

## **REGGIA DI VENARIA - CONSORZIO DELLE RESIDENZE REALI SABAUDE**

### **ALLESTIMENTO TEMPORANEO DELLA MOSTRA SOLID LIGHT WORKS –ANTONY McCALL CITRONIERA**

### **RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO DELLA STRUTTURA**



**Ing. Mastromarino Gianni**  
Via Giordano Bruno n.191  
10134 – Torino (TO)

**Progetto**  
Reggia di Venaria  
ANTHONY McCALL: SOLID LIGHT

Regione Piemonte

Provincia di Torino

### Comune di Venaria Reale



|                  |                                                                                                                                                                                  |
|------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Progetto:</b> | <i>Strutture in carpenteria metallica di alluminio a servizio della manifestazione temporanea "ANTHONY McCALL: SOLID LIGHT" in Venaria Reale (TO) presso "Reggia di Venaria"</i> |
|------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|                   |                                       |
|-------------------|---------------------------------------|
| <b>Elaborato:</b> | <i>Relazione tecnica e di calcolo</i> |
|-------------------|---------------------------------------|

|                     |                                                                               |
|---------------------|-------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Committente:</b> | La Venaria Reale<br>Piazza della Repubblica n.4<br>10078 - Venaria Reale (TO) |
|---------------------|-------------------------------------------------------------------------------|

|                     |                                                                                                            |
|---------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Progettista:</b> | Ing. Mastromarino Gianni<br>Via Giordano Bruno n. 191 – 10134 - Torino<br>Ordine Ingegneri Torino n. 13285 |
|---------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

| Rev. | Data       | Descrizione   |
|------|------------|---------------|
| 00   | 01/04/2025 | Prima stesura |
| -    | -          | -             |



## Sommario

|                                                               |    |
|---------------------------------------------------------------|----|
| 1 Introduzione.....                                           | 3  |
| 1.1 Premessa .....                                            | 3  |
| 1.2 Descrizione della struttura .....                         | 3  |
| 2 Normativa di riferimento .....                              | 12 |
| 3 Vita nominale, classe d'uso e periodo di riferimento .....  | 12 |
| 4 Metodo di calcolo .....                                     | 13 |
| 5 Materiali utilizzati.....                                   | 13 |
| 6 Analisi dei carichi.....                                    | 18 |
| 6.1 Carichi permanenti.....                                   | 19 |
| 6.2 Azione del vento .....                                    | 20 |
| 6.3 Azione della Neve.....                                    | 20 |
| 6.4 Azione sismica .....                                      | 20 |
| 7 Verifica strutturale .....                                  | 21 |
| 7.1 Codice di calcolo.....                                    | 21 |
| 7.2 Verifica dei carichi sospesi .....                        | 24 |
| 7.3 Verifica a ribaltamento, scorrimento e sollevamento ..... | 27 |
| 7.4 Sovraccarico solaio esistente .....                       | 28 |
| 8 Conclusioni .....                                           | 29 |



## **1 Introduzione**

### **1.1 Premessa**

Il sottoscritto **Ing. Mastromarino Gianni**, nato ad Acquaviva delle Fonti (BA) il 23/10/1988, codice fiscale MST GNN 88R23 A048B, iscritto all'ordine degli Ingegneri della Provincia di Torino al n°13285, con studio tecnico in Torino alla Via Giordano Bruno n.191, tel. 011.318.23.28, in qualità di progettista, è stato incaricato ad effettuare le dovute verifiche in merito all'idoneità statica delle strutture metalliche e degli appendimenti provvisori da utilizzare per la manifestazione temporanea da svolgere in Venaria Reale presso Reggia di Venaria.

### **1.2 Descrizione della struttura**

La struttura è adibita ai vari intrattenimenti (musicali, ecc.) con accesso consentito al solo personale autorizzato alla partecipazione dell'evento.

Trattasi di:

- N.1 struttura da realizzare in carpenteria metallica prefabbricata di alluminio con travi e colonne del tipo Litec QX30SA; la struttura presenta un ingombro massimo in pianta pari a 38,24 x 12,55 m e altezza massima pari a 4,30 m.



**Ing. Mastromarino Gianni**  
Via Giordano Bruno n.191  
10134 – Torino (TO)

**Progetto**  
Reggia di Venaria  
ANTHONY McCALL: SOLID LIGHT

05- PLANIMETRIA STRUTTURE RETICOLARI DI ALLUMINIO

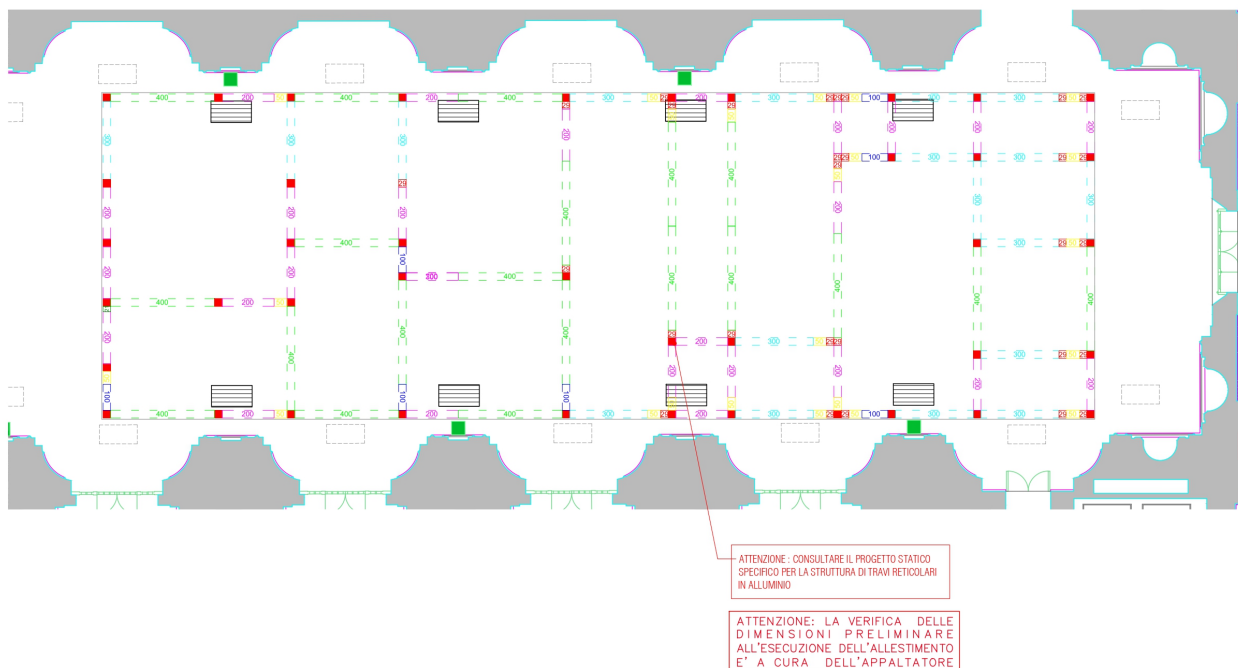


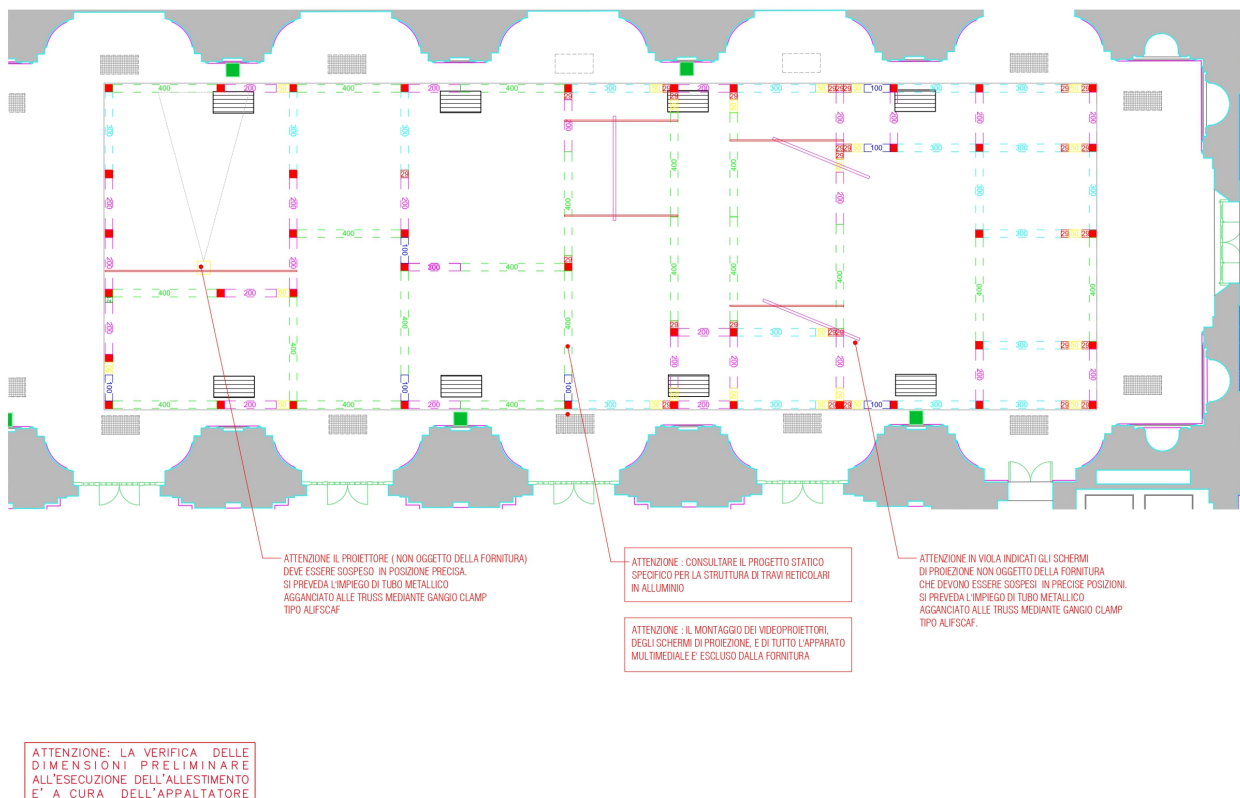
Figura – Planimetria struttura



Ing. Mastromarino Gianni  
Via Giordano Bruno n.191  
10134 – Torino (TO)

