

COMUNE DI COLONNA

CITTA' METROPOLITANA DI ROMA CAPITALE

MANUTENZIONE STRAORDINARIA EDIFICI ANNESSI E SISTEMAZIONE AREE ESTERNE ISTITUTO SCOLASTICO

(Decreto Interministeriale n.47 del 03/01/2018)

PROGETTO ESECUTIVO

LIVELLO DI PROGETTAZIONE:	NOME FILE:	REVISIONE	DATA	SOSTITUISCE
PROGETTO ESECUTIVO	ALL.S	rev.00	10/08/2021	/
COMMESSA	E 1655			
<p>_____</p> <p>Dott. Ing. Catia Bianchi</p>				
PROGETTO STRUTTURALE PALESTRA: GIUDIZIO MOTIVATO DI ACCETTABILITA' DEI MATERIALI				ALL.S.25
COMMITTENTE	PROGETTAZIONE E OPERE DI INGEGNERIA			
Comune di Colonna				

Test 2 TRAVI A UNA CAMPATA

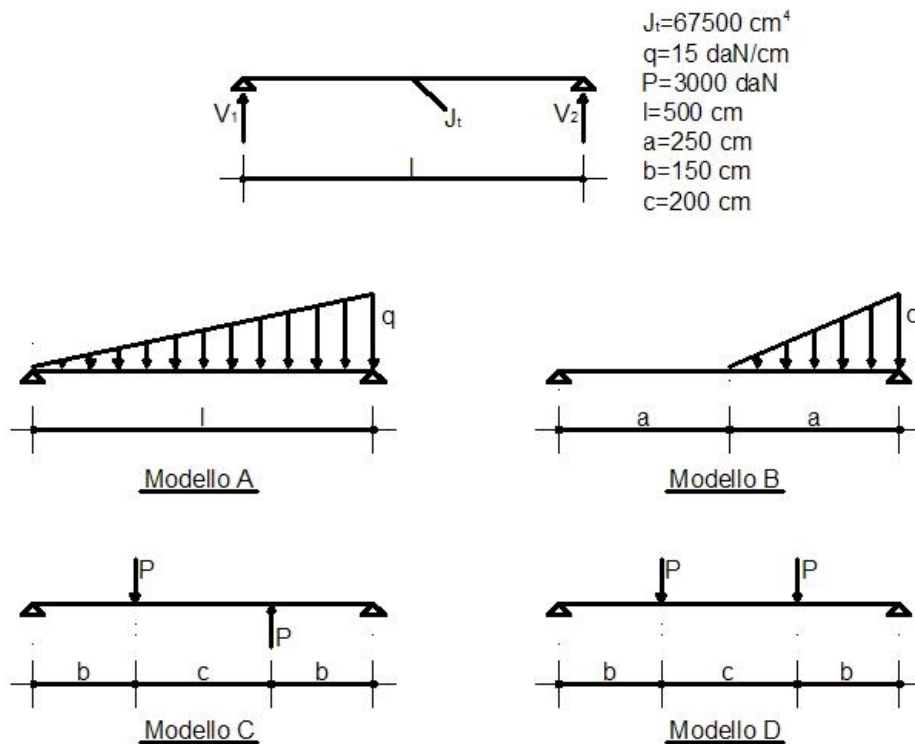
Revisione: 01
 Data: 22/02/2010
 Programma: PRO_SAP
 Versione: 2005-12-137; 2010-05-151
 Files: Mod00_T002_trv_ALGOR.PSP; Mod00_T002_trv.PSP

- Scopo:**

Validazione dell'analisi di travi appoggiate (A).

- Descrizione test:**

Si considera una trave semplicemente appoggiata sottoposta alle seguenti condizioni di carico.



Modello	Tipo di carico
A	Carico distribuito triangolare applicato a tutta la travata
B	Carico distribuito triangolare applicato a metà travata
C	Carico costituito da una coppia di forze antisimmetriche
D	Carico costituito da una coppia di forze simmetriche

Rev:	Data:	File:	Programma:	Tecnico:
00	06/09/06	Mod00_T002_trv_ALGOR.PSP	PRO_SAP vers. 2005-12-137	Ing. Francesco Barigozzi
01	22/02/10	Mod00_T002_trv.PSP	PRO_SAP vers. 2010-05-151	Ing. Davide Fugazza

- **Tipo di confronto:**

Calcolo manuale.

- **Tabella risultati:**

Modello	Parametro	Soluzione teorica	Soluzione ALGOR	Differenza	Soluzione e_SAP	Differenza
A	V_1 [daN]	1250.00	1250.00	0.00%	1250.00	0.00%
	V_2 [daN]	2500.00	2500.00	0.00%	2500.00	0.00%
	M_{MAX}^+ [daN·cm]	240562.61	240500.00	0.03%	240500.00	0.03%
B	V_1 [daN]	312.50	312.50	0.00%	312.50	0.00%
	V_2 [daN]	1562.50	1562.50	0.00%	1562.50	0.00%
	M_{MAX}^+ [daN·cm]	99387.93	99370.00	0.02%	99370.00	0.02%
C	V_1 [daN]	1200.00	1200.00	0.00%	1200.00	0.00%
	V_2 [daN]	-1200.00	-1200.00	0.00%	-1200.00	0.00%
	$M_{MAX}^+ = -M_{MAX}^-$ [daN·cm]	180000.00	180000.00	0.00%	180000.00	0.00%
D	V_1 [daN]	3000.00	3000.00	0.00%	3000.00	0.00%
	V_2 [daN]	3000.00	3000.00	0.00%	3000.00	0.00%
	M_{MAX}^+ [daN·cm]	450000.00	450000.00	0.00%	450000.00	0.00%

- **Commenti:**

I risultati numerici sono in perfetto accordo con quelli teorici. La soluzione calcolata con ALGOR e con e_SAP è ottenuta trascurando le deformazioni assiali (%R A=10000) e portando al massimo il numero delle sezioni degli elementi D2.

- **Allegati:**

Calcoli manuali.

Rev:	Data:	File:	Programma:	Tecnico:
00	06/09/06	Mod00_T002_trv_ALGOR.PSP	PRO_SAP vers. 2005-12-137	Ing. Francesco Barigozzi
01	22/02/10	Mod00_T002_trv.PSP	PRO_SAP vers. 2010-05-151	Ing. Davide Fugazza

MODELLO A

$$V_1 = \frac{qL}{6} = 1250 \text{ daN}$$

$$V_2 = \frac{qL}{3} = 2500 \text{ daN}$$

$$M_{MAX}^+ = \frac{qL}{6}x - \frac{1}{6}qx^3 = 240562,61 \text{ daN}\cdot\text{cm} \quad (\text{con } x = \frac{L}{\sqrt{3}})$$

MODELLO B

$$V_2 = \frac{q \cdot a}{2L} \left(\frac{2}{3}a + L \right) = 1562,5 \text{ daN}$$

$$V_1 = \frac{q \cdot a}{2} - V_2 = 312,5 \text{ daN}$$

$$M_{MAX}^+ = V_1(a+x) - \frac{1}{6} \frac{qx^3}{a} = 99387,93 \text{ daN}\cdot\text{cm} \quad (\text{con } x = \sqrt{\frac{V_1 \cdot a \cdot 2}{q}} = 102,06 \text{ cm})$$

MODELLO C

$$V_1 = \frac{Pc}{L} = 1200 \text{ daN}$$

$$V_2 = -V_1 = -1200 \text{ daN}$$

$$M_{MAX}^+ = -M_{MAX}^- = \frac{Pb \cdot c}{L} = 180000 \text{ daN}\cdot\text{cm}$$

MODELLO D

$$V_1 = V_2 = P = 3000 \text{ daN}$$

$$M_{MAX}^+ = P \cdot b = 450000 \text{ daN}\cdot\text{cm}$$

Rev:	Data:	File:	Programma:	Tecnico:
00	06/09/06	Mod00_T002_trv_ALGOR.PSP	PRO_SAP vers. 2005-12-137	Ing. Francesco Barigozzi
01	22/02/10	Mod00_T002_trv.PSP	PRO_SAP vers. 2010-05-151	Ing. Davide Fugazza

TEST 3 TRAVE A PIÙ CAMPATE

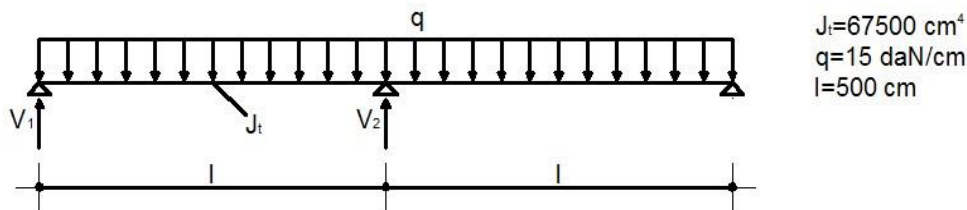
Revisione: 01
 Data: 22/02/2010
 Programma: PRO_SAP
 Versione: 2005-12-137; 2010-05-151
 Files: Mod00_T003_trv_ALGOR.PSP; Mod00_T003_trv.PSP

- Scopo:**

Validazione dell'analisi di trave a due campate (A).

- Descrizione test:**

Si considera una trave su tre appoggi sottoposta ad un carico distribuito.



- Tipo di confronto:**

Calcolo manuale.

- Tabella risultati:**

Parametro	Soluzione teorica	Soluzione ALGOR	Differenza	Soluzione e_SAP	Differenza
V_1 [daN]	2812.50	2812.50	0.00%	2812.50	0.00%
V_2 [daN]	9375.00	9375.00	0.00%	9375.00	0.00%
M_{MAX} [daN·cm]	468750.00	468800.00	0.01%	468800.00	0.01%

- Commenti:**

I risultati numerici sono in perfetto accordo con quelli teorici. La soluzione calcolata con ALGOR e con e_SAP è ottenuta trascurando le deformazioni assiali (%R A=10000).

- Allegati:**

Calcoli manuali.

$$V_1 = 0,375 ql = 2812,50 \text{ daN} \quad V_2 = 1,25 ql = 9375,00 \text{ daN}$$

$$M_{MAX} = ql^2/8 = 468750 \text{ daN·cm}$$

Rev:	Data:	File:	Programma:	Tecnico:
00	07/09/06	Mod00_T003_trv_ALGOR.PSP	PRO_SAP vers. 2005-12-137	Ing. Francesco Barigozzi
01	22/02/10	Mod00_T003_trv.PSP	PRO_SAP vers. 2010-05-151	Ing. Davide Fugazza

Test 4 TRAVE A UNA CAMPATA SU TERRENO ALLA WINKLER

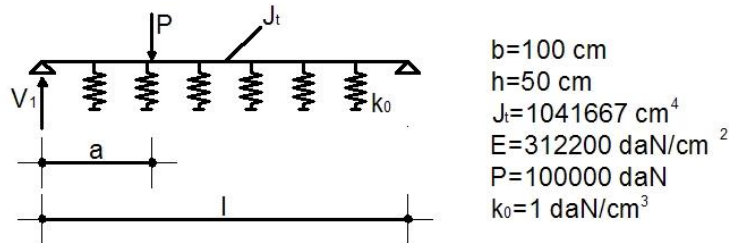
Revisione: 01
 Data: 22/02/2010
 Programma: PRO_SAP
 Versione: 2005-12-138; 2010-05-151
 Files: Mod00_T004_winkler_ALGOR.PSP; Mod00_T004_winkler.PSP

- Scopo:**

Validazione dell'analisi di trave su terreno elastico (A).

- Descrizione test:**

Si considerano travi di fondazione di diversa luce su suolo elastico alla Winkler appoggiata alle estremità.



Modello	l [cm]	a [cm]
A	$h/5 = 10$	2
B	$h = 50$	10
C	$5h = 250$	50
D	$10h = 500$	100
E	$100h = 5000$	1000

- Tipo di confronto:**

Warren C Young, *Roark's Formulas for Stress & Strain*, ed. McGraw-Hill, pag. 140; sviluppo analitico delle formule riportate mediante l'utilizzo di un foglio di calcolo Excel.

Rev:	Data:	File:	Programma:	Tecnico:
00	11/09/06	Mod00_T004_winkler_ALGOR.PSP	PRO_SAP vers. 2005-12-138	Ing. Francesco Barigozzi
01	22/02/10	Mod00_T004_winkler.PSP	PRO_SAP vers. 2010-05-151	Ing. Davide Fugazza

- **Tabella risultati:**

Modello	Parametro	Soluzione teorica	Soluzione ALGOR	Differenza	Soluzione e_SAP	Differenza
A	V ₁ [daN]	80000.00	80000.00	0.00%	80000.00	0.00%
	θ ₁ [rad]	-1.476E-06	-1.476E-6	0.00%	-1.476E-6	0.00%
B	V ₁ [daN]	79999.22	80000.00	0.00%	80000.00	0.00%
	θ ₁ [rad]	-3.690E-05	-3.690E-5	0.00%	-3.689E-5	0.00%
C	V ₁ [daN]	79517.49	79520.00	0.00%	79520.00	0.00%
	θ ₁ [rad]	-9.135E-04	-9.135E-4	0.00%	-9.132E-4	0.00%
D	V ₁ [daN]	73410.86	73410.00	0.00%	73410.00	0.00%
	θ ₁ [rad]	-3.202E-03	-3.202E-3	0.00%	-3.201E-3	0.00%
E	V ₁ [daN]	-5092.35	-5092.35	0.00%	-5092.31	0.00%
	θ ₁ [rad]	-1.630E-04	-1.630E-4	0.00%	-1.630E-4	0.00%

- **Commenti:**

I risultati numerici sono in perfetto accordo con quelli teorici. La soluzione calcolata con ALGOR e con e_SAP è ottenuta trascurando le deformazioni assiali (%R A=10000).

- **Allegati:**

Formule utilizzate per il calcolo della soluzione teorica e relativo foglio di calcolo Excel.

Rev:	Data:	File:	Programma:	Tecnico:
00	11/09/06	Mod00_T004_winkler_ALGOR.PSP	PRO_SAP vers. 2005-12-138	Ing. Francesco Barigozzi
01	22/02/10	Mod00_T004_winkler.PSP	PRO_SAP vers. 2010-05-151	Ing. Davide Fugazza

$$\beta = \left(\frac{b \cdot K_0}{4EJ_t} \right)^{1/4} = 0,002361$$

$$C_2 = \cosh \beta l \sin \beta l + \sinh \beta l \cos \beta l$$

$$C_{a2} = \cosh \beta (l-a) \sin \beta (l-a) + \sinh \beta (l-a) \cos \beta (l-a)$$

$$C_4 = \cosh \beta l \sin \beta l - \sinh \beta l \cos \beta l$$

$$C_{a4} = \cosh \beta (l-a) \sin \beta (l-a) - \sinh \beta (l-a) \cos \beta (l-a)$$

$$C_{14} = \sinh^2 \beta l + \sin^2 \beta l$$

$$V_1 = \frac{P}{2} \frac{C_2 C_{a2} + C_4 C_{a4}}{C_{14}}$$

$$\theta_1 = \frac{P}{4EJ_t \beta^2} \frac{C_2 C_{a4} - C_4 C_{a2}}{C_{14}}$$

C_2 [-]	C_{a2} [-]	C_4 [-]	C_{a4} [-]	C_{14} [-]	V_1 [daN]	θ_1 [rad]
0.0592	0.0474	1.731E-05	8.862E-06	0.001754	80000.00	-1.476E-06
0.2961	0.2369	2.163E-03	1.108E-03	0.04384	79999.22	-3.690E-05
1.4657	1.1796	2.700E-01	1.384E-01	1.110612	79517.49	-9.135E-04
2.4898	2.2138	2.114E+00	1.097E+00	5.334337	73410.86	-3.202E-03
222745.3534	6219.3187	1.889E+06	-9.828E+04	1.81E+12	-5092.35	-1.630E-04

Rev:	Data:	File:	Programma:	Tecnico:
00	11/09/06	Mod00_T004_winkler_ALGOR.PSP	PRO_SAP vers. 2005-12-138	Ing. Francesco Barigozzi
01	22/02/10	Mod00_T004_winkler.PSP	PRO_SAP vers. 2010-05-151	Ing. Davide Fugazza

Test 5 TRAVI SU TERRENO ALLA WINKLER CON CARICO TRASVERSALE

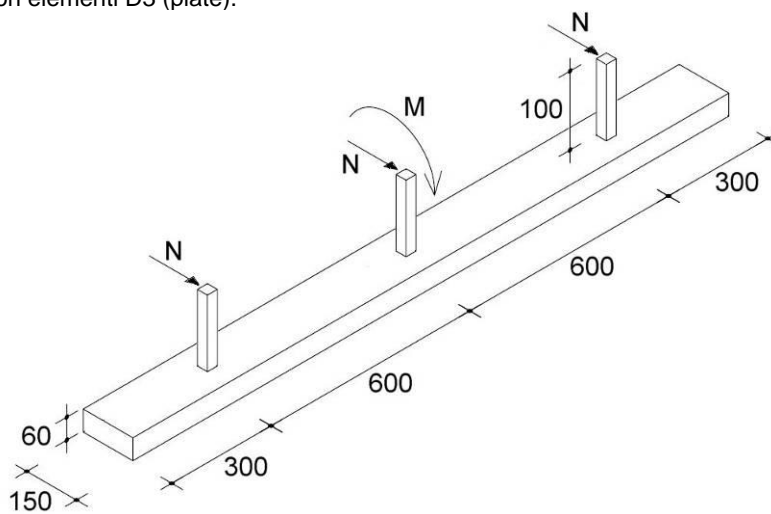
Revisione: 01
 Data: 22/02/2010
 Programma: PRO_SAP
 Versione: 2006-09-138; 2010-05-151
 Files: Mod00_T005_winkler_ALGOR.PSP; Mod00_T005_winkler.PSP

- **Scopo:**

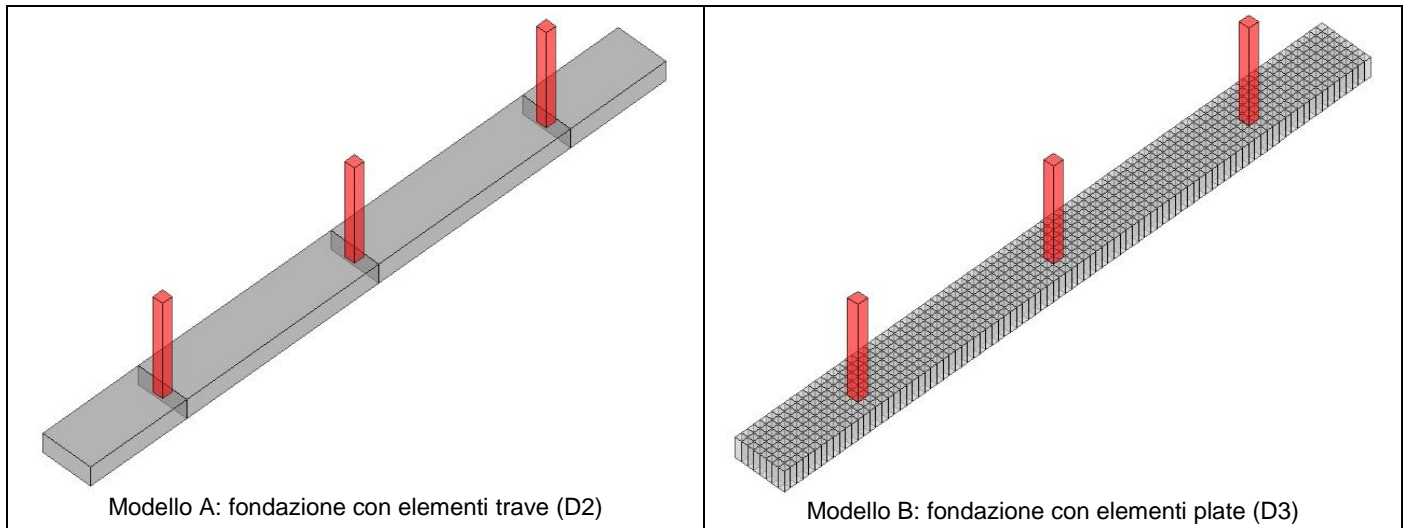
Validazione dell'analisi di travi di fondazione (M e A).

- **Descrizione test:**

Si confronta l'analisi di una trave di fondazione su terreno elastico alla Winkler (modellata con elementi D2) con la stessa struttura modellata con elementi D3 (plate).



$E=312200 \text{ daN/cm}^2$
 $N=100000 \text{ daN}$
 $M=100000 \text{ daN cm}$
 $k_{t, \text{orizzontale}}=0.5 \text{ daN/cm}^3$
 $k_{t, \text{verticale}}=1 \text{ daN/cm}^3$



Modello A: fondazione con elementi trave (D2)

Modello B: fondazione con elementi plate (D3)

- **Tipo di confronto:**

Si considerano elementi trave (D2) ed elementi piastra (D3).

Rev:	Data:	File:	Programma:	Tecnico:
00	09/10/06	Mod00_T005_winkler_ALGOR.PSP	PRO_SAP vers. 2006-09-138	Ing. F. Barigozzi
01	22/02/10	Mod00_T005_winkler.PSP	PRO_SAP vers. 2010-05-151	Ing. D. Fugazza

• **Tabella risultati:**

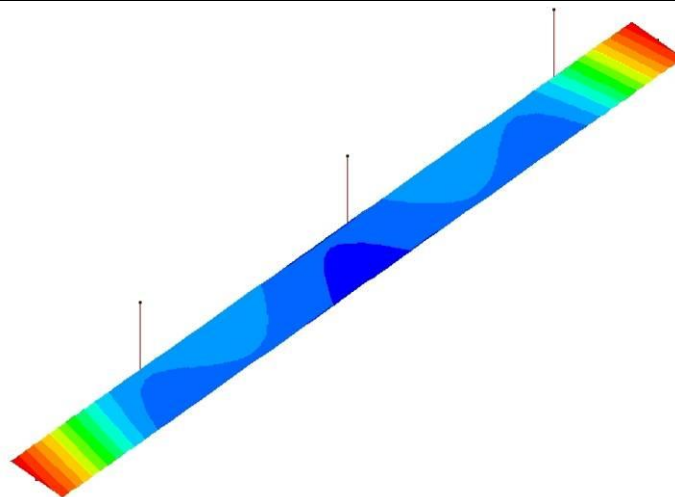
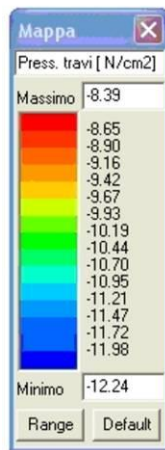
Parametro	Modello A: soluzione con elementi D2 ALGOR	Modello B: soluzione con elementi D3 ALGOR	Differenza	Modello A: soluzione con elementi D2 e_SAP	Modello B: soluzione con elementi D3 e_SAP	Differenza
$\sigma_{\text{terreno, min}}$ [N/cm ²]	-8.39	-8.41	0.24%	-8.39	-8.40	0.12%
$\sigma_{\text{terreno, max}}$ [N/cm ²]	-12.24	-12.21	0.25%	-12.24	-12.23	0.08%

• **Commenti:**

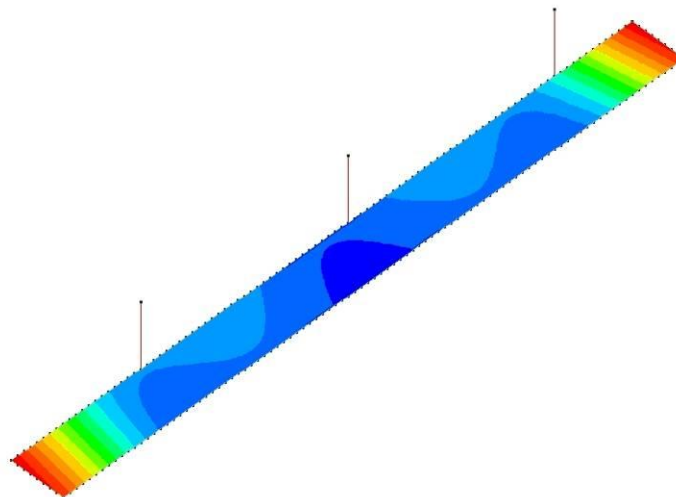
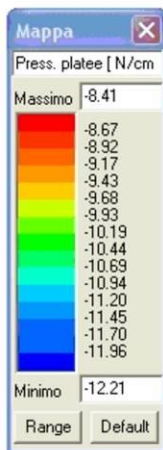
I risultati numerici ottenuti con i 2 solutori sono in ottimo accordo reciproco. Le forze assiali ed il momento sono stati considerati come casi di carico separati. I risultati, invece, si riferiscono alla loro azione simultanea (combinazione di carico).

• **Allegati:**

Mappe di colore dei risultati ottenuti (soluzione ALGOR).



