



REGIONE DEL VENETO COMUNE DI PADOVA

Settore Lavori Pubblici

Via N. Tommaseo n.60
35131 Padova

LLPP EDP 2019/161

Restauro e valorizzazione degli spazi ipogei tra il Bastione
Portello Nuovo e Portello Vecchio - restauro delle cortine murarie
tra il Bastione Portello vecchio ed il ponte di via Cornaro
CUP H97E19000030002

RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE

PROGETTO
ESECUTIVO

DATA:

Settembre 2019

COMMITTENTE:

Comune di Padova
Settore Lavori Pubblici

RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO:

Arch. Domenico Lo Bosco
Comune di Padova

PROGETTISTA:

Arch. Fabio Fiocco - Arch. Valeria Ostellari
Comune di Padova

Archeo Ed srl
Il Direttore Tecnico
Arch. NICOLA BERGAMIN
Ordine Architetti Prov. di Padova n° 1246

AGGIORNAMENTI:

Archeo Ed srl
Via S. Francesco, 89
35121 PADOVA
Tel. 049 652380 - Fax 049 652747
Dott. MASSIMILIANO D'AMBRA

COLLABORATORI PROGETTISTI:

Archeo Ed S.r.l. Engineering

Via S. Francesco, 89 - 35121 Padova - Italia, tel +39 049 652380, fax +39 049 652747
e-mail: archeoed@archeoed.it

Dott. Massimiliano D'Ambra (Legale rappresentante)

Arch. Nicola Bergamin (Direttore Tecnico)

Ing. Marco Marchesi (Strutture)

Arch. Denis Zuin (Implant)



ArcheoEd srl

APPROVAZIONI E VALIDAZIONI

...
...
...

COMUNE DI PADOVA
PROVINCIA DI PADOVA

Golena San Massimo

Relazione di calcolo delle strutture

04 luglio 2019

Il Progettista
(ing. Marco Marchesi)

INDICE

- 1) Ponte levatoio	pag. 3
- 2) Ponte e rampa ipogea	pag. 53
- 3) Cavana	pag. 73
- 4) Scala alla cortina	pag. 117
- 5) Parapetto pieno	pag. 136

1. PONTE LEVATOIO

Sulla singola doga, di dimensioni 10 cm × 5 cm, può gravare il carico concentrato su una impronta di 50 mm × 50 mm

$$Q_k = 400 \text{ daN}$$

Si ha quindi il momento di progetto

$$M_d = 1.5 \times 400 \times 1.25 / 4 = 187.50 \text{ daNm}$$

Si ha allora la tensione

$$\sigma = 18750 \times 6 / (10 \times 5^2) = 450 \text{ daN/cm}^2$$

Il legno teak ha una resistenza media a flessione

$$f_m = 1020 \text{ daN/cm}^2$$

Ne deriva una resistenza caratteristica

$$f_{m,k} = 1020 / 1.645 = 620 \text{ daN/cm}^2$$

Si considera una classe di durata del carico istantanea, per cui si ha

$$f_{m,d} = 1.1 \times 620 / 1.5 = 454.7 > 450 \text{ daN/cm}^2$$

Si dimensiona ora il grigliato, pensato con maglia 15×76 e piatto portante 50×4.

Il carico concentrato interessa 4 piatti portanti, per cui si ha

$$M_u = 4 \times 0.4 \times 5.0^2 \times 2350 / (4 \times 1.05) = 22381 > 18750 \text{ daNcm}$$

Si passa ora alle travi longitudinali (tubo 200×200×6+angolare 90×90×8), per le quali si ha un carico

- peso proprio (200×200×6)	35.9+9.3	45	daN/m
- tavolato	650×0.05×1.30/2	21	daN/m
- grigliato	116×1.30/2	76	daN/m
- parapetto		100	daN/m
- sovraccarico accidentale	400×1.50/2	300	daN/m

Le sollecitazioni di progetto sono

$$V_d = [1.3 \times (45 + 21 + 76 + 100) + 1.5 \times 300] \times 5.19 / 2 = 1984 \text{ daN}$$

$$M_d = [1.3 \times (45 + 21 + 76 + 100) + 1.5 \times 300] \times 5.19^2 / 8 = 2574.42 \text{ daNm}$$

$$M_u = (20^3 - 18.8^3) \times 2350 / (4 \times 1.05) = 758338 > 257442 \text{ daNcm}$$

Si vuole ora stabilizzare la mensola di mattoni aggettante per 88 cm e soggetta quindi al momento per unità di lunghezza

$$M = (0.65 \times 1800 + 400) \times 0.88^2 / 2 = 607.90 \text{ daNm}$$

Si inseriscono barre filettate M16 ogni 30 cm , serrate con una coppia di 80 Nm, in grado di produrre un tiro

$$N = 25.1 \text{ kN}$$

Si ha quindi uno sforzo di compressione

$$N_{\text{tot}} = 2510/0.30 = 8366 \text{ daN}$$

Si verifica quindi

$$\sigma_{\text{max}} = 8366/(100 \times 65) + 60790 \times 6 / (100 \times 65^2) = 2.2 \text{ daN/cm}^2$$

$$\sigma_{\text{min}} = 8366/(100 \times 65) - 60790 \times 6 / (100 \times 65^2) = 0.4 \text{ daN/cm}^2$$

Per l'ancoraggio si dispongono piastre $150 \times 150 \times 15$, avendosi

$$\sigma = 2510 / (15 \times 15) = 11.2 \text{ daN/cm}^2$$

$$M = 11.2 \times 7.5^2 / 2 = 315 \text{ daNcm}$$

$$\sigma = 315 \times 6 / (1.0 \times 1.5^2) = 840 \text{ daN/cm}^2$$

Nel caso di vento trasversale si ha

$$q_{20} = 2.4 \times 90 \times 0.20 = 43 \text{ daN/m}^2$$

$$q_{35} = 2.4 \times 90 \times 0.35 = 76 \text{ daN/m}^2$$

Nel caso di vento longitudinale si ha

$$q_- = -0.65 \times 90 \times 0.20 = -12 \text{ daN/m}^2$$

$$q_+ = 0.15 \times 90 \times 0.20 = 3 \text{ daN/m}^2$$



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

2S.I. Software e Servizi per l'Ingegneria S.r.l.
Via Garibaldi, 90
44121 Ferrara FE (Italy)

Tel. +39 0532 200091

www.2si.it
info@2si.it

D.M. 17/01/18 cap. 10.2 Affidabilità dei codici utilizzati

<https://www.2si.it/it/prodotti/affidabilita/>

INTESTAZIONE E CONTENUTI DELLA RELAZIONE

Progetto

Golena San Massimo
Ponte levatoio

CARATTERISTICHE MATERIALI UTILIZZATI
LEGENDA TABELLA DATI MATERIALI

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

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

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

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

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

1	cemento armato	Resistenza R_c	resistenza a compressione cubica
		Resistenza f_{ctm}	resistenza media a trazione semplice

	Coefficiente ksb	Coefficiente di riduzione della resistenza a compressione da utilizzare nello stress block
2	acciaio	
	Tensione ft	Valore della tensione di rottura
	Tensione fy	Valore della tensione di snervamento
	Resistenza fd	Resistenza di calcolo per SL CNR-UNI 10011
	Resistenza fd (>40)	Resistenza di calcolo per SL CNR-UNI 10011 per spessori > 40mm
	Tensione ammissibile	Tensione ammissibile CNR-UNI 10011
	Tensione ammissibile (>40)	Tensione ammissibile CNR-UNI 10011 per spessori > 40mm
3	muratura	
	Muratura consolidata	Muratura per la quale si prevedono interventi di rinforzo"
	Incremento resistenza	Incremento conseguito in termini di resistenza
	Incremento rigidezza	Incremento conseguito in termini di rigidezza
	Resistenza f	Valore della resistenza a compressione
	Resistenza fv0	Valore della resistenza a taglio in assenza di tensioni normali
	Resistenza fh	Valore della resistenza a compressione orizzontale
	Resistenza fb	Valore della resistenza a compressione dei blocchi
	Resistenza fbh	Valore della resistenza a compressione dei blocchi in direzione orizzontale
	Resistenza fv0h	Valore della resistenza a taglio in assenza di tensioni normali per le travi
	Resistenza ft	Valore della resistenza a trazione per fessurazione diagonale
	Resistenza fvlim	Valore della massima resistenza a taglio
	Resistenza fbt	Valore della resistenza a trazione dei blocchi
	Coefficiente mu	Coefficiente d'attrito utilizzato per la resistenza a taglio (tipicamente 0.4)
	Coefficiente fi	Coefficiente d'ingranamento utilizzato per la resistenza a taglio
	Coefficiente ksb	Coefficiente di riduzione della resistenza a compressione da utilizzare nello stress block
4	legno	
	E0,05	Modulo di elasticità corrispondente ad un frattile del 5%
	Resistenza fc0	Valore della resistenza a compressione parallela
	Resistenza ft0	Valore della resistenza a trazione parallela
	Resistenza fm	Valore della resistenza a flessione
	Resistenza fv	Valore della resistenza a taglio
	Resist. ft0k	Resistenza caratteristica (tensione amm. per REGLES) per trazione
	Resist. fmk	Resistenza caratteristica (tensione amm. per REGLES) per flessione
	Resist. fvk	Resistenza caratteristica (tensione amm. per REGLES) per taglio
	Modulo E0,05	Modulo elastico parallelo caratteristico

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

Con riferimento al **Documento di Affidabilità** “Test di validazione del software di calcolo PRO_SAP e dei moduli aggiuntivi PRO_SAP Modulo Geotecnico, PRO_CAD nodi acciaio e PRO_MST” - versione Maggio 2011, disponibile per il download sul sito www.2si.it, si segnalano i seguenti esempi applicativi:

Modellazione di strutture in c.a.