**Progetto**  
Reggia di Venaria  
ANTHONY McCALL: SOLID LIGHT

06– PLANIMETRIA STRUTTURE RETICOLARI DI ALLUMINIO



La Venaria Reale

arch.Giovanni Tironi  
MARCH 2025 EXHIBITLAB.IT

Figura – Planimetria struttura



07- PROSPETTO STRUTTURE RETICOLARI DI ALLUMINIO

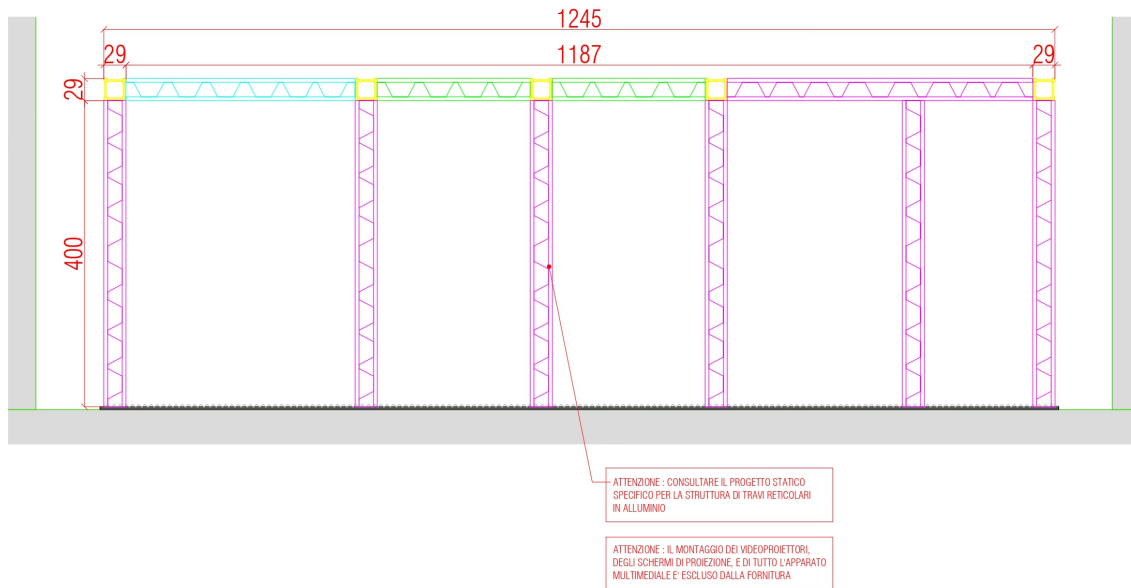
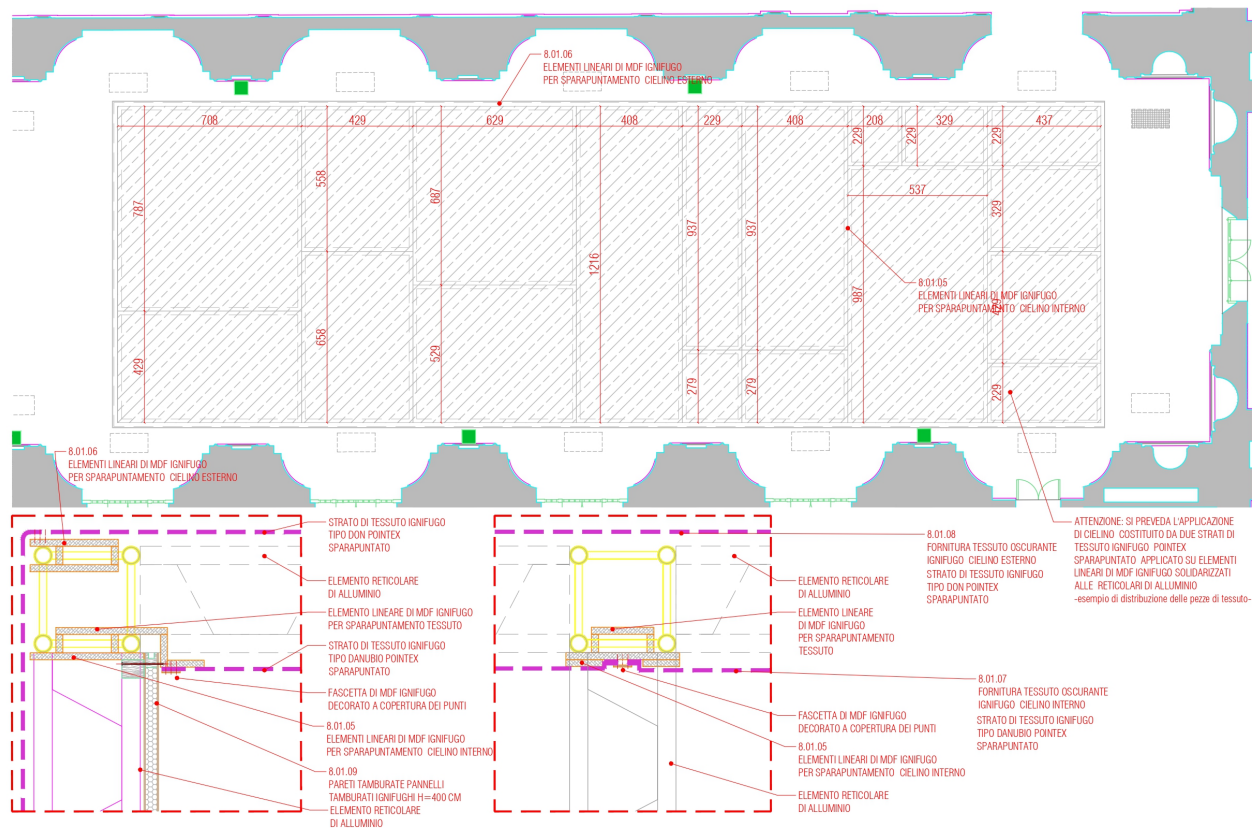