Modello A: fondazione modellata con elementi trave (D2)



Modello B: fondazione modellata con elementi plate (D3)

Rev:	Data:	File:	Programma:	Tecnico:
00	09/10/06	Mod00_T005_winkler_ALGOR.PSP	PRO_SAP vers. 2006-09-138	Ing. F. Barigozzi
01	22/02/10	Mod00_T005_winkler.PSP	PRO_SAP vers. 2010-05-151	Ing. D. Fugazza

Test 6 TELAI PIANI CON CERNIERE ALLA BASE

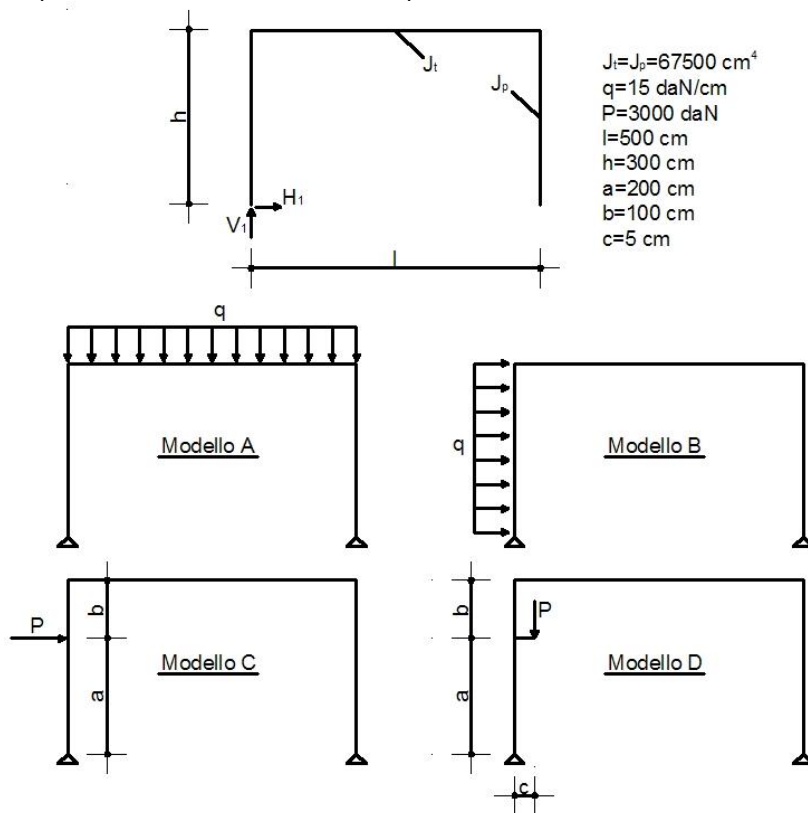
Revisione: 01
 Data: 22/02/2010
 Programma: PRO_SAP
 Versione: 2005-12-137; 2010-05-151
 Files: Mod00_T006_telai_ALGOR.PSP; Mod00_T006_telai.PSP

- Scopo:**

Validazione dell'analisi di strutture a telaio piano (A).

- Descrizione test:**

La struttura è costituita da un portale incernierato alla base sottoposto a differenti condizioni di carico.



Modello	Tipo di carico
A	Carico distribuito q sulla travata
B	Carico distribuito q su un pilastro
C	Forza orizzontale P applicata ad un pilastro
D	Forza verticale P eccentrica applicata ad un pilastro

- Tipo di confronto:**

P. Pozzati, *Teoria e tecnica delle costruzioni*, volume secondo, ed. UTET, pag. 432; sviluppo analitico delle formule riportate.

Rev:	Data:	File:	Programma:	Tecnico:
00	04/09/06	Mod00_T006_telai_ALGOR.PSP	PRO_SAP vers. 2005-12-137	Ing. Francesco Barigozzi
01	22/02/10	Mod00_T006_telai.PSP	PRO_SAP vers. 2010-05-151	Ing. Davide Fugazza

• Tabella risultati:

Modello	Parametro	Soluzione teorica	Soluzione ALGOR	Differenza	Soluzione e_SAP	Differenza
A	H ₁ [daN]	744.05	744.04	0.00%	744.04	0.00%
	V ₁ [daN]	3750.00	3750.00	0.00%	3750.00	0.00%
B	H ₁ [daN]	-3294.64	-3294.65	0.00%	-3294.65	0.00%
	V ₁ [daN]	-1350.00	-1350.00	0.00%	-1350.00	0.00%
C	H ₁ [daN]	-1920.63	-1920.64	0.00%	-1920.64	0.00%
	V ₁ [daN]	-1200.00	-1200.00	0.00%	-1200.00	0.00%
D	H ₁ [daN]	23.81	23.81	0.00%	23.81	0.00%
	V ₁ [daN]	2970.00	2970.00	0.00%	2970.00	0.00%

• Commenti:

I risultati numerici sono in perfetto accordo con quelli teorici. La soluzione calcolata con ALGOR e con e_SAP è ottenuta trascurando le deformazioni assiali (%R A=10000).

• Allegati:

Calcoli manuali.

$$R_t = J_t / e = 135 \text{ cm}^3 \qquad R_p = J_p / R = 225 \text{ cm}^3$$

$$K = R_t / R_p = 0,6$$

$$K_1 = \left[1 - \left(\frac{Q}{R} \right)^2 \right] \frac{K}{3+2K} = 0,73365$$

$$K_2 = \left[1 - 3 \left(\frac{Q}{R} \right)^2 \right] \frac{K}{2(3+2K)} = -0,02381$$

MODELLO A

$$H_1 = \frac{9e^2}{R} \cdot \frac{1}{4(3+2K)} = 744,05 \text{ daN}$$

$$V_1 = \frac{9e}{2} = 3750 \text{ daN}$$

Rev:	Data:	File:	Programma:	Tecnico:
00	04/09/06	Mod00_T006_telai_ALGOR.PSP	PRO_SAP vers. 2005-12-137	Ing. Francesco Barigozzi
01	22/02/10	Mod00_T006_telai.PSP	PRO_SAP vers. 2010-05-151	Ing. Davide Fugazza

MODELLO B

$$H_1 = -\frac{qR}{2} \frac{18 + 11K}{4(3+2K)} = -3234,64 \text{ daN}$$

$$V_1 = -\frac{qR^2}{2l} = -1350 \text{ daN}$$

MODELLO C

$$H_1 = -P \left[1 - \frac{Q}{2R} (1 + K_1) \right] = -1920,63 \text{ daN}$$

$$V_1 = -\frac{Pa}{l} = -1200 \text{ daN}$$

MODELLO D

$$H_1 = \frac{Pc}{2R} (1 + 2K_2) = 23,81 \text{ daN}$$

$$V_1 = P \left(1 - \frac{c}{l} \right) = 2970 \text{ daN}$$

Rev:	Data:	File:	Programma:	Tecnico:
00	04/09/06	Mod00_T006_telai_ALGOR.PSP	PRO_SAP vers. 2005-12-137	Ing. Francesco Barigozzi
01	22/02/10	Mod00_T006_telai.PSP	PRO_SAP vers. 2010-05-151	Ing. Davide Fugazza

Test 7 TELAI PIANI CON INCASTRI ALLA BASE

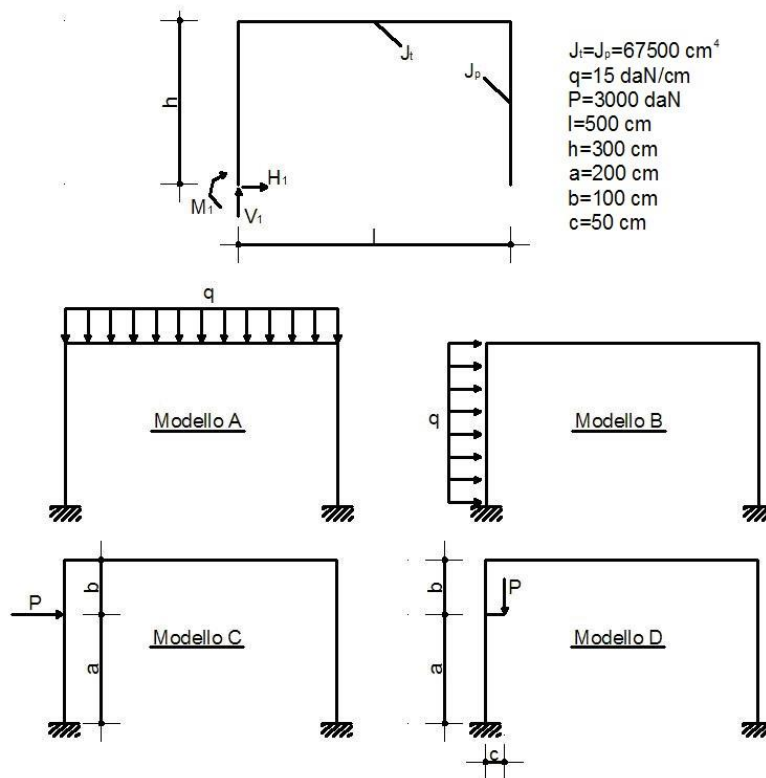
Revisione: 01
 Data: 22/02/2010
 Programma: PRO_SAP
 Versione: 2005-12-137; 2010-05-151
 Files: Mod00_T007_telai_ALGOR.PSP; Mod00_T007_telai.PSP

- Scopo:**

Validazione dell'analisi di strutture a telaio piano (A).

- Descrizione test:**

La struttura è costituita da un portale incastrato alla base sottoposto a differenti condizioni di carico.



Modello	Tipo di carico
A	Carico distribuito q sulla travata
B	Carico distribuito q su un pilastro
C	Forza orizzontale P applicata ad un pilastro
D	Forza verticale P eccentrica applicata ad un pilastro

- Tipo di confronto:**

P. Pozzati, *Teoria e tecnica delle costruzioni*, volume secondo, ed. UTET, pag. 433; sviluppo analitico delle formule riportate.

Rev:	Data:	File:	Programma:	Tecnico:
00	04/09/06	Mod00_T007_telai_ALGOR.PSP	PRO_SAP vers. 2005-12-137	Ing. Francesco Barigozzi
01	22/02/10	Mod00_T007_telai.PSP	PRO_SAP vers. 2010-05-151	Ing. Davide Fugazza

- **Tabella risultati:**

Modello	Parametro	Soluzione teorica	Soluzione ALGOR	Differenza	Soluzione e_SAP	Differenza
A	H ₁ [daN]	1201.92	1201.88	0.00%	1201.88	0.00%
	V ₁ [daN]	3750.00	3750.00	0.00%	3750.00	0.00%
	M ₁ [daN·cm]	120192.00	120200.00	0.01%	120200.00	0.01%
B	H ₁ [daN]	-3591.34	-3591.38	0.00%	-3591.38	0.00%
	V ₁ [daN]	-352.17	-352.17	0.00%	-352.17	0.00%
	M ₁ [daN·cm]	-327341.00	-327300.00	0.01%	-327300.00	0.01%
C	H ₁ [daN]	-2145.30	-2145.33	0.00%	-2145.33	0.00%
	V ₁ [daN]	-313.04	-313.04	0.00%	-313.04	0.00%
	M ₁ [daN·cm]	-280713.00	-280700.00	0.00%	-280700.00	0.00%
D	H ₁ [daN]	333.33	333.32	0.00%	333.32	0.00%
	V ₁ [daN]	2843.48	2843.47	0.00%	2843.47	0.00%
	M ₁ [daN·cm]	10869.57	10870.00	0.00%	10870.00	0.00%

- **Commenti:**

I risultati numerici sono in perfetto accordo con quelli teorici. La soluzione calcolata con ALGOR e con e_SAP è ottenuta trascurando le deformazioni assiali (%R A=10000).

- **Allegati:**

Calcoli manuali.

$$\begin{aligned}
 R_t &= J_t / e = 135 \text{ cm}^3 & R_p &= J_p / R = 225 \text{ cm}^3 \\
 K &= R_t / R_p = 0,6 & K_1 &= \frac{3a^2 K}{R^2} = 0,8 & K_2 &= \frac{K_1}{a} \left(b + \frac{R+b}{K} \right) = 3,0\bar{6} \\
 K_3 &= 6K \left(1 - \frac{b}{R} \right) = 2,4 & K_4 &= \left(2 - \frac{3a}{R} \right) \frac{a}{R} = 0 \\
 K_5 &= 1 - \frac{2a}{R} + \left(1 + \frac{1}{K} \right) \left(K_4 + 4 \frac{a}{R} - 2 \right) = 1,4
 \end{aligned}$$

Rev:	Data:	File:	Programma:	Tecnico:
00	04/09/06	Mod00_T007_telai_ALGOR.PSP	PRO_SAP vers. 2005-12-137	Ing. Francesco Barigozzi
01	22/02/10	Mod00_T007_telai.PSP	PRO_SAP vers. 2010-05-151	Ing. Davide Fugazza

MODELLO A

$$H_1 = \frac{qR^2}{R} \frac{1}{4(2+K)} = 1201,92 \text{ daN}$$

$$V_1 = qR/2 = 3750 \text{ daN}$$

$$M_1 = qR^2 \frac{1}{12(2+K)} = 120192 \text{ daN}\cdot\text{cm}$$

MODELLO B

$$H_1 = -qR \frac{13+5K}{8(2+K)} = -3591,34 \text{ daN}$$

$$V_1 = -qR^2 \frac{K}{2(1+5K)} = -352,17 \text{ daN}$$

$$M_1 = -qR^2 \left[\frac{15+7K}{24(2+K)} - \frac{K}{2(1+5K)} \right] = -327341 \text{ daN}\cdot\text{cm}$$

MODELLO C

$$H_1 = -P \left[1 - \frac{b}{R} \left[\frac{K_1 - K_2}{6(2+K)} + \frac{a}{2b} \right] \right] = -2145,30 \text{ daN}$$

$$V_1 = -\frac{Pa}{R} \frac{K_3}{2(1+5K)} = -313,06 \text{ daN}$$

$$M_1 = -P \left[\frac{bK_2}{6(2+K)} + \frac{a}{2} - \frac{aK_3}{4(1+5K)} \right] = -280713 \text{ daN}\cdot\text{cm}$$

MODELLO D

$$H_1 = \frac{Pc}{R} \left[\frac{1}{2} + \frac{k}{2(2+K)} (k_4 + k_5) \right] = 333,3 \text{ daN}$$

$$V_1 = P \left[1 - \frac{6aCK}{R(1+5K)} \right] = 2843,48 \text{ daN}$$

$$M_1 = PCK \left[\frac{k_5}{2(2+K)} - \frac{1}{2K} + \frac{3a}{R(1+5K)} \right] = 10869,57 \text{ daN}\cdot\text{cm}$$

Rev:	Data:	File:	Programma:	Tecnico:
00	04/09/06	Mod00_T007_telai_ALGOR.PSP	PRO_SAP vers. 2005-12-137	Ing. Francesco Barigozzi
01	22/02/10	Mod00_T007_telai.PSP	PRO_SAP vers. 2010-05-151	Ing. Davide Fugazza

Test 8 MENSOLE CON ELEMENTI PLATE E MATERIALE ORTOTROPO

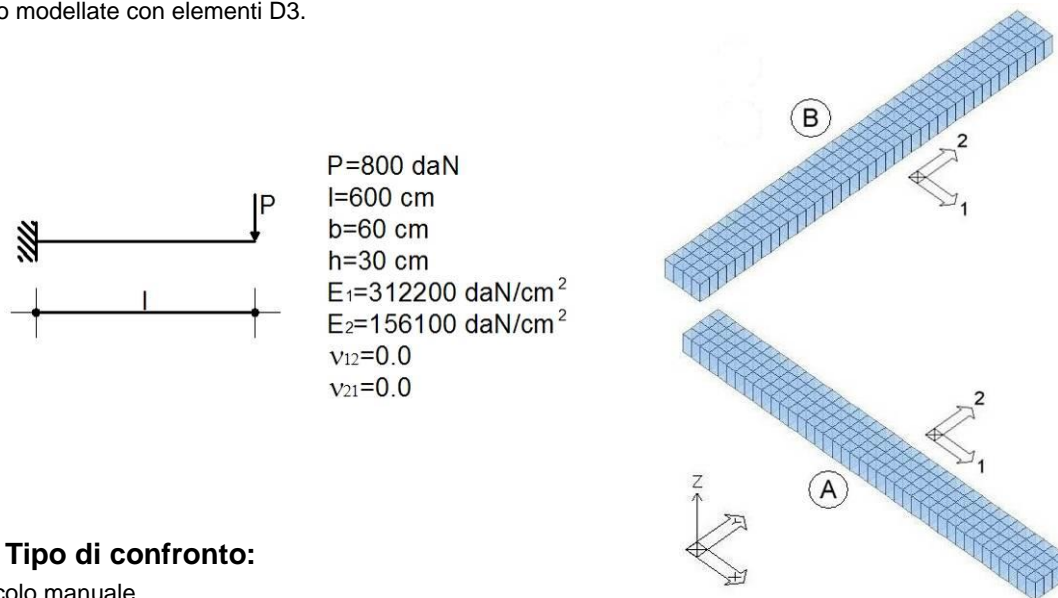
Revisione: 01
 Data: 22/02/2010
 Programma: PRO_SAP
 Versione: 2006-09-138; 2010-05-151
 Files: Mod00_T008_mensole_orto_ALGOR.PSP; Mod00_T008_mensole_orto.PSP

- Scopo:**

Validazione dell'analisi di mensole in materiale ortotropo (M e A).

- Descrizione test:**

Si ipotizza un materiale ortotropo con $E_2=0.5 \cdot E_1$ e con esso si realizzano due mensole nelle direzioni ortogonali x e y. Le mensole sono modellate con elementi D3.



- Tipo di confronto:**

Calcolo manuale.

- Tabella risultati:**

Modello	Parametro	Soluzione teorica	Soluzione ALGOR	Differenza	Soluzione e_SAP	Differenza
A	δ_z [cm]	-1.37	-1.37	0.00%	-1.37	0.00%
	T [daN]	800.00	799.99	0.00%	800.00	0.00%
	M [daN·cm]	480000.00	480000.00	0.00%	480000.00	0.00%
B	δ_z [cm]	-2.73	-2.73	0.00%	-2.73	0.00%
	T [daN]	800.00	799.99	0.00%	800.00	0.00%
	M [daN·cm]	480000.00	480000.00	0.00%	480000.00	0.00%

Rev:	Data:	File:	Programma:	Tecnico:
00	18/09/06	Mod00_T008_mensole_orto_ALGOR.PSP	PRO_SAP vers. 2006-09-138	Ing. F. Barigozzi
01	22/02/10	Mod00_T008_mensole_orto.PSP	PRO_SAP vers. 2010-05-151	Ing. D. Fugazza

• **Commenti:**

I risultati numerici sono in perfetto accordo con quelli teorici. Si precisa che le sollecitazioni di taglio e momento sopra riportate sono lette con il comando "Risultati globali".

• **Allegati:**

Calcoli manuali.

$$T = P = 800 \text{ daN}$$

$$M = P \cdot l = 800 \cdot 600 = 480000 \text{ daN cm}$$

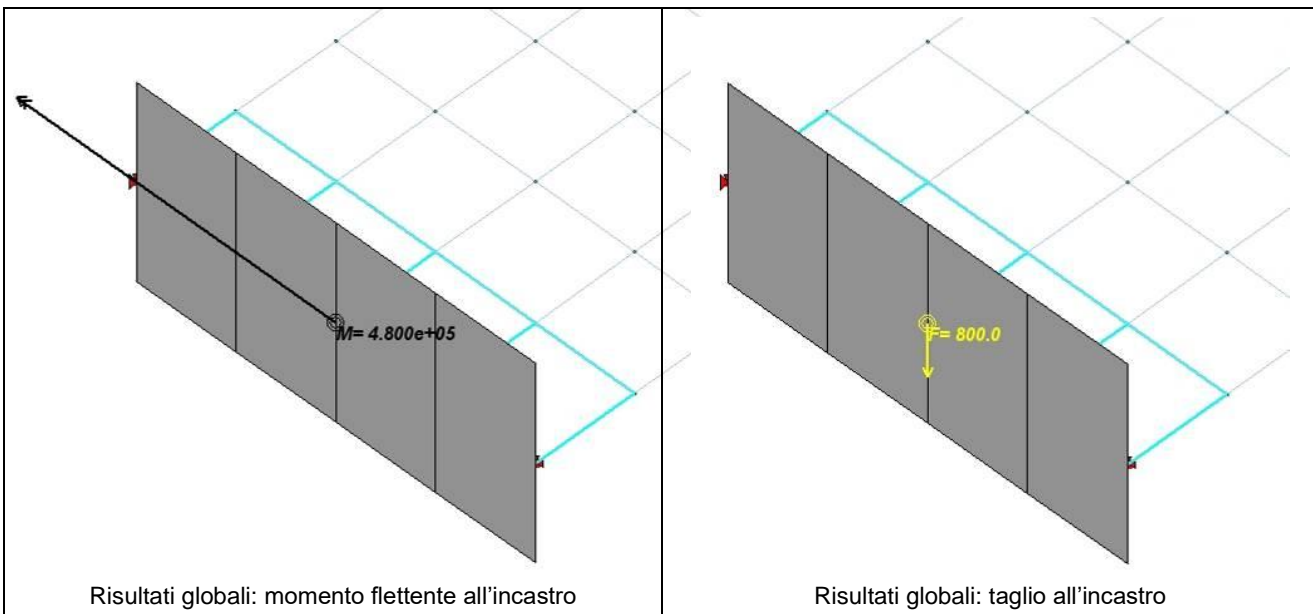
MODELLO A

$$S_2 = \frac{Pl^3}{3E_1J} = \frac{800 \cdot 600^3}{3 \cdot 312200 \cdot 60 \cdot 30^3 / 12} = 1,37 \text{ cm}$$

MODELLO B

$$S_2 = \frac{Pl^3}{3E_2J} = \frac{800 \cdot 600^3}{3 \cdot 156100 \cdot 60 \cdot 30^3 / 12} = 2,73 \text{ cm}$$

Immagini relative alle azioni elementari lette con il comando "Risultati globali".



Rev:	Data:	File:	Programma:	Tecnico:
00	18/09/06	Mod00_T008_mensole_orto_ALGOR.PSP	PRO_SAP vers. 2006-09-138	Ing. F. Barigozzi
01	22/02/10	Mod00_T008_mensole_orto.PSP	PRO_SAP vers. 2010-05-151	Ing. D. Fugazza

Test 9 MENSOLA CON ELEMENTI SOLIDI

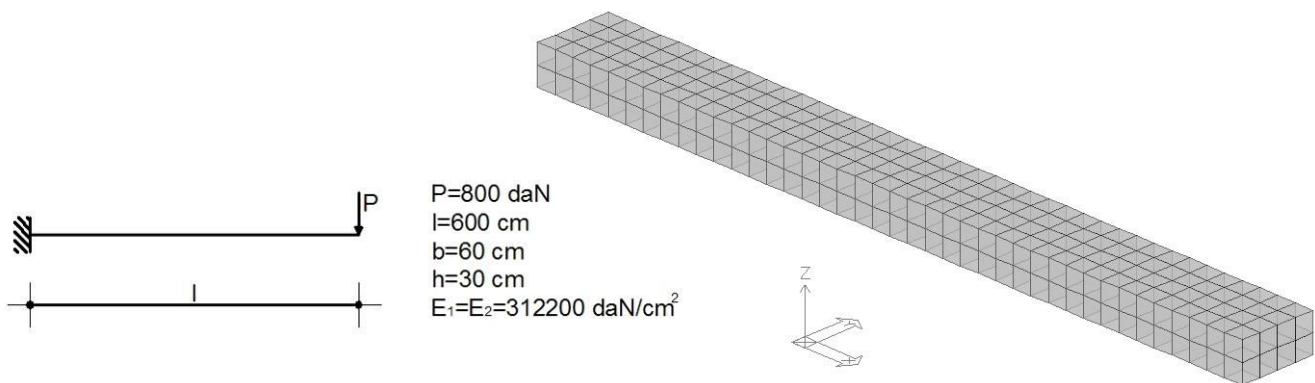
Revisione: 01
Data: 22/02/2010
Programma: PRO_SAP
Versione: 2006-09-138; 2010-05-151
Files: Mod00_T009_brick_ALGOR.PSP; Mod00_T009_brick.PSP

- **Scopo:**

Validazione dell'analisi di una mensola modellata con elementi solidi (M e A).

- **Descrizione test:**

Si modella una mensola attraverso degli elementi tridimensionali di tipo "solido" a 8 nodi.



- **Tipo di confronto:**

Calcolo manuale.

- **Tabella risultati:**

Parametro	Soluzione teorica	Soluzione ALGOR	Differenza	Soluzione e_SAP	Differenza
δ_z [cm]	-1.37	-1.37	0.00%	-1.22	10.95%
T [daN]	800.00	800.00	0.00%	800.00	0.00%
M [daN-cm]	480000.00	480000.00	0.00%	480000.00	0.00%

- **Commenti:**

Ad eccezione della soluzione e_SAP relativa allo spostamento verticale dell'estremo libero, dove si osserva una differenza del 10.95% rispetto alla soluzione teorica, i risultati numerici sono in perfetto accordo con quelli teorici. Si precisa che le sollecitazioni di taglio e momento sopra riportate sono lette con il comando "Risultati globali".

