



## CITTÀ DI LUCCA

Amministrazione Comunale

Settore 5 - Lavori Pubblici e Traffico U.O. 5.3 – Edilizia Sportiva  
Lucca Riscossioni e Servizi S.R.L.

Dirigente: Ing. Antonella Giannini  
Responsabile Unico di Progetto: Ing. Arianna De Cicco

P.T. 39-2026  
REALIZZAZIONE DEL PALAZZETTO DELLO SPORT SILVER 1  
NELL'AREA "EX CROCEROSSA"  
CUP J65B25001060005

### PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA

### RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO DELLE STRUTTURE

RTP: "PALAZZETTO DELLO SPORT AREA "EX CROCEROSSA"

Capogruppo, Progetto Opere Edili e Strutture:  
Ing. Giuseppe Amante

Progetto Impianti, Antincendio, Acustica:  
Studio Bellandi & Petri s.r.l. s.t.p.

Coordinatore della Sicurezza in fase di Progettazione:  
Ing. Dario Lucarotti

Collaboratori alla Progettazione:  
Ing. Dario Lucarotti  
Arch. Riccardo Ricci

Giovane Professionista:  
Arch. Barbara Tomei

Committente per la parte del Progetto di competenza Lucca Riscossioni e Servizi



Geologia:  
Studio INGEO

Rilievo: Geom. Paolo Paoli, Comune di Lucca



Studio Bellandi & Petri s.r.l. s.t.p.  
Servizi di Ingegneria  
Viale Giorgio Storti, 181 - 55100 Lucca



Data Emissione

Revisione n°/data

18/02/2026

Revisione n°1 del 14.03.2026

# RS01

## Sommario

|                                                         |    |
|---------------------------------------------------------|----|
| RELAZIONE GENERALE .....                                | 3  |
| PREMESSA.....                                           | 3  |
| ORGANIZZAZIONE FUNZIONALE .....                         | 3  |
| RELAZIONE DI CALCOLO .....                              | 3  |
| ANALISI DEI CARICHI .....                               | 4  |
| NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....                           | 11 |
| RELAZIONE SUI MATERIALI UTILIZZATI .....                | 11 |
| GIUDIZIO MOTIVATO DI ACCETTABILITA' DEI RISULTATI ..... | 12 |

## RELAZIONE GENERALE

### PREMESSA

La presente Relazione, riguardante la parte strutturale dell'opera, accompagna il Progetto di Fattibilità Tecnico-Economica (PFTE) relativo all'intervento di realizzazione di un nuovo Palazzetto dello sport nell'Area Ex Croce Rossa in Via delle Tagliate, ubicato nella zona nord-ovest del Comune di Lucca.

Le scelte progettuali sono state sviluppate in accordo con la Committenza e in riferimento al budget e alle caratteristiche indicate e richieste dalla stessa.

### ORGANIZZAZIONE FUNZIONALE

L'edificio si articola in tre blocchi funzionali distinti ma interconnessi su un unico livello planimetrico: l'area di accesso/accoglienza, l'arena da gioco e il settore servizi e logistica.

Dal punto di vista strutturale i tre blocchi sono indipendenti e quindi presentano un giunto sismico di separazione tra gli elementi verticali strutturali pari a circa 37 cm e pari a circa 5 cm tra le fondazioni.

Il blocco ingresso, così come il blocco spogliatoi, presenta una struttura di fondazione su plinti in cemento armato collegati perimetralmente da cordoli anch'essi in cemento armato. Altro collegamento è realizzato mediante le due solette, sempre in calcestruzzo armato, poste inferiormente e superiormente al vespaio areato. Le strutture in elevato saranno realizzate in calcestruzzo armato mentre i solai di copertura saranno realizzati mediante una doppia lamiera grecata sia per il locale ingresso che in parte per la struttura spogliatoi. In quest'ultima zona è presente un solaio latero cementizio nell'area in cui andranno a installarsi le macchine di trattamento aria. I tamponamenti saranno realizzati mediante pannelli sandwich

Il blocco centrale presenta una struttura di fondazione su plinti in calcestruzzo armato collegati perimetralmente da cordoli anch'essi in calcestruzzo armato. I plinti saranno collegati trasversalmente da cordoli in calcestruzzo armato e dalle due solette, sempre in calcestruzzo armato, poste inferiormente e superiormente al vespaio areato.

Le strutture in elevato saranno realizzate mediante undici archi in legno lamellare, con base pari 16 cm e altezza variabile, opportunamente collegati da arcarecci e baraccature, sempre in legno lamellare. La copertura sarà realizzata mediante una lamiera coibentata. La struttura sarà stabilizzata mediante un sistema di controventature di falda e di piano. I tamponamenti saranno realizzati mediante pannelli sandwich

Si rimanda agli elaborati grafici per un maggior dettaglio su quanto esposto

### RELAZIONE DI CALCOLO

Il sito in esame è classificato in zona 3 fascia B

Dati struttura

Sito di costruzione: Lucca via delle tagliate LON. 10.50510 LAT. 43.85140

Contenuto tra ID reticolo: 19604 19382 19603 19381

Per quanto concerne le varie strutture è stata effettuata un'analisi sismica per ogni blocco.

Per i due blocchi ingresso e campo si è utilizzato la classe III, mentre per il blocco spogliatoi si è utilizzata la classe II. La categoria di suolo è la C e il coefficiente di topografia è T1

Nel fascicolo dei calcoli vengono riportati, per ogni blocco, le ipotesi assunte

La modellazione della struttura e la rielaborazione dei risultati del calcolo sono stati effettuati con: ModeSt ver.8.32 licenza n.7222, prodotto da Tecnisoft s.a.s. – Prato. La struttura è stata calcolata utilizzando come solutore agli elementi finiti: Xfinest ver. 9.3.5, prodotto da Ce.A.S. S.r.l. – Milano.

Nel fascicolo dei calcoli vengono riportati, per ogni blocco, le ipotesi assunte

## ANALISI DEI CARICHI

I pesi propri delle strutture sono inseriti in automatico dal software di calcolo.

### Blocco ingresso e spogliatoi

|                             |          |
|-----------------------------|----------|
| Solaio in pannelli sandwich | 15 kg/mq |
| Controsoffitti e impianti   | 50 kg/mq |
| Accidentale neve            | 80 kg/mq |
| Accidentale manutenzione    | 50 kg/mq |

### Blocco spogliatoi solaio macchine

|                                  |                                     |
|----------------------------------|-------------------------------------|
| Solaio latero cemento s=20+4 cm  | 200 kg/mq                           |
| Carichi permanenti distribuiti   | 200 kg/mq                           |
| Accidentale neve                 | 80 kg/mq                            |
| Accidentale manutenzione         | 50 kg/mq                            |
| Permanenti carichi da macchine   | 2100 kg su ogni trave (110-112-115) |
| Tamponamenti in lamiera sandwich | 50 kg/m                             |

Considerando le combinazioni di carico e i relativi fattori si avrebbe per il permanente strutturale  $200 \times 1.3 = 260$  kg/mq e  $200 \times 1.5$  per il permanente portato = 300 kg/mq. Complessivamente 560 kg/mq. Considerando i carichi permanenti distribuiti effettivamente in gioco, a favore di sicurezza 50 kg/mq, e il peso del solaio pari a 300 kg/mq si avrebbe  $300 \times 1.3 = 390$  kg/mq e  $50 \times 1.5 = 75$  kg/mq. Complessivamente 465 kg/mq e quindi inferiore rispetto quanto considerato.

vento

Calcolo delle azioni del vento

Normativa di riferimento: Norme tecniche per le costruzioni D.M. 17 gennaio 2018 e Circolare 21 gennaio 2019, n. 7 del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti

Zona di ubicazione dell'edificio: 3 - Toscana, Marche, Umbria, Lazio, Abruzzo, Molise, Puglia, Campania, Basilicata, Calabria (esclusa la Provincia di Reggio Calabria)