Figura – Prospetto struttura

## 08- PLANIMETRIA DOPPIO STRATO CIELINATURA DI TESSUTO OSCURANTE



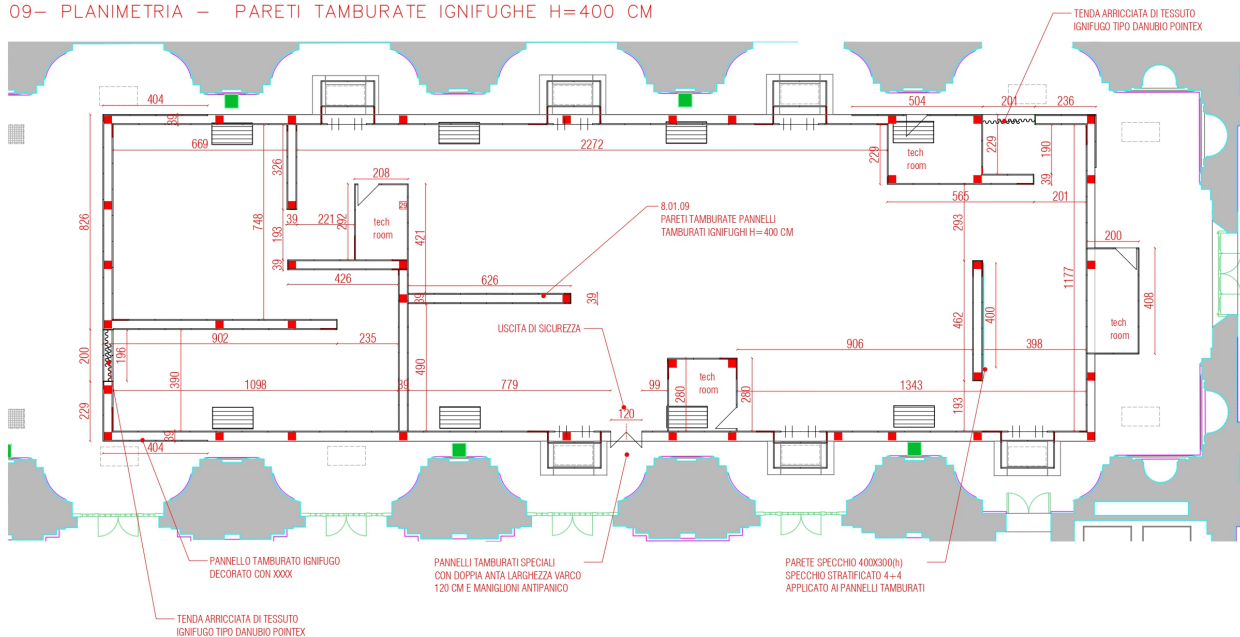
La Venaria Reale

arch.Giovanni Tironi  
MARCH 2025 EXHIBITLAB.IT

Figura – Planimetria struttura con celinatura



09- PLANIMETRIA – PARETI TAMBURATE IGNIFUGHE H=400 CM



ATTENZIONE: LA VERIFICA DELLE  
DIMENSIONI PRELIMINARE  
ALL'ESECUZIONE DELL'ALLESTIMENTO  
E' A CURA DELL'APPALTATORE

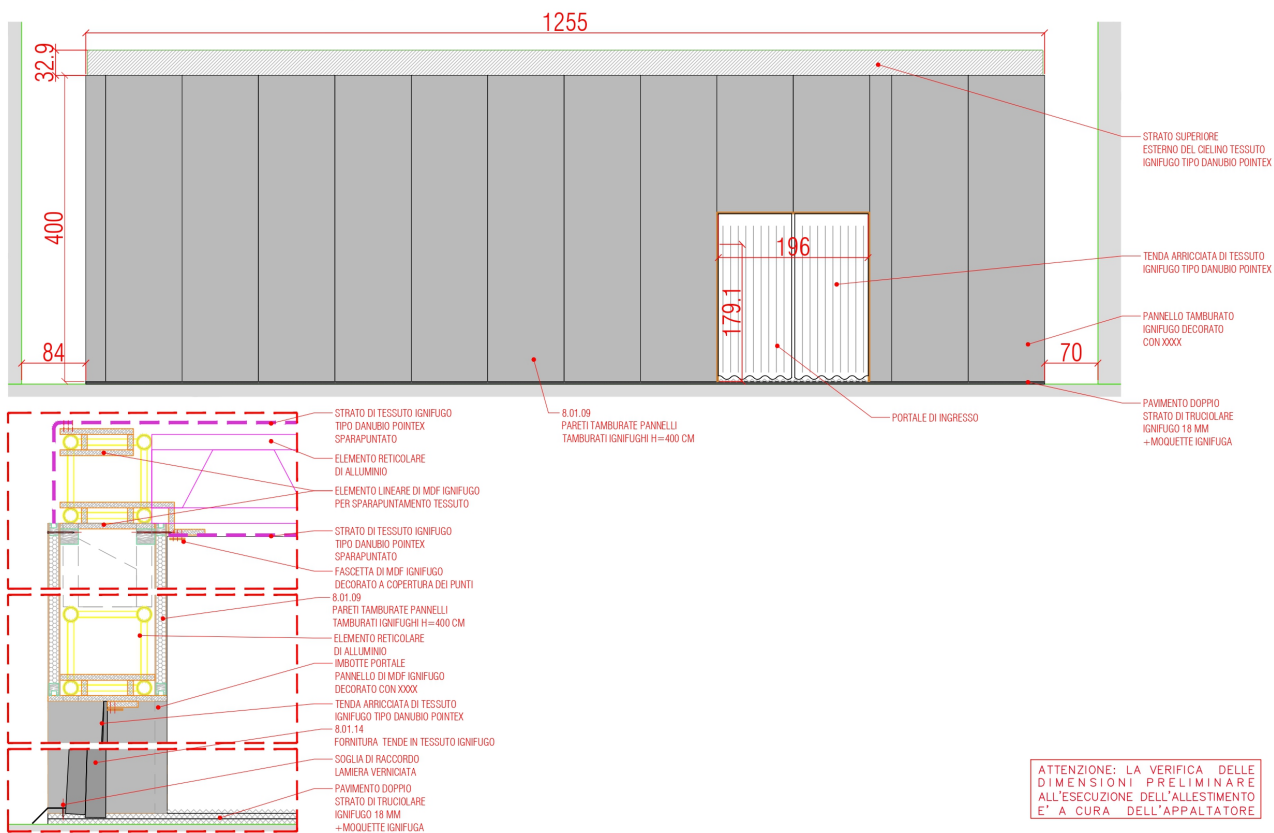
Figura – Planimetria struttura con pareti



Ing. Mastromarino Gianni  
Via Giordano Bruno n.191  
10134 – Torino (TO)

**Progetto**  
Reggia di Venaria  
ANTHONY McCALL: SOLID LIGHT

10- PROSPETTO INGRESSO DI MOSTRA



La Venaria Reale

arch.Giovanni Tironi  
MARCH 2025 EXHIBITLAB.IT

Figura – Prospetto struttura



11- PLANIMETRIA CON PLENUM REALIZZATI CON PARETI TAMBURATE IGNIFUGHE H=250 CM E COLLETTORE DI LAMIERA

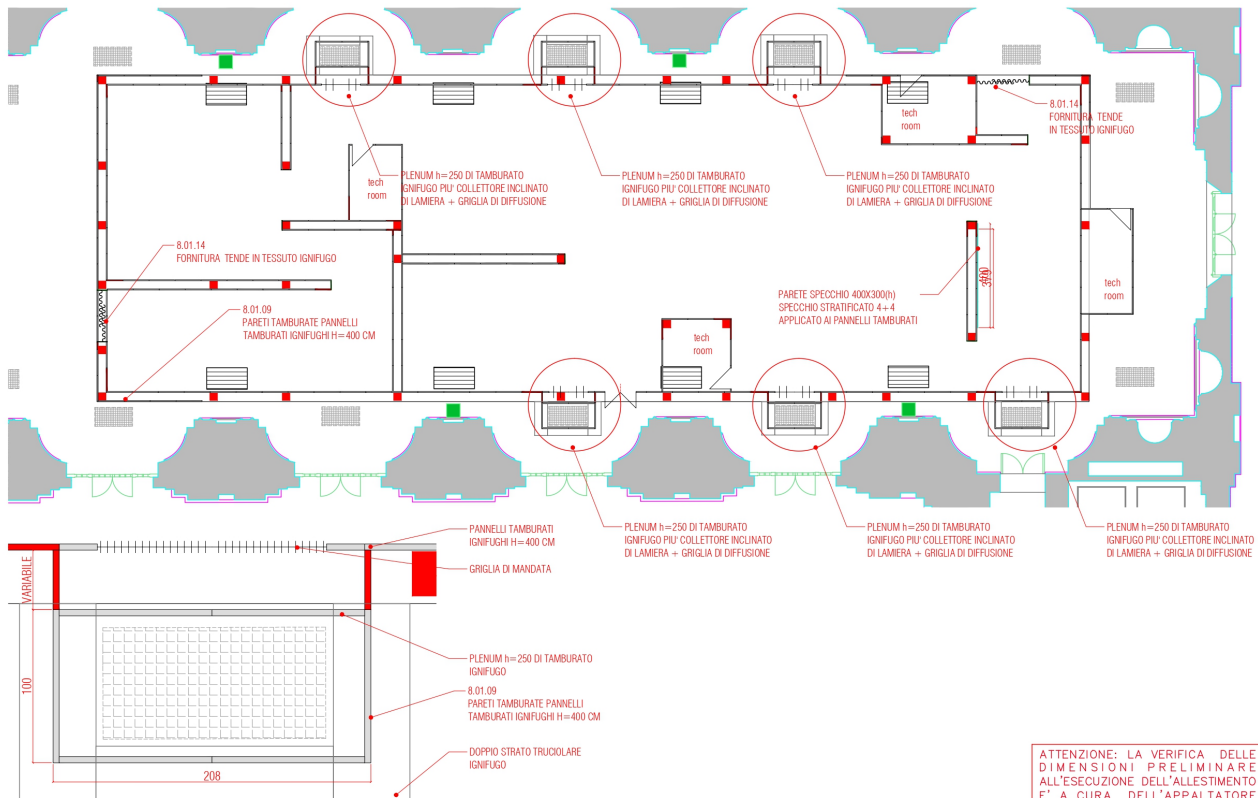
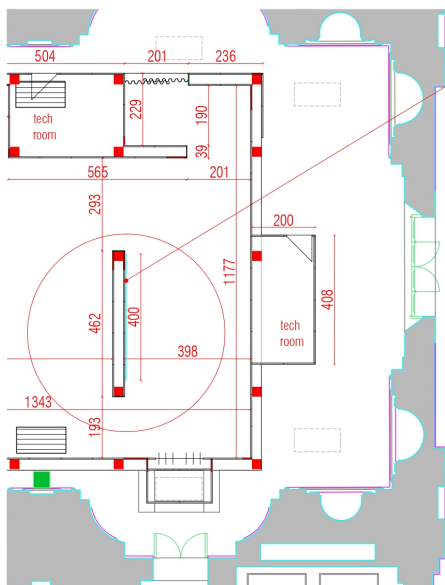


Figura – Planimetria struttura con plenum

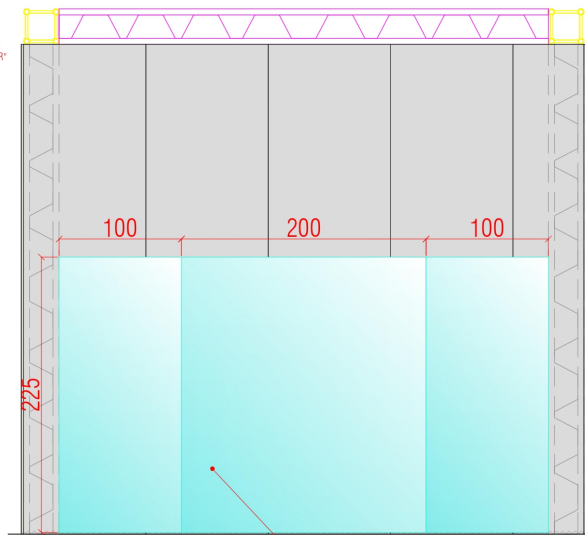


14- SPECCHIO STRATIFICATO 4+4 APPLICATO ALLA PARETE



ATTENZIONE: LA VERIFICA DELLE  
DIMENSIONI PRELIMINARE  
ALL'ESECUZIONE DELL'ALLESTIMENTO  
E' A CURA DELL'APPALTATORE

8.01.11  
SPECCHIO PER PARETE  
"SPLIT SECOND MIRROR"



8.01.11  
SPECCHIO PER PARETE  
"SPLIT SECOND MIRROR"  
STRATIFICATO 4+4 APPLICATO ALLA  
PARETE  
ATTENZIONE DIMENSIONE DEI VOLUMI  
SPECCHIANTI NON MODIFICABILI

Figura – Dettaglio struttura



## 2 Normativa di riferimento

Per la verifica delle strutture esaminate si è fatto riferimento alle seguenti normative:

- **UNI ENV 1993-1-1:2014 EUROCODICE 3** – Progettazione delle strutture in acciaio
- **UNI ENV 1995-1-1:2014 EUROCODICE 5** – Progettazione delle strutture in legno
- **UNI ENV 1999-1-1:2014 EUROCODICE 9** – Progettazione delle strutture in alluminio
- **D.M. 17/01/2018** – Norme tecniche per le costruzioni
- **Circolare Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti – Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici n. 7 del 21 gennaio 2019** – Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni" di cui al decreto ministeriale del 17 gennaio 2018
- **Circolare Ministero dell'Interno – Dipartimento dei Vigili del Fuoco, del Soccorso e della Difesa Civile n. 15985 del 30 ottobre 2023** – Locali di pubblico spettacolo di tipo temporaneo o permanente – Verifica della solidità e sicurezza dei carichi sospesi
- **CNR-DT 206/2007** – Istruzioni per la progettazione, l'esecuzione ed il controllo delle strutture di legno
- **CNR-DT 206/2008** – Istruzioni per la valutazione delle azioni e degli effetti del vento sulle costruzioni
- **CNR-DT 206/2011** – Istruzioni per la progettazione, l'esecuzione ed il controllo di strutture di alluminio
- **UNI EN 13782** – Strutture temporanee - Tende - Sicurezza

## 3 Vita nominale, classe d'uso e periodo di riferimento

La vita nominale di un'opera strutturale VN è intesa come il numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve poter essere usata per lo scopo al quale è destinata.

Ai sensi del D.M. 17/01/2018, trattandosi di opera provvisoria, la vita nominale delle opere strutturali oggetto della presente relazione è determinata per un periodo di 10 anni.

La classe d'uso è del tipo II, ovvero *"Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali"*.

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



#### 4 Metodo di calcolo

Il metodo di calcolo adottato per la verifica della struttura è il "Metodo semiprobabilistico agli stati limite".

- STATO LIMITE ULTIMO per la verifica delle membrature strutturali
- STATO LIMITE DI ESERCIZIO legati alle esigenze di impiego normale e di durata (deformazioni, danneggiamenti locali, fatica, ...)

È stato utilizzato il metodo elastico per l'analisi globale della struttura e per la determinazione della capacità resistente delle sezioni. Le unità di misura adottate sono daN, N, m e cm.

#### 5 Materiali utilizzati

I materiali ed i prodotti ad uso strutturale, utilizzati nelle opere oggetto della presente relazione, rispondono ai requisiti indicati dal capitolo 11 delle "Norme Tecniche per le Costruzioni".

Sulla base delle verifiche effettuate in sito ed in conformità alle disposizioni normative vigenti si prevede per la realizzazione del progetto in analisi l'adozione dei materiali di seguito descritti.

- Lega di alluminio EN AW 6061-T6
  - Modulo elastico:  $E=69000 \text{ N/mm}^2$
  - Modulo di elasticità tangenziale:  $G=E/2(1+\nu)=26538 \text{ N/mm}^2$
  - Coefficiente di Poisson:  $\nu=0,3$
  - Coefficiente di dilatazione termica:  $\alpha=23 \times 10^{-6} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$
  - Peso specifico:  $d=2700 \text{ kg/m}^3$
  - Tensione di snervamento:  $f_0=240 \text{ N/mm}^2$
  - Tensione di rottura:  $f_u=260 \text{ N/mm}^2$

Per le verifiche di resistenza e di stabilità degli elementi si adotta un coefficiente di sicurezza  $\gamma_{M1}=1,10$ .



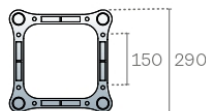
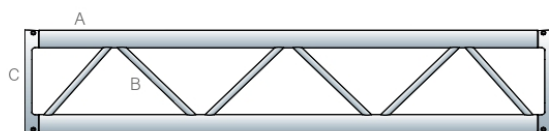
# QX30SA

## Anti-torsion



Square section aluminium truss twist-resistant version with 29 cm long sides. It substitutes the model QX30S, from which it keeps the excellent size, weight, cost and performance characteristics. It is made of 6082 alloy extruded components, with high load-bearing and twisting strength.

It is a constitutive element of Unitower, Towerlift 3, and Flyintower 6-300 and Flyintower 7.5-500.



Corners and fittings

**Chords A**  
Extruded tube  $\varnothing 50 \times 2$  mm  
EN AW – 6082 T6

**Diagonals B**  
Extruded tube  $\varnothing 18 \times 2$  mm  
EN AW – 6082 T6

**Ends C**  
Aluminium casting plate  
EN AC – 42200 T6

**Connection systems**  
QXFC: quick-fit kit  
QXSM10: bolt connection kit

Linear elements

| code         | cm             | kg   |
|--------------|----------------|------|
| QU30ADP010M5 | 29 x 29 x 10.5 | 2.9  |
| QU30ADP019M5 | 29 x 29 x 19.5 | 3.6  |
| QU30ADP021   | 29 x 29 x 21   | 3.4  |
| QX30SA025    | 29 x 29 x 25   | 3.6  |
| QX30SA029    | 29 x 29 x 29   | 3.8  |
| QX30SA050    | 29 x 29 x 50   | 4.8  |
| QX30SA100    | 29 x 29 x 100  | 7.1  |
| QX30SA150    | 29 x 29 x 150  | 9.5  |
| QX30SA200    | 29 x 29 x 200  | 11.8 |
| QX30SA250    | 29 x 29 x 250  | 14.1 |
| QX30SA300    | 29 x 29 x 300  | 16.5 |
| QX30SA350    | 29 x 29 x 350  | 18.8 |
| QX30SA400    | 29 x 29 x 400  | 21.2 |

| code        | cm             | kg   |
|-------------|----------------|------|
| FX30C4      | 29 x 29 x 5    | 3.3  |
| QX30C8      | 29 x 29 x 29   | 9.0  |
| FU30K4      | 29 x 29 x 5    | 3.7  |
| QU30K8      | 29 x 29 x 29   | 9.5  |
| QX30SAL2045 | 100 x 100 x 29 | 8.5  |
| QX30SAL2060 | 100 x 100 x 29 | 9.2  |
| QX30SAL2090 | 50 x 50 x 29   | 5.9  |
| QX30SAL2120 | 50 x 50 x 29   | 6.9  |
| QX30SAL2135 | 50 x 50 x 29   | 6.3  |
| QX30SAL3    | 50 x 50 x 50   | 8.2  |
| QX30SAT3    | 50 x 50 x 29   | 7.3  |
| QX30SAT4    | 50 x 50 x 50   | 9.7  |
| QX30SAX4    | 50 x 50 x 29   | 8.2  |
| QX30SAX5    | 50 x 50 x 50   | 9.9  |
| QX30SAX6    | 50 x 50 x 50   | 11.2 |
| QX30SAACL   | 29 x 21 x 29   | 4.5  |
| QX30SAACS   | 29 x 10.5 x 29 | 4.2  |
| QX30SAACSC  | 29 x 12.4 x 29 | 5.2  |



### Load table / Spigot connection

| SPAN |  |           |                    |  |           |                    |  |           |                    |  |           |                    |  |           |                    |
|------|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------|--------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------|--------------------|------------------------------------------------------------------------------------|-----------|--------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------|--------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------|--------------------|
|      | Unif. distributed load                                                            |           |                    | Centre point load                                                                 |           |                    | Third point load                                                                   |           |                    | Quarter point load                                                                  |           |                    | Fifth point load                                                                    |           |                    |
|      | Point load                                                                        | Full load | Central deflection | Point load                                                                        | Full load | Central deflection | Point load                                                                         | Full load | Central deflection | Point load                                                                          | Full load | Central deflection | Point load                                                                          | Full load | Central deflection |
| m    | kg/m                                                                              | kg        | mm                 | kg                                                                                | kg        | mm                 | kg                                                                                 | kg        | mm                 | kg                                                                                  | kg        | mm                 | kg                                                                                  | kg        | mm                 |
| 1    | 2484                                                                              | 2484      | 0.3                | 2484                                                                              | 2484      | 0.4                | 1242                                                                               | 2484      | 0.4                | 828                                                                                 | 2484      | 0.3                | 621                                                                                 | 2484      | 0.3                |
| 2    | 1239                                                                              | 2478      | 2                  | 1981                                                                              | 1981      | 3                  | 1239                                                                               | 2478      | 3                  | 826                                                                                 | 2478      | 3                  | 620                                                                                 | 2478      | 3                  |
| 3    | 824                                                                               | 2473      | 7                  | 1386                                                                              | 1386      | 6                  | 988                                                                                | 1976      | 8                  | 720                                                                                 | 2161      | 8                  | 586                                                                                 | 2344      | 8                  |
| 4    | 550                                                                               | 2200      | 15                 | 1057                                                                              | 1057      | 12                 | 768                                                                                | 1536      | 14                 | 542                                                                                 | 1625      | 14                 | 445                                                                                 | 1779      | 15                 |
| 5    | 350                                                                               | 1750      | 24                 | 850                                                                               | 850       | 18                 | 624                                                                                | 1248      | 23                 | 433                                                                                 | 1298      | 22                 | 357                                                                                 | 1427      | 23                 |
| 6    | 241                                                                               | 1448      | 34                 | 708                                                                               | 708       | 27                 | 523                                                                                | 1046      | 33                 | 359                                                                                 | 1077      | 32                 | 297                                                                                 | 1187      | 34                 |
| 7    | 176                                                                               | 1231      | 46                 | 605                                                                               | 605       | 37                 | 449                                                                                | 898       | 46                 | 306                                                                                 | 917       | 44                 | 253                                                                                 | 1013      | 46                 |
| 8    | 133                                                                               | 1067      | 60                 | 526                                                                               | 526       | 48                 | 392                                                                                | 783       | 60                 | 265                                                                                 | 796       | 57                 | 220                                                                                 | 880       | 60                 |
| 9    | 104                                                                               | 939       | 76                 | 463                                                                               | 463       | 61                 | 346                                                                                | 692       | 77                 | 233                                                                                 | 700       | 72                 | 194                                                                                 | 776       | 76                 |
| 10   | 83                                                                                | 834       | 94                 | 413                                                                               | 413       | 76                 | 309                                                                                | 618       | 95                 | 208                                                                                 | 623       | 89                 | 173                                                                                 | 691       | 94                 |
| 11   | 68                                                                                | 748       | 114                | 371                                                                               | 371       | 92                 | 278                                                                                | 556       | 115                | 186                                                                                 | 559       | 108                | 155                                                                                 | 621       | 114                |
| 12   | 56                                                                                | 676       | 135                | 335                                                                               | 335       | 110                | 252                                                                                | 504       | 138                | 168                                                                                 | 505       | 129                | 140                                                                                 | 561       | 136                |
| 13   | 47                                                                                | 613       | 159                | 304                                                                               | 304       | 130                | 230                                                                                | 459       | 162                | 153                                                                                 | 458       | 151                | 127                                                                                 | 510       | 160                |
| 14   | 40                                                                                | 559       | 184                | 278                                                                               | 278       | 151                | 210                                                                                | 420       | 188                | 139                                                                                 | 418       | 176                | 116                                                                                 | 465       | 185                |
| 15   | 34                                                                                | 511       | 212                | 254                                                                               | 254       | 174                | 193                                                                                | 386       | 217                | 127                                                                                 | 382       | 202                | 107                                                                                 | 426       | 213                |
| 16   | 29                                                                                | 469       | 241                | 233                                                                               | 233       | 199                | 177                                                                                | 355       | 247                | 117                                                                                 | 351       | 230                | 98                                                                                  | 392       | 243                |
| 17   | 25                                                                                | 431       | 272                | 214                                                                               | 214       | 226                | 164                                                                                | 327       | 280                | 107                                                                                 | 322       | 260                | 90                                                                                  | 360       | 274                |
| 18   | 22                                                                                | 396       | 305                | 197                                                                               | 197       | 255                | 151                                                                                | 302       | 314                | 99                                                                                  | 297       | 292                | 83                                                                                  | 332       | 308                |

### Cantilever load table / Spigot connection

| SPAN | Unif. distributed load |      |      | Centre point load |     |
|------|------------------------|------|------|-------------------|-----|
|      | m                      | kg/m | kg   | mm                | kg  |
| 1    |                        | 1239 | 1239 | 1                 | 990 |
| 2    |                        | 491  | 982  | 8                 | 528 |
| 3    |                        | 227  | 681  | 19                | 354 |
| 4    |                        | 128  | 512  | 35                | 262 |
| 5    |                        | 81   | 405  | 55                | 206 |
| 6    |                        | 55   | 330  | 79                | 167 |

### Axial load table

| SPAN | kg   |
|------|------|
| 3    | 6367 |
| 6    | 3215 |
| 9    | 1502 |
| 12   | 862  |

Load table has been prepared in accordance with UNI ENV 1999-1-1 (Eurocode 9). When calculating the allowable loads it is assumed that the load is suspended from the bottom chord and the truss is supported from the top chord at each end.  
The values shown in the table are the allowable static loads that can be applied to the truss. This is the live load or the payload.

The self weight of the truss has been taken into account when calculating the values in the table.  
It should be noted that this are idealised loading conditions and the User shall re-analyze the truss for the loading conditions which prevail for the application being considered.



# QX30SA System

To further enhance the standard products, LITEC offers a wide range of corners, connections and accessories useful for many different applications and needs. "Quick connect" or "bolt & bolt connect". End-plated trusses allow to use two different systems of connection. The quick-fit system is certainly the most wide-spread and mainly used when the structure is frequently assembled and dismantled. In case of permanent installations, on the other hand, a more economical bolt connection system may be used. Our plate is made in such a way that bolts may be completely inserted so that there are no edges or external protuberances which could damage canvases or other fabrics or which might simply be unaesthetic on certain structures.

## Connections



## Accessories





LITEC<sup>4</sup>



**TZ30K01**  
Assembly tool for half-spigot  
in 25&29cm side trusses  
with Heavy Duty Dado



**TZ30C01**  
Assembly tool for half-spigot  
in 25&29cm side trusses  
with Light Dado



**CS029-40**  
Ceiling support for 30-40  
truss series – silver



**QU30TR**  
Lighting support



**QU30TRC**  
Lighting support - diameter  
100 cm



**QU3040H050**  
30-40 Special Truss L=050  
with hoist support



**XT-290-PC**  
Clip for cladding trusses  
with felt or other lightweight  
materials



**C030WB**  
29 cm wall bracket W/half  
couplers



**CL2D50**  
Transport clip. Plastic  
casting for truss stacking.  
Fits 48 - 51 mm tube

## Dados, Corners & fittings



**QX30SAL2045**  
ST 29 cm. square  
2 way 45° corner



**QX30SAL2060**  
ST 29 cm. square  
2 way 60° corner



**QX30SAL2090**  
ST 29 cm. square  
2 way 90° corner



**QX30SAL2120**  
ST 29 cm. square 2 ways  
120° corner, ext. vertex



**QX30SAL2135**  
ST 29 cm. square 2 way 135°  
corner, int. vertex



**QX30SAL3**  
ST 29 cm. square  
3 way corner



**QX30SAT3**  
ST 29 cm. square  
3 way tee



**QX30SAT4**  
ST 29 cm. square  
4 way tee



**QX30SAX4**  
ST 29 cm. square  
4 way cross



**QX30SAX5**  
ST 29 cm. square  
5 way cross



**QX30SAX6**  
ST 29 cm. square  
6 way cross



**QX30SAX8**  
ST 29 cm. square  
8 way horizontal cross



**Q30SL2ADJ**  
Adjustable 2 way corner



**QU30BHH**  
Truss Hinge 29 cm square

## Light duty Dado



**FX30C4**  
DADO 6 way flat corner  
(4 nodule) C4 is the DADO  
version for square and flat  
section structures



**QX30C8**  
DADO 6 way box corner  
(8 nodule) C8 is the DADO  
version for square section  
structures



**FU30K4**  
DADO 6 way flat corner  
(4 nodule) K4 is the HD DADO  
version for square and flat  
section structures



**QU30K8**  
Dado 6 way box corner  
(8 nodule) K8 is the DADO  
version for square section  
structures

QX30SA System

35



## 6 Analisi dei carichi

La verifica della struttura è stata condotta utilizzando le seguenti combinazioni di carico, secondo la normativa vigente:

- Combinazione fondamentale, utilizzata per gli Stati Limite Ultimi:

$$F_d = \gamma_{G1} G_1 + \gamma_{G2} G_2 + \gamma_{Q1} Q_{K1} + \gamma_{Q2} \Psi_{02} Q_{K2} + \gamma_{Q3} \Psi_{03} Q_{K3} + \dots$$

- Combinazione rara, utilizzata per gli Stati Limite di Esercizio:

$$F_d = G_1 + G_2 + Q_{K1} + \Psi_{02} Q_{K2} + \Psi_{03} Q_{K3} + \dots$$

Dove:

$G_1$  valore caratteristico delle azioni permanenti (pesi propri strutturali)

$G_2$  valore caratteristico delle azioni permanenti (carichi permanenti non strutturali)

$Q_{ki}$  valore caratteristico delle azioni variabili (azioni dovute alla presenza del vento, del ghiaccio, del carico di esercizio, ...)

All'interno dei tabulati di calcolo in allegato sono riportate tutte le combinazioni di carico considerate, per ciascun gruppo di appartenenza, con i relativi coefficienti moltiplicatori applicati alle azioni.



## 6.1 Carichi permanenti

Per **carico permanente strutturale** si intende il peso proprio della struttura.

| Peso totale strutturale      |              |                    |                |
|------------------------------|--------------|--------------------|----------------|
| Elemento                     | Quantità (m) | Peso unitario (kg) | Peso totale    |
| QX30 l. 1,00 m               | 359,00       | 6,00               | 2154,00        |
| QX30 angolare                | 40,00        | 9,00               | 360,00         |
|                              |              |                    |                |
| <b>Peso totale struttura</b> |              | <b>kg</b>          | <b>2514,00</b> |
|                              |              | <b>daN</b>         | <b>2463,72</b> |

Per **carico permanente non strutturale** si intende il peso portato dalla struttura.

| Peso totale non strutturale      |               |                        |                  |
|----------------------------------|---------------|------------------------|------------------|
| Elemento                         | Quantità (m3) | Peso unitario (daN/m3) | Peso totale (kg) |
| Pannelli di Legno                | 32,68         | 300,00                 | 9805,29          |
|                                  |               |                        |                  |
| <b>Peso totale non struttura</b> |               | <b>kg</b>              | <b>10001,40</b>  |
|                                  |               | <b>daN</b>             | <b>9805,29</b>   |



## **6.2 Azione del vento**

L'azione che il vento trasmette alla struttura non viene considerata nel caso in esame, poiché trattasi di struttura da installare all'interno di locale esistente; quindi, non vi è nessun tipo di vento che interessa la struttura stessa.

## **6.3 Azione della Neve**

L'azione che la neve trasmette alla struttura non viene considerata nel caso in esame, poiché trattasi di struttura da installare all'interno di locale esistente; quindi, non vi è nessun tipo di azione neve che interessa la struttura stessa.

## **6.4 Azione sismica**

In accordo con quanto previsto con il D.M. 17 gennaio 2018 le verifiche sismiche di opere provvisorie o strutture in fase costruttiva possono omettersi quando le relative durate previste in progetto siano inferiori ai 2 anni.



## 7 Verifica strutturale

### 7.1 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 2018 § 10.2 si riportano di seguito le caratteristiche riguardanti la tipologia di analisi svolta ed il codice di calcolo utilizzato. L'analisi condotta per la valutazione dell'azione sismica è di tipo lineare, in particolare è stata eseguita un'analisi dinamica modale.

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.

| Origine e Caratteristiche dei Codici di Calcolo |                                                                                                                                                                    |
|-------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Codice di calcolo:                              | PRO_SAP PROfessional Structural Analysis Program                                                                                                                   |
| Versione:                                       | PROFESSIONAL (build 2021-12-194)                                                                                                                                   |
| Produttore-Distributore:                        | 2S.I. Software e Servizi per l'Ingegneria s.r.l.<br>Via Garibaldi, 90 44121 Ferrara FE ( Italy)<br>Tel. +39 0532 200091 <a href="http://www.2si.it">www.2si.it</a> |
| Dati utente finale:                             | Ing. Mastromarino Gianni                                                                                                                                           |
| Codice Utente:                                  | 003710/cli                                                                                                                                                         |
| Codice Licenza:                                 | Licenza dsi6461                                                                                                                                                    |

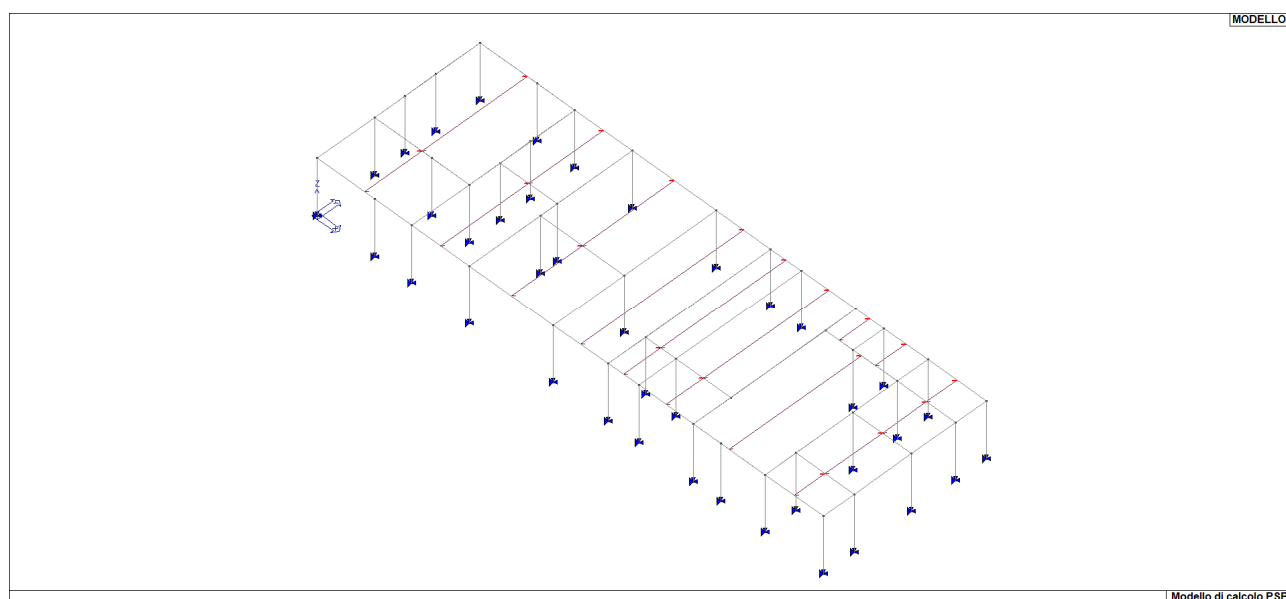


Figura – Modello di calcolo



**Ing. Mastromarino Gianni**  
Via Giordano Bruno n.191  
10134 – Torino (TO)

**Progetto**  
Reggia di Venaria  
ANTHONY McCALL: SOLID LIGHT

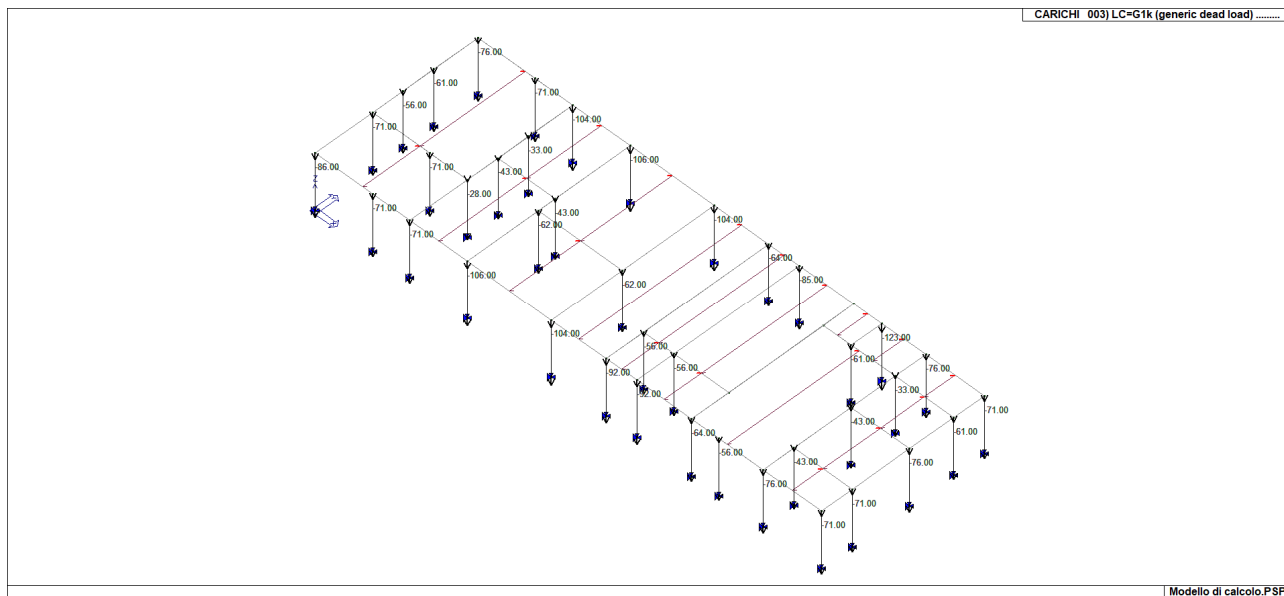


Figura – Modello di calcolo – Carico Permanente non strutturale

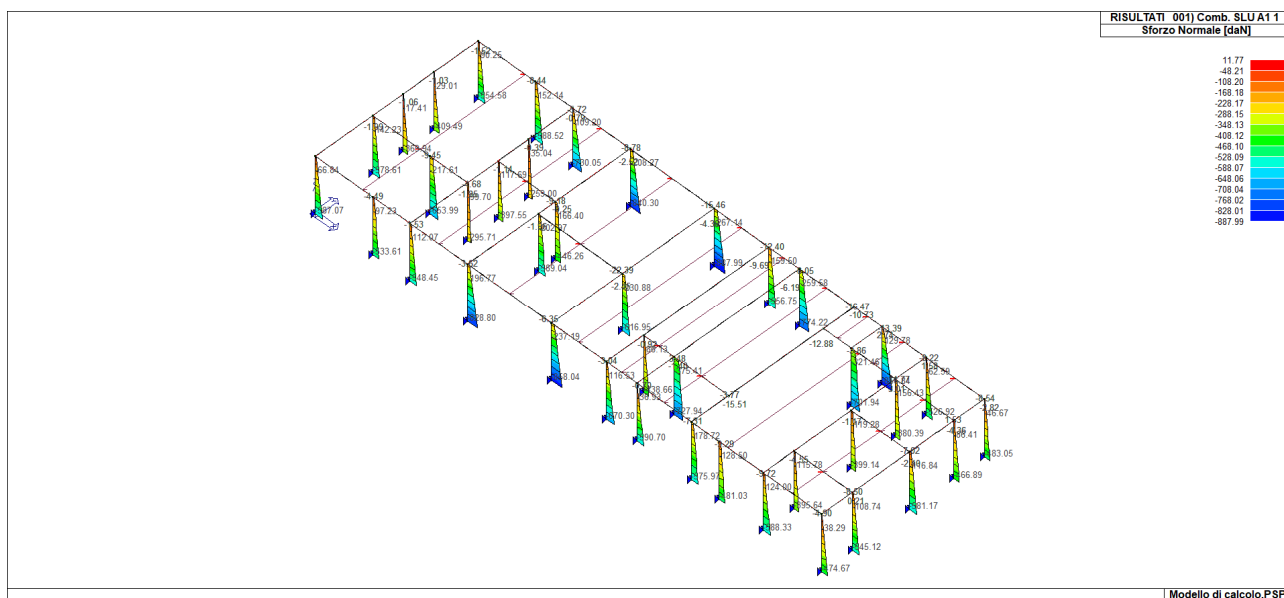


Figura – Sollecitazione Nmax SLU



Ing. Mastromarino Gianni  
Via Giordano Bruno n.191  
10134 – Torino (TO)

