

Informativa sull'affidabilità dei codici – SoVar

D.M. 14.01.2008 – “Norme tecniche per le costruzioni” – paragrafo 10.2

Il processo di progettazione e sviluppo del software **SoVar**, 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 sottoelencati 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 testi specialistici e altri strumenti di calcolo.

- Test01_SolaioSV_Vincolo_Incastro;
- Test02_SolaioSV_Vincolo_Appoggio;

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, 11 maggio 2010.

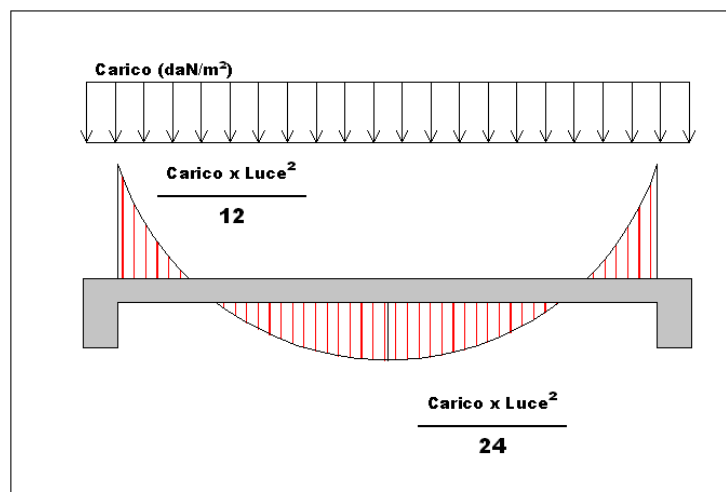
Premessa:

Il software **SoVar** esegue il progetto, il calcolo e le verifiche di solai in Predalles, Lamiera Collaborante con CA, di Solai in Putrelle e Tavellone, in Legno e Tavolato o in profilati in acciaio (Lamiera Grecata o profili a Secco).

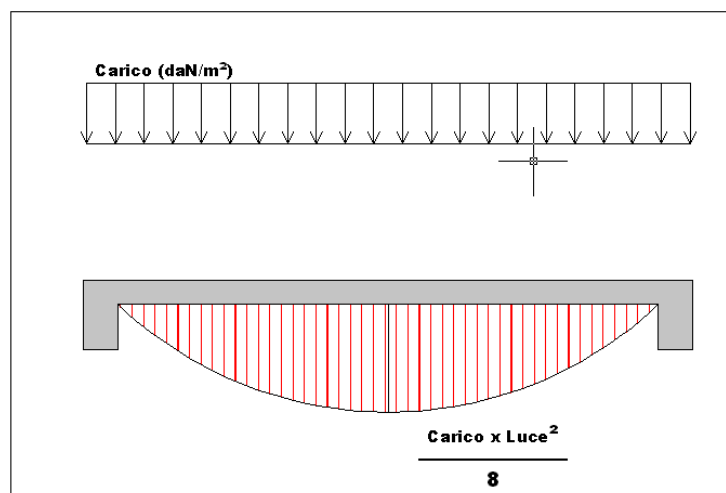
Verranno adesso riportate le formulazioni e le elaborazioni dei test effettuati confrontandole con i risultati eseguiti dal programma.

Dopo aver eseguito un'analisi dei carichi si determina la sollecitazione flettente di calcolo teorica e si confronta con quella calcolata con l'ausilio del programma. La stessa operazione si ripete per i due archivi di test allegati, relativamente ai due schemi limite di trave appoggiata ed incastrata agli estremi.