Classe di rugosità del terreno: C - Area con ostacoli diffusi (quali alberi, case, muri, recinzioni, ...); aree con rugosità non riconducibile alle Classi A, B, D (tab. 3.3.III)

Categoria di esposizione del sito: III

Parametri derivati (tab. 3.3.I):

Vb,0 (velocità base di riferimento al livello del mare): 27.00 <m/sec>

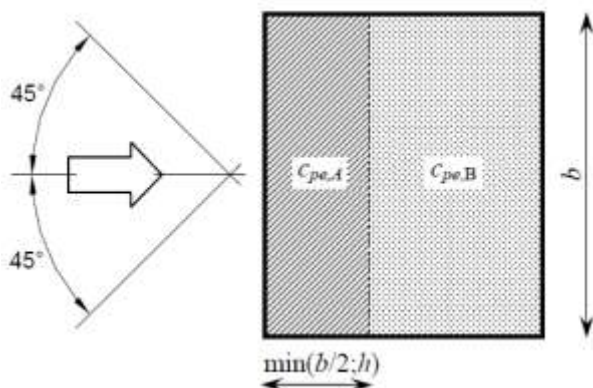
a0: 500.00 <m>

Ks: 0.37

Parametri derivati (tab. 3.3.II):

Kr: 0.20  
z0: 0.10 <m>  
zmin: 5.00 <m>

Classificazione della costruzione: Edifici a pianta rettangolare con coperture piane, a falde, inclinate e curvilinee - Coperture piane (C3.3.8.1.2)



as (altitudine sul livello del mare): 18.00 <m>  
Tr (tempo di ritorno): 50 anni  
Vb (velocità base di riferimento [3.3.1]): 27.00 <m/sec>  
ca (coefficiente di altitudine [3.3.1.b]): 1.00  
Vr (velocità di riferimento [3.3.2]): 27.00 <m/sec>  
cr (coefficiente di ritorno [3.3.3]): 1.00  
ct (coefficiente topografico): 1.00  
qr (pressione cinetica di riferimento): 45.56 <daN/mq>  
ce (coefficiente di esposizione): 1.71  
cd (coefficiente dinamico): 1.00  
h (altezza dell'edificio): 3.50 <m>  
b (dimensione in pianta ortogonale al flusso): 20.00 <m>  
Si considera una fascia sopravento di 3.50 <m> e sottovento le zone restanti.

Coefficienti di pressione Cpe:

sopravento Cpe,A: -0.80  
positivo sottovento Cpe,B: 0.20  
negativo sottovento Cpe,B: -0.20

Pressioni esterne:

sopravento Cpe,A: -62.24 <daN/mq>  
positivo sottovento Cpe,B: 15.56 <daN/mq>  
negativo sottovento Cpe,B: -15.56 <daN/mq>

Criteri di valutazione del Cpi (C3.3.8.5) riferiti a edifici aventi: Area con distribuzione uniforme di aperture

Coefficiente di pressione Cpi:

positivo: 0.20  
negativo: -0.30

Pressioni interna:

positiva: 15.56 <daN/mq>  
negativa: -23.34 <daN/mq>

Pressioni massimizzate (esterne+interne):

sopravento: -77.80 <daN/mq>  
positivo sottovento: 38.90 <daN/mq>  
negativo sottovento: -31.12 <daN/mq>

## Blocco campo

Si hanno tre zone di solaio:

### Solaio tipo 1

|                          |          |
|--------------------------|----------|
| Lamiera                  | 25 kg/mq |
| Impiantistica            | 7 kg/mq  |
| Accidentale manutenzione | 50 kg/mq |

### Solaio tipo 2

|                          |          |
|--------------------------|----------|
| Lamiera                  | 25 kg/mq |
| Impiantistica            | 7 kg/mq  |
| Accidentale neve         | 80 kg/mq |
| Accidentale manutenzione | 50 kg/mq |

### Solaio tipo 3

|                                         |          |
|-----------------------------------------|----------|
| Lamiera                                 | 25 kg/mq |
| Impiantistica                           | 7 kg/mq  |
| Fotovoltaico                            | 15 kg/mq |
| Accidentale neve                        | 80 kg/mq |
| Accidentale manutenzione                | 50 kg/mq |
| Tamponamenti in lamiera sandwich        | 50 kg/m  |
| Tamponamenti in doppia lamiera sandwich | 150 kg/m |

Riguardo al carico neve c'è da considerare anche l'accumulo dovuto a coperture cilindriche

## Calcolo delle azioni della neve

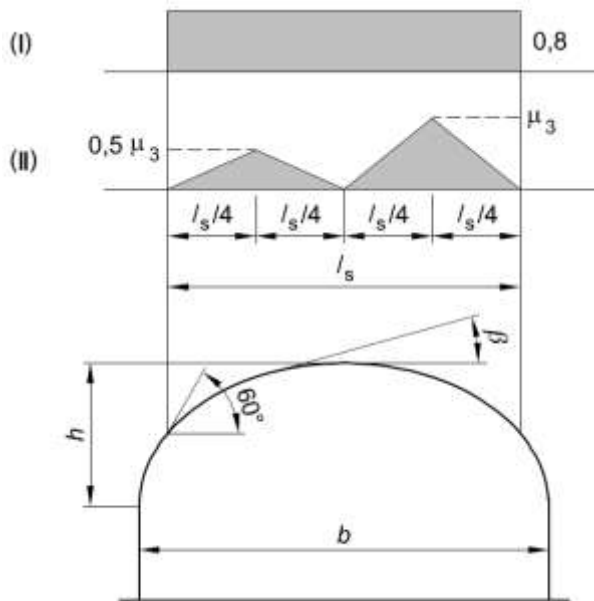
Normativa di riferimento: Norme tecniche per le costruzioni D.M. 17 gennaio 2018 e Circolare 21 gennaio 2019, n. 7 del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti

Zona di ubicazione dell'edificio: II

Arezzo, Ascoli Piceno, Avellino, Bari, Barletta-Andria-Trani, Benevento, Campobasso, Chieti, Fermo, Ferrara, Firenze, Foggia, Frosinone, Genova, Gorizia, Imperia, Isernia, L'Aquila, La Spezia, Lucca, Macerata, Mantova, Massa Carrara, Padova, Perugia, Pescara, Pistoia, Prato, Rieti, Rovigo, Savona, Teramo, Trieste, Venezia, Verona

Coefficiente di esposizione del sito: Normale

Classificazione della costruzione: Copertura cilindrica



$T_r$  (tempo di ritorno): 50 anni

$C_t$  (coefficiente termico): 1.00

$a_s$  (altitudine sul livello del mare): 18.00 <m>

$b$  (angolo d'inclinazione della falda): 17.00 <grad>

$b$  (base): 37.00 <m>

$h$  (altezza): 13.00 <m>

Parametri derivati (3.4.2):

$q_{sk}$  (valore di riferimento del carico neve al suolo): 100.00 <daN/mq>

Parametri derivati (tab. 3.4.1):

$C_E$  (coefficiente d'esposizione): 1.00

$m_1$  (coefficiente di forma della copertura): 0.80

$m_3$  (coefficiente di forma della copertura): 2.00

Carichi agenti:

$q_s$  (carico sinistro provocato dalla neve sulle coperture nel caso I): 80.00 <daN/mq>

$q_{ss}$  (carico sinistro provocato dalla neve sulle coperture nel caso II): 100.00 <daN/mq>

$q_{sd}$  (carico destro provocato dalla neve sulle coperture nel caso II): 200.00 <daN/mq>

Pertanto, è stato considerato sempre il carico 80 kg/mq diffusamente nelle zone interessate e quindi è stata considerata un'ulteriore combinazione di carico di accumulo per determinare appunto tale situazione, incrementando le già menzionate aree della differenza tra la condizione I e la condizione II.