**Progetto**  
Reggia di Venaria  
ANTHONY McCALL: SOLID LIGHT

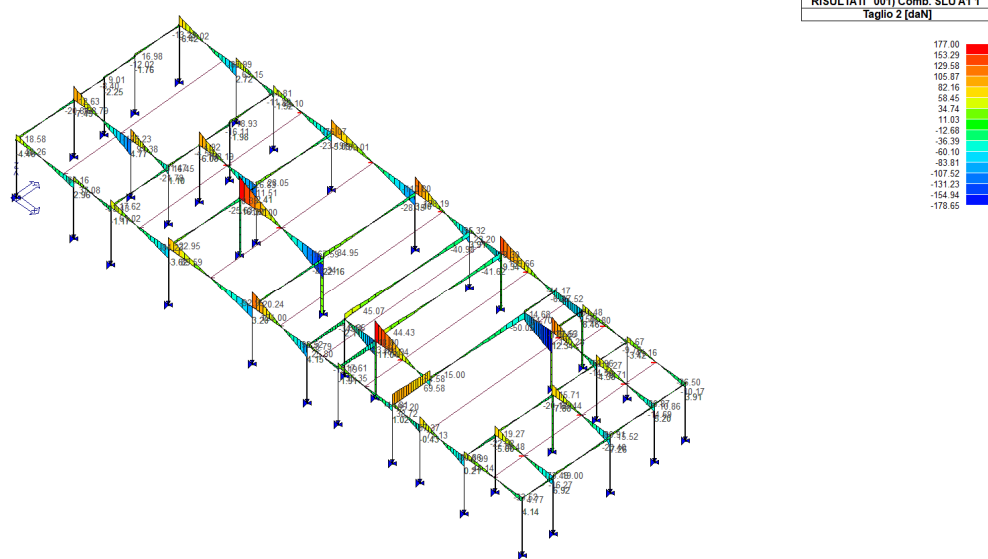


Figura – Sollecitazione Tmax SLU

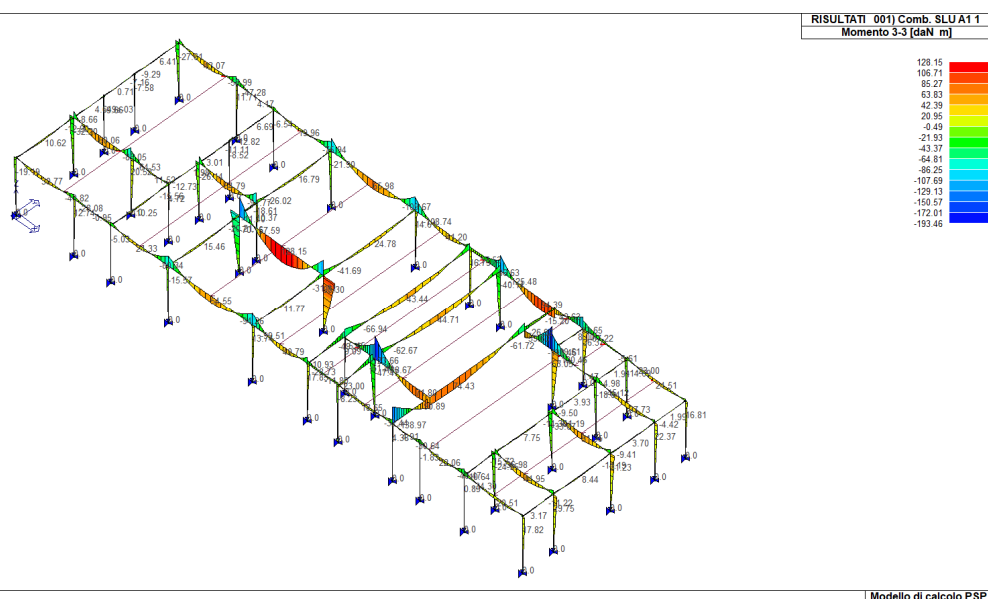
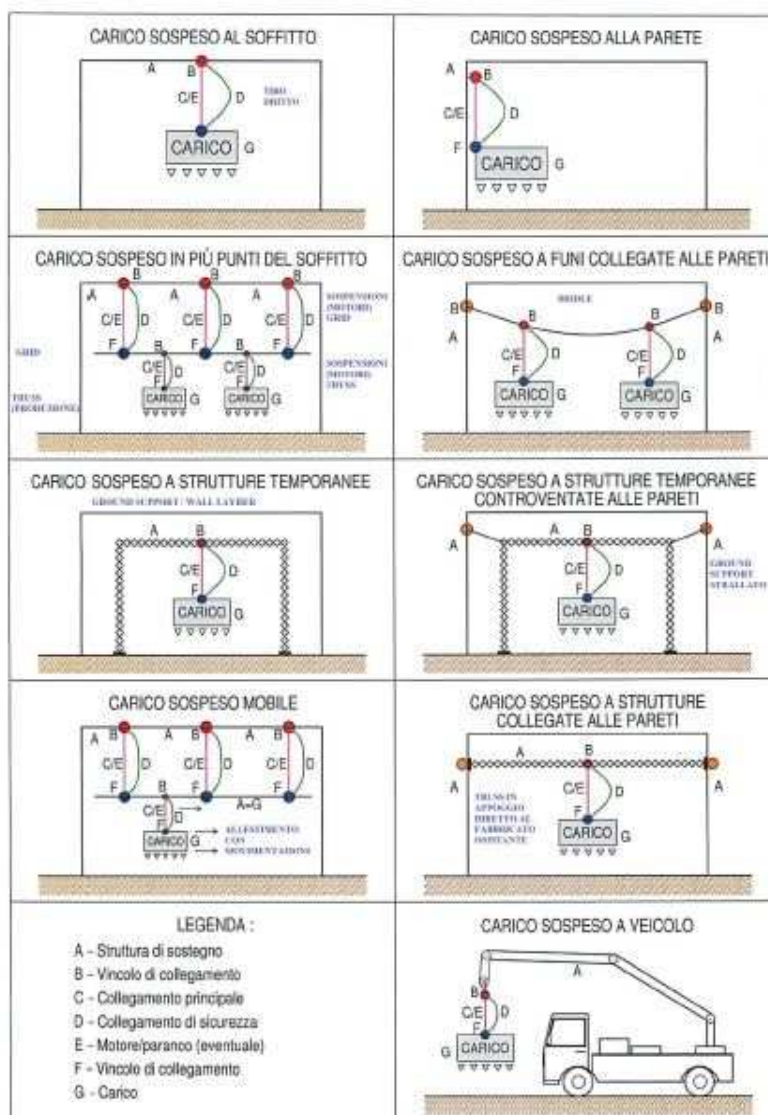


Figura – Sollecitazione Mmax SLU



## 7.2 Verifica dei carichi sospesi

I carichi sospesi di cui alla manifestazione in oggetto sono, ai sensi della circolare 30 ottobre 2023 n. 15985, del tipo descritto:



nel caso specifico:

- A STRUTTURA PRINCIPALE;
- B per appendersi si utilizzano funi in acciaio, fasce di poliestere, grilli e campanelle;
- C il collegamento principale è realizzato con fune di acciaio e grilli di collegamento;
- D il collegamento di sicurezza è realizzato con fune di acciaio e grilli di collegamento;
- E si utilizzano motori elettrici da 1 e 2 tonnellate di portata nominale;
- F per appendere il carico si utilizzano grilli e campanelle;
- G i carichi sono costituiti da luci, video e diffusori acustici.



Le apparecchiature scenografiche sono vincolate con singolo o doppio aliscaff ed in ogni caso con cordino di sicurezza. Il faro più pesante è una testa mobile del carico di circa 25 daN. Tutte le componenti della filiera sono verificate.

**Relativamente al punto 1 della citata circolare**, i carichi sospesi fanno parte di 3 tipologie principali:

- 1 luci
- 2 audio
- 3 video

questi carichi sono descritti per ciascuna tipologia, nella documentazione allegata.

**Relativamente al punto 2 della citata circolare**, lo schema di sospensione è generalmente del tipo rappresentato nello schema precedente. Nelle verifiche strutturali sono state considerate tutte le possibilità di carico, anche dinamico nelle fasi di sospensione e derivanti dal vento orizzontale.

**Relativamente al punto 3 della citata circolare**,

**lettera a)** la struttura di sostegno è stata progettata e verificata ad hoc e pertanto non si ha uno schema generico standard con indicati i carichi massimi appendibili ma la verifica che i particolari carichi della manifestazione precisamente posizionati e con la loro effettiva intensità sono compatibili con la struttura temporanea realizzata

**lettere b,c,d,e,f)** tutto il materiale utilizzato nel sistema di appendimento è stato verificato nella sua integrità e stato conservativo, con controllo della documentazione e della certificazione specifica

**lettera g)** in allegato indicazione e valutazione analitica dei carichi presenti relativamente al punto 4 della citata circolare, i materiali sono stati utilizzati come prescritto nelle documentazioni specifiche, dopo essere stati sottoposti alle verifiche periodiche previste dalle ditte produttrici e dalle normative vigenti, ed entro le scadenze previste.

Si riporta di seguito la verifica di ogni singola trave ai carichi sospesi. Si calcola il carico agente dovuto all'impiantistica audio e luci, al peso dei motori di sollevamento dell'impiantistica e si aggiunge un incremento del 15% dovuto ai cavi di collegamento tra le varie unità costituenti l'impianto. Si verifica quindi il carico portato da ogni singola travi con il carico massimo ammissibile fornito dalle schede tecniche delle ditte produttrici.



