NON SUSSISTE L'OBBLIGO DEL CALCOLO PER
OGNI SINGOLA APPLICAZIONE

In questo Capitolo si descrivono gli schemi tipo del ponteggio con l'indicazione dei massimi ammessi di sovraccarico, di altezza dei ponteggi, di larghezza degli impalcati, per i quali non sussiste l'obbligo di calcolo per ogni singola applicazione. Gli elementi e gli schemi sono riportati nell'Allegato A. Le tavole dell'Allegato A sono:

| Oggetto | TAV. | |
|--|-----------|--------|
| Copertina | 1 | |
| Elenco disegni allegato A | da 2 a 8 | |
| Indicazioni generali | 9 | |
| Tabella 1 A - dimensioni dei tubi a sezione circolare | 10 | |
| Tabella 1 A' - dimensioni di tubi a sezione non circolare e profili chiusi | | |
| Tabella 2 A - caratteristiche meccaniche di tubi e profili chiusi | 11 | |
| Tabella 3 A - impieghi di tubi e profili chiusi | | |
| Tabella 1 B - dimensioni di tondi - lamiere - profilati aperti | 12 | |
| Tabella 2 B - caratteristiche meccaniche di tondi - lamiere - profilati aperti | 13 | |
| Tabella 3 B - impieghi di tondi - lamiere - profilati aperti | 14 | |
| Requisiti legno | 15 | |
| Requisiti plastica | | |
| Montanti UVR - Assieme | 16 | |
| | | 50 cm |
| | | 100 cm |
| | | 150 cm |
| | | 200 cm |
| | | 300 cm |
| | 400 cm | |
| Montanti UVR - Dettaglio A | 17 | |
| Spinotto | 18 | |
| Piatto forato (Rosetta) | 19 | |
| Elemento di partenza UVB 24 | 20 | |
| Traverso UH PLUS tipo 1 - Assieme | 21 | |
| Traverso UH PLUS tipo 1 - Dettaglio 1 | 22 | |
| Traverso UH PLUS tipo 2 - Assieme | 23 | |
| Traverso UH PLUS tipo 2 - Dettaglio 1 | 24 | |
| Attacco per piatto forato | 25 | |
| Cuneo | 26 | |



14/11/2018

PERI S.r.l.
 ING. Meroni Roberto
 Legale Rappresentante

| | | | |
|--|------|----|-----------|
| Corrente di facciata e di testata UH PLUS 100 - Assieme | | | 27 |
| Corrente di facciata e di testata UH PLUS 100 – Dettaglio 1 | | | 28 |
| Correnti UH PLUS tipo 1 - Assieme | | | 29 |
| Corrente di facciata | 250 | mm | |
| Corrente di facciata | 335 | mm | |
| Corrente di facciata | 375 | mm | |
| Corrente di facciata e di testata per piazzola di carico da 50 | 500 | mm | |
| Corrente di facciata | 670 | mm | |
| Corrente di facciata | 720 | mm | |
| Corrente di facciata e di testata per piazzola di carico da 75 ed elemento intermedio per botola | 750 | mm | |
| Corrente di facciata | 1040 | mm | |
| Corrente di facciata | 1250 | mm | |
| Corrente di facciata | 1500 | mm | |
| Corrente di facciata | 1750 | mm | |
| Corrente di facciata | 2000 | mm | |
| Corrente di facciata | 2250 | mm | |
| Corrente di facciata | 2500 | mm | |
| Corrente di facciata | 2750 | mm | |
| Corrente di facciata | 3000 | mm | |
| Correnti UH PLUS tipo 1 - Tabella dimensioni | | | 30 |
| Correnti UH PLUS tipo 1 – Dettaglio 1 | | | 31 |
| Correnti UH PLUS tipo 2 - Assieme | | | 32 |
| Corrente di facciata e corrente per impalcato con botola | 1250 | mm | |
| Corrente di facciata e corrente per impalcato con botola | 1500 | mm | |
| Corrente di facciata e corrente per impalcato con botola | 1750 | mm | |
| Corrente di facciata e corrente per impalcato con botola | 2000 | mm | |
| Corrente di facciata e corrente per impalcato con botola | 2250 | mm | |
| Corrente di facciata e corrente per impalcato con botola | 2500 | mm | |
| Corrente di facciata e corrente per impalcato con botola | 2750 | mm | |
| Corrente di facciata e corrente per impalcato con botola | 3000 | mm | |
| Correnti UH PLUS tipo 2 - Tabella dimensioni | | | 33 |
| Correnti UH PLUS tipo 2 – Dettaglio 1 | | | 34 |



14/11/2018

PERI S.r.l.
 ING. Meroni Roberto
 Legale Rappresentante

| | | | |
|---|---------------------------|----|----|
| Diagonale di facciata UBK - Assieme | 250 x 500/1000/1500/2000 | mm | 35 |
| | 335 x 500/1000/1500/2000 | mm | |
| | 375 x 500/1000/1500/2000 | mm | |
| | 500 x 500/1000/1500/2000 | mm | |
| | 670 x 500/1000/1500/2000 | mm | |
| | 720 x 500/1000/1500/2000 | mm | |
| | 750 x 500/1000/1500/2000 | mm | |
| | 1000 x 500/1000/1500/2000 | mm | |
| | 1040 x 500/1000/1500/2000 | mm | |
| | 1250 x 500/1000/1500/2000 | mm | |
| | 1500 x 500/1000/1500/2000 | mm | |
| | 1750 x 500/1000/1500/2000 | mm | |
| | 2000 x 500/1000/1500/2000 | mm | |
| | 2250 x 500/1000/1500/2000 | mm | |
| | 2500 x 500/1000/1500/2000 | mm | |
| | 2750 x 500/1000/1500/2000 | mm | |
| | 3000 x 500/1000/1500/2000 | mm | |
| Diagonale di facciata UBK – Tabella dimensioni | | | 36 |
| Diagonale di facciata UBK – Dettaglio V e Particolare di montaggio | | | 37 |
| Diagonale di facciata UBK – Dettaglio 1 | | | 38 |
| Diagonale di facciata UBK – Dettaglio 3 (Pinza Sx) | | | 39 |
| Diagonale di facciata UBK – Dettaglio 4 (Pinza Dx) | | | 40 |
| Diagonale di facciata UBK – Dettagli 5, 6 e 7 | | | 41 |
| Diagonale di facciata UBK – Dettagli 2, 8 e 9 | | | 42 |
| Tavola metallica UDG 250 mm - Assieme | | | 43 |
| | 250 | mm | |
| | 335 | mm | |
| | 375 | mm | |
| | 500 | mm | |
| | 670 | mm | |
| | 720 | mm | |
| | 750 | mm | |
| | 1000 | mm | |
| | 1040 | mm | |
| | 1250 | mm | |
| | 1500 | mm | |
| | 1750 | mm | |
| | 2000 | mm | |
| | 2250 | mm | |
| | 2500 | mm | |
| | 2750 | mm | |
| | 3000 | mm | |



14/11/2018

PERI S.r.l.
 ING. Meroni Roberto
 Legale Rappresentante

| | |
|--|-----------|
| Tavola metallica UDG 250 mm - Manto per campo da 3000 (Dettaglio 1) | 44 |
| Tavola metallica UDG 250 mm - Manto per campi da 2500 e 2750 (Dettaglio 1) | 45 |
| Tavola metallica UDG 250 mm - Manti per campi da 1250 a 2250 (Dettaglio 1) | 46 |
| Tavola metallica UDG 250 mm - Manti per campi da 1000 e 1040 (Dettaglio 1) | 47 |
| Tavola metallica UDG 250 mm - Manto per campi da 670 a 750 (Dettaglio 1) | 48 |
| Tavola metallica UDG 250 mm - Manto per campo da 500 (Dettaglio 1) | 49 |
| Tavola metallica UDG 250 mm - Manto per campo da 375 (Dettaglio 1) | 50 |
| Tavola metallica UDG 250 mm - Manto per campo da 335 (Dettaglio 1) | 51 |
| Tavola metallica UDG 250 mm - Manto per campo da 250 (Dettaglio 1) | 52 |
| Tavola metallica UDG 250 mm - Sezione B-B e Vista E | 53 |
| Tavola metallica UDG 250 mm - Sezione C-C e Sezione D-D | 54 |
| Tavola metallica UDG 250 mm - Dettagli Manto, Dettagli X, Y, V e Z, Sezione F-F | 55 |
| Tavola metallica UDG 250 mm - Dettaglio 3 (Testata) | 56 |
| Tavola metallica UDG 250 mm - Dettaglio 3 (Testata) - Sezioni L-L, M-M, N-N, P-P, Q-Q e R-R | 57 |
| Tavola metallica UDG 250 mm - Dettaglio 2 (Elemento di sicurezza) | 58 |
| Tavola metallica UDG 250 mm - Sezione S e Sezione T | 59 |
| Tavola con botola in Alluminio e Acciaio UAF 75x100 - Assieme | 60 |
| Tavola con botola in Alluminio e Acciaio UAF 75x100 - Sezione S1 – S1 | 61 |
| Tavola con botola in Alluminio e Acciaio UAF 75x100 - Sezione S2 – S2 | 62 |
| Tavola con botola in Alluminio e Acciaio UAF 75x100 - Sezione S3 – S3 | 63 |
| Tavola con botola in Alluminio e Acciaio UAF 75x100 - Dettaglio 1 | 64 |
| Tavola con botola in Alluminio e Acciaio UAF 75x100 - Dettaglio 2 | 65 |
| Tavola con botola in Alluminio e Acciaio UAF 75x100 - Dettaglio 3 | 66 |
| Tavola con botola in Alluminio e Acciaio UAF 75x100 - Dettaglio 4 | 67 |
| Tavola con botola in Alluminio e Acciaio UAF 75x100 - Dettaglio 5 | 68 |
| Tavola con botola in Alluminio e Acciaio UAF 75x100 - Dettaglio 6 | 69 |
| Tavola con botola in Alluminio e Acciaio UAF 75x100 - Dettaglio 7 | 70 |
| Telaio di Chiusura per BOTOLA - Assieme | 71 |
| Telaio di Chiusura per BOTOLA – Sezioni A-A e B-B | 72 |
| Telaio di Chiusura per BOTOLA – Dettaglio 1 | 73 |
| Telaio di Chiusura per BOTOLA – Dettaglio 2 | 74 |
| Telaio di Chiusura per BOTOLA – Dettaglio 3 | 75 |
| Telaio di Chiusura per BOTOLA – Dettaglio 4-5-6 | 76 |
| Tavola con botola in Alluminio e Acciaio UAF 75x100 - Schema montaggio: fase 1 | 77 |
| Tavola con botola in Alluminio e Acciaio UAF 75x100 - Schema montaggio: fase 2 | 78 |
| Tavola con botola in Alluminio e Acciaio UAF 75x100 - Schema montaggio: fase 3 | 79 |
| Tavola con botola in Alluminio e Acciaio UAF 75x100 - Schema montaggio: fase 1 (Dettaglio A) | 80 |
| Tavola con botola in Alluminio e Acciaio UAF 75x100 - Schema montaggio: fase 1 (Dettaglio B) | 81 |
| Tavola con botola in Alluminio e Acciaio UAF 75x100 - Schema montaggio: fase 1 (Dettaglio C) | 82 |



14/11/2018

PERI-S.r.l.
 ING. Meroni Roberto
 Legale Rappresentante

| | |
|---|-----------|
| Tavola con botola in Alluminio e Acciaio UAF 75x100 - Schema montaggio: fase 1 (Dettaglio D) | 83 |
| Tavola con botola in Alluminio e Acciaio UAF 75x100 - Schema montaggio: fase 3 (Sezioni) | 84 |
| Tavola con botola in Alluminio e Acciaio UAF 75x100 - Schema montaggio: fase 3 (Dettagli C e D) | 85 |
| Tavola con botola in Alluminio e Acciaio UAF 75x100 - Schema montaggio: fase 3 (Dettagli E e F) | 86 |
| Tavola con botola in Alluminio e Acciaio UAF 75x100 - Schema montaggio: fase 3 (Dettagli X,Y,W e Z) | 87 |
| Scala UAF 200 - Assieme | 88 |
| Scala UAF 200 - Dettagli | 89 |
| Elemento UHA - ASSIEME | 90 |
| Elemento UHA – Dettaglio 1 | 91 |
| Elemento UHA – Dettaglio 2 | 92 |
| Elemento UHA – Dettaglio 3 | 93 |
| Elemento UHA – Schema di montaggio | 94 |
| Fermapiede UPY di facciata e di testata - Assieme | |
| | 250 mm |
| | 335 mm |
| | 375 mm |
| | 500 mm |
| | 670 mm |
| | 720 mm |
| | 750 mm |
| | 1000 mm |
| | 1040 mm |
| | 1250 mm |
| | 1500 mm |
| | 1750 mm |
| | 2000 mm |
| | 2250 mm |
| | 2500 mm |
| | 2750 mm |
| | 3000 mm |
| | 95 |
| Fermapiede UPY di facciata e di testata - Dettagli | 96 |
| Fermapiede UPY di facciata e di testata – Vista D | 97 |



14/11/2018

PERI S.r.l.
 ING. Meroni Roberto
 Legale Rappresentante

| | | |
|--|---------|------------|
| Fermapiede UPF di facciata per campi \leq 2500 mm - Assieme | 335 mm | 98 |
| | 375 mm | |
| | 500 mm | |
| | 670 mm | |
| | 720 mm | |
| | 750 mm | |
| | 1000 mm | |
| | 1040 mm | |
| | 1250 mm | |
| | 1500 mm | |
| | 1750 mm | |
| | 2000 mm | |
| 2250 mm | | |
| 2500 mm | | |
| Fermapiede UPF di facciata per campi \leq 2500 mm – Manto (Dettaglio 1) | | 99 |
| Fermapiede UPF di facciata per campi \leq 2500 mm – Testata (Dettaglio 2) | | 100 |
| Fermapiede UPF di facciata per campi \leq 2500 mm – Testata (Dettaglio 2) Vista R1 | | 101 |
| Fermapiede UPF di facciata per campi \leq 2500 mm – Testata (Dettaglio 2) Vista R2 | | 102 |
| Fermapiede UPF di facciata per campi \leq 2500 mm – Testata (Dettaglio 2) Vista R3 | | 103 |
| Fermapiede UPF di facciata per campi da 2750/3000 mm - Assieme | 2750 mm | 104 |
| | 3000 mm | |
| Fermapiede UPF di facciata per campi da 2750/3000 mm – Manto (Dettaglio 1) | | 105 |
| Fermapiede UPF di facciata per campi da 2750/3000 mm – Testata (Dettaglio2) | | 106 |
| Fermapiede UPF di facciata per campi da 2750/3000 mm – Testata (Dettaglio2) Vista R1 | | 107 |
| Fermapiede UPF di facciata per campi da 2750/3000 mm – Testata (Dettaglio2) Vista R2 | | 108 |
| Fermapiede UPF di facciata per campi da 2750/3000 mm – Testata (Dettaglio2) Vista R3 | | 109 |
| Dettaglio Montaggio Fermapiedi UPY in facciata | | 110 |
| Dettaglio Montaggio Fermapiedi UPF in facciata | | 111 |
| Dettaglio Montaggio Fermapiede UPY con Fermapiede UPF in facciata | | 112 |
| Dettaglio Montaggio Fermapiede UPY con Fermapiede UPY in testata Dx | | 113 |
| Dettaglio Montaggio Fermapiede UPY con Fermapiede UPY in testata Dx – Dettaglio D | | 114 |
| Dettaglio Montaggio Fermapiede UPY con Fermapiede UPY in testata Sx | | 115 |
| Dettaglio Montaggio Fermapiede UPY con Fermapiede UPY in testata Sx – Dettaglio E | | 116 |
| Dettaglio Montaggio Fermapiede UPF con Fermapiede UPF in testata Dx | | 117 |
| Dettaglio Montaggio Fermapiede UPF con Fermapiede UPF in testata Dx – Dettaglio F | | 118 |
| Dettaglio Montaggio Fermapiede UPF con Fermapiede UPY in testata Sx | | 119 |
| Dettaglio Montaggio Fermapiede UPF con Fermapiede UPY in testata Sx – Dettaglio G | | 120 |
| Basetta regolabile UJB 38-80/55 - Assieme | 505 mm | 121 |
| | 805 mm | |
| Basetta regolabile UJB 38-80/55 - Dettaglio 1 | | 122 |
| Basetta regolabile UJB 38-80/55 - Dettaglio 2 | | 123 |
| Spina a verme | | 124 |



14/11/2018

PERI S.r.l.
 ING. Meroni Roberto
 Legale Rappresentante

| | |
|---|------------|
| Mensola UCM 50 da 500 mm per piazzola di carico - Schema di montaggio con puntone | 125 |
| Mensola UCM 50 da 500 mm per piazzola di carico – Assieme | 126 |
| Mensola UCM 50 da 500 mm per piazzola di carico – Dettaglio A | 127 |
| Mensola UCM 50 da 500 mm per piazzola di carico – Dettaglio B | 128 |
| Mensola UCM 50 da 500 mm per piazzola di carico – Dettaglio C | 129 |
| Mensola UCM 50 da 500 mm per piazzola di carico – Dettaglio D | 130 |
| Mensola UCM 50 da 500 mm per piazzola di carico – Dettaglio 2 | 131 |
| Mensola UCM 50 da 500 mm per piazzola di carico – Dettaglio 4 | 132 |
| Mensola UCM 50 da 500 mm per piazzola di carico – Dettaglio 5 | 133 |
| Mensola UCM 50 da 500 mm per piazzola di carico – Dettaglio 6 | 134 |
| Mensola UCM 50 da 500 mm per piazzola di carico – Dettaglio 7 | 135 |
| Mensola UCM 50 da 500 mm per piazzola di carico – Dettaglio 10 | 136 |
| Mensola UCM 75 da 750 mm per piazzola di carico - Schema di montaggio con puntone | 137 |
| Mensola UCM 75 da 750 mm per piazzola di carico – Assieme | 138 |
| Mensola UCM 75 da 750 mm per piazzola di carico – Dettaglio A | 139 |
| Mensola UCM 75 da 750 mm per piazzola di carico – Dettaglio B | 140 |
| Mensola UCM 75 da 750 mm per piazzola di carico – Dettaglio C | 141 |
| Mensola UCM 75 da 750 mm per piazzola di carico – Dettaglio D | 142 |
| Mensola UCM 75 da 750 mm per piazzola di carico – Dettaglio 2 | 143 |
| Mensola UCM 75 da 750 mm per piazzola di carico – Dettaglio 4 | 144 |
| Mensola UCM 75 da 750 mm per piazzola di carico – Dettaglio 5 | 145 |
| Mensola UCM 75 da 750 mm per piazzola di carico – Dettaglio 6 | 146 |
| Mensola UCM 75 da 750 mm per piazzola di carico – Dettaglio 7 | 147 |
| Mensola UCM 75 da 750 mm per piazzola di carico – Dettaglio 10 | 148 |
| Puntone UCP per mensole UCM 50 e UCM 75 per piazzole di carico - Assieme | 149 |
| Puntone UCP per mensole UCM 50 e UCM 75 per piazzole di carico - Dettaglio 1 | 150 |
| Puntone UCP per mensole UCM 50 e UCM 75 per piazzole di carico - Dettaglio 2 | 151 |
| Puntone UCP per mensole UCM 50 e UCM 75 per piazzole di carico - Dettaglio 2-X | 152 |
| Puntone UCP per mensole UCM 50 e UCM 75 per piazzole di carico - Dettaglio 2-Y | 153 |
| Puntone UCP per mensole UCM 50 e UCM 75 per piazzole di carico – Dettaglio 3 (Semigiunto - Assieme) | 154 |
| Puntone UCP per mensole UCM 50 e UCM 75 per piazzole di carico – Dettaglio 3-a (Semigiunto - Nucleo) | 155 |
| Puntone UCP per mensole UCM 50 e UCM 75 per piazzole di carico – Dettaglio 3-b (Semigiunto - Cappello) | 156 |
| Puntone UCP per mensole UCM 50 e UCM 75 per piazzole di carico – Dettagli 3-c, 3-d, 3-e (Semigiunto - Dettagli) | 157 |
| Puntone UCP per mensole UCM 50 e UCM 75 per piazzole di carico - Dettaglio 4 | 158 |
| Travetta di rinforzo 150 UHV PLUS per piazzola di carico 75x100 - Assieme | 159 |
| Travetta di rinforzo 200 UHV PLUS per piazzola di carico 50x200 - Assieme | 160 |
| Travetta di rinforzo 250 UHV PLUS per piazzola di carico 50x250 - Assieme | 161 |
| Travetta di rinforzo 300 UHV PLUS per piazzola di carico 50x300 - Assieme | 162 |



14/11/2018

PERI S.r.l.
 ING. Meroni Roberto
 Legale Rappresentante

| | |
|--|------------|
| Travette di rinforzo UHV PLUS per piazzole di carico – Dettaglio A | 163 |
| Travette di rinforzo UHV PLUS per piazzole di carico – Dettaglio B | 164 |
| Travette di rinforzo UHV PLUS per piazzole di carico – Sezione C-C | 165 |
| Travette di rinforzo UHV PLUS per piazzole di carico – Dettaglio 1 | 166 |
| Travette di rinforzo UHV PLUS per piazzole di carico – Dettaglio 2 | 167 |
| Travette di rinforzo UHV PLUS per piazzole di carico – Dettaglio 3 | 168 |
| Travette di rinforzo UHV PLUS per piazzole di carico – Dettaglio 4 | 169 |
| Travette di rinforzo UHV PLUS per piazzole di carico – Dettaglio 5 | 170 |
| Attacco ancoraggio UWT | 450 mm |
| | 800 mm |
| | 1100 mm |
| | 1400 mm |
| | 171 |

| Oggetto | TAV. |
|---|------|
| Schema di insieme normale con impalcati metallici obbligatori a tutti i piani, parasassi e scala di accesso ai piani per campi $\leq 2,5$ m | 172 |
| Schema di insieme normale con impalcati metallici obbligatori a tutti i piani, parasassi e scala di accesso ai piani per campi $\leq 2,5$ m con disposizione a torre delle diagonali di facciata | 173 |
| Schema di insieme normale con impalcati metallici obbligatori a tutti i piani, parasassi e scala di accesso ai piani per campi da 2,75/3,0 m | 174 |
| Schema di insieme normale con impalcati metallici obbligatori a tutti i piani, parasassi e scala di accesso ai piani per campi da 2,75/3,0 m con disposizione a torre delle diagonali di facciata | 175 |
| Schema di insieme con piazzola di carico da 750 mm, impalcati metallici obbligatori a tutti i piani, parasassi e scala di accesso ai piani per campi $\leq 2,0$ m | 176 |
| Schema di insieme con piazzola di carico da 500 mm, impalcati metallici obbligatori a tutti i piani e parasassi per campi $\leq 2,5$ m | 177 |
| Schema di insieme con piazzola di carico da 500 mm, impalcati metallici obbligatori a tutti i piani, parasassi e scala di accesso ai piani per campi da 2,75/3,0 m | 178 |
| Schema di insieme con piano inclinato, impalcati metallici obbligatori a tutti i piani, parasassi per campi $\leq 2,5$ m | 179 |
| Schema di insieme con piano inclinato, impalcati metallici obbligatori a tutti i piani, parasassi per campi 2,75/3,0 m | 180 |
| Schema funzionale disposizione correnti, fermapiedi metallico, tavole metalliche per campi ≤ 2.5 m | 181 |
| Schema funzionale disposizione correnti, fermapiedi metallico, tavole metalliche per campi da 2,75/3,0 m | 182 |
| Schema funzionale disposizione correnti, fermapiedi in legno, tavole metalliche per campi ≤ 2.5 m | 183 |



14/11/2018

PERI S.r.l.
 ING. Meroni Roberto
 Legale Rappresentante

| | |
|---|-------|
| Schema funzionale disposizione correnti, fermapiedi in legno, tavole metalliche per campi da 2,75/3,0 m | 184 |
| Schema funzionale con piazzola di carico da 750 mm (Sezione A-A) | 185 |
| Schema funzionale con piazzola di carico da 750 mm (Sezione D-D) | 186 |
| Schema funzionale con piazzola di carico da 750 mm (Vista B) | 187 |
| Schema funzionale con piazzola di carico da 750 mm (Sezione C-C) | 188 |
| Schema funzionale con piazzola di carico da 500 mm (Sezione A-A) | 189 |
| Schema funzionale con piazzola di carico da 500 mm (Sezione D-D) | 190 |
| Schema funzionale con piazzola di carico da 500 mm (Vista B) | 191 |
| Schema funzionale con piazzola di carico da 500 mm (Sezione C-C) | 192 |
| Schema funzionale con parasassi (Sezione C-C) | 193 |
| Schema funzionale con parasassi (Vista A) | 194 |
| Schema funzionale con parasassi (Sezione B-B) | 195 |
| Schema funzionale con parasassi in testata (Sezione C-C) | 195-1 |
| Schema funzionale con parasassi in testata (Vista A) | 195-2 |
| Schema funzionale con parasassi in testata (Sezione B-B) | 195-3 |
| Schema funzionale con impalcati metallici obbligatori a tutti i piani e scala di accesso ai piani per campi $\leq 2,5$ m | 196 |
| Schema funzionale con impalcati metallici obbligatori a tutti i piani e scala di accesso ai piani per campi da 2,75/3,0 m | 197 |
| Schema funzionale disposizione UDG 250 e fermapiedi UPY | 198 |
| Schema funzionale disposizione UDG 250 e fermapiedi UPF per campi ≤ 2.5 m | 199 |
| Schema funzionale disposizione UDG 250 e fermapiedi UPF per campi da 2,75/3,0 m | 200 |
| Schema funzionale disposizione UDG 250, Tavola con botola UAF 75x100 e fermapiedi UPY | 201 |
| Schema funzionale disposizione UDG 250, Tavola con botola UAF 75x100 e fermapiedi UPF per campi ≤ 2.5 m | 202 |
| Schema funzionale disposizione UDG 250, Tavola con botola UAF 75x100 e fermapiedi UPF per campi da 2,75/3,0 m | 203 |
| Disposizione per l'impiego delle basette regolabili con impalcati metallici obbligatori a tutti i piani | 204 |
| Ancoraggi normali | 205 |
| Ancoraggi normali | 206 |
| Ancoraggi speciali | 207 |
| Ancoraggi speciali a V | 208 |
| Condizioni limite d'impiego | 209 |
| | 210 |



14/11/2018

PERI S.r.l.
 ING. Meroni Roberto
 Legale Rappresentante

Ditta: PERI S.r.l.
Sede Legale: 20060 Basiano (MI), Via G. Carducci, 8
Stabilimento: Via I Maggio, 19 – 26010 Pozzaglio ed Uniti (CR) - Italia

PONTEGGIO METALLICO FISSO A MONTANTI E TRAVERSI PREFABBRICATI PER LAVORI DI COSTRUZIONE

Denominazione commerciale: PERI UP ROSETT FLEX
Tipo: montanti e traversi prefabbricati
Interasse campate: ≤ 3.0 m

AUTORIZZAZIONE ALLA COSTRUZIONE ED ALL'IMPIEGO

ALLEGATO A



14/11/2018



PERI S.r.l.
ING. Meroni Roberto
Legale Rappresentante

| ALLEGATO A: ELENCO | | | | | |
|--|----------|----|--|------|----|
| Oggetto | TAV. | | | | |
| Copertina | 1 | | | | |
| Elenco disegni allegato A | da 2 a 8 | | | | |
| Indicazioni generali | 9 | | | | |
| Tabella 1 A - dimensioni dei tubi a sezione circolare | 10 | | | | |
| Tabella 1 A' - dimensioni di tubi a sezione non circolare e profili chiusi | | | | | |
| Tabella 2 A - caratteristiche meccaniche di tubi e profili chiusi | 11 | | | | |
| Tabella 3 A - impieghi di tubi e profili chiusi | | | | | |
| Tabella 1 B - dimensioni di tondi - lamiere - profilati aperti | 12 | | | | |
| Tabella 2 B - caratteristiche meccaniche di tondi - lamiere - profilati aperti | 13 | | | | |
| Tabella 3 B - impieghi di tondi - lamiere - profilati aperti | 14 | | | | |
| Requisiti legno | 15 | | | | |
| Requisiti plastica | | | | | |
| Montanti UVR - Assieme | 50 cm | 16 | | | |
| | 100 cm | | | | |
| | 150 cm | | | | |
| | 200 cm | | | | |
| | 300 cm | | | | |
| | 400 cm | | | | |
| Montanti UVR - Dettaglio A | 17 | | | | |
| Spinotto | 18 | | | | |
| Piatto forato (Rosetta) | 19 | | | | |
| Elemento di partenza UVB 24 | 20 | | | | |
| Traverso UH PLUS tipo 1 - Assieme | 21 | | | | |
| Traverso UH PLUS tipo 1 - Dettaglio 1 | 22 | | | | |
| Traverso UH PLUS tipo 2 - Assieme | 23 | | | | |
| Traverso UH PLUS tipo 2 - Dettaglio 1 | 24 | | | | |
| Attacco per piatto forato | 25 | | | | |
| Cuneo | 26 | | | | |
| Corrente di facciata e di testata UH PLUS 100 - Assieme | 27 | | | | |
| Corrente di facciata e di testata UH PLUS 100 - Dettaglio 1 | 28 | | | | |
| Correnti UH PLUS tipo 1 - Assieme | 29 | | | | |
| Corrente di facciata | | | | 250 | mm |
| Corrente di facciata | | | | 335 | mm |
| Corrente di facciata | | | | 375 | mm |
| Corrente di facciata e di testata per piazzola di carico da 50 | | | | 500 | mm |
| Corrente di facciata | | | | 670 | mm |
| Corrente di facciata | | | | 720 | mm |
| Corrente di facciata e di testata per piazzola di carico da 75 ed elemento intermedio per botola | | | | 750 | mm |
| Corrente di facciata | | | | 1040 | mm |
| Corrente di facciata | | | | 1250 | mm |
| Corrente di facciata | | | | 1500 | mm |
| Corrente di facciata | | | | 1750 | mm |
| Corrente di facciata | | | | 2000 | mm |
| Corrente di facciata | | | | 2250 | mm |
| Corrente di facciata | | | | 2500 | mm |
| Corrente di facciata | | | | 2750 | mm |
| Corrente di facciata | 3000 | mm | | | |

14/11/2018



PERI S.r.l.
 ING. Meroni Roberto
 Legale Rappresentante

| ALLEGATO A: ELENCO | |
|--|-------------|
| Oggetto | TAV. |
| Correnti UH PLUS tipo 1 - Tabella dimensioni | 30 |
| Correnti UH PLUS tipo 1 – Dettaglio 1 | 31 |
| Correnti UH PLUS tipo 2 - Assieme | 32 |
| Corrente di facciata e corrente per impalcato con botola 1250 mm | |
| Corrente di facciata e corrente per impalcato con botola 1500 mm | |
| Corrente di facciata e corrente per impalcato con botola 1750 mm | |
| Corrente di facciata e corrente per impalcato con botola 2000 mm | |
| Corrente di facciata e corrente per impalcato con botola 2250 mm | |
| Corrente di facciata e corrente per impalcato con botola 2500 mm | |
| Corrente di facciata e corrente per impalcato con botola 2750 mm | |
| Corrente di facciata e corrente per impalcato con botola 3000 mm | |
| Correnti UH PLUS tipo 2 - Tabella dimensioni | 33 |
| Correnti UH PLUS tipo 2 – Dettaglio 1 | 34 |
| Diagonale di facciata UBK - Assieme | 35 |
| 250 x 500/1000/1500/2000 mm | |
| 335 x 500/1000/1500/2000 mm | |
| 375 x 500/1000/1500/2000 mm | |
| 500 x 500/1000/1500/2000 mm | |
| 670 x 500/1000/1500/2000 mm | |
| 720 x 500/1000/1500/2000 mm | |
| 750 x 500/1000/1500/2000 mm | |
| 1000 x 500/1000/1500/2000 mm | |
| 1040 x 500/1000/1500/2000 mm | |
| 1250 x 500/1000/1500/2000 mm | |
| 1500 x 500/1000/1500/2000 mm | |
| 1750 x 500/1000/1500/2000 mm | |
| 2000 x 500/1000/1500/2000 mm | |
| 2250 x 500/1000/1500/2000 mm | |
| 2500 x 500/1000/1500/2000 mm | |
| 2750 x 500/1000/1500/2000 mm | |
| 3000 x 500/1000/1500/2000 mm | |
| Diagonale di facciata UBK – Tabella dimensioni | 36 |
| Diagonale di facciata UBK – Dettaglio V e Particolare di montaggio | 37 |
| Diagonale di facciata UBK – Dettaglio 1 | 38 |
| Diagonale di facciata UBK – Dettaglio 3 (Pinza Sx) | 39 |
| Diagonale di facciata UBK – Dettaglio 4 (Pinza Dx) | 40 |
| Diagonale di facciata UBK – Dettagli 5, 6 e 7 | 41 |
| Diagonale di facciata UBK – Dettagli 2, 8 e 9 | 42 |

14/11/2018



PERI S.r.l.
 ING. Meroni Roberto
 Legale Rappresentante

ALLEGATO A: ELENCO

| Oggetto | TAV. |
|---|-----------|
| Tavola metallica UDG 250 mm - Assieme | 43 |
| 250 mm | |
| 335 mm | |
| 375 mm | |
| 500 mm | |
| 670 mm | |
| 720 mm | |
| 750 mm | |
| 1000 mm | |
| 1040 mm | |
| 1250 mm | |
| 1500 mm | |
| 1750 mm | |
| 2000 mm | |
| 2250 mm | |
| 2500 mm | |
| 2750 mm | |
| 3000 mm | |
| Tavola metallica UDG 250 mm - Manto per campo da 3000 (Dettaglio 1) | 44 |
| Tavola metallica UDG 250 mm - Manto per campi da 2500 e 2750 (Dettaglio 1) | 45 |
| Tavola metallica UDG 250 mm - Manti per campi da 1250 a 2250 (Dettaglio 1) | 46 |
| Tavola metallica UDG 250 mm - Manti per campi da 1000 e 1040 (Dettaglio 1) | 47 |
| Tavola metallica UDG 250 mm - Manto per campi da 670 a 750 (Dettaglio 1) | 48 |
| Tavola metallica UDG 250 mm - Manto per campo da 500 (Dettaglio 1) | 49 |
| Tavola metallica UDG 250 mm - Manto per campo da 375 (Dettaglio 1) | 50 |
| Tavola metallica UDG 250 mm - Manto per campo da 335 (Dettaglio 1) | 51 |
| Tavola metallica UDG 250 mm - Manto per campo da 250 (Dettaglio 1) | 52 |
| Tavola metallica UDG 250 mm - Sezione B-B e Vista E | 53 |
| Tavola metallica UDG 250 mm - Sezione C-C e Sezione D-D | 54 |
| Tavola metallica UDG 250 mm - Dettagli Manto, Dettagli X, Y, V e Z, Sezione F-F | 55 |
| Tavola metallica UDG 250 mm - Dettaglio 3 (Testata) | 56 |
| Tavola metallica UDG 250 mm - Dettaglio 3 (Testata) - Sezioni L-L, M-M, N-N, P-P, Q-Q e R-R | 57 |
| Tavola metallica UDG 250 mm - Dettaglio 2 (Elemento di sicurezza) | 58 |
| Tavola metallica UDG 250 mm - Sezione S e Sezione T | 59 |
| Tavola con botola in Alluminio e Acciaio UAF 75x100 - Assieme | 60 |
| Tavola con botola in Alluminio e Acciaio UAF 75x100 - Sezione S1 – S1 | 61 |
| Tavola con botola in Alluminio e Acciaio UAF 75x100 - Sezione S2 – S2 | 62 |
| Tavola con botola in Alluminio e Acciaio UAF 75x100 - Sezione S3 – S3 | 63 |
| Tavola con botola in Alluminio e Acciaio UAF 75x100 - Dettaglio 1 | 64 |
| Tavola con botola in Alluminio e Acciaio UAF 75x100 - Dettaglio 2 | 65 |
| Tavola con botola in Alluminio e Acciaio UAF 75x100 - Dettaglio 3 | 66 |
| Tavola con botola in Alluminio e Acciaio UAF 75x100 - Dettaglio 4 | 67 |
| Tavola con botola in Alluminio e Acciaio UAF 75x100 - Dettaglio 5 | 68 |
| Tavola con botola in Alluminio e Acciaio UAF 75x100 - Dettaglio 6 | 69 |
| Tavola con botola in Alluminio e Acciaio UAF 75x100 - Dettaglio 7 | 70 |
| Telaio di Chiusura per BOTOLA - Assieme | 71 |
| Telaio di Chiusura per BOTOLA – Sezioni A-A e B-B | 72 |

14/11/2018



PERI S.r.l.
 ING. Meroni Roberto
 Legale Rappresentante

ALLEGATO A: ELENCO

| Oggetto | TAV. |
|---|-----------|
| Telaio di Chiusura per BOTOLA – Dettaglio 1 | 73 |
| Telaio di Chiusura per BOTOLA – Dettaglio 2 | 74 |
| Telaio di Chiusura per BOTOLA – Dettaglio 3 | 75 |
| Telaio di Chiusura per BOTOLA – Dettaglio 4-5-6 | 76 |
| Tavola con botola in Alluminio e Acciaio UAF 75x100 - Schema montaggio: fase 1 | 77 |
| Tavola con botola in Alluminio e Acciaio UAF 75x100 - Schema montaggio: fase 2 | 78 |
| Tavola con botola in Alluminio e Acciaio UAF 75x100 - Schema montaggio: fase 3 | 79 |
| Tavola con botola in Alluminio e Acciaio UAF 75x100 - Schema montaggio: fase 1 (Dettaglio A) | 80 |
| Tavola con botola in Alluminio e Acciaio UAF 75x100 - Schema montaggio: fase 1 (Dettaglio B) | 81 |
| Tavola con botola in Alluminio e Acciaio UAF 75x100 - Schema montaggio: fase 1 (Dettaglio C) | 82 |
| Tavola con botola in Alluminio e Acciaio UAF 75x100 - Schema montaggio: fase 1 (Dettaglio D) | 83 |
| Tavola con botola in Alluminio e Acciaio UAF 75x100 - Schema montaggio: fase 3 (Sezioni) | 84 |
| Tavola con botola in Alluminio e Acciaio UAF 75x100 - Schema montaggio: fase 3 (Dettagli C e D) | 85 |
| Tavola con botola in Alluminio e Acciaio UAF 75x100 - Schema montaggio: fase 3 (Dettagli E e F) | 86 |
| Tavola con botola in Alluminio e Acciaio UAF 75x100 - Schema montaggio: fase 3 (Dettagli X,Y,W e Z) | 87 |
| Scala UAF 200 - Assieme | 88 |
| Scala UAF 200 - Dettagli | 89 |
| Elemento UHA - ASSIEME- | 90 |
| Elemento UHA – Dettaglio 1 | 91 |
| Elemento UHA – Dettaglio 2 | 92 |
| Elemento UHA – Dettaglio 3 | 93 |
| Elemento UHA – Schema di montaggio | 94 |
| Fermapiede UPY di facciata e di testata - Assieme | |
| 250 mm | 95 |
| 335 mm | |
| 375 mm | |
| 500 mm | |
| 670 mm | |
| 720 mm | |
| 750 mm | |
| 1000 mm | |
| 1040 mm | |
| 1250 mm | |
| 1500 mm | |
| 1750 mm | |
| 2000 mm | |
| 2250 mm | |
| 2500 mm | |
| 2750 mm | |
| 3000 mm | |
| Fermapiede UPY di facciata e di testata - Dettagli | 96 |
| Fermapiede UPY di facciata e di testata – Vista D | 97 |