Schema archivio test 1- Vincolo incastro:



Schema archivio test 2- Vincolo Appoggio:



Input solaio Test01/02

Analisi dei Carichi

Dati per l'analisi

Valutazione carichi agenti sul singolo travetto

Valutazione della Massima Sollecitazione Flettente

Confronto tra valori di calcolo e valori teorici

Test01_SolaioSV_Vincolo_Incastro

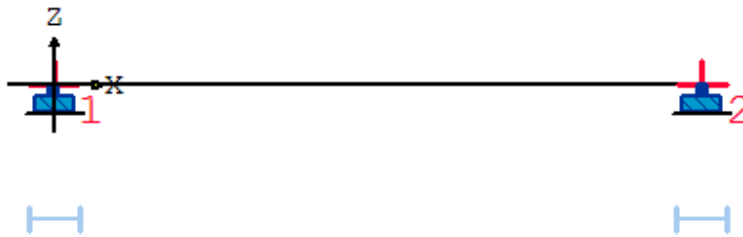
Per il calcolo dei carichi e la valutazione dell'azione flettente massima si farà riferimento ai seguenti dati d'ingresso.

1. INPUT SOLAIO TEST 01.

1.1 Geometri struttura.

L'analisi numerica della struttura è stata condotta attraverso l'utilizzo del metodo degli elementi finiti ipotizzando un comportamento elastico-lineare.

Le aste sono tutte schematizzate mediante elementi tipo "beam".



1.1.1 Caratteristiche nodi.

I dati seguenti riportano tutte le caratteristiche relative ai nodi che definiscono la struttura:

Nodo : numerazione del nodo;

Ascissa, Quota : coordinate del nodo secondo il sistema di riferimento globale cartesiano [mm];

Vincolo esterno : descrizione del vincolo esterno.

Nodo	Ascissa	Quota	Vincolo esterno
1	0	0	incastro
2	3800	0	Incastro

1.1.2 Caratteristiche aste.

La tabella seguente riporta tutte le caratteristiche relative alle aste della struttura:

Asta : numerazione;

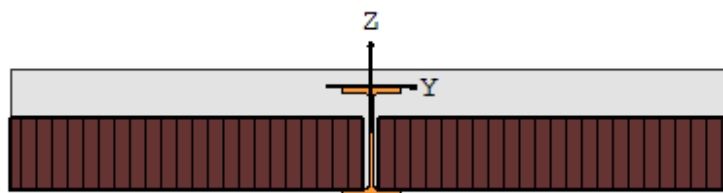
Nodo Ini. : nodo iniziale;

Nodo Fin. : nodo finale;

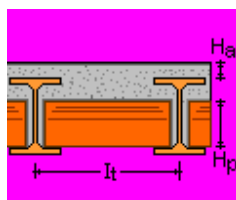
lunghezza : lunghezza teorica (nodo-nodo) [mm].

Asta	nodo ini.	nodo fin.	lunghezza
1	0	1	3800

1.2 Caratteristiche della sezione trasversale.



La sezione trasversale è larga 80cm; essa è costituita da 1 profilo di tipo IPE120; all'interno del profilo è disposto un tavellone dello spessore di 8 cm; il solaio viene completato con un getto di calcestruzzo. Il peso per unità di volume del getto di completamento è pari a 2500 daN/mc. L'altezza totale del solaio è pari a 15 cm.



$H_a = 30 \text{ mm};$
 $H_p = 80 \text{ mm};$
 $I_t = 800 \text{ mm};$
 $H_{\text{Prof}}(\text{Altezza profilato}) = 120 \text{ mm}$

2. ANALISI DEI CARICHI.

Analisi dei carichi agenti su una fascia larga : 80 cm

2.1. Carichi permanenti.

g_1 : carichi permanenti strutturali
 g_2 : carichi permanenti non strutturali

Peso proprio profilato $= 10.37 \text{ daN/m}$
 Peso Tavelloni + Getto Cls $= 204 \text{ daN/m}$
 $g_1 = 214.37 \text{ daN/m}$

Carichi permanenti portati $= 96 \text{ daN/m}$
 $g_2 = 96 \text{ daN/m}$

2.2. Carichi esercizio

q : carichi esercizio sulle campate

$$\begin{aligned} \text{carichi esercizio sulle campate} &= 160 \text{ daN/m} \\ \mathbf{q} &= \mathbf{160 \text{ daN/m}} \end{aligned}$$

2.3. Carichi concentrati sui nodi.

Non sono state definite azioni concentrate sui nodi.

