

## **Informativa sull'affidabilità dei codici – Solai Next**

D.M. 17.01.2018 – “Norme tecniche per le costruzioni” – paragrafo 10.2

Il processo di progettazione e sviluppo del software **Solai Next**, per ciò che riguarda le procedure di calcolo e l'elaborazione degli elaborati in output forniti, è sottoposto al controllo del Sistema di Gestione della Qualità Aziendale della **Stacec s.r.l.**, con sede in Bovalino (RC), S.S. 106 km 87, n. 59, conforme alla norma ISO 9001:2000 e certificato da **Certiquality** con n. 8679.

Al fine della comprensione del metodo e dei parametri utilizzati si allegano alcuni cenni teorici adeguatamente commentati.

Si dichiara, inoltre, che al progettista sono stati forniti gli esempi di calcolo sotto elencati utilizzati per verificare la validità delle procedure di calcolo ed effettuare le necessarie verifiche di controllo, i cui dati in ingresso, in essi riportati, potranno essere utilizzati per eventuali confronti con test specialistici e altri strumenti di calcolo.

- Test01\_SolaioVincolo\_ Appoggio;
- Test02\_SolaioVincolo\_ Incastro;

Il software è dotato di strumenti di autodiagnostica che controllano ed evidenziano, durante le procedure di inserimento dei dati e di elaborazione, eventuali valori non congrui, il cui utilizzo comprometterebbe una corretta elaborazione degli stessi.

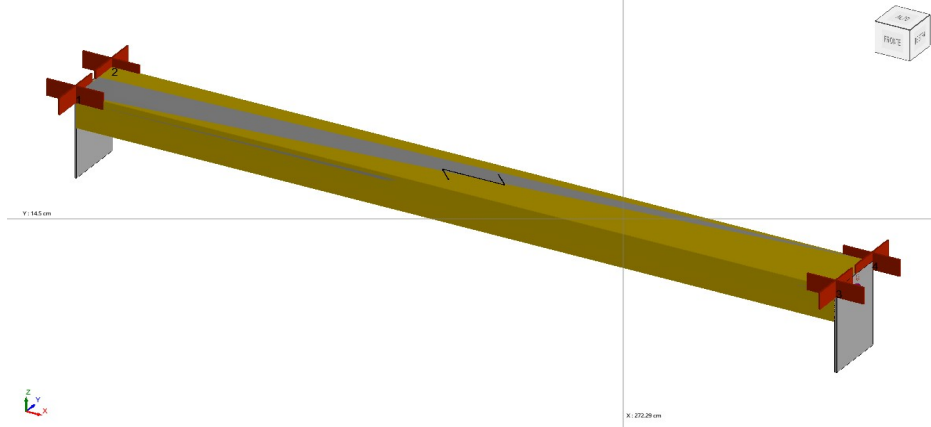
Bovalino, 13 marzo 2024.

## Premessa:

Il software **Solai Next** esegue il progetto, il calcolo e le verifiche di solai di numerose tipologie utilizzate nella pratica corrente (latero cemento, lamiera grecata, predalle, solai a secco, travi in legno e tavolato, putrelle e tavelloni). Verranno adesso riportate le formulazioni e le elaborazioni dei test effettuati confrontandole con i risultati ottenuti con il software relativamente a ad un solaio in latero cemento ad una campata con differenti tipologie di vincolo sia appoggio che incastro .

Dopo aver eseguito un'analisi dei carichi si determinerà la sollecitazione flettente di calcolo teorica e si confronterà con quella calcolata con l'ausilio del programma **Solai Next**.

- **Schema archivio Test01\_SolaioVincolo\_ Appoggio:**



La sequenza delle operazioni eseguite per il test sarà la seguente:

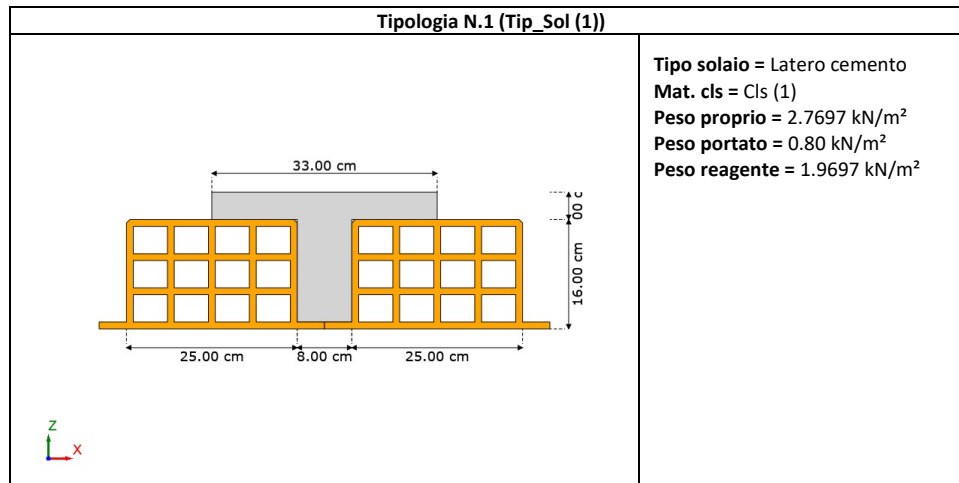
- ✓ Input solaio Test01 Solai Next
- ✓ Analisi dei Carichi e Valutazione carichi agenti sul singolo travetto (daN/m<sup>2</sup>)
- ✓ Valutazione della Massima Sollecitazione Flettente
- ✓ Confronto tra valori di calcolo e valori teorici

## Test01\_SolaioVincolo\_ Appoggio

Per il calcolo dei carichi e la valutazione dell'azione flettente massima si farà riferimento ai seguenti dati d'ingresso ed alle precedenti formulazioni teoriche:

## Input solaio Test01\_Solai Next

### Tipologia Solaio



Tipologia : Nome della tipologia di carico;  
 Azione : Azione di carico utilizzata per assegnare il carico (vedi "Azione" in "Azioni di carico elementari");  
 Q : Valore del carico di superficie applicato al solaio;

Tipologia	Sovraccarico permanente		Incidenza tramezzi		Carico d'esercizio	
	Azione	Q [kN/m <sup>2</sup> ]	Azione	Q [kN/m <sup>2</sup> ]	Azione	Q [kN/m <sup>2</sup> ]
<b>Carico predefinito solaio</b>	2	2.00	G2	0.00	Q ese	3.00

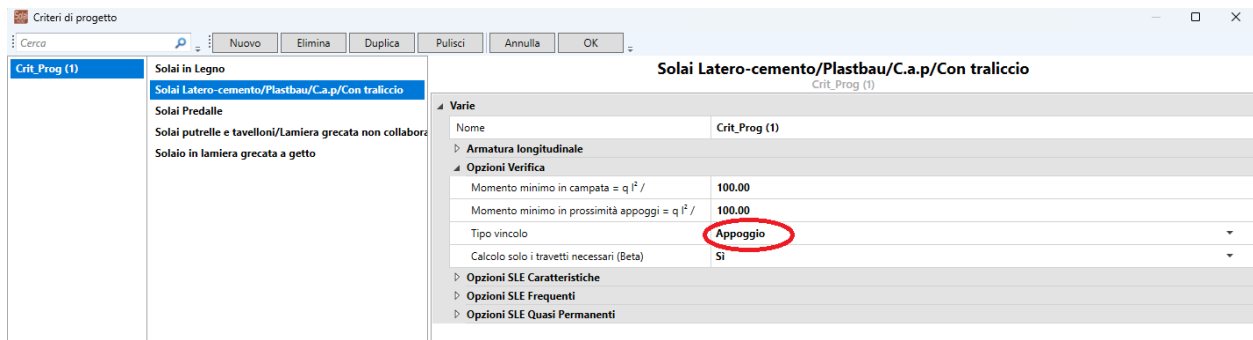
### Carichi Globali distribuiti sulle Aste/travetti

I carichi riportati sono stati calcolati considerando anche tutti i carichi applicati sugli elementi e derivanti da solai, balconi, pannelli, tamponature.

Asta : Numero dell'asta (vedi "Asta C." in "Caratteristiche delle Aste");  
 Imp. : Impalcato al quale appartiene l'asta;  
 Nodi : Nodi ai quali appartiene l'asta (vedi "Nodo C." in "Caratteristiche dei Nodi");  
 Azione : Azione di carico (vedi "Azione" in "Azioni di carico elementari");  
 DGlob : Direzione dei carichi secondo il sistema di riferimento globale dell'asta;  
 in : Valore del carico distribuito relativo al nodo iniziale come da paragrafo "Caratteristiche delle Aste";  
 fin : Valore del carico distribuito relativo al nodo finale come da paragrafo "Caratteristiche delle Aste";

