

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>_____ Dott. Ing. Catia Bianchi</p>				
PROGETTO STRUTTURALE SCUOLA: GIUDIZIO MOTIVATO DI ACCETTABILITA'				ALL.S.09
COMMITTENTE	PROGETTAZIONE E OPERE DI INGEGNERIA			
Comune di Colonna				

RELAZIONE SU ANALISI E VERIFICHE SVOLTE CON L'AUSILIO DI CODICI DI CALCOLO (D.M. 14-01-2008 PUNTO 10.2)

▪ Origine e caratteristiche del Codice di Calcolo

Di seguito si indicano l'origine e le caratteristiche dei codici di calcolo utilizzati riportando titolo, produttore e distributore, versione, estremi della licenza d'uso:

Origine e Caratteristiche dei Codici di Calcolo	
Titolo:	PRO_SAP PROfessional Structural Analysis Program
Versione:	PROFESSIONAL (serie 2009-08-147)
Produttore-Distributore:	2S.I. Software e Servizi per l'Ingegneria s.r.l., Ferrara
Codice Licenza:	Licenza dsi1633



Software e Servizi
per l'Ingegneria s.r.l.

Validazione del software

D.M. 14/01/2008
Codici di Calcolo: Affidabilità

Test di validazione del software di calcolo
PRO_SAP
e dei moduli aggiuntivi
PRO_SAP Modulo Geotecnico,
PRO_CAD nodi acciaio
e **PRO_MST**

In collaborazione con:

Prof. Ing. ANTONIO TRALLI
Professore Ordinario
Dipartimento di Ingegneria
Università di Ferrara

Prof. Ing. GIULIO DONDI
Professore Ordinario
DISTART - Strade
Università di Bologna

Ferrara, Settembre 2011

▪ **Affidabilità dei codici utilizzati**

Un attento esame preliminare della documentazione a corredo del software *ha consentito di valutarne l'affidabilità e soprattutto l'idoneità al caso specifico*. La documentazione, fornita dal produttore e distributore del software, contiene una esauriente descrizione delle basi teoriche e degli algoritmi impiegati, l'individuazione dei campi d'impiego, nonché casi prova interamente risolti e commentati, corredati dei file di input necessari a riprodurre l'elaborazione.

▪ **Modalità di presentazione dei risultati**

Le relazioni di calcolo e gli elaborati grafici allegati, oltre a illustrare in modo esaustivo i dati in ingresso e i risultati delle analisi in forma tabellare, riporta una serie di immagini:

- modello solido della struttura
- elaborati grafici con numerazione degli elementi
- mappe delle pressioni sul terreno
- percentuali di sfruttamento

Il sistema di riferimento utilizzato è costituito da una terna cartesiana destrorsa XYZ. Si assume l'asse Z verticale ed orientato verso l'alto.

▪ **Informazioni generali sull'elaborazione**

Il programma prevede una serie di controlli automatici (check) che consentono l'individuazione di errori di modellazione. Al termine dell'analisi un controllo automatico identifica la presenza di spostamenti o rotazioni abnormi. Si può pertanto asserire che l'elaborazione sia corretta e completa.

▪ **Giudizio motivato di accettabilità dei risultati**

I risultati delle elaborazioni sono stati sottoposti a controlli che ne comprovano l'attendibilità. Tale valutazione ha compreso il confronto con i risultati di semplici calcoli, eseguiti con metodi tradizionali e adottati, anche in fase di primo proporzionamento della struttura. Inoltre, sulla base di considerazioni riguardanti gli stati tensionali e deformativi determinati, si è valutata la validità delle scelte operate in sede di schematizzazione e di modellazione della struttura e delle azioni.

- Si riportano alcuni esempi dei test di validazione del codice di calcolo:



TEST 3 TRAVE A PIÙ CAMPATE

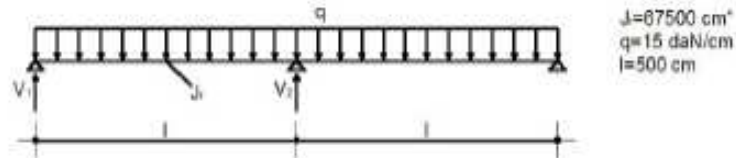
Revisione: 01
Data: 22/02/2010
Programma: PRO_SAP
Versione: 2005-12-137; 2010-05-151
Files: 20060905_travi.PSP; 20060905_travi_RY2010.PSP

- **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	07/08/06	20060905_travi.PSP	PRO_SAP vers. 2005-12-137	Ing. Francesco Barigozzi
01	22/02/10	20060905_travi_RY2010.PSP	PRO_SAP vers. 2010-05-151	Ing. Davide Fugazza

Test 4 TRAVE A UNA CAMPATA SU TERRENO ALLA WINKLER

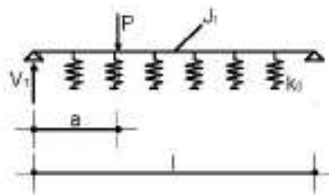
Revisione: 01
 Data: 22/02/2010
 Programma: PRO_SAP
 Versione: 2005-12-138; 2010-05-151
 Files: 20060907_winkler.PSP; 20060907_winkler_RY2010.PSP

• **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.



$b=100$ cm
 $h=50$ cm
 $J=1041667$ cm⁴
 $E=312200$ daN/cm²
 $P=100000$ daN
 $k_0=1$ daN/cm³

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	20060907_winkler.PSP	PRO_SAP vers. 2005-12-138	Ing. Francesco Barigozzi
01	22/02/10	20060907_winkler_RY2010.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	20060907_winkler.PSP	PRO_SAP vers. 2005-12-138	Ing. Francesco Barigozzi
01	22/02/10	20060907_winkler_RY2010.PSP	PRO_SAP vers. 2010-05-151	Ing. Davide Fugazza

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

$$C_2 = \cosh \beta l \operatorname{sn} \beta l + \sinh \beta l \operatorname{cs} \beta l$$

$$C_{a2} = \cosh \beta(l-a) \operatorname{sn} \beta(l-a) + \sinh \beta(l-a) \operatorname{cs} \beta(l-a)$$

$$C_4 = \cosh \beta l \operatorname{sn} \beta l - \sinh \beta l \operatorname{cs} \beta l$$

$$C_{a4} = \cosh \beta(l-a) \operatorname{sn} \beta(l-a) - \sinh \beta(l-a) \operatorname{cs} \beta(l-a)$$

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

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

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

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	11/09/08	20060907_winkler.PSP	PRO_SAP vers. 2005-12-138	Ing. Francesco Barigozzi
01	22/02/10	20060907_winkler_RY2010.PSP	PRO_SAP vers. 2010-05-151	Ing. Davide Fugazza

Il Progettista: