



Comune di Cremona



**PERIZIA DI VARIANTE N°1**  
Realizzazione attracco turistico sul fiume Po

**RAGGRUPPAMENTO TEMPORANEO:**

**Francesco Prinzivalli (Ingegnere Navale - Capogruppo Responsabile)**

**Emma Biondani (Geologo)**

**Maria Vittoria Tagliaferri (Giovane Ingegnere)**



**DESCRIZIONE: RELAZIONE DI CALCOLO TETTOIA**

**TAVOLA:**

**V01 - I**

**SCALA: ---**

**DATA: NOVEMBRE 2021**

**FILE: 2021VRI00**

*Vietata la riproduzione totale o parziale e la cessione a terzi del presente disegno*

Rev.  N  Y

## Indice

<b>1. Illustrazione sintetica degli elementi essenziali del progetto strutturale.....</b>	<b>3</b>
1.1. Descrizione generale della struttura, materiali e azioni agenti .....	3
1.1.1. Descrizione generale della struttura e degli interventi .....	3
1.1.2. Livelli di conoscenza e caratteristiche dei materiali .....	4
1.1.3. Definizione delle azioni agenti sulla struttura e combinazioni agli SL .....	4
1.2. Quadro normativo di riferimento adottato .....	5
1.3. Criteri di progetto e principali risultati.....	5
<b>2. Relazione di calcolo strutturale .....</b>	<b>6</b>
2.1. Premessa.....	6
2.2. Analisi storico-critica ed esito del rilievo geometrico-strutturale .....	6
2.2.1. Analisi storico-critica .....	6
2.2.2. Esito del rilievo geometrico strutturale.....	6
2.3. Descrizione generale dell'opera e criteri di progettazione, analisi e verifica .....	6
2.4. Quadro normativo di riferimento adottato .....	7
2.4.1. Norme di riferimento cogenti .....	7
2.4.2. Altre norme e documenti tecnici integrativi .....	7
2.5. Livelli di conoscenza e fattori di confidenza .....	7
2.6. Azioni di progetto sulla costruzione .....	7
2.7. Modello numerico .....	10
2.7.1. Metodologia di modellazione e analisi.....	10
2.7.2. Informazioni sul codice di calcolo .....	11
2.7.3. Modellazione della geometria e delle proprietà meccaniche .....	11
2.7.4. Modellazione dei vincoli interni ed esterni.....	11
2.7.5. Modellazione delle azioni.....	11
2.7.6. Combinazioni e percorsi di carico .....	12
2.8. Principali risultati.....	16
2.8.1. Sollecitazioni per condizioni di carico SLU .....	16
2.8.2. Involuppo delle sollecitazioni maggiormente significative.....	18
2.9. Verifiche agli stati limite ultimi.....	20
2.10. Verifiche agli stati limite di esercizio.....	21
2.11.1. Verifica agli spostamenti verticali .....	21
2.11.2. Verifica agli spostamenti orizzontali.....	21
<b>3. Relazione sui materiali .....</b>	<b>23</b>
3.1. Elenco dei materiali impiegati e loro modalità di posa in opera.....	23
3.1.1. Acciaio per carpenterie metalliche .....	23
3.2. Valori di calcolo.....	23
3.2.1. Acciaio per carpenterie metalliche .....	23
<b>4. Elaborati grafici esecutivi e particolari costruttivi.....</b>	<b>23</b>
4.1. Rilievo geometrico strutturale .....	23
4.2. Documentazione fotografica.....	23
4.3. Quadro fessurativo e di degrado .....	23
4.4. Elaborati grafici generali .....	23
4.5. Particolari costruttivi .....	23
<b>5. Piano di manutenzione della parte strutturale dell'opera .....</b>	<b>24</b>
5.1. Premessa.....	24
5.2. Manuale d'uso.....	24
5.3. Manuale di manutenzione.....	24
ALL_A)           TABULATI DI CALCOLO E VERIFICHE ELEMENTI METALLICI ( <i>Prosap</i> )	

## 1. Illustrazione sintetica degli elementi essenziali del progetto strutturale

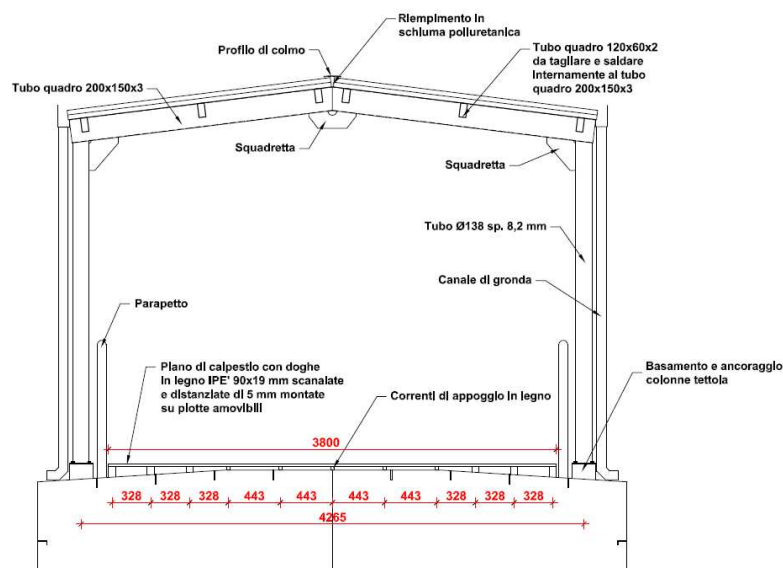
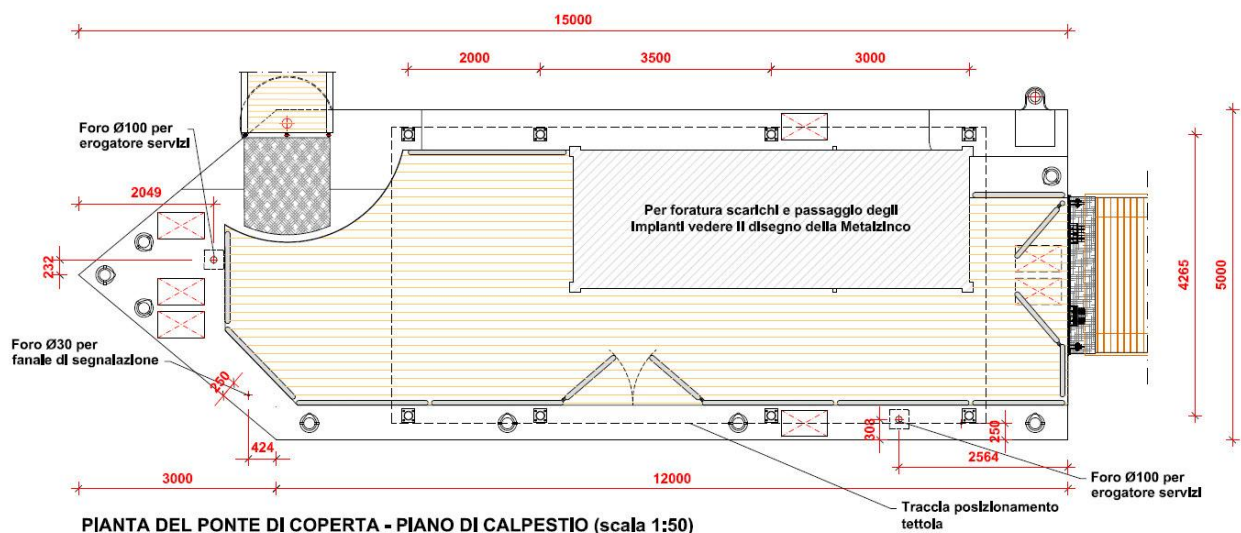
### 1.1. Descrizione generale della struttura, materiali e azioni agenti

#### 1.1.1. Descrizione generale della struttura e degli interventi

L'intervento oggetto della presente relazione consiste nella realizzazione di una tettoia da realizzarsi sul nuovo attracco turistico sul fiume Po a Cremona. Il fabbricato avrà pianta rettangolare di dimensioni pari a circa 8,5 x 4,3 m con altezza di gronda pari a circa 2,8 m.

La tettoia sarà realizzata sul nuovo pontone galleggiante con strutture portanti (telai e orditura principale) interamente in acciaio, mentre la copertura sarà realizzata con un manto pannelli sandwich.

Nelle seguenti immagini sono indicate le planimetrie, i prospetti e le sezioni della tettoia.



Tutti gli elementi portanti saranno realizzati in acciaio ed in particolare i pilastri avranno sezione tubolare diam. 138 mm sp.8,2 mm, le travi dei telai avranno sezione tub. rett. 150x200x3 mm mentre l'orditura principale di copertura avrà sezione tub. rett. 120x60x2 mm. I pilastri saranno ancorati direttamente alla struttura metallica costituente il pontone, mentre tutti gli elementi costituenti la tettoia saranno solidarizzati mediante giunti saldati.

Una descrizione più dettagliata è demandata all'esame degli elaborati grafici.

### 1.1.2. Livelli di conoscenza e caratteristiche dei materiali

Non è stato necessario definire livelli di conoscenza in quanto le opere sono tutte di nuova realizzazione.

Le caratteristiche meccaniche assunte per i materiali impiegati sono le seguenti:

- Acciaio da carpenteria

tipo di acciaio	S275		
modulo elastico	E	=	210000 N/mm <sup>2</sup>
densità	$\rho$	=	7850 kg/m <sup>3</sup>
tensione caratteristica di snervamento	$f_{yk}$	=	275 N/mm <sup>2</sup>
Tensione caratteristica di rottura	$f_{tk}$	=	430 N/mm <sup>2</sup>
coefficiente di sicurezza del materiale	$\gamma_m$	=	1,05 [-]
tensione di snervamento di progetto	$f_{yd}$	=	261,9 N/mm <sup>2</sup>

### 1.1.3. Definizione delle azioni agenti sulla struttura e combinazioni agli SL

Le azioni agenti sulla struttura sono i carichi dovuti al peso proprio, al sovraccarico della neve, al vento e all'azione sismica.

<b>SOLAIO COPERTURA</b>	
<b>CARICHI PERMANENTI</b>	
Permanenti compiutam. Definiti $G_1$	20 daN/m <sup>2</sup>
<b>CARICHI VARIABILI</b>	
Variabile neve < 1000m s.l.m.	120 daN/m <sup>2</sup>

#### **Carichi da neve**

Carico neve  $\rightarrow Q = 120 \text{ daN/mq}$

#### **Azione del vento**

Pressione del vento,  $p = q_b C_e C_p C_d = 64 \text{ daN/mq}$

#### **Azione sismica**

L'azione sismica non è stata considerata per il dimensionamento della struttura in esame in quanto la tettoia sarà realizzata su un pontone galleggiante per cui non risulta affetta dall'eccitazione sismica.

I coefficienti di combinazione utilizzati sono quelli relativi alla Tabella 2.5.I, in particolare vengono utilizzati:

	$\Psi_{0j}$	$\Psi_{1j}$	$\Psi_{2j}$
Neve quota $\leq 1000$ m q.l.m.	0,5	0,2	0,0
Vento	0,6	0,2	0,0

Nel caso in cui la caratterizzazione stocastica dell'azione considerata non sia disponibile, si può assumere il valore nominale. Nel seguito sono indicati con pedice k i valori caratteristici; senza pedice k i valori nominali.

Per quanto riguarda la combinazione delle azioni si avrà (NTC 2018):

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

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

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

$$G_1 + G_2 + P + \Psi_{11} \cdot Q_{k1} + \Psi_{22} \cdot Q_{k2} + \Psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots$$
 [2.5.3]
- Combinazione quasi permanente (SLE), generalmente impiegata per gli effetti a lungo termine:  

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

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

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

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

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

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

## 1.2. Quadro normativo di riferimento adottato

1. D.M. 17 gennaio 2018 – Aggiornamento delle “Norme Tecniche per le Costruzioni” (NTC18);
2. Circ. Min. Infrastrutture e Trasporti 21/01/2019 n.7 C.S.LL.PP.: istruzioni per l'applicazione dell'aggiornamento delle “Norme tecniche per le costruzioni” di cui al decreto ministeriale 17 /01/2018.

## 1.3. Criteri di progetto e principali risultati

I criteri con cui verrà progettata la struttura in esame sono quelli dettati dalle Norme Tecniche per le Costruzioni attualmente vigenti (D.M. 17/01/2018). Le verifiche degli elementi che compongono la struttura verranno svolte in combinazione statica (SLU e SLE).

Tutti gli elementi portanti saranno realizzati in acciaio ed in particolare i pilastri avranno sezione tubolare diam. 138 mm sp.8,2 mm, le travi dei telai avranno sezione tub. rett. 150x200x3 mm mentre l'orditura principale di copertura avrà sezione tub. rett. 120x60x2 mm.

## **2. Relazione di calcolo strutturale**

### **2.1. Premessa**

Nel presente capitolo si sviluppa il percorso progettuale che ha portato al dimensionamento delle strutture del fabbricato in questione.

Per la verifica delle strutture in acciaio è stato sviluppato un modello agli elementi finiti mediante il software di calcolo *Pro-SAP* della *2Si*.

### **2.2. Analisi storico-critica ed esito del rilievo geometrico-strutturale**

#### 2.2.1. Analisi storico-critica

Omissis in quanto l'opera è di nuova costruzione.

#### 2.2.2. Esito del rilievo geometrico strutturale

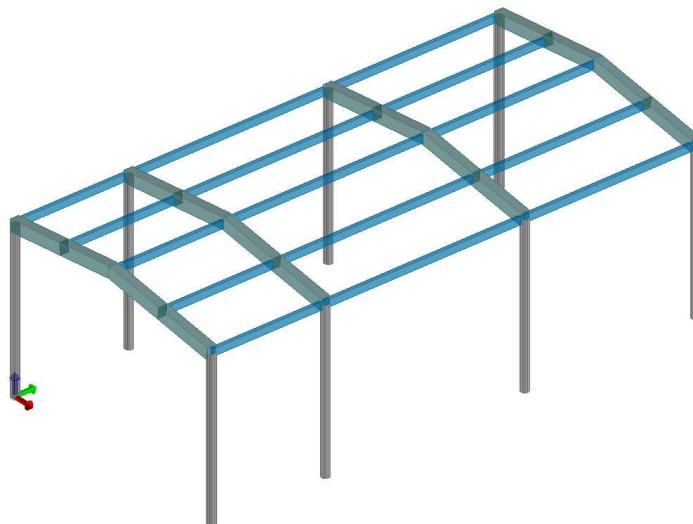
Omissis in quanto l'opera è di nuova costruzione.

### **2.3. Descrizione generale dell'opera e criteri di progettazione, analisi e verifica**

Il progetto prevede la realizzazione di una struttura intelaiata in acciaio di dimensioni in pianta pari a circa 8,5 x 4,3 m e altezza media pari a circa 3 m.

Tutti gli elementi portanti saranno realizzati in acciaio ed in particolare i pilastri avranno sezione tubolare diam. 138 mm sp.8,2 mm, le travi dei telai avranno sezione tub. rett. 150x200x3 mm mentre l'orditura principale di copertura avrà sezione tub. rett. 120x60x2 mm.

Di seguito si riporta un'immagine del modello implementato per il calcolo della struttura.



## 2.4. Quadro normativo di riferimento adottato

### 2.4.1. Norme di riferimento cogenti

1. D.M. 17 gennaio 2018 – Aggiornamento delle “Norme Tecniche per le Costruzioni” (NTC18);

### 2.4.2. Altre norme e documenti tecnici integrativi

1. Circ. Min. Infrastrutture e Trasporti 21/01/2019 n.7 C.S.LL.PP.: istruzioni per l'applicazione dell'aggiornamento delle “Norme tecniche per le costruzioni” di cui al decreto ministeriale 17 /01/2018.

## 2.5. Livelli di conoscenza e fattori di confidenza

Omissis in quanto l'opera è di nuova costruzione.

## 2.6. Azioni di progetto sulla costruzione

La struttura è calcolata per resistere sia in campo statico che in campo dinamico. Nei paragrafi successivi sono indicati i carichi principali. Le combinazioni adottate per la progettazione agli stati limite sono indicate nei tabulati in appendice.

