

COMUNE DI CAGLIARI
Servizio Economato e Centrale Unica Servizi e Forniture
Viale Trieste, 141 - 09123 CAGLIARI - CA

COMUNE DI CAGLIARI
Servizio LL. PP.
Piazza Alcide De Gasperi, 2 - 09123 CAGLIARI - CA

RIFERIMENTO: BANDO N. 1F/2019 - CIG: 7752530623 - CUP: G26G17000130002

**RIFUNZIONALIZZAZIONE DEL TEATRO LIRICO DI CAGLIARI,
AREA PROSPICIENTE PIAZZA NAZZARI E IL PARCO DELLA MUSICA**

**FORNITURE DI COMPONENTI AUDIO E VIDEO, LUCI DI SCENA,
ALLESTIMENTI VARI E ATTREZZATURE**

VERIFICA DI IDONEITA' STATICA DELLE STRUTTURE FORNITE

Nelle 180 pagine a seguire la Relazione di Verifica di Idoneità Statica delle strutture fornite e approvate in sede esecutiva della fornitura. Il plico descrive la capacità portante delle stesse, nonché i limiti e le relative prescrizioni funzionali dettati per un'eventuale installazione, attività, quest'ultima, non oggetto della di fornitura.

San Giovanni in Persiceto 28-06-2020

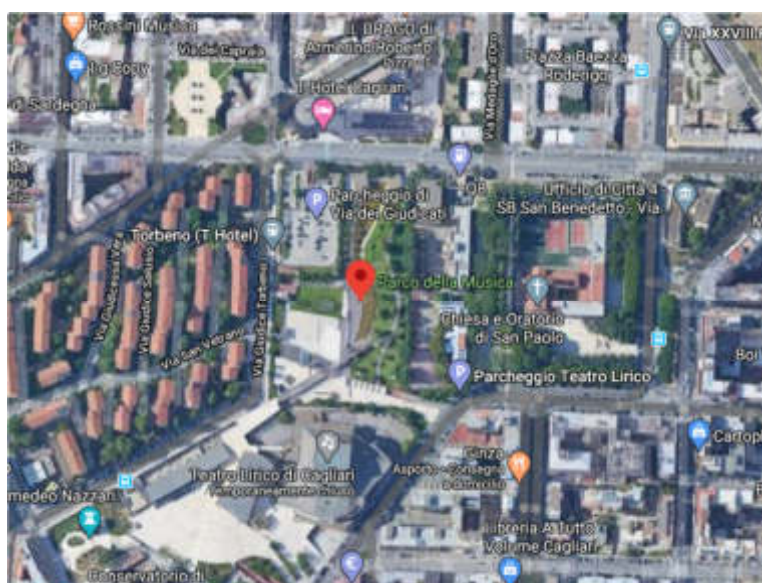


CERTIFICAZIONE STRUTTURE

GROUND SUPPORT

26 GIUGNO 2020

VERSIONE V1



CAGLIARI – PARCO DELLA MUSICA – ESTATE 2020



DANIELE ing. Icaro



PREMESSE GENERALI

I calcoli della presente relazione fanno riferimento alla normativa vigente ed in particolare:

Normativa nazionale

- *Decreto Ministeriale 17 Gennaio 2018*
"Norme Tecniche per le Costruzioni 2018"
- *Circolare 21 gennaio 2019, n. 7*
"Istruzioni per l'applicazione dell' "Aggiornamento delle 'Nuove norme tecniche per le costruzioni' di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018". (GU n. 35 del 11-2-2019)"
- *Decreto Ministeriale 16 gennaio 1996.*
"Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche. (G.U. 5-2-1996, N. 29)"
- *Circolare 10 aprile 1997, n. 65/AA.GG.*
"Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche" di cui al decreto ministeriale 16 gennaio 1996"
- *Decreto Ministeriale 9 Gennaio 1996*
"Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche. (Da utilizzarsi nel calcolo col metodo degli stati limite) (G.U. 5-2-1996, N. 29)"
- *Circolare 15 ottobre 1996, n. 252 AA.GG./S.T.C.*
"Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche" di cui al decreto ministeriale 9 gennaio 1996. (G.U. 26-11-1996, n. 277 - suppl.)"
- *Decreto Ministeriale 20 novembre 1987*
"Norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo degli edifici in muratura e per il loro consolidamento. (Suppl. Ord. alla G.U. 5-12-1987, n. 285)"

Eurocodici

- *UNI EN 1993-1-1: 2005*
"Eurocodice 3, parte 1-1 - Progettazione delle strutture di acciaio. Regole generali e regole per gli edifici".
- *UNI EN 1993-1-2: 2005*
"Eurocodice 3, parte 1-2 - Progettazione delle strutture di acciaio. Regole generali. Progettazione della resistenza all'incendio".
- *UNI EN 1993-1-3: 2007*
"Eurocodice 3, parte 1-3 - Progettazione delle strutture di acciaio. Regole generali. Regole supplementari per l'impiego dei profilati e delle lamiere sottili piegati a freddo".
- *UNI ENV 1993-1-4: 2007*
"Eurocodice 3, parte 1-4 - Progettazione delle strutture di acciaio. Regole generali. Criteri supplementari per acciai inossidabili".
- *UNI ENV 1999-1-1:2007*
"Eurocodice 9 - Progettazione delle strutture in alluminio".

UNI EN 10210-1, per laminati a caldo con profili a sezione cava;

Normativa specifica

- *Decreto Presidenziale 06 Giugno 2001 n. 380.*
- *Circolare del Ministero dell'Interno in data 01 Aprile 2011 n°1689. "Locali di pubblico spettacolo di tipo temporaneo o permanente. Verifica della solidità e sicurezza dei carichi sospesi."*
- *Min. lavoro, circ. 13 agosto 2012, n. 23*
- *Decreto Ministero del Lavoro e delle Politiche Sociali, 22 luglio 2014 – DECRETO PALCHI*
- *Ministero del Lavoro e delle Politiche Sociali , circolare num. 35 del 24 dicembre 2014 - ISTRUZIONI*

2.1. PRINCIPI FONDAMENTALI

Le opere e le componenti strutturali devono essere progettate, eseguite, collaudate e soggette a manutenzione in modo tale da consentire la prevista utilizzazione, in forma economicamente sostenibile e con il livello di sicurezza previsto dalle presenti norme.

La sicurezza e le prestazioni di un'opera o di una parte di essa devono essere valutate in relazione agli stati limite che si possono verificare durante la vita nominale di progetto, di cui al § 2.4. Si definisce stato limite una condizione superata la quale l'opera non soddisfa più le esigenze elencate nelle presenti norme.

In particolare, secondo quanto stabilito nei capitoli specifici, le opere e le varie tipologie strutturali 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, che possano compromettere l'incolumità delle persone oppure comportare la perdita di beni, oppure provocare gravi danni ambientali e sociali, oppure mettere fuori servizio l'opera;
- *sicurezza nei confronti di stati limite di esercizio (SLE)*: capacità di garantire le prestazioni previste per le condizioni di esercizio;
- *sicurezza antincendio*: capacità di garantire le prestazioni strutturali previste in caso d'incendio, per un periodo richiesto;
- *durabilità*: capacità della costruzione di mantenere, nell'arco della vita nominale di progetto, i livelli prestazionali per i quali è stata progettata, tenuto conto delle caratteristiche ambientali in cui si trova e del livello previsto di manutenzione;
- *robustezza*: capacità di evitare danni sproporzionati rispetto all'entità di possibili cause innescanti eccezionali quali esplosioni e urti.

Il superamento di uno stato limite ultimo ha carattere irreversibile

Il superamento di uno stato limite di esercizio può avere carattere reversibile o irreversibile.

Per le opere esistenti è possibile fare riferimento a livelli di sicurezza diversi da quelli delle nuove opere ed è anche possibile considerare solo gli stati limite ultimi. Maggiori dettagli sono dati al Capitolo 8.

I materiali ed i prodotti, per poter essere utilizzati nelle opere previste dalle presenti norme, devono essere sottoposti a procedure e prove sperimentali di accettazione. Le prove e le procedure di accettazione sono definite nelle parti specifiche delle presenti norme riguardanti i materiali.

La fornitura di componenti, sistemi o prodotti, impiegati per fini strutturali, deve essere accompagnata da un manuale di installazione e di manutenzione da allegare alla documentazione dell'opera. I componenti, i sistemi e i prodotti edili od impiantistici, non facenti parte del complesso strutturale, ma che svolgono funzione statica autonoma, devono essere progettati ed installati nel rispetto dei livelli di sicurezza e delle prestazioni di seguito prescritti.

Le azioni da prendere in conto devono essere assunte in accordo con quanto stabilito nei relativi capitoli delle presenti norme. In mancanza di specifiche indicazioni, si dovrà fare ricorso ad opportune indagini, eventualmente anche sperimentali, o a documenti, normativi e non, di comprovata validità.

2.2. REQUISITI DELLE OPERE STRUTTURALI

2.2.1. STATI LIMITE ULTIMI (SLU)

I principali Stati Limite Ultimi sono elencati nel seguito:

- a) perdita di equilibrio della struttura o di una sua parte, considerati come corpi rigidi;
- b) spostamenti o deformazioni eccessive;
- c) raggiungimento della massima capacità di parti di strutture, collegamenti, fondazioni;
- d) raggiungimento della massima capacità della struttura nel suo insieme;
- e) raggiungimento di una condizione di cinetismo irreversibile;
- f) raggiungimento di meccanismi di collasso nei terreni;
- g) rottura di membrature e collegamenti per fatica;
- h) rottura di membrature e collegamenti per altri effetti dipendenti dal tempo;
- i) instabilità di parti della struttura o del suo insieme;

Altri stati limite ultimi sono considerati in relazione alle specificità delle singole opere; in presenza di azioni sismiche, gli Stati Limite Ultimi comprendono gli Stati Limite di salvaguardia della Vita (SLV) e gli Stati Limite di prevenzione del Collasso (SLC), come predisato nel § 3.2.1.

2.2.2. STATI LIMITE DI ESERCIZIO (SLE)

I principali Stati Limite di Esercizio sono elencati nel seguito:

- a) danneggiamenti locali (ad es. eccessiva fessurazione del calcestruzzo) che possano ridurre la durabilità della struttura, la sua efficienza o il suo aspetto;



- b) spostamenti e deformazioni che possano limitare l'uso della costruzione, la sua efficienza e il suo aspetto;
- c) spostamenti e deformazioni che possano compromettere l'efficienza e l'aspetto di elementi non strutturali, impianti, macchinari;
- d) vibrazioni che possano compromettere l'uso della costruzione;
- e) danni per fatica che possano compromettere la durabilità;
- f) corrosione e/o degrado dei materiali in funzione del tempo e dell'ambiente di esposizione che possano compromettere la durabilità.

Altri stati limite sono considerati in relazione alle specificità delle singole opere: in presenza di azioni sismiche, gli Stati Limite di Esercizio comprendono gli Stati Limite di Operatività (SLO) e gli Stati Limite di Danno (SLD), come precisato nel § 3.2.1.

2.2.3. SICUREZZA ANTINCENDIO

Quando necessario, i rischi derivanti dagli incendi devono essere limitati progettando e realizzando le costruzioni in modo tale da garantire la resistenza e la stabilità degli elementi portanti, nonché da limitare la propagazione del fuoco e dei fumi.

2.2.4. DURABILITÀ

Un adeguato livello di durabilità può essere garantito progettando la costruzione, e la specifica manutenzione, in modo tale che il degrado della struttura, che si dovesse verificare durante la sua vita nominale di progetto, non riduca le prestazioni della costruzione al di sotto del livello previsto.

Tale requisito può essere soddisfatto attraverso l'adozione di appropriati provvedimenti stabiliti tenendo conto delle previste condizioni ambientali e di manutenzione ed in base alle peculiarità del singolo progetto, tra cui:

- a) scelta opportuna dei materiali;
- b) dimensionamento opportuno delle strutture;
- c) scelta opportuna dei dettagli costruttivi;
- d) adozione di tipologie costruttive e strutturali che consentano, ove possibile, l'ispezionabilità delle parti strutturali;
- e) pianificazione di misure di protezione e manutenzione; oppure, quando queste non siano previste o possibili, progettazione rivolta a garantire che il deterioramento della costruzione o dei materiali che la compongono non ne causi il collasso;
- f) impiego di prodotti e componenti chiaramente identificati in termini di caratteristiche meccanico-fisico-chimiche, indispensabili alla valutazione della sicurezza, e dotati di idonea qualificazione, così come specificato al Capitolo 11;
- g) applicazione di sostanze o ricoprimenti protettivi dei materiali, soprattutto nei punti non più visibili o difficilmente ispezionabili ad opera completata;
- h) adozione di sistemi di controllo, passivi o attivi, adatti alle azioni e ai fenomeni ai quali l'opera può essere sottoposta.

Le condizioni ambientali devono essere identificate in fase di progetto in modo da valutarne la rilevanza nei confronti della durabilità.

2.2.5. ROBUSTEZZA

Un adeguato livello di robustezza, in relazione all'uso previsto della costruzione ed alle conseguenze di un suo eventuale collasso, può essere garantito facendo ricorso ad una o più tra le seguenti strategie di progettazione:

- a) progettazione della struttura in grado di resistere ad azioni eccezionali di carattere convenzionale, combinando valori nominali delle azioni eccezionali alle altre azioni esplicite di progetto;
- b) prevenzione degli effetti indotti dalle azioni eccezionali alle quali la struttura può essere soggetta o riduzione della loro intensità;
- c) adozione di una forma e tipologia strutturale poco sensibile alle azioni eccezionali considerate;
- d) adozione di una forma e tipologia strutturale tale da tollerare il danneggiamento localizzato causato da un'azione di carattere eccezionale;
- e) realizzazione di strutture quanto più ridondanti, resistenti e/o duttili è possibile;
- f) adozione di sistemi di controllo, passivi o attivi, adatti alle azioni e ai fenomeni ai quali l'opera può essere sottoposta.

2.2.6. VERIFICHE

Le opere strutturali devono essere verificate, salvo diversa indicazione riportata nelle specifiche parti delle presenti norme

- a) per gli stati limite ultimi che possono presentarsi;
- b) per gli stati limite di esercizio definiti in relazione alle prestazioni attese;
- c) quando necessario, nei confronti degli effetti derivanti dalle azioni termiche connesse con lo sviluppo di un incendio.

Le verifiche delle opere strutturali devono essere contenute nei documenti di progetto, con riferimento alle prescritte caratteristiche meccaniche dei materiali e alla caratterizzazione geotecnica del terreno, dedotta - ove specificato dalle presenti norme - in base a specifiche indagini. Laddove necessario, la struttura deve essere verificata nelle fasi intermedie, tenuto conto del processo costruttivo previsto; le verifiche per queste situazioni transitorie sono generalmente condotte nei confronti dei soli stati limite ultimi.



Per le opere per le quali nel corso dei lavori si manifestino situazioni significativamente difformi da quelle di progetto occorre effettuare le relative necessarie verifiche.

2.3. VALUTAZIONE DELLA SICUREZZA

Nel seguito sono riportati i criteri del metodo semiprobabilistico agli stati limite basato sull'impiego dei coefficienti parziali, applicabili nella generalità dei casi; tale metodo è detto di primo livello. Per opere di particolare importanza si possono adottare metodi di livello superiore, tratti da documentazione tecnica di comprovata validità di cui al Capitolo 12.

Nel metodo agli stati limite, la sicurezza strutturale nei confronti degli stati limite ultimi deve essere verificata confrontando la capacità di progetto R_d , in termini di resistenza, duttilità e/o spostamento della struttura o della membratura strutturale, funzione delle caratteristiche meccaniche dei materiali che la compongono (X_k) e dei valori nominali delle grandezze geometriche interessate (A_k), con il corrispondente valore di progetto della domanda E_d , funzione dei valori di progetto delle azioni (F_d) e dei valori nominali delle grandezze geometriche della struttura interessate.

La verifica della sicurezza nei riguardi degli stati limite ultimi (SLU) è espressa dall'equazione formale:

$$R_d \geq E_d \quad [2.2.1]$$

Il valore di progetto della resistenza di un dato materiale X_k è, a sua volta, funzione del valore caratteristico della resistenza, definito come frattile 5% della distribuzione statistica della grandezza, attraverso l'espressione: $X_d = X_k/\gamma_M$, essendo γ_M il fattore parziale associato alla resistenza del materiale.

Il valore di progetto di ciascuna delle azioni agenti sulla struttura F_d è ottenuto dal suo valore caratteristico F_k , inteso come frattile 95% della distribuzione statistica o come valore caratterizzato da un assegnato periodo di ritorno, attraverso l'espressione $F_d = \gamma_F F_k$, essendo γ_F il fattore parziale relativo alle azioni. Nel caso di concomitanza di più azioni variabili di origine diversa si definisce un valore di combinazione ψF_k , ove $\psi \leq 1$ è un opportuno coefficiente di combinazione, che tiene conto della ridotta probabilità che più azioni di diversa origine si realizzino simultaneamente con il loro valore caratteristico.

Per grandezze caratterizzate da distribuzioni con coefficienti di variazione minori di 0,10, oppure per grandezze che non riguardino univocamente resistenze o azioni, si possono considerare i valori nominali, coincidenti con i valori medi.

I valori caratteristici dei parametri fisico-meccanici dei materiali sono definiti nel Capitolo 11. Per la sicurezza delle opere e dei sistemi geotecnici, i valori caratteristici dei parametri fisico-meccanici dei terreni sono definiti nel § 6.2.2.

La capacità di garantire le prestazioni previste per le condizioni di esercizio (SLE) deve essere verificata confrontando il valore limite di progetto associato a ciascun aspetto di funzionalità esaminato (C_d), con il corrispondente valore di progetto dell'effetto delle azioni (E_d), attraverso la seguente espressione formale:

$$C_d \geq E_d \quad [2.2.2]$$

2.4. VITA NOMINALE DI PROGETTO, CLASSI D'USO E PERIODO DI RIFERIMENTO

2.4.1. VITA NOMINALE DI PROGETTO

La vita nominale di progetto V_N di un'opera è convenzionalmente definita come il numero di anni nel quale è previsto che l'opera, purché soggetta alla necessaria manutenzione, mantenga specifici livelli prestazionali.

I valori minimi di V_N da adottare per i diversi tipi di costruzione sono riportati nella Tab. 2.4.1. Tali valori possono essere anche impiegati per definire le azioni dipendenti dal tempo.

Tab. 2.4.1 – Valori minimi della Vita nominale V_N di progetto per i diversi tipi di costruzioni

TIPI DI COSTRUZIONI	Valori minimi di V_N (anni)
1. Costruzioni temporanee e provvisorie	10
2. Costruzioni con livelli di prestazioni ordinari	50
3. Costruzioni con livelli di prestazioni elevati	100

Non sono da considerarsi temporanee le costruzioni o parti di esse che possono essere smantellate con l'intento di essere riutilizzate. Per un'opera di nuova realizzazione la cui fase di costruzione sia prevista in sede di progetto di durata pari a P_N , la vita nominale relativa a tale fase di costruzione, ai fini della valutazione delle azioni sismiche, dovrà essere assunta non inferiore a P_N e comunque non inferiore a 5 anni.

Le verifiche sismiche di opere di tipo 1 o in fase di costruzione possono omettersi quando il progetto preveda che tale condizione permanga per meno di 2 anni.



2.4.2. CLASSI D'USO

Con riferimento alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un eventuale collasso, le costruzioni sono suddivise in classi d'uso così definite:

Classe I: Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli.

Classe II: Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.

Classe III: Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.

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

2.4.3. PERIODO DI RIFERIMENTO PER L'AZIONE SISMICA

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

$$V_R = V_N \cdot C_U \quad [2.4.1]$$

Il valore del coefficiente d'uso C_U è definito, al variare della classe d'uso, come mostrato in Tab. 2.4.II.

Tab. 2.4.II - Valori del coefficiente d'uso C_U

CLASSE D'USO	I	II	III	IV
COEFFICIENTE C_U	0,7	1,0	1,5	2,0

Per le costruzioni a servizio di attività a rischio di incidente rilevante si adotteranno valori di C_U anche superiori a 2, in relazione alle conseguenze sull'ambiente e sulla pubblica incolumità determinate dal raggiungimento degli stati limite.

2.5. AZIONI SULLE COSTRUZIONI

2.5.1. CLASSIFICAZIONE DELLE AZIONI

Si definisce azione ogni causa o insieme di cause capace di indurre stati limite in una struttura.

2.5.1.1 CLASSIFICAZIONE DELLE AZIONI IN BASE AL MODO DI ESPRICARSI

- dirette:*
forze concentrate, carichi distribuiti, fissi o mobili;
- indirette:*
spostamenti impressi, variazioni di temperatura e di umidità, ritiro, precompressione, cedimenti di vincoli, ecc.
- degrado:*
 - endogeno: alterazione naturale del materiale di cui è composta l'opera strutturale;
 - esogeno: alterazione delle caratteristiche dei materiali costituenti l'opera strutturale, a seguito di agenti esterni.

2.5.1.2 CLASSIFICAZIONE DELLE AZIONI SECONDO LA RISPOSTA STRUTTURALE

- statiche:* azioni applicate alla struttura che non provocano accelerazioni significative della stessa o di alcune sue parti;
- pseudo statiche:* azioni dinamiche rappresentabili mediante un'azione statica equivalente;
- dinamiche:* azioni che causano significative accelerazioni della struttura o dei suoi componenti.

2.5.1.3 CLASSIFICAZIONE DELLE AZIONI SECONDO LA VARIAZIONE DELLA LORO INTENSITÀ NEL TEMPO

- permanenti (G):* azioni che agiscono durante tutta la vita nominale di progetto della costruzione, la cui variazione di intensità nel tempo è molto lenta e di modesta entità;



- peso proprio di tutti gli elementi strutturali; peso proprio del terreno, quando pertinente; forze indotte dal terreno (esclusi gli effetti di carichi variabili applicati al terreno); forze risultanti dalla pressione dell'acqua (quando si configurino costanti nel tempo) (G_1);
 - peso proprio di tutti gli elementi non strutturali (G_2);
 - spostamenti e deformazioni impressi, incluso il ritiro;
 - presollecitazione (P).
- b) *variabili* (Q): azioni che agiscono con valori istantanei che possono risultare sensibilmente diversi fra loro nel corso della vita nominale della struttura
- sovraccarichi;
 - azioni del vento;
 - azioni della neve;
 - azioni della temperatura.
- Le azioni variabili sono dette di lunga durata se agiscono con un'intensità significativa, anche non continuamente, per un tempo non trascurabile rispetto alla vita nominale della struttura. Sono dette di breve durata se agiscono per un periodo di tempo breve rispetto alla vita nominale della struttura. A seconda del sito ove sorge la costruzione, una medesima azione climatica può essere di lunga o di breve durata.
- c) *eccezionali* (A): azioni che si verificano solo eccezionalmente nel corso della vita nominale della struttura;
- incendi;
 - esplosioni;
 - urti ed impatti;
- d) *sismiche* (E): azioni derivanti dai terremoti.

Quando rilevante, nella valutazione dell'effetto delle azioni è necessario tenere conto del comportamento dipendente dal tempo dei materiali, come per la viscosità.

2.5.2. CARATTERIZZAZIONE DELLE AZIONI ELEMENTARI

Il valore di progetto di ciascuna delle azioni agenti sulla struttura F_d è ottenuto dal suo valore caratteristico F_k , come indicato nel §2.3.

In accordo con le definizioni del §2.3, il valore caratteristico G_k di azioni permanenti caratterizzate da distribuzioni con coefficienti di variazione minori di 0,10 si può assumere coincidente con il valore medio.

Nel caso di azioni variabili caratterizzate da distribuzioni dei valori estremi dipendenti dal tempo, si assume come valore caratteristico quello caratterizzato da un assegnato periodo di ritorno. Per le azioni ambientali (neve, vento, temperatura) il periodo di ritorno è posto uguale a 50 anni, corrispondente ad una probabilità di eccedenza del 2% su base annua; per le azioni da traffico sui ponti stradali il periodo di ritorno è convenzionalmente assunto pari a 1000 anni. Nella definizione delle combinazioni delle azioni, i termini Q_{k1} rappresentano le azioni variabili di diversa natura che possono agire contemporaneamente. Q_{ki} rappresenta l'azione variabile di base e Q_{k2}, Q_{k3}, \dots le azioni variabili d'accompagnamento, che possono agire contemporaneamente a quella di base.

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

- valore quasi permanente $\psi_3 \cdot Q_{kf}$: il valore istantaneo superato oltre il 50% del tempo nel periodo di riferimento. Indicativamente, esso può assumersi uguale alla media della distribuzione temporale dell'intensità;
- valore frequente $\psi_2 \cdot Q_{kf}$: il valore superato per un periodo totale di tempo che rappresenti una piccola frazione del periodo di riferimento. Indicativamente, esso può assumersi uguale al frattile 95% della distribuzione temporale dell'intensità;
- valore di combinazione $\psi_1 \cdot Q_{kf}$: il valore tale che la probabilità di superamento degli effetti causati dalla concomitanza con altre azioni sia circa la stessa di quella associata al valore caratteristico di una singola azione.

Nel caso in cui la caratterizzazione probabilistica dell'azione considerata non sia disponibile, ad essa può essere attribuito il valore nominale. Nel seguito sono indicati con pedice k i valori caratteristici; senza pedice k i valori nominali.

La Tab. 2.5.1 riporta i coefficienti di combinazione da adottarsi per gli edifici civili e industriali di tipo corrente.

Tab. 2.5.1 - Valori dei coefficienti di combinazione

Categoria/Azione variabile	ψ_1	ψ_2	ψ_3
Categoria A - Ambienti ad uso residenziale	0,7	0,5	0,3
Categoria B - Uffici	0,7	0,5	0,3
Categoria C - Ambienti suscettibili di affollamento	0,7	0,7	0,6
Categoria D - Ambienti ad uso commerciale	0,7	0,7	0,6
Categoria E - Aree per immagazzinamento, uso commerciale e uso industriale Biblioteche, archivi, magazzini e ambienti ad uso industriale	1,0	0,9	0,8
Categoria F - Rimesse, parcheggi ed aree per il traffico di veicoli (per autoveicoli di peso ≥ 30 kN)	0,7	0,7	0,6





Categoria G - Rimesse, parcheggi ed aree per il traffico di veicoli (per autoveicoli di peso > 30 kN)	0,7	0,5	0,3
Categoria H - Coperture accessibili per sola manutenzione	0,0	0,0	0,0
Categoria I - Coperture praticabili	da valutarsi caso per caso		
Categoria K - Coperture per usi speciali (impianti, eliporti, ...)			
Vento	0,6	0,2	0,0
Neve (a quota ≤ 1000 m s.l.m.)	0,5	0,2	0,0
Neve (a quota > 1000 m s.l.m.)	0,7	0,5	0,2
Variazioni termiche	0,6	0,5	0,0

2.5.3. COMBINAZIONI DELLE AZIONI

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

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

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

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

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \psi_{12} \cdot Q_{k2} + \psi_{13} \cdot Q_{k3} + \dots$$
 [2.5.3]
- Combinazione quasi permanente (SLE), generalmente impiegata per gli effetti a lungo termine:

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

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

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

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

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

Nelle combinazioni si intende che vengano omissi i carichi Q_{ki} che danno un contributo favorevole ai fini delle verifiche e, se del caso, i carichi G_2 .

Altre combinazioni sono da considerare in funzione di specifici aspetti (p. es. fatica, ecc.).

Nelle formule sopra riportate il simbolo "+" vuol dire "combinato con".

I valori dei coefficienti ψ_{0j} , ψ_{1j} e ψ_{2j} sono dati nella Tab. 2.5.I oppure nella Tab. 5.1.VI per i ponti stradali e nella Tab. 5.2.VII per i ponti ferroviari. I valori dei coefficienti parziali di sicurezza γ_{G1} e γ_{G2} sono dati nel § 2.6.1.

2.6. AZIONI NELLE VERIFICHE AGLI STATI LIMITE

Le verifiche agli stati limite devono essere eseguite per tutte le più gravose condizioni di carico che possono agire sulla struttura, valutando gli effetti delle combinazioni definite nel § 2.5.3.

2.6.1. STATI LIMITE ULTIMI

Nelle verifiche agli stati limite ultimi si distinguono:

- lo stato limite di equilibrio come corpo rigido: EQU
- lo stato limite di resistenza della struttura compresi gli elementi di fondazione: STR
- lo stato limite di resistenza del terreno: GEO

Fatte salve tutte le prescrizioni fornite nei capitoli successivi delle presenti norme, la Tab. 2.6.I riporta i valori dei coefficienti parziali γ_F da assumersi per la determinazione degli effetti delle azioni nelle verifiche agli stati limite ultimi.

Per le verifiche nei confronti dello stato limite ultimo di equilibrio come corpo rigido (EQU) si utilizzano i coefficienti γ_F riportati nella colonna EQU della Tabella 2.6.I.

Per la progettazione di componenti strutturali che non coinvolgano azioni di tipo geotecnico, le verifiche nei confronti degli stati limite ultimi strutturali (STR) si eseguono adottando i coefficienti γ_F riportati nella colonna A1 della Tabella 2.6.I.

Per la progettazione di elementi strutturali che coinvolgano azioni di tipo geotecnico (plinti, platee, pali, muri di sostegno, ...) le verifiche nei confronti degli stati limite ultimi strutturali (STR) e geotecnici (GEO) si eseguono adottando due possibili approcci progettuali, fra loro alternativi.





Nell'Approccio 1, le verifiche si conducono con due diverse combinazioni di gruppi di coefficienti parziali, rispettivamente definiti per le azioni (γ_f), per la resistenza dei materiali (γ_M) e, eventualmente, per la resistenza globale del sistema (γ_R). Nella Combinazione 1 dell'Approccio 1, per le azioni si impiegano i coefficienti γ_f riportati nella colonna A1 della Tabella 2.6.I. Nella Combinazione 2 dell'Approccio 1, si impiegano invece i coefficienti γ_f riportati nella colonna A2. In tutti i casi, sia nei confronti del dimensionamento strutturale, sia per quello geotecnico, si deve utilizzare la combinazione più gravosa fra le due precedenti.

Nell'Approccio 2 si impiega un'unica combinazione dei gruppi di coefficienti parziali definiti per le Azioni (γ_f), per la resistenza dei materiali (γ_M) e, eventualmente, per la resistenza globale (γ_R). In tale approccio, per le azioni si impiegano i coefficienti γ_f riportati nella colonna A1.

I coefficienti γ_M e γ_R sono definiti nei capitoli successivi.

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

		Coefficiente γ_f	EQU	A1	A2
Carichi permanenti G_k	Favorevoli	γ_{G1}	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevoli		1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti non strutturali G_{k2} ⁽¹⁾	Favorevoli	γ_{G2}	0,8	0,8	0,8
	Sfavorevoli		1,5	1,5	1,3
Azioni variabili Q_k	Favorevoli	γ_Q	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevoli		1,5	1,5	1,3

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

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

γ_{G1} coefficiente parziale dei carichi permanenti G_k ;

γ_{G2} coefficiente parziale dei carichi permanenti non strutturali G_{k2} ;

γ_Q coefficiente parziale delle azioni variabili Q_k .

Nel caso in cui l'azione sia costituita dalla spinta del terreno, per la scelta dei coefficienti parziali di sicurezza valgono le indicazioni riportate nel Capitolo 6.

Il coefficiente parziale della precompressione si assume pari a $\gamma_p = 1,0$.

Altri valori di coefficienti parziali sono riportati nei capitoli successivi con riferimento a particolari azioni specifiche.

2.6.2. STATI LIMITE DI ESERCIZIO

Le verifiche agli stati limite di esercizio riguardano le voci riportate al § 2.2.2.

Nel Capitolo 4, per le condizioni non sismiche, e nel Capitolo 7, per le condizioni sismiche, sono date specifiche indicazioni sulle verifiche in questione, con riferimento ai diversi materiali strutturali.



3.1. OPERE CIVILI E INDUSTRIALI

3.1.1. GENERALITÀ

Nel presente paragrafo vengono definiti i carichi, nominali e/o caratteristici, relativi a costruzioni per uso civile o industriale. La descrizione e la definizione dei carichi devono essere espressamente indicate negli elaborati progettuali.

I carichi sono in genere da considerare come applicati staticamente, salvo casi particolari in cui gli effetti dinamici devono essere debitamente valutati. Oltre che nella situazione definitiva d'uso, si devono considerare le azioni agenti in tutte le fasi esecutive della costruzione.

3.1.2. PESI PROPRI DEI MATERIALI STRUTTURALI

Le azioni permanenti gravitazionali associate ai pesi propri dei materiali strutturali sono derivate dalle dimensioni geometriche e dai pesi dell'unità di volume dei materiali con cui sono realizzate le parti strutturali della costruzione. Per i materiali più comuni possono essere assunti i valori dei pesi dell'unità di volume riportati nella Tab. 3.1.1.

Tab. 3.1.1 - Pesi dell'unità di volume dei principali materiali

MATERIALI	PESO UNITÀ DI VOLUME [kN/m³]
Calcestruzzi cementizi e malte	
Calcestruzzo ordinario	24,0
Calcestruzzo armato (e/o precompresso)	25,0
Calcestruzzi "leggeri": da determinarsi caso per caso	14,0 - 20,0
Calcestruzzi "pesanti": da determinarsi caso per caso	28,0 - 50,0
Malta di calce	18,0
Malta di cemento	21,0
Calce in polvere	10,0
Cemento in polvere	14,0
Sabbia	17,0
Metalli e leghe	
Acciaio	78,5
Ghisa	72,5
Alluminio	27,0
Materiale lapideo	
Tufo vulcanico	17,0
Calcere compatto	26,0
Calcere tenero	22,0
Gesso	13,0
Granito	27,0
Laterizio (pieno)	18,0
Legnami	
Conifere e pioppo	4,0 - 6,0
Latifoglie (escluso pioppo)	6,0 - 8,0
Sostanze varie	
Acqua dolce (chiara)	9,81
Acqua di mare (chiara)	10,1
Carta	10,0
Vetro	25,0

Per materiali strutturali non compresi nella Tab. 3.1.1 si potrà far riferimento a specifiche indagini sperimentali o a normative o documenti di comprovata validità, trattando i valori nominali come valori caratteristici.

3.1.3. CARICHI PERMANENTI NON STRUTTURALI

Sono considerati carichi permanenti non strutturali i carichi presenti sulla costruzione durante il suo normale esercizio, quali quelli relativi a tamponature esterne, divisori interni, massetti, isolamenti, pavimenti e rivestimenti del piano di calpestio, intonaci, controsoffitti, impianti ed altro, ancorché in qualche caso sia necessario considerare situazioni transitorie in cui essi non siano presenti.



Le azioni permanenti gravitazionali associate ai pesi propri dei materiali non strutturali sono derivate dalle dimensioni geometriche e dai pesi dell'unità di volume dei materiali con cui sono realizzate le parti non strutturali della costruzione. I pesi dell'unità di volume dei materiali non strutturali possono essere ricavati dalla Tab. 3.1.I, oppure da specifiche indagini sperimentali o da normative o da documenti di comprovata validità, trattando i valori nominali come valori caratteristici.

In linea di massima, in presenza di orizzontamenti anche con orditura unidirezionale ma con capacità di ripartizione trasversale, i carichi permanenti non strutturali potranno assumersi, per le verifiche d'insieme, come uniformemente ripartiti. In caso contrario, occorre valutarne le effettive distribuzioni.

I tramezzi e gli impianti leggeri degli edifici per abitazioni e per uffici potranno assumersi, in genere, come carichi equivalenti distribuiti, purché i solai abbiano adeguata capacità di ripartizione trasversale.

Per gli orizzontamenti degli edifici per abitazioni e per uffici, il peso proprio di elementi divisorii interni potrà essere ragguagliato ad un carico permanente uniformemente distribuito g_2 , purché vengano adottate le misure costruttive atte ad assicurare una adeguata ripartizione del carico. Il carico uniformemente distribuito g_2 potrà essere correlato al peso proprio per unità di lunghezza G_2 delle partizioni nel modo seguente:

- per elementi divisorii con $G_2 \leq 1,00 \text{ kN/m}$: $g_2 = 0,40 \text{ kN/m}^2$;
- per elementi divisorii con $1,00 < G_2 \leq 2,00 \text{ kN/m}$: $g_2 = 0,80 \text{ kN/m}^2$;
- per elementi divisorii con $2,00 < G_2 \leq 3,00 \text{ kN/m}$: $g_2 = 1,20 \text{ kN/m}^2$;
- per elementi divisorii con $3,00 < G_2 \leq 4,00 \text{ kN/m}$: $g_2 = 1,60 \text{ kN/m}^2$;
- per elementi divisorii con $4,00 < G_2 \leq 5,00 \text{ kN/m}$: $g_2 = 2,00 \text{ kN/m}^2$.

Gli elementi divisorii interni con peso proprio maggiore di $5,00 \text{ kN/m}$ devono essere considerati in fase di progettazione, tenendo conto del loro effettivo posizionamento sul solaio.

3.1.4. SOVRACCARICHI

I sovraccarichi, o carichi imposti, comprendono i carichi legati alla destinazione d'uso dell'opera: i modelli di tali azioni possono essere costituiti da:

- carichi verticali uniformemente distribuiti q_k
- carichi verticali concentrati Q_k
- carichi orizzontali lineari H_k

I valori nominali e/o caratteristici di q_k , Q_k ed H_k sono riportati nella Tab. 3.1.II. Tali valori sono comprensivi degli effetti dinamici ordinari, purché non vi sia rischio di rilevanti amplificazioni dinamiche della risposta delle strutture.

Tab. 3.1.II - Valori dei sovraccarichi per le diverse categorie d'uso delle costruzioni

Cat.	Ambienti	q_k [kN/m ²]	Q_k [kN]	H_k [kN/m]
A	Ambienti ad uso residenziale			
	Aree per attività domestiche e residenziali, sono compresi in questa categoria i locali di abitazione e relativi servizi, gli alberghi (ad esclusione delle aree soggette ad affollamento), camere di degenza di ospedali	2,00	2,00	1,00
	Scale comuni, balconi, ballatoi	4,00	4,00	2,00
B	Uffici			
	Cat. B1 Uffici non aperti al pubblico	2,00	2,00	1,00
	Cat. B2 Uffici aperti al pubblico	3,00	2,00	1,00
C	Scale comuni, balconi e ballatoi	4,00	4,00	2,00
	Ambienti suscettibili di affollamento			
	Cat. C1 Aree con tavoli, quali scuole, caffè, ristoranti, sale per banchetti, lettura e ricevimento	3,00	3,00	1,00
	Cat. C2 Aree con posti a sedere fissi, quali chiese, teatri, cinema, sale per conferenze e attesa, aule universitarie e aule magge	4,00	4,00	2,00
	Cat. C3 Ambienti privi di ostacoli al movimento delle persone, quali musei, sale per esposizioni, aree d'accesso a uffici, ad alberghi e ospedali, ad atri di stazioni ferroviarie	5,00	5,00	3,00
	Cat. C4 Aree con possibile svolgimento di attività fisiche, quali sale da ballo, palestre, palestre, palazzoni	5,00	5,00	3,00
	Cat. C5 Aree suscettibili di grandi affollamenti, quali edifici per eventi pubblici, sale da concerto, palazzoni per lo sport e relative tribune, gradinate e piattaforme ferroviarie	5,00	5,00	3,00
	Scale comuni, balconi e ballatoi	Secondo categoria d'uso servita, con le seguenti limitazioni		
		$\geq 4,00$	$\geq 4,00$	$\geq 2,00$



Cat.	Ambienti	q_k (kN/m ²)	Q_k (kN)	H_k (kN/m)
D	Ambienti ad uso commerciale			
	Cat. D1 Negozi	4,00	4,00	2,00
	Cat. D2 Centri commerciali, mercati, grandi magazzini	5,00	5,00	2,00
	Scale comuni, balconi e ballatoi	Secondo categoria d'uso servita		
E	Aree per immagazzinamento a uso commerciale ed uso industriale			
	Cat. E1 Aree per accumulo di merci e relative aree d'accesso, quali biblioteche, archivi, magazzini, depositi, laboratori manifatturieri	≥ 6,00	7,00	1,00*
	Cat. E2 Ambienti ad uso industriale	da valutarsi caso per caso		
F-G	Rimesse e aree per traffico di veicoli (esclusi i ponti)			
	Cat. F Rimesse, aree per traffico, parcheggio e sosta di veicoli leggeri (peso a pieno carico fino a 30 kN)	2,50	2 x 10,00	1,00**
	Cat. G Aree per traffico e parcheggio di veicoli medi (peso a pieno carico compreso fra 30 kN e 160 kN), quali rampe d'accesso, zone di carico e scarico merci	da valutarsi caso per caso e comunque non minori di		
		5,00	2 x 50,00	1,00**
H-K	Coperture			
	Cat. H Coperture accessibili per sola manutenzione e riparazione	0,50	1,20	1,00
	Cat. I Coperture praticabili di ambienti di categoria d'uso compresa fra A e D	secondo categorie di appartenenza		
	Cat. K Coperture per usi speciali, quali impianti, eliporti	da valutarsi caso per caso		

* non comprende le azioni orizzontali eventualmente esercitate dai materiali immagazzinati.

** per i soli ponti e partizioni nelle zone pedonali. Le azioni sulle barriere esercitate dagli autoveicoli dovranno essere valutate caso per caso.

I valori riportati nella Tab. 3.1.II sono riferiti a condizioni di uso corrente delle rispettive categorie. Altri regolamenti potranno imporre valori superiori, in relazione ad esigenze specifiche.

In presenza di carichi atipici (quali macchinari, serbatoi, depositi interni, impianti, ecc.) le intensità devono essere valutate caso per caso, in funzione dei massimi prevedibili: tali valori dovranno essere indicati esplicitamente nelle documentazioni di progetto e di collaudo statico.

3.1.4.1 SOVRACCARICHI VERTICALI UNIFORMEMENTE DISTRIBUITI

Analogamente ai carichi permanenti non strutturali definiti al § 3.1.3 ed in linea di massima, in presenza di orizzontamenti anche con orditura unidirezionale ma con capacità di ripartizione trasversale, i sovraccarichi potranno assumersi, per la verifica d'insieme, come uniformemente ripartiti. In caso contrario, occorre valutarne le effettive distribuzioni.

Per le categorie d'uso A, B, C, D, H e I i sovraccarichi verticali distribuiti che agiscono su un singolo elemento strutturale facente parte di un orizzontamento (ad esempio una trave), possono essere ridotti in base all'estensione dell'area di influenza A [m²] di competenza dell'elemento stesso. Il coefficiente riduttivo α_A è dato da

$$\alpha_A = \frac{5}{7} \psi_0 + \frac{10}{A} \leq 1,0 \quad [3.1.1]$$

essendo ψ_0 il coefficiente di combinazione (Tab. 2.5.I). Per le categorie C e D, α_A non può essere minore di 0,6.

Analogamente, per le sole categorie d'uso da A a D, le componenti di sollecitazione indotte dai sovraccarichi agenti su membrane verticali, tra i quali pilastri o setti, facenti parte di edifici multipiano con più di 2 piani, possono essere ridotti in funzione del numero di piani caricati n , essendo il coefficiente riduttivo α_n dato da

$$\alpha_n = \frac{2 + (n - 2)\psi_n}{n} \quad [3.1.2]$$

I due coefficienti riduttivi α_A e α_n non possono essere combinati.

3.1.4.2 SOVRACCARICHI VERTICALI CONCENTRATI

I sovraccarichi verticali concentrati Q_k riportati nella Tab. 3.1.II formano oggetto di verifiche locali distinte e non si applicano contemporaneamente ai carichi verticali ripartiti utilizzati nelle verifiche dell'edificio nel suo insieme; essi devono essere applicati su impronte di carico appropriate all'utilizzo ed alla forma dell'orizzontamento: in assenza di precise indicazioni può essere considerata una forma dell'impronta di carico quadrata pari a 50 x 50 mm, salvo che per le rimesse, i parcheggi e le aree di transito (categorie F e G). Per le costruzioni di categoria F, i carichi si applicano su due impronte di 100 x 100 mm, distanti assialmente 1,80 m. Per le costruzioni di categoria G, i carichi si applicano su due impronte di 200 x 200 mm, distanti assialmente 1,80 m.



**3.1.4.3 SOVRACCARICHI ORIZZONTALI LINEARI**

I sovraccarichi orizzontali lineari H_L riportati nella Tab. 3.1.II devono essere utilizzati per verifiche locali e non si combinano con i carichi utilizzati nelle verifiche dell'edificio nel suo insieme.

I sovraccarichi orizzontali lineari devono essere applicati alle pareti alla quota di 1,20 m dal rispettivo piano di calpestio; devono essere applicati ai parapetti o ai mancorrenti alla quota del bordo superiore.

Le verifiche locali riguardano, in relazione alle condizioni d'uso, gli elementi verticali bidimensionali quali i tramezzi, le pareti, i tamponamenti esterni, comunque realizzati, con l'esclusione dei divisori mobili (che comunque devono garantire sufficiente stabilità in esercizio).

Il soddisfacimento di questa prescrizione può essere documentato anche per via sperimentale, e comunque mettendo in conto i vincoli che il manufatto possiede e tutte le risorse che il tipo costruttivo consente.





CALCOLO E VERIFICA DELLE STRUTTURE

Verifica struttura

La struttura è stata calcolata con modello ad elementi finiti.
Per la verifica viene adottato il metodo agli stati limite.

Tipo costruzione – Vita nominale

2.4.1. VIA NOMINALE DI PROGETTO

La vita nominale di progetto V_d di un'opera è convenzionalmente definita come il numero di anni nel quale è previsto che l'opera, purché soggetta alla necessaria manutenzione, mantenga specifici livelli prestazionali.

I valori minimi di V_d da adottare per i diversi tipi di costruzione sono riportati nella Tab. 2.4.1. Tali valori possono essere anche impiegati per definire le azioni dipendenti dal tempo.

Tab. 2.4.1 - Valori minimi della Vita nominale V_d di progetto per i diversi tipi di costruzione

TIPO DI COSTRUZIONE	Valori minimi di V_d (anni)
1. Costruzioni temporanee e provvisorie	10
2. Costruzioni con livelli di prestazioni ridotti	30
3. Costruzioni con livelli di prestazioni elevati	100

Non sono da considerarsi temporanee le costruzioni o parti di esse che possono essere smantellate con l'intento di essere riutilizzate. Per un'opera di nuova realizzazione la cui fase di costruzione sia prevista in sede di progetto di durata pari a P_d , la vita nominale relativa a tale fase di costruzione, ai fini della valutazione delle azioni sismiche, dovrà essere avvolta non inferiore a P_d e comunque non inferiore a 5 anni.

Le verifiche sismiche di opere di tipo 1 in fase di costruzione possono omettersi quando il progetto preveda che tale condizione permanga per meno di 2 anni.

Classe d'uso

2.4.2. CLASSI D'USO

Con riferimento alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un eventuale collasso, le costruzioni sono suddivise in classi d'uso così definite:

Classe I: Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli.

Classe II: Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non incidenti in Classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.

Classe III: Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie e infrastrutture non incidenti in Classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.

Classe IV: Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al DM 5/11/2001, n. 4792, "Norme tecniche per la costruzione delle strade", e di tipo C, quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non attraversati da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per lo smistamento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica.

Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni nelle verifiche SLU

Tab. 2.6.1 – Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni nelle verifiche SLU

		Coefficiente γ_F	EQU	A1	A2
Carichi permanenti G_1	Favorevoli	γ_{G1}	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevoli		1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti non strutturali $G_{2(3)}$	Favorevoli	γ_{G2}	0,8	0,8	0,8
	Sfavorevoli		1,5	1,5	1,3
Azioni variabili Q	Favorevoli	γ_Q	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevoli		1,5	1,5	1,3

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

CARICHI

Tab. 3.1.11 - Valori dei sovraccarichi per le diverse categorie d'uso delle costruzioni

Cat.	Ambienti	q_k [kN/m ²]	Q_k [kN]	H_k [kN/m]
C	Ambienti suscettibili di affollamento			
	Cat. C1 Aree con tavoli, quali scuole, caffè, ristoranti, sale per banchetti, lettura e ricevimento	3,00	3,00	1,00
	Cat. C2 Aree con posti a sedere fissi, quali chiese, teatri, cinema, sale per conferenze e attesa, aule universitarie e aule magne	4,00	4,00	2,00
	Cat. C3 Ambienti privi di ostacoli al movimento delle persone, quali musei, sale per esposizioni, aree d'accesso a uffici, ad alberghi e ospedali, ad atrii di stazioni ferroviarie	5,00	5,00	3,00
	Cat. C4 Aree con possibile svolgimento di attività fisiche, quali sale da ballo, palestre, palcoscenici.	5,00	5,00	3,00
	Cat. C5 Aree suscettibili di grandi affollamenti, quali edifici per eventi pubblici, sale da concerto, palazzetti per lo sport e relative tribune, gradinate e piattaforme ferroviarie.	5,00	5,00	3,00
	Scale comuni, balconi e ballatoi	Secondo categoria d'uso servita, con le seguenti limitazioni		
		$\geq 4,00$	$\geq 4,00$	$\geq 2,00$



CARICO DA VENTO (STRUTTURA SENZA TELI VERTICALI)

AZIONE DEL VENTO PAR. 3.3 NTC18

DEFINIZIONE DEI DATI

zona:

5) Sardegna (zona a oriente della retta congiungente Capo Teulada con l'Isola di Maddalena)



Classe di rugosità del terreno:

C) Aree con ostacoli diffusi (alberi, case, muri, recinzioni,...); aree con rugosità non riconducibile alle classi A, B, D. Aree prive di ostacoli o con al più rari ostacoli isolati.

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.

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

a_s (altitudine sul livello del mare della costruzione):

0	[m]
0	[km]
50	[anni]
III	

Distanza dalla costa

T_R (Tempo di ritorno):

Categoria di esposizione

ZONE 1,2,3,4,5						
	costa mare	2 km	10 km	30 km	500m	750m
A	--	IV	IV	V	V	V
B	--	III	III	IV	IV	IV
C	--	*	III	III	IV	IV
D	I	II	II	II	III	**
* Categoria II in zona 1,2,3,4 Categoria III in zona 5						
** Categoria III in zona 2,3,4,5 Categoria IV in zona 1						

ZONA 6					
	costa mare	2 km	10 km	30 km	500m
A	--	III	IV	V	V
B	--	II	III	IV	IV
C	--	II	III	III	IV
D	I	I	II	II	III

ZONE 7,8		
	mare	costa
	1.5 km	0.5 km
A	--	IV
B	--	IV
C	--	III
D	I	II
* Categoria II in zona 8 Categoria III in zona 7		

ZONA 9	
	costa
	mare
A	I
B	I
C	I
D	I



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

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

La copertura è curva:

H di colmo

Direzione del vento →

H di gronda

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

CALCOLO VELOCITA' DI RIFERIMENTO DEL VENTO §3.3.2.

Zona	$v_{b,0}$ [m/s]	a_0 [m]	k_s	C_s
5	28	750	0,4	1,000

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

$c_a = 1$ per $a_s \leq a_0$

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

v_b (velocità base di riferimento) 28,00 m/s

$v_r = v_b \cdot c_r$

c_r coefficiente di ritorno 1,00

v_r (velocità di riferimento) 28,02 m/s

PRESSIONE CINETICA DI RIFERIMENTO §3.3.6.

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

$q_r = 1/2 \cdot \rho \cdot v_r^2$ ($\rho = 1,25$ kg/m³)

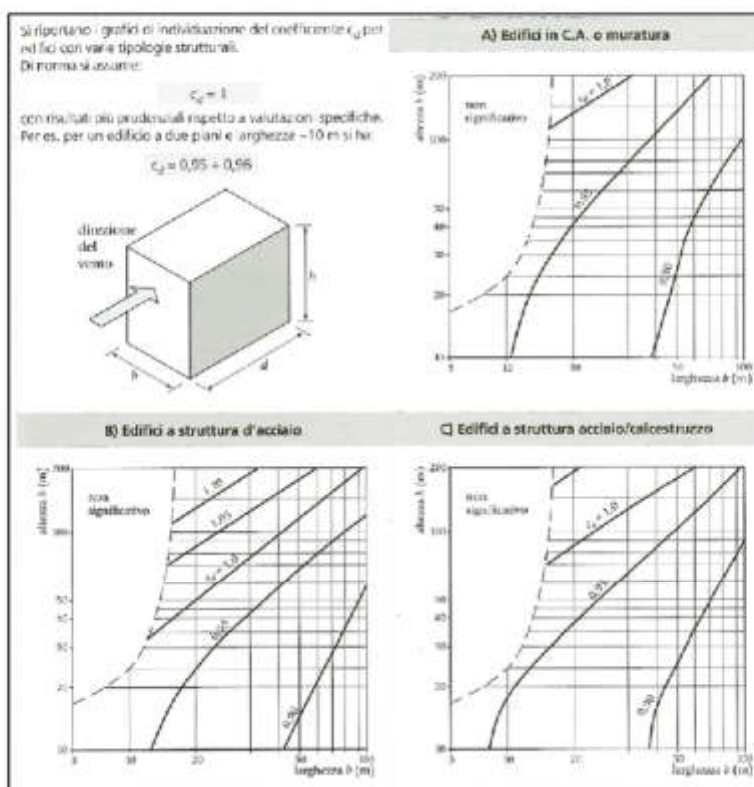
Pressione cinetica di riferimento q_r 490,72 [N/m²]

CALCOLO DEI COEFFICIENTI

Coefficiente dinamico [§3.3.8]

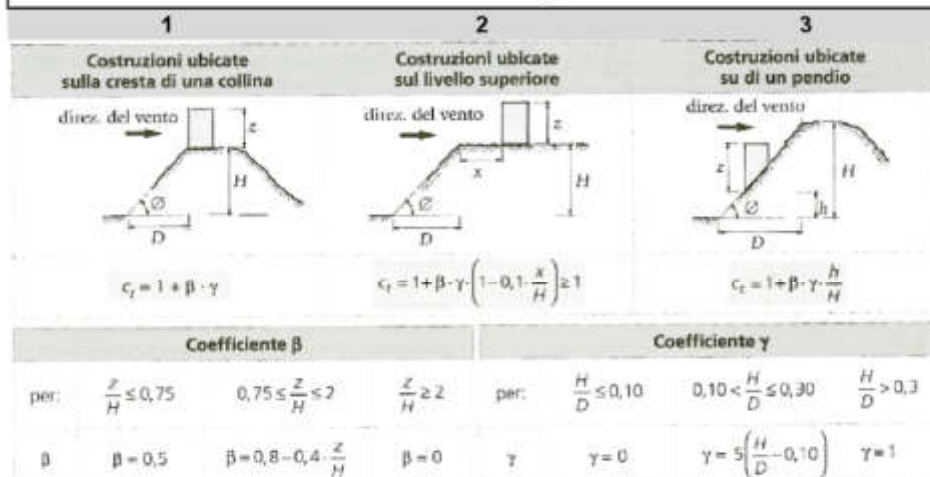
c_d

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



Coefficiente Topografico (Orografico)

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



Caso selezionato:

Condizione non isolata

Il coefficiente topografico vale:

c_t

1,00



Coefficiente di esposizione [§3.3.7]

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

$$c_e(z) = k_t^2 \cdot c_s \cdot \ln(z/z_0) \quad | \quad 7 + c_s \cdot \ln(z/z_0) \quad \text{per } z \geq z_{min}$$

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

k_t	z_0 [m]	z_{min} [m]
0,20	0,10	5,00

Coefficiente di esposizione minimo

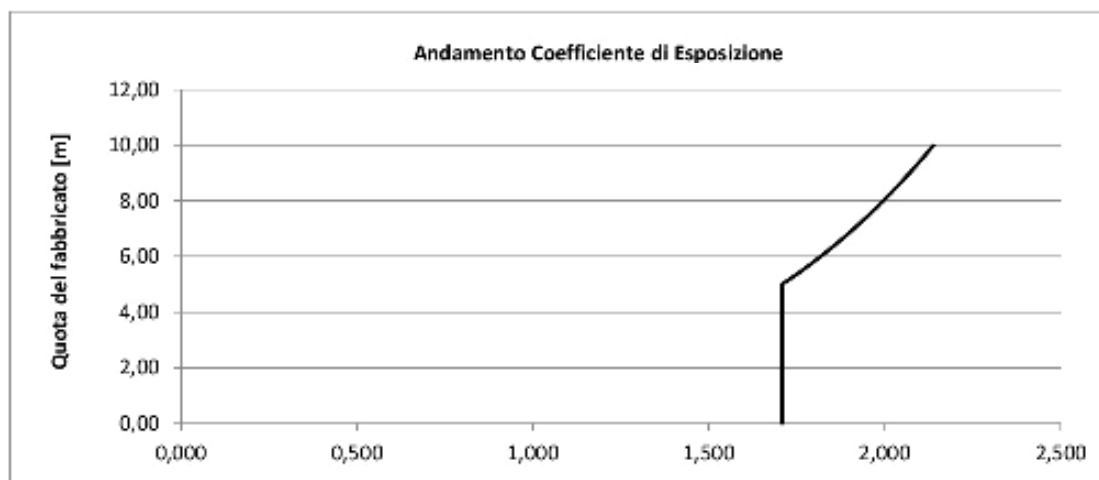
$c_{e,min}$ 1,71 $z < 5,00$

Coefficiente di esposizione alla gronda

$c_{e,gronda}$ 2,14 $z = 10,00$

Coefficiente di esposizione al colmo

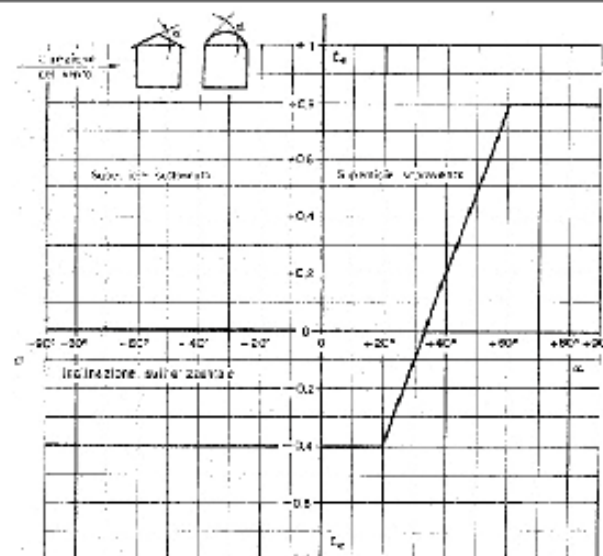
$c_{e,colmo}$ 2,14 $z = 10,00$



Coefficiente di forma

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

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





-0,4 Tettoia ad uno spiovente

Configurazione più svantaggiosa

Configurazione A

(1) parete sopravvento	c_p
	0,00
(2) copertura sopravvento	c_p
	1,24
(3) copertura sottovento	c_p
	0,00
(4) parete sottovento	c_p
	0,00

→
Direzione del vento →
→

(2) $c_{pe} = 1,24$



Configurazione A

(1) parete sopravvento	c_p
	0,00
(2) copertura sopravvento	c_p
	-1,24
(3) copertura sottovento	c_p
	0,00
(4) parete sottovento	c_p
	0,00

→
Direzione del vento →
→

(2) $c_{pe} = -1,24$



Configurazione B

PRESSIONI DEL VENTO

Combinazione più sfavorevole per pareti e copertura:

Valori massimi della pressione per ogni elemento

p (pressione del vento) = $q_r \cdot c_d \cdot c_t \cdot c_e \cdot c_p$

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

c_p (coefficiente di forma)

	p [kN/m ²]	c_d	c_t	c_e	c_p	P [kN/m ²]
(1) par. sopravent.	0,491	1,00	1,00	2,138	0,00	0,00
(2) cop. sopravent.	0,491	1,00	1,00	2,138	1,24	1,30
(3) cop. Sottovent.	0,491	1,00	1,00	2,138	0,00	0,00
(4) par. sottovent.	0,491	1,00	1,00	2,138	0,00	0,00

(2) copertura sopravvento

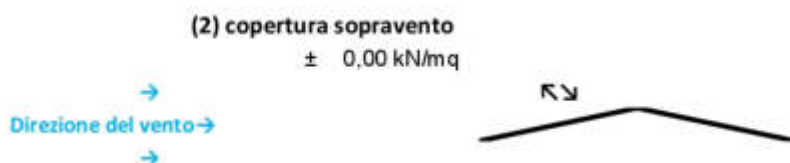
± 1,30 kN/mq

→
Direzione del vento →
→



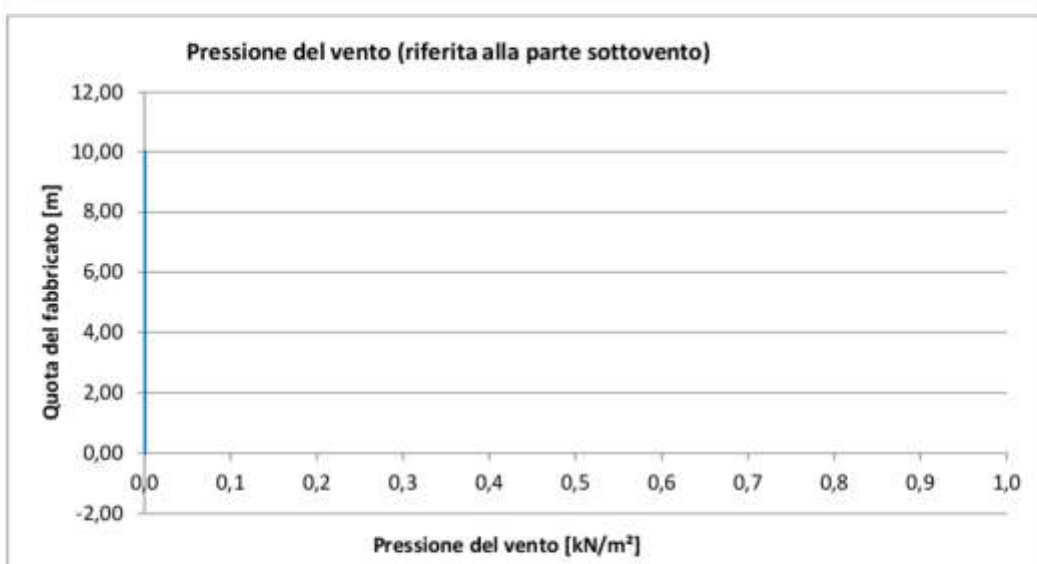
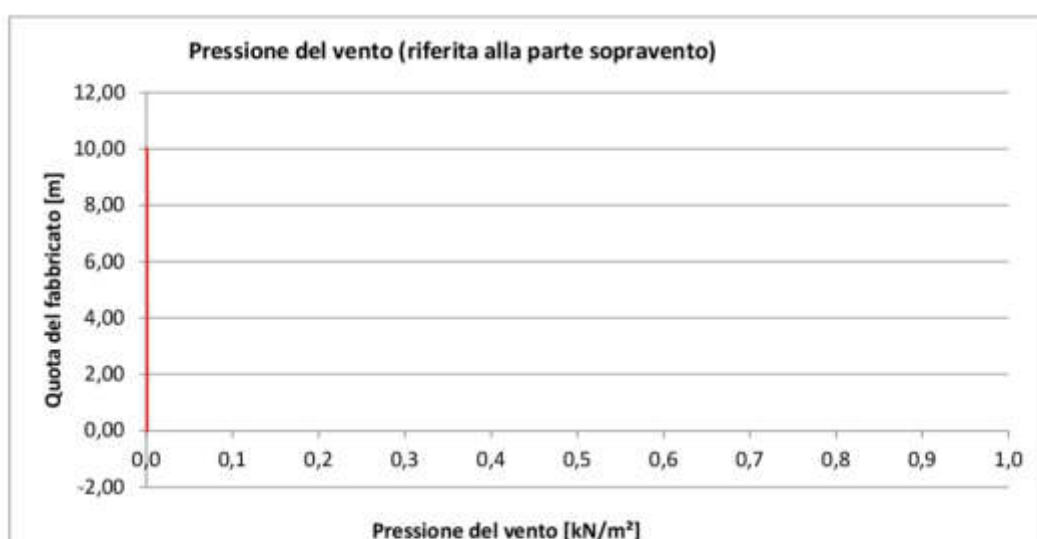


Valori medi della pressione per ogni elemento (da utilizzare per caricare il modello FEM)



Il simbolo \pm indica che bisogna considerare due combinazioni nel modello FEM

Andamento delle pressioni più svataggiose



PRESSIONI DEL VENTO IN DIREZIONE TANGENZIALE [§3.3.5]

Tipo di superficie:

Scabra



CARICO DA VENTO (STRUTTURA CON TELI VERTICALI)

AZIONE DEL VENTO PAR. 3.3 NTC18

DEFINIZIONE DEI DATI

zona:

5) Sardegna (zona a oriente della retta congiungente Capo Teulada con l'Isola di Maddalena)



Classe di rugosità del terreno:

C) Aree con ostacoli diffusi (alberi, case, muri, recinzioni,...); aree con rugosità non riconducibile alle classi A, B, D. Aree prive di ostacoli o con al più rari ostacoli isolati.