Test N°	Titolo
41	GERARCHIA DELLE RESISTENZE PER TRAVI IN C.A.
42	GERARCHIA DELLE RESISTENZE PER PILASTRI IN C.A.
43	VERIFICA ALLE TA DI STRUTTURE IN C.A.
44	VERIFICA AGLI SLU DI STRUTTURE IN C.A.
45	VERIFICA A PUNZONAMENTO ALLO SLU DI PIASTRE IN C.A.
46	VERIFICA A PUNZONAMENTO ALLO SLU DI TRAVI IN C.A.
47	PROGETTAZIONE A TAGLIO DI STRUTTURE IN C.A. SECONDO IL D.M. 9/1/96
48	PROGETTAZIONE A TAGLIO DI STRUTTURE IN C.A. SECONDO IL D.M. 14/1/2008
49	VERIFICA ALLO SLE (TENSIONI E FESSURAZIONE) DI STRUTTURE IN C.A.
50	VERIFICA ALLO SLE (DEFORMAZIONE) DI STRUTTURE IN C.A.
51	FATTORE DI STRUTTURA
52	SOVRARESISTENZE
53	DETTAGLI COSTRUTTIVI C.A.: LIMITI D'ARMATURA PILASTRI E NODI TRAVE-PILASTRO
54	PARETI IN C.A. SNELLE IN ZONA SISMICA
80	ANALISI PUSHOVER DI UN EDIFICIO IN C.A.
120	PROGETTO E VERIFICA DI TRAVI PREM

Modellazione di strutture in acciaio

Test N°	Titolo
55	VERIFICA DI STABILITA' DI ASTE COMPRESSE IN ACCIAIO – METODO OMEGA
56	LUCE LIBERA DI TRAVI E ASTE IN ACCIAIO
57	LUCE LIBERA DI COLONNE IN ACCIAIO
58	SVERGOLAMENTO DI TRAVI IN ACCIAIO
59	FATTORE DI STRUTTURA
60	ACCIAIO D.M.2008
61	ACCIAIO EC3
62	GERARCHIA RESISTENZE STRUTTURE IN ACCIAIO
63	STABILITA' DI ASTE COMPOSTE IN ACCIAIO

73	COLLEGAMENTI IN ACCIAIO: NODO TRAVE COLONNA FLANGIATO CON PRESENZA IRRIGIDIMENTI TRASVERSALI
74	COLLEGAMENTI IN ACCIAIO: NODO TRAVE COLONNA FLANGIATO CON PRESENZA DI UN PIATTO DI RINFORZO SALDATO ALL'ANIMA DELLA COLONNA
75	COLLEGAMENTI IN ACCIAIO: NODO TRAVE COLONNA FLANGIATO CON PRESENZA DI DUE PIATTI DI RINFORZO SALDATI ALL'ANIMA DELLA COLONNA
76	COLLEGAMENTI IN ACCIAIO: NODO TRAVE COLONNA FLANGIATO A DUE VIE SU ALI COLONNA
77	COLLEGAMENTI IN ACCIAIO: NODO TRAVE COLONNA FLANGIATO A UNA VIA CON DUE COMBINAZIONI DI CARICO
78	COLLEGAMENTI IN ACCIAIO: NODO TRAVE COLONNA FLANGIATO SU ANIMA SENZA RINFORZI A QUATTRO FILE DI BULLONI DI CUI UNA SU PIASTRA INFERIORE E UNA SU PIASTRA SUPERIORE
79	VERIFICA DELLA PIASTRA NODO TRAVE COLONNA
85	TELAIO ACCIAIO: CONTROVENTI CONCENTRICI

Modellazione di strutture in muratura

Test N°	Titolo
81	ANALISI PUSHOVER DI UNA STRUTTURA IN MURATURA
84	ANALISI ELASTO PLASTICA INCREMENTALE, PARETE IN MURATURA
86	VERIFICA NON SISMICA DELLE MURATURE (D.M. 87 TA)
87	VERIFICA NON SISMICA DELLE MURATURE (D.M. 2005 SL)
88	FATTORE DI STRUTTURA

Modellazione di strutture in legno

Test N°	Titolo
17	SOLAIO: MISTO LEGNO-CALCESTRUZZO
89	VERIFICA ALLO SLU DI STRUTTURE IN LEGNO SECONDO EC5
90	VERIFICA ALLO SLE DI STRUTTURE IN LEGNO SECONDO EC5
91	FATTORE DI STRUTTURA
92	VERIFICHE EC5
93	SNELLEZZE EC5
94	VERIFICA AL FUOCO DI STRUTTURE IN LEGNO SECONDO EC5
117	PROGETTO E VERIFICA DI GUSCI IN MATERIALE XLAM
118	PROGETTO E VERIFICA DI PARETI IN MATERIALE XLAM E RELATIVI COLLEGAMENTI
119	PROGETTO E VERIFICA DI SOLAI IN MATERIALE XLAM

Id	Tipo / Note	V. caratt.	V. medio	Young	Poisson	G	Gamma	Alfa	Altri
		daN/cm2	daN/cm2	daN/cm2		daN/cm2	daN/cm3		
11	Acciaio Fe360 - S235			2.100e+06	0.30	8.077e+05	7.80e-03	1.20e-05	

Id	Tipo / Note	V. caratt.	V. medio	Young	Poisson	G	Gamma	Alfa	Altri
	Tensione ft	3600.0							
	Resistenza fd	2350.0							
	Resistenza fd (>40)	2100.0							
	Tensione ammissibile	1600.0							
	Tensione ammissibile (>40)	1400.0							
	Rapporto HRDb								1.00e-05
	Rapporto HRDv								1.00e-05

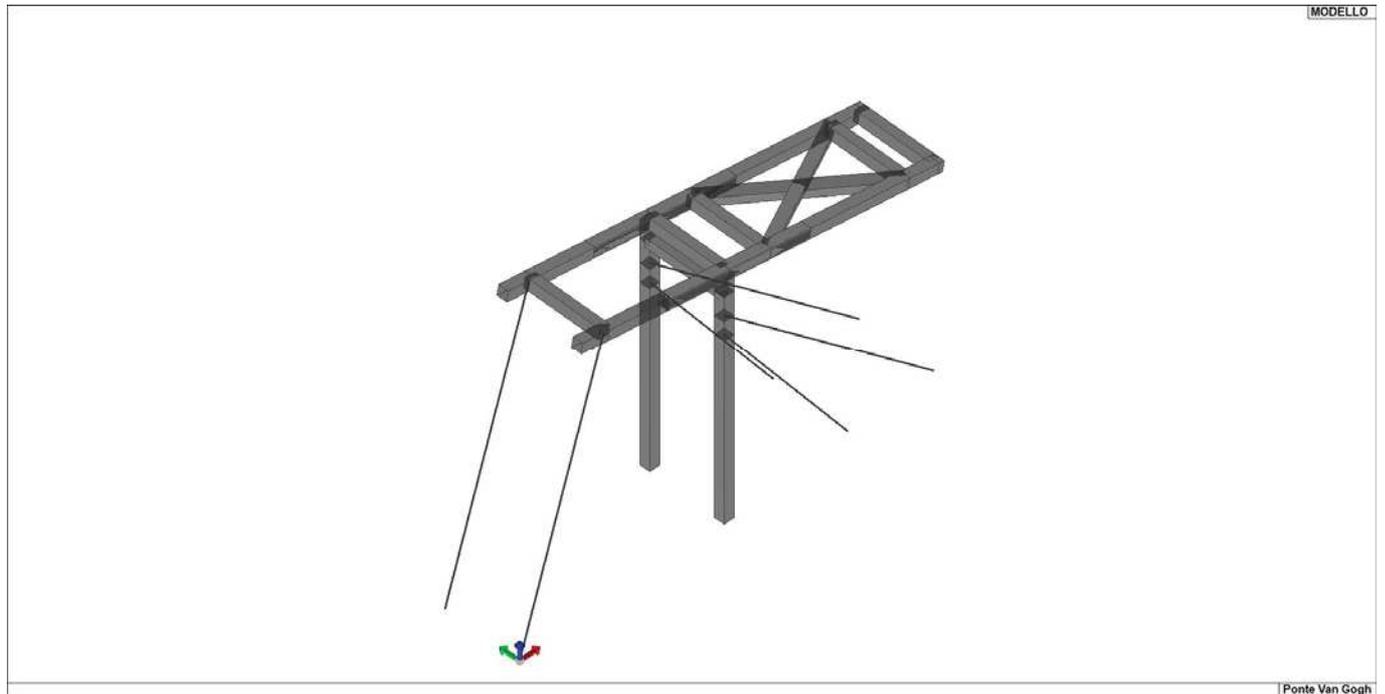


Figura 1 – Materiali D2

Aste acc.	1/7/..	2/8/..	3/9/..	4/10/..	5/11/..	6/12/..
Generalità						
Beta assegnato	0.80					
Verifica come controvento	No					
Usa condizioni I e II	Si					
Coefficiente gamma M0	1.05					
Coefficiente gamma M1	1.05					
Coefficiente gamma M2	1.25					