**vento**

**Calcolo delle azioni del vento**

Normativa di riferimento: Norme tecniche per le costruzioni D.M. 17 gennaio 2018 e Circolare 21 gennaio 2019, n. 7 del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti

Zona di ubicazione dell'edificio: 3 - Toscana, Marche, Umbria, Lazio, Abruzzo, Molise, Puglia, Campania,

Basilicata, Calabria (esclusa la Provincia di Reggio Calabria)

Classe di rugosità del terreno: C - Area con ostacoli diffusi (quali alberi, case, muri, recinzioni, ...); aree con rugosità non riconducibile alle Classi A, B, D (tab. 3.3.III)

Categoria di esposizione del sito: III

Parametri derivati (tab. 3.3.I):

$V_{b,0}$  (velocità base di riferimento al livello del mare): 27.00 <m/sec>

$a_0$ : 500.00 <m>

$K_s$ : 0.37

Parametri derivati (tab. 3.3.II):

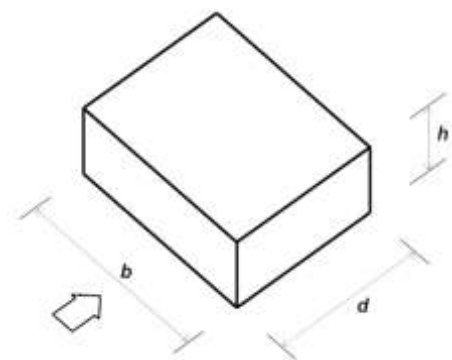
$K_r$ : 0.20

$z_0$ : 0.10 <m>

$z_{min}$ : 5.00 <m>

Classificazione della costruzione: Edifici a pianta rettangolare con coperture piane, a falde, inclinate e curvilinee - Pareti verticali (C3.3.8.1.1)

Vento Lungo Y



$a_s$  (altitudine sul livello del mare): 18.00 <m>

$T_r$  (tempo di ritorno): 50 anni

$V_b$  (velocità base di riferimento [3.3.1]): 27.00 <m/sec>

$c_a$  (coefficiente di altitudine [3.3.1.b]): 1.00

$V_r$  (velocità di riferimento [3.3.2]): 27.00 <m/sec>

$c_r$  (coefficiente di ritorno [3.3.3]): 1.00

$c_t$  (coefficiente topografico): 1.00

$q_r$  (pressione cinetica di riferimento): 45.56 <daN/mq>

$c_e$  (coefficiente di esposizione): 2.31

$c_d$  (coefficiente dinamico): 1.00

$h$  (altezza dell'edificio): 13.00 <m>

$b$  (dimensione in pianta ortogonale al flusso): 45.00 <m>

$d$  (profondità dell'edificio): 37.00 <m>

Coefficienti di pressione  $C_{pe}$ :

sopravento: 0.74

sottovento: -0.37

Pressioni esterne:



sopravento: 77.39 <daN/mq>

sottovento: -38.98 <daN/mq>

Criteri di valutazione del  $C_{pi}$  (C3.3.8.5) riferiti a edifici aventi: Area con distribuzione uniforme di aperture

Coefficiente di pressione  $C_{pi}$ :

positivo: 0.20

negativo: -0.30

Pressioni interna:

positiva: 21.06<daN/mq>

negativa: -31.58 <daN/mq>

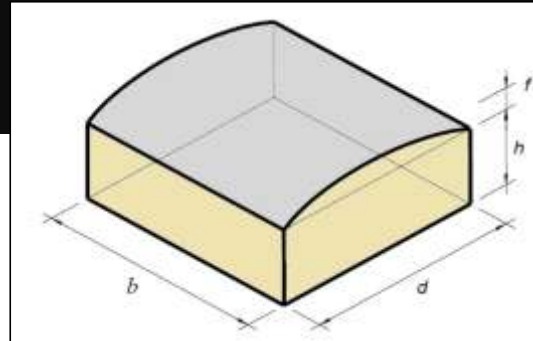
Pressioni massimizzate (esterne+interne):

sopravento: 108.98<daN/mq>

sottovento: -60.04 <daN/mq>

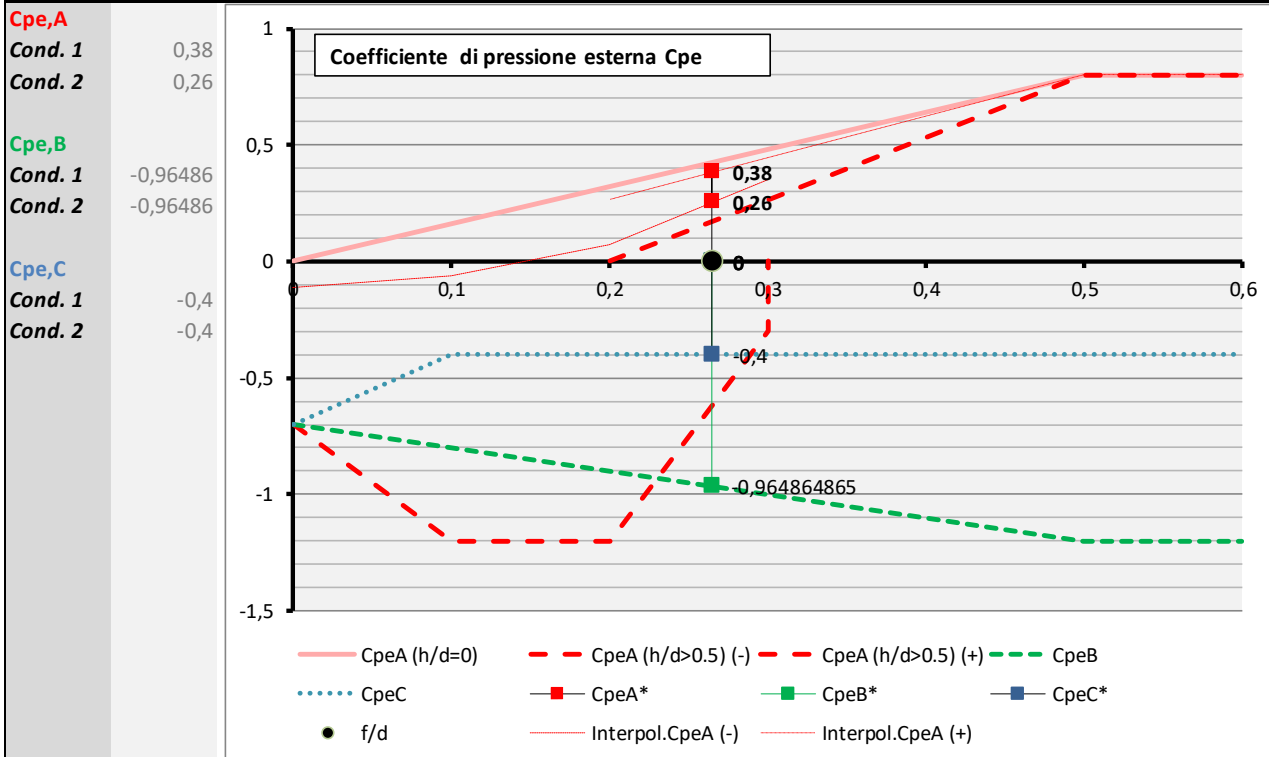
# CALCOLO DEI COEFFICIENTI DI PRESSIONE ESTERNA

Coperture a volta cilindrica



| Geometria |      |       |      |      |
|-----------|------|-------|------|------|
| f         | h    | d     | f/d  | h/d  |
| m         | m    | m     |      |      |
| 9,80      | 3,00 | 37,00 | 0,26 | 0,08 |

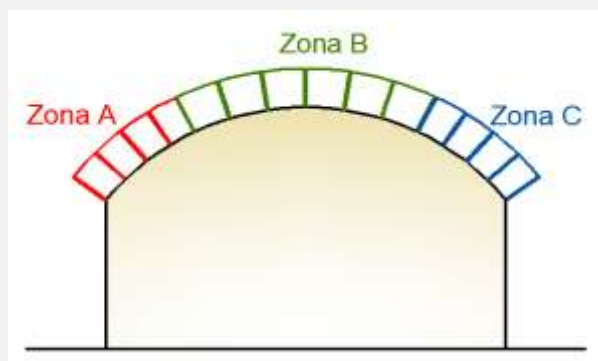
## Coefficienti di pressione esterna Cpe



## Condizioni di carico da analizzare

| Condizione di carico n.1 |                 | Condizione di carico n.2 |                 |
|--------------------------|-----------------|--------------------------|-----------------|
| Zona A                   | Pressione (+)   | Zona A                   | Pressione (+)   |
| Zona B                   | Depressione (-) | Zona B                   | Depressione (-) |
| Zona C                   | Depressione (-) | Zona C                   | Depressione (-) |

Direzione del Vento



Pertanto, si ha:

Zona A: 71.57 kg/mq

Zona B: 122.08 kg/mq

Zona C: 63.15 kg/mq

## NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Il calcolo ed il dimensionamento dei vari elementi oggetto del presente progetto sono stati eseguiti in conformità a quanto previsto dalla normativa vigente ed in particolare:

- |                                              |                                  |
|----------------------------------------------|----------------------------------|
| - D.M. 17 Gennaio 2018                       | Norme Tecniche sulle Costruzioni |
| - Circolare 21 Gennaio 2019, n.7, C.S.LL.PP. | Circolare Applicativa            |

## RELAZIONE SUI MATERIALI UTILIZZATI

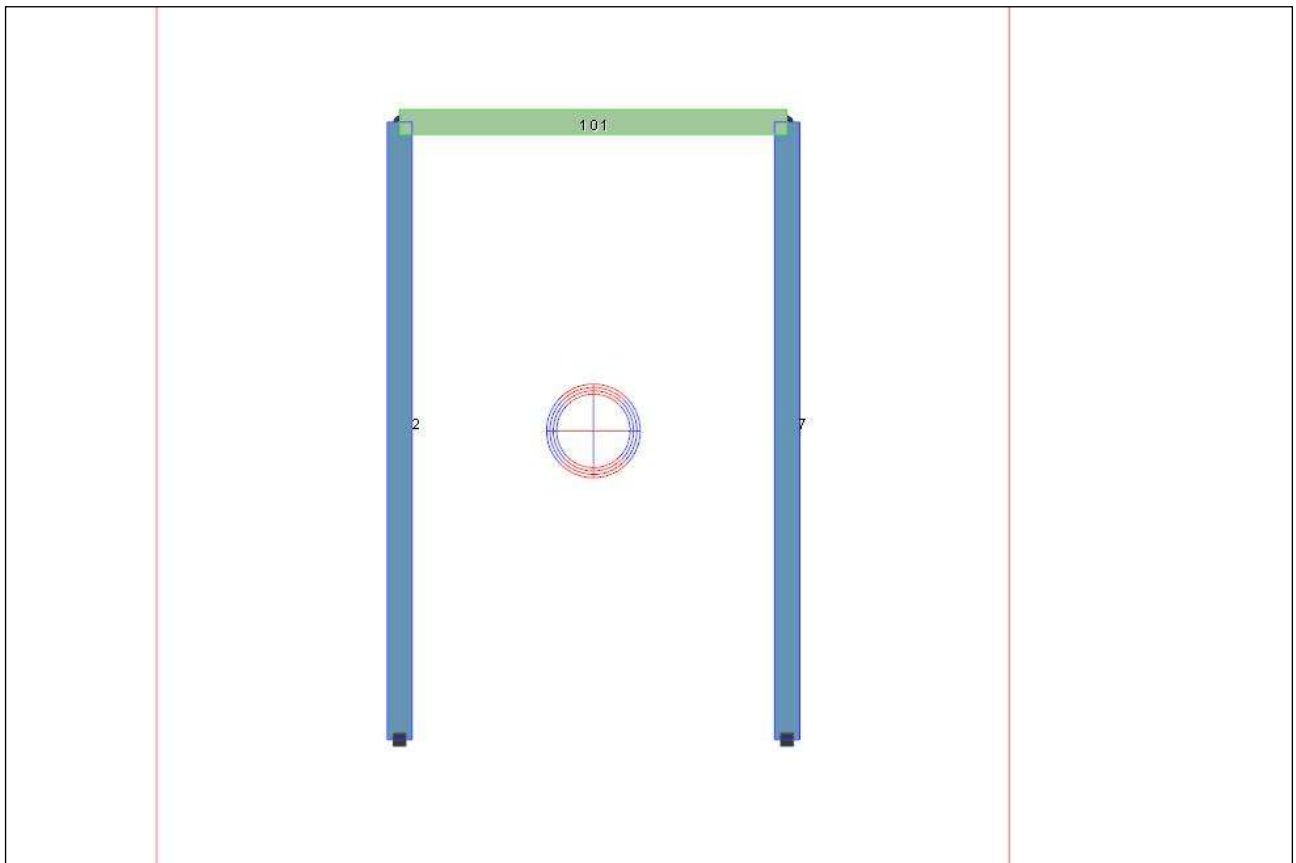
- CIs per getti C25/30 XC1 -S4 - Diametro massimo inerte 16mm – Rapporto A/C max 0,55
- Acciaio per armature B450C
- Acciaio da carpenteria metallica S275J
- Bulloni e tirafondi classe 8.8

## GIUDIZIO MOTIVATO DI ACCETTABILITA' DEI RISULTATI

Per quanto concerne la validità o se si vuole la validazione del software utilizzato si è confrontato un portale con un calcolo effettuato dal progettista. Ovvero si è considerato per la precisione un portale, incastrato alla base, e soggetto ai carichi statici pari a 522 kg/ml.

Imponendo tale carico sul traverso si sono confrontati i risultati di output del software con quelli derivanti dal calcolo di un portale incastrato alla base sottoposto allo stesso carico e di pari rigidezza.

Di seguito i risultati



## Introduzione

### Sistemi di riferimento

Le coordinate, i carichi concentrati, i cedimenti, le reazioni vincolari e gli spostamenti dei NODI sono riferiti ad una terna destra cartesiana globale con l'asse Z verticale rivolto verso l'alto.

I carichi in coordinate locali e le sollecitazioni delle ASTE sono riferite ad una terna destra cartesiana locale così definita:

- origine nel nodo iniziale dell'asta;
  - asse X coincidente con l'asse dell'asta e con verso dal nodo iniziale al nodo finale;
  - immaginando la trave a sezione rettangolare l'asse Y è parallelo alla base e l'asse Z è parallelo all'altezza.
- La rotazione dell'asta comporta quindi una rotazione di tutta la terna locale.

Si può immaginare la terna locale di un'asta comunque disposta nello spazio come derivante da quella globale dopo una serie di trasformazioni:

- una rotazione intorno all'asse Z che porti l'asse X a coincidere con la proiezione dell'asse dell'asta sul piano orizzontale;
- una traslazione lungo il nuovo asse X così definito in modo da portare l'origine a coincidere con la proiezione del nodo iniziale dell'asta sul piano orizzontale;
- una traslazione lungo l'asse Z che porti l'origine a coincidere con il nodo iniziale dell'asta;
- una rotazione intorno all'asse Y così definito che porti l'asse X a coincidere con l'asse dell'asta;
- una rotazione intorno all'asse X così definito pari alla rotazione dell'asta.

In pratica le travi prive di rotazione avranno sempre l'asse Z rivolto verso l'alto e l'asse Y nel piano del solaio, mentre i pilastri privi di rotazione avranno l'asse Y parallelo all'asse Y globale e l'asse Z parallelo ma controverso all'asse X globale. Da notare quindi che per i pilastri la "base" è il lato parallelo a Y.

Le sollecitazioni ed i carichi in coordinate locali negli ELEMENTI BIDIMENSIONALI e nei MURI sono riferiti ad una terna destra cartesiana locale così definita:

- origine nel primo nodo dell'elemento;
- asse X coincidente con la congiungente il primo ed il secondo nodo dell'elemento;
- asse Y definito come prodotto vettoriale fra il versore dell'asse X e il versore della congiungente il primo e il quarto nodo. Asse Z a formare con gli altri due una terna destrorsa.

Praticamente un elemento verticale con l'asse X locale coincidente con l'asse X globale ha anche gli altri assi locali coincidenti con quelli globali.

### Rotazioni e momenti

Seguendo il principio adottato per tutti i carichi che sono positivi se CONTROVERSI agli assi, anche i momenti concentrati e le rotazioni impresse in coordinate globali risultano positivi se CONTROVERSI al segno positivo delle rotazioni. Il segno positivo dei momenti e delle rotazioni è quello orario per l'osservatore posto nell'origine: X ruota su Y, Y ruota su Z, Z ruota su X. In pratica è sufficiente adottare la regola della mano destra: col pollice rivolto nella direzione dell'asse, la rotazione che porta a chiudere il palmo della mano corrisponde al segno positivo.

### Normativa di riferimento

La normativa di riferimento è la seguente:

- Legge n. 64 del 2/2/1974 - Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche.

- D.M. del 24/1/1986 - Norme tecniche relative alle costruzioni sismiche.

- Legge n. 1086 del 5/11/1971 - Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica.

- D.M. del 14/2/1992 - Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in c.a. normale e precompresso e per le strutture metalliche.
- D.M. del 9/1/1996 - Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in c.a. normale e precompresso e per le strutture metalliche.
- D.M. del 16/1/1996 - Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche.
- Circolare n. 21745 del 30/7/1981 - Legge n. 219 del 14/5/1981 - Art. 10 - Istruzioni relative al rafforzamento degli edifici in muratura danneggiati dal sisma.
- Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia - Legge Regionale n. 30 del 20/6/1977 - Documentazione tecnica per la progettazione e direzione delle opere di riparazione degli edifici - Documento Tecnico n. 2 - Raccomandazioni per la riparazione strutturale degli edifici in muratura.
- D.M. del 20/11/1987 - Norme Tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo degli edifici in muratura e per il loro consolidamento.
- Norme Tecniche C.N.R. n. 10011-85 del 18/4/1985 - Costruzioni di acciaio - Istruzioni per il calcolo, l'esecuzione, il collaudo e la manutenzione.
- Norme Tecniche C.N.R. n. 10025-84 del 14/12/1984 - Istruzioni per il progetto, l'esecuzione ed il controllo delle strutture prefabbricate in conglomerato cementizio e per le strutture costruite con sistemi industrializzati di acciaio - Istruzioni per il calcolo, l'esecuzione, il collaudo e la manutenzione.
- Circolare n. 65 del 10/4/1997 - Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche" di cui al D.M. del 16/1/1996.
- Eurocodice 5 - Progettazione delle strutture di legno.
- DIN 1052 - Metodi di verifica per il legno.
- D.M. del 14/1/2008 - Norme tecniche per le costruzioni. Le verifiche degli elementi di fondazione sono eseguite utilizzando l'Approccio 2.
- Circolare n. 617 del 2/2/2009 - Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. del 14/1/2008.

#### Unità di misura

Le unità di misura adottate sono le seguenti:

- lunghezze : m
- forze : kg
- masse : kg massa
- temperature : gradi centigradi
- angoli : gradi sessadecimali o radianti

## Geometria

### Elenco vincoli nodi

#### Simbologia

Vn = Numero del vincolo nodo  
 Com = Commento  
 m.  
 Sx = Spostamento in dir. X (L=libero, B=bloccato, E=elastico)  
 Sy = Spostamento in dir. Y (L=libero, B=bloccato, E=elastico)  
 Sz = Spostamento in dir. Z (L=libero, B=bloccato, E=elastico)  
 Rx = Rotazione intorno all'asse X (L=libera, B=bloccata, E=elastica)  
 Ry = Rotazione intorno all'asse Y (L=libera, B=bloccata, E=elastica)  
 Rz = Rotazione intorno all'asse Z (L=libera, B=bloccata, E=elastica)  
 RL = Rotazione libera  
 Ly = Lunghezza (dir. Y locale)  
 Lz = Larghezza (dir. Z locale)  
 Kt = Coeff. di sottofondo su suolo elastico alla Winkler

| V | Comm.          | Sx | Sy | Sz | Rx | Ry | Rz | RL | Ly | Lz | Kt      |
|---|----------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|---------|
| n |                |    |    |    |    |    |    |    | <m | <m | <kg/cmc |
|   |                |    |    |    |    |    |    |    | >  | >  | >       |
| 1 | Libero         | L  | L  | L  | L  | L  | L  |    |    |    |         |
| 2 | Incastro       | B  | B  | B  | B  | B  | B  |    |    |    |         |
| 3 | El. sew 110001 | B  | B  | L  | L  | L  | B  |    |    |    |         |

### Elenco materiali

#### Simbologia

Mat. = Numero del materiale  
 Com = Commento  
 m.  
 P = Peso specifico  
 E = Modulo elastico  
 G = Modulo elastico tangenziale  
 $\nu$  = Coeff. di Poisson  
 $\alpha$  = Coeff. di dilatazione termica

| Mat | Comm.        | P      | E                     | G                   | $\nu$ | $\alpha$      |
|-----|--------------|--------|-----------------------|---------------------|-------|---------------|
| .   |              | <kg/mc | <kg/cm <sup>2</sup> > | <kg/cm <sup>2</sup> |       |               |
|     |              | >      |                       | >                   |       |               |
| 1   | Calcestruzzo | 2500   | 300000.00             | 130000.0            | 0.1   | 1.000000E-005 |
| 2   | Acciaio      | 7850   | 2100000.0             | 800000.0            | 0.3   | 1.000000E-005 |
|     |              |        | 0                     | 0                   |       |               |

## Elenco sezioni aste

### Simbologia

Sez. = Numero della sezione

Com = Commento

m.

Tipo = Tipologia

2C = Doppia C lato labbri

2Cdx = Doppia C lato costola

2I = Doppia I

2L = Doppia L lato labbri

2Ldx = Doppia L lato costole

C = C

Cdx = C destra

Cir. = Circolare

Cir.c = Circolare cava

I = I

L = L

Ldx = L destra

Om. = Omega

Pg = Pi greco

Pr = Poligono regolare

Prc = Poligono regolare cavo

Pc = Per coordinate

Ia = Inerzie assegnate

R = Rettangolare

Rc = Rettangolare cava

T = T

U = U

Ur = U rovescia

V = V

Vr = V rovescia

Z = Z

Zdx = Z destra

Ts = T stondata

Ls = L stondata

Cs = C stondata

Is = I stondata

Dis. = Disegnata

Me = Membratura

G = Generica

T = Trave

P = Pilastro

Ver. = Verifica prevista

N = Nessuna

C = Cemento armato

A = Acciaio

L = Legno

B = Base

H = Altezza

s = Spessore

Ma = Numero del materiale

C = Numero del criterio di progetto



Ccol = Numero del criterio di progetto collegamento

| Sez. | Comm.                  | Tipo | M | Ver. | B    | H    | s    | M | C | Ccol |
|------|------------------------|------|---|------|------|------|------|---|---|------|
|      |                        | e    |   |      | <cm> | <cm> | <cm> | a |   |      |
|      |                        |      |   |      |      |      | >    |   |   |      |
| 1    | 120X60X5RHS<br>colonna | Rc   | P | A    | 12.0 | 6.00 | 0.40 | 2 | 1 | 1    |
| 2    | 120X60X5RHS trave      | Rc   | T | A    | 6.00 | 12.0 | 0.40 | 2 | 1 | 1    |
|      |                        |      |   |      |      |      | 0    |   |   |      |

Elenco vincoli aste

#### Simbologia

Va = Numero del vincolo asta

Com = Commento

m.