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.

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

a_s (altitudine sul livello del mare della costruzione):

0	[m]
0	[km]
50	[anni]
III	

Distanza dalla costa

T_R (Tempo di ritorno):

Categoria di esposizione

ZONE 1,2,3,4,5						
	costa	mare	2 km	10 km	30 km	500m 750m
A	--	IV	IV	V	V	V
B	--	III	III	IV	IV	IV
C	--	*	III	III	IV	IV
D	I	II	II	II	III	**
* Categoria II in zona 1,2,3,4 Categoria III in zona 5						
** Categoria III in zona 2,3,4,5 Categoria IV in zona 1						

ZONA 6						
	costa	mare	2 km	10 km	30 km	500m
A	--	III	IV	V	V	V
B	--	II	III	IV	IV	IV
C	--	II	III	III	IV	IV
D	I	I	II	II	III	III

ZONE 7,8			
	costa	mare	1.5 km 0.5 km
A	--	IV	IV
B	--	IV	IV
C	--	III	III
D	I	II	*
* Categoria II in zona 8 Categoria III in zona 7			

ZONA 9		
	costa	mare
A	--	I
B	--	I
C	--	I
D	I	I



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

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

La copertura è curva:

H di colmo

Direzione del vento →

H di gronda

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

CALCOLO VELOCITA' DI RIFERIMENTO DEL VENTO §3.3.2.

Zona	$v_{b,0}$ [m/s]	a_0 [m]	k_s	C_s
5	28	750	0,4	1,000

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

$c_a = 1$ per $a_s \leq a_0$

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

v_b (velocità base di riferimento) 28,00 m/s

$v_r = v_b \cdot c_r$

c_r coefficiente di ritorno 1,00

v_r (velocità di riferimento) 28,02 m/s

PRESSIONE CINETICA DI RIFERIMENTO §3.3.6.

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

$q_r = 1/2 \cdot \rho \cdot v_r^2$ ($\rho = 1,25$ kg/m³)

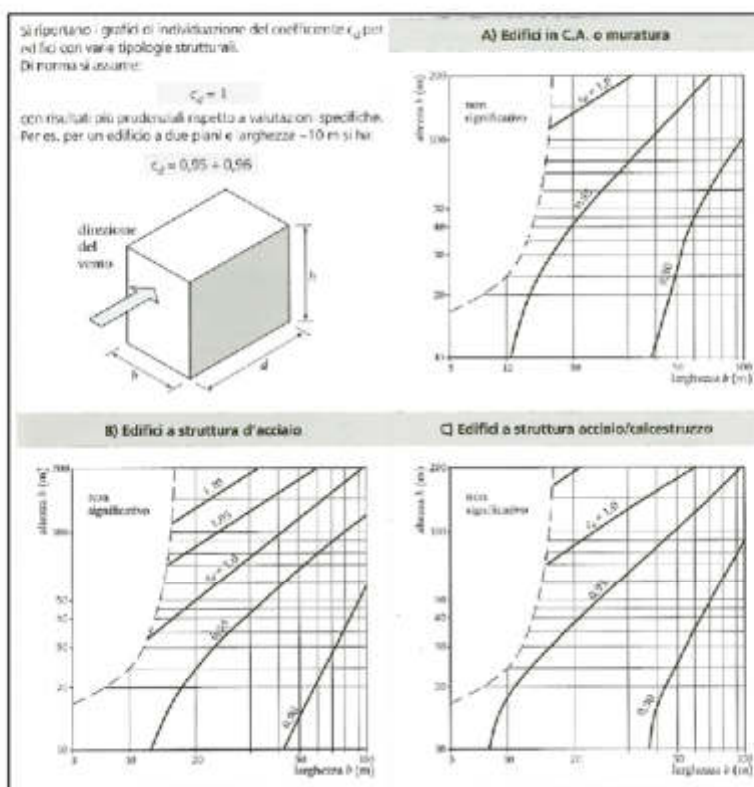
Pressione cinetica di riferimento q_r 490,72 [N/m²]

CALCOLO DEI COEFFICIENTI

Coefficiente dinamico [§3.3.8]

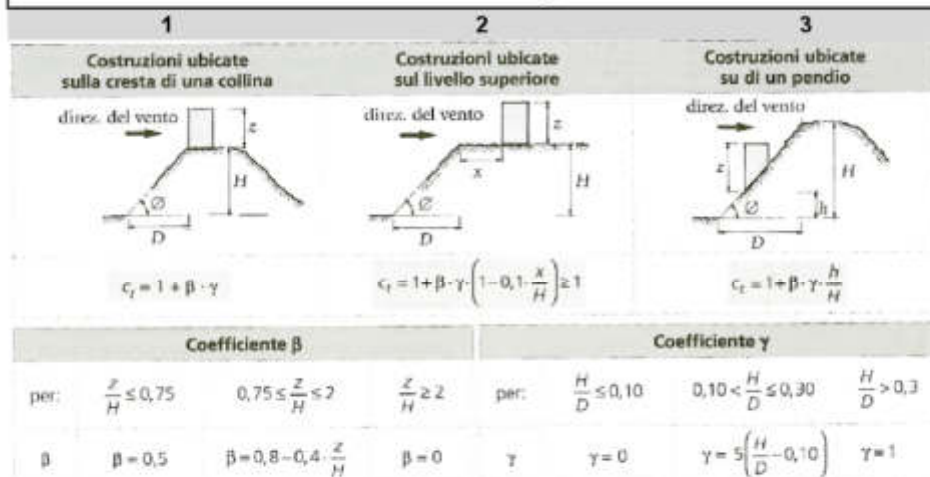
c_d

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



Coefficiente Topografico (Orografico)

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



Caso selezionato:

Condizione non isolata

Il coefficiente topografico vale:

c_t

1,00



Coefficiente di esposizione [§3.3.7]

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

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

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

k_t	z_0 [m]	z_{\min} [m]
0,20	0,10	5,00

Coefficiente di esposizione minimo

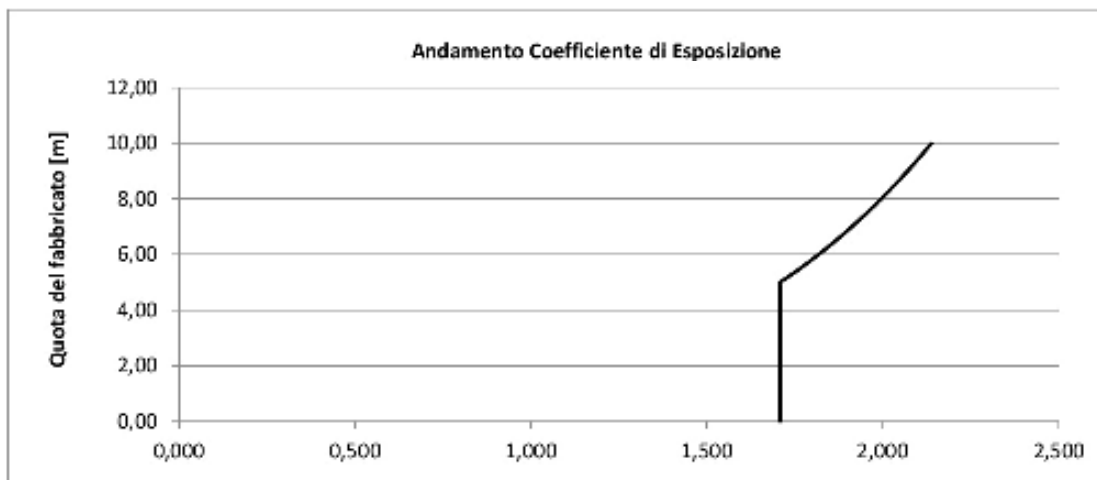
$c_{e,\min}$ 1,71 $z < 5,00$

Coefficiente di esposizione alla gronda

$c_{e,\text{gronda}}$ 2,14 $z = 10,00$

Coefficiente di esposizione al colmo

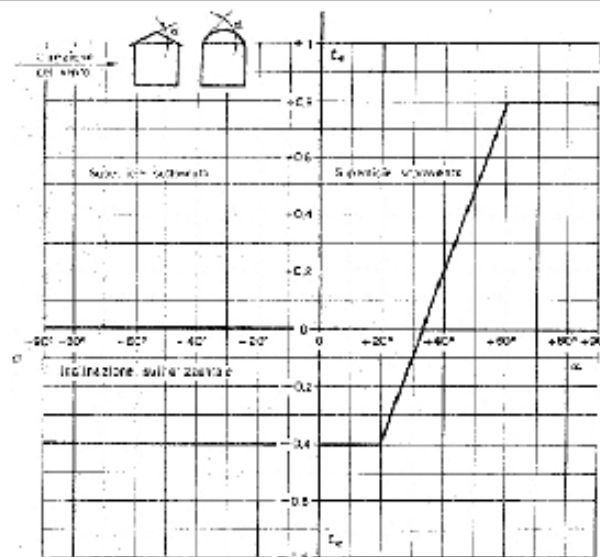
$c_{e,\text{colmo}}$ 2,14 $z = 10,00$



Coefficiente di forma

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

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



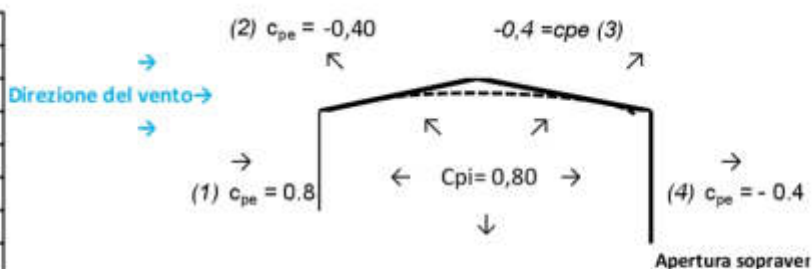


Costruzioni che hanno una parete con aperture di superficie non minore di 1/3 di quella totale

Configurazione più svantaggiosa

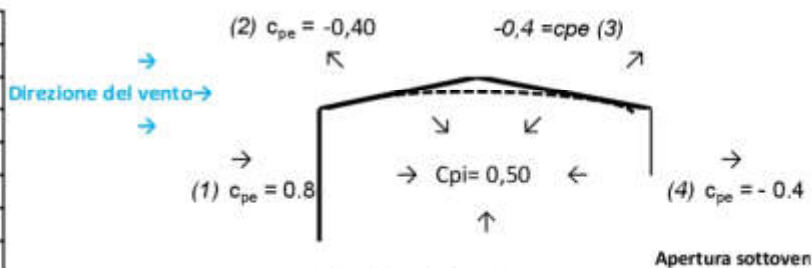
Configurazione A

(1) parete sopravvento	c_p
	0,00
(2) copertura sopravvento	c_p
	-1,20
(3) copertura sottovento	c_p
	-1,20
(4) parete sottovento	c_p
	-1,20



Configurazione A

(1) parete sopravvento	c_p
	1,30
(2) copertura sopravvento	c_p
	0,10
(3) copertura sottovento	c_p
	0,10
(4) parete sottovento	c_p
	0,10



Configurazione B

PRESSIONI DEL VENTO

Combinazione più sfavorevole per pareti e copertura:

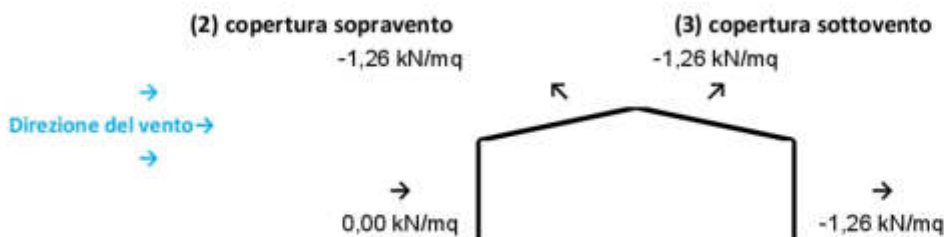
Valori massimi della pressione per ogni elemento

p (pressione del vento) = $q_r \cdot c_d \cdot c_t \cdot c_e \cdot c_p$

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

c_p (coefficiente di forma)

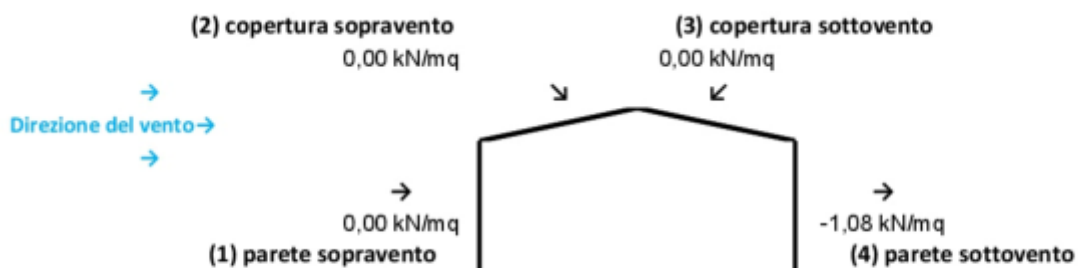
	p [kN/m ²]	c_d	c_t	c_e	c_p	P [kN/m ²]
(1) par. sopravent.	0,491	1,00	1,00	2,138	0,00	0,00
(2) cop. sopravent.	0,491	1,00	1,00	2,138	-1,20	-1,26
(3) cop. Sottovent.	0,491	1,00	1,00	2,138	-1,20	-1,26
(4) par. sottovent.	0,491	1,00	1,00	2,138	-1,20	-1,26



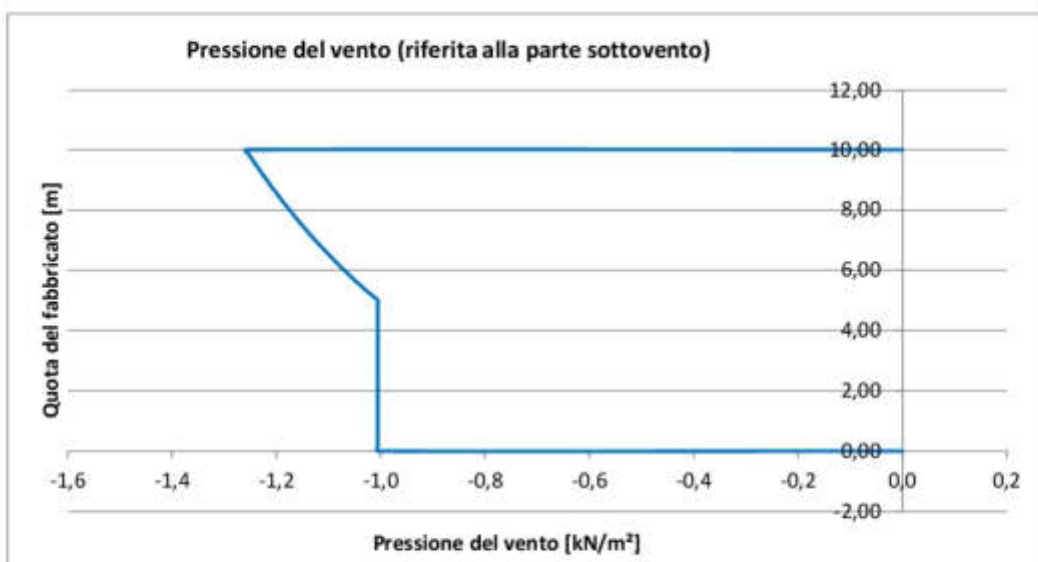
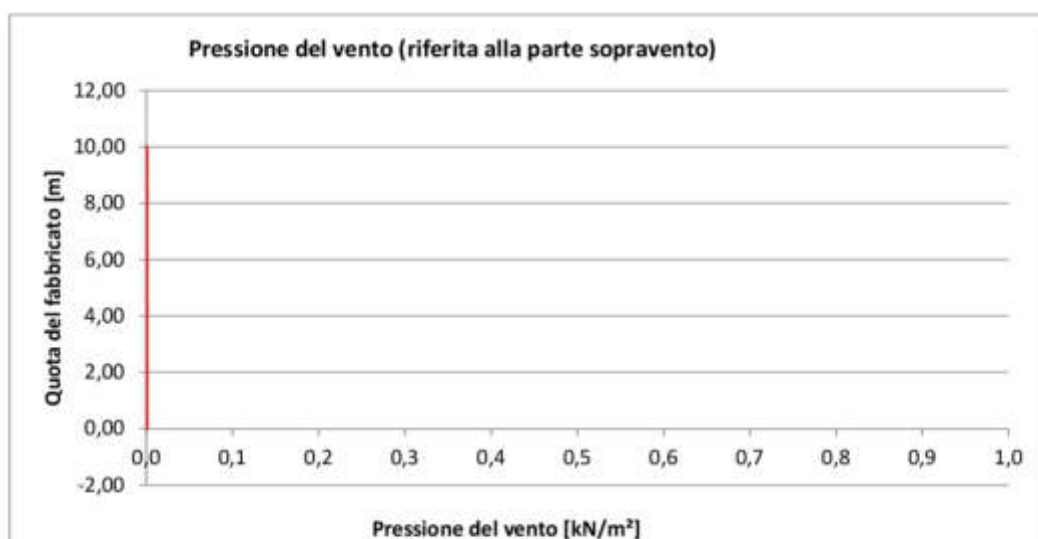


(1) parete sopravento (4) parete sottovento

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



Andamento delle pressioni più svataggiose



PRESSIONI DEL VENTO IN DIREZIONE TANGENZIALE [§3.3.5]

Tipo di superficie:

Scabra



Azioni e Carichi sulla struttura

Con riferimento al paragrafo 2.5.1.3 delle NTC, le azioni che investono la struttura sono classificate in relazione alla durata della loro presenza nell'arco della vita di progetto come:

- **permanenti (G):** azioni con sufficiente approssimazione costanti nel tempo, tra le quali:
 - peso proprio di tutti gli elementi strutturali; peso proprio del terreno, quando pertinente; forze indotte dal terreno (esclusi gli effetti di carichi variabili applicati al terreno);
 - peso proprio di tutti gli elementi non strutturali;
 - spostamenti e deformazioni imposti, previsti dal progetto e realizzati all'atto della costruzione;
- **variabili (Q):** azioni sulla struttura o sull'elemento strutturale con valori istantanei che possono risultare sensibilmente diversi fra loro nel tempo:
 - di lunga durata: agiscono con un'intensità significativa, anche non continuativamente, per un tempo non trascurabile rispetto alla vita nominale della struttura;
 - di breve durata: azioni che agiscono per un periodo di tempo breve rispetto alla vita nominale della struttura;
- **eccezionali (A):** azioni che si verificano eccezionalmente:
 - incendi
 - esplosioni
 - urti ed impatti
- **sismiche (E):** azioni derivanti dai terremoti.

L'effetto delle azioni viene valutato ai fini delle verifiche con l'approccio semiprobabilistico agli stati limite, secondo diverse combinazioni:

1) **Combinazione fondamentale** dei carichi, impiegata per gli stati limite ultimi (nei risultati SLU statica)

$$\gamma G1 \cdot G1 + \gamma G2 \cdot G2 + \gamma P \cdot P + \gamma Q1 \cdot Qk1 + \gamma Q2 \cdot \psi 02 \cdot Qk2 + \gamma Q3 \cdot \psi 03 \cdot Qk3 + \dots$$

2) **Combinazione caratteristica rara**, impiegata per gli stati limite di esercizio irreversibili (nei risultati SLE rara)

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

3) **Combinazione frequente**, impiegata per gli stati limite di esercizio reversibili (nei risultati SLE frequente)

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

4) **Combinazione quasi permanente**, impiegata per gli effetti a lungo termine (nei risultati SLE quasi permanente)

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

5) **Combinazione eccezionale**, impiegata per gli stati limite ultimi connessi alle azioni eccezionali A

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

6) **Combinazione sismica**, impiegata per gli stati limite ultimi e di esercizio connessi all'azione sismica E (nei risultati SLU sisma)

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

Dettagli per la combinazione sismica

La valutazione dell'azione sismica E è condotta secondo le specifiche del capitolo 3.2 e in accordo con le prescrizioni del capitolo 7.3.3 delle NTC per i tipi di analisi sismica lineare sia dinamica che statica.

I risultati così ottenuti per ciascuna direzione, X e Y (eventualmente anche Z), vengono poi combinati secondo le indicazioni del capitolo 7.3.5 delle NTC, ovvero vengono sommati i contributi secondo il seguente criterio:

$$E1 = 1,00 \times Ex + 0,30 \times Ey + 0,30 \times Ez$$

$$E2 = 0,30 \times Ex + 1,00 \times Ey + 0,30 \times Ez$$

$$E3 = 0,30 \times Ex + 0,30 \times Ey + 1,00 \times Ez$$

la rotazione dei coefficienti moltiplicativi permette l'individuazione degli effetti più gravosi, la direzione Z è opzionale in virtù delle prescrizioni al paragrafo 7.2.2 delle NTC.

Nella verifica allo stato limite ultimo si distinguono le combinazioni **EQU**, **STR** e **GEO** (cfr NTC § 2.6.1), rispettivamente definite come:

stato limite di equilibrio EQU, che considera la struttura ed il terreno come corpi rigidi; stato limite di resistenza della struttura STR, da riferimento per tutti gli elementi strutturali, e stato limite di resistenza del terreno GEO.

Nelle verifiche STR, per la progettazione di elementi strutturali, si adottano i coefficienti della colonna A1. Nelle verifiche STR e GEO che coinvolgono azioni di tipo geotecnico possono essere adottati in alternativa, due diversi approcci progettuali. Per l'approccio 1 si considerano due diverse combinazioni di gruppi di coefficienti di sicurezza parziali per le azioni, per i materiali e per la resistenza complessiva, nell'approccio 2 si definisce un'unica combinazione per le azioni, per la resistenza dei materiali e per la resistenza globale.

Approccio 1, combinazione 1: si utilizzano per le azioni i coefficienti della colonna A1

Approccio 1, combinazione 2: si utilizzano per le azioni i coefficienti della colonna A2

Approccio 2: si utilizzano per le azioni i coefficienti della colonna A1

Coefficienti parziali per le azioni [cfr. NTC 2018 Tabella 2.6.I]

		Coefficiente γ_f	EQU	A1	A2
Carichi permanenti	Favorevoli	$\gamma G1$	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevoli		1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti non strutturali	Favorevoli	$\gamma G2$	0,8	0,8	0,8
	Sfavorevoli		1,5	1,5	1,3
Carichi variabili	Favorevoli	γQi	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevoli		1,5	1,5	1,3



Le Norme Tecniche prescrivono i valori dei coefficienti ψ in dipendenza dalle caratteristiche della funzione di ripartizione di ciascuna azione: si ammette infatti che, assieme alle azioni permanenti, esistano combinazioni di azioni in cui una sola azione è presente al valore caratteristico mentre le altre hanno intensità ridotte ψQ_k .

Le categorie di azioni variabili ed i rispettivi coefficienti di combinazione utilizzati nell'applicazione dei carichi al modello sono riportati nella tabella seguente:

Destinazione d'uso/azione	ψ_0	ψ_1	ψ_2
Permanenti	1,00	1,00	1,00
Permanenti non strutturali	1,00	1,00	1,00
Categoria A - Residenziale	0,70	0,50	0,30
Categoria B - Uffici	0,70	0,50	0,30
Categoria C - Ambienti affollati	0,70	0,70	0,60
Categoria D - Aree commerciali	0,70	0,70	0,60
Categoria E - Aree di accumulo o aree industriali	1,00	0,90	0,80
Categoria F - Veicoli con peso $\leq 30\text{kN}$	0,70	0,70	0,60
Categoria G - Veicoli con peso $> 30\text{kN}$	0,70	0,50	0,30
Categoria H - Coperture non praticabili	0,00	0,00	0,00
Categoria I - Coperture praticabili	0,00	0,00	0,00
Categoria K - Coperture per usi speciali	0,00	0,00	0,00
Vento	0,60	0,20	0,00
Neve (a quota $\leq 1000\text{ m s.l.m.}$)	0,50	0,20	0,00
Neve (a quota $> 1000\text{ m s.l.m.}$)	0,70	0,50	0,20
Variazioni termiche	0,60	0,50	0,00

Dettagli per le combinazioni di calcolo.

Per il progetto e la verifica degli elementi strutturali vengono distinti i risultati dell'analisi in condizione statica da quelli dell'analisi sismica.

Progetto e verifica in condizione statica

La verifica degli elementi è condotta considerando i risultati di ciascuna combinazione delle azioni di calcolo in condizione statica, ovvero vengono considerati ed involuppati i risultati massimi e minimi delle seguenti combinazioni:

- Combinazione fondamentale SLU
- Combinazione SLE caratteristica rara
- Combinazione SLE frequente
- Combinazione SLE quasi permanente

Per ciascuna combinazione elencata vengono valutate le distinte configurazioni di carico distinguendo i diversi gruppi di carico e considerando tutte le possibili varianti secondo i metodi del calcolo combinatorio ottenendo così $2^n + 1$ combinazioni, dove 'n' coincide con il numero di carichi accidentali considerati nell'analisi, qui di seguito un esempio esplicativo.

Carico permanente P
Carico accidentale residenziale A

Le combinazioni dedotte sono:

P solo carico permanente
P A carico permanente + carico accidentale A

Inoltre per le combinazioni SLU e SLE caratteristica vengono individuate in aggiunta le permutazioni di tali configurazioni aventi di volta in volta un carico accidentale principale differente fra quelli considerati, qui di seguito un esempio esplicativo.

Carico permanente P
Carico accidentale residenziale A1
Carico accidentale tipo neve A2
Carico accidentale tipo vento A3

Le combinazioni dedotte sono:

P solo carico permanente
P A1 carico permanente + carico accidentale A1
P A2 carico permanente + carico accidentale A2
P A3 carico permanente + carico accidentale A3
P A1 A2 carico permanente + carico accidentale A1 (principale) + carico accidentale A2
P A2 A1 carico permanente + carico accidentale A1 + carico accidentale A2 (principale)
P A1 A3 carico permanente + carico accidentale A1 (principale) + carico accidentale A3
P A3 A1 carico permanente + carico accidentale A1 + carico accidentale A3 (principale)
P A2 A3 carico permanente + carico accidentale A2 (principale) + carico accidentale A3
P A3 A2 carico permanente + carico accidentale A2 + carico accidentale A3 (principale)
P A1 A2 A3 carico permanente + carico accidentale A1 (principale) + carico accidentale A2 + carico accidentale A3
P A2 A1 A3 carico permanente + carico accidentale A1 + carico accidentale A2 (principale) + carico accidentale A3
P A3 A1 A2 carico permanente + carico accidentale A1 + carico accidentale A2 + carico accidentale A3 (principale)

Le effettive combinazioni generate per i diversi stati limite sono riportate nei paragrafi seguenti.

Per gli elementi trave e pilastro, e in generale gli elementi 'asta, vengono involuppati i risultati di ciascuna combinazione e vengono individuati i valori massimi e minimi dando luogo alle seguenti sollecitazioni:

- massima e minima per l'azione assiale N,
- massima e minima per le azioni di flessione attorno agli assi principali di inerzia di ciascun elemento M_z e M_y ,
- massima e minima per le azioni taglianti lungo gli assi principali d'inerzia T_z e T_y .



Nella verifica di travi e pilastri, e in generale gli elementi 'asta, queste 6 sollecitazioni (N^+ , N^- , M_z^+ , M_z^- , M_y^+ , M_y^-) vengono considerate in condizione di pressoflessione deviata e vengono ulteriormente combinate tra di loro in modo da garantire la copertura delle condizioni più gravose, dando luogo alle seguenti 8 combinazioni:

- 4) N^+ , M_z^+ , M_y^+
- 5) N^+ , M_z^+ , M_y^-
- 6) N^+ , M_z^- , M_y^+
- 7) N^+ , M_z^- , M_y^-
- 8) N^- , M_z^+ , M_y^+
- 9) N^- , M_z^+ , M_y^-
- 10) N^- , M_z^- , M_y^+
- 11) N^- , M_z^- , M_y^-

Per la verifica delle sezioni a taglio vengono individuati i valori massimi in modulo per ciascuna direzione principale scegliendo tra i valori involuppati di progetto (T_z^+ , T_z^- , T_y^+ , T_y^-).

Per gli elementi shell vengono individuati i seguenti valori di verifica:

- massimi e minimi per le tensioni membranali σ_x e σ_y ,
- massimi e minimi per le tensioni membranali τ_{xy} ,
- massimi e minimi per le azioni flessionali M_x , M_y e M_{xy} ,
- massimi e minimi per le azioni taglianti T_{zx} e T_{zy} .

La verifica degli elementi shell di tipo piastra è condotta valutando i valori massimi e minimi delle azioni involupate di flessione M_x , M_y e M_{xy} . Gli elementi bidimensionali a comportamento membranale vengono progettati combinando le sollecitazioni involupate in un calcolo sezionale indipendente.

Progetto e verifica in condizione sismica

Le verifiche effettuate in condizione statica vengono integrate con i risultati della combinazione sismica (anche SLU sisma) e secondo le specifiche delle Norme Tecniche per le Costruzioni.

I risultati dell'azione sismica E danno luogo a sollecitazioni involupate e prive di segno in accordo con la combinazione quadratica completa (CQC, § C7.3.3 della Circolare Ministeriale 617 del 2009) necessarie per considerare le correlazioni tra i massimi contributi modali. La combinazione dei risultati nelle diverse direzioni, attraverso gli opportuni coefficienti di interazione, dà luogo alla combinazione sismica più gravosa (E_1 , E_2 , E_3).

Per la verifica di travi e pilastri, e in generale degli elementi 'asta', la componente E della combinazione sismica individuata viene considerata positiva e negativa; la combinazione sismica dà luogo quindi alle sollecitazioni di progetto le quali vengono considerate in condizione di pressoflessione deviata (NE^+ , NE^- , ME_1^+ , ME_1^- , ME_2^+ , ME_2^-) e vengono ulteriormente combinate tra di loro in modo da garantire la copertura delle condizioni più gravose, dando luogo alle seguenti 8 combinazioni:

- 12) NE^+ , ME_z^+ , ME_y^+
- 13) NE^+ , ME_z^+ , ME_y^-
- 14) NE^+ , ME_z^- , ME_y^+
- 15) NE^+ , ME_z^- , ME_y^-
- 16) NE^- , ME_z^+ , ME_y^+
- 17) NE^- , ME_z^+ , ME_y^-
- 18) NE^- , ME_z^- , ME_y^+
- 19) NE^- , ME_z^- , ME_y^-

Per la verifica delle sezioni a taglio vengono individuati i valori massimi in modulo per ciascuna direzione principale scegliendo tra i valori involuppati di progetto (TE_z^+ , TE_z^- , TE_y^+ , TE_y^-).

Per gli elementi shell vengono individuati i seguenti valori di verifica:

- massimi e minimi per le tensioni membranali σ_x e σ_y ,
- massimi e minimi per le tensioni membranali τ_{xy} ,
- massimi e minimi per le azioni flessionali M_x , M_y e M_{xy} ,
- massimi e minimi per le azioni taglianti T_{zx} e T_{zy} .

La verifica degli elementi shell di tipo piastra è condotta valutando i valori massimi e minimi delle azioni involupate di flessione M_x , M_y e M_{xy} . Gli elementi bidimensionali a comportamento membranale vengono progettati combinando le sollecitazioni involupate in un calcolo sezionale indipendente.



Caratteristiche dell'Analisi e del Codice di Calcolo

L'analisi strutturale del progetto e le relative verifiche effettuate sono state condotte con l'ausilio di un codice di calcolo automatico. In conformità con quanto richiesto dalle NTC § 10.2 si riportano di seguito le caratteristiche riguardanti la tipologia di analisi svolta ed il codice di calcolo utilizzato.

5.1 Analisi svolta

L'analisi condotta per la valutazione dell'azione sismica è di tipo lineare, in particolare è stata eseguita un'analisi dinamica modale.

5.2 Metodo di verifica

Le verifiche condotte si basano sul metodo degli Stati Limite sia per le condizioni ultime che di esercizio della struttura, così come definito al capitolo 4 e 7 delle Norme Tecniche per le Costruzioni.

5.2 Origine e Caratteristiche del Codice di Calcolo

Software	TRAVILOG TITANIUM 6 2
Autore, produttore e distributore	Logical Soft s.r.l – via Garibaldi 253, 20832 Desio (MB)
Metodo numerico adottato	Metodo di calcolo agli elementi finiti
Solutore ad elementi finiti adottato	Xfinest di Harpaceas

La licenza di utilizzo del codice di calcolo è concessa da Logical Soft s.r.l a:
 DANIELE ING. ICARO, Codice Cliente: 85441
 VIA MONTEVERDI 8, 35027, NOVENTA PADOVANA - PD
 Numero di serie: A170908T25506M22
 Codice di abilitazione:

5.3 Caratteristiche dell'Elaboratore

Sistema Operativo	Sistema Operativo Nome: Microsoft Windows 10 Pro Versione: 6.2.9200.0 RAM: 32499 MByte
Processore	Processore computer Tipo CPU: Intel(R) Core(TM) i9-8950HK CPU @ 2.90GHz Intel64 Family 6 Model 158 Stepping 10 Velocità CPU: 2904 MHz
Scheda Video	Scheda grafica Descrizione: Intel(R) UHD Graphics 630 Versione Driver: 24.20.100.6287 Modalità video: 3840 x 2160 x 4294967296 colori Processore video: Intel(R) UHD Graphics Family Accelerazione: sconosciuta RAM: 1.024 MByte

(cfr. NTC - § 10.2)



Descrizione del codice di calcolo

In questo paragrafo si fornisce un inquadramento teorico relativo alle metodologie di calcolo ed all'impostazione generale impiegata nel software di calcolo ad elementi finiti **TRAVILOG**, utilizzato nella modellazione della struttura.

Codice di calcolo

Il codice di **TRAVILOG** è stato sviluppato da Logical Soft s.r.l. in linguaggio Visual Studio 2015 e .Net Framework 4.5 e non può essere modificato o manipolato dall'utente. In allegato alla relazione si accludono alcuni test effettuati al fine di certificare l'affidabilità del codice di calcolo relativamente ad alcuni semplici casi prova, riportando analisi teorica, soluzione fornita da **TRAVILOG** ed altro codice di calcolo di confronto. Il solutore a elementi finiti utilizzato dal programma è XFinest 8.5, prodotto da Harpaceas s.r.l. La bontà del solutore è certificata direttamente da CEAS s.r.l., produttore di XFinest 8.5. Per maggiori dettagli in merito si consiglia di consultare le specifiche relative al solutore di calcolo.

Metodo numerico adottato

Il software esegue l'analisi della struttura tramite **metodo di calcolo agli elementi finiti**, ovvero mediante la costruzione di un modello matematico costituito da un numero definito di elementi discreti, per ognuno dei quali è stata definita analiticamente una relazione tra forze e spostamenti. Da queste elazioni il programma assembla quindi la matrice di rigidezza e calcola la risposta dell'intera struttura.

Caratteristiche del modello

Ogni telaio, realizzato con materiali caratterizzati da comportamento perfettamente elastico, è modellato con 2 tipologie di elemento finito:

1 **Tipo asta**, adatto per elementi aventi proprietà riconducibili ad un comportamento unidirezionale.

L'elemento asta è calcolato mediante funzioni di forma cubiche. Le matrici di rigidezza e di massa associate all'elemento sono costituite sulla base della teoria delle travi snelle, tipo Eulero – Bernoulli. Il programma mostra i diagrammi delle azioni interne discretizzando l'elemento in 17 punti di calcolo.

Se l'asta ha proprietà di suolo elastico, il software valuta le azioni interne e le pressioni sul terreno secondo la teoria delle travi su suolo elastico alla Winkler.

L'elemento finito di XFinest, al cui manuale si rimanda per maggiori dettagli, è l'elemento MBEAM.

2 **Tipo shell** (elemento finito tipo QF46) per elementi aventi proprietà riconducibili ad un comportamento bidimensionale.

Il tipo di elemento utilizzato può lavorare in regime membranale e flessionale e, grazie alla linearità del sistema, i due effetti possono essere considerati separatamente.

L'elemento finito QF46 utilizzato è isoparametrico, basato sulla teoria dei gusci secondo Mindlin – Reissner. E' adatto sia per gusci spessi che sottili, non contiene modi spuri, consente di valutare i tagli fuori piano e può degenerare in un triangolo. Tutte le componenti del tensore delle deformazioni sono integrate nel piano medio con ordine di integrazione gaussiana 2×2 . Per maggiori dettagli si può fare riferimento al manuale di XFinest.

Tipologie di analisi svolte dal software

La scelta del metodo di analisi è effettuata dal progettista a seconda delle prescrizioni previste dalla normativa. Tali prescrizioni dipendono in generale dalla destinazione d'utilizzo della struttura, dalla forma in pianta e dallo sviluppo in altezza della stessa, nonché dalla zona sismica di riferimento. Il software esegue i seguenti metodi di analisi:

Analisi statica. La struttura è soggetta a carichi statici, distribuiti o concentrati, applicati alle aste, ai nodi o agli elementi shell. L'equazione risolvibile in tal caso ha la seguente forma:

$$F = K x$$

dove:

F è il vettore dei carichi agenti sulla struttura

K è la matrice di rigidezza

x è il vettore di spostamenti e rotazioni (gradi di libertà del sistema).

Analisi sismica statica. Se la struttura possiede le caratteristiche previste dalla normativa, l'azione del sisma può essere modellata con un sistema di forze di piano equivalenti, valutate e assegnate in funzione della rigidezza degli elementi. La precedente diventa pertanto:

$$F + F_s = K x$$

dove:

F_s è il vettore dei carichi sismici equivalenti agenti sulla struttura, valutati in base alle relative norme di riferimento.

o **Analisi sismica dinamica modale.** In questo caso il programma valuta un comportamento inerziale della struttura, attribuendo un'accelerazione al sistema di riferimento terreno, secondo uno spettro sismico previsto dalla normativa in funzione della classificazione del territorio e altri parametri.

$$M \ddot{x} + K x = - M \ddot{u}$$

dove:

M è la matrice di massa della struttura

K è la matrice di rigidezza

u è il vettore delle accelerazioni imposte

Gli effetti dinamici dovuti al comportamento inerziale della struttura e l'effetto dei carichi statici vengono successivamente combinati, secondo opportuni coefficienti stabiliti dalla norma.

Formulazione del metodo

Il software esegue il calcolo ad elementi finiti formulando un'analisi di tipo lineare. In questo caso la matrice di rigidezza non varia durante lo sviluppo dell'analisi, considerando l'approssimazione per piccoli spostamenti. Sotto tali ipotesi valgono i seguenti benefici:

o Vale il principio di sovrapposizione degli effetti.

o Non influisce la sequenza di applicazione dei carichi sulla struttura.

o La precedente storia di carico della struttura non ha alcuna influenza, pertanto gli sforzi residui possono essere trascurati.

L'applicazione del principio di sovrapposizione degli effetti permette di considerare indipendentemente le ipotesi di carico elementari, per poi combinarle secondo opportuni coefficienti di partecipazione. In questo modo è possibile calcolare la risposta come una combinazione lineare di carichi elementari, rendendo il processo di analisi estremamente efficiente. Le non linearità trascurate in questo tipo di analisi sono le seguenti:

o Non linearità dovuta a effetti geometrici. Grandi spostamenti e rotazioni possono introdurre significativi cambiamenti di forma e orientamento, variando drasticamente la rigidezza totale delle strutture.

o Non linearità delle caratteristiche dei materiali, legate al legame costitutivo o a eventuali anisotropie.

o Non linearità delle condizioni di vincolo.

o Non linearità dei carichi. La direzione di applicazione può variare in funzione della deformata della struttura.

Metodo di risoluzione del problema dinamico

La risoluzione del problema dinamico a n gradi di libertà si basa su un **metodo di sovrapposizione modale**. Tale metodo permette di trasformare un sistema di equazioni accoppiate a un sistema di equazioni disaccoppiate, utilizzando le proprietà di ortogonalità di autovalori e autovettori, ovvero i modi di vibrare della struttura. La studio della struttura non necessita dell'estrazione di tutti gli autovalori, ma solo di una parte significativa di essi, secondo limiti previsti dalle norme. Il metodo utilizzato dal software per l'estrazione degli autovalori è il metodo di Lanczos, adatto anche per matrici non simmetriche a termini complessi. Nel calcolo della risposta sismica i contributi derivanti dai singoli modi



sono combinati secondo il metodo CQC, che consente di tener conto delle singole componenti modali X_k , ottenute da una combinazione quadratica delle componenti X_{kj} secondo opportuni coefficienti.

Metodi di verifica svolti dal software

TRAVILOG è in grado di eseguire analisi di sezioni e di verificare il comportamento delle strutture secondo due metodi principali di verifica: **Tensioni ammissibili**. I carichi sono applicati alla struttura con il loro valore nominale. Le tensioni caratteristiche dei materiali vengono divise per opportuni coefficienti ottenendo delle tensioni massime a cui potranno lavorare i materiali stessi. Tali tensioni risultano al di sotto del limite elastico convenzionale.

Stati limite. Le tensioni caratteristiche dei materiali vengono divise per dei coefficienti di sicurezza ottenendo dei valori limite in campo plastico. I carichi di esercizio, accidentali o permanenti vengono incrementati secondo opportuni coefficienti definiti dalla normativa (vedi in seguito). Il programma valuta diverse condizioni di stato limite:

- o **Stato limite ultimo**. La normativa prevede in questo caso che la struttura sia soggetta in condizioni straordinarie a carichi che possano causare il collasso della stessa, quali ad esempio l'evento sismico.
- o **Stato limite di esercizio**. Anche in questo caso il calcolo della struttura è effettuato incrementando i carichi secondo opportuni coefficienti. A differenza del caso precedente però la struttura è soggetta a carichi in condizioni di esercizio, sotto l'azione dei quali devono prodursi deformazioni controllate, che non impediscano il funzionamento previsto. Esistono tre diverse condizioni di esercizio: **Rara, Frequente, Quasi permanente**.
- o **Stato limite di danno**. E' il caso in cui la struttura è soggetta a forze di natura sismica. La verifica al danno è da effettuarsi sugli spostamenti.

La scelta dell'uno o dell'altro metodo dipende dalle prescrizioni previste dalle normative vigenti.

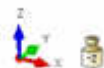
Sistemi di riferimento

Il programma possiede 2 diversi tipi di sistema di riferimento:

Riferimento globale.

Il sistema di riferimento è definito da una terna cartesiana destrorsa, valido per tutti gli elementi della struttura e non dipende dal particolare orientamento di parti di essa.

I vincoli esterni, le reazioni vincolari e gli spostamenti nodali calcolati sono riferiti alla terna globale



La terna di riferimento globale

Riferimento locale.

In questo caso il sistema di riferimento è ancora definito da una terna cartesiana destrorsa, l'orientamento del quale varia elemento per elemento. Le azioni interne sono sempre riferite alla terna locale

- **Riferimento locale per le Aste**. Per l'elemento asta la direzione x è coincidente con l'asse baricentrico dell'asta stessa, mentre y e z sono perpendicolari ad x e diretti secondo gli assi principali d'inerzia della sezione assegnata all'asta. Secondo l'impostazione di default y è diretto secondo la direzione di azione del peso, a meno di rotazioni assegnate alla sezione. Selezionando un'asta TRAVILOG mostra la terna locale: asse locale X rosso, asse locale Y verde, asse locale Z blu.



Terne locali dell'elemento asta (trave e pilastro)

- **Riferimento locale per gli elementi shell**. Per gli elementi bidimensionali TRAVILOG trasforma le azioni interne in un unico sistema di riferimento.

Il riferimento adottato dipende da come vengono costruiti i macro elementi dai quali verrà generata automaticamente la mesh di calcolo:

Elemento poligonale. Si tratta di un macro elemento poligonale o quadrangolare a mesh regolare. La terna locale è così definita:

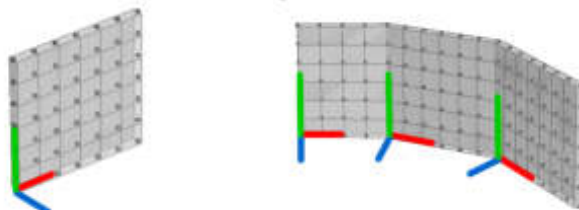
asse X locale (rosso) con origine nel primo nodo cliccato e in direzione primo nodo – secondo nodo. Asse Y locale (verde) ortogonale a X locale, complanare all'elemento ed in direzione del terzo nodo. Asse Z locale (blu) ortogonale al macro elemento. Per questo tipo di elemento è anche possibile definire fori poligonali. La mesh può essere generata manualmente (solo per elementi quadrangolari) o automaticamente.



Esempi terna locale elemento poligonale ed elemento quadrangolare

Elemento estruso (Muro o Nucleo):

Si tratta di un macro elemento a mesh regolare generato per estrusione in direzione delle forze peso a partire da una traccia. Per ciascuna faccia piana la terna locale è definita nel seguente modo: Asse locale X (rosso) lungo i nodi della traccia. Asse locale Y (verde) diretto come la direzione di estrusione. Asse locale Z (blu) ortogonale alla faccia a formare una terna destra con X e Y.

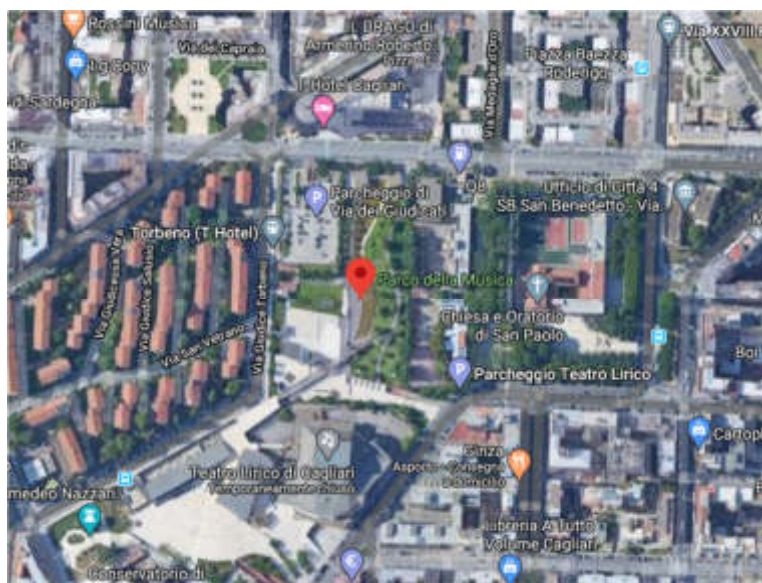


Esempio terne locali elementi estrusi



OGGETTO DEL DOCUMENTO

In espletamento all'incarico di effettuare il calcolo delle strutture del ground support da installare presso



CAGLIARI – PARCO DELLA MUSICA – ESTATE 2020

verifica richiesta dalle Norme Vigenti, il sottoscritto Dott. Ing. Icaro DANIELE, via Monteverdi 8, Noventa Padovana 35027 (PD), CF DNL CRI 69M08 F962K, iscritto da oltre dieci anni all'albo professionale degli ingegneri di Padova al numero 2931, presa visione del progetto fornito dalla produzione lo spettacolo, riferisce quanto segue.

Descrizione delle strutture

L'allestimento consiste nella realizzazione di

1 GROUND SUPPORT

La struttura è costituita dalle strutture reggi copertura costituite da 2 muri laterali collegati al palco di dimensioni circa 14x12 m. Anche posteriormente è presente un backwall. I muri laterali tipo MP multidirezionale Pilosio sono costituiti da moduli di dimensione in pianta 2.00 x 2.00 e 2.50 x 2.00 m di altezza media di circa 10 m dove sono posizionate delle putrelle di sostegno in acciaio tipo HEA140 alle quali vengono agganciati i motori (8 da 1000 daN, con sicure da 2000 daN) di movimentazione della copertura modulare tipo Lama2 H76 a falda piana in travi d'alluminio di dimensioni circa 14,5x12 m prodotta dalla ditta LAMADUE, per le caratteristiche geometriche e di resistenza fare riferimento al fascicolo tecnico a firma dell'Ing. Giandomenico Comin. Il muro posteriore tipo MP multidirezionale Pilosio è costituito da moduli di dimensione in pianta 2.00 x 2.00 m di altezza media di circa 7 m, solidale ai muri laterali ed al palcoscenico.

Gli elementi strutturali del ponteggio del Wall sono del tipo multidirezionale MP Pilosio, per le caratteristiche geometriche e di resistenza fare riferimento al fascicolo tecnico. Depositato nell'autorizzazione ministeriale n. 20034/OM4 e successive.

I principali componenti del palco e dei Wall sono:

- montanti in tubo di acciaio Φ 48,3x3,2mm, con saldate ogni 500mm le piastre circolari per il collegamento con correnti e diagonali;
- diagonali verticali e orizzontali per la stabilità del palco nei piani verticale e orizzontale, realizzate in tubo di acciaio Φ 48,3x2,3mm;
- elementi di partenza in tubo di acciaio Φ 48,3x3,2mm, con sottostanti basette regolabili aventi la piastra di base di dimensioni 150x150xsp.5mm;
- travi reticolari che sopportano i carichi di servizio costituite da due tubi in acciaio Φ 48,3x3,2mm collegati tra di loro da traliccio in tubi Φ 30x3.5 mm;
- putrelle di sollevamento costituite da doppia trave UPN 120 su due profili ad "C" UPN 120 fissate in sommità delle torri, in corrispondenza dell'elemento di rinforzo (traliccio grecato).

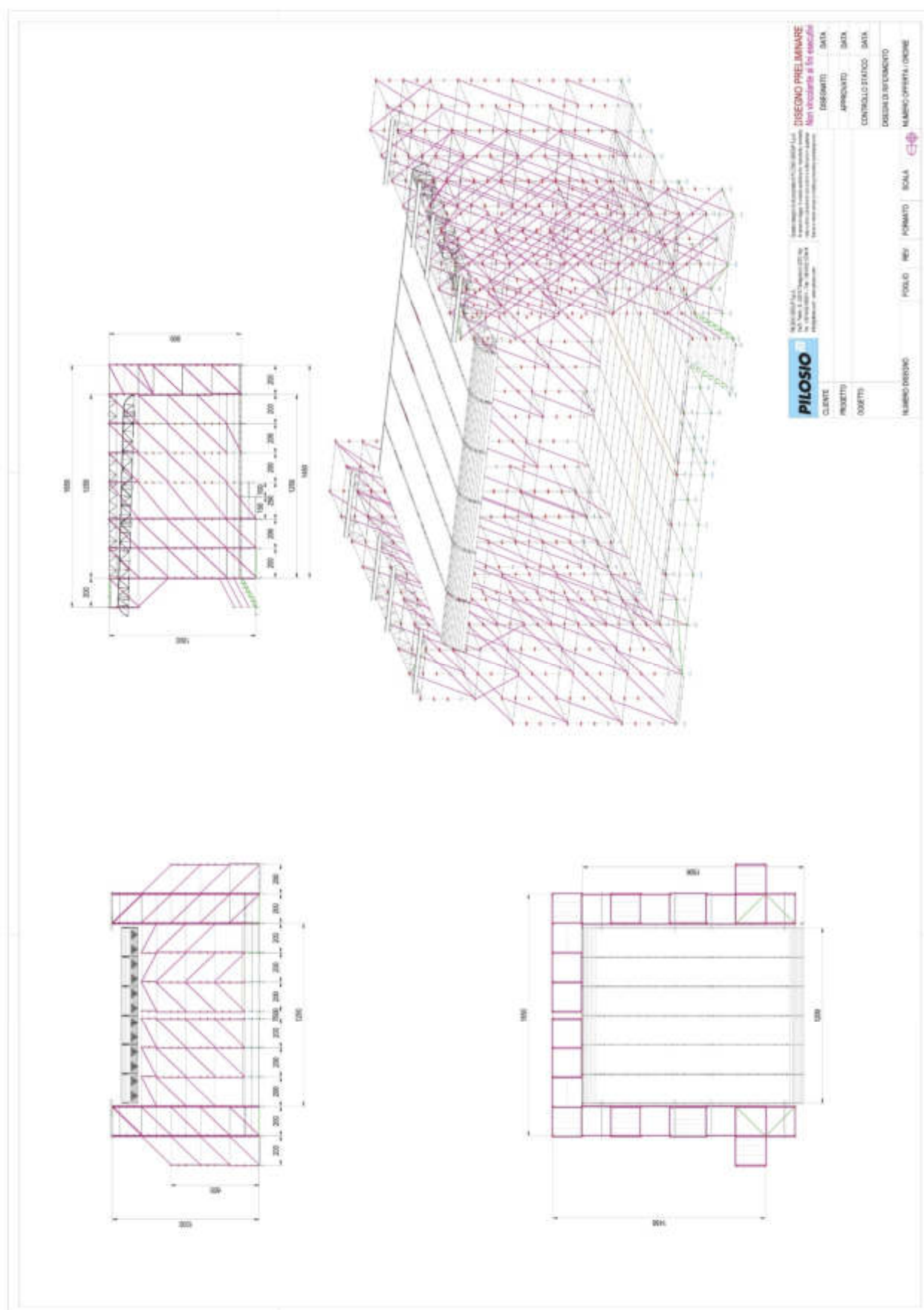
La copertura è formata da un sistema tralicciato spaziale con elementi modulari i quali sono così composti:

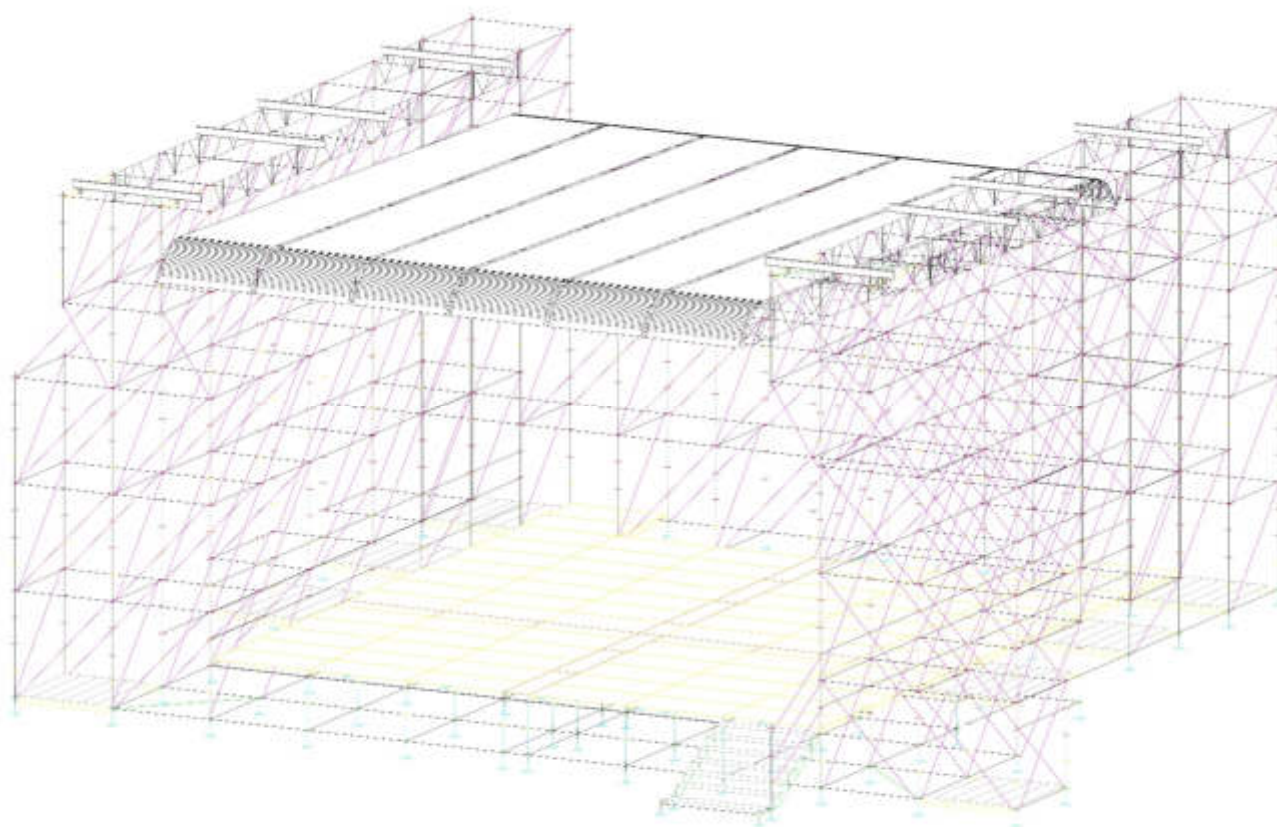
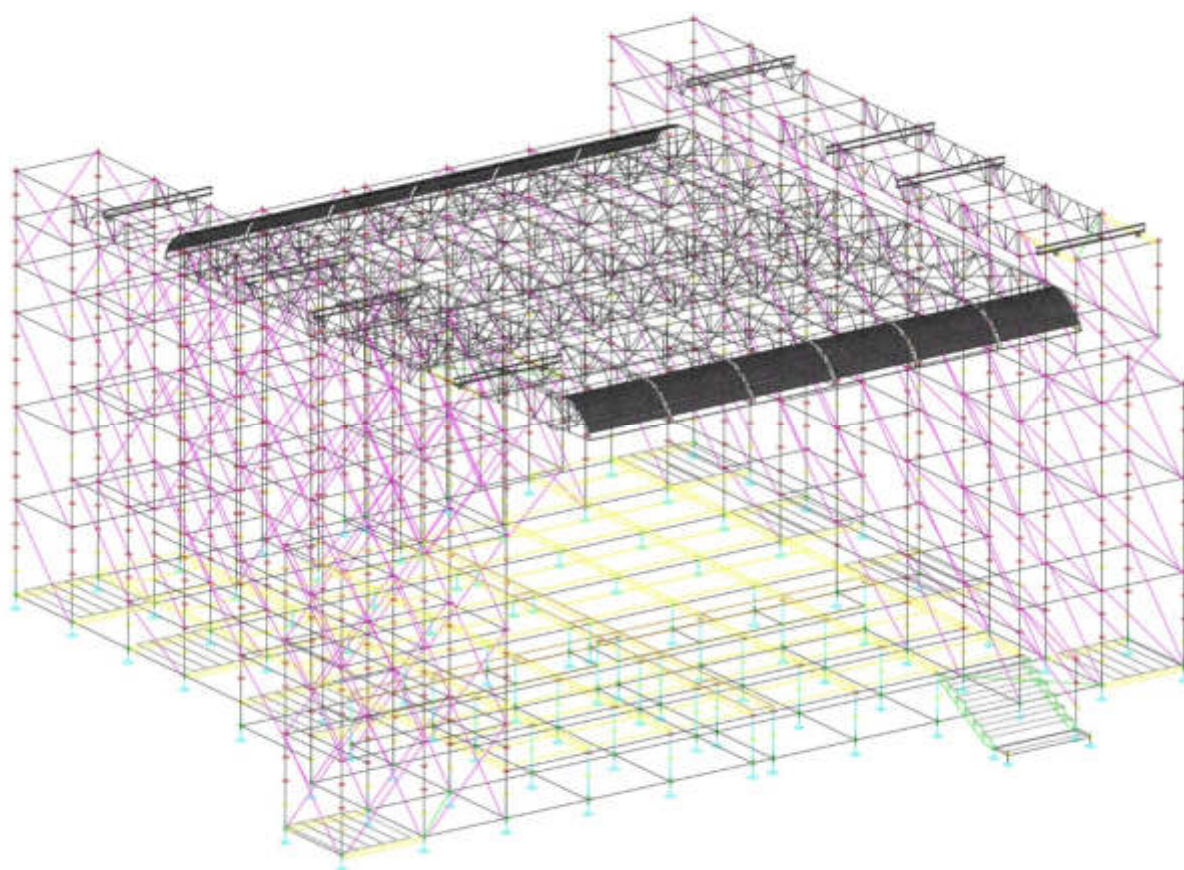
- Montanti dei tralicci modulari con tubi circolari cavi 48x4 mm;
- Diagonali dei tralicci modulari con tubi circolari cavi 30x3.5 mm.

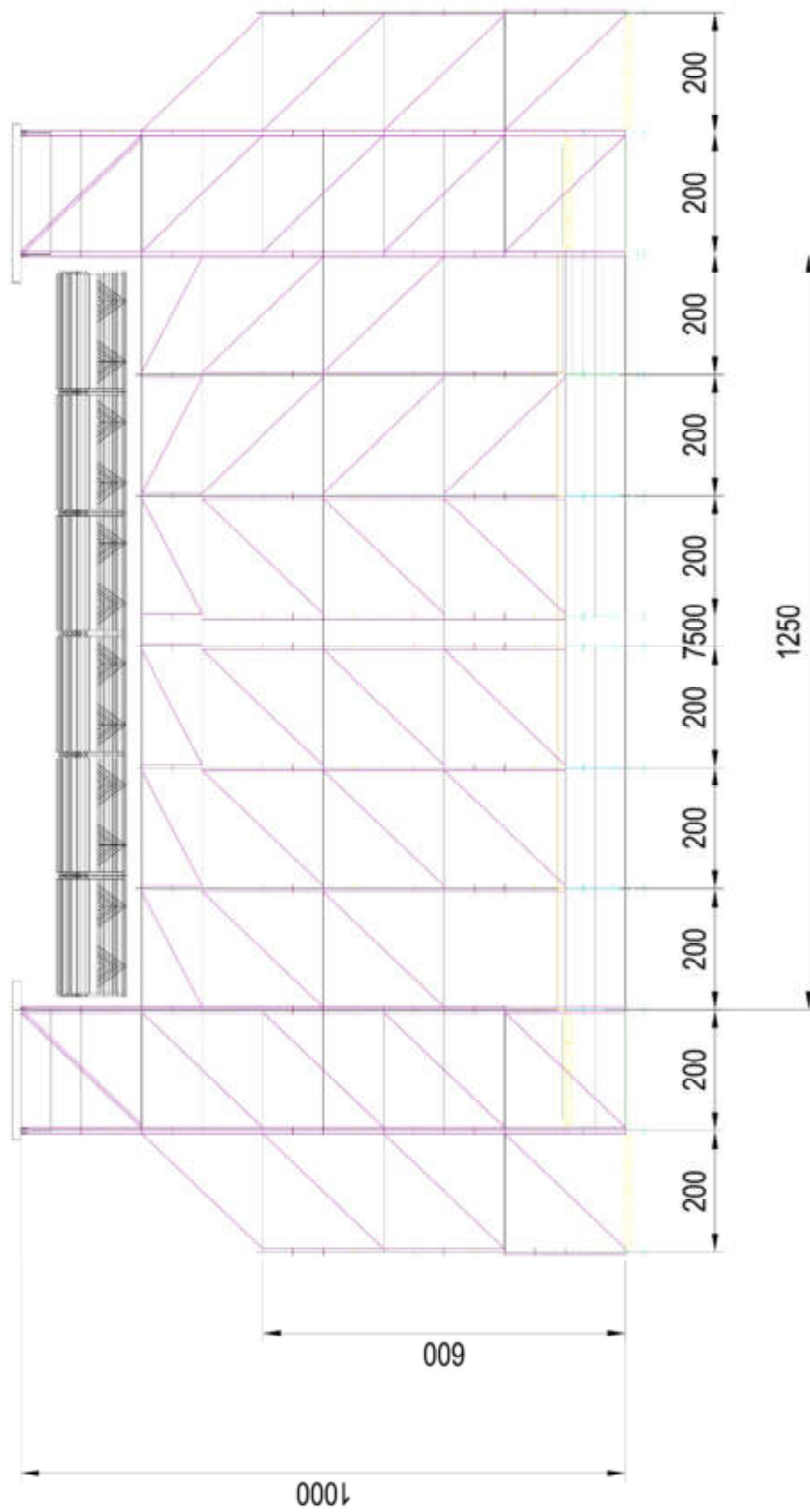
La giunzione tra i vari elementi (correnti, diagonali) avviene tramite un cuneo che per attrito blocca i morsetti alle piastre circolari dei montanti. La stabilità della struttura, nel piano verticale ed orizzontale, verrà assicurata dai correnti, dalle diagonali in pianta ed in facciata.