Pilastrini acc.	1/7/..	2/8/..	3/9/..	4/10/..	5/11/..	6/12/..
Lunghezze libere						
Metodo di calcolo 2-2	Assegnato					
2-2 Beta assegnato	2.00					
2-2 Beta * L assegnato [cm]	0.0					
Metodo di calcolo 3-3	Assegnato					
3-3 Beta assegnato	2.00					
3-3 Beta * L assegnato [cm]	0.0					
1-1 Beta assegnato	1.00					
1-1 Beta * L assegnato [cm]	0.0					
Generalità						
Coefficiente gamma M0	1.05					
Coefficiente gamma M1	1.05					
Coefficiente gamma M2	1.25					
Effetti del 2 ordine	Si					
Momenti equivalenti	Si					
Usa condizioni I e II	Si					

Travi acc.	1/7/..	2/8/..	3/9/..	4/10/..	5/11/..	6/12/..
Lunghezze libere						
3-3 Beta * L automatico	Si					
3-3 Beta assegnato	1.00					
3-3 Beta assegnato [cm]	0.0					
2-2 Beta * L automatico	Si					
2-2 Beta assegnato	1.00					
2-2 Beta * L assegnato [cm]	0.0					
1-1 Beta * L automatico	Si					
1-1 Beta assegnato	1.00					
1-1 Beta * L assegnato [cm]	0.0					
Generalità						
Coefficiente gamma M0	1.05					
Coefficiente gamma M1	1.05					
Coefficiente gamma M2	1.25					
Luce di taglio per GR [cm]	1.00					
Usa condizioni I e II	Si					
Momenti equivalenti	Si					

MODELLAZIONE DELLE SEZIONI LEGENDA TABELLA DATI SEZIONI

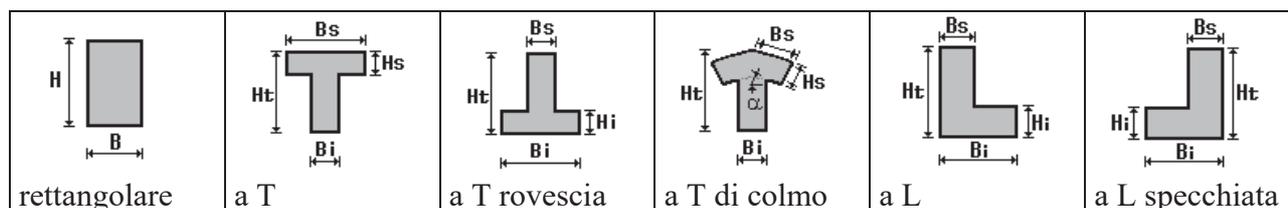
Il programma consente l'uso di sezioni diverse. Sono previsti i seguenti tipi di sezione:

sezione di tipo generico
profilati semplici
profilati accoppiati e speciali

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

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

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



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

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

Per quanto concerne le sezioni di tipo generico (tipo 1.):
i valori dimensionali con prefisso B sono riferiti all'asse 2
i valori dimensionali con prefisso H sono riferiti all'asse 3

Con riferimento al Documento di Affidabilità "Test di validazione del software di calcolo PRO_SAP e dei moduli aggiuntivi PRO_SAP Modulo Geotecnico, PRO_CAD nodi acciaio e PRO_MST" - versione Settembre 2014, disponibile per il download sul sito www.2si.it, si segnalano i seguenti esempi applicativi:

Test N°	Titolo
1	CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E INERZIALI
45	VERIFICA AGLI SLU DI STRUTTURE IN C.A.
48	PROGETTAZIONE A TAGLIO DI STRUTTURE IN C.A. SECONDO IL D.M. 9/1/96
49	PROGETTAZIONE A TAGLIO DI STRUTTURE IN C.A. SECONDO IL D.M. 14/1/2008
50	VERIFICA ALLO SLE (TENSIONI E FESSURAZIONE) DI STRUTTURE IN C.A.
51	VERIFICA ALLO SLE (DEFORMAZIONE) DI STRUTTURE IN C.A.
104	ANALISI DI RESISTENZA AL FUOCO

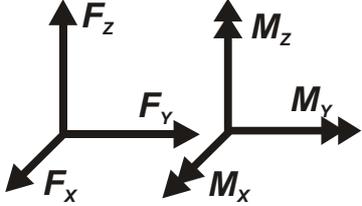
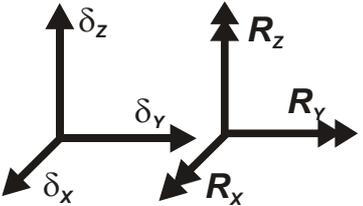
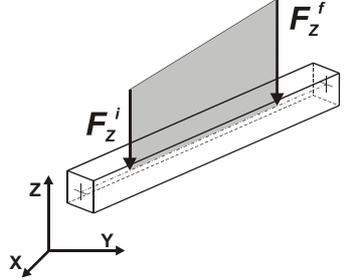
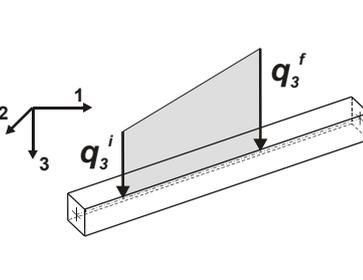
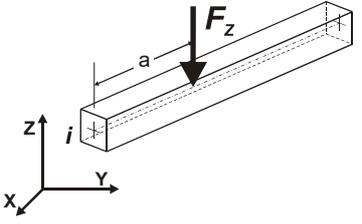
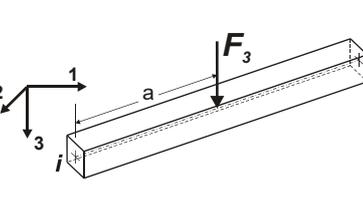
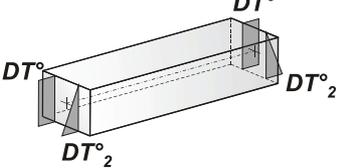
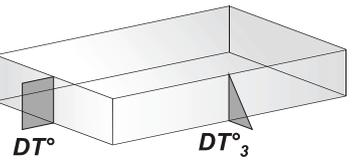
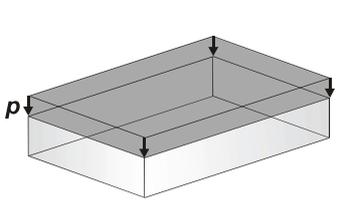
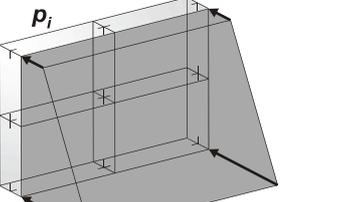
Id	Tipo	Area	A V2	A V3	Jt	J 2-2	J 3-3	W 2-2	W 3-3	Wp 2-2	Wp 3-3
		cm ²	cm ²	cm ²	cm ⁴	cm ⁴	cm ⁴	cm ³	cm ³	cm ³	cm ³
1	Rettangolare cava: b=20 h=20 bi=19 hi=19	39.00	0.0	0.0	3707.44	2473.25	2473.25	247.33	247.33	285.25	285.25
2	Rettangolare cava: b=20 h=15 bi=19 hi=14	34.00	0.0	0.0	2351.40	1997.83	1280.33	199.78	170.71	236.50	194.00
3	Circolare: r=1	3.14	2.65	2.65	1.57	0.79	0.79	0.79	0.79	1.33	1.33

2 – Sezioni D2

MODELLAZIONE DELLE AZIONI
 LEGENDA TABELLA DATI AZIONI

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

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

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

Tipo carico distribuito globale su trave

Id	Tipo	Pos.	fx	fy	fz	mx	my	mz
		cm	daN/cm	daN/cm	daN/cm	daN	daN	daN
1	Trave 20x20-DG:Fyi=0.43 Fyf=0.43	0.0	0.0	0.43	0.0	0.0	0.0	0.0
		0.0	0.0	0.43	0.0	0.0	0.0	0.0
2	Trave 20x20-DG:Fyi=0.76 Fyf=0.76	0.0	0.0	0.76	0.0	0.0	0.0	0.0
		0.0	0.0	0.76	0.0	0.0	0.0	0.0
3	DG:Fxi=0.43 Fxf=0.43	0.0	0.43	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		0.0	0.43	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

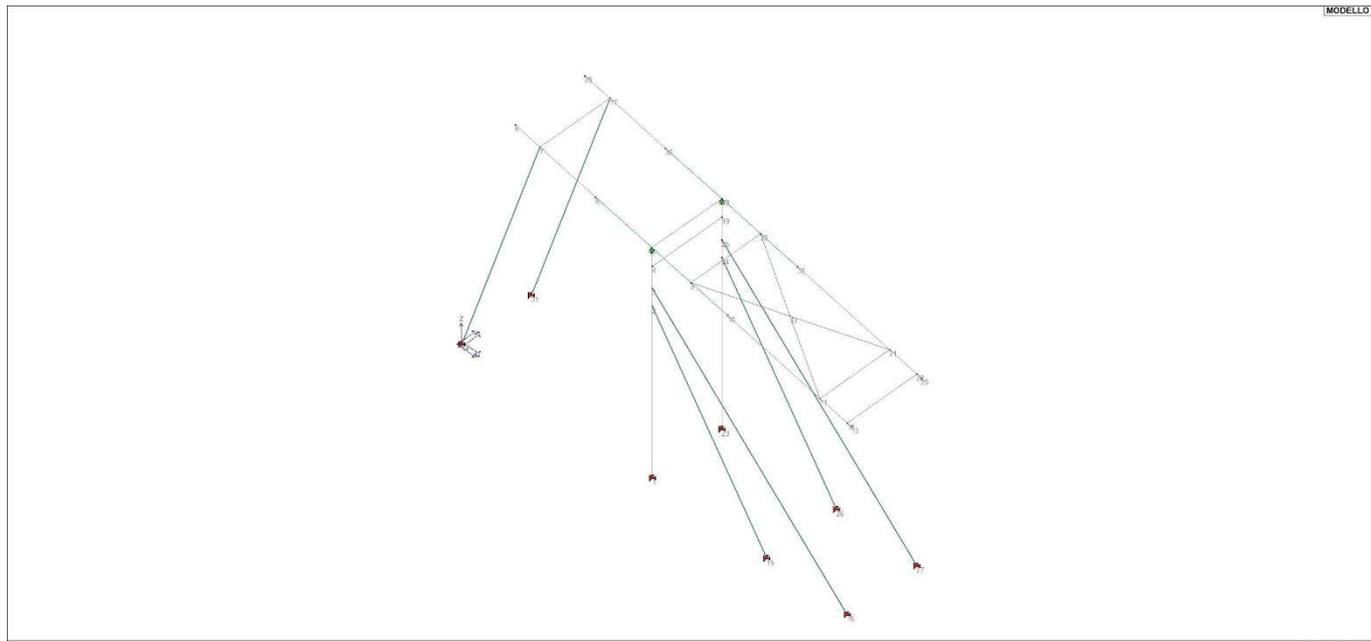


Figura 3 – Modello di calcolo (unifilare – vista 1)

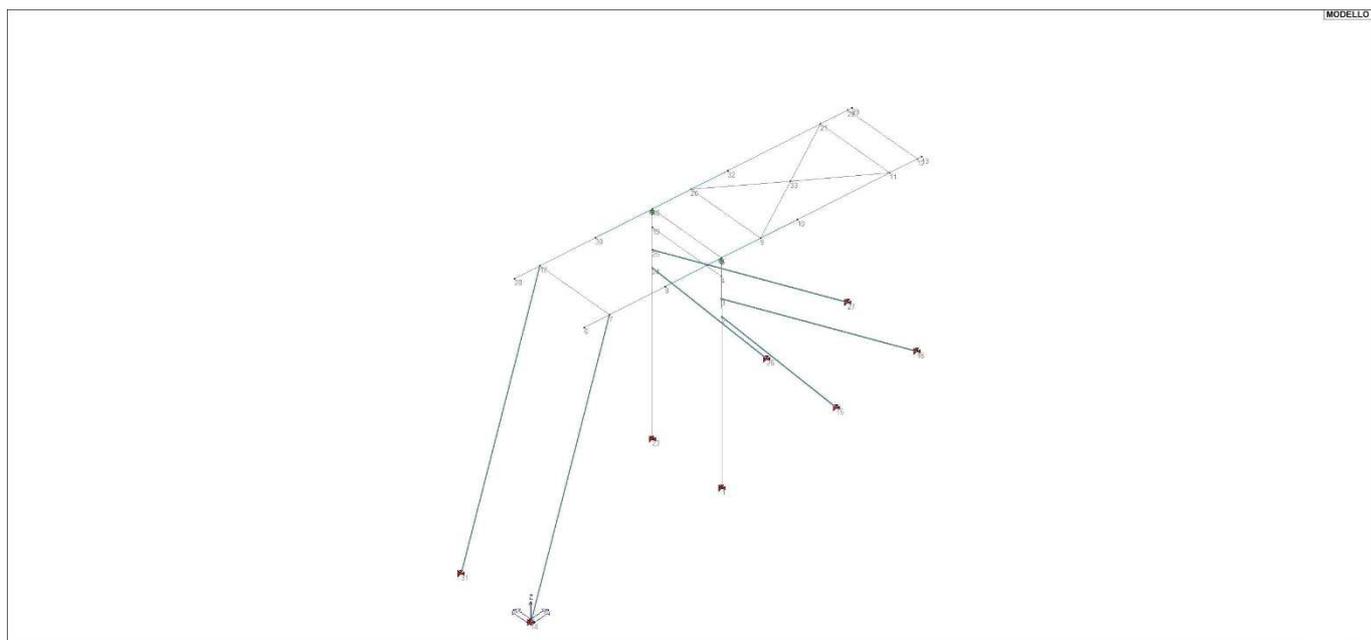


Figura 4 – Modello di calcolo (unifilare – vista 2)

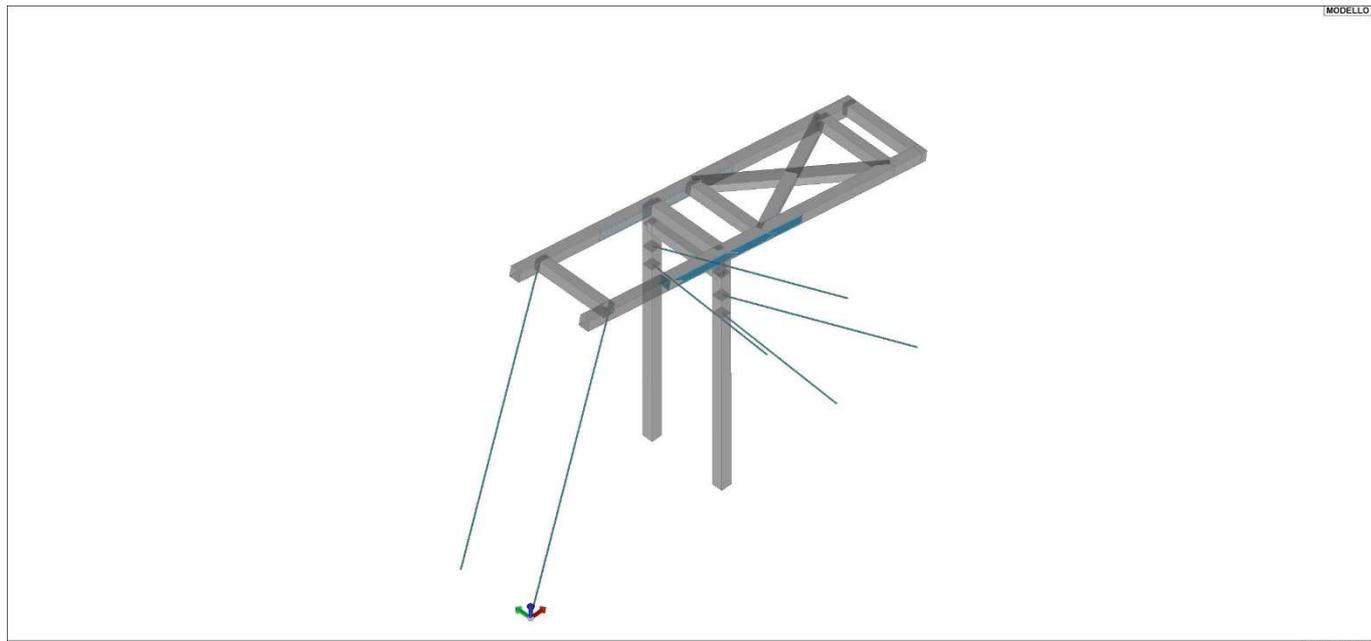


Figura 5 – Modello di calcolo (solido – vista 1)

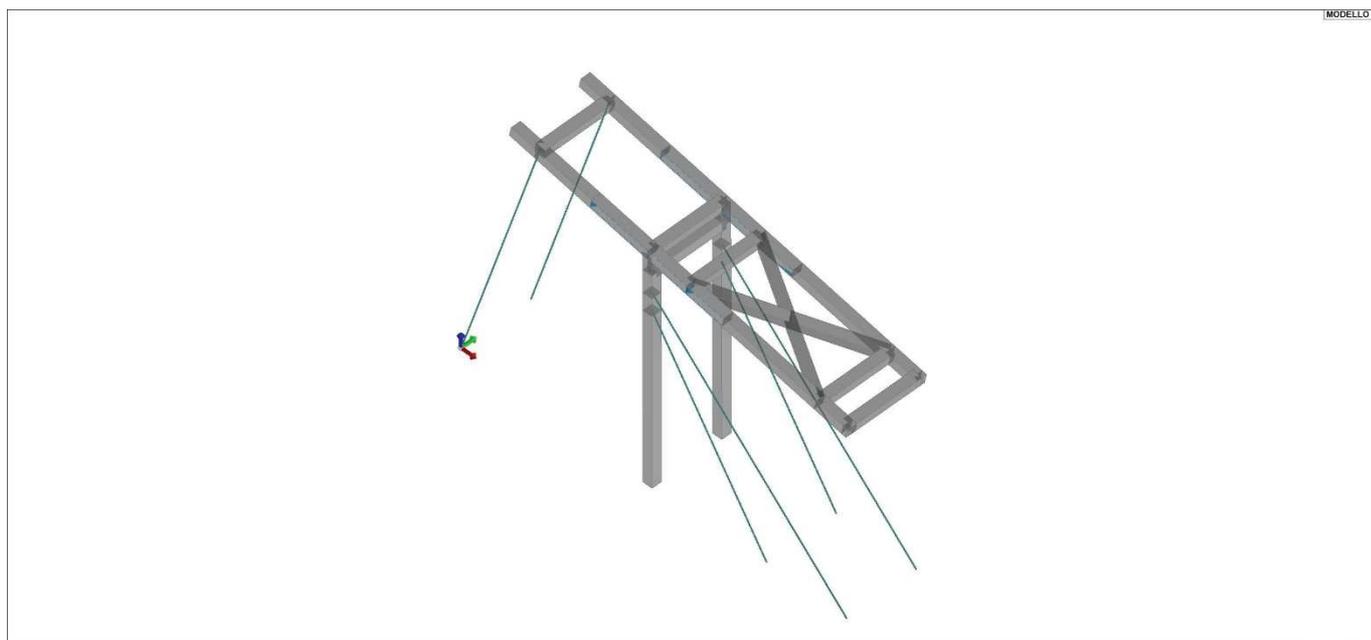


Figura 6 – Modello di calcolo (solido – vista 2)

SCHEMATIZZAZIONE DEI CASI DI CARICO
 LEGENDA TABELLA CASI DI CARICO

Il programma consente l'applicazione di diverse tipologie di casi di carico.
 Sono previsti i seguenti 11 tipi di casi di carico:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

CDC	Tipo	Sigla Id	Note
1	Ggk	CDC=Ggk (peso proprio della struttura)	
2	Edk	CDC=Ed (dinamico SLU) alfa=0.0 (ecc. +)	partecipazione:1.00 per 1 CDC=Ggk (peso proprio della struttura)
3	Edk	CDC=Ed (dinamico SLU) alfa=0.0 (ecc. -)	come precedente CDC sismico
4	Edk	CDC=Ed (dinamico SLU) alfa=90.00 (ecc. +)	come precedente CDC sismico
5	Edk	CDC=Ed (dinamico SLU) alfa=90.00 (ecc. -)	come precedente CDC sismico

CDC	Tipo	Sigla Id	Note
6	Edk	CDC=Ed (dinamico SLD) alfa=0.0 (ecc. +)	come precedente CDC sismico
7	Edk	CDC=Ed (dinamico SLD) alfa=0.0 (ecc. -)	come precedente CDC sismico
8	Edk	CDC=Ed (dinamico SLD) alfa=90.00 (ecc. +)	come precedente CDC sismico
9	Edk	CDC=Ed (dinamico SLD) alfa=90.00 (ecc. -)	come precedente CDC sismico
10	Qvk	CDC=Qvk (carico da vento) vento trasversale	D2 :da 7 a 9 Azione : Trave 20x20-DG:Fyi=0.76 Fyf=0.76 D2 :da 10 a 12 Azione : Trave 20x20-DG:Fyi=0.43 Fyf=0.43 D2 :da 16 a 30 Azione : Trave 20x20-DG:Fyi=0.43 Fyf=0.43 D2 :da 31 a 33 Azione : Trave 20x20-DG:Fyi=0.76 Fyf=0.76 D2 :da 34 a 36 Azione : Trave 20x20-DG:Fyi=0.43 Fyf=0.43 D2 :da 40 a 42 Azione : Trave 20x20-DG:Fyi=0.43 Fyf=0.43
11	Qvk	CDC=Qvk (carico da vento) vento longitudinale	D2 :da 16 a 28 Azione : DG:Fxi=0.43 Fxf=0.43 D2 : 40 Azione : DG:Fxi=0.43 Fxf=0.43

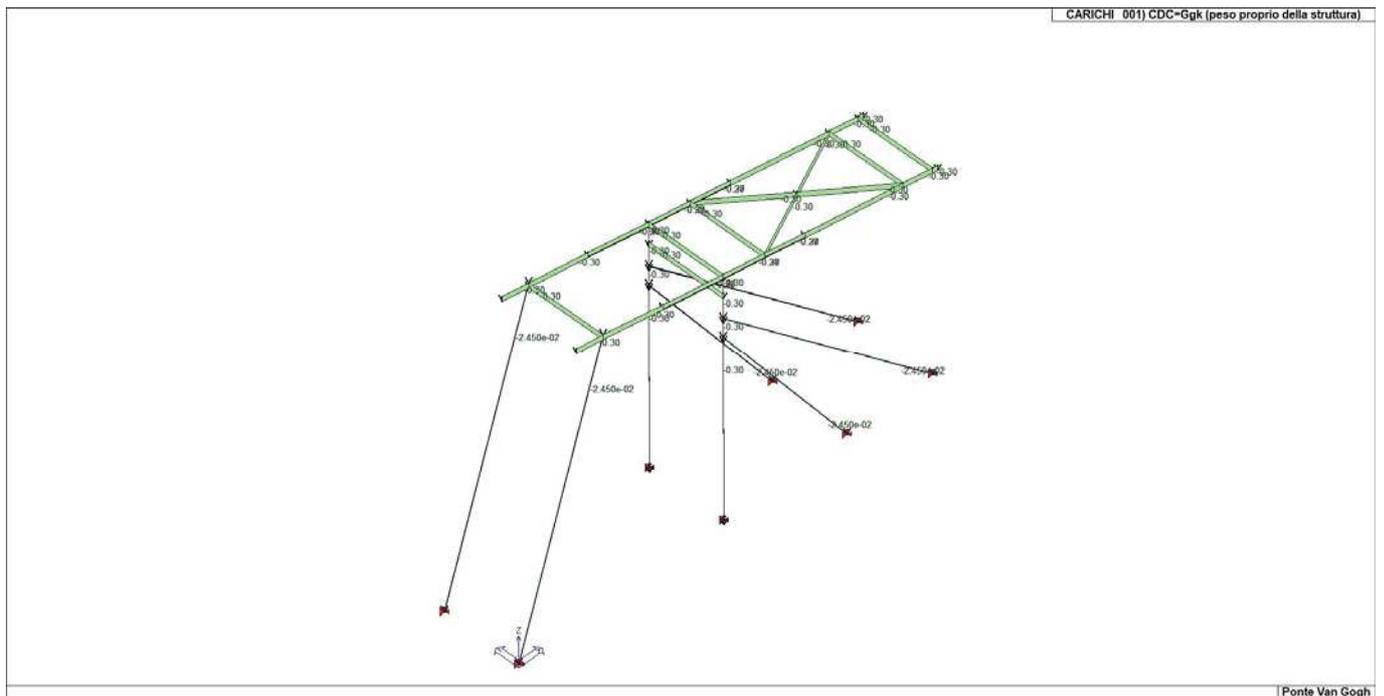


Figura 7 - Ggk (peso proprio della struttura)

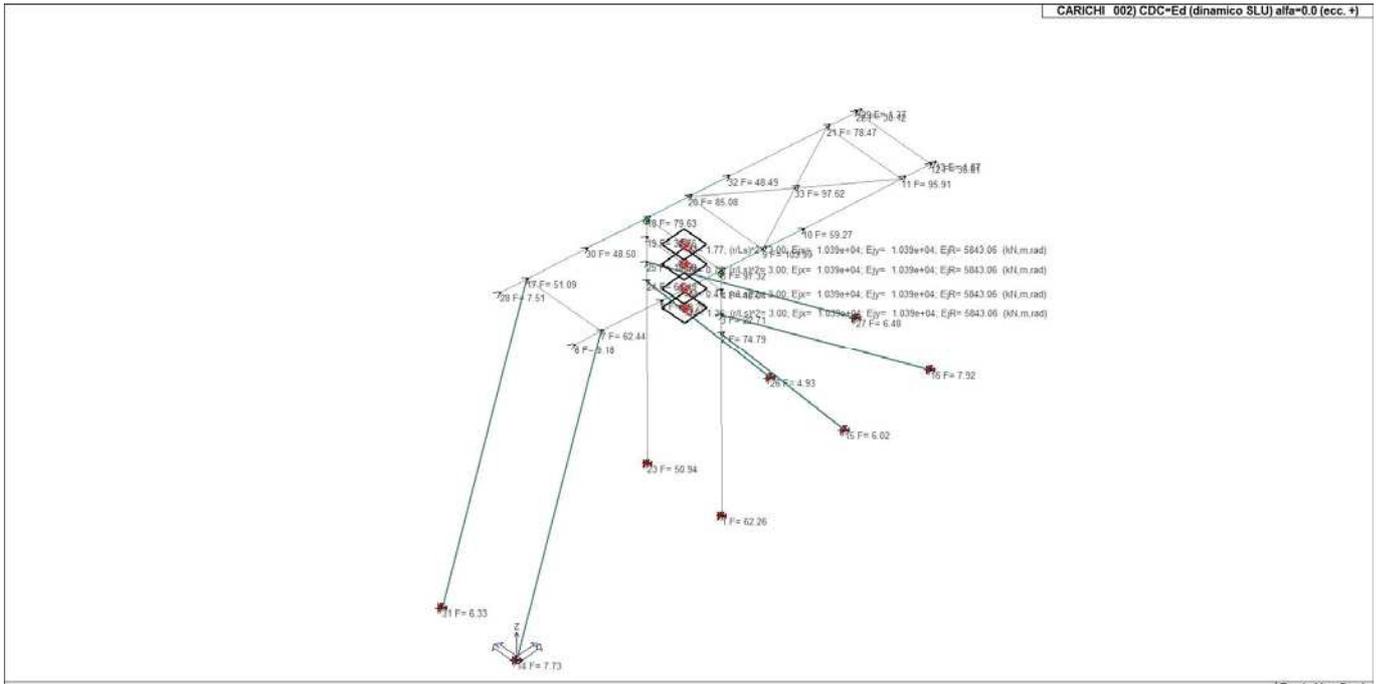


Figura 8 - Ed (dinamico SLU) alfa=0.0 (ecc. +)

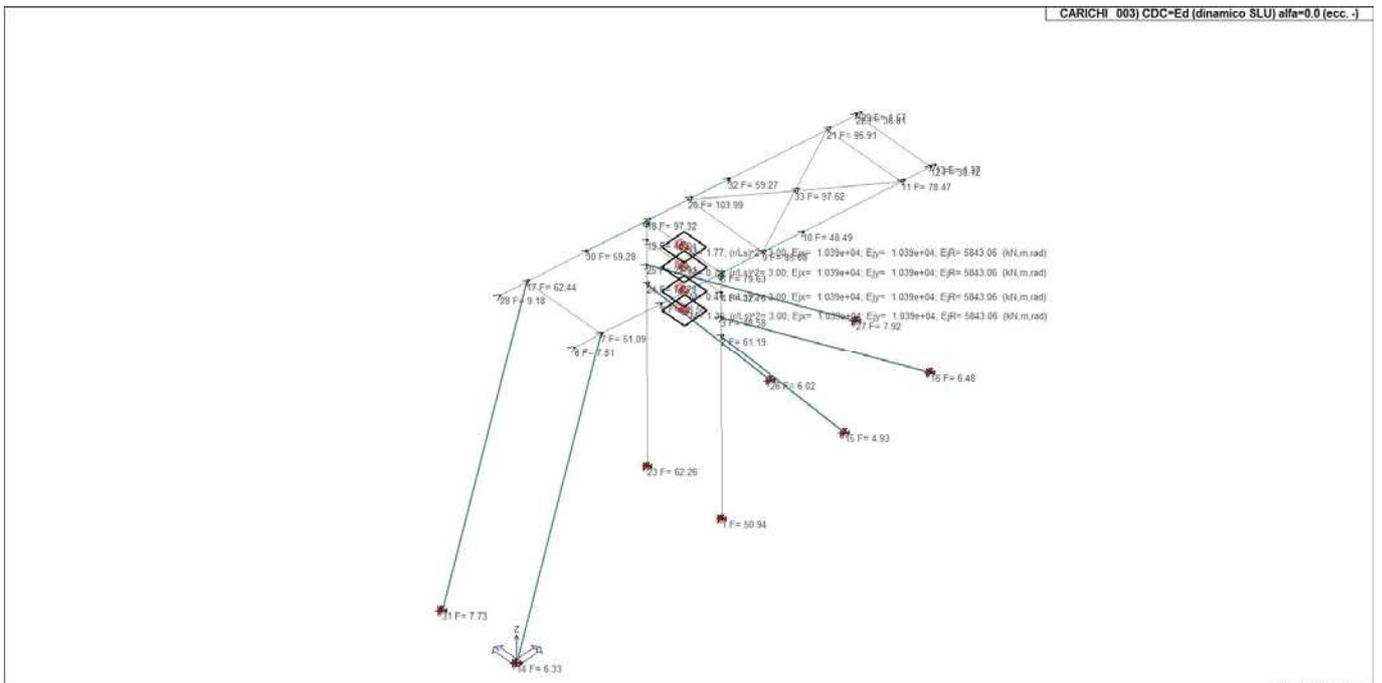


Figura 9 - Ed (dinamico SLU) alfa=0.0 (ecc. -)

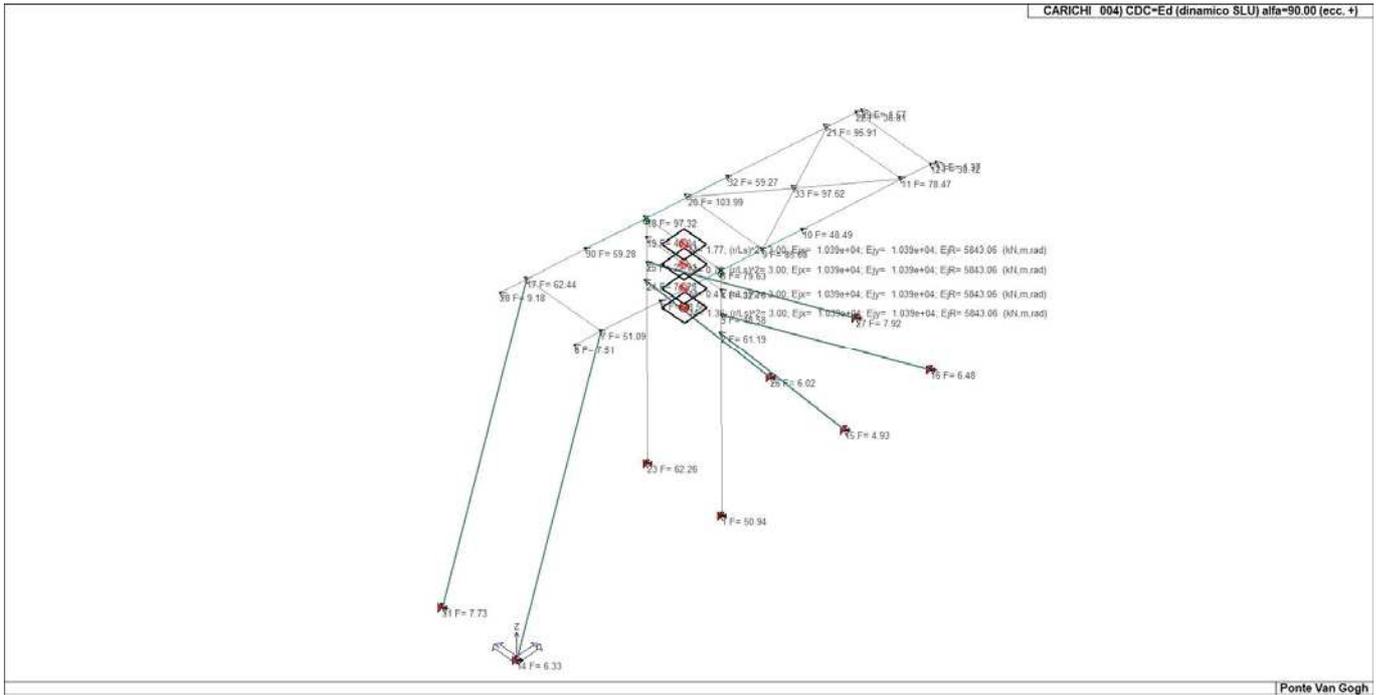


Figura 10 - Ed (dinamico SLU) alfa=90.00 (ecc. +)