- **Allegati:**

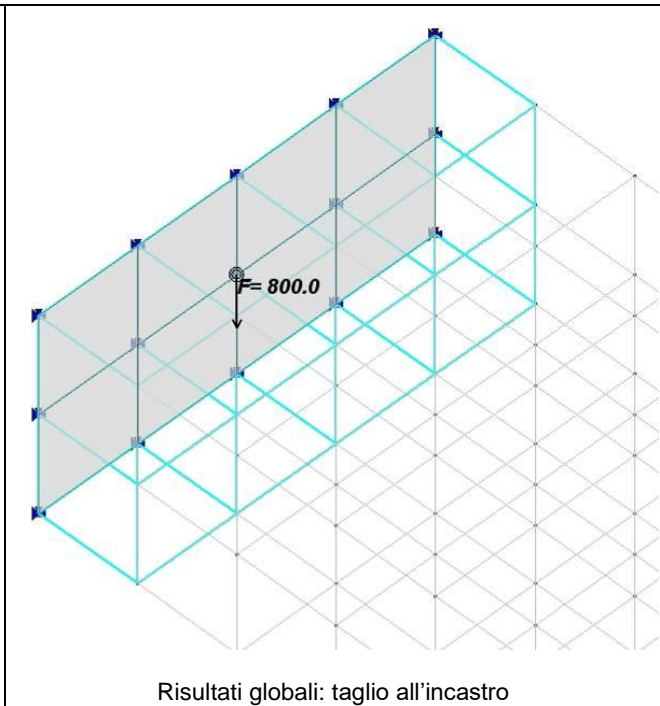
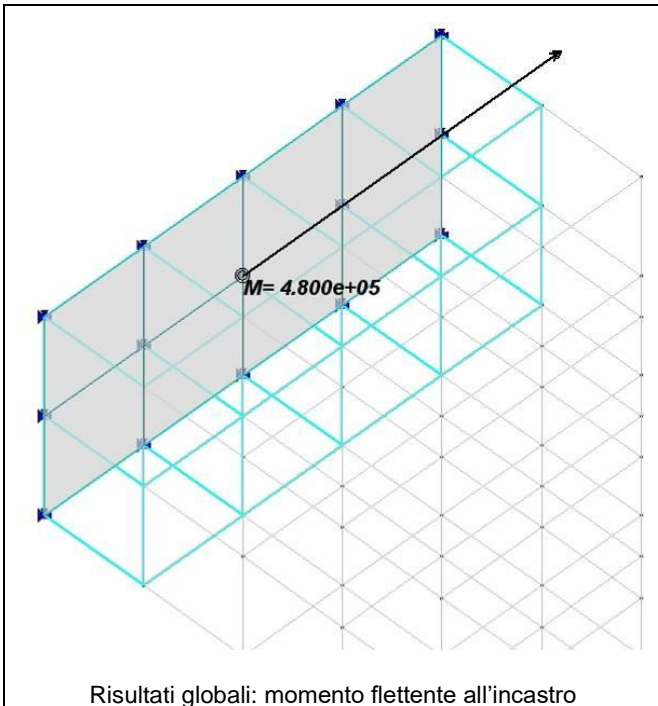
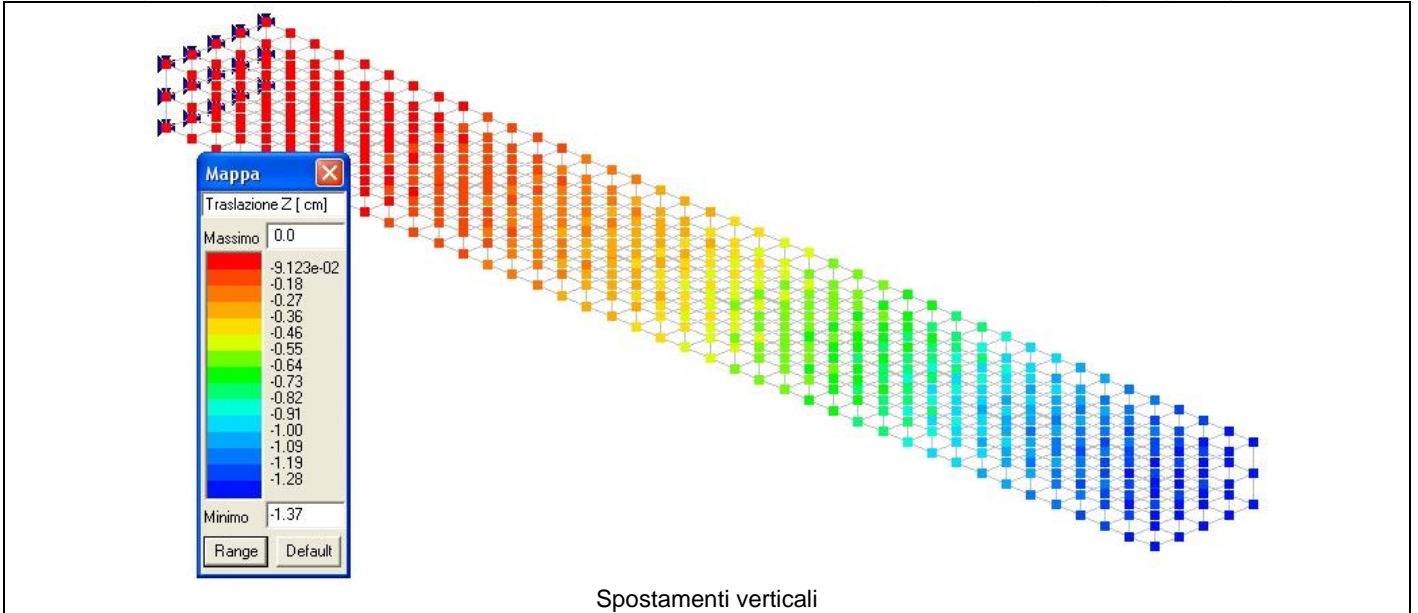
Calcoli manuali, mappa a colori degli spostamenti verticali (soluzione ALGOR) e immagini relative alle azioni elementari lette con il comando "Risultati globali".

Rev:	Data:	File:	Programma:	Tecnico:
00	05/10/06	Mod00_T009_brick_ALGOR.PSP	PRO_SAP vers. 2006-09-138	Ing. Francesco Barigozzi
01	22/02/10	Mod00_T009_brick.PSP	PRO_SAP vers. 2010-05-151	Ing. Davide Fugazza

$$T = P = 800 \text{ daN}$$

$$M = P \cdot l = 800 \cdot 600 = 480000 \text{ daN cm}$$

$$S_z = \frac{P l^3}{3 E I} = \frac{800 \cdot 600^3}{3 \cdot 312200 \cdot 60 \cdot 30^3 / 12} = 1,37 \text{ cm}$$



Rev:	Data:	File:	Programma:	Tecnico:
00	05/10/06	Mod00_T009_brick_ALGOR.PSP	PRO_SAP vers. 2006-09-138	Ing. Francesco Barigozzi
01	22/02/10	Mod00_T009_brick.PSP	PRO_SAP vers. 2010-05-151	Ing. Davide Fugazza

Test 10 PIASTRA CON ELEMENTI PLATE E MATERIALE ORTOTROPO

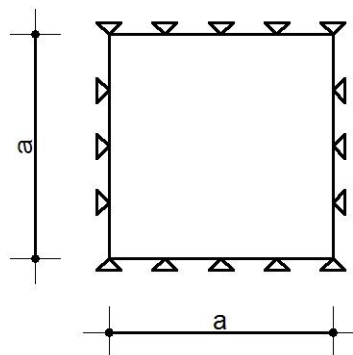
Revisione: 02
Data: 25/07/2019
Programma: PRO_SAP
Versione: 2006-09-138; 2019-07-185
Files: Mod00_T010_orto_piastra_ALGOR.PSP; Mod00_T010_orto_piastra.PSP

- **Scopo:**

Validazione dell'analisi di una piastra ortotropa (A).

- **Descrizione test:**

Si prende in considerazione una piastra di forma quadrata in materiale ortotropo con $E_2=0.1 \cdot E_1$, semplicemente appoggiata e soggetta ad una pressione uniforme p .



$p=0.1 \text{ daN/cm}^2$
 $a=500 \text{ cm}$
 $t=10 \text{ cm}$
 $E_1=312200 \text{ daN/cm}^2$
 $E_2=31220 \text{ daN/cm}^2$
 $G=139380 \text{ daN/cm}^2$
 $\nu_{12}=0.12$
 $\nu_{21}=\nu_{12} \cdot E_2/E_1=0.012$

- **Tipo di confronto:**

A. Cecchi, G. Milani, A. Tralli, *Validation of Analytical Multiparameter Homogenization Models for Out-of-Plane Loaded Masonry Walls by Means of the Finite Element Method*, JOURNAL OF ENGINEERING MECHANICS; sviluppo analitico delle formule riportate.

Tabella risultati:

Parametro	Soluzione teorica	Soluzione ALGOR	Differenza	Soluzione e_SAP (*)	Differenza
δ_z, max [cm]	1.3155	1.314	0.11%	1.355	3.00%
$M_{1-1, \text{max}}$ [daN·cm/cm]	1284.10	1283.66	0.03%	1301.97	1.40 %
$M_{1-2, \text{max}}$ [daN·cm/cm]	-1553.60	-1548.96	0.30%	-1662.93	7.03 %

- **Commenti:**

I risultati numerici sono in ottimo accordo con quelli teorici.

(*) risultati relativi alla versione corrente di e_SAP.

Allegati:

Calcoli manuali.

Rev:	Data:	File:	Programma:	Tecnico:
00	19/09/06	Mod00_T010_orto_piastra_ALGOR.PSP	PRO_SAP vers. 2006-09-138	Ing. F. Barigozzi
01	25/07/19	Mod00_T010_orto_piastra.PSP	PRO_SAP vers. 2019-07-185	Ing. M. Basaglia

$$D = \frac{E_1 t^3}{12(1 - \nu_{21}^2)} ; \quad \alpha = \frac{E_2}{E_1} ; \quad \beta = \frac{G}{E_1}$$

$$S_{z, \text{MAX}} = \frac{16 PL^4}{\pi^6 D} \sum_{m=0}^{\infty} \sum_{n=0}^{\infty} \frac{\sin\left(\frac{n\pi}{2}\right) \sin\left(\frac{m\pi}{2}\right)}{n \cdot m \left[m^4 + 2 \left(\nu_{21} + \frac{2\beta(\alpha - \nu_{21}^2)}{\alpha} \right) n^2 m^2 + \alpha m^4 \right]}$$

$$M_{1-1} = \frac{16 PL^2}{\pi^4} \sum_{m=0}^{\infty} \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(m + \nu_{21} \cdot n^2) \sin\left(\frac{n\pi}{2}\right) \sin\left(\frac{m\pi}{2}\right)}{n \cdot m \left[m^4 + 2 \left(\nu_{21} + \frac{2\beta(\alpha - \nu_{21}^2)}{\alpha} \right) n^2 m^2 + \alpha m^4 \right]}$$

$$M_{1-2} = \frac{-32 PL^2 \beta}{\pi^4} \sum_{m=0}^{\infty} \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(1 - \nu_{21} \frac{n^2}{\alpha})}{\left[m^4 + 2 \left(\nu_{21} + \frac{2\beta(\alpha - \nu_{21}^2)}{\alpha} \right) n^2 m^2 + \alpha m^4 \right]}$$

CALCOLO MANUALE FINO A CONVERGENZA DELLA SOLUZIONE

Rev:	Data:	File:	Programma:	Tecnico:
00	19/09/06	Mod00_T010_orto_piastra_ALGOR.PSP	PRO_SAP vers. 2006-09-138	Ing. F. Barigozzi
01	25/07/19	Mod00_T010_orto_piastra.PSP	PRO_SAP vers. 2019-07-185	Ing. M. Basaglia

Test 11 STRUTTURE SOGGETTE A VARIAZIONI TERMICHE

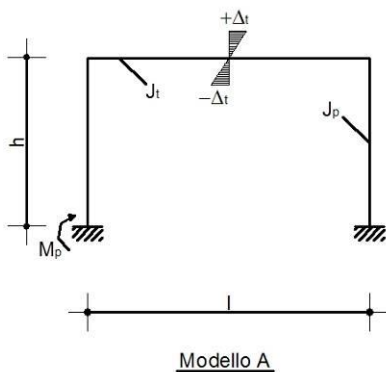
Revisione: 02
 Data: 19/01/2011
 Programma: PRO_SAP
 Versione: 2006-09-138; 2010-05-151;
 Files: Mod00_T011_var_termiche_ALGOR.PSP; Mod00_T011_var_termiche.PSP

- Scopo:**

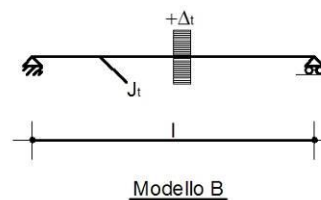
Validazione dell'analisi di strutture sottoposte a variazioni termiche (A).

- Descrizione test:**

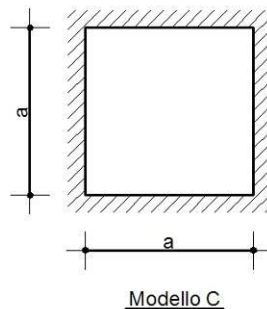
Si considerano diverse tipologie di struttura sottoposte a variazioni termiche.



$s=30$ cm (sezione quadrata)
 $J_t=J_p=67500$ cm⁴
 $l=500$ cm
 $h=300$ cm
 $\Delta t=30$ °C (variazione a farfalla)
 $\alpha=10^{-5}$ °C⁻¹
 $E=312200$ daN/cm²



$s=30$ cm (sezione quadrata)
 $J_t=67500$ cm⁴
 $l=500$ cm
 $\Delta t=30$ °C (variazione uniforme)
 $\alpha=10^{-5}$ °C⁻¹



$a=500$ cm
 $t=10$ cm
 $E_1=312200$ daN/cm²
 $E_2=312200$ daN/cm²
 $G=139380$ daN/cm²
 $\nu_{12}=0.12$
 $\nu_{21}=0.12$
 $\Delta t=30$ °C (variazione triangolare)
 $\alpha=10^{-5}$ °C⁻¹

Modello	Tipo di carico
A	Telaio sottoposto ad una variazione termica a farfalla sulla travata
B	Trave isostatica sottoposta ad una variazione termica uniforme
C	Piastra incastrata ai bordi sottoposta ad una variazione termica triangolare

- Tipo di confronto:**

Warren C Young, *Roark's Formulas for Stress & Strain*, ed. McGraw-Hill, pag. 425 e 721; sviluppo analitico delle formule riportate.

Rev:	Data:	File:	Programma:	Tecnico:
00	28/09/06	Mod00_T011_var_termiche_ALGOR.PSP	PRO_SAP vers. 2006-09-138	Ing. F. Barigozzi
01	22/02/10	Mod00_T011_var_termiche.PSP	PRO_SAP vers. 2010-05-151	Ing. D. Fugazza

- **Tabella risultati:**

Modello	Parametro	Soluzione teorica	Soluzione ALGOR	Differenza	Soluzione e_SAP (*)	Differenza
A	Mt [daN·cm]	324200	324200	0.00%	324200	0.00%
	Mp [daN·cm]	162100	162100	0.00%	162100	0.00%
B	δ_x [cm]	0.15	0.15	0.00%	0.15	0.00%
C	$\sigma_{M1-1} = \sigma_{M2-2}$ [daN/cm ²]	53.22	53.22	0.00%	53.22	0.00%

- **Commenti:**

I risultati numerici sono in perfetto accordo con quelli teorici. La soluzione calcolata con ALGOR e con e_SAP nel modello A è ottenuta trascurando le deformazioni assiali (%R A=10000).

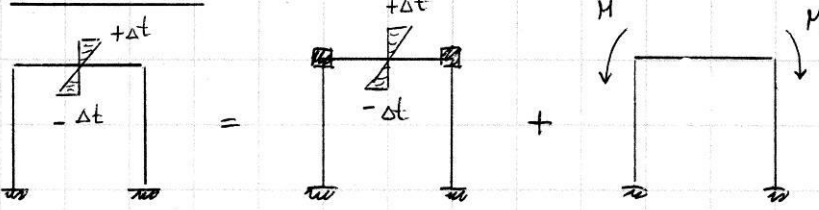
- **Allegati:**

Calcoli manuali.

(*) risultati relativi alla versione corrente di e_SAP.

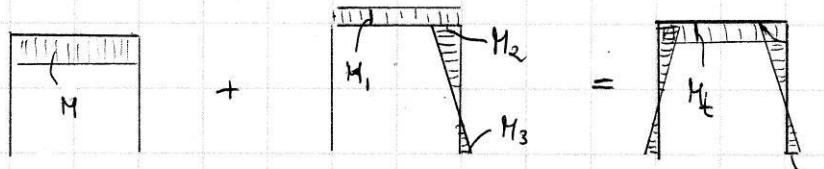
Rev:	Data:	File:	Programma:	Tecnico:
00	28/09/06	Mod00_T011_var_termiche_ALGOR.PSP	PRO_SAP vers. 2006-09-138	Ing. F. Barigozzi
01	22/02/10	Mod00_T011_var_termiche.PSP	PRO_SAP vers. 2010-05-151	Ing. D. Fugazza

MODELLO A



$$R_t = 2EJt/l$$

$$R_p = 6EJp/R$$



$$M = \frac{2EJt \cdot \alpha \cdot \Delta t}{S} = \frac{2 \cdot 312200 \cdot 67500 \cdot 10^{-5} \cdot 30}{30} = 421470 \text{ daN cm}$$

$$M_1 = M \cdot \frac{R_t}{R_t + R_p} = 421470 \cdot \frac{3}{13} = 97262,3 \text{ daN cm}$$

$$M_2 = M \cdot \frac{R_p}{R_t + R_p} = 421470 \cdot \frac{10}{13} = 324207,7 \text{ daN cm}$$

$$M_t = M - M_1 = 421470 - 97262,3 = 324207,7 \text{ daN cm}$$

$$M_p = \frac{M_t}{2} = \frac{324207,7}{2} = 162103,8 \text{ daN cm (} M_3 \text{)}$$

MODELLO B

$$\delta_x = \alpha \cdot \Delta t \cdot l = 1e^{-5} \cdot 30 \cdot 500 = 0,15 \text{ cm}$$

MODELLO C

$$\textcircled{5} \text{ MOMENTO} = \frac{1}{2} \cdot \Delta t \cdot \alpha \cdot E / (1-\nu) =$$

$$= \frac{0,5 \cdot 30 \cdot 1e^{-5} \cdot 312200}{(1-0,12)} = 53,2158 \text{ daN/cm}^2$$

Rev:	Data:	File:	Programma:	Tecnico:
00	28/09/06	Mod00_T011_var_termiche_ALGOR.PSP	PRO_SAP vers. 2006-09-138	Ing. F. Barigozzi
01	22/02/10	Mod00_T011_var_termiche.PSP	PRO_SAP vers. 2010-05-151	Ing. D. Fugazza

Test 12 STRUTTURE SU TERRENO ALLA WINKLER SOTTOPOSTE A CARICHI DISTRIBUITI TRIANGOLARI

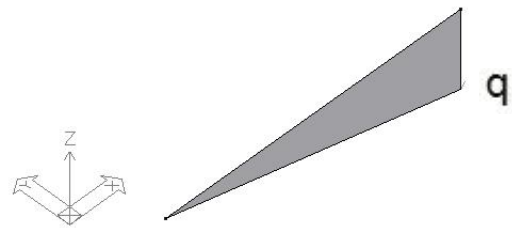
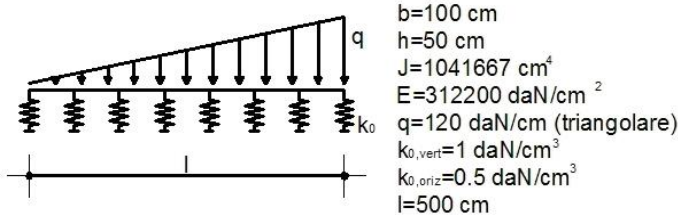
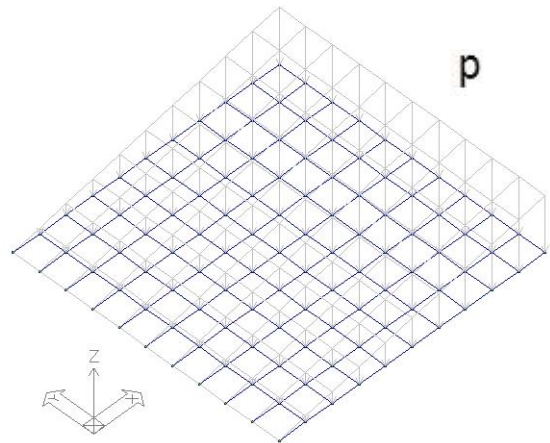
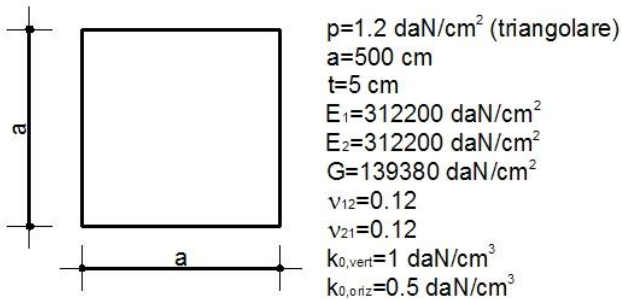
Revisione: 02
 Data: 22/02/2010
 Programma: PRO_SAP
 Versione: 2006-09-138; 2010-05-151;
 Files: Mod00_T012_winkler_ALGOR.PSP; Mod00_T012_winkler.PSP

- **Scopo:**

Validazione dell'analisi di una trave e di una platea su terreno alla Winkler sottostate a carichi distribuiti triangolari (A).

- **Descrizione test:**

Si prendono in considerazione una trave e una platea di fondazione su terreno alla Winkler sottostate rispettivamente a carichi e pressioni distribuite di forma triangolare.



- **Tipo di confronto:**

Soluzioni teoriche.

Rev:	Data:	File:	Programma:	Tecnico:
00	31/10/06	Mod00_T012_winkler_ALGOR.PSP	PRO_SAP vers. 2006-09-138	Ing. F. Barigozzi
01	22/02/10	Mod00_T012_winkler.PSP	PRO_SAP vers. 2010-05-151	Ing. D. Fugazza

- **Tabella risultati:**

Struttura	Parametro	Soluzione teorica	Soluzione ALGOR	Differenza	Soluzione e_SAP (*)	Differenza
Trave	Spostamento verticale nodo scarico [cm]	0.0	0.0	0.00%	0.0	0.00%
	Taglio 3-3 [daN]	0.0	0.0	0.00%	0.0	0.00%
	Momento 2-2 [daN·cm]	0.0	0.0	0.00%	0.0	0.00%
Platea	Spostamenti verticali nodi scarichi [cm]	0.0	0.0	0.00%	0.0	0.00%
	Tens. M 1-1 e Tens. M 2-2 [daN/cm ²]	0.0	0.0	0.00%	0.0	0.00%

- **Commenti:**

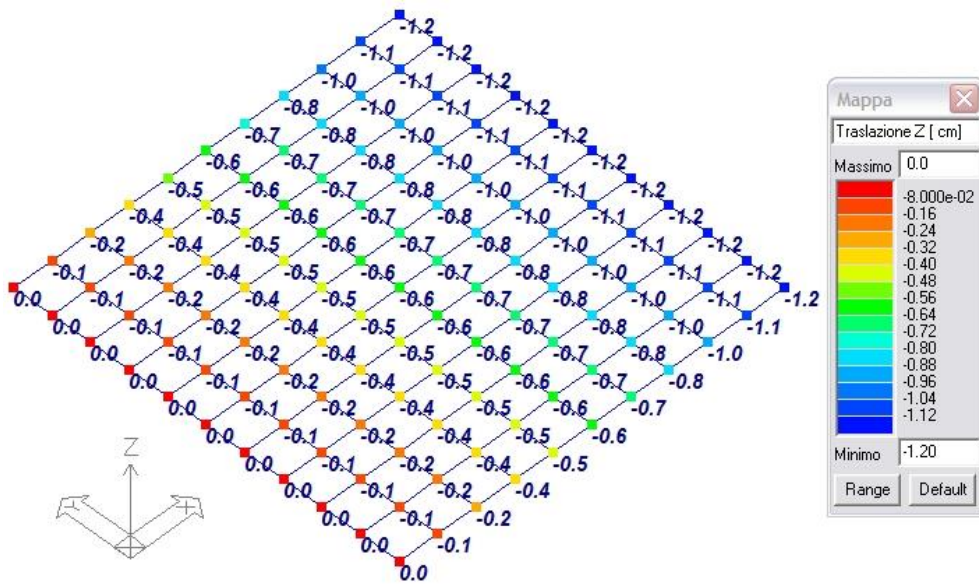
I risultati numerici sono in perfetto accordo con quelli teorici. Il confronto è eseguito al fine di ottenere gli spostamenti nelle zone scariche e verificare che gli elementi strutturali non sono sollecitati ($M, T, \sigma = 0$).

- **Allegati:**

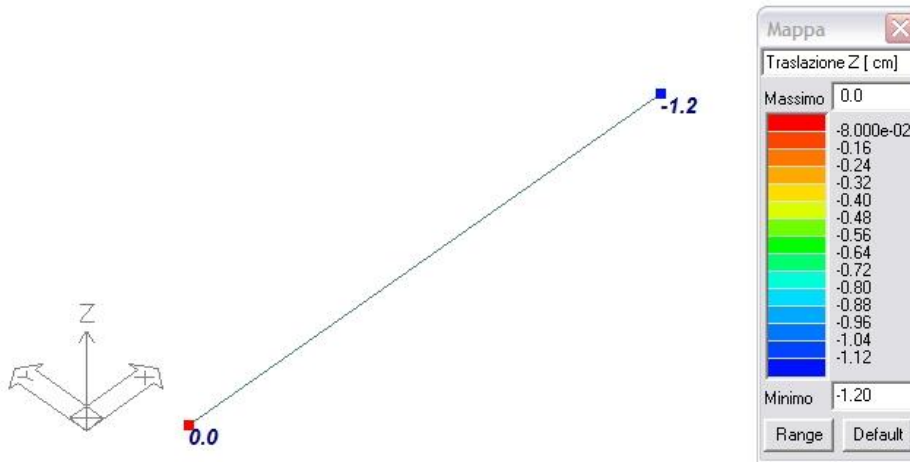
Mappe di colore degli spostamenti nodali verticali.

(*) risultati relativi alla versione corrente di e_SAP.