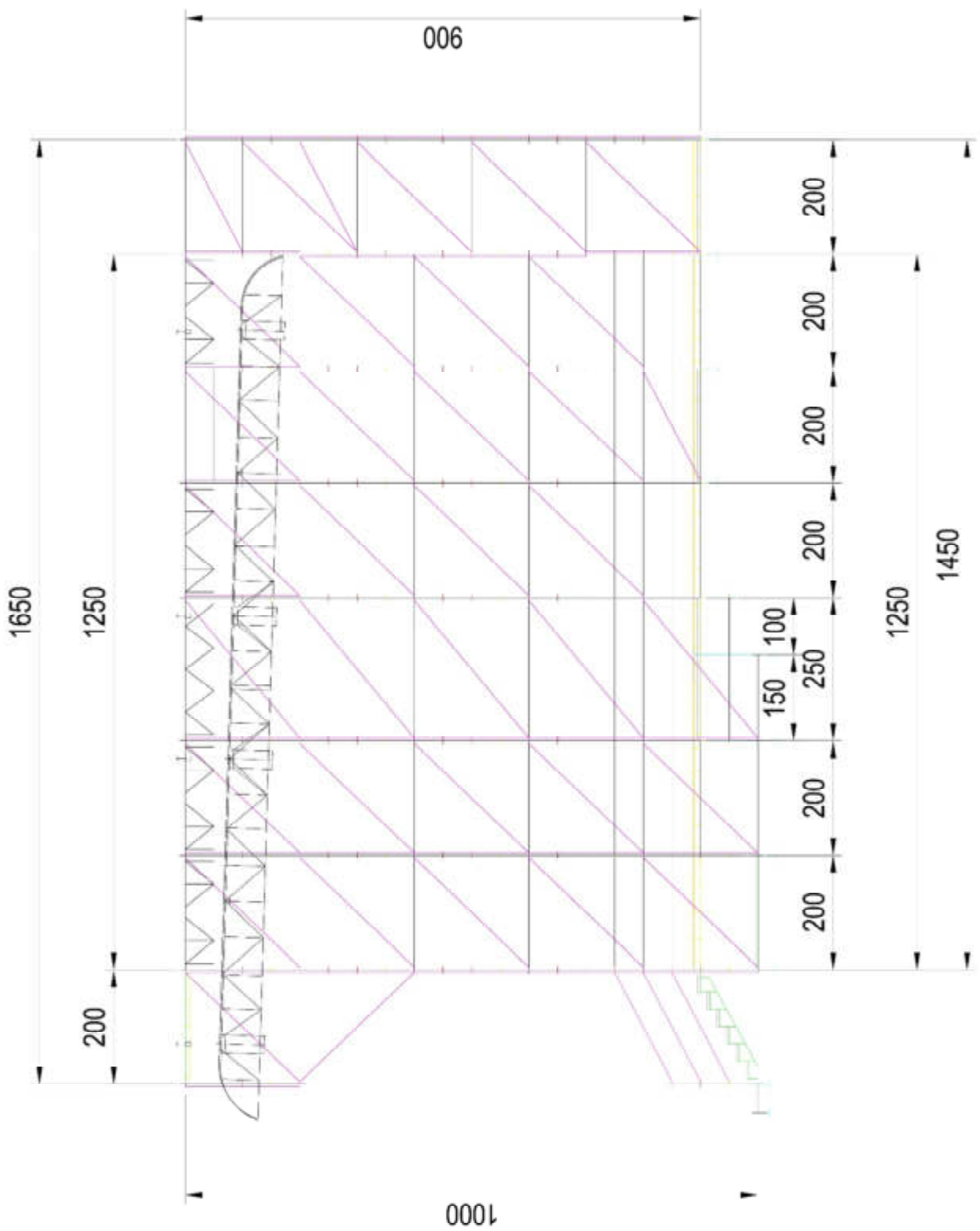
Per le caratteristiche di resistenza e funzionalità degli elementi componenti il ponteggio MP si fa riferimento alla Autorizzazione Ministeriale n. 20034/OM-4/2001.

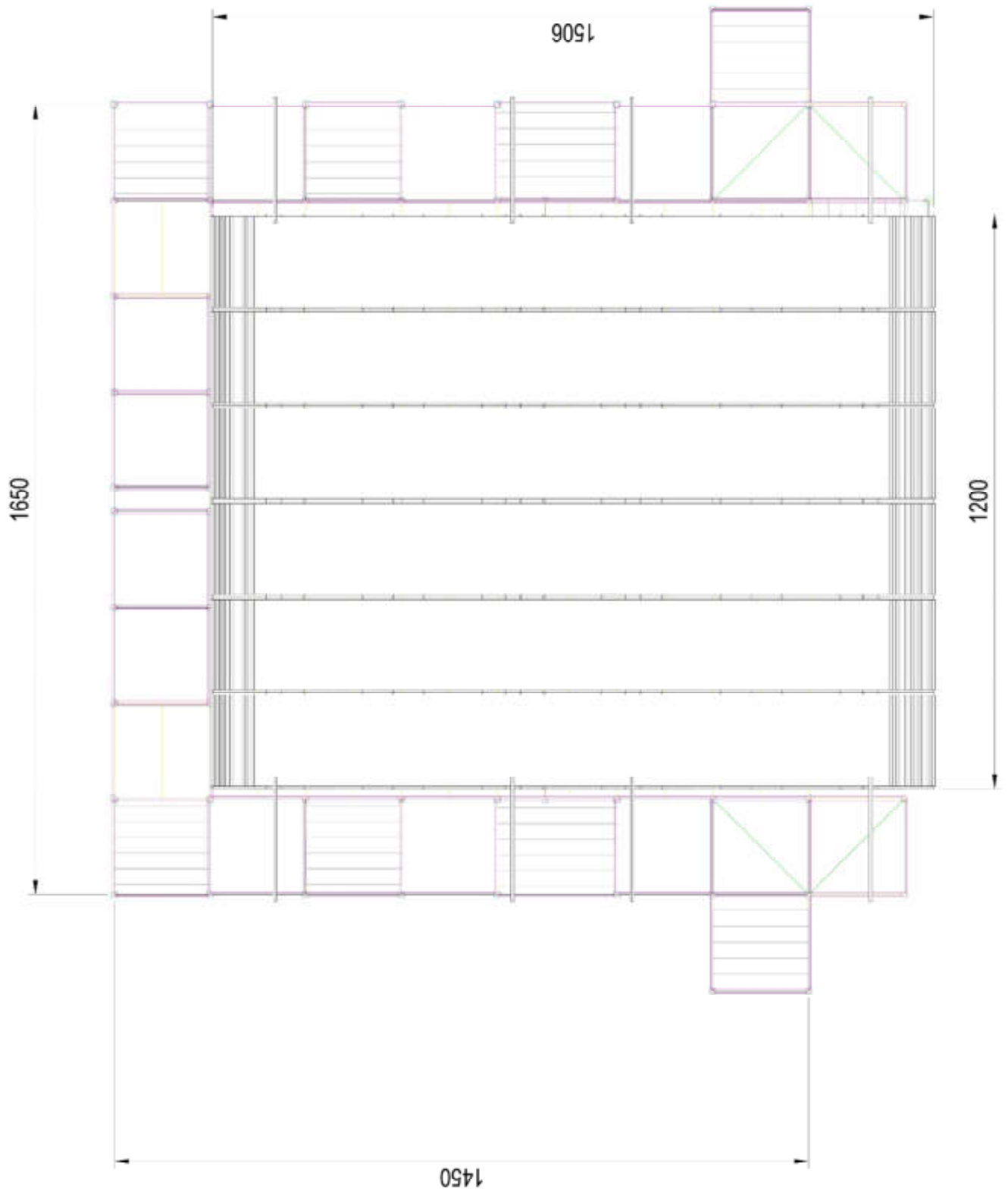
DESCRIZIONE STRUTTURE

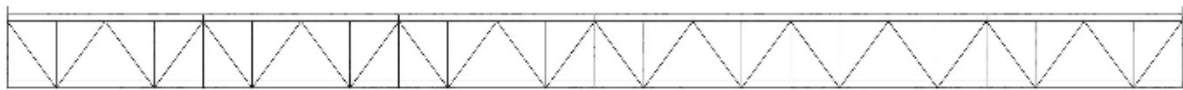
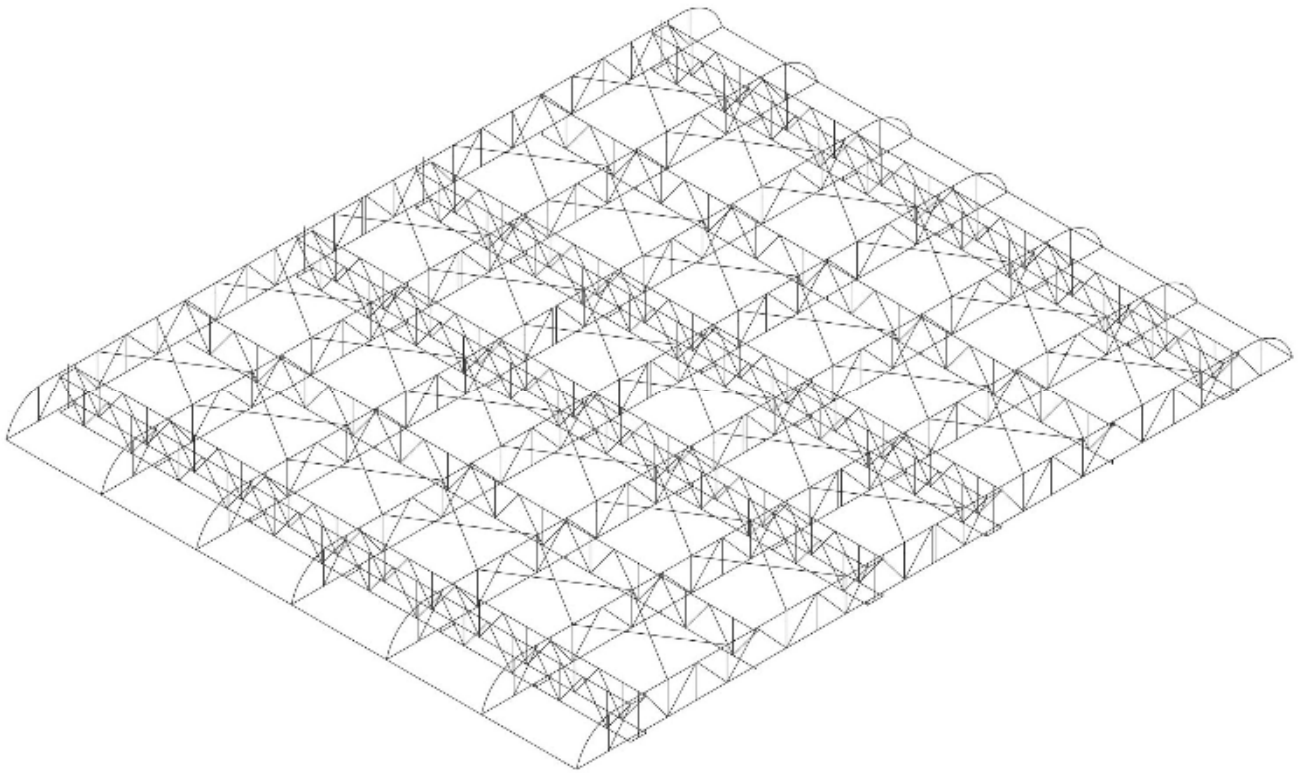


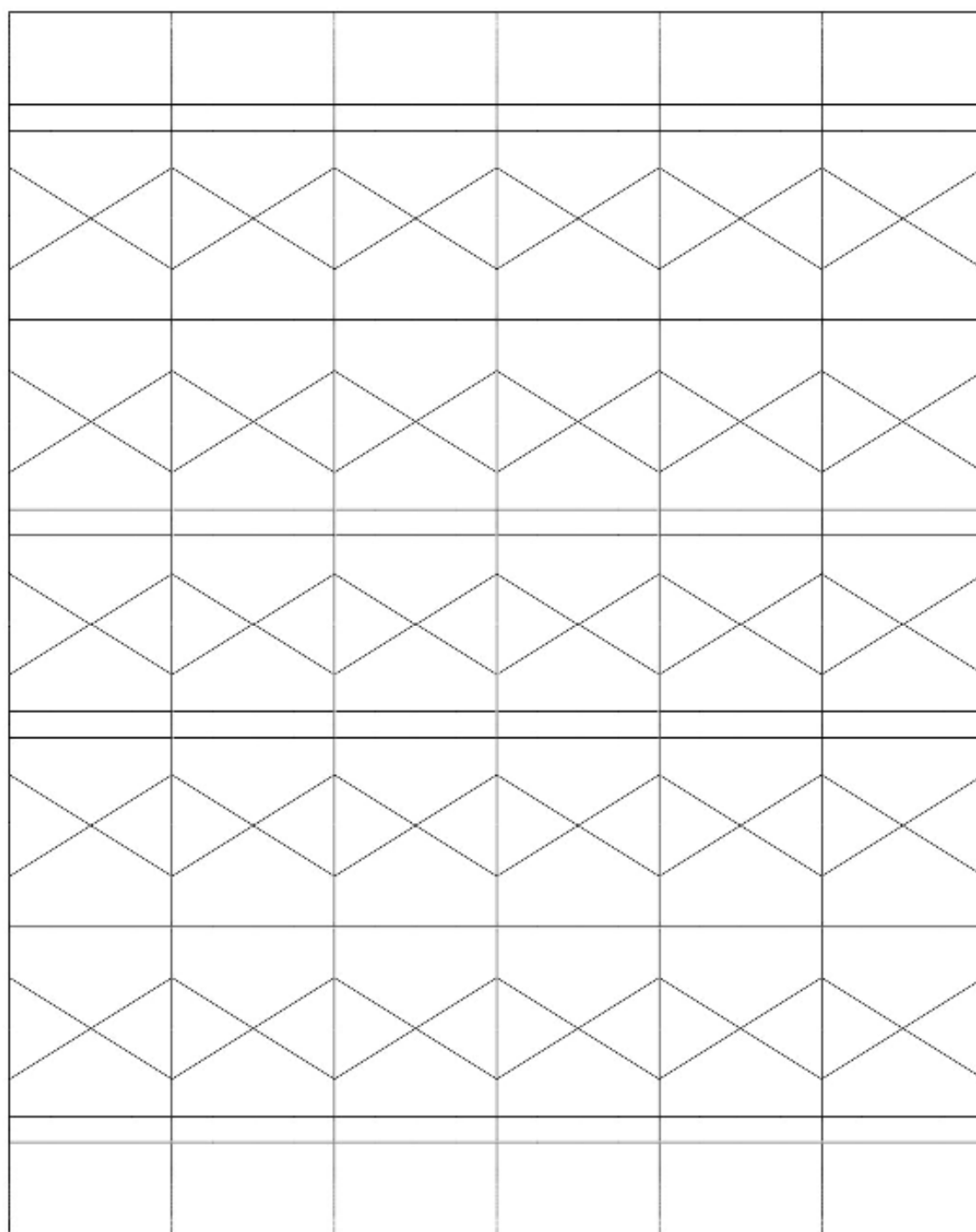


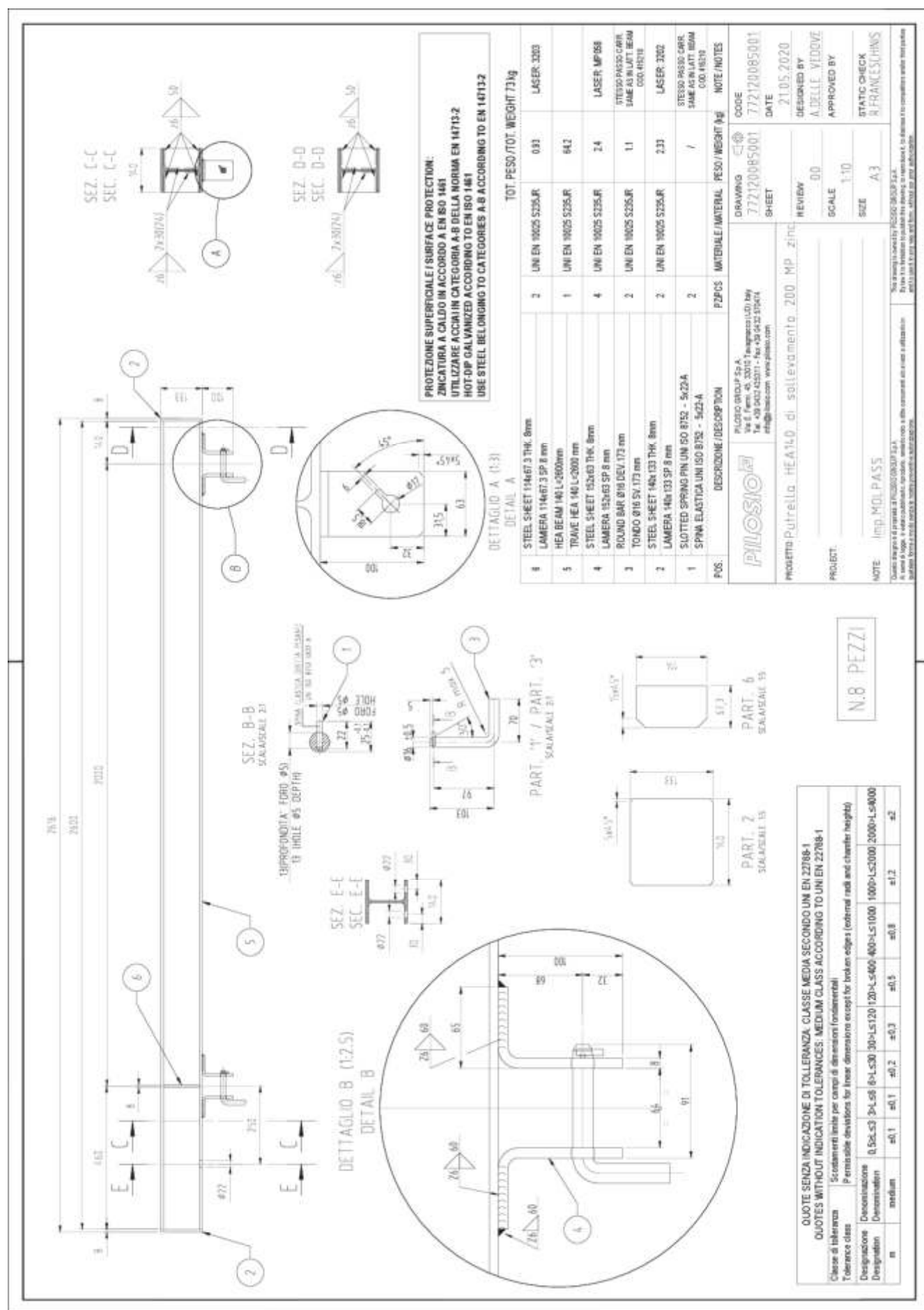


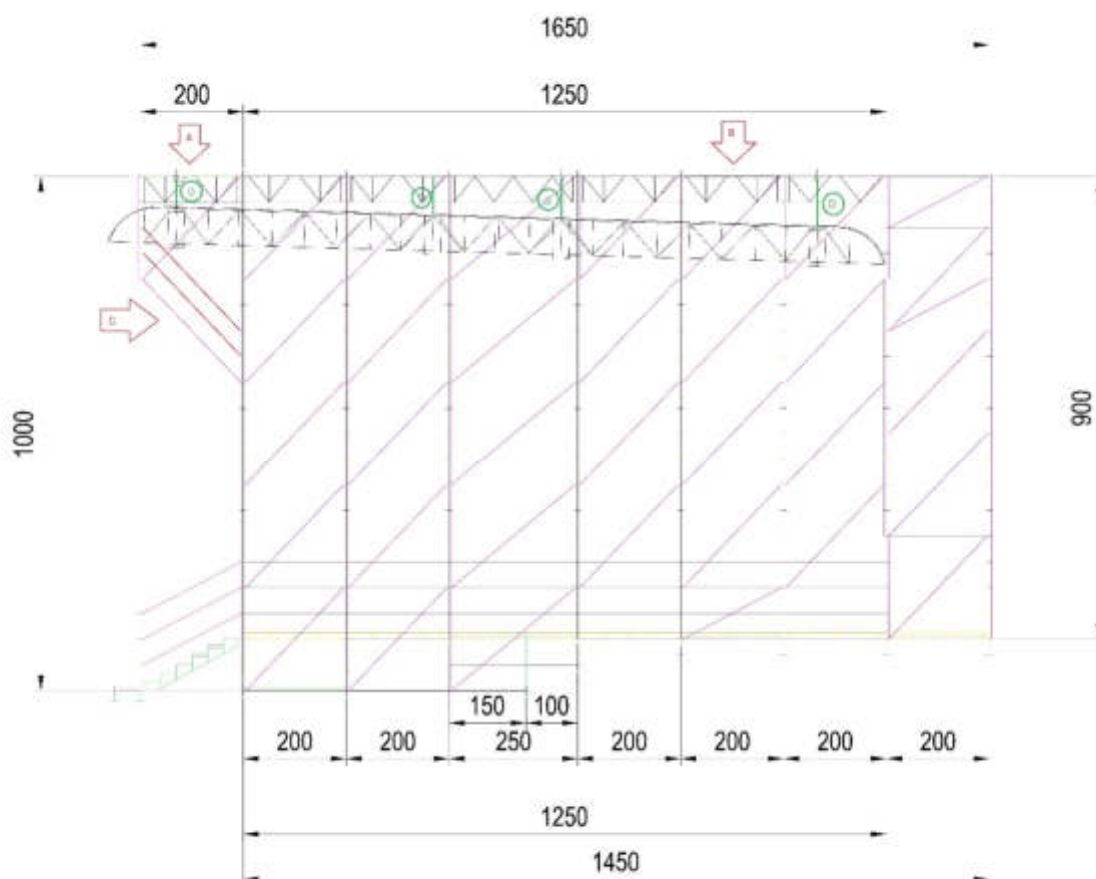




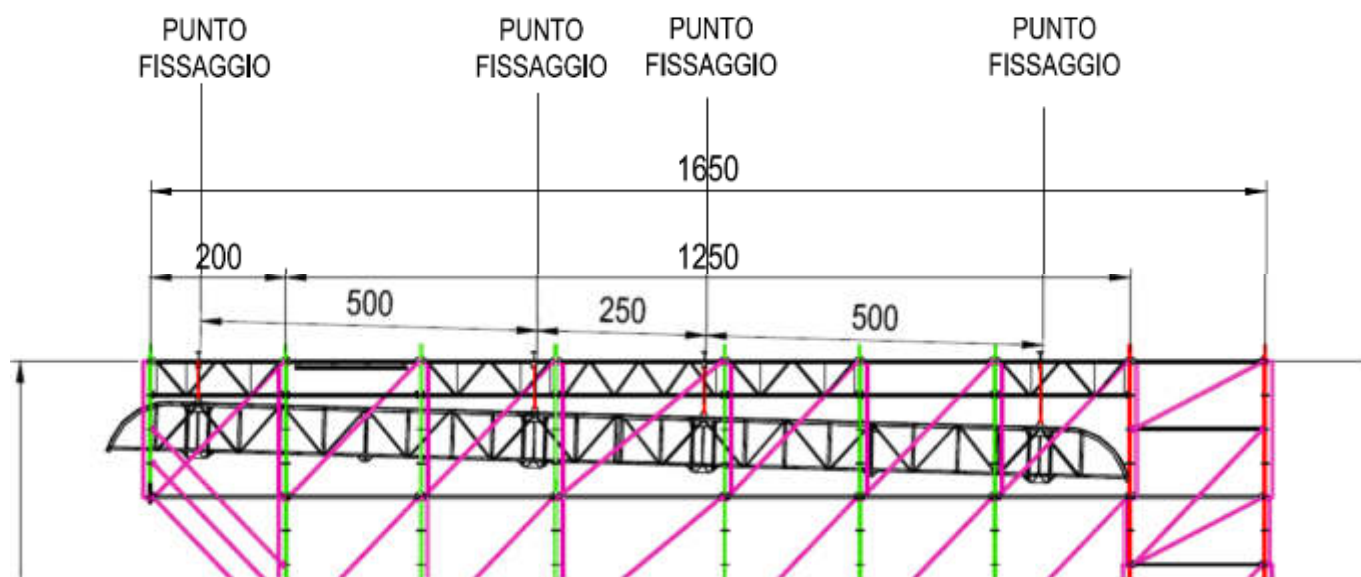


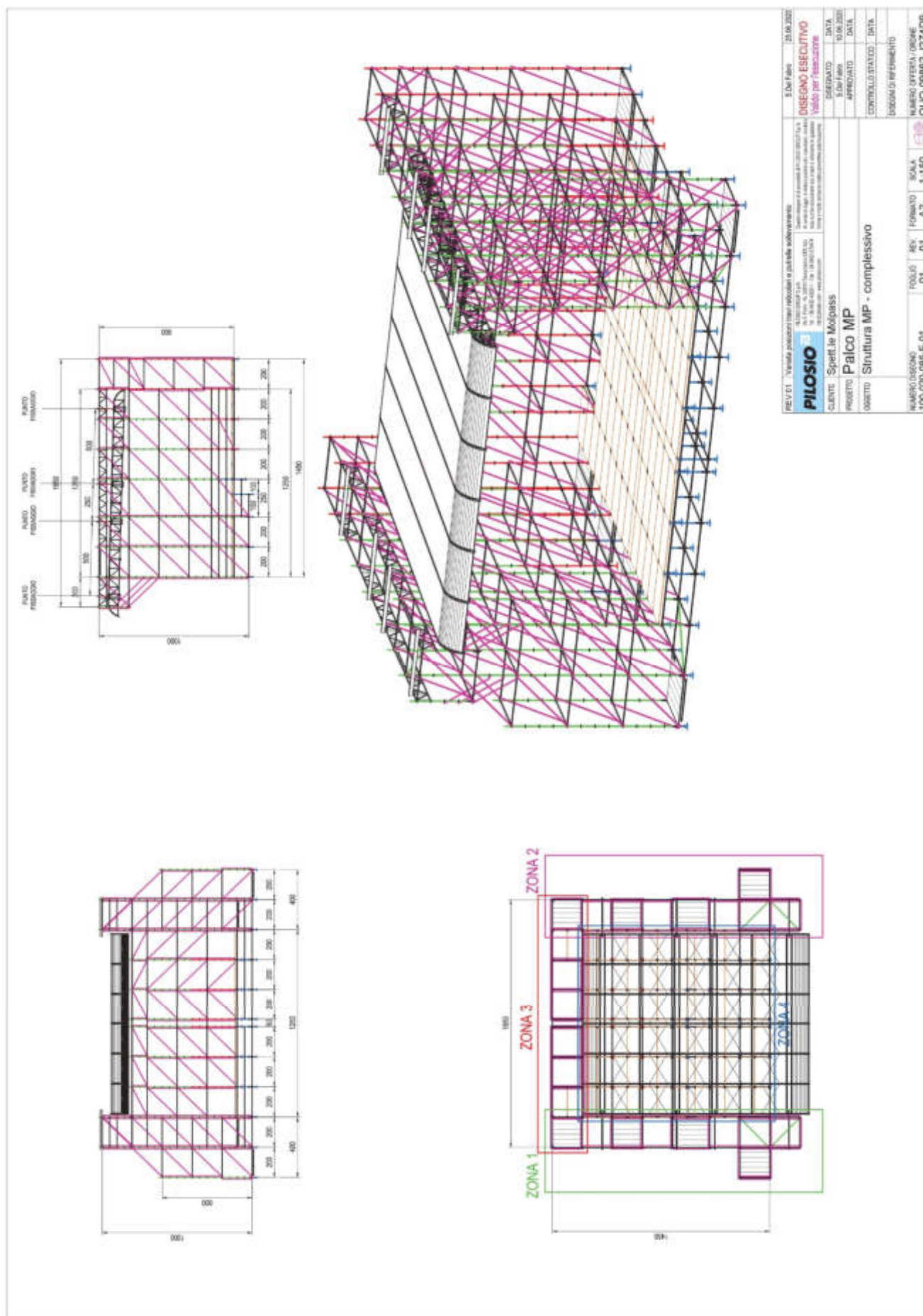


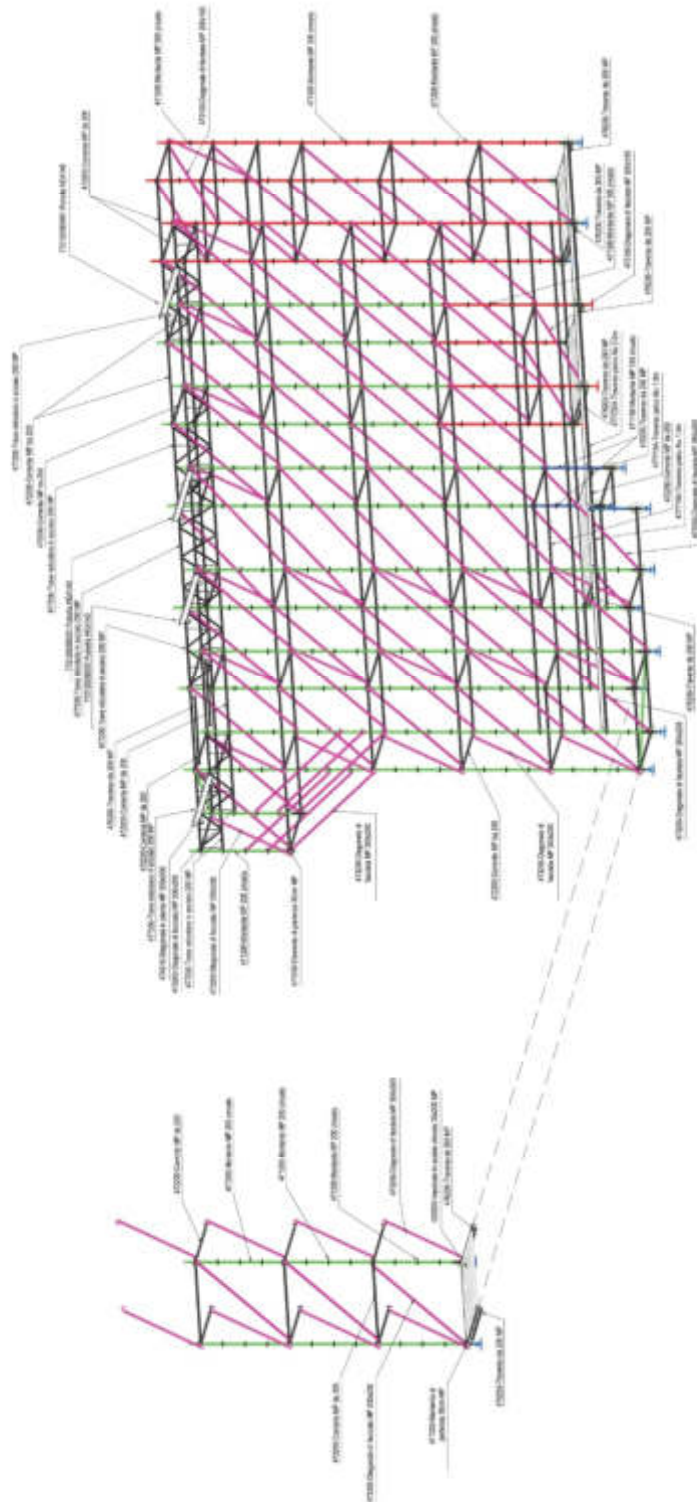




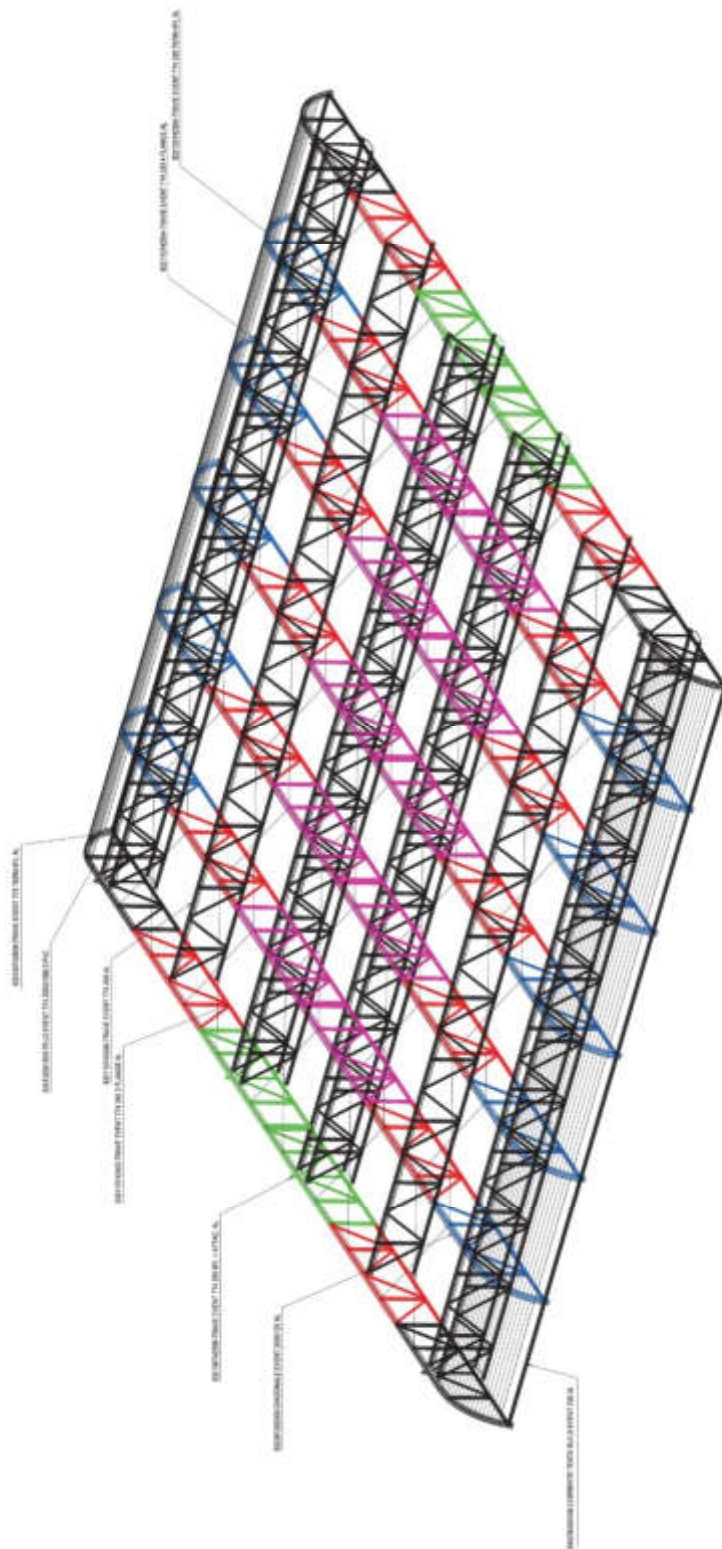
- POSIZIONE A** prevedere traliccio “greca”
- POSIZIONE B** prevedere traliccio “greca”
- POSIZIONE C** prevedere 3 diagonali
- POSIZIONE D** prevedere celle di carico per monitoraggio del carico





[illegible]





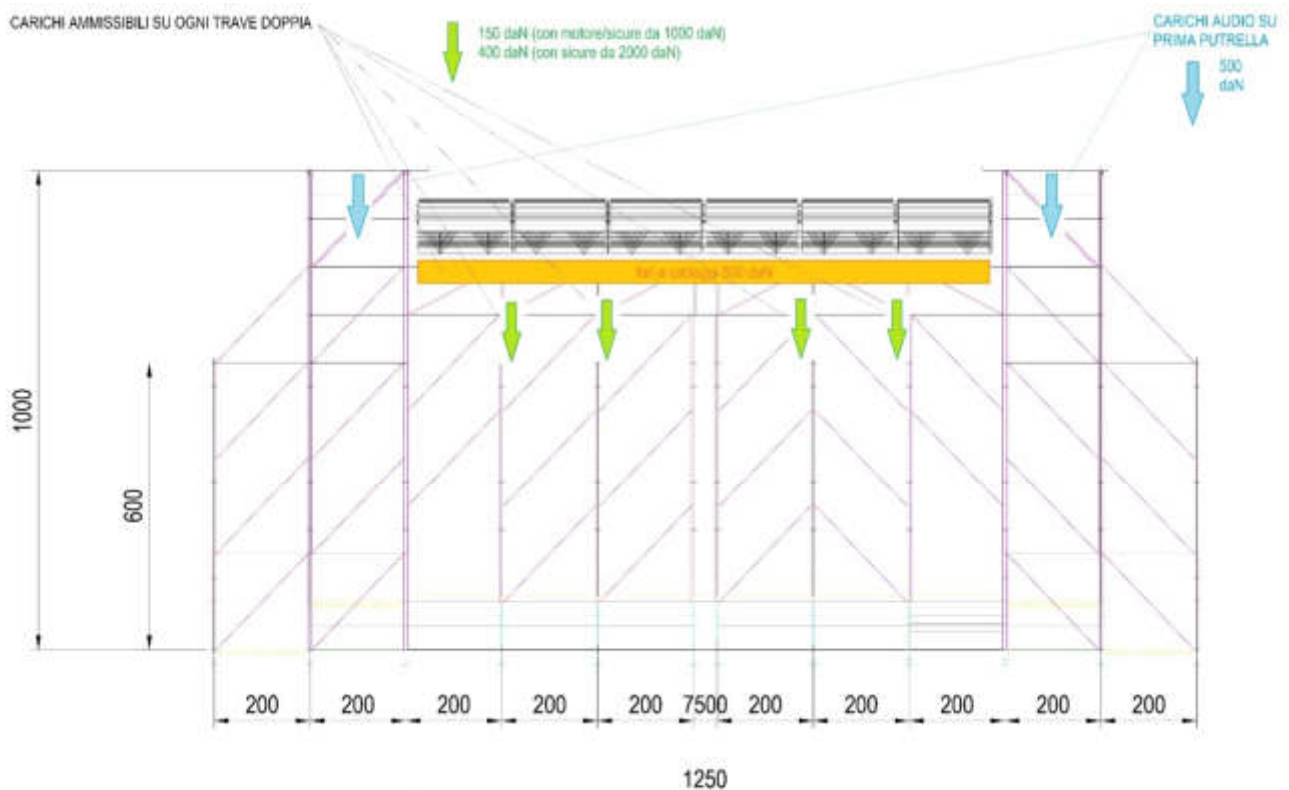
 Support to Multinational Companies		02/2019 - 01/2020 01/2020 - 01/2021 02/2021 - 01/2022 02/2022 - 01/2023 02/2023 - 01/2024 02/2024 - 01/2025		01/2019 - 01/2020 01/2020 - 01/2021 01/2021 - 01/2022 01/2022 - 01/2023 01/2023 - 01/2024 01/2024 - 01/2025		02/2019 - 01/2020 02/2020 - 01/2021 02/2021 - 01/2022 02/2022 - 01/2023 02/2023 - 01/2024 02/2024 - 01/2025		03/2019 - 02/2020 03/2020 - 02/2021 03/2021 - 02/2022 03/2022 - 02/2023 03/2023 - 02/2024 03/2024 - 02/2025		04/2019 - 03/2020 04/2020 - 03/2021 04/2021 - 03/2022 04/2022 - 03/2023 04/2023 - 03/2024 04/2024 - 03/2025		05/2019 - 04/2020 05/2020 - 04/2021 05/2021 - 04/2022 05/2022 - 04/2023 05/2023 - 04/2024 05/2024 - 04/2025		06/2019 - 05/2020 06/2020 - 05/2021 06/2021 - 05/2022 06/2022 - 05/2023 06/2023 - 05/2024 06/2024 - 05/2025		07/2019 - 06/2020 07/2020 - 06/2021 07/2021 - 06/2022 07/2022 - 06/2023 07/2023 - 06/2024 07/2024 - 06/2025		08/2019 - 07/2020 08/2020 - 07/2021 08/2021 - 07/2022 08/2022 - 07/2023 08/2023 - 07/2024 08/2024 - 07/2025		09/2019 - 08/2020 09/2020 - 08/2021 09/2021 - 08/2022 09/2022 - 08/2023 09/2023 - 08/2024 09/2024 - 08/2025		10/2019 - 09/2020 10/2020 - 09/2021 10/2021 - 09/2022 10/2022 - 09/2023 10/2023 - 09/2024 10/2024 - 09/2025		11/2019 - 10/2020 11/2020 - 10/2021 11/2021 - 10/2022 11/2022 - 10/2023 11/2023 - 10/2024 11/2024 - 10/2025		12/2019 - 11/2020 12/2020 - 11/2021 12/2021 - 11/2022 12/2022 - 11/2023 12/2023 - 11/2024 12/2024 - 11/2025		01/2020 - 12/2020 01/2021 - 12/2021 01/2022 - 12/2022 01/2023 - 12/2023 01/2024 - 12/2024 01/2025 - 12/2025		02/2020 - 01/2021 02/2021 - 01/2022 02/2022 - 01/2023 02/2023 - 01/2024 02/2024 - 01/2025 02/2025 - 01/2026		03/2020 - 02/2021 03/2021 - 02/2022 03/2022 - 02/2023 03/2023 - 02/2024 03/2024 - 02/2025 03/2025 - 02/2026		04/2020 - 03/2021 04/2021 - 03/2022 04/2022 - 03/2023 04/2023 - 03/2024 04/2024 - 03/2025 04/2025 - 03/2026		05/2020 - 04/2021 05/2021 - 04/2022 05/2022 - 04/2023 05/2023 - 04/2024 05/2024 - 04/2025 05/2025 - 04/2026		06/2020 - 05/2021 06/2021 - 05/2022 06/2022 - 05/2023 06/2023 - 05/2024 06/2024 - 05/2025 06/2025 - 05/2026		07/2020 - 06/2021 07/2021 - 06/2022 07/2022 - 06/2023 07/2023 - 06/2024 07/2024 - 06/2025 07/2025 - 06/2026		08/2020 - 07/2021 08/2021 - 07/2022 08/2022 - 07/2023 08/2023 - 07/2024 08/2024 - 07/2025 08/2025 - 07/2026		09/2020 - 08/2021 09/2021 - 08/2022 09/2022 - 08/2023 09/2023 - 08/2024 09/2024 - 08/2025 09/2025 - 08/2026		10/2020 - 09/2021 10/2021 - 09/2022 10/2022 - 09/2023 10/2023 - 09/2024 10/2024 - 09/2025 10/2025 - 09/2026		11/2020 - 10/2021 11/2021 - 10/2022 11/2022 - 10/2023 11/2023 - 10/2024 11/2024 - 10/2025 11/2025 - 10/2026		12/2020 - 11/2021 12/2021 - 11/2022 12/2022 - 11/2023 12/2023 - 11/2024 12/2024 - 11/2025 12/2025 - 11/2026		01/2021 - 12/2021 01/2022 - 12/2022 01/2023 - 12/2023 01/2024 - 12/2024 01/2025 - 12/2025 01/2026 - 12/2026		02/2021 - 01/2022 02/2022 - 01/2023 02/2023 - 01/2024 02/2024 - 01/2025 02/2025 - 01/2026 02/2026 - 01/2027		03/2021 - 02/2022 03/2022 - 02/2023 03/2023 - 02/2024 03/2024 - 02/2025 03/2025 - 02/2026 03/2026 - 02/2027		04/2021 - 03/2022 04/2022 - 03/2023 04/2023 - 03/2024 04/2024 - 03/2025 04/2025 - 03/2026 04/2026 - 03/2027		05/2021 - 04/2022 05/2022 - 04/2023 05/2023 - 04/2024 05/2024 - 04/2025 05/2025 - 04/2026 05/2026	
---	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--



CARICHI APPLICATI

Non è stata ancora definita una condizione di carico definitiva.

La verifica viene condotta ipotizzando i seguenti carichi:



CONDIZIONI DI UTILIZZO

La copertura viene sollevata con 8 motori da 1000 daN. Successivamente si adottano sicure da 2000 daN. Nello schema di carico sono indicati i carichi massimi applicabili nelle 2 situazioni. (la verifica a vento in copertura richiede necessariamente sicure da 2000 daN)

La copertura ha una dotazione di fari direttamente sospesi alla copertura stessa.

Di volta in volta possono essere sospesi ulteriori allestimenti su truss e motori.

Quando la struttura non viene utilizzata e non è presente quindi nessun allestimento oltre ai fari in dotazione, la copertura deve essere portata a terra.



MATERIALI UTILIZZATI

Le strutture sono realizzate in

elementi prefabbricati metallici zincati, prodotti dalla Ditta PILOSIO, dotati di calcolo all'origine e di manuale di corretto montaggio con certificato di omologazione rilasciato dal Ministero della Previdenza Sociale.

Il sistema è costituito da pochi elementi modulari:

in acciaio: montanti, correnti, diagonali, piedini regolabili in altezza.

Gli elementi sono collegati tra loro con giunzione a cuneo.

PILOSIO

AUTORIZZAZIONE ALLA COSTRUZIONE ED ALL'IMPIEGO DI
**PONTEGGI METALLICI FISSI
A MONTANTI E TRAVERSI PREFABBRICATI
PER LAVORI DI MANUTENZIONE**

**MP83-250
MP83T-250
MP83T-300**

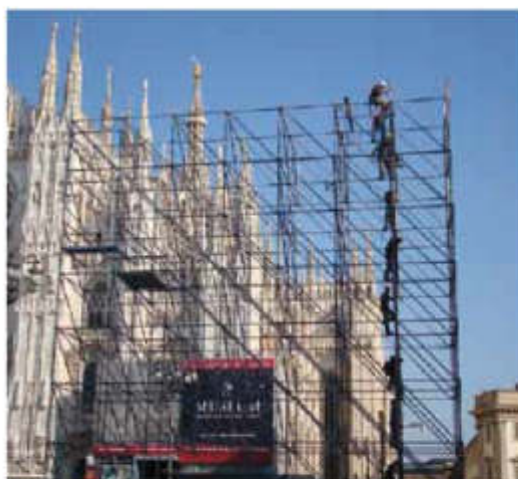
AUTORIZZAZIONE MINISTERIALE N. 20034/OM.4 del 25 gennaio 2001
ESTENSIONE N. 20801/PR/OP/PONT/E del 31 marzo 2004
ESTENSIONE N. Prot. 15/VI/0017169/MA001.A005 del 26 luglio 2011





PALCHI E TORRI SPETTACOLO





SPETTACOLO

La gamma di prodotti **Pilosio** per lo spettacolo è stata progettata e costruita sulla base del **sistema modulare MP**.

Grazie alla funzionalità e alla versatilità del **multidirezionale MP Pilosio** e con gli accessori specifici, è possibile allestire strutture per palchi, torri audio/video, torri regia, gradinate, tribune e coperture.

Le attrezzature **Pilosio** per lo spettacolo sono state progettate in conformità alle normative vigenti: Nuove Norme Tecniche per le costruzioni del 14 gennaio 2008, tabella 3.1.II; Norme europee per la progettazione strutturale: Euro codice 1, Euro codice 3, Euro codice 9.





PALCHI

Strutture in multidirezionale **MP** per palchi con moduli standard da 200x200 cm e 200x100 cm e altezza di 130 cm componibili a piacere. Piano di calpestio sia con tavole da palco da 200x50 cm in legno multistrato antisdrucciolo ignifugo in classe 1, sia con travi e tavoloni in legno. Il palco è completo di scale di accesso. L'altezza del palco può variare utilizzando montanti di altra dimensione. Possibilità di avere parapetti eseguiti sia con i correnti standard del ponteggio multidirezionale **MP**, sia con un unico elemento di chiusura.

I palchi **Pilosio** possono essere dotati di Wall laterali, singoli o doppi, con altezze diverse realizzati con ponteggio multidirezionale **MP**, collegati direttamente al palco, con lo scopo di permettere l'aggancio dei motori per il sollevamento della copertura e dell'impianto audio. Inoltre, i Wall possono essere oscurati e protetti con teli in pvc fissati alla struttura tramite apposite guide e morsetti in alluminio.

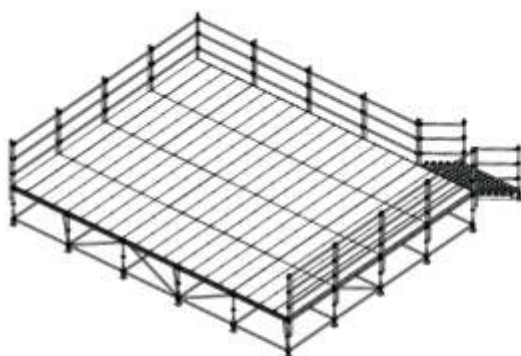
PORTATA DEI PALCHI SECONDO NORMATIVA

Palchi in classe 2: 300 kg/m²

Palchi in classe 4: 500 kg/m²

Palco **Pilosio** in classe 4: portata 600 kg/m²

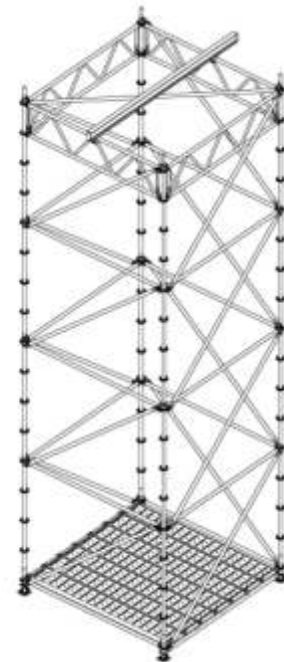
Le attrezzature **Pilosio** per lo spettacolo sono state progettate in conformità alle normative vigenti: Nuove Norme Tecniche per le costruzioni del 14 gennaio 2008, tabella 3.1.II; Norme europee per la progettazione strutturale: Euro codice 1, Euro codice 3, Euro codice 9.

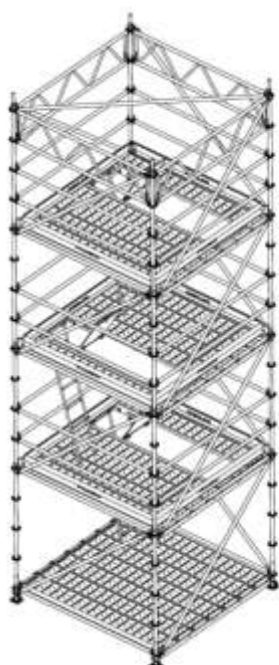




TORRI AUDIO/LUCI

Torri per l'impianto audio e luci realizzate in struttura multidirezionale MP con moduli da 200x200 cm, 200x250 cm e 250x250 cm con altezze variabili a seconda delle esigenze di spettacolo. È necessario eseguire una verifica statica delle torri in funzione del carico di utilizzo e del luogo in cui verrà posizionata.





TORRI REGIA

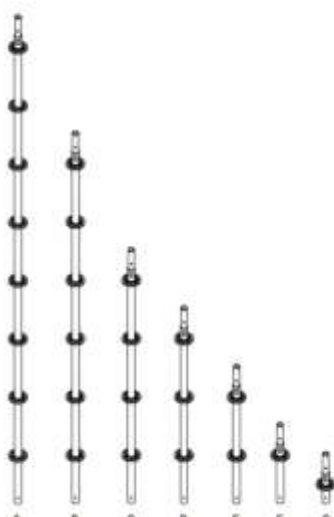
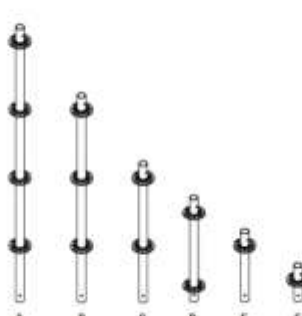





Torri in struttura **MP** con modulo base da 250x250 cm e 250x200 cm che consente l'utilizzo delle tavole standard da 33x250 cm e delle tavole con botola da 250 cm e da 200 cm comprensive di scaletta per l'accesso ai piani rialzati della regia.

Sono possibili torri di diverse dimensioni e altezze secondo necessità.



Spettacolo_PALCHI E TORRI

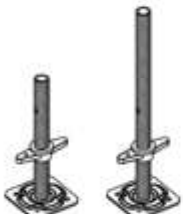



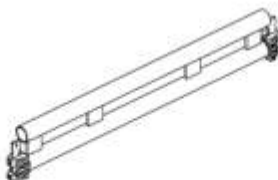


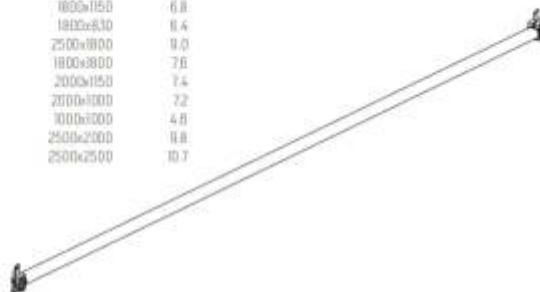
CARATTERISTICHE TECNICHE

ART.	DIM. MM	PESO KG	ART.	DIM. MM	PESO KG	ART.	DIM. MM	PESO KG
MONTANTE MP			MONTANTE SENZA SPINOTTO			SPINOTTO PER MONTANTI		
471400	4000 (A)	19.3	471201	2000 (A)	9.7	478005	-	0.8
471300	3000 (B)	14.7	471151	1500 (B)	7.2			
471200	2000 (C)	9.9	471101	1000 (C)	4.8			
471150	1500 (D)	7.8	471071	700 (D)	3.8			
471100	1000 (E)	5.1	471051	500 (E)	2.4			
471050	500 (F)	2.8	471026	250 (F)	1.5			
471025	250 (G)	1.9						
								
ELEMENTO INTERMEDIO DI PARTENZA			GANCIO DI COLLEGAMENTO ASSIALE			ELEMENTO DI PARTENZA		
471040	229	2.0	4714000	ø 8	0.09	471030	300	1.8
								
466						BASETTA FISSA ZINCATA		
						403002	-	1.0
								



CARATTERISTICHE TECNICHE

Azienda | Progetti | Prodotti **PILOSIO**

ART.	DIM. MM	PESO KG	ART.	DIM. MM	PESO KG	ART.	DIM. MM	PESO KG
BASETTA REGOLABILE ZINCATA			BASETTA REGOLABILE E INCLINABILE ZINCATA			CORRENTE		
403020Z	300	2.3	403060Z	600	3.5	472300	3000	9.2
403060Z	600	3.5				472250	2500	7.9
403100Z	1000	4.7				472200	2000	6.3
						472180	1800	5.9
						472167	1670	5.6
						472150	1500	5.1
						472105	1150	4.1
						472100	1000	3.7
						472083	850	3.3
						472047	470	2.2
								
MORSETTO DOPPIO			CORRENTE PER IMPALCATI			TRAVERSO RINFORZATO		
478022	170	1.5	477710	1000	8.8	476300	3000	23.5
			477720	2000	16.4	476250	2500	19.7
						476200	2000	16.0
						476180	1800	14.9
						476150	1500	12.0
								
DIAGONALE DI FACCIA			DIAGONALE IN PIANTA					
473300	3000x2000	8.7	474300	3000x1050	8.9			
473250	2500x2000	8.5	474250	2500x1150	8.8			
473200	2000x2000	8.6	474255	2500x830	8.3			
473180	1800x2000	8.1	474200	2000x2000	8.7			
473160	1500x2000	8.7	474245	2500x1500	9.8			
473185	1800x2000	8.2	474180	1800x1150	6.8			
473105	1000x2000	7.8	474185	1800x830	6.4			
473083	830x2000	7.0	474192	2500x800	9.0			
473100	2000x1000	7.8	474188	1800x880	7.8			
473050	2000x500	7.2	474205	2000x1150	7.4			
473210	2500x800	9.0	474200	2000x1000	7.2			
			474100	1000x1000	4.8			
			474230	2500x2000	11.8			
			47425T	2500x2500	10.7			
								







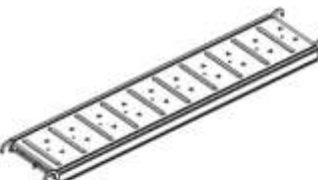
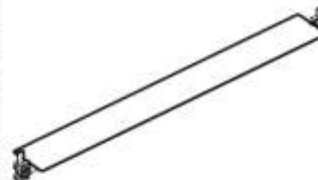
467

Spettacolo



Spettacolo_PALCHI E TORRI

CARATTERISTICHE TECNICHE








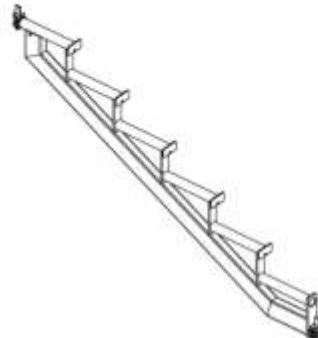

ART.	DIM. MM	PESO KG	ART.	DIM. MM	PESO KG	ART.	DIM. MM	PESO KG
SINFORZO DA 200 PER MONTANTE MP			SINFORZO CORRENTE IMPALCATO MP			TRAVE RETICOLARE		
471520	2000	10.4	473005		3.3	477000	6000	84.8
						477500	5000	57.0
TAVOLA PALCO			TAVOLA PALCO CON TASSELLI			477250	2500	29.8
422420	500x2000	20.7	422425	500x2000	20.7	477200	2000	26.0
						477180	1800	23.8
TAVOLA ZINCATO			TAVOLA CON BOTOLA IN ALLUMINIO			SPINA P300 E COPIGLIA DI SICUREZZA DA 3		
420300	330x3000	10.9	424300A	660x3000	38.2	581010	ø 19x148	0.33
420250	330x2500	10.0	424251A	660x2500	26.8	15COP3	ø 3	0.008
420200	330x2000	13.2	424200A	660x2000	29.0			
420180	330x1800	12.0				TAVOLA DI TAMPONAMENTO		
420150	330x1500	10.3				479250	2500	79.8
420115	330x1150	8.3				479200	2000	65.9
420100	330x1000	7.4				479150	1500	42.0
420083	330x800	6.5				479100	1000	8.0
								

468



CARATTERISTICHE TECNICHE





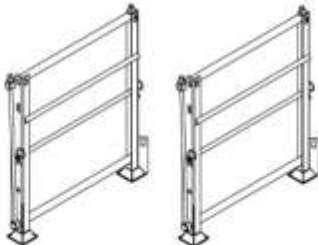
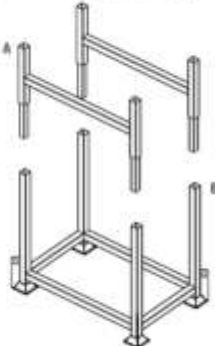

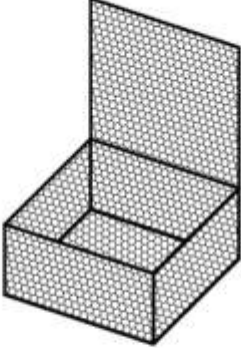
Azienda | Progetti | Prodotti **PILOSIO**

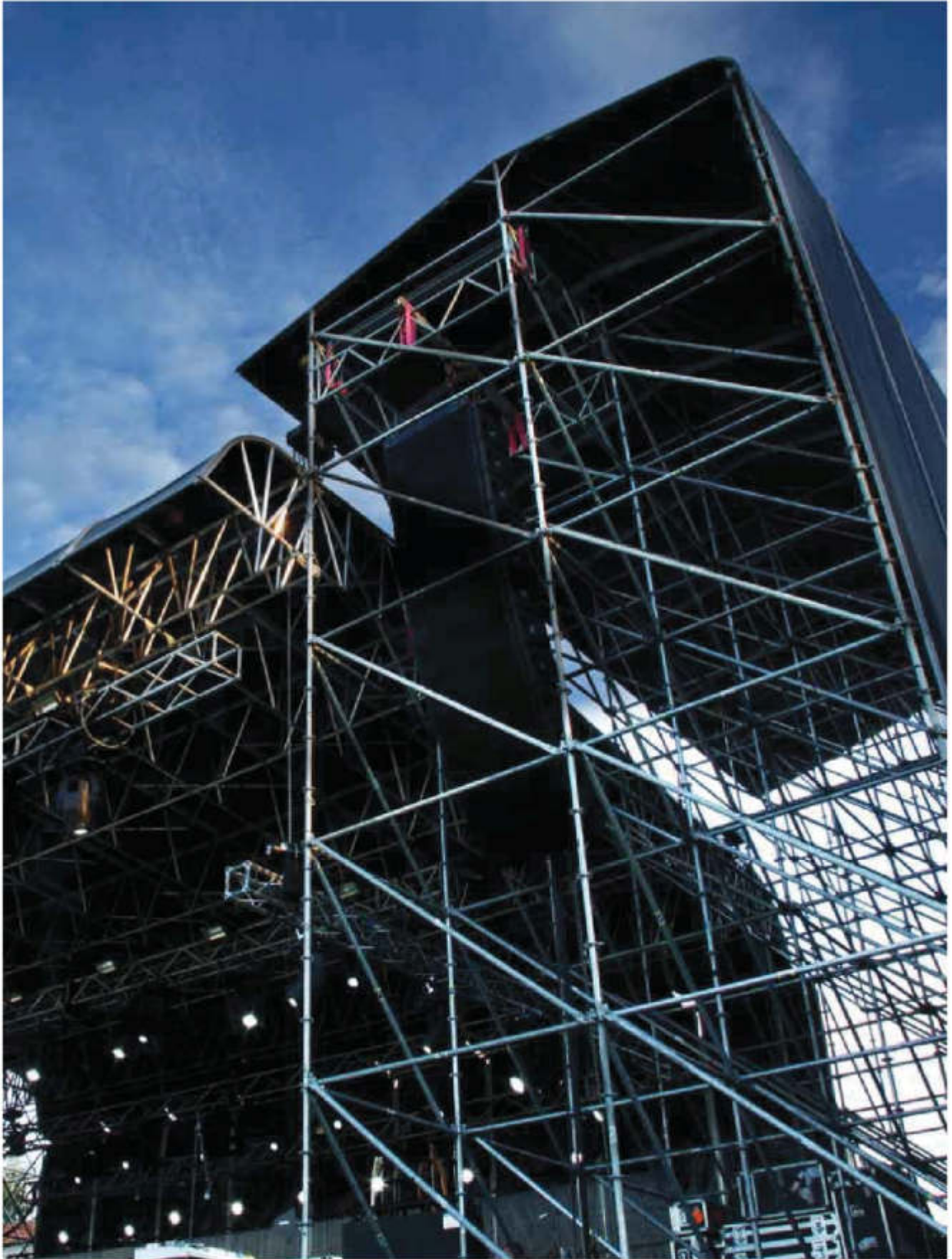
ART.	DIM. MM	PESO KG	ART.	DIM. MM	PESO KG	ART.	DIM. MM	PESO KG
FERMAPIEDE ZINCATO			ROSETTA MOBILE			MORSETTO CON GIUNTO SEMPLICE		
428300	150x3000	7,3	478015		1,1	478020		1,8
428250	150x2500	6,25						
428200	150x2000	5,15						
428180	150x1800	4,72						
428150	150x1500	4,07						
428115	150x1150	3,52						
428100	150x1000	3,0						
428083	150x830	2,63						
								
MORSETTO MP CON GIUNTO TERMINALE			RUOTA PIRETTANTE DA 500 KG			RUOTA PIRETTANTE DA 1000 KG		
478021		1,9	405015		8,5	405025		30,4
								
PUTRELLA DI SOLLEVAMENTO			FIANCO RAMPA SCALA			PARAPETTO		
478125	2500	42,3	478030	2000x1000	25,8	47822005	2000x1000	29,6
478420	2000	36,0						
478410	1000	23,0						
								

469

Spettacolo



ART.	DIM. MM	PESO KG	ART.	DIM. MM	PESO KG	ART.	DIM. MM	PESO KG
PARAPETTO LATERALE SOMMITÀ GRADONATE			PARAPETTO LATERALE PER GRADONATE			CORRENTE SUPPORTO GRADINI		
479720950	1000x500	26.1	479720955	1000x500	28.4	479721010	2000	8.4
								
SUPPORTO GRADINI			CONTENITORE PER TAVOLE			(A) PROLUNGHE PER CONTENITORE STANDARD (B) CONTENITORE STANDARD		
479720915	655	1.9	434000	40 tavole da 500 48 tavole da 338	29.1	436010	1200x500	14.8
								
CONTENITORE IN RETE			GABBIONE IMBALLO					
435000	1200x800x600 (H)	35.0	408010	1000x1000x500 (H)	8.0			
								





Pagina 62/180



Pilosio SpA a socio unico - Sede amministrativa e legale
Via E. Fermi, 45 - 33010 Faletto Umberto - Tavagnacco (UD) - Italy
Tel. +39 0432 425311 - Fax +39 0432 570474
www.pilosio.com - info@pilosio.com

Specifiche tecniche

Technical specifications • Caractéristiques techniques • Especificaciones técnicas

P_1 max	Carico ammissibile daN	L (mm)	
collasso (fractile 10% prove laboratorio)	7000	600	465260
collapse (fractile 10% from laboratory tests)	4330	660	403060Z
effondrement (fractile% test de laboratoire)	6495	300	403020Z
colapso (fractil 10% de ensayos de lab.)			

P_2 max	daN	L (mm)	
(calcolo teorico) - (theoretical calculation)	3000	2000	471200
(calcul théorique) - (cálculo teórico)			

M max	daN/m	L (mm)	
M - max	50		
M + max	50		

P_3 max	Carico ammissibile daN	L (mm)	
collasso (fractile 10% prove laboratorio)	1850	1230	
collapse (fractile 10% from laboratory tests)			
effondrement (fractile% test de laboratoire)			
colapso (fractil 10% de ensayos de lab.)			