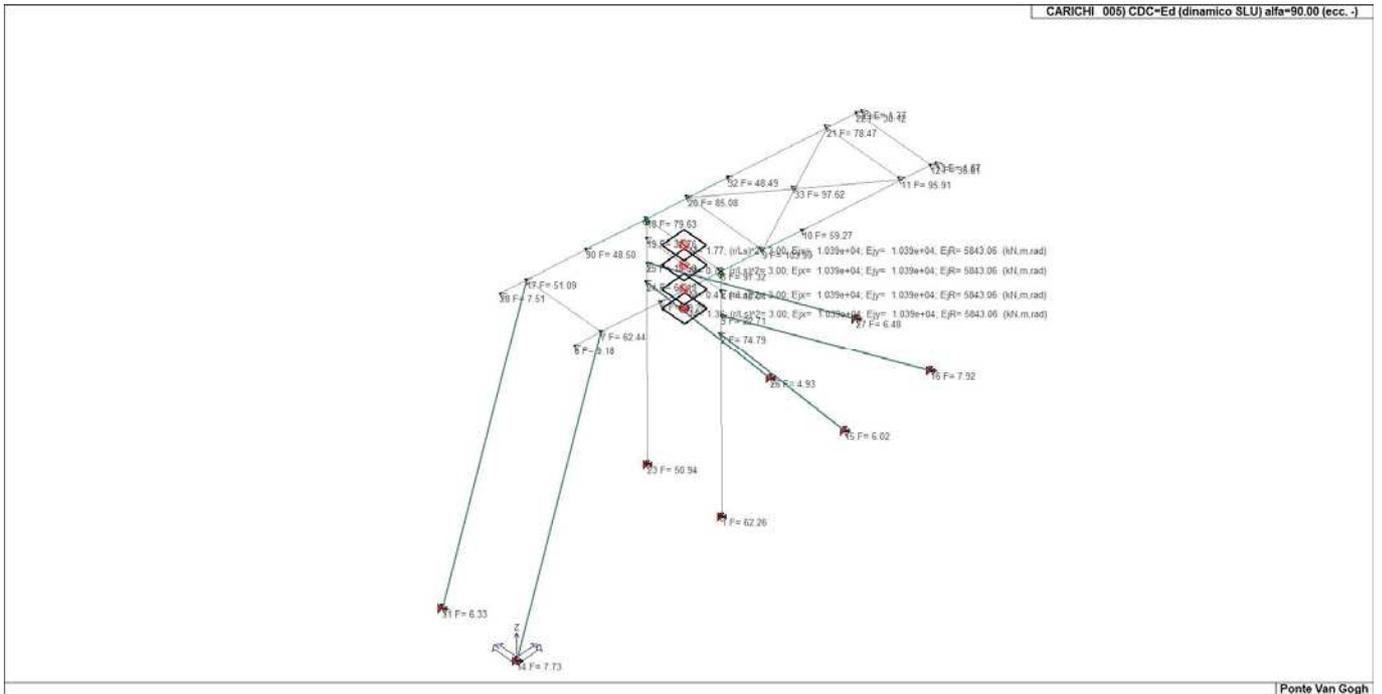


Figura 11 - Ed (dinamico SLU) alfa=90.00 (ecc. -)

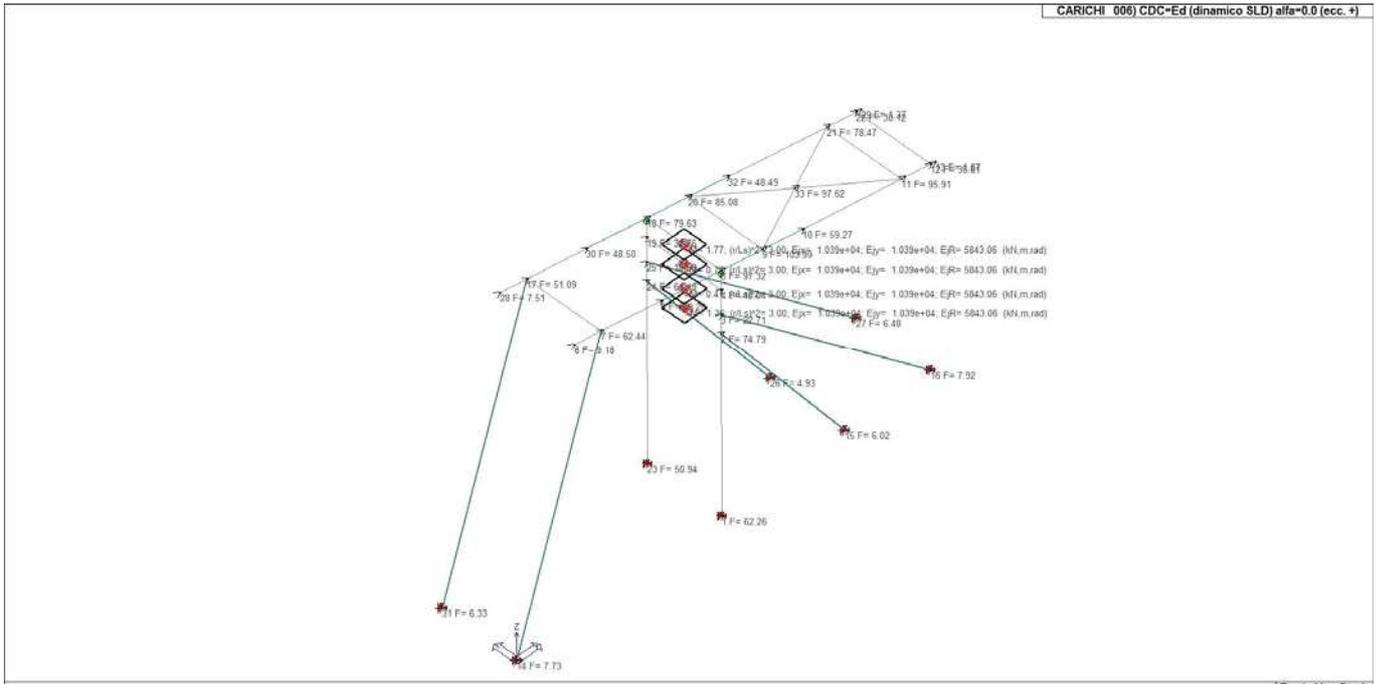


Figura 12 - Ed (dinamico SLD) alfa=0.0 (ecc. +)

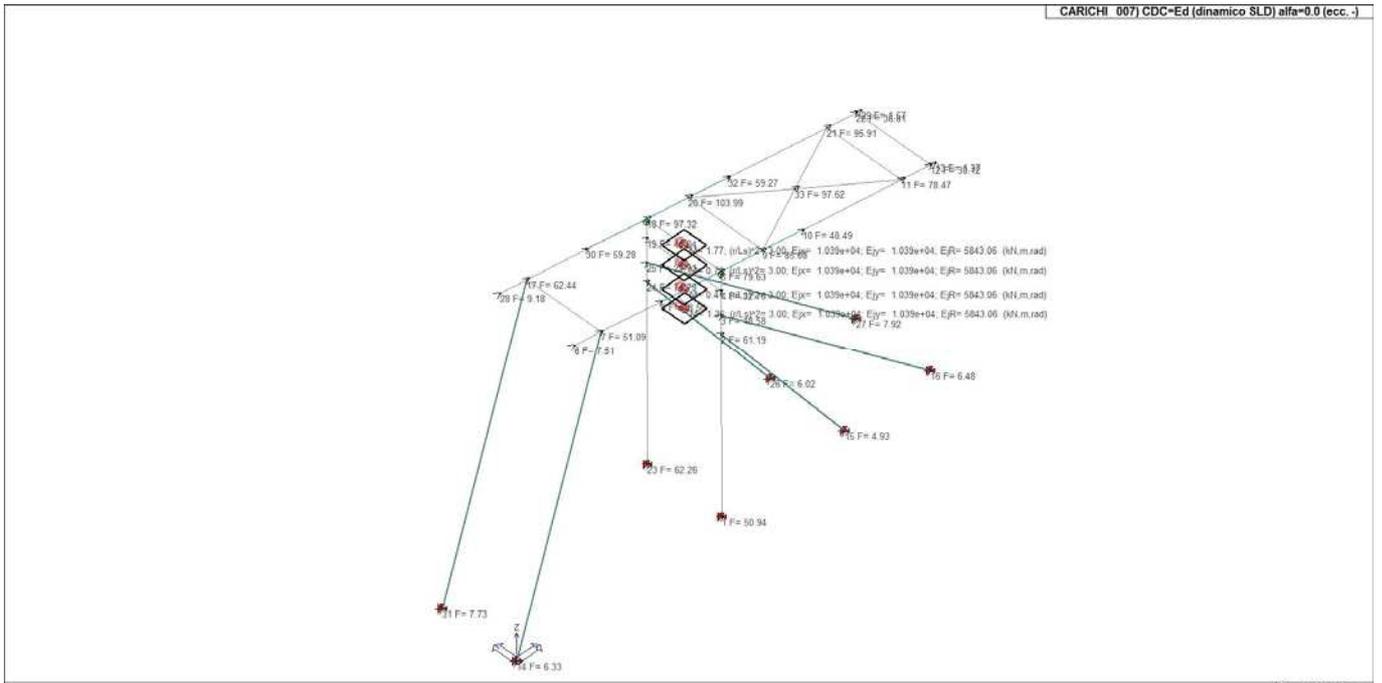


Figura 13 - Ed (dinamico SLD) alfa=0.0 (ecc. -)