14/11/2018



PERI S.r.l.
 ING. Meroni Roberto
 Legale Rappresentante

ALLEGATO A: ELENCO

| Oggetto | TAV. | |
|--|------------|------------|
| Fermapiede UPF di facciata per campi ≤ 2500 mm - Assieme | 335 mm | 98 |
| | 375 mm | |
| | 500 mm | |
| | 670 mm | |
| | 720 mm | |
| | 750 mm | |
| | 1000 mm | |
| | 1040 mm | |
| | 1250 mm | |
| | 1500 mm | |
| | 1750 mm | |
| | 2000 mm | |
| | 2250 mm | |
| | 2500 mm | |
| Fermapiede UPF di facciata per campi ≤ 2500 mm – Manto (Dettaglio 1) | 99 | |
| Fermapiede UPF di facciata per campi ≤ 2500 mm – Testata (Dettaglio 2) | 100 | |
| Fermapiede UPF di facciata per campi ≤ 2500 mm – Testata (Dettaglio 2) Vista R1 | 101 | |
| Fermapiede UPF di facciata per campi ≤ 2500 mm – Testata (Dettaglio 2) Vista R2 | 102 | |
| Fermapiede UPF di facciata per campi ≤ 2500 mm – Testata (Dettaglio 2) Vista R3 | 103 | |
| Fermapiede UPF di facciata per campi da 2750/3000 mm - Assieme | 2750 mm | 104 |
| | 3000 mm | |
| Fermapiede UPF di facciata per campi da 2750/3000 mm – Manto (Dettaglio 1) | 105 | |
| Fermapiede UPF di facciata per campi da 2750/3000 mm – Testata (Dettaglio2) | 106 | |
| Fermapiede UPF di facciata per campi da 2750/3000 mm – Testata (Dettaglio2) Vista R1 | 107 | |
| Fermapiede UPF di facciata per campi da 2750/3000 mm – Testata (Dettaglio2) Vista R2 | 108 | |
| Fermapiede UPF di facciata per campi da 2750/3000 mm – Testata (Dettaglio2) Vista R3 | 109 | |
| Dettaglio Montaggio Fermapiedi UPY in facciata | 110 | |
| Dettaglio Montaggio Fermapiedi UPF in facciata | 111 | |
| Dettaglio Montaggio Fermapiede UPY con Fermapiede UPF in facciata | 112 | |
| Dettaglio Montaggio Fermapiede UPY con Fermapiede UPY in testata Dx | 113 | |
| Dettaglio Montaggio Fermapiede UPY con Fermapiede UPY in testata Dx – Dettaglio D | 114 | |
| Dettaglio Montaggio Fermapiede UPY con Fermapiede UPY in testata Sx | 115 | |
| Dettaglio Montaggio Fermapiede UPY con Fermapiede UPY in testata Sx – Dettaglio E | 116 | |
| Dettaglio Montaggio Fermapiede UPF con Fermapiede UPF in testata Dx | 117 | |
| Dettaglio Montaggio Fermapiede UPF con Fermapiede UPF in testata Dx – Dettaglio F | 118 | |
| Dettaglio Montaggio Fermapiede UPF con Fermapiede UPY in testata Sx | 119 | |
| Dettaglio Montaggio Fermapiede UPF con Fermapiede UPY in testata Sx – Dettaglio G | 120 | |
| Basetta regolabile UJB 38-80/55 - Assieme | 505 mm | 121 |
| | 805 mm | |
| Basetta regolabile UJB 38-80/55 - Dettaglio 1 | 122 | |
| Basetta regolabile UJB 38-80/55 - Dettaglio 2 | 123 | |
| Spina a verme | 124 | |
| Mensola UCM 50 da 500 mm per piazzola di carico - Schema di montaggio con puntone | 125 | |
| Mensola UCM 50 da 500 mm per piazzola di carico – Assieme | 126 | |
| Mensola UCM 50 da 500 mm per piazzola di carico – Dettaglio A | 127 | |
| Mensola UCM 50 da 500 mm per piazzola di carico – Dettaglio B | 128 | |
| Mensola UCM 50 da 500 mm per piazzola di carico – Dettaglio C | 129 | |

14/11/2018



PERI S.r.l.
 ING. Meroni Roberto
 Legale Rappresentante

ALLEGATO A: ELENCO

| Oggetto | TAV. |
|---|------------|
| Mensola UCM 50 da 500 mm per piazzola di carico – Dettaglio D | 130 |
| Mensola UCM 50 da 500 mm per piazzola di carico – Dettaglio 2 | 131 |
| Mensola UCM 50 da 500 mm per piazzola di carico – Dettaglio 4 | 132 |
| Mensola UCM 50 da 500 mm per piazzola di carico – Dettaglio 5 | 133 |
| Mensola UCM 50 da 500 mm per piazzola di carico – Dettaglio 6 | 134 |
| Mensola UCM 50 da 500 mm per piazzola di carico – Dettaglio 7 | 135 |
| Mensola UCM 50 da 500 mm per piazzola di carico – Dettaglio 10 | 136 |
| Mensola UCM 75 da 750 mm per piazzola di carico - Schema di montaggio con puntone | 137 |
| Mensola UCM 75 da 750 mm per piazzola di carico – Assieme | 138 |
| Mensola UCM 75 da 750 mm per piazzola di carico – Dettaglio A | 139 |
| Mensola UCM 75 da 750 mm per piazzola di carico – Dettaglio B | 140 |
| Mensola UCM 75 da 750 mm per piazzola di carico – Dettaglio C | 141 |
| Mensola UCM 75 da 750 mm per piazzola di carico – Dettaglio D | 142 |
| Mensola UCM 75 da 750 mm per piazzola di carico – Dettaglio 2 | 143 |
| Mensola UCM 75 da 750 mm per piazzola di carico – Dettaglio 4 | 144 |
| Mensola UCM 75 da 750 mm per piazzola di carico – Dettaglio 5 | 145 |
| Mensola UCM 75 da 750 mm per piazzola di carico – Dettaglio 6 | 146 |
| Mensola UCM 75 da 750 mm per piazzola di carico – Dettaglio 7 | 147 |
| Mensola UCM 75 da 750 mm per piazzola di carico – Dettaglio 10 | 148 |
| Puntone UCP per mensole UCM 50 e UCM 75 per piazzole di carico - Assieme | 149 |
| Puntone UCP per mensole UCM 50 e UCM 75 per piazzole di carico - Dettaglio 1 | 150 |
| Puntone UCP per mensole UCM 50 e UCM 75 per piazzole di carico - Dettaglio 2 | 151 |
| Puntone UCP per mensole UCM 50 e UCM 75 per piazzole di carico - Dettaglio 2-X | 152 |
| Puntone UCP per mensole UCM 50 e UCM 75 per piazzole di carico - Dettaglio 2-Y | 153 |
| Puntone UCP per mensole UCM 50 e UCM 75 per piazzole di carico – Dettaglio 3 (Semigiunto - Assieme) | 154 |
| Puntone UCP per mensole UCM 50 e UCM 75 per piazzole di carico – Dettaglio 3-a (Semigiunto - Nucleo) | 155 |
| Puntone UCP per mensole UCM 50 e UCM 75 per piazzole di carico – Dettaglio 3-b (Semigiunto - Cappello) | 156 |
| Puntone UCP per mensole UCM 50 e UCM 75 per piazzole di carico – Dettagli 3-c, 3-d, 3-e (Semigiunto - Dettagli) | 157 |
| Puntone UCP per mensole UCM 50 e UCM 75 per piazzole di carico - Dettaglio 4 | 158 |
| Travetta di rinforzo 150 UHV PLUS per piazzola di carico 75x100 - Assieme | 159 |
| Travetta di rinforzo 200 UHV PLUS per piazzola di carico 50x200 - Assieme | 160 |
| Travetta di rinforzo 250 UHV PLUS per piazzola di carico 50x250 - Assieme | 161 |
| Travetta di rinforzo 300 UHV PLUS per piazzola di carico 50x300 - Assieme | 162 |
| Travette di rinforzo UHV PLUS per piazzole di carico – Dettaglio A | 163 |
| Travette di rinforzo UHV PLUS per piazzole di carico – Dettaglio B | 164 |
| Travette di rinforzo UHV PLUS per piazzole di carico – Sezione C-C | 165 |
| Travette di rinforzo UHV PLUS per piazzole di carico – Dettaglio 1 | 166 |
| Travette di rinforzo UHV PLUS per piazzole di carico – Dettaglio 2 | 167 |
| Travette di rinforzo UHV PLUS per piazzole di carico – Dettaglio 3 | 168 |
| Travette di rinforzo UHV PLUS per piazzole di carico – Dettaglio 4 | 169 |
| Travette di rinforzo UHV PLUS per piazzole di carico – Dettaglio 5 | 170 |
| Attacco ancoraggio UWT | |
| | 450 mm |
| | 800 mm |
| | 1100 mm |
| | 1400 mm |
| | 171 |

14/11/2018



PERI S.r.l.
 ING. Meroni Roberto
 Legale Rappresentante

ALLEGATO A: ELENCO

| Oggetto | TAV. |
|---|-------|
| Schema di insieme normale con impalcati metallici obbligatori a tutti i piani, parasassi e scala di accesso ai piani per campi $\leq 2,5$ m | 172 |
| Schema di insieme normale con impalcati metallici obbligatori a tutti i piani, parasassi e scala di accesso ai piani per campi $\leq 2,5$ m con disposizione a torre delle diagonali di facciata | 173 |
| Schema di insieme normale con impalcati metallici obbligatori a tutti i piani, parasassi e scala di accesso ai piani per campi da 2,75/3,0 m | 174 |
| Schema di insieme normale con impalcati metallici obbligatori a tutti i piani, parasassi e scala di accesso ai piani per campi da 2,75/3,0 m con disposizione a torre delle diagonali di facciata | 175 |
| Schema di insieme con piazzola di carico da 750 mm, impalcati metallici obbligatori a tutti i piani, parasassi e scala di accesso ai piani per campi $\leq 2,0$ m | 176 |
| Schema di insieme con piazzola di carico da 500 mm, impalcati metallici obbligatori a tutti i piani, parasassi e scala di accesso ai piani per campi $\leq 2,5$ m | 177 |
| Schema di insieme con piazzola di carico da 500 mm, impalcati metallici obbligatori a tutti i piani, parasassi e scala di accesso ai piani per campi da 2,75/3,0 m | 178 |
| Schema di insieme con piano inclinato, impalcati metallici obbligatori a tutti i piani e parasassi per campi $\leq 2,5$ m | 179 |
| Schema di insieme con piano inclinato, impalcati metallici obbligatori a tutti i piani e parasassi per campi 2,75/3,0 m | 180 |
| Schema funzionale disposizione correnti, fermapiedi metallico, tavole metalliche per campi ≤ 2.5 m | 181 |
| Schema funzionale disposizione correnti, fermapiedi metallico, tavole metalliche per campi da 2,75/3,0 m | 182 |
| Schema funzionale disposizione correnti, fermapiedi in legno, tavole metalliche per campi ≤ 2.5 m | 183 |
| Schema funzionale disposizione correnti, fermapiedi in legno, tavole metalliche per campi da 2,75/3,0 m | 184 |
| Schema funzionale con piazzola di carico da 750 mm (Sezione A-A) | 185 |
| Schema funzionale con piazzola di carico da 750 mm (Sezione D-D) | 186 |
| Schema funzionale con piazzola di carico da 750 mm (Vista B) | 187 |
| Schema funzionale con piazzola di carico da 750 mm (Sezione C-C) | 188 |
| Schema funzionale con piazzola di carico da 500 mm (Sezione A-A) | 189 |
| Schema funzionale con piazzola di carico da 500 mm (Sezione D-D) | 190 |
| Schema funzionale con piazzola di carico da 500 mm (Vista B) | 191 |
| Schema funzionale con piazzola di carico da 500 mm (Sezione C-C) | 192 |
| Schema funzionale con parasassi in facciata (Sezione C-C) | 193 |
| Schema funzionale con parasassi in facciata (Vista A) | 194 |
| Schema funzionale con parasassi in facciata (Sezione B-B) | 195 |
| Schema funzionale con parasassi di testata (Sezione C-C) | 195-1 |
| Schema funzionale con parasassi di testata (Vista A) | 195-2 |
| Schema funzionale con parasassi di testata (Sezione B-B) | 195-3 |
| Schema funzionale con impalcati metallici obbligatori a tutti i piani e scala di accesso ai piani per campi $\leq 2,5$ m | 196 |
| Schema funzionale con impalcati metallici obbligatori a tutti i piani e scala di accesso ai piani per campi da 2,75/3,0 m | 197 |
| Schema funzionale disposizione UDG 250 e fermapiedi UPY | 198 |
| Schema funzionale disposizione UDG 250 e fermapiedi UPF per campi ≤ 2.5 m | 199 |
| Schema funzionale disposizione UDG 250 e fermapiedi UPF per campi da 2,75/3,0 m | 200 |
| Schema funzionale disposizione UDG 250, Tavola con botola UAF 75x100 e fermapiedi UPY | 201 |
| Schema funzionale disposizione UDG 250, Tavola con botola UAF 75x100 e fermapiedi UPF per campi ≤ 2.5 m | 202 |
| Schema funzionale disposizione UDG 250, Tavola con botola UAF 75x100 e fermapiedi UPF per campi da 2,75/3,0 m | 203 |
| Disposizione per l'impiego delle basette regolabili con impalcati metallici obbligatori a tutti i piani | 204 |
| Ancoraggi normali | 205 |
| Ancoraggi normali | 206 |
| Ancoraggi speciali | 207 |
| Ancoraggi speciali a V | 208 |
| Condizioni limite d'impiego | 209 |
| | 210 |

14/11/2018



PERI S.r.l.
 ING. Meroni Roberto
 Legale Rappresentante

INDICAZIONI GENERALI

TOLLERANZE PER DIMENSIONI LINEARI

(Prospetto 1 della UNI EN 22768-1)

OVE NON DIVERSAMENTE INDICATO A DISEGNO

| | | | | | | | |
|------------|------|------|-------|--------|--------|---------|---------|
| da [mm] | 3 | 6.01 | 30.01 | 120.01 | 400.01 | 1000.01 | 2000.01 |
| a [mm] | 6 | 30 | 120 | 400 | 1000 | 2000 | 4000 |
| toll. [mm] | ±0.1 | ±0.2 | ±0.3 | ±0.5 | ±0.8 | ±1.2 | ±2.0 |

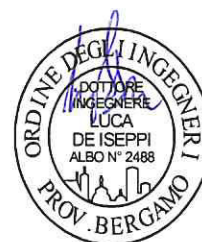
PESI DEGLI ELEMENTI:

OVE NON DIVERSAMENTE INDICATO
LA TOLLERANZA SUL PESO, RELATIVO AD UN
LOTTO MINIMO DI 1000 ELEMENTI, È DI ±5%

14/11/2018

PROTEZIONE DEGLI ELEMENTI:

GLI ELEMENTI HANNO PROTEZIONE
SUPERFICIALE CONTRO LA CORROSIONE
MEDIANTE VERNICIATURA (EN ISO 12944) O
ZINCATURA OTTENUTA PER IMMERSIONE
A CALDO (EN ISO 1461)



PERI S.r.l.

ING. Meroni Roberto
Legale Rappresentante

MARCHI:

OVE NON DIVERSAMENTE INDICATO A DISEGNO
IL MARCHIO "PERI" È SEMPRE INCISO (PROFONDITA' 0,5 mm).

TOLLERANZA SUI FORI:

OVE NON DIVERSAMENTE INDICATO A DISEGNO
LA TOLLERANZA SUI FORI è ± 0,4 mm



PERI UP ROSETT FLEX

| TAB. 1A - DIMENSIONI DEI TUBI A SEZIONE CIRCOLARE | | | | | | | | | | | |
|---|------------------------------------|----------------------|-------|------|------|------|------------------|-------------------------|----|----------|------|
| IMPIEGHI (TAB. 3A) | NORMA DI RIFER. (Circ. 28/2004) | DIMENSIONI EST. (mm) | | | | | SPESSORE s. (mm) | | | | |
| | | Ø NOM. | TOLL. | | Ø | | SPESS. NOM. | TOLL. % (Circ. 28/2004) | | SPESSORE | |
| | | | + | - | MAX. | MIN. | | + | - | MAX. | MIN. |
| 1 | UNI EN 10219-2 | 38 | 0,5 | 0,5 | 38,5 | 37,5 | 3,2 | 10 | 10 | 3,52 | 2,88 |
| 2 | UNI EN 10219-2 | 38 | 0,5 | 0,5 | 38,5 | 37,5 | 5,0 | 10 | 10 | 5,50 | 4,50 |
| 3 | UNI EN 10219-2 | 42,4 | 0,5 | 0,5 | 42,9 | 41,9 | 2,6 | 10 | 10 | 2,86 | 2,34 |
| 4 | UNI EN 10219-2 | 48,3 | 0,5 | 0,5 | 48,8 | 47,8 | 3,2 | 10 | 10 | 3,52 | 2,88 |
| 5 | UNI EN 10219-2 | 48,3 | 0,5 | 0,5 | 48,8 | 47,8 | 3,6 | 10 | 10 | 3,96 | 3,24 |
| 6 | UNI EN 10219-2 | 57 | 0,57 | 0,57 | 57,6 | 56,4 | 3,2 | 10 | 10 | 3,52 | 2,88 |

| TAB. 1A' - DIMENSIONI DI TUBI A SEZIONE NON CIRCOLARE E PROFILI CHIUSI | | | | | | | | | | | |
|--|------------------------------------|----------------------|-------|-----|-------|------|------------------|-------------------------|------|----------|------|
| IMPIEGHI (TAB. 3A) | NORMA DI RIFER. (Circ. 28/2004) | DIMENSIONI EST. (mm) | | | | | SPESSORE s. (mm) | | | | |
| | | B x H NOM. | TOLL. | | B x H | | SPESS. NOM. | TOLL. % (Circ. 28/2004) | | SPESSORE | |
| | | | + | - | MAX. | MIN. | | + | - | MAX. | MIN. |
| 7 | UNI EN 10219-2 | 60 | 0,6 | 0,6 | 60,6 | 59,4 | 2,0 | 10 | 10 | 2,20 | 1,80 |
| | | 30 | 0,5 | 0,5 | 30,5 | 29,5 | | | | | |
| 8 | UNI EN 755-7 | 33,5 | 0,5 | 0,5 | 34 | 33 | 1,5 | 0,30 | 0,30 | 1,80 | 1,20 |
| | | 30 | 0,5 | 0,5 | 30,5 | 29,5 | | | | | |
| 9 | UNI EN 755-7 | 40 | 0,5 | 0,5 | 40,5 | 39,5 | 1,5 | 0,30 | 0,30 | 1,80 | 1,20 |
| | | 25 | 0,3 | 0,3 | 25,3 | 24,7 | | | | | |
| 10 | UNI EN 10219-2 | 60 | 0,6 | 0,6 | 60,6 | 59,4 | 3,0 | 10 | 10 | 3,30 | 2,70 |
| | | 30 | 0,5 | 0,5 | 30,5 | 29,5 | | | | | |
| 11 | UNI EN 10219-2 | 50 | 0,5 | 0,5 | 50,5 | 49,5 | 2,0 | 10 | 10 | 2,20 | 1,80 |
| | | 30 | 0,5 | 0,5 | 30,5 | 29,5 | | | | | |
| 12 | UNI EN 10219-2 | 30 | 0,5 | 0,5 | 30,5 | 29,5 | 2,0 | 10 | 10 | 2,20 | 1,80 |
| | | 30 | 0,5 | 0,5 | 30,5 | 29,5 | | | | | |
| 13 | UNI EN 10219-2 | 40 | 0,5 | 0,5 | 40,5 | 39,5 | 3,0 | 10 | 10 | 3,30 | 2,70 |
| | | 20 | 0,5 | 0,5 | 20,5 | 19,5 | | | | | |

14/11/2018



PERI S.r.l.
ING. Meroni Roberto
Legale Rappresentante

| TABELLA 2A - CARATTERISTICHE MECCANICHE DI TUBI E PROFILI CHIUSI | | | | | | | | |
|--|-----------|-----------------|--------------------|-------------------------------|--------------------------------|----------------------------|---------------|----------------|
| IMPIEGHI (TAB. 3A) | TIPOLOGIA | NORMA RIFER. | DIMENSIONI (mm) | CARATTERISTICHE DI RESISTENZA | | | | |
| | | | | Materiale | fy 0,2 (N/mm ²) | ft (N/mm ²) | All % 5,65 | All % 80 mm |
| 1 | TUBO | UNI EN 10219-1 | 38x3,2 | S275J2G3 | ≥ 275 | 410 - 560 | ≥ 18 | - |
| 2 | TUBO | UNI EN 10219-1 | 38x5 | S355J2G4 | ≥ 355 | 470 - 630 | ≥ 18 | - |
| 3 | TUBO | UNI EN 10219-1 | 42,4x2,6 | S235JRH | ≥ 235 | 360 - 510 | - | ≥ 17 |
| 4 | TUBO | UNI EN 10219-1 | 48,3x3,2 | S275J2G3 | ≥ 275 | 410 - 560 | ≥ 20 | - |
| 5 | TUBO | UNI EN 10219-1 | 48,3x3,6 | S355J2G4 | ≥ 355 | 470 - 630 | ≥ 18 | - |
| 6 | TUBO | UNI EN 10219-1 | 57x3,2 | S275J2G3 | ≥ 275 | 410 - 560 | ≥ 20 | - |
| 7 | TUBO | UNI EN 10219-1 | 60x30x2 | S355J2H | ≥ 355 | 510 - 680 | - | ≥ 20 |
| 8 | TUBO | UNI EN 755-2 | 33,5x30x1,5 | EN AW 6005 T6 | ≥ 225 | ≥ 270 | ≥ 8 | ≥ 6 |
| 9 | TUBO | UNI EN 755-2 | 40x25x1,5 | EN AW 6005 T6 | ≥ 225 | ≥ 270 | ≥ 8 | ≥ 6 |
| 10 | TUBO | UNI EN 10219-1 | 60x30x3 | S355J2H | ≥ 355 | 490 - 630 | ≥ 20 | - |
| 11 | TUBO | UNI EN 10219-1 | 50x30x2 | S235JRH | ≥ 235 | 360 - 510 | - | ≥ 17 |
| 12 | TUBO | UNI EN 10219-1 | 30x30x2 | S235JRH | ≥ 235 | 360 - 510 | - | ≥ 17 |
| 13 | TUBO | UNI EN 10219-1 | 40x20x3 | S355J0H | ≥ 355 | 470 - 630 | ≥ 20 | - |

| TAB. 3A - IMPIEGHI DI TUBI E PROFILI CHIUSI | |
|---|---|
| 1 | Spinotto per montanti UVR, spinotto per mensole UCM da 500 e 750 per piazzole di carico |
| 2 | Tubo per basetta regolabile UJB |
| 3 | Tubo per diagonale di facciata UBK |
| 4 | Tubo per montante UVR, per mensole UCM da 500 e 750 per piazzole di carico e puntone UCP per mensole |
| 5 | Tubo per elemento di partenza UVB 24 e barra di ancoraggio UWT |
| 6 | Tubo per elemento di partenza UVB 24 |
| 7 | Tubo per corrente UH PLUS tipo 1 e tipo 2, per mensole UCM da 500 e 750 per piazzole di carico |
| 8 | Tubo per pioli scala in alluminio UAF 200 |
| 9 | Tubo per montanti scala in alluminio UAF 200 |
| 10 | Tubo per traverso UH PLUS tipo 1 e tipo 2, per corrente UH PLUS 100 e per travette di rinforzo UHV per piazzole di carico |
| 11 | Tubo per mensole UCM da 500 e 750 per piazzole di carico |
| 12 | Tubo per mensole UCM da 500 e 750 per piazzole di carico |
| 13 | Tubo per travette di rinforzo UHV |

14/11/2018



PERI S.r.l.
 ING. Meroni Roberto
 Legale Rappresentante

TABELLA 1B - DIMENSIONE DI TONDI - LAMIERE - PROFILATI APERTI

| IMPIEGHI (TAB. 3B) | NORMA DI RIFER. | PROFILI | tondi | | | | | profilati/lamiere | | | | |
|-----------------------|--------------------|---------|-----------|---------------|-----|--------------------|------|-------------------|---------------|------|--------------------|------|
| | | | φ [mm] | Toll. [mm] | | Dimensione [mm] | | sp. (mm) | Toll. [mm] | | Dimensione [mm] | |
| | | | | + | - | max. | min. | | + | - | max. | min. |
| 1 | UNI EN 10143 | lamiera | | | | | | 0,75 | 0,07 | 0,07 | 0,82 | 0,68 |
| 2 | UNI EN 10143 | lamiera | | | | | | 1,4 | 0,13 | 0,13 | 1,53 | 1,27 |
| 3 | UNI EN 10051 | lamiera | | | | | | 3,0 | 0,20 | 0,20 | 3,20 | 2,80 |
| 4 | UNI EN 10051 | lamiera | | | | | | 4,0 | 0,25 | 0,25 | 4,25 | 3,75 |
| 5 | UNI EN 10051 | lamiera | | | | | | 4,0 | 0,22 | 0,22 | 4,22 | 3,78 |
| 6 | UNI EN 10051 | lamiera | | | | | | 5,0 | 0,28 | 0,28 | 5,28 | 4,72 |
| 7 | UNI EN 10051 | lamiera | | | | | | 5,0 | 0,24 | 0,24 | 5,24 | 4,76 |
| 8 | UNI EN 1386 | lamiera | | | | | | 5,0 | 0,40 | 0,40 | 5,40 | 4,60 |
| 9 | UNI EN 10051 | lamiera | | | | | | 6,0 | 0,26 | 0,26 | 6,26 | 5,74 |
| 10 | UNI EN 10051 | lamiera | | | | | | 8,0 | 0,33 | 0,33 | 8,33 | 7,67 |
| 11 | UNI EN 10051 | lamiera | | | | | | 8,0 | 0,33 | 0,33 | 8,33 | 7,67 |
| 12 | UNI EN 10051 | lamiera | | | | | | 8,0 | 0,29 | 0,29 | 8,29 | 7,71 |
| 13 | UNI EN 10051 | lamiera | | | | | | 8,0 | 0,33 | 0,33 | 8,33 | 7,67 |
| 14 | UNI EN 755-9 | lamiera | | | | | | 8,0 | 0,25 | 0,25 | 8,25 | 7,75 |
| 15 | UNI EN 10060 | tondo | 8,0 | 0,4 | 0,4 | 8,4 | 7,6 | | | | | |
| 16 | UNI EN 10060 | tondo | 9,0 | 0,4 | 0,4 | 9,4 | 8,6 | | | | | |
| 17 | UNI EN 10060 | tondo | 14,0 | 0,4 | 0,4 | 14,4 | 13,6 | | | | | |
| 18 | UNI EN 10060 | tondo | 18,0 | 0,5 | 0,5 | 18,5 | 17,5 | | | | | |
| 19 | UNI EN 10060 | tondo | 8,0 | 0,4 | 0,4 | 8,4 | 7,6 | | | | | |

14/11/2018



PERI S.r.l.
ING. Meroni Roberto
Legale Rappresentante

| TABELLA 2B - CARATTERISTICHE MECCANICHE DI TONDI-LAMIERE-PROFILATI APERTI | | | | | | | | |
|---|--------------------|-------------|---------------------|-------------------------------|--------------------------------|----------------------------|---------------|-------------------|
| IMPIEGHI (TAB. 3B) | NORMA DI RIFER. | PROFIL I | sp./ ϕ (mm) | CARATTERISTICHE DI RESISTENZA | | | | |
| | | | | Materiale | fy 0,2 (N/mm ²) | ft (N/mm ²) | All % 5,65 | All % 50/80 mm |
| 1 | UNI EN 10346 | Lamiera | 0,75 | S350GD | ≥ 350 | ≥ 420 | - | ≥ 16 |
| 2 | UNI EN 10346 | Lamiera | 1,4 | S350GD | ≥ 350 | ≥ 420 | - | ≥ 16 |
| 3 | UNI EN 10025-2 | Lamiera | 3,0 | S235JR | ≥ 235 | 340-470 | ≥ 26 | - |
| 4 | UNI EN 10149-2 | Lamiera | 2,7/4 | S355MC | ≥ 355 | 430-550 | ≥ 23 | ≥ 19 |
| 5 | UNI EN 10025-2 | Lamiera | 4,0 | S235JR | ≥ 235 | 340-470 | ≥ 26 | - |
| 6 | UNI EN 10149-2 | Lamiera | 5,0 | S355MC | ≥ 355 | 430-550 | ≥ 23 | ≥ 19 |
| 7 | UNI EN 10025-2 | Lamiera | 5,0 | S235JR | ≥ 235 | 340-470 | ≥ 26 | - |
| 8 | UNI EN 1386 | Lamiera | 5,0 | EN AW5754 H224 | ≥ 130 | ≥ 220 | - | ≥ 8 |
| 9 | UNI EN 10025-2 | Lamiera | 6,0 | S235JR | ≥ 235 | 340-470 | ≥ 26 | - |
| 10 | UNI EN 10025-2 | Lamiera | 8,0 | S355J2G3 | ≥ 355 | 490-630 | ≥ 22 | - |
| 11 | UNI EN 10025-2 | Lamiera | 8,0 | S355J2D | ≥ 355 | 490-630 | ≥ 22 | - |
| 12 | UNI EN 10025-2 | Lamiera | 8,0 | S235JR | ≥ 235 | 340-470 | ≥ 26 | - |
| 13 | UNI EN 10149-2 | Lamiera | 8,0 | S355MC | ≥ 355 | 430-550 | ≥ 23 | ≥ 19 |
| 14 | UNI EN 755-2 | Lamiera | 8,0 | EN AW5083 H111 | ≥ 110 | ≥ 270 | ≥ 12 | ≥ 10 |
| 15 | UNI EN 10025-2 | Tondo | 8,0 | S355JR | ≥ 355 | 490-630 | ≥ 22 | - |
| 16 | UNI EN 10025-2 | Tondo | 9,0 | S355J2G3 | ≥ 355 | 490-630 | ≥ 22 | - |
| 17 | UNI EN 10025-2 | Tondo | 14,0 | S355J2 | ≥ 355 | 490-630 | ≥ 22 | - |
| 18 | UNI EN 10025-2 | Tondo | 18,0 | S355JRG2 | ≥ 355 | 490-630 | ≥ 22 | - |
| 19 | UNI EN 10025-2 | Tondo | 8,0 | S235JR | ≥ 235 | 340-470 | ≥ 26 | - |

14/11/2018



PERI S.r.l.
 ING. Meroni Roberto
 Legale Rappresentante

| TAB. 3B - IMPIEGHI DI TONDI - LAMIERE – PROFILATI APERTI | |
|--|---|
| 1 | Lamiera per fermapiede metallico UPY |
| 2 | Manto per tavole metallica UDG da 250 mm |
| 3 | Lamiera profili telaio tavola con botola UAF 750x1000 mm, per travette di rinforzo UHV PLUS per piazzole di carico e per telaio chiusura botola |
| 4 | Lamiera per testata e ganci per tavola metallica UDG da 250 mm |
| 5 | Lamiera per cerniera telaio tavola con botola UAF 750x1000 mm |
| 6 | Lamiera per ganci telaio tavola con botola UAF 750x1000 mm |
| 7 | Lamiera per gancio scala UAF 200, per travette di rinforzo UHV PLUS e basetta regolabile UJB |
| 8 | Lamiera per sportello tavola con botola UAF 750x1000 mm |
| 9 | Lamiera per ganci mensole UCM da 500 e 750 per piazzole di carico, puntone mensole UCP per piazzole di carico, cuneo tavola con botola UAF 750x1000 mm ed elemento UHA |
| 10 | Piatto forato (rosetta) per montanti UVR, elemento di partenza UVB e mensole UCM da 500 e 750 per piazzole di carico |
| 11 | Cuneo per traverso UH PLUS tipo 1 e tipo 2, per corrente UH PLUS 100, per corrente UH PLUS tipo 1 e tipo 2, per travette di rinforzo UHV per piazzole di carico e mensole UCM da 500 e 750 per piazzole di carico |
| 12 | Piatti per puntone mensole UCP per piazzole di carico ed elemento UHA |
| 13 | Piatto da 8 mm per elemento UHA |
| 14 | Piatto per cerniera coperchio tavola con botola UAF 750x1000 mm |
| 15 | Tondo per tavola metallica UDG da 250 mm |
| 16 | Spina a verme |
| 17 | Tondo per diagonale di facciata UBK |
| 18 | Tondo per barra di ancoraggio UWT |
| 19 | Tondo per telaio chiusura botola |

14/11/2018



TAV. 14

PERI S.r.l.
 ING. Meroni Roberto
 Legale Rappresentante

Requisiti legno

Nel nostro caso il manto del fermapiEDE è costituito da legno massello classe S10 del tipo resinoso (Abete rosso della Germania o Austria secondo la normativa tedesca DIN 4074) che corrisponde alla classe C24 secondo la normativa europea.

Le caratteristiche meccaniche, secondo la UNI EN 338, sono riassunte nella seguente tabella:

Table 1 — Strength classes - Characteristic values

| | | Softwood species | | | | | | | | | | Hardwood species | | | | | | | | | |
|--|---------------|------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | | C14 | C16 | C18 | C20 | C22 | C24 | C27 | C30 | C35 | C40 | C45 | C50 | D18 | D24 | D30 | D35 | D40 | D50 | D60 | D70 |
| Strength properties (in N/mm²) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Bending | $f_{m,k}$ | 14 | 16 | 18 | 20 | 22 | 24 | 27 | 30 | 35 | 40 | 45 | 50 | 18 | 24 | 30 | 35 | 40 | 50 | 60 | 70 |
| Tension parallel | $f_{t,0,k}$ | 8 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 16 | 18 | 21 | 24 | 27 | 30 | 11 | 14 | 18 | 21 | 24 | 30 | 36 | 42 |
| Tension perpendicular | $f_{t,90,k}$ | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,6 |
| Compression parallel | $f_{c,0,k}$ | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 25 | 26 | 27 | 29 | 18 | 21 | 23 | 25 | 26 | 29 | 32 | 34 |
| Compression perpendicular | $f_{c,90,k}$ | 2,0 | 2,2 | 2,2 | 2,3 | 2,4 | 2,5 | 2,6 | 2,7 | 2,8 | 2,9 | 3,1 | 3,2 | 7,5 | 7,8 | 8,0 | 8,1 | 8,3 | 9,3 | 10,5 | 13,5 |
| Shear | $f_{v,k}$ | 3,0 | 3,2 | 3,4 | 3,6 | 3,8 | 4,0 | 4,0 | 4,0 | 4,0 | 4,0 | 4,0 | 4,0 | 3,4 | 4,0 | 4,0 | 4,0 | 4,0 | 4,0 | 4,5 | 5,0 |
| Stiffness properties (in kN/mm²) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Mean modulus of elasticity parallel | $E_{0,mean}$ | 7 | 8 | 9 | 9,5 | 10 | 11 | 11,5 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 9,5 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 17 | 20 |
| 5 % modulus of elasticity parallel | $E_{0,05}$ | 4,7 | 5,4 | 6,0 | 6,4 | 6,7 | 7,4 | 7,7 | 8,0 | 8,7 | 9,4 | 10,0 | 10,7 | 8 | 8,5 | 9,2 | 10,1 | 10,9 | 11,8 | 14,3 | 16,8 |
| Mean modulus of elasticity perpendicular | $E_{90,mean}$ | 0,23 | 0,27 | 0,30 | 0,32 | 0,33 | 0,37 | 0,38 | 0,40 | 0,43 | 0,47 | 0,50 | 0,53 | 0,63 | 0,67 | 0,73 | 0,80 | 0,86 | 0,93 | 1,13 | 1,33 |
| Mean shear modulus | G_{mean} | 0,44 | 0,5 | 0,56 | 0,59 | 0,63 | 0,69 | 0,72 | 0,75 | 0,81 | 0,88 | 0,94 | 1,00 | 0,59 | 0,62 | 0,69 | 0,75 | 0,81 | 0,88 | 1,06 | 1,25 |

Requisiti plastica

Polypropylene Daplen EF209AE è un minerale riempito elastomero modificato composto di polipropilene 20% destinato per stampaggio ad iniezione.

Proprietà fisiche

| | | |
|---|-------------------------|-----------------|
| Densità | 1040 kg / mc | ISO 1183 |
| Indice di fluidità (230 ° C / 2,16 kg) | 22 g / 10 min | ISO 1133 |
| Modulo a flessione (2 mm / min) | 1.700 MPa | ISO 178 |
| Resistenza alla trazione (50 mm / min) | 17 MPa | ISO 527-2 |
| Temperatura di deflessione della temperatura B (0,45 MPa) | 90 ° C | ISO 75-2 |
| Coefficiente di dilatazione termica (-30 ° C / 80 ° C) | 45 um / mK | Metodo Borealis |
| Forza Charpy Impact, scanalata (23 ° C) | 60 kJ / m ² | ISO 179 / 1ea |
| Forza Charpy Impact, con intaglio (-20 ° C) | 6,5 kJ / m ² | ISO 179 / 1ea |

Valori determinati su provini stampati ad iniezione standard, condizionati a 23 ° C e 50% di umidità relativa in volta almeno 96 ore di archiviazione.

Questo prodotto è lavorato con presse ad iniezione standard. Per evitare l'umidità residua da trasporto o da conservazione, il materiale viene pre-essiccato circa 2 ore a 80 ° C.

14/11/2018



PERI S.r.l.
 ING. Meroni Roberto
 Legale Rappresentante




14/11/2018

PERI S.r.l.
ING. Meroni Roberto
Legale Rappresentante

Finitura superficiale: zincatura
Tolleranza peso $\pm 5\%$ su lotti di 1000 pezzi.

| | A1 (mm) | A (mm) | L (mm) | PESO TOT. ZINCATO (daN) |
|--|------------|-----------|-----------|-------------------------------|
| corrente di facciata | 168,7 | 250 | 203,7 | 1.4 |
| corrente di facciata | 253,7 | 335 | 288,7 | 1.7 |
| corrente di facciata | 293,7 | 375 | 328,7 | 1.8 |
| corrente di facciata e di testata per piazzola di carico da 50 | 418,7 | 500 | 453,7 | 2.1 |
| corrente di facciata | 588,7 | 670 | 623,7 | 2.6 |
| corrente di facciata | 638,7 | 720 | 673,7 | 2.7 |
| corrente di facciata e di testata per piazzola di carico da 75 ed elemento intermedio per botola | 668,7 | 750 | 703,7 | 2.8 |
| corrente di facciata | 958,7 | 1040 | 993,7 | 3.5 |
| corrente di facciata | 1168,7 | 1250 | 1203,7 | 4.0 |
| corrente di facciata | 1418,7 | 1500 | 1453,7 | 4.7 |
| corrente di facciata | 1668,7 | 1750 | 1703,7 | 5.4 |
| corrente di facciata | 1918,7 | 2000 | 1953,7 | 6.1 |
| corrente di facciata | 2168,7 | 2250 | 2203,7 | 6.7 |
| corrente di facciata | 2418,7 | 2500 | 2453,7 | 7.4 |
| corrente di facciata | 2668,7 | 2750 | 2703,7 | 8.0 |
| corrente di facciata | 2918,7 | 3000 | 2953,7 | 8.7 |

| | | | | | |
|---|---|----------|--------|---------------------|----|
|  | Descrizione | | | Sistema | |
| | Corrente UH PLUS tipo 1 - Tabella dimensioni | | | PERI UP ROSETT FLEX | |
| | DIS. N° | VERSIONE | FOGLIO | TAV. | 30 |
| | A027.000A1302 | B | 1/1 | | |




14/11/2018

PERI S.r.l.
ING. Meroni Roberto
Legale Rappresentante

Finitura superficiale: zincatura
Tolleranza peso $\pm 5\%$ su lotti di 1000 pezzi.

| | A1 (mm) | A2 (mm) | A (mm) | L (mm) | PESO TOT. ZINCATO (daN) |
|--|------------|------------|-----------|-----------|-------------------------------|
| corrente di facciata e corrente per impalcato con botola da 1,25 m | 1168,7 | 125 | 1250 | 1203,7 | 4.0 |
| corrente di facciata e corrente per impalcato con botola da 1,50 m | 1418,7 | 375 | 1500 | 1453,7 | 4.7 |
| corrente di facciata e corrente per impalcato con botola da 1,75 m | 1668,7 | 625 | 1750 | 1703,7 | 5.4 |
| corrente di facciata e corrente per impalcato con botola da 2,00 m | 1918,7 | 875 | 2000 | 1953,7 | 6.1 |
| corrente di facciata e corrente per impalcato con botola da 2,25 m | 2168,7 | 875 | 2250 | 2203,7 | 6.7 |
| corrente di facciata e corrente per impalcato con botola da 2,50 m | 2418,7 | 875 | 2500 | 2453,7 | 7.4 |
| corrente di facciata e corrente per impalcato con botola da 2,75 m | 2668,7 | 875 | 2750 | 2703,7 | 8.0 |
| corrente di facciata e corrente per impalcato con botola da 3,00 m | 2918,7 | 875 | 3000 | 2953,7 | 8.7 |

| | | | | | |
|---|--|----------|--------|---------------------|----|
|  | Descrizione | | | Sistema | |
| | Corrente UH PLUS tipo 2 - Tabella dimensioni | | | PERI UP ROSETT FLEX | |
| | DIS. N° | VERSIONE | FOGLIO | TAV. | 33 |
| | A027.000A1302 | B | 1/1 | | |



14/11/2018

PERI S.r.l
ING. Meroni Roberto
Legale Rappresentante

Finitura superficiale:
zincatura
Tolleranza peso $\pm 5\%$ su
lotti di 1000 pezzi.

| Diagonale di facciata per campi da A X H | | | A | B | L | Ltot | α | PESO TOT. ZINCATO (daN) |
|--|---|------|------|------|------|------|----------|----------------------------|
| | | | (mm) | (mm) | (mm) | (mm) | (°) | |
| 250 | X | 500 | 250 | 84 | 507 | 537 | 80,5 | 2,9 |
| 335 | X | 500 | 335 | 169 | 528 | 558 | 71,3 | 2,9 |
| 375 | X | 500 | 375 | 209 | 542 | 572 | 67,3 | 3,0 |
| 500 | X | 500 | 500 | 334 | 601 | 631 | 56,3 | 3,1 |
| 670 | X | 500 | 670 | 504 | 710 | 740 | 44,8 | 3,4 |
| 720 | X | 500 | 720 | 554 | 746 | 776 | 42,1 | 3,5 |
| 750 | X | 500 | 750 | 584 | 769 | 799 | 40,6 | 3,5 |
| 1000 | X | 500 | 1000 | 834 | 972 | 1002 | 30,9 | 4,1 |
| 1040 | X | 500 | 1040 | 874 | 1007 | 1037 | 29,8 | 4,1 |
| 1250 | X | 500 | 1250 | 1084 | 1194 | 1224 | 24,8 | 4,6 |
| 1500 | X | 500 | 1500 | 1334 | 1425 | 1455 | 20,5 | 5,2 |
| 1750 | X | 500 | 1750 | 1584 | 1661 | 1691 | 17,5 | 5,8 |
| 2000 | X | 500 | 2000 | 1834 | 1901 | 1931 | 15,2 | 6,4 |
| 2250 | X | 500 | 2250 | 2084 | 2143 | 2173 | 13,5 | 7,0 |
| 2500 | X | 500 | 2500 | 2334 | 2387 | 2417 | 12,1 | 7,7 |
| 2750 | X | 500 | 2750 | 2584 | 2632 | 2662 | 11,0 | 8,3 |
| 3000 | X | 500 | 3000 | 2834 | 2878 | 2908 | 10,0 | 8,9 |
| 250 | X | 1000 | 250 | 84 | 1004 | 1034 | 85,2 | 4,1 |
| 335 | X | 1000 | 335 | 169 | 1014 | 1044 | 80,4 | 4,2 |
| 375 | X | 1000 | 375 | 209 | 1022 | 1052 | 78,2 | 4,2 |
| 500 | X | 1000 | 500 | 334 | 1054 | 1084 | 71,5 | 4,3 |
| 670 | X | 1000 | 670 | 504 | 1120 | 1150 | 63,3 | 4,4 |
| 720 | X | 1000 | 720 | 554 | 1143 | 1173 | 61,0 | 4,5 |
| 750 | X | 1000 | 750 | 584 | 1158 | 1188 | 59,7 | 4,5 |
| 1000 | X | 1000 | 1000 | 834 | 1302 | 1332 | 50,2 | 4,9 |
| 1040 | X | 1000 | 1040 | 874 | 1328 | 1358 | 48,8 | 5,0 |
| 1250 | X | 1000 | 1250 | 1084 | 1475 | 1505 | 42,7 | 5,3 |
| 1500 | X | 1000 | 1500 | 1334 | 1667 | 1697 | 36,9 | 5,8 |
| 1750 | X | 1000 | 1750 | 1584 | 1873 | 1903 | 32,3 | 6,4 |
| 2000 | X | 1000 | 2000 | 1834 | 2089 | 2119 | 28,6 | 6,9 |
| 2250 | X | 1000 | 2250 | 2084 | 2312 | 2342 | 25,6 | 7,5 |
| 2500 | X | 1000 | 2500 | 2334 | 2539 | 2569 | 23,2 | 8,1 |
| 2750 | X | 1000 | 2750 | 2584 | 2771 | 2801 | 21,2 | 8,6 |
| 3000 | X | 1000 | 3000 | 2834 | 3005 | 3035 | 19,4 | 9,2 |
| 250 | X | 1500 | 250 | 84 | 1502 | 1532 | 86,8 | 5,4 |
| 335 | X | 1500 | 335 | 169 | 1509 | 1539 | 83,6 | 5,4 |
| 375 | X | 1500 | 375 | 209 | 1514 | 1544 | 82,1 | 5,4 |
| 500 | X | 1500 | 500 | 334 | 1537 | 1567 | 77,4 | 5,5 |
| 670 | X | 1500 | 670 | 504 | 1582 | 1612 | 71,4 | 5,6 |
| 720 | X | 1500 | 720 | 554 | 1599 | 1629 | 69,7 | 5,7 |
| 750 | X | 1500 | 750 | 584 | 1610 | 1640 | 68,7 | 5,7 |
| 1000 | X | 1500 | 1000 | 834 | 1716 | 1746 | 60,9 | 6,0 |
| 1040 | X | 1500 | 1040 | 874 | 1736 | 1766 | 59,8 | 6,0 |
| 1250 | X | 1500 | 1250 | 1084 | 1851 | 1881 | 54,1 | 6,3 |
| 1500 | X | 1500 | 1500 | 1334 | 2007 | 2037 | 48,4 | 6,7 |
| 1750 | X | 1500 | 1750 | 1584 | 2182 | 2212 | 43,4 | 7,1 |
| 2000 | X | 1500 | 2000 | 1834 | 2369 | 2399 | 39,3 | 7,6 |
| 2250 | X | 1500 | 2250 | 2084 | 2568 | 2598 | 35,7 | 8,1 |
| 2500 | X | 1500 | 2500 | 2334 | 2774 | 2804 | 32,7 | 8,7 |
| 2750 | X | 1500 | 2750 | 2584 | 2988 | 3018 | 30,1 | 9,2 |
| 3000 | X | 1500 | 3000 | 2834 | 3206 | 3236 | 27,9 | 9,8 |
| 250 | X | 2000 | 250 | 84 | 2002 | 2032 | 87,6 | 6,7 |
| 335 | X | 2000 | 335 | 169 | 2007 | 2037 | 85,2 | 6,7 |
| 375 | X | 2000 | 375 | 209 | 2011 | 2041 | 84,0 | 6,7 |
| 500 | X | 2000 | 500 | 334 | 2028 | 2058 | 80,5 | 6,8 |
| 670 | X | 2000 | 670 | 504 | 2063 | 2093 | 75,9 | 6,8 |
| 720 | X | 2000 | 720 | 554 | 2075 | 2105 | 74,5 | 6,9 |
| 750 | X | 2000 | 750 | 584 | 2084 | 2114 | 73,7 | 6,9 |
| 1000 | X | 2000 | 1000 | 834 | 2167 | 2197 | 67,4 | 7,1 |
| 1040 | X | 2000 | 1040 | 874 | 2183 | 2213 | 66,4 | 7,1 |
| 1250 | X | 2000 | 1250 | 1084 | 2275 | 2305 | 61,5 | 7,4 |
| 1500 | X | 2000 | 1500 | 1334 | 2404 | 2434 | 56,3 | 7,7 |
| 1750 | X | 2000 | 1750 | 1584 | 2551 | 2581 | 51,6 | 8,1 |
| 2000 | X | 2000 | 2000 | 1834 | 2714 | 2744 | 47,5 | 8,5 |
| 2250 | X | 2000 | 2250 | 2084 | 2888 | 2918 | 43,8 | 8,9 |
| 2500 | X | 2000 | 2500 | 2334 | 3074 | 3104 | 40,6 | 9,4 |
| 2750 | X | 2000 | 2750 | 2584 | 3268 | 3298 | 37,7 | 9,9 |
| 3000 | X | 2000 | 3000 | 2834 | 3469 | 3499 | 35,2 | 10,4 |



Descrizione

Systema

Diagonale di facciata UBK - Tabella dimensioni

PERI UP ROSETT FLEX

DIS. N°

VERSIONE

FOGLIO

TAV.

A027.000D0110-3

F

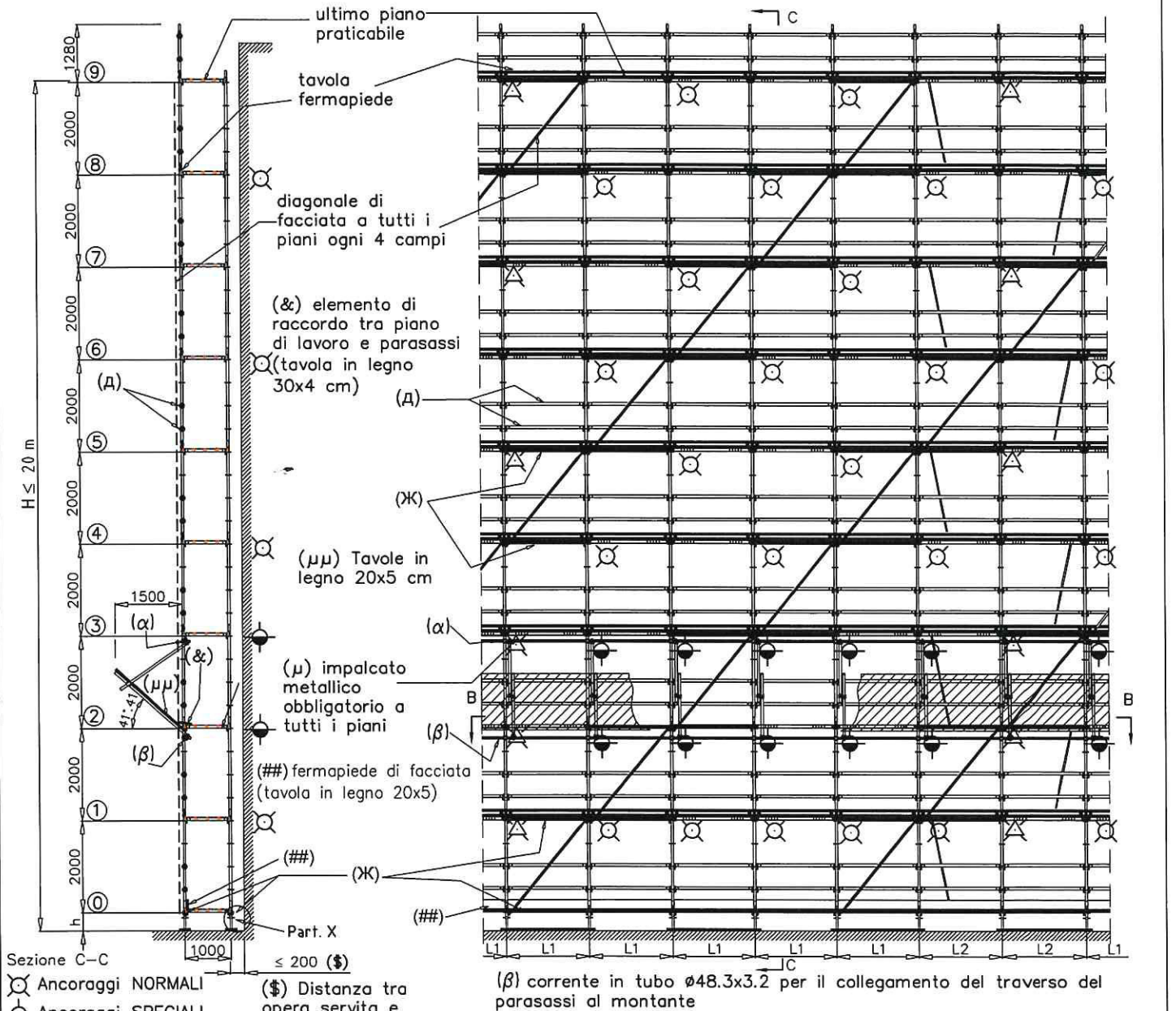
1/1

36

per le condizioni limite di impiego vedi TAV. 209-210

(α) corrente in tubo $\varnothing 48.3 \times 3.2$ per il collegamento del tirante del parasassi al montante

Parasassi in tubi e giunti regolarmente autorizzati



- Sezione C-C
- ⊗ Ancoraggi NORMALI
 - ⊙ Ancoraggi SPECIALI
 - ⊗ Ancoraggi SPECIALI a V
 - ($\$$) Distanza tra opera servita e filo impalcato

L1=250/335/375/500/670/720/750/1000/
1040/1250/1500/1750/2000/2250/2500
L2=1000/1250/1500/1750/2000/2250/2500

(A) corrente UH PLUS di parapetto (vedi TAV. 27-29-32)

(X) corrente UH PLUS (vedi TAV. 27-29-32) al piano, in presenza di diagonale di facciata e alla base del ponteggio

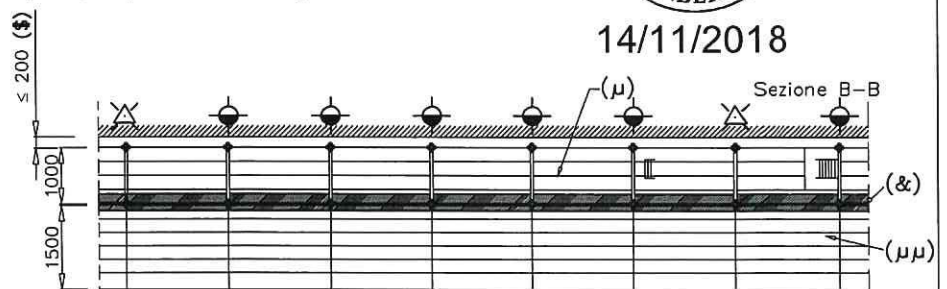
Per il Part. X vedi TAV. 204

| | |
|---|--|
| H = altezza misurata dal piano di appoggio dell'elemento di ripartizione dei carichi dei montanti, all'estradosso dell'ultimo impalcato praticabile | h = altezza misurata dal piano di appoggio dell'elemento di ripartizione dei carichi dei montanti, all'estradosso del piatto forato (rosetta) al piano ① |
|---|--|

PERI S.r.l.
ING. Meroni-Roberto
Legale Rappresentante



14/11/2018



Nota: L1 e L2 hanno valori costanti all'interno dello stesso schema



Schema di insieme normale con impalcati metallici obbligatori a tutti i piani, parasassi e scala di accesso ai piani per campi $\leq 2,5$ m

Sistema
PERI UP ROSETT FLEX

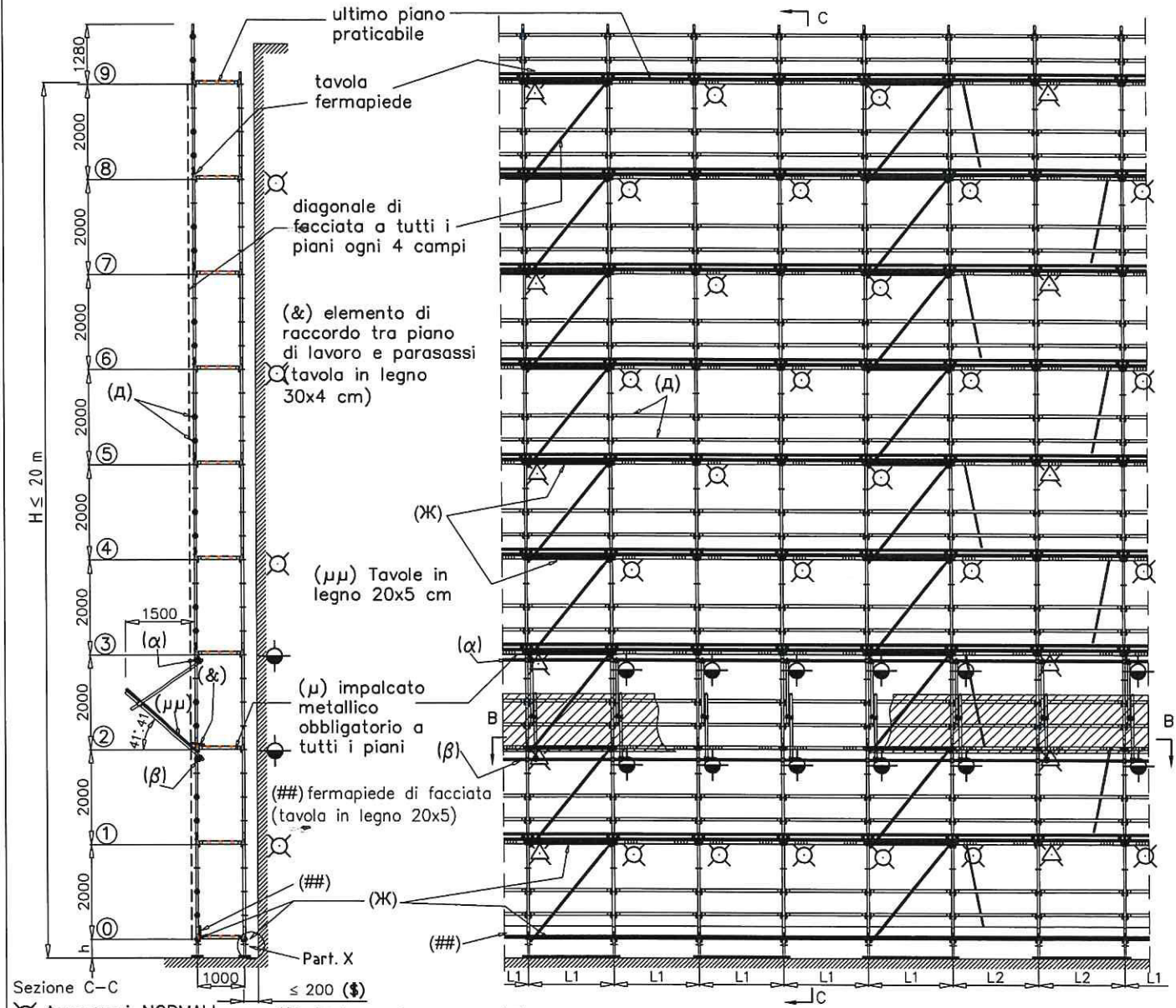
TAV.

172

per le condizioni limite di impiego vedi TAV. 209-210

(α) corrente in tubo $\varnothing 48.3 \times 3.2$ per il collegamento del tirante del parasassi al montante

Parasassi in tubi e giunti regolarmente autorizzati



- Sezione C-C
- ⊗ Ancoraggi NORMALI
 - ⊙ Ancoraggi SPECIALI
 - ⊗ Ancoraggi SPECIALI a V
 - (Δ) Distanza tra opera servita e filo impalcato

L1=250/335/375/500/670/720/750/1000/
1040/1250/1500/1750/2000/2250/2500
L2=1000/1250/1500/1750/2000/2250/2500

(Δ) corrente UH PLUS di parapetto (vedi TAV. 27-29-32)
(X) corrente UH PLUS (vedi TAV. 27-29-32) al piano, in presenza di diagonale di facciata e alla base del ponteggio

Per il Part. X vedi TAV. 204

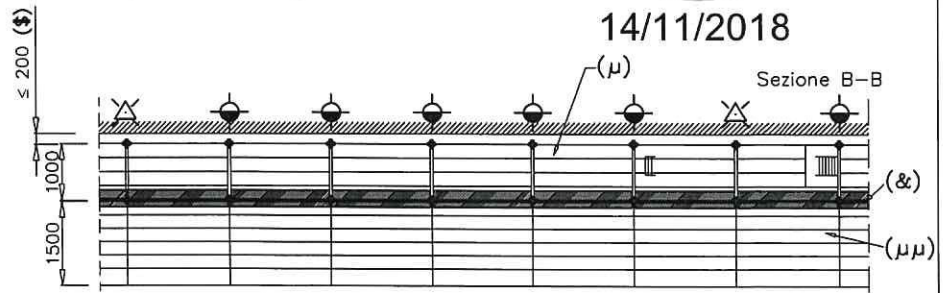
| | |
|---|--|
| H = altezza misurata dal piano di appoggio dell'elemento di ripartizione dei carichi dei montanti, all'estradosso dell'ultimo impalcato praticabile | h = altezza misurata dal piano di appoggio dell'elemento di ripartizione dei carichi dei montanti, all'estradosso del piatto forato (rosetta) al piano ① |
|---|--|

(β) corrente in tubo $\varnothing 48.3 \times 3.2$ per il collegamento del traverso del parasassi al montante

PERI S.r.l.
ING. Meroni-Roberto
Legale Rappresentante



14/11/2018



Nota: L1 e L2 hanno valori costanti all'interno dello stesso schema



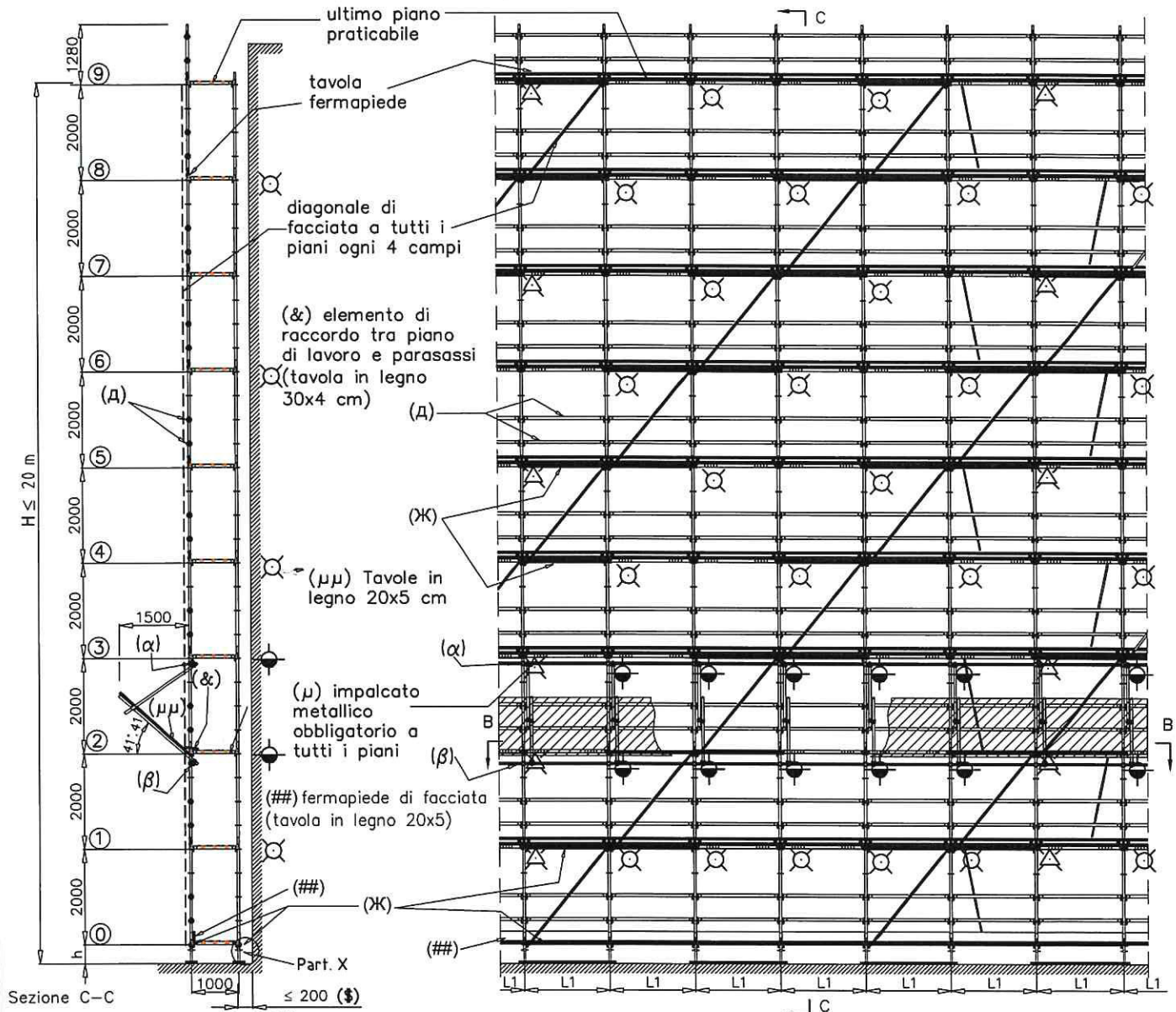
Schema di insieme normale con impalcati metallici obbligatori a tutti i piani, parasassi e scala di accesso ai piani per campi ≤ 2,5 m con disposizione a torre delle diagonali di facciata

Sistema
PERI UP ROSETT FLEX
TAV. 173

per le condizioni limite di impiego vedi TAV. 209-210

(α) corrente in tubo $\varnothing 48.3 \times 3.2$ per il collegamento del tirante del parasassi al montante

Parasassi in tubi e giunti regolarmente autorizzati

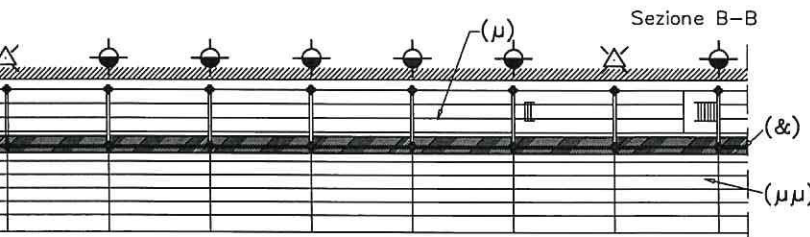


(β) corrente in tubo $\varnothing 48.3 \times 3.2$ per il collegamento del traverso del parasassi al montante

PERI S.r.l
ING. Meroni Roberto
Legale Rappresentante



14/11/2018



Nota: L1 ha valore costante all'interno dello stesso schema

- ⊗ Ancoraggi NORMALI
- Ancoraggi SPECIALI
- ⋈ Ancoraggi SPECIALI a V

L1=2750/3000
(d) corrente UH PLUS di parapetto (vedi TAV. 29-32)
(X) corrente UH PLUS (vedi TAV. 29-32) al piano, in presenza di diagonale di facciata e alla base del ponteggio

Per il Part. X vedi TAV. 204

| | |
|---|--|
| H = altezza misurata dal piano di appoggio dell'elemento di ripartizione dei carichi dei montanti, all'estradosso dell'ultimo impalcato praticabile | h = altezza misurata dal piano di appoggio dell'elemento di ripartizione dei carichi dei montanti, all'estradosso del piatto forato (rosetta) al piano ① |
|---|--|



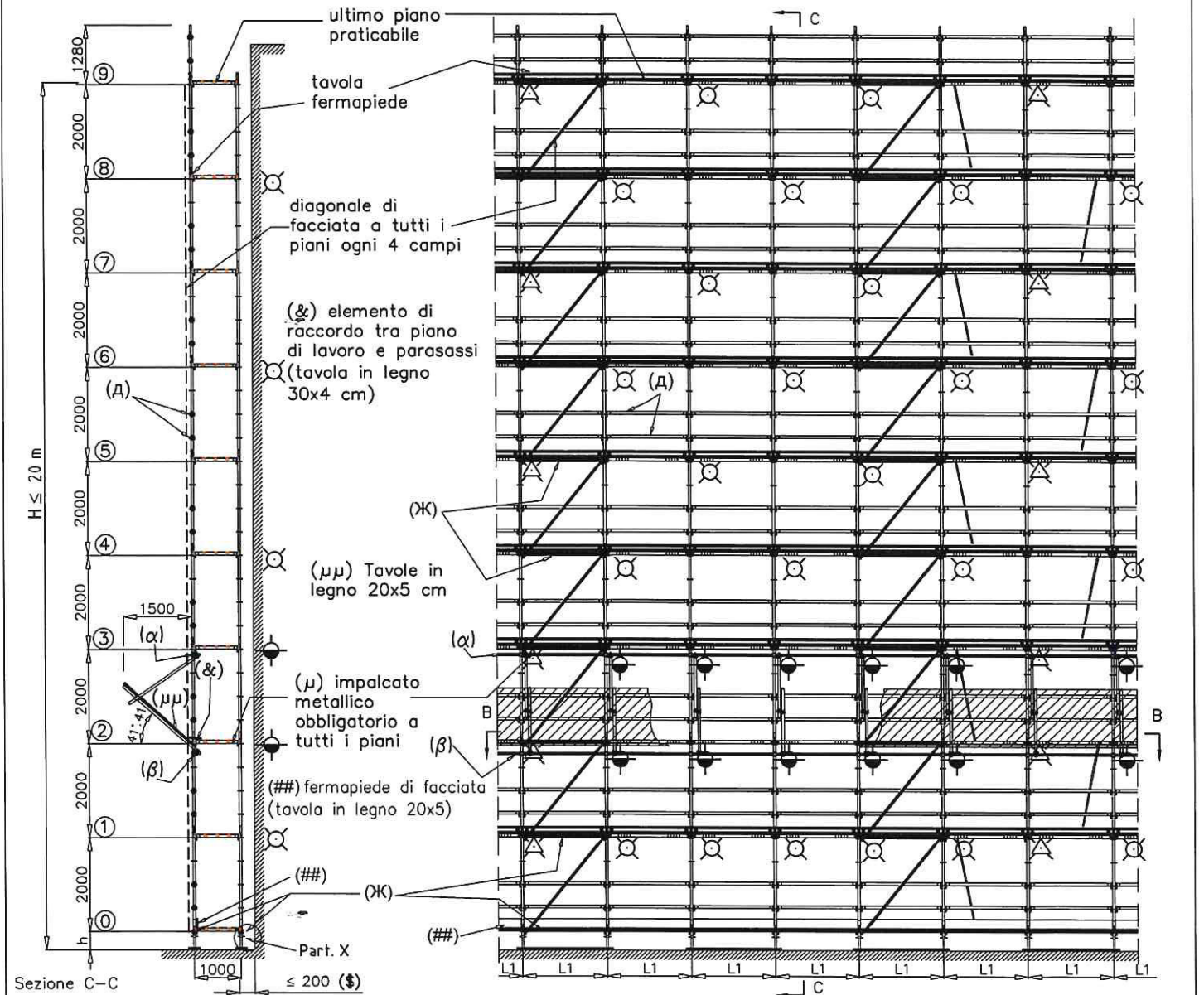
Schema di insieme normale con impalcato metallico obbligatori a tutti i piani, parasassi e scala di accesso ai piani per campi da 2,75/3,0 m

| | |
|---------------------|-----|
| Sistema | |
| PERI UP ROSETT FLEX | |
| TAV. | 174 |

per le condizioni limite di impiego vedi TAV. 209-210

(α) corrente in tubo $\varnothing 48.3 \times 3.2$ per il collegamento del tirante del parasassi al montante

Parasassi in tubi e giunti regolarmente autorizzati



- ⊗ Ancoraggi NORMALI
- ⊙ Ancoraggi SPECIALI
- ⊗ Ancoraggi SPECIALI a V

(\$) Distanza tra opera servita e filo impalcato

L1=2750/3000

(A) corrente UH PLUS di parapetto (vedi TAV. 29-32)

(K) corrente UH PLUS (vedi TAV. 29-32) al piano, in presenza di diagonle di facciata e alla base del ponteggio

Per il Part. X vedi TAV. 204

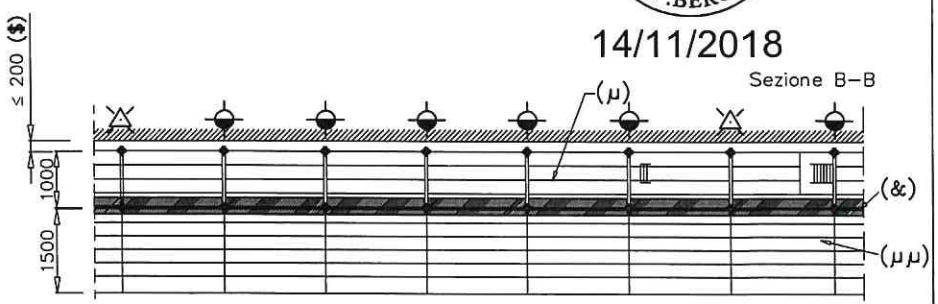
| | |
|---|--|
| H = altezza misurata dal piano di appoggio dell'elemento di ripartizione dei carichi dei montanti, all'estradosso dell'ultimo impalcato praticabile | h = altezza misurata dal piano di appoggio dell'elemento di ripartizione dei carichi dei montanti, all'estradosso del piatto forato (rosetta) al piano ① |
|---|--|

(β) corrente in tubo $\varnothing 48.3 \times 3.2$ per il collegamento del traverso del parasassi al montante

PERI S.r.l.
ING. Meroni Roberto
Legale Rappresentante



14/11/2018



Nota: L1 ha valore costante all'interno dello stesso schema



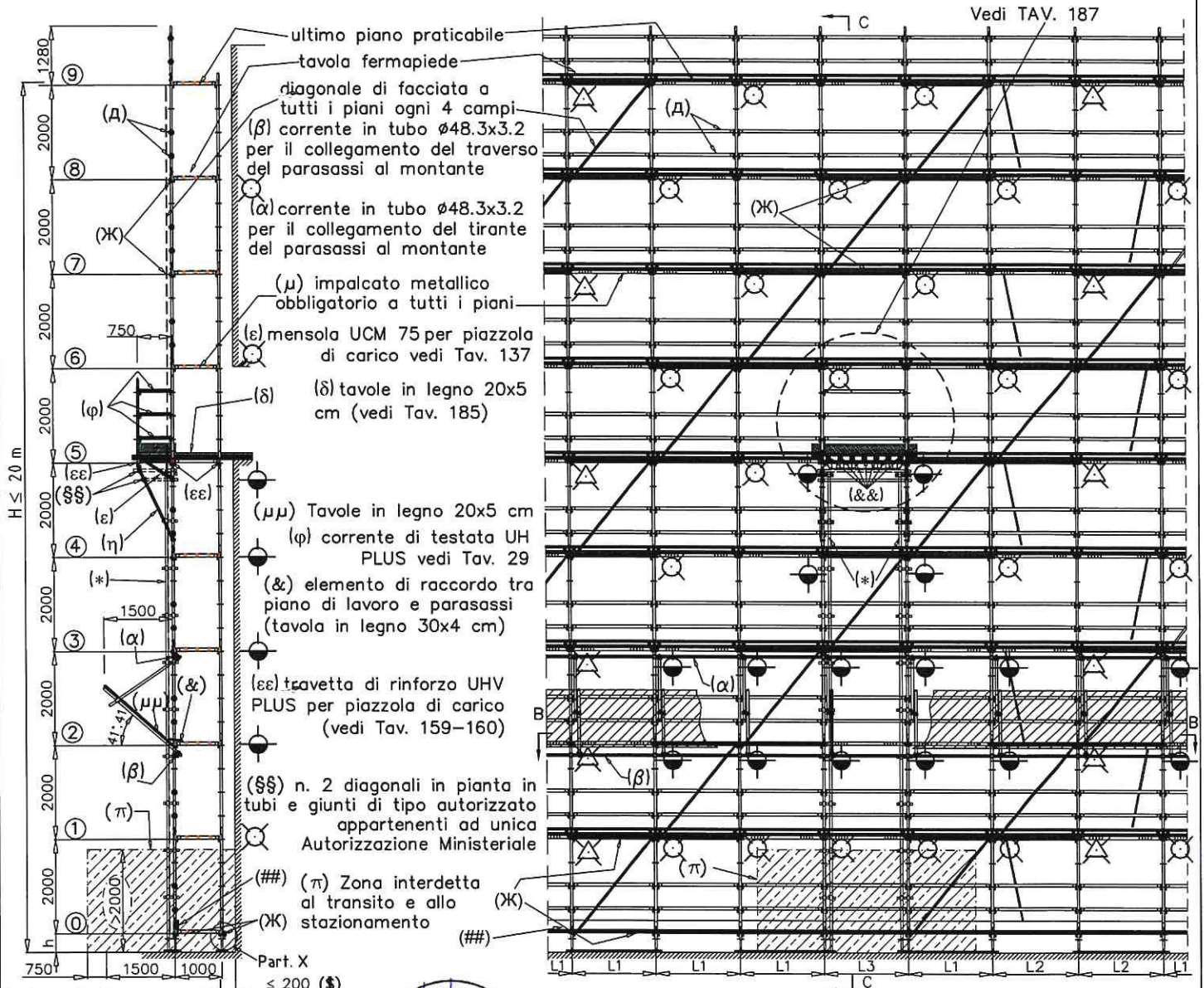
Schema di insieme normale con impalcato metallici obbligatori a tutti i piani, parasassi e scala di accesso ai piani per campi da 2,75/3,0 m con disposizione a torre delle diagonali di facciata

Sistema
PERI UP ROSETT FLEX

TAV. 175

per le condizioni limite di impiego vedi TAV. 209-210

Parasassi in tubi e giunti regolarmente autorizzati



- Sezione C-C
- ⊗ Ancoraggi NORMALI
 - ⊙ Ancoraggi SPECIALI
 - ⊗ Ancoraggi SPECIALI a V
 - (η) puntone mensola UCP vedi Tav. 149
 - (\$) Distanza tra opera servita e filo impalcato



PERI S.r.l.
ING. Meroni Roberto
Legale Rappresentante

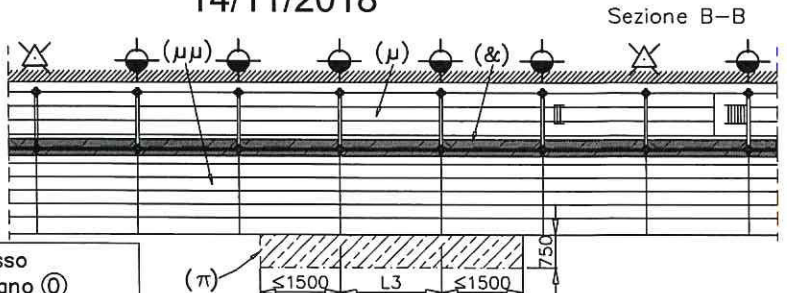
L1=250/335/375/500/670/720/750/1000/
1040/1250/1500/1750/2000
L2=1000/1250/1500/1750/2000
L3=1500/2000
Per il Part. X vedi TAV. 204

H = altezza misurata dal piano di appoggio dell'elemento di ripartizione dei carichi dei montanti, all'estradosso dell'ultimo impalcato praticabile

h = altezza misurata dal piano di appoggio dell'elemento di ripartizione dei carichi dei montanti, all'estradosso del piatto forato (rosetta) al piano ①

- (*) Raddoppio montante a interasse ≤ 30 cm dal montante esterno con stocchi in tubo e giunti regolarmente autorizzati (posti almeno ogni 1.0 m)
- (&&) murali in legno 10 cm x 10 cm (vedi Tav. 185)
- (##) fermapiEDE di facciata (tavola in legno 20x5)
- (Δ) corrente UH PLUS di parapetto (vedi TAV. 27-29-32)
- (κ) corrente UH PLUS (vedi TAV. 27-29-32) al piano, in presenza di diagonale di facciata e alla base del ponteggio

14/11/2018



Nota: L1, L2 e L3 hanno valori costanti all'interno dello stesso schema

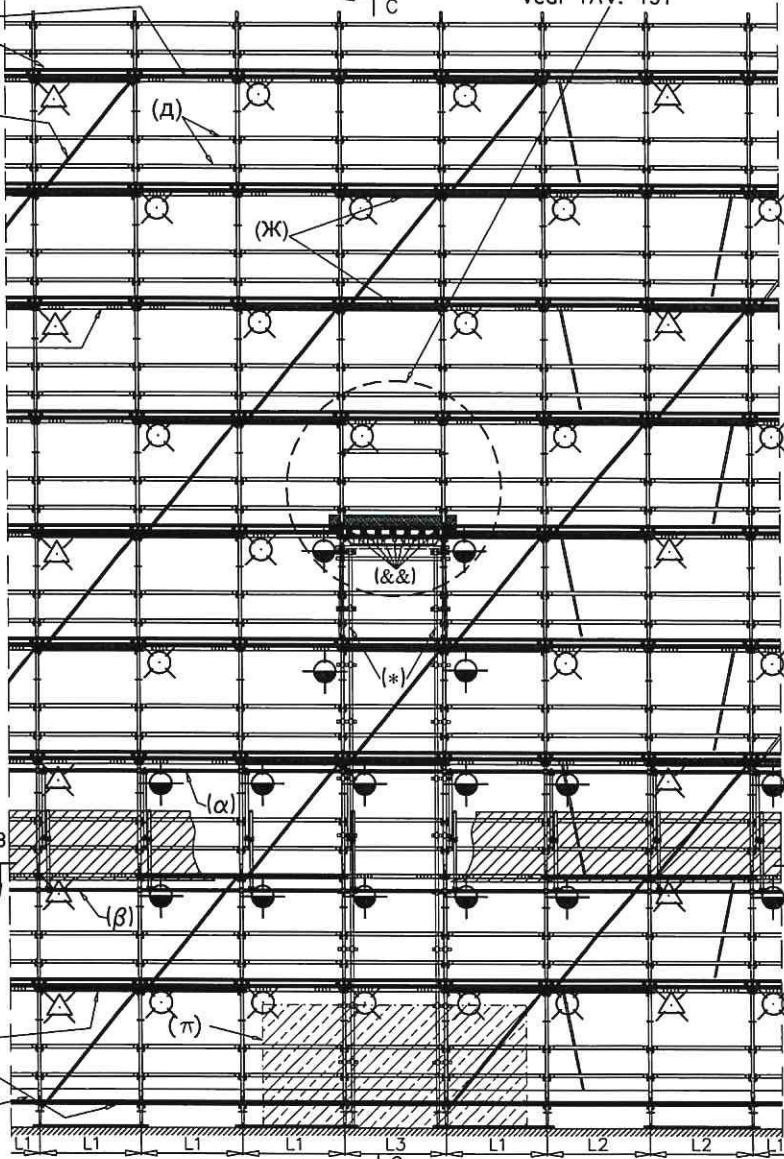
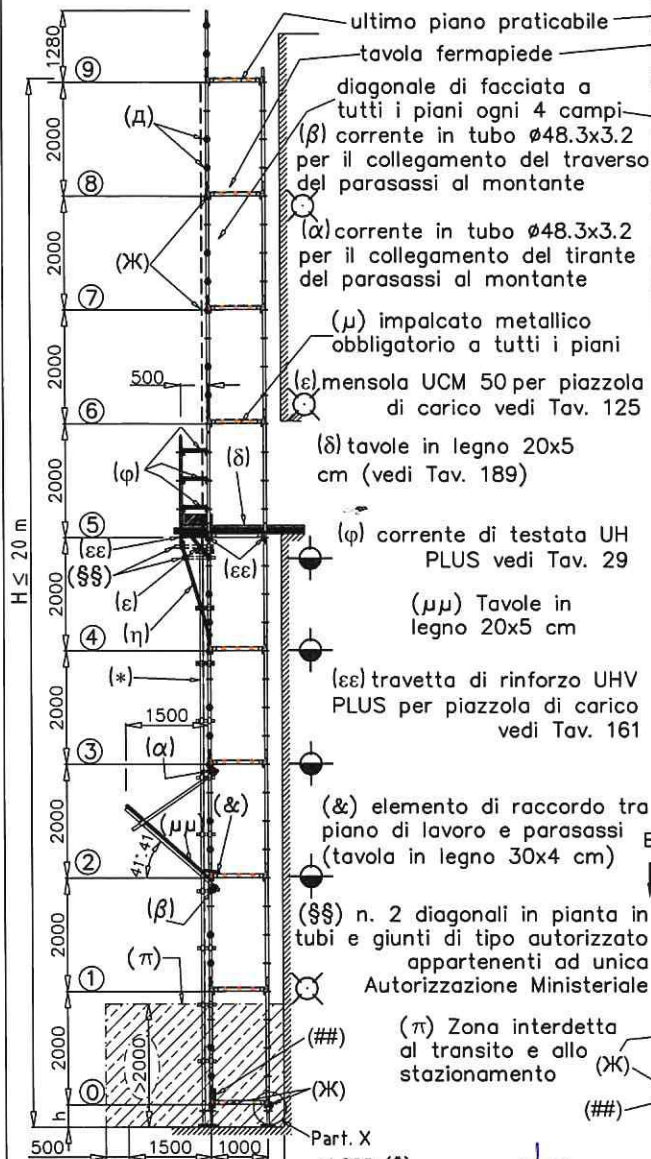


Schema di insieme con piazzola di carico da 750 mm, impalcato metallico obbligatorio a tutti i piani e parasassi per campi ≤ 2,0 m

| | |
|---------------------|-----|
| Sistema | |
| PERI UP ROSETT FLEX | |
| TAV. | 176 |

per le condizioni limite di impiego vedi TAV. 209-210

Parasassi in tubi e giunti regolarmente autorizzati



Sezione C-C

- ⊗ Ancoraggi NORMALI
- Ancoraggi SPECIALI
- ⊗ Ancoraggi SPECIALI a V

(η) puntone mensola UCP vedi Tav. 149

PERI S.r.l.

ING. Meroni Roberto
Legale Rappresentante

L1=250/335/375/500/670/720/750/1000/
1040/1250/1500/1750/2000/2250/2500

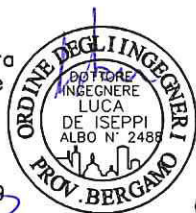
L2=1000/1250/1500/1750/2000/2250/2500

L3=2500

Per il Part. X vedi TAV. 204

H = altezza misurata dal piano di appoggio dell'elemento di ripartizione dei carichi dei montanti, all'estradosso dell'ultimo impalcato praticabile

h = altezza misurata dal piano di appoggio dell'elemento di ripartizione dei carichi dei montanti, all'estradosso del piatto forato (rosetta) al piano ①



(*) Raddoppio montante a interasse ≤ 30 cm dal montante esterno con stocchi in tubo e giunti regolarmente autorizzati (posti almeno ogni 1.0 m)

(&&) murali in legno 10 cm x 10 cm (vedi Tav. 189)

(##) fermapiede di facciata (tavola in legno 20x5)

(d) corrente UH PLUS di parapetto (vedi TAV. 27-29-32)

(Ж) corrente UH PLUS (vedi TAV. 27-29-32) al piano, in presenza di diagonale di facciata e alla base del pannello

14/11/2018



Nota: L1 e L2 hanno valori costanti all'interno dello stesso schema



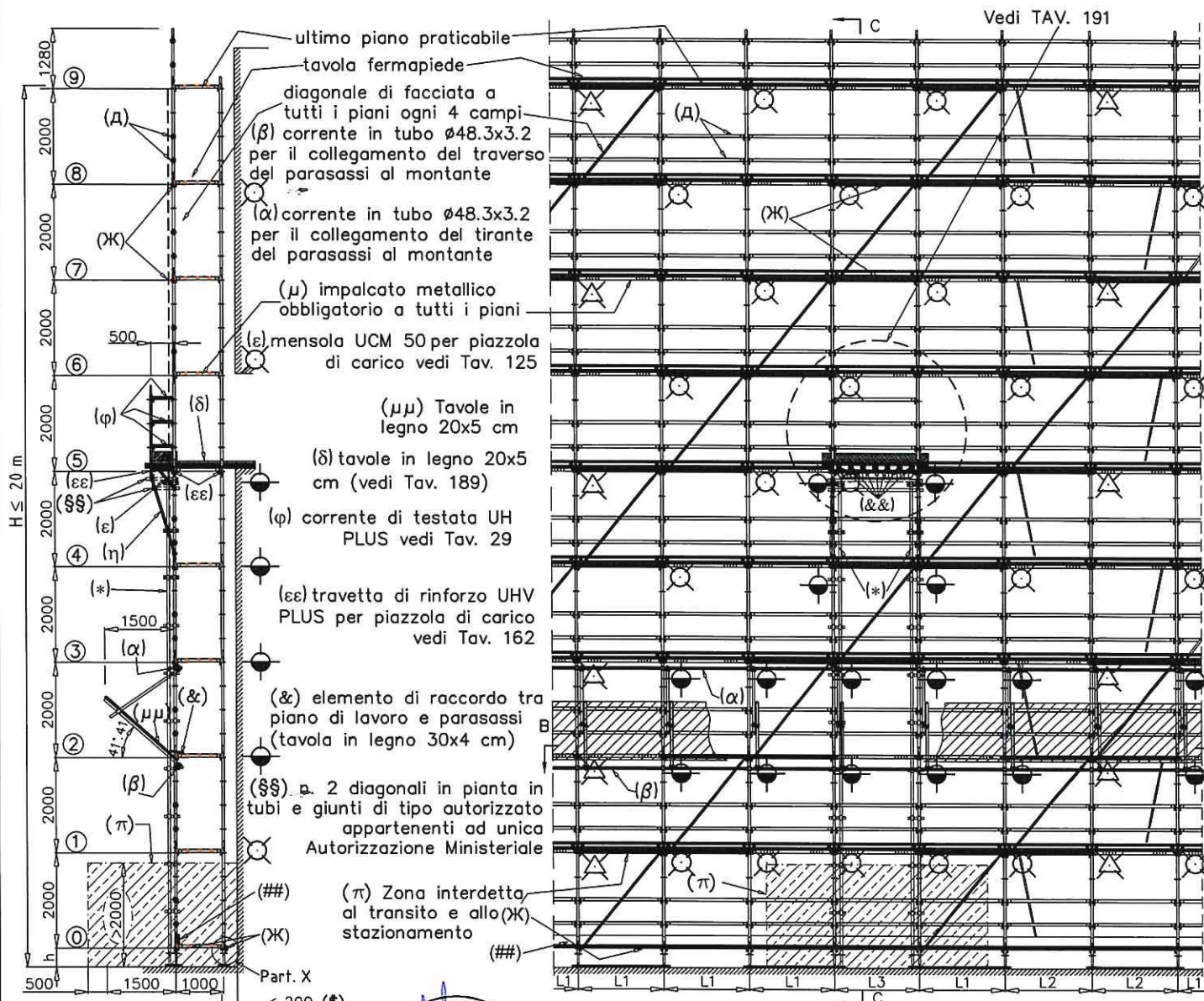
Schema di insieme con piazzola di carico da 500 mm, impalcato metallico obbligatorio a tutti i piani e parasassi per campi ≤ 2,5 m

Sistema
PERI UP ROSETT FLEX

TAV. 177

per le condizioni limite di impiego vedi TAV. 209-210

Parasassi in tubi e giunti regolarmente autorizzati



Sezione C-C

- ⊗ Ancoraggi NORMALI
- Ancoraggi SPECIALI
- ⊗ Ancoraggi SPECIALI a V

(η) puntone mensola UCP vedi Tav. 149

PERI S.r.l.
ING. Meroni Roberto
Legale Rappresentante

L1=2750/3000
 L2=2750/3000
 L3=3000

Per il Part. X vedi TAV. 204

(\$) Distanza tra opera servita e filo impalcato



H = altezza misurata dal piano di appoggio dell'elemento di ripartizione dei carichi dei montanti, all'estradosso dell'ultimo impalcato praticabile

h = altezza misurata dal piano di appoggio dell'elemento di ripartizione dei carichi dei montanti, all'estradosso del piatto forato (rosetta) al piano ①

(*) Raddoppio montante a interasse ≤ 30 cm dal montante esterno con stocchi in tubo e giunti regolarmente autorizzati (posti almeno ogni 1.0 m)

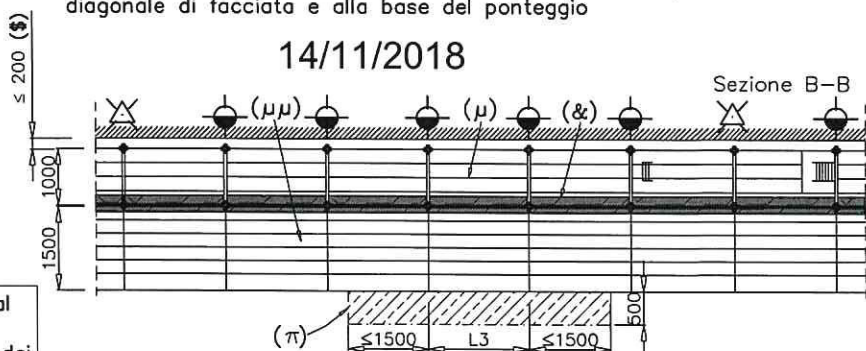
(&&) murali in legno 10 cm x 10 cm (vedi Tav. 189)

(##) fermapiede di facciata (tavola in legno 20x5)

(Δ) corrente UH PLUS di parapetto (vedi TAV. 29-32)

(X) corrente UH PLUS (vedi TAV. 29-32) al piano, in presenza di diagonale di facciata e alla base del ponteggio

14/11/2018



Nota: L1 e L2 hanno valori costanti all'interno dello stesso schema



Schema di insieme con piazzola di carico da 500 mm, impalcato metallico obbligatorio a tutti i piani e parasassi per campi da 2,75/3,0 m

Sistema

PERI UP ROSETT FLEX

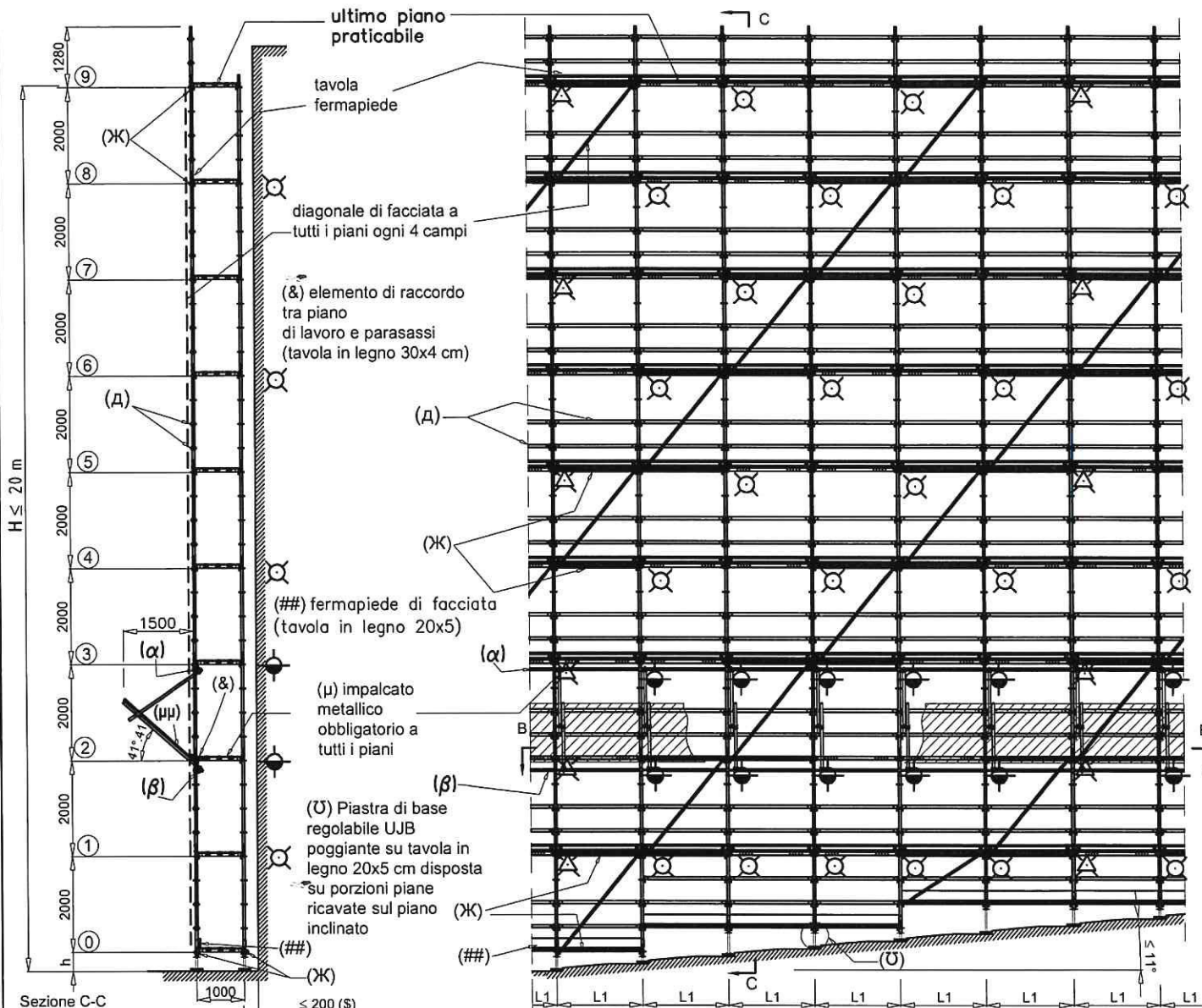
TAV.

178

per le condizioni limite di impiego vedi TAV. 209-210

(α) corrente in tubo $\varnothing 48.3 \times 3.2$ per il collegamento del tirante del parasassi al montante

Parasassi in tubi e giunti regolarmente autorizzati



(β) corrente in tubo $\varnothing 48.3 \times 3.2$ per il collegamento del traverso del parasassi al montante

PERI S.r.l
ING. Meroni Roberto
Legale Rappresentante



14/11/2018

- Ancoraggi NORMALI
- Ancoraggi SPECIALI
- Ancoraggi SPECIALI a V
- (\$) Distanza tra opera servita e filo impalcato
- (μ) Tavole in legno 20x5 cm

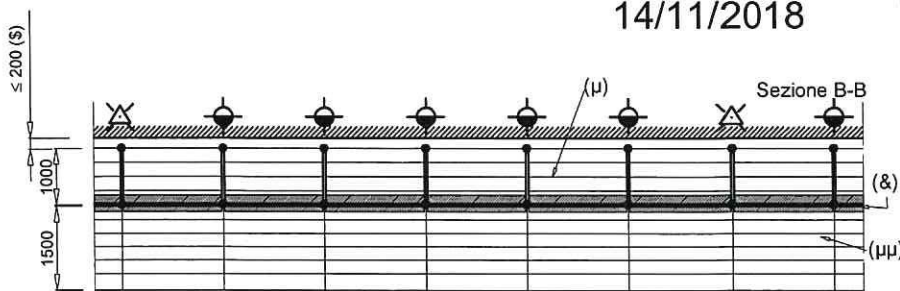
L1=250/335/375/500/670/720/750/1000/
1040/1250/1500/1750/2000/2250/2500

(D) corrente UH PLUS di parapetto (vedi TAV. 27-29-32)
(K) corrente UH PLUS (vedi TAV. 27-29-32) al piano, in presenza di diagonale di facciata e alla base del ponteggio

Per il Part. X vedi TAV. 204

H = altezza misurata dal piano di appoggio dell'elemento di ripartizione dei carichi dei montanti, all'estradosso dell'ultimo impalcato praticabile

h = altezza misurata dal piano di appoggio dell'elemento di ripartizione dei carichi dei montanti, all'estradosso della piastra forata (rosetta) al piano 0



Nota: L1 ha valore costante all'interno dello stesso schema



Schema di insieme con piano inclinato, impalcato metallico obbligatorio a tutti i piani e parasassi per campi $\leq 2,5$ m

Sistema
PERI UP ROSETT FLEX

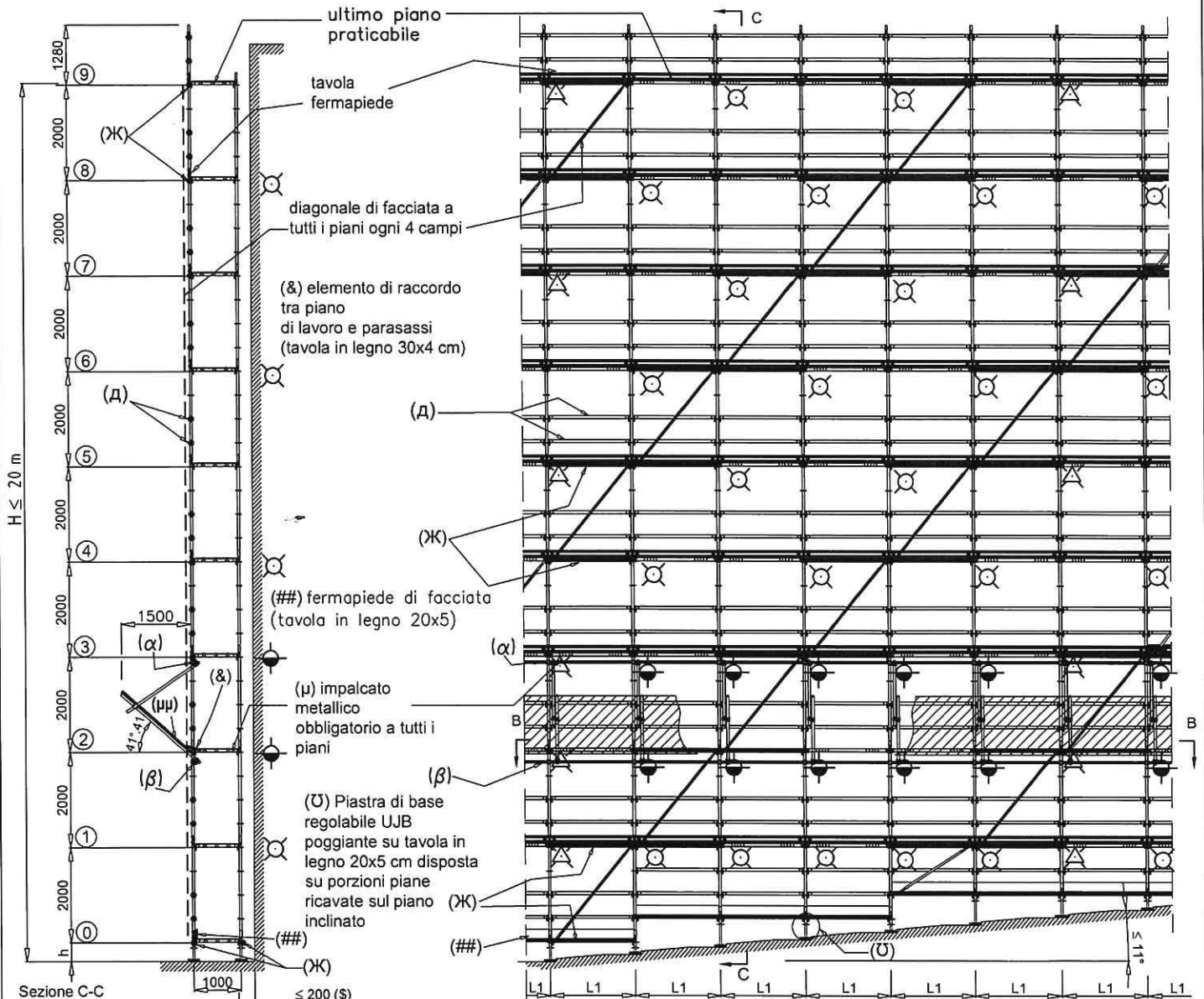
TAV.

179

per le condizioni limite di impiego vedi TAV. 209-210

(α) corrente in tubo $\varnothing 48.3 \times 3.2$ per il collegamento del tirante del parasassi al montante

Parasassi in tubi e giunti regolarmente autorizzati



- ⊗ Ancoraggi NORMALI
- ⊙ Ancoraggi SPECIALI
- ⊗ Ancoraggi SPECIALI a V
- (α) Distanza tra opera servita e filo impalcato
- (μ) Tavole in legno 20x5 cm

L1=2750/3000

(δ) corrente UH PLUS di parapetto (vedi TAV. 29-32)
 (κ) corrente UH PLUS (vedi TAV. 29-32) al piano, in presenza di diagonale di facciata e alla base del ponteggio

Per il Part. X vedi TAV. 204

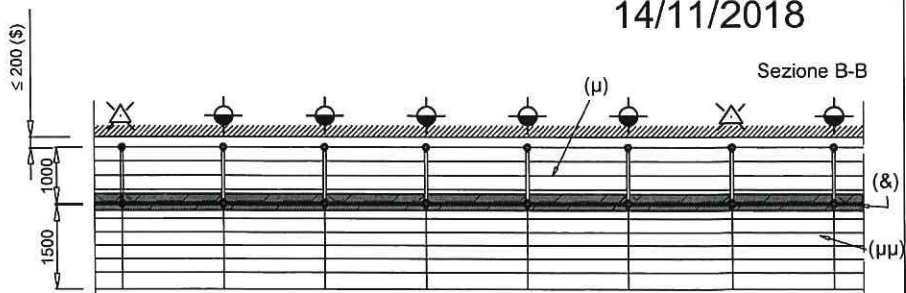
| | |
|---|---|
| H = altezza misurata dal piano di appoggio dell'elemento di ripartizione dei carichi dei montanti, all'estradosso dell'ultimo impalcato praticabile | h = altezza misurata dal piano di appoggio dell'elemento di ripartizione dei carichi dei montanti, all'estradosso della piastra forata (rosetta) al piano 0 |
|---|---|

(β) corrente in tubo $\varnothing 48.3 \times 3.2$ per il collegamento del traverso del parasassi al montante

PERI S.r.l
 ING. Meroni Roberto
 Legale Rappresentante



14/11/2018



Nota: L1 ha valore costante all'interno dello stesso schema



Schema di insieme con piano inclinato, impalcato metallici obbligatori a tutti i piani e parasassi per campi 2,75/3,0 m

| | |
|---------------------|-----|
| Sistema | |
| PERI UP ROSETT FLEX | |
| TAV. | 180 |



Schema funzionale disposizione correnti, fermapiedi metallico, tavole metalliche per campi ≤ 2.5 m

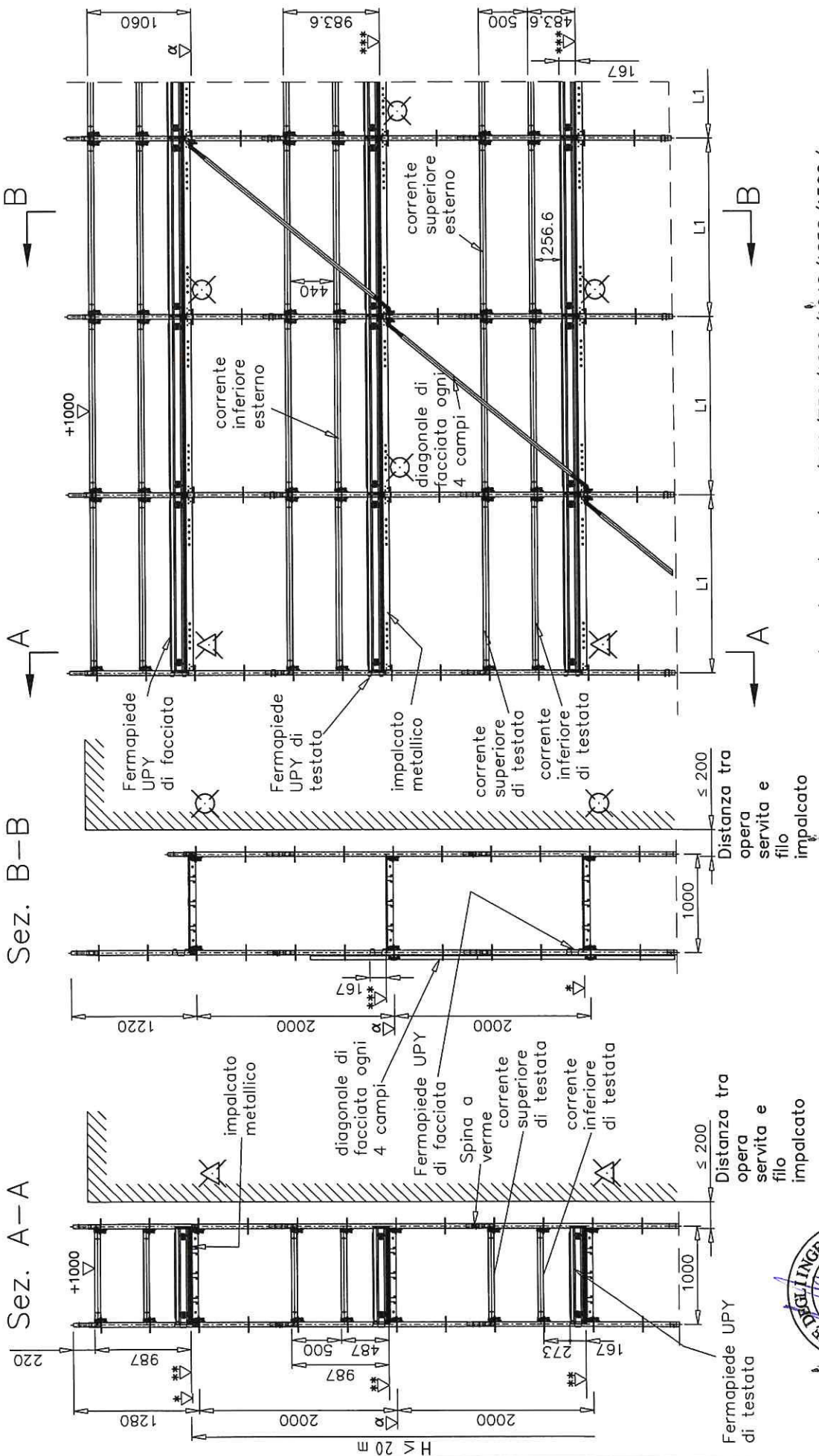
PERI UP ROSETT FLEX

TAV.

181

Sez. A-A

Sez. B-B



L1=250/335/375/500/670/720/750/1000/1040/1250/1500/
1750/2000/2250/2500

Ancoraggi NORMALI
 Ancoraggi SPECIALI a V

H = altezza misurata dal piano di appoggio dell'elemento di ripartizione dei carichi dei montanti, all'estradosso dell'ultimo impalcato

14/11/2018

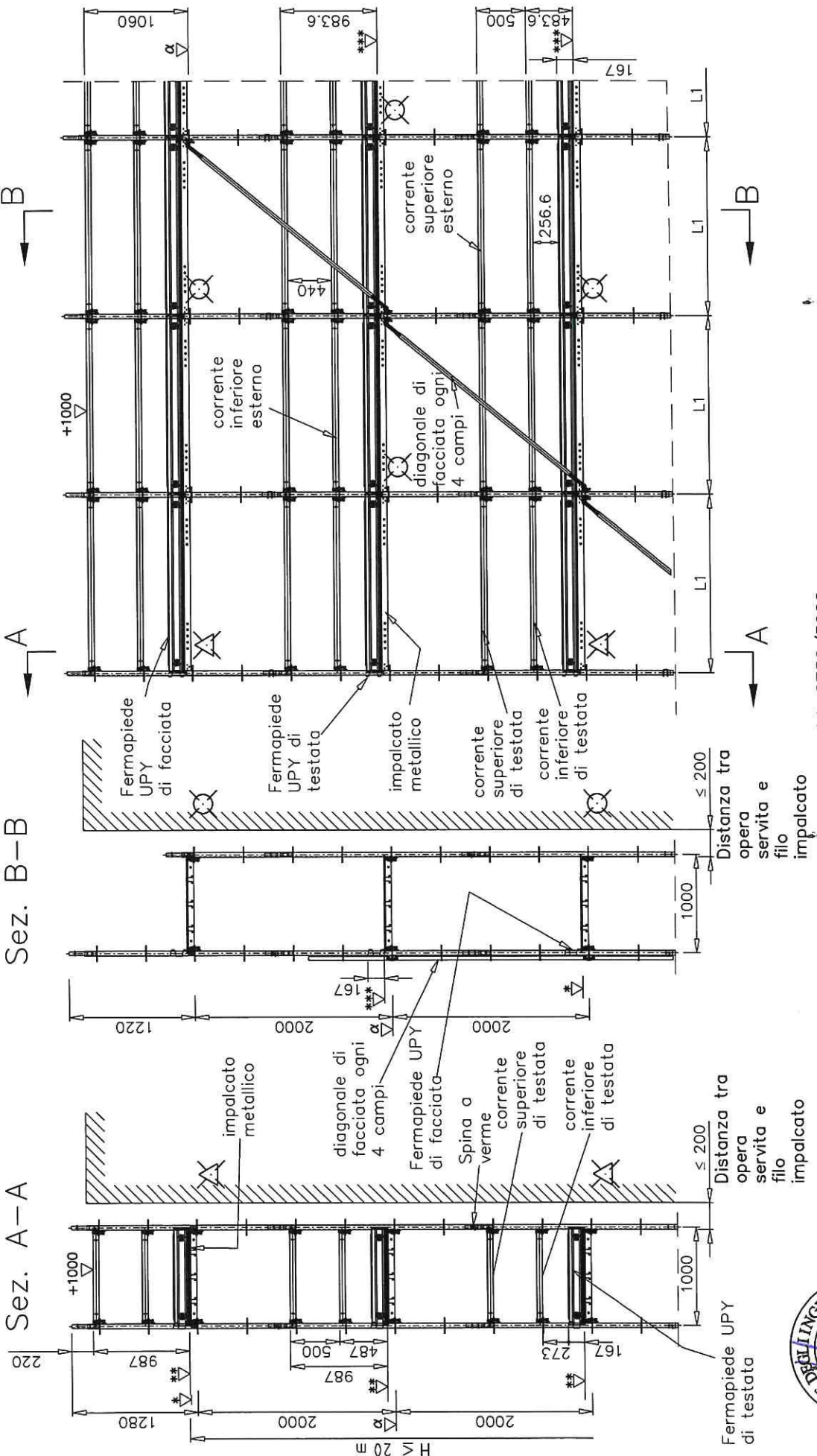
PERI S.r.l.
 ING. Meroni Roberto
 Legale Rappresentante

Nota: L1 ha valore costante all'interno dello stesso schema

| | | |
|----------|--------|---------------------------------|
| α | - 60.0 | quota estradosso piatto forato |
| * | + 0.0 | quota estradosso traverso |
| ** | + 13 | quota estradosso testata tavola |
| *** | + 16.4 | quota estradosso manto tavola |

Sez. A-A

Sez. B-B



Ancoraggi NORMALI
 Ancoraggi SPECIALI a V

H = altezza misurata dal piano di appoggio dell'elemento di ripartizione dei carichi dei montanti, all'estraddosso dell'ultimo impalcato

14/11/2018

PERI S.r.l.
ING. Meroni Roberto
 Legale Rappresentante

Nota: L1 ha valore costante all'interno dello stesso schema

| | |
|-----|---------------------------------------|
| α | - 60.0 quota estradosso piatto forato |
| * | + 0.0 quota estradosso traverso |
| ** | + 13 quota estradosso testata tavola |
| *** | + 16.4 quota estradosso manto tavola |

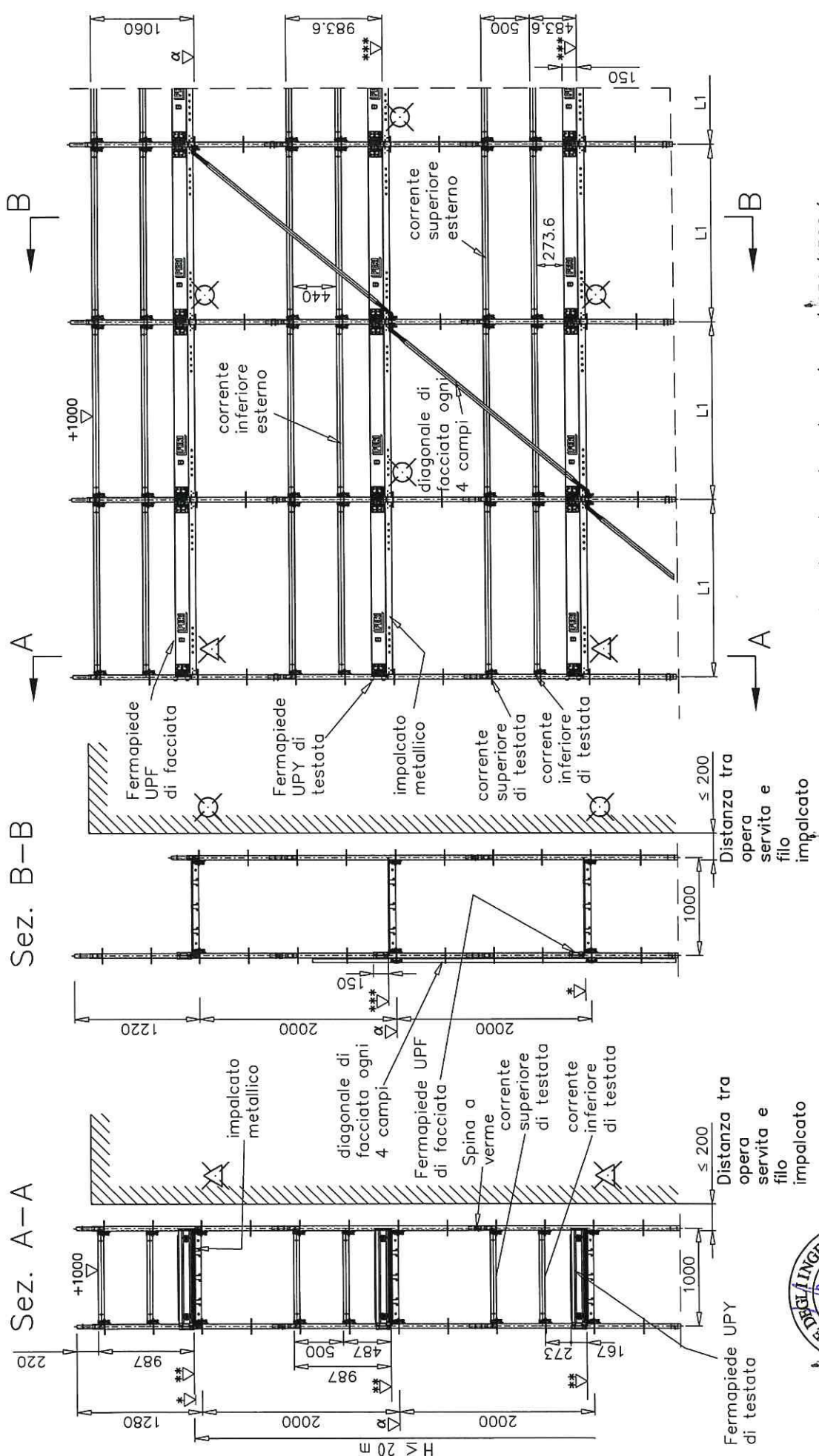


Schema funzionale disposizione correnti, fermapiEDI metallico, tavole metalliche per campi da 2,75/3,0 m