F max	daN/m	daN/m	L (mm)	
collasso (fractile 10% prove laboratorio)	4360	2900		
collapse (fractile 10% from laboratory tests)				
effondrement (fractile% test de laboratoire)				
colapso (fractil 10% de ensayos de lab.)				

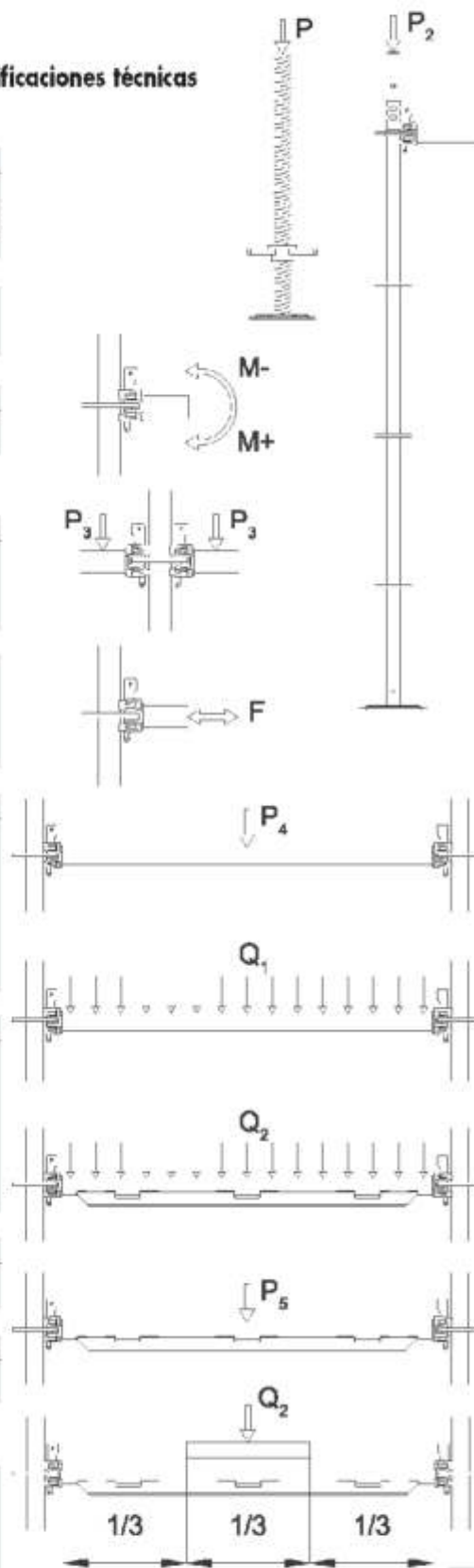
P_4 max	Carico ammissibile daN	L (mm)	
* collasso a 330 daN (calcolo teorico)	150 *	3000	472300
* collapse 330 daN (theoretical calculation)	180	2500	472250
* effondrement 330 daN (calcul théorique)	290	2000	472200
* colapso 330 daN (cálculo teórico)	250	1800	472180
	300	1500	472150
	390	1150	472115
	450	1000	472100
	550	830	472083

Q_1 max	daN/m	L (mm)	
(calcolo teorico) - (theoretical calculation)	300	3000	472300
(calcul théorique) - (cálculo teórico)	360	2500	472250
	580	2000	472200
	500	1800	472180
	600	1500	472150
	780	1150	472115
	900	1000	472100
	1100	830	472083

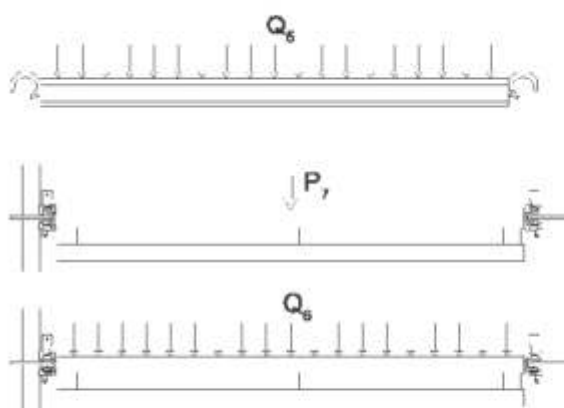
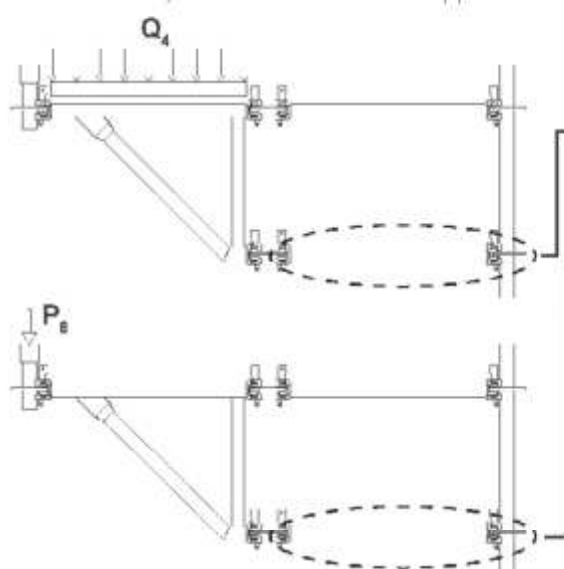
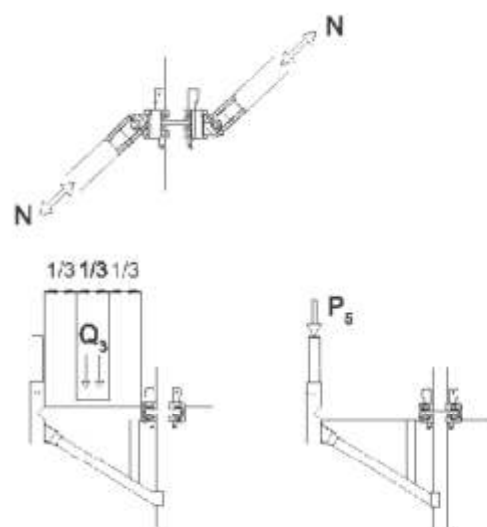
Q_2 max	daN/m	L (mm)	
(calcolo teorico) - (theoretical calculation)	1800	1150	476115
(calcul théorique) - (cálculo teórico)			

P_5 max	daN	L (mm)	
(calcolo teorico) - (theoretical calculation)	1100	1150	476115
(calcul théorique) - (cálculo teórico)			

Q_2 max	Carico ammissibile daN/m	L (mm)	
collasso (fractile 10% prove laboratorio)	2960	1970	476115
collapse (fractile 10% from laboratory tests)			
effondrement (fractile% test de laboratoire)			
colapso (fractil 10% de ensayos de laboratorio)			



AMP



N max

compression: collasso = 775 daN
trazione: collasso = 2000 daN
 (fragile 10% prove laboratorio)
compression: collapse = 775 daN
traction: collapse = 2000 daN
 (fragile 10% from laboratory tests)
compression: effondrement = 775 daN
traction: effondrement = 2000 daN
 (fragile 10% test de laboratoire)
compresión: colapso = 775 daN
tracción: colapso = 2000 daN
 (fragil 10% de ensayos de laboratorio)

Q₃ max

collasso = 2100 daN (prove laboratorio)
 collapse = 2100 daN (laboratory tests)
 effondrement = 2100 daN (test de laboratoire)
 colapso = 2100 daN (ensayos de laboratorio)

P₅ max

(calcolo teorico) - (theoretical calculation)
 (calcul théorique) - (cálculo teórico)

Q₄ max

(calcolo teorico) - (con traverso aggiunto)
 (theoretical calculation) - (with transom added)
 (calcul théorique) - (avec transversal ajoutée)
 (cálculo teórico) - (con travesaño añadido)

P₆ max

(calcolo teorico) - (con traverso aggiunto)
 (theoretical calculation) - (with transom added)
 (calcul théorique) - (avec transversal ajoutée)
 (cálculo teórico) - (con travesaño añadido)

Q₅ max

collasso = 580 daN (prove laboratorio)
 collasso = 1400 daN (prove lab.) - (cal. teor.)
 collapse = 580 daN (laboratory tests)
 collapse = 1400 daN (lab. tests) - (theor. calc.)
 effondrement = 580 daN (test de laboratoire)
 effondrement = 1400 daN (test de lab.) - (calcul théorique)
 colapso = 580 daN (ensayos de laboratorio)
 colapso = 1400 daN (ensayos de laboratorio)
 (cálculo teórico)

P₇ max

collasso = 880 daN (fragile 10% prove lab.)
 collasso = 840 daN (fragile 10% prove lab.)
 collasso = 1100 daN (fragile 10% prove lab.)
 collapse = 880 daN (fragile 10% lab. tests)
 collapse = 840 daN (fragile 10% lab. tests)
 collapse = 1100 daN (fragile 10% lab. tests)
 effondrement = 880 daN (frag. 10% test de lab.)
 effondrement = 840 daN (frag. 10% test de lab.)
 effondrement = 1100 daN (frag. 10% test de lab.)
 colapso = 880 daN (fragil 10% de ens. de lab.)
 colapso = 840 daN (fragil 10% de ens. de lab.)
 colapso = 1100 daN (fragil 10% de ens. de lab.)

Q₆ max

(calcolo teorico) - (theoretical calculation)
 (calcul théorique) - (cálculo teórico)

Carichi ammissibili daN	L (mm)	
500		
1300		
daN/m	L (mm)	
950		
daN	L (mm)	
475		
daN/m	L (mm)	
500		475017
960		
daN	L (mm)	
200		475017
350		
daN/m	L (mm)	
200	3000	422300
500	2500	422250
750	2000	422200
950	1800	422180
1350	1500	422150
2100	1150	422115
2500	1000	422100
3000	830	422083
daN	L (mm)	
450	3000	476300
500	2500	476250
700	2000	476200
700	1800	476180
900	1500	476150
daN/m	L (mm)	
850	3000	476300
1100	2500	476250
1500	2000	476200
1350	1800	476180
1650	1500	476150

Specifiche tecniche

Technical specifications • Caractéristiques techniques
Especificaciones técnicas

P_8 max	Carichi ammissibili daN	L (mm)	
(calcolo teorico)	900	1000	477710
(theoretical calculation)	700	2000	477720
(calcul théorique)			
(cálculo teórico)			

Q_7 max	daN/m	L (mm)	
(calcolo teorico)	1500	1000	477710
(theoretical calculation)	800	2000	477720
(calcul théorique)			
(cálculo teórico)			

	P_9 = daN	P_{10} = daN	L (mm)	
(calcolo teorico)	500	1500	6000	477600
(theoretical calculation)	500	1500	5000	477500
(calcul théorique)	600	2000	2500	477250
(cálculo teórico)				

	Q_8 = daN/m	Q_9 = daN/m	L (mm)	
(calcolo teorico)	200	300	6000	477600
(theoretical calculation)	300	350	5000	477500
(calcul théorique)	400	900	2500	477250
(cálculo teórico)				

	P_{11} = daN	P_{12} = daN	L (mm)	
(calcolo teorico)	1300	500	2000	477200
(theoretical calculation)				
(calcul théorique)				
(cálculo teórico)				

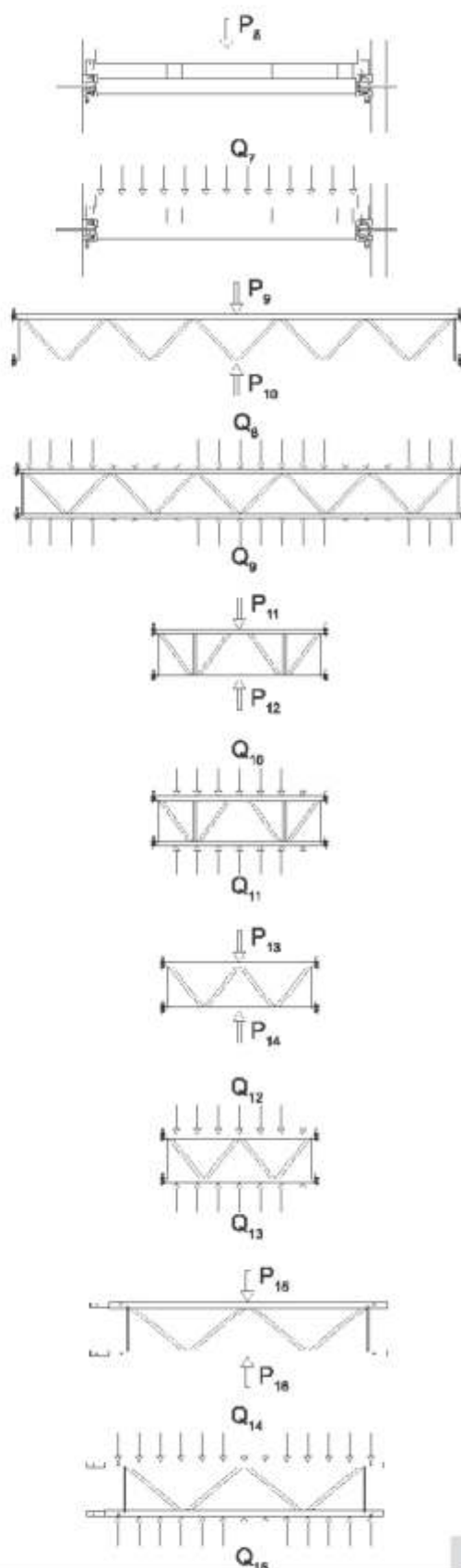
	Q_{10} = daN/m	Q_{11} = daN/m	L (mm)	
(calcolo teorico)	1250	1100	2000	477200
(theoretical calculation)				
(calcul théorique)				
(cálculo teórico)				

	P_{13} = daN	P_{14} = daN	L (mm)	
(calcolo teorico)	2000	600	1800	477180
(theoretical calculation)				
(calcul théorique)				
(cálculo teórico)				

	Q_{12} = daN/m	Q_{13} = daN/m	L (mm)	
(calcolo teorico)	900	1300	1800	477180
(theoretical calculation)				
(calcul théorique)				
(cálculo teórico)				

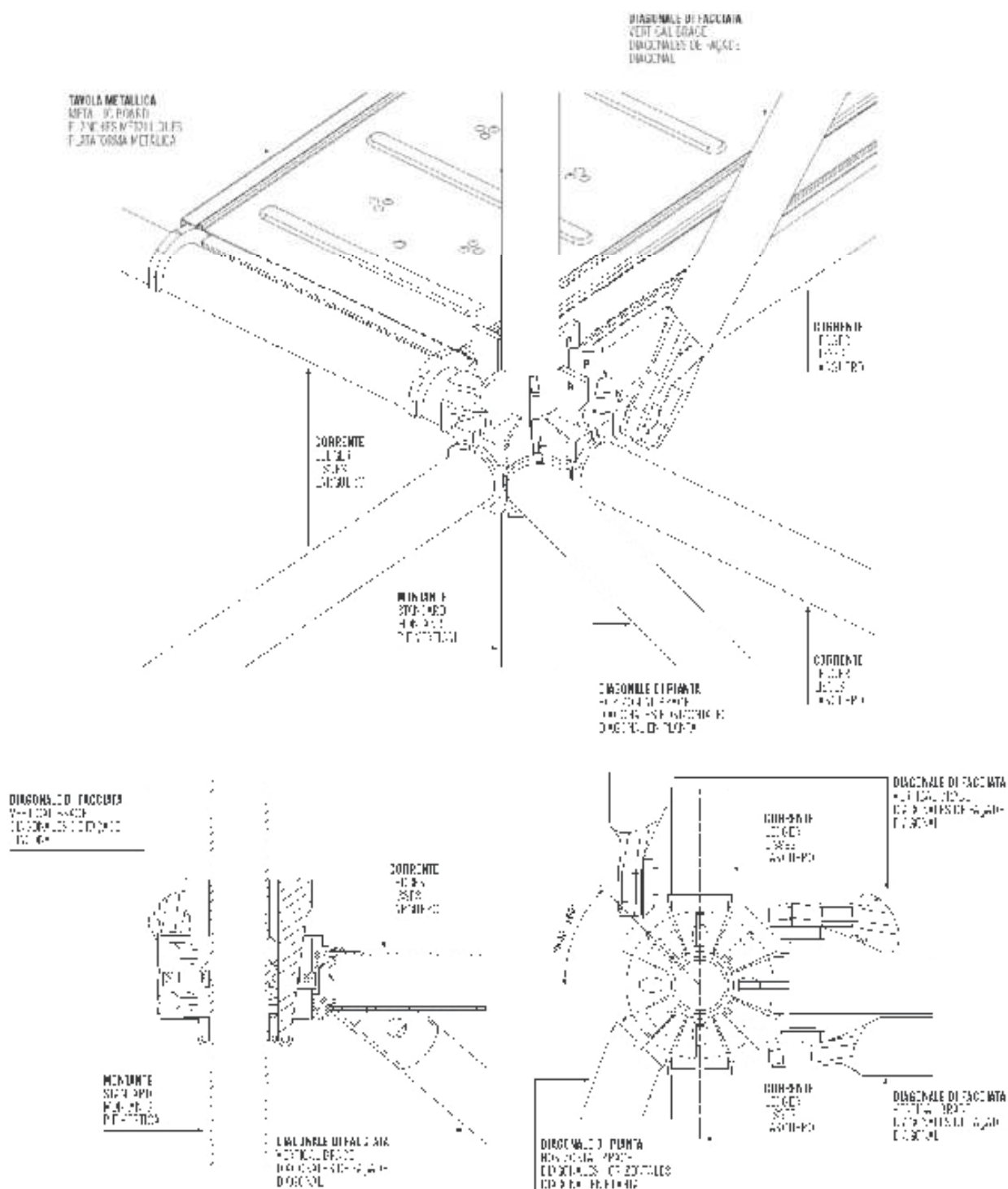
	P_{15} = daN	P_{16} = daN	L (mm)	
(calcolo teorico)	1700	500	2200	477220
(theoretical calculation)	1500	450	4200	477420
(calcul théorique)				
(cálculo teórico)				

	Q_{14} = daN/m	Q_{15} = daN/m	L (mm)	
(calcolo teorico)	700	900	2200	477220
(theoretical calculation)	450	400	4200	477420
(calcul théorique)				
(cálculo teórico)				



Particolare del collegamento

Connection details • Esquemas para la conexión • Détails de connexion





Il ponteggio PILOSIO è dotato di certificato di omologazione rilasciato dal Ministero del Lavoro e della Previdenza Sociale nella quale si definiscono i singoli elementi come sezioni tipo, qualità e caratteristiche meccaniche dei materiali.

Il sistema PILOSIO (multidirezionale) è composto dai seguenti elementi principali statici:

- Montanti:

Elementi verticali formati da un tubo di diametro $\varnothing 48,3 \times 3,2$ mm sul quale con passo 50 cm, viene saldato un disco forato (rosetta) per la connessione a cuneo degli altri elementi del sistema (correnti e diagonali) come indicato nel seguito:

- Correnti:

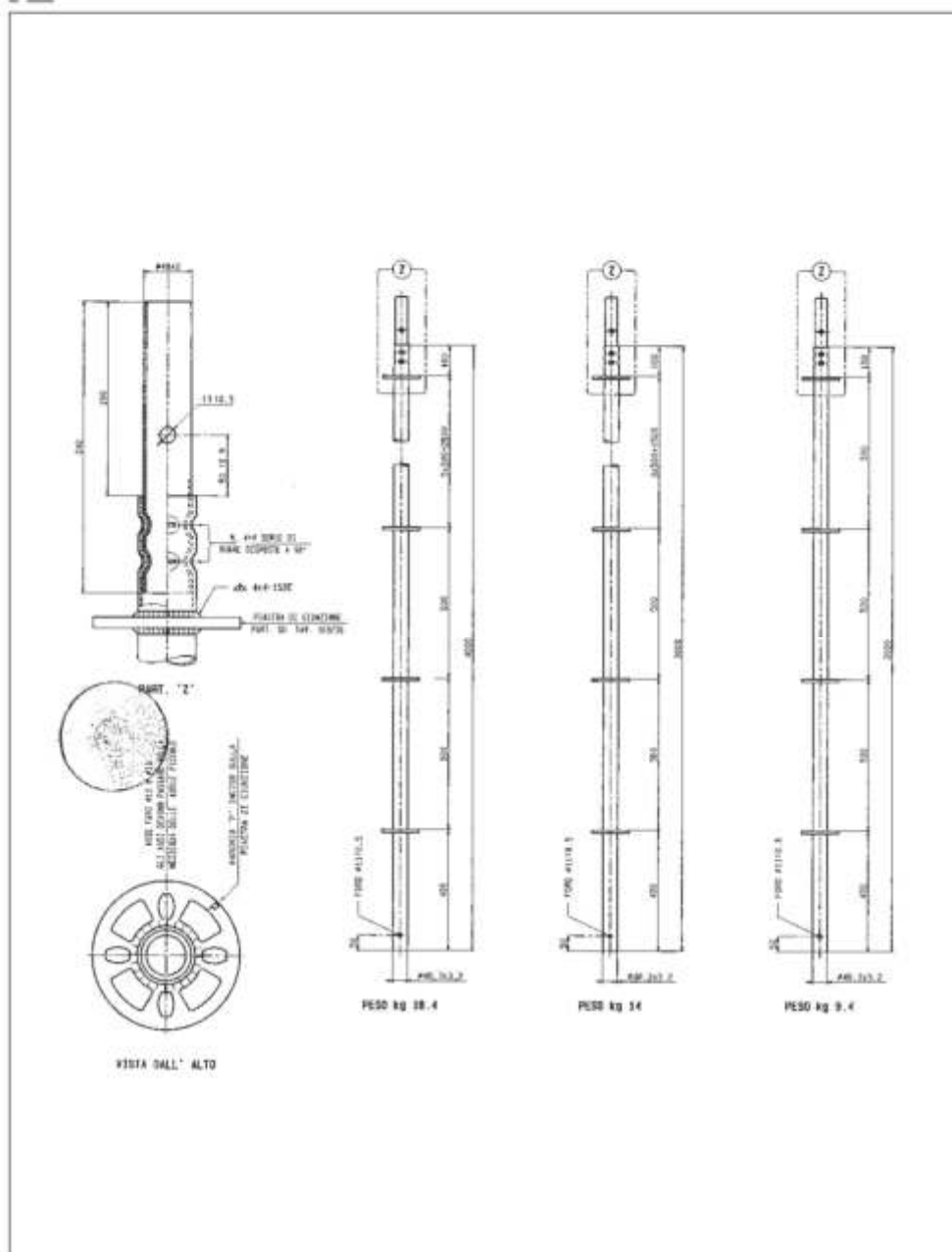
Elementi orizzontali formati da un tubo di diametro $\varnothing 48,3 \times 3,2$ mm; ai 2 estremi sono presenti speciali teste con elementi a cuneo per la connessione sulle rosette dei montanti. Sono disponibili per l'appoggio degli impalcati correnti doppi a traliccio.

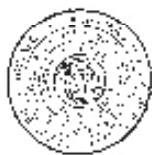
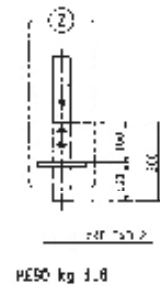
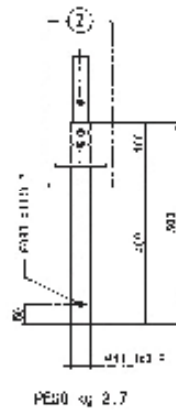
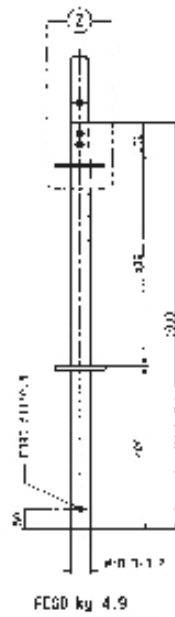
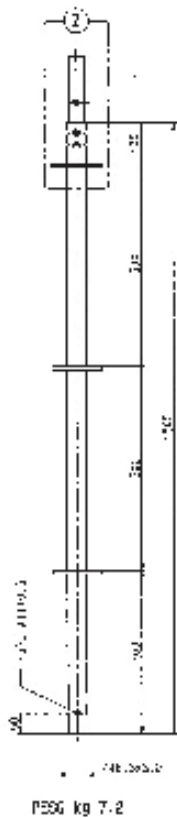
- Diagonali di facciata:

Elementi di stabilizzazione realizzati con tubo di diametro $\varnothing 48,3 \times 2,3$ mm; ai 2 estremi sono presenti speciali teste con elementi a cuneo per la connessione sulle rosette dei montanti.

- Travetti rinforzati:

composti da un corrente superiore realizzato con profilato a U $48 \times 5,3 \times 2,5$ mm e da un corrente inferiore realizzato con tubolare $33,7 \times 2,3$ mm; le piastre di giunzione sono realizzate con piatti spessore 10mm; ai 2 estremi sono presenti speciali teste con elementi a cuneo per la connessione sulle rosette dei montanti.



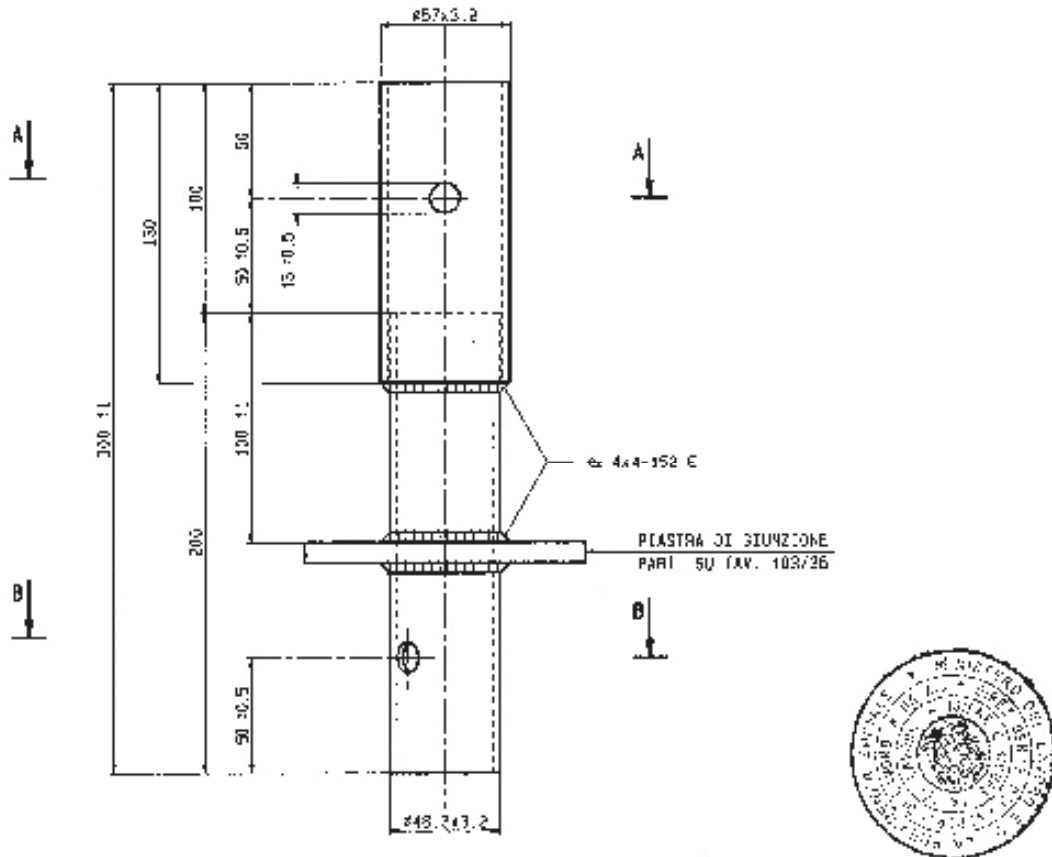


PILOSOS.p.A.
33018 Fontanafredda (TV) ITALY
Via E. Pagnon 25
Tel. 0432 / 678900-4-5-6
Fax 0432 / 670674
C. F. e P. 19404500170002

Doc. Ing. CLAUDIO SANTI
Albo Ingegneri Udine
Post. n. 881

[illegible]

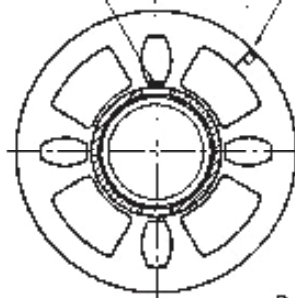
WON 4NTI
VAL = 1 13



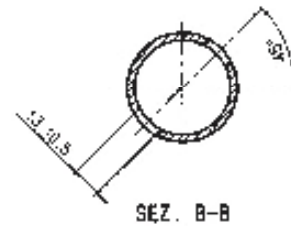
L'ASSE FORO DEVE PASSARE SULLA
MEZZERIA DELLE ASOLE PICCOLE

MARCATO 'P' INCISO SU ENTRAM-
BE LE FACCE DELLA PIASTRA

PILOSIO S.p.A.
33010 Foleto Umberto (UD) ITALY
Via E. Fermi 45
Tel. 0432 / 570987 4-5-8
Fax 0432 / 570474
C.F. e P. IVA 00156110302



SEZ. A-A



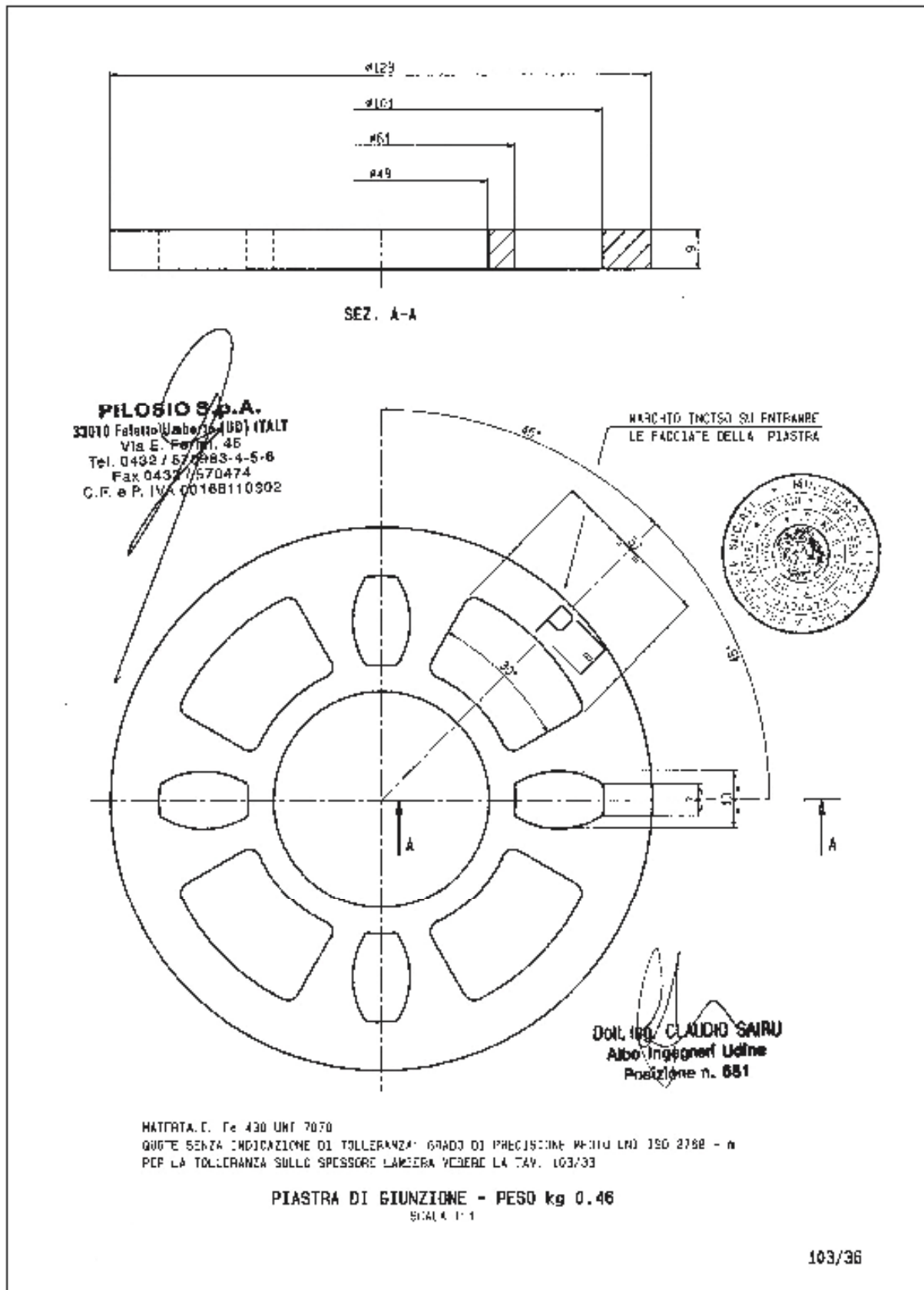
SEZ. B-B

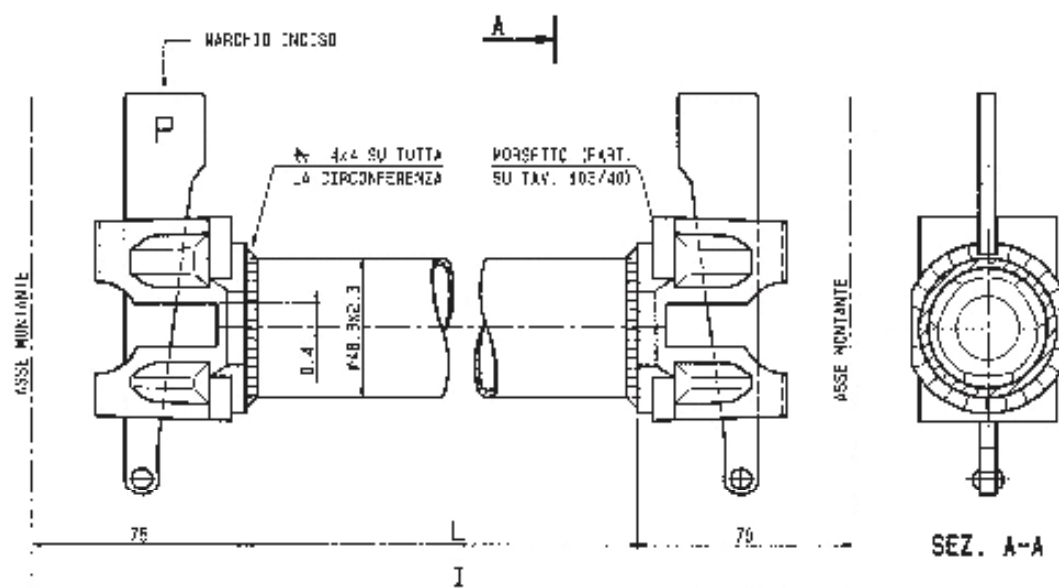
Dott. Ing. **CLAUDIO SAIRU**
Albo Ingegneri Udine
Prestazione n. 681

MATERIALE DEI TUBI COSTITUENTI L'ELEMENTO DI PARTENZA: Fe 360 UNI 7070
PROTEZIONE SUPERFICIALE: ZINCATURA F. Zn 50 : UNI 4721
QUOTE SENZA INDICAZIONE DI TOLLERANZA: GRADO DI PRECISIONE MEDIO UNI ISO 2768 - m
PER LE TOLLERANZE SUI TUBI E SUL PESO VEDERE LA TAV. 103/33

ELEMENTO DI PARTENZA - PESO kg 1.8
SCALA 1:2.5

103/35





I ±1 mm	L ±1 mm	PESO kg
3000	2850	8.8
2500	2350	7.5
2000	1850	6.2
1800	1850	5.6
1500	1350	4.9
1150	1000	3.9
1000	850	3.5
830	580	3.1
170	20	1.4



PILOSIO S.p.A.
33010 Folella (Udine) ITALY
Via E. Fermi 146
Tel. 0432 / 570923-4-5-6
Fax 0432 / 570474
C.F. e P. IVA 00168110302

Dot. Ing. CLAUDIO SARU
Albo Ingegneri Udine
Posizione n. 681

MATERIALE DEI TUBI COSTITUENTI I CORRENTI: Fe 350 UNI 7070
PROTEZIONE SUPERFICIALE: ZINCA EPOXY Zn 50 UNI 4724
PER LE TOLLERANZE SUI TUBI E SUI PESI VEDETE LA TAV. 103/32

CORRENTI
SCALA 1:2

103/37

PLANT DESCRIPTION	DATE	TIME	WIND	WAVE	WAVE PERIOD
2500x320	25.5	25.5	20° 10'	2594.2	7.5
2300x320	2049.2	21.5	24° 5'	2165.4	5.5
1900x320	186.5	19.4	21° 52'	1982.1	5.1
1500x320	1566	15.3	17° 33'	1714.2	5.4
1000x320	1155.2	5.1	6°	1239.6	4.3

PILOSIO S.p.A.
00013 Fregene (RM) ITALY
V.le E. Mattei, 42
Tel. 06/527.51.00-527.51.06
Telex 320458 - 320474
C.F. n° 000131402

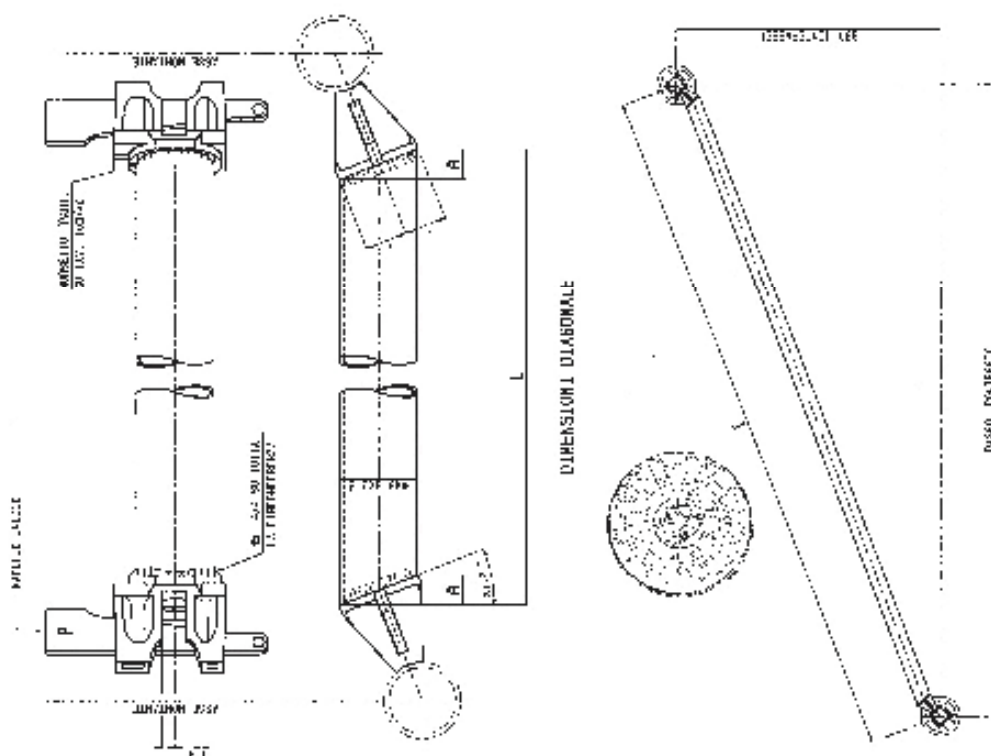
Dept. Info. & Pub. Aff.
Ministry of Education
Ottawa, Ontario K1P 8Z1

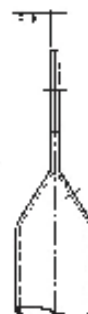


THE UNIVERSITY OF CHICAGO

50414 1-2
03 AUGUST 1941

1:21'39"



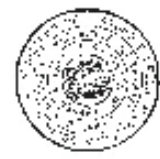


DIMENSION: D1AROWALF

MODELLO DI FACCIATA 1/4" x 1/4" x 1/4" x 1/4"	L mm	T mm	PESO kg/m ²
3000x2000	3557	3517	11,0
3000x1500	3500,7	3258,7	10,3
2500x2000	3188,7	3111,7	10,0
2500x1500	2874,3	2824,3	9,2
2000x2000	2603,8	2753,9	8,0
1800x2000	2670,3	2520,3	8,7
1500x2000	2437,3	2437,3	8,2
1150x2000	2305,6	2255,6	7,7
1000x2000	2240,3	2190,3	7,5
800x2000	2175,7	2125,7	7,3

PILOSIO S.p.A.
33010 Fiume Veneto (TV) - ITALY
Via S. Vito, 42
Tel. 0422 - 370063 - 3 - 4 - 5
Fax 0422 - 573474
C.C.P.A. 136/27 - 601 - 00002

Ordering: CUBAQUO SYSTEM
Author: Margaret M. Luchino
Printed in the U.S.A.



NTARDALINI GI FACCIATA
S.S.A.I. S.R.L.

10341



Strutture della copertura:

FASCICOLO TECNICO INFORMATIVO
COPERTURA MODULARE T74 EVENTS 14x12.50 m



FASCICOLO TECNICO

INFORMATIVO

**COPERTURA MODULARE A
FALDA PIANA IN TRAVI
D'ALLUMINIO DA 14x12.5 M**

Committente:

Riferimento cliente:

Costruttore:

PILOSIO spa

Via E. Fermi, 45 – Tavagnacco (UD)

***Tavagnacco,
Lì 21/07/2011***

- 1 -

Il presente fascicolo **non può** essere utilizzato come relazione tecnica per installazioni in cantiere, in quanto esemplificativo delle caratteristiche prestazionali di massima della copertura. Redigere, prima di ogni montaggio, un adeguato progetto statico (a firma di un tecnico abilitato) con relative verifiche di tutti i componenti strutturali che compongono la copertura o eventuali altre strutture connesse, in relazione al sito di installazione.
21/07/2011



INDICE

1	INTRODUZIONE	- 3 -
2	MATERIALI	- 4 -
3	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	- 6 -
4	CARICHI DI PROGETTO	- 6 -
4.1	AZIONE DEL PESO DELLA STRUTTURA	- 6 -
4.2	SOVRACCARICHI	- 6 -
4.2.1	Premessa	- 6 -
4.2.2	Schemi di carico	- 7 -
5	VERIFICHE DI STABILITÀ PER GLI ELEMENTI DELLA COPERTURA	- 7 -
5.1	PREMESSA	- 7 -
5.1.1	Travi di campata da 2500 mm	- 8 -
5.1.1.1	Corrente superiore	- 8 -
5.1.1.2	Corrente inferiore	- 9 -
5.1.1.3	Montante	- 10 -
5.1.1.4	Traverse di rinforzo travi	- 11 -
5.1.2	Travi frontali da 2000 mm	- 12 -
5.1.2.1	Corrente superiore	- 12 -
5.1.2.2	Corrente inferiore	- 13 -
5.1.2.3	Montante	- 14 -
5.1.2.4	Traverse di rinforzo travi	- 15 -
5.1.2.5	Diagonali	- 16 -
6	INDICAZIONI DI MONTAGGIO E SMONTAGGIO	- 17 -
6.1	PREMESSA	- 17 -
6.2	DESCRIZIONE DEGLI ELEMENTI DELLA COPERTURA	- 17 -
6.3	DESCRIZIONE DELLE FASI DI MONTAGGIO	- 18 -
6.4	DESCRIZIONE DELLE FASI DI SMONTAGGIO	- 19 -
7	PRESCRIZIONI	- 19 -



1 INTRODUZIONE

Il presente fascicolo tecnico illustra una copertura modulare a falda piana mod. T74 EVENTS di dimensioni pari a 14x12.5 m, prodotta dalla ditta Pilosio spa.

La copertura si compone di un sistema portante in travi reticolari prefabbricate di alluminio, assemblate fra loro mediante elementi di connessione in acciaio costituiti da spinotti e spine cilindriche dotate di coppiglia di sicurezza, a formare una struttura a maglia rettangolare con modulo base di dimensioni 2,5x2,0 m.

La struttura presenta 4 punti di sollevamento con doppia trave di rinforzo.

La protezione dagli agenti atmosferici è garantita dalla presenza di una serie di teli in P.V.C. laccato bianco, aventi interasse di 2,00 m e lunghezza di 14 m circa, che vengono fatti scorrere nelle apposite guide ricavate nella forma particolare del profilo superiore delle travi da 2,50 m.

Il tensionamento dei teli è ottenuto mediante un sistema di tubi e tenditori posti alle estremità degli elementi terminali curvi della copertura.

La struttura rientra nel campo delle opere provvisorie con durata di installazione inferiore a 2 anni.

I carichi ipotizzati, la collocazione della struttura di copertura e gli schemi di montaggio, sono a carattere del tutto generale, e pertanto richiedono un'attenta valutazione da parte del professionista incaricato della progettazione dell'installazione della copertura, con particolare riferimento alle condizioni di impiego, nel rispetto delle normative vigenti.

Di conseguenza, non sono stati considerati, nella formulazione delle azioni agenti sulla struttura, i carichi connessi agli agenti atmosferici quali vento, neve e dilatazioni termiche, che dovranno essere opportunamente valutati dal progettista responsabile fine dell'installazione della struttura. Eventuali azioni dinamiche che si possono generare durante il sollevamento dovranno essere considerate nella verifica della struttura.

Non sono altresì trattate tutte le strutture di sostegno della copertura, che dovranno essere adeguatamente dimensionate al fine di garantire la stabilità strutturale richiesta dell'opera nel suo complesso.

Poiché trattasi di una struttura provvisoria, il presente fascicolo tecnico informativo non potrà essere adottato come schema tipo da utilizzare prescindendo dall'analisi di un tecnico abilitato (architetto o ingegnere).

La presente struttura potrà essere riutilizzata solo se sarà eseguito, prima d'ogni montaggio ed utilizzo, un adeguato progetto statico (a firma di un tecnico abilitato) con relative verifiche di tutti i componenti strutturali che compongono la copertura o eventuali altre strutture connesse.



2 MATERIALI

La struttura base della copertura è realizzata in lega d'alluminio avente le seguenti caratteristiche meccaniche, come da UNI EN 755-2.

ALLUMINIO ELEMENTI TUBOLARI	
Tensione di rottura	$\sigma_R = 270 \text{ MPa}$
Tensione di snervamento	$\sigma_S = 225 \text{ MPa}$
Tensione ammissibile condizione di carico I	$\sigma_{amm} = 132.3 \text{ MPa}$
Tensione ammissibile condizione di carico II	$\sigma_{amm} = 150 \text{ MPa}$

Tabella 1 – Caratteristiche meccaniche e tensioni ammissibili per l'alluminio

Le piastre di sollevamento incorporate nelle travi sono realizzate in lamiera di alluminio, le cui caratteristiche meccaniche sono evidenziate nella seguente tabella 2:

ALLUMINIO PIASTRE SOLLEVAMENTO	
Tensione di rottura	$\sigma_R = 295 \text{ MPa}$
Tensione di snervamento	$\sigma_S = 240 \text{ MPa}$
Tensione ammissibile condizione di carico I	$\sigma_{amm} = 141 \text{ MPa}$
Tensione ammissibile condizione di carico II	$\sigma_{amm} = 160 \text{ MPa}$

Tabella 2 – Caratteristiche meccaniche e tensioni ammissibili per l'alluminio

Gli spinotti di collegamento della copertura sono realizzati in acciaio, le cui caratteristiche meccaniche sono evidenziate nella seguente tabella 3:

ACCIAIO	
Tensione di rottura	$\sigma_R = 360 \text{ MPa}$
Tensione di snervamento	$\sigma_S = 235 \text{ MPa}$
Tensione ammissibile condizione di carico I	$\sigma_{amm} = 160 \text{ MPa}$
Tensione ammissibile condizione di carico II	$\sigma_{amm} = 180 \text{ MPa}$

Tabella 3 – Caratteristiche meccaniche e tensioni ammissibili per l'acciaio degli spinotti di collegamento

- 4 -

Il presente fascicolo **non può** essere utilizzato come relazione tecnica per installazioni in cantiere, in quanto esemplificativo delle caratteristiche prestazionali di massima della copertura. Redigere, prima di ogni montaggio, un adeguato progetto statico (a firma di un tecnico abilitato) con relative verifiche di tutti i componenti strutturali che compongono la copertura o eventuali altre strutture connesse, in relazione al sito di installazione.
21/07/2011



Infine, i perni con funzione di spina di collegamento sono realizzati in acciaio le cui caratteristiche di resistenza sono indicate nella seguente tabella 4.

ACCIAIO	
Tensione di rottura	$\sigma_R > 500 \text{ MPa}$
Tensione di snervamento	$\sigma_S = 330 \text{ MPa}$
Tensione ammissibile condizione di carico I	$\sigma_{amm} = 220 \text{ MPa}$
Tensione ammissibile condizione di carico II	$\sigma_{amm} = 254 \text{ MPa}$

Tabella 4 – Caratteristiche meccaniche e tensioni ammissibili per l'acciaio delle spine

Si riportano, in tabella 5, i valori dei moduli di elasticità (in MPa) e dei coefficienti di Poisson per l'alluminio e l'acciaio.

		ALLUMINIO	ACCIAIO
Modulo di elasticità normale	E	69500	210000
Modulo di elasticità tangenziale	G	25862	80000
coefficiente di Poisson	ν	0.334	0.300

Tabella 5 – Caratteristiche meccaniche e tensioni ammissibili per l'acciaio delle spine

I profili utilizzati hanno le seguenti caratteristiche geometriche:

- Corrente superiore travi L = 2000 mm: profilo tubolare in alluminio;
- Corrente superiore travi L = 2500 mm: profilo tubolare alluminio;
- Corrente inferiore travi: profilo tubolare in alluminio Ø 48x4 mm;
- Traverso di rinforzo travi: profilo tubolare Ø 30x3.5 mm in alluminio;
- Montante verticale travi: profilo tubolare in alluminio Ø 48x4 mm;
- Diagonali di rinforzo: profilo tubolare in alluminio Ø 48x3 mm;
- Corrente di rinforzo: profilo tubolare in alluminio Ø 48x3 mm.



3 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

La struttura in oggetto deve essere calcolata facendo riferimento alle seguenti norme:

- CNR UNI 10011 Costruzioni d'acciaio. Ipotesi per il calcolo, l'esecuzione e la manutenzione.
- CNR UNI 10012/85 Istruzioni per la valutazione delle azioni sulle costruzioni.
- CNR UNI 10027/85 Strutture di acciaio per opere provvisorie. Istruzioni per il calcolo, l'esecuzione, il collaudo e la manutenzione.
- UNI 8634 Strutture di leghe d'alluminio. Istruzioni per il calcolo e l'esecuzione.
- UNI EN 573-3:1996/EC Alluminio e leghe di alluminio. Composizione chimica e forma dei prodotti semilavorati. Composizione chimica.
- UNI EN 10025 Prodotti laminati a caldo di acciai non legati per impieghi strutturali. Condizioni tecniche di fornitura.
- Norme tecniche per le costruzioni

4 CARICHI DI PROGETTO

4.1 AZIONE DEL PESO DELLA STRUTTURA

Il peso della struttura s'identifica nelle seguenti componenti:

- Copertura 14x12.5 m $P_c = 1966 \text{ kg}$

4.2 SOVRACCARICHI

4.2.1 PREMESSA

Come già evidenziato al cap. 1, le azioni dovute agli agenti atmosferici (vento, neve), sono considerate nella presente trattazione come un sovraccarico distribuito sulle travi di falda agente secondo la direzione verticale, e verso il suolo. Il progettista dovrà tuttavia eseguire un'attenta analisi delle azioni generate dai fattori precedentemente evidenziati, in funzione del luogo e del periodo di installazione e conformemente alla normativa vigente; i carichi così ottenuti dovranno essere detratti dal computo della portata totale della copertura.

- 6 -

Il presente fascicolo **non può** essere utilizzato come relazione tecnica per installazioni in cantiere, in quanto esemplificativo delle caratteristiche prestazionali di massima della copertura. Redigere, prima di ogni montaggio, un adeguato progetto statico (a firma di un tecnico abilitato) con relative verifiche di tutti i componenti strutturali che compongono la copertura o eventuali altre strutture connesse, in relazione al sito di installazione.

21/07/2011



4.2.2 SCHEMI DI CARICO

Al fine della verifica della copertura modulare in alluminio, s'ipotizzano i seguenti carichi applicati:

POS.	DENOM.	AZIONE DISTRIBUITA	TOT. CARICO	SCHEMA DI RIFERIMENTO
1	A – Peso proprio struttura	Peso proprio struttura	≈ 19660 N	Peso proprio
2	B – Carico verticale	228 N/m ²	40000 N	Carico verticale

Tabella 6 – entità e numero dei carichi applicati

5 VERIFICHE DI STABILITÀ PER GLI ELEMENTI DELLA COPERTURA

5.1 PREMESSA

Di seguito sono evidenziati i riferimenti e le definizioni dei parametri caratteristici coinvolti nella formulazione della tensione equivalente per sollecitazioni di presso-flessione.

- $\lambda = \frac{L_c}{i_{\min}}$ snellezza di un'asta prismatica in un suo piano principale di inerzia;
- $L_c = \beta \cdot L_0$ lunghezza libera di inflessione (mm)
- L_0 lunghezza dell'asta (mm)
- β coefficiente che tiene conto delle condizioni di vincolo dell'asta (punto 6.2.1.2)
- ω coefficiente di amplificazione del carico assiale per la verifica a carico di punta (prospetto 33)
- σ_{cr} tensione critica euleriana (prospetto 28) (N/mm²)
- N_{cr} carico assiale massimo sopportabile da un'asta compressa (N)
- ν coefficiente di sicurezza (punto 5.3)

La verifica a presso-flessione è soddisfatta allorché si realizzi la seguente condizione:

$$\sigma_{eq} = \omega \cdot \frac{N}{A} + \frac{1}{1 - \nu \frac{N}{N_{cr}}} \cdot \frac{M_{x,eq}}{W_x} + \frac{1}{1 - \nu \frac{N}{N_{cr}}} \cdot \frac{M_{y,eq}}{W_y} \leq \sigma_{adm}$$

adottando le prescrizioni e i parametri di calcolo individuati nella norma UNI 8634 "Strutture in lega di alluminio. Istruzioni per il calcolo e l'esecuzione", con particolare riferimento alla sezione 3 "Verifiche di stabilità".

- 7 -

Il presente fascicolo **non può** essere utilizzato come relazione tecnica per installazioni in cantiere, in quanto esemplificativo delle caratteristiche prestazionali di massima della copertura. Redigere, prima di ogni montaggio, un adeguato progetto statico (a firma di un tecnico abilitato) con relative verifiche di tutti i componenti strutturali che compongono la copertura o eventuali altre strutture connesse, in relazione al sito di installazione.

21/07/2011



5.1.1 TRAVI DI CAMPATA DA 2500 MM

5.1.1.1 Corrente superiore

Caratteristiche statiche del profilo:

Elemento: Tubo a geometria particolare profilo portatelo	
Area della sezione	$A_r = 1003 \text{ mm}^2$
Momento di inerzia	$I_x = 4.63 \times 10^5 \text{ mm}^4$
	$I_y = 3.54 \times 10^5 \text{ mm}^4$
Lunghezza asta	$L_e = 2000 \text{ mm}$
Moduli di resistenza	$W_x = 1.551 \times 10^4 \text{ mm}^3$
	$W_y = 1.162 \times 10^4 \text{ mm}^3$
Raggi giratori	$r_x = 21.50 \text{ mm}$
	$r_y = 18.78 \text{ mm}$

I parametri caratteristici per il profilo in oggetto sono evidenziati nella seguente tabella:

PARAMETRO	β	λ	ϕ	σ_{cr}	N_{cr}
VALORE	1	106	4.06	61.5	61684.5

Tabella 7 – parametri caratteristici corrente superiore travi di campata da 2500 mm



5.1.1.2 Corrente inferiore

Caratteristiche statiche del profilo:

Elemento: tubo Ø48x4 mm	
Area della sezione	$A_r = 557 \text{ mm}^2$
Momento di inerzia	$J_x = 1.37 \times 10^4 \text{ mm}^4$
	$J_y = 1.37 \times 10^4 \text{ mm}^4$
Lunghezza asta	$L_c = 2000 \text{ mm}$
Modulo di resistenza	$W_x = 5701 \text{ mm}^3$
	$W_y = 5701 \text{ mm}^3$
Raggi giratori	$r = 15,73 \text{ mm}$

I parametri caratteristici per il profilo in oggetto sono evidenziati nella seguente tabella:

PARAMETRO	β	λ	ϕ	σ_{cr}	N_{cr}
VALORE	1	127	5.69	42.8	23839.6

Tabella 8 – parametri caratteristici corrente inferiore travi di campata da 2500 mm



5.1.1.3 Montante

Caratteristiche statiche del profilo:

Elemento: Tubo Ø48x4 mm	
Area della sezione	$A_s = 557 \text{ mm}^2$
Momento di inerzia	$J_x = 1.37 \times 10^4 \text{ mm}^4$
	$J_y = 1.37 \times 10^4 \text{ mm}^4$
Lunghezza asta	$L_c = 679 \text{ mm}$
Modulo di resistenza	$W_x = 5701 \text{ mm}^3$
	$W_y = 5701 \text{ mm}^3$
Raggi giratori	$r = 15,73 \text{ mm}$

I parametri caratteristici per il profilo in oggetto sono evidenziati nella seguente tabella:

PARAMETRO	β	λ	ϕ	σ_{cr}	N_{cr}
VALORE	0.7	30	1.14	767.6	427533

Tabella 9 – parametri caratteristici montante verticale travi di campata da 2500 mm



5.1.1.4 Traverso di rinforzo travi

Caratteristiche statiche del profilo:

Elemento: tubo Ø30x3.5mm	
Area della sezione	$A_s = 291 \text{ mm}^2$
Momento d'inerzia	$J_x = 2.6 \times 10^4 \text{ mm}^4$
	$J_y = 2.6 \times 10^4 \text{ mm}^4$
Lunghezza asta	$L_c = 923 \text{ mm}$
Modulo di resistenza	$W_x = 1733 \text{ mm}^3$
	$W_y = 1733 \text{ mm}^3$
Raggi giratori	$r = 9,45 \text{ mm}$

I parametri caratteristici per il profilo in oggetto sono evidenziati nella seguente tabella:

PARAMETRO	β	λ	ϕ	σ_{cr}	N_{cr}
VALORE	0.7	68	1.91	149.4	43475

Tabella 10 – parametri caratteristici traverso di rinforzo travi di campata da 2500 mm



5.1.2 TRAVI FRONTALI DA 2000 MM

5.1.2.1 Corrente superiore

Caratteristiche statiche del profilo:

Elemento: Tubo a geometria particolare profilo portatelo	
Area della sezione	$A_r = 1003 \text{ mm}^2$
Momento d'inerzia	$I_{xx} = 4.63 \times 10^5 \text{ mm}^4$
	$I_{yy} = 3.54 \times 10^5 \text{ mm}^4$
Lunghezza asta	$L_e = 2000 \text{ mm}$
Modulo di resistenza	$W_x = 1.551 \times 10^4 \text{ mm}^3$
	$W_y = 1.162 \times 10^4 \text{ mm}^3$
Raggi giratori	$r_x = 21.50 \text{ mm}$
	$r_y = 18.78 \text{ mm}$

I parametri caratteristici per il profilo in oggetto sono evidenziati nella seguente tabella:

PARAMETRO	β	λ	ϕ	σ_{cr}	N_{cr}
VALORE	1	106	4.06	61.5	61684

Tabella 11 – parametri caratteristici profilo portatelo travi frontali da 2000 mm



5.1.2.2 Corrente inferiore

Caratteristiche statiche del profilo:

Elemento: tubo Ø48x4 mm	
Area della sezione	$A_r = 557 \text{ mm}^2$
Momento di inerzia	$J_x = 1.37 \times 10^4 \text{ mm}^4$
	$J_y = 1.37 \times 10^4 \text{ mm}^4$
Lunghezza asta	$L_c = 2000 \text{ mm}$
Modulo di resistenza	$W_x = 5701 \text{ mm}^3$
	$W_y = 5701 \text{ mm}^3$
Raggi giratori	$r = 15,73 \text{ mm}$

I parametri caratteristici per il profilo in oggetto sono evidenziati nella seguente tabella:

PARAMETRO	β	λ	ϕ	σ_{cr}	N_{cr}
VALORE	1	127	5.69	42.8	23839.6

Tabella 12 – parametri caratteristici corrente inferiore travi frontali da 2000 mm



5.1.2.3 Montante

Caratteristiche statiche del profilo:

Elemento: Tubo Ø48x4 mm	
Area della sezione	$A_s = 557 \text{ mm}^2$
Momento di inerzia	$J_x = 1.37 \times 10^4 \text{ mm}^4$
	$J_y = 1.37 \times 10^4 \text{ mm}^4$
Lunghezza asta	$L_c = 679 \text{ mm}$
Modulo di resistenza	$W_x = 5701 \text{ mm}^3$
	$W_y = 5701 \text{ mm}^3$
Raggi giratori	$r = 15,73 \text{ mm}$

I parametri caratteristici per il profilo in oggetto sono evidenziati nella seguente tabella:

PARAMETRO	β	λ	ϕ	σ_{cr}	N_{cr}
VALORE	0.7	30	1.14	767.6	427533

Tabella 13 – parametri caratteristici montante verticale travi frontali da 2000 mm



5.1.2.4 Traverso di rinforzo travi

Caratteristiche statiche del profilo:

Elemento: tubo Ø30x3.5mm	
Area della sezione	$A_s = 291 \text{ mm}^2$
Momento d'inerzia	$J_x = 2.6 \times 10^4 \text{ mm}^4$
	$J_y = 2.6 \times 10^4 \text{ mm}^4$
Lunghezza asta	$L_c = 810 \text{ mm}$
Modulo di resistenza	$W_x = 1733 \text{ mm}^3$
	$W_y = 1733 \text{ mm}^3$
Raggi giratori	$r = 9,45 \text{ mm}$

I parametri caratteristici per il profilo in oggetto sono evidenziati nella seguente tabella:

PARAMETRO	β	λ	ϕ	σ_{cr}	N_{cr}
VALORE	0.7	60	1.62	191.9	55843

Tabella 14 – parametri caratteristici traverso di rinforzo travi frontali da 2000 mm



5.1.2.5 Diagonali

Caratteristiche statiche del profilo:

Elemento: Tubo Ø48x3 mm	
Area della sezione	$A_s = 414 \text{ mm}^2$
Momento d'inerzia	$J_x = 1.07 \times 10^5 \text{ mm}^4$
	$J_y = 1.07 \times 10^5 \text{ mm}^4$
Lunghezza asta	$L_c = 2360 \text{ mm}$
Modulo di resistenza	$W_x = 4431 \text{ mm}^3$
	$W_y = 4431 \text{ mm}^3$
Raggi giratori	$r = 16,08 \text{ mm}$

I parametri caratteristici per il profilo in oggetto sono evidenziati nella seguente tabella:

PARAMETRO	β	λ	ϕ	σ_{cr}	N_{cr}
VALORE	1	147	7.52	32	13248

Tabella 15 – parametri caratteristici diagonali



6 INDICAZIONI DI MONTAGGIO E SMONTAGGIO

6.1 PREMESSA

L'opera oggetto della presente relazione si colloca nel settore delle opere provvisorie.
Di seguito sono indicate le principali prescrizioni e regole da rispettare durante le fasi di montaggio, utilizzo e smontaggio della copertura stessa.

6.2 DESCRIZIONE DEGLI ELEMENTI DELLA COPERTURA

Gli elementi che compongono la copertura modulare in alluminio prodotta dalla ditta Pilosio spa, sono elencati di seguito.

- | | |
|--|------------------|
| • Trave in alluminio con attacco per sollevamento m. 2.50 | cod. Z010/525/6A |
| • Trave terminale in alluminio | cod. Z010/50125 |
| • Trave in alluminio per copertura s/flangie m. 2.00 | cod. Z010/520/0 |
| • Trave in alluminio per copertura 2 flangie m. 2.50 | cod. Z010/525/2 |
| • Trave in alluminio per copertura 4 flangie m. 2.50 | cod. Z010/525/4 |
| • Diagonale per copertura m. 2.00x1.25 | cod. Z010/520/D |
| • Spinotto normale con 4 fori Ø 12 mm | cod. Z010/926 |
| • Spinotto allungato con 4 fori Ø 12 mm (colorato in giallo) | cod. Z010/9261 |
| • Spinotto di testa con 2 fori Ø 13 mm | cod. Z010/9262 |
| • Spina Ø 12.5 mm completa di coppiglia di sicurezza | cod. Z010/9265 |
| • Corrente di testa per tensione telo m. 2.00 | cod. Z010/520/T |
| • Tubo orizzontale in alluminio per tensione telo m. 1.90 | cod. 010/100/190 |
| • Tenditore per tensione telo H25 130 cm | cod. 010/515/51 |
| • Telo in P.V.C per copertura piana interasse m. 2.00 | cod. 010/516 |



6.3 DESCRIZIONE DELLE FASI DI MONTAGGIO

Le fasi di montaggio sono illustrate di seguito. Gli operatori dovranno attenersi scrupolosamente alle seguenti prescrizioni al fine di garantire una perfetta funzionalità della copertura stessa.

- a) Agganciare le prime due travi in alluminio senza flangie da 2 m (art. 010/520/0) alla trave in alluminio con attacco per sollevamento (art. 010/525/6A), mediante l'impiego degli appositi spinotti di testa (art. 010/9262) e delle spine Ø12.5 mm complete di coppie di sicurezza (art. 010/9265), come da disegno particolare 1. Fissare inoltre il grillo di sollevamento alla trave di testata in corrispondenza all'apposito foro;
- b) Fissare, mediante l'impiego degli spinotti normali a 4 fori (art. 010/926) e relative spine, la trave in alluminio per copertura a 2 flangie da 2.5 m (art. 010/525/2), come da disegno particolare 2;
- c) Montare le successive travi in alluminio senza flangie da 2 m (art. 010/520/0) mediante gli spinotti di testa (art. 010/9262) e relative spine, come da disegno particolare 3;
- d) Montare Trave in alluminio per copertura 4 flangie (art. 010/525/4) alle prime due travi in alluminio senza flangie da 2 m (art. 010/520/0) mediante l'impiego degli spinotti allungati a 4 fori zincati colore giallo (art. 010/9261) e relative spine, come da disegno particolare 4;
- e) Bloccare la trave in alluminio per copertura 4 flangie (art. 010/525/4) mediante il fissaggio delle successive travi in alluminio senza flangie da 2 m (art. 010/520/0), come da disegno particolare 5;
- f) Completare le travi con il montaggio delle travi terminali (art. 010/50125);
- g) Agganciare diagonali in alluminio da 2x1.25 m (art. 010/520/D), come indicato nel disegno particolare 6;
- h) Ripetere le operazioni descritte dal punto b) al punto g) fino a raggiungere la dimensione della campata richiesta;
- i) Montare l'ultima trave di campata ripetendo le operazioni a), b);
- j) Inserire il tubo in alluminio per tensione telo con tappi (art. 010/100/190) nell'apposita tasca del telo (lato mantovana copri tenditori), e far scorrere il telo all'interno delle guide dei profili portatelo delle travi, come indicato nel disegno particolare 7;
- k) Inserire il corrente di testa per tensione telo (art. 010/520/T) nell'apposita tasca del telo e fissarlo come indicato nel disegno particolare 8. **Attenzione:** ogni spina Ø12.5 mm con coppia di sicurezza (art. 010/9265) collega due correnti di tensione telo, e pertanto il loro montaggio dovrà avvenire contemporaneamente;
- l) Agganciare il secondo corrente di testa per tensione telo da 2 m (art. 010/520/T), come indicato nel disegno particolare 9. **Attenzione:** ogni spina Ø12.5 mm con coppia di sicurezza (art. 010/9265) collega due correnti di tensione telo;

- 18 -

Il presente fascicolo non può essere utilizzato come relazione tecnica per installazioni in cantiere, in quanto esemplificativo delle caratteristiche prestazionali di massima della copertura. Redigere, prima di ogni montaggio, un adeguato progetto statico (a firma di un tecnico abilitato) con relative verifiche di tutti i componenti strutturali che compongono la copertura o eventuali altre strutture connesse, in relazione al sito di installazione.

21/07/2011



- m) Tensionare il telo di copertura mediante gli appositi tenditori (art. 010/515/51) e abbassare la mantovana di ricoprimento dei tenditori, come indicato nel disegno particolare 10;
- n) Sollevare la copertura alla quota d'esercizio e fissarla in posizione mediante bloccaggio. La copertura deve essere fissata con un dislivello di 0.50 m, in modo da permettere l'eventuale scarico d'acqua piovana.

6.4 DESCRIZIONE DELLE FASI DI SMONTAGGIO

Per lo smontaggio, ripetere le operazioni come al punto precedente, procedendo in senso inverso.

7 PRESCRIZIONI

Le seguenti prescrizioni sono di tipo generale e devono essere integrate o modificate dal progettista che redige la relazione di calcolo specifica per il montaggio della copertura.

- 1) la copertura deve essere montata a terra, rispettando la successione delle operazioni indicate nella procedura di montaggio;
- 2) durante le operazioni di montaggio e smontaggio, interdire l'accesso alla zona di lavoro alle persone non autorizzate;
- 3) il collegamento delle travi deve essere assicurato mediante gli appositi spinotti ed elementi di collegamento. Gli operatori devono controllare inoltre che tutte le spine siano state montate complete di fermo di sicurezza, provvedendo all'integrazione di eventuali elementi mancanti.
- 4) durante il sollevamento e l'abbassamento della copertura, nessun operatore deve sostare all'interno dell'area interessata dalla copertura stessa. Tutti gli operatori devono mantenere una distanza minima di 3 m dal perimetro di lavoro. Il sollevamento e l'abbassamento devono avvenire in maniera lenta e graduale, rispettando, per quanto possibile, la contemporaneità dell'azione da parte degli operatori. Durante tali operazioni, assicurarsi che non vi siano ostacoli accidentali lungo il percorso compiuto dalla copertura. Una volta raggiunta la posizione d'esercizio, la copertura deve essere fissata in maniera stabile mediante il sistema di ancoraggio previsto;
- 5) mantenere una distanza minima di sicurezza di 5 m da cavi elettrici;
- 6) il committente ha l'obbligo di verificare il montaggio della copertura conformemente alla relazione tecnica redatta dal tecnico abilitato per il cantiere di montaggio previsto;
- 7) tutte le strutture di sostegno della copertura dovranno essere adeguatamente dimensionate, sia da un punto di vista costruttivo che da un punto di vista della stabilità, al fine di sostenere la copertura ed i carichi ad essa applicati, rispettando parametri di sicurezza previsti dalle normative vigenti;
- 8) la presente relazione fornisce delle caratteristiche prestazionali di massima della copertura, sotto l'azione di carichi generici, così come definiti al capitolo 4. È compito del progettista responsabile dell'installazione in cantiere, verificare che i carichi agenti sulla

Il presente fascicolo non può essere utilizzato come relazione tecnica per installazioni in cantiere, in quanto esemplificativo delle caratteristiche prestazionali di massima della copertura. Redigere, prima di ogni montaggio, un adeguato progetto statico (a firma di un tecnico abilitato) con relative verifiche di tutti i componenti strutturali che compongono la copertura o eventuali altre strutture connesse, in relazione al sito di installazione.

21/07/2011



copertura siano congruenti, in termini d'intensità, punti di applicazione e direzione, con quanto previsto nella presente relazione, e che i punti di fissaggio della copertura ad altre strutture connesse (strutture di sostegno e fissaggio) siano conformi a quanto previsto;

- 9) qualsiasi configurazione della copertura non contemplata nella presente relazione deve essere sottoposta all'attenzione di un architetto o ingegnere abilitato, il quale provvederà a redigere, prima dello specifico montaggio, un adeguato progetto statico con relativa verifica di tutti i componenti strutturali che compongono la copertura e/o eventuali altre strutture connesse, in relazione al sito di installazione.

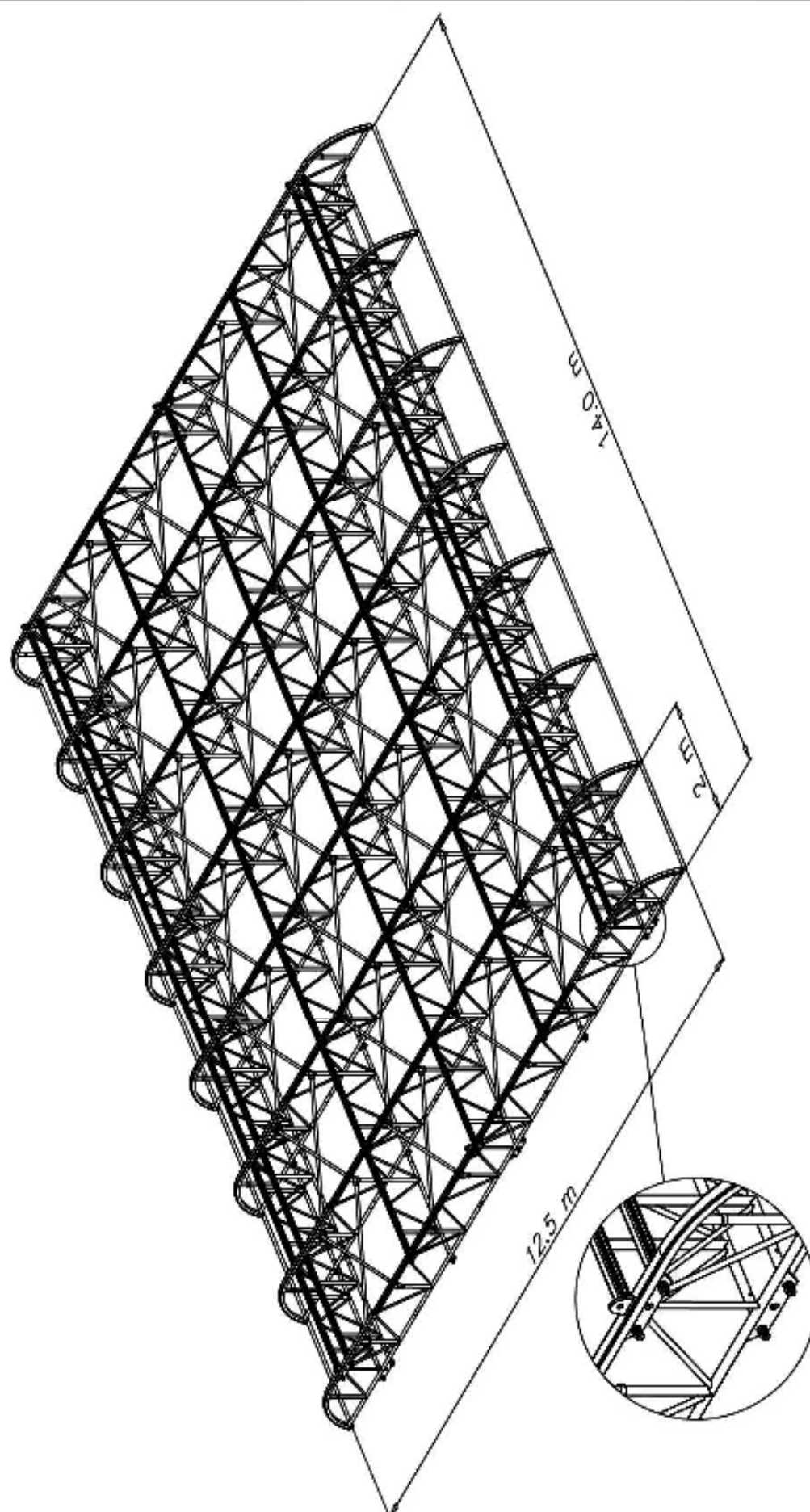
Tavagnacco,
Li 21/07/2011

PILOSIO SpA

- 20 -

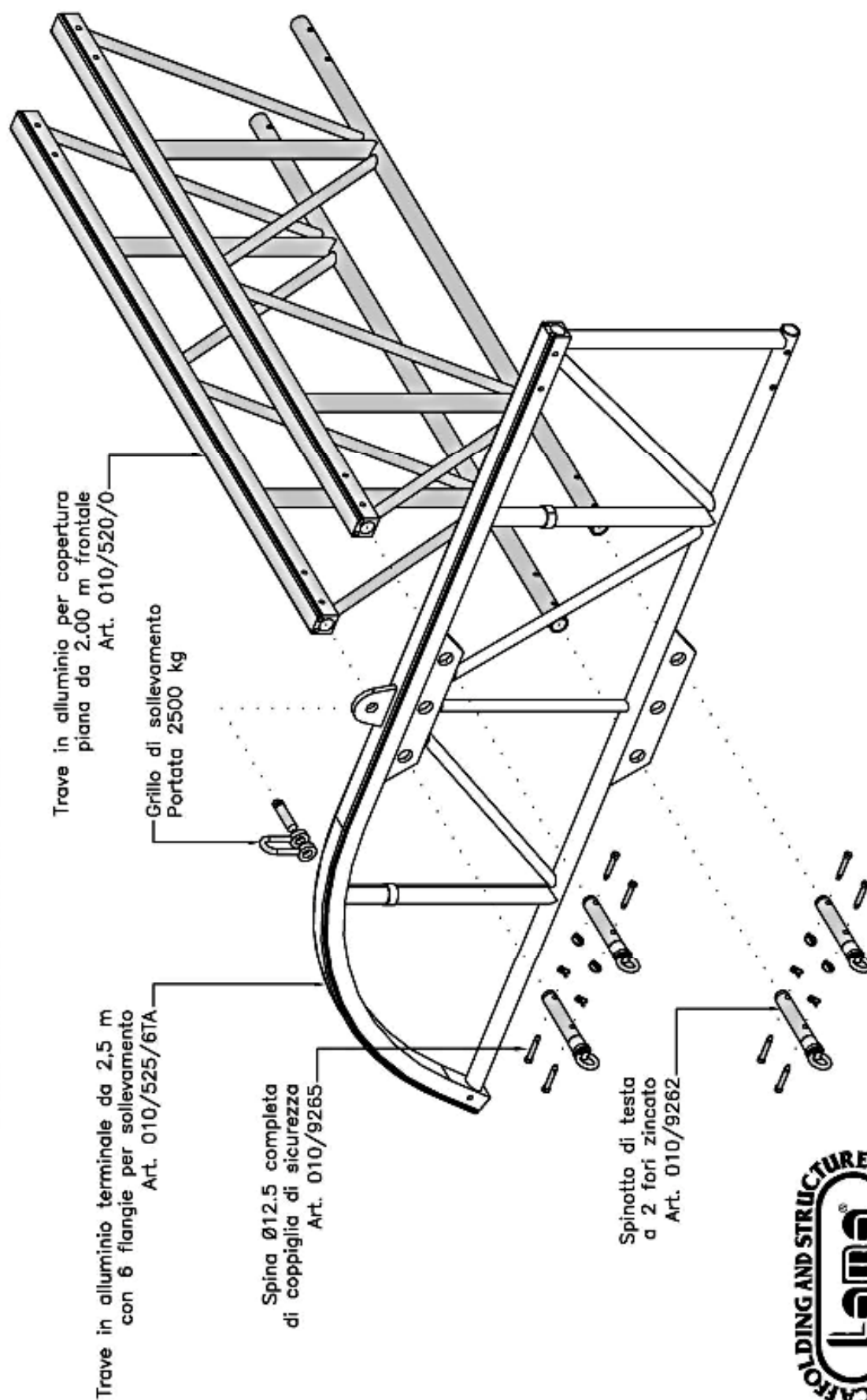
Il presente fascicolo **non può** essere utilizzato come relazione tecnica per installazioni in cantiere, in quanto esemplificativo delle caratteristiche prestazionali di massima della copertura. Redigere, prima di ogni montaggio, un adeguato progetto statico (a firma di un tecnico abilitato) con relative verifiche di tutti i componenti strutturali che compongono la copertura o eventuali altre strutture connesse, in relazione al sito di installazione.
21/07/2011

COPERTURA EVENTS 14.00x12.50 m



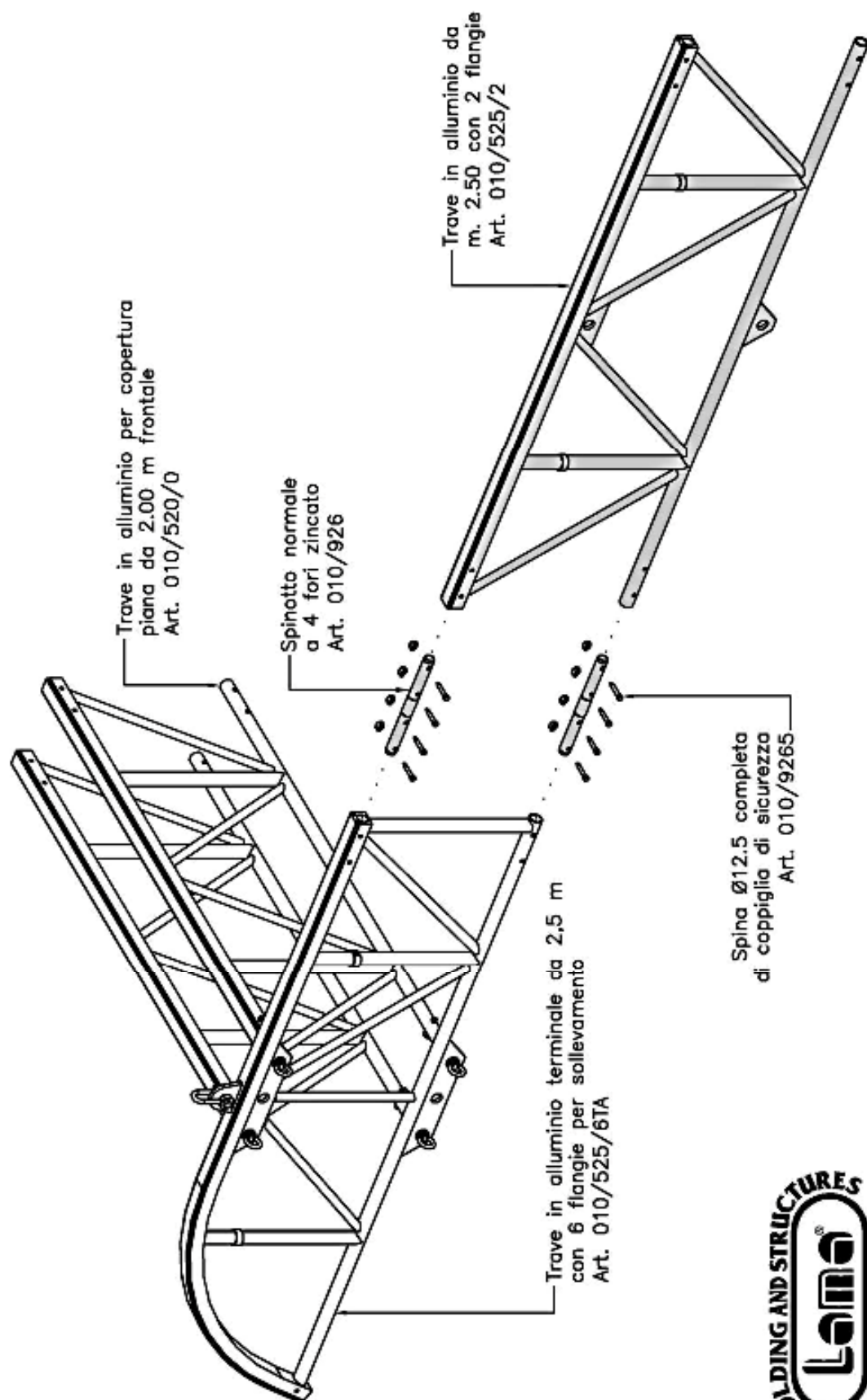
Particolare trave di sollevamento
art. 010/525/6TA

PARTICOLARE 1: MONTAGGIO TRAVI DI TESTA



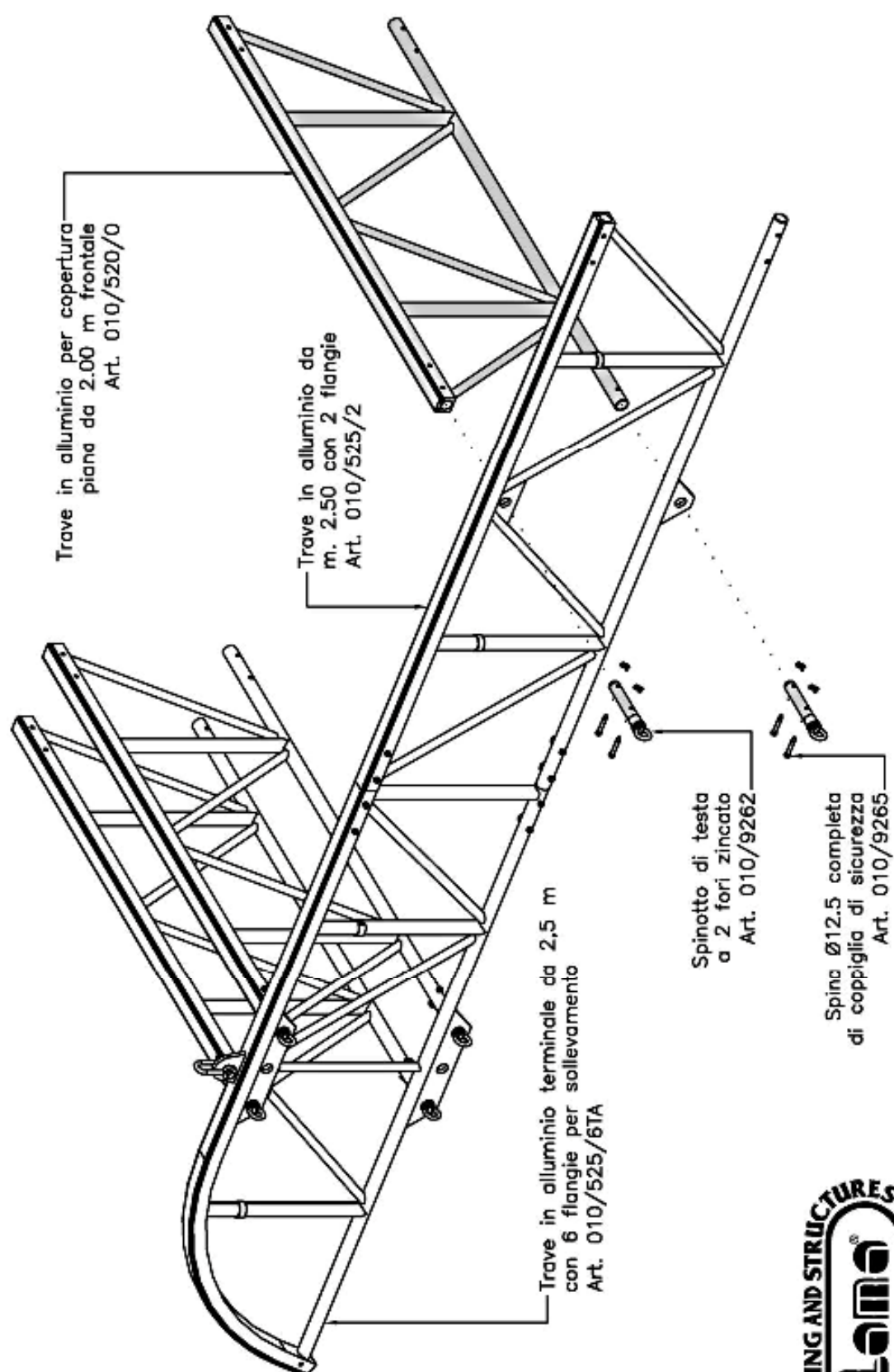
SCAFFOLDING AND STRUCTURES
Lama
ALUMINIUM

PARTICOLARE 2: MONTAGGIO TRAVI CONSECUTIVE DA 2.50 m



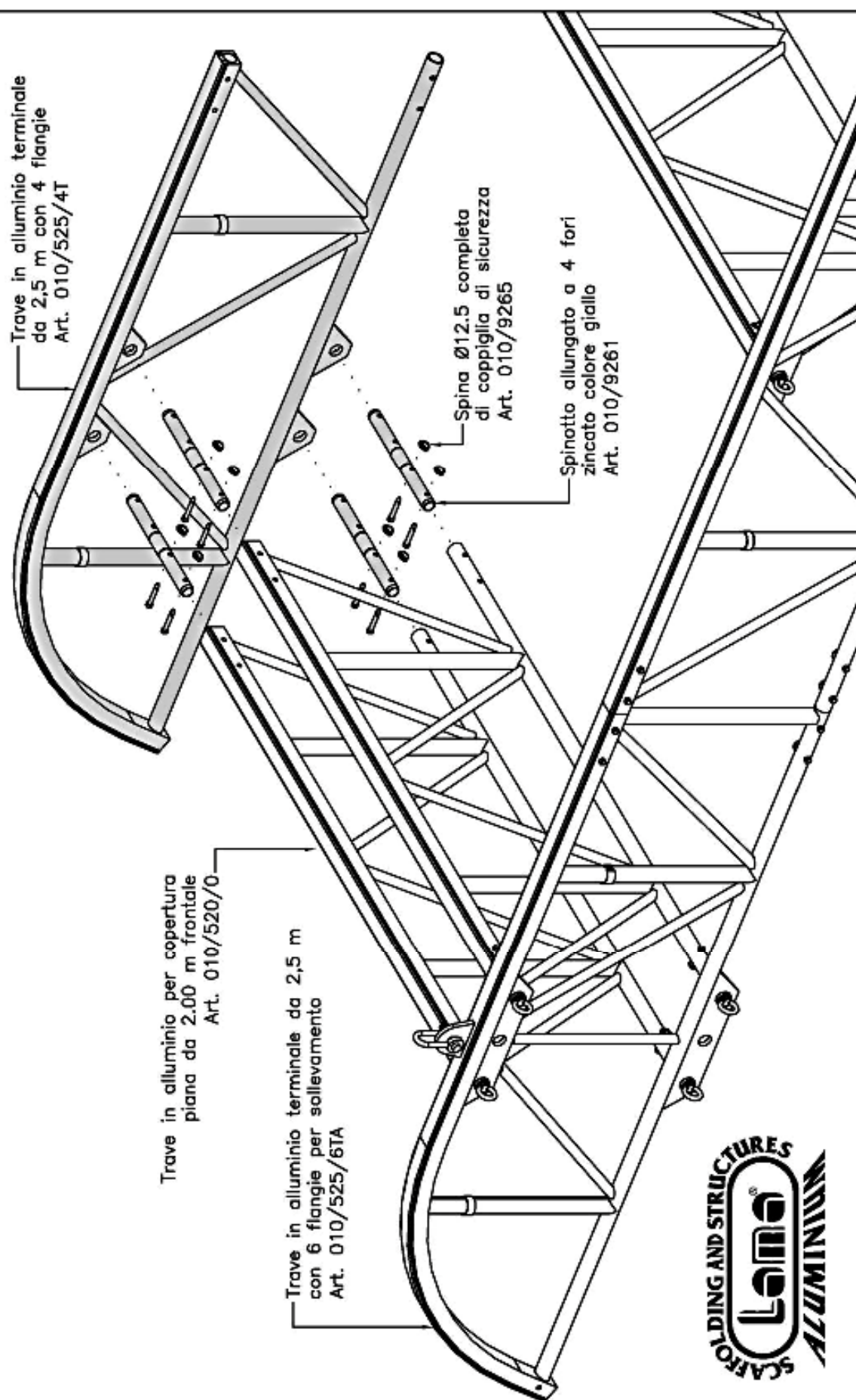
SCAFFOLDING AND STRUCTURES
Lama
ALUMINIUM

PARTICOLARE 3: MONTAGGIO TRAVI INTERMEDIE SENZA FLANGIE DA 2.00 m

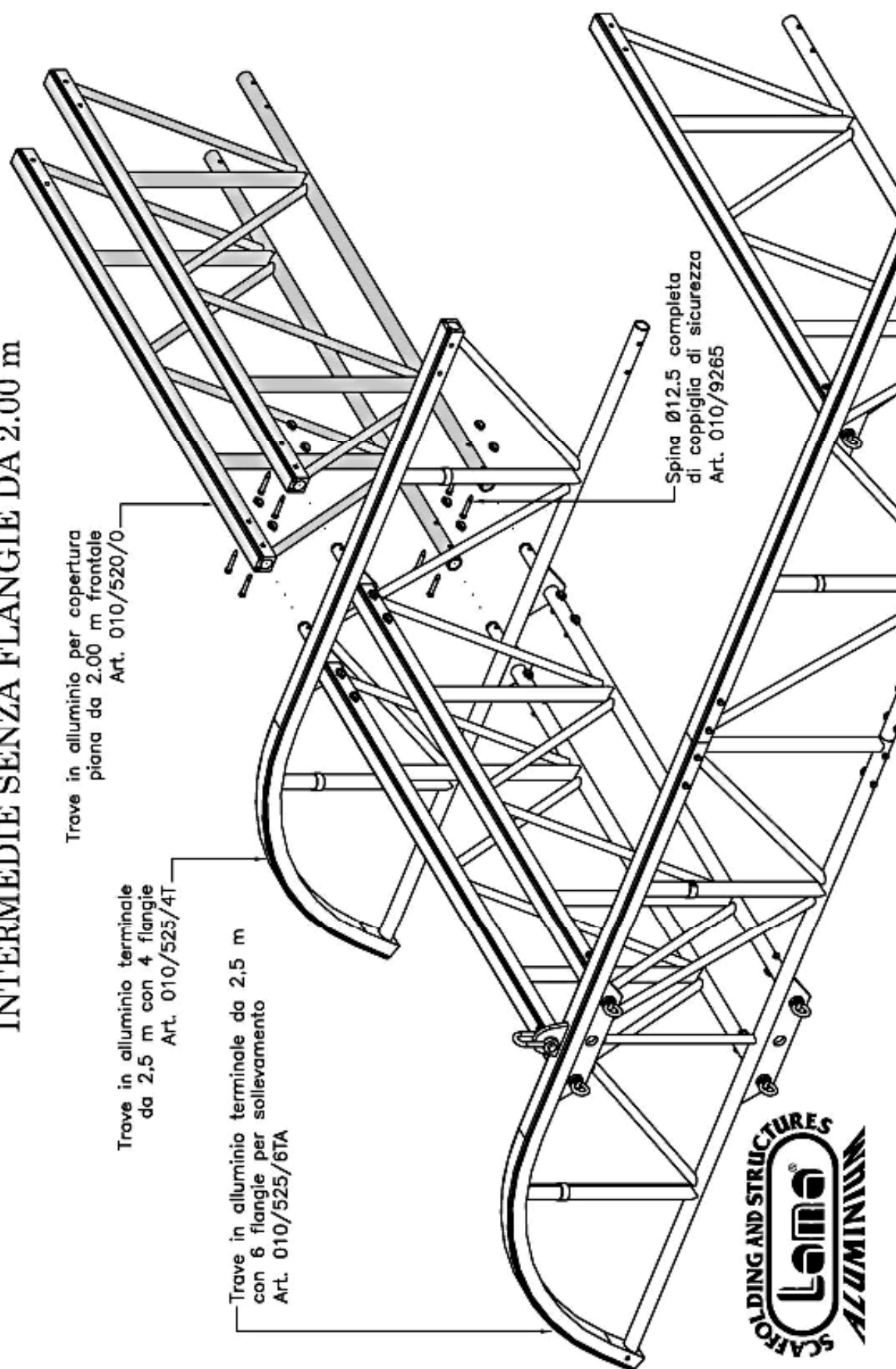


SCAFFOLDING AND STRUCTURES
Lama
ALUMINIUM

PARTICOLARE 4: MONTAGGIO TRAVI DI TESTATA INTERMEDIE DA 2.50 m

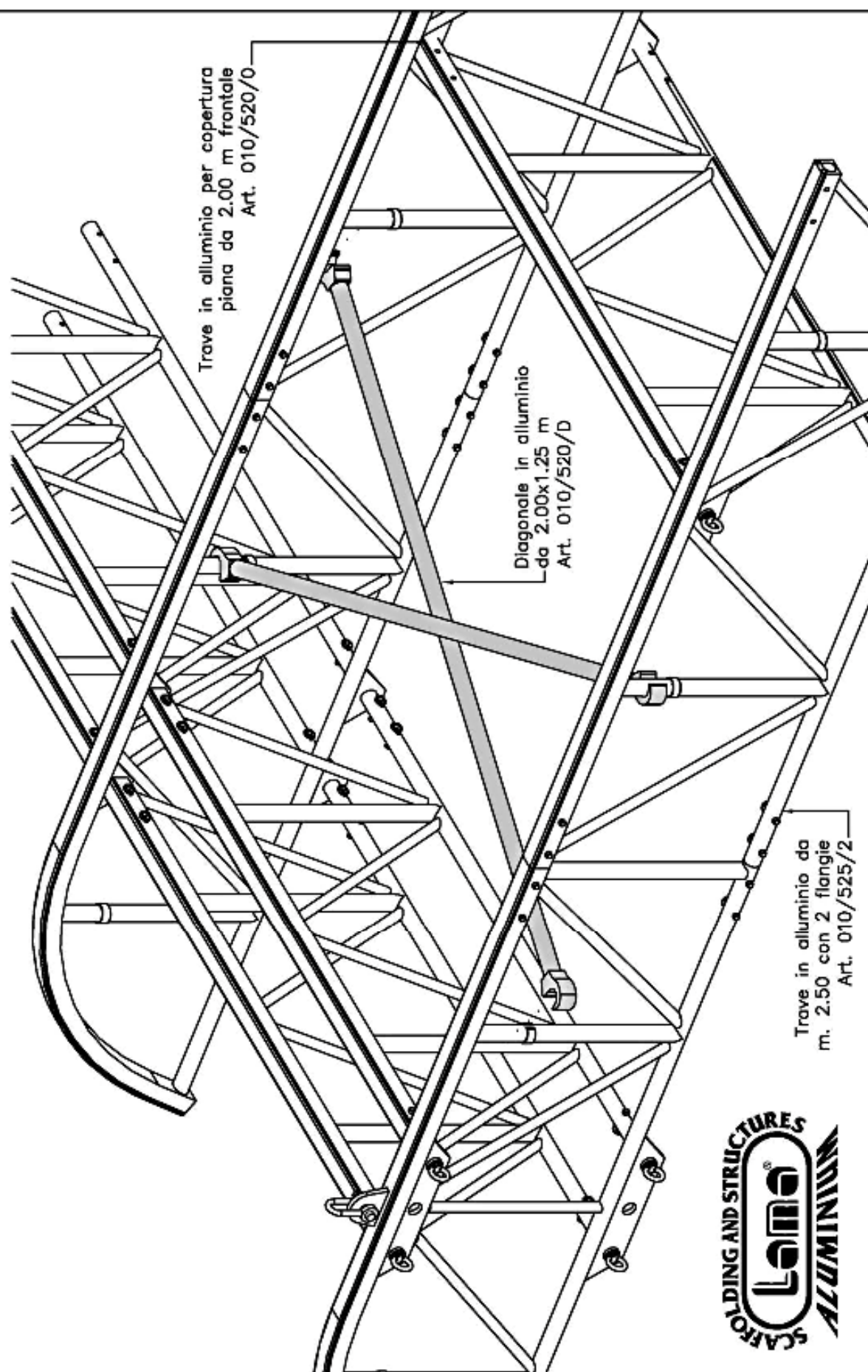


PARTICOLARE 5: FISSAGGIO DELLE TRAVI DI TESTATA MEDIANTE LA TRAVI INTERMEDIE SENZA FLANGIE DA 2.00 m



SCAFFOLDING AND STRUCTURES
Loma
ALUMINIUM

PARTICOLARE 6: MONTAGGIO DEI DIAGONALI DA 2.00x1.25 m





PARTICOLARE 7: MONTAGGIO DEL TELO DI COPERTURA

Trave in alluminio terminale da 2,5 m
con 6 flangie per sollevamento
Art. 010/525/6TA

Tubo in alluminio per
tensione telo con tappi da 1,9 m
Art. 010/100/190

Telo in PVC per
copertura piana int. 2.00 m
Art. 010/516

SCAFFOLDING AND STRUCTURES
Lama
ALUMINIUM

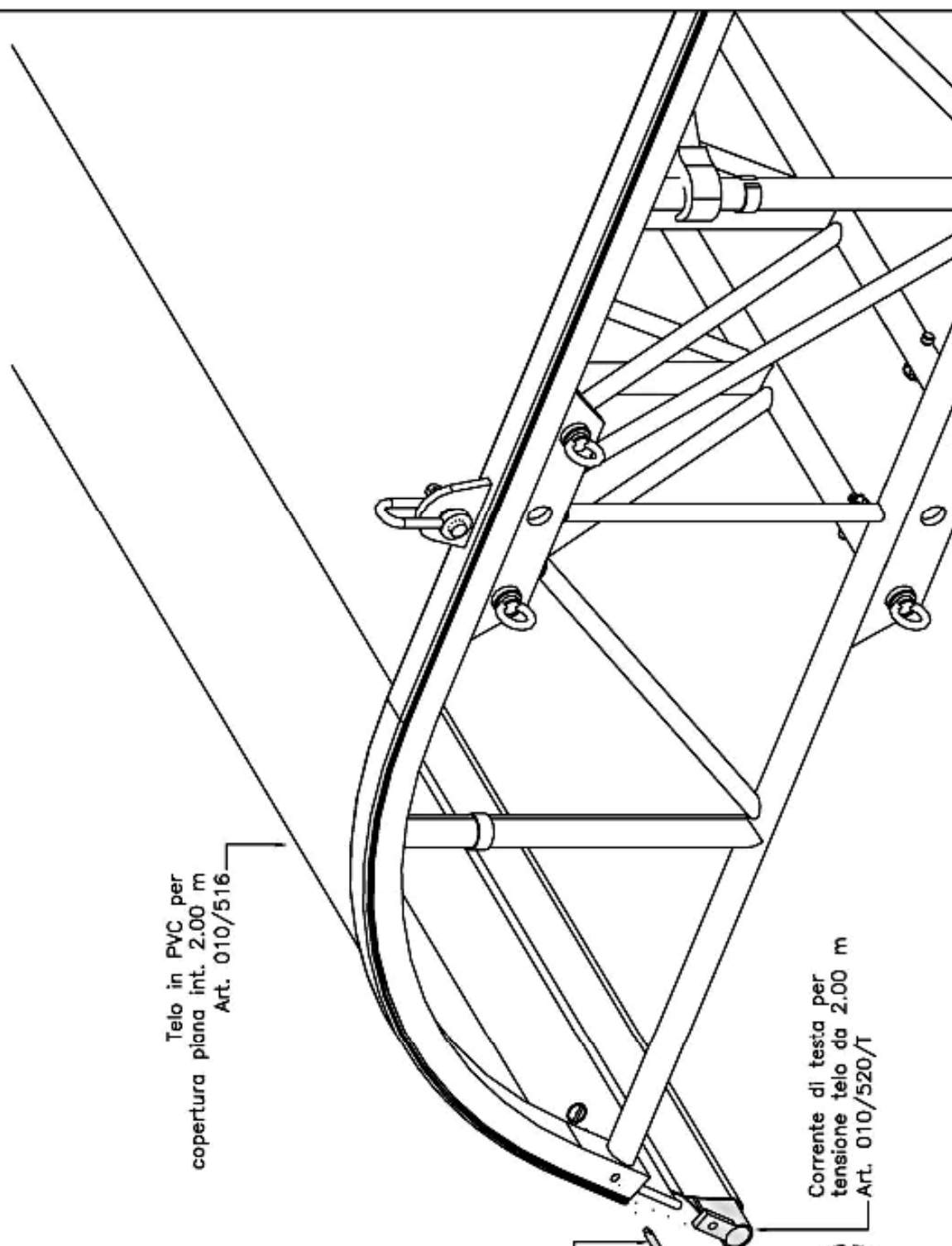
PARTICOLARE 8: MONTAGGIO DEL CORRENTE TENSIONE TELO DA 2.00 m LATO 1

Telo in PVC per
copertura plana int. 2.00 m
Art. 010/516

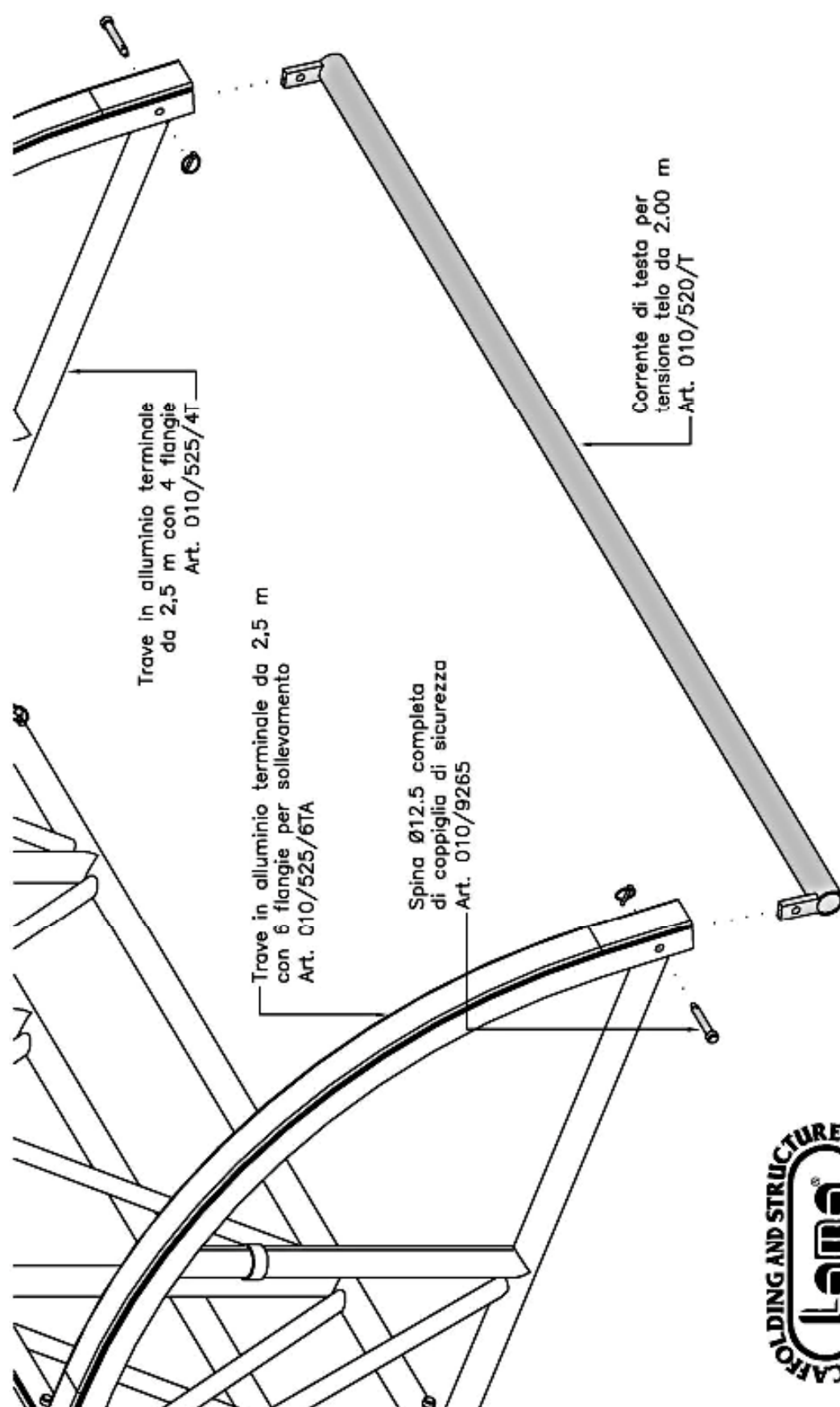
Spina Ø12.5 completa
di coppia di sicurezza
Art. 010/9265

Corrente di testa per
tensione telo da 2.00 m
Art. 010/520/T

SCAFFOLDING AND STRUCTURES
Lama
ALUMINIUM



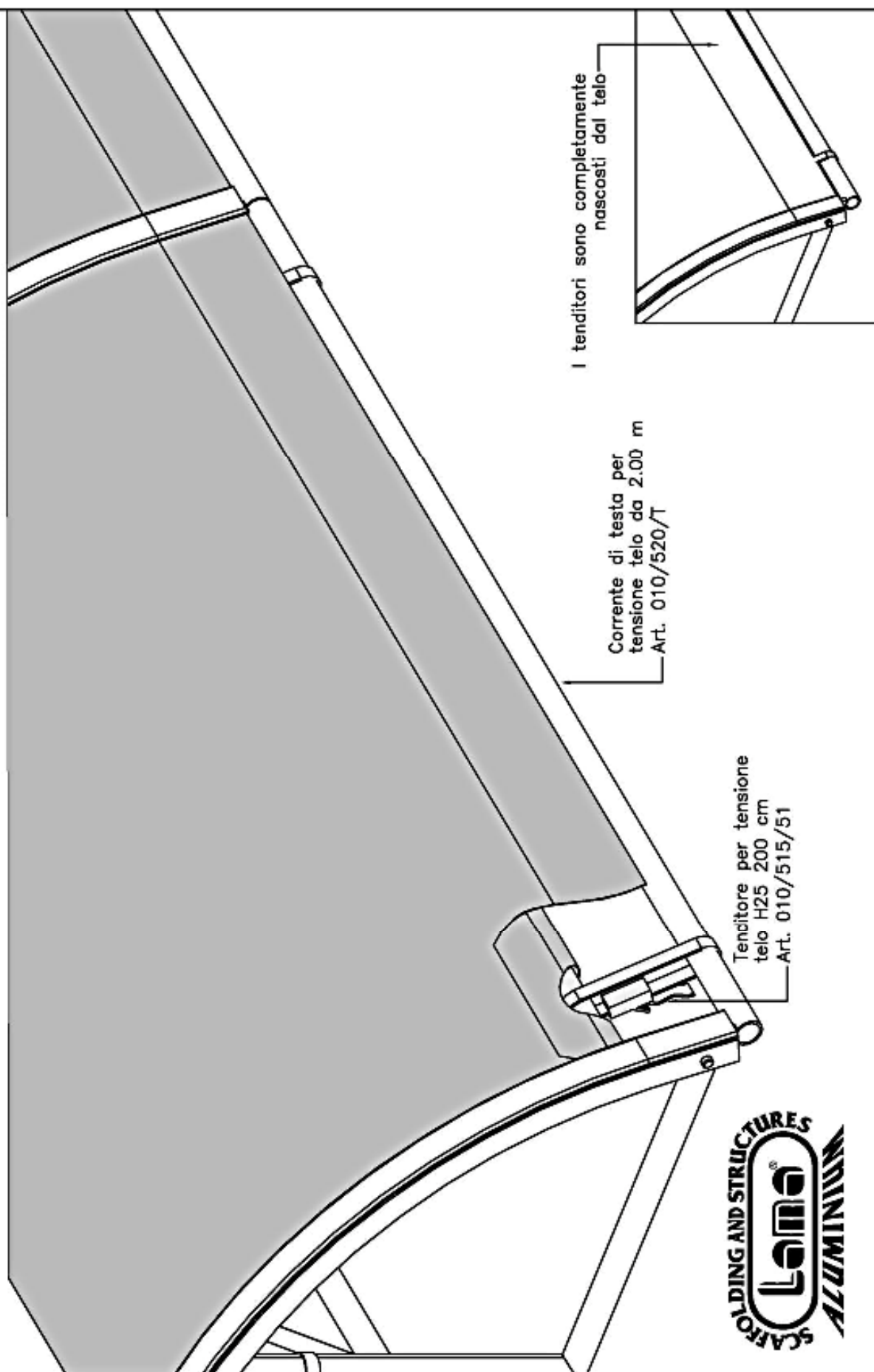
PARTICOLARE 9: MONTAGGIO DEL CORRENTE TENSIONE TELO DA 2.00 m LATO 2



SCAFFOLDING AND STRUCTURES
Lama
ALUMINIUM




PARTICOLARE 10: TENSIONAMENTO DEL TELO MEDIANTE TENDITORI





Spettacolo_COPERTURE










CARATTERISTICHE TECNICHE

ART.	DIM. MM	PESO KG	ART.	DIM. MM	PESO KG	ART.	DIM. MM	PESO KG
TRAVE PER COPERTURA PIANA PER SOLLEVAMENTO DI TESTATA			TRAVE PER COPERTURA PIANA CON 4 FLANGE DI TESTATA			TRAVE PER COPERTURA CON 2 FLANGE		
83210342500	2500x740	20.8	83210342504	2500x740	17.3	83210342502	2500x740	16.7
								
TRAVE PER COPERTURA CON 4 FLANGE			TRAVE PER COPERTURA CON 8 FLANGE			TRAVE PER COPERTURA PIANA PER SOLLEVAMENTO		
83210342504	2500x740	18.4	83210342506	2500x740	18.7	83210342508	2500x740	18.3
								
TRAVE DI COPERTURA PIANA FRONTALE			TRAVE PER COPERTURA PIANA FRONTALE			TRAVE PER COPERTURA A 2 FLANGE		
83210342000	2000x740	12.8	83210341500	1500x740	8.8	83210341252	1250x740	6.3
								



CARATTERISTICHE TECNICHE







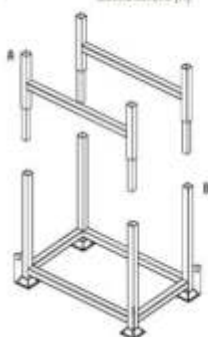

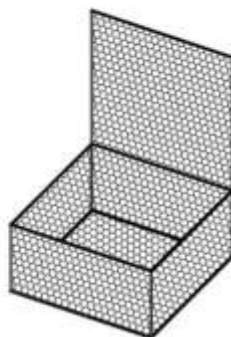
Azienda | Progetti | Prodotti **APILOSIO**

ART.	DIM. MM	PESO KG	ART.	DIM. MM	PESO KG	ART.	DIM. MM	PESO KG
TRAVE PER PENSILINA EVENTS			DIAGONALE PER COPERTURA PIANA			CORRENTE DI TESTATA PER TENSIONE TELO		
83251051900	1900x1050	14.0	832261251500	1500x2500	3.2	830230002000	2000	3.3
			832261252000	2000x2500	3.5	830230001500	1500	2.5
								
CORRENTE PER FISSAGGIO TELO			SPINOTTO PER COP. NORMALE CON 4 FORI Ø 13			SPINOTTO PER COP. ALLUNGATO CON 4 FORI Ø 13		
83010001900	1900	2.2	830930384004	ø 38x400	1.1	830930384154	ø 38x415	1.85
83010001400	1400	1.6						
								
SPINOTTO PER COP. DI TESTA CON 2 FORI Ø 13			SPINOTTO PER TRAVE A SBALZO IN ACCIAIO ZINGATO			SPINA PER COP. Ø 12.5x83 CON COPP. SICUREZZA		
830960382792	ø 38x252	1.1	830941103702	-	2.0	830621250830	ø 12.5x82	1.7
								

485

Spettacolo



ART.	DIM. MM	PESO KG	ART.	DIM. MM	PESO KG	ART.	DIM. MM	PESO KG
GUIDATELO IN ALLUMINIO BOX37 CON FIDINO			MORSETTO A TENAGLIA PER GUIDATELO BOX37			GUIDATELO IN ALLUMINIO BOX60		
83081037001	1000	1.95	83082001480	1.0		830810601000	1000	2.7
830810372001	2000	3.8				830810602000	2000	5.4
830810373001	3000	5.7				830810603000	3000	8.1
830810374001	4000	7.8				830810604000	4000	10.7
830810375001	5000	9.5				830810605000	5000	13.4
830810376001	6000	11.4				830810606000	6000	16.2
						con fori con giunzione per spinotto art. 830830084004		
								
SUPPORTO A PIASTRA PER GUIDATELO BOX90			TELI PER COPERTURA PIANA			TENDITORE H25-150S/GANCIO DA 3000 KG		
830840101201	-	0.24	83413200...	2000x5940-18.360	0.85	830892502000	-	0.4
			83413150...	1500x5940-18.360	0.65			
								
(A) PROLUNGHE PER CONTENITORE STANDARD (B) CONTENITORE STANDARD			CONTENITORE IN RETE			GABBIONE IMBALLO		
438010	1200x500	14.6	435000	1200x800x600 (H)	35.0	408010	1000x1000x500 (H)	8.0
438000	1200x800x600 (H)	44.1						
								



Carico utile - Travi IPE sollecitate a flessione

- Carico totale (kg) uniformemente distribuito, dedotto il peso proprio della trave
- Trave semplicemente appoggiata
- Sigma = 16 kg/mm²

Trave mm	Distanze tra gli appoggi m											
	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	6	7	8	9	10
80	1.270	1.011	837	712	617	543	483	391	324	272	231	196
100	2.173	1.731	1.435	1.222	1.062	936	835	681	569	482	414	357
120	3.369	2.686	2.228	1.900	1.653	1.460	1.304	1.067	896	764	660	574
140	4.923	3.927	3.260	2.783	2.423	2.141	1.915	1.572	1.324	1.134	984	861
160	6.925	5.526	4.590	3.920	3.415	3.021	2.704	2.224	1.877	1.613	1.404	1.233
180	9.326	7.444	6.186	5.285	4.606	4.077	3.651	3.008	2.544	2.190	1.912	1.685
200	12.390	9.892	8.223	7.027	6.128	5.426	4.862	4.011	3.396	2.930	2.562	2.263
220	16.076	12.837	10.673	9.124	7.959	7.050	6.320	5.219	4.425	3.822	3.348	2.964
240	20.694	16.527	13.745	11.753	10.255	9.086	8.149	6.734	5.715	4.943	4.336	3.844
270	27.377	21.869	18.191	15.559	13.580	12.037	10.799	8.933	7.590	6.574	5.775	5.129
300	35.570	28.418	23.643	20.226	17.658	15.657	14.051	11.632	9.892	8.576	7.543	6.709
330	45.540	36.388	30.278	25.907	22.623	20.063	18.010	14.918	12.696	11.017	9.700	8.637
360	57.716	46.122	38.382	32.846	28.687	25.445	22.847	18.934	16.123	14.001	12.337	10.995
400	73.851	59.021	49.124	42.045	36.727	32.583	29.262	24.264	20.674	17.966	15.844	14.134
450	95.845	76.606	63.767	54.586	47.690	42.317	38.012	31.534	26.885	23.379	20.635	18.424
500	123.211	98.487	81.989	70.192	61.333	54.433	48.903	40.586	34.620	30.122	26.604	23.771
550	156.012	124.714	103.831	88.900	77.688	68.956	61.960	51.439	43.893	38.208	33.762	30.185
600	196.172	156.828	130.578	111.811	97.720	86.747	77.956	64.740	55.265	48.128	42.550	38.063

Carico utile - Travi HEA sollecitate a flessione

- Carico totale (kg) uniformemente distribuito, dedotto il peso proprio della trave
- Trave semplicemente appoggiata
- Sigma = 16 kg/mm²

Distanze tra gli appoggi m												
Trave mm	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	6	7	8	9	10
100	4.623	3.684	3.054	2.602	2.262	1.994	1.779	1.452	1.214	1.031	885	764
120	6.763	5.393	4.476	3.818	3.322	2.934	2.622	2.148	1.804	1.542	1.333	1.162
140	9.896	7.895	6.556	5.597	4.874	4.309	3.855	3.167	2.669	2.289	1.988	1.742
160	14.026	11.193	9.300	7.943	6.922	6.124	5.483	4.513	3.812	3.278	2.857	2.513
180	18.719	14.944	12.420	10.613	9.253	8.192	7.339	6.050	5.120	4.414	3.856	3.403
200	24.786	19.791	16.453	14.064	12.266	10.863	9.737	8.036	6.810	5.879	5.145	4.551
220	32.872	26.252	21.830	18.665	16.284	14.427	12.937	10.688	9.067	7.839	6.873	6.090
240	43.086	34.414	28.623	24.478	21.362	18.931	16.981	14.040	11.923	10.319	9.059	8.038
260	53.393	42.653	35.482	30.350	26.492	23.484	21.071	17.434	14.817	12.837	11.282	10.024
280	64.679	51.675	42.992	36.779	32.110	28.470	25.551	21.152	17.969	15.597	13.720	12.202
300	80.463	64.291	53.495	45.771	39.967	35.443	31.815	26.350	22.422	19.454	17.125	15.245
320	94.461	75.481	62.811	53.748	46.938	41.630	37.374	30.966	26.361	22.883	20.156	17.955
340	107.182	85.651	71.280	60.999	53.276	47.257	42.432	35.167	29.948	26.008	22.920	20.428
360	120.800	96.539	80.347	68.795	60.064	53.284	47.850	39.669	33.794	29.360	25.886	23.085
400	147.654	118.011	98.228	84.079	73.452	65.173	58.537	48.551	41.383	35.976	31.743	28.331
450	185.064	147.925	123.143	105.421	92.112	81.745	73.438	60.941	51.975	45.216	39.928	35.669
500	226.890	181.373	151.002	129.286	112.980	100.280	90.105	74.803	63.829	55.560	49.094	43.890
550	265.012	211.860	176.398	151.044	132.008	117.184	105.308	87.452	74.651	65.008	57.471	51.409
600	306.012	244.649	203.711	174.444	152.472	135.363	121.667	101.055	86.288	75.168	66.480	59.494
650	349.956	279.794	232.987	199.527	174.408	154.850	139.184	115.639	98.766	86.064	76.142	68.167
700	399.016	319.029	265.671	227.528	198.896	176.604	158.750	131.917	112.693	98.224	86.925	77.845
800	491.200	392.758	327.993	280.158	244.928	217.502	195.539	162.539	138.903	121.120	107.239	96.090
900	606.536	485.002	403.937	345.998	302.512	268.662	241.566	200.835	171.676	149.744	132.630	118.888
1000	715.616	572.248	476.624	408.282	356.992	317.069	285.104	237.088	202.713	176.864	156.699	140.512





Caratteristiche dei materiali

Alluminio 6082

Lega EN AW- 6082 T6 (per spessori da 0.4 a 6 mm)

- resistenza al limite elastico corrispondente alla deformazione residua dello 0,2%: $f_{0,2} = 2500 \text{ daN/cm}^2$
- resistenza ultima: $f_u = 2900 \text{ daN/cm}^2$
- allungamento minimo: $A_{\min} = 8\%$
- modulo elastico: $E = 700000 \text{ daN/cm}^2$
- modulo elastico tangenziale: $G = 270000 \text{ daN/cm}^2$
- coefficiente di Poisson : $\nu = 0.3$
- coefficiente di dilatazione termica lineare: $\alpha = 23 \times 10^{-6}$
- massa specifica: $\gamma = 2700 \text{ kg/cm}^3$

Alluminio 7020

Lega EN AW- 7020 T6 (per spessori da 0.4 a 12.5 mm)

- resistenza al limite elastico corrispondente alla deformazione residua dello 0,2%: $f_{0,2} = 2800 \text{ daN/cm}^2$
- resistenza ultima: $f_u = 3500 \text{ daN/cm}^2$
- allungamento minimo: $A_{\min} = 10\%$
- modulo elastico: $E = 700000 \text{ daN/cm}^2$
- modulo elastico tangenziale: $G = 270000 \text{ daN/cm}^2$
- coefficiente di Poisson : $\nu = 0.3$
- coefficiente di dilatazione termica lineare: $\alpha = 23 \times 10^{-6}$
- massa specifica: $\gamma = 2700 \text{ kg/cm}^3$

Acciaio S235

Tipo di acciaio: S235

- Resistenza a rottura per trazione: $f_u \geq 3600 \text{ daN/cm}^2$ e $\leq 4900 \text{ daN/cm}^2$;
- Resistenza a snervamento: $f_y \geq 2350 \text{ daN/cm}^2$;
- Resilienza: $KV \geq 27 \text{ J}$;
- Allungamento percentuale a rottura: $\epsilon_t \geq 24\%$;
- Tensione normale: $\sigma_{adm} = 1600 \text{ daN/cm}^2$.

Acciaio RST 37-2 DIN 17120

Proprietà del materiale

Modulo Elastico $E = 210.000 \text{ N/mm}^2$

Modulo di elasticità trasversale $G = E : ((2 \times (1+\nu)))$

Coefficiente di Poisson $\nu = 0,30$

Coefficiente di espansione termica lineare per temperature fino a 100°C

$\alpha = 12 \times 10^{-6} \text{ per } ^\circ\text{C}^{-1}$

Densità $\rho = 7850 \text{ Kg/m}^3$

Spessore nominale dell'elemento t minore o uguale a 40 mm

Tensione di snervamento $f_y = 320 \text{ N/mm}^2$

Tensione di rottura $f_t = 480 \text{ N/mm}^2$

Resistenza delle membrature. (Punto 4.2.4.2 del D.M 14 Gennaio 2008)

Verifica a flessione monoassiale (retta)

Il momento flettente di calcolo deve rispettare la seguente condizione

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

La resistenza di calcolo a flessione retta della sezione $M_{c,Rd}$ vale:

Per le sezioni di classe 1 e 2

$M_{c,Rd} = M_{pl,Rd} = W_{pl} \times f_y : gM0$

Verifica a Compressione

La forza di compressione di calcolo N_{Ed} deve rispettare la seguente condizione

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

Dove la resistenza di calcolo a compressione della sezione $N_{c,Rd}$ vale

Per le Sezioni di classe 1

$N_{c,Rd} = A \times f_y : gM0$

Verifica di instabilità a Compressione

La verifica di stabilità di un'asta compressa si effettua nell'ipotesi che la sezione trasversale sia uniformemente compressa.

Deve risultare

$N_{Ed} : N_{b,Rd} \leq 1$

Dove la resistenza N_{Ed} è la compressione di calcolo e $N_{b,Rd}$ è la resistenza all'instabilità dell'asta compressa data da

Per le Sezioni di classe 1



$$N_{b,Rd} = c \times A \times f_{yk} : gM1$$

I coefficiente c dipendono dal tipo di sezione e dal tipo di acciaio impiegato; essi si desumono in funzione di appropriati valori della snellezza adimensionale l'' dalla seguente formula

$$c = 1 : ((f + (f_2 - l''^2)^{1/2})^{1/2} \leq 1,0$$

Dove

$$f = 0,5 (1 + a (l'' - 0,2) + l''^2)$$

a è il fattore di imperfezione, ricavato dalla tabella 4.2.VI

l'' è la snellezza pari a

Per le sezioni di classe 1

$$l'' = ((A \times f_{yk}) : N_{cr})^{1/2}$$

Dove

N_{cr} è il carico critico elastico basato sulle proprietà della sezione lorda e sulla lunghezza libera di inflessione dell'asta, calcolato per la modalità di collasso per instabilità appropriata.

$$N_{cr} = p_2 \times E \times J : l_0^2$$

Lunghezza libera di inflessione

$l_0 = b \times l$ da sostituire nel calcolo del carico critico elastico N_{cr} alla lunghezza l dell'asta quale risulta dallo schema strutturale.

Il coefficiente b deve essere valutato tenendo conto delle effettive condizioni di vincolo dell'asta nel piano di inflessione considerato

La snellezza di un'asta nel piano di verifica

$$l = l_0 : i$$

10 Lunghezza libera di inflessione

i = raggio di inerzia

Verifica a Taglio

Il valore di calcolo dell'azione tagliante V_{Ed} Deve rispettare la seguente condizione

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

Dove la resistenza di calcolo a taglio in assenza di torsione della sezione vale A_f

$$V_{c,Rd} = A_v \times f_{yk} : 3^{1/3} gM0$$

Dove

A_v è l'area resistente al taglio.

Per i profilati rettangolari cavi profilati a caldo di spessore uniforme si può assumere

$$A_v = A_h : (b+h) \text{ quando il carico è parallelo all'altezza del profilo}$$

$$A_v = A_b : (b+h) \text{ quando il carico è parallelo alla base del profilo}$$

Per sezioni circolari cave e tubi di spessore uniforme

$$A_v = 2A : p$$

A è l'area lorda del profilo

h è l'altezza delle sezioni cave

b è la larghezza per le sezioni cave



CALCOLO DELLA STRUTTURA

Per il calcolo di sollecitazioni e deformazioni delle strutture si sono adottate le ipotesi di materiali linearmente elastici. Le analisi sono svolte nelle ipotesi di piccoli spostamenti e piccole deformazioni impiegando i criteri della Scienza e della Tecnica delle Costruzioni.

La fase di verifica è stata condotta adottando il metodo di verifica agli “Stati limite” per la struttura soggetta a carichi statici.

Si sono valutati gli effetti dinamici durante la fase di sollevamento dei carichi.

Si ritiene a livello generale che i valori ottenuti nelle analisi di calcolo allo stato limite ultimo siano validi anche per la fase dinamica del sollevamento.

Le verifiche riportate nel presente documento rappresentano un estratto di tutte le verifiche effettuate. Si intende che, per quanto non riportato nella presente relazione, sono stati adottati i criteri di verifica sopra citati, controllando resistenza, stabilità e deformabilità con i medesimi coefficienti di sicurezza ed utilizzando i carichi definiti nella presente relazione.

VERIFICHE

Le verifiche verranno condotte secondo i dettami della normativa europea sull'alluminio, contenuta nell'Eurocodice 9:

- Verifica a flessione, inducendo, ove necessario, la riduzione indotta dal taglio che accompagna la flessione;
- Verifica al taglio;
- Verifica ad instabilità.

La normativa in effetti riporta la verifica di resistenza dell'anima nel caso in cui ci sia la presenza di forze localizzate indotte da carichi concentrati o da reazioni applicate alla trave, situazione che non si presenta dato che gli stessi saranno localizzati nei nodi delle travi, oltre al fatto che nel nostro caso il profilo portante risulta essere un tubolare cavo senza presenza di anima, quindi non verificabile in tal senso.