Asta	Imp.	Nodi	Azione	DGlob X [kN/m]		DGlob Y [kN/m]		DGlob Z [kN/m]		DGlob RX [kNm/m]		DGlob RY [kNm/m]		DGlob RZ [kNm/m]	
				in.	fin.	in.	fin.	in.	fin.	in.	fin.	in.	fin.	in.	fin.
1	-	1 - 2	1	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.914	-0.914	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1	-	1 - 2	2	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.66	-0.66	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1	-	1 - 2	3	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.99	-0.99	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

## Tipo di Vincolo modello di calcolo



## Analisi solaio Test01:

### DATI

L : Luce netta  
 Hp : Altezza pignatte  
 Bp : Larghezza pignatte  
 Bt : Larghezza travetto  
 Hs : Solettina collaborante

L [cm]	Hp [cm]	Bp [cm]	Bt [cm]	Hs [cm]
400	16	25	8	4

## Analisi dei Carichi e Valutazione carichi agenti sul singolo travetto (daN/m²)

Peso trav. e pignatte G1[daN/m²]	Peso solett. coll. G1 [daN/m²]	Sovracc. perm. G2 [daN/m²]	Car. Acc[daN/m²]
177	100	200	300

## Analisi dei Carichi

Peso Proprio Solaio (G1)=

$$\begin{aligned}
 &= H_p \cdot L_t \cdot 1 / (L_{ap} + L_t) \cdot 2500 \text{ daN/m}^2 + H_t \cdot 1 \cdot 1 \cdot 2500 \text{ daN/m}^2 + \text{Peso Pignatte/m}^2 = \\
 &= 0.16 \cdot 0.08 \cdot 1 / (0.25 + 0.8) \cdot 2500 + 0.04 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 2500 = 96.96 + 100 + 80 \text{ daN/m}^2 = \\
 &= 276.96 \text{ daN/m}^2 = 277 \text{ daN/m}^2;
 \end{aligned}$$

### Carichi agenti (daN/m<sup>2</sup>)

**Car. Perm.G1** = 277 daN/m<sup>2</sup>;

**Car. Perm.G2**= Incidenza Tramezzi + Sovraccarico Permanente

$$= 100 \text{ daN/m}^2 + 100 \text{ daN/m}^2 = 200 \text{ daN/m}^2;$$

**Car. Acc.** = 300 daN/m<sup>2</sup>;

### Carichi agenti sul singolo travetto (daN/m<sup>2</sup>)

**Interasse Travetti**=Lap+Lt=(0.25+0.08)=0.33 m

**Car. Perm.G1** = 277 Kg/m<sup>2</sup> \*0.33=91.41 daN/m<sup>2</sup>;

**Car. Perm.G2**= 200 Kg/m<sup>2</sup>\*0.33=66.00 daN/m<sup>2</sup>;

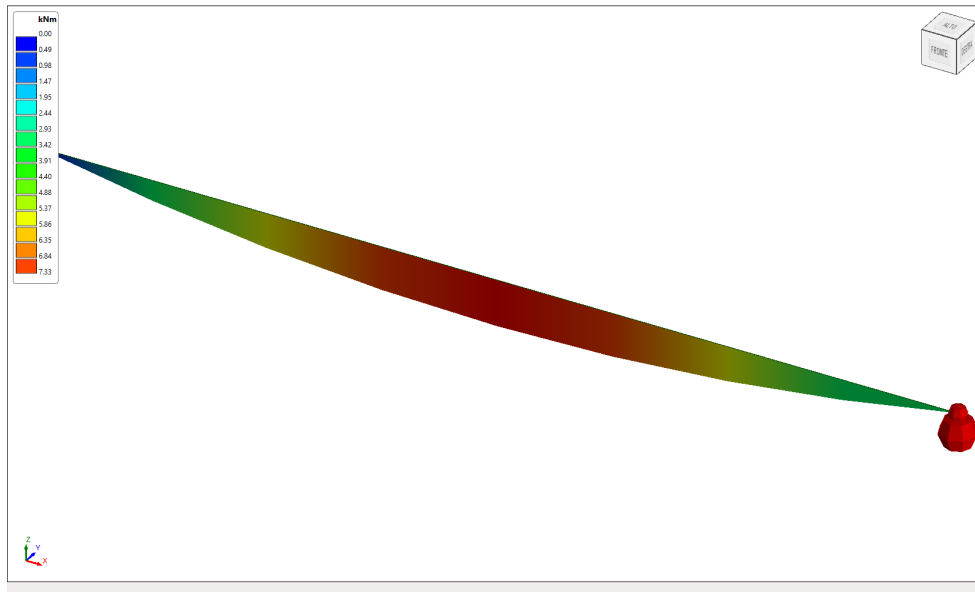
**Car. Acc.** = 300 Kg/m<sup>2</sup>\*0.33=99.00 daN/m<sup>2</sup>;