Sistema
PERI UP ROSETT FLEX
 TAV. **182**

Sez. A-A

Sez. B-B



L1=335/375/500/670/720/750/1000/1040/1250/1500/
1750/2000/2250/2500

Ancoraggi NORMALI
 Ancoraggi SPECIALI a V

H = altezza misurata dal piano di appoggio dell'elemento di ripartizione dei carichi dei montanti, all'estraddosso dell'ultimo impalcato

14/11/2018

PERI S.r.l.
 ING. Meroni Roberto
 Legale Rappresentante

Nota: L1 ha valore costante all'interno dello stesso schema

| | |
|-----|---------------------------------------|
| α | - 60.0 quota estradosso piatto forato |
| * | + 0.0 quota estradosso trasverso |
| ** | + 13 quota estradosso testata tavola |
| *** | + 16.4 quota estradosso manto tavola |

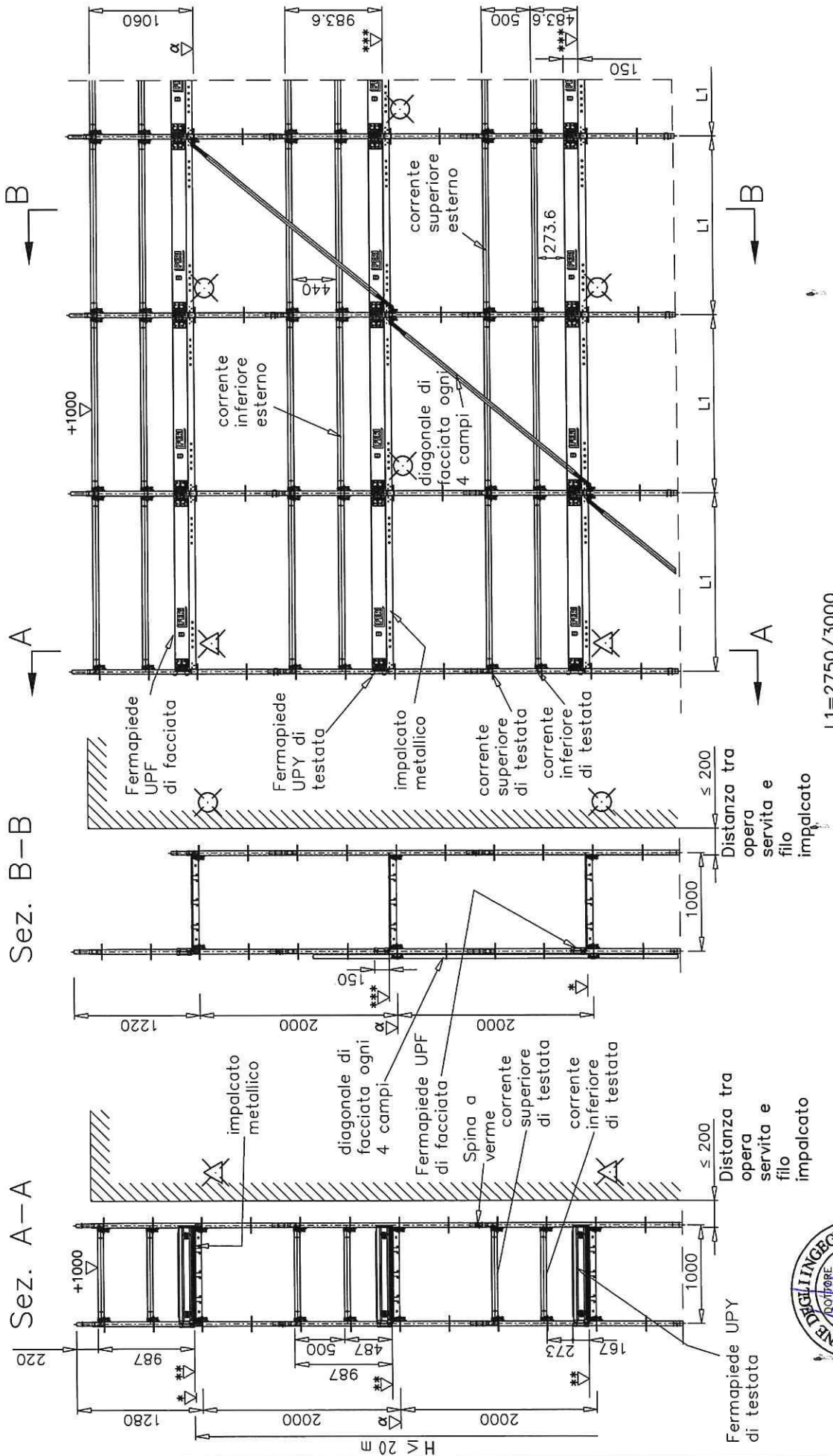


Schema funzionale disposizione correnti, fermapiedi in legno, tavole metalliche per campi ≤ 2.5 m

Sistema
 PERI UP ROSETT FLEX
 TAV. **183**

Sez. A-A

Sez. B-B



14/11/2018

PERI S.r.l.
ING. Meroni/Roberto
Legale Rappresentante

Nota: L1 ha valore costante all'interno dello stesso schema

Ancoraggi NORMALI
 Ancoraggi SPECIALI a V

H = altezza misurata dal piano di appoggio dell'elemento di ripartizione dei carichi dei montanti, all'estraddosso dell'ultimo impalcato

| | |
|----------|--|
| α | - 60.0 quota estraddosso piatto forato |
| * | + 0.0 quota estraddosso trasverso |
| ** | + 13 quota estraddosso testata tavola |
| *** | + 16.4 quota estraddosso manto tavola |



Schema funzionale disposizione correnti, fermapiEDI in legno, tavole metalliche per campi da 2,75/3,0 m

Sistema
PERI UP ROSETT FLEX

TAV.

184



Schema funzionale con piazzola di carico da 750 mm (Sezione A-A)

Sistema PERI UP ROSETT FLEX

185

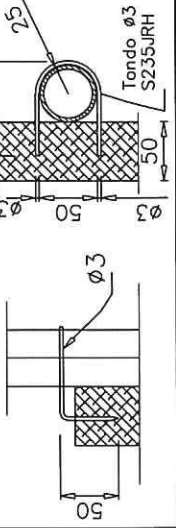
(*) Raddoppio montante con stocchi in tubo e giunti di tipo Autorizzato appartenenti ad una unica Autorizzazione Ministeriale (posti ogni 1.0 m); (vedi TAV. 176)

(&&) murali in legno 10 cm x 10 cm

Per la Vista B vedi TAV. 187
Per la Sez. D-D vedi TAV. 186
Per la Sez. C-C vedi TAV. 188



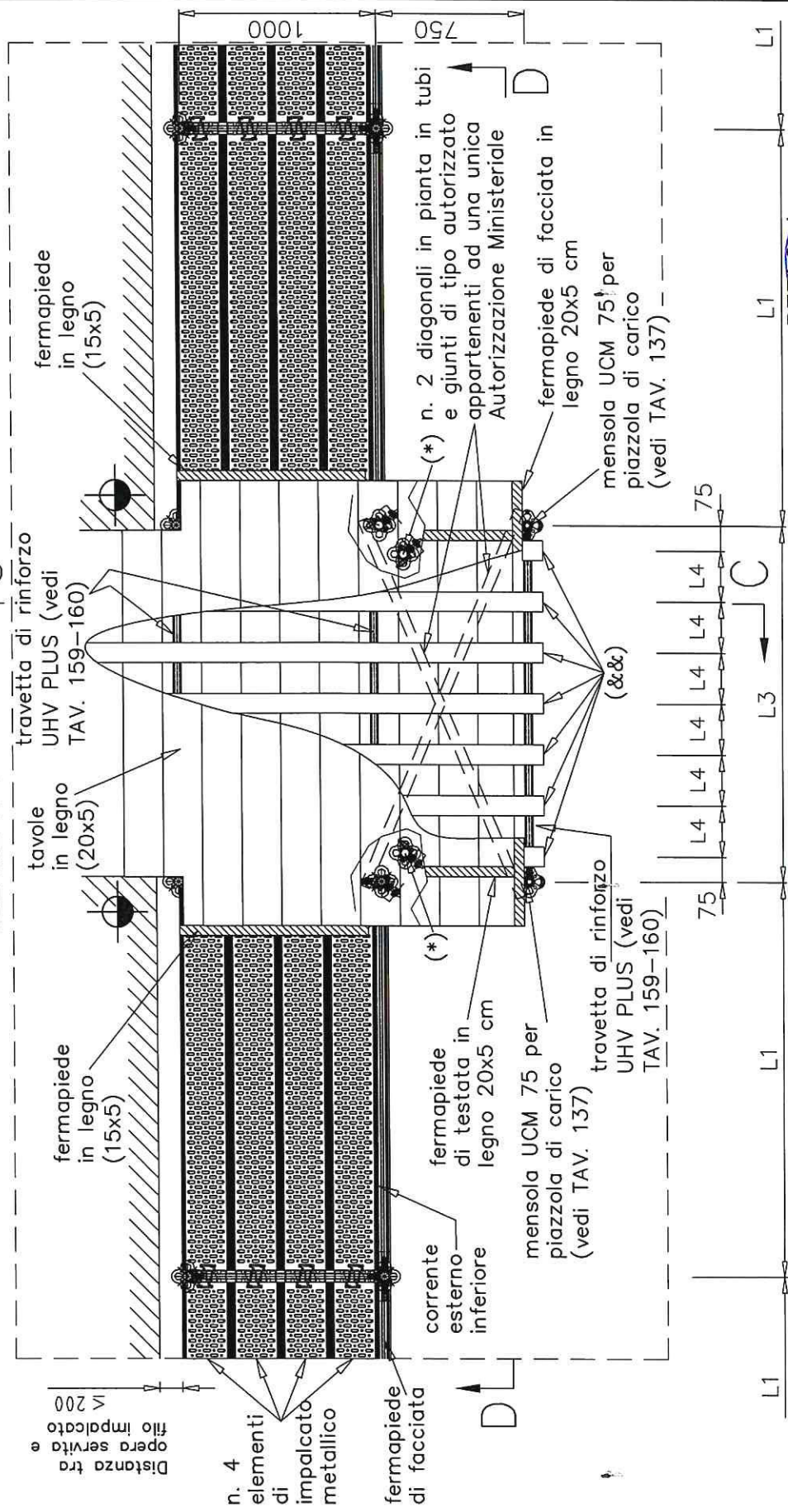
DISPOSITIVO DI BLOCCAGGIO DEL FERMAPIEDE IN LEGNO



L1=250/335/375/500/670/720/750/1000/1040/1250/1500/1750/2000
L3=1500/2000

14/11/2018

SEZIONE A-A



| | | |
|-----------|------|-------|
| L3 | 1500 | 2000 |
| L4 | 450 | 462,5 |
| n° murali | 4 | 5 |

⊕ Ancoraggi SPECIALI

↑ B

PERI S.r.l.

ING. Meroni Roberto
Legale Rappresentante

Nota: L1 e L3 hanno valori costanti all'interno dello stesso schema

Nota: L1 e L3 hanno valori costanti all'interno dello stesso schema

(Λ) Giunto ortogonale regolarmente autorizzato, sul montante esterno del ponteggio

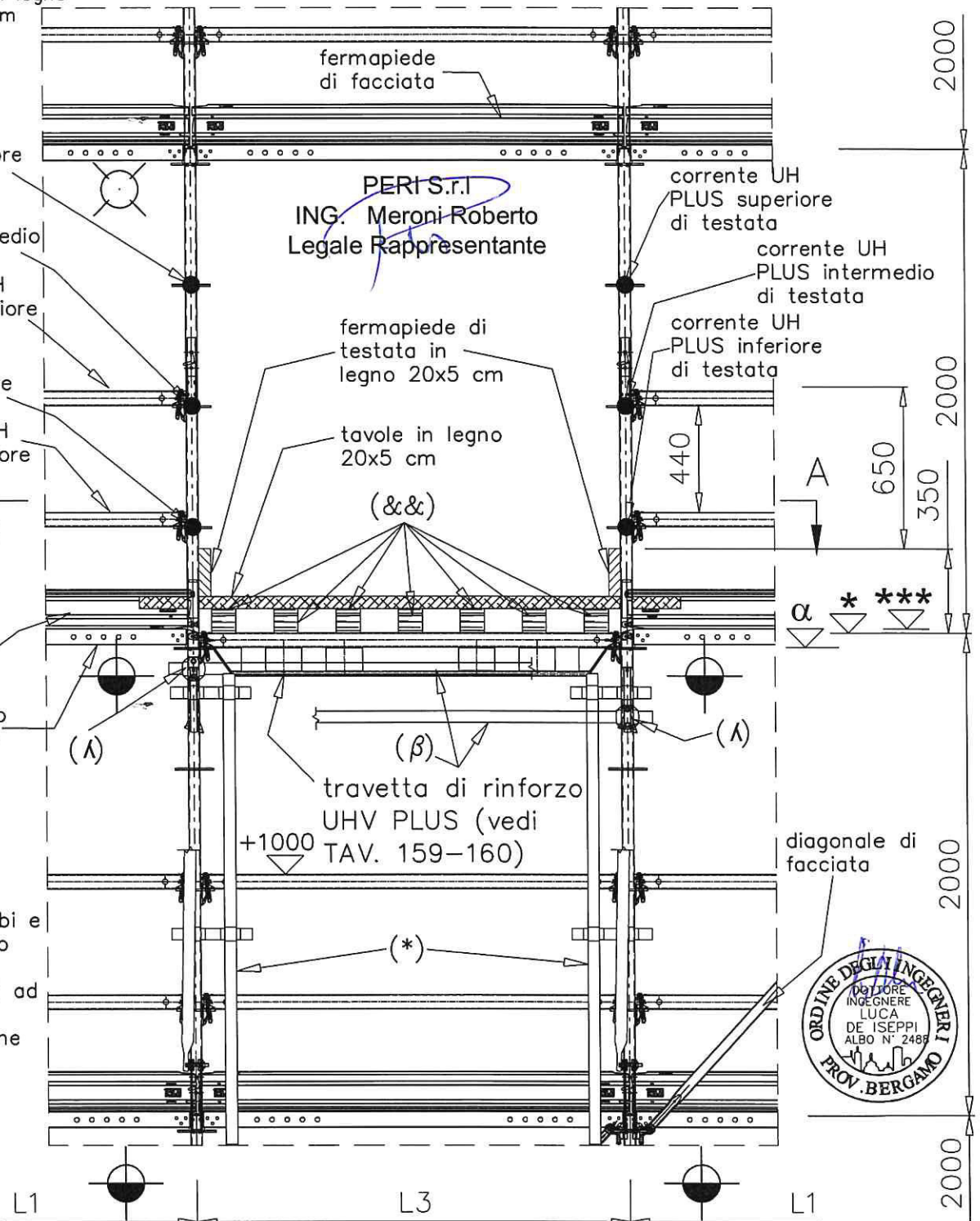
⊙ Ancoraggi NORMALI
⊙ Ancoraggi SPECIALI

(&&) murali in legno 10 cm x 10 cm

corrente UH PLUS superiore di testata
corrente UH PLUS intermedio di testata
corrente UH PLUS superiore di facciata
corrente UH PLUS inferiore di testata
corrente UH PLUS inferiore di facciata

fermapiede di facciata
impalcato metallico

(β) = n. 2 diagonali in pianta in tubi e giunti di tipo autorizzato appartenenti ad unica Autorizzazione Ministeriale



SEZIONE D-D

L1=250/335/375/500/670/720/750/1000/
1040/1250/1500/1750/2000

| | |
|-----|---------------------------------------|
| α | - 60.0 quota estradosso piatto forato |
| * | + 0.0 quota estradosso traverso |
| *** | + 16.4 quota estradosso manto tavola |

14/11/2018

L3=1500/2000

Per la Sez. A-A vedi TAV. 185

(*) Raddoppio montante con stocchi in tubo e giunti di tipo Autorizzato appartenenti ad una unica Autorizzazione Ministeriale o con elementi per raddoppio montanti (posti ogni 1.0 m); (vedi TAV. 176)



Schema funzionale con piazzola di carico da 750 mm (Sezione D-D)

Sistema

PERI UP ROSETT FLEX

TAV.

186

(&&&) murali in legno
10 cm x 10 cm

(λ) Giunto
ortogonale
regolarmente
autorizzato, sul
montante
esterno del
ponteggio

corrente UH
PLUS superiore
di testata

corrente UH
PLUS intermedio
di testata

corrente UH
PLUS superiore
di facciata

corrente UH
PLUS inferiore
di testata

corrente UH
PLUS inferiore
di facciata

fermapiede
di facciata

impalcato
metallico

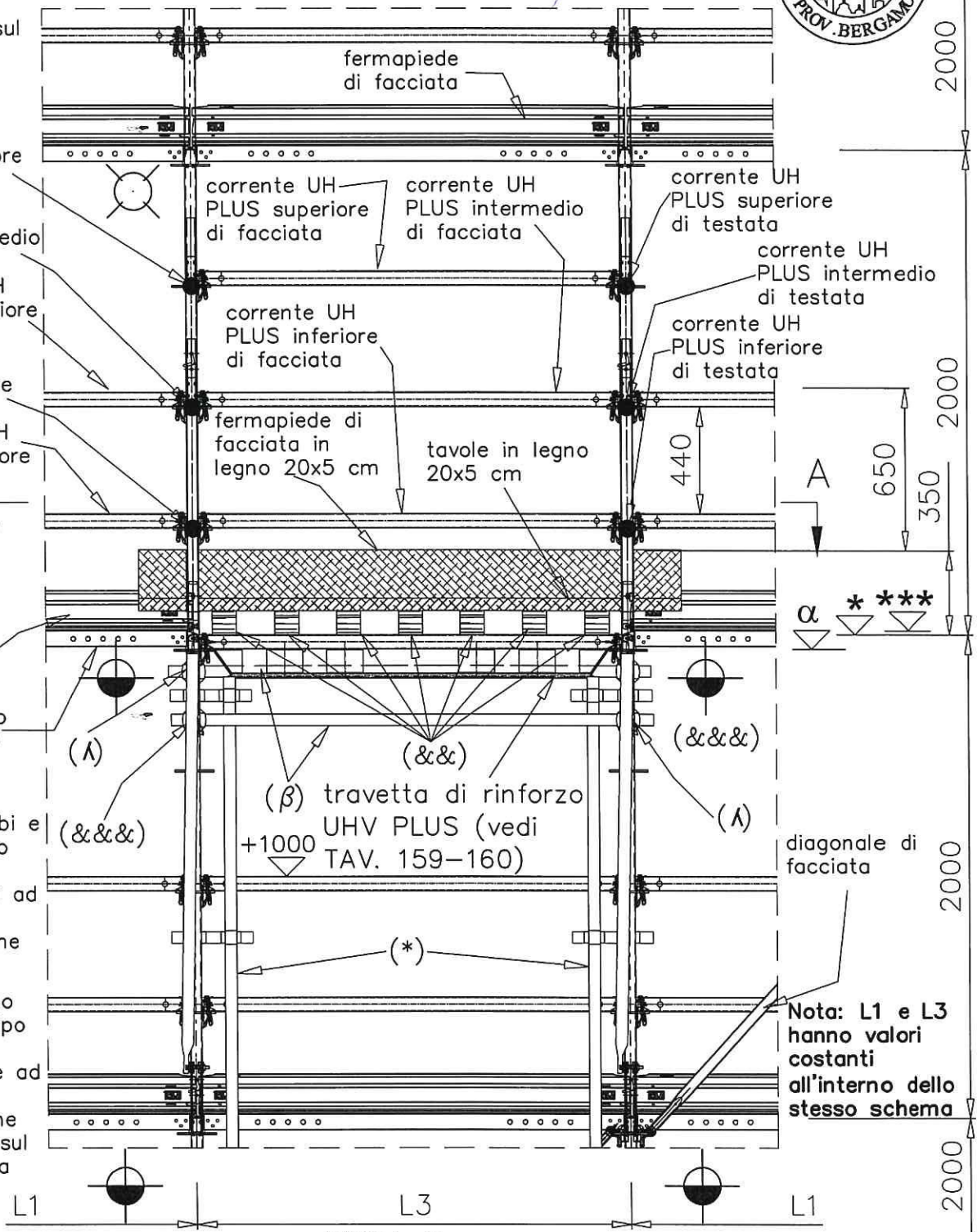
(β) = n. 2
diagonali in
pianta in tubi e
giunti di tipo
autorizzato
appartenenti ad
unica
Autorizzazione
Ministeriale

(&&&) Giunto
girevole di tipo
autorizzato
appartenente ad
unica
Autorizzazione
Ministeriale, sul
puntone della
mensola

⊗ Ancoraggi NORMALI

⊙ Ancoraggi SPECIALI

PERI S.r.l
ING. Meroni Roberto
Legale Rappresentante



VISTA B

L1=250/335/375/500/670/720/750/1000/
1040/1250/1500/1750/2000

14/11/2018

L3=1500/2000

Per la Sez. A-A vedi TAV. 185

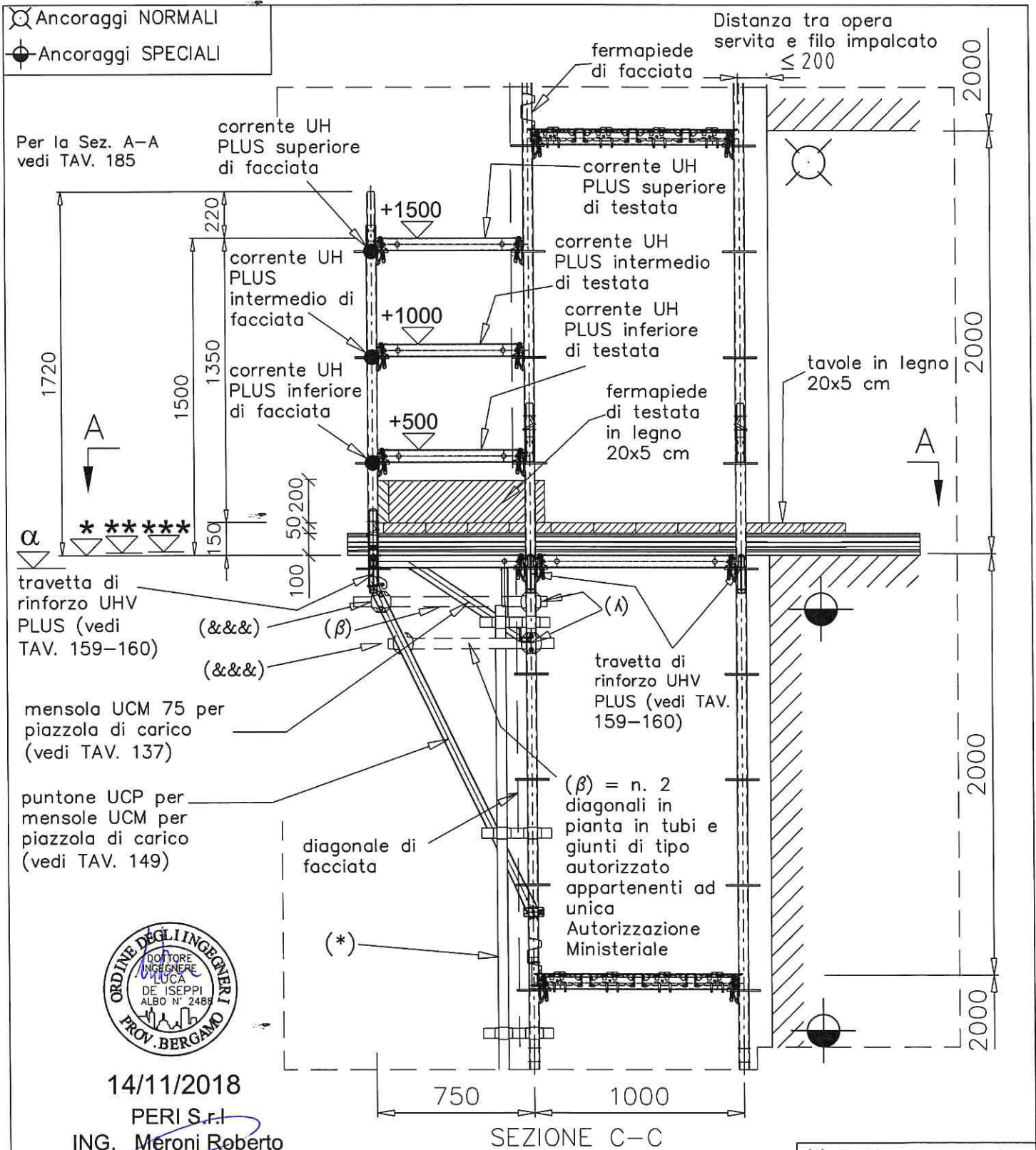
| | |
|-----|---------------------------------------|
| α | - 60.0 quota estradosso piatto forato |
| * | + 0.0 quota estradosso traverso |
| *** | + 16.4 quota estradosso manto tavola |

(*) Raddoppio montante con stocchi in tubo e giunti di tipo Autorizzato appartenenti ad una unica Autorizzazione Ministeriale o con elementi per raddoppio montanti (posti ogni 1.0 m); (vedi TAV. 176)



Schema funzionale con piazzola di carico da 750 mm (Vista B)

| | |
|---------------------|-----|
| Sistema | |
| PERI UP ROSETT FLEX | |
| TAV. | 187 |



(λ) Giunto ortogonale regolarmente autorizzato, sul montante esterno del ponteggio
 (&&&) Giunto girevole di tipo autorizzato appartenente ad unica Autorizzazione Ministeriale, sul puntone della mensola

(*) Raddoppio montante con stocchi in tubo e giunti di tipo Autorizzato appartenenti ad una unica Autorizzazione Ministeriale (posti ogni 1.0 m); (vedi TAV. 176)

(&&) murali in legno 10 cm x 10 cm

| | |
|-----|--|
| α | - 60.0 quota estradosso piatto forato |
| * | + 0.0 quota estradosso traverso |
| ** | + 13.0 quota estradosso testata tavola |
| *** | + 16.4 quota estradosso manto tavola |



Schema funzionale con piazzola di carico da 750 mm (Sezione C-C)

| | |
|---------------------|-----|
| Sistema | |
| PERI UP ROSETT FLEX | |
| TAV. | 188 |

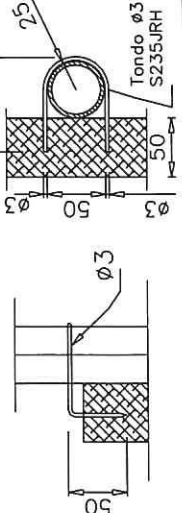
(*) Raddoppio montante con stocchi in tubo e giunti di tipo Autorizzato appartenenti ad una unica Autorizzazione Ministeriale (posti ogni 1.0 m); (vedi TAV. 177 per L3=2500 e TAV. 178 per L3=3000)

(&&) murali in legno 10 cm x 10 cm

Per la Vista B vedi TAV. 191
Per la Sez. D-D vedi TAV. 190
Per la Sez. C-C vedi TAV. 192



DISPOSITIVO DI BLOCCAGGIO DEL FERMAPIEDE IN LEGNO

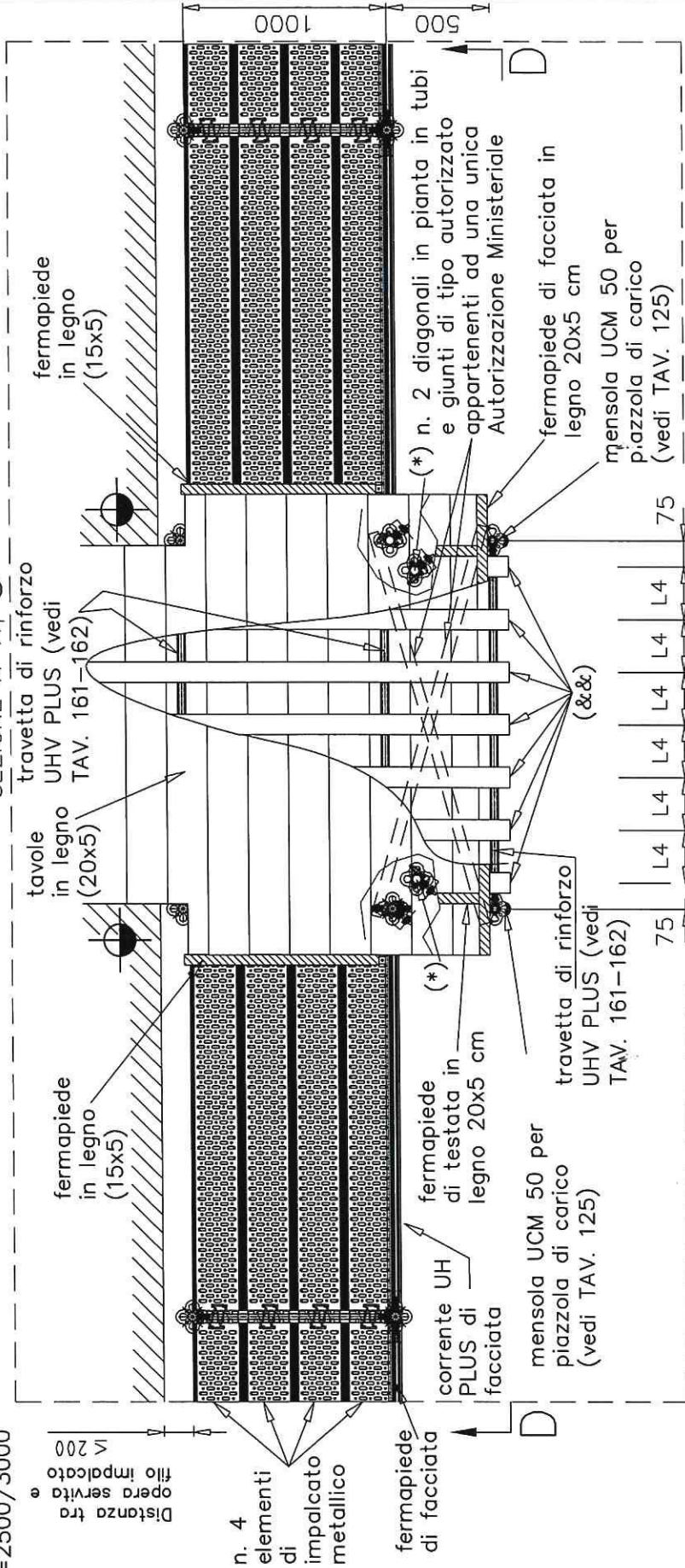


L1=250/335/375/500/670/720/750/1000/1040/1250/1500/1750/2000/2250/2500/2750/3000

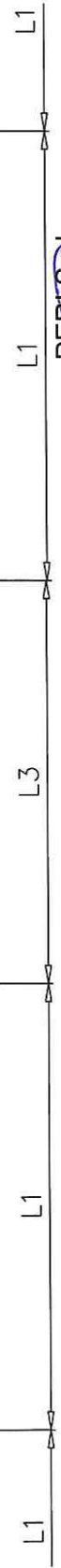
14/11/2018

L3=2500/3000

SEZIONE A-A



SEZIONE C-C



| | | |
|-----------|------|------|
| L3 | 2500 | 3000 |
| L4 | 470 | 475 |
| n° murali | 6 | 7 |

⊕ Ancoraggi SPECIALI

↑ B

PERI S.r.l.

ING. Meroni Roberto
Legale Rappresentante

Nota: L1 e L3 hanno valori costanti all'interno dello stesso schema

Nota: L1 e L3 hanno valori costanti all'interno dello stesso schema

(A) Giunto ortogonale regolarmente autorizzato, sul montante esterno del ponteggio

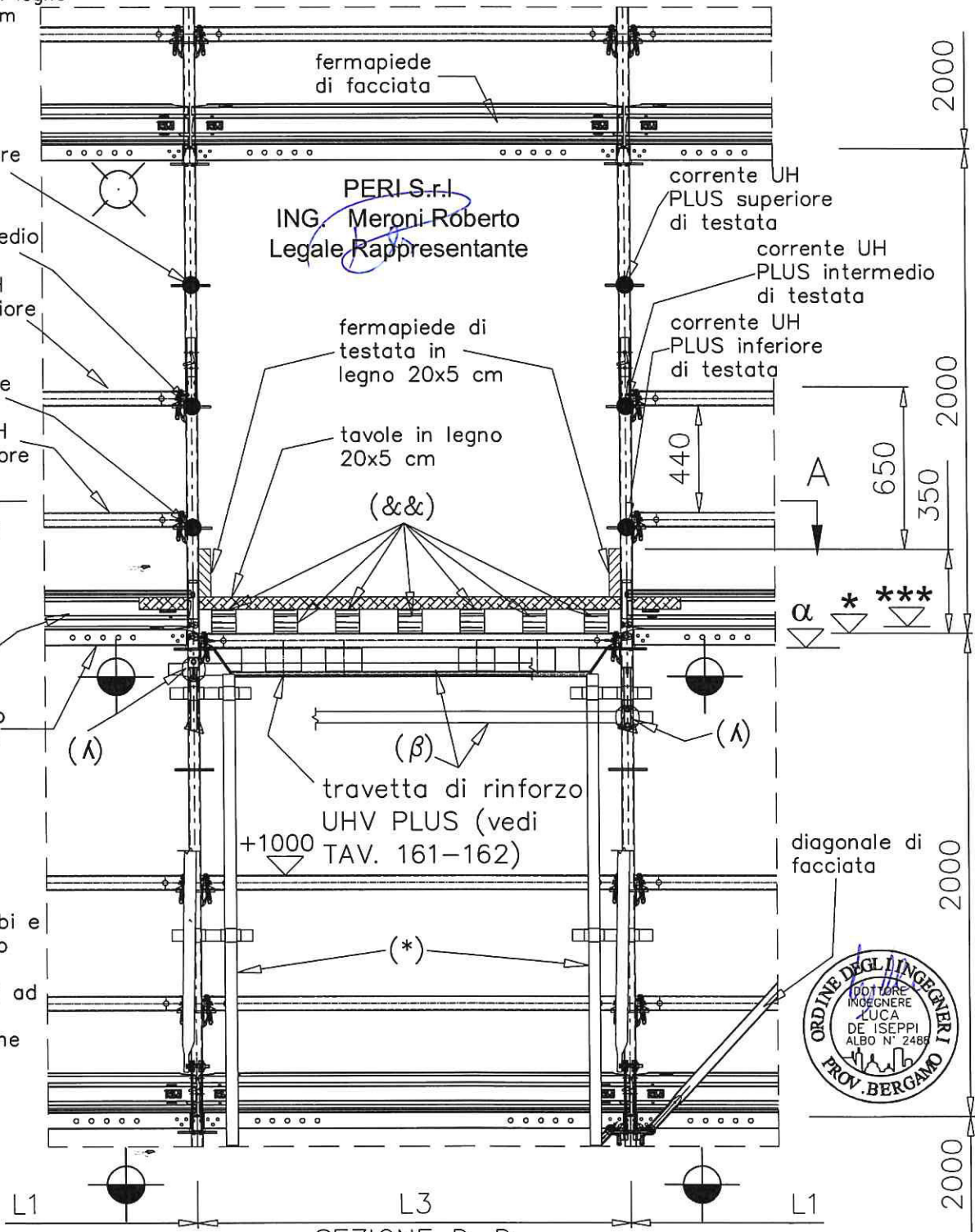
○ Ancoraggi NORMALI
● Ancoraggi SPECIALI

(&&) murali in legno 10 cm x 10 cm

corrente UH PLUS superiore di testata
corrente UH PLUS intermedio di testata
corrente UH PLUS superiore di facciata
corrente UH PLUS inferiore di testata
corrente UH PLUS inferiore di facciata

fermapiede di facciata
impalcato metallico

(β) = n. 2 diagonali in pianta in tubi e giunti di tipo autorizzato appartenenti ad unica Autorizzazione Ministeriale



PERI S.r.l.
ING. Meroni Roberto
Legale Rappresentante



SEZIONE D-D

L1=250/335/375/500/670/720/750/1000/1040/1250/1500/1750/2000/2250/2500/2750/3000

14/11/2018

| | |
|-----|---------------------------------------|
| α | - 60.0 quota estradosso piatto forato |
| * | + 0.0 quota estradosso traverso |
| *** | + 16.4 quota estradosso manto tavola |

L3=2500/3000

Per la Sez. A-A vedi TAV. 189

(*) Raddoppio montante con stocchi in tubo e giunti di tipo Autorizzato appartenenti ad una unica Autorizzazione Ministeriale o con elementi per raddoppio montanti (posti ogni 1.0 m); (vedi TAV. 177 per L3=2500 e TAV. 178 per L3=3000)



Schema funzionale con piazzola di carico da 500 mm (Sezione D-D)

| | |
|---------------------|-----|
| Sistema | |
| PERI UP ROSETT FLEX | |
| TAV. | 190 |