Rev:	Data:	File:	Programma:	Tecnico:
00	31/10/06	Mod00_T012_winkler_ALGOR.PSP	PRO_SAP vers. 2006-09-138	Ing. F. Barigozzi
01	22/02/10	Mod00_T012_winkler.PSP	PRO_SAP vers. 2010-05-151	Ing. D. Fugazza



Spostamenti nodali verticali nella piastra



Spostamenti nodali verticali nella trave

Rev:	Data:	File:	Programma:	Tecnico:
00	31/10/06	Mod00_T012_winkler_ALGOR.PSP	PRO_SAP vers. 2006-09-138	Ing. F. Barigozzi
01	22/02/10	Mod00_T012_winkler.PSP	PRO_SAP vers. 2010-05-151	Ing. D. Fugazza

Test 13 SCHEMI DI CARICO PER PONTI

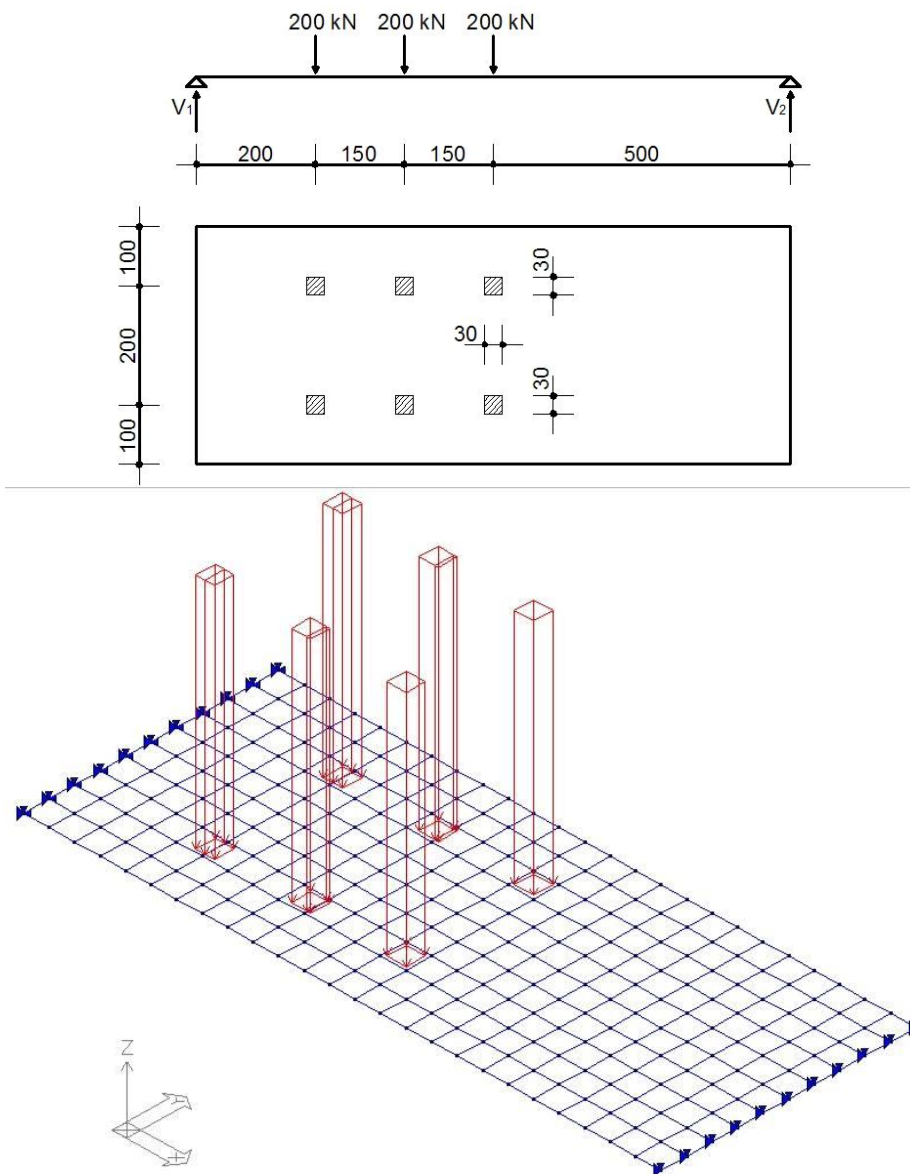
Revisione: 02
 Data: 19/01/2011
 Programma: PRO_SAP
 Versione: 2006-09-138; 2010-05-151;
 Files: Mod00_T013_impronta_ALGOR.PSP; Mod00_T013_impronta.PSP;

- **Scopo:**

Validazione dell'analisi di una trave semplicemente appoggiata sottoposta ad una serie di impronte di carichi (M e A).

- **Descrizione test:**

Si considera una trave semplicemente appoggiata sottoposta a dei carichi concentrati agenti su delle impronte di carico di dimensioni 30 x 30 cm. Nella fattispecie si sono adottati i carichi concentrati richiesti per i ponti stradali.



- **Tipo di confronto:**

Calcolo manuale.

Rev:	Data:	File:	Programma:	Tecnico:
00	20/09/06	Mod00_T013_impronta_ALGOR.PSP	PRO_SAP vers. 2006-09-138	Ing. F. Barigozzi
01	22/02/10	Mod00_T013_impronta.PSP	PRO_SAP vers. 2010-05-151	Ing. D. Fugazza

• **Tabella risultati:**

Parametro	Soluzione teorica	Soluzione ALGOR	Differenza	Soluzione e_SAP	Differenza
V_1 [daN]	39000	39000	0.00%	39000	0.00%
V_2 [daN]	21000	21000	0.00%	21000	0.00%

• **Commenti:**

I risultati numerici sono in perfetto accordo con quelli teorici. È da ricordare come il carico applicato non dipenda dalla mesh utilizzata.

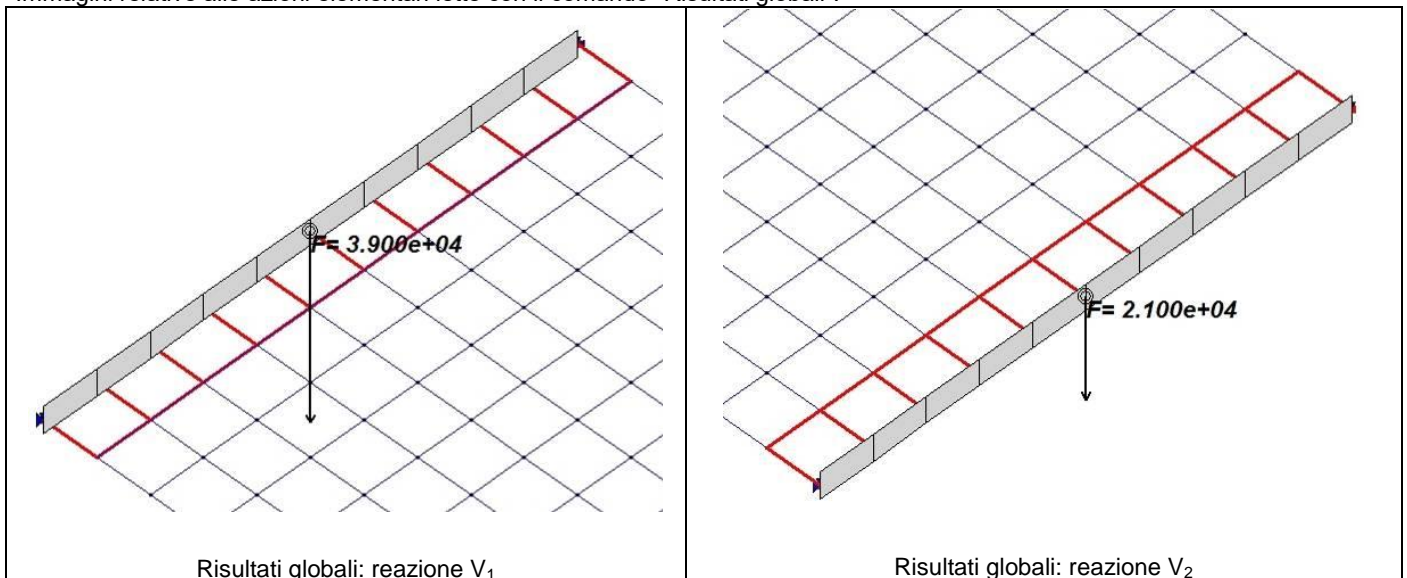
(*) risultati relativi alla versione corrente di e_SAP.

• **Allegati:**

Calcoli manuali.

$$\begin{aligned} \uparrow V_1 + V_2 &= 200 \cdot 3 \\ \downarrow V_2 (500 + 150 \cdot 2 + 200) &= 200 \cdot 200 + 200 (200 + 150) + 200 (200 + 150 \cdot 2) \\ V_2 &= \frac{210'000}{1000} = 210 \text{ kN} \\ V_1 &= 600 - V_2 = 390 \text{ kN} \end{aligned}$$

Immagini relative alle azioni elementari lette con il comando "Risultati globali".



Rev:	Data:	File:	Programma:	Tecnico:
00	20/09/06	Mod00_T013_impronta_ALGOR.PSP	PRO_SAP vers. 2006-09-138	Ing. F. Barigozzi
01	22/02/10	Mod00_T013_impronta.PSP	PRO_SAP vers. 2010-05-151	Ing. D. Fugazza

Test 14 ANALISI DEI CARICHI PER UN SOLAIO DI COPERTURA

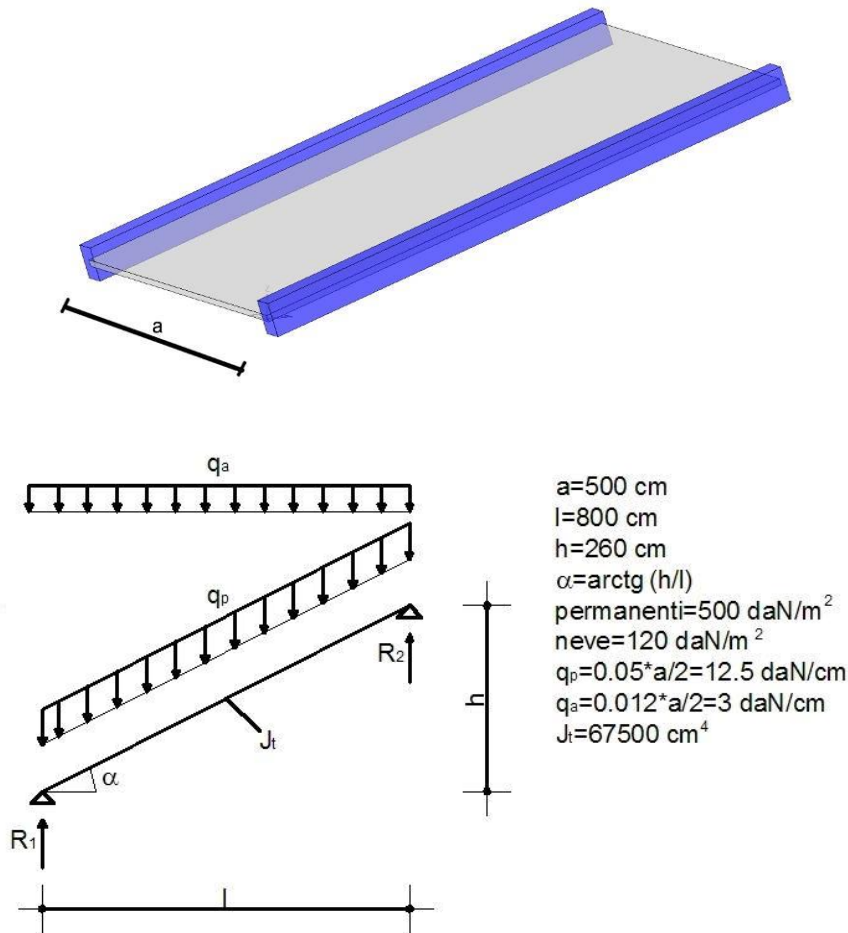
Revisione: 01
 Data: 22/02/2010
 Programma: PRO_SAP
 Versione: 2006-09-138; 2010-05-151
 Files: Mod00_T014_tetto_ALGOR.PSP; Mod00_T014_tetto.PSP

- **Scopo:**

Validazione dell'analisi del solaio di copertura (M e A).

- **Descrizione test:**

Si prende in considerazione un solaio di copertura sostenuto da due travi appoggiate alle estremità. La copertura è gravata da un carico permanente e un sovraccarico variabile dovuto alla neve.



- **Tipo di confronto:**

Calcolo manuale.

Rev:	Data:	File:	Programma:	Tecnico:
00	20/09/06	Mod00_T014_tetto_ALGOR.PSP	PRO_SAP vers. 2006-09-138	Ing. F. Barigozzi
01	22/02/10	Mod00_T014_tetto.PSP	PRO_SAP vers. 2010-05-151	Ing. D. Fugazza

• **Tabella risultati:**

Carico	Parametro	Soluzione teorica	Soluzione ALGOR	Differenza	Soluzione e_SAP	Differenza
q _p	R ₁ =R ₂ [daN]	5257.44	5257.44	0.00%	5257.44	0.00%
	M _{max} [daN·cm]	1051000	1051000	0.00%	1051000	0.00%
	T ₁ = -T ₂ [daN]	5000.00	5000.00	0.00%	5000.00	0.00%
	N _{max} [daN]	-1625.00	-1625.00	0.00%	-1625.00	0.00%
q _a	R ₁ =R ₂ [daN]	1200.00	1200.0	0.00%	1200.0	0.00%
	M _{max} [daN·cm]	240000	240000	0.00%	240000	0.00%
	T ₁ = -T ₂ [daN]	1141.24	1141.24	0.00%	1141.24	0.00%
	N _{max} [daN]	370.90	-370.90	0.00%	-370.90	0.00%

• **Commenti:**

I risultati numerici sono in perfetto accordo con quelli teorici. La soluzione calcolata con ALGOR e con e_SAP è ottenuta trascurando le deformazioni assiali (%R A=10000).

• **Allegati:**

Calcoli manuali.

CARICO q_p

$$R_1 = R_2 = \frac{q_p \cdot l}{2 \cos \alpha} = \frac{12,5 \cdot 800}{2 \cos \alpha} = 5257,44 \text{ daN}$$

$$M_{MAX} = \frac{q_p l^2}{8 \cos \alpha} = \frac{12,5 \cdot 800^2}{8 \cdot \cos \alpha} = 1051487 \text{ daN}\cdot\text{cm}$$

$$T_1 = -T_2 = \frac{q_p \cdot l}{2} = \frac{12,5 \cdot 800}{2} = 5000 \text{ daN}$$

$$N_{MAX} = \frac{q_p \cdot l \sin \alpha}{\cos \alpha \cdot 2} = \frac{12,5 \cdot 800 \cdot \sin \alpha}{2 \cos \alpha} = -1625 \text{ daN}$$

CARICO q_a

$$R_1 = R_2 = \frac{q_a \cdot l}{2} = \frac{3 \cdot 800}{2} = 1200,00 \text{ daN}$$

$$M_{MAX} = \frac{q_a l^2}{8} = \frac{3 \cdot 800^2}{8} = 240000 \text{ daN}\cdot\text{cm}$$

$$T_1 = -T_2 = \frac{q_a \cdot \cos \alpha \cdot l}{2} = 1141,24 \text{ daN}$$

$$N_{MAX} = \frac{q_a \cdot l \cdot \sin \alpha}{2} = -370,90 \text{ daN}$$

Rev:	Data:	File:	Programma:	Tecnico:
00	20/09/06	Mod00_T014_tetto_ALGOR.PSP	PRO_SAP vers. 2006-09-138	Ing. F. Barigozzi
01	22/02/10	Mod00_T014_tetto.PSP	PRO_SAP vers. 2010-05-151	Ing. D. Fugazza

Test 15 EFFETTI DELLO SPESSORE SULLA RIGIDEZZA DEI SOLAI

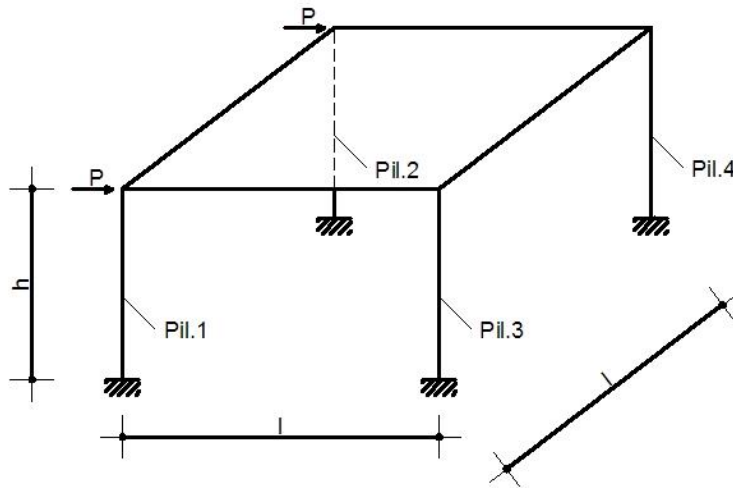
Revisione: 01
 Data: 22/02/2010
 Programma: PRO_SAP
 Versione: 2006-09-138; 2010-05-151
 Files: Mod00_T015_solai_ALGOR.PSP; Mod00_T015_solai.PSP

- **Scopo:**

Validazione della modellazione del solaio rigido (M).

- **Descrizione test:**

Si considera una struttura intelaiata composta da quattro pilastri di uguale rigidezza soggetta a forze orizzontali. Il solaio è modellato con elementi finito tipo "membrana". L'opzione è attivabile spuntando nella cornice "piano rigido" la casella membrana con spessore della finestra proprietà dei solai. È svolta un'analisi di sensitività facendo variare lo spessore del solaio.



$l=500$ cm
 $h=300$ cm
 $P=10000$ daN
 $J_{pil}=125052.0833$ cm⁴
 $E_1=312200$ daN/cm²
 $E_2=312200$ daN/cm²
 $G=139380$ daN/cm²
 $E_{solaio}=312200$ daN/cm²

Modello	Spessore membrana [cm]
A	0.01
B	0.10
C	1.00
D	5.00
E	10.00

- **Tipo di confronto:**

Calcolo con ALGOR e con e_SAP.

Rev:	Data:	File:	Programma:	Tecnico:
00	21/09/06	Mod00_T015_solai_ALGOR.PSP	PRO_SAP vers. 2006-09-138	Ing. F. Barigozzi
01	22/02/10	Mod00_T015_solai.PSP	PRO_SAP vers. 2010-05-151	Ing. D. Fugazza

- **Tabella risultati:**

Modello	Struttura	Parametro	Soluzione ALGOR	Soluzione e_SAP	Differenza
A	Pil. 1 = Pil. 2	δ_x [cm]	1.82	1.82	0.00%
	Pil. 3 = Pil. 4	δ_x [cm]	0.48	0.48	0.00%
B	Pil. 1 = Pil. 2	δ_x [cm]	1.29	1.29	0.00%
	Pil. 3 = Pil. 4	δ_x [cm]	1.01	1.01	0.00%
C	Pil. 1 = Pil. 2	δ_x [cm]	1.17	1.17	0.00%
	Pil. 3 = Pil. 4	δ_x [cm]	1.14	1.14	0.00%
D	Pil. 1 = Pil. 2	δ_x [cm]	1.16	1.16	0.00%
	Pil. 3 = Pil. 4	δ_x [cm]	1.15	1.15	0.00%
E	Pil. 1 = Pil. 2	δ_x [cm]	1.15	1.15	0.00%
	Pil. 3 = Pil. 4	δ_x [cm]	1.15	1.15	0.00%

- **Commenti:**

I risultati numerici ottenuti con i 2 solutori sono in perfetto accordo reciproco. Dai risultati ottenuti si può osservare come il solaio del modello E sia perfettamente rigido in quanto tutti i pilastri subiscono la medesima traslazione orizzontale. Si può comunque notare come il modello C sia già da considerare rigido in quanto presenta differenze di spostamento inferiori al 10 % rispetto al modello E.

Rev:	Data:	File:	Programma:	Tecnico:
00	21/09/06	Mod00_T015_solai_ALGOR.PSP	PRO_SAP vers. 2006-09-138	Ing. F. Barigozzi
01	22/02/10	Mod00_T015_solai.PSP	PRO_SAP vers. 2010-05-151	Ing. D. Fugazza

Test 16 SOLAIO: CONFRONTO FRA RIGIDO E DEFORMABILE

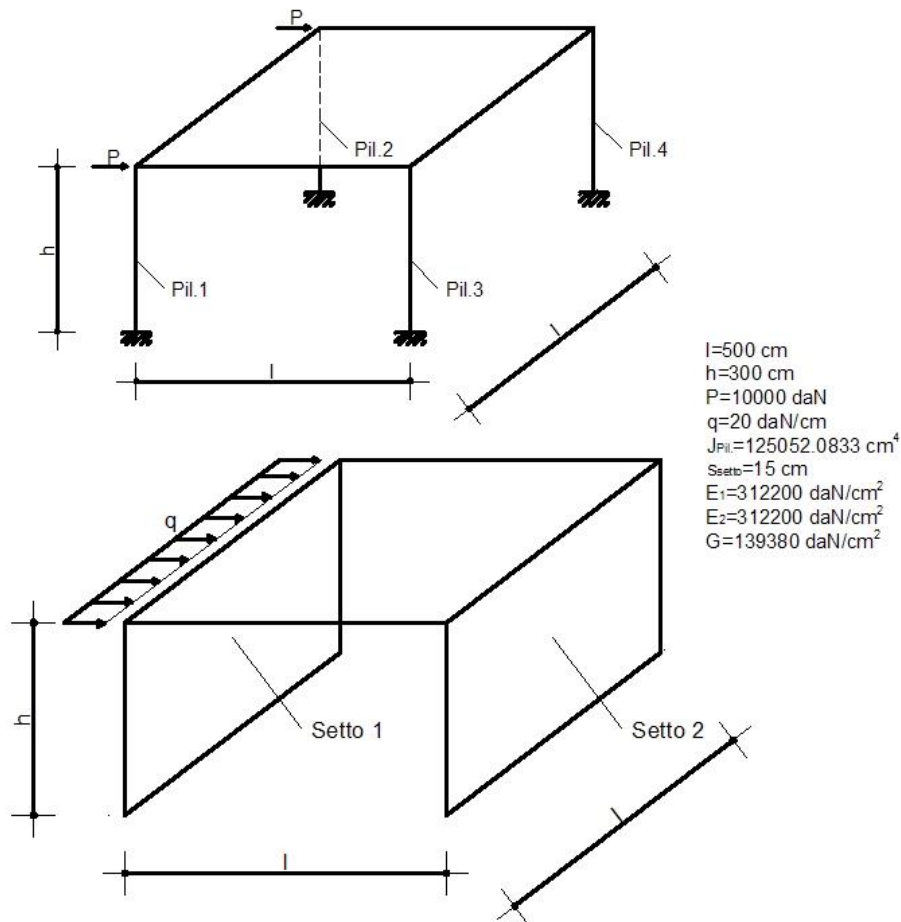
Revisione: 01
 Data: 22/02/2010
 Programma: PRO_SAP
 Versione: 2006-09-138; 2010-05-151
 Files: Mod00_T016_solaio_ALGOR.PSP; Mod00_T016_solaio.PSP

- **Scopo:**

Validazione della modellazione del solaio rigido (M).

- **Descrizione test:**

Si considerano due semplici strutture gravate da forze orizzontali: la prima è costituita da quattro pilastri di uguale rigidezza; mentre la seconda è realizzata da due setti di uguale rigidezza in cemento armato. Per entrambe le strutture il solaio viene considerato sia deformabile che rigido.



- **Tipo di confronto:**

Calcolo con ALGOR e con e_SAP.

Rev:	Data:	File:	Programma:	Tecnico:
00	20/09/06	Mod00_T016_solaio_ALGOR.PSP	PRO_SAP vers. 2006-09-138	Ing. F. Barigozzi
01	22/02/10	Mod00_T016_solaio.PSP	PRO_SAP vers. 2010-05-151	Ing. D. Fugazza

• **Tabella risultati:**

Modello	Struttura	Parametro	Soluzione ALGOR	Soluzione e_SAP	Differenza	
Solaio deformabile	Pil. 1 = Pil. 2	$\delta_{h,max}$ [cm]	2.305	2.304	0.04%	
		T_{max} [daN]	10000.00	10000.00	0.00%	
	Pil. 3 = Pil. 4	$\delta_{h,max}$ [cm]	0.000	0.000	0.00%	
		T_{max} [daN]	0.00	0.00	0.00%	
	Setto 1	$\delta_{h,max}$ [cm]	2.035	2.020	0.74%	
		T_{max} [daN]	7631.38	10000.00	31.04%	
	Setto 2	$\delta_{h,max}$ [cm]	0.000	0.000	0.00%	
		T_{max} [daN]	0.00	0.00	0.00%	
	Solaio rigido	Pil. 1 = Pil. 2	$\delta_{h,max}$ [cm]	1.153	1.152	0.09%
			T_{max} [daN]	5000.00	5000.00	0.00%
Pil. 3 = Pil. 4		$\delta_{h,max}$ [cm]	1.153	1.152	0.09%	
		T_{max} [daN]	5000.00	5000.00	0.00%	
Setto 1		$\delta_{h,max}$ [cm]	1.013	1.004	0.89%	
		T_{max} [daN]	3790.61	5000.00	31.90%	
Setto 2		$\delta_{h,max}$ [cm]	1.013	1.004	1.28%	
		T_{max} [daN]	3790.61	5000.00	31.90%	

Commenti:

Ad eccezione di 3 casi in cui si sono considerati i "Setti", i risultati numerici ottenuti con i 2 solutori sono in ottimo accordo reciproco.

Modello con pilastri: si può osservare come nel modello con solaio deformabile i pilastri sollecitati sono solamente quelli direttamente caricati dalle forze, mentre nel caso di solaio rigido tutti i pilastri lavorano allo stesso modo.

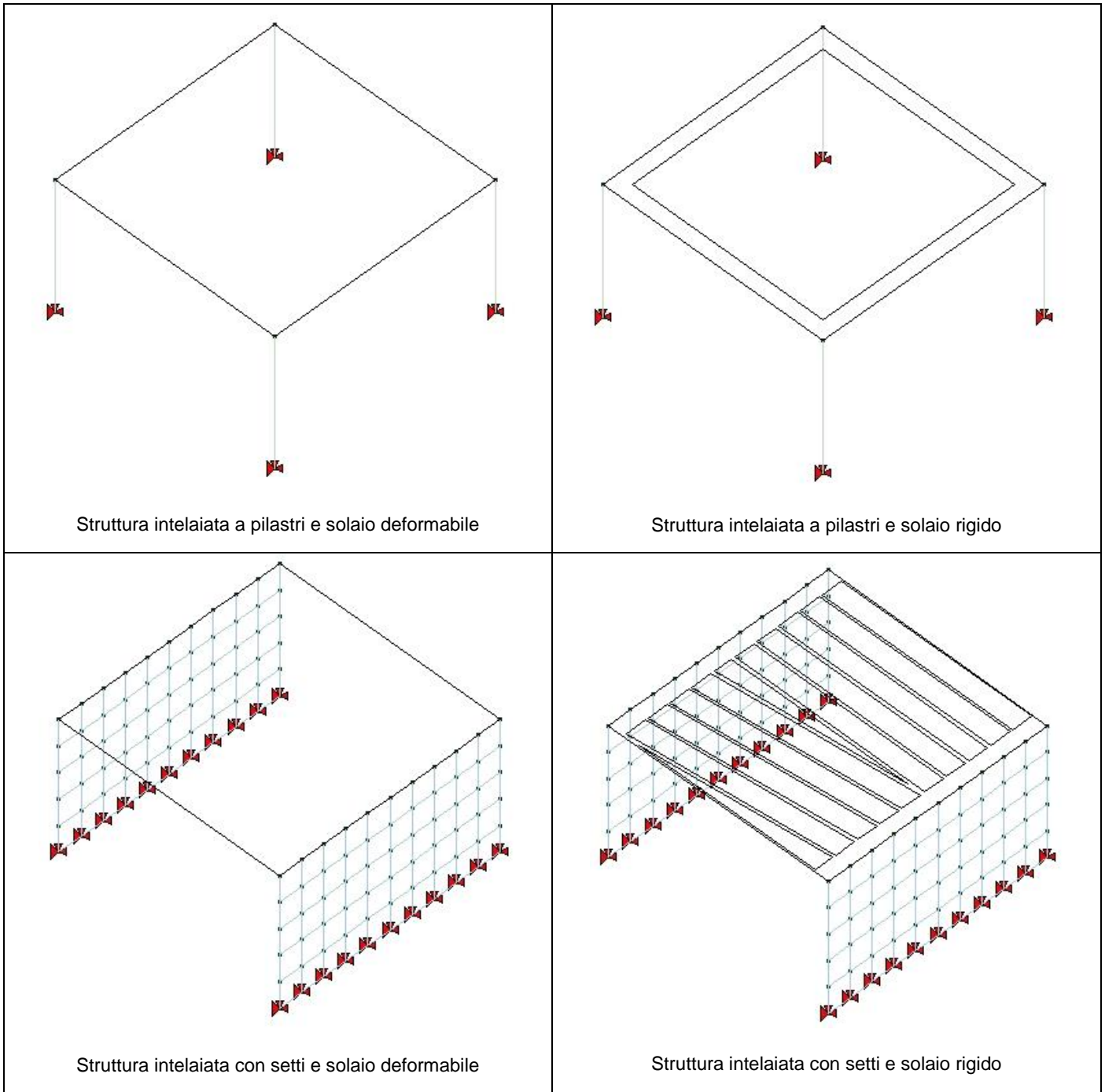
Modello con setti: il modello con solaio deformabile sollecita solo un setto e il secondo risulta scarico, mentre nel modello con solaio rigido i setti lavorano allo stesso modo.