2.4. Carichi ripartiti sulle aste.

Nella tabella successiva sono riportate le aste della struttura e per ognuna di esse sono stati elencati i carichi lineari distribuiti nelle direzioni X e Z del sistema globale.

Q_x : Carico sull'asta in direzione X [daN/m]

Q_z : Carico sull'asta in direzione Z [daN/m]

Permanenti strutturali

Asta	Q _x	Q _z
1	0	-214.37

Permanenti non strutturali

Asta	Q _x	Q _z
1	0	-96

Esercizio

Asta	Q _x	Q _z
1	0	-160

Condizione 1

Asta	Q _x	Q _z
1	0	-662.68

Dati per l'analisi

3. DATI PER L'ANALISI.

3.1. Combinazioni di carico.

Le combinazioni di carico considerate sono le seguenti :

- s.l.v. - COMBINAZIONE CARICO 1	
Permanenti strutturali	1.3
Permanenti non strutturali	1.5
Esercizio	1.5

Condizione 1	0
--------------	---

- s.l.v. - COMBINAZIONE CARICO 2	
Permanenti strutturali	0
Permanenti non strutturali	0
Esercizio	0
Condizione 1	1

3.2. Risultati di calcolo.

L'analisi numerica della struttura è stata condotta attraverso l'utilizzo del metodo degli elementi finiti ipotizzando un comportamento elastico-lineare.

Le aste sono tutte schematizzate mediante elementi tipo "beam".

I risultati si riferiscono ad una fascia larga : 80 cm

3.2.1. Risultati

Di seguito saranno riportati, per ognuna delle condizioni di carico originarie, le sollecitazioni sulle aste.

3.2.3. Sollecitazioni aste.

I prospetti seguenti riportano i valori delle sollecitazioni riscontrate in tutte le aste in funzione della condizione di carico considerata e del posizionamento della sezione trasversale. Ogni asta è stata articolata in tre sezioni di cui una posta in mezzzeria e le altre alle estremità.

Riassumendo, dunque, si avrà:

Asta : numerazione interna dell'asta;

Nodi : nodo iniziale e finale dell'asta;

Sez : sezione trasversale considerata;

N : valore dello sforzo normale [KN];

Tz : valore del taglio in direzione all'asse Z globale [KN];

My : valore del momento flettente attorno all'asse Y locale all'asta [KNm].

SOLLECITAZIONI - Permanenti struttura					
Asta	Nodi	Sez	N	Tz	My
1	1-2	Iniz	0	4.07	-2.58
		Med	0	0	1.29
		Fin	0	-4.07	-2.58

SOLLECITAZIONI - Permanenti non strut					
Asta	Nodi	Sez	N	Tz	My
1	1-2	Iniz	0	1.82	-1.16
		Med	0	0	0.58
		Fin	0	-1.82	-1.16

SOLLECITAZIONI - Esercizio					
Asta	Nodi	Sez	N	Tz	My
1	1-2	Iniz	0	3.04	-1.93
		Med	0	0	0.96
		Fin	0	-3.04	-1.93

SOLLECITAZIONI - Condizione 1					
-------------------------------	--	--	--	--	--

Asta	Nodi	Sez	N	Tz	My
1	1-2	Iniz	0	12.59	-7.97
		Med	0	0	3.99
		Fin	0	-12.59	-7.97

Le precedenti condizioni sono state inserite in combinazioni di carico così come indicato al paragrafo relativo alla definizione dei carichi.

Gli effetti relativi alle varie combinazioni sono stati poi analizzati considerando la tecnica dell'involuppo, in modo da valutare i due effetti (massimo e minimo) più sfavorevoli.