Tipo = Tipologia

SVI = Definizione di vincolamenti interni

ELA = Vincolo su suolo elastico alla Winkler

BIE-RTC = Biella resistente a trazione e a compressione

BIE-RC = Biella resistente solo a compressione

BIE-RT = Biella resistente solo a trazione

Ni = Sforzo normale nodo iniziale (0=sbloccato, 1=bloccato)

Tyi = Taglio in dir. Y locale nodo iniziale (0=sbloccato, 1=bloccato)

Tzi = Taglio in dir. Z locale nodo iniziale (0=sbloccato, 1=bloccato)

Mxi = Momento intorno all'asse X locale nodo iniziale (0=sbloccato, 1=bloccato)

Myi = Momento intorno all'asse Y locale nodo iniziale (0=sbloccato, 1=bloccato)

Mzi = Momento intorno all'asse Z locale nodo iniziale (0=sbloccato, 1=bloccato)

Nf = Sforzo normale nodo finale (0=sbloccato, 1=bloccato)

Tyf = Taglio in dir. Y locale nodo finale (0=sbloccato, 1=bloccato)

Tzf = Taglio in dir. Z locale nodo finale (0=sbloccato, 1=bloccato)

Mxf = Momento intorno all'asse X locale nodo finale (0=sbloccato, 1=bloccato)

Myf = Momento intorno all'asse Y locale nodo finale (0=sbloccato, 1=bloccato)

Mzf = Momento intorno all'asse Z locale nodo finale (0=sbloccato, 1=bloccato)

Kt = Coeff. di sottofondo su suolo elastico alla Winkler

| Va | Comm. | Tipo | Ni | Tyi | Tzi | Mxi | Myi | Mzi | Nf | Tyf | Tzf | Mxf | Myf | Mzf | Kt      |
|----|-------|------|----|-----|-----|-----|-----|-----|----|-----|-----|-----|-----|-----|---------|
|    |       |      |    |     |     |     |     |     |    |     |     | f   | f   |     | <kg/cmc |
|    |       |      |    |     |     |     |     |     |    |     |     |     |     |     | >       |

|   |         |     |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |
|---|---------|-----|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|--|
| 1 | Inc+Inc | SVI | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |  |
|---|---------|-----|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|--|

#### Carichi

Condizioni di carico elementari

#### Simbologia

CCE = Numero della condizione di carico elementare

Comm. = Commento

Mx = Moltiplicatore della massa in dir. X

My = Moltiplicatore della massa in dir. Y

Mz = Moltiplicatore della massa in dir. Z

Jpx = Moltiplicatore del momento d'inerzia intorno all'asse X

Jpy = Moltiplicatore del momento d'inerzia intorno all'asse Y  
 Jpz = Moltiplicatore del momento d'inerzia intorno all'asse Z  
 Tipo CCE = Tipo di CCE per calcolo agli stati limite  
 Sicurezza = Contributo alla sicurezza  
     F = a favore  
     S = a sfavore  
     A = ambigua  
 Variabilità = Tipo di variabilità  
     B = di base  
     I = indipendente  
     A = ambigua

| CCE | Comm.         | Mx   | My   | Mz   | Jpx  | Jpy  | Jpz  | Tipo CCE                         | Sicurezza | Variabilità |
|-----|---------------|------|------|------|------|------|------|----------------------------------|-----------|-------------|
| 1   | carico totale | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.00 | 1 D.M. 08 Permanenti strutturali | S         | --          |

Elenco carichi aste  
 Condizione di carico n. 1: carico totale  
 Carichi distribuiti

#### Simbologia

Asta = Numero dell'asta  
 N1 = Nodo iniziale  
 N2 = Nodo finale  
 S = Numero del solaio di provenienza  
 T = Tipo di carico  
     QA = Carico accidentale da solaio  
     QPS = Carico permanente strutturale da solaio  
     QPN = Carico permanente non strutturale da solaio  
     PP = Peso proprio  
     M = Manuale  
 DC = Direzione del carico  
     XG,YG,ZG = secondo gli assi Globali  
     XL,YL,ZL = secondo gli assi Locali  
 Xi = Distanza iniziale  
 Qi = Carico iniziale  
 Xf = Distanza finale  
 Qf = Carico finale

| Ast | N1  | N2  | S  | T  | D    | Xi    | Qi    | Xf    | Qf    |
|-----|-----|-----|----|----|------|-------|-------|-------|-------|
| a   |     |     |    |    | C    | <m>   | <kg/m | <m>   | <kg/m |
|     |     |     |    |    |      |       | >     |       | >     |
| 101 | 102 | 107 | -- | NZ | 0.00 | 522.0 | 1.85  | 522.0 |       |
|     |     |     |    | G  |      | 0     |       | 0     |       |

## Risultati del calcolo

### Parametri di calcolo

La modellazione della struttura e la rielaborazione dei risultati del calcolo sono stati effettuati con: ModeSt , prodotto da Tecnisoft s.a.s. - Prato

Tipo di normativa: stati limite D.M. 08

Tipo di calcolo: calcolo statico

Schematizzazione piani rigidi: nessun impalcato rigido

Modalità di recupero masse secondarie: trasferire all'impalcato più vicino con modifica XY baricentro

### Generazione combinazioni

- Lineari: sì
- Valuta spostamenti e non sollecitazioni: no
- Buckling: no

### Opzioni di calcolo

- Sono state considerate infinitamente rigide le zone di connessione fra travi, pilastri ed elementi bidimensionali con una riduzione del 20%
- Calcolo con offset rigidi dai nodi: no
- Uniformare i carichi variabili: no
- Massimizzare i carichi variabili: no
- Minimo carico da considerare: 0.00 <kg/m>
- Recupero carichi zone rigide: taglio e momento flettente

### Opzioni del solutore

- Tipo di elemento bidimensionale: ISOSHELL
- Trascura deformabilità a taglio delle aste: No
- Analisi dinamica con metodo di Lanczos: Sì
- Check sequenza di Sturm: Sì
- Soluzione matrice con metodo ver. 5.1: No
- Analisi non lineare con Newton modificato: No
- Usa formulazione secante per Buckling: No
- Trascura Buckling torsionale: No

### Dati struttura

- Tipo di opera: Opera ordinaria
- Vita nominale  $V_N$ : 50.00
- Classe d'uso: Classe III
- Forze orizzontali convenzionali per stati limite non sismici: no

### Condizioni di carico elementari

#### Simbologia

|       |                                                           |
|-------|-----------------------------------------------------------|
| CCE   | = Numero della condizione di carico elementare            |
| Comm. | = Commento                                                |
| Mx    | = Moltiplicatore della massa in dir. X                    |
| My    | = Moltiplicatore della massa in dir. Y                    |
| Mz    | = Moltiplicatore della massa in dir. Z                    |
| Jpx   | = Moltiplicatore del momento d'inerzia intorno all'asse X |
| Jpy   | = Moltiplicatore del momento d'inerzia intorno all'asse Y |
| Jpz   | = Moltiplicatore del momento d'inerzia intorno all'asse Z |

Tipo CCE = Tipo di CCE per calcolo agli stati limite

Sicurezza = Contributo alla sicurezza

F = a favore

S = a sfavore

A = ambigua

Variabilità = Tipo di variabilità

B = di base

I = indipendente

A = ambigua

Condizioni di carico elementari

| CCE Comm.       | Mx   | My   | Mz   | Jpx  | Jpy  | Jpz  | Tipo CCE | Sicurezza | Variabilità |
|-----------------|------|------|------|------|------|------|----------|-----------|-------------|
| 1 carico totale | 1.00 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.00 | 1        | S         | --          |