Ing. Mastromarino Gianni  
Via Giordano Bruno n.191  
10134 – Torino (TO)

**Progetto**  
Reggia di Venaria  
ANTHONY McCALL: SOLID LIGHT

- **Litec QX30SA**

| CORRENTE                                       |                   |           |                 |
|------------------------------------------------|-------------------|-----------|-----------------|
| Diametro                                       | D                 | 50,00     | mm              |
| Spessore                                       | t                 | 2,00      | mm              |
| Fattore di riduzione per presenza saldature    | k                 | 1,00      |                 |
| Fattore di riduzione per instabilità           | X                 | 0,87      |                 |
|                                                | $\Phi$            | 0,73      |                 |
|                                                | $\lambda$         | 0,60      |                 |
| Fattore di imperfezione                        | $\alpha$          | 0,20      |                 |
| Fattore di snellezza limite                    | $\lambda_0$       | 0,10      |                 |
| Carico critico euleriano                       | N <sub>cr</sub>   | 298,00    | kN              |
| Area effettiva                                 | A <sub>eff</sub>  | 424,00    | mm <sup>2</sup> |
| Tensione di snervamento                        | f <sub>0</sub>    | 250,00    | Mpa             |
| Momento d'inerzia                              | I <sub>min</sub>  | 107831,00 | mm <sup>4</sup> |
| Modulo elastico                                | E                 | 70000,00  | MPa             |
| Lunghezza libera di inflessione                | L <sub>0</sub>    | 500,00    | mm              |
| Coefficiente di sicurezza                      | $\gamma_{m1}$     | 1,10      |                 |
|                                                |                   |           |                 |
| VERIFICA A COMPRESSIONE PER INSTABILITA' (EC9) |                   |           |                 |
| Resistenza a compressione                      | N <sub>i,rd</sub> | 39,72     | kN              |
| Momento massimo agente                         | M <sub>sd</sub>   | 1,93      | kNm             |
| Distanza tra i correnti                        |                   | 239,00    | mm              |
| Azione assiale corrente                        | N <sub>i,sd</sub> | 8,08      | kN              |
|                                                |                   |           |                 |
| Verifica (Sd/Rd<1)                             | Sd/Rd             | OK        |                 |

| DIAGONALE                                      |                   |          |                 |
|------------------------------------------------|-------------------|----------|-----------------|
| Diametro                                       | D                 | 18,00    | mm              |
| Spessore                                       | t                 | 2,00     | mm              |
| Fattore di riduzione per presenza saldature    | k                 | 1,00     |                 |
| Fattore di riduzione per instabilità           | X                 | 0,57     |                 |
|                                                | $\Phi$            | 1,25     |                 |
|                                                | $\lambda$         | 1,13     |                 |
| Fattore di imperfezione                        | $\alpha$          | 0,20     |                 |
| Fattore di snellezza limite                    | $\lambda_0$       | 0,10     |                 |
| Carico critico euleriano                       | N <sub>cr</sub>   | 24,00    | kN              |
| Area effettiva                                 | A <sub>eff</sub>  | 100,50   | mm <sup>2</sup> |
| Tensione di snervamento                        | f <sub>0</sub>    | 250,00   | Mpa             |
| Momento d'inerzia                              | I <sub>min</sub>  | 6346,00  | mm <sup>4</sup> |
| Modulo elastico                                | E                 | 70000,00 | MPa             |
| Lunghezza libera di inflessione                | L <sub>0</sub>    | 424,00   | mm              |
| Coefficiente di sicurezza                      | $\gamma_{m1}$     | 1,10     |                 |
|                                                |                   |          |                 |
| VERIFICA A COMPRESSIONE PER INSTABILITA' (EC9) |                   |          |                 |
| Resistenza a compressione                      | N <sub>i,rd</sub> | 12,70    | kN              |
| Taglio massimo agente                          | T <sub>sd</sub>   | 1,78     | kN              |
| Angolo tra i diagonali                         |                   | 90,00    |                 |
| Azione assiale corrente                        | N <sub>i,sd</sub> | 1,78     | kN              |
|                                                |                   |          |                 |
| Verifica (Sd/Rd<1)                             | Sd/Rd             | OK       |                 |



### 7.3 Verifica a ribaltamento, scorrimento e sollevamento

Ai fini della determinazione delle azioni accidentali saranno considerati gli effetti derivanti dalla spinta pari a 100 kg di una persona ad altezza 1,00 m.

- La verifica a ribaltamento risulta essere soddisfatta quando viene rispettata la seguente condizione:

$$M_S / M_R \geq 1,0$$

| Momento Stabilizzante             |             |             |             |                  |
|-----------------------------------|-------------|-------------|-------------|------------------|
| Elemento                          | Forza (daN) | Coeff. Str. | Braccio (m) | Ms (daN x m)     |
| Carico permanente strutturale     | 2.463,72    | 0,90        | 6,08        | 13.481,48        |
| Carico permanente non strutturale | 9.805,29    | 0,90        | 6,28        | 55.375,38        |
|                                   |             |             |             |                  |
| <b>Ms,tot.</b>                    |             |             |             | <b>68.856,85</b> |

| Momento ribaltante |             |             |             |                 |
|--------------------|-------------|-------------|-------------|-----------------|
| Elemento           | Forza (daN) | Coeff. Str. | Braccio (m) | Mr (daN x m)    |
| F. ribaltante      | 3.824,00    | 1,50        | 1,10        | 6.309,60        |
| <b>Mr</b>          |             |             |             | <b>6.309,60</b> |

| Verifica                            |              |           |
|-------------------------------------|--------------|-----------|
| Mstabilizzante                      | 68.856,85    | daN x m   |
| Mr (ribaltante)                     | 6.309,60     | daN x m   |
| <b>Ms/Mr <math>\geq 1,00</math></b> | <b>10,91</b> | <b>OK</b> |



## 7.4 Sovraccarico solaio esistente

| Nodo          | Cmb | Azione X | Azione Y | Azione Z      |
|---------------|-----|----------|----------|---------------|
|               |     | daN      | daN      | daN           |
| 2             | 1   | -4.46    | -1.62    | -587.07       |
| 4             | 1   | 2.96     | -0.60    | -533.61       |
| 6             | 1   | -1.17    | -1.50    | -548.45       |
| 8             | 1   | -3.62    | -2.58    | -828.80       |
| 10            | 1   | 3.20     | -1.89    | -858.04       |
| 12            | 1   | 4.15     | 1.01     | -670.30       |
| 14            | 1   | -1.91    | 0.13     | -590.70       |
| 16            | 1   | 1.02     | -18.50   | -575.97       |
| 18            | 1   | -0.43    | -5.30    | -481.03       |
| 20            | 1   | 0.21     | 0.12     | -588.33       |
| 22            | 1   | 4.14     | 0.33     | -474.67       |
| 24            | 1   | -7.49    | 0.86     | -578.61       |
| 27            | 1   | -2.25    | 0.03     | -369.94       |
| 28            | 1   | -1.76    | -0.50    | -409.49       |
| 30            | 1   | -6.42    | 0.61     | -554.58       |
| 32            | 1   | 4.77     | 0.22     | -653.99       |
| 34            | 1   | 1.10     | 0.57     | -295.71       |
| 36            | 1   | -6.08    | -0.14    | -397.55       |
| 39            | 1   | -1.98    | -0.40    | -259.00       |
| 40            | 1   | -1.52    | 0.54     | -730.05       |
| 42            | 1   | 2.72     | 0.28     | -588.52       |
| 44            | 1   | -16.32   | 1.48     | -589.04       |
| 46            | 1   | 2.41     | -1.39    | -446.26       |
| 48            | 1   | -5.09    | 2.75     | -840.30       |
| 51            | 1   | 22.16    | -1.70    | -616.95       |
| 52            | 1   | 3.40     | 5.08     | -887.99       |
| 57            | 1   | 2.11     | -4.97    | -438.66       |
| 58            | 1   | -11.04   | -5.96    | -727.94       |
| 59            | 1   | 3.91     | 9.94     | -556.75       |
| 60            | 1   | -9.34    | 10.87    | -774.22       |
| 65            | 1   | -5.80    | 0.67     | -395.64       |
| 67            | 1   | -7.88    | 1.16     | -399.14       |
| 70            | 1   | 12.34    | 3.10     | -701.94       |
| 73            | 1   | -4.38    | 1.05     | -380.39       |
| 74            | 1   | -3.42    | 1.01     | -526.92       |
| 79            | 1   | 6.92     | 0.10     | -545.12       |
| 80            | 1   | 7.26     | 1.07     | -581.17       |
| 81            | 1   | 5.20     | 0.83     | -466.89       |
| 82            | 1   | 3.91     | 0.83     | -483.05       |
| 83            | 1   | 8.46     | 2.46     | -856.84       |
| <b>TOTALE</b> |     |          |          | <b>-20707</b> |

Tabella – Reazioni vincolari allo SLU

Dalle reazioni vincolari di calcolo si evince che, la struttura trasmette al solaio dell'edificio ospitante un sovraccarico pari a 20.707 kg. Considerando che tale struttura verrà installata su una superficie con doppio strato di truciolo ignifugo di 480,00 mq, si calcola un sovraccarico totale allo SLU pari a 43,14 kg/mq.



**Ing. Mastromarino Gianni**  
Via Giordano Bruno n.191  
10134 – Torino (TO)

**Progetto**  
Reggia di Venaria  
ANTHONY McCALL: SOLID LIGHT

## 8 Conclusioni

Il sottoscritto **Ing. Mastromarino Gianni**, iscritto all'ordine degli Ingegneri della Provincia di Torino al n°13285, con studio in Torino, Via Giordano Bruno n. 191, tel. 011.318.23.28, facendo riferimento a quanto esposto, preso visione delle schede tecniche degli elementi metallici prefabbricati utilizzati forniti dalle ditte produttrici, dei carichi applicati previsti dal cliente ed ai sovraccarichi previsti dalla normativa vigente

### DICHIARA

che la struttura descritta in relazione ed evidenziata nei disegni di progetto in allegato, **è in grado di resistere alle sollecitazioni derivanti dal peso proprio e dai carichi accidentali di legge.**

**Si precisa che la presente relazione di calcolo è valida per le strutture in essa descritte e per il sovraccarico variabile definito in fase progettuale.**

**Qualora le stesse subissero modifiche nelle dimensioni e nei carichi applicati si renderà necessario adeguare il calcolo alle modifiche stesse.**

**Sarà necessario che un tecnico qualificato supervisioni le opere di montaggio delle strutture per verificare la correttezza delle operazioni e per verificare il rispetto delle prescrizioni sopra elencate.**

Venaria Reale, lì 01/04/2025

Il progettista

  
Ing. Mastromarino Gianni

The stamp is circular and blue, containing the text: "INGEGNERI DELLA PROVINCIA DI TORINO", "Dott. Ing. GIANNI", "MASTROMARINO", and "n. 13285".