### **Valutazione della massima Sollecitazione Flettente**

#### Risultati di calcolo da software

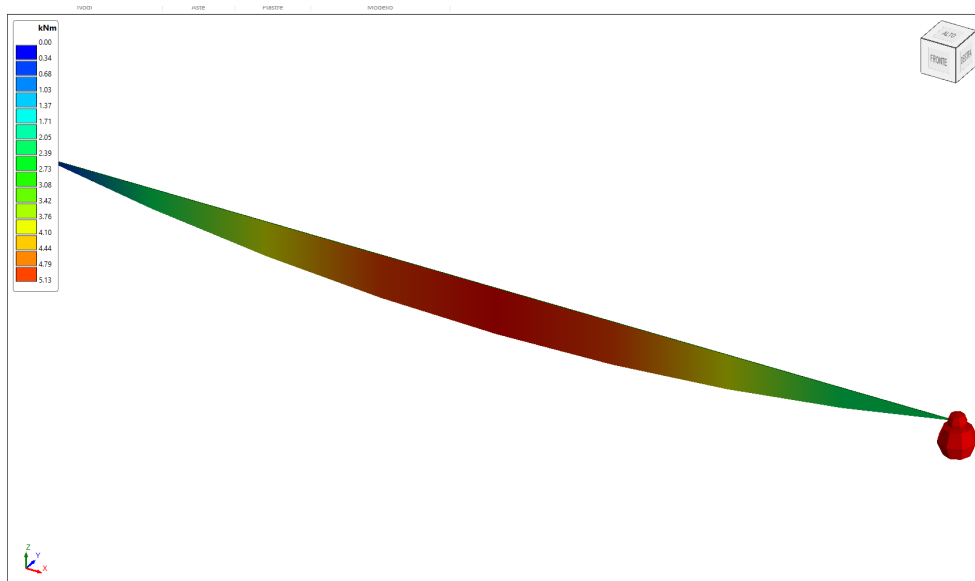
Momento Flettente Max SLU (luce/2)  $\cong$  **7.3264 kNm  $\cong$  732.64 daNm**

Informazioni Asta Calcolo 1 (1,2) (Bernoulli)						
Dati generali Sezione Fessurazione Deformata Diagrammi Estremali						
Ascissa [cm]	Sforzo Normale [kN]	Taglio T2 (1-2) [kN]	Taglio T3 (1-3) [kN]	Momento torcente [kNm]	Momento flettente (1-3) [kNm]	Momento flettente (1-2) [kNm]
0.00	0.00	0.00	7.3264	0.00	0.00	0.00
50.00	0.00	0.00	5.4948	0.00	3.2053	0.00
100.00	0.00	0.00	3.6632	0.00	5.4948	0.00
150.00	0.00	0.00	1.8316	0.00	6.8685	0.00
200.00	0.00	0.00	0.00	0.00	7.3264	0.00
250.00	0.00	0.00	-1.60885	0.00	6.8685	0.00
300.00	0.00	0.00	-3.2177	0.00	5.4948	0.00
350.00	0.00	0.00	-4.82655	0.00	3.2053	0.00
400.00	0.00	0.00	-6.4354	0.00	0.00	0.00



Momento Flettente Max SLE Combinazione Caratt.a (luce/2)  $\cong$  **5.128 kNm  $\cong$  512.8 daNm**

Informazioni Asta Calcolo 1 (1,2) (Bernoulli)						
Dati generali	Sezione	Fessurazione	Carichi	Deformata	Diagrammi	Estremali
Ascissa [cm]	Sforzo Normale [kN]	Taglio T2 (1-2) [kN]	Taglio T3 (1-3) [kN]	Momento torcente [kNm]	Momento flettente (1-3) [kNm]	Momento flettente (1-2) [kNm]
0.00	0.00	0.00	5.128	0.00	0.00	0.00
50.00	0.00	0.00	3.846	0.00	2.2435	0.00
100.00	0.00	0.00	2.564	0.00	3.846	0.00
150.00	0.00	0.00	1.282	0.00	4.8075	0.00
200.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.128	0.00
250.00	0.00	0.00	-1.282	0.00	4.8075	0.00
300.00	0.00	0.00	-2.564	0.00	3.846	0.00
350.00	0.00	0.00	-3.846	0.00	2.2435	0.00
400.00	0.00	0.00	-5.128	0.00	0.00	0.00



### Involuppo SLU

Coeff Ampl Car. Perm.G1 = 1.3;