(&&) murali in legno
10 cm x 10 cm

(λ) Giunto
ortogonale
regolarmente
autorizzato, sul
montante
esterno del
ponteggio

corrente UH
PLUS superiore
di testata

corrente UH
PLUS intermedio
di testata

corrente UH
PLUS superiore
di facciata

corrente UH
PLUS inferiore
di testata

corrente UH
PLUS inferiore
di facciata

fermapiede
di facciata

impalcato
metallico

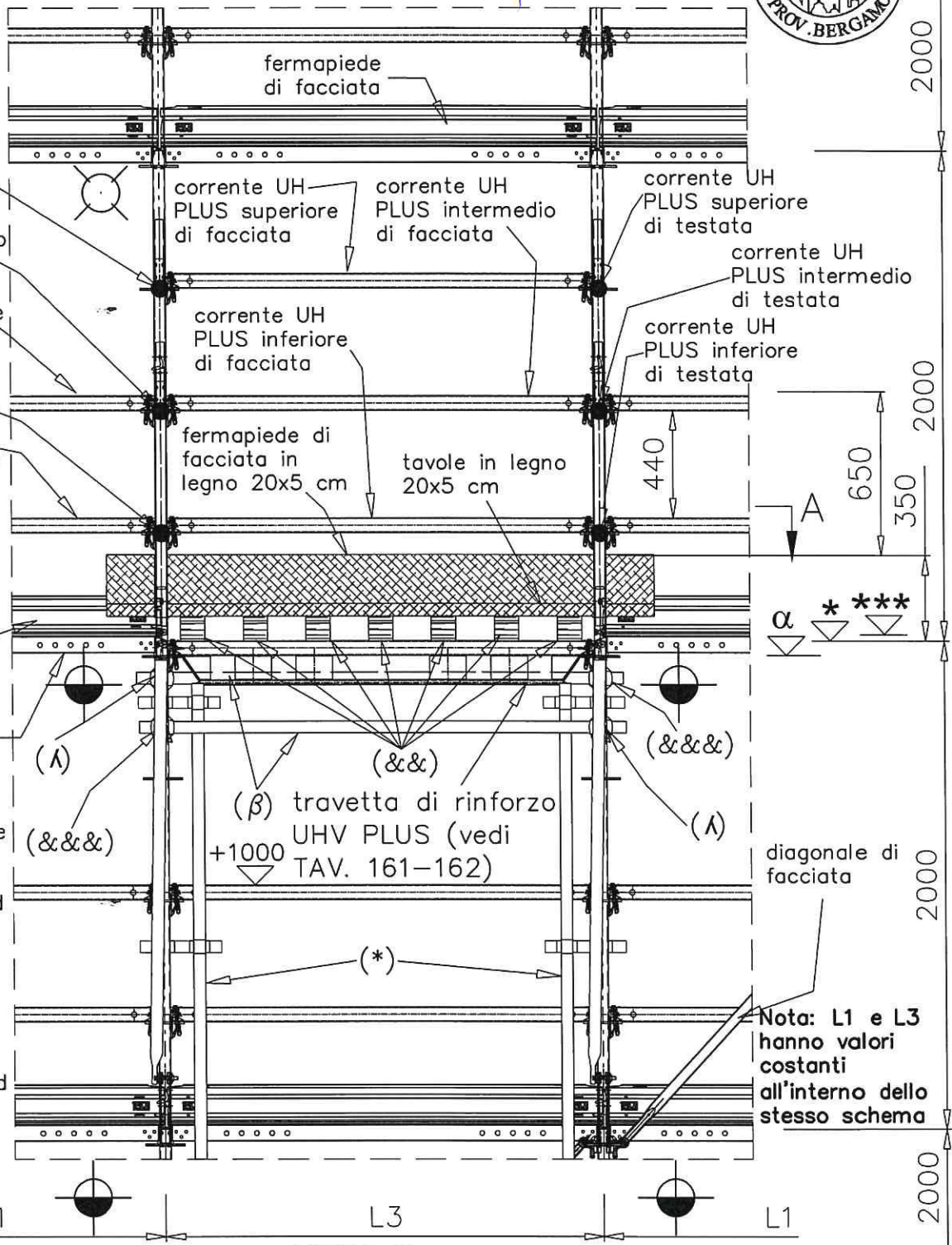
(β) = n. 2
diagonali in
pianta in tubi e
giunti di tipo
autorizzato
appartenenti ad
unica
Autorizzazione
Ministeriale

(&&&) Giunto
girevole di tipo
autorizzato
appartenente ad
unica
Autorizzazione
Ministeriale, sul
puntone della
mensola

○ Ancoraggi NORMALI

● Ancoraggi SPECIALI

PERI S.r.l.
ING. Meroni Roberto
Legale Rappresentante



VISTA B

L1=250/335/375/500/670/720/750/1000/1040/
1250/1500/1750/2000/2250/2500/2750/3000

14/11/2018

L3=2500/3000

Per la Sez. A-A vedi TAV. 189

(*) Raddoppio montante con stocchi in tubo e giunti di tipo Autorizzato appartenenti ad una unica Autorizzazione Ministeriale o con elementi per raddoppio montanti (posti ogni 1.0 m); (vedi TAV. 177 per L3=2500 e TAV. 178 per L3=3000)

| | |
|-----|---------------------------------------|
| α | - 60.0 quota estradosso piatto forato |
| * | + 0.0 quota estradosso traverso |
| *** | + 16.4 quota estradosso manto tavola |

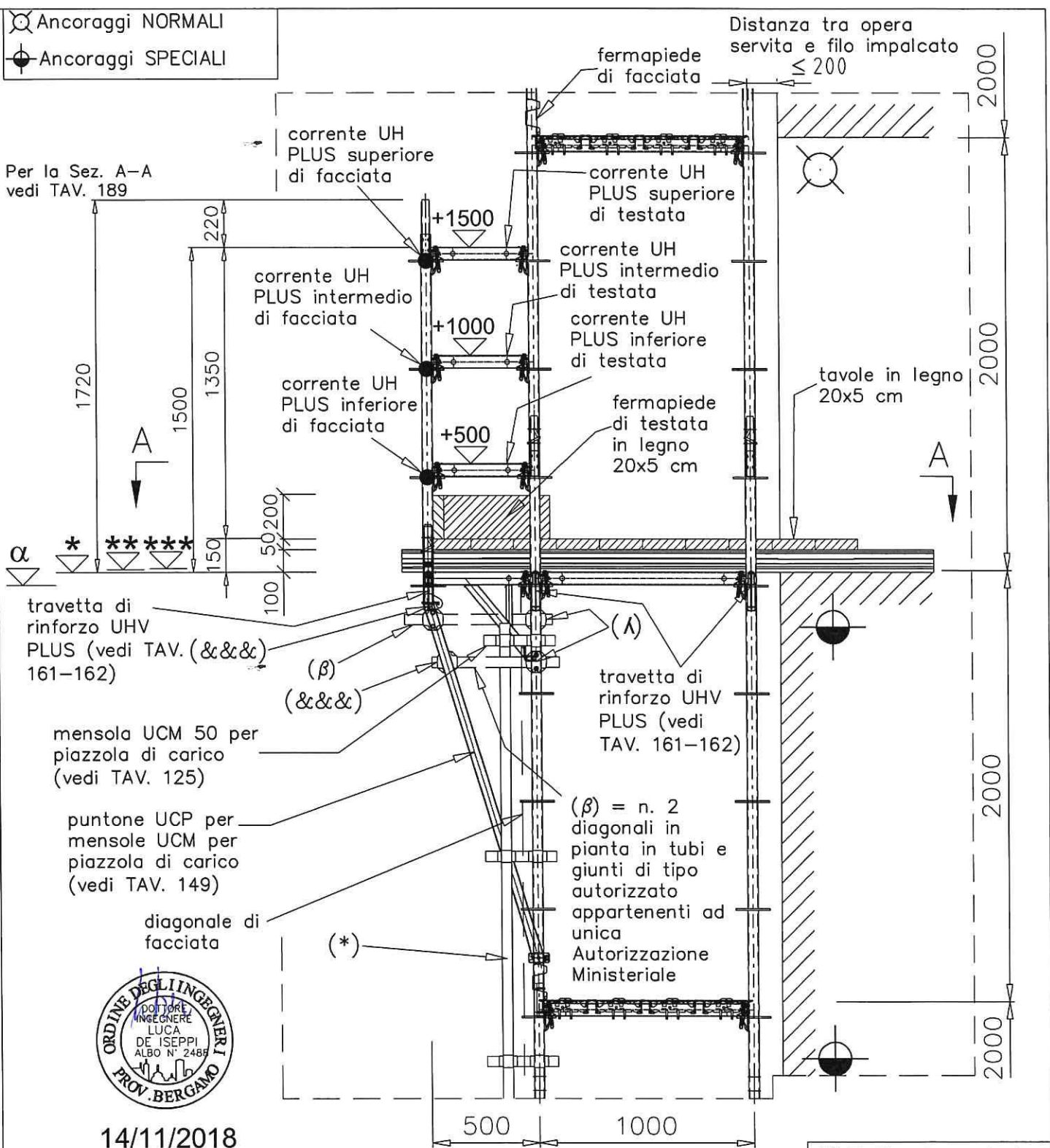


Schema funzionale con piazzola di carico da 500 mm (Vista B)

| | |
|---------------------|-----|
| Sistema | |
| PERI UP ROSETT FLEX | |
| TAV. | 191 |

-  Ancoraggi NORMALI
-  Ancoraggi SPECIALI

Per la Sez. A-A
vedi TAV. 189



travetta di rinforzo UHV PLUS (vedi TAV. (&&&) 161-162)

mensola UCM 50 per piazzola di carico (vedi TAV. 125)

puntone UCP per mensole UCM per piazzola di carico (vedi TAV. 149)

diagonale di facciata



14/11/2018

PERI S.r.l.
ING. Meroni Roberto
Legale Rappresentante

SEZIONE C-C

(A) Giunto ortogonale regolarmente autorizzato, sul montante esterno del ponteggio
 (&&&) Giunto girevole di tipo autorizzato appartenente ad unica Autorizzazione Ministeriale, sul puntone della mensola

(*) Raddoppio montante con stocchi in tubo e giunti di tipo Autorizzato appartenenti ad una unica Autorizzazione Ministeriale (posti ogni 1.0 m); (vedi TAVV. 177 e 178)

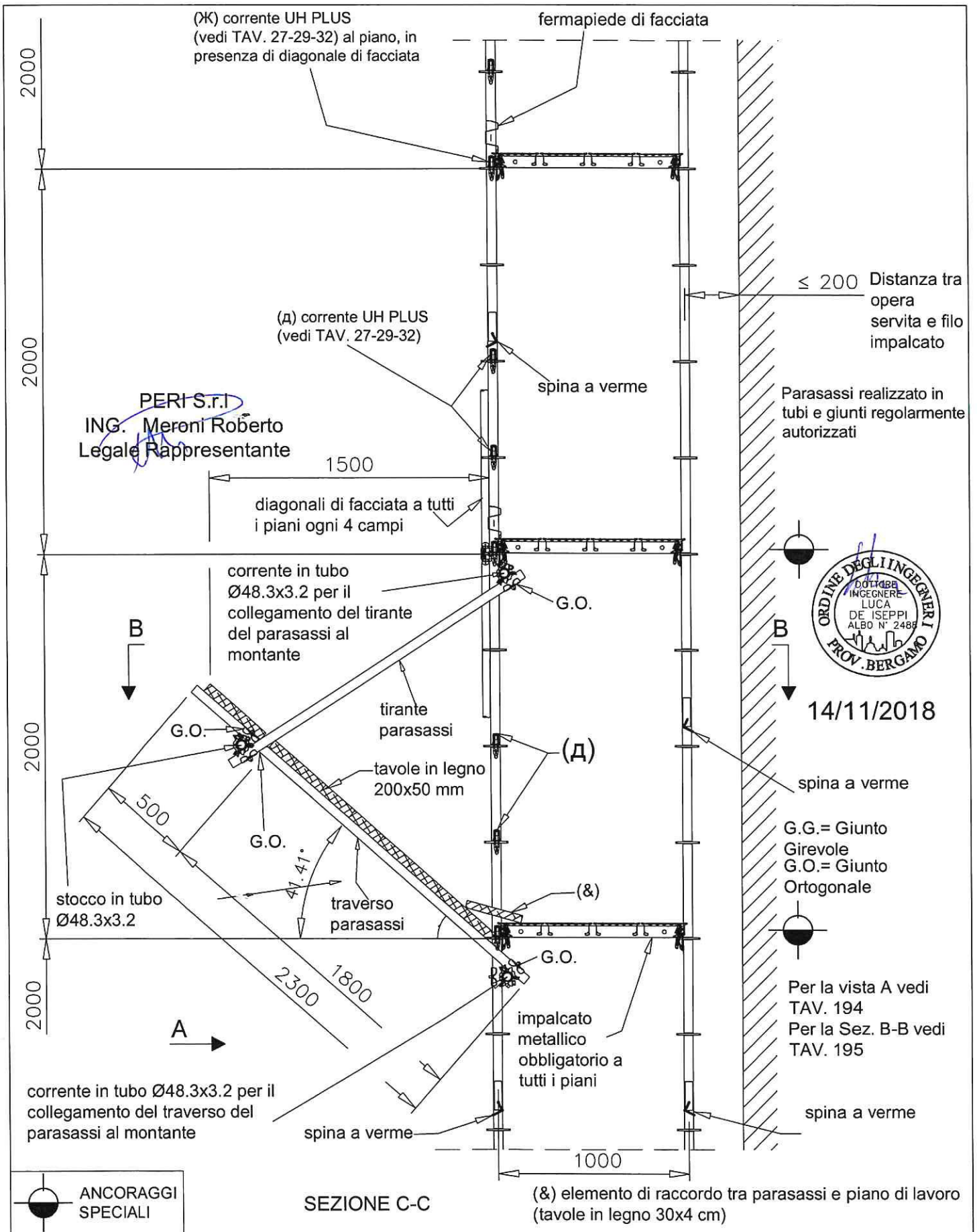
(&&) murali in legno 10 cm x 10 cm

| | |
|-----|--|
| α | - 60.0 quota estradosso piatto forato |
| * | + 0.0 quota estradosso traverso |
| ** | + 13.0 quota estradosso testata tavola |
| *** | + 16.4 quota estradosso manto tavola |



Schema funzionale con piazzola di carico da 500 mm (Sezione C-C)

| | |
|---------------------|-----|
| Sistema | |
| PERI UP ROSETT FLEX | |
| TAV. | 192 |



Schema funzionale con parasassi
(Sezione C-C)

Sistema

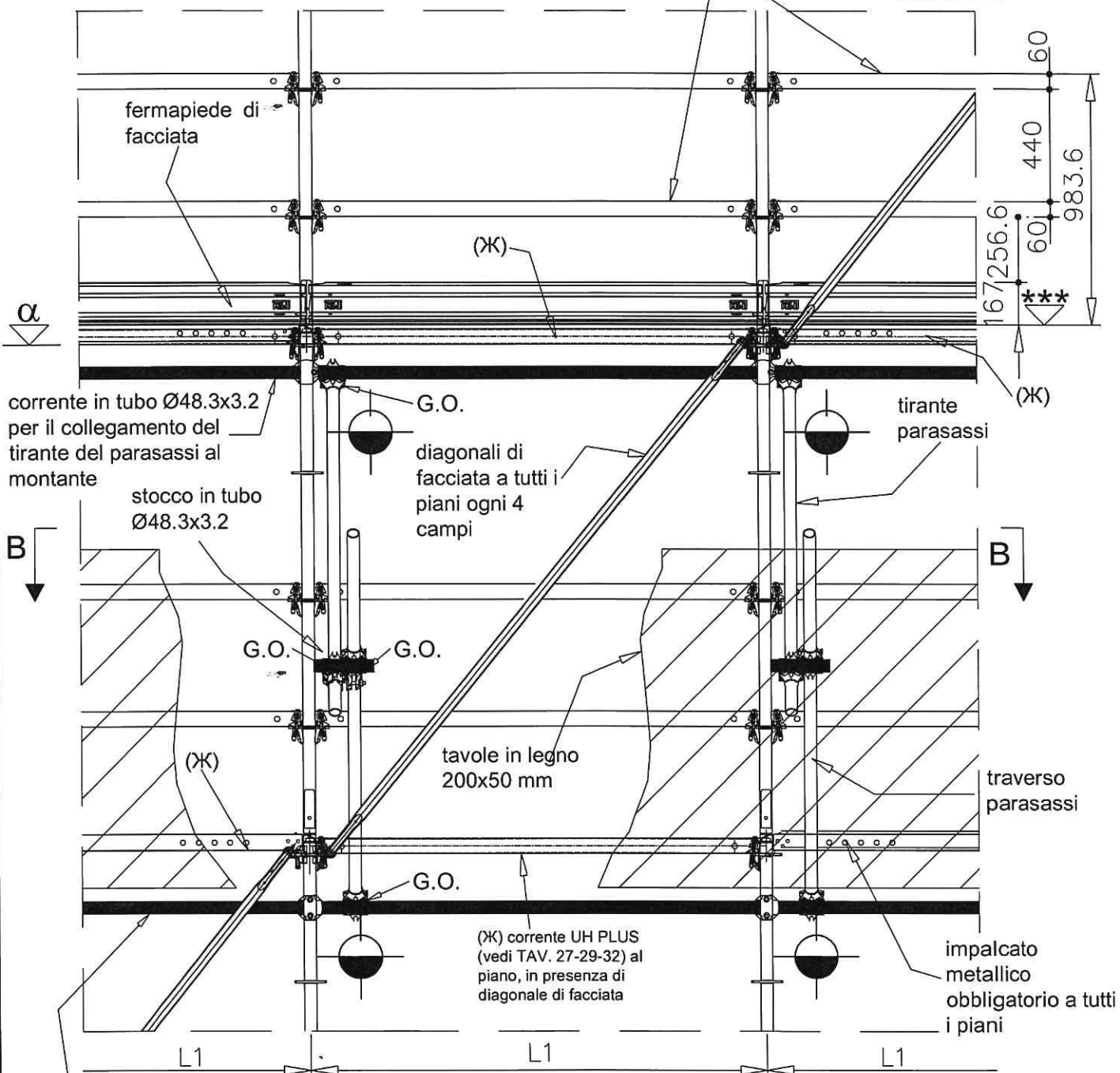
PERI UP ROSETT FLEX

TAV.

193

(d) corrente UH PLUS
(vedi TAV. 27-29-32)

VISTA A



corrente in tubo Ø48.3x3.2 per il collegamento del traverso del parasassi al montante

Parasassi realizzato in tubi e giunti regolarmente autorizzati

L1=250/335/375/500/670/720/750/1000/1040/1250/1500/1750/2000/2250/2500/2750/3000

Per la sezione B-B vedi TAV. 195

ANCORAGGI SPECIALI
G.G. = Giunto Girevole
G.O. = Giunto Ortogonale



14/11/2018
PERI S.r.l.

ING. Meroni Roberto
Legale Rappresentante

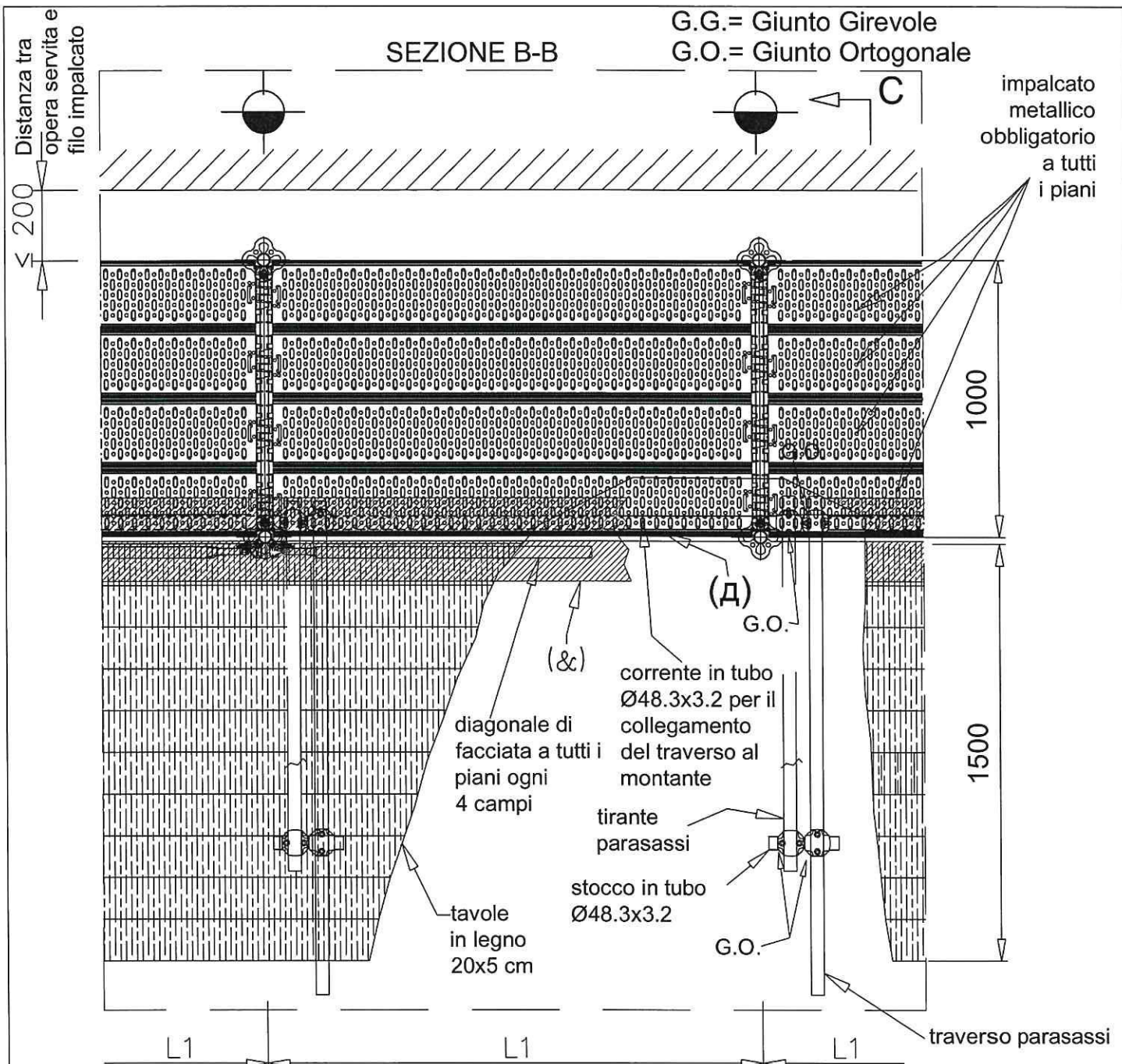
Nota: L1 ha valore costante all'interno dello stesso schema

| | |
|-----|---------------------------------------|
| α | - 60.0 quota estradosso piatto forato |
| *** | + 16.4 quota estradosso manto tavola |



Schema funzionale con parasassi
(Vista A)

| | |
|---------------------|-----|
| Sistema | |
| PERI UP ROSETT FLEX | |
| TAV. | 194 |



Parasassi realizzato in tubi e giunti regolarmente autorizzati

Per la sezione C-C vedi TAV. 193

L1=250/335/375/500/670/720/750/1000/1040/1250/
1500/1750/2000/2250/2500/2750/3000

14/11/2018



PERI S.r.l.
ING. Meroni Roberto
Legale Rappresentante



(d) corrente UH PLUS (vedi TAV. 27-29-32)

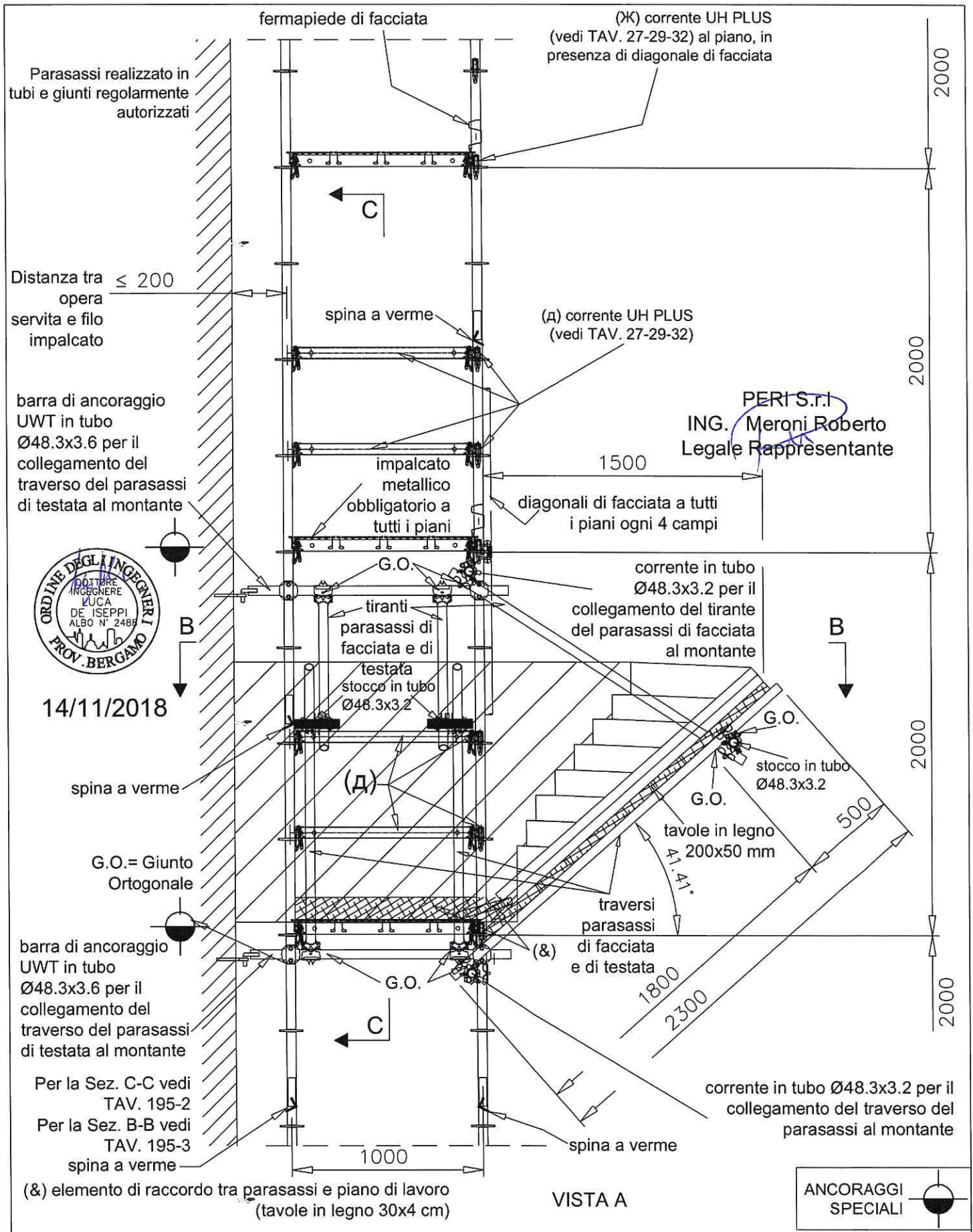
(&) Elemento di raccordo tra piano di lavoro e parasassi (tavola in legno 30x4 cm)

Nota: L1 ha valore costante all'interno dello stesso schema



Schema funzionale con parasassi
(Sezione B-B)

| | |
|---------------------|-----|
| Sistema | |
| PERI UP ROSETT FLEX | |
| TAV. | 195 |



Schema funzionale con parasassi
(Vista A)

Sistema

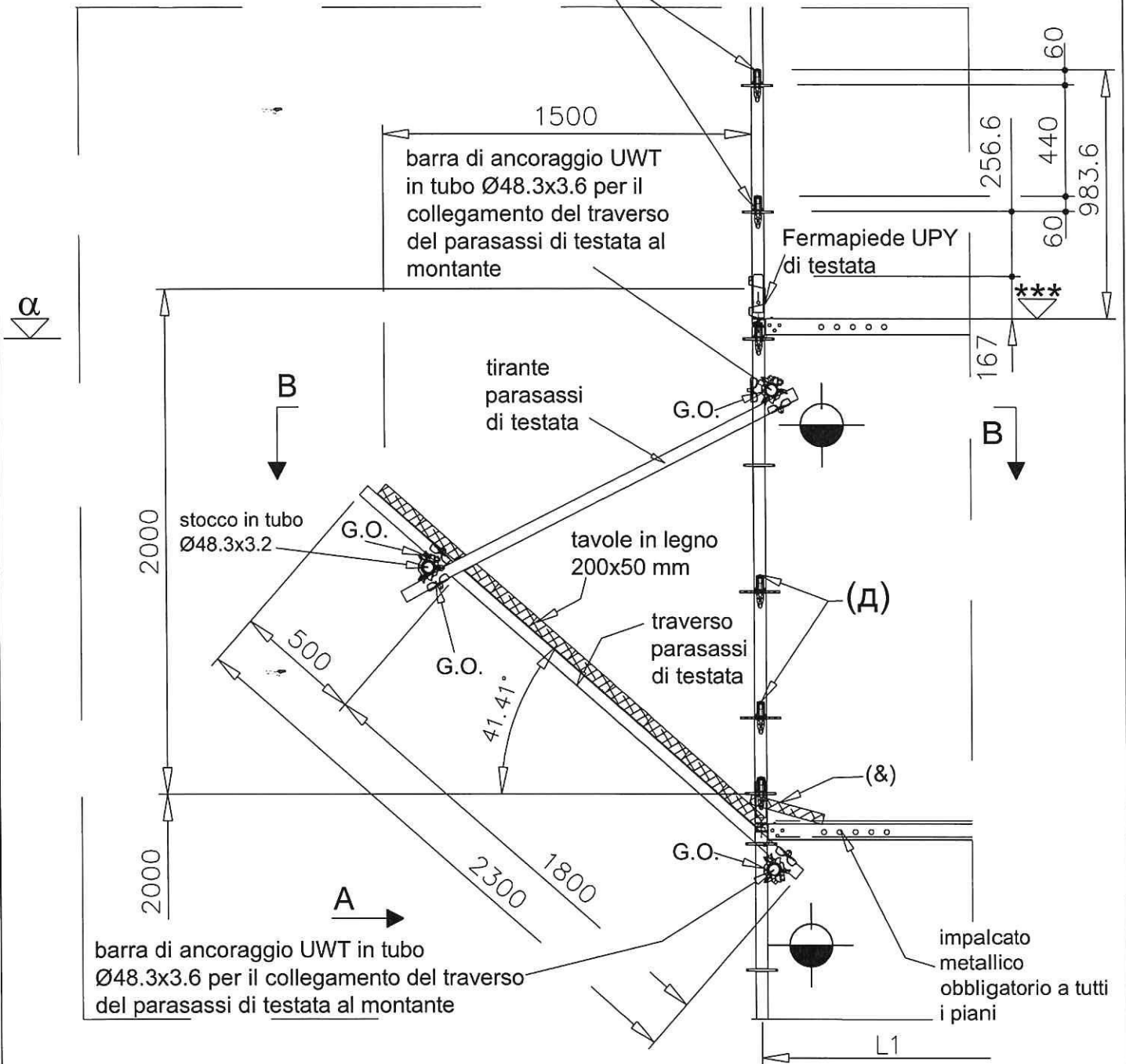
PERI UP ROSETT FLEX

TAV.

195-1

(d) corrente UH PLUS
(vedi TAV. 27-29-32)

SEZIONE C-C



(&) elemento di raccordo tra parasassi e piano di lavoro
(tavole in legno 30x4 cm)

L1=250/335/375/500/670/720/750/1000/1040/1250/
1500/1750/2000/2250/2500/2750/3000

Parasassi realizzati in tubi e giunti regolarmente autorizzati

Per la sezione B-B vedi TAV. 195-3
Per la vista A vedi TAV. 195-1

14/11/2018

PERI S.r.l.

ING. Meroni Roberto
Legale Rappresentante



ANCORAGGI
SPECIALI

G.O. = Giunto Ortogonale

α - 60.0 quota estradosso piatto forato

*** + 16.4 quota estradosso manto tavola



Schema funzionale con parasassi di testata
(Sezione C-C)

Sistema

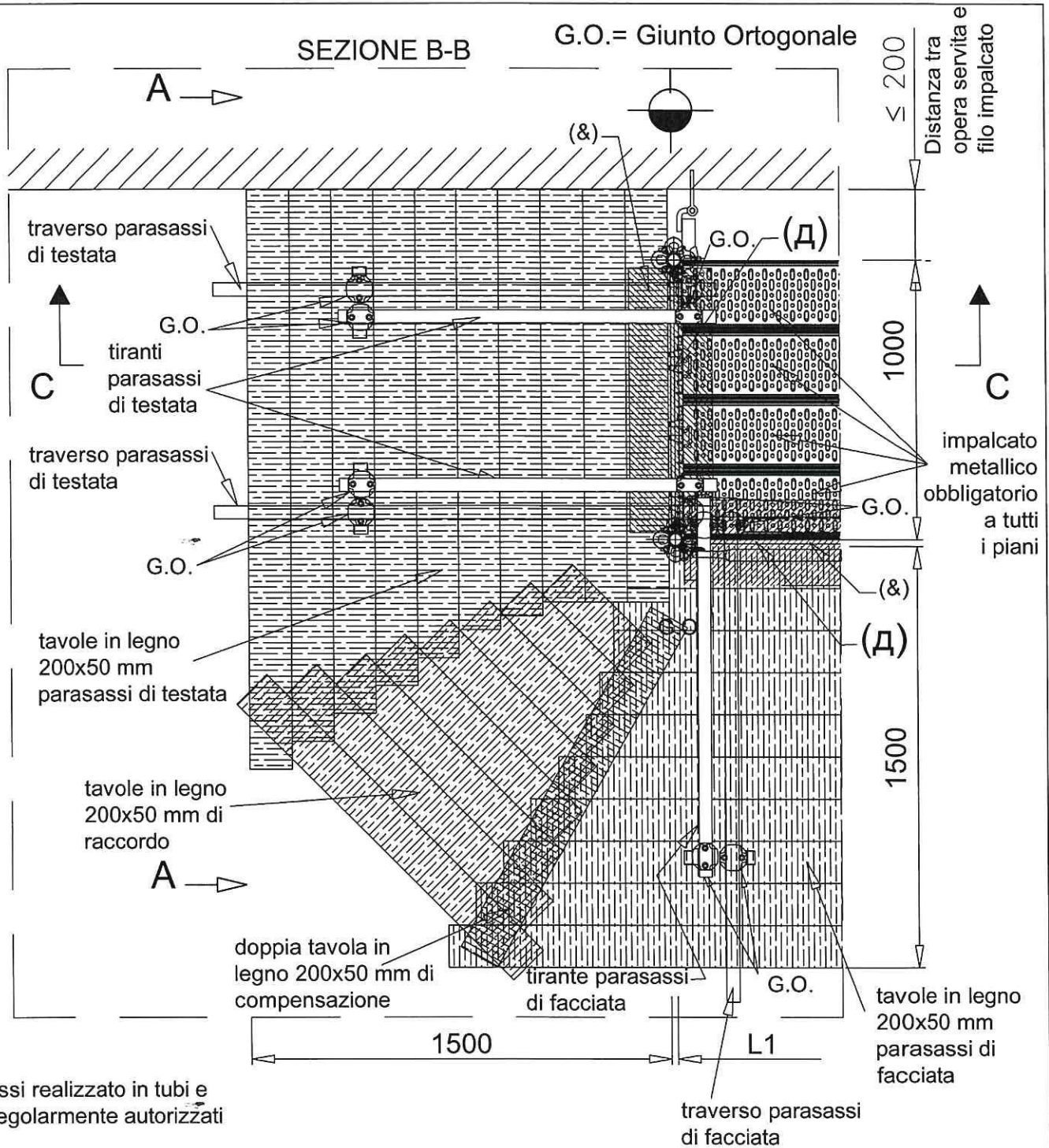
PERI UP ROSETT FLEX

TAV.

195-2

SEZIONE B-B

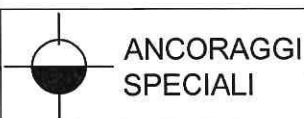
G.O.= Giunto Ortogonale



Parasassi realizzati in tubi e giunti regolarmente autorizzati

Per la sezione C-C vedi TAV. 195-2
Per la vista A vedi TAV. 195-1

L1=250/335/375/500/670/720/750/1000/1040/1250/
1500/1750/2000/2250/2500/2750/3000



ANCORAGGI SPECIALI



(D) corrente UH PLUS (vedi TAV. 27-29-32)

(&) Elemento di raccordo tra piano di lavoro e parasassi (tavola in legno 30x4 cm)

PERI S.r.l.
ING. Meroni Roberto
Legale Rappresentante

14/11/2018



Schema funzionale con parasassi di testata
(Sezione B-B)

Sistema

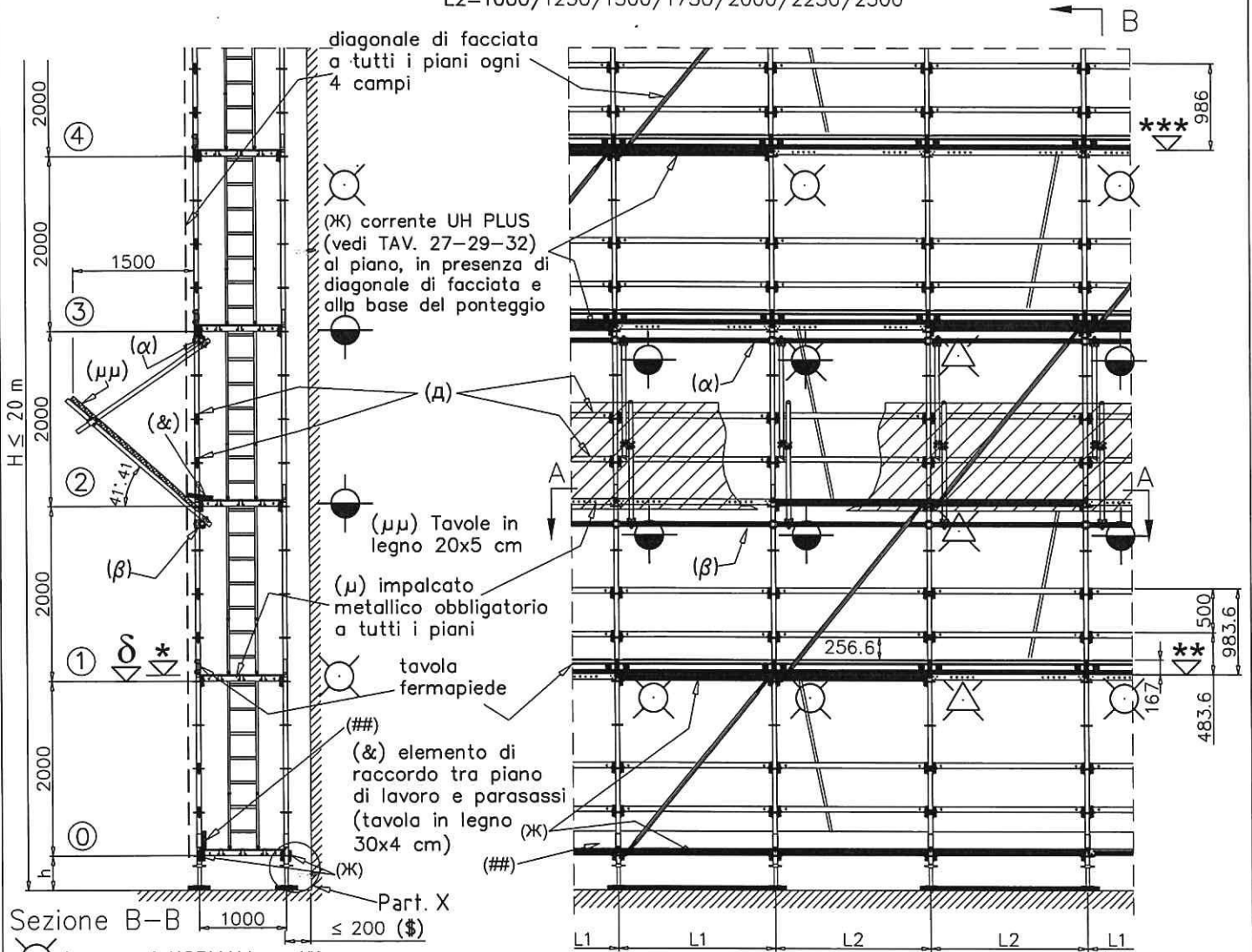
PERI UP ROSETT FLEX

TAV.