INVILUPPO s.l.v. MINIMO					
Asta	Nodi	Sez	N	Tz	My
1	1-2	Iniz	0	12.59	-7.97
		Med	0	0	3.99
		Fin	0	-12.59	-7.97

INVILUPPO s.l.v. MASSIMO					
Asta	Nodi	Sez	N	Tz	My
1	1-2	Iniz	0	12.59	-7.97
		Med	0	0	3.99
		Fin	0	-12.59	-7.97

4. Valutazione carichi agenti sul singolo travetto

4.1 Valutazione dei carichi agenti per unità di superficie (daN/mq)

Car. Perm.G1 = PesoProfilato HEA 120 * Nt/m + Peso_Cls + Peso_Tavelloni =

$$= (10.37 \text{ daN/m} * (1000/800) \text{ 1/m} + ((H_{\text{Prof}} + H_a - H_p)/1000) \text{ m} * 2500 \text{ daN/mc} + 80 \text{ daN/mq} =$$

$$= (12.96 + (120 + 30 - 80)/1000 * 2500 + 80) \text{ daN/mq} =$$

$$= (12.96 + 0.07 * 2500 + 80) \text{ daN/mq} = (12.96 + 200 + 80) \text{ daN/mq} = 267.96 \text{ daN/mq}$$

Car. Perm.G2 = Sovraccarico Permanente = 120 daN/mq

Car. Acc. Q = 200 daN/mq;

4.2 Carichi agenti sul singolo travetto (daN/m)

Interasse Travetti=It= 800 mm = 0.80 m

$$g1 = 267.96 \text{ daN/mq} * 0.80 \text{ m} = 214.37 \text{ daN/m};$$

$$g2 = 120 \text{ daN/mq} * 0.80 \text{ m} = 96.00 \text{ daN/m};$$

$$q = 200 \text{ daN/mq} * 0.80 \text{ m} = 160.00 \text{ daN/m};$$

5. Valutazione della massima Sollecitazione Flettente

Involuppo SLU

$$\text{Coeff Ampl Car. Perm.G1} = 1.3;$$

$$\text{Coeff Ampl Car. Perm.G2} = 1.5;$$

$$\text{Coeff Ampl Car. Acc.} = 1.5$$

$$\begin{aligned} \text{Momento Flettente Max} &= \frac{\text{Carico} \times \text{Luce}^2}{12} \\ &= 1/12 * (3.8)^2 * (1.3 * 214.37 + 1.5 * 96 + 1.5 * 160) \\ &= 14.44 / 12 * (378.68 + 144 + 240) = \mathbf{797.43} \text{ daNm} \end{aligned}$$

6. Confronto tra valori di calcolo e valori teorici

$$\text{Differenza \%} = (797.43 - 797.0) / 797.43 = 0.00054 = 0.054\%$$

Test02_ SolaioTC_Vincolo_Appoggio

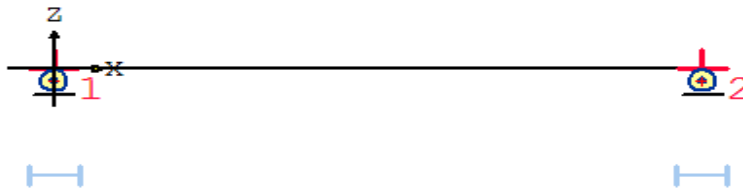
Per il calcolo dei carichi e la valutazione dell'azione flettente massima si farà riferimento ai seguenti dati d'ingresso.

1. INPUT SOLAIO TEST 02.

1.1 Geometria struttura.

L'analisi numerica della struttura è stata condotta attraverso l'utilizzo del metodo degli elementi finiti ipotizzando un comportamento elastico-lineare.

Le aste sono tutte schematizzate mediante elementi tipo "beam".



1.1.1. Caratteristiche nodi.

I dati seguenti riportano tutte le caratteristiche relative ai nodi che definiscono la struttura:

Nodo : numerazione del nodo;
Ascissa, Quota : coordinate del nodo secondo il sistema di riferimento globale cartesiano [mm];
Vincolo esterno : descrizione del vincolo esterno.

Nodo	Ascissa	Quota	Vincolo esterno
1	0	0	appoggio
2	3800	0	appoggio

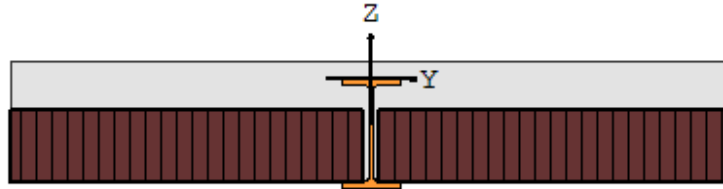
1.1.2. Caratteristiche aste.