Si osserva infine come per avere l'infinita rigidità del solaio sia stata attivata nella cornice "piano rigido" l'opzione membrana con spessore, assegnano al solaio un modulo elastico pari a 10^9 daN/cm² e uno spessore pari a 30 cm.

Rev:	Data:	File:	Programma:	Tecnico:
00	20/09/06	Mod00_T016_solaio_ALGOR.PSP	PRO_SAP vers. 2006-09-138	Ing. F. Barigozzi
01	22/02/10	Mod00_T016_solaio.PSP	PRO_SAP vers. 2010-05-151	Ing. D. Fugazza

• **Allegati:**

Immagini delle mesh utilizzate.



Struttura intelaiata a pilastri e solaio deformabile

Struttura intelaiata a pilastri e solaio rigido

Struttura intelaiata con setti e solaio deformabile

Struttura intelaiata con setti e solaio rigido

Rev:	Data:	File:	Programma:	Tecnico:
00	20/09/06	Mod00_T016_solaio_ALGOR.PSP	PRO_SAP vers. 2006-09-138	Ing. F. Barigozzi
01	22/02/10	Mod00_T016_solaio.PSP	PRO_SAP vers. 2010-05-151	Ing. D. Fugazza

Test 17 SOLAIO: MISTO LEGNO-CALCESTRUZZO

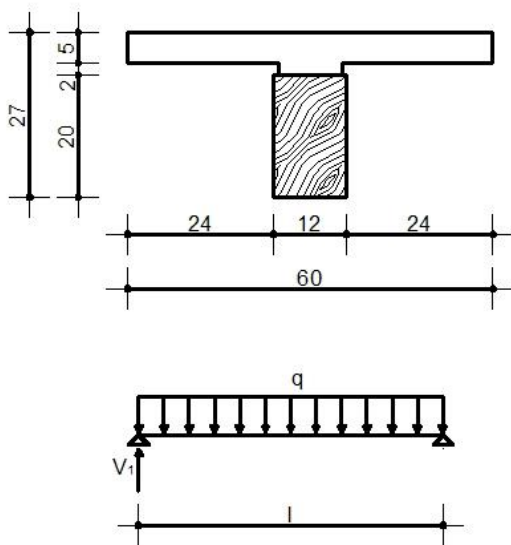
Revisione: 01
 Data: 02/03/2010
 Programma: PRO_SAP
 Versione: 2006-09-138; 2010-05-151
 Files: Mod00_T017_solaio_misto_ALGOR.PSP; Mod00_T017_solaio_misto.PSP

- **Scopo:**

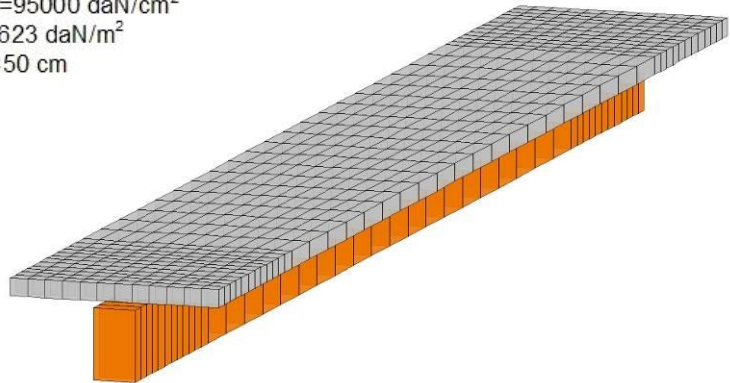
Validazione dell'analisi di un solaio in struttura mista legno calcestruzzo (M e A).

- **Descrizione test:**

Si considera una trave semplicemente appoggiata caratterizzata da una sezione composta legno e calcestruzzo.



$E_c=31000 \text{ daN/cm}^2$
 $E_w=95000 \text{ daN/cm}^2$
 $q=623 \text{ daN/m}^2$
 $l=450 \text{ cm}$



- **Tipo di confronto:**

Calcolo manuale.

- **Tabella risultati:**

Parametro	Soluzione teorica	Soluzione ALGOR	Differenza	Soluzione e_SAP	Differenza
$\sigma_{\max, \text{WOOD}}$ [daN/cm ²]	40.50	40.81	0.77%	40.78	0.69%

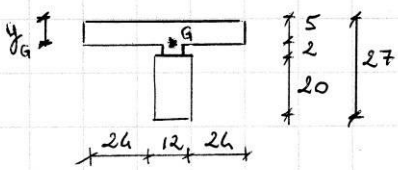
- **Commenti:**

I risultati numerici sono in ottimo accordo con quelli teorici considerando che la soletta in calcestruzzo è stata modellata utilizzando degli elementi D3. Il confronto con ALGOR e con e_SAP è eseguito visualizzando le mappe di colore relative alle tensioni N-M.

- **Allegati:**

Calcoli manuali.

Rev:	Data:	File:	Programma:	Tecnico:
00	12/09/06	Mod00_T017_solaio_misto_ALGOR.PSP	PRO_SAP vers. 2006-09-138	Ing. F. Barigozzi
01	02/03/10	Mod00_T017_solaio_misto.PSP	PRO_SAP vers. 2010-05-151	Ing. D. Fugazza



$$m = \frac{E_c}{E_w} = 3,2632$$

$$y_G = \frac{m \cdot 5 \cdot 60 \cdot 2,5 + 12 \cdot 20 (10 + 2 + 5)}{m \cdot 5 \cdot 60 + 12 \cdot 20} = 5,3548 \text{ cm}$$

$$I_{id} = \frac{m \cdot 60 \cdot 5^3}{12} + m \cdot 60 \cdot 5 \cdot (y_G - 2,5)^2 + \frac{12 \cdot 20^3}{12} + 12 \cdot 20 (27 - 10 - y_G)^2$$

$$= 50564,36 \text{ cm}^4$$

$$W_{ob} = \frac{50564,36}{5,3548} = 9442,59 \text{ cm}^3$$

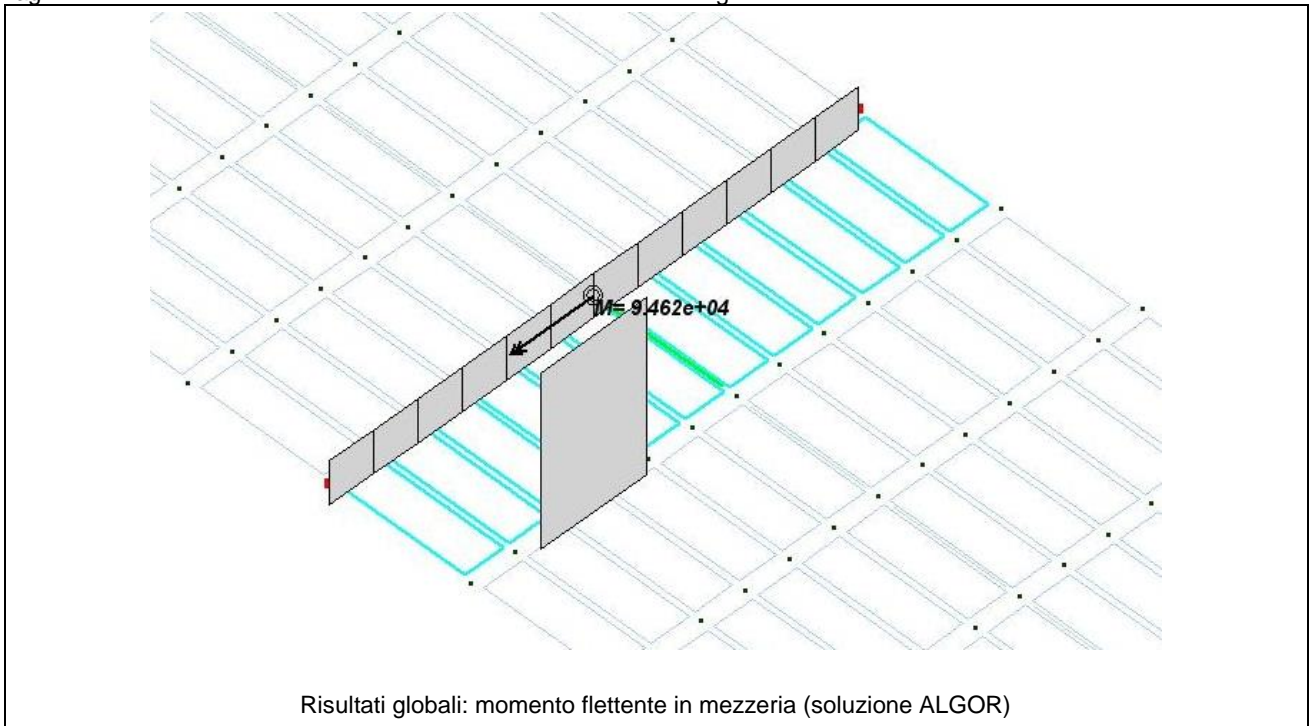
$$W_{wobb} = \frac{50564,36}{(27 - y_G)} = 2336,06 \text{ cm}^3$$

$$q = 623 \text{ daN/m} \cdot 0,6 = 373,8 \text{ daN/m}$$

$$M = q \frac{l^2}{8} = 9618,125 \text{ daN} \cdot \text{cm}$$

$$\sigma_{wobb}^{max} = \frac{M}{W_{wobb}} = \frac{9618,125}{2336,06} = 40,50 \text{ daN/cm}^2$$

Immagine relativa alle azioni elementari lette con il comando "Risultati globali".



Rev:	Data:	File:	Programma:	Tecnico:
00	12/09/06	Mod00_T017_solaio_misto_ALGOR.PSP	PRO_SAP vers. 2006-09-138	Ing. F. Barigozzi
01	02/03/10	Mod00_T017_solaio_misto.PSP	PRO_SAP vers. 2010-05-151	Ing. D. Fugazza

Test 18 PLINTO IN OPERA

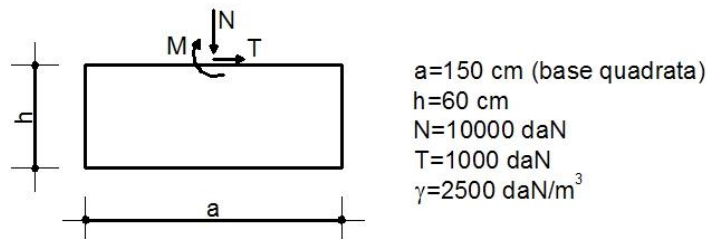
Revisione: 01
 Data: 02/03/2010
 Programma: PRO_SAP
 Versione: 2005-12-137; 2010-05-151
 Files: Mod00_T018_plinto1_ALGOR.PSP; Mod00_T018_plinto1.PSP

- Scopo:**

Validazione dell'analisi di plinti in opera (M e A).

- Descrizione test:**

Si considera un plinto realizzato in opera sottoposto a diverse condizioni di carico al fine di determinare le pressioni agenti sul terreno.



Modello	M [daN·cm]
A	150000
B	450000
C	1000000

- Tipo di confronto:**

Calcolo manuale.

- Tabella risultati:**

Modello	Parametro	Soluzione teorica	Soluzione ALGOR	Differenza	Soluzione e_SAP	Differenza
A (base di fondazione int. reagente)	σ_1 [daN/cm ²]	-0.97	-0.97	0.00%	-0.97	0.00%
	σ_2 [daN/cm ²]	-0.22	-0.22	0.00%	-0.22	0.00%
B (base di fondazione parzializzata)	σ_1 [daN/cm ²]	-1.61	-1.61	0.00%	-1.61	0.00%
	σ_2 [daN/cm ²]	0.00	0.00	0.00%	0.00	0.00%
C (base di fondazione non equilibrata)	σ_1 [daN/cm ²]	-2.48	-2.48	0.00%	-2.48	0.00%
	σ_2 [daN/cm ²]	1.29	1.29 (*)	0.00%	1.29	0.00%

(*) La risultante delle pressioni è esterna alla sezione pertanto la fondazione non è in equilibrio. Il programma di calcolo visualizza un messaggio di errore: sono presenti pressioni positive.

Rev:	Data:	File:	Programma:	Tecnico:
00	11/09/06	Mod00_T018_plinto1_ALGOR.PSP	PRO_SAP vers. 2005-12-137	Ing. Francesco Barigozzi
01	02/03/10	Mod00_T018_plinto1.PSP	PRO_SAP vers. 2010-05-151	Ing. Davide Fugazza

• **Commenti:**

I risultati numerici sono in perfetto accordo con quelli teorici.

• **Allegati:**

Calcoli manuali.

$$N_{TOT} = N + p.p. = 10\,000 + 0,0025 \cdot 150 \cdot 150 \cdot 60 = 13\,375 \text{ daN}$$

MODELLO A

$$M_{TOT} = M + T \cdot R = 150\,000 + 1\,000 \cdot 60 = 210\,000 \text{ daN cm}$$

$$e = \frac{M_{TOT}}{N_{TOT}} = 15,7 \text{ cm} < \frac{a}{6} \text{ (dentro nocciolo)}$$

$$\sigma = \frac{N_{TOT}}{A} \pm \frac{M_{TOT}}{W} = \frac{13\,375}{150 \cdot 150} \pm \frac{210\,000}{150^3} \cdot 6 = \begin{cases} -0,368 \text{ daN/cm}^2 \\ -0,221 \text{ daN/cm}^2 \end{cases}$$

MODELLO B

$$M_{TOT} = M + T \cdot R = 450\,000 + 1\,000 \cdot 60 = 510\,000 \text{ daN cm}$$

$$e = \frac{M_{TOT}}{N_{TOT}} = 38,1308 \text{ cm} > \frac{a}{6} \text{ (fuori dal nocciolo ma dentro alla sezione)}$$

→ SEZIONE PARZIALIZZATA

$$\sigma = \frac{2N_{TOT}}{a^3 \left(\frac{a}{2} - e \right)} = \frac{2 \cdot 13\,375}{150^3 \left(\frac{150}{2} - 38,1308 \right)} = -1,512$$

MODELLO C

$$M_{TOT} = M + T \cdot R = 1\,000\,000 + 1\,000 \cdot 60 = 1\,060\,000 \text{ daN cm}$$

$$e = \frac{M_{TOT}}{N_{TOT}} = 79,25 \text{ cm} > \frac{a}{2} \text{ (fuori dalla sezione)}$$

$$\sigma = \frac{N_{TOT}}{A} \pm \frac{M_{TOT}}{W} = \frac{13\,375}{150 \cdot 150} \pm \frac{1\,060\,000}{150^3} \cdot 6 = \begin{cases} -2,479 \text{ daN/cm}^2 \\ +1,230 \text{ daN/cm}^2 \end{cases}$$

Rev:	Data:	File:	Programma:	Tecnico:
00	11/09/06	Mod00_T018_plinto1_ALGOR.PSP	PRO_SAP vers. 2005-12-137	Ing. Francesco Barigozzi
01	02/03/10	Mod00_T018_plinto1.PSP	PRO_SAP vers. 2010-05-151	Ing. Davide Fugazza

Test 19 PLINTO PREFABBRICATO

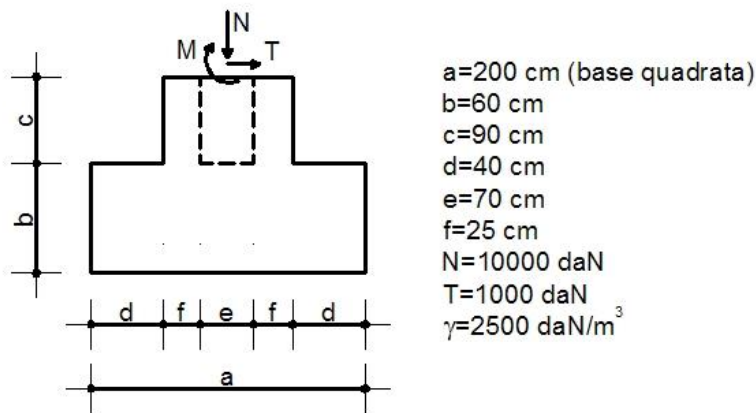
Revisione: 01
 Data: 02/03/2010
 Programma: PRO_SAP
 Versione: 2005-12-137; 2010-05-151
 Files: Mod00_T019_plinto2_ALGOR.PSP; Mod00_T019_plinto2.PSP

- **Scopo:**

Validazione dell'analisi di plinti prefabbricati (M e A).

- **Descrizione test:**

Si considera un plinto prefabbricato sottoposto a diverse condizioni di carico al fine di determinare le pressioni agenti sul terreno.



Modello	M [daN·cm]
A	250000
B	800000
C	2000000

- **Tipo di confronto:**

Calcolo manuale.

Rev:	Data:	File:	Programma:	Tecnico:
00	11/09/06	Mod00_T019_plinto2_ALGOR.PSP	PRO_SAP vers. 2005-12-137	Ing. Francesco Barigozzi
01	02/03/10	Mod00_T019_plinto2.PSP	PRO_SAP vers. 2010-05-151	Ing. Davide Fugazza

- **Tabella risultati:**

Modello	Parametro	Soluzione teorica	Soluzione ALGOR	Differenza	Soluzione e_SAP	Differenza
A (base di fondazione int. reagente)	σ_1 [daN/cm ²]	-0.78	-0.78	0.00%	-0.78	0.00%
	σ_2 [daN/cm ²]	-0.18	-0.18	0.00%	-0.18	0.00%
B (base di fondazione parzializzata)	σ_1 [daN/cm ²]	-1.27	-1.27	0.00%	-1.27	0.00%
	σ_2 [daN/cm ²]	0.00	0.00	0.00%	0.00	0.00%
C (base di fondazione non equilibrata)	σ_1 [daN/cm ²]	-2.09	-2.09	0.00%	-2.09	0.00%
	σ_2 [daN/cm ²]	1.13	1.13 (*)	0.00%	1.13	0.00%

(*) La risultante delle pressioni è esterna alla sezione pertanto la fondazione non è in equilibrio. Il programma di calcolo visualizza un messaggio di errore: sono presenti pressioni positive.

- **Commenti:**

I risultati numerici sono in perfetto accordo con quelli teorici.

- **Allegati:**

Calcoli manuali.

Rev:	Data:	File:	Programma:	Tecnico:
00	11/09/06	Mod00_T019_plinto2_ALGOR.PSP	PRO_SAP vers. 2005-12-137	Ing. Francesco Barigozzi
01	02/03/10	Mod00_T019_plinto2.PSP	PRO_SAP vers. 2010-05-151	Ing. Davide Fugazza

$$N_{TOT} = N + p.p. = 10.000 + 0,0025 \cdot (200 \cdot 200 \cdot 60 + 120 \cdot 120 \cdot 30) = 19240 \text{ daN}$$

MODELLO A

$$M_{TOT} = M + T \cdot (b+c) = 250.000 + 1000 \cdot (60 + 30) = 400.000 \text{ daN} \cdot \text{cm}$$

$$e = \frac{M_{TOT}}{N_{TOT}} = 20,79 \text{ cm} < \frac{a}{6} \quad (\text{dentro il nocciolo})$$

$$G = \frac{N_{TOT}}{A} \pm \frac{M_{TOT}}{W} = \frac{19240}{200 \cdot 200} \pm \frac{400.000}{200^3} \cdot 6 = \begin{cases} -0,781 \text{ daN/cm}^2 \\ -0,181 \text{ daN/cm}^2 \end{cases}$$

MODELLO B

$$M_{TOT} = M + T(b+c) = 800.000 + 1000(60 + 30) = 950.000 \text{ daN} \cdot \text{cm}$$

$$e = \frac{M_{TOT}}{N_{TOT}} = 49,37 \text{ cm} > \quad (\text{fuori dal nocciolo ma dentro alla sezione})$$

SEZ. PARZIALIZZATA

$$\sigma = \frac{2N_{TOT}}{a^3 \left(\frac{a}{2} - e \right)} = \frac{2 \cdot 19240}{200^3 \left(\frac{200}{2} - 49,37 \right)} = -1,267 \frac{\text{daN}}{\text{cm}^2}$$

MODELLO C

$$M_{TOT} = M + T(b+c) = 2.000.000 + 1.000(60 + 30) = 2.150.000 \text{ daN} \cdot \text{cm}$$

$$e = \frac{M_{TOT}}{N_{TOT}} = 111,74 \text{ cm} > \frac{a}{2} \quad (\text{fuori dalla sezione})$$

$$G = \frac{N_{TOT}}{A} \pm \frac{M_{TOT}}{W} = \frac{19240}{200 \cdot 200} \pm \frac{2.150.000}{200^3} \cdot 6 = \begin{cases} -2,096 \text{ daN/cm}^2 \\ +1,131 \text{ daN/cm}^2 \end{cases}$$

Rev:	Data:	File:	Programma:	Tecnico:
00	11/09/06	Mod00_T019_plinto2_ALGOR.PSP	PRO_SAP vers. 2005-12-137	Ing. Francesco Barigozzi
01	02/03/10	Mod00_T019_plinto2.PSP	PRO_SAP vers. 2010-05-151	Ing. Davide Fugazza

Test 20 PLINTO SU DUE PALI

Revisione: 01
 Data: 02/03/2010
 Programma: PRO_SAP
 Versione: 2006-09-138; 2010-05-151
 Files: Mod00_T020_pali_A_ALGOR.PSP; Mod00_T020_pali_B_ALGOR.PSP;
 Mod00_T020_pali_A.PSP; Mod00_T020_pali_B.PSP

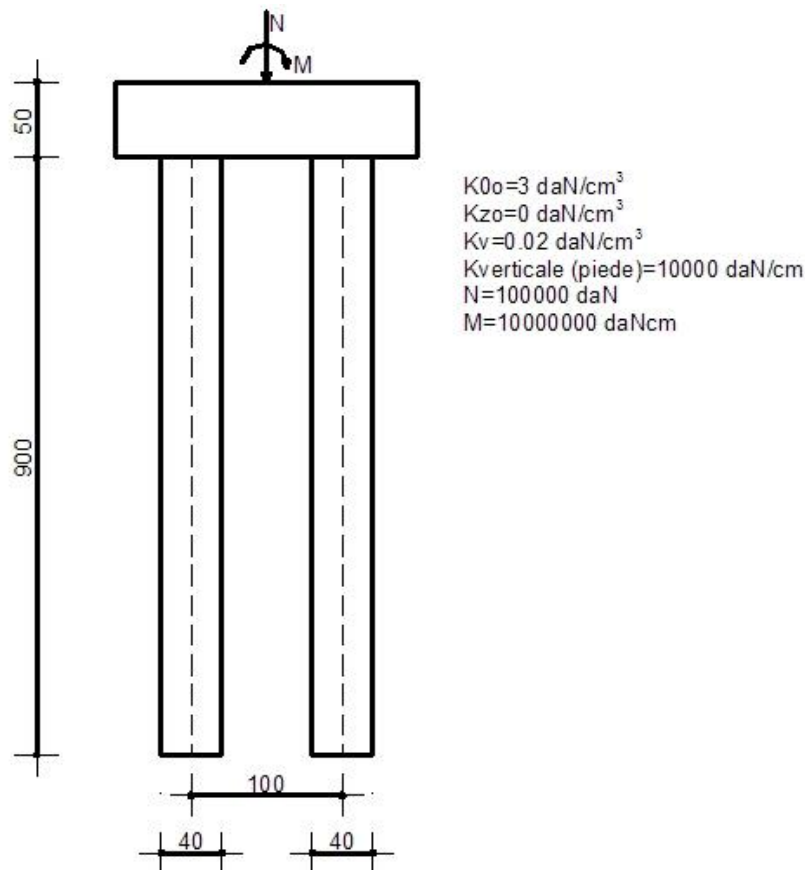
- **Scopo:**

Validazione della modellazione di plinti su due pali (M).

- **Descrizione test:**

Si confrontano due diversi tipi di modellazione di un plinto su due pali. Al terreno è assegnato un modulo di reazione orizzontale costante con la profondità (K_{0o}) e un modulo di reazione verticale (K_v); infine è assegnata alla punta del palo un vincolo elastico alla traslazione verticale.

- modello A: le fondazioni sono modellate in automatico con l'ausilio dell'archivio di PRO_SAP, mediante l'assegnazione delle caratteristiche geometriche delle fondazioni e meccaniche del terreno;
- modello B: i pali vengono discretizzati con elementi D2 di lunghezza 30 cm, assegnando ai nodi delle molle con opportuna rigidità.



Rev:	Data:	File:	Programma:	Tecnico:
00	15/09/06	Mod00_T020_pali_A_ALGOR.PSP Mod00_T020_pali_B_ALGOR.PSP	PRO_SAP vers. 2006-09-138	Ing. F. Barigozzi
01	02/03/10	Mod00_T020_pali_A.PSP Mod00_T020_pali_B.PSP	PRO_SAP vers. 2010-05-151	Ing. D. Fugazza

- **Tipo di confronto:**

Calcolo con ALGOR e con e_SAP.

- **Tabella risultati:**

Parametro	Palo	Modello A: soluzione modello da archivio ALGOR	Modello B: soluzione modello elementi D2 ALGOR	Differenza	Modello A: soluzione modello da archivio e_SAP	Modello B: soluzione modello elementi D2 e_SAP	Differenza
N_{max} [daN]	Palo 1	-30550.00	-30550.00	0.00%	-30550.00	-30550.00	0.00%
	Palo 2	-62590.00	-62400.00	0.30%	-62590.00	-62400.00	0.30%
T_{max} [daN]	Palo 1 = Palo 2	-14720	-14720	0.00%	-14720	-14720	0.00%
T_{min} [daN]	Palo 1 = Palo 2	780.59	780.58	0.00%	780.59	780.62	0.01%
M_{max} [daN·cm]	Palo 1 = Palo 2	-4370000	-4370000	0.00%	-4370000	-4370000	0.00%
M_{min} [daN·cm]	Palo 1 = Palo 2	166600	166600	0.00%	166600	166600	0.00%

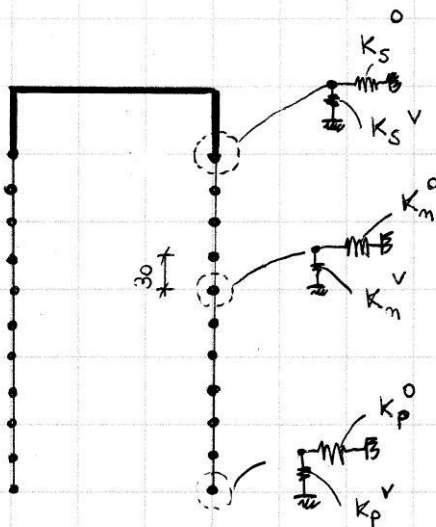
- **Commenti:**

I risultati numerici ottenuti con i 2 solutori sono in perfetto accordo reciproco. Si precisa che le sollecitazioni sopra riportate corrispondono a quelle massime positive e negative registrate lungo lo sviluppo del palo.

- **Allegati:**

Calcoli manuali.

MODELLO B



$$K_m^0 = 3 \cdot 30 \cdot 40 = 3600 \text{ daN/cm}$$

$$K_m^V = 0,02 \cdot (\pi \cdot 40) \cdot 30 = 75,4 \text{ daN/cm}$$

$$K_S^0 = 3 \cdot 15 \cdot 40 = 1800 \text{ daN/cm}$$

$$K_S^V = 0,02 \cdot (\pi \cdot 40) \cdot 15 = 37,7 \text{ daN/cm}$$

$$K_P^V = 10 \cdot 000 + K_S^V = 10 \cdot 037,7 \text{ daN/cm}$$

$$K_P^0 = K_S^0 = 1800 \text{ daN/cm}$$

Rev:	Data:	File:	Programma:	Tecnico:
00	15/09/06	Mod00_T020_pali_A_ALGOR.PSP Mod00_T020_pali_B_ALGOR.PSP	PRO_SAP vers. 2006-09-138	Ing. F. Barigozzi
01	02/03/10	Mod00_T020_pali_A.PSP Mod00_T020_pali_B.PSP	PRO_SAP vers. 2010-05-151	Ing. D. Fugazza

Test 21 DRILLING

Revisione: 02
 Data: 19/01/2011
 Programma: PRO_SAP
 Versione: 2008-06-144; 2010-05-151;
 Files: Mod00_T021_drilling_ALGOR.PSP; Mod00_T021_drilling.PSP;

- **Scopo:**

Valutazione degli effetti del drilling (M).

- **Descrizione test:**

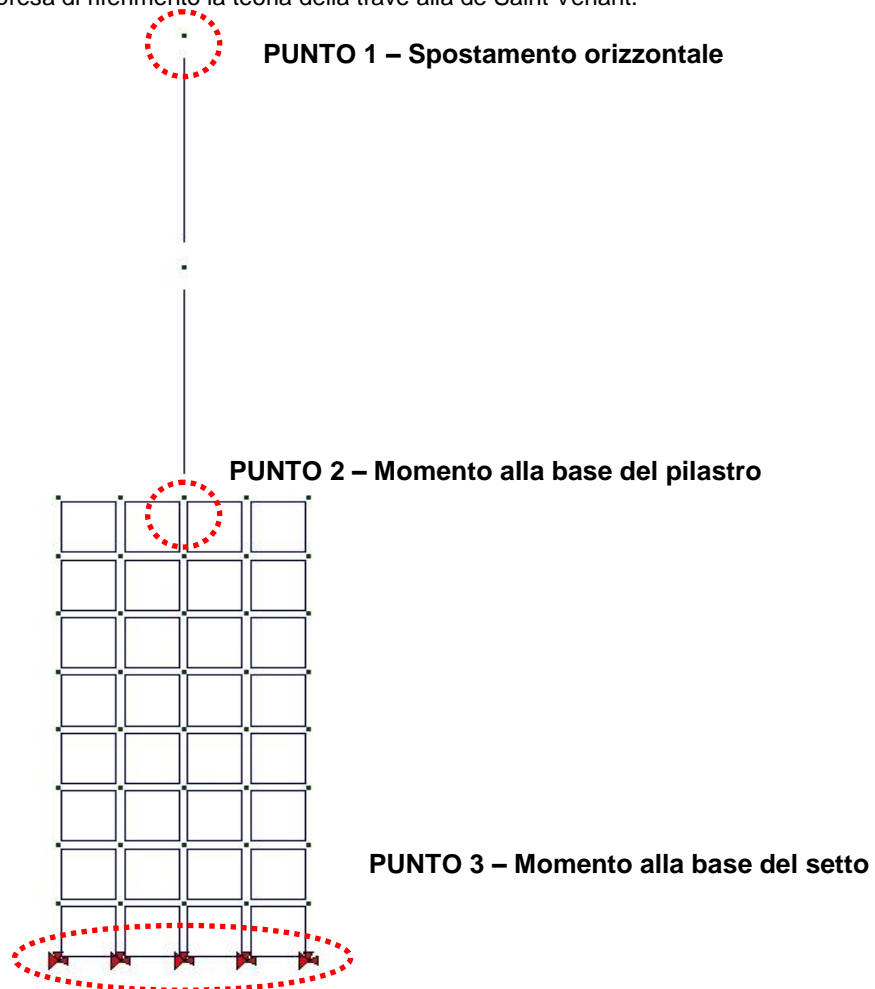
Si considerano diversi tipi di modellazione per quanto riguarda un pilastro di dimensioni 30 x 30 cm (altezza 3 m) su un setto in c.a. (altezza 3 m) dello spessore 30 cm e lunghezza 150 cm.

Il pilastro risulta sollecitato in sommità e nella mezzeria da forze orizzontali di intensità 1600 daN.

Il confronto viene svolto comparando:

- Punto 1 – Spostamento in sommità del pilastro;
- Punto 2 – Momento alla base del pilastro ;
- Punto 3 – Momento alla base del setto.

Le diverse modellazioni vengono confrontate al modello 1 in cui sia il pilastro che il setto vengono modellati con elementi D2, ovvero mediante elementi dove è presa di riferimento la teoria della trave alla de Saint Venant.



- **Tipo di confronto:**

Calcolo con Algor e con e_SAP.

Rev:	Data:	File:	Programma:	Tecnico:
00	25/06/08	Mod00_T021_drilling_ALGOR.PSP	PRO_SAP vers. 2008-06-144	Ing. Francesco Barigozzi
01	02/03/10	Mod00_T021_drilling.PSP	PRO_SAP vers. 2010-05-151	Ing. Davide Fugazza

• **Risultati:**

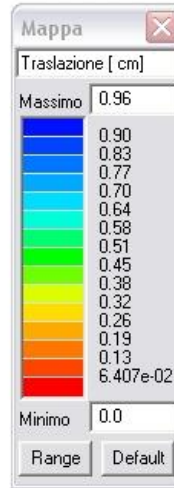
Modello 1:

- pilastro modellato con elementi D2
- setto modellato con elementi D2



Punto 1: $\delta = 0.96$ cm ALGOR (*)
 $\delta = 0.96$ cm e_SAP (*)

(*) valori di riferimento per confronto con casi successivi

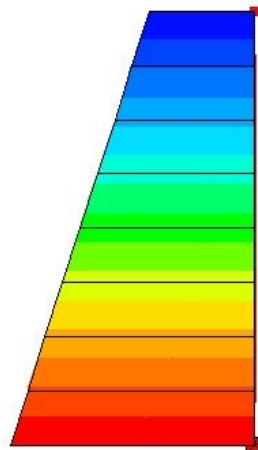


Punto 2: $M = -7.2e5$ daN·cm ALGOR (*)
 $M = -7.2e5$ daN·cm e_SAP (*)

(*) valori di riferimento per confronto con casi successivi

Punto 3: $M = -1.68e6$ daN·cm ALGOR (*)
 $M = -1.68e6$ daN·cm e_SAP (*)

(*) valori di riferimento per confronto con casi successivi

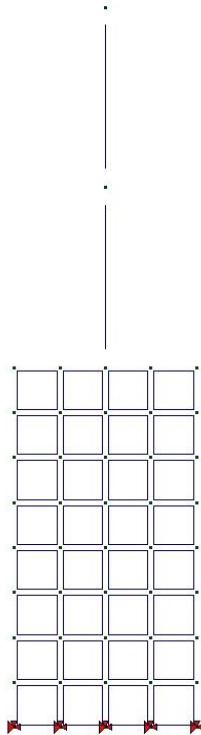


Punto 1: $\delta = 6.883e4$ cm ALGOR

Rev:	Data:	File:	Programma:	Tecnico:
00	25/06/08	Mod00_T021_drilling_ALGOR.PSP	PRO_SAP vers. 2008-06-144	Ing. Francesco Barigozzi
01	02/03/10	Mod00_T021_drilling.PSP	PRO_SAP vers. 2010-05-151	Ing. Davide Fugazza

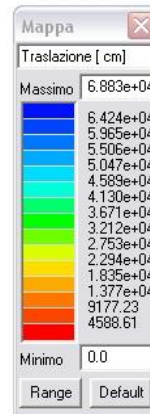
Modello 2:

- pilastro modellato con elementi D2
- setto modellato con elementi D3



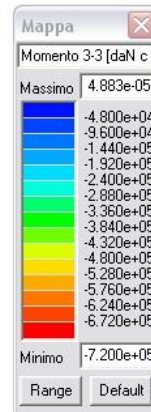
$\delta = 1538.39 \text{ cm}$ e_SAP

differenze non comparabili rispetto al modello 1



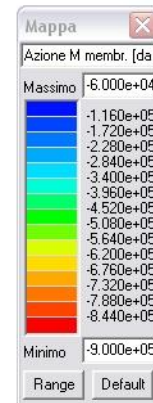
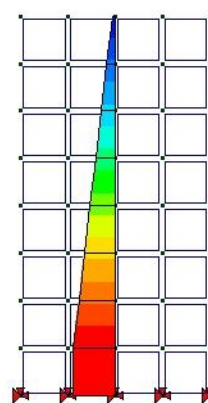
Punto 2: M = -7.2e5 daN·cm ALGOR
M = -7.2e5 daN·cm e_SAP

differenze dello 0.00% / 0.00% rispetto al modello 1



Punto 3: M = -9e5 daN·cm ALGOR
M = -8.744e5 daN·cm e_SAP

differenze del 46.43% / 47.95% rispetto al modello 1

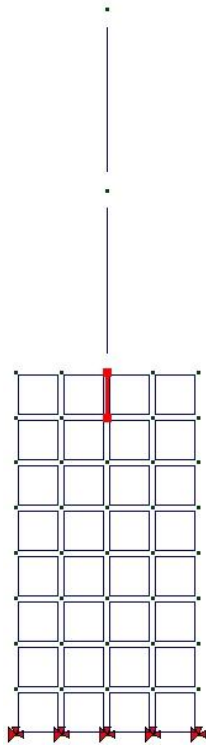


Punto 1: $\delta = 1.13 \text{ cm}$ ALGOR

Rev:	Data:	File:	Programma:	Tecnico:
00	25/06/08	Mod00_T021_drilling_ALGOR.PSP	PRO_SAP vers. 2008-06-144	Ing. Francesco Barigozzi
01	02/03/10	Mod00_T021_drilling.PSP	PRO_SAP vers. 2010-05-151	Ing. Davide Fugazza

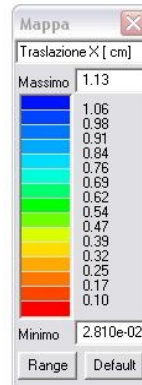
Modello 3:

- pilastro modellato con elementi D2 e prolungato nel setto per una lunghezza pari alle dimensioni di un elemento D3 (37.5cm)
- setto modellato con elementi D3



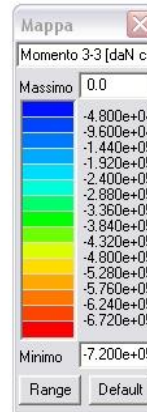
$\delta = 1.12\text{cm}$ e_SAP

differenze del 17.71% / 16.67% rispetto al modello 1



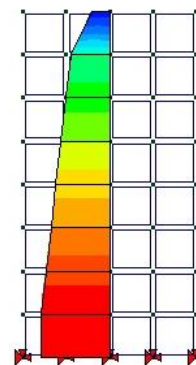
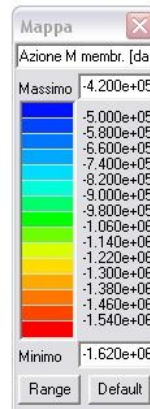
Punto 2: M = -7.2e5 daN·cm ALGOR
M = -7.2e5 daN·cm e_SAP

differenze dello 0.00% / 0.00% rispetto al modello 1



Punto 3: M = -1.62e6 daN·cm ALGOR
M = -1.575e6 daN·cm e_SAP

differenze del 3.57% / 6.25% rispetto al modello 1

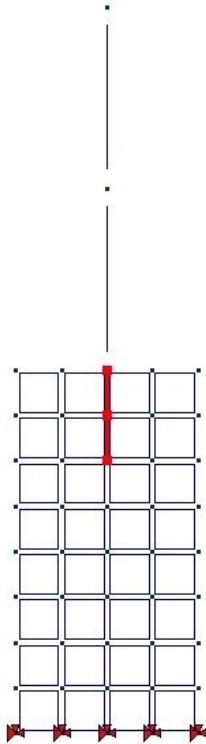


Punto 1: $\delta = 1.13\text{ cm}$ ALGOR
 $\delta = 1.12\text{ cm}$ e_SAP

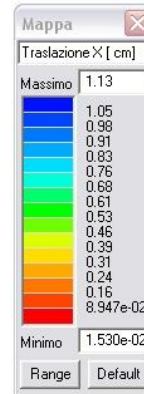
Rev:	Data:	File:	Programma:	Tecnico:
00	25/06/08	Mod00_T021_drilling_ALGOR.PSP	PRO_SAP vers. 2008-06-144	Ing. Francesco Barigozzi
01	02/03/10	Mod00_T021_drilling.PSP	PRO_SAP vers. 2010-05-151	Ing. Davide Fugazza

Modello 4:

- pilastro modellato con elementi D2 e prolungato nel setto per una lunghezza pari alle dimensioni di due elementi D3 (75 cm)
- setto modellato con elementi D3

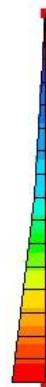
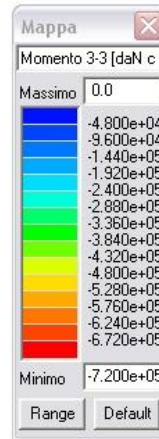


differenze del 17.71% / 16.67% rispetto al modello 1



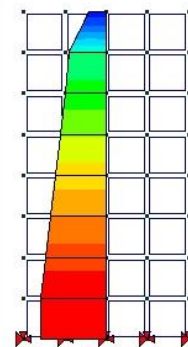
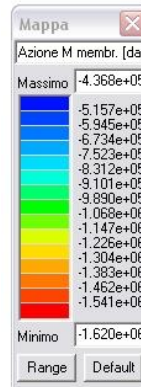
Punto 2: M = -7.2e5 daN·cm ALGOR
M = -7.2e5 daN·cm e_SAP

differenze dello 0.00% / 0.00% rispetto al modello 1



Punto 3: M = -1.62e6 daN·cm ALGOR
M = -1.575e6 daN·cm e_SAP

differenze del 3.57% / 6.25% rispetto al modello 1

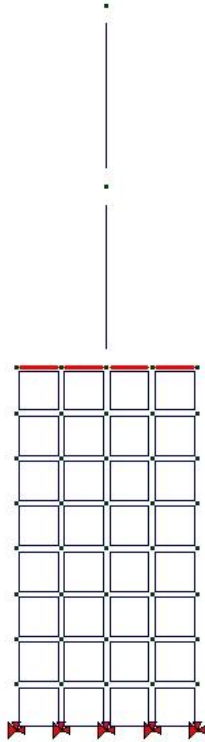


Modello 5:

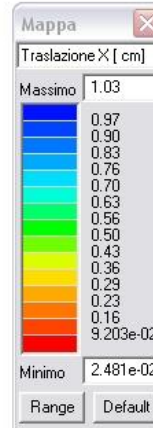
Punto 1: $\delta = 1.03$ cm ALGOR
 $\delta = 1.03$ cm e_SAP

Rev:	Data:	File:	Programma:	Tecnico:
00	25/06/08	Mod00_T021_drilling_ALGOR.PSP	PRO_SAP vers. 2008-06-144	Ing. Francesco Barigozzi
01	02/03/10	Mod00_T021_drilling.PSP	PRO_SAP vers. 2010-05-151	Ing. Davide Fugazza

- pilastro modellato con elementi D2
- presenza di un cordolo delle dimensioni 30x30cm in sommità del setto modellato con elementi D2
- setto modellato con elementi D3

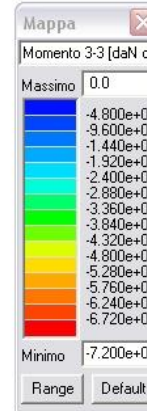


differenze del 7.29% / 7.29% rispetto al modello 1



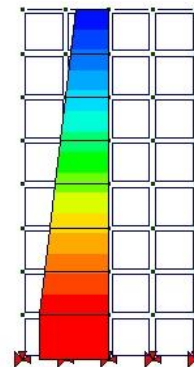
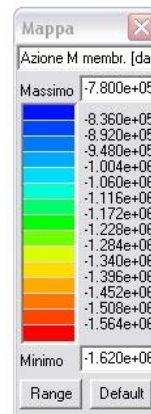
Punto 2: M = -7.2e5 daN·cm ALGOR
M = -7.2e5 daN·cm e_SAP

differenze dello 0.00% / 0.00% rispetto al modello 1



Punto 3: M = -1.62e6 daN·cm ALGOR
M = -1.575e6 daN·cm e_SAP

differenze del 3.57% / 6.25% rispetto al modello 1



• **Commenti:**

In base alle analisi svolte risulta:

- ✓ Il modello 2 presenta errori macroscopici nella valutazione degli spostamenti;

Rev:	Data:	File:	Programma:	Tecnico:
00	25/06/08	Mod00_T021_drilling_ALGOR.PSP	PRO_SAP vers. 2008-06-144	Ing. Francesco Barigozzi
01	02/03/10	Mod00_T021_drilling.PSP	PRO_SAP vers. 2010-05-151	Ing. Davide Fugazza

- ✓ Il modello 3 ed il modello 4 presentano i medesimi risultati;
- ✓ Il modello 5 risulta essere quello con l'errore minore in termini di spostamenti e sollecitazioni
- ✓ I modelli 3 e 4 risultano avere spostamenti maggiori, in quanto la zona di trasmissione delle sollecitazioni fra pilastro e setto risulta essere molto più limitata rispetto al modello 5, in cui il cordolo ripartitore collega tutta la sommità del setto.

I risultati ottenuti con e_SAP sono relativi alla versione corrente del solutore.

- **Allegati:**

-

Rev:	Data:	File:	Programma:	Tecnico:
00	25/06/08	Mod00_T021_drilling_ALGOR.PSP	PRO_SAP vers. 2008-06-144	Ing. Francesco Barigozzi
01	02/03/10	Mod00_T021_drilling.PSP	PRO_SAP vers. 2010-05-151	Ing. Davide Fugazza

Test 22 BARICENTRO DELLE MASSE E DELLE RIGIDENZE

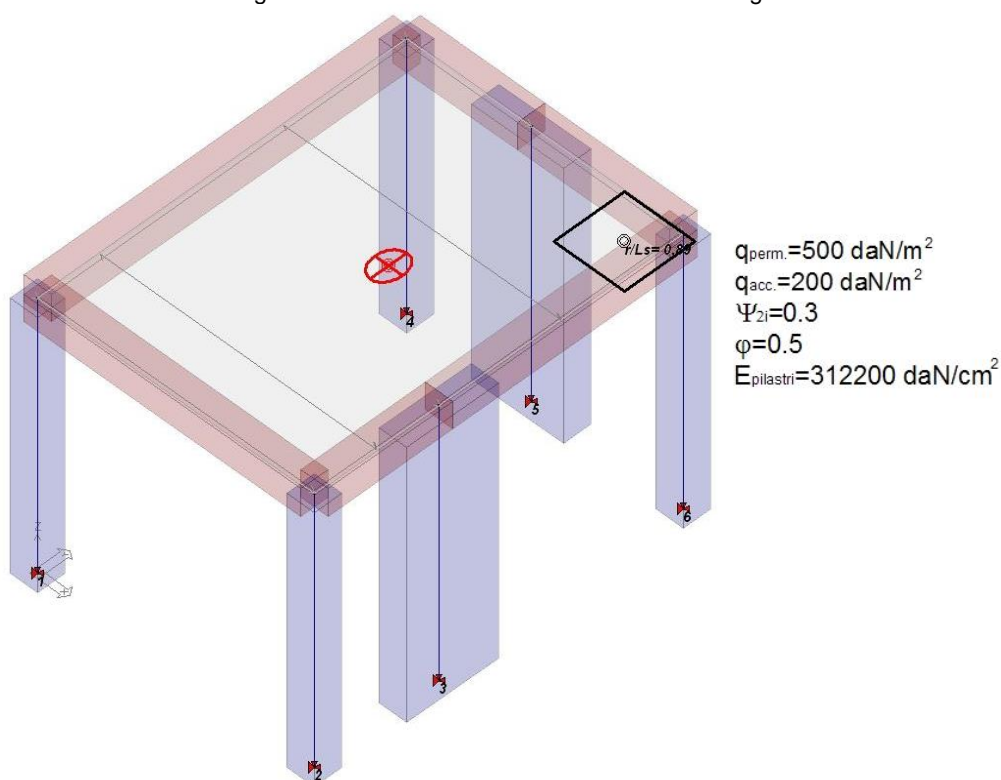
Revisione: 02
 Data: 02/03/2010
 Programma: PRO_SAP
 Versione: 2006-09-138; 2010-05-151
 Files: Mod00_T022_baricentri_ALGOR.PSP; Mod00_T022_baricentri.PSP

- Scopo:**

Validazione dell'analisi di strutture a telaio per la determinazione del baricentro delle masse e delle rigidezze (A).

- Descrizione test:**

Si calcolò il baricentro delle masse e delle rigidezze di una struttura a telaio di forma rettangolare.



Struttura	Lx [cm]	Ly [cm]	Xi [cm]	Yi [cm]	H [cm]
Pilastro 1	30	30	0	0	300
Pilastro 2	30	30	300	0	300
Pilastro 3	30	100	300	135	300
Pilastro 4	30	30	0	400	300
Pilastro 5	100	30	135	400	300
Pilastro 6	30	30	300	400	300
Solaio	300	400	150	200	-

Rev:	Data:	File:	Programma:	Tecnico:
00	26/09/06	Mod00_T022_baricentri_ALGOR.PSP	PRO_SAP vers. 2006-09-138	Ing. F. Barigozzi
01	01/12/06	Mod00_T022_baricentri_ALGOR.PSP	PRO_SAP vers. 2006-09-138	Ing. F. Barigozzi
02	02/03/10	Mod00_T022_baricentri.PSP	PRO_SAP vers. 2010-05-151	Ing. D. Fugazza

- **Tipo di confronto:**

Calcolo mediante foglio di calcolo Excel.

- **Tabella risultati:**

Parametro		Soluzione Teorica	Soluzione ALGOR	Differenza	Soluzione e_SAP	Differenza
Baricentro delle masse	Xg [cm]	165.25	165.25	0.00%	165.25	0.00%
	Yg [cm]	215.25	215.25	0.00%	215.25	0.00%
Baricentro delle rigidezze	Xr [cm]	274.08	274.08	0.00%	274.08	0.00%
	Yr [cm]	362.06	362.06	0.00%	362.06	0.00%
r/Ls	[-]	0.889	0.889	0.00%	0.889	0.00%

- **Commenti:**

I risultati numerici sono in perfetto accordo con quelli teorici.

Nel modello PRO_SAP le teste dei pilastri sono state collegate con delle travi a cui è stato attribuito un peso nullo. Il peso proprio dei pilastri è stato concentrato per metà alla quota dei solai e per metà al piede degli stessi.

Nelle tabelle (X_i, Y_i) e (\bar{X}_i, \bar{Y}_i) sono le coordinate cartesiane adottando rispettivamente l'origine del sistema di riferimento al centro del pilastro 1 e nel baricentro delle rigidezze.