<b>SOLAIO COPERTURA</b>	
<i>CARICHI PERMANENTI c.d.</i>	
Manto in pannelli sandwich	10 daN/m <sup>2</sup>
Impianti	10 daN/m <sup>2</sup>
<i>CARICHI VARIABILI</i>	
Neve < 1000m s.l.m.	120 daN/m <sup>2</sup>

### Carichi da neve

Zona Neve = I Mediterranea

Periodo di ritorno,  $T_r = 50$  anni

$C_{tr} = 1$  per  $T_r = 50$  anni

$C_e$  (coeff. di esposizione al vento) = 1,00

Valore caratteristico del carico al suolo =  $q_{sk} C_e C_{tr} = 150$  daN/mq

### Copertura a due falde:

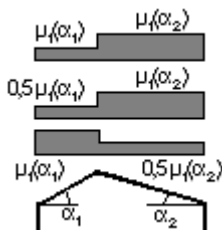
Angolo di inclinazione della falda  $\alpha_1 = 5,0^\circ$

$\mu_1(\alpha_1) = 0,80 \Rightarrow Q_1 = 120$  daN/mq

Angolo di inclinazione della falda  $\alpha_2 = 5,0^\circ$

$\mu_1(\alpha_2) = 0,80 \Rightarrow Q_2 = 120$  daN/mq

Schema di carico:



### Azione del vento

Zona vento = 1

Velocità base della zona,  $V_{b.o} = 25 \text{ m/s}$  (Tab. 3.3.I)

Altitudine base della zona,  $A_o = 1000 \text{ m}$  (Tab. 3.3.I)

Altitudine del sito,  $A_s = 45 \text{ m}$

Velocità di riferimento,  $V_b = 25,00 \text{ m/s}$  ( $V_b = V_{b.o}$  per  $A_s \leq A_o$ )

Periodo di ritorno,  $T_r = 50$  anni

$C_r = 1$  per  $T_r = 50$  anni

Velocità riferita al periodo di ritorno di progetto,  $V_r = V_b C_r = 25,00 \text{ m/s}$

Classe di rugosità del terreno: B

[Aree urbane (non di classe A), suburbane, industriali e boschive]

Esposizione: Cat. IV - Entroterra fino a 500 m di altitudine

( $K_r = 0,22$ ;  $Z_o = 0,30 \text{ m}$ ;  $Z_{min} = 8 \text{ m}$ )

Pressione cinetica di riferimento,  $q_b = 39 \text{ daN/mq}$

Coefficiente di forma,  $C_p = 1,00$

Coefficiente dinamico,  $C_d = 1,00$

Coefficiente di esposizione,  $C_e = 1,63$

Coefficiente di esposizione topografica,  $C_t = 1,00$

Altezza dell'edificio,  $h = 3,00 \text{ m}$

Pressione del vento,  $p = q_b C_e C_p C_d = 64 \text{ daN/mq}$

La sicurezza strutturale sarà valutata per:

- sicurezza nei confronti di stati limite ultimi (SLU): capacità di evitare crolli, perdite di equilibrio e dissesti gravi, totali o parziali, che possano compromettere l'incolumità delle persone ovvero comportare la perdita di beni, ovvero provocare gravi danni ambientali e sociali, ovvero mettere fuori servizio l'opera;
- sicurezza nei confronti di stati limite di esercizio (SLE): capacità di garantire le prestazioni previste per le condizioni di esercizio.

Le azioni sulla costruzione sono così definite:

**a) permanenti (G)**: azioni che agiscono durante tutta la vita nominale della costruzione, la cui variazione di intensità nel tempo è così piccola e lenta da poterle considerare con sufficiente approssimazione costanti nel tempo:

**(G1)** peso proprio di tutti gli elementi strutturali; peso proprio del terreno, quando pertinente; forze indotte dal terreno (esclusi gli effetti di carichi variabili applicati al terreno); forze risultanti dalla pressione dell'acqua (quando si configurino costanti nel tempo);

**(G2)** peso proprio di tutti gli elementi non strutturali; spostamenti e deformazioni imposti, previsti dal progetto e realizzati all'atto della costruzione;

**(P)** pretensione e precompressione; ritiro e viscosità; spostamenti differenziali;

**b) variabili (Q)**: azioni sulla struttura o sull'elemento strutturale con valori istantanei che possono risultare sensibilmente diversi fra loro nel tempo:

*di lunga durata*: agiscono con un'intensità significativa, anche non continuativamente, per un tempo non trascurabile rispetto alla vita nominale della struttura;

*di breve durata*: azioni che agiscono per un periodo di tempo breve rispetto alla vita nominale della struttura;

**c) eccezionali (A):** azioni che si verificano solo eccezionalmente nel corso della vita nominale della struttura;

incendi; esplosioni; urti ed impatti;

**d) sismiche (E):** azioni derivanti dai terremoti.

Si definisce valore caratteristico  $Q_k$  di un'azione variabile il valore corrispondente ad un frattile pari al 95% della popolazione dei massimi, in relazione al periodo di riferimento dell'azione variabile stessa.

Nella definizione delle combinazioni delle azioni che possono agire contemporaneamente, i termini  $Q_{kj}$  rappresentano le azioni variabili della combinazione, con  $Q_{k1}$  azione variabile dominante e  $Q_{k2}$ ,  $Q_{k3}$ , ... azioni variabili che possono agire contemporaneamente a quella dominante. Le azioni variabili  $Q_{kj}$  vengono combinate con i coefficienti di combinazione  $\psi_{0j}$ ,  $\psi_{1j}$  e  $\psi_{2j}$ , i cui valori sono forniti nel § 2.5.2 NTC 2018, Tab. 2.5.I, per edifici civili e industriali correnti.

Tab. 2.5.I – Valori dei coefficienti di combinazione

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

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

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

Nel caso in cui la caratterizzazione stocastica dell'azione considerata non sia disponibile, si può assumere il valore nominale. Nel seguito sono indicati con pedice k i valori caratteristici; senza pedice k i valori nominali.

Per quanto riguarda la combinazione delle azioni si avrà (NTC 2018):

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

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

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

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots$$
 [2.5.3]
- Combinazione quasi permanente (SLE), generalmente impiegata per gli effetti a lungo termine:  

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

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

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

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

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

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

## 2.7. Modello numerico

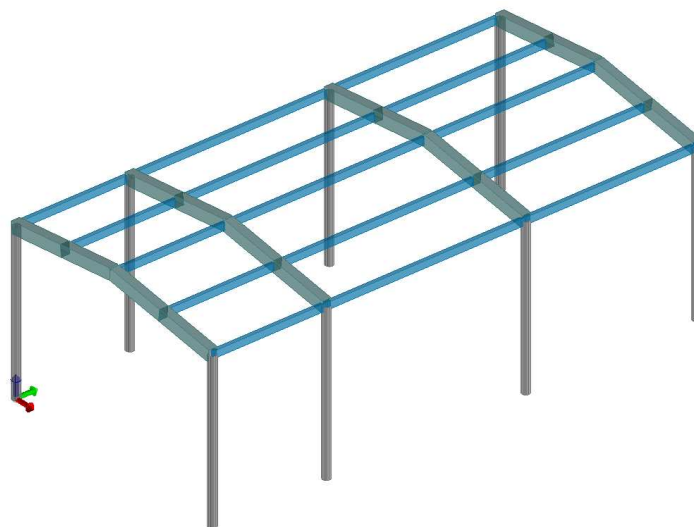
### 2.7.1. Metodologia di modellazione e analisi

Le strutture sono state calcolate mediante una ANALISI STATICA)

Lo stato di sollecitazione della costruzione per effetto delle azioni permanenti e variabili è stato valutato costruendo un modello di analisi agli elementi finiti. Sono state definite condizioni di carico in modo da tener conto di tutte le possibili variabili contemplate dalla verifica agli stati limite come imposto da normativa seguendo: APPROCCIO PROGETTUALE 1 come indicato nelle NTC par. 2.6.1.

I carichi saranno implementati secondo la normativa vigente.

Di seguito si riporta un'immagine del modello implementato.



### 2.7.2. Informazioni sul codice di calcolo

La modellazione numerica della struttura in oggetto è stata condotta mediante l'utilizzo del codice di calcolo 2SI ProSap, composto di un programma di analisi per elementi finiti e da un processore di input – output dei dati prodotti dalla ditta 2SI di Ferrara. Relativamente all'affidabilità dei codici di calcolo si veda:

**D.M. 17/01/18 cap. 10.2 Affidabilità dei codici utilizzati**  
<http://www.2si.it/software/Affidabilità.htm>

Lo scrivente professionista è titolare di regolare licenza del Software, **N. dsi 5635**. Il programma in oggetto è stato estensivamente testato dallo scrivente ed è dotato di opzioni di calcolo che consentono di schematizzare la struttura in un modello aderente alla realtà. Il post processore del programma esegue in automatico le verifiche di resistenza.

### 2.7.3. Modellazione della geometria e delle proprietà meccaniche

I pilastri e tutti gli elementi costituenti l'impalcato sono stati modellati con elementi "beam". Per quanto riguarda le proprietà meccaniche degli elementi modellati si veda il cap.3.

### 2.7.4. Modellazione dei vincoli interni ed esterni

I nodi di base dei pilastri sono stati modellati come vincoli traslazionali e rotazionali a simulare un incastro alla base

### 2.7.5. Modellazione delle azioni

Lo stato di sollecitazione della costruzione per effetto delle azioni permanenti e accidentali è stato valutato costruendo un modello di analisi agli elementi finiti. Sono state definite condizioni di carico in modo da tener conto di tutte le possibili variabili contemplate dalla verifica agli stati limite. Il programma consente l'applicazione di diverse tipologie di casi di carico. Sono previsti i seguenti 11 tipi di casi di carico:

	<b>Sigla</b>	<b>Tipo</b>	<b>Descrizione</b>
<b>1</b>	<b>G<sub>gk</sub></b>	A	caso di carico comprensivo del peso proprio struttura
<b>2</b>	<b>G<sub>k</sub></b>	NA	caso di carico con azioni permanenti
<b>3</b>	<b>Q<sub>k</sub></b>	NA	caso di carico con azioni variabili
<b>4</b>	<b>G<sub>sk</sub></b>	A	caso di carico comprensivo dei carichi permanenti sui solai e sulle coperture
<b>5</b>	<b>Q<sub>sk</sub></b>	A	caso di carico comprensivo dei carichi variabili sui solai
<b>6</b>	<b>Q<sub>nk</sub></b>	A	caso di carico comprensivo dei carichi di neve sulle coperture
<b>7</b>	<b>Q<sub>tk</sub></b>	SA	caso di carico comprensivo di una variazione termica agente sulla struttura
<b>8</b>	<b>Q<sub>vk</sub></b>	NA	caso di carico comprensivo di azioni da vento sulla struttura
<b>9</b>	<b>E<sub>sk</sub></b>	SA	caso di carico sismico con analisi statica equivalente
<b>10</b>	<b>E<sub>dk</sub></b>	SA	caso di carico sismico con analisi dinamica
<b>11</b>	<b>P<sub>k</sub></b>	NA	caso di carico comprensivo di azioni derivanti da coazioni, cedimenti e precompressioni

Per i casi di carico di tipo sismico (9-Esk e 10-Edk), viene riportata la tabella di definizione delle masse: per ogni caso di carico partecipante alla definizione delle masse viene indi-

cata la relativa aliquota (partecipazione) considerata. Si precisa che per i caso di carico 5-Qsk e 6-Qnk la partecipazione è prevista localmente per ogni elemento solaio o copertura (si veda allegato cap. "Modellazione della struttura: Elementi Solaio") presente nel modello e pertanto la loro partecipazione è di norma pari a uno.

CDC	Tipo	Sigla Id	Note
1	Ggk	CDC=Ggk (peso proprio della struttura)	
2	Gsk	CDC=G1sk (permanente solai-coperture)	
3	Qnk	CDC=Qnk (carico da neve)	
4	Qvk	CDC=Qvk (carico da vento) dir X +	Azioni applicate: Nodo: 6 Azione : vento su cop + -CN:Fz=-414.00 Nodo: 13 Azione : vento su cop + -CN:Fz=-414.00 Nodo: 20 Azione : vento su cop + -CN:Fz=-414.00 Nodo: 27 Azione : vento su cop + -CN:Fz=-414.00 D2 : 1 Azione : vento su pilastri X-DG:Fxi=0.20 Fxf=0.20 D2 : 4 Azione : vento su pilastri X-DG:Fxi=0.20 Fxf=0.20 D2 : 7 Azione : vento su pilastri X-DG:Fxi=0.20 Fxf=0.20 D2 : 10 Azione : vento su pilastri X-DG:Fxi=0.20 Fxf=0.20 D2 : 13 Azione : vento su pilastri X-DG:Fxi=0.20 Fxf=0.20 D2 : 16 Azione : vento su pilastri X-DG:Fxi=0.20 Fxf=0.20 D2 : 19 Azione : vento su pilastri X-DG:Fxi=0.20 Fxf=0.20 D2 : 22 Azione : vento su pilastri X-DG:Fxi=0.20 Fxf=0.20
5	Qvk	CDC=Qvk (carico da vento) dir X -	Azioni applicate: Nodo: 7 Azione : vento su cop - -CN:Fz=414.00 Nodo: 14 Azione : vento su cop - -CN:Fz=414.00 Nodo: 21 Azione : vento su cop - -CN:Fz=414.00 Nodo: 28 Azione : vento su cop - -CN:Fz=414.00 D2 : 1 Azione : vento su pilastri X--DG:Fxi=-0.20 Fxf=-0.20 D2 : 4 Azione : vento su pilastri X--DG:Fxi=-0.20 Fxf=-0.20 D2 : 7 Azione : vento su pilastri X--DG:Fxi=-0.20 Fxf=-0.20 D2 : 10 Azione : vento su pilastri X--DG:Fxi=-0.20 Fxf=-0.20 D2 : 13 Azione : vento su pilastri X--DG:Fxi=-0.20 Fxf=-0.20 D2 : 16 Azione : vento su pilastri X--DG:Fxi=-0.20 Fxf=-0.20 D2 : 19 Azione : vento su pilastri X--DG:Fxi=-0.20 Fxf=-0.20 D2 : 22 Azione : vento su pilastri X--DG:Fxi=-0.20 Fxf=-0.20
6	Qvk	CDC=Qvk (carico da vento) dir Y +	Azioni applicate: Nodo:da 6 a 7 Azione : vento su cop + -CN:Fz=-414.00 Nodo:da 13 a 14 Azione : vento su cop + -CN:Fz=-414.00 Nodo:da 20 a 21 Azione : vento su cop + -CN:Fz=-414.00 Nodo:da 27 a 28 Azione : vento su cop + -CN:Fz=-414.00 D2 :da 1 a 7 Azione : vento su pilastri Y-DG:Fyi=0.20 Fyf=0.20 D2 : 10 Azione : vento su pilastri Y-DG:Fyi=0.20 Fyf=0.20 D2 : 13 Azione : vento su pilastri Y-DG:Fyi=0.20 Fyf=0.20 D2 : 16 Azione : vento su pilastri Y-DG:Fyi=0.20 Fyf=0.20 D2 : 19 Azione : vento su pilastri Y-DG:Fyi=0.20 Fyf=0.20 D2 : 22 Azione : vento su pilastri Y-DG:Fyi=0.20 Fyf=0.20
7	Qvk	CDC=Qvk (carico da vento) dir Y -	Azioni applicate: Nodo:da 6 a 7 Azione : vento su cop - -CN:Fz=414.00 Nodo:da 13 a 14 Azione : vento su cop - -CN:Fz=414.00 Nodo:da 20 a 21 Azione : vento su cop - -CN:Fz=414.00 Nodo:da 27 a 28 Azione : vento su cop - -CN:Fz=414.00 D2 : 1 Azione : vento su pilastri Y--DG:Fyi=-0.20 Fyf=-0.20 D2 : 4 Azione : vento su pilastri Y--DG:Fyi=-0.20 Fyf=-0.20 D2 : 7 Azione : vento su pilastri Y--DG:Fyi=-0.20 Fyf=-0.20 D2 : 10 Azione : vento su pilastri Y--DG:Fyi=-0.20 Fyf=-0.20 D2 : 13 Azione : vento su pilastri Y--DG:Fyi=-0.20 Fyf=-0.20 D2 : 16 Azione : vento su pilastri Y--DG:Fyi=-0.20 Fyf=-0.20 D2 :da 19 a 24 Azione : vento su pilastri Y--DG:Fyi=-0.20 Fyf=-0.20

#### Casi di carico

##### 2.7.6. Combinazioni e percorsi di carico

Nella seguente tabella vengono riportate tutte le combinazioni di carico considerate nell'analisi delle strutture:

<b>Cmb</b>	<b>Tipo</b>	<b>Sigla Id</b>	<b>effetto P-delta</b>
1	SLU	Comb. SLU A1 1	
2	SLU	Comb. SLU A1 2	
3	SLU	Comb. SLU A1 3	
4	SLU	Comb. SLU A1 4	
5	SLU	Comb. SLU A1 5	
6	SLU	Comb. SLU A1 6	
7	SLU	Comb. SLU A1 7	
8	SLU	Comb. SLU A1 8	
9	SLU	Comb. SLU A1 9	
10	SLU	Comb. SLU A1 10	
11	SLU	Comb. SLU A1 11	
12	SLU	Comb. SLU A1 12	
13	SLU	Comb. SLU A1 13	
14	SLU	Comb. SLU A1 14	
15	SLU	Comb. SLU A1 15	
16	SLU	Comb. SLU A1 16	
17	SLU	Comb. SLU A1 17	
18	SLU	Comb. SLU A1 18	
19	SLU	Comb. SLU A1 19	
20	SLU	Comb. SLU A1 20	
21	SLU	Comb. SLU A1 21	
22	SLU	Comb. SLU A1 22	
23	SLU	Comb. SLU A1 23	
24	SLU	Comb. SLU A1 24	
25	SLU	Comb. SLU A1 25	
26	SLU	Comb. SLU A1 26	
27	SLU	Comb. SLU A1 27	
28	SLU	Comb. SLU A1 28	
29	SLU	Comb. SLU A1 29	
30	SLU	Comb. SLU A1 30	
31	SLU	Comb. SLU A1 31	
32	SLU	Comb. SLU A1 32	
33	SLU	Comb. SLU A1 33	
34	SLU	Comb. SLU A1 34	
35	SLU	Comb. SLU A1 35	
36	SLU	Comb. SLU A1 36	
37	SLU	Comb. SLU A1 37	
38	SLU	Comb. SLU A1 38	
39	SLU	Comb. SLU A1 39	
40	SLU	Comb. SLU A1 40	
41	SLU	Comb. SLU A1 41	
42	SLU	Comb. SLU A1 42	
43	SLU	Comb. SLU A1 43	
44	SLU	Comb. SLU A1 44	
45	SLU	Comb. SLU A1 45	
46	SLU	Comb. SLU A1 46	
47	SLE(r)	Comb. SLE(rara) 47	
48	SLE(r)	Comb. SLE(rara) 48	
49	SLE(r)	Comb. SLE(rara) 49	
50	SLE(r)	Comb. SLE(rara) 50	
51	SLE(r)	Comb. SLE(rara) 51	
52	SLE(r)	Comb. SLE(rara) 52	
53	SLE(r)	Comb. SLE(rara) 53	
54	SLE(r)	Comb. SLE(rara) 54	
55	SLE(r)	Comb. SLE(rara) 55	
56	SLE(r)	Comb. SLE(rara) 56	
57	SLE(r)	Comb. SLE(rara) 57	
58	SLE(r)	Comb. SLE(rara) 58	
59	SLE(r)	Comb. SLE(rara) 59	
60	SLE(r)	Comb. SLE(rara) 60	
61	SLE(r)	Comb. SLE(rara) 61	
62	SLE(r)	Comb. SLE(rara) 62	
63	SLE(r)	Comb. SLE(rara) 63	
64	SLE(r)	Comb. SLE(rara) 64	
65	SLE(r)	Comb. SLE(rara) 65	
66	SLE(r)	Comb. SLE(rara) 66	
67	SLE(r)	Comb. SLE(rara) 67	
68	SLE(r)	Comb. SLE(rara) 68	

Cmb	Tipo	Sigla Id	effetto P-delta
69	SLE(r)	Comb. SLE(rara) 69	
70	SLE(f)	Comb. SLE(freq.) 70	
71	SLE(f)	Comb. SLE(freq.) 71	
72	SLE(f)	Comb. SLE(freq.) 72	
73	SLE(f)	Comb. SLE(freq.) 73	
74	SLE(f)	Comb. SLE(freq.) 74	
75	SLE(f)	Comb. SLE(freq.) 75	
76	SLE(p)	Comb. SLE(perm.) 76	

Ovvero:

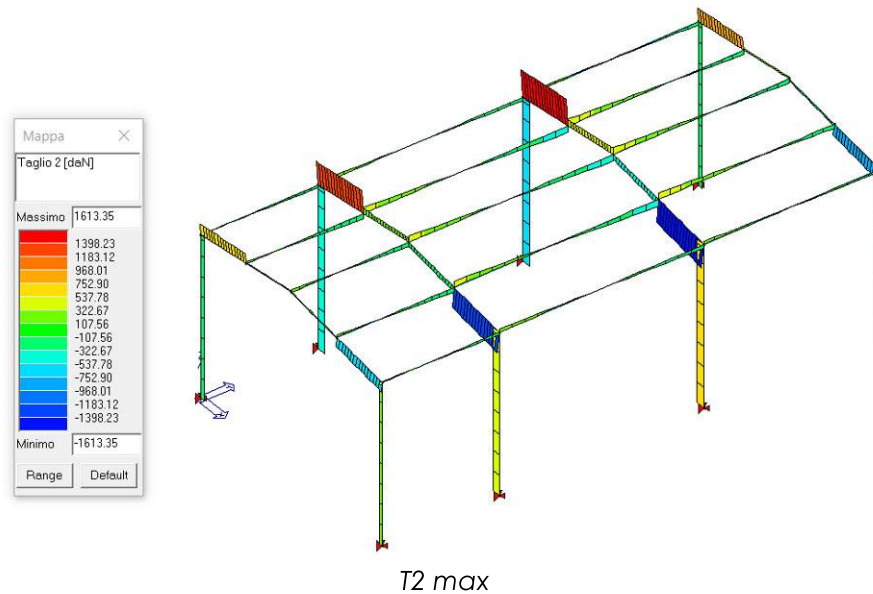
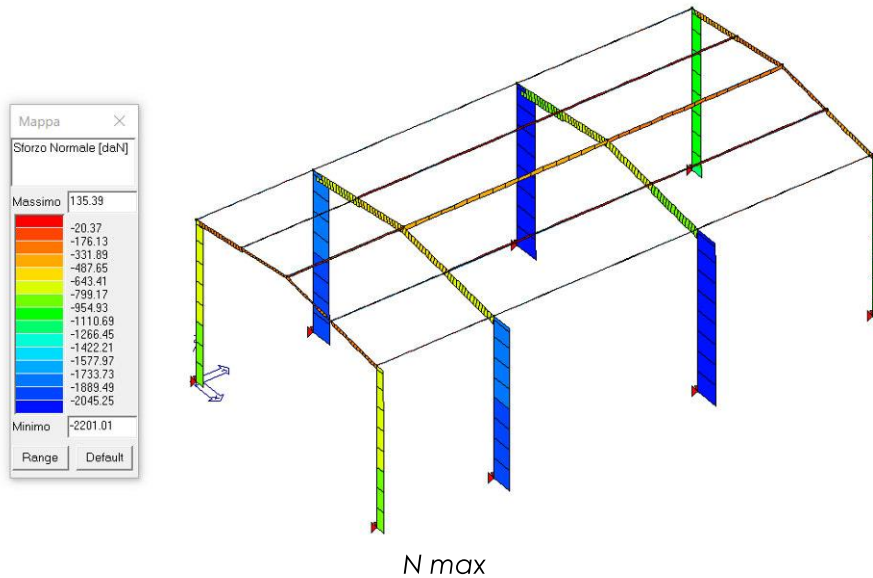
Cmb	CDC 1/15...	CDC 2/16...	CDC 3/17...	CDC 4/18...	CDC 5/19...	CDC 6/20...	CDC 7/21...	CDC 8/22...	CDC 9/23...	CDC 10/24...	CDC 11/25...	CDC 12/26...	CDC 13/27...	CDC 14/28...
1	1.30	1.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0							
2	1.30	1.30	1.50	0.0	0.0	0.0	0.0							
3	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0							
4	1.00	1.00	1.50	0.0	0.0	0.0	0.0							
5	1.30	1.30	0.75	0.0	0.0	0.0	0.0							
6	1.00	1.00	0.75	0.0	0.0	0.0	0.0							
7	1.30	1.30	0.0	0.90	0.0	0.0	0.0							
8	1.30	1.30	1.50	0.90	0.0	0.0	0.0							
9	1.00	1.00	0.0	0.90	0.0	0.0	0.0							
10	1.00	1.00	1.50	0.90	0.0	0.0	0.0							
11	1.30	1.30	0.0	1.50	0.0	0.0	0.0							
12	1.30	1.30	0.75	1.50	0.0	0.0	0.0							
13	1.00	1.00	0.0	1.50	0.0	0.0	0.0							
14	1.00	1.00	0.75	1.50	0.0	0.0	0.0							
15	1.30	1.30	0.75	0.90	0.0	0.0	0.0							
16	1.00	1.00	0.75	0.90	0.0	0.0	0.0							
17	1.30	1.30	0.0	0.0	0.90	0.0	0.0							
18	1.30	1.30	1.50	0.0	0.90	0.0	0.0							
19	1.00	1.00	0.0	0.0	0.90	0.0	0.0							
20	1.00	1.00	1.50	0.0	0.90	0.0	0.0							
21	1.30	1.30	0.75	0.0	0.90	0.0	0.0							
22	1.00	1.00	0.75	0.0	0.90	0.0	0.0							
23	1.30	1.30	0.0	0.0	1.50	0.0	0.0							
24	1.30	1.30	0.75	0.0	1.50	0.0	0.0							
25	1.00	1.00	0.0	0.0	1.50	0.0	0.0							
26	1.00	1.00	0.75	0.0	1.50	0.0	0.0							
27	1.30	1.30	0.0	0.0	0.0	0.90	0.0							
28	1.30	1.30	1.50	0.0	0.0	0.90	0.0							
29	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.90	0.0							
30	1.00	1.00	1.50	0.0	0.0	0.90	0.0							
31	1.30	1.30	0.75	0.0	0.0	0.90	0.0							
32	1.00	1.00	0.75	0.0	0.0	0.90	0.0							
33	1.30	1.30	0.0	0.0	0.0	1.50	0.0							
34	1.30	1.30	0.75	0.0	0.0	1.50	0.0							
35	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	1.50	0.0							
36	1.00	1.00	0.75	0.0	0.0	1.50	0.0							
37	1.30	1.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.90							
38	1.30	1.30	1.50	0.0	0.0	0.0	0.90							
39	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.90							
40	1.00	1.00	1.50	0.0	0.0	0.0	0.90							
41	1.30	1.30	0.75	0.0	0.0	0.0	0.90							
42	1.00	1.00	0.75	0.0	0.0	0.0	0.90							
43	1.30	1.30	0.0	0.0	0.0	0.0	1.50							
44	1.30	1.30	0.75	0.0	0.0	0.0	1.50							
45	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	1.50							
46	1.00	1.00	0.75	0.0	0.0	0.0	1.50							
47	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0							
48	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0							
49	1.00	1.00	0.50	0.0	0.0	0.0	0.0							
50	1.00	1.00	0.0	0.60	0.0	0.0	0.0							
51	1.00	1.00	1.00	0.60	0.0	0.0	0.0							
52	1.00	1.00	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0							
53	1.00	1.00	0.50	1.00	0.0	0.0	0.0							
54	1.00	1.00	0.50	0.60	0.0	0.0	0.0							
55	1.00	1.00	0.0	0.0	0.60	0.0	0.0							

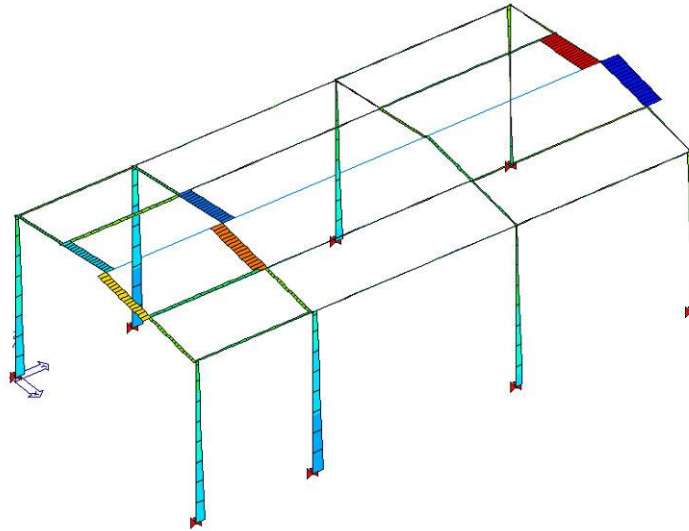
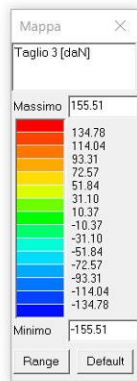
Cmb	CDC 1/15...	CDC 2/16...	CDC 3/17...	CDC 4/18...	CDC 5/19...	CDC 6/20...	CDC 7/21...	CDC 8/22...	CDC 9/23...	CDC 10/24...	CDC 11/25...	CDC 12/26...	CDC 13/27...	CDC 14/28...
56	1.00	1.00	1.00	0.0	0.60	0.0	0.0							
57	1.00	1.00	0.50	0.0	0.60	0.0	0.0							
58	1.00	1.00	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0							
59	1.00	1.00	0.50	0.0	1.00	0.0	0.0							
60	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.60	0.0							
61	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.60	0.0							
62	1.00	1.00	0.50	0.0	0.0	0.60	0.0							
63	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0							
64	1.00	1.00	0.50	0.0	0.0	1.00	0.0							
65	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.60							
66	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.60							
67	1.00	1.00	0.50	0.0	0.0	0.0	0.60							
68	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00							
69	1.00	1.00	0.50	0.0	0.0	0.0	1.00							
70	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0							
71	1.00	1.00	0.20	0.0	0.0	0.0	0.0							
72	1.00	1.00	0.0	0.20	0.0	0.0	0.0							
73	1.00	1.00	0.0	0.0	0.20	0.0	0.0							
74	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.20	0.0							
75	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.20							
76	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0							

## 2.8. Principali risultati

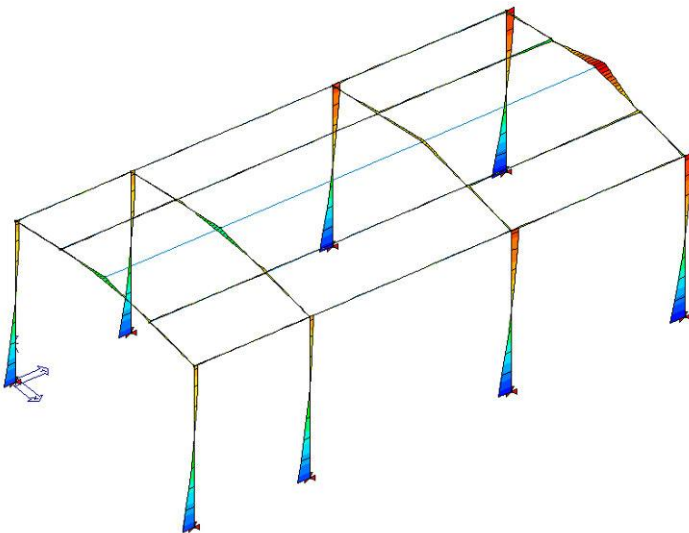
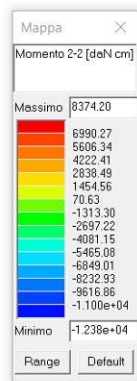
### 2.8.1. Sollecitazioni per condizioni di carico SLU

Di seguito vengono riportati i risultati maggiormente significativi in termini di stati di sollecitazione sui diversi componenti della struttura in combinazione statica.