Elenco tipi cce definiti

Simbologia

Tipo CCE = Tipo condizione di carico elementare

Comm. = Commento

Tipo = Tipologia

G = Permanente

Q = Variabile

I = Da ignorare

A = Azione eccezionale

P = Precompressione

Durata = Durata del carico

N = Non definita

P = Permanente

L = Lunga

M = Media

B = Breve

I = Istantanea

$\gamma_{min.}$  = Coeff.  $\gamma_{min.}$

$\gamma_{max}$  = Coeff.  $\gamma_{max}$

$\psi_0$  = Coeff.  $\psi_0$

$\psi_1$  = Coeff.  $\psi_1$

$\psi_2$  = Coeff.  $\psi_2$

$\psi_{0,s}$  = Coeff.  $\psi_0$  sismico (D.M. 96)

| Tipo CCE | Comm.                                                                                       | Tipo | Durata | $\gamma_{min.}$ | $\gamma_{max}$ | $\psi_0$ | $\psi_1$ | $\psi_2$ | $\psi_{0,s}$ |
|----------|---------------------------------------------------------------------------------------------|------|--------|-----------------|----------------|----------|----------|----------|--------------|
| 1        | D.M. 08 Permanenti strutturali                                                              | G    | N      | 1.00            | 1.30           |          |          |          |              |
| 2        | D.M. 08 Permanenti non strutturali                                                          | G    | N      | 0.00            | 1.50           |          |          |          |              |
| 3        | D.M. 08 Variabili Categoria A Ambienti ad uso residenziale                                  | Q    | N      | 0.00            | 1.50           | 0.70     | 0.50     | 0.30     | 0.00         |
| 4        | D.M. 08 Variabili Categoria B Uffici                                                        | Q    | N      | 0.00            | 1.50           | 0.70     | 0.50     | 0.30     | 0.00         |
| 5        | D.M. 08 Variabili Categoria C Ambienti suscettibili di affollamento                         | Q    | N      | 0.00            | 1.50           | 0.70     | 0.70     | 0.60     | 0.00         |
| 6        | D.M. 08 Variabili Categoria D Ambienti ad uso commerciale                                   | Q    | N      | 0.00            | 1.50           | 0.70     | 0.70     | 0.60     | 0.00         |
| 7        | D.M. 08 Variabili Categoria E Biblioteche, archivi, magazzini e ambienti ad uso industriale | Q    | N      | 0.00            | 1.50           | 1.00     | 0.90     | 0.80     | 0.00         |
| 8        | D.M. 08 Variabili Categoria F Rimesse e parcheggi (per autoveicoli di peso $\leq 30$ kN)    | Q    | N      | 0.00            | 1.50           | 0.70     | 0.70     | 0.60     | 0.00         |
| 9        | D.M. 08 Variabili Categoria G Rimesse e parcheggi (per autoveicoli di peso $> 30$ kN)       | Q    | N      | 0.00            | 1.50           | 0.70     | 0.50     | 0.30     | 0.00         |
| 10       | D.M. 08 Variabili Vento                                                                     | Q    | N      | 0.00            | 1.50           | 0.60     | 0.20     | 0.00     | 0.00         |
| 11       | D.M. 08 Variabili Neve (a quota $\leq 1000$ m s.l.m.)                                       | Q    | N      | 0.00            | 1.50           | 0.50     | 0.20     | 0.00     | 0.00         |
| 12       | D.M. 08 Variabili Neve (a quota $> 1000$ m s.l.m.)                                          | Q    | N      | 0.00            | 1.50           | 0.70     | 0.50     | 0.20     | 0.00         |
| 13       | D.M. 08 Variabili Variazioni termiche                                                       | Q    | N      | 0.00            | 1.50           | 0.60     | 0.50     | 0.00     | 0.00         |
| 14       | D.M. 96 Permanenti                                                                          | G    | N      | 1.00            | 1.40           |          |          |          |              |
| 15       | D.M. 96 Variabili Abitazioni                                                                | Q    | P      | 0.00            | 1.50           | 0.70     | 0.50     | 0.20     | 0.70         |
| 16       | D.M. 96 Variabili Uffici, negozi, scuole, ecc.                                              | Q    | N      | 0.00            | 1.50           | 0.70     | 0.60     | 0.30     | 0.70         |
| 17       | D.M. 96 Variabili Autorimesse                                                               | Q    | N      | 0.00            | 1.50           | 0.70     | 0.70     | 0.60     | 0.70         |
| 18       | D.M. 96 Variabili Vento                                                                     | Q    | N      | 0.00            | 1.50           | 0.70     | 0.20     | 0.00     | 0.00         |

## Ambienti di carico

### Simbologia

N Numero

Comm. Commento

1 carico totale

F azioni orizzontali convenzionali

SLU Stato limite ultimo

SLR Stato limite per combinazioni rare

SLF Stato limite per combinazioni frequenti

SLQ Stato limite per combinazioni quasi permanenti o di danno

**NComm. 1 SLU SLR SLF SLQ**

1 Calcolo statico si si no no no

## Elenco combinazioni di carico simboliche

### Simbologia

CC = Numero della combinazione delle condizioni di carico elementari

Com = Commento

m.

TCC = Tipo di combinazione di carico

SLU = Stato limite ultimo

SLU S = Stato limite ultimo (azione sismica)

SLE R = Stato limite d'esercizio, combinazione rara

SLE F = Stato limite d'esercizio, combinazione frequente

SLE Q = Stato limite d'esercizio, combinazione quasi permanente

SLD = Stato limite di danno

SLV = Stato limite di salvaguardia della vita

SLC = Stato limite di prevenzione del collasso

SLO = Stato limite di operatività

SLU I = Stato limite di resistenza al fuoco

**CC Comm. TCC 1**

1 Amb. 1 (SLU) SLU  $\gamma$

max

Combinazioni delle cce

### Simbologia

CC = Numero della combinazione delle condizioni di carico elementari

Com = Commento

m.

TCC = Tipo di combinazione di carico

SLU = Stato limite ultimo

SLU S = Stato limite ultimo (azione sismica)