La tabella seguente riporta tutte le caratteristiche relative alle aste della struttura:

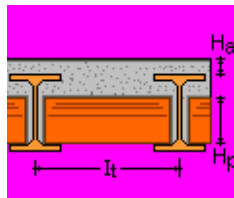
Asta : numerazione;
Nodo Ini. : nodo iniziale;
Nodo Fin. : nodo finale;
lunghezza : lunghezza teorica (nodo-nodo) [mm].

Asta	nodo ini.	nodo fin.	lunghezza
1	0	1	3800

1.2 Caratteristiche della sezione trasversale.



La sezione trasversale è larga 80cm; essa è costituita da 1 profilo di tipo IPE120; all'interno del profilo è disposto un tavellone dello spessore di 8 cm; il solaio viene completato con un getto di calcestruzzo. Il peso per unità di volume del getto di completamento è pari a 2500 daN/mc. L'altezza totale del solaio è pari a 15 cm.



$H_a = 30 \text{ mm};$
 $H_p = 80 \text{ mm};$
 $I_t = 800 \text{ mm};$
 $H_{\text{Prof}}(\text{Altezza profilato}) = 120 \text{ mm}.$

2. ANALISI DEI CARICHI.

Analisi dei carichi agenti su una fascia larga : 80 cm

2.1. Carichi permanenti

g1 : carichi permanenti strutturali
g2 : carichi permanenti non strutturali

Peso proprio profilato	= 10.37 daN/m
Peso Tavelloni + Getto Cls	= 204 daN/m
g1	= 214.37 daN/m

Carichi permanenti portati	= 96 daN/m
g2	= 96 daN/m

2.2. Carichi esercizio

q : carichi esercizio sulle campate

$$\begin{aligned} \text{carichi esercizio sulle campate} &= 160 \text{ daN/m} \\ \mathbf{q} &= \mathbf{160 \text{ daN/m}} \end{aligned}$$

2.3. Carichi concentrati sui nodi.

Non sono state definite azioni concentrate sui nodi.

2.4. Carichi ripartiti sulle aste.

Nella tabella successiva sono riportate le aste della struttura e per ognuna di esse sono stati elencati i carichi lineari distribuiti nelle direzioni X e Z del sistema globale.

Qx : Carico sull'asta in direzione X [daN/m]

Qz : Carico sull'asta in direzione Z [daN/m]

Permanenti strutturali

Asta	Qx	Qz
1	0	-214.37

Permanenti non strutturali

Asta	Qx	Qz
1	0	-96

Esercizio

Asta	Qx	Qz
1	0	-160

Condizione 1

Asta	Qx	Qz
1	0	-662.68

3. DATI PER L'ANALISI.

3.1. Combinazioni di carico.

Le combinazioni di carico considerate sono le seguenti :

- s.l.v. - COMBINAZIONE CARICO 1	
Permanenti strutturali	1.3
Permanenti non strutturali	1.5
Esercizio	1.5
Condizione 1	0

- s.l.v. - COMBINAZIONE CARICO 2	
Permanenti strutturali	0
Permanenti non strutturali	0
Esercizio	0
Condizione 1	1

3.2. Risultati di calcolo.

L'analisi numerica della struttura è stata condotta attraverso l'utilizzo del metodo degli elementi finiti ipotizzando un comportamento elastico-lineare.

Le aste sono tutte schematizzate mediante elementi tipo "beam".

I risultati si riferiscono ad una fascia larga : 80 cm.

Di seguito saranno riportati, per ognuna delle condizioni di carico originarie, le sollecitazioni sulle aste.

3.2.1. Sollecitazioni aste.

I prospetti seguenti riportano i valori delle sollecitazioni riscontrate in tutte le aste in funzione della condizione di carico considerata e del posizionamento della sezione trasversale. Ogni asta è stata articolata in tre sezioni di cui una posta in mezzeria e le altre alle estremità.