- **Allegati:**

Formule analitiche utilizzate nei calcoli:

Rev:	Data:	File:	Programma:	Tecnico:
00	26/09/06	Mod00_T022_baricentri_ALGOR.PSP	PRO_SAP vers. 2006-09-138	Ing. F. Barigozzi
01	01/12/06	Mod00_T022_baricentri_ALGOR.PSP	PRO_SAP vers. 2006-09-138	Ing. F. Barigozzi
02	02/03/10	Mod00_T022_baricentri.PSP	PRO_SAP vers. 2010-05-151	Ing. D. Fugazza

BARICENTRO DELLE MASSE

$$P_{\text{pilastri}} = \frac{L_x \cdot L_y \cdot H}{2} \gamma$$

$$P_{\text{solario}} = L_x \cdot L_y \cdot (q_{\text{perm.}} + \psi_{xi} \cdot q_{\text{acc.}})$$

$$x_g = \frac{\sum (m_i \cdot x_i)}{\sum m_i} \quad y_g = \frac{\sum (m_i \cdot y_i)}{\sum m_i}$$

BARICENTRO DELLE RIGIDITÀ

$$J_x = \frac{L_x \cdot L_y^3}{12} \quad J_y = \frac{L_x^3 \cdot L_y}{12}$$

$$K_{x_i} = \frac{12 \cdot E_{p.i.} \cdot J_y}{L^3} \quad K_{y_i} = \frac{12 \cdot E_{p.i.} \cdot J_x}{L^3}$$

$$x_r = \frac{\sum (K_{y_i} \cdot x_i)}{\sum K_{y_i}} \quad y_r = \frac{\sum (K_{x_i} \cdot y_i)}{\sum K_{x_i}}$$

RAPPORTO r/L_s

$$r_x = \sqrt{\frac{\sum (K_{x_i} \cdot \bar{y}_i^2) + \sum (K_{y_i} \cdot \bar{x}_i^2)}{\sum K_x}} \quad r_y = \sqrt{\frac{\sum (K_{x_i} \cdot \bar{y}_i^2) + \sum (K_{y_i} \cdot \bar{x}_i^2)}{\sum K_y}}$$

$$P_s = \sqrt{\frac{A^2 + B^2}{12}} \quad \text{con } A, B, \text{ dati della pianta}$$

Fogli di calcolo Excel:

Struttura	γ [daN/cm ³]	$P=m_i$ [daN]	$m_i \cdot X_i$ [daN·cm]	$m_i \cdot Y_i$ [daN·cm]
Pilastro 1	0.0025	337.5	0.0	0.0
Pilastro 2	0.0025	337.5	101250.0	0.0
Pilastro 3	0.0025	1125.0	337500.0	151875.0
Pilastro 4	0.0025	337.5	0.0	135000.0
Pilastro 5	0.0025	1125.0	151875.0	450000.0
Pilastro 6	0.0025	337.5	101250.0	135000.0
Solaio	-	6360.0	954000.0	1272000.0
		$\Sigma=9960.0$	$\Sigma=1645875.0$	$\Sigma=2143875.0$

$X_g = 1645875.0 / 9960.0 = 165.25 \text{ cm}$

$Y_g = 2143875.0 / 9960.0 = 215.25 \text{ cm}$

Struttura	J_x [cm ⁴]	J_y [cm ⁴]	K_x [daN/cm]	K_y [daN/cm]	$K_x \cdot Y_i$ [daN]	$K_y \cdot X_i$ [daN]
Pilastro 1	67500.0	67500.0	9366.0	9366.0	0.0	0.0
Pilastro 2	67500.0	67500.0	9366.0	9366.0	0.0	2809800.0
Pilastro 3	2500000.0	225000.0	346888.9	31220.0	4214700.0	104066666.7
Pilastro 4	67500.0	67500.0	9366.0	9366.0	3746400.0	0.0

Rev:	Data:	File:	Programma:	Tecnico:
00	26/09/06	Mod00_T022_baricentri_ALGOR.PSP	PRO_SAP vers. 2006-09-138	Ing. F. Barigozzi
01	01/12/06	Mod00_T022_baricentri_ALGOR.PSP	PRO_SAP vers. 2006-09-138	Ing. F. Barigozzi
02	02/03/10	Mod00_T022_baricentri.PSP	PRO_SAP vers. 2010-05-151	Ing. D. Fugazza

Pilastro 5	225000.0	2500000.0	31220.0	346888.9	138755555.6	4214700.0
Pilastro 6	67500.0	67500.0	9366.0	9366.0	3746400.0	2809800.0
			$\Sigma=415572.9$	$\Sigma=415572.9$	$\Sigma=150463055.6$	$\Sigma=113900966.7$

$$X_r = 113900966.7 / 415572.9 = \mathbf{274.08 \text{ cm}}$$

$$Y_r = 150463055.6 / 415572.9 = \mathbf{362.06 \text{ cm}}$$

Struttura	\bar{X}_i [cm]	\bar{Y}_i [cm]	$K_x \cdot \bar{Y}_i^2$ [daN·cm]	$K_y \cdot \bar{X}_i^2$ [daN·cm]
Pilastro 1	-274.08	-362.06	1227776998.5	703581738.2
Pilastro 2	25.92	-362.06	1227776998.5	6291638.0
Pilastro 3	25.92	-227.06	1609611014.2	233023629.4
Pilastro 4	-274.08	37.94	13480571.1	703581738.2
Pilastro 5	-139.08	37.94	499280412.4	603911810.3
Pilastro 6	25.92	37.94	13480571.1	6291638.0
			$\Sigma=4591406565.9$	$\Sigma=2256682192.0$

$$r_x = r_y = [(2256682192.0 + 4591406565.9) / 415572.9]^{0.5} = 128.37 \text{ cm}$$

$$L_s = [(300^2 + 400^2) / 12]^{0.5} = 144.34 \text{ cm}$$

$$r / L_s = 128.37 / 144.34 = \mathbf{0.889}$$

Rev:	Data:	File:	Programma:	Tecnico:
00	26/09/06	Mod00_T022_baricentri_ALGOR.PSP	PRO_SAP vers. 2006-09-138	Ing. F. Barigozzi
01	01/12/06	Mod00_T022_baricentri_ALGOR.PSP	PRO_SAP vers. 2006-09-138	Ing. F. Barigozzi
02	02/03/10	Mod00_T022_baricentri.PSP	PRO_SAP vers. 2010-05-151	Ing. D. Fugazza

Test 23 DM 2008: SPETTRO

Revisione: 01
Data: 02/03/2010
Programma: PRO_SAP
Versione: 2008-07-144; 2010-05-151
Files: Mod00_T023_spettro_DM08_ALGOR.PSP; Mod00_T023_spettro_DM08.PSP

- **Scopo:**

Validazione del calcolo dell'ordinata spettrale secondo il DM 2008 (M e R).

- **Descrizione test:**

Si considera una struttura intelaiate in cemento armato e si verifica l'ordinata spettrale assunta nei calcoli secondo quanto previsto dal DM 2008.

DATI DELLA STRUTTURA:

- Classe d'uso II → $C_u = 1,0$
- $V_n \geq 50$ anni
- Ubicazione fabbricato = NODO 15402 → Longitudine = 11.588 ; Latitudine = 44.82 ;
- Categoria del suolo di fondazione A → $S_s = 1$; $C_c = 1$
- Categoria topografica T1 → $S_T = 1$
- Stato limite di esercizio → stato limite di danno ($P_{Vr} = 63\%$)
- Stato limite ultimo → stato limite di salvaguardia della vita ($P_{Vr} = 10\%$)
- Altezza edificio = 600 cm
- $T_1 = 0.075 \cdot (6)^{3/4} = 0.2875$ s
- Fattore di struttura $q_{xx} = q_{yy} = 3$
- $\eta = 1$;
- $\lambda = 1.0$;

- **Tipo di confronto:**

Calcolo manuale.

- **Tabella risultati:**

Parametro	Soluzione teorica	Soluzione ALGOR	Differenza	Soluzione e_SAP	Differenza
Sd (T)	0.115 g	0.115 g	0.00%	0.115 g	0.00%
Se (T)	0.113 g	0.113 g	0.00%	0.113 g	0.00%

- **Commenti:**

I risultati numerici sono in perfetto accordo con quelli teorici.

Rev:	Data:	File:	Programma:	Tecnico:
00	21/07/08	Mod00_T023_spettro_DM08_ALGOR.PSP	PRO_SAP vers. 2008-07-144	Ing. F. Barigozzi
01	02/03/10	Mod00_T023_spettro_DM08.PSP	PRO_SAP vers. 2010-05-151	Ing. D. Fugazza

• **Allegati:**

Calcoli manuali.

$$V_R = V_m \cdot C_m = 50 \cdot 1 = 50$$

$$SLU \rightarrow SLV$$

$$T_R = - \frac{V_R}{\ln(1 - P_{VR})} = - \frac{50}{\ln(1 - 0,1)} = 475$$

$$\begin{aligned} L_{ONG.} &= 11,5880 \\ L_{ATT.} &= 64,82 \end{aligned} \rightarrow \text{NODO 15402} \rightarrow \begin{cases} a_g = 0,1624 \text{ g} \\ F_0 = 2,59 \\ T_c^* = 0,27 \text{ s} \end{cases}$$

$$S = S_S \cdot S_T = 1$$

$$\eta = 1$$

$$T_c = C_c \cdot T_c^* = 0,27 \cdot 1 = 0,27 \text{ s}$$

$$T_B = T_c/3 = 0,09 \text{ s}$$

$$T_D = 4,0 \cdot \frac{a_g}{g} + 1,6 = 2,170 \text{ s}$$

$$S_d^{(T)} = a_g \cdot S \cdot \frac{1}{g} \cdot F_0 \cdot \frac{T_c}{T} = \frac{0,1624 \text{ g} \cdot 1 \cdot 2,59}{3} \cdot \frac{0,27}{0,288} = 0,115 \text{ g}$$

$$SLE \rightarrow SLD$$

$$T_R = - \frac{V_R}{\ln(1 - P_{VR})} = - \frac{50}{\ln(1 - 0,63)} = 50$$

$$\text{NODO 15402} \rightarrow \begin{cases} a_g = 0,0482 \text{ g} \\ F_0 = 2,50 \\ T_c^* = 0,27 \end{cases}$$

$$S = S_S \cdot S_T = 1$$

$$\eta = 1$$

$$T_c = C_c \cdot T_c^* = 1 \cdot 0,27 = 0,27 \text{ s}$$

$$T_B = T_c/3 = 0,09 \text{ s}$$

$$S_e^{(T)} = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \frac{T_c}{T} = 0,0482 \text{ g} \cdot 1 \cdot 1 \cdot 2,50 \cdot \frac{0,27}{0,288} = 0,113 \text{ g}$$

Rev:	Data:	File:	Programma:	Tecnico:
00	21/07/08	Mod00_T023_spettro_DM08_ALGOR.PSP	PRO_SAP vers. 2008-07-144	Ing. F. Barigozzi
01	02/03/10	Mod00_T023_spettro_DM08.PSP	PRO_SAP vers. 2010-05-151	Ing. D. Fugazza

Ordinate spettrali visualizzate con PRO_SAP.

Passo 3

Parametri e fattori spettri

S.L.	ag	eta	S	Fo	Fv	TB	TC	TD
SLO	0.038	1.0	1.000	2.550	0.669	0.083	0.250	1.751
SLD	0.048	1.0	1.000	2.500	0.741	0.090	0.270	1.793
SLV	0.142		1.000	2.590	1.319	0.090	0.270	2.170
SLC	0.193		1.000	2.540	1.504	0.093	0.280	2.370

[Verticale per tutti] 1.000

Fattore di struttura: q x-x: 3.0, q y-y: 3.0, q z-z: 1.5

Edifici isolati: periodo Tis: 2.0, Smorz. esi: 10.0

Classe di duttilità: Alta, Bassa

Spettri da file: Seleziona...

Infoma...

< Indietro Avanti > Annulla Aggiorna

Accelerazioni spettrali per i periodi notevoli

S(T) per sisma dir x-x				S(T) per sisma dir y-y				S(T) per sisma dir z-z			
	T=0	T=TB-TC	T=TD		T=0	T=TB-TC	T=TD		T=0	T=TB-TC	T=TD
SLO	0.038	0.096	0.014	SLO	0.038	0.096	0.014	SLO	0.038	0.025	0.004
SLD	0.048	0.121	0.018	SLD	0.048	0.121	0.018	SLD	0.048	0.036	0.005
SLV	0.142	0.123	0.028	SLV	0.142	0.123	0.028	SLV	0.142	0.063	0.028
SLC	0.193	0.163	0.039	SLC	0.193	0.163	0.039	SLC	0.192	0.097	0.039

I tre valori notevoli dello spettro simbolicamente sono: "ag*S", "ag*S*eta*F" e "ag*S*eta*F*Tc/Td" [eta pari a 1/q per SLV e SLC]

Passo 4

Dati comuni per le analisi: Quota spiccato [cm]: 0.0

Dati per analisi statica lineare e non lineare: Altezza edificio [cm]: 600.0, Fatt. Lambda [0.85 - 1]: 1.0

	dir. x-x	dir. y-y	dir. z-z
Periodo T1 [primo modo]	0.288	0.288	0.288
Sd (T1) - SLU	0.115	0.115	0.033
Se (T1) - SLD	0.113	0.113	0.019

Dati per analisi dinamica: N. modi: 15, N. modi rigidi: 0

Accelerazione uniforme [h=F+h]: Eccentricità convenzionale con momenti Mz: Usa spostamenti medi di piano per pushover: Usa cdc statico quale primo modo per pushover:

< Indietro Avanti > Annulla Aggiorna

Rev.	Data:	File:	Programma:	Tecnico:
00	21/07/08	Mod00_T023_spettro_DM08_ALGOR.PSP	PRO_SAP vers. 2008-07-144	Ing. F. Barigozzi
01	02/03/10	Mod00_T023_spettro_DM08.PSP	PRO_SAP vers. 2010-05-151	Ing. D. Fugazza

Test 24 TENSIONI E ROTAZIONI RISPETTO ALLA CORDA DI ELEMENTI TRAVE

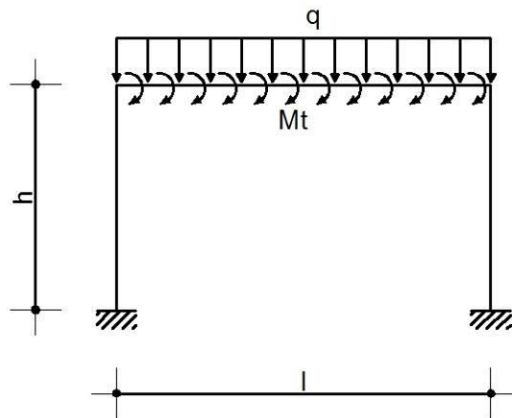
Revisione: 01
 Data: 02/03/2010
 Programma: PRO_SAP
 Versione: 2006-09-138; 2010-05-151
 Files: Mod00_T024_tensioniD2_ALGOR.PSP; Mod00_T024_tensioniD2..PSP

- Scopo:**

Validazione delle tensioni e rotazioni rispetto alla corda ottenute con gli elementi D2 (R).

- Descrizione test:**

La struttura è costituita da un portale incastrato alla base sottoposto alla seguente condizione di carico.



pilastri e travi 30x30 cm
 $J_t = J_p = 67500 \text{ cm}^4$
 $M_t = 20 \text{ daNcm/cm}$
 $q = 15 \text{ daN/cm}$
 $l = 500 \text{ cm}$
 $h = 300 \text{ cm}$

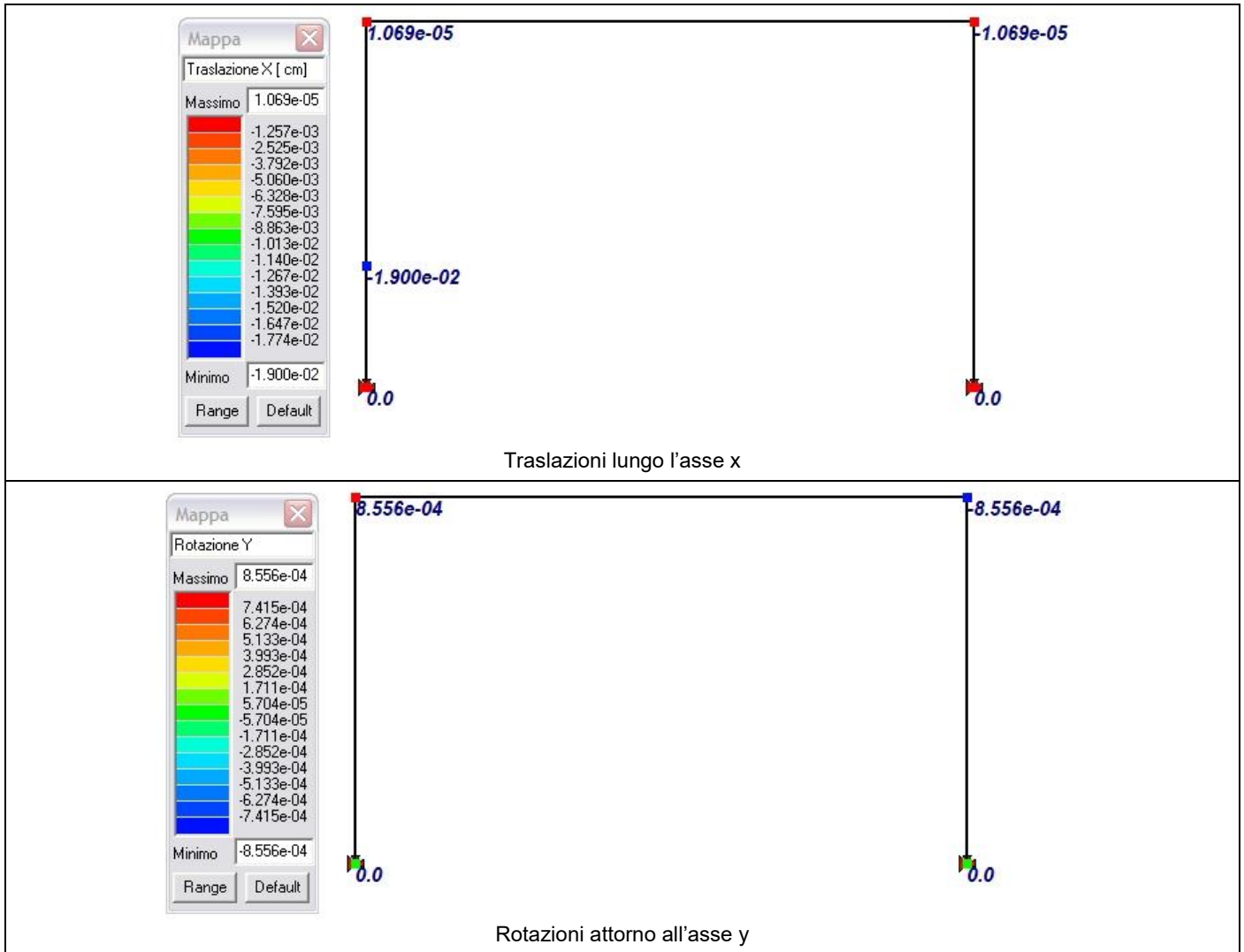
Sollecitazioni ottenute (soluzione ALGOR = soluzione e_SAP).

Elemento	Parametro
Trave	$ N _{\max} = 1201.88 \text{ daN}$
	$ T_{2-2} _{\max} = 3750 \text{ daN}$
	$ M_{\text{torcente}} _{\max} = 5000 \text{ daN}\cdot\text{cm}$
	$ M_{2-2} _{\max} = 0$
	$ M_{3-3} _{\max} = 2.404e+5 \text{ daN}\cdot\text{cm}$

Elemento	Parametro
Pilastro	$ N _{\max} = 3750 \text{ daN}$
	$ T_{2-2} _{\max} = 1201.88 \text{ daN}$
	$ M_{\text{torcente}} _{\max} = 0$
	$ M_{2-2} _{\max} = 5000 \text{ daN}\cdot\text{cm}$
	$ M_{3-3} _{\max} = 2.404e+5 \text{ daN}\cdot\text{cm}$

Rev:	Data:	File:	Programma:	Tecnico:
00	09/10/06	Mod00_T024_tensioniD2_ALGOR.PSP	PRO_SAP vers. 2006-09-138	Ing. F. Barigozzi
01	02/03/10	Mod00_T024_tensioniD2..PSP	PRO_SAP vers. 2010-05-151	Ing. D. Fugazza

Traslazioni e rotazioni (soluzione ALGOR = soluzione e_SAP).



• **Tipo di confronto:**

Calcolo manuale. Per le rotazioni rispetto alla corda si è fatto riferimento all'OPCM 3431 al punto 11.3.2.1.

Rev:	Data:	File:	Programma:	Tecnico:
00	09/10/06	Mod00_T024_tensioniD2_ALGOR.PSP	PRO_SAP vers. 2006-09-138	Ing. F. Barigozzi
01	02/03/10	Mod00_T024_tensioniD2..PSP	PRO_SAP vers. 2010-05-151	Ing. D. Fugazza

- **Tabelle risultati:**

Parametro	Struttura	Soluzione teorica	Soluzione ALGOR	Differenza	Soluzione e_SAP	Differenza
Tensione N-M [daN/cm ²]	Trave	54.8	54.8	0.00%	54.8	0.00%
	Pilastrri	58.7	58.7	0.00%	58.7	0.00%
Tensione V-T [daN/cm ²]	Trave	5.1	5.1	0.00%	5.1	0.00%
	Pilastrri	1.3	1.3	0.00%	1.3	0.00%

Parametro	Struttura	Soluzione teorica	Soluzione ALGOR	Differenza	Soluzione e_SAP	Differenza
Rotazione alla corda [rad]	Base pilastro	1.9e-4	1.9e-4	0.00%	1.9e-4	0.00%
	Cima pilastro	7.6e-4	7.6e-4	0.00%	7.6e-4	0.00%

- **Commenti:**

I risultati numerici sono in perfetto accordo con quelli teorici.

- **Allegati:**

Calcoli manuali.

Rev:	Data:	File:	Programma:	Tecnico:
00	09/10/06	Mod00_T024_tensioniD2_ALGOR.PSP	PRO_SAP vers. 2006-09-138	Ing. F. Barigozzi
01	02/03/10	Mod00_T024_tensioniD2..PSP	PRO_SAP vers. 2010-05-151	Ing. D. Fugazza

TENSIONE N-M $\Rightarrow G = \left| \frac{N}{A} \right| + \left| \frac{M_{2-2}}{W_{2-2}} \right| + \left| \frac{M_{3-3}}{W_{3-3}} \right|$

TRAVE $G = \frac{1201,88}{30 \cdot 30} + \frac{2,406 \cdot 5}{0,30^2} \cdot 6 = 54,8 \text{ daN/cm}^2$

PILASTRO $G = \frac{3750}{30 \cdot 30} + \frac{2,406 \cdot 5 + 5000}{0,30^2} \cdot 6 = 58,7 \text{ daN/cm}^2$

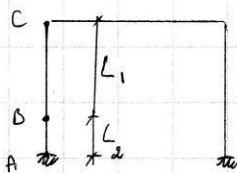
TENSIONE V-T $\Rightarrow T = T_{\text{tors}} + T_{T_{2-2}} + T_{T_{3-3}}$
 $= \left| \frac{M_{\text{torate}}}{W_{\text{torate}}} \right| + \left| \frac{T_{2-2}}{A} \right| + \left| \frac{T_{3-3}}{A} \right|$

TRAVE $T = \frac{5000}{5620,3164} + \frac{3750}{30 \cdot 30} = 5,1 \text{ daN/cm}^2$

$W_{\text{torate}} = \frac{a b^2}{\alpha} = \frac{30^3}{4,804} = 5620,3164 \text{ cm}^3$ (da BELLUZZI, SCIENZA DELLE COSTRUZIONI VOL. 1)

PILASTRO $T = \frac{1201,88}{30 \cdot 30} = 1,3 \text{ daN/cm}^2$

ROTAZIONE ALLA GRADA PILASTRO

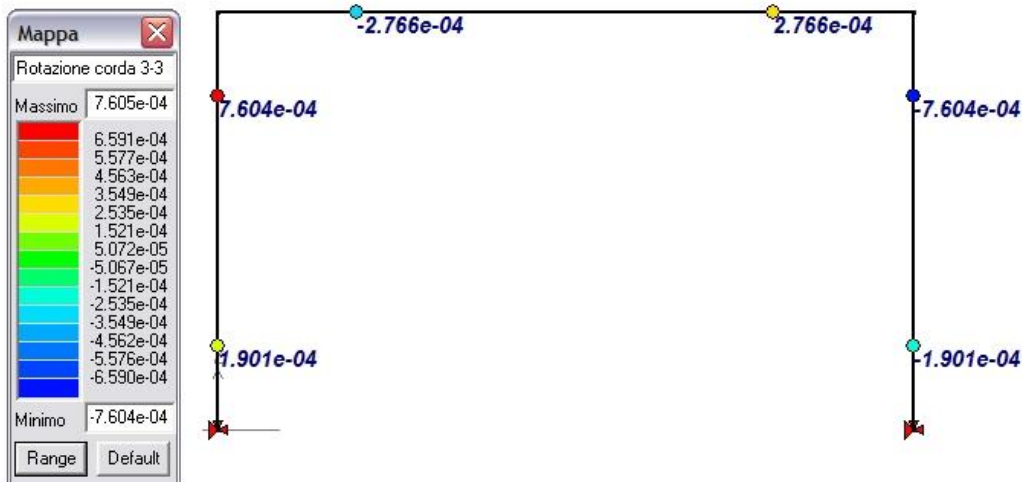


lunghezza di taglio $L_1 = 2,406 \cdot 5 + 1201,88 = 200,02 \text{ cm}$
 $L_2 = 300 - L_1 = 99,98 \text{ cm}$

$\theta_{\text{corda in A}} = \frac{1,900 \cdot 10^{-2}}{L_2} = 1,9 \cdot 10^{-4} \text{ rad}$

$\theta_{\text{corda in C}} = -\frac{1,9 \cdot 10^{-2}}{L_1} + 8,556 \cdot 10^{-4} = 7,5 \cdot 10^{-4} \text{ rad}$

Rotazioni alla corda (soluzione ALGOR = soluzione e_SAP).