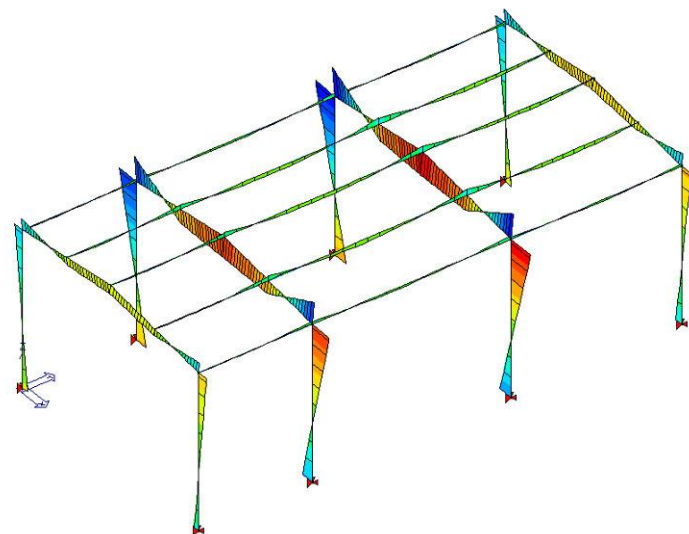
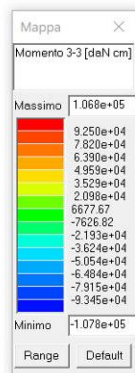




T3 max



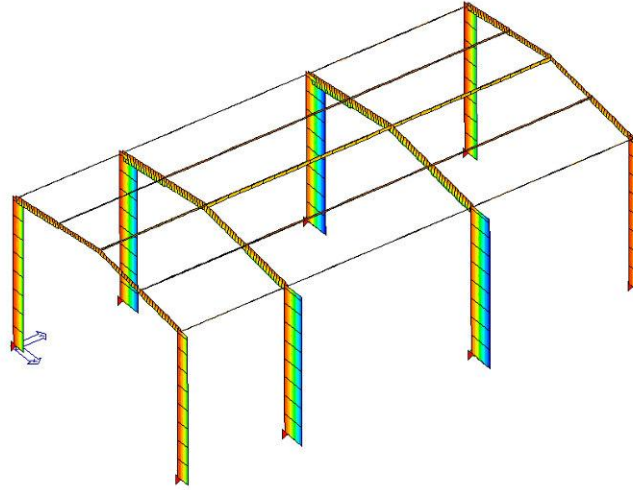
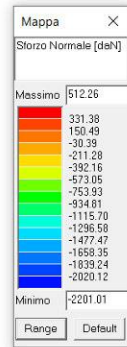
M2-2 max



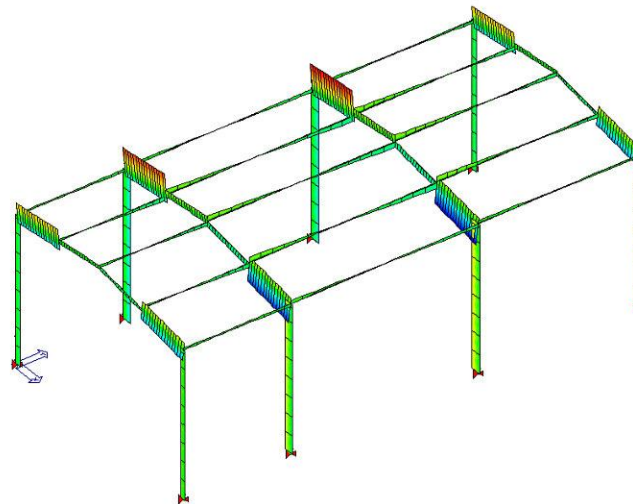
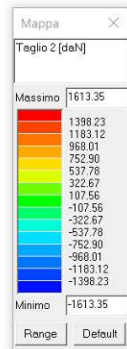
M3-3 max

2.8.2. Involuppo delle sollecitazioni maggiormente significative

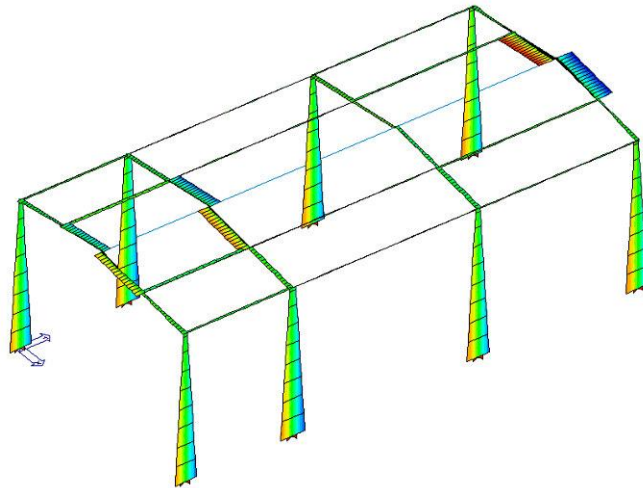
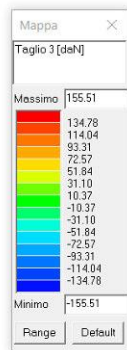
Di seguito si riportano gli involuppi delle sollecitazioni maggiormente significative negli elementi strutturali.



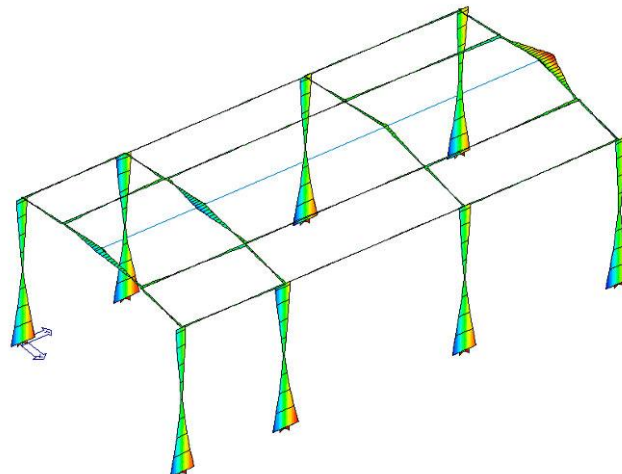
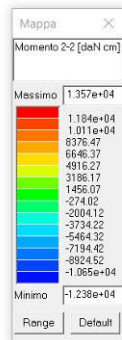
*involuppo N*



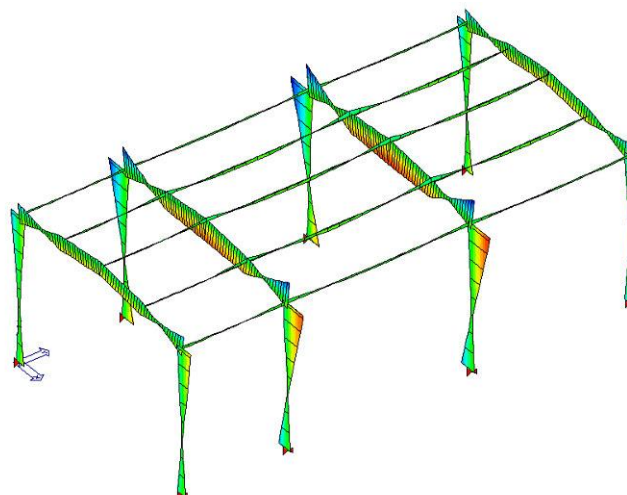
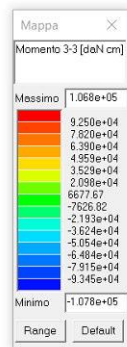
*involuppo T2*



inviluppo T3



inviluppo M2-2

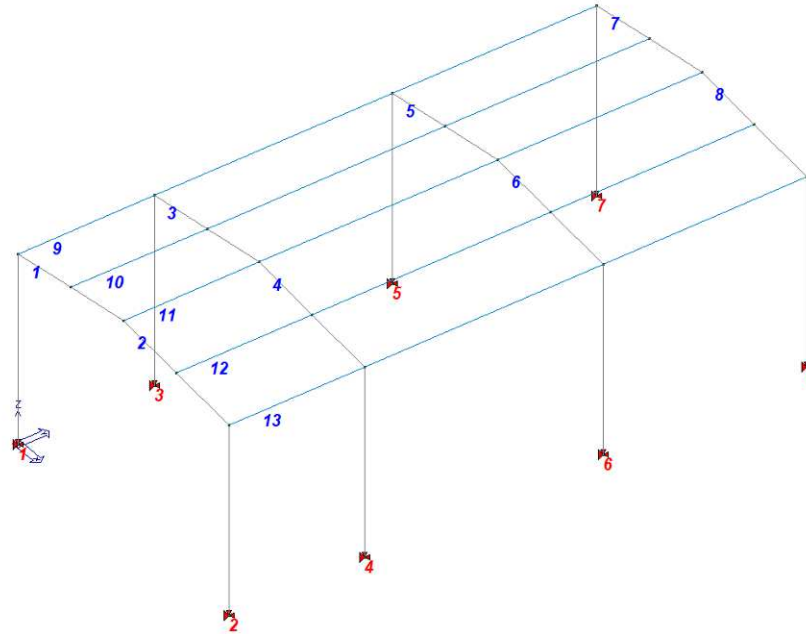


inviluppo M3-3

## 2.9. Verifiche agli stati limite ultimi

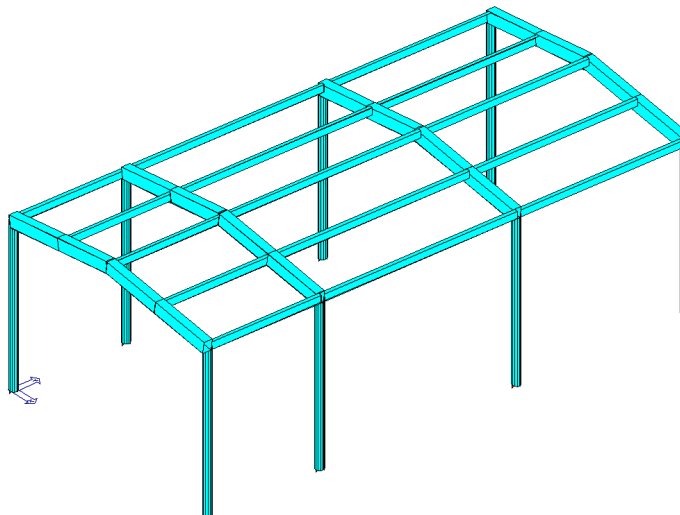
Le verifiche allo SLU/SLV delle strutture metalliche sono riportate in dettaglio all'allegato A della presente relazione.

Di seguito si riporta la numerazione degli elementi strutturali utilizzata dal software impiegato per la modellazione e la verifica delle strutture metalliche.



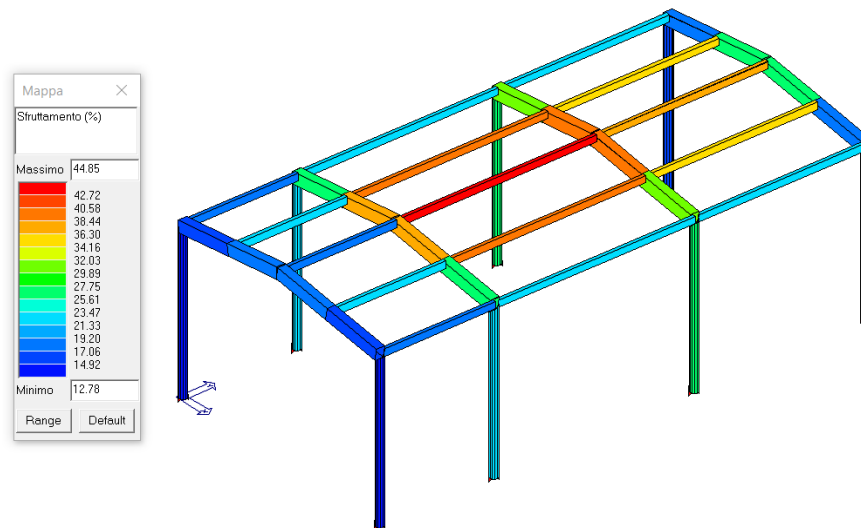
Numerazione elementi

Per facilità di lettura, di seguito si riporta una rappresentazione grafica dell'esito delle verifiche sui diversi elementi: gli elementi che soddisfano le verifiche sono rappresentati con colore celeste mentre gli elementi che non soddisfano le verifiche sono rappresentati con colore rosso.



Esito verifiche

Di seguito si riporta una rappresentazione grafica dello sfruttamento percentuale di ogni elemento costituente la struttura.

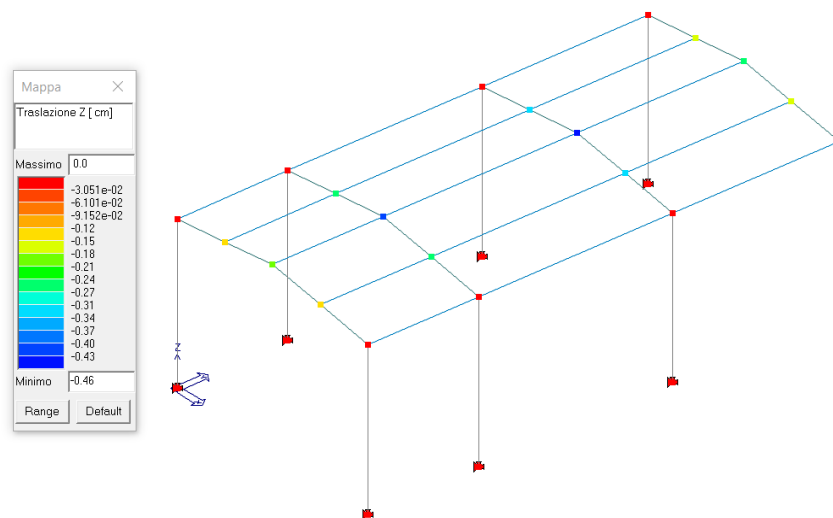


Sfoltamento elementi

## 2.10. Verifiche agli stati limite di esercizio

### 2.11.1. Verifica agli spostamenti verticali

Di seguito si riportano gli abbassamenti della struttura in combinazione SLE rara.



Abbassamenti massimi dir Z

Come si può notare la freccia massima per le travi principali risulta essere pari a 0,46 cm: la verifica risulta soddisfatta poiché la lunghezza di calcolo delle travi è pari a 426 cm dunque si possono ritenere ammissibili spostamenti massimi pari a  $L/300$  ovvero  $\Delta = 1,42$  cm.

### 2.11.2. Verifica agli spostamenti orizzontali

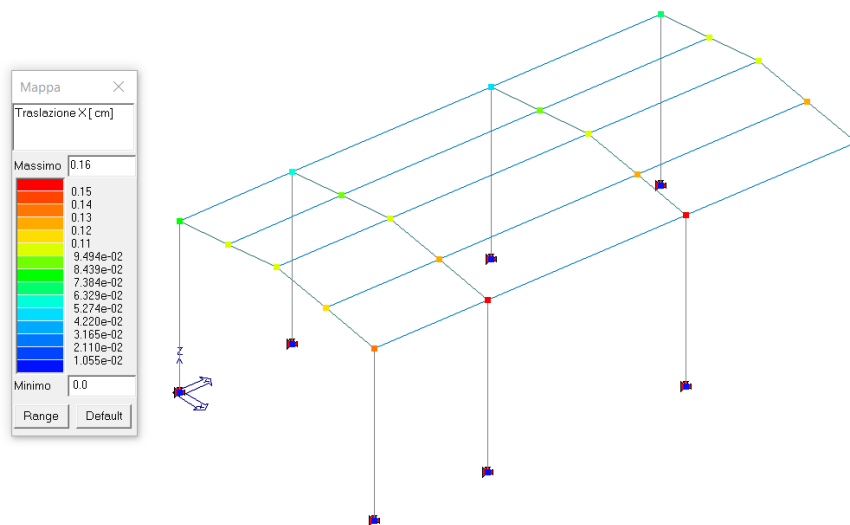
Si riporta di seguito la verifica agli spostamenti orizzontali sotto l'azione del vento, prendendo come riferimento i limiti indicati in tab. 4.2.XIII al §4.2.4.2.2 delle NTC 2018.

In particolare si assumono le limitazioni di spostamento orizzontale prescritte per gli edifici mono-piano, ovvero:  $\Delta/H \leq 1/300$

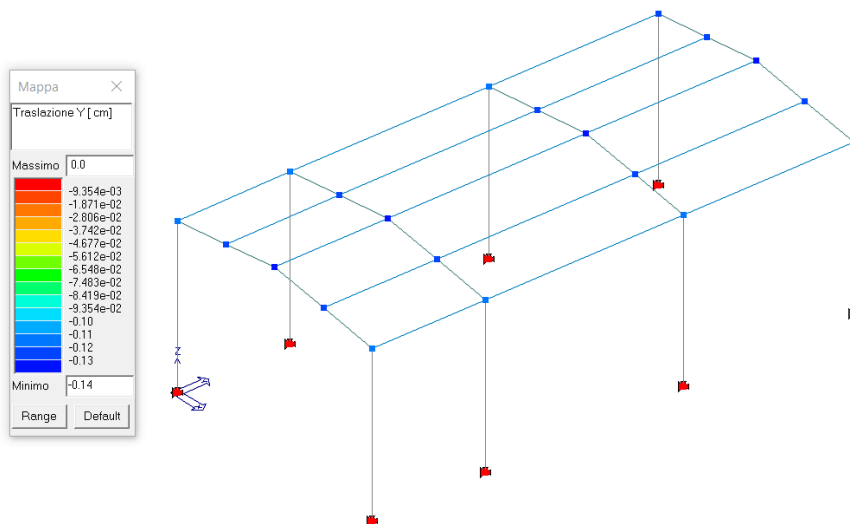
Considerando un'altezza media del fabbricato pari ad  $H = 300$  cm il limite massimo di spostamento in sommità è dunque pari a:  $\Delta = 300/300 = 1,00$  cm

Di seguito si riportano due immagini rappresentanti l'entità degli spostamenti massimi previsti per le combinazioni SLE-rare in entrambe le direzioni di azione del vento.

Lo spostamento massimo previsto è pari a  $\Delta = 0,16$  cm: tale spostamento rientra nei limiti previsti dalla vigente NTC2018.



Spostamenti massimi dir X



Spostamenti massimi dir Y

### **3. Relazione sui materiali**

#### **3.1. Elenco dei materiali impiegati e loro modalità di posa in opera**

I materiali usati sono:

##### 3.1.1. Acciaio per carpenterie metalliche

Acciaio S275.

Bulloni e barre filettate CL. 8.8

#### **3.2. Valori di calcolo**

##### 3.2.1. Acciaio per carpenterie metalliche

Tipo di acciaio	→	S275
Modulo elastico	E =	210000 N/mm <sup>2</sup>
Peso specifico	ρ =	7850 kg/m <sup>3</sup>
Tensione caratteristica di snervamento	f <sub>yk</sub> =	275 N/mm <sup>2</sup>
Tensione caratteristica di rottura	f <sub>tk</sub> =	430 N/mm <sup>2</sup>
Coefficiente di sicurezza del materiale	γ <sub>M</sub> =	1,05

Per il valore della resistenza di calcolo si utilizza la 4.2.3 del § 4.2.4.1.1 del D.M. 17/01/2018:

$$R_d = \frac{R_k}{\gamma_M}$$

### **4. Elaborati grafici esecutivi e particolari costruttivi**

#### **4.1. Rilievo geometrico strutturale**

Omissis, in quanto il fabbricato è di nuova realizzazione.

#### **4.2. Documentazione fotografica**

Omissis, in quanto il fabbricato è di nuova realizzazione.

#### **4.3. Quadro fessurativo e di degrado**

Omissis, in quanto il fabbricato è di nuova realizzazione.

#### **4.4. Elaborati grafici generali**

Si vedano gli elaborati allegati.

#### **4.5. Particolari costruttivi**

Si vedano gli elaborati allegati.

## **5. Piano di manutenzione della parte strutturale dell'opera**

### **5.1. Premessa**

Il piano di manutenzione è il documento complementare al progetto esecutivo che prevede, pianifica e programma, tenendo conto degli elaboratori progettuali esecutivi effettivamente realizzati, l'attività di manutenzione dell'intervento al fine di mantenere nel tempo la funzionalità, le caratteristiche di qualità, l'efficienza ed il valore economico.

Il piano di manutenzione è costituito dai seguenti documenti operativi:

- il manuale d'uso;
- il manuale di manutenzione comprensivo del programma di manutenzione.

### **5.2. Manuale d'uso**

Il manuale d'uso si riferisce all'uso delle parti più importanti dell'opera, con particolare riferimento alle parti che possono generare rischi per un uso scorretto. Il manuale d'uso contiene informazioni sulla collocazione delle parti interessate nell'intervento, la loro rappresentazione grafica, descrizione e modalità di uso corretto.

#### **Struttura n. 1 – Travi in acciaio**

**Descrizione:**

Strutture orizzontali o inclinate che trasferiscono i carichi a pareti o pilastri

**Collocazione:**

Vedi tavole disegni esecutivi

**Rappresentazione grafica:**

Vedi tavole particolari costruttivi

**Modalità d'uso corretto:**

Trasferire i carichi dei solai alle strutture verticali.

### **5.3. Manuale di manutenzione**

Il manuale di manutenzione si riferisce alla manutenzione delle parti più importanti dell'intervento. Esso contiene il livello minimo accettabile delle prestazioni, le anomalie riscontrabili, le manutenzioni eseguibili direttamente dall'utente e quelle che non lo sono.

Il programma di manutenzione fissa delle manutenzioni e dei controlli da eseguire in seguito a scadenze preventivamente fissate.

#### **Struttura n. 1 – Travi in acciaio**

**Collocazione:**

Vedi tavole disegni esecutivi

**Rappresentazione grafica:**

Vedi tavole particolari costruttivi

**Livello minimo delle prestazioni:**

Resistenza alle sollecitazioni di progetto. Realizzazione con acciaio conforme dalle prescrizioni di progetto.

**Anomalie riscontrabili:**

Bolle o screpolature dello strato protettivo con pericolo di corrosione.

**Tipo di controllo:**

Controllo a vista

**Periodicità dei controlli e operatore:**

Ogni anno, effettuato dall'utente

**Tipo di intervento:**

Applicazione di prodotti antiruggine e ripristino dello strato protettivo.

**Periodicità degli interventi e operatore:**

Quando necessario, effettuato da personale specializzato.



**Relazione di calcolo strutturale impostata e redatta secondo le modalità previste nel D.M. 17 Gennaio 2018 cap. 10 “Redazione dei progetti strutturali esecutivi e delle relazioni di calcolo”.**

<b>Origine e Caratteristiche dei Codici di Calcolo</b>	
Codice di calcolo:	PRO_SAP PROfessional Structural Analysis Program
Versione:	PROFESSIONAL (build 2021-05-192)
Produttore-Distributore:	2S.I. Software e Servizi per l'Ingegneria s.r.l. Via Garibaldi, 90 44121 Ferrara FE ( Italy) Tel. +39 0532 200091 www.2si.it
Codice Licenza:	Licenza dsi5635

<b>Descrizione</b>	
Progetto	Realizzazione attracco turistico sul fiume Po
Ubicazione	Comune di CREMONA (FE) (Regione EMILIA-ROMAGNA)
Progettista	Ing Francesco Prinzivalli

In merito al punto 10.2 delle Norme Tecniche per le Costruzioni (*Affidabilità dei codici utilizzati*), si fa riferimento al **Documento di Affidabilità** “Test di validazione del software di calcolo PRO\_SAP e dei moduli aggiuntivi PRO\_SAP Modulo Geotecnico, PRO\_CAD nodi acciaio e PRO\_MST” disponibile per il download sul sito: <https://www.2si.it/it/prodotti/affidabilita/>

15 ottobre 2021

INTESTAZIONE E CONTENUTI DELLA RELAZIONE .....	<b>Errore. Il segnalibro non è definito.</b>
Progetto.....	<b>Errore. Il segnalibro non è definito.</b>
CARATTERISTICHE MATERIALI UTILIZZATI .....	3
LEGENDA TABELLA DATI MATERIALI .....	3
MODELLAZIONE DELLE SEZIONI.....	6
LEGENDA TABELLA DATI SEZIONI .....	6
MODELLAZIONE STRUTTURA: NODI.....	7
LEGENDA TABELLA DATI NODI .....	7
TABELLA DATI NODI.....	7
MODELLAZIONE STRUTTURA: ELEMENTI TRAVE.....	8
TABELLA DATI TRAVI.....	8
MODELLAZIONE DELLE AZIONI .....	10
LEGENDA TABELLA DATI AZIONI.....	10
SCHEMATIZZAZIONE DEI CASI DI CARICO .....	12
LEGENDA TABELLA CASI DI CARICO.....	12
DEFINIZIONE DELLE COMBINAZIONI .....	14
LEGENDA TABELLA COMBINAZIONI DI CARICO.....	14
VERIFICHE PER ELEMENTI IN ACCIAIO .....	18
LEGENDA TABELLA VERIFICHE PER ELEMENTI IN ACCIAIO.....	18
STATI LIMITE D' ESERCIZIO ACCIAIO .....	22
LEGENDA TABELLA STATI LIMITE D' ESERCIZIO ACCIAIO.....	22

# CARATTERISTICHE MATERIALI UTILIZZATI

## LEGENDA TABELLA DATI MATERIALI

Il programma consente l'uso di materiali diversi. Sono previsti i seguenti tipi di materiale:

1	materiale tipo cemento armato
2	materiale tipo acciaio
3	materiale tipo muratura
4	materiale tipo legno
5	materiale tipo generico

I materiali utilizzati nella modellazione sono individuati da una sigla identificativa ed un codice numerico (gli elementi strutturali richiamano quest'ultimo nella propria descrizione). Per ogni materiale vengono riportati in tabella i seguenti dati:

Young	modulo di elasticità normale E
Poisson	coefficiente di contrazione trasversale $\nu$
G	modulo di elasticità tangenziale
Gamma	peso specifico
Alfa	coefficiente di dilatazione termica
Fattore di confidenza FC m	Fattore di confidenza specifico per materiale; (è riportato solo se diverso da quello globale della struttura)
Fattore di confidenza FC a	Fattore di confidenza specifico per l'armatura (è riportato solo se diverso da quello globale della struttura)
Elasto-plastico	Materiale elastico perfettamente plastico per aste non lineari
Massima compressione	Massima tensione di compressione per aste non lineari
Massima trazione	Massima tensione di trazione per aste non lineari
Fattore attrito	Coefficiente di attrito per aste non lineari
Rapporto HRDb	Rapporto di hardening a flessione
Rapporto HRDv	Rapporto di hardening a taglio

I dati soprariportati vengono utilizzati per la modellazione dello schema statico e per la determinazione dei carichi inerziali e termici. In relazione al tipo di materiale vengono riportati inoltre:

1	c.a.	Resistenza Rc	resistenza a compressione cubica
		Resistenza fctm	resistenza media a trazione semplice
		Coefficiente ksb	Coefficiente di riduzione della resistenza a compressione da utilizzare nello stress block
2	acciaio	Tensione ft	Valore della tensione di rottura
		Tensione fy	Valore della tensione di snervamento
		Resistenza fd	Resistenza di calcolo per SL CNR-UNI 10011
		Resistenza fd (>40)	Resistenza di calcolo per SL CNR-UNI 10011 per spessori > 40mm
		Tensione ammissibile	Tensione ammissibile CNR-UNI 10011
		Tensione ammissibile(>40)	Tensione ammissibile CNR-UNI 10011 per spessori > 40mm

3	Muratur a	Muratura consolidata	Muratura per la quale si prevedono interventi di rinforzo"
		Incremento resistenza	Incremento conseguito in termini di resistenza
		Incremento rigidezza	Incremento conseguito in termini di rigidezza
		Resistenza f	Valore della resistenza a compressione
		Resistenza fv0	Valore della resistenza a taglio in assenza di tensioni normali
		Resistenza fh	Valore della resistenza a compressione orizzontale
		Resistenza fb	Valore della resistenza a compressione dei blocchi
		Resistenza fbh	Valore della resistenza a compressione dei blocchi in direzione orizzontale
		Resistenza fv0h	Valore della resistenza a taglio in assenza di tensioni normali per le travi
		Resistenza ft	Valore della resistenza a trazione per fessurazione diagonale
		Resistenza fvlm	Valore della massima resistenza a taglio
		Resistenza fbt	Valore della resistenza a trazione dei blocchi
		Coefficiente mu	Coefficiente d'attrito utilizzato per la resistenza a taglio (tipicamente 0.4)
		Coefficiente fi	Coefficiente d'ingranamento utilizzato per la resistenza a taglio
		Coefficiente ksb	Coefficiente di riduzione della resistenza a compressione da utilizzare nello stress block
4	legno	E0,05	Modulo di elasticità corrispondente ad un frattile del 5%
		Resistenza fc0	Valore della resistenza a compressione parallela
		Resistenza ft0	Valore della resistenza a trazione parallela
		Resistenza fm	Valore della resistenza a flessione
		Resistenza fv	Valore della resistenza a taglio
		Resist. ft0k	Resistenza caratteristica (tensione amm. per REGLES) per trazione
		Resist. fmk	Resistenza caratteristica (tensione amm. per REGLES) per flessione
		Resist. fvk	Resistenza caratteristica (tensione amm. per REGLES) per taglio
		Modulo E0,05	Modulo elastico parallelo caratteristico
		Lamellare	lamellare o massiccio

Nel tabulato si riportano sia i valori caratteristici che medi utilizzando gli uni e/o gli altri in relazione alle richieste di normativa ed alla tipologia di verifica. (Cap.7 NTC18 per materiali nuovi, Cap.8 NTC18 e relativa circolare 21/01/2019 per materiali esistenti, Linee Guida Reluis per incamicatura CAM, CNR-DT 200 per interventi con FRP)

Vengono inoltre riportate le tabelle contenenti il riassunto delle informazioni assegnate nei criteri di progetto in uso.

id	Tipo / Note	V. caratt.	V. medio	Young	Poisson	G	Gamma	Alfa	Altri
		daN/cm2	daN/cm2	daN/cm2		daN/cm2	daN/cm3		
12	Acciaio Fe430 - S275-acciaio Fe430-S275			2.100e+06	0.30	8.077e+05	7.85e-03	1.20e-05	
	Tensione ft	4300.0							
	Resistenza fd	2750.0							
	Resistenza fd (>40)	2500.0							
	Tensione ammissibile	1900.0							
	Tensione ammissibile (>40)	1700.0							
	Rapporto HRDb								1.00e-05
	Rapporto HRDv								1.00e-05

	1/7/..	2/8/..	3/9/..	4/10/..	5/11/..	6/12/..
<b>Pilastracci acc.</b>						
<b>Lunghezze libere</b>						
Metodo di calcolo 2-2	Assegnato					
2-2 Beta assegnato	2.00					
2-2 Beta * L assegnato [ cm ]	0.0					

<b>Pilastracci acc.</b>	1/7/..	2/8/..	3/9/..	4/10/..	5/11/..	6/12/..
Metodo di calcolo 3-3	Assegnato					
3-3 Beta assegnato	2.00					
3-3 Beta * L assegnato [ cm ]	0.0					
1-1 Beta assegnato	1.00					
1-1 Beta * L assegnato [ cm ]	0.0					
<b>Generalità</b>						
Coefficiente gamma M0	1.05					
Coefficiente gamma M1	1.05					
Coefficiente gamma M2	1.25					
Effetti del 2 ordine	SI					
Momenti equivalenti	SI					
Usa condizioni I e II	SI					
<b>Travi acc.</b>	1/7/..	2/8/..	3/9/..	4/10/..	5/11/..	6/12/..
<b>Lunghezze libere</b>						
3-3 Beta * L automatico	SI					
3-3 Beta assegnato	1.00					
3-3 Beta assegnato [ cm ]	0.0					
2-2 Beta * L automatico	SI					
2-2 Beta assegnato	1.00					
2-2 Beta * L assegnato [ cm ]	0.0					
1-1 Beta * L automatico	SI					
1-1 Beta assegnato	1.00					
1-1 Beta * L assegnato [ cm ]	0.0					
<b>Generalità</b>						
Coefficiente gamma M0	1.05					
Coefficiente gamma M1	1.05					
Coefficiente gamma M2	1.25					
Luce di taglio per GR [ cm ]	1.00					
Usa condizioni I e II	SI					
Momenti equivalenti	SI					
<b>Solai e pannelli</b>	1/7/..	2/8/..	3/9/..	4/10/..	5/11/..	6/12/..
<b>Generalità</b>						
Usa tensioni ammissibili	NO					
Af inf: da traliccio	SI					
Consenti armatura a taglio	NO					
Incrementa armatura longitudinale per taglio	SI					
Af inf: da q*L*L /	20.00					
Incremento fascia piena [ cm ]	5.00					
<b>Armatura</b>						
Minima tesa	0.15					
Massima tesa	3.00					
Minima compressa	0.0					
Af/h [ cm ]	7.000e-02					
<b>Stati limite ultimi</b>						
Tensione fy [daN/cm2 ]	4500.00					
Tipo acciaio	tipo C					
Coefficiente gamma s	1.15					
Coefficiente gamma c	1.50					
Fattore di redistribuzione	0.0					
<b>Tensioni ammissibili</b>						
Tensione amm. cls [daN/cm2 ]	85.00					
Tensione amm. acciaio [daN/cm2 ]	2600.00					
Rapporto omogeneizzazione N	15.00					
Massimo rapporto area compressa/tesa	1.00					
<b>Verifica freccia</b>						
Infinita	250.00					
Istantanea	500.00					
Fattore viscosità	3.00					
Usa J non fessurato	NO					
<b>Elementi non strutturali</b>						
Tamponatura antiespulsione	NO					
Tamponatura con armatura	NO					
Fattore di struttura/comportamento	2.00					
Coefficiente gamma m	0.0					
Periodo Ta	0.0					
Altezza pannello	0.0					

# MODELLAZIONE DELLE SEZIONI

## LEGENDA TABELLA DATI SEZIONI

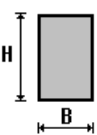
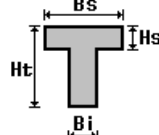
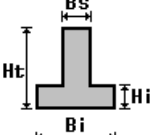
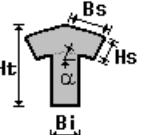
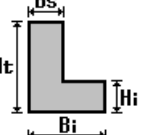
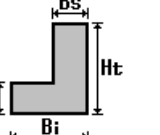
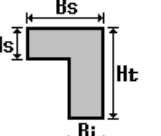
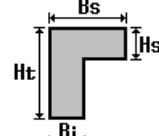
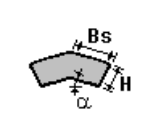
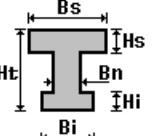
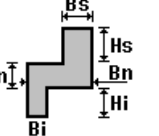
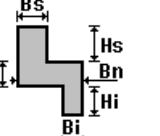
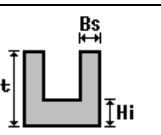
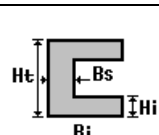
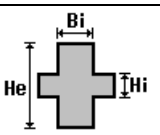
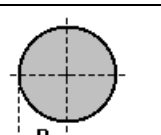
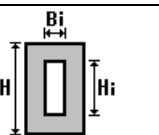
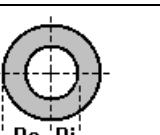
Il programma consente l'uso di sezioni diverse. Sono previsti i seguenti tipi di sezione:

1. sezione di tipo generico
2. profilati semplici
3. profilati accoppiati e speciali

Le sezioni utilizzate nella modellazione sono individuate da una sigla identificativa ed un codice numerico (gli elementi strutturali richiamano quest'ultimo nella propria descrizione). Per ogni sezione vengono riportati in tabella i seguenti dati:

<b>Area</b>	area della sezione
<b>A V2</b>	area della sezione/fattore di taglio (per il taglio in direzione 2)
<b>A V3</b>	area della sezione/fattore di taglio (per il taglio in direzione 3)
<b>Jt</b>	fattore torsionale di rigidezza
<b>J2-2</b>	momento d'inerzia della sezione riferito all'asse 2
<b>J3-3</b>	momento d'inerzia della sezione riferito all'asse 3
<b>W2-2</b>	modulo di resistenza della sezione riferito all'asse 2
<b>W3-3</b>	modulo di resistenza della sezione riferito all'asse 3
<b>Wp2-2</b>	modulo di resistenza plastico della sezione riferito all'asse 2
<b>Wp3-3</b>	modulo di resistenza plastico della sezione riferito all'asse 3

I dati sopra riportati vengono utilizzati per la determinazione dei carichi inerziali e per la definizione delle rigidezze degli elementi strutturali; qualora il valore di Area V2 (e/o Area V3) sia nullo la deformabilità per taglio V2 (e/o V3) è trascurata. La valutazione delle caratteristiche inerziali delle sezioni è condotta nel riferimento 2-3 dell'elemento.

 rettangolare	 a T	 a T rovescia	 a T di colmo	 a L	 a L specchiata
 a L specchiata rovescia	 a L rovescia	 a L di colmo	 a doppio T	 a quattro specchiata	 a quattro
 a U	 a C	 a croce	 circolare	 rettangolare cava	 circolare cava

Per quanto concerne i profilati semplici ed accoppiati l'asse 2 del riferimento coincide con l'asse x riportato nei più diffusi profilati.

Per quanto concerne le sezioni di tipo generico (tipo 1.):

i valori dimensionali con prefisso B sono riferiti all'asse 2

i valori dimensionali con prefisso H sono riferiti all'asse 3

Id	Tipo	Area	A V2	A V3	Jt	J 2-2	J 3-3	W 2-2	W 3-3	Wp 2-2	Wp 3-3
		cm2	cm2	cm2	cm4	cm4	cm4	cm3	cm3	cm3	cm3
1	Circolare cava: re=6.9 ri=6.08	33.44	0.0	0.0	1414.03	707.01	707.01	102.47	102.47	138.34	138.34
2	Rettangolare cava: b=6 h=12 bi=5.6 hi=11.6	7.04	0.0	0.0	106.46	46.24	135.58	15.41	22.60	17.06	27.62
3	Rettangolare cava: b=15 h=20 bi=14.4 hi=19.4	20.64	0.0	0.0	1462.72	797.66	1238.34	106.35	123.83	119.30	145.10

# MODELLAZIONE STRUTTURA: NODI

## LEGENDA TABELLA DATI NODI

Il programma utilizza per la modellazione nodi strutturali.

Ogni nodo è individuato dalle coordinate cartesiane nel sistema di riferimento globale (X Y Z).

Ad ogni nodo è eventualmente associato un codice di vincolamento rigido, un codice di fondazione speciale, ed un set di sei molle (tre per le traslazioni, tre per le rotazioni). Le tabelle sottoriportate riflettono le succitate possibilità.

In particolare per ogni nodo viene indicato in tabella:

<b>Nodo</b>	numero del nodo.
<b>X</b>	valore della coordinata X
<b>Y</b>	valore della coordinata Y
<b>Z</b>	valore della coordinata Z

Per i nodi ai quali sia associato un codice di vincolamento rigido, un codice di fondazione speciale o un set di molle viene indicato in tabella:

<b>Nodo</b>	numero del nodo.
<b>X</b>	valore della coordinata X
<b>Y</b>	valore della coordinata Y
<b>Z</b>	valore della coordinata Z
<b>Note</b>	eventuale codice di vincolo (es. v=110010 sei valori relativi ai sei gradi di libertà previsti per il nodo TxTyTzRxRyRz, il valore 1 indica che lo spostamento o rotazione relativo è impedito, il valore 0 indica che lo spostamento o rotazione relativo è libero).
<b>Note</b>	(FS = 1, 2,...) eventuale codice del tipo di fondazione speciale (1, 2,... fanno riferimento alle tipologie: plinto, palo, plinto su pali,...) che è collegato al nodo. (ISO = "id SIGLA") indice e sigla identificativa dell' eventuale isolatore sismico assegnato al nodo
<b>Rig. TX</b>	valore della rigidità dei vincoli elastici eventualmente applicati al nodo, nello specifico TX (idem per TY, TZ, RX, RY, RZ).

Per strutture sismicamente isolate viene inoltre inserita la tabella delle caratteristiche per gli isolatori utilizzati; le caratteristiche sono indicate in conformità al cap. 7.10 del D.M. 17/01/18

### TABELLA DATI NODI

Nodo	X	Y	Z	Nodo	X	Y	Z	Nodo	X	Y	Z
	cm	cm	cm		cm	cm	cm		cm	cm	cm
2	0.0	0.0	278.0	4	426.0	0.0	278.0	5	213.0	0.0	306.0
6	106.5	0.0	292.0	7	319.5	0.0	292.0	9	0.0	200.0	278.0
11	426.0	200.0	278.0	12	213.0	200.0	306.0	13	106.5	200.0	292.0
14	319.5	200.0	292.0	16	0.0	550.0	278.0	18	426.0	550.0	278.0
19	213.0	550.0	306.0	20	106.5	550.0	292.0	21	319.5	550.0	292.0
23	0.0	850.0	278.0	25	426.0	850.0	278.0	26	213.0	850.0	306.0
27	106.5	850.0	292.0	28	319.5	850.0	292.0				

Nodo	X	Y	Z	Note	Rig. TX	Rig. TY	Rig. TZ	Rig. RX	Rig. RY	Rig. RZ
	cm	cm	cm		daN/cm	daN/cm	daN/cm	daN cm/rad	daN cm/rad	daN cm/rad
1	0.0	0.0	0.0	v=111111						
3	426.0	0.0	0.0	v=111111						
8	0.0	200.0	0.0	v=111111						
10	426.0	200.0	0.0	v=111111						
15	0.0	550.0	0.0	v=111111						
17	426.0	550.0	0.0	v=111111						
22	0.0	850.0	0.0	v=111111						
24	426.0	850.0	0.0	v=111111						

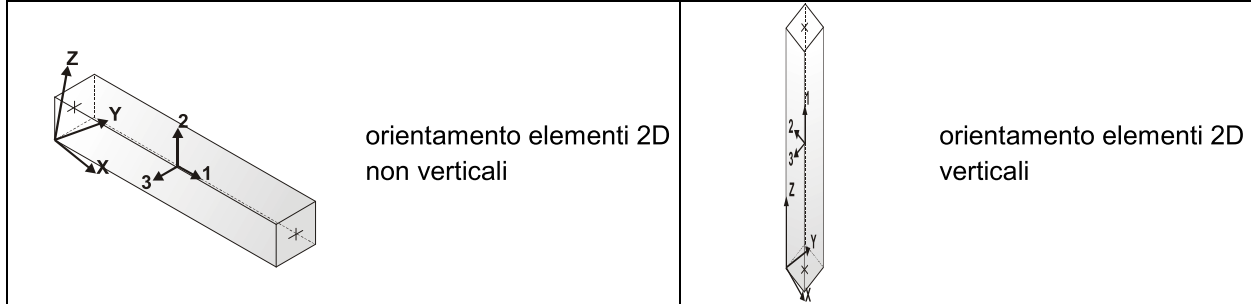
# MODELLAZIONE STRUTTURALE: ELEMENTI TRAVE

## TABELLA DATI TRAVI

Il programma utilizza per la modellazione elementi a due nodi denominati in generale travi.

Ogni elemento trave è individuato dal nodo iniziale e dal nodo finale.

Ogni elemento è caratterizzato da un insieme di proprietà riportate in tabella che ne completano la modellazione.



In particolare per ogni elemento viene indicato in tabella:

<b>Elem.</b>	numero dell'elemento
<b>Note</b>	codice di comportamento: trave, trave di fondazione, pilastro, asta, asta tesa, asta compressa,
<b>Nodo I (J)</b>	numero del nodo iniziale (finale)
<b>Mat.</b>	codice del materiale assegnato all'elemento
<b>Sez.</b>	codice della sezione assegnata all'elemento
<b>Rotaz.</b>	valore della rotazione dell'elemento, attorno al proprio asse, nel caso in cui l'orientamento di default non sia adottabile; l'orientamento di default prevede per gli elementi non verticali l'asse 2 contenuto nel piano verticale e l'asse 3 orizzontale, per gli elementi verticali l'asse 2 diretto secondo X negativo e l'asse 3 diretto secondo Y negativo
<b>Svincolo I (J)</b>	codici di svincolo per le azioni interne; i primi sei codici si riferiscono al nodo iniziale, i restanti sei al nodo finale (il valore 1 indica che la relativa azione interna non è attiva)
<b>Wink V</b>	costante di sottofondo (coefficiente di Winkler) per la modellazione della trave su suolo elastico
<b>Wink O</b>	costante di sottofondo (coefficiente di Winkler) per la modellazione del suolo elastico orizzontale

Elem.	Note	Nodo I	Nodo J	Mat.	Sez.	Crit.	Rotaz. gradi	Svincolo I	Svincolo J	Wink V daN/cm3	Wink O daN/cm3
1	Pilas.	1	2	12	1	1					
2	Trave	2	6	12	3	1					
3	Trave	5	7	12	3	1					
4	Pilas.	3	4	12	1	1					
5	Trave	6	5	12	3	1					
6	Trave	7	4	12	3	1					
7	Pilas.	8	9	12	1	1					
8	Trave	9	13	12	3	1					
9	Trave	12	14	12	3	1					
10	Pilas.	10	11	12	1	1					
11	Trave	13	12	12	3	1					
12	Trave	14	11	12	3	1					
13	Pilas.	15	16	12	1	1					
14	Trave	16	20	12	3	1					
15	Trave	19	21	12	3	1					
16	Pilas.	17	18	12	1	1					
17	Trave	20	19	12	3	1					
18	Trave	21	18	12	3	1					
19	Pilas.	22	23	12	1	1					
20	Trave	23	27	12	3	1					
21	Trave	26	28	12	3	1					
22	Pilas.	24	25	12	1	1					
23	Trave	27	26	12	3	1					
24	Trave	28	25	12	3	1					

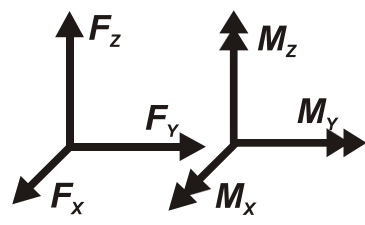
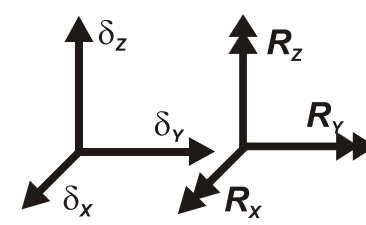
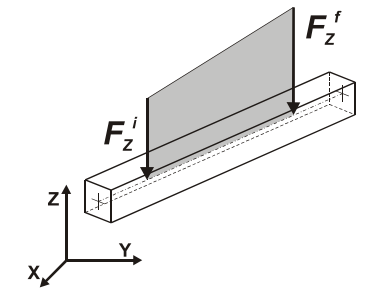
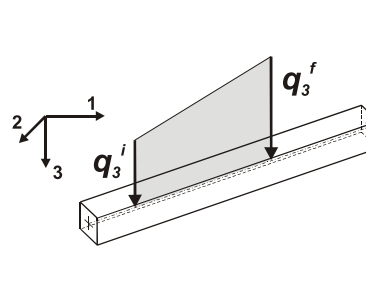
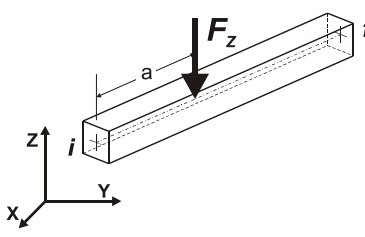
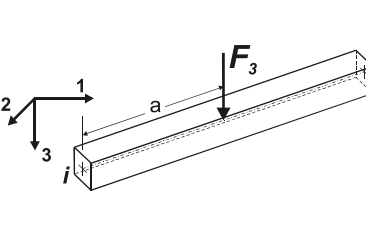
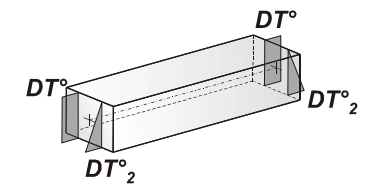
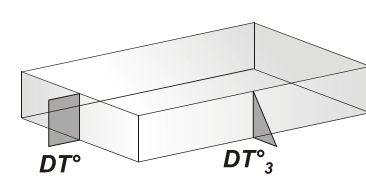
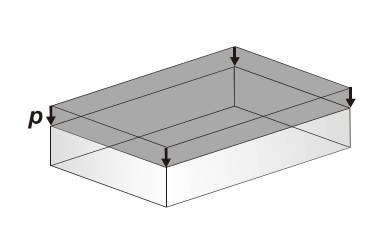
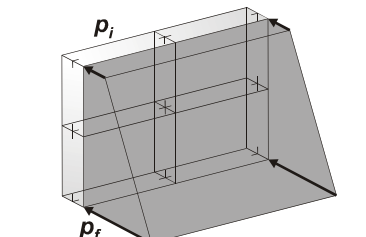
25	Trave	2	9	12	2	1
26	Trave	6	13	12	2	1
27	Trave	5	12	12	2	1
28	Trave	7	14	12	2	1
29	Trave	4	11	12	2	1
30	Trave	9	16	12	2	1
31	Trave	13	20	12	2	1
32	Trave	12	19	12	2	1
33	Trave	14	21	12	2	1
34	Trave	11	18	12	2	1
35	Trave	16	23	12	2	1
36	Trave	20	27	12	2	1
37	Trave	19	26	12	2	1
38	Trave	21	28	12	2	1
39	Trave	18	25	12	2	1

# MODELLAZIONE DELLE AZIONI

## LEGENDA TABELLA DATI AZIONI

Il programma consente l'uso di diverse tipologie di carico (azioni). Le azioni utilizzate nella modellazione sono individuate da una sigla identificativa ed un codice numerico (gli elementi strutturali richiamano quest'ultimo nella propria descrizione). Per ogni azione applicata alla struttura viene di riportato il codice, il tipo e la sigla identificativa. Le tabelle successive dettagliano i valori caratteristici di ogni azione in relazione al tipo. Le tabelle riportano infatti i seguenti dati in relazione al tipo:

<b>1</b>	<b>carico concentrato nodale</b> 6 dati (forza $F_x$ , $F_y$ , $F_z$ , momento $M_x$ , $M_y$ , $M_z$ )
<b>2</b>	<b>spostamento nodale impresso</b> 6 dati (spostamento $T_x, T_y, T_z$ , rotazione $R_x, R_y, R_z$ )
<b>3</b>	<b>carico distribuito globale su elemento tipo trave</b> 7 dati ( $f_x, f_y, f_z, m_x, m_y, m_z$ , ascissa di inizio carico) 7 dati ( $f_x, f_y, f_z, m_x, m_y, m_z$ , ascissa di fine carico)
<b>4</b>	<b>carico distribuito locale su elemento tipo trave</b> 7 dati ( $f_1, f_2, f_3, m_1, m_2, m_3$ , ascissa di inizio carico) 7 dati ( $f_1, f_2, f_3, m_1, m_2, m_3$ , ascissa di fine carico)
<b>5</b>	<b>carico concentrato globale su elemento tipo trave</b> 7 dati ( $F_x, F_y, F_z, M_x, M_y, M_z$ , ascissa di carico)
<b>6</b>	<b>carico concentrato locale su elemento tipo trave</b> 7 dati ( $F_1, F_2, F_3, M_1, M_2, M_3$ , ascissa di carico)
<b>7</b>	<b>variazione termica applicata ad elemento tipo trave</b> 7 dati (variazioni termiche: uniforme, media e differenza in altezza e larghezza al nodo iniziale e finale)
<b>8</b>	<b>carico di pressione uniforme su elemento tipo piastra</b> 1 dato (pressione)
<b>9</b>	<b>carico di pressione variabile su elemento tipo piastra</b> 4 dati (pressione, quota, pressione, quota)
<b>10</b>	<b>variazione termica applicata ad elemento tipo piastra</b> 2 dati (variazioni termiche: media e differenza nello spessore)
<b>11</b>	<b>carico variabile generale su elementi tipo trave e piastra</b> 1 dato descrizione della tipologia 4 dati per segmento (posizione, valore, posizione, valore) la tipologia precisa l'ascissa di definizione, la direzione del carico, la modalità di carico e la larghezza d'influenza per gli elementi tipo trave
<b>12</b>	<b>gruppo di carichi con impronta su piastra</b> 9 dati (numero di ripetizioni in direzione X e Y, valore di ciascun carico, posizione centrale del primo, dimensioni dell'impronta, interasse tra i carichi)

	Carico concentrato nodale		Spostamento impresso
	Carico distribuito globale		Carico distribuito locale
	Carico concentrato globale		Carico concentrato locale
	Carico termico 2D		Carico termico 3D
	Carico pressione uniforme		Carico pressione variabile

**Tipo carico concentrato nodale**

Id	Tipo	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
		daN	daN	daN	daN cm	daN cm	daN cm
1	vento su cop + -CN:Fz=-414.00	0.0	0.0	-414.00	0.0	0.0	0.0
6	vento su cop - -CN:Fz=414.00	0.0	0.0	414.00	0.0	0.0	0.0

**Tipo carico distribuito globale su trave**

Id	Tipo	Pos.	fx	fy	fz	mx	my	mz
		cm	daN/cm	daN/cm	daN/cm	daN	daN	daN
2	vento su pilastri X-DG:Fxi=0.20 Fxf=0.20	0.0	0.20	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		0.0	0.20	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3	vento su pilastri X--DG:Fxi=-0.20 Fxf=-0.20	0.0	-0.20	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		0.0	-0.20	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
4	vento su pilastri Y-DG:Fyi=0.20 Fyf=0.20	0.0	0.0	0.20	0.0	0.0	0.0	0.0
		0.0	0.0	0.20	0.0	0.0	0.0	0.0
5	vento su pilastri Y--DG:Fyi=-0.20 Fyf=-0.20	0.0	0.0	-0.20	0.0	0.0	0.0	0.0
		0.0	0.0	-0.20	0.0	0.0	0.0	0.0

# SCHEMATIZZAZIONE DEI CASI DI CARICO

## LEGENDA TABELLA CASI DI CARICO

Il programma consente l'applicazione di diverse tipologie di casi di carico.

Sono previsti i seguenti 11 tipi di casi di carico:

	<b>Sigla</b>	<b>Tipo</b>	<b>Descrizione</b>
1	<b>Ggk</b>	A	caso di carico comprensivo del peso proprio struttura
2	<b>Gk</b>	NA	caso di carico con azioni permanenti
3	<b>Qk</b>	NA	caso di carico con azioni variabili
4	<b>Gsk</b>	A	caso di carico comprensivo dei carichi permanenti sui solai e sulle coperture
5	<b>Qsk</b>	A	caso di carico comprensivo dei carichi variabili sui solai
6	<b>Qnk</b>	A	caso di carico comprensivo dei carichi di neve sulle coperture
7	<b>Qtk</b>	SA	caso di carico comprensivo di una variazione termica agente sulla struttura
8	<b>Qvk</b>	NA	caso di carico comprensivo di azioni da vento sulla struttura
9	<b>Esk</b>	SA	caso di carico sismico con analisi statica equivalente
10	<b>Edk</b>	SA	caso di carico sismico con analisi dinamica
11	<b>Etk</b>	NA	caso di carico comprensivo di azioni derivanti dall' incremento di spinta delle terre in condizione sismica
12	<b>Pk</b>	NA	caso di carico comprensivo di azioni derivanti da coazioni, cedimenti e precompressioni

Sono di tipo automatico A (ossia non prevedono introduzione dati da parte dell'utente) i seguenti casi di carico: 1-Ggk; 4-Gsk; 5-Qsk; 6-Qnk.

Sono di tipo semi-automatico SA (ossia prevedono una minima introduzione dati da parte dell'utente) i seguenti casi di carico:

7-Qtk, in quanto richiede solo il valore della variazione termica;

9-Esk e 10-Edk, in quanto richiedono il valore dell'angolo di ingresso del sisma e l'individuazione dei casi di carico partecipanti alla definizione delle masse.

Sono di tipo non automatico NA ossia prevedono la diretta applicazione di carichi generici agli elementi strutturali (si veda il precedente punto Modellazione delle Azioni) i restanti casi di carico.

Nella tabella successiva vengono riportati i casi di carico agenti sulla struttura, con l'indicazione dei dati relativi al caso di carico stesso:

*Numero Tipo e Sigla identificativa, Valore di riferimento del caso di carico (se previsto).*

In successione, per i casi di carico non automatici, viene riportato l'elenco di nodi ed elementi direttamente caricati con la sigla identificativa del carico.

Per i casi di carico di tipo sismico (9-Esk e 10-Edk), viene riportata la tabella di definizione delle masse: per ogni caso di carico partecipante alla definizione delle masse viene indicata la relativa aliquota (partecipazione) considerata. Si precisa che per i caso di carico 5-Qsk e 6-Qnk la partecipazione è prevista localmente per ogni elemento solaio o copertura presente nel modello (si confronti il valore Sksol nel capitolo relativo agli elementi solaio) e pertanto la loro partecipazione è di norma pari a uno.

CDC	Tipo	Sigla Id	Note
1	Ggk	CDC=Ggk (peso proprio della struttura)	
2	Gsk	CDC=G1sk (permanente solai-coperture)	
3	Qnk	CDC=Qnk (carico da neve)	
4	Qvk	CDC=Qvk (carico da vento) dir X +	Azioni applicate:
			Nodo: 6 Azione : vento su cop + -CN:Fz=-414.00
			Nodo: 13 Azione : vento su cop + -CN:Fz=-414.00

CDC	Tipo	Sigla Id	Note
			Nodo: 20 Azione : vento su cop + -CN:Fz=-414.00
			Nodo: 27 Azione : vento su cop + -CN:Fz=-414.00
			D2 : 1 Azione : vento su pilastri X-DG:Fxi=0.20 Fxf=0.20
			D2 : 4 Azione : vento su pilastri X-DG:Fxi=0.20 Fxf=0.20
			D2 : 7 Azione : vento su pilastri X-DG:Fxi=0.20 Fxf=0.20
			D2 : 10 Azione : vento su pilastri X-DG:Fxi=0.20 Fxf=0.20
			D2 : 13 Azione : vento su pilastri X-DG:Fxi=0.20 Fxf=0.20
			D2 : 16 Azione : vento su pilastri X-DG:Fxi=0.20 Fxf=0.20
			D2 : 19 Azione : vento su pilastri X-DG:Fxi=0.20 Fxf=0.20
			D2 : 22 Azione : vento su pilastri X-DG:Fxi=0.20 Fxf=0.20
5	Qvk	CDC=Qvk (carico da vento) dir X -	Azioni applicate:
			Nodo: 7 Azione : vento su cop - -CN:Fz=414.00
			Nodo: 14 Azione : vento su cop - -CN:Fz=414.00
			Nodo: 21 Azione : vento su cop - -CN:Fz=414.00
			Nodo: 28 Azione : vento su cop - -CN:Fz=414.00
			D2 : 1 Azione : vento su pilastri X--DG:Fxi=-0.20 Fxf=-0.20
			D2 : 4 Azione : vento su pilastri X--DG:Fxi=-0.20 Fxf=-0.20
			D2 : 7 Azione : vento su pilastri X--DG:Fxi=-0.20 Fxf=-0.20
			D2 : 10 Azione : vento su pilastri X--DG:Fxi=-0.20 Fxf=-0.20
			D2 : 13 Azione : vento su pilastri X--DG:Fxi=-0.20 Fxf=-0.20
			D2 : 16 Azione : vento su pilastri X--DG:Fxi=-0.20 Fxf=-0.20
			D2 : 19 Azione : vento su pilastri X--DG:Fxi=-0.20 Fxf=-0.20
			D2 : 22 Azione : vento su pilastri X--DG:Fxi=-0.20 Fxf=-0.20
6	Qvk	CDC=Qvk (carico da vento) dir Y +	Azioni applicate:
			Nodo:da 6 a 7 Azione : vento su cop + -CN:Fz=-414.00
			Nodo:da 13 a 14 Azione : vento su cop + -CN:Fz=-414.00
			Nodo:da 20 a 21 Azione : vento su cop + -CN:Fz=-414.00
			Nodo:da 27 a 28 Azione : vento su cop + -CN:Fz=-414.00
			D2 :da 1 a 7 Azione : vento su pilastri Y-DG:Fyi=0.20 Fyf=0.20
			D2 : 10 Azione : vento su pilastri Y-DG:Fyi=0.20 Fyf=0.20
			D2 : 13 Azione : vento su pilastri Y-DG:Fyi=0.20 Fyf=0.20
			D2 : 16 Azione : vento su pilastri Y-DG:Fyi=0.20 Fyf=0.20
			D2 : 19 Azione : vento su pilastri Y-DG:Fyi=0.20 Fyf=0.20
			D2 : 22 Azione : vento su pilastri Y-DG:Fyi=0.20 Fyf=0.20
7	Qvk	CDC=Qvk (carico da vento) dir Y -	Azioni applicate:
			Nodo:da 6 a 7 Azione : vento su cop - -CN:Fz=414.00
			Nodo:da 13 a 14 Azione : vento su cop - -CN:Fz=414.00
			Nodo:da 20 a 21 Azione : vento su cop - -CN:Fz=414.00
			Nodo:da 27 a 28 Azione : vento su cop - -CN:Fz=414.00
			D2 : 1 Azione : vento su pilastri Y--DG:Fyi=-0.20 Fyf=-0.20
			D2 : 4 Azione : vento su pilastri Y--DG:Fyi=-0.20 Fyf=-0.20
			D2 : 7 Azione : vento su pilastri Y--DG:Fyi=-0.20 Fyf=-0.20
			D2 : 10 Azione : vento su pilastri Y--DG:Fyi=-0.20 Fyf=-0.20
			D2 : 13 Azione : vento su pilastri Y--DG:Fyi=-0.20 Fyf=-0.20
			D2 : 16 Azione : vento su pilastri Y--DG:Fyi=-0.20 Fyf=-0.20
			D2 :da 19 a 24 Azione : vento su pilastri Y--DG:Fyi=-0.20 Fyf=-0.20

# DEFINIZIONE DELLE COMBINAZIONI

## LEGENDA TABELLA COMBINAZIONI DI CARICO

Il programma combina i diversi tipi di casi di carico (CDC) secondo le regole previste dalla normativa vigente. Le combinazioni previste sono destinate al controllo di sicurezza della struttura ed alla verifica degli spostamenti e delle sollecitazioni.

La prima tabella delle combinazioni riportata di seguito comprende le seguenti informazioni: Numero, Tipo, Sigla identificativa. Una seconda tabella riporta il peso nella combinazione assunto per ogni caso di carico.

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

### Combinazione fondamentale SLU

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

### Combinazione caratteristica (rara) SLE

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

### Combinazione frequente SLE

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

### Combinazione quasi permanente SLE

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

### Combinazione sismica, impiegata per gli stati limite ultimi e di esercizio connessi all'azione sismica E

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

### Combinazione eccezionale, impiegata per gli stati limite connessi alle azioni eccezionali

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

Dove:

NTC 2018 Tabella 2.5.1

Destinazione d'uso/azione	$\psi 0$	$\psi 1$	$\psi 2$
Categoria A residenziali	0,70	0,50	0,30
Categoria B uffici	0,70	0,50	0,30
Categoria C ambienti suscettibili di affollamento	0,70	0,70	0,60
Categoria D ambienti ad uso commerciale	0,70	0,70	0,60
Categoria E biblioteche, archivi, magazzini, ...	1,00	0,90	0,80
Categoria F Rimesse e parcheggi (autoveicoli $\leq 30kN$ )	0,70	0,70	0,60
Categoria G Rimesse e parcheggi (autoveicoli $> 30kN$ )	0,70	0,50	0,30
Categoria H Coperture	0,00	0,00	0,00
Vento	0,60	0,20	0,00
Neve a quota $\leq 1000 m$	0,50	0,20	0,00
Neve a quota $> 1000 m$	0,70	0,50	0,20
Variazioni Termiche	0,60	0,50	0,00

Nelle verifiche possono essere adottati in alternativa due diversi approcci progettuali:

- per l'approccio 1 si considerano due diverse combinazioni di gruppi di coefficienti di sicurezza parziali per le azioni, per i materiali e per la resistenza globale (combinazione 1 con coefficienti A1 e combinazione 2 con coefficienti A2),
- per l'approccio 2 si definisce un'unica combinazione per le azioni, per la resistenza dei materiali e per la resistenza globale (con coefficienti A1).

NTC 2018 Tabella 2.6.1

		Coefficiente	EQU	A1	A2
		$\gamma f$			
Carichi permanenti	Favorevoli	$\gamma G1$	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevoli		1,1	1,3	1,0

<i>Carichi permanenti non strutturali (Non compiutamente definiti)</i>	<i>Favorevoli Sfavorevoli</i>	$\gamma_{G2}$	0,8 1,5	0,8 1,5	0,8 1,3
<i>Carichi variabili</i>	<i>Favorevoli Sfavorevoli</i>	$\gamma_{Qi}$	0,0 1,5	0,0 1,5	0,0 1,3

<b>Cmb</b>	<b>Tipo</b>	<b>Sigla Id</b>	<b>effetto P-delta</b>
1	SLU	Comb. SLU A1 1	
2	SLU	Comb. SLU A1 2	
3	SLU	Comb. SLU A1 3	
4	SLU	Comb. SLU A1 4	
5	SLU	Comb. SLU A1 5	
6	SLU	Comb. SLU A1 6	
7	SLU	Comb. SLU A1 7	
8	SLU	Comb. SLU A1 8	
9	SLU	Comb. SLU A1 9	
10	SLU	Comb. SLU A1 10	
11	SLU	Comb. SLU A1 11	
12	SLU	Comb. SLU A1 12	
13	SLU	Comb. SLU A1 13	
14	SLU	Comb. SLU A1 14	
15	SLU	Comb. SLU A1 15	
16	SLU	Comb. SLU A1 16	
17	SLU	Comb. SLU A1 17	
18	SLU	Comb. SLU A1 18	
19	SLU	Comb. SLU A1 19	
20	SLU	Comb. SLU A1 20	
21	SLU	Comb. SLU A1 21	
22	SLU	Comb. SLU A1 22	
23	SLU	Comb. SLU A1 23	
24	SLU	Comb. SLU A1 24	
25	SLU	Comb. SLU A1 25	
26	SLU	Comb. SLU A1 26	
27	SLU	Comb. SLU A1 27	
28	SLU	Comb. SLU A1 28	
29	SLU	Comb. SLU A1 29	
30	SLU	Comb. SLU A1 30	
31	SLU	Comb. SLU A1 31	
32	SLU	Comb. SLU A1 32	
33	SLU	Comb. SLU A1 33	
34	SLU	Comb. SLU A1 34	
35	SLU	Comb. SLU A1 35	
36	SLU	Comb. SLU A1 36	
37	SLU	Comb. SLU A1 37	
38	SLU	Comb. SLU A1 38	
39	SLU	Comb. SLU A1 39	
40	SLU	Comb. SLU A1 40	
41	SLU	Comb. SLU A1 41	
42	SLU	Comb. SLU A1 42	
43	SLU	Comb. SLU A1 43	
44	SLU	Comb. SLU A1 44	
45	SLU	Comb. SLU A1 45	
46	SLU	Comb. SLU A1 46	
47	SLE(r)	Comb. SLE(rara) 47	
48	SLE(r)	Comb. SLE(rara) 48	
49	SLE(r)	Comb. SLE(rara) 49	
50	SLE(r)	Comb. SLE(rara) 50	
51	SLE(r)	Comb. SLE(rara) 51	
52	SLE(r)	Comb. SLE(rara) 52	
53	SLE(r)	Comb. SLE(rara) 53	
54	SLE(r)	Comb. SLE(rara) 54	
55	SLE(r)	Comb. SLE(rara) 55	
56	SLE(r)	Comb. SLE(rara) 56	
57	SLE(r)	Comb. SLE(rara) 57	
58	SLE(r)	Comb. SLE(rara) 58	
59	SLE(r)	Comb. SLE(rara) 59	
60	SLE(r)	Comb. SLE(rara) 60	
61	SLE(r)	Comb. SLE(rara) 61	
62	SLE(r)	Comb. SLE(rara) 62	
63	SLE(r)	Comb. SLE(rara) 63	
64	SLE(r)	Comb. SLE(rara) 64	
65	SLE(r)	Comb. SLE(rara) 65	
66	SLE(r)	Comb. SLE(rara) 66	
67	SLE(r)	Comb. SLE(rara) 67	
68	SLE(r)	Comb. SLE(rara) 68	

Cmb	Tipo	Sigla Id	effetto P-delta
69	SLE(r)	Comb. SLE(rara) 69	
70	SLE(f)	Comb. SLE(freq.) 70	
71	SLE(f)	Comb. SLE(freq.) 71	
72	SLE(f)	Comb. SLE(freq.) 72	
73	SLE(f)	Comb. SLE(freq.) 73	
74	SLE(f)	Comb. SLE(freq.) 74	
75	SLE(f)	Comb. SLE(freq.) 75	
76	SLE(p)	Comb. SLE(perm.) 76	