Anche la verifica ad instabilità flesso torsionale risulta essere superflua dato che il valore della sollecitazione torcente è minima sulle aste.

Verifica a flessione

Tale verifica si realizza, in assenza di azione tagliante, verificando che il valore del momento resistente di progetto a flessione M_{Rd} risulti inferiore ai momenti $M_{a,Rd}$ e $M_{c,Rd}$, così definiti:

$M_{a,Rd} = f_a W_{net} / \gamma_{M2}$ (relativo ad una sezione netta)

$M_{c,Rd} = f_{0a} W_{el} / \gamma_{M1}$ (relativo ad una sezione generica trasversale)

$\gamma_{M2} = 1.25$

$\gamma_{M1} = 1.10$

Alluminio 6086

$f_0 = f_{0,2} = 2500 \text{ daN/cm}^2$

$f_a = f_u = 2900 \text{ daN/cm}^2$

Alluminio 7020

$f_0 = f_{0,2} = 2800 \text{ daN/cm}^2$

$f_a = f_u = 3500 \text{ daN/cm}^2$

La verifica con il modulo elastico W_{el} tiene conto della sezione efficace con presenza eventualmente di softening ed instabilità locale, ma senza considerare la presenza di fori (non presenti nella nostra struttura), mentre il modulo elastico W_{net} relativo alla sezione netta tiene conto di zone termicamente alterate (HAZ), prendendo in considerazione i fori ed il fenomeno del softening.

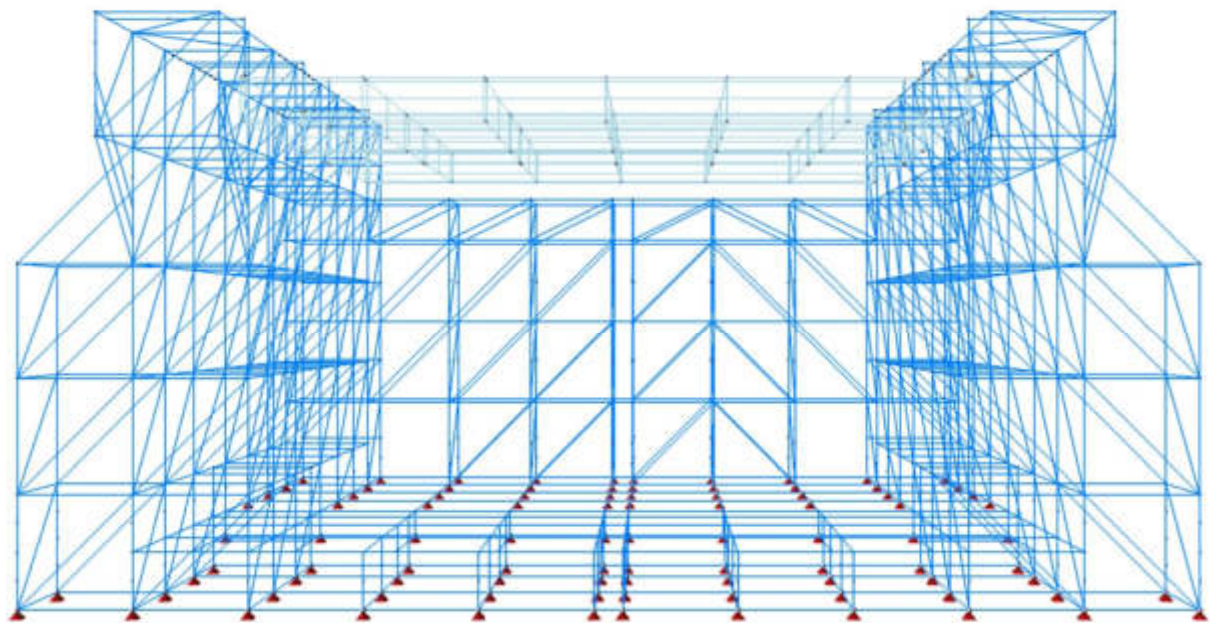
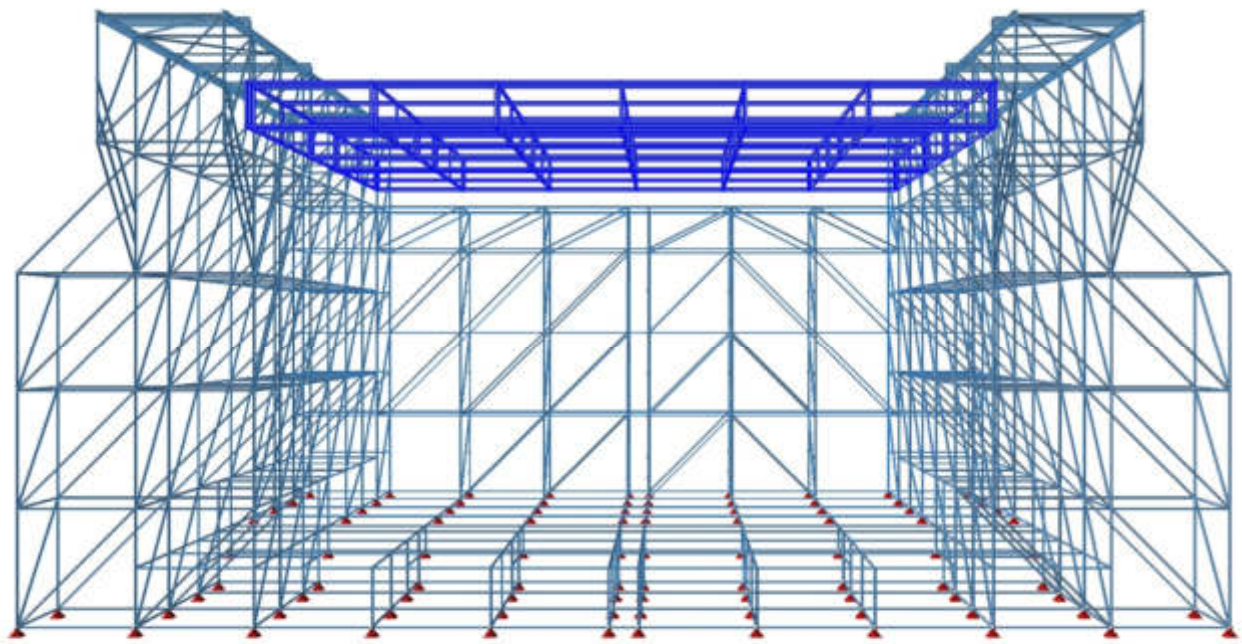
Il valore del fattore di forma α dipende dalla classe della sezione (catalogate da 1 a 4 nell'Eurocodice 9) in funzione di rapporti fra i moduli elastici e plastici della sezione.

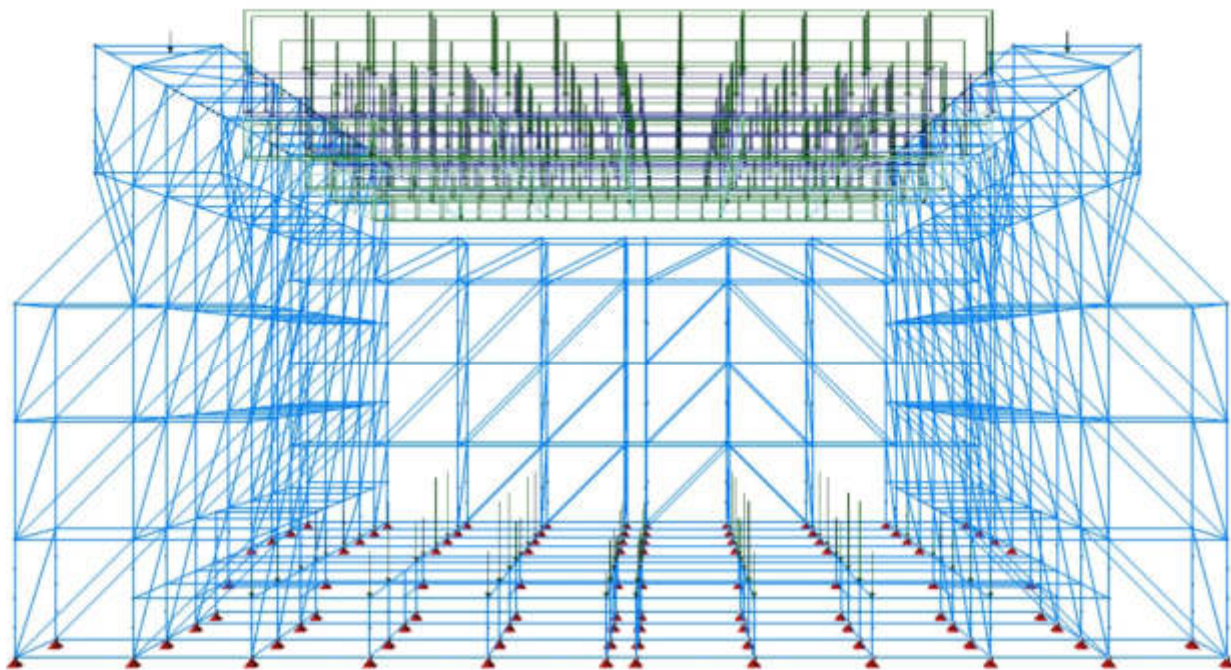
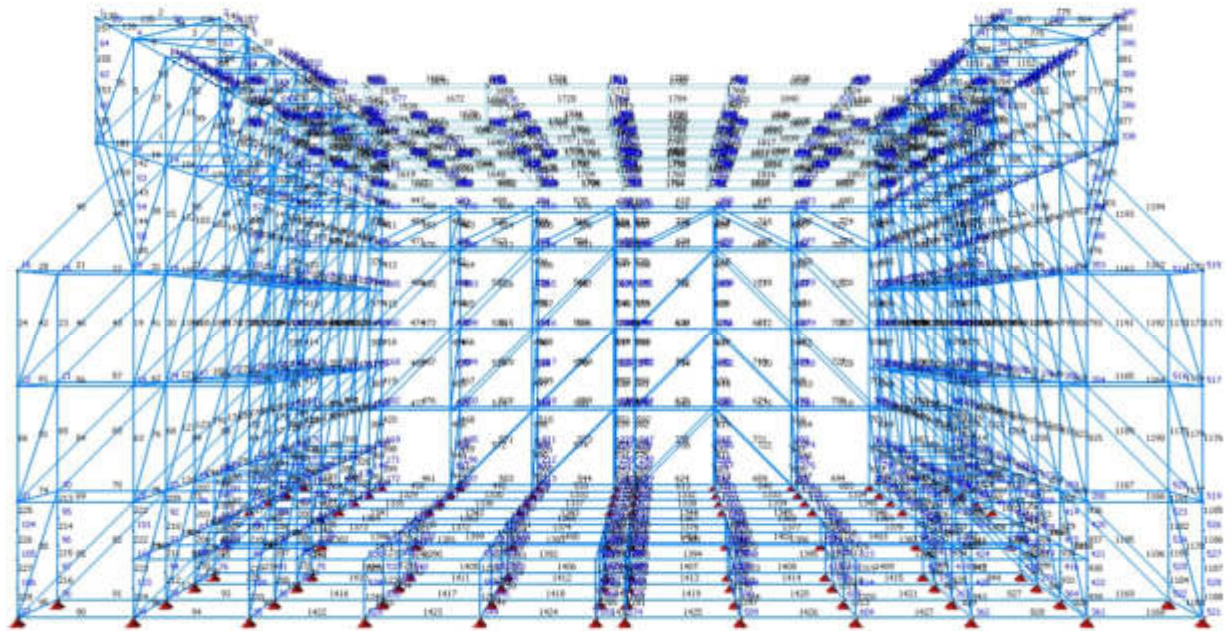
Dato che nella struttura in esame non sono presenti fori, possiamo avvalerci della seconda relazione, considerando che l'Eurocodice 9 definisce una riduzione tabellare dello spessore del tubolare di alluminio T6 per una larghezza funzione dello spessore dei piatti saldati pari a 0.65 per procedimento di saldatura MIG e 0.50 per saldatura TIG.

La verifica ad instabilità tiene conto dei paragrafi 5.9.3 e 5.9.4 dell'EC9, con la determinazione dei parametri di luce libera di inflessione, di snellezza, di coefficiente χ (paragrafo 5.8.3.1) come riportato nella verifica seguente.



MODELLO STRUTTURALE







CARICHI DISTRIBUITI SULLE ASTE. PESO PROPRIO IN DIREZIONE -Z								
Asta	Descrizione	Ascissa	Lunghezza	p1	p2	Tipo	Direzione	Gruppo
		m	m	kg/m	kg/m			
[652 - 680]	vento ver	0,00	2,00	20,0	20,0	Accidentale	z	Permanenti non strutturali
[642 - 667]		0,00	2,00	22,5	22,5	Permanente	z	-
[642 - 667]		0,00	2,00	35,0	35,0	Accidentale	z	Carichi da Vento
[653 - 681]		0,00	2,00	20,0	20,0	Accidentale	z	Permanenti non strutturali
[641 - 666]	vento ver	0,00	2,00	22,5	22,5	Permanente	z	-
[641 - 666]		0,00	2,00	35,0	35,0	Accidentale	z	Carichi da Vento
[649 - 677]	vento ver	0,00	2,00	22,5	22,5	Permanente	z	-
[649 - 677]		0,00	2,00	35,0	35,0	Accidentale	z	Carichi da Vento
[655 - 683]		0,00	2,00	20,0	20,0	Accidentale	z	Permanenti non strutturali
[644 - 670]	vento ver	0,00	2,00	22,5	22,5	Permanente	z	-
[644 - 670]		0,00	2,00	35,0	35,0	Accidentale	z	Carichi da Vento
[657 - 685]		0,00	2,00	20,0	20,0	Accidentale	z	Permanenti non strutturali
[643 - 669]	vento ver	0,00	2,00	22,5	22,5	Permanente	z	-
[643 - 669]		0,00	2,00	35,0	35,0	Accidentale	z	Carichi da Vento
[658 - 686]		0,00	2,00	20,0	20,0	Accidentale	z	Permanenti non strutturali
[646 - 673]		0,00	2,00	22,5	22,5	Permanente	z	-
[646 - 673]	vento ver	0,00	2,00	35,0	35,0	Accidentale	z	Carichi da Vento
[660 - 688]		0,00	2,00	20,0	20,0	Accidentale	z	Permanenti non strutturali
[645 - 672]		0,00	2,00	22,5	22,5	Permanente	z	-
[645 - 672]	vento ver	0,00	2,00	35,0	35,0	Accidentale	z	Carichi da Vento
[650 - 678]		0,00	2,00	22,5	22,5	Permanente	z	-
[650 - 678]		0,00	2,00	35,0	35,0	Accidentale	z	Carichi da Vento
[662 - 690]	vento ver	0,00	2,00	20,0	20,0	Accidentale	z	Permanenti non strutturali
[648 - 676]		0,00	2,00	22,5	22,5	Permanente	z	-
[648 - 676]		0,00	2,00	35,0	35,0	Accidentale	z	Carichi da Vento
[664 - 692]		0,00	2,00	20,0	20,0	Accidentale	z	Permanenti non strutturali
[647 - 675]	vento ver	0,00	2,00	22,5	22,5	Permanente	z	-
[647 - 675]		0,00	2,00	35,0	35,0	Accidentale	z	Carichi da Vento
[686 - 725]		0,00	2,00	20,0	20,0	Accidentale	z	Permanenti non strutturali
[673 - 719]		0,00	2,00	22,5	22,5	Permanente	z	-
[673 - 719]	vento ver	0,00	2,00	35,0	35,0	Accidentale	z	Carichi da Vento
[688 - 726]		0,00	2,00	20,0	20,0	Accidentale	z	Permanenti non strutturali
[672 - 718]		0,00	2,00	22,5	22,5	Permanente	z	-
[672 - 718]	vento ver	0,00	2,00	35,0	35,0	Accidentale	z	Carichi da Vento
[678 - 724]		0,00	2,00	22,5	22,5	Permanente	z	-



[678 - 724]	vento ver	0,00	2,00	35,0	35,0	Accidentale	z	Carichi da Vento
[690 - 728]		0,00	2,00	20,0	20,0	Accidentale	z	Permanenti non strutturali
[676 - 722]		0,00	2,00	22,5	22,5	Permanente	z	-
[676 - 722]	vento ver	0,00	2,00	35,0	35,0	Accidentale	z	Carichi da Vento
[692 - 729]		0,00	2,00	20,0	20,0	Accidentale	z	Permanenti non strutturali
[675 - 721]		0,00	2,00	22,5	22,5	Permanente	z	-
[675 - 721]	vento ver	0,00	2,00	35,0	35,0	Accidentale	z	Carichi da Vento
[680 - 738]		0,00	2,00	20,0	20,0	Accidentale	z	Permanenti non strutturali
[667 - 735]		0,00	2,00	22,5	22,5	Permanente	z	-
[667 - 735]	vento ver	0,00	2,00	35,0	35,0	Accidentale	z	Carichi da Vento
[681 - 739]		0,00	2,00	20,0	20,0	Accidentale	z	Permanenti non strutturali
[666 - 734]		0,00	2,00	22,5	22,5	Permanente	z	-
[666 - 734]	vento ver	0,00	2,00	35,0	35,0	Accidentale	z	Carichi da Vento
[677 - 736]		0,00	2,00	22,5	22,5	Permanente	z	-
[677 - 736]	vento ver	0,00	2,00	35,0	35,0	Accidentale	z	Carichi da Vento
[683 - 741]		0,00	2,00	20,0	20,0	Accidentale	z	Permanenti non strutturali
[670 - 737]		0,00	2,00	22,5	22,5	Permanente	z	-
[670 - 737]	vento ver	0,00	2,00	35,0	35,0	Accidentale	z	Carichi da Vento
[685 - 732]		0,00	2,00	20,0	20,0	Accidentale	z	Permanenti non strutturali
[669 - 723]		0,00	2,00	22,5	22,5	Permanente	z	-
[669 - 723]	vento ver	0,00	2,00	35,0	35,0	Accidentale	z	Carichi da Vento
[725 - 753]		0,00	2,00	20,0	20,0	Accidentale	z	Permanenti non strutturali
[719 - 747]		0,00	2,00	22,5	22,5	Permanente	z	-
[719 - 747]	vento ver	0,00	2,00	35,0	35,0	Accidentale	z	Carichi da Vento
[726 - 754]		0,00	2,00	20,0	20,0	Accidentale	z	Permanenti non strutturali
[718 - 746]		0,00	2,00	22,5	22,5	Permanente	z	-
[718 - 746]	vento ver	0,00	2,00	35,0	35,0	Accidentale	z	Carichi da Vento
[724 - 752]		0,00	2,00	22,5	22,5	Permanente	z	-
[724 - 752]	vento ver	0,00	2,00	35,0	35,0	Accidentale	z	Carichi da Vento
[728 - 756]		0,00	2,00	20,0	20,0	Accidentale	z	Permanenti non strutturali
[722 - 750]		0,00	2,00	22,5	22,5	Permanente	z	-
[722 - 750]	vento ver	0,00	2,00	35,0	35,0	Accidentale	z	Carichi da Vento
[729 - 757]		0,00	2,00	20,0	20,0	Accidentale	z	Permanenti non strutturali
[721 - 749]		0,00	2,00	22,5	22,5	Permanente	z	-
[721 - 749]	vento ver	0,00	2,00	35,0	35,0	Accidentale	z	Carichi da Vento
[738 - 766]		0,00	2,00	20,0	20,0	Accidentale	z	Permanenti non strutturali
[735 - 763]		0,00	2,00	22,5	22,5	Permanente	z	-



[735 - 763]	vento ver	0,00	2,00	35,0	35,0	Accidentale	z	Carichi da Vento
[739 - 767]		0,00	2,00	20,0	20,0	Accidentale	z	Permanenti non strutturali
[734 - 762]		0,00	2,00	22,5	22,5	Permanente	z	-
[734 - 762]	vento ver	0,00	2,00	35,0	35,0	Accidentale	z	Carichi da Vento
[736 - 764]		0,00	2,00	22,5	22,5	Permanente	z	-
[736 - 764]	vento ver	0,00	2,00	35,0	35,0	Accidentale	z	Carichi da Vento
[741 - 769]		0,00	2,00	20,0	20,0	Accidentale	z	Permanenti non strutturali
[737 - 765]		0,00	2,00	22,5	22,5	Permanente	z	-
[737 - 765]	vento ver	0,00	2,00	35,0	35,0	Accidentale	z	Carichi da Vento
[732 - 760]		0,00	2,00	20,0	20,0	Accidentale	z	Permanenti non strutturali
[723 - 751]		0,00	2,00	22,5	22,5	Permanente	z	-
[723 - 751]	vento ver	0,00	2,00	35,0	35,0	Accidentale	z	Carichi da Vento
[753 - 781]		0,00	2,00	20,0	20,0	Accidentale	z	Permanenti non strutturali
[747 - 775]		0,00	2,00	22,5	22,5	Permanente	z	-
[747 - 775]	vento ver	0,00	2,00	35,0	35,0	Accidentale	z	Carichi da Vento
[754 - 782]		0,00	2,00	20,0	20,0	Accidentale	z	Permanenti non strutturali
[746 - 774]		0,00	2,00	22,5	22,5	Permanente	z	-
[746 - 774]	vento ver	0,00	2,00	35,0	35,0	Accidentale	z	Carichi da Vento
[752 - 780]		0,00	2,00	22,5	22,5	Permanente	z	-
[752 - 780]	vento ver	0,00	2,00	35,0	35,0	Accidentale	z	Carichi da Vento
[756 - 784]		0,00	2,00	20,0	20,0	Accidentale	z	Permanenti non strutturali
[750 - 778]		0,00	2,00	22,5	22,5	Permanente	z	-
[750 - 778]	vento ver	0,00	2,00	35,0	35,0	Accidentale	z	Carichi da Vento
[757 - 785]		0,00	2,00	20,0	20,0	Accidentale	z	Permanenti non strutturali
[749 - 777]		0,00	2,00	22,5	22,5	Permanente	z	-
[749 - 777]	vento ver	0,00	2,00	35,0	35,0	Accidentale	z	Carichi da Vento
[766 - 794]		0,00	2,00	20,0	20,0	Accidentale	z	Permanenti non strutturali
[763 - 791]		0,00	2,00	22,5	22,5	Permanente	z	-
[763 - 791]	vento ver	0,00	2,00	35,0	35,0	Accidentale	z	Carichi da Vento
[767 - 795]		0,00	2,00	20,0	20,0	Accidentale	z	Permanenti non strutturali
[762 - 790]		0,00	2,00	22,5	22,5	Permanente	z	-
[762 - 790]	vento ver	0,00	2,00	35,0	35,0	Accidentale	z	Carichi da Vento
[764 - 792]		0,00	2,00	22,5	22,5	Permanente	z	-
[764 - 792]	vento ver	0,00	2,00	35,0	35,0	Accidentale	z	Carichi da Vento
[769 - 797]		0,00	2,00	20,0	20,0	Accidentale	z	Permanenti non strutturali
[765 - 793]		0,00	2,00	22,5	22,5	Permanente	z	-
[765 - 793]	vento ver	0,00	2,00	35,0	35,0	Accidentale	z	Carichi da Vento



[760 - 788]		0,00	2,00	20,0	20,0	Accidentale	z	Permanenti non strutturali
[751 - 779]		0,00	2,00	22,5	22,5	Permanente	z	-
[751 - 779]	vento ver	0,00	2,00	35,0	35,0	Accidentale	z	Carichi da Vento
[781 - 809]		0,00	2,00	20,0	20,0	Accidentale	z	Permanenti non strutturali
[775 - 803]		0,00	2,00	22,5	22,5	Permanente	z	-
[775 - 803]	vento ver	0,00	2,00	35,0	35,0	Accidentale	z	Carichi da Vento
[782 - 810]		0,00	2,00	20,0	20,0	Accidentale	z	Permanenti non strutturali
[774 - 802]		0,00	2,00	22,5	22,5	Permanente	z	-
[774 - 802]	vento ver	0,00	2,00	35,0	35,0	Accidentale	z	Carichi da Vento
[780 - 808]		0,00	2,00	22,5	22,5	Permanente	z	-
[780 - 808]	vento ver	0,00	2,00	35,0	35,0	Accidentale	z	Carichi da Vento
[784 - 812]		0,00	2,00	20,0	20,0	Accidentale	z	Permanenti non strutturali
[778 - 806]		0,00	2,00	22,5	22,5	Permanente	z	-
[778 - 806]	vento ver	0,00	2,00	35,0	35,0	Accidentale	z	Carichi da Vento
[785 - 813]		0,00	2,00	20,0	20,0	Accidentale	z	Permanenti non strutturali
[777 - 805]		0,00	2,00	22,5	22,5	Permanente	z	-
[777 - 805]	vento ver	0,00	2,00	35,0	35,0	Accidentale	z	Carichi da Vento
[794 - 822]		0,00	2,00	20,0	20,0	Accidentale	z	Permanenti non strutturali
[791 - 819]		0,00	2,00	22,5	22,5	Permanente	z	-
[791 - 819]	vento ver	0,00	2,00	35,0	35,0	Accidentale	z	Carichi da Vento
[795 - 823]		0,00	2,00	20,0	20,0	Accidentale	z	Permanenti non strutturali
[790 - 818]		0,00	2,00	22,5	22,5	Permanente	z	-
[790 - 818]	vento ver	0,00	2,00	35,0	35,0	Accidentale	z	Carichi da Vento
[792 - 820]		0,00	2,00	22,5	22,5	Permanente	z	-
[792 - 820]	vento ver	0,00	2,00	35,0	35,0	Accidentale	z	Carichi da Vento
[797 - 825]		0,00	2,00	20,0	20,0	Accidentale	z	Permanenti non strutturali
[793 - 821]		0,00	2,00	22,5	22,5	Permanente	z	-
[793 - 821]	vento ver	0,00	2,00	35,0	35,0	Accidentale	z	Carichi da Vento
[788 - 816]		0,00	2,00	20,0	20,0	Accidentale	z	Permanenti non strutturali
[779 - 807]		0,00	2,00	22,5	22,5	Permanente	z	-
[779 - 807]	vento ver	0,00	2,00	35,0	35,0	Accidentale	z	Carichi da Vento
[809 - 710]		0,00	2,00	20,0	20,0	Accidentale	z	Permanenti non strutturali
[803 - 698]		0,00	2,00	22,5	22,5	Permanente	z	-
[803 - 698]	vento ver	0,00	2,00	35,0	35,0	Accidentale	z	Carichi da Vento
[810 - 712]		0,00	2,00	20,0	20,0	Accidentale	z	Permanenti non strutturali
[802 - 697]		0,00	2,00	22,5	22,5	Permanente	z	-
[802 - 697]	vento ver	0,00	2,00	35,0	35,0	Accidentale	z	Carichi da Vento



[808 - 702]		0,00	2,00	22,5	22,5	Permanente	z	-
[808 - 702]	vento ver	0,00	2,00	35,0	35,0	Accidentale	z	Carichi da Vento
[812 - 714]		0,00	2,00	20,0	20,0	Accidentale	z	Permanenti non strutturali
[806 - 700]		0,00	2,00	22,5	22,5	Permanente	z	-
[806 - 700]	vento ver	0,00	2,00	35,0	35,0	Accidentale	z	Carichi da Vento
[813 - 716]		0,00	2,00	20,0	20,0	Accidentale	z	Permanenti non strutturali
[805 - 699]		0,00	2,00	22,5	22,5	Permanente	z	-
[805 - 699]	vento ver	0,00	2,00	35,0	35,0	Accidentale	z	Carichi da Vento
[822 - 704]		0,00	2,00	20,0	20,0	Accidentale	z	Permanenti non strutturali
[819 - 694]		0,00	2,00	22,5	22,5	Permanente	z	-
[819 - 694]	vento ver	0,00	2,00	35,0	35,0	Accidentale	z	Carichi da Vento
[823 - 705]		0,00	2,00	20,0	20,0	Accidentale	z	Permanenti non strutturali
[818 - 693]		0,00	2,00	22,5	22,5	Permanente	z	-
[818 - 693]	vento ver	0,00	2,00	35,0	35,0	Accidentale	z	Carichi da Vento
[820 - 701]		0,00	2,00	22,5	22,5	Permanente	z	-
[820 - 701]	vento ver	0,00	2,00	35,0	35,0	Accidentale	z	Carichi da Vento
[825 - 707]		0,00	2,00	20,0	20,0	Accidentale	z	Permanenti non strutturali
[821 - 696]		0,00	2,00	22,5	22,5	Permanente	z	-
[821 - 696]	vento ver	0,00	2,00	35,0	35,0	Accidentale	z	Carichi da Vento
[816 - 709]		0,00	2,00	20,0	20,0	Accidentale	z	Permanenti non strutturali
[807 - 695]		0,00	2,00	22,5	22,5	Permanente	z	-
[807 - 695]	vento ver	0,00	2,00	35,0	35,0	Accidentale	z	Carichi da Vento

CARICHI SUI NODI					
Nodo	Descrizione	Valore	Tipo	Direzione	Gruppo
		kg			
52		500,0	Accidentale	z	Permanenti non strutturali
78	pubblico	500,0	Accidentale	z	Categoria C (aree di congresso)
78	artisti	200,0	Accidentale	z	Categoria C (aree di congresso)
84	pubblico	1.000,0	Accidentale	z	Categoria C (aree di congresso)
84	artisti	400,0	Accidentale	z	Categoria C (aree di congresso)
90	pubblico	1.000,0	Accidentale	z	Categoria C (aree di congresso)
90	artisti	400,0	Accidentale	z	Categoria C (aree di congresso)
99	pubblico	500,0	Accidentale	z	Categoria C (aree di congresso)
99	artisti	200,0	Accidentale	z	Categoria C (aree di congresso)
122	pubblico	1.000,0	Accidentale	z	Categoria C (aree di congresso)
122	artisti	400,0	Accidentale	z	Categoria C (aree di congresso)



136	pubblico	1.000,0	Accidentale	z	Categoria C (aree di congresso)
136	artisti	400,0	Accidentale	z	Categoria C (aree di congresso)
150	pubblico	500,0	Accidentale	z	Categoria C (aree di congresso)
150	artisti	200,0	Accidentale	z	Categoria C (aree di congresso)
177	vento OR	100,0	Accidentale	y	Carichi da Vento
178	vento OR	200,0	Accidentale	y	Carichi da Vento
179	vento OR	200,0	Accidentale	y	Carichi da Vento
180	vento OR	400,0	Accidentale	y	Carichi da Vento
181	vento OR	100,0	Accidentale	y	Carichi da Vento
182	vento OR	200,0	Accidentale	y	Carichi da Vento
188	pubblico	1.000,0	Accidentale	z	Categoria C (aree di congresso)
188	artisti	400,0	Accidentale	z	Categoria C (aree di congresso)
198	vento OR	200,0	Accidentale	y	Carichi da Vento
199	vento OR	400,0	Accidentale	y	Carichi da Vento
200	vento OR	200,0	Accidentale	y	Carichi da Vento
204	pubblico	1.000,0	Accidentale	z	Categoria C (aree di congresso)
204	artisti	400,0	Accidentale	z	Categoria C (aree di congresso)
214	vento OR	200,0	Accidentale	y	Carichi da Vento
216	vento OR	400,0	Accidentale	y	Carichi da Vento
218	vento OR	200,0	Accidentale	y	Carichi da Vento
222	pubblico	500,0	Accidentale	z	Categoria C (aree di congresso)
222	artisti	200,0	Accidentale	z	Categoria C (aree di congresso)
232	vento OR	100,0	Accidentale	y	Carichi da Vento
234	vento OR	200,0	Accidentale	y	Carichi da Vento
236	vento OR	100,0	Accidentale	y	Carichi da Vento
240	pubblico	500,0	Accidentale	z	Categoria C (aree di congresso)
240	artisti	200,0	Accidentale	z	Categoria C (aree di congresso)
250	vento OR	100,0	Accidentale	y	Carichi da Vento
252	vento OR	200,0	Accidentale	y	Carichi da Vento
254	vento OR	100,0	Accidentale	y	Carichi da Vento
258	pubblico	1.000,0	Accidentale	z	Categoria C (aree di congresso)
258	artisti	400,0	Accidentale	z	Categoria C (aree di congresso)
268	vento OR	200,0	Accidentale	y	Carichi da Vento
270	vento OR	400,0	Accidentale	y	Carichi da Vento
272	vento OR	200,0	Accidentale	y	Carichi da Vento
276	pubblico	1.000,0	Accidentale	z	Categoria C (aree di congresso)
276	artisti	400,0	Accidentale	z	Categoria C (aree di congresso)
286	vento OR	200,0	Accidentale	y	Carichi da Vento
288	vento OR	400,0	Accidentale	y	Carichi da Vento
290	vento OR	200,0	Accidentale	y	Carichi da Vento
294	pubblico	500,0	Accidentale	z	Categoria C (aree di congresso)
294	artisti	200,0	Accidentale	z	Categoria C (aree di congresso)
304	vento OR	200,0	Accidentale	y	Carichi da Vento
306	vento OR	400,0	Accidentale	y	Carichi da Vento
308	vento OR	200,0	Accidentale	y	Carichi da Vento
378		500,0	Accidentale	z	Permanenti non strutturali
406	pubblico	500,0	Accidentale	z	Categoria C (aree di congresso)



406	artisti	200,0	Accidentale	z	Categoria C (aree di congresso)
412	pubblico	1.000,0	Accidentale	z	Categoria C (aree di congresso)
412	artisti	400,0	Accidentale	z	Categoria C (aree di congresso)
418	pubblico	1.000,0	Accidentale	z	Categoria C (aree di congresso)
418	artisti	400,0	Accidentale	z	Categoria C (aree di congresso)
424	pubblico	500,0	Accidentale	z	Categoria C (aree di congresso)
424	artisti	200,0	Accidentale	z	Categoria C (aree di congresso)
445	pubblico	1.000,0	Accidentale	z	Categoria C (aree di congresso)
445	artisti	400,0	Accidentale	z	Categoria C (aree di congresso)
459	pubblico	1.000,0	Accidentale	z	Categoria C (aree di congresso)
459	artisti	400,0	Accidentale	z	Categoria C (aree di congresso)
483	vento OR	100,0	Accidentale	y	Carichi da Vento
484	vento OR	200,0	Accidentale	y	Carichi da Vento
485	vento OR	100,0	Accidentale	y	Carichi da Vento
532	pubblico	1.000,0	Accidentale	z	Categoria C (aree di congresso)
532	artisti	400,0	Accidentale	z	Categoria C (aree di congresso)
536	pubblico	2.000,0	Accidentale	z	Categoria C (aree di congresso)
536	artisti	800,0	Accidentale	z	Categoria C (aree di congresso)
538	pubblico	1.000,0	Accidentale	z	Categoria C (aree di congresso)
538	artisti	400,0	Accidentale	z	Categoria C (aree di congresso)
542	pubblico	2.000,0	Accidentale	z	Categoria C (aree di congresso)
542	artisti	800,0	Accidentale	z	Categoria C (aree di congresso)
543	pubblico	2.000,0	Accidentale	z	Categoria C (aree di congresso)
543	artisti	800,0	Accidentale	z	Categoria C (aree di congresso)
547	pubblico	1.000,0	Accidentale	z	Categoria C (aree di congresso)
547	artisti	400,0	Accidentale	z	Categoria C (aree di congresso)
549	pubblico	2.000,0	Accidentale	z	Categoria C (aree di congresso)
549	artisti	800,0	Accidentale	z	Categoria C (aree di congresso)
551	pubblico	2.000,0	Accidentale	z	Categoria C (aree di congresso)
551	artisti	800,0	Accidentale	z	Categoria C (aree di congresso)
553	pubblico	1.000,0	Accidentale	z	Categoria C (aree di congresso)
553	artisti	400,0	Accidentale	z	Categoria C (aree di congresso)
557	pubblico	2.000,0	Accidentale	z	Categoria C (aree di congresso)
557	artisti	800,0	Accidentale	z	Categoria C (aree di congresso)
558	pubblico	2.000,0	Accidentale	z	Categoria C (aree di congresso)
558	artisti	800,0	Accidentale	z	Categoria C (aree di congresso)
562	pubblico	500,0	Accidentale	z	Categoria C (aree di congresso)
562	artisti	200,0	Accidentale	z	Categoria C (aree di congresso)



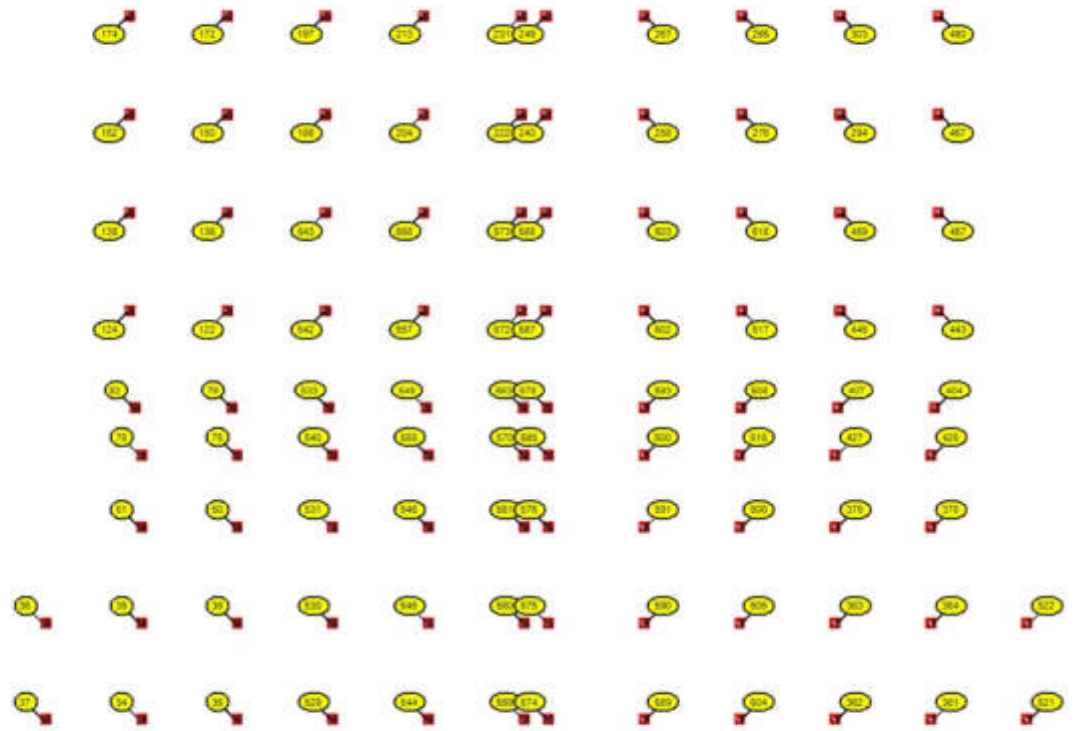
564	pubblico	1.000,0	Accidentale	z	Categoria C (aree di congresso)
564	artisti	400,0	Accidentale	z	Categoria C (aree di congresso)
566	pubblico	1.000,0	Accidentale	z	Categoria C (aree di congresso)
566	artisti	400,0	Accidentale	z	Categoria C (aree di congresso)
568	pubblico	500,0	Accidentale	z	Categoria C (aree di congresso)
568	artisti	200,0	Accidentale	z	Categoria C (aree di congresso)
572	pubblico	1.000,0	Accidentale	z	Categoria C (aree di congresso)
572	artisti	400,0	Accidentale	z	Categoria C (aree di congresso)
573	pubblico	1.000,0	Accidentale	z	Categoria C (aree di congresso)
573	artisti	400,0	Accidentale	z	Categoria C (aree di congresso)
577	pubblico	500,0	Accidentale	z	Categoria C (aree di congresso)
577	artisti	200,0	Accidentale	z	Categoria C (aree di congresso)
579	pubblico	1.000,0	Accidentale	z	Categoria C (aree di congresso)
579	artisti	400,0	Accidentale	z	Categoria C (aree di congresso)
581	pubblico	1.000,0	Accidentale	z	Categoria C (aree di congresso)
581	artisti	400,0	Accidentale	z	Categoria C (aree di congresso)
583	pubblico	500,0	Accidentale	z	Categoria C (aree di congresso)
583	artisti	200,0	Accidentale	z	Categoria C (aree di congresso)
587	pubblico	1.000,0	Accidentale	z	Categoria C (aree di congresso)
587	artisti	400,0	Accidentale	z	Categoria C (aree di congresso)
588	pubblico	1.000,0	Accidentale	z	Categoria C (aree di congresso)
588	artisti	400,0	Accidentale	z	Categoria C (aree di congresso)
592	pubblico	1.000,0	Accidentale	z	Categoria C (aree di congresso)
592	artisti	400,0	Accidentale	z	Categoria C (aree di congresso)
594	pubblico	2.000,0	Accidentale	z	Categoria C (aree di congresso)
594	artisti	800,0	Accidentale	z	Categoria C (aree di congresso)
596	pubblico	2.000,0	Accidentale	z	Categoria C (aree di congresso)
596	artisti	800,0	Accidentale	z	Categoria C (aree di congresso)
598	pubblico	1.000,0	Accidentale	z	Categoria C (aree di congresso)
598	artisti	400,0	Accidentale	z	Categoria C (aree di congresso)
602	pubblico	2.000,0	Accidentale	z	Categoria C (aree di congresso)
602	artisti	800,0	Accidentale	z	Categoria C (aree di congresso)
603	pubblico	2.000,0	Accidentale	z	Categoria C (aree di congresso)
603	artisti	800,0	Accidentale	z	Categoria C (aree di congresso)
607	pubblico	1.000,0	Accidentale	z	Categoria C (aree di congresso)
607	artisti	400,0	Accidentale	z	Categoria C (aree di congresso)
609	pubblico	2.000,0	Accidentale	z	Categoria C (aree di congresso)



609	artisti	800,0	Accidentale	z	Categoria C (aree di congresso)
611	pubblico	2.000,0	Accidentale	z	Categoria C (aree di congresso)
611	artisti	800,0	Accidentale	z	Categoria C (aree di congresso)
613	pubblico	1.000,0	Accidentale	z	Categoria C (aree di congresso)
613	artisti	400,0	Accidentale	z	Categoria C (aree di congresso)
617	pubblico	2.000,0	Accidentale	z	Categoria C (aree di congresso)
617	artisti	800,0	Accidentale	z	Categoria C (aree di congresso)
618	pubblico	2.000,0	Accidentale	z	Categoria C (aree di congresso)
618	artisti	800,0	Accidentale	z	Categoria C (aree di congresso)
620	pubblico	1.000,0	Accidentale	z	Categoria C (aree di congresso)
620	artisti	400,0	Accidentale	z	Categoria C (aree di congresso)
621	pubblico	1.000,0	Accidentale	z	Categoria C (aree di congresso)
621	artisti	400,0	Accidentale	z	Categoria C (aree di congresso)
627	pubblico	1.000,0	Accidentale	z	Categoria C (aree di congresso)
627	artisti	400,0	Accidentale	z	Categoria C (aree di congresso)
628	pubblico	1.000,0	Accidentale	z	Categoria C (aree di congresso)
628	artisti	400,0	Accidentale	z	Categoria C (aree di congresso)
629	pubblico	500,0	Accidentale	z	Categoria C (aree di congresso)
629	artisti	200,0	Accidentale	z	Categoria C (aree di congresso)
630	pubblico	500,0	Accidentale	z	Categoria C (aree di congresso)
630	artisti	200,0	Accidentale	z	Categoria C (aree di congresso)
631	pubblico	1.000,0	Accidentale	z	Categoria C (aree di congresso)
631	artisti	400,0	Accidentale	z	Categoria C (aree di congresso)
632	pubblico	1.000,0	Accidentale	z	Categoria C (aree di congresso)
632	artisti	400,0	Accidentale	z	Categoria C (aree di congresso)
679	allestimento	250,0	Accidentale	z	Permanenti non strutturali
679	allestimento 0	150,0	Accidentale	z	Permanenti non strutturali
684	allestimento	250,0	Accidentale	z	Permanenti non strutturali
684	allestimento 0	150,0	Accidentale	z	Permanenti non strutturali
687	allestimento	250,0	Accidentale	z	Permanenti non strutturali
687	allestimento 0	150,0	Accidentale	z	Permanenti non strutturali
691	allestimento	250,0	Accidentale	z	Permanenti non strutturali
691	allestimento 0	150,0	Accidentale	z	Permanenti non strutturali
730	allestimento	250,0	Accidentale	z	Permanenti non strutturali
730	allestimento 0	150,0	Accidentale	z	Permanenti non strutturali
731	allestimento	250,0	Accidentale	z	Permanenti non strutturali
731	allestimento 0	150,0	Accidentale	z	Permanenti non strutturali
742	allestimento	250,0	Accidentale	z	Permanenti non strutturali
742	allestimento 0	150,0	Accidentale	z	Permanenti non strutturali
743	allestimento	250,0	Accidentale	z	Permanenti non strutturali
743	allestimento 0	150,0	Accidentale	z	Permanenti non strutturali
786	allestimento	250,0	Accidentale	z	Permanenti non strutturali
786	allestimento 0	150,0	Accidentale	z	Permanenti non strutturali
787	allestimento	250,0	Accidentale	z	Permanenti non strutturali



787	allestimento 0	150,0	Accidentale	z	Permanenti non strutturali
798	allestimento	250,0	Accidentale	z	Permanenti non strutturali
798	allestimento 0	150,0	Accidentale	z	Permanenti non strutturali
799	allestimento	250,0	Accidentale	z	Permanenti non strutturali
799	allestimento 0	150,0	Accidentale	z	Permanenti non strutturali
814	allestimento	250,0	Accidentale	z	Permanenti non strutturali
814	allestimento 0	150,0	Accidentale	z	Permanenti non strutturali
815	allestimento	250,0	Accidentale	z	Permanenti non strutturali
815	allestimento 0	150,0	Accidentale	z	Permanenti non strutturali
826	allestimento	250,0	Accidentale	z	Permanenti non strutturali
826	allestimento 0	150,0	Accidentale	z	Permanenti non strutturali
827	allestimento	250,0	Accidentale	z	Permanenti non strutturali
827	allestimento 0	150,0	Accidentale	z	Permanenti non strutturali





REAZIONI VINCOLARI CON CARICHI APPLICATI MASSIMI ED UTILIZZO ARTISTICO DEL PALCOSCENICO

200 daN/mq

REAZIONI VINCOLARI (RIFERIMENTO GLOBALE)													
COMBINAZIONE: COMBINAZIONE A													
Nodo	Rx max	Rx min	Ry max	Ry min	Rz max	Rz min	Mx max	Mx min	My max	My min	Mz max	Mz min	
	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg m	kg m	kg m	kg m	kg m	kg m	
34	144,6	144,6	86,4	86,4	1.220,5	1.220,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
35	1,0	1,0	195,9	195,9	2.037,3	2.037,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
36	-153,3	-153,3	-0,8	-0,8	-456,6	-456,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
37	-74,3	-74,3	-1,4	-1,4	-213,2	-213,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
38	0,8	0,8	124,5	124,5	1.691,9	1.691,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
39	74,4	74,4	8,2	8,2	742,1	742,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
50	0,6	0,6	-11,4	-11,4	1.367,1	1.367,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
51	44,5	44,5	-27,2	-27,2	382,4	382,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
75	-1,4	-1,4	-2,2	-2,2	448,8	448,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
76	3,8	3,8	-1,9	-1,9	38,1	38,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
79	0,0	0,0	-0,4	-0,4	1.213,4	1.213,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
82	3,1	3,1	-1,4	-1,4	223,9	223,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
122	-1,4	-1,4	-232,8	-232,8	1.155,6	1.155,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
124	1,7	1,7	-46,5	-46,5	146,1	146,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
136	4,0	4,0	-1,6	-1,6	1.086,7	1.086,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
138	6,5	6,5	-0,3	-0,3	188,0	188,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
150	6,1	6,1	-97,1	-97,1	486,1	486,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
152	8,4	8,4	18,7	18,7	243,8	243,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
172	3,2	3,2	-1,1	-1,1	354,0	354,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
174	5,9	5,9	-1,0	-1,0	138,2	138,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
188	19,5	19,5	-6,0	-6,0	640,5	640,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
197	16,9	16,9	-1,1	-1,1	219,9	219,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
204	10,6	10,6	1,7	1,7	566,5	566,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
213	10,2	10,2	-1,2	-1,2	148,6	148,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
222	-0,7	-0,7	0,2	0,2	304,8	304,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
231	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	94,9	94,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
240	13,4	13,4	2,1	2,1	348,5	348,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
249	12,8	12,8	-1,4	-1,4	133,2	133,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
258	0,0	0,0	1,2	1,2	497,9	497,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
267	0,0	0,0	-1,0	-1,0	85,4	85,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
276	-40,4	-40,4	-5,8	-5,8	651,5	651,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
285	-38,6	-38,6	-1,2	-1,2	234,5	234,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
294	-6,7	-6,7	-97,2	-97,2	490,2	490,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
303	-3,7	-3,7	-1,1	-1,1	359,2	359,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
361	-144,3	-144,3	87,3	87,3	1.224,9	1.224,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
362	-1,0	-1,0	195,5	195,5	2.036,8	2.036,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
363	-0,8	-0,8	124,0	124,0	1.691,7	1.691,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
364	-74,3	-74,3	9,4	9,4	742,8	742,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
375	-0,7	-0,7	-11,9	-11,9	1.366,9	1.366,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
376	-44,4	-44,4	-25,4	-25,4	383,4	383,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
404	-3,0	-3,0	-1,4	-1,4	224,7	224,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
407	0,0	0,0	-0,4	-0,4	1.213,0	1.213,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
426	-3,8	-3,8	-1,9	-1,9	38,1	38,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
427	1,4	1,4	-2,2	-2,2	448,8	448,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
443	-1,8	-1,8	-43,6	-43,6	151,4	151,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
445	1,3	1,3	-233,4	-233,4	1.154,1	1.154,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
457	-6,8	-6,8	-0,3	-0,3	192,6	192,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
459	-4,4	-4,4	-1,6	-1,6	1.085,8	1.085,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
467	-9,0	-9,0	14,0	14,0	242,0	242,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
480	-6,3	-6,3	-1,0	-1,0	152,9	152,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
521	73,3	73,3	-1,4	-1,4	-209,9	-209,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
522	153,8	153,8	-0,8	-0,8	-458,8	-458,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
529	-0,5	-0,5	2,0	2,0	425,2	425,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
530	-0,3	-0,3	-0,1	-0,1	832,5	832,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
531	-0,3	-0,3	0,4	0,4	34,6	34,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
533	-0,3	-0,3	0,1	0,1	423,9	423,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
540	-0,1	-0,1	-1,5	-1,5	427,4	427,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
542	0,0	0,0	-1,0	-1,0	814,4	814,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
543	0,0	0,0	0,0	0,0	813,1	813,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
544	0,1	0,1	1,9	1,9	424,5	424,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
545	0,0	0,0	0,0	0,0	832,3	832,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
546	0,2	0,2	0,1	0,1	832,2	832,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
548	0,1	0,1	-0,8	-0,8	423,7	423,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
555	0,1	0,1	-1,6	-1,6	428,5	428,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
557	0,0	0,0	0,5	0,5	814,6	814,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
558	0,0	0,0	0,0	0,0	814,1	814,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
559	-1,2	-1,2	1,8	1,8	218,9	218,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
560	-1,2	-1,2	-0,1	-0,1	426,9	426,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
561	-1,2	-1,2	0,1	0,1	427,2	427,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
563	-3,0	-3,0	0,0	0,0	217,7	217,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
570	-1,2	-1,2	-1,4	-1,4	223,0	223,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
572	0,0	0,0	-0,5	-0,5	411,5	411,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
573	0,0	0,0	0,0	0,0	410,8	410,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
574	1,2	1,2	1,8	1,8	218,8	218,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
575	1,2	1,2	-0,1	-0,1	426,9	426,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
576	1,2	1,2	0,1	0,1	427,2	427,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
578	3,0	3,0	0,0	0,0	217,8	217,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
585	1,2	1,2	-1,4	-1,4	223,1	223,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
587	0,0	0,0	-0,5	-0,5	411,5	411,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
588	0,0	0,0	0,0	0,0	410,8	410,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
589	-0,1	-0,1	1,9	1,9	424,5	424,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
590	0,0	0,0	0,0	0,0	832,3	832,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
591	0,0	0,0	0,1	0,1	832,5	832,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
593	-0,2	-0,2	-0,9	-0,9	423,7	423,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
600	-0,1	-0,1	-1,5	-1,5	428,5	428,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
602	0,0	0,0	0,5	0,5	814,6	814,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
603	0,0	0,0	0,0	0,0	814,1	814,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
604	0,5	0,5	2,0	2,0	425,2	425,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
605	0,3	0,3	0,1	0,1	832,8	832,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
606	0,3	0,3	0,2	0,2	832,8	832,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
608	0,2	0,2	-0,9	-0,9	423,7	423,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
615	0,1	0,1	-1,6	-1,6	428,5	428,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
617	0,0	0,0	0,1	0,1	814,4	814,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
618	0,0	0,0	0,0	0,0	813,1	813,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0



REAZIONI VINCOLARI CON CARICHI APPLICATI MASSIMI ED UTILIZZO PUBBLICO DEL PALCOSCENICO

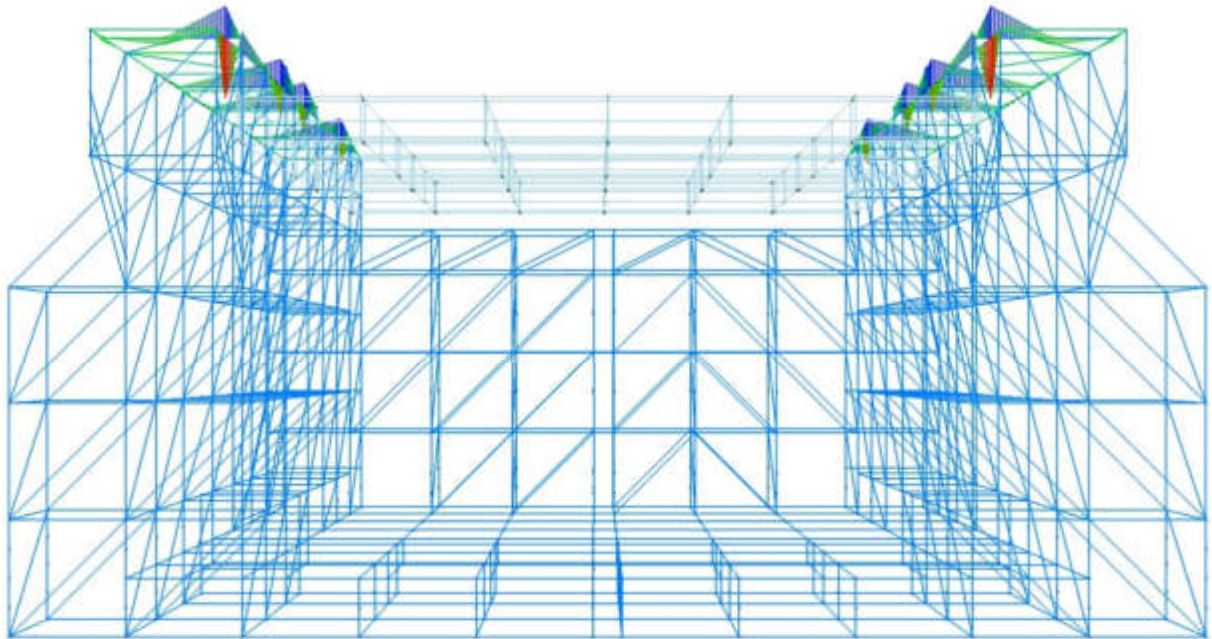
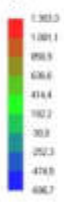
500 daN/mq

REAZIONI VINCOLARI (RIFERIMENTO GLOBALE)												
COMBINAZIONE: COMBINAZIONE B												
Nodo	Rx max	Rx min	Ry max	Ry min	Rz max	Rz min	Mx max	Mx min	My max	My min	Mz max	Mz min
	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg m	kg m	kg m	kg m	kg m	kg m
34	161,7	161,7	92,4	92,4	1.287,0	1.287,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
35	1,1	1,1	220,4	220,4	2.369,6	2.369,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
36	-179,9	-179,9	-0,8	-0,8	-498,6	-498,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
37	-91,9	-91,9	-1,6	-1,6	-243,9	-243,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
38	1,0	1,0	150,2	150,2	2.233,6	2.233,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
39	101,1	101,1	7,8	7,8	808,2	808,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
50	0,7	0,7	-23,9	-23,9	1.875,9	1.875,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
51	50,1	50,1	-30,1	-30,1	401,9	401,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
75	-1,1	-1,1	-2,5	-2,5	1.045,4	1.045,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
76	4,0	4,0	-1,9	-1,9	38,4	38,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
79	0,2	0,2	-1,6	-1,6	1.526,9	1.526,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
82	3,3	3,3	-1,4	-1,4	230,0	230,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
122	-1,5	-1,5	-265,1	-265,1	1.763,5	1.763,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
124	1,6	1,6	-50,9	-50,9	145,7	145,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
136	4,0	4,0	-1,7	-1,7	1.699,8	1.699,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
138	6,5	6,5	-0,3	-0,3	189,1	189,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
150	6,1	6,1	-98,9	-98,9	785,2	785,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
152	8,4	8,4	18,7	18,7	243,6	243,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
172	3,2	3,2	-1,1	-1,1	355,0	355,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
174	5,9	5,9	-1,0	-1,0	137,3	137,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
188	19,5	19,5	-6,1	-6,1	1.240,4	1.240,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
197	16,9	16,9	-1,1	-1,1	220,1	220,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
204	10,6	10,6	1,7	1,7	1.166,6	1.166,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
213	10,2	10,2	-1,2	-1,2	148,6	148,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
222	-0,7	-0,7	0,2	0,2	604,8	604,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
231	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	95,0	95,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
240	13,4	13,4	2,1	2,1	648,5	648,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
249	12,9	12,9	-1,4	-1,4	133,3	133,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
258	0,0	0,0	1,2	1,2	1.097,9	1.097,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
267	0,0	0,0	-1,0	-1,0	85,4	85,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
276	-40,4	-40,4	-5,8	-5,8	1.251,4	1.251,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
285	-38,6	-38,6	-1,2	-1,2	234,7	234,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
294	-6,7	-6,7	-99,1	-99,1	789,3	789,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
303	-3,7	-3,7	-1,1	-1,1	360,2	360,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
361	-161,5	-161,5	93,4	93,4	1.291,5	1.291,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
362	-1,1	-1,1	219,9	219,9	2.369,2	2.369,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
363	-1,0	-1,0	149,8	149,8	2.233,4	2.233,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
364	-100,9	-100,9	9,0	9,0	808,9	808,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
375	-1,0	-1,0	-24,4	-24,4	1.876,2	1.876,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
376	-50,0	-50,0	-28,2	-28,2	402,8	402,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
404	-3,3	-3,3	-1,4	-1,4	230,9	230,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
407	-0,2	-0,2	-1,7	-1,7	1.526,6	1.526,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
426	-4,0	-4,0	-1,9	-1,9	38,5	38,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
427	1,1	1,1	-2,4	-2,4	1.045,4	1.045,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
443	-1,7	-1,7	-47,9	-47,9	151,0	151,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
445	1,4	1,4	-265,6	-265,6	1.762,1	1.762,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
457	-6,8	-6,8	-0,3	-0,3	193,6	193,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
459	-4,4	-4,4	-1,7	-1,7	1.698,9	1.698,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
467	-9,0	-9,0	13,9	13,9	241,4	241,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
480	-6,3	-6,3	-1,0	-1,0	152,3	152,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
521	90,9	90,9	-1,6	-1,6	-240,6	-240,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
522	180,4	180,4	-0,8	-0,8	-500,9	-500,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
529	-0,5	-0,5	2,2	2,2	1.025,4	1.025,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
530	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	2.031,7	2.031,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
531	-0,2	-0,2	0,6	0,6	36,5	36,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
533	-0,2	-0,2	-1,3	-1,3	1.025,2	1.025,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
540	-0,1	-0,1	-1,6	-1,6	1.025,2	1.025,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
542	0,0	0,0	0,2	0,2	2.014,4	2.014,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
543	0,0	0,0	0,0	0,0	2.013,1	2.013,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
544	0,0	0,0	2,0	2,0	1.024,6	1.024,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
545	-0,1	-0,1	0,1	0,1	2.032,0	2.032,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
546	0,3	0,3	-0,1	-0,1	2.031,0	2.031,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
548	0,0	0,0	-3,6	-3,6	1.024,7	1.024,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
555	0,0	0,0	-1,9	-1,9	1.027,9	1.027,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
557	0,0	0,0	3,4	3,4	2.014,7	2.014,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
558	0,0	0,0	0,0	0,0	2.014,1	2.014,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
559	-1,2	-1,2	1,9	1,9	519,0	519,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
560	-1,3	-1,3	0,0	0,0	1.027,0	1.027,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
561	-1,3	-1,3	0,1	0,1	1.027,2	1.027,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
563	-3,1	-3,1	-1,4	-1,4	518,3	518,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
570	-1,3	-1,3	-1,6	-1,6	522,9	522,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
572	0,0	0,0	1,0	1,0	1.011,5	1.011,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
573	0,0	0,0	0,0	0,0	1.010,8	1.010,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
574	1,2	1,2	1,9	1,9	519,0	519,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
575	1,3	1,3	0,0	0,0	1.027,0	1.027,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
576	1,3	1,3	0,1	0,1	1.027,1	1.027,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
578	3,0	3,0	-1,4	-1,4	518,4	518,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
585	1,3	1,3	-1,6	-1,6	522,9	522,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
587	0,0	0,0	1,0	1,0	1.011,5	1.011,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
588	0,0	0,0	0,0	0,0	1.010,8	1.010,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
589	0,0	0,0	2,0	2,0	1.024,6	1.024,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
590	0,1	0,1	0,1	0,1	2.032,0	2.032,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
591	0,1	0,1	-0,1	-0,1	2.031,8	2.031,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
593	0,0	0,0	-3,7	-3,7	1.024,7	1.024,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
600	0,0	0,0	-1,9	-1,9	1.027,9	1.027,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
602	0,0	0,0	3,5	3,5	2.014,7	2.014,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
603	0,0	0,0	0,0	0,0	2.014,1	2.014,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
604	0,5	0,5	2,1	2,1	1.025,3	1.025,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
605	0,2	0,2	0,2	0,2	2.032,5	2.032,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
606	0,1	0,1	0,1	0,1	2.032,1	2.032,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
608	0,2	0,2	-3,6	-3,6	1.024,7	1.024,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
615	0,1	0,1	-1,9	-1,9	1.028,0	1.028,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
617	0,0	0,0	3,1	3,1	2.014,4	2.014,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
618	0,0	0,0	0,0	0,0	2.013,1	2.013,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

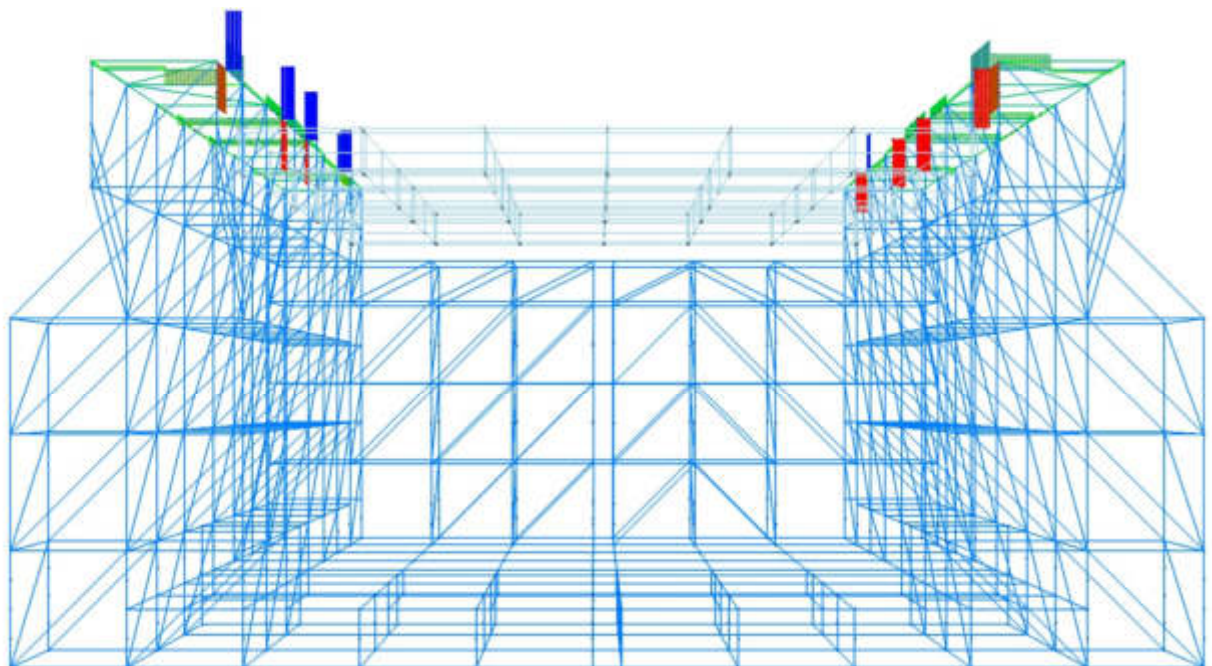
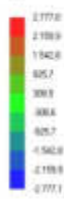


RISULTATI DELLE ANALISI

Momento Mz
kNm



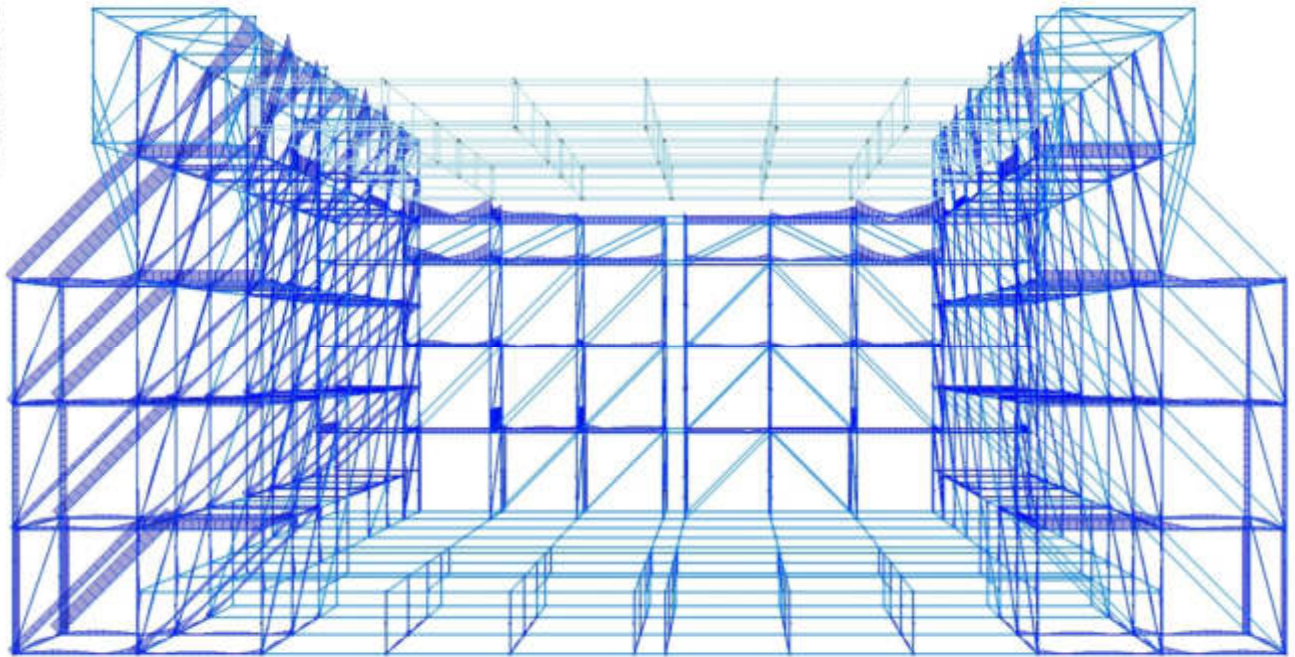
Ttaglio Ty
kN



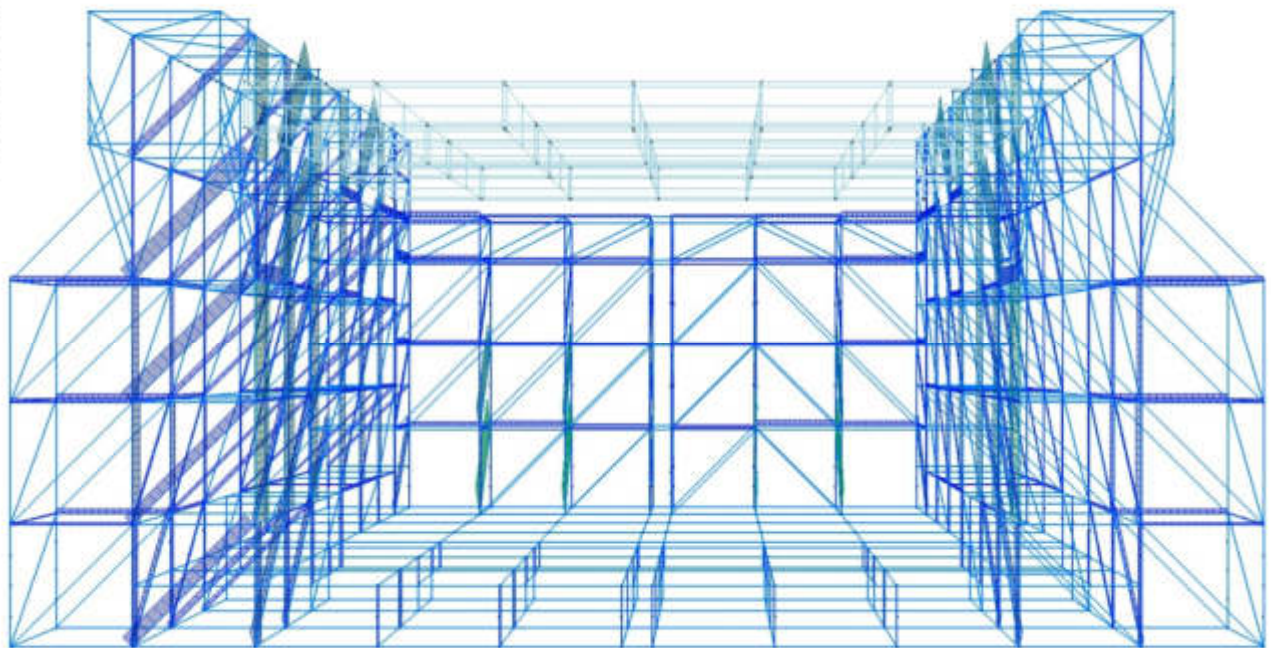


VERIFICHE STRUTTURALI

Struttamento resistenza

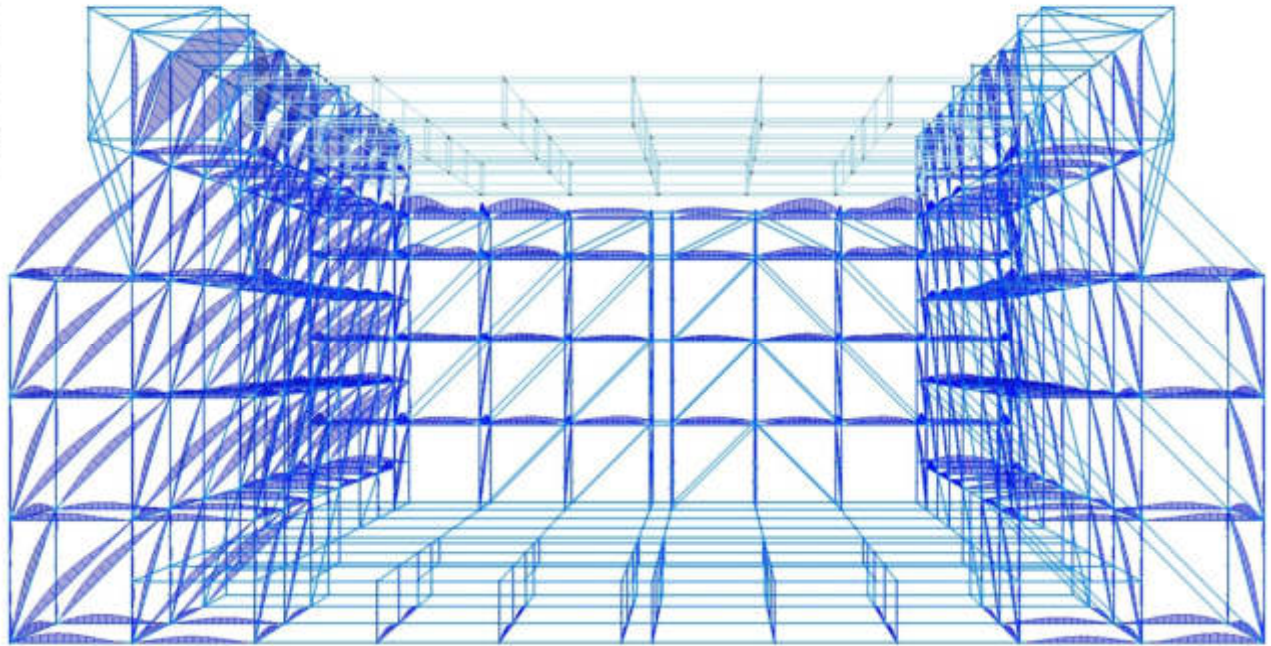


Struttamento stabilità



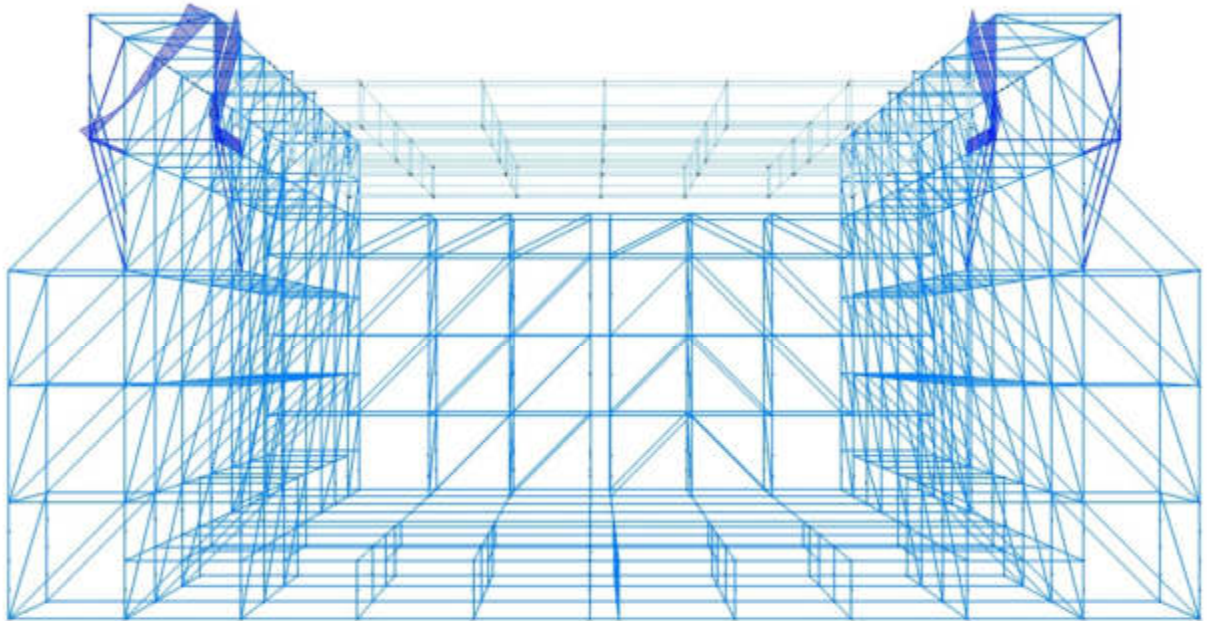


Struttamento deformabilità

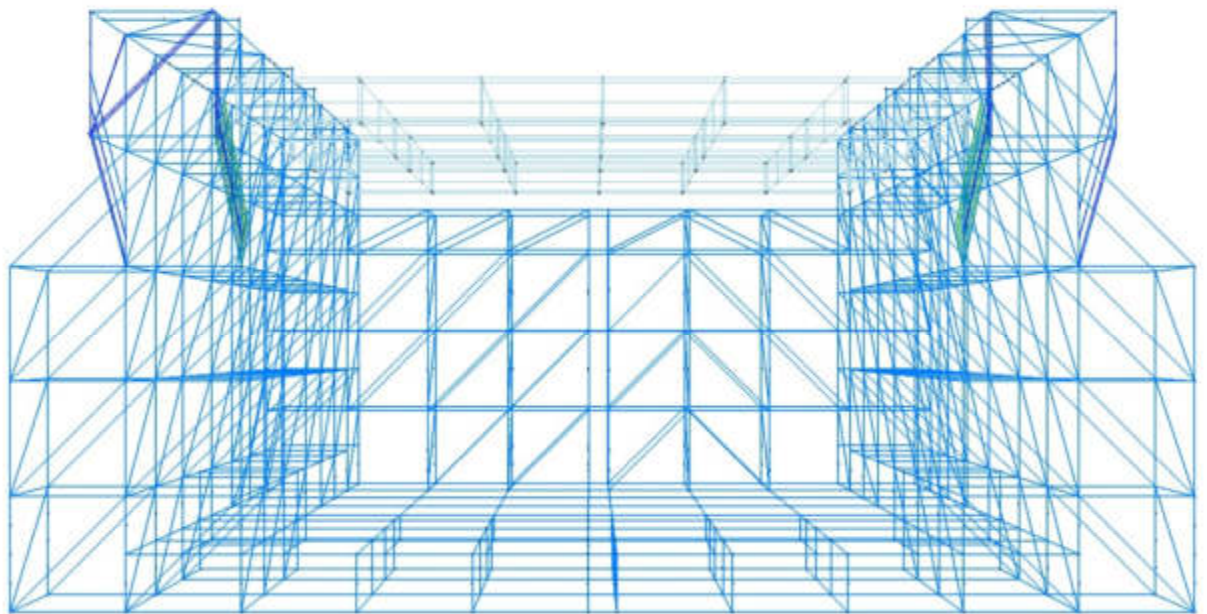




Struttamento resistenza

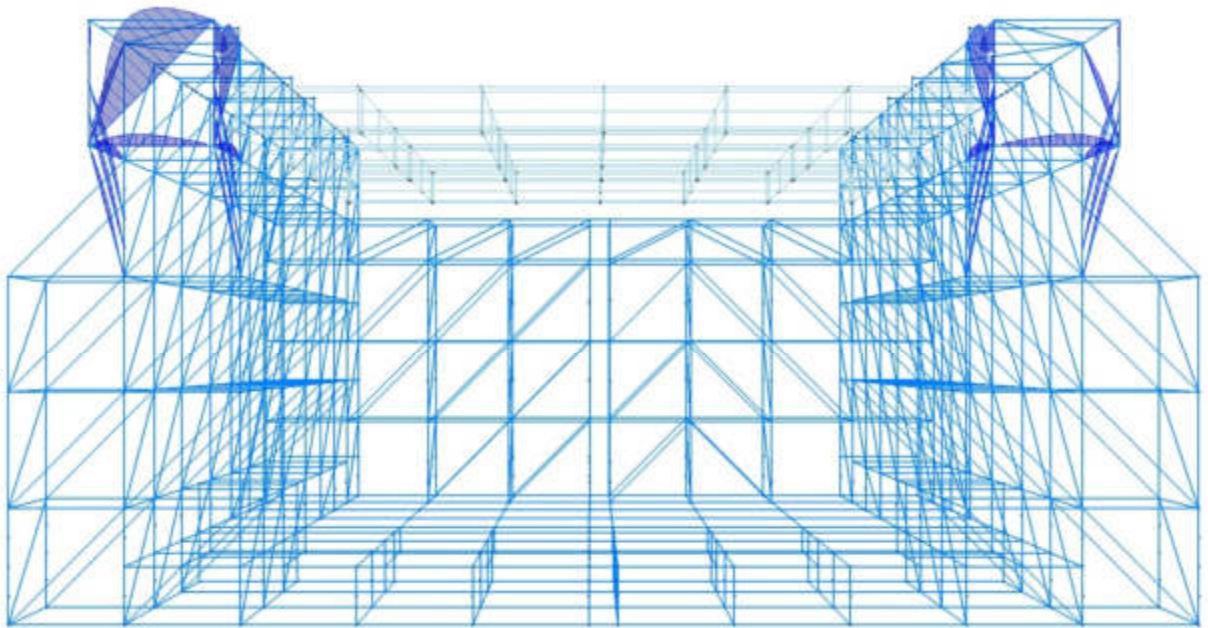


Struttamento stabilità



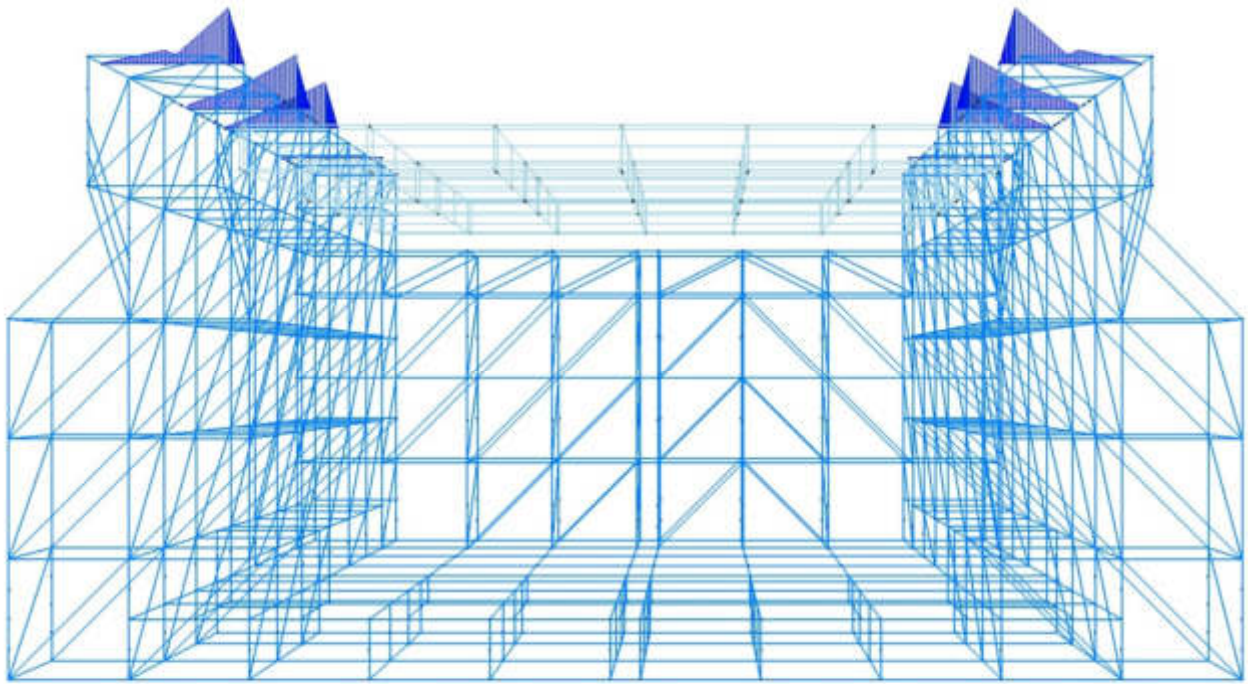
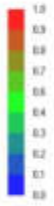


Struttamento deformabilità

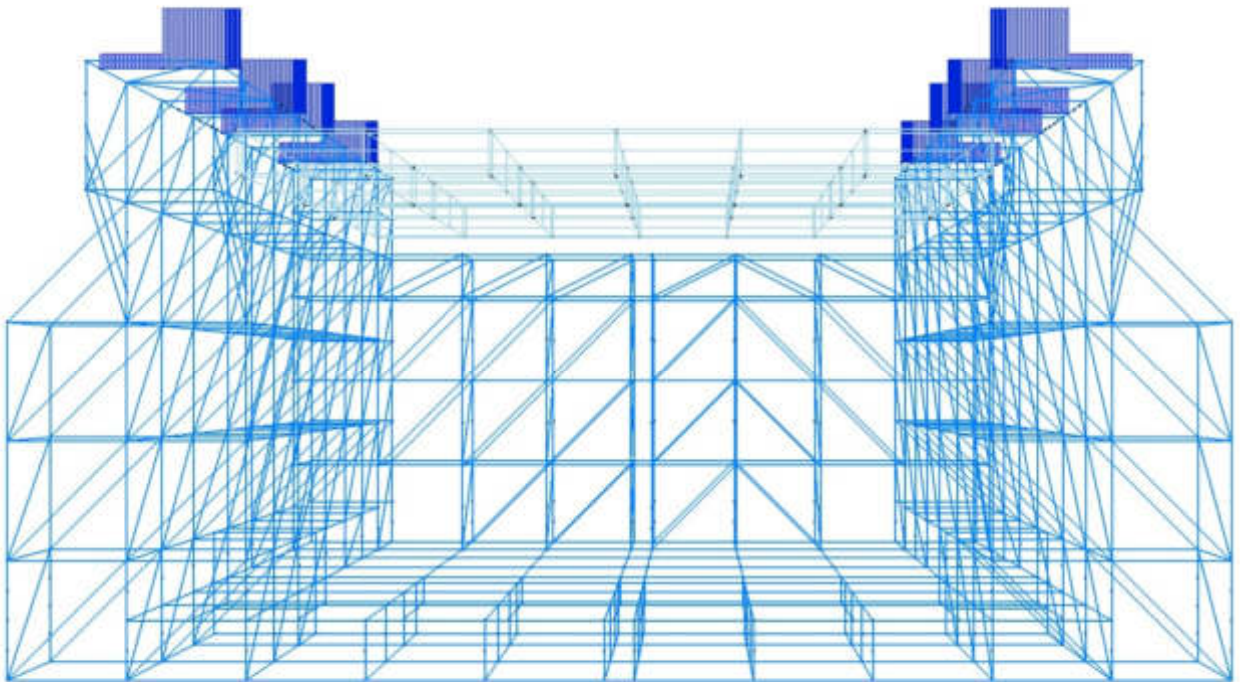




Struttamento resistenza

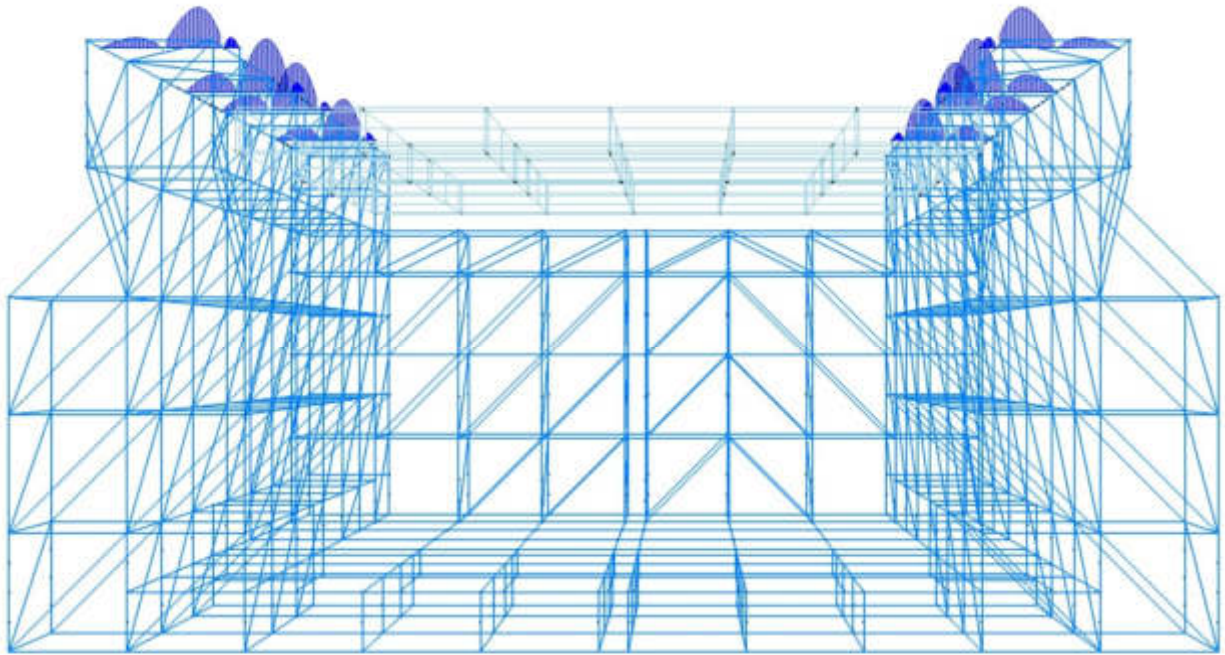


Struttamento stabilità





Struttamento deformabilità





DALLA ANALISI DEI RISULTATI E CONSIDERANDO CHE

SFRUTTAMENTO RESISTENZA CON VALORI SEMPRE $< 1,00$

SFRUTTAMENTO STABILITA' CON VALORI SEMPRE $< 1,00$

SFRUTTAMENTO DEFORMABILITA' CON VALORI SEMPRE $< 1,00$

SI CERTIFICA CHE LA STRUTTURA E' VERIFICATA.



VALORI DI VERIFICA COPERTURA

RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE	TRAVE A TRALICCIO A SEZIONE PIANA IN ALLUMINIO DENOMINATA FP76	PAG. 22/23
----------------------------------	--	------------

8. Caratteristiche meccaniche complessive della trave.

Riepilogo delle caratteristiche dei componenti.

Elemento	Forza assiale massima [N]
Corrente inferiore	40040
Corrente superiore con binario	131055
Diagonali	13961
Montanti Ø50x3	28795
Connessione	44640

Caratteristiche meccaniche della trave

Area della sezione	$A_V = 886 \text{ mm}^2$	serie FP76V
	$A_R = 1419 \text{ mm}^2$	serie FP76R
Momenti d'inerzia principali	$I_{11} = 112524738 \text{ mm}^4$	serie FP76V
	$I_{22} = 245624 \text{ mm}^4$	serie FP76V
	$I_{11} = 161638876 \text{ mm}^4$	serie FP76R
	$I_{22} = 401836 \text{ mm}^4$	serie FP76R
Momento flettente ammissibile nel piano d'inflessione principale 11	$M_{adm} = \frac{30366 \times 712}{1000} = 31784 \text{ N} \cdot \text{m}$	
Forza di taglio ammissibile nel piano d'inflessione principale 11	$T_{adm} = 13961 \times \text{sen}63^\circ = 12439 \text{ N}$	

EMISSIONE 09/06/04	DOTT. ING. STEFANO CAPOZZI ORDINE DEGLI INGEGNERI DI VENEZIA POSIZIONE N° 2960	RC040301 REVISIONE 1
-----------------------	---	-------------------------



DOTT. ING. STEFANO CAPOZZI

ORDINE DEGLI INGEGNERI DI VENEZIA
POSIZIONE N° 2960

stefanocapozzi@libero.it

COPERTURA A GRATICCIO REALIZZATA CON TRAVI FP76 DI INGOMBRO 14 M PER 12 M CON 4 APPOGGI

RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE

COMMERCIALIZZAZIONE:

PILOSIO S.p.A.

Via E. Fermi, 45
33010 Feletto Umberto (UD)

COSTRUTTORE:

LITEC s.r.l.

Via Venier, 52
30020 Marcon (VE)



Venezia Mestre, 15 Giugno 2005

Prot. RC050201
Revisione 0



RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE	COPERTURA A GRATICCIO REALIZZATA CON TRAVI FP76 DI INGOMBRO 14 m PER 12 m CON 4 APPOGGI	PAG. 2/13
INDICE		
1. Descrizione.	Pag.	3
2. Riferimenti normativi.	Pag.	3
3. Riferimenti ad altri documenti.	Pag.	3
4. Disegni e definizioni.	Pag.	4
5. Caratteristiche dei materiali utilizzati.	Pag.	5
6. Modello di calcolo ed analisi dei carichi agenti sulla struttura.	Pag.	6
7. Analisi dei risultati del calcolo sulla struttura.	Pag.	7
8. Conclusioni e prescrizioni.	Pag.	12
EMISSIONE 15/06/05	DOTT. ING. STEFANO CAPOZZI ORDINE DEGLI INGEGNERI DI VENEZIA POSIZIONE N° 2960	RC040501 REVISIONE 0



RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE	COPERTURA A GRATICCIO REALIZZATA CON TRAVI FP76 DI INGOMBRO 14 m PER 12 m CON 4 APPOGGI	PAG. 3/13									
<p>1. Descrizione.</p> <p>La presente relazione di calcolo analizza un sistema di copertura in alluminio per impiego mobile per il pubblico intrattenimento all'aperto la cui struttura portante è realizzata con elementi a traliccio costituiti da tubolari in lega d'alluminio, denominati FP76, collegati mediante connettori in acciaio e spine cilindriche anch'esse in acciaio, a formare una struttura a maglia rettangolare 2 m per 3 m circa, delle dimensioni complessive di 14 m x 12 m circa.</p> <p>I tralicci ortogonali al fronte palco sono dotati di un profilo estruso con guide che permettono lo scorrimento del telo di copertura, che viene realizzato in strisce di 2 m circa di larghezza per 12 m circa di lunghezza.</p> <p>I tralicci posti sui due lati più lunghi hanno la funzione di guidare il telo di copertura verso i tubi tenditelo orizzontali.</p> <p>La presente relazione non tratta la natura e la conformazione dei piedritti di sostegno, in quanto la copertura si presta sia ad essere sollevata mediante torri di elevazione in alluminio od acciaio, che ad essere integrata con ponteggio, che ad essere sospesa dall'alto.</p> <p>La presente relazione analizza e calcola la struttura portante sopra descritta e non verranno, pertanto, considerate le strutture di fondazione che, generalmente, sono esistenti nei luoghi d'installazione e per le quali, di volta in volta, deve essere garantita, da parte degli organizzatori delle manifestazioni, la portata necessaria.</p> <p>In questa sede non viene neppure considerato il sistema di sollevamento, in quanto l'elemento sollevatore standard, tipicamente un paranco a motore elettrico, è certificato separatamente dalla Ditta e qui viene, quindi, considerato come elemento rigido portante senza altre funzioni.</p> <p>Infine, nella presente relazione, non vengono prese in considerazione le azioni climatiche e sismiche, poiché esse sono legate alla specifica installazione e devono, pertanto, essere valutate di volta in volta.</p> <p>2. Riferimenti normativi.</p> <table><tr><th>Norma / Legge</th><th>Data</th><th>Descrizione</th></tr><tr><td>CNR-UNI 10011</td><td>Giugno 1988</td><td>Costruzioni di acciaio – Istruzioni per il calcolo, l'esecuzione, il collaudo e la manutenzione.</td></tr><tr><td>UNI 8634</td><td>Dicembre 1985</td><td>Strutture di leghe d'alluminio – Istruzioni per il calcolo e l'esecuzione.</td></tr></table> <p>3. Riferimenti ad altri documenti.</p> <p>La trattazione che segue fa esplicito riferimento alla relazione di calcolo codice RC040201 rev. 1 elaborata dallo stesso scrivente in data 14/05/2004, che analizza il comportamento del prodotto "FP76" riguardato singolarmente ed in collegamento con altri elementi della stessa serie.</p> <p>Le condizioni al contorno della struttura in oggetto sono ritenute tali da soddisfare le prescrizioni della relazione sopra menzionata.</p> <p>La relazione di calcolo relativa al prodotto FP76 deve essere sempre allegata alla presente.</p>			Norma / Legge	Data	Descrizione	CNR-UNI 10011	Giugno 1988	Costruzioni di acciaio – Istruzioni per il calcolo, l'esecuzione, il collaudo e la manutenzione.	UNI 8634	Dicembre 1985	Strutture di leghe d'alluminio – Istruzioni per il calcolo e l'esecuzione.
Norma / Legge	Data	Descrizione									
CNR-UNI 10011	Giugno 1988	Costruzioni di acciaio – Istruzioni per il calcolo, l'esecuzione, il collaudo e la manutenzione.									
UNI 8634	Dicembre 1985	Strutture di leghe d'alluminio – Istruzioni per il calcolo e l'esecuzione.									
EMISSIONE 15/06/05	DOTT. ING. STEFANO CAPOZZI ORDINE DEGLI INGEGNERI DI VENEZIA POSIZIONE N° 2960	RC040501 REVISIONE 0									



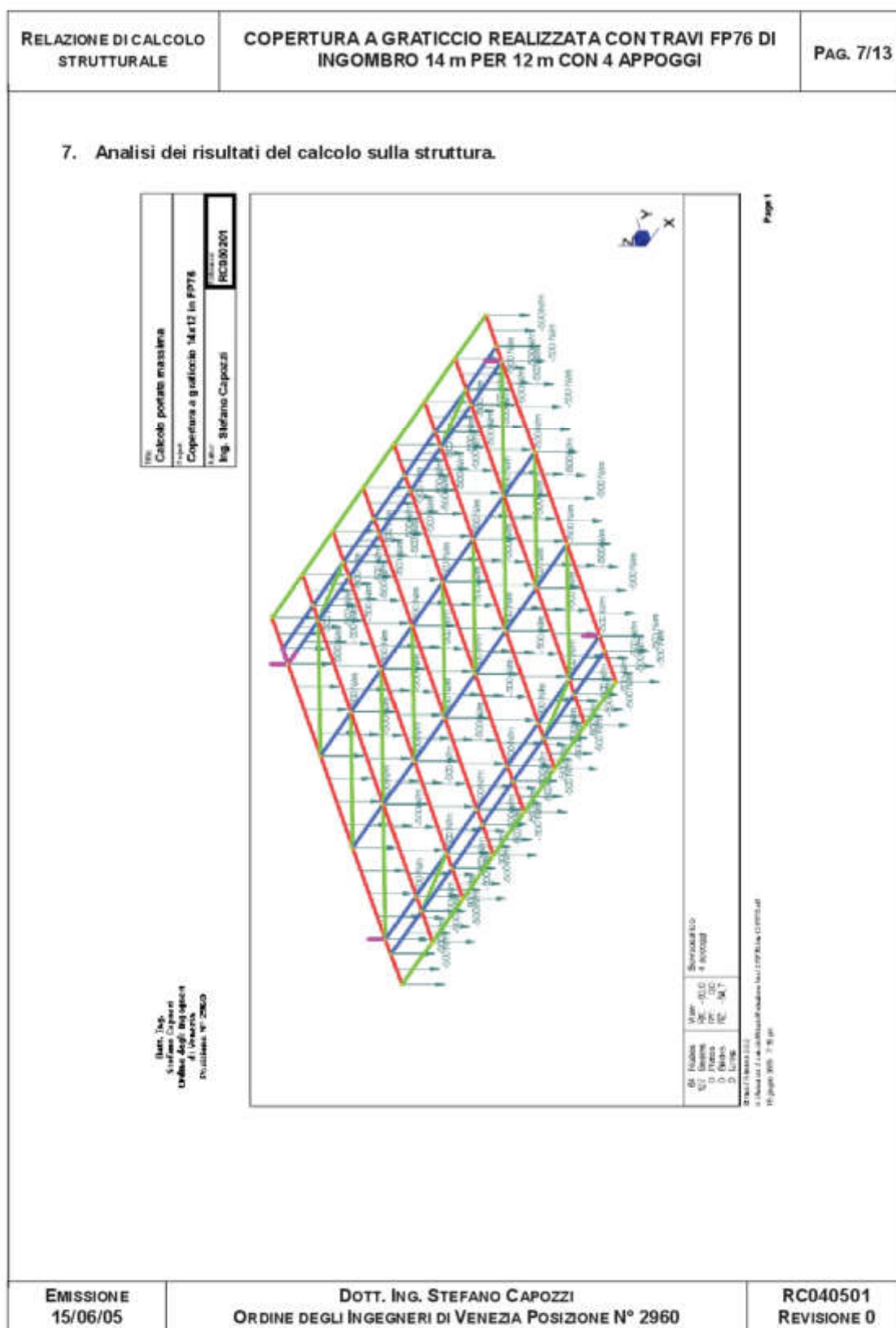
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE	COPERTURA A GRATICCIO REALIZZATA CON TRAVI FP76 DI INGOMBRO 14 m PER 12 m CON 4 APPOGGI	PAG. 4/13
<p>4. Disegni e definizioni.</p> <p>SCHEMA DELLA STRUTTURA</p>		
EMISSIONE 15/06/05	DOTT. ING. STEFANO CAPOZZI ORDINE DEGLI INGEGNERI DI VENEZIA POSIZIONE N° 2960	RC040501 REVISIONE 0

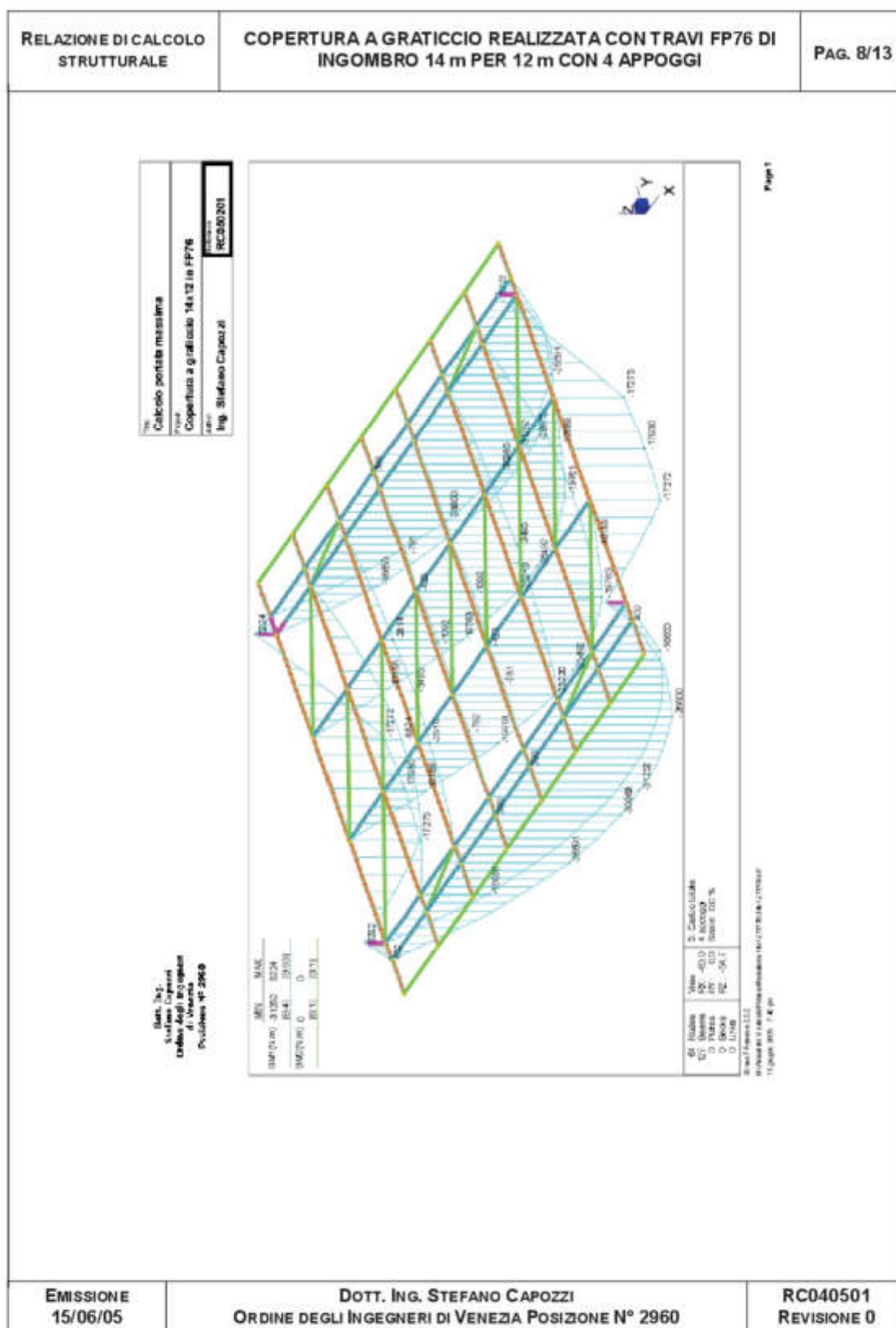


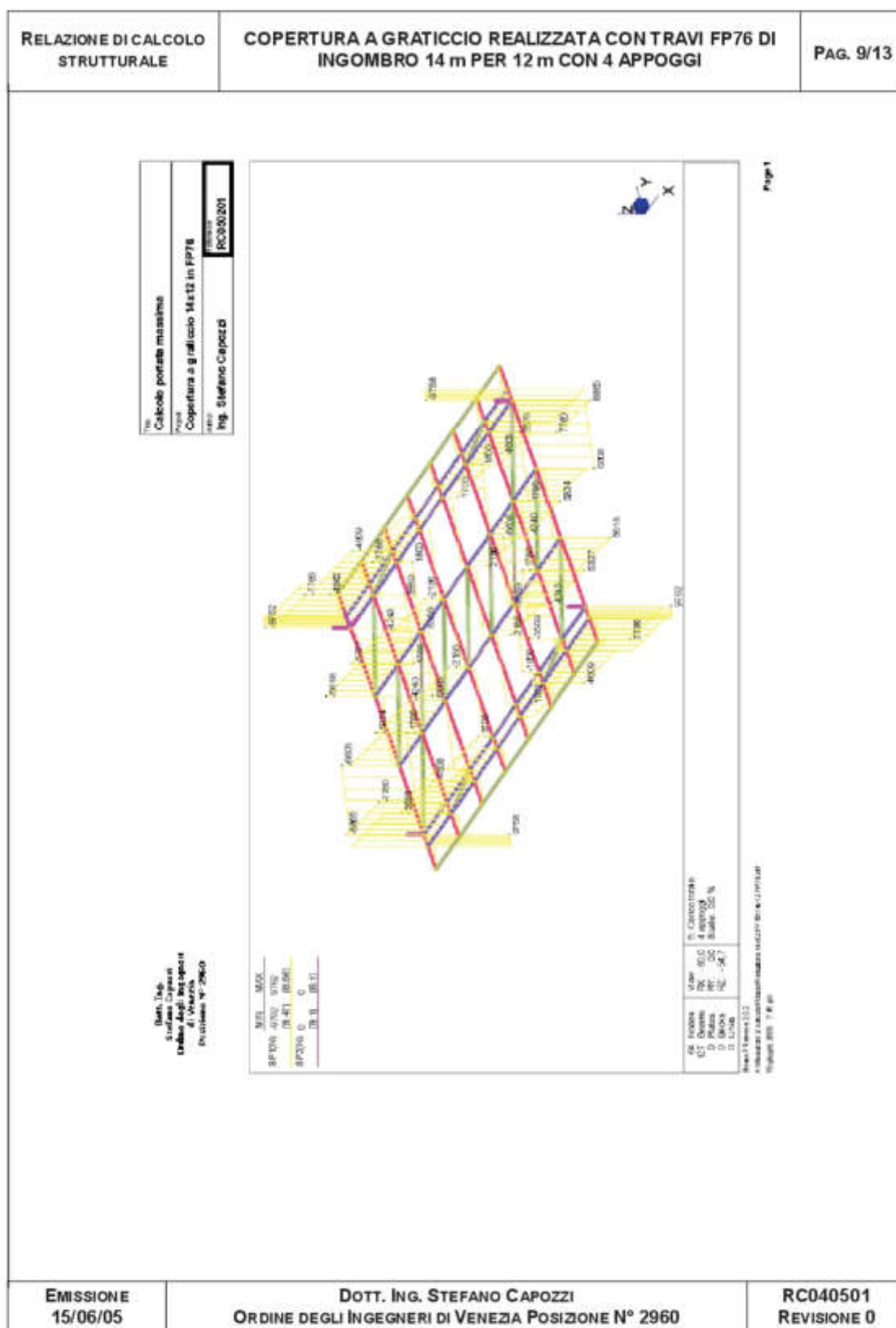
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE	COPERTURA A GRATICCIO REALIZZATA CON TRAVI FP76 DI INGOMBRO 14 m PER 12 m CON 4 APPOGGI	PAG. 5/13								
5. Caratteristiche dei materiali utilizzati.										
<table><tr><th>Materiale</th><th>Tensione ammissibile</th></tr><tr><td>Travi a traliccio della serie FP76.</td><td>Vedi trattazione allegata.</td></tr><tr><td>Tubolare tondo Ø50x3 in alluminio estruso. Lega EN-AW 6082 T6 – UNI 573/3</td><td>155 N/mm²</td></tr><tr><td>Telo di copertura in PS ADR Peso 650 g/m²</td><td>-</td></tr></table>		Materiale	Tensione ammissibile	Travi a traliccio della serie FP76.	Vedi trattazione allegata.	Tubolare tondo Ø50x3 in alluminio estruso. Lega EN-AW 6082 T6 – UNI 573/3	155 N/mm ²	Telo di copertura in PS ADR Peso 650 g/m ²	-	
Materiale	Tensione ammissibile									
Travi a traliccio della serie FP76.	Vedi trattazione allegata.									
Tubolare tondo Ø50x3 in alluminio estruso. Lega EN-AW 6082 T6 – UNI 573/3	155 N/mm ²									
Telo di copertura in PS ADR Peso 650 g/m ²	-									
<p>Per le leghe d'alluminio si assume un modulo di elasticità normale pari a 69000 N/mm² e modulo di elasticità tangenziale 25862 N/mm².</p> <p>Per l'acciaio si assume un modulo di elasticità normale pari a 205000 N/mm² e modulo di elasticità tangenziale 80000 N/mm².</p> <p>Per la costruzione della struttura, vengono poste le seguenti prescrizioni:</p> <ul style="list-style-type: none">- In tutti i profili ed i piatti di alluminio utilizzati si accetta uno scostamento massimo rispetto alle dimensioni teoriche riportate nei disegni pari al 5% per quanto riguarda gli spessori, mentre si deve fare riferimento alle normative vigenti per quanto concerne le tolleranze geometriche del materiale, in particolare alla norma UNI 3879 per i profili estrusi in alluminio.- La saldatura dell'alluminio deve essere eseguita con i corretti procedimenti previsti dalle regole vigenti, utilizzando materiale d'apporto con caratteristiche idonee ai materiali di base ed operando in maniera tale da alterare il meno possibile le loro caratteristiche meccaniche, in particolar modo nella zona termicamente alterata.- I bulloni utilizzati, oltre ad avere le caratteristiche meccaniche precedentemente descritte, devono essere posti in opera adottando ogni accorgimento utile per realizzare il perfetto accoppiamento ed imprimendo un'opportuna coppia di serraggio, come previsto dalla normativa vigente.- Tutti i collegamenti realizzati con spine devono essere completati con le relative coppiglie di sicurezza.										
EMISSIONE 15/06/05	DOTT. ING. STEFANO CAPOZZI ORDINE DEGLI INGEGNERI DI VENEZIA POSIZIONE N° 2960	RC040501 REVISIONE 0								



RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE	COPERTURA A GRATICCIO REALIZZATA CON TRAVI FP76 DI INGOMBRO 14 m PER 12 m CON 4 APPOGGI	PAG. 6/13
<p>6. Modello di calcolo ed analisi dei carichi agenti sulla struttura.</p> <p>La capacità di carico della copertura nel suo complesso dipende fortemente dalla disposizione degli elementi componenti, tuttavia la struttura può riguardarsi, come suggerito all'elaborazione di diversi modelli di calcolo, come composta da travi disposte a maglia con caratteristiche meccaniche della sezione equivalenti a quelle del singolo elemento base FP76.</p> <p>Nel modello sono stati utilizzati elementi trave con caratteristiche inerziali equivalenti al traliccio FP76, secondo le indicazioni della relazione di calcolo allegata, relativa allo stesso prodotto.</p> <p>L'analisi dei risultati è stata effettuata verificando che tutte le travi del modello fossero avessero delle caratteristiche di sollecitazione – momento flettente e taglio – non superiori ai limiti indicati nella relazione menzionata.</p> <p>I calcoli riguardanti la determinazione delle sollecitazioni sono stati effettuati in base ai principi della Scienza delle Costruzioni in regime di elasticità lineare, assumendo i moduli di elasticità normale e tangenziale precedentemente descritti.</p> <p>In tutti i calcoli e le verifiche è stato impiegato il metodo delle tensioni ammissibili; i metodi di verifica seguiti sono quelli classici riguardanti la resistenza, nonché quelli dettati dalla norma UNI 8634 riguardante il calcolo e l'esecuzione delle strutture in alluminio e sue leghe.</p> <p>L'analisi dei carichi sulla struttura viene effettuata secondo quanto previsto dalle norme vigenti relative alle ipotesi di carico sulle costruzioni, prevedendo carichi permanenti ed accidentali.</p> <p>Per quanto riguarda i carichi permanenti si considerano il peso proprio della struttura ed il peso del telone di copertura, distribuito sull'ossatura superiore della struttura stessa.</p> <p>Per quanto riguarda i carichi accidentali, è stato imposto un carico, distribuito uniformemente sulle travi principali della maglia tale, da portare al limite le sollecitazioni agenti sulla struttura. Tale carico è pertanto da considerarsi come massimo ammissibile per la struttura stessa.</p> <p>Poiché la struttura non ha ubicazione fissa, ma ha impiego mobile, non sono stati presi in considerazione i carichi dovuti al vento ed alla neve che, in caso di installazione all'aperto, dovranno necessariamente essere valutati dal tecnico collaudatore della struttura e detratti dalla portata totale della stessa.</p> <p>Infine, nella presente relazione non sono state considerate le azioni di carattere sismico, che dovranno essere valutate con riferimento ad una precisa ubicazione della costruzione, caso per caso, ed anche questo costituisce un'ulteriore limitazione all'attuale utilizzo della struttura.</p>		
EMISSIONE 15/06/05	DOTT. ING. STEFANO CAPOZZI ORDINE DEGLI INGEGNERI DI VENEZIA POSIZIONE N° 2960	RC040501 REVISIONE 0













RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE	COPERTURA A GRATICCIO REALIZZATA CON TRAVI FP76 DI INGOMBRO 14 m PER 12 m CON 4 APPOGGI	PAG. 12/13
----------------------------------	---	------------

8. Conclusioni e prescrizioni.

Di seguito si riassumono i risultati dei calcoli effettuati:

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELLA STRUTTURA	
Dimensioni della copertura	14 m x 12 m
Area coperta	168 m ²
Peso della struttura comprensivo del telo di copertura	2000 Kg
CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELLA STRUTTURA	
Carico massimo ammissibile uniformemente distribuito	82000 N
Reazioni vincolari a pieno carico	R _{A, dx} = 27100 N R _{A, sx} = 27100 N R _{B, dx} = 27100 N R _{B, sx} = 27100 N
Reazioni vincolari in assenza di carico	R _{A, dx} = 4600 N R _{A, sx} = 4600 N R _{B, dx} = 4600 N R _{B, sx} = 4600 N


Prescrizione sull'utilizzo:

La presente trattazione non tiene conto, visto il carattere itinerante della struttura, delle azioni climatiche agenti sulla stessa, vale a dire dei carichi derivanti dalle azioni del vento, della neve e della pioggia.

In caso di installazione esterna, il collaudatore dovrà tener conto dei carichi climatici in base all'ubicazione ed alle caratteristiche del sito ed applicare, se necessario, le eventuali limitazioni sull'utilizzo. Tali carichi dovranno essere detratti dalla portata totale.

EMISSIONE 15/06/05	DOTT. ING. STEFANO CAPOZZI ORDINE DEGLI INGEGNERI DI VENEZIA POSIZIONE N° 2960	RC040501 REVISIONE 0
-----------------------	---	-------------------------



RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE	COPERTURA A GRATICCIO REALIZZATA CON TRAVI FP76 DI INGOMBRO 14 m PER 12 m CON 4 APPOGGI	PAG. 13/13
<p>Altre indicazioni e prescrizioni:</p> <ul style="list-style-type: none">- Vale la limitazione sulla lunghezza libera d'inflessione della trave pari a 3 metri, come indicato nel paragrafo 7 della relazione di calcolo allegata relativa al prodotto FP76 – Prot. RC040301 rev. 1. Lo scrivente ha verificato che la struttura in oggetto, composta come da schema allegato, verifica la suddetta limitazione. Ogni modifica al progetto iniziale deve essere vagliata da un tecnico qualificato.- I materiali utilizzati devono mantenere le caratteristiche iniziali di integrità. I risultati della presente trattazione vengono inficiati dalla presenza di botte, cricche o danneggiamenti in genere degli elementi componenti.- La presente relazione di calcolo tratta sollecitazioni di tipo statico. Eventuali azioni dinamiche sulle strutture esulano dalla trattazione e devono essere tenute in debito conto dal collaudatore dell'installazione.- Tutti i collegamenti con spine devono essere corredati di copiglie di sicurezza.- I collegamenti filettati devono essere posti in opera adottando ogni accorgimento utile per realizzare il perfetto accoppiamento ed imprimendo un'opportuna coppia di serraggio, come previsto dalla normativa vigente. Si raccomanda di eseguire periodicamente un controllo di tutte le filettature, sostituendo, ove necessario, gli elementi danneggiati.- In presenza di ovalizzazione eccessiva dei fori di collegamento, è necessario far valutare da un tecnico qualificato l'integrità degli elementi componenti della struttura. <p>La presente relazione è formata da tredici pagine.</p> <p>Venezia Mestre, 15 Giugno 2005.</p> <p>Dott. Ing. Stefano Capozzi Ordine degli Ingegneri di Venezia Posizione N° 2960</p> 		
EMISSIONE 15/06/05	DOTT. ING. STEFANO CAPOZZI ORDINE DEGLI INGEGNERI DI VENEZIA POSIZIONE N° 2960	RC040501 REVISIONE 0



DOTT. ING. STEFANO CAPOZZI

ORDINE DEGLI INGEGNERI DI VENEZIA
POSIZIONE N° 2960

stefanocapozzi@libero.it

TRAVE A TRALICCIO A SEZIONE PIANA IN ALLUMINIO DENOMINATA FP76.

RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE

COMMERCIALIZZAZIONE:

PILOSIO S.p.A.

Via E. Fermi, 45
33010 Feletto Umberto (UD)

COSTRUTTORE:

LITEC s.r.l.

Via Venier, 52
30020 Marcon (VE)



Venezia Mestre, 15 Giugno 2005

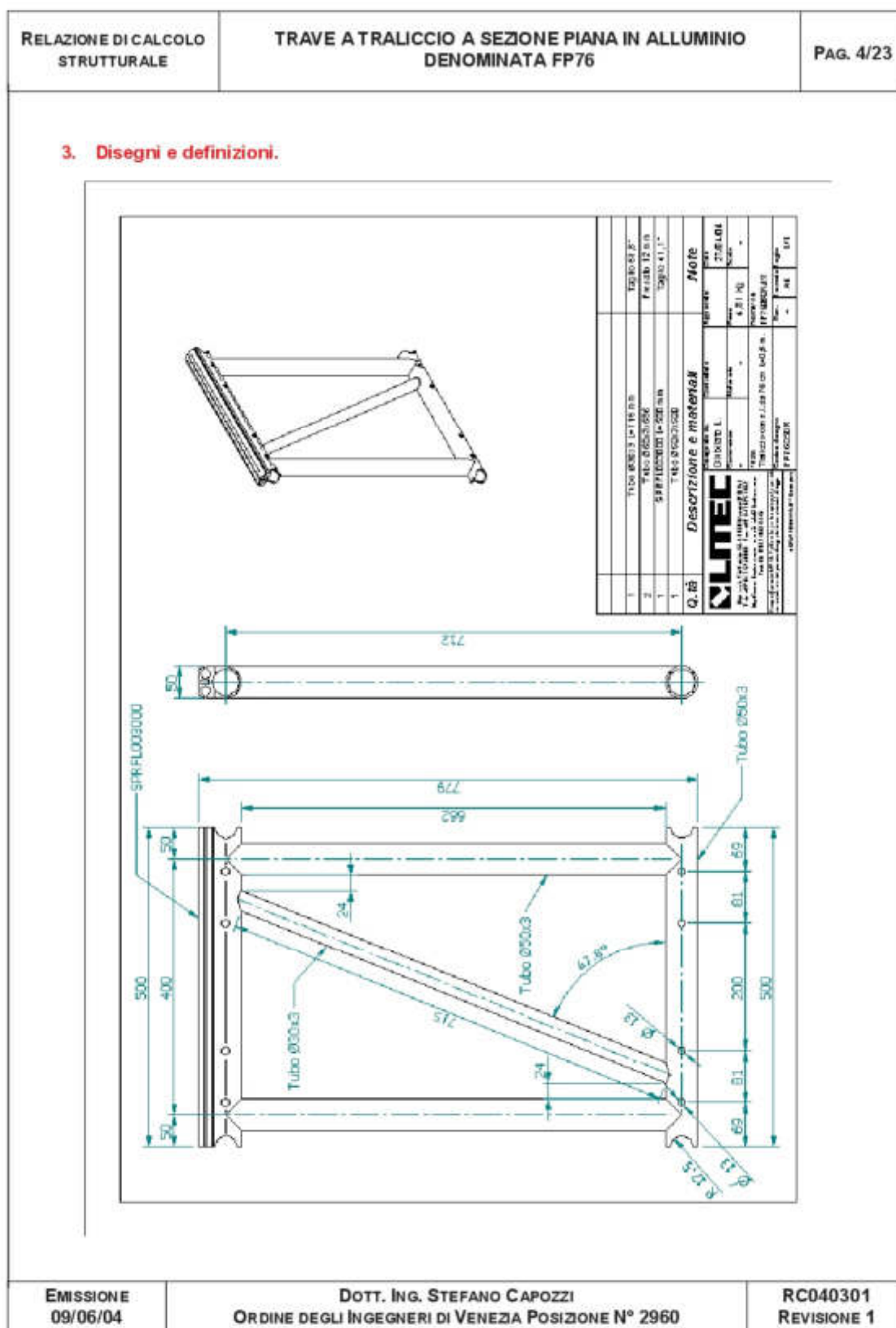
Prot. RC040201
Revisione 1

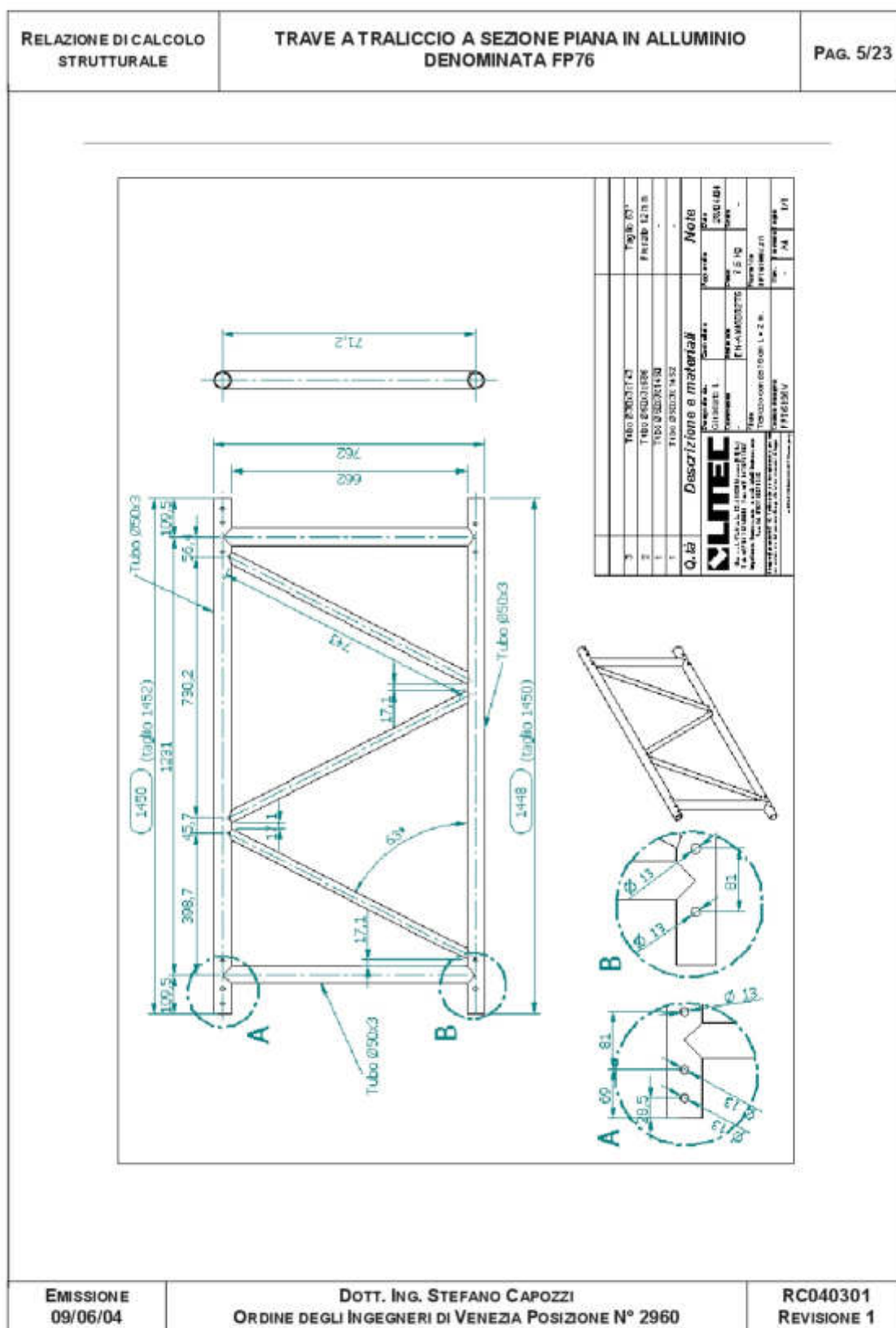


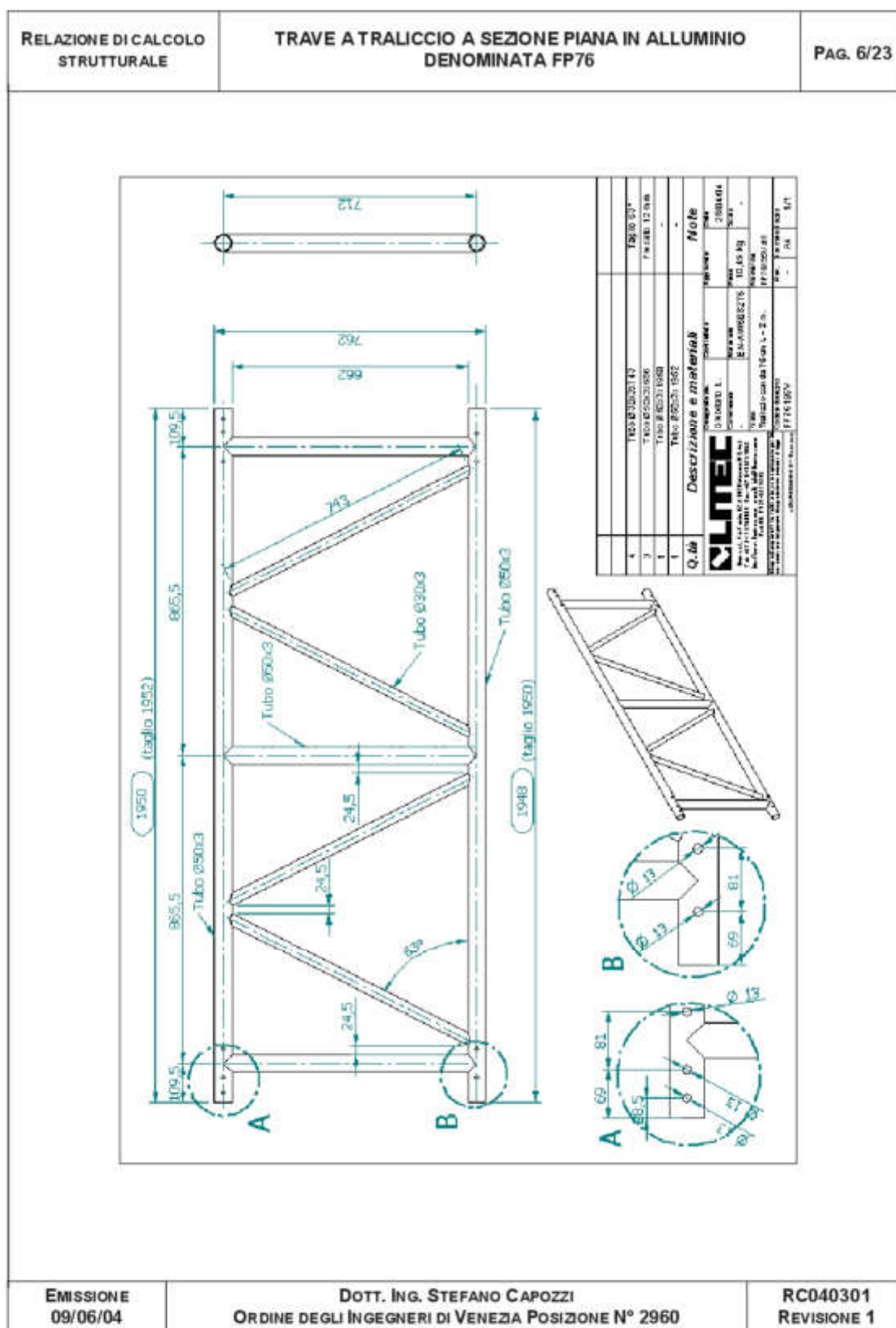
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE	TRAVE A TRALICCIO A SEZIONE PIANA IN ALLUMINIO DENOMINATA FP76	PAG. 2/23
INDICE		
1. Descrizione.	Pag.	3
2. Riferimenti normativi.	Pag.	3
3. Disegni e definizioni.	Pag.	4
4. Caratteristiche dei materiali utilizzati.	Pag.	13
5. Azioni limite nei componenti del traliccio.	Pag.	14
6. Azioni limite negli elementi di connessione fra tralici.	Pag.	18
7. Verifica complessiva della trave.	Pag.	20
8. Caratteristiche meccaniche complessive della trave.	Pag.	21
9. Conclusioni e prescrizioni.	Pag.	22
EMISSIONE 09/06/04	DOTT. ING. STEFANO CAPOZZI ORDINE DEGLI INGEGNERI DI VENEZIA POSIZIONE N° 2960	RC040301 REVISIONE 1



RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE	TRAVE A TRALICCIO A SEZIONE PIANA IN ALLUMINIO DENOMINATA FP76	PAG. 3/23									
<p>1. Descrizione.</p> <p>La presente relazione descrive i calcoli effettuati sulla trave a traliccio – denominata FP76 – composta da profili tubolari in alluminio saldati con processo TIG, della quale sono riportati i disegni costruttivi delle varie tipologie e lunghezze.</p> <p>Il traliccio viene realizzato con correnti in semplice tubo tondo, oppure con un corrente in profilo estruso in alluminio recante una guida che consente lo scorrimento di un telo opportunamente conformato.</p> <p>La relazione descrive anche il calcolo degli elementi di connessione che consentono il collegamento con altri tralicci simili.</p> <p>I prodotti in oggetto vengono normalmente collegati fra loro per formare strutture a graticcio utilizzate come coperture e come sostegni per attrezzature in eventi di pubblico intrattenimento. Sulla base di queste considerazioni, sono state studiate le configurazioni di carico a cui sono comunemente soggetti e che consentono di semplificare il calcolo delle strutture assemblate.</p> <p>2. Riferimenti normativi.</p> <table><tr><th>Norma / Legge</th><th>Data</th><th>Descrizione</th></tr><tr><td>CNR-UNI 10011</td><td>Giugno 1988</td><td>Costruzioni di acciaio – Istruzioni per il calcolo, l'esecuzione, il collaudo e la manutenzione.</td></tr><tr><td>UNI 8634</td><td>Dicembre 1985</td><td>Strutture di leghe d'alluminio – Istruzioni per il calcolo e l'esecuzione.</td></tr></table>			Norma / Legge	Data	Descrizione	CNR-UNI 10011	Giugno 1988	Costruzioni di acciaio – Istruzioni per il calcolo, l'esecuzione, il collaudo e la manutenzione.	UNI 8634	Dicembre 1985	Strutture di leghe d'alluminio – Istruzioni per il calcolo e l'esecuzione.
Norma / Legge	Data	Descrizione									
CNR-UNI 10011	Giugno 1988	Costruzioni di acciaio – Istruzioni per il calcolo, l'esecuzione, il collaudo e la manutenzione.									
UNI 8634	Dicembre 1985	Strutture di leghe d'alluminio – Istruzioni per il calcolo e l'esecuzione.									
EMISSIONE 09/06/04	DOTT. ING. STEFANO CAPOZZI ORDINE DEGLI INGEGNERI DI VENEZIA POSIZIONE N° 2960	RC040301 REVISIONE 1									





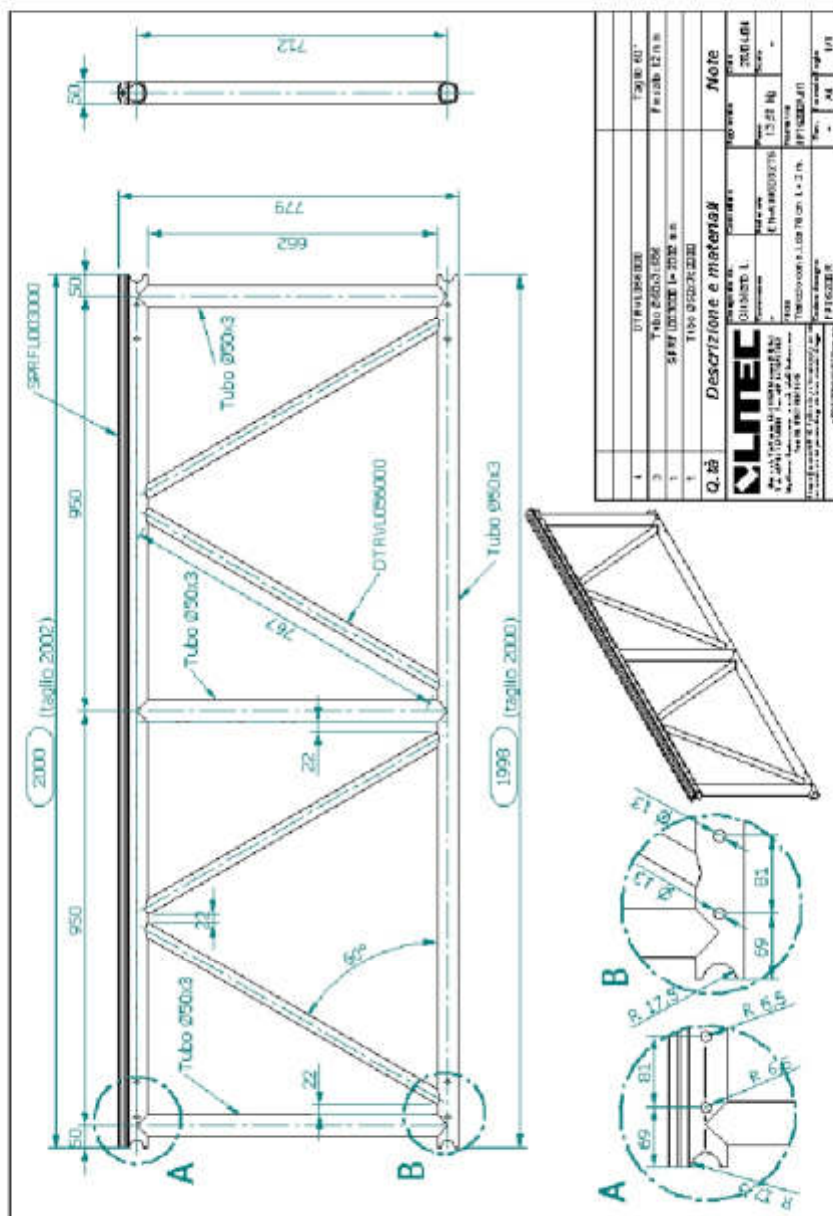




RELAZIONE DI CALCOLO
STRUTTURALE

TRAVE A TRALICCIO A SEZIONE PIANA IN ALLUMINIO
DENOMINATA FP76

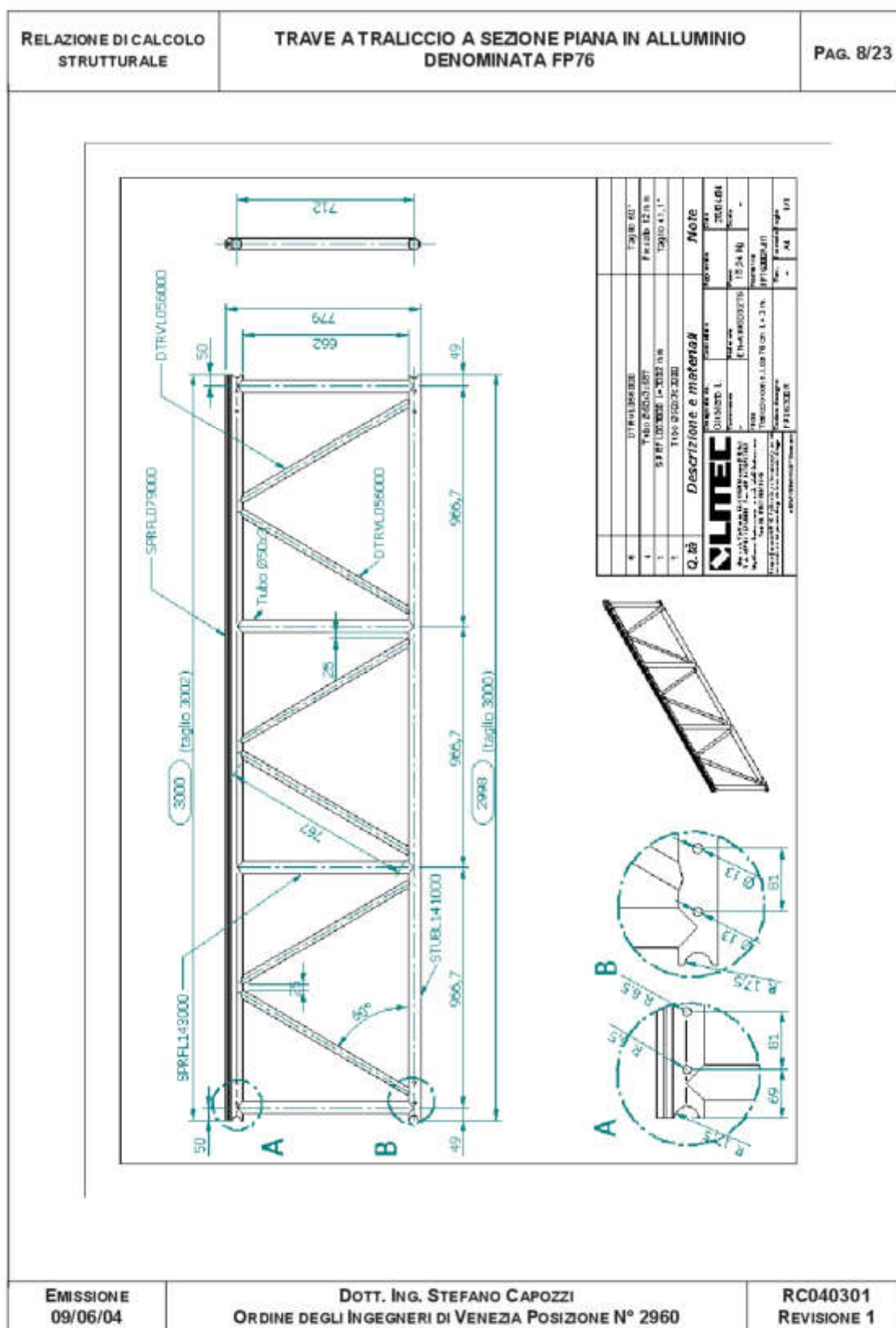
PAG. 7/23

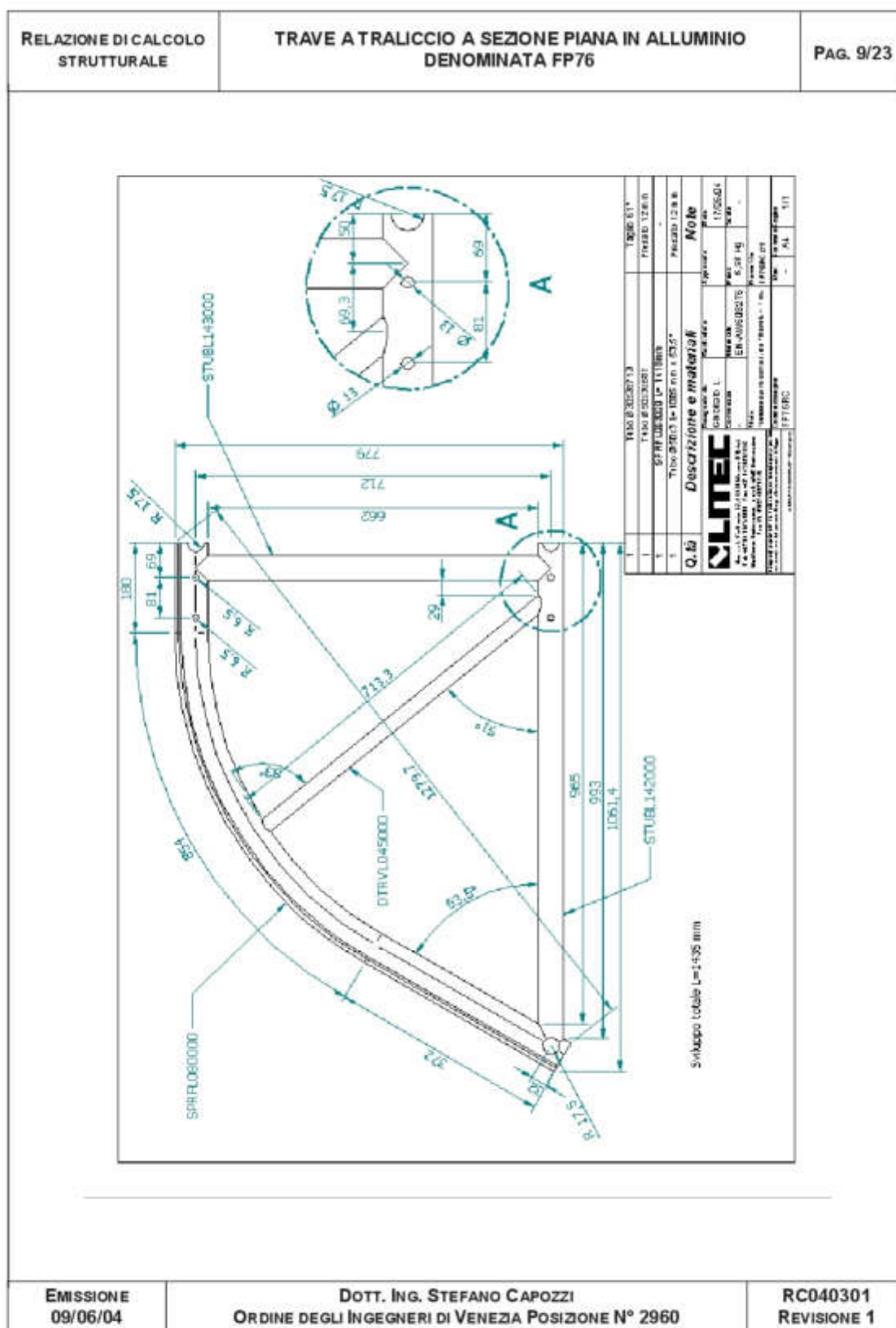


EMISSIONE
09/06/04

DOTT. ING. STEFANO CAPOZZI
ORDINE DEGLI INGEGNERI DI VENEZIA POSIZIONE N° 2960

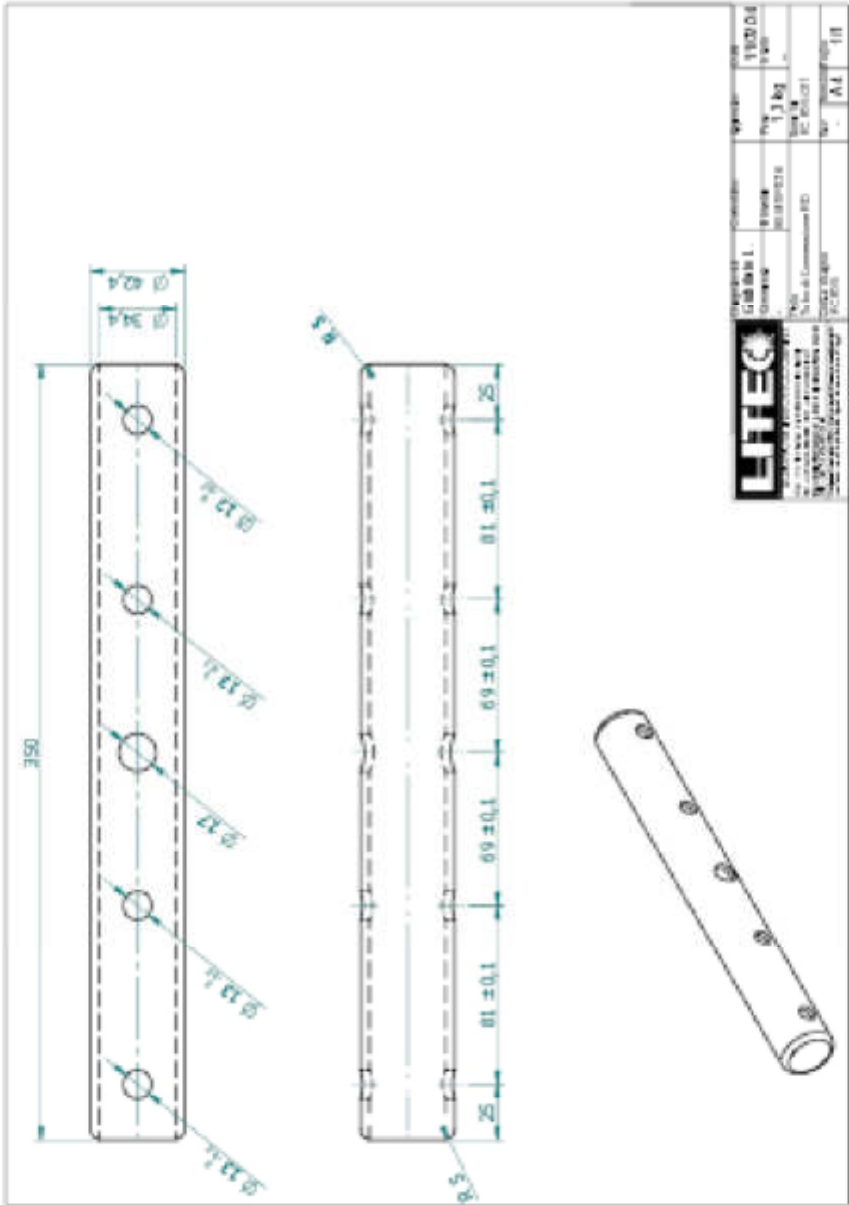
RC040301
REVISIONE 1







RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE	TRAVE A TRALICCIO A SEZIONE PIANA IN ALLUMINIO DENOMINATA FP76	PAG. 10/23
-------------------------------------	---	------------



Prodotto da	Gruppo	Modello	11/20.0.6
Disegnato da	Verificato da	Prova	1.1 kg
Calcolato da	Approvato da	Materiali	6061-T6
Disegnato da	Verificato da	Prova	1.1 kg
Calcolato da	Approvato da	Materiali	6061-T6
Disegnato da	Verificato da	Prova	1.1 kg
Calcolato da	Approvato da	Materiali	6061-T6

EMISSIONE
09/06/04

DOTT. ING. STEFANO CAPOZZI
ORDINE DEGLI INGEGNERI DI VENEZIA POSIZIONE N° 2960

RC040301
REVISIONE 1

RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE	TRAVE A TRALICCIO A SEZIONE PIANA IN ALLUMINIO DENOMINATA FP76	PAG. 11/23
---	---	-------------------

The figure displays the technical specifications for the FP76 aluminum beam. It includes three views: a top view, a side elevation, and a perspective view.

- Top View:** Shows a rectangular cross-section with a width of 76 mm and a height of 34.6 mm. The central hole has a diameter of 10.5 mm.
- Side Elevation:** Shows the beam's profile with a total length of 155 mm. The distance between the two mounting holes is 148 mm. The mounting holes have a diameter of 10.5 mm. The beam has a flange thickness of 5 mm and a flange width of 14.8 mm. The distance from the end of the beam to the first mounting hole is 10.5 mm.
- Perspective View:** Shows the beam from an isometric perspective, highlighting the two mounting holes and the overall shape.

Technical Data Table:

LITEC		Project: 11/12 Client: L. 11/12 Date: 11/12	
11/12 11/12 11/12		Project: 11/12 Client: L. 11/12 Date: 11/12	
11/12 11/12 11/12		Project: 11/12 Client: L. 11/12 Date: 11/12	

EMISSIONE
09/06/04

DOTT. ING. STEFANO CAPOZZI
ORDINE DEGLI INGEGNERI DI VENEZIA POSIZIONE N° 2960

RC040301
REVISIONE 1


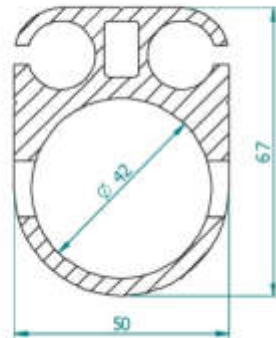
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE	TRAVE A TRALICCIO A SEZIONE PIANA IN ALLUMINIO DENOMINATA FP76	PAG. 12/23
<div data-bbox="282 1818 394 1868"> EMISSIONE 09/06/04 </div>	<div data-bbox="515 1818 1070 1868"> DOTT. ING. STEFANO CAPOZZI ORDINE DEGLI INGEGNERI DI VENEZIA POSIZIONE N° 2960 </div>	<div data-bbox="1192 1818 1315 1868"> RC040301 REVISIONE 1 </div>

RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE	TRAVE A TRALICCIO A SEZIONE PIANA IN ALLUMINIO DENOMINATA FP76	PAG. 13/23
<div data-bbox="282 1816 394 1863"> EMISSIONE 09/06/04 </div>	<div data-bbox="515 1816 1070 1863"> DOTT. ING. STEFANO CAPOZZI ORDINE DEGLI INGEGNERI DI VENEZIA POSIZIONE N° 2960 </div>	<div data-bbox="1192 1816 1326 1863"> RC040301 REVISIONE 1 </div>

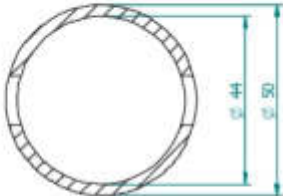
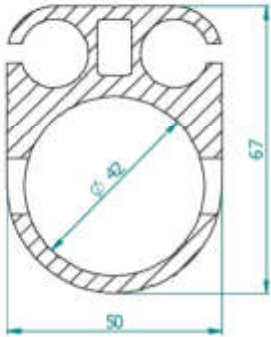
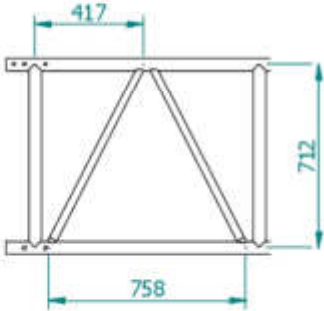
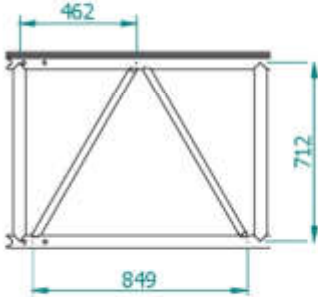


RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE	TRAVE A TRALICCIO A SEZIONE PIANA IN ALLUMINIO DENOMINATA FP76	PAG. 14/23																		
4. Caratteristiche dei materiali.																				
<table><tr><th>Materiale</th><th>Tensione ammissibile</th></tr><tr><td>Tubolare tondo Ø50x3 in alluminio estruso. Lega EN-AW 6082 T6 – UNI 573/3</td><td>155 N/mm²</td></tr><tr><td>Tubolare tondo Ø30x3 in alluminio estruso. Lega EN-AW 6082 T6 – UNI 573/3</td><td>155 N/mm²</td></tr><tr><td>Profilo tubolare a disegno 67x50x3 in alluminio estruso. Lega EN-AW 6005 T6 – UNI 573/3</td><td>130 N/mm²</td></tr><tr><td>Elementi di connessione in acciaio. Acciaio tipo 9SMnPb36.</td><td>240 N/mm²</td></tr><tr><td>Spine cilindriche. Acciaio tipo 9SMnPb36.</td><td>240 N/mm²</td></tr><tr><td>Spine elastiche ad alta resistenza UNI 6875 Acciaio per molle C70</td><td>UNI 6830</td></tr><tr><td>Bulloneria in acciaio - classe di resistenza 8.8</td><td>373 N/mm²</td></tr><tr><td>Dadi in acciaio - classe di resistenza 6S</td><td>470 N/mm²</td></tr></table>			Materiale	Tensione ammissibile	Tubolare tondo Ø50x3 in alluminio estruso. Lega EN-AW 6082 T6 – UNI 573/3	155 N/mm ²	Tubolare tondo Ø30x3 in alluminio estruso. Lega EN-AW 6082 T6 – UNI 573/3	155 N/mm ²	Profilo tubolare a disegno 67x50x3 in alluminio estruso. Lega EN-AW 6005 T6 – UNI 573/3	130 N/mm ²	Elementi di connessione in acciaio. Acciaio tipo 9SMnPb36.	240 N/mm ²	Spine cilindriche. Acciaio tipo 9SMnPb36.	240 N/mm ²	Spine elastiche ad alta resistenza UNI 6875 Acciaio per molle C70	UNI 6830	Bulloneria in acciaio - classe di resistenza 8.8	373 N/mm ²	Dadi in acciaio - classe di resistenza 6S	470 N/mm ²
Materiale	Tensione ammissibile																			
Tubolare tondo Ø50x3 in alluminio estruso. Lega EN-AW 6082 T6 – UNI 573/3	155 N/mm ²																			
Tubolare tondo Ø30x3 in alluminio estruso. Lega EN-AW 6082 T6 – UNI 573/3	155 N/mm ²																			
Profilo tubolare a disegno 67x50x3 in alluminio estruso. Lega EN-AW 6005 T6 – UNI 573/3	130 N/mm ²																			
Elementi di connessione in acciaio. Acciaio tipo 9SMnPb36.	240 N/mm ²																			
Spine cilindriche. Acciaio tipo 9SMnPb36.	240 N/mm ²																			
Spine elastiche ad alta resistenza UNI 6875 Acciaio per molle C70	UNI 6830																			
Bulloneria in acciaio - classe di resistenza 8.8	373 N/mm ²																			
Dadi in acciaio - classe di resistenza 6S	470 N/mm ²																			
<p>Per le leghe d'alluminio si assume un modulo di elasticità normale pari a 69000 N/mm² e modulo di elasticità tangenziale 25862 N/mm².</p> <p>Per l'acciaio si assume un modulo di elasticità normale pari a 205000 N/mm² e modulo di elasticità tangenziale 80000 N/mm².</p> <p>Per la costruzione della struttura, vengono poste le seguenti prescrizioni:</p> <ul style="list-style-type: none">- In tutti i profili ed i piatti di alluminio utilizzati si accetta uno scostamento massimo rispetto alle dimensioni teoriche riportate nei disegni pari al 5% per quanto riguarda gli spessori, mentre si deve fare riferimento alle normative vigenti per quanto concerne le tolleranze geometriche del materiale, in particolare alla norma UNI 3879 per i profili estrusi in alluminio.- La saldatura dell'alluminio deve essere eseguita con i corretti procedimenti previsti dalle regole vigenti, utilizzando materiale d'apporto con caratteristiche idonee ai materiali di base ed operando in maniera tale da alterare il meno possibile le loro caratteristiche meccaniche, in particolar modo nella zona termicamente alterata.- I bulloni utilizzati, oltre ad avere le caratteristiche meccaniche precedentemente descritte, devono essere posti in opera adottando ogni accorgimento utile per realizzare il perfetto accoppiamento ed imprimendo un'opportuna coppia di serraggio, come previsto dalla normativa vigente.- Tutti i collegamenti realizzati con spine devono essere completati con le relative coppiglie di sicurezza.																				
EMISSIONE 09/06/04	DOTT. ING. STEFANO CAPOZZI ORDINE DEGLI INGEGNERI DI VENEZIA POSIZIONE N° 2960	RC040301 REVISIONE 1																		





RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE	TRAVE A TRALICCIO A SEZIONE PIANA IN ALLUMINIO DENOMINATA FP76	PAG. 15/23
<p>5. Azioni limite nei componenti del traliccio.</p> <p>Il traliccio viene analizzato nei singoli componenti per determinare i carichi che portano al limite la struttura nel suo complesso.</p> <p><u>Determinazione della massima forza di trazione nei tubi correnti.</u></p> <div><div>$A_{\text{tubo}} = 443 \text{ mm}^2$ $A_{\text{fori}} = 79 \text{ mm}^2$ $A_{\text{net}} = 364 \text{ mm}^2$ $\sigma_{\text{adm}} = 110 \text{ N/mm}^2 \text{ (z.t.a.)}$ $\sigma_{\text{adm}} = 65 \text{ N/mm}^2 \text{ (saldatura)}$</div></div> <div><div>$A_{\text{tubo}} = 976 \text{ mm}^2$ $A_{\text{fori}} = 83 \text{ mm}^2$ $A_{\text{net}} = 893 \text{ mm}^2$ $\sigma_{\text{adm}} = 95 \text{ N/mm}^2 \text{ (z.t.a.)}$</div></div> <p>$N_{\text{MAX}} = \sigma_{\text{adm}} \times A_{\text{net}} = 40040 \text{ N}$ per il corrente $\varnothing 50 \times 3$</p> <p>$N_{\text{MAX}} = \sigma_{\text{adm}} \times A_{\text{net}} = 84835 \text{ N}$ per il profilo con binario</p> <p>Per i montanti $\varnothing 50 \times 3 \text{ mm}$, si ha una forza massima di trazione pari a:</p> <p>$N_{\text{MAX}} = \sigma_{\text{adm}} \times A_{\text{res}} = 65 \times 443 = 28795 \text{ N}$</p> <p><u>Determinazione della massima forza di compressione nei tubi correnti.</u></p> <p>La verifica viene effettuata sia per il tubo $\varnothing 50 \times 3 \text{ mm}$ che per il profilo con binario per lo scorrimento del telo che costituisce, nei tralicci della serie FP55R, il corrente superiore, generalmente in compressione.</p>		
EMISSIONE 09/06/04	DOTT. ING. STEFANO CAPOZZI ORDINE DEGLI INGEGNERI DI VENEZIA POSIZIONE N° 2960	RC040301 REVISIONE 1

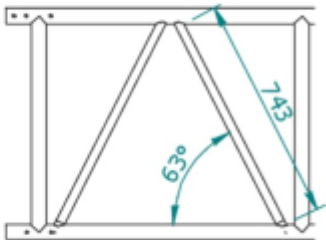
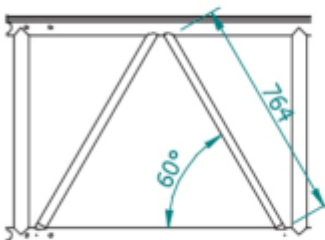
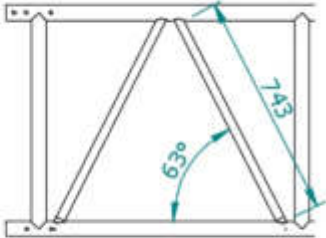
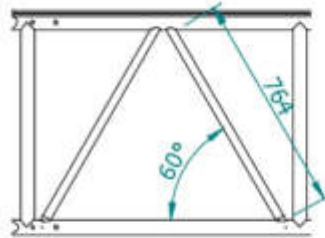


RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE	TRAVE A TRALICCIO A SEZIONE PIANA IN ALLUMINIO DENOMINATA FP76	PAG. 16/23
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-start;"> <div style="text-align: center;">  </div> <div> <p>$A_{\text{tubo}} = 443 \text{ mm}^2$ (compresi i fori)</p> <p>$I_{11} = 122812 \text{ mm}^4$</p> <p>$I_{22} = 122812 \text{ mm}^4$</p> <p>$\sigma_{\text{adm}} = 110 \text{ N/mm}^2$ (z.t.a.)</p> </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-start; margin-top: 20px;"> <div style="text-align: center;">  </div> <div> <p>$A_{\text{tubo}} = 976 \text{ mm}^2$ (compresi i fori)</p> <p>$I_{11} = 363705 \text{ mm}^4$</p> <p>$I_{22} = 279024 \text{ mm}^4$</p> <p>$\sigma_{\text{adm}} = 95 \text{ N/mm}^2$ (z.t.a.)</p> </div> </div> <p style="margin-top: 20px;">Il raggio d'inerzia è uguale nei due casi:</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 10px;"> $i = \sqrt{\frac{I_{\min}}{A}} = \sqrt{\frac{122812}{443}} = 17$ $i = \sqrt{\frac{I_{\min}}{A}} = \sqrt{\frac{279024}{976}} = 17$ </div> <p style="margin-top: 20px;">Dalla geometria del traliccio si ricavano la lunghezza massima d'inflessione e quindi la snellezza dell'elemento.</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-start; margin-top: 20px;"> <div style="text-align: center;">  <p style="margin-top: 20px;">$\lambda = \frac{417}{17} = 25$</p> <p>$\omega = 1,116 \quad (f_d = 265 \text{ N/mm}^2)$</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p style="margin-top: 20px;">$\lambda = \frac{462}{17} = 28$</p> <p>$\omega = 1,122 \quad (f_d = 225 \text{ N/mm}^2)$</p> </div> </div>		
EMISSIONE 09/06/04	DOTT. ING. STEFANO CAPOZZI ORDINE DEGLI INGEGNERI DI VENEZIA POSIZIONE N° 2960	RC040301 REVISIONE 1

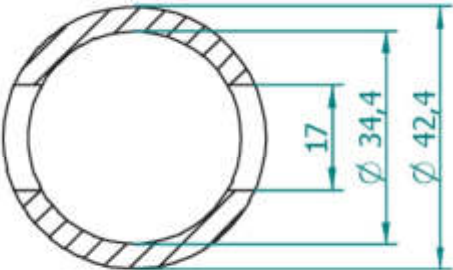


RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE	TRAVE A TRALICCIO A SEZIONE PIANA IN ALLUMINIO DENOMINATA FP76	PAG. 17/23
$N_{MAX} = \frac{f_d}{v} \times \frac{k_1 \times A}{\omega} = \frac{265}{1,7} \times \frac{1 \times 443}{1,116} = 61878 \text{ N} \quad N_{MAX} = \frac{f_d}{v} \times \frac{k_1 \times A}{\omega} = \frac{225}{1,7} \times \frac{1 \times 1111}{1,122} = 131055 \text{ N}$ <p><u>Determinazione della massima forza di trazione trasversi.</u></p>  $A_{tubo} = 254 \text{ mm}^2$ $\sigma_{adm} = 65 \text{ N/mm}^2 \text{ (saldatura)}$ $N_{MAX} = \sigma_{adm} \times A_{net} = 16510 \text{ N}$ <p>Valida sia per i diagonali, che per i montanti.</p> <p><u>Determinazione della massima forza di compressione nei traversi.</u></p> <p>La verifica viene effettuata sia per i diagonali, che per i montanti.</p>  $A_{tubo} = 254 \text{ mm}^2 \text{ (compresi i fori)}$ $I_{11} = 23475 \text{ mm}^4$ $I_{22} = 23475 \text{ mm}^4$ $f_d = 265 \text{ N/mm}^2 \text{ (lega 6082)}$ $\sigma_{adm} = 65 \text{ N/mm}^2 \text{ (saldatura)}$ $i = \sqrt{\frac{I_{min}}{A}} = \sqrt{\frac{23475}{254}} = 9,6$ <p>Dalla geometria del traliccio si ricavano la lunghezza massima d'inflessione e quindi la snellezza dell'elemento.</p>		
EMISSIONE 09/06/04	DOTT. ING. STEFANO CAPOZZI ORDINE DEGLI INGEGNERI DI VENEZIA POSIZIONE N° 2960	RC040301 REVISIONE 1



RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE	TRAVE A TRALICCIO A SEZIONE PIANA IN ALLUMINIO DENOMINATA FP76	PAG. 18/23
<p><u>Diagonali.</u></p> <div></div> <div>$L = 743 \text{ mm}$$\lambda = \frac{743}{9,6} = 77$$\omega = 2,655$$N_{MAX} = \frac{f_d}{v} \times \frac{k_1 \times A}{\omega} = \frac{265}{1,7} \times \frac{1 \times 254}{2,655} = 14913 \text{ N}$</div> <div></div> <div>$L = 764 \text{ mm}$$\lambda = \frac{764}{9,6} = 80$$\omega = 2,836$$N_{MAX} = \frac{f_d}{v} \times \frac{k_1 \times A}{\omega} = \frac{265}{1,7} \times \frac{1 \times 254}{2,836} = 13961 \text{ N}$</div> <p><u>Montanti Ø50 mm.</u></p> <div></div> <div>$L = 712 \text{ mm}$$\lambda = \frac{712}{9,6} = 43$$\omega = 1,319$$N_{MAX} = \frac{f_d}{v} \times \frac{k_1 \times A}{\omega} = \frac{265}{1,7} \times \frac{1 \times 443}{1,319} = 52355 \text{ N}$</div> <div></div> <div>$L = 712 \text{ mm}$$\lambda = \frac{712}{9,6} = 43$$\omega = 1,319$$N_{MAX} = \frac{f_d}{v} \times \frac{k_1 \times A}{\omega} = \frac{265}{1,7} \times \frac{1 \times 443}{1,319} = 52355 \text{ N}$</div>		
EMISSIONE 09/06/04	DOTT. ING. STEFANO CAPOZZI ORDINE DEGLI INGEGNERI DI VENEZIA POSIZIONE N° 2960	RC040301 REVISIONE 1



RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE	TRAVE A TRALICCIO A SEZIONE PIANA IN ALLUMINIO DENOMINATA FP76	PAG. 19/23
<p>6. Azioni limite negli elementi di connessione fra tralicci.</p> <p>Vengono verificati sia gli elementi di giunzione separati, che le caratteristiche dell'accoppiamento con i tralicci.</p> <p><u>Verifica degli elementi di connessione e del loro collegamento.</u></p> <div><div>$A_{\text{tubo}} = 483 \text{ mm}^2$ $A_{\text{fori}} = 141 \text{ mm}^2$ $A_{\text{net}} = 342 \text{ mm}^2$ $\sigma_{\text{adm}} = 200 \text{ N/mm}^2$</div></div> <p>La massima forza di trazione che può sopportare il canotto FCP35 vale:</p> $N_{\text{MAX}} = \sigma_{\text{adm}} \times A_{\text{net}} = 68400 \text{ N}$ <p>Gli elementi FCP18F ed FCP18M hanno caratteristiche geometriche simili all'elemento FCP35, analizzato precedentemente, ma sono collegati fra loro da una vite M16 classe di resistenza 8.8, avvitata su una filettatura ricavata direttamente nell'elemento FCP18M.</p> <p>Massima forza assiale ammissibile per la vite M16 (CNR-UNI 10011 – prospetto 4-IV):</p> $N_{\text{MAX}} = 70000 \text{ N}$ <p>Per la parte filettata, si applica una riduzione dovuta all'utilizzo di un materiale meno resistente:</p> $N_{\text{MAX}} = A_{\text{res}} \times \sigma_{\text{adm}} = 157 \times 240 = 37680 \text{ N}$ <p><u>Verifica del collegamento fra traliccio e connettore.</u></p> <p>Si effettua una verifica al rifollamento dei fori $\varnothing 13 \text{ mm}$ presenti sul tubolare d'alluminio e le due spine $\varnothing 12 \text{ mm}$ che mantengono il collegamento.</p> $\sigma_{\text{rif}} = \frac{N_{\text{foro}}}{12 \times 3} = \sigma_{\text{rif}} = 2 \times \sigma_{\text{adm}} = 310 \text{ N/mm}^2$ <p>Ammettendo che i quattro fori siano sufficientemente distanti dalla zona termicamente alterata. Si ottiene una forza massima di trazione:</p> $N_{\text{MAX}} = 310 \times 36 \times 4 = 44640 \text{ N}$ <p><u>Verifica della spina.</u></p> <p>La spina viene verificata a taglio su due sezioni resistenti.</p>		
EMISSIONE 09/06/04	DOTT. ING. STEFANO CAPOZZI ORDINE DEGLI INGEGNERI DI VENEZIA POSIZIONE N° 2960	RC040301 REVISIONE 1



RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE	TRAVE A TRALICCIO A SEZIONE PIANA IN ALLUMINIO DENOMINATA FP76	PAG. 20/23
$\tau = \frac{4}{3} \times \frac{N_{MAX}}{A} \times \frac{1}{2} = \frac{4}{3} \times \frac{N_{MAX}}{\pi \times 6^2} \times \frac{1}{2} = \tau_{adm} = 138,5 \text{ N/mm}^2$ <p>Si ottiene una forza massima di trazione:</p> $N_{MAX} = 23476 \times 2 = 46952 \text{ N}$		
EMISSIONE 09/06/04	DOTT. ING. STEFANO CAPOZZI ORDINE DEGLI INGEGNERI DI VENEZIA POSIZIONE N° 2960	RC040301 REVISIONE 1



RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE	TRAVE A TRALICCIO A SEZIONE PIANA IN ALLUMINIO DENOMINATA FP76	PAG. 21/23
<p>7. Verifica complessiva della trave.</p> <p>Viene impostato un calcolo agli elementi finiti per determinare le caratteristiche meccaniche complessive di una trave realizzata dal collegamento di più tralici consecutivi. I singoli elementi vengono analizzati separatamente per verificare la rispondenza ai limiti esposti in precedenza.</p> <p>Vengono analizzate due configurazioni di carico, relative rispettivamente alla massima forza di trazione ammissibile nei correnti ed al massimo carico trasversale applicabile sulla trave. Il modello di calcolo ha validità solo se le condizioni generali di vincolo sono tali da far inflettere la trave esclusivamente sul proprio piano, pertanto si fa la seguente assunzione:</p> <div><p>La lunghezza libera di inflessione del traliccio non può superare i 3 m.</p><p>Tale situazione risulta verificata allorché siano presenti, con un passo non superiore a 3 metri, degli elementi trasversali di vincolo che impediscano alla trave uno spostamento nel piano ad essa ortogonale.</p><p>Tale situazione risulta verificata in presenza di altri tralici collegati trasversalmente mediante il sistema di connessione a quattro vie precedentemente analizzato, purché essi abbiano un passo non superiore a 3 metri.</p></div> <p>Qualora non sia verificata questa assunzione, occorre effettuare un'ulteriore verifica di stabilità del traliccio e le indicazioni complessive di resistenza estrapolate in questa relazione perdono validità.</p>		
EMISSIONE 09/06/04	DOTT. ING. STEFANO CAPOZZI ORDINE DEGLI INGEGNERI DI VENEZIA POSIZIONE N° 2960	RC040301 REVISIONE 1



RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE	TRAVE A TRALICCIO A SEZIONE PIANA IN ALLUMINIO DENOMINATA FP76	PAG. 22/23
----------------------------------	--	------------

8. Caratteristiche meccaniche compressive della trave.

Riepilogo delle caratteristiche dei componenti.


Elemento	Forza assiale massima [N]
Corrente inferiore	40040
Corrente superiore con binario	131055
Diagonali	13961
Montanti Ø50x3	28795
Connessione	44640

Caratteristiche meccaniche della trave

Area della sezione	$A_V = 886 \text{ mm}^2$	serie FP76V
	$A_R = 1419 \text{ mm}^2$	serie FP76R
Momenti d'inerzia principali	$I_{11} = 112524738 \text{ mm}^4$	serie FP76V
	$I_{22} = 245624 \text{ mm}^4$	serie FP76V
	$I_{11} = 161638876 \text{ mm}^4$	serie FP76R
	$I_{22} = 401836 \text{ mm}^4$	serie FP76R
Momento flettente ammissibile nel piano d'inflessione principale 11	$M_{adm} = \frac{30366 \times 712}{1000} = 31784 \text{ N} \cdot \text{m}$	
Forza di taglio ammissibile nel piano d'inflessione principale 11	$T_{adm} = 13961 \times \text{sen}63^\circ = 12439 \text{ N}$	

EMISSIONE 09/06/04	DOTT. ING. STEFANO CAPOZZI ORDINE DEGLI INGEGNERI DI VENEZIA POSIZIONE N° 2960	RC040301 REVISIONE 1
-----------------------	---	-------------------------



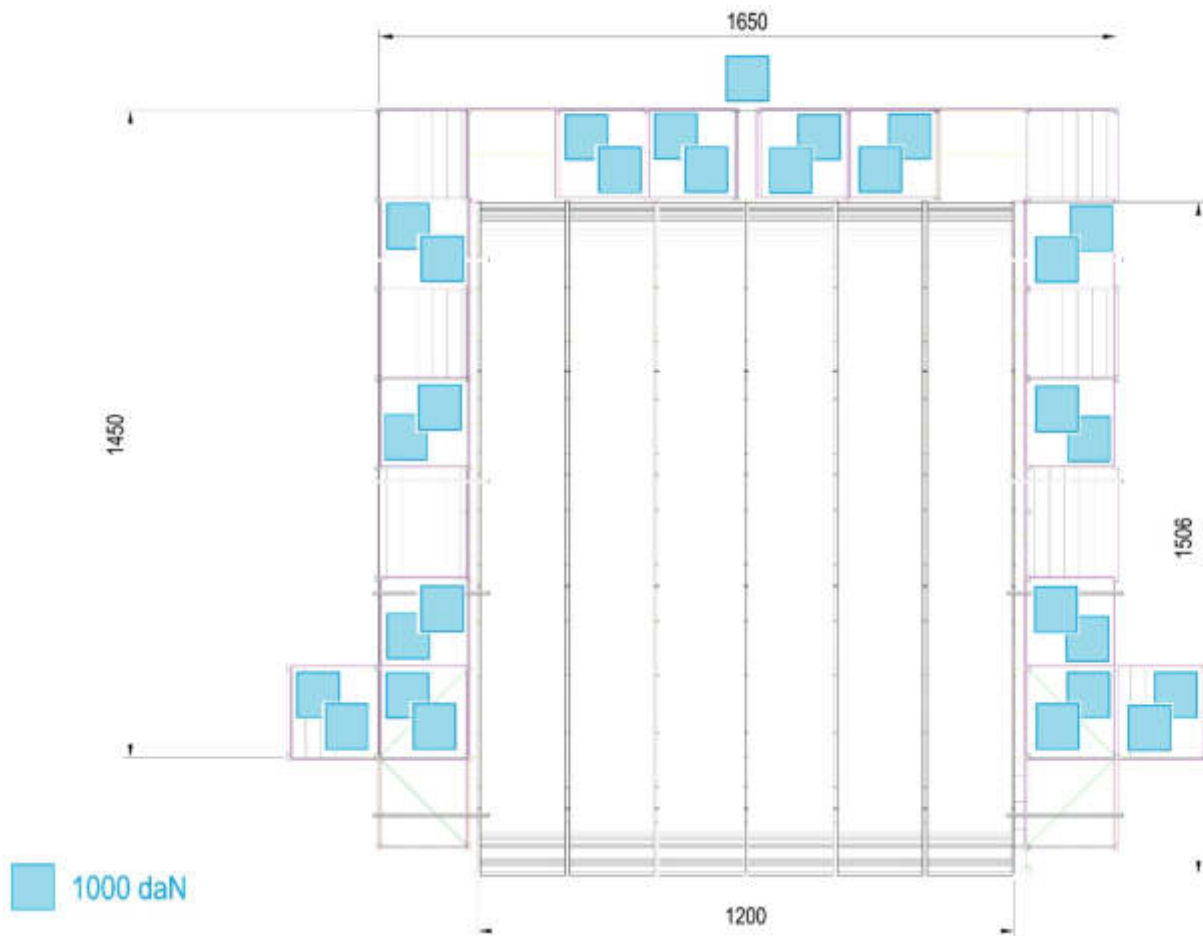
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE	TRAVE A TRALICCIO A SEZIONE PIANA IN ALLUMINIO DENOMINATA FP76	PAG. 23/23
<p>9. Conclusioni e prescrizioni.</p> <ul style="list-style-type: none">- Vale la limitazione sulla lunghezza libera d'inflessione della trave pari a 3 metri, come indicato nel paragrafo 7.- La presente trattazione analizza una trave assemblata, composta da più elementi FP55 consecutivi, di lunghezza massima pari a 22 metri. Per strutture con luce fra gli appoggi superiore a 22 m, occorre eseguire ulteriori analisi.- I materiali utilizzati devono mantenere le caratteristiche iniziali di integrità. I risultati della presente trattazione vengono inficiati dalla presenza di botte, cricche o danneggiamenti in genere degli elementi componenti.- La presente relazione di calcolo tratta sollecitazioni di tipo statico. Eventuali azioni dinamiche sulle strutture esulano dalla trattazione e devono essere tenute in debito conto dal collaudatore dell'installazione.- Tutti i collegamenti con spine devono essere corredati di copiglie di sicurezza.- I collegamenti filettati devono essere posti in opera adottando ogni accorgimento utile per realizzare il perfetto accoppiamento ed imprimendo un'opportuna coppia di serraggio, come previsto dalla normativa vigente. Si raccomanda di eseguire periodicamente un controllo di tutte le filettature, sostituendo, ove necessario, gli elementi danneggiati.- In presenza di ovalizzazione eccessiva dei fori di collegamento, è necessario far valutare da un tecnico qualificato l'integrità degli elementi componenti della struttura. <p>La presente relazione è formata da ventitre pagine.</p> <p>Venezia, 15 Giugno 2005.</p> <p>Dott. Ing. Stefano Capozzi Ordine degli Ingegneri di Venezia Posizione N° 2960</p> 		
EMISSIONE 09/06/04	DOTT. ING. STEFANO CAPOZZI ORDINE DEGLI INGEGNERI DI VENEZIA POSIZIONE N° 2960	RC040301 REVISIONE 1



AZIONE DEL VENTO

GROUND SUPPORT

SI ADOTTANO 30 ZAVORRE DA 1000 daN CIASCUNA PER TOTALI 30000 daN



DISPOSIZIONE ZAVORRE (INDICATIVA)



VERIFICA IPOTIZZANDO SOLO TELO DI COPERTURA

VERIFICA VENTO

vento su copertura	daN/mq	130,00
vento su parete	daN/mq	25,00
peso proprio struttura	daN	24650
pesi non strutturali	daN	0
braccio peso proprio struttura	m	7,25
braccio pesi non strutturali	m	0
coeff sicurezza		1,5
coeff riduttore pesi non strutturali		0,8
coeff riduttore pesi zavorra		0,9
coeff attrito scorrimento		0,9

superfici orizzontali (mq)	b (m)	h (m)
area totale esposta (mq)	14,5	17
246,5	0	0
	0	0
	0	0
	0	0
	0	0
	0	0

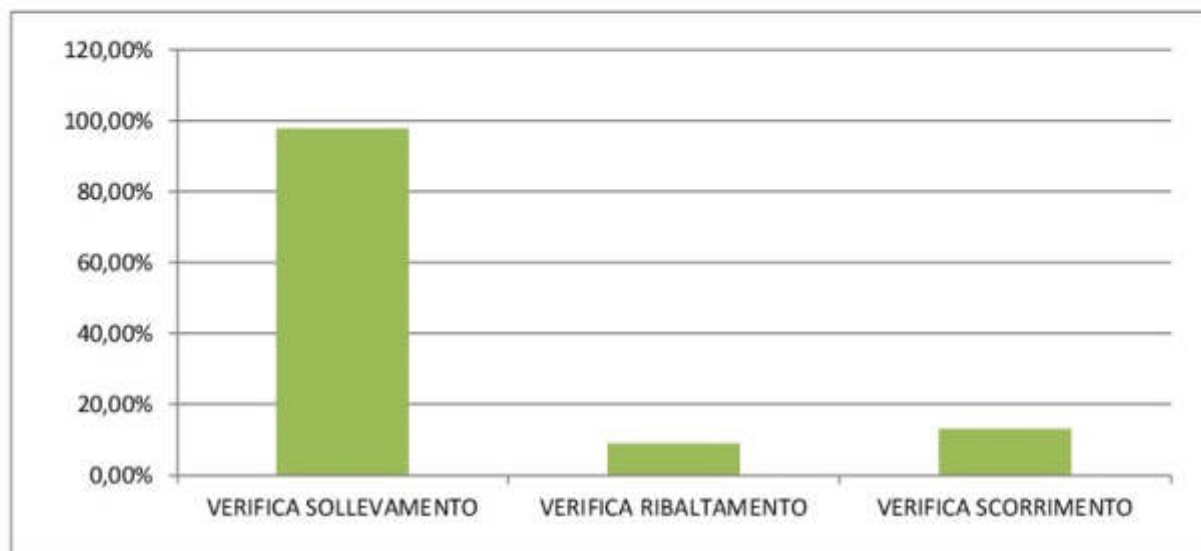
superfici verticali (mq)	b (m)	h (m)	riduzione	braccio (m)
area totale esposta (mq)	17	10	0%	5
170	0	0	0%	0
	0	0	0%	0
	0	0	0%	0
	0	0	0%	0
	0	0	0%	0
	0	0	0%	0

zavorre	num	dim1 (m)	dim2 (m)	dim3 (m)	p.s. (daN/mc)	braccio (m)
totali (daN)	30	1	1	1	1000	7,25
30000	0	1	1	1	0	7,25
	0	1	1	1	0	7,25
x sollevamento	0	1	1	1	0	7,25
-1241,67	0	1	1	1	0	7,25
x ribaltamento	0	1	1	1	0	7,25
-19764,94	0	1	1	1	0	7,25
x scorrimento	0	1	1	1	0	7,25
-47566,67	0	1	1	1	0	7,25

VERIFICA SOLLEVAMENTO	97,73% verificato
VERIFICA RIBALTAMENTO	8,94% verificato
VERIFICA SCORRIMENTO	12,96% verificato

eventuali a sfavore	altri ribaltamento	carichi
braccio m	carico daN	
0	0	0
0	0	0
0	0	0
0	0	0
0	0	0
0	0	0

larghezza	17 m
profondità	14,5 m
altezza	10 m
peso vo	10 daN/mc





VERIFICA IPOTIZZANDO TELO DI COPERTURA E TELI LATERALI

VERIFICA VENTO

vento su coperture	daN/mq	126,00
vento su parete	daN/mq	108,00
peso proprio struttura	daN	24650
pesi non strutturali	daN	0
braccio peso proprio struttura	m	7,25
braccio pesi non strutturali	m	0
coeff sicurezza		1,5
coeff riduttore pesi non struttura		0,8
coeff riduttore pesi zavorre		0,9
coeff attrito scorrimento		0,9

	b (m)	h (m)
superfici orizzontali (mq)	14,5	17
area totale esposta (mq)	0	0
246,5	0	0
	0	0
	0	0
	0	0
	0	0
	0	0

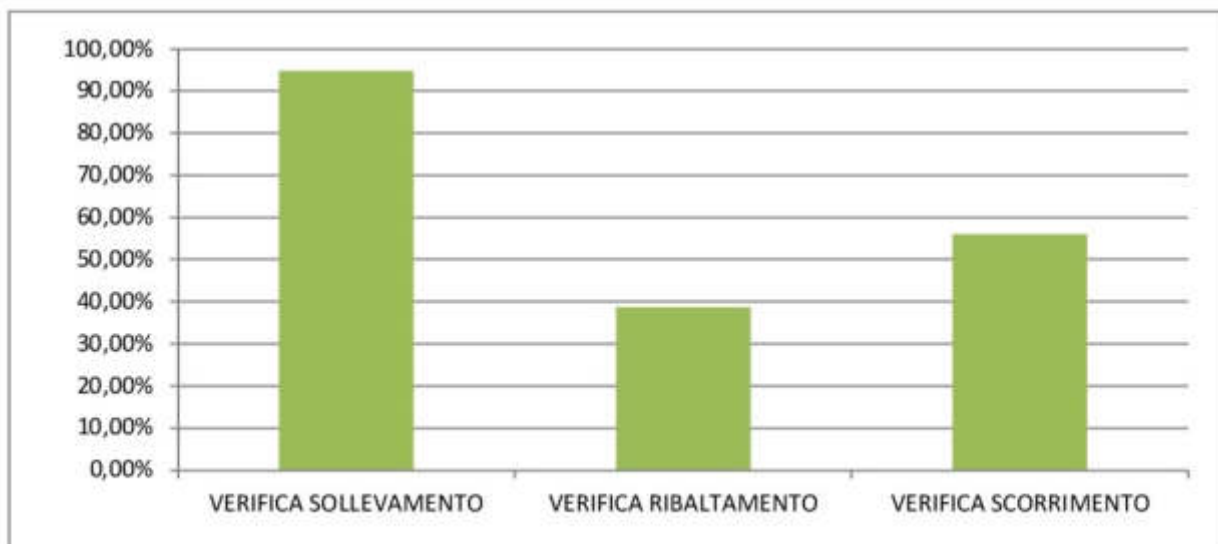
	b (m)	h (m)	riduzione	braccio (m)
superfici verticali (mq)	17	10	0%	5
area totale esposta (mq)	0	0	0%	0
170	0	0	0%	0
	0	0	0%	0
	0	0	0%	0
	0	0	0%	0
	0	0	0%	0
	0	0	0%	0

	num	dim1 (m)	dim2 (m)	dim3 (m)	p.s. (daN/mc)	braccio (m)
zavorre						
totali (daN)	30	1	1	1	1000	7,25
30000	0	1	1	1	0	7,25
	0	1	1	1	0	7,25
x sollevamento	0	1	1	1	0	7,25
-2885,00	0	1	1	1	0	7,25
x ribaltamento	0	1	1	1	0	7,25
-3546,55	0	1	1	1	0	7,25
x scorrimento	0	1	1	1	0	7,25
-24050,00	0	1	1	1	0	7,25

VERIFICA SOLLEVAMENTO	94,72% verificato
VERIFICA RIBALTAMENTO	38,62% verificato
VERIFICA SCORRIMENTO	55,99% verificato

eventuali a sfavore	altri ribaltamento carico	carichi
braccio m	carico daN	
0	0	0
0	0	0
0	0	0
0	0	0
0	0	0
0	0	0

larghezza	17 m
profondità	14,5 m
altezza	10 m
peso vol	10 daN/mc





SI PRESCRIVE

Il sistema di sospensione posto in atto prevede la individuazione dei punti di sospensione nella struttura del ground support e nelle sovrastrutture, nella posa in opera dei motori di sospensione della trave ai motori, nel collegamento della trave ai motori, nel sollevamento della trave a quota idonea al fissaggio del materiale scenico, nel sollevamento della trave alla quota di progetto e nella posa in opera dei cavi di sicurezza che, bypassando il motore li collegano al punto di fissaggio.

Tutti i corpi di illuminazione scenografica e gli elementi scenografici saranno fissati alla trave con gancio catena principale e cavo catena di sicurezza nel concetto di sistema di sospensione in doppia sicurezza.

GRILLI DI SOLLEVAMENTO

(materiale: staffa acciaio FE42A o ASTM A 105, perno acciaio C8 o come staffa)

almeno di portata 1,00 t, diametro 10 mm.

(2,00 t, 22 mm, per motori 2 ton)

CAMPANELLE (ANELLI)

(acciaio legato grado 80 DIN 5687)

almeno di portata 1,6 t, diametro 6 mm (1/4").

(2,00 t, 8 mm, per motori 2 ton)

GOLFARI

maschi almeno di portata 1,00 t, d M20.

(almeno 2,00 t, M27, per motori 2 ton)

(materiale C15)

femmina almeno di portata 1,00 t, d M22.

(almeno 2,00 t, M36, per motori 2 ton)

(materiale acciaio FE42A o ASTM A 105)

FUNI DI ACCIAIO

(216 fili in anima metallica)

considerando che il coefficiente di sicurezza per le funi in acciaio è uguale a 5 sulla base della direttiva macchine CEE 91/368 vengono prescritte:

funi di diametro maggiore o uguale a 10 mm per tutte le sospensioni e le sicurezze

(14 mm per motori 2 ton).

CATENE

(acciaio legato grado 80 DIN 5687)

almeno di portata 1,1 t, diametro 6 mm (1/4").

(almeno 2,00 t, 8 mm, per motori 2 ton)

ZAVORRA

Accertarsi che sia presente TUTTA la zavorra indicata in relazione. Diversi schemi e carichi devono essere verificati da tecnico qualificato.

RIPARTIZIONE A TERRA

Accertarsi che il piano di posa sia idoneo allo scarico delle reazioni vincolari e nel caso prevedere idoneo sistema di ripartizione a terra a mezzo di piastre da parte di tecnico qualificato.

VENTO

la struttura è calcolata con vento fino a 28 m/s (101 km/h); se il vento supera questa velocità la zona va evacuata

in ogni caso con vento superiore a 50 km/h vanno portati a terra eventuali schermi

in ogni caso con vento superiore a 70 km/h vanno portati a terra eventuali cluster audio



Conclusioni

Stante quanto evidenziato nella relazione, il sottoscritto Dott. Ing. Icaro DANIELE con studio professionale in via Monteverdi 8, 35027 Noventa Padovana (PD), CF DNL CRI 69M08 F962K, iscritto da oltre dieci anni all'albo professionale degli ingegneri di Padova al numero 2931,

ACCERTATO che le ipotesi di calcolo assunte a base dei calcoli sono compatibili con i carichi massimi previsti agenti sulle strutture, che i valori delle sollecitazioni sono ammissibili e che il dimensionamento delle strutture è stato eseguito in conformità ai risultati del calcolo e dal progetto, redatto in conformità alla normativa vigente

VERIFICATO in particolare che il sistema delle infrastrutture predisposte per i CARICHI SOSPESI installati sono compatibili con le strutture, che i valori delle sollecitazioni sono ammissibili e che il dimensionamento delle strutture è stato eseguito in conformità ai risultati del calcolo e dal progetto, redatto in conformità alla normativa vigente

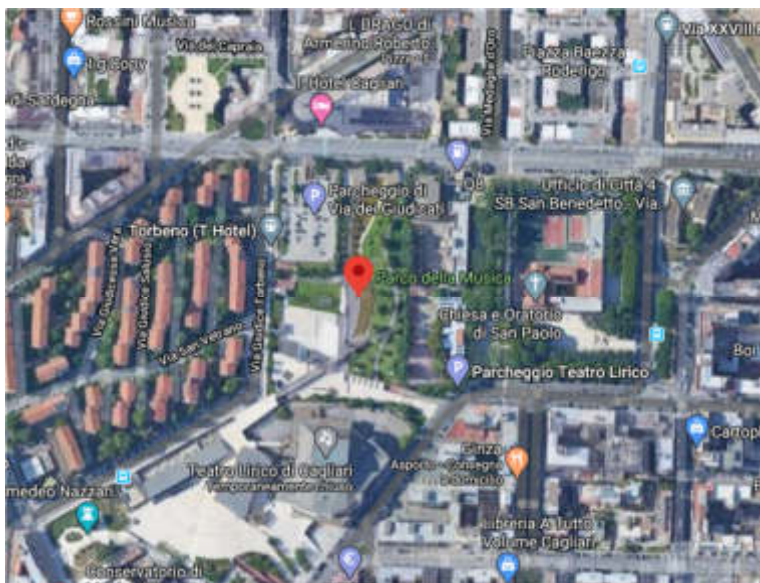
ESAMINATO il manuale di montaggio, uso e manutenzione della struttura

PRESCRITTO CHE PERSONALE QUALIFICATO SUPERVISORI LE OPERAZIONI DI MONTAGGIO DELLE STRUTTURE PER VERIFICARE LA CORRETTEZZA DELLE OPERAZIONI, in particolare per andrà accertato:

- la condizione degli elementi strutturali costituenti le varie parti delle strutture relativamente alla loro geometria, alla loro integrità, al loro stato di conservazione, allo stato delle saldature
- la condizione dei dispositivi di sicurezza contro lo sfilamento e l'integrità delle spine
- che non siano evidenziati danni, difetti, anomalie di ogni tipo che possano pregiudicare la resistenza della struttura
- la conformità del montaggio finale

PRESCRITTO CHE IL COLLAUDATORE INCARICATO DEL CORRETTO MONTAGGIO predisponga il necessario affinché venga determinata la pesatura analitica/strumentale dei CARICHI SOSPESI installati, utilizzando all'uopo, come indicato nella Nota Min. Interno 1689, un sistema informatizzato tramite celle di carico in grado di determinare con esattezza l'entità delle masse in gioco.

Il sottoscritto ing. Icaro DANIELE, con studio professionale in via Monteverdi 8, 35027 Noventa Padovana (PD), CF DNL CRI 69M08 F962K, iscritto da oltre dieci anni all'albo professionale degli ingegneri di Padova al numero 2931, certifica che le strutture in progetto per il ground support da installare presso



CAGLIARI – PARCO DELLA MUSICA – ESTATE 2020

per quanto è stato possibile accertare, sono verificate dal punto di vista statico per l'uso in base al quale sono state progettate e realizzate e pertanto

LE DICHIARA STATICAMENTE IDONEE

precisando però di declinare ogni responsabilità, successivamente alla data di stesura del presente atto, nel caso si dovesse verificare una o più delle seguenti condizioni:

- errato od improprio uso della struttura,
- manca o assenza di manutenzione sia ordinaria che straordinaria,
- modifiche e ristrutturazioni apportate, e comunque
- ogni manomissione che possa interessare la statica della costruzione in questione.

La presente certificazione ha durata limitata al singolo montaggio e decade ogni qual volta la struttura venga modificata, o comunque venga messa mano ad essa in modo da alterarne anche se in maniera ridotta, l'intera staticità.