195-3

(A) corrente UH PLUS vedi TAV. 27-29-32
Per il Part. X vedi TAV. 204

L1=250/335/375/500/670/720/750/1000/
1040/1250/1500/1750/2000/2250/2500
L2=1000/1250/1500/1750/2000/2250/2500



Sezione B-B 1000 ≤ 200 (\$)
 (K) corrente UH PLUS (vedi TAV. 27-29-32) al piano, in presenza di diagonale di facciata e alla base del ponteggio
 (μμ) Tavole in legno 20x5 cm
 (μ) impalcato metallico obbligatorio a tutti i piani
 tavola fermapiEDE (#) elemento di raccordo tra piano di lavoro e parasassi (tavola in legno 30x4 cm)
 (OK) Part. X
 (\$) Distanza tra opera servita e filo impalcato

- Ancoraggi NORMALI
- Ancoraggi SPECIALI
- Ancoraggi SPECIALI a V



Parasassi realizzato in tubi e giunti regolarmente autorizzati
 (β) corrente in tubo ø48.3x3.2 per il collegamento del traverso del parasassi al montante
 (α) corrente in tubo ø48.3x3.2 per il collegamento del tirante del parasassi al montante

Nota: L1 e L2 hanno valore costante all'interno dello stesso schema

PERI S.r.l.
ING. Meroni Roberto
Legale Rappresentante

H = altezza misurata dal piano di appoggio dell'elemento di ripartizione dei carichi dei montanti, all'estradosso dell'ultimo impalcato praticabile

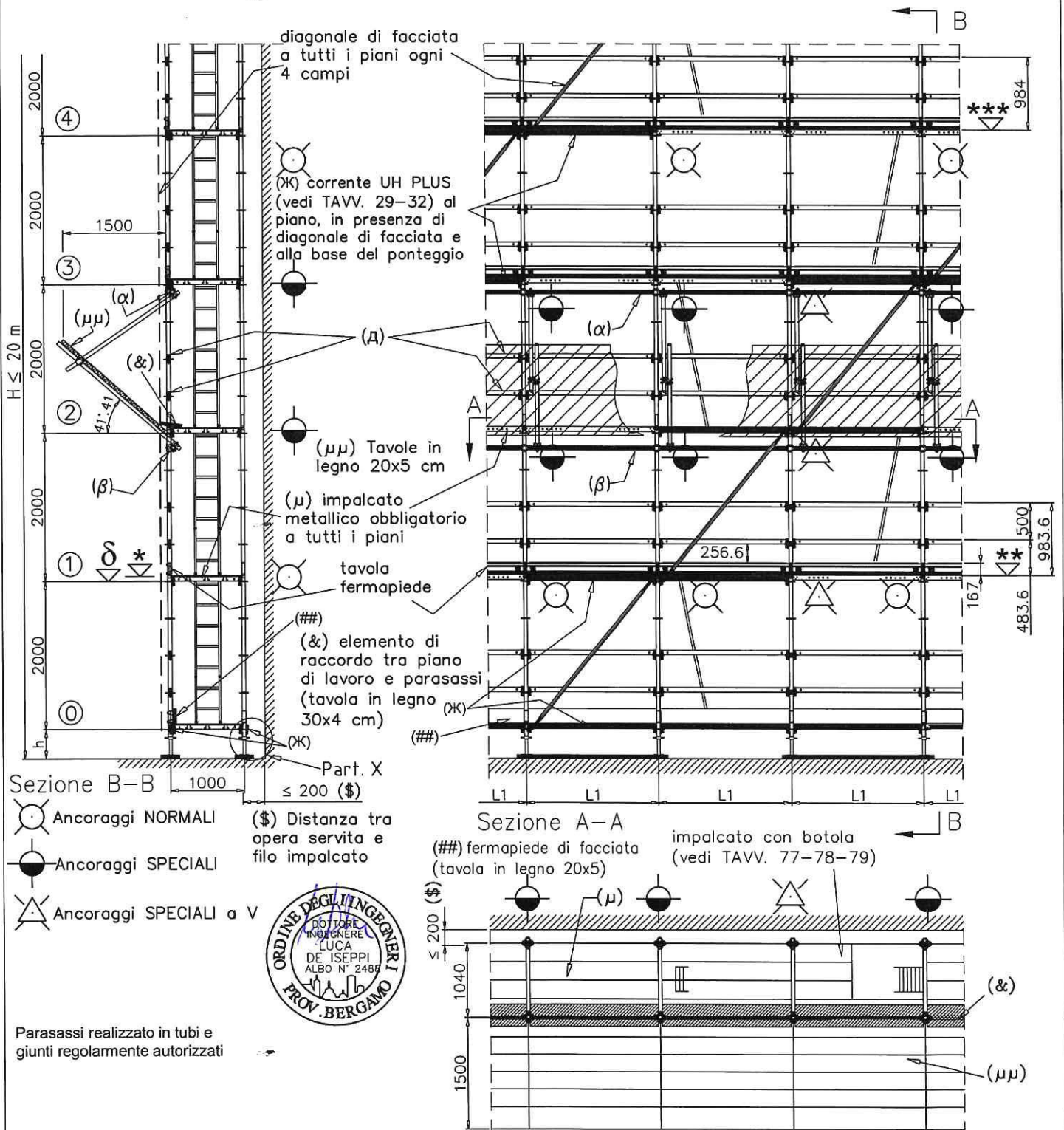
14/11/2018
h = altezza misurata dal piano di appoggio dell'elemento di ripartizione dei carichi dei montanti, all'estradosso della piastra (rosetta) forata al piano ①

| | |
|-----|--------------------------------------|
| δ | -60.0 quota estradosso piatto forato |
| * | +0.0 quota estradosso traverso |
| *** | +16.4 quota estradosso bugne tavola |

Schema funzionale con impalcato metallico obbligatorio a tutti i piani e scala di accesso ai piani per campi ≤ 2,5 m

Sistema
PERI UP ROSETT FLEX

TAV. **196**



Sezione B-B 1000 ≤ 200 (\$)
 (X) Ancoraggi NORMALI (\$)
 (●) Ancoraggi SPECIALI (\$)
 (▲) Ancoraggi SPECIALI a V (\$)
 (X) Distanza tra opera servita e filo impalcato

Parasassi realizzato in tubi e giunti regolarmente autorizzati



(α) corrente in tubo ø48.3x3.2 per il collegamento del tirante del parasassi al montante

Nota: L1 ha valore costante all'interno dello stesso schema

14/11/2018

PERI S.r.l.
 ING. Meroni Roberto
 Legale Rappresentante

H = altezza misurata dal piano di appoggio dell'elemento di ripartizione dei carichi dei montanti, all'estradosso dell'ultimo impalcato praticabile

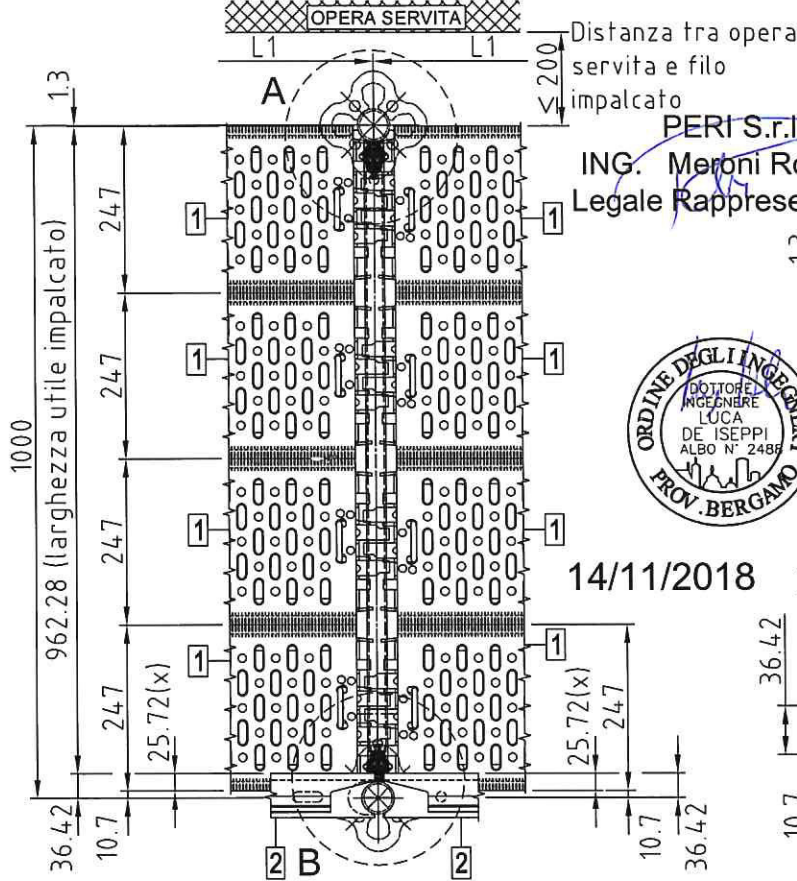
h = altezza misurata dal piano di appoggio dell'elemento di ripartizione dei carichi dei montanti, all'estradosso della piastra (rosetta) forata al piano ①

| | |
|-----|--------------------------------------|
| δ | -60.0 quota estradosso piatto forato |
| * | +0.0 quota estradosso traverso |
| *** | +16.4 quota estradosso bugne tavola |

| | | |
|--|--|---------------------|
| | Schema funzionale con impalcato metallico obbligatorio a tutti i piani e scala di accesso ai piani per campi da 2,75/3,0 m | Sistema |
| | | PERI UP ROSETT FLEX |
| | | 197 |

1) TAVOLE ACCOSTATE AL MONTANTE INTERNO

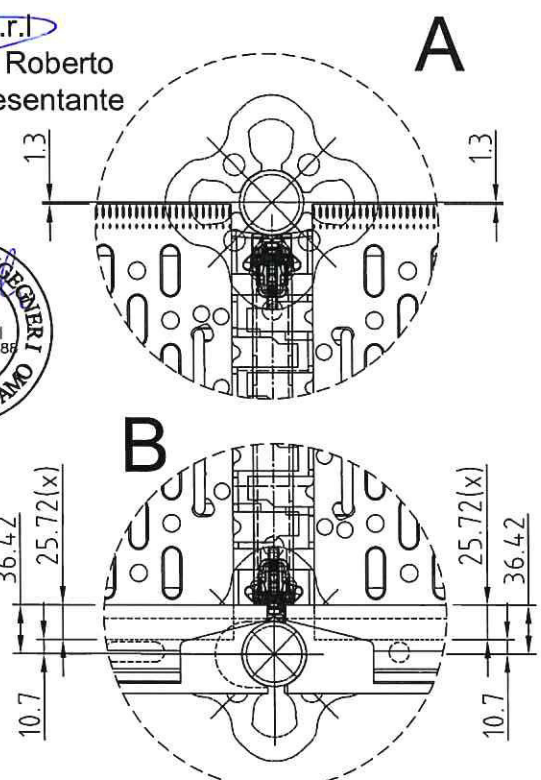
| Tipologia elemento | | n° TAV. |
|--------------------|--------------------------|---------|
| 1 | Tavola metallica UDG 250 | 43 |
| 2 | Fermapiede metallico UPY | 95 |



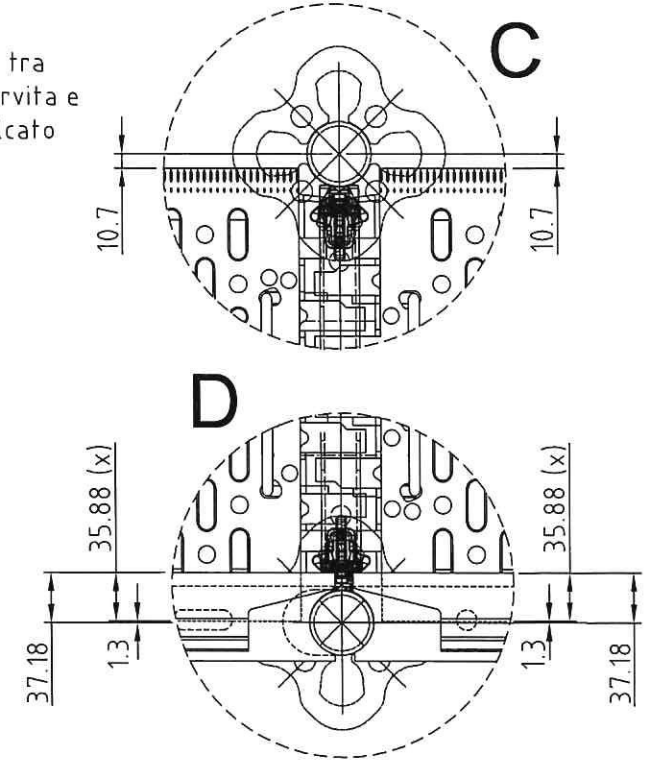
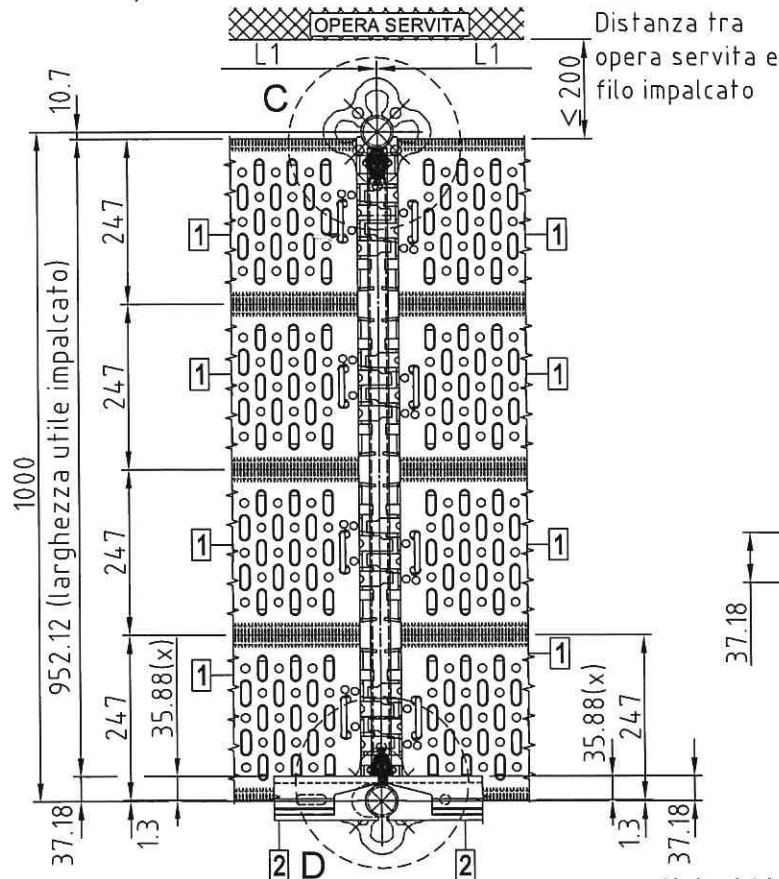
PERI S.r.l.
ING. Meroni Roberto
Legale Rappresentante



14/11/2018



2) TAVOLE ACCOSTATE AL MONTANTE ESTERNO



L1=250/335/375/500/670/720/750/1000/1040/
1250/1500/1750/2000/2250/2500/2750/3000

(x) APPOGGIO DEL FERMAPIEDE SULL'IMPALCATO

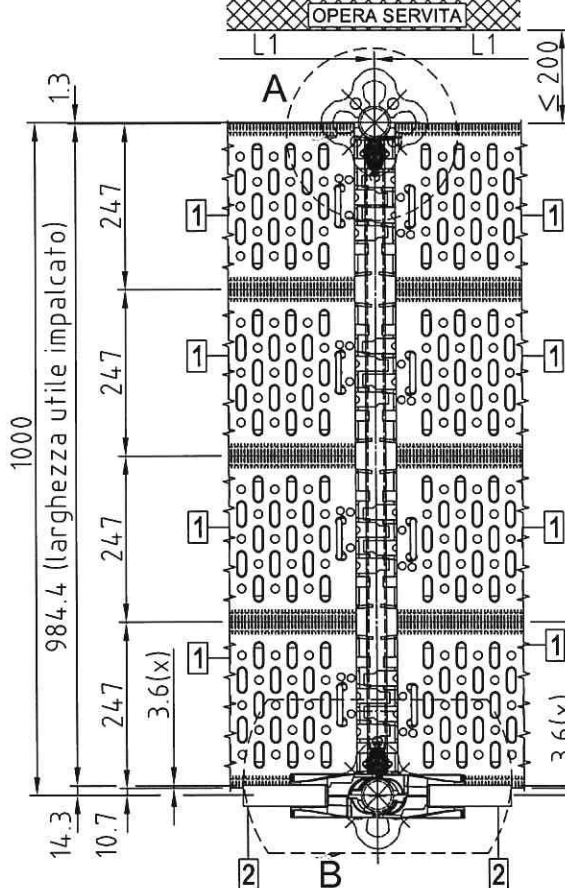
Nota: L1 ha valore costante all'interno dello stesso schema



Schema funzionale disposizione UDG 250
e fermapiedi UPY

| | |
|---------------------|-----|
| Sistema | |
| PERI UP ROSETT FLEX | |
| TAV. | 198 |

1) TAVOLE ACCOSTATE AL MONTANTE INTERNO



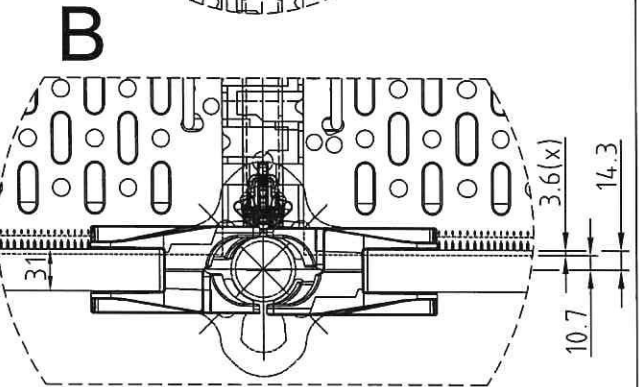
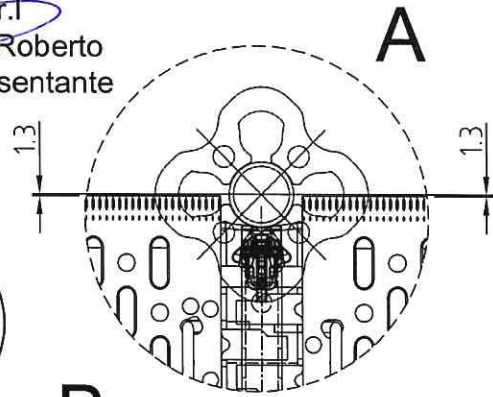
Distanza tra opera servita e filo impalcato

PERI S.r.l.
ING. Meroni Roberto
Legale Rappresentante

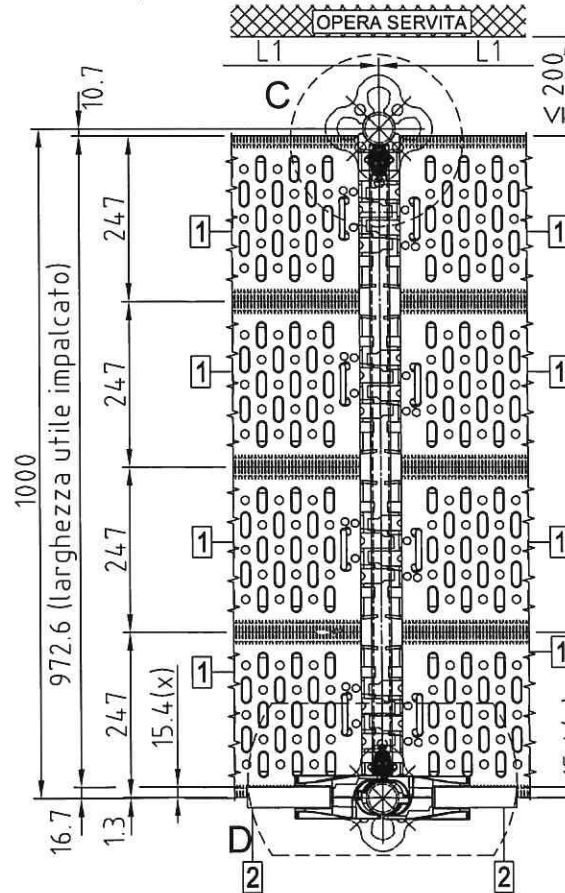


14/11/2018

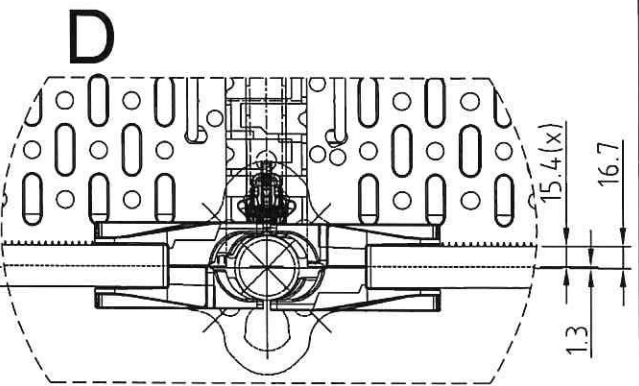
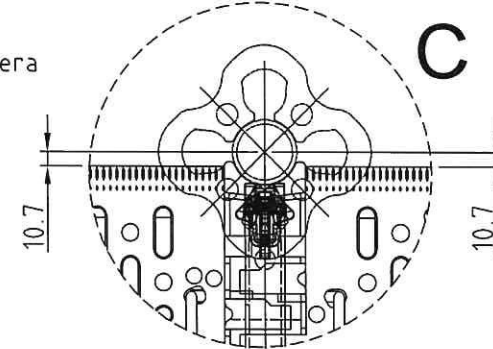
| Tipologia elemento | | n° TAV. |
|--------------------|--------------------------|---------|
| 1 | Tavola metallica UDG 250 | 43 |
| 2 | Fermapiede in legno UPF | 98 |



2) TAVOLE ACCOSTATE AL MONTANTE ESTERNO



Distanza tra opera servita e filo impalcato



L1=335/375/500/670/720/750/1000/
1040/1250/1500/1750/2000/2250/2500

(x) APPOGGIO DEL FERMAPIEDE SULL'IMPALCATO

Nota: L1 ha valore costante all'interno dello stesso schema

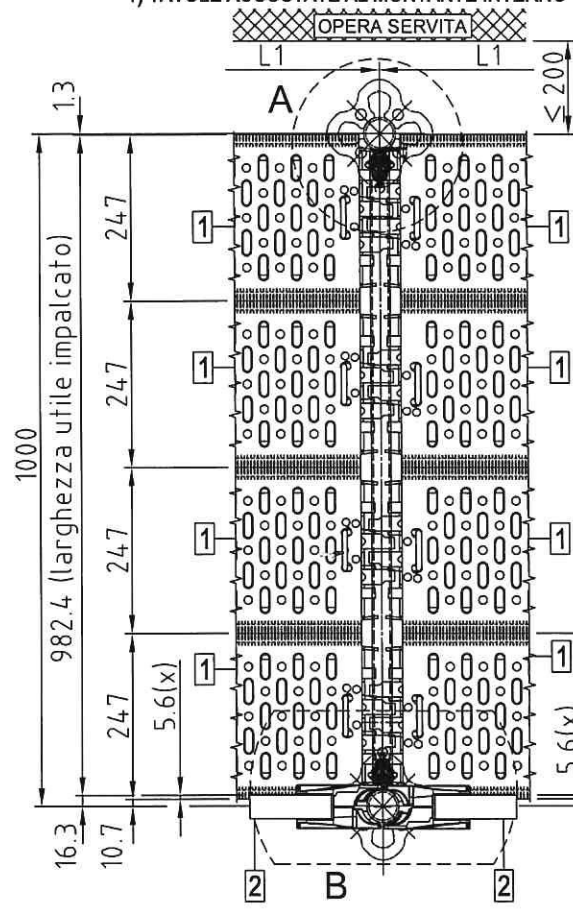


Schema funzionale disposizione UDG 250
e fermapiedi UPF per campi ≤ 2,5 m

| Sistema | |
|---------------------|-----|
| PERI UP ROSETT FLEX | |
| TAV. | 199 |

1) TAVOLE ACCOSTATE AL MONTANTE INTERNO

| Tipologia elemento | | n° TAV. |
|--------------------|--------------------------|---------|
| 1 | Tavola metallica UDG 250 | 43 |
| 2 | Fermapiede in legno UPF | 104 |

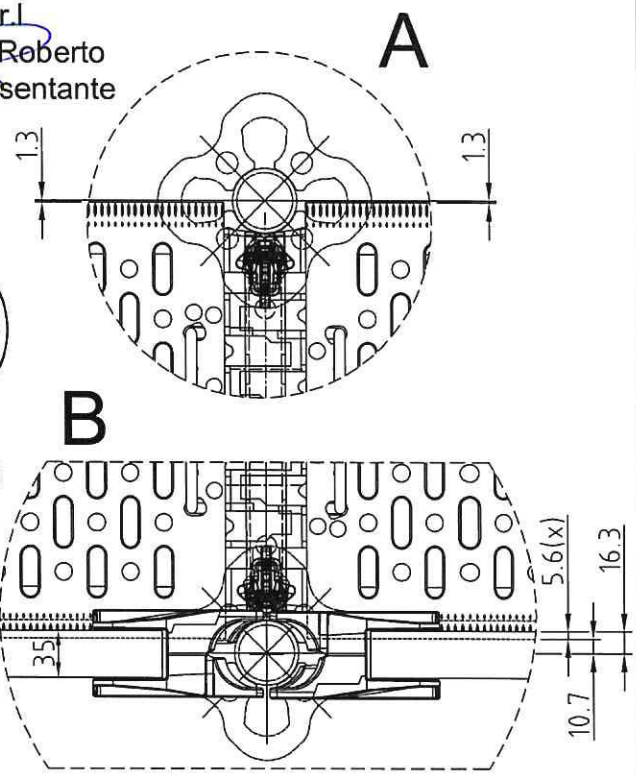


Distanza tra opera servita e filo impalcato

PERI S.r.l
ING. Meroni Roberto
Legale Rappresentante

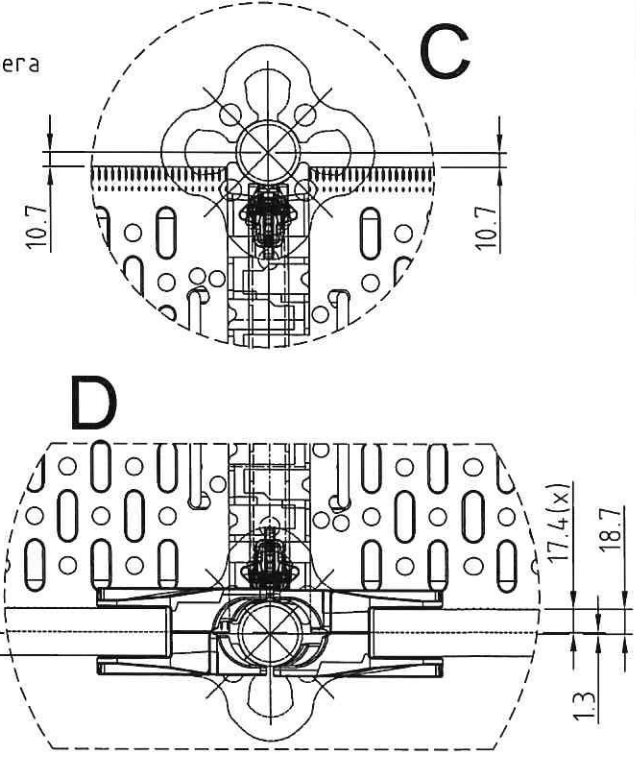
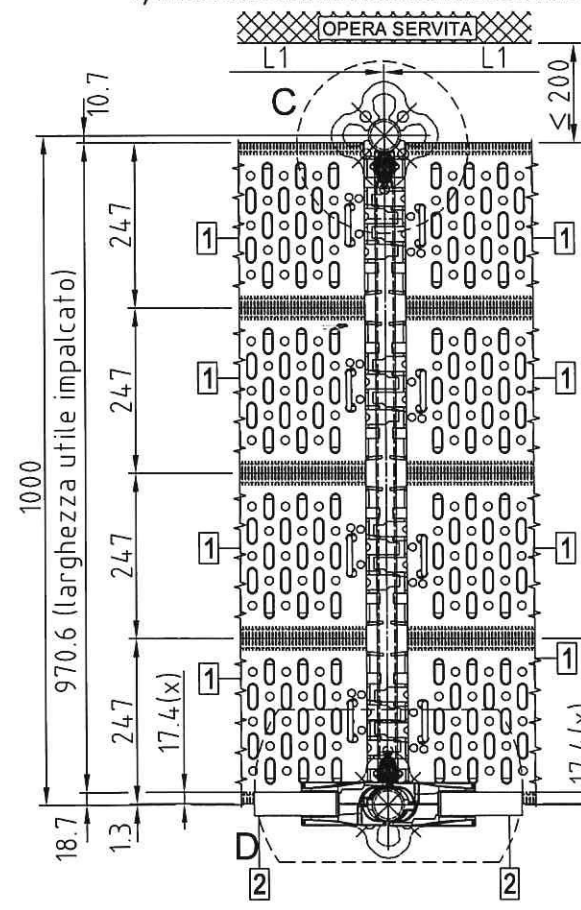


14/11/2018



2) TAVOLE ACCOSTATE AL MONTANTE ESTERNO

Distanza tra opera servita e filo impalcato



L1=2750/3000

(x) APPOGGIO DEL FERMAPIEDE SULL'IMPALCATO

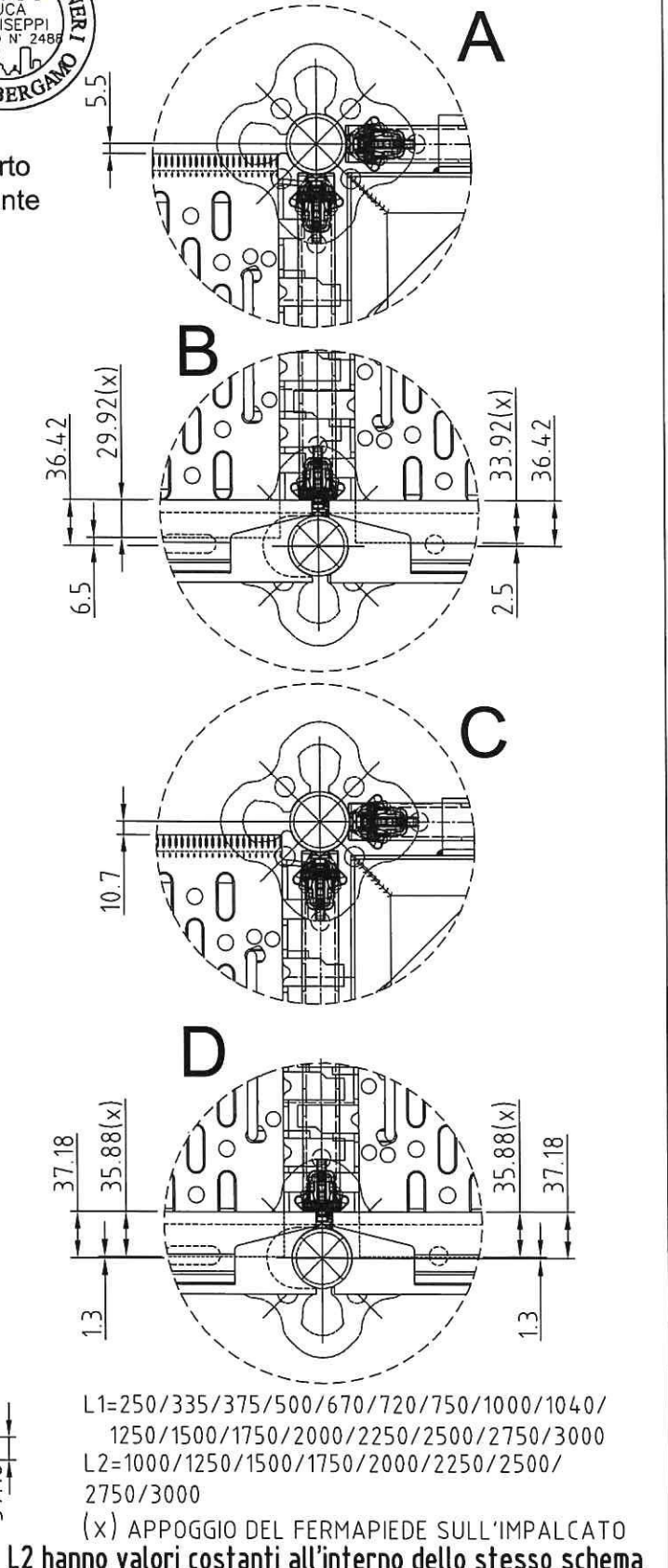
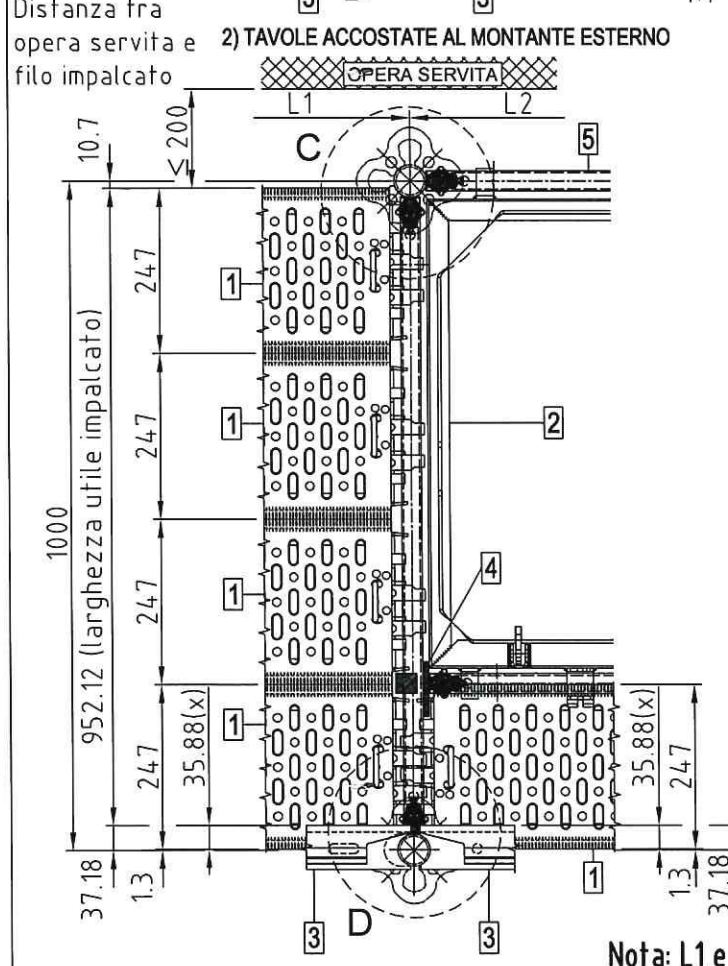
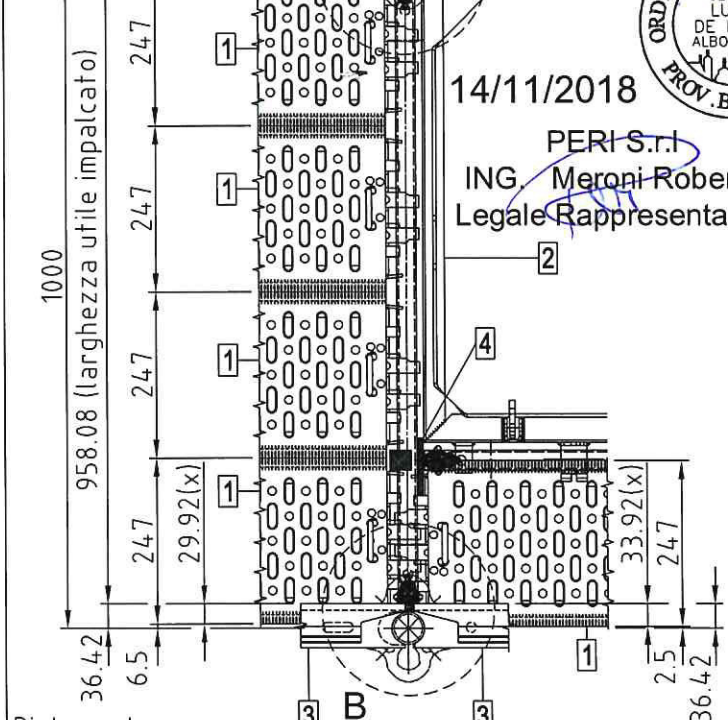
Nota: L1 ha valore costante all'interno dello stesso schema




Schema funzionale disposizione UDG 250 e fermapiedi UPF per campi da 2,75/3,0 m

| | |
|---------------------|-----|
| Sistema | |
| PERI UP ROSETT FLEX | |
| TAV. | 200 |

| | | Tipologia elemento | n° TAV. |
|---|---|----------------------------------|---------|
| Distanza tra opera servita e filo impalcato | 1) TAVOLE ACCOSTATE AL MONTANTE INTERNO | 1 Tavola metallica UDG 250 | 43 |
| | | 2 Tavola con botola UAF 75 x 100 | 60 |
| | | 3 Fermapiede metallico UPY | 95 |
| | | 4 Elemento UHA | 90 |
| | | 5 Corrente UH PLUS Tipo 2 | 32 |



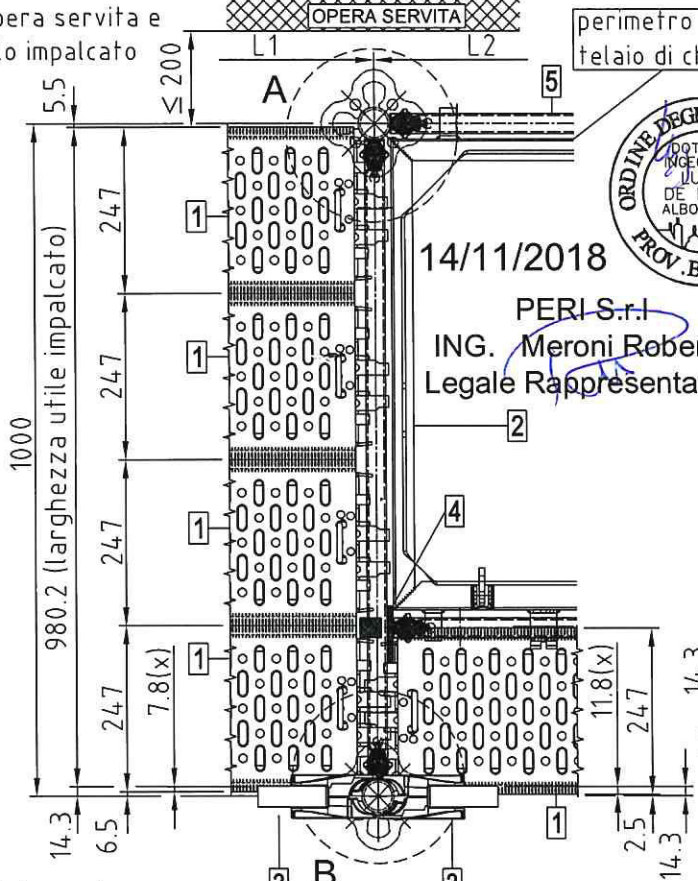
| | | | |
|---|---|---------|-----|
|  | Schema funzionale disposizione UDG 250, Tavola con botola UAF 75x100 e fermapiedi UPY | Sistema | |
| | | TAV. | 201 |

14/11/2018
 PERI S.r.l.
 ING. Meroni Roberto
 Legale Rappresentante



Distanza tra opera servita e filo impalcato

1) TAVOLE ACCOSTATE AL MONTANTE INTERNO



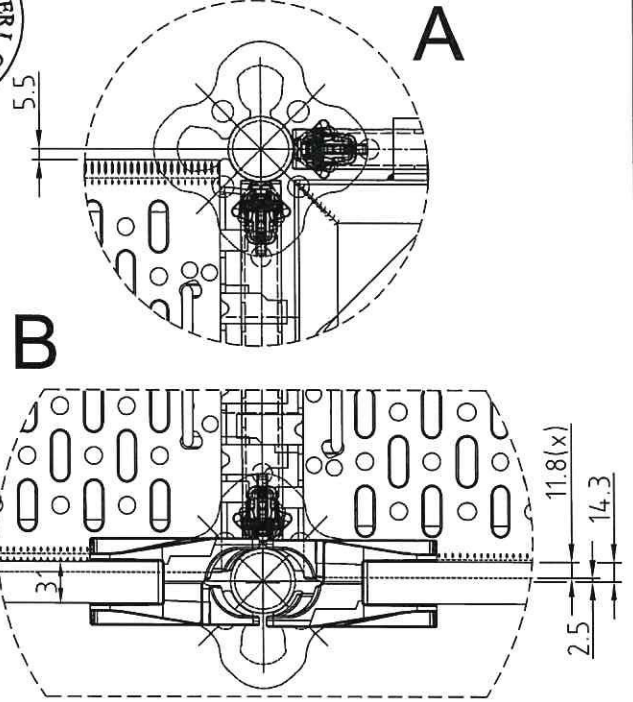
perimetro botola coperto dal telaio di chiusura (TAV. 71)