Cmb	CDC 1/15...	CDC 2/16...	CDC 3/17...	CDC 4/18...	CDC 5/19...	CDC 6/20...	CDC 7/21...	CDC 8/22...	CDC 9/23...	CDC 10/24...	CDC 11/25...	CDC 12/26...	CDC 13/27...	CDC 14/28...
1	1.30	1.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0							
2	1.30	1.30	1.50	0.0	0.0	0.0	0.0							
3	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0							
4	1.00	1.00	1.50	0.0	0.0	0.0	0.0							
5	1.30	1.30	0.75	0.0	0.0	0.0	0.0							
6	1.00	1.00	0.75	0.0	0.0	0.0	0.0							
7	1.30	1.30	0.0	0.90	0.0	0.0	0.0							
8	1.30	1.30	1.50	0.90	0.0	0.0	0.0							
9	1.00	1.00	0.0	0.90	0.0	0.0	0.0							
10	1.00	1.00	1.50	0.90	0.0	0.0	0.0							
11	1.30	1.30	0.0	1.50	0.0	0.0	0.0							
12	1.30	1.30	0.75	1.50	0.0	0.0	0.0							
13	1.00	1.00	0.0	1.50	0.0	0.0	0.0							
14	1.00	1.00	0.75	1.50	0.0	0.0	0.0							
15	1.30	1.30	0.75	0.90	0.0	0.0	0.0							
16	1.00	1.00	0.75	0.90	0.0	0.0	0.0							
17	1.30	1.30	0.0	0.0	0.90	0.0	0.0							
18	1.30	1.30	1.50	0.0	0.90	0.0	0.0							
19	1.00	1.00	0.0	0.0	0.90	0.0	0.0							
20	1.00	1.00	1.50	0.0	0.90	0.0	0.0							
21	1.30	1.30	0.75	0.0	0.90	0.0	0.0							
22	1.00	1.00	0.75	0.0	0.90	0.0	0.0							
23	1.30	1.30	0.0	0.0	1.50	0.0	0.0							
24	1.30	1.30	0.75	0.0	1.50	0.0	0.0							
25	1.00	1.00	0.0	0.0	1.50	0.0	0.0							
26	1.00	1.00	0.75	0.0	1.50	0.0	0.0							
27	1.30	1.30	0.0	0.0	0.0	0.90	0.0							
28	1.30	1.30	1.50	0.0	0.0	0.90	0.0							
29	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.90	0.0							
30	1.00	1.00	1.50	0.0	0.0	0.90	0.0							
31	1.30	1.30	0.75	0.0	0.0	0.90	0.0							
32	1.00	1.00	0.75	0.0	0.0	0.90	0.0							
33	1.30	1.30	0.0	0.0	0.0	1.50	0.0							
34	1.30	1.30	0.75	0.0	0.0	1.50	0.0							
35	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	1.50	0.0							
36	1.00	1.00	0.75	0.0	0.0	1.50	0.0							
37	1.30	1.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.90							
38	1.30	1.30	1.50	0.0	0.0	0.0	0.90							
39	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.90							
40	1.00	1.00	1.50	0.0	0.0	0.0	0.90							
41	1.30	1.30	0.75	0.0	0.0	0.0	0.90							
42	1.00	1.00	0.75	0.0	0.0	0.0	0.90							
43	1.30	1.30	0.0	0.0	0.0	0.0	1.50							
44	1.30	1.30	0.75	0.0	0.0	0.0	1.50							
45	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	1.50							
46	1.00	1.00	0.75	0.0	0.0	0.0	1.50							
47	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0							
48	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0							
49	1.00	1.00	0.50	0.0	0.0	0.0	0.0							
50	1.00	1.00	0.0	0.60	0.0	0.0	0.0							
51	1.00	1.00	1.00	0.60	0.0	0.0	0.0							
52	1.00	1.00	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0							
53	1.00	1.00	0.50	1.00	0.0	0.0	0.0							
54	1.00	1.00	0.50	0.60	0.0	0.0	0.0							
55	1.00	1.00	0.0	0.0	0.60	0.0	0.0							
56	1.00	1.00	1.00	0.0	0.60	0.0	0.0							
57	1.00	1.00	0.50	0.0	0.60	0.0	0.0							
58	1.00	1.00	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0							
59	1.00	1.00	0.50	0.0	1.00	0.0	0.0							
60	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.60	0.0							
61	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.60	0.0							

Cmb	CDC 1/15...	CDC 2/16...	CDC 3/17...	CDC 4/18...	CDC 5/19...	CDC 6/20...	CDC 7/21...	CDC 8/22...	CDC 9/23...	CDC 10/24...	CDC 11/25...	CDC 12/26...	CDC 13/27...	CDC 14/28...
62	1.00	1.00	0.50	0.0	0.0	0.60	0.0							
63	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0							
64	1.00	1.00	0.50	0.0	0.0	1.00	0.0							
65	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.60							
66	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.60							
67	1.00	1.00	0.50	0.0	0.0	0.0	0.60							
68	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00							
69	1.00	1.00	0.50	0.0	0.0	0.0	1.00							
70	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0							
71	1.00	1.00	0.20	0.0	0.0	0.0	0.0							
72	1.00	1.00	0.0	0.20	0.0	0.0	0.0							
73	1.00	1.00	0.0	0.0	0.20	0.0	0.0							
74	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.20	0.0							
75	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.20							
76	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0							

# VERIFICHE PER ELEMENTI IN ACCIAIO

## LEGENDA TABELLA VERIFICHE PER ELEMENTI IN ACCIAIO

Il programma consente la verifica dei seguenti tipi di elementi:

1. **aste**                                      2. **travi**                                      3. **pilastr**

L'esito delle verifiche è espresso con un codice come di seguito indicato

**Ok:**                      verifica con esito positivo

**NV:**                    verifica con esito negativo

**Nr:**                    verifica non richiesta.

Per comodità gli elementi vengono raggruppati in tabelle in relazione al tipo.

Ai fini delle verifiche (come da D.M. 17 Gennaio 2018 e circolare 21 Gennaio 2019 n.7) i tipi elementi differiscono per i seguenti aspetti:

Verifica	Aste	Travi	Pilastr
4.2.3.1      Classificazione	X	X	X
4.2.4.1.2.1    Trazione	X	X	X
4.2.4.1.2.2    Compressione	X	X	X
4.2.4.1.2.4    Taglio		X	X
4.2.4.1.2.5    Torsione		X	X
Flessione, taglio e forza assiale		X	X
4.2.4.1.3.1    Aste compresse	X	X	X
4.2.4.1.3.2    Instabilità flesso-torsionale		X	X
4.2.4.1.3.3    Membrature inflesse e compresse		X	X

Ai fini delle verifiche per strutture dissipative (come da D.M. 17 Gennaio 2018 e 2018 e circolare 21 Gennaio 2019 n.7) per strutture intelaiate e a controventi concentrici) si considerano le verifiche del capitolo 4 con azioni amplificate e le verifiche del capitolo 7:

Verifica	Travi	Pilastr
4.2.4.1.2.1    Trazione	X	X
4.2.4.1.2.2    Compressione	X	X
4.2.4.1.2.4    Taglio	X	X
4.2.4.1.2.5    Torsione	X	X
Flessione, taglio e forza assiale	X	X
4.2.4.1.3.1    Aste compresse	X	X
4.2.4.1.3.2    Instabilità flesso-torsionale	X	X
4.2.4.1.3.3    Membrature inflesse e compresse	X	X
7.5.3            Sfruttamento per momento	X	
7.5.4            Sfruttamento per sforzo normale	X	
7.5.5            Sfruttamento per taglio da capacità flessionale	X	
7.5.9            Sfruttamento per taglio amplificato		X

Viene inoltre riportata la verifica della "Gerarchia delle resistenze trave-colonna" per ogni colonna, considerando piede e testa in entrambe le direzioni globali X e Y.

L'insieme delle verifiche sopra riportate è condotto sugli elementi purché dotati di sezione idonea come da tabella seguente:

Azione	SEZIONI GENERICHE	PROFILI SEMPLICI	PROFILI ACCOPPIATI
--------	----------------------	---------------------	--------------------

4.2.3.1	Classificazione automatica	L, doppio T, C, rettangolare cava, circolare cava	Tutti	Da profilo semplice
4.2.3.1	Classificazione di default 2	Circolare		
4.2.3.1	Classificazione di default 3	restanti		
4.2.4.1.2.1	Trazione	si	si	si
4.2.4.1.2.2	Compressione	si	si	si
4.2.4.1.2.4	Taglio	si	si	si
4.2.4.1.2.5	Torsione	si	si	si
	Flessione, taglio e forza assiale	si	si	si
4.2.4.1.3.1	Aste compresse	si	si	per elementi ravvicinati e a croce o coppie calastrellate
4.2.4.1.3.2	Travi inflesse	doppio T simmetrica	doppio T	no

Le verifiche sono riportate in tabelle con il significato sotto indicato; le verifiche sono espresse dal rapporto tra l'azione di progetto e la capacità ultima, pertanto la verifica ha esito positivo per rapporti non superiori all'unità.

<b>Asta</b>	<b>Trave</b>	<b>Pilastro</b>	numero dell'elemento		
	<b>Stato</b>		codice di verifica per resistenza, stabilità, svergolamento		
	<b>Note</b>		sezione e materiali adottati per l'elemento		
	<b>V N</b>		(ASTE) verifica come da par. 4.2.4.1.2 per punto (4.2.6) e (4.2.10)		
	<b>V V/T</b>		(TRAVI E PILASTRI) verifica di resistenza come da par. 4.2.4.1.2 per azioni taglio-torsione (4.2.16 e 4.2.28)		
	<b>V N/M</b>		(TRAVI E PILASTRI) verifica di resistenza come da par. 4.2.4.1.2 per azioni composte (4.2.33) con riduzione per taglio (4.2.40) ove richiesto		
<b>N</b>	<b>M3</b>	<b>M2</b>	<b>V2</b>	<b>V3</b>	<b>T</b>
	<b>V stab</b>		(ASTE) verifica come da par. 4.2.4.1.3.1 per punto (4.2.41)		
	<b>V stab</b>		(TRAVI E PILASTRI) verifica come da par. 4.2.4.1.3 per punti (C4.2.32) o (C4.2.36) (membrane inflesse e compresse senza/con presenza di instabilità flesso-torsionale)		
<b>BetaxL</b>	<b>B22xL</b>	<b>B33xL</b>	lunghezze libere di inflessione (se indicato riferiti al piano di normale 22 o 33 rispettivamente)		
	<b>Snellezza</b>		snellezza massima		
	<b>Classe</b>		classe del profilo		
	<b>Chi mn</b>		coefficiente di riduzione (della capacità) per la modalità di instabilità pertinente		
	<b>Rif. cmb</b>		combinazioni in cui si sono rispettivamente attinti i valori di verifica più elevati		
	<b>V flst</b>		(TRAVI E PILASTRI) verifica di stabilità come da par. 4.2.4.1.3.2 per punto (4.2.48)		
	<b>B1-1 x L</b>		Beta1-1 x L: interasse tra i ritegni torsionali		
	<b>Chi LT</b>		coefficiente di riduzione (della capacità) per la modalità di instabilità flesso-torsionale		
	<b>Snell adim</b>		Valore della snellezza adimensionale, utilizzato per il controllo previsto al par. 7.5.5		
	<b>v.Omeg</b>		Valore del rapporto capacità/domanda per l'azione di interesse (momento per travi e azione assiale per aste) utilizzato per l'amplificazione delle azioni		
	<b>f.Om. N</b>		Fattore di amplificazione delle azioni assiali per travi e colonne (prodotto di 1.1 x Omega x gamma rd materiale); utilizzato come specificato al par. 7.5.5		
	<b>f.Om. T</b>		Fattore di amplificazione delle azioni (assiali, flettenti e taglianti) per colonne (prodotto di 1.1 x Omega x gamma rd materiale); utilizzato come specificato al par. 7.5.4		
	<b>V.7.5.4 M Ed</b>		Verifica come prevista al punto 7.5.4 e valore dell'azione flettente		
	<b>V.7.5.5 N Ed</b>		Verifica come prevista al punto 7.5.5 e valore dell'azione assiale		
	<b>V.7.5.6 V Ed, G V Ed, M</b>		Verifica come prevista al punto 7.5.6 e valore dei tagli dovuti ai carichi e alla capacità		
	<b>V.7.5.10</b>	<b>V Ed</b>	Verifica come prevista al punto 7.5.10 e valore dell'azione di taglio		
	<b>sovr. Xi (Xf, Yi, Yf)</b>		Valore della sovraresistenza come prevista al par. 7.5.4.2 (i valori non sono normalizzati pertanto saranno maggiori uguali a gamma rd in base alla classe di duttilità)		

**Nel caso in cui  $\lambda S$  sia minore di 0.2, oppure nel caso in cui la sollecitazione di calcolo NEd sia inferiore a 0.04 Ncr, gli effetti legati ai fenomeni di instabilità sono trascurati, come da paragrafo 4.2.4.1.3.1**

Trave	Stato	Note	V V/T	V N/M	V stab	Cl.LamS 22	LamS 33	Snell.	Chi mn	V flstLamS LT	Chi LT	Rif. cmb
2	ok s=3,m=12		0.04	0.15		4				0.14 6.17e-02	1.00	34,12,0,12
3	ok s=3,m=12		0.01	0.17		4				0.15 5.14e-02	1.00	12,28,0,34
5	ok s=3,m=12		0.01	0.17		4				0.15 5.14e-02	1.00	38,28,0,34
6	ok s=3,m=12		0.04	0.15		4				0.14 6.17e-02	1.00	34,34,0,34
8	ok s=3,m=12		0.08	0.27		4				0.25 6.17e-02	1.00	28,28,0,28
9	ok s=3,m=12		0.02	0.37		4				0.31 5.15e-02	1.00	8,28,0,28
11	ok s=3,m=12		0.02	0.37		4				0.31 5.15e-02	1.00	38,28,0,28
12	ok s=3,m=12		0.08	0.27		4				0.25 6.17e-02	1.00	28,28,0,28
14	ok s=3,m=12		0.09	0.31		4				0.29 6.17e-02	1.00	28,28,0,28
15	ok s=3,m=12		0.03	0.40		4				0.37 5.15e-02	1.00	8,28,0,28
17	ok s=3,m=12		0.02	0.40		4				0.37 5.15e-02	1.00	38,28,0,28
18	ok s=3,m=12		0.09	0.31		4				0.29 6.17e-02	1.00	28,28,0,28
20	ok s=3,m=12		0.06	0.17		4				0.16 6.17e-02	1.00	28,34,0,34
21	ok s=3,m=12		0.02	0.26		4				0.19 5.15e-02	1.00	28,28,0,28
23	ok s=3,m=12		0.02	0.26		4				0.19 5.15e-02	1.00	28,28,0,28
24	ok s=3,m=12		0.06	0.17		4				0.16 6.17e-02	1.00	28,34,0,34
25	ok s=2,m=12		0.02	0.18		4				0.16 0.2	1.00	28,28,0,28
26	ok s=2,m=12		0.04	0.22		4				0.20 0.2	1.00	28,28,0,28
27	ok s=2,m=12		0.03	0.18		4				0.18 0.2	1.00	28,28,0,28
28	ok s=2,m=12		0.04	0.22		4				0.20 0.2	1.00	28,28,0,28
29	ok s=2,m=12		0.02	0.18		4				0.16 0.2	1.00	28,28,0,28
30	ok s=2,m=12		0.03	0.22		4				0.22 0.2	0.97	28,28,0,28
31	ok s=2,m=12		0.06	0.40		4				0.40 0.2	0.97	28,28,0,28
32	ok s=2,m=12		0.06	0.41	0.45	4	1.6	2.2	193.7	0.18	0.97	28,28,28,28
33	ok s=2,m=12		0.06	0.40		4				0.40 0.2	0.97	28,28,0,28
34	ok s=2,m=12		0.03	0.22		4				0.22 0.2	0.97	28,28,0,28
35	ok s=2,m=12		0.03	0.23		4				0.22 0.2	0.99	38,38,0,38
36	ok s=2,m=12		0.05	0.36		4				0.35 0.2	0.99	38,38,0,38
37	ok s=2,m=12		0.05	0.35	0.37	4	1.3	2.2	193.7	0.18	0.99	38,38,38,38
38	ok s=2,m=12		0.05	0.36		4				0.35 0.2	0.99	38,38,0,38
39	ok s=2,m=12		0.03	0.23		4				0.22 0.2	0.99	38,38,0,38

Trave	V V/T	V N/M	V stab	LamS 22	LamS 33	Snell.	Chi mn	V flstLamS LT	Chi LT
	0.09	0.41	0.45	1.57	2.23	193.69	0.18	0.40	0.24
									0.97

Trave	v.Omeg	f.Om. N	Stato	V N/M	V stab	Rif. cmb	V[7.5.4]	M Ed daN cm	V[7.5.5]	N Ed daN	V[7.5.6]	V Ed,G daN	V Ed,M daN
2							0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3							0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
5							0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
6							0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
8							0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
9							0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
11							0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
12							0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
14							0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
15							0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
17							0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
18							0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
20							0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
21							0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
23							0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
24							0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
25							0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
26							0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
27							0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
28							0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
29							0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
30							0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
31							0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
32							0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
33							0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
34							0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
35							0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
36							0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
37							0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
38							0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
39							0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0