Rev:	Data:	File:	Programma:	Tecnico:
00	09/10/06	Mod00_T024_tensioniD2_ALGOR.PSP	PRO_SAP vers. 2006-09-138	Ing. F. Barigozzi
01	02/03/10	Mod00_T024_tensioniD2..PSP	PRO_SAP vers. 2010-05-151	Ing. D. Fugazza

Test 25 TENSIONI DI ELEMENTI PLATE

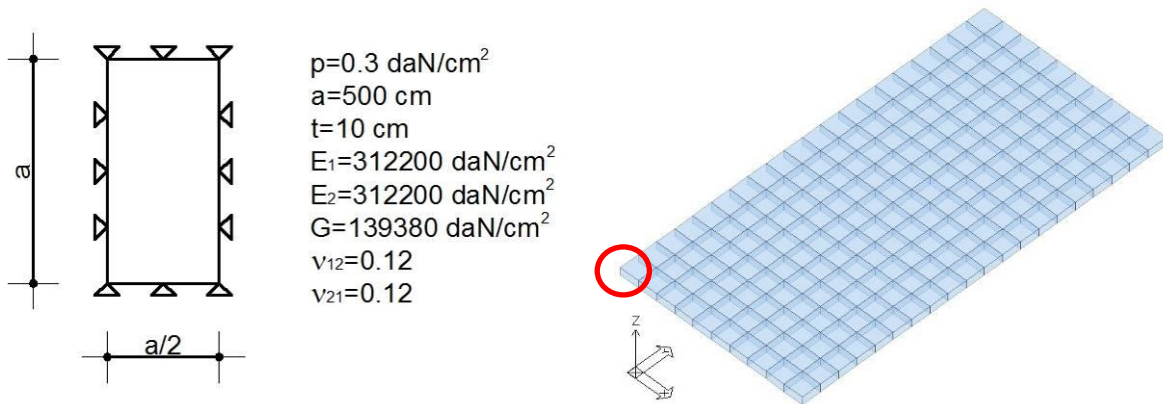
Revisione: 02
 Data: 19/01/2011
 Programma: PRO_SAP
 Versione: 2006-09-138; 2010-05-151;
 Files: Mod00_T025_tensioniD3_ALGOR.PSP; 2 Mod00_T025_tensioniD3.PSP

- **Scopo:**

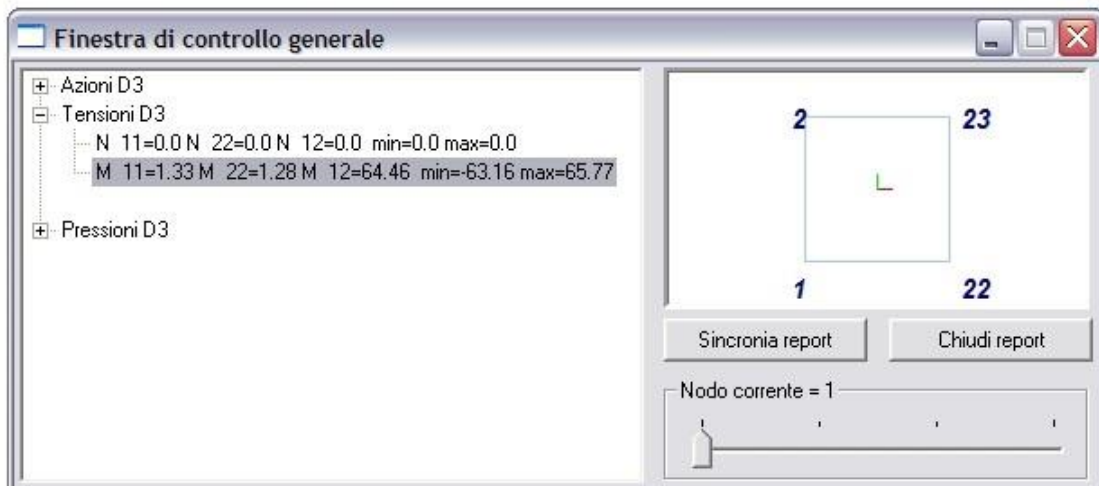
Validazione dell'utilizzo delle tensioni ottenute con elementi D3 (R).

- **Descrizione test:**

Si prende in considerazione una piastra di forma rettangolare, semplicemente appoggiata e soggetta ad una pressione uniforme p .



Sollecitazioni ottenute con ALGOR del nodo indicato in figura.



- **Tipo di confronto:**

Calcolo manuale.

Rev:	Data:	File:	Programma:	Tecnico:
00	11/10/06	Mod00_T025_tensioniD3_ALGOR.PSP	PRO_SAP vers. 2006-09-138	Ing. F. Barigozzi
01	02/03/10	200610 Mod00_T025_tensioniD3.PSP	PRO_SAP vers. 2010-05-151	Ing. D. Fugazza

• **Tabella risultati:**

Parametro	Struttura	Soluzione teorica	Soluzione ALGOR	Differenza	Soluzione e_SAP (*)	Differenza
Tensione di von Mises [daN/cm ²]	Nodo 1	111.66	111.66	0.00%	98.57	11.72%
Tensione di Tresca [daN/cm ²]	Nodo 2	128.92	128.92	0.00%	113.76	11.76%

• **Commenti:**

I risultati numerici ottenuti con ALGOR sono in perfetto accordo on quelli teorici. I risultati numerici ottenuti con e_SAP sottostimano i valori teorici di circa il 12%.

(*) risultati relativi alla versione corrente di e_SAP.

• **Allegati:**

Calcoli manuali.

$$G_{11} = 1,33 \text{ daN/cm}^2 \quad G_{22} = 1,28 \text{ daN/cm}^2 \quad G_{12} = 64,66 \text{ daN/cm}^2$$

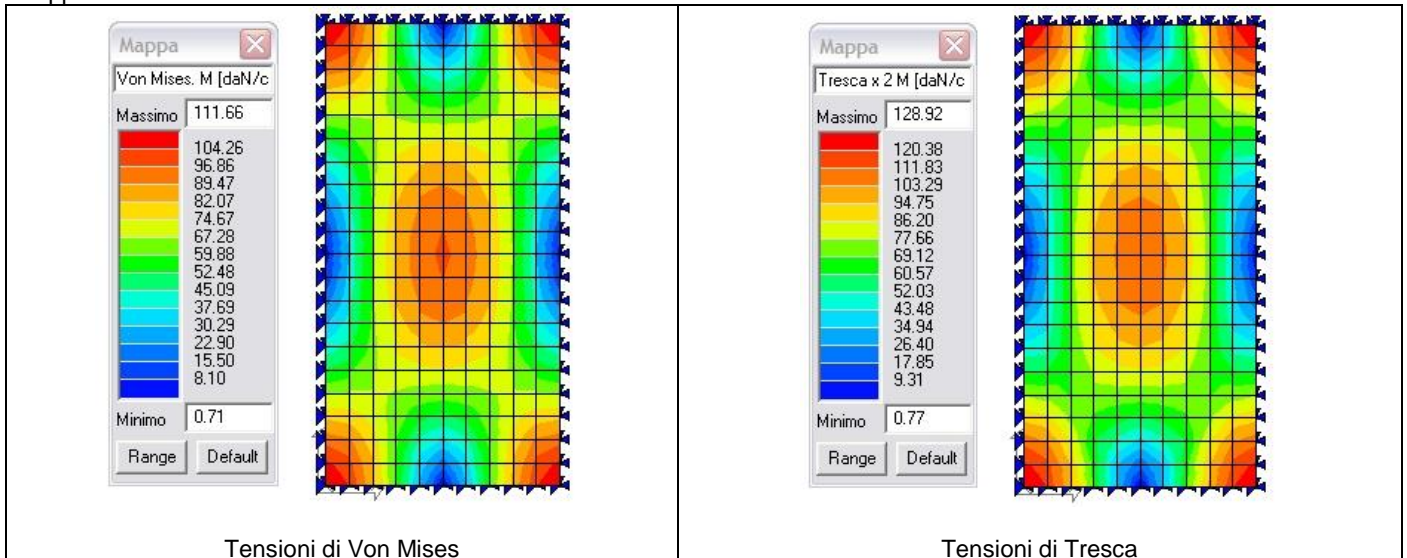
$$G_{1P} = \frac{G_{11} + G_{22}}{2} + \sqrt{\left(\frac{G_{11} - G_{22}}{2}\right)^2 + G_{12}^2} = 65,77 \text{ daN/cm}^2$$

$$G_{2P} = \frac{G_{11} + G_{22}}{2} - \sqrt{\left(\frac{G_{11} - G_{22}}{2}\right)^2 + G_{12}^2} = -63,16 \text{ daN/cm}^2$$

$$G_{VM} = \sqrt{G_{11}^2 + G_{22}^2 - G_{11} \cdot G_{22} + 3G_{12}^2} = 111,66 \text{ daN/cm}^2$$

$$G_{TRESCA} = |G_{1P} - G_{2P}| = 128,92 \text{ daN/cm}^2$$

Mappe di colore delle tensioni di Von Mises e Tresca: soluzione ALGOR.



Rev:	Data:	File:	Programma:	Tecnico:
00	11/10/06	Mod00_T025_tensioniD3_ALGOR.PSP	PRO_SAP vers. 2006-09-138	Ing. F. Barigozzi
01	02/03/10	200610 Mod00_T025_tensioniD3.PSP	PRO_SAP vers. 2010-05-151	Ing. D. Fugazza

Test 26 ELEMENTI SOLIDI: STATI TENSIONALI

Revisione: 02
 Data: 19/01/2011
 Programma: PRO_SAP
 Versione: 2008-08-144; 2010-05-151;
 Files: Mod00_T026_solidi_ALGOR.PSP; Mod00_T026_solidi.PSP

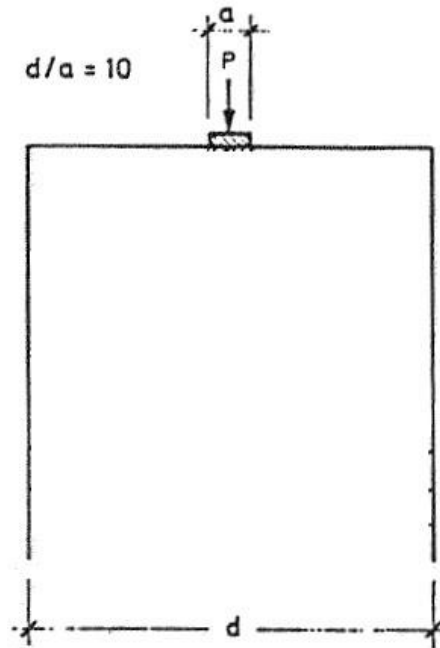
- **Scopo:**

Validazione dell'analisi di elementi solidi caricati da forze di pressione (M e A).

- **Descrizione test:**

Si considera una lastra di larghezza $d=300$ cm, spessore $b=30$ cm, caricata da una pressione $p=6$ daN/cm². La pressione risulta distribuita su un' impronta di dimensioni 30×30 cm ($a=30$ cm, $d/a=10$). I modelli analizzati sono i seguenti:

- Modello 1: elementi D3 con dimensioni 15 x 15 cm;
- Modello 2: elementi D3 con dimensioni 7.5 x 7.5 cm;
- Modello 3: elementi solido dimensioni 15 x 15 x 15 cm.



- **Tipo di confronto:**

F.Leonhardt / E.Mönnig, *Casi speciali di dimensionamento nelle costruzioni in c.a. e c.a.p. vol. 2*, ed. ETS, pag. 58.

Rev:	Data:	File:	Programma:	Tecnico:
00	29/08/08	Mod00_T026_solidi_ALGOR.PSP	PRO_SAP vers. 2008-08-144	Ing. F. Barigozzi
01	02/03/10	Mod00_T026_solidi.PSP	PRO_SAP vers. 2010-05-151	Ing. D. Fugazza

• **Tabella risultati:**

Modello	Parametro	Soluzione teorica	Soluzione ALGOR	Differenza	Soluzione e_SAP (*)	Differenza
1	$\sigma_y = \text{Max pricipale N}$ [daN/cm ²]	0.22	0.21	4.54%	0.21	4.54%
2	$\sigma_y = \text{Max pricipale N}$ [daN/cm ²]	0.22	0.22	0.00%	0.22	0.00%
3	$\sigma_y = \text{Max pricipale N}$ [daN/cm ²]	0.22	0.21	4.54%	0.20	9.09%

• **Commenti:**

I risultati numerici sono in buono/ottimo accordo con quelli teorici considerando il fatto che la soluzione deriva da una soluzione grafica. Si osservi infine come si possa ottenere una soluzione più precisa raffittendo la mesh.

(*) risultati relativi alla versione corrente di e_SAP.

• **Allegati:**

Calcoli manuali.

$$p = 6 \text{ daN/cm}^2 \rightarrow P = p \cdot a \cdot b = 6 \cdot 30 \cdot 30 = 5400 \text{ daN}$$

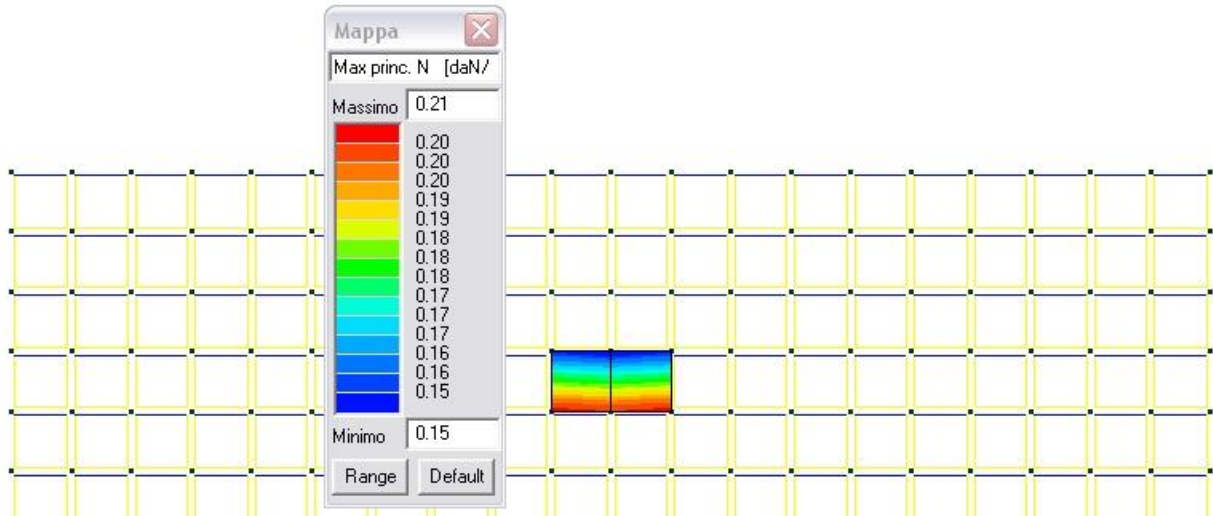
$$G_0 = \frac{P}{b \cdot d} = \frac{5400}{3000 \cdot 30} = 0,6 \text{ daN/cm}^2$$

NEL GRAFICO DI FIG. 3,6 FISSO $\frac{x}{d} = 0,2 \rightarrow G_y/G_0 = 0,37$
 ($x = 0,2 \cdot 300 = 60 \text{ cm}$; $x \equiv$ profondità di lettura G_y)

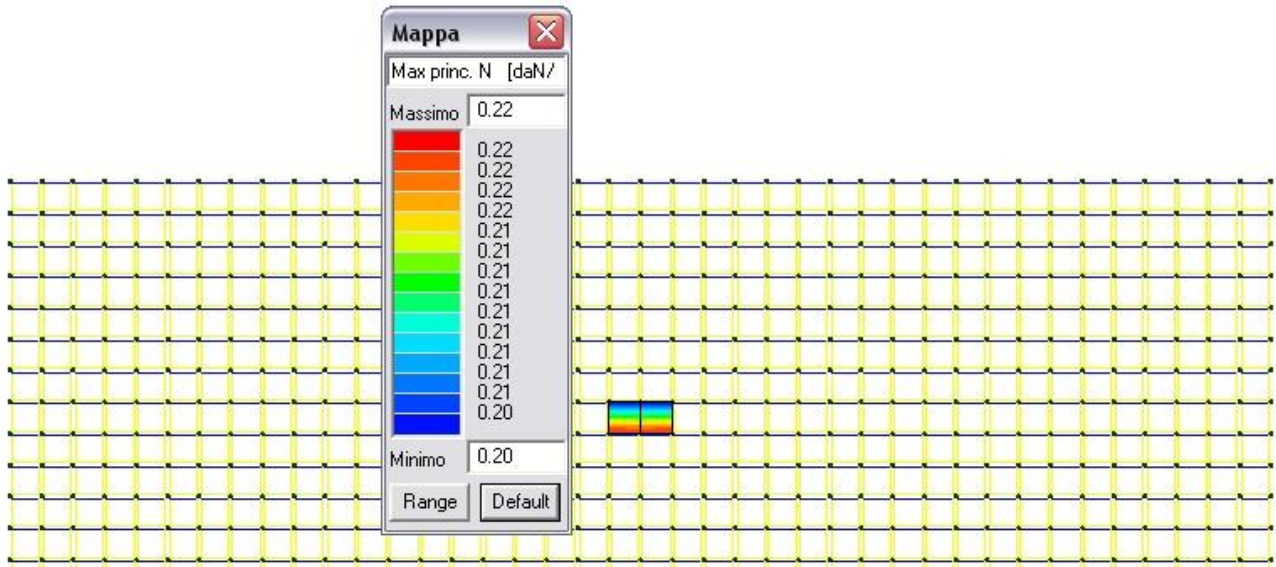
$$G_y = 0,6 \cdot 0,37 = 0,22 \text{ daN/cm}^2$$

Rev:	Data:	File:	Programma:	Tecnico:
00	29/08/08	Mod00_T026_solidi_ALGOR.PSP	PRO_SAP vers. 2008-08-144	Ing. F. Barigozzi
01	02/03/10	Mod00_T026_solidi.PSP	PRO_SAP vers. 2010-05-151	Ing. D. Fugazza

Mappe di colore relative alla **MESH 1** (D3 con dimensioni 15 x 15 cm): soluzione ALGOR. Risultati relativi a "Carico permanente generico".

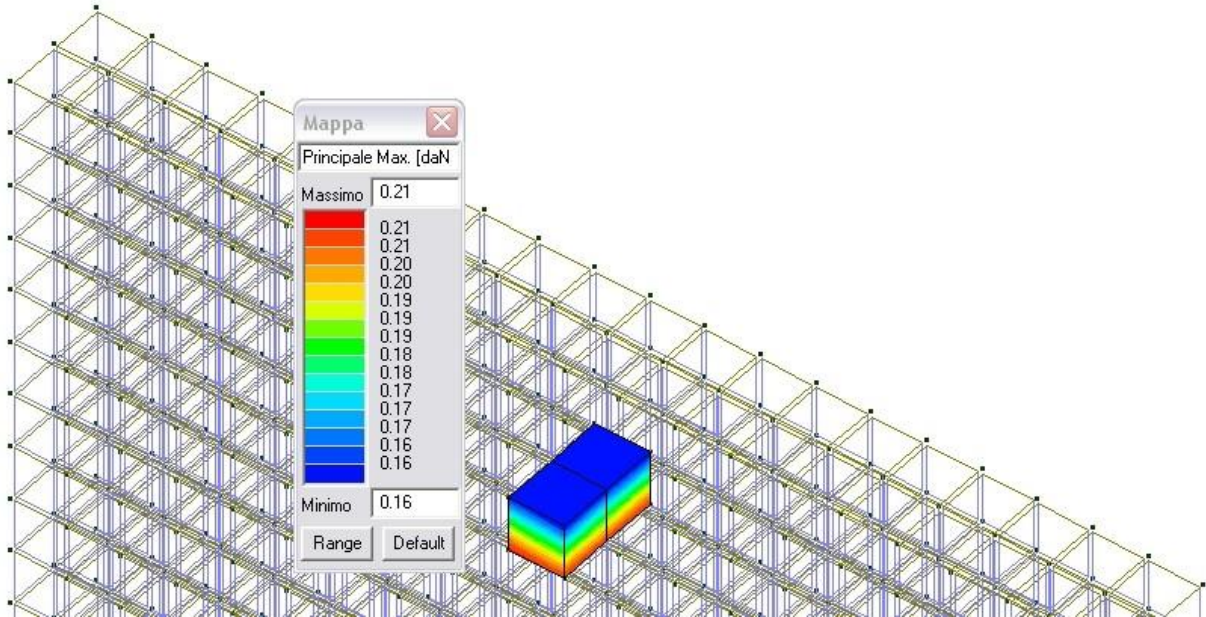


Mappe di colore relative alla **MESH 2** (D3 con dimensioni 7.5 x 7.5 cm): soluzione ALGOR. Risultati relativi a "Carico permanente generico".

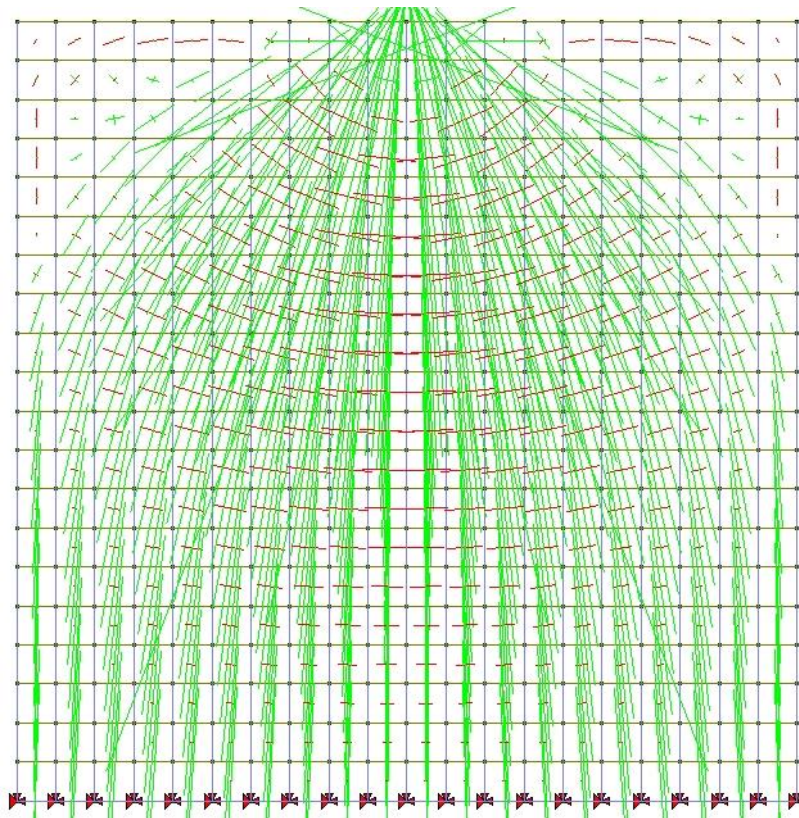


Rev:	Data:	File:	Programma:	Tecnico:
00	29/08/08	Mod00_T026_solidi_ALGOR.PSP	PRO_SAP vers. 2008-08-144	Ing. F. Barigozzi
01	02/03/10	Mod00_T026_solidi.PSP	PRO_SAP vers. 2010-05-151	Ing. D. Fugazza

Mappe di colore relative alla **MESH 3** (solidi con dimensioni 15 x 15 x15 cm): soluzione ALGOR. Risultati relativi a “Carico permanente generico”.



Andamento delle croci di membrana: soluzione ALGOR. Risultati relativi a “Carico permanente generico”.



Rev:	Data:	File:	Programma:	Tecnico:
00	29/08/08	Mod00_T026_solidi_ALGOR.PSP	PRO_SAP vers. 2008-08-144	Ing. F. Barigozzi
01	02/03/10	Mod00_T026_solidi.PSP	PRO_SAP vers. 2010-05-151	Ing. D. Fugazza

Test 27 FRECCIA DI ELEMENTI TRAVE

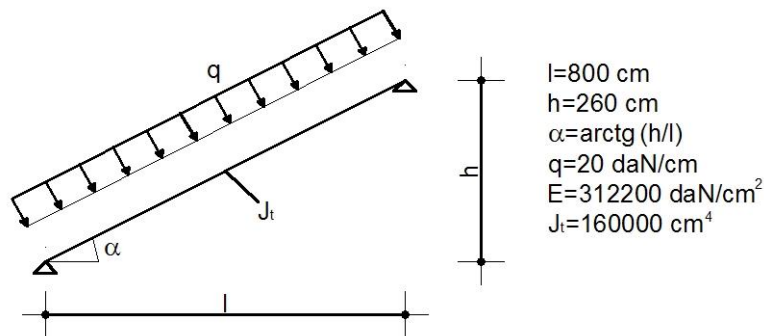
Revisione: 01
 Data: 02/03/2010
 Programma: PRO_SAP
 Versione: 2006-09-138; 2010-05-151
 Files: Mod00_T027_freccia_ALGOR.PSP; Mod00_T027_freccia.PSP

- **Scopo:**

Validazione del calcolo della freccia di elementi D2 (A e R).

- **Descrizione test:**

Si prende in esame una trave semplicemente appoggiata sottoposta ad un carico distribuito.



- **Tipo di confronto:**

Calcolo manuale.

- **Tabella risultati:**

Parametro	Soluzione teorica	Soluzione ALGOR	Differenza	Soluzione e_SAP	Differenza
freccia [cm]	2.61	2.60	0.38%	2.60	0.38%

- **Commenti:**

I risultati numerici sono in ottimo accordo con quelli teorici. Va sottolineato che l'analisi è eseguita senza l'inserimento di un nodo intermedio nella trave. La differenza di risultati è ammissibile in quanto la freccia è ottenuta dal programma come integrazione delle curvature.

- **Allegati:**

Calcoli manuali.

$$f = \frac{5}{384} \frac{q (l/\cos\alpha)^4}{EJ} = \frac{5}{384} \frac{20 (800/\cos\alpha)^4}{312200 \cdot 160000} = 2,61 \text{ cm}$$

Rev:	Data:	File:	Programma:	Tecnico:
00	12/10/06	Mod00_T027_freccia_ALGOR.PSP	PRO_SAP vers. 2006-09-138	Ing. F. Barigozzi
01	02/03/10	Mod00_T027_freccia.PSP	PRO_SAP vers. 2010-05-151	Ing. D. Fugazza