Coeff Ampl Car. Perm.G2= 1.5;

Coeff Ampl Car. Acc. = 1.5

$$\text{Momento Flettente Max} = \frac{\text{Carico} \times \text{Luce}^2}{8} = 1/8 \times 4^2 \times (1.3 \times 91.41 + 1.5 \times 66 + 1.5 \times 99)$$

$$= 16/8 \times (118.83 + 99 + 148.5) = \mathbf{732.66 \text{ daNm}}$$

### Involuppo SLE (Comb. Caratteristica)

Coeff Ampl Car. Perm.G1 = 1.0; Coeff

Ampl Car. Perm.G2= 1.0; Coeff Ampl

Car. Acc. = 1.0

$$\text{Momento Flettente Max} = \frac{\text{Carico} \times \text{Luce}^2}{8}$$

$$= 1/8 \times 4^2 \times (91.41 + 66 + 99) = \mathbf{512.82 \text{ daNm}}$$

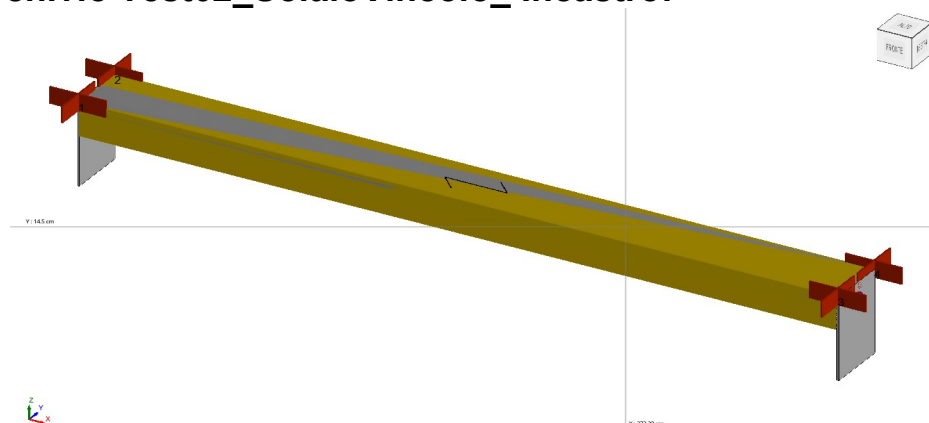
### Confronto tra valori di calcolo e valori teorici

#### **SLU**

$$\text{Differenza \%} = |(732.66 - 732.64)| / 732.66 = \mathbf{0.0027 \% \text{SLE}}$$

$$\text{Differenza \%} = |(512.82 - 512.80)| / 512.80 = \mathbf{0.0039 \%}$$

- **Schema archivio Test02\_SolaioVincolo\_ Incastro:**



La sequenza delle operazioni eseguite per il test sarà la seguente:

- ✓ Input solaio Test02 Solai Next
- ✓ Analisi dei Carichi e Valutazione carichi agenti sul singolo travetto (daN/m<sup>2</sup>)
- ✓ Valutazione della Massima Sollecitazione Flettente
- ✓ Confronto tra valori di calcolo e valori teorici

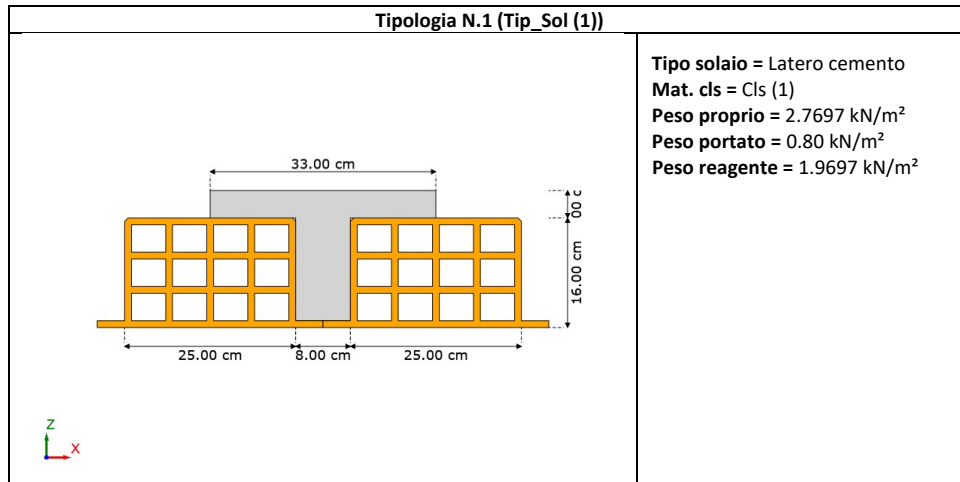
## **Test02\_SolaioVincolo\_ Incastro**

Per il calcolo dei carichi e la valutazione dell'azione flettente massima si farà riferimento ai seguenti dati d'ingresso ed alle precedenti formulazioni teoriche:

### **Input solaio Test02\_Solai Next**



## Tipologia Solaio



Tipologia : Nome della tipologia di carico;  
 Azione : Azione di carico utilizzata per assegnare il carico (vedi "Azione" in "Azioni di carico elementari");  
 Q : Valore del carico di superficie applicato al solaio;

Tipologia	Sovraccarico permanente		Incidenza tramezzi		Carico d'esercizio	
	Azione	Q [kN/m <sup>2</sup> ]	Azione	Q [kN/m <sup>2</sup> ]	Azione	Q [kN/m <sup>2</sup> ]
<b>Carico predefinito solaio</b>	2	2.00	G2	0.00	Q ese	3.00

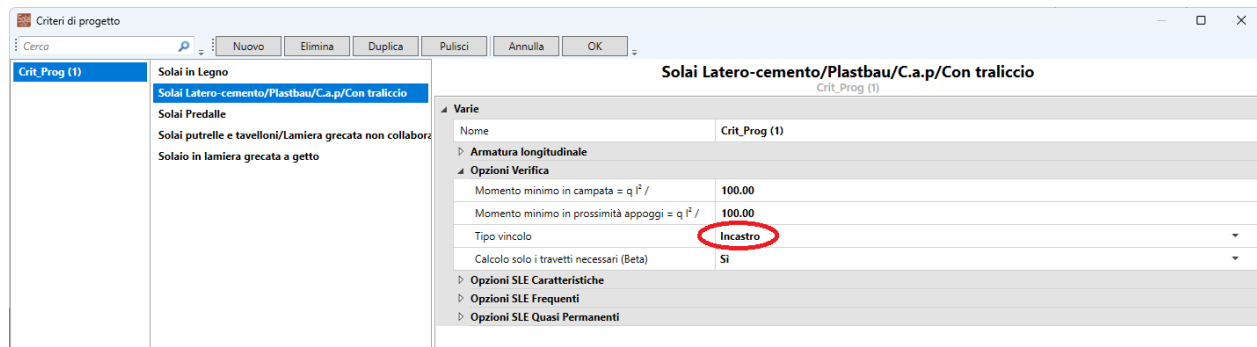
## Carichi Globali distribuiti sulle Aste/travetti

I carichi riportati sono stati calcolati considerando anche tutti i carichi applicati sugli elementi e derivanti da solai, balconi, pannelli, tamponature.

Asta : Numero dell'asta (vedi "Asta C." in "Caratteristiche delle Aste");  
 Imp. : Impalcato al quale appartiene l'asta;  
 Nodi : Nodi ai quali appartiene l'asta (vedi "Nodo C." in "Caratteristiche dei Nodi");  
 Azione : Azione di carico (vedi "Azione" in "Azioni di carico elementari");  
 DGlob : Direzione dei carichi secondo il sistema di riferimento globale dell'asta;  
 in : Valore del carico distribuito relativo al nodo iniziale come da paragrafo "Caratteristiche delle Aste";  
 fin : Valore del carico distribuito relativo al nodo finale come da paragrafo "Caratteristiche delle Aste";

Asta	Imp.	Nodi	Azione	DGlob X [kN/m]		DGlob Y [kN/m]		DGlob Z [kN/m]		DGlob RX [kNm/m]		DGlob RY [kNm/m]		DGlob RZ [kNm/m]	
				in.	fin.	in.	fin.	in.	fin.	in.	fin.	in.	fin.	in.	fin.
1	-	1 - 2	1	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.914	-0.914	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1	-	1 - 2	2	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.66	-0.66	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1	-	1 - 2	3	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.99	-0.99	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

## Tipo di Vincolo modello di calcolo



## Analisi solaio Test01:

### DATI

L : Luce netta  
 Hp : Altezza pignatte  
 Bp : Larghezza pignatte  
 Bt : Larghezza travetto  
 Hs : Solettina collaborante

L [cm]	Hp [cm]	Bp [cm]	Bt [cm]	Hs [cm]
400	16	25	8	4

## Analisi dei Carichi e Valutazione carichi agenti sul singolo travetto (daN/m²)

Peso trav. e pignatte G1[daN/m²]	Peso solett. coll. G1 [daN/m²]	Sovracc. perm. G2 [daN/m²]	Car. Acc[daN/m²]
177	100	200	300