14/11/2018

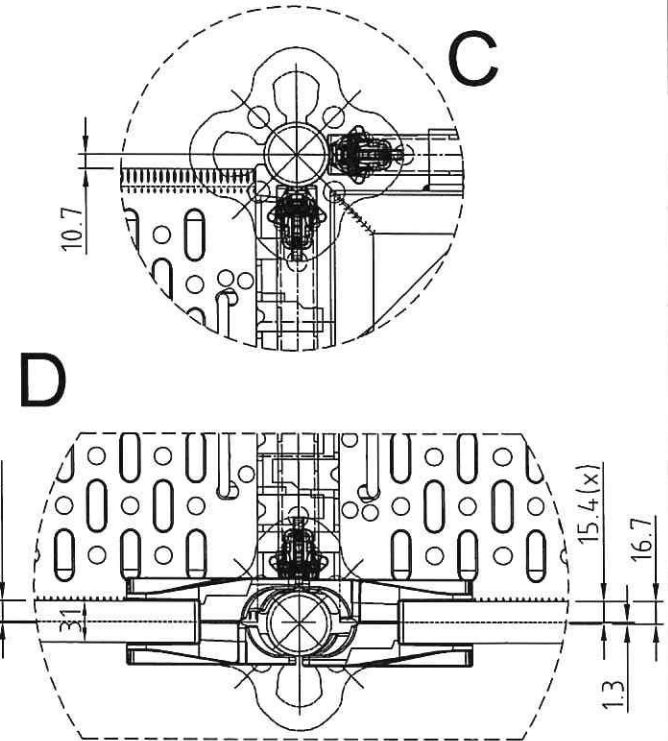
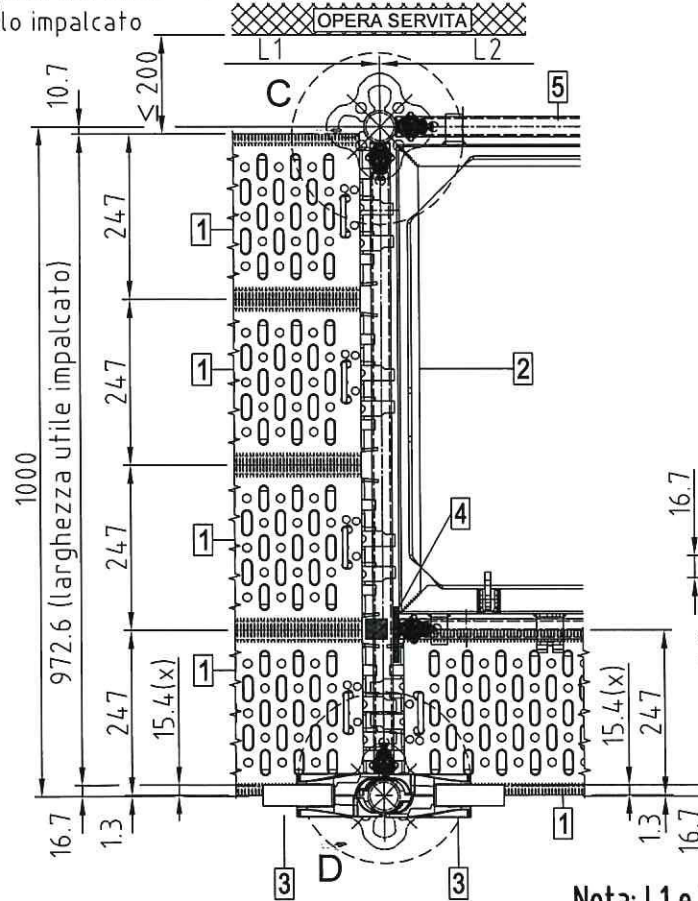
PERI S.r.l.
ING. Meroni Roberto
Legale Rappresentante

| | Tipologia elemento | n° TAV. |
|---|--------------------------------|---------|
| 1 | Tavola metallica UDG 250 | 43 |
| 2 | Tavola con botola UAF 75 x 100 | 60 |
| 3 | Fermapiede in legno UPF | 98 |
| 4 | Elemento UHA | 90 |
| 5 | Corrente UH PLUS Tipo 2 | 32 |



Distanza tra opera servita e filo impalcato

2) TAVOLE ACCOSTATE AL MONTANTE ESTERNO



L1=250/335/375/500/670/720/750/1000/1040/
1250/1500/1750/2000/2250/2500/2750/3000
L2=1000/1250/1500/1750/2000/2250/2500/
2750/3000

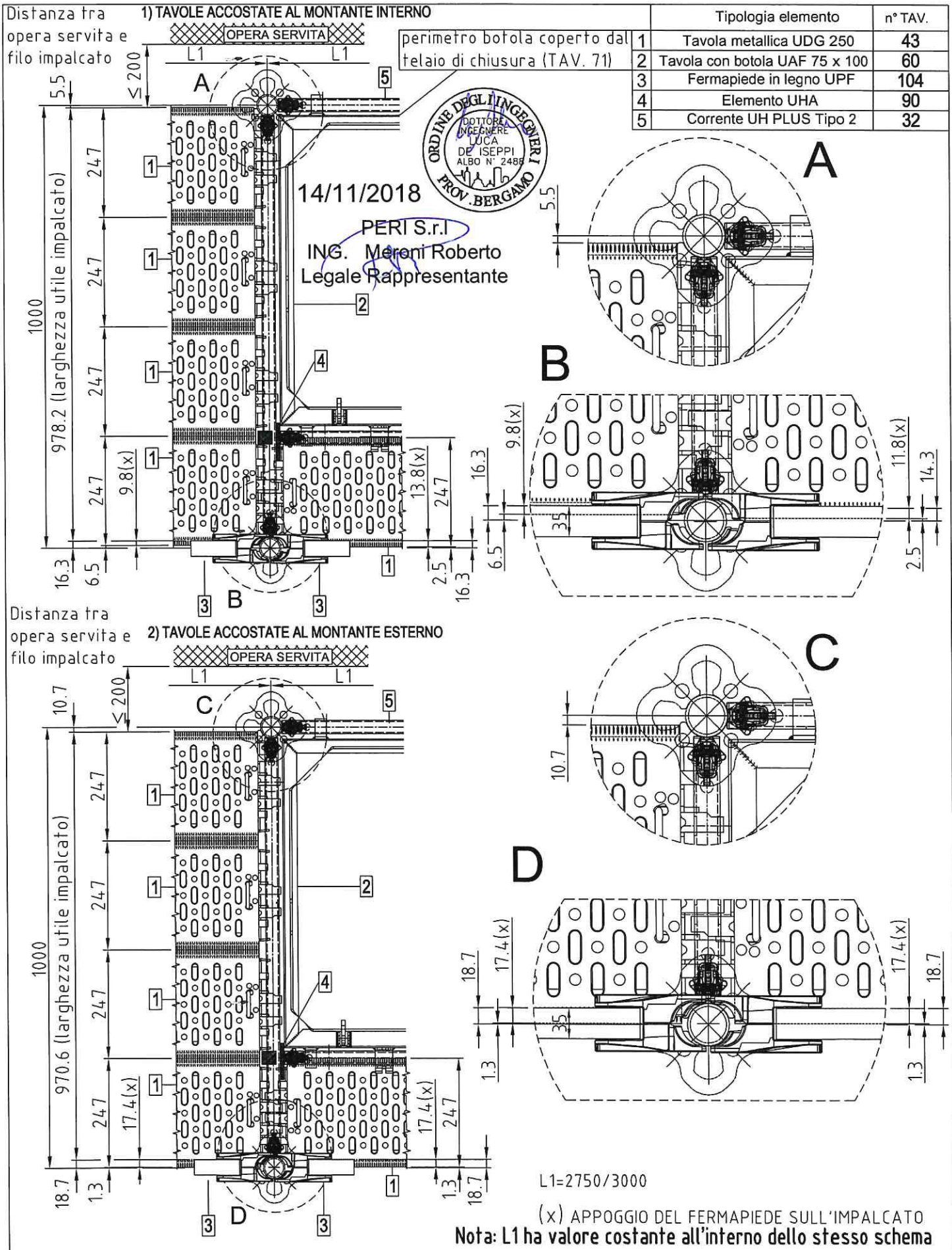
(x) APPOGGIO DEL FERMAPIEDE SULL'IMPALCATO

Nota: L1 e L2 hanno valori costanti all'interno dello stesso schema



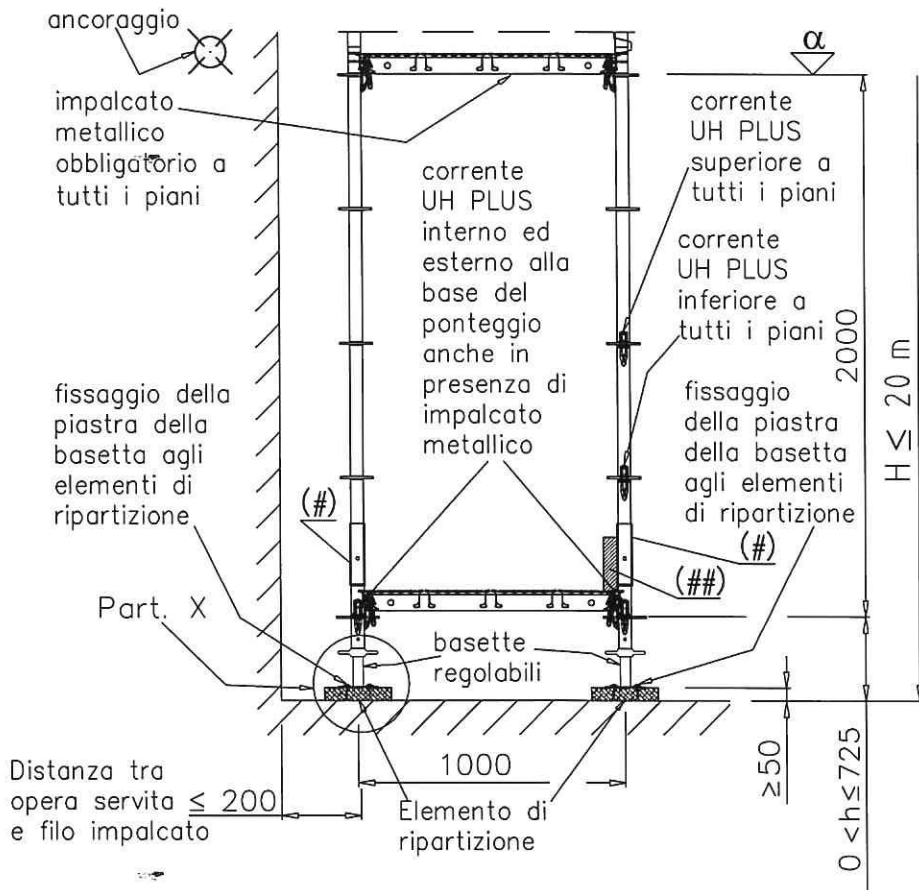
Schema funzionale disposizione UDG 250, Tavola con botola UAF 75x100 e fermapiedi UPF per campi ≤ 2,5 m

| Sistema | |
|---------------------|-----|
| PERI UP ROSETT FLEX | |
| TAV. | 202 |

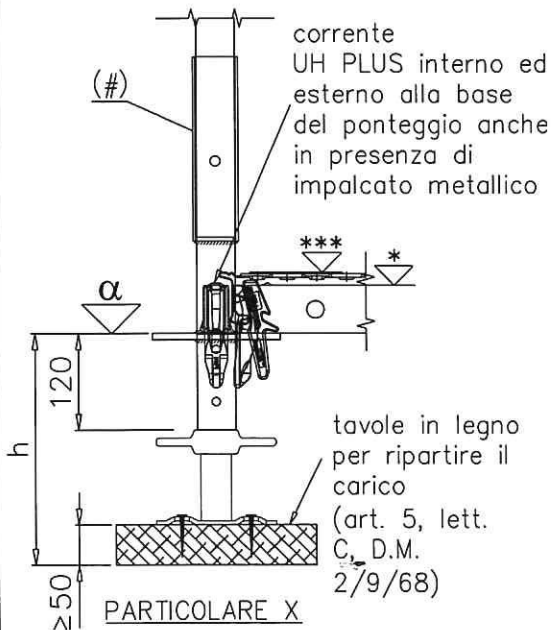


Schema funzionale disposizione UDG 250, Tavola con botola UAF 75x100 e fermapiedi UPF per campi da 2,75/3,0 m

| | |
|---------------------|-----|
| Sistema | |
| PERI UP ROSETT FLEX | |
| TAV. | 203 |



- α quota estradosso piatto forato -60.0
- * quota estradosso traverso +0.0
- *** quota estradosso manto tavola +16.4



Le piastre delle basette vanno fissate agli elementi di ripartizione dei carichi dei montanti.

H = altezza misurata dal piano di appoggio dell'elemento di ripartizione dei carichi dei montanti, all'estradosso delle bugne dell'ultimo impalcato praticabile

L'elemento di ripartizione al piede deve avere dimensioni e caratteristiche adeguate ai carichi da trasmettere e alla consistenza dei piani di posa e deve interessare almeno due montanti contigui (vedi art. 5 lett. c D.M. 2/9/68)

- (#) elemento di partenza UVB 24 (vedi TAV. 20)
- (##) fermapiè di facciata (tavola in legno 20x5)

14/11/2018

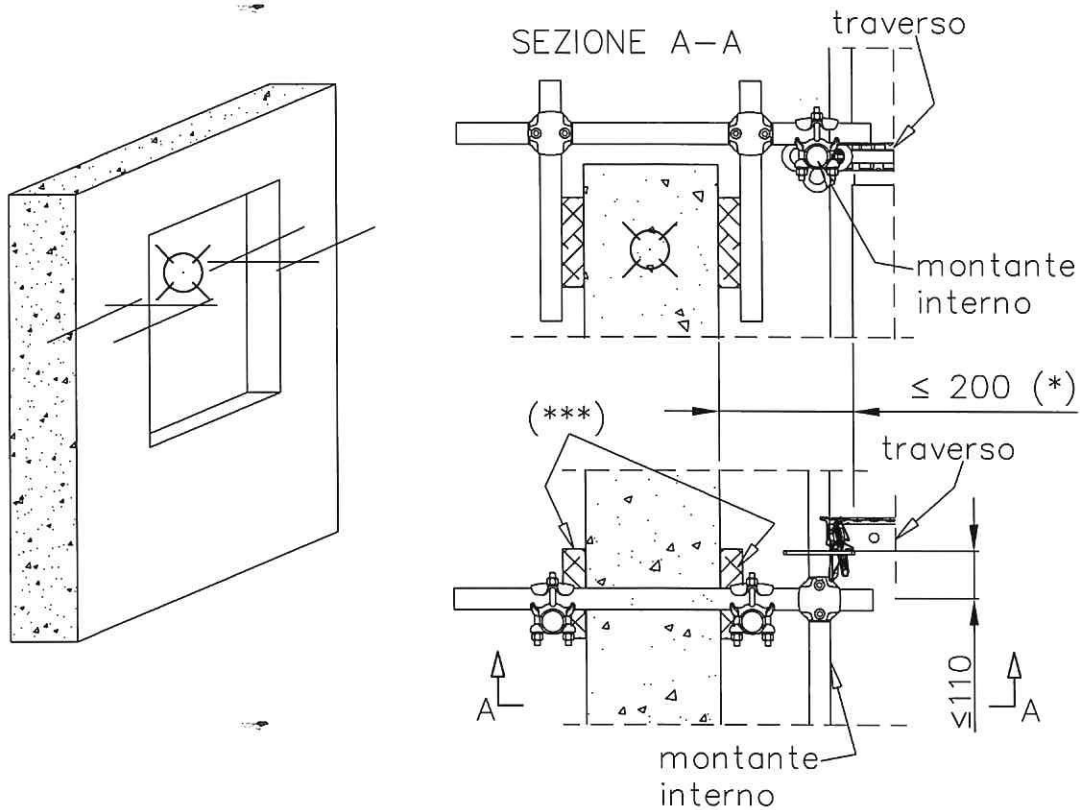
PERI S.r.l.
ING. Meroni Roberto
Legale Rappresentante



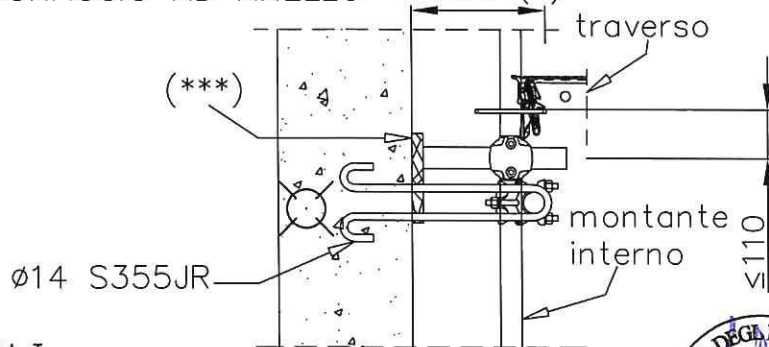
Disposizione per l'impiego delle basette regolabili con impalcato metallico obbligatorio a tutti i piani

| | |
|---------------------|-----|
| Sistema | |
| PERI UP ROSETT FLEX | |
| TAV. | 204 |

ANCORAGGIO A "CRAVATTA"



ANCORAGGIO AD ANELLO ≤ 200 (*)



 Ancoraggi NORMALI

LEGENDA:

(*) distanza tra opera servita e filo impalcato

(***) elemento di ripartizione

tubi e giunti regolarmente autorizzati

N.B. Le prestazioni del sistema di trattenuta devono essere desunte da prove sperimentali effettuate nel luogo di installazione o (nel caso dei soli tasselli) da dati sperimentali fornite dalle ditte costruttrici, e devono offrire un grado di sicurezza non inferiore a 2,5 rispetto all'azione prevista sull'ancoraggio



14/11/2018

PERI S.r.l.
ING. Meroni Roberto
Legale Rappresentante



Descrizione

Ancoraggi Normali

Systema

PERI UP ROSETT
FLEX

DIS. N°

VERSIONE

FOGLIO

TAV.

A027.001D5114

D

1/1

205

N.B. Le prestazioni del sistema di trattenuta devono essere desunte da prove sperimentali effettuate nel luogo di installazione o (nel caso dei soli tasselli) da dati sperimentali fornite dalle ditte costruttrici, e devono offrire un grado di sicurezza non inferiore a 2,5 rispetto all'azione prevista sull'ancoraggio

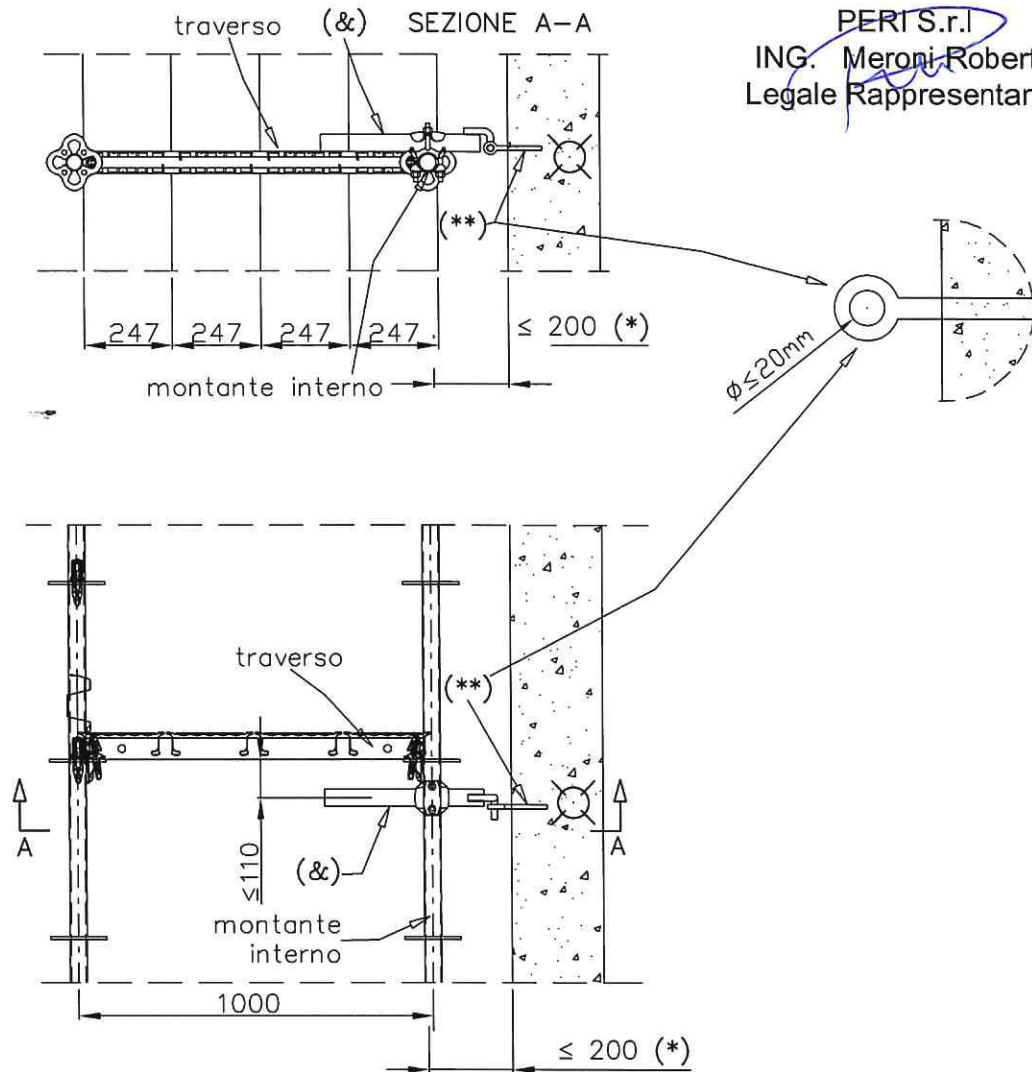
tubi e giunti regolarmente autorizzati



ANCORAGGI NORMALI
con barre d'ancoraggio UWT 45 e UWT 80

14/11/2018

PERT S.r.l.
ING. Meroni Roberto
Legale Rappresentante



Ancoraggi NORMALI

LEGENDA:
(*) distanza tra opera servita e filo impalcato
(**) tassello
(&) Attacco ancoraggio UWT 45 o UWT 80 (vedi TAV. 171)



Ancoraggi normali

PERI UP ROSETT
FLEX

DIS. N°

VERSIONE

FOGLIO

TAV.

A027.001D5509

C

1/1

206

N.B. Le prestazioni del sistema di trattenuta devono essere desunte da prove sperimentali effettuate nel luogo di installazione o (nel caso dei soli tasselli) da dati sperimentali fornite dalle ditte costruttrici, e devono offrire un grado di sicurezza non inferiore a 2,5 rispetto all'azione prevista sull'ancoraggio

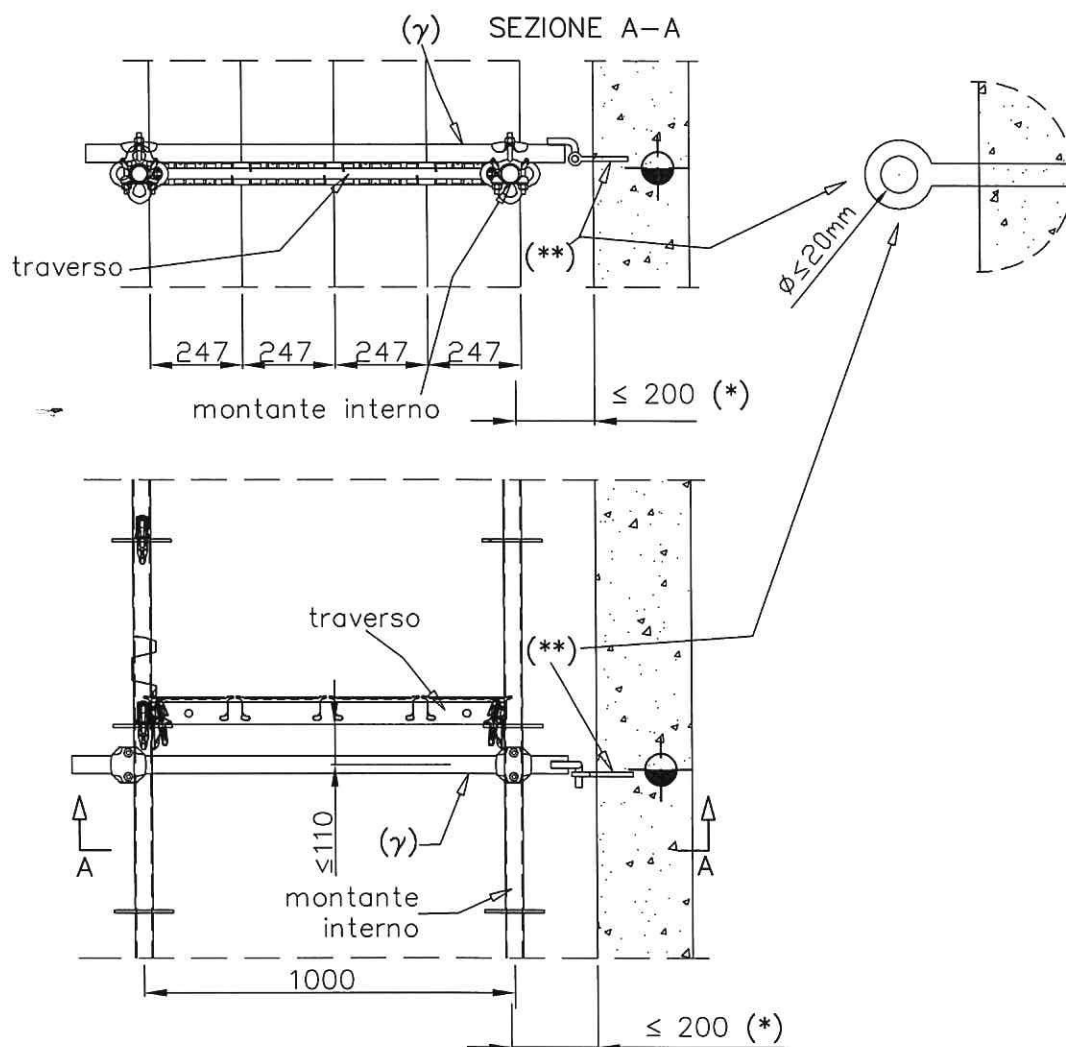
tubi e giunti regolarmente autorizzati



14/11/2018

PERI S.r.l.
ING. Meroni Roberto
Legale Rappresentante

ANCORAGGI SPECIALI
con barre d'ancoraggio UWT 110 e UWT 140



 Ancoraggi SPECIALI

LEGENDA:

- (*) distanza tra opera servita e filo impalcato
- (**) tassello
- (γ) Attacco ancoraggio UWT 110 o UWT 140 (vedi TAV. 171)



Ancoraggi speciali

PERI UP ROSETT
FLEX

DIS. N°
A027.001D5508

VERSIONE
C

FOGLIO
1/1

TAV.

207

N.B. Le prestazioni del sistema di trattenuta devono essere desunte da prove sperimentali effettuate nel luogo di installazione o (nel caso dei soli tasselli) da dati sperimentali fornite dalle ditte costruttrici, e devono offrire un grado di sicurezza non inferiore a 2,5 rispetto all'azione prevista sull'ancoraggio

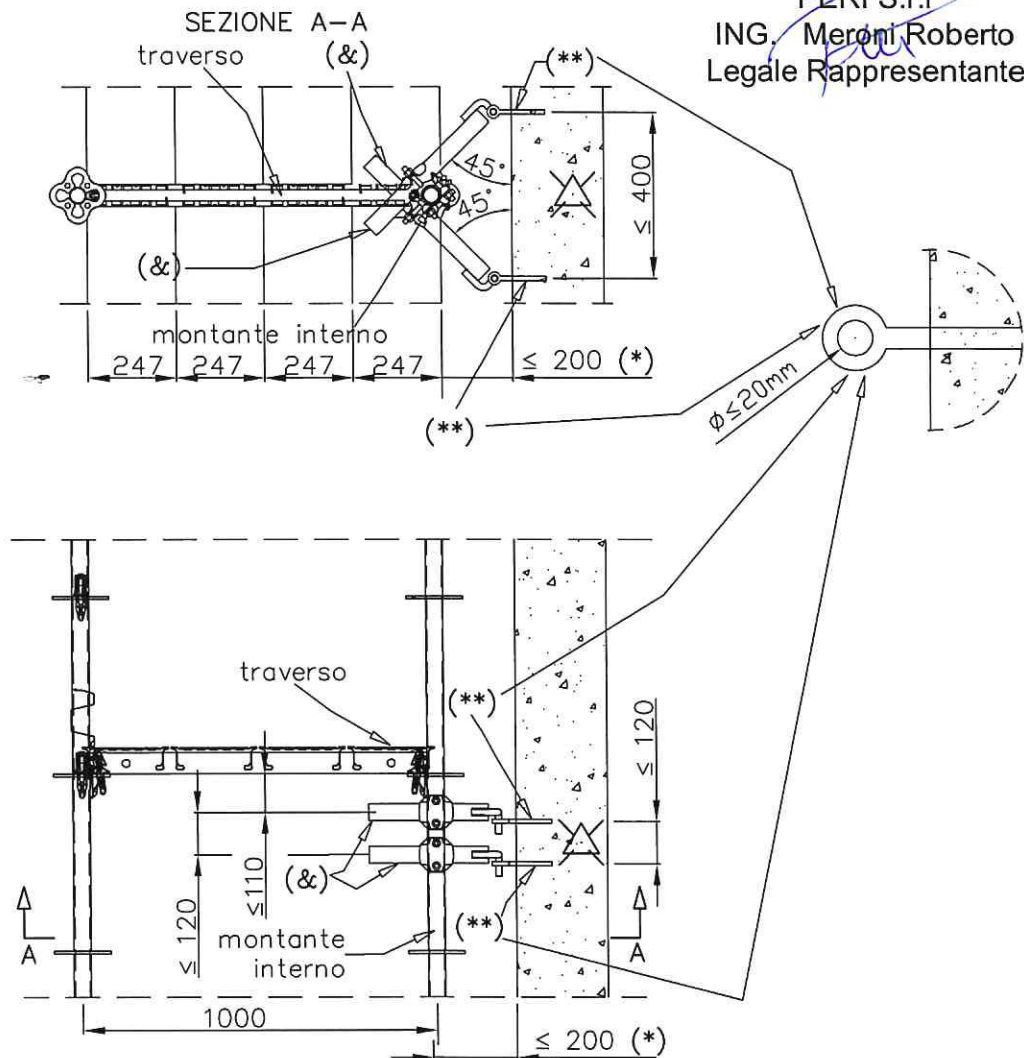
tubi e giunti regolarmente aurotizzati



ANCORAGGI SPECIALI
con barre d'ancoraggio UWT 45 o UWT 80
disposte a "V"

14/11/2018

PERI S.r.l.
ING. Meroni Roberto
Legale Rappresentante



Ancoraggi SPECIALI a V

LEGENDA:

- (*) distanza tra opera servita e filo impalcato
- (**) tassello
- (&) Attacco ancoraggio UWT 45 o UWT 80 (vedi TAV. 171)



Ancoraggi speciali

PERI UP ROSETT
FLEX

DIS. N°
A027.001D5507

VERSIONE
C

FOGLIO
1/1

TAV.

208

PERI UP ROSETT FLEX

CONDIZIONI LIMITI D'IMPIEGO ED ISTRUZIONI PER TUTTI GLI SCHEMI TIPO

1. ALTEZZA MASSIMA DELL'IMPALCATO PIÙ ALTO DA TERRA:

≤ 20

2. TEMPO DI DURATA MASSIMA DEL PONTEGGIO MONTATO TRA IL MONTAGGIO E LO SMONTAGGIO

2 ANNI

3. NUMERO MASSIMO DI IMPALCATI MONTABILI:

10

NUMERO MINIMO DI IMPALCATI MONTABILI:

2 (ponte e sottoponte di sicurezza)

(e' vietato l'uso di tavole in legno tranne che sul parasassi)

E' consentito il montaggio di un numero minimo di 2 piani consecutivi di impalcati (ponte e sottoponte di sicurezza) fino ad un numero di 10. Occorre predisporre protezioni regolamentari (parapetti e fermapiedi) su tutti i lati dei piani di lavoro prospicienti il vuoto.

4. CONDIZIONI MASSIME DI CARICO DI SERVIZIO

PONTEGGIO DA COSTRUZIONE:

- 1 piano di lavoro da 300 daN/m² e 1 piano di lavoro da 150 daN/m²

PONTEGGIO DA MANUTENZIONE:

- 3 piani di lavoro da 150 daN/m²

5. ALTITUDINI MASSIME SUL LIVELLO DEL MARE, nelle diverse zone geografiche, ove è possibile utilizzare il ponteggio SENZA NECESSITÀ DI CALCOLO

| ZONA | REGIONI | QUOTA s.l.m. |
|------------------|--|--------------|
| I - Alpina | Aosta, Belluno, Bergamo, Biella, Bolzano, Brescia, Como, Cuneo, Lecco, Pordenone, Sondrio, Torino, Trento, Udine, Verbania, Vercelli, Vicenza | 583 m |
| 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 | 500 m |
| II | Arezzo, Ascoli Piceno, Bari, Campobasso, Chieti, Ferrara, Firenze, Foggia, Genova, Gorizia, Imperia, Isernia, La Spezia, Lucca, Macerata, Mantova, Massa Carrara, Padova, Perugia, Pescara, Pistoia, Prato, Rovigo, Savona, Teramo, Trieste, Venezia, Verona | 624 m |
| III | Agrigento, Avellino, Benevento, Brindisi, Cagliari, Caltanissetta, Carbonia-Iglesias, Caserta, Catania, Catanzaro, Cosenza, Crotone, Enna, Frosinone, Grosseto, L'Aquila, Latina, Lecce, Livorno, Matera, Medio Campidano, Messina, Napoli, Nuoro, Ogliastra, Olbia Tempio, Oristano, Palermo, Pisa, Potenza, Ragusa, Reggio Calabria, Rieti, Roma, Salerno, Sassari, Siena, Siracusa, Taranto, Terni, Trapani, Vibo Valentia, Viterbo | 896 m |

6. AZIONI MASSIME AL PIEDE DEI MONTANTI

| | SLU [N] | SLE [N] |
|---|-----------|-----------|
| Schema normale | 37913 | 27545 |
| Schema con piazzola di carico da 0,5 x 3 m | 42975 (*) | 30919 (*) |
| Schema con piazzola di carico da 0,75 x 2 m | 42970 (*) | 30917 (*) |

(*) Il montante è raddoppiato sulla facciata esterna con interasse dal montante ponteggio ≤ 30 cm










14/11/2018

PERI S.r.l.
ING. Meroni Roberto
Legale Rappresentante

PERI UP ROSETT FLEX

| 7. AZIONI MASSIME SUGLI ANCORAGGI (PARALLELE ALLA FACCIATA) | | | | | |
|---|---------|---------|---------|---------|---|
| | SLU [N] | | SLE [N] | | Tipologia Ancoraggio |
| | F⊥ | F// | F⊥ | F// | |
| Ancoraggi posti 1 ogni 6 stilate | 4522,82 | -14,48 | 3071,53 | -5,03 |  |
| | 361,59 | 7909,61 | 239,53 | 5141,41 | |

PER LE AZIONI PARALLELE ALLA FACCIATA dell'opera servita, nei piani ancorati devono essere realizzati, ALMENO OGNI 6 STILATE, ancoraggi idonei a resistere con grado di sicurezza non inferiore a 2,5, Tali ancoraggi devono essere realizzati utilizzando ancoraggi speciali di cui alla presente Autorizzazione

| 8. AZIONI MASSIME SUGLI ANCORAGGI (PERPENDICOLARI ALLA FACCIATA) | | | | | |
|---|---------|------|---------|------|---|
| | SLU [N] | | SLE [N] | | Tipologia Ancoraggio |
| | F⊥ | F// | F⊥ | F// | |
| Ancoraggi posti a tutte le stilate ai Piani non interessati dal parasassi, dal tirante del parasassi, dal piano della piazzola e dal piano d'imposta del puntone della piazzola | -6138 | 6100 | -4397 | 4368 |  |
| Ancoraggi posti a tutte le stilate al Piano interessato dal parasassi | -4434 | 9293 | -2847 | 6297 |  |
| Ancoraggi posti a tutte le stilate al Piano interessato dal tirante del parasassi | -7949 | 3080 | -5400 | 1946 |  |
| Ancoraggi posti a tutte le stilate al Piano interessato dal piano della piazzola da 0,75 m | -5755 | 4625 | -4355 | 3425 |  |
| Ancoraggi posti a tutte le stilate al Piano interessato dal piano d'imposta del puntone della piazzola da 0,75 m | -4753 | 5805 | -3447 | 4110 |  |
| Ancoraggi posti a tutte le stilate al Piano interessato dal piano della piazzola da 0,5 m | -5303 | 4575 | -3905 | 3090 |  |
| Ancoraggi posti a tutte le stilate al Piano interessato dal piano d'imposta del puntone della piazzola da 0,5 m | -4706 | 5360 | -3104 | 3650 |  |

PER LE AZIONI PERPENDICOLARI ALLA FACCIATA dell'opera servita gli ancoraggi potranno essere realizzati, oltre che con sistemi a cravatta o ad anello, anche mediante tasselli (ad espansione o chimici). Per il tipo di ancoraggio realizzato viene richiesto che il sistema ancoraggio-opera servita garantisca un grado di sicurezza non inferiore a 2,5 rispetto all'azione prevista sull'ancoraggio. Tale grado di sicurezza deve risultare da certificazioni di prove effettuate dal fabbricante del sistema di trattenuta o da prove sperimentali effettuate in cantiere

9. **ACCESSO AL PONTEGGIO:** l'accesso ai piani del ponteggio sarà realizzato con gli impalcati con botola (vedi TAV. 60 e 77) e relative scale di accesso (vedi TAV. 88) secondo gli schemi tipo di cui alla TAV. 196-197 dell'Allegato A della presente Autorizzazione oppure con il montaggio di una torre scala affiancata, realizzata con elementi e schemi di ponteggio appartenenti ad unica Autorizzazione Ministeriale nel rispetto del comma 4, 2° e 3° periodo e del comma 6, lett. d), entrambi dell'art. 113 del D.Lgs. 81/2008.

10. **TUBI E GIUNTI:** devono essere regolarmente autorizzati; i giunti devono essere di classe B con caratteristiche conformi all'Appendice C della UNI EN 12811-1

11. **TAVOLE PER IL PARASASSI:** devono essere 200x50 mm, devono essere di classe C18 con caratteristiche conformi alla UNI EN 338



14/11/2018

PERI S.r.l.
ING. Meroni Roberto
Legale Rappresentante