SLE R = Stato limite d'esercizio, combinazione rara

SLE F = Stato limite d'esercizio, combinazione frequente

SLE Q = Stato limite d'esercizio, combinazione quasi permanente

SLD = Stato limite di danno

SLV = Stato limite di salvaguardia della vita

SLC = Stato limite di prevenzione del collasso

SLO = Stato limite di operatività

SLU I = Stato limite di resistenza al fuoco

An. = Tipo di analisi

L = Lineare  
 NL = Non lineare  
 Bk = Buckling  
 S = Si  
 N = No

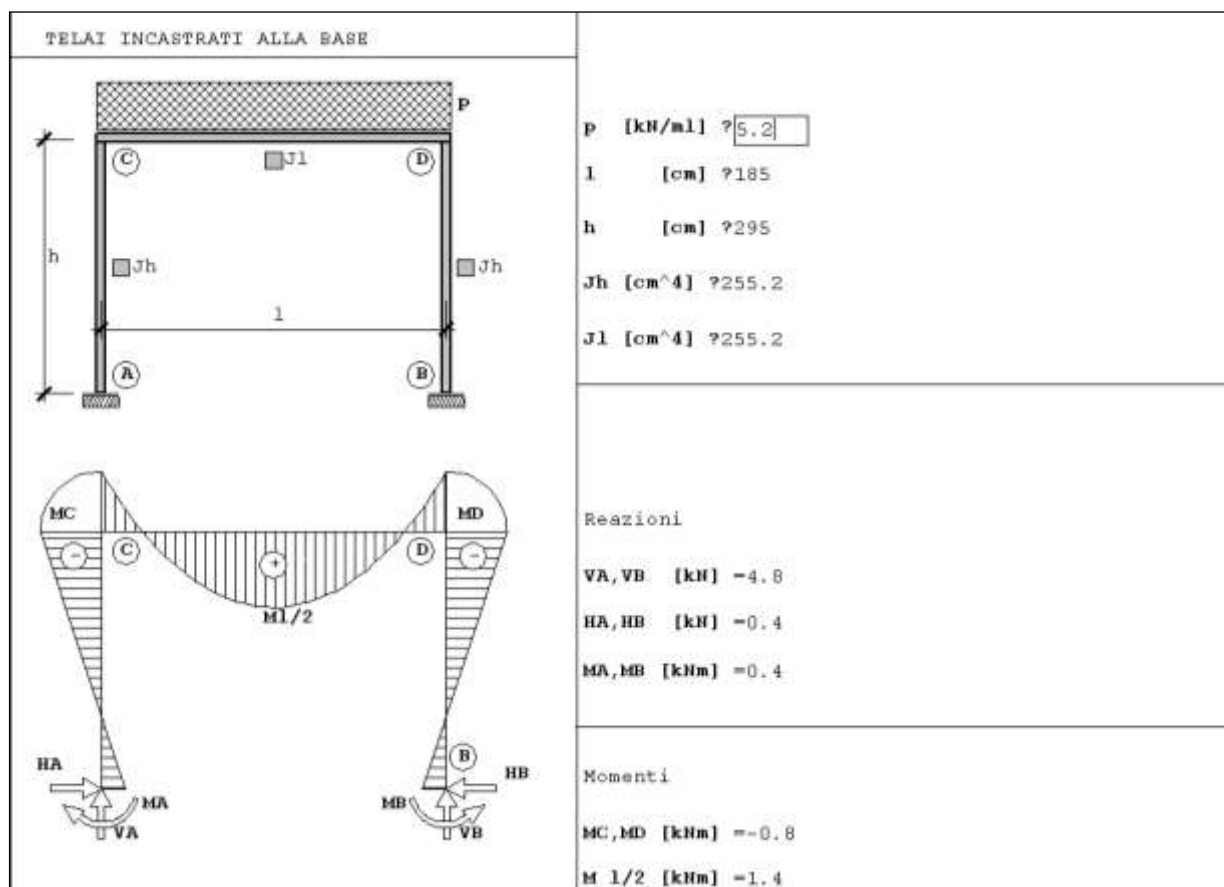
**CC Comm.**                      **TCC An. Bk 1**  
 1 CC 1 - Amb. 1 (SLU) SLU L N 1.00

Sollecitazioni aste

#### Simbologia

Asta = Numero dell'asta  
 N1 = Nodo1  
 N2 = Nodo2  
 X = Coordinata progressiva rispetto al nodo iniziale  
 N = Sforzo normale  
 CC = Numero della combinazione delle condizioni di carico elementari  
 Ty = Taglio in dir. Y  
 Mz = Momento flettente intorno all'asse Z  
 Tz = Taglio in dir. Z  
 My = Momento flettente intorno all'asse Y  
 Mx = Momento torcente intorno all'asse X

| Ast | N1  | N2  | X           | N       | CC Ty    | CC Mz    | CC Tz     | CC My    | CC Mx  | CC |
|-----|-----|-----|-------------|---------|----------|----------|-----------|----------|--------|----|
| a   |     |     | <cm>        | <kg>    | <kg>     | <kgm>    | <kg>      | <kgm>    | <kgm>  |    |
|     |     |     |             |         |          | >        |           | >        | >      |    |
| 2   | 2   | 102 | Max 0.00    | -482.85 | 1 44.21  | 1 -43.23 | 1 0.00    | 1 0.00   | 1 0.00 | 1  |
| 2   | 2   | 102 | Max 289.00  | -482.85 | 1 44.21  | 1 84.53  | 1 0.00    | 1 0.00   | 1 0.00 | 1  |
| 2   | 2   | 102 | Min. 0.00   | -482.85 | 1 44.21  | 1 -43.23 | 1 0.00    | 1 0.00   | 1 0.00 | 1  |
| 2   | 2   | 102 | Min. 289.00 | -482.85 | 1 44.21  | 1 84.53  | 1 0.00    | 1 0.00   | 1 0.00 | 1  |
| 7   | 7   | 107 | Max 0.00    | -482.85 | 1 -44.21 | 1 43.23  | 1 0.00    | 1 0.00   | 1 0.00 | 1  |
| 7   | 7   | 107 | Max 289.00  | -482.85 | 1 -44.21 | 1 -84.53 | 1 0.00    | 1 0.00   | 1 0.00 | 1  |
| 7   | 7   | 107 | Min. 0.00   | -482.85 | 1 -44.21 | 1 43.23  | 1 0.00    | 1 0.00   | 1 0.00 | 1  |
| 7   | 7   | 107 | Min. 289.00 | -482.85 | 1 -44.21 | 1 -84.53 | 1 0.00    | 1 0.00   | 1 0.00 | 1  |
| 101 | 102 | 107 | Max 6.00    | -44.21  | 1 0.00   | 1 0.00   | 1 451.53  | 1 -59.16 | 1 0.00 | 1  |
| 101 | 102 | 107 | Max 91.46   |         |          |          |           | 136.10   | 1      |    |
| 101 | 102 | 107 | Max 179.00  | -44.21  | 1 0.00   | 1 0.00   | 1 -451.53 | 1 -59.16 | 1 0.00 | 1  |
| 101 | 102 | 107 | Min. 6.00   | -44.21  | 1 0.00   | 1 0.00   | 1 451.53  | 1 -59.16 | 1 0.00 | 1  |
| 101 | 102 | 107 | Min. 91.46  |         |          |          |           | 136.10   | 1      |    |
| 101 | 102 | 107 | Min. 179.00 | -44.21  | 1 0.00   | 1 0.00   | 1 -451.53 | 1 -59.16 | 1 0.00 | 1  |



Confrontando le sollecitazioni più salienti che si ottengono dal calcolo effettuato dal programma Modest (evidenziate di giallo) e quelle della tabella soprariportata effettuata dal progettista se ne deduce la congruità degli stessi e quindi la validazione del software utilizzato.

Di seguito si riporta Dichiarazione di affidabilità della Software House.

### **AFFIDABILITA' DEL PROGRAMMA MODESt**

Facendo seguito a quanto richiesto dalle Norme Tecniche per le Costruzioni, la società Tecnisoft s.a.s., produttrice e distributrice del programma ModeSt, dichiara quanto segue:

Il programma ModeSt è un pre-post processore per solutori agli elementi finiti prodotti da altre società ed alle quali si rimanda per i relativi test di affidabilità. Si segnala comunque che i solutori supportati sono di riconosciuta fama nazionale e internazionale e di comprovata affidabilità (XFINEST, SAP2000) e che vengono distribuiti con i relativi test di validazione.

ModeSt contiene comunque al suo interno procedure che l'utente può attivare per il controllo di congruenza sui dati introdotti, procedure che riconoscono in automatico la presenza dei più tipici errori di modellazione.

Al termine del calcolo sono interrogabili sia numericamente che graficamente tutti i risultati, per consentire la valutazione della bontà della modellazione effettuata.

Le procedure di progettazione delle armature degli elementi in c.a. o di verifica degli elementi in acciaio, legno o muratura segnalano sempre le situazioni in cui non sono soddisfatte le condizioni di verifica previste dalla normativa ed implementate nel software. Anche in questo caso si possono effettuare controlli grafici e numerici su stati tensionali, domini di rottura, ecc.

Le procedure di progetto e verifica sono state testate con numerosi esempi reperiti in letteratura o risolti manualmente. Tali esempi sono riportati all'interno di un manuale fornito insieme al programma.

Tecnisoft s.a.s.  
Il Socio Amministratore