## Analisi dei Carichi

Peso Proprio Solaio (G1)=

$$\begin{aligned}
 &= H_p \cdot L_t \cdot 1 / (L_{ap} + L_t) \cdot 2500 \text{ daN/m}^2 + H_t \cdot 1 \cdot 1 \cdot 2500 \text{ daN/m}^2 + \text{Peso Pignatte/m}^2 = \\
 &= 0.16 \cdot 0.08 \cdot 1 / (0.25 + 0.8) \cdot 2500 + 0.04 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 2500 = 96.96 + 100 + 80 \text{ daN/m}^2 = \\
 &= 276.96 \text{ daN/m}^2 = 277 \text{ daN/m}^2;
 \end{aligned}$$

### Carichi agenti (daN/m<sup>2</sup>)

**Car. Perm.G1** = 277 daN/m<sup>2</sup>;

**Car. Perm.G2**= Incidenza Tramezzi + Sovraccarico Permanente

$$= 100 \text{ daN/m}^2 + 100 \text{ daN/m}^2 = 200 \text{ daN/m}^2;$$

**Car. Acc.** = 300 daN/m<sup>2</sup>;

### Carichi agenti sul singolo travetto (daN/m<sup>2</sup>)

**Interasse Travetti**=Lap+Lt=(0.25+0.08)=0.33 m **Car.**

**Perm.G1** = 277 Kg/m<sup>2</sup> \*0.33=91.41 daN/m<sup>2</sup>; **Car.**

**Perm.G2**= 200 Kg/m<sup>2</sup>\*0.33=66.00 daN/m<sup>2</sup>; **Car. Acc.**

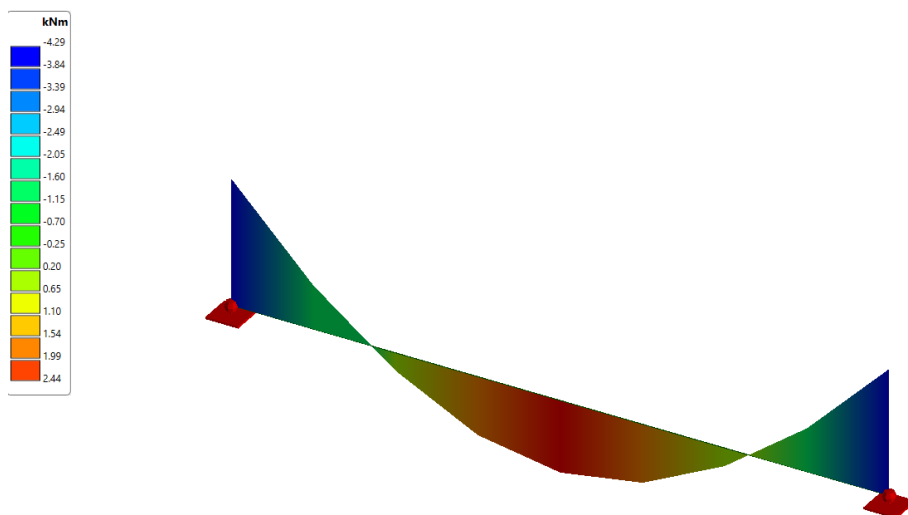
$$= 300 \text{ Kg/m}^2 * 0.33 = 99.00 \text{ daN/m}^2;$$

### **Valutazione della massima Sollecitazione Flettente**

#### Risultati di calcolo da software

Momento Flettente Max SLU (luce/2)  $\cong$  **2.4421 kNm  $\cong$  244.21 daNm**

Informazioni Asta Calcolo 1 (1,2) (Bernoulli)						
Dati generali	Sezione	Fessurazione	Deformata	Diagrammi	Estremali	
Ascissa [cm]	Sforzo Normale [kN]	Taglio T2 (1-2) [kN]	Taglio T3 (1-3) [kN]	Momento torcente [kNm]	Momento flettente (1-3) [kNm]	Momento flettente (1-2) [kNm]
0.00	0.00	0.00	7.3264	0.00	-4.29027	0.00
50.00	0.00	0.00	5.4948	0.00	-1.47478	0.00
100.00	0.00	0.00	3.6632	0.00	0.61053	0.00
150.00	0.00	0.00	1.8316	0.00	1.98423	0.00
200.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.44213	0.00
250.00	0.00	0.00	-1.60885	0.00	1.98423	0.00
300.00	0.00	0.00	-3.2177	0.00	0.61053	0.00
350.00	0.00	0.00	-4.82655	0.00	-1.47478	0.00
400.00	0.00	0.00	-6.4354	0.00	-4.29027	0.00



Momento Flettente Max SLE Combinazione Caratt.a (luce/2)  $\cong$  **1.7093 kNm  $\cong$  170.93 daNm**

Informazioni Asta Calcolo 1 (1,2) (Bernoulli)

Dati generali

Sezione

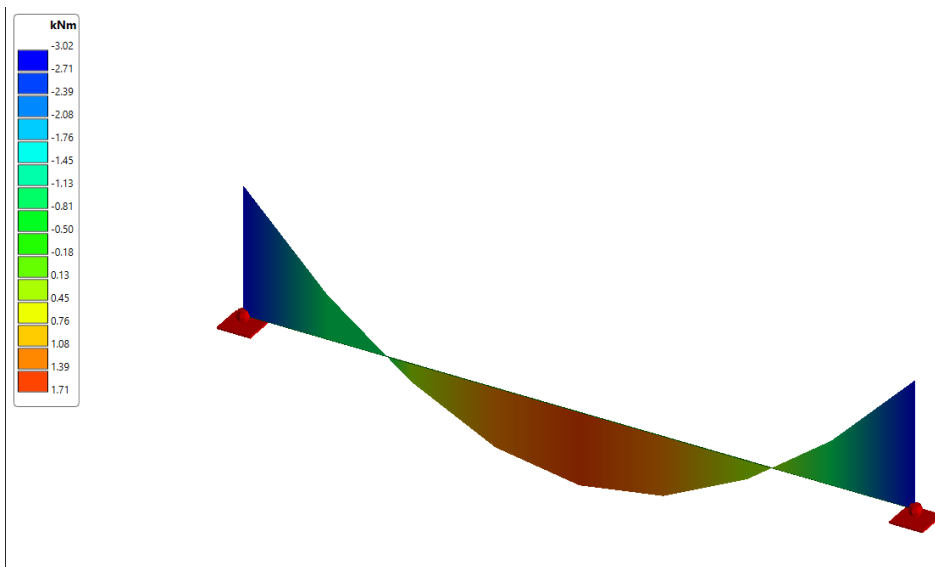
Fessurazione

Deformata

Diagrammi

Estremali

Ascissa [cm]	Sforzo Normale [kN]	Taglio T2 (1-2) [kN]	Taglio T3 (1-3) [kN]	Momento torcente [kNm]	Momento flettente (1-3) [kNm]	Momento flettente (1-2) [kNm]
0.00	0.00	0.00	5.128	0.00	-3.02267	0.00
50.00	0.00	0.00	3.846	0.00	-1.03904	0.00
100.00	0.00	0.00	2.564	0.00	0.42733	0.00
150.00	0.00	0.00	1.282	0.00	1.38883	0.00
200.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.70933	0.00
250.00	0.00	0.00	-1.1335	0.00	1.38883	0.00
300.00	0.00	0.00	-2.267	0.00	0.42733	0.00
350.00	0.00	0.00	-3.4005	0.00	-1.03904	0.00
400.00	0.00	0.00	-4.534	0.00	-3.02267	0.00



### Inviluppo SLU

Coeff Ampl Car. Perm.G1 = 1.3; Coeff

Ampl Car. Perm.G2= 1.5; Coeff Ampl

Car. Acc. = 1.5

$$\text{Momento Flettente Max} = \frac{\text{Carico} \times \text{Luce}^2}{24} = 1/24 \times 4^2 \times (1.3 \times 91.41 + 1.5 \times 66 + 1.5 \times 99)$$

$$= 16/24 \times (118.83 + 99 + 148.5) = \mathbf{244.22 \text{ daNm}}$$

### Inviluppo SLE (Comb. Caratteristica)

Coeff Ampl Car. Perm.G1 = 1.0;

Coeff Ampl Car. Perm.G2= 1.0;

Coeff Ampl Car. Acc. = 1.0

$$\text{Momento Flettente Max} = \frac{\text{Carico} \times \text{Luce}^2}{24}$$

$$= 1/24 \times 4^2 \times (91.41 + 66 + 99) = \mathbf{170.94 \text{ daNm}}$$

### **Confronto tra valori di calcolo e valori teorici**

#### **SLU**

$$\text{Differenza \%} = |(244.21 - 244.22)| / 244.21 = \mathbf{0.004 \%}$$

#### **SLE**

$$\text{Differenza \%} = |(170.93 - 170.94)| / 170.93 = \mathbf{0.005 \%}$$