Riassumendo, dunque, si avrà:

Asta : numerazione interna dell'asta;

Nodi : nodo iniziale e finale dell'asta;

Sez : sezione trasversale considerata;

N : valore dello sforzo normale [KN];

Tz : valore del taglio in direzione all'asse Z globale [KN];

My : valore del momento flettente attorno all'asse Y locale all'asta [KNm].

SOLLECITAZIONI - Permanenti struttura					
Asta	Nodi	Sez	N	Tz	My
1	1-2	Iniz	0	4.07	0
		Med	0	0	3.87
		Fin	0	-4.07	0

SOLLECITAZIONI - Permanenti non strut					
Asta	Nodi	Sez	N	Tz	My
1	1-2	Iniz	0	1.82	0
		Med	0	0	1.73
		Fin	0	-1.82	0

SOLLECITAZIONI - Esercizio					
Asta	Nodi	Sez	N	Tz	My
1	1-2	Iniz	0	3.04	0
		Med	0	0	2.89
		Fin	0	-3.04	0

SOLLECITAZIONI - Condizione 1					
Asta	Nodi	Sez	N	Tz	My
1	1-2	Iniz	0	12.59	0
		Med	0	0	11.96

		Fin	0	-12.59	0
--	--	-----	---	--------	---

Le precedenti condizioni sono state inserite in combinazioni di carico così come indicato al paragrafo relativo alla definizione dei carichi.

Gli effetti relativi alle varie combinazioni sono stati poi analizzati considerando la tecnica dell'involuppo, in modo da valutare i due effetti (massimo e minimo) più sfavorevoli.

INVILUPPO s.l.v. MINIMO					
Asta	Nodi	Sez	N	Tz	My
1	1-2	Iniz	0	12.59	0
		Med	0	0	11.96
		Fin	0	-12.59	0

INVILUPPO s.l.v. MASSIMO					
Asta	Nodi	Sez	N	Tz	My
1	1-2	Iniz	0	12.59	0
		Med	0	0	11.96
		Fin	0	-12.59	0

4. Valutazione carichi agenti sul singolo travetto

4.1 Valutazione dei carichi agenti per unità di superficie (daN/mq)

Car. Perm.G1 = PesoProfilato HEA 120 * Nt/m + Peso_Cls + Peso_Tavelloni =

$$= (10.37 \text{ daN/m} * (1000/800) \text{ 1/m} + ((H_{\text{Prof}} + H_a - H_p)/1000) \text{ m} * 2500 \text{ daN/mc} + 80 \text{ daN/mq} =$$

$$= (12.96 + (120 + 30 - 80)/1000 * 2500 + 80) \text{ daN/mq} =$$

$$= (12.96 + 0.07 * 2500 + 80) \text{ daN/mq} = (12.96 + 175 + 80) \text{ daN/mq} = 267.96 \text{ daN/mq}$$

Car. Perm.G2 = Sovraccarico Permanente = 120 daN/mq

Car. Acc. Q = 200 daN/mq;

4.2 Carichi agenti sul singolo travetto (daN/m)

Interasse Travetti = It = 800 mm = 0.80 m

$$g1 = 267.96 \text{ daN/mq} * 0.80 \text{ m} = 214.37 \text{ daN/m};$$

$$g2 = 120 \text{ daN/mq} * 0.80 \text{ m} = 96.00 \text{ daN/m};$$

$$q = 200 \text{ daN/mq} * 0.80 \text{ m} = 160.00 \text{ daN/m};$$

5. Valutazione della massima Sollecitazione Flettente

Involuppo SLU

Coeff Ampl Car. Perm.G1 = 1.3;

Coeff Ampl Car. Perm.G2= 1.5;

Coeff Ampl Car. Acc. = 1.5

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

$$= 1/8 * 3.8^2 * (1.3 * 214.37 + 1.5 * 96 + 1.5 * 160)$$

$$= 14.44/8 * (278.68 + 144 + 240) = 1196.14 \text{ daNm}$$

6. Confronto tra valori di calcolo e valori teorici

$$\text{Differenza \%} = (1196.14 - 1196) / 1196.14 = 0.00012 = 0.012\%$$