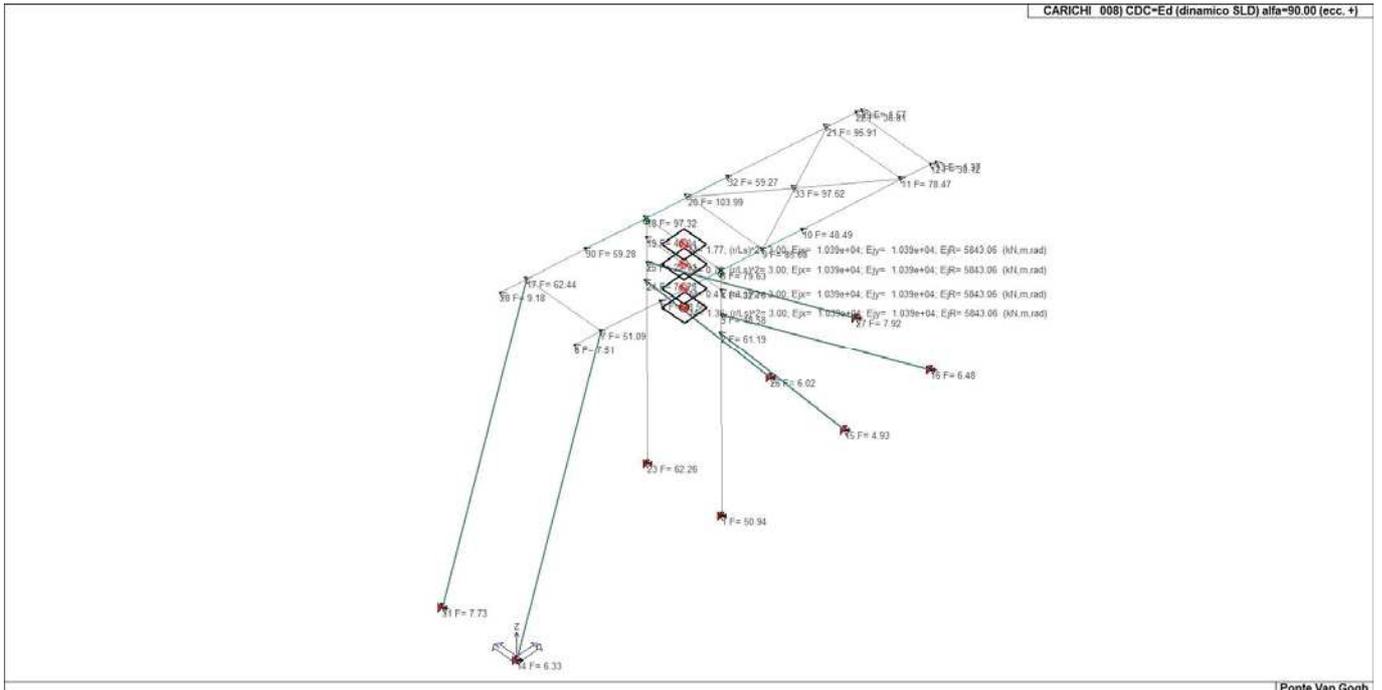


Figura 14 - Ed (dinamico SLD) alfa=90.00 (ecc. +)

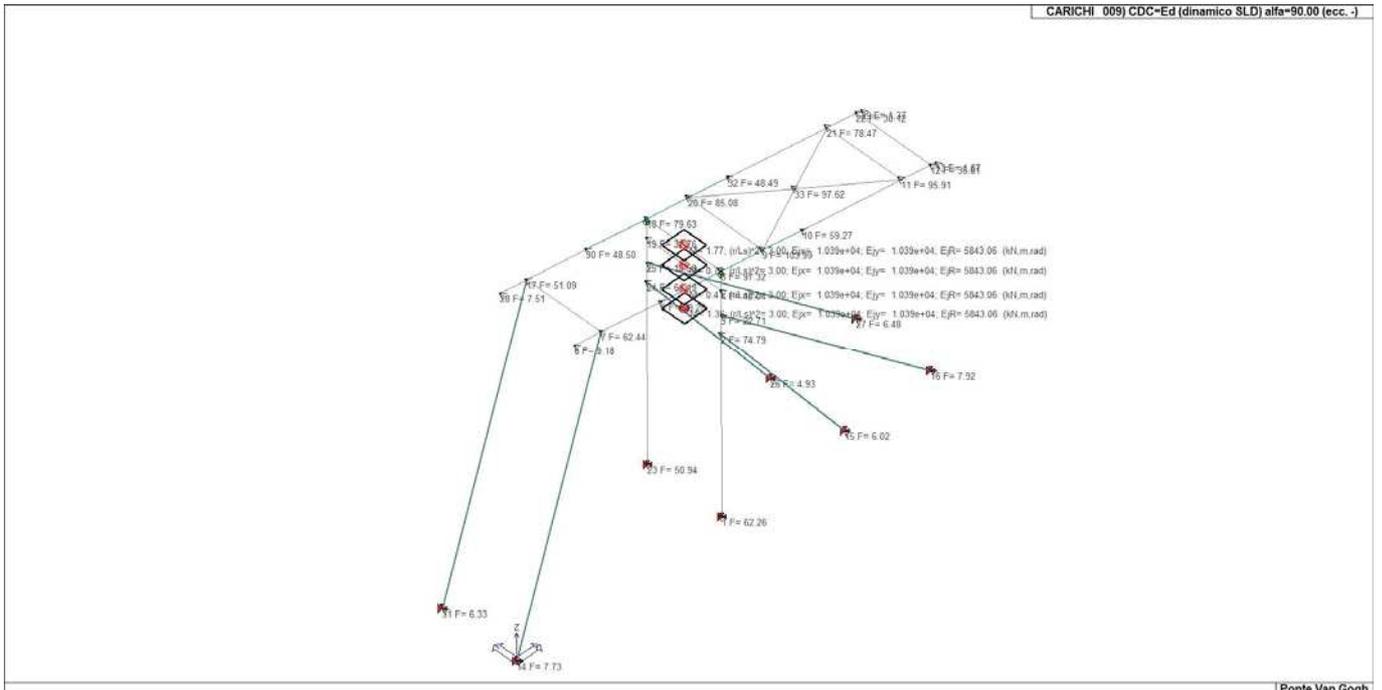


Figura 15 - Ed (dinamico SLD) alfa=90.00 (ecc. -)

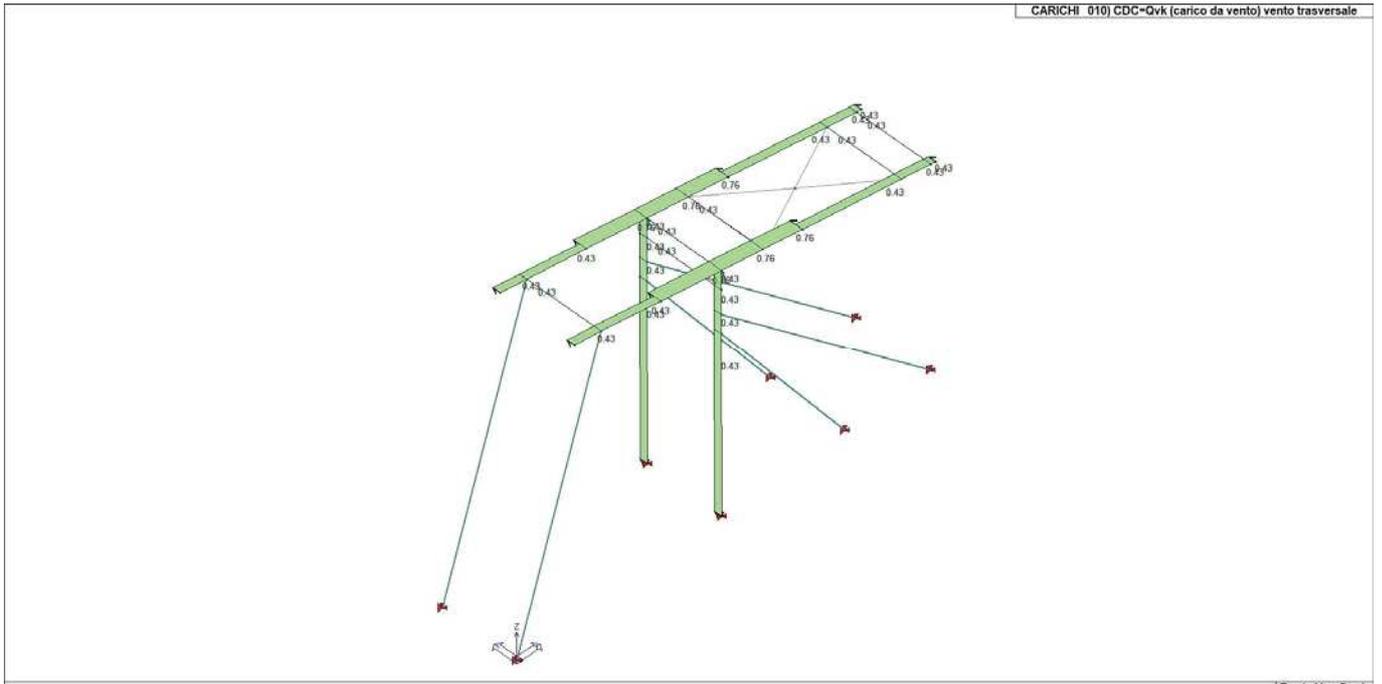


Figura 16 - Qvk (carico da vento) vento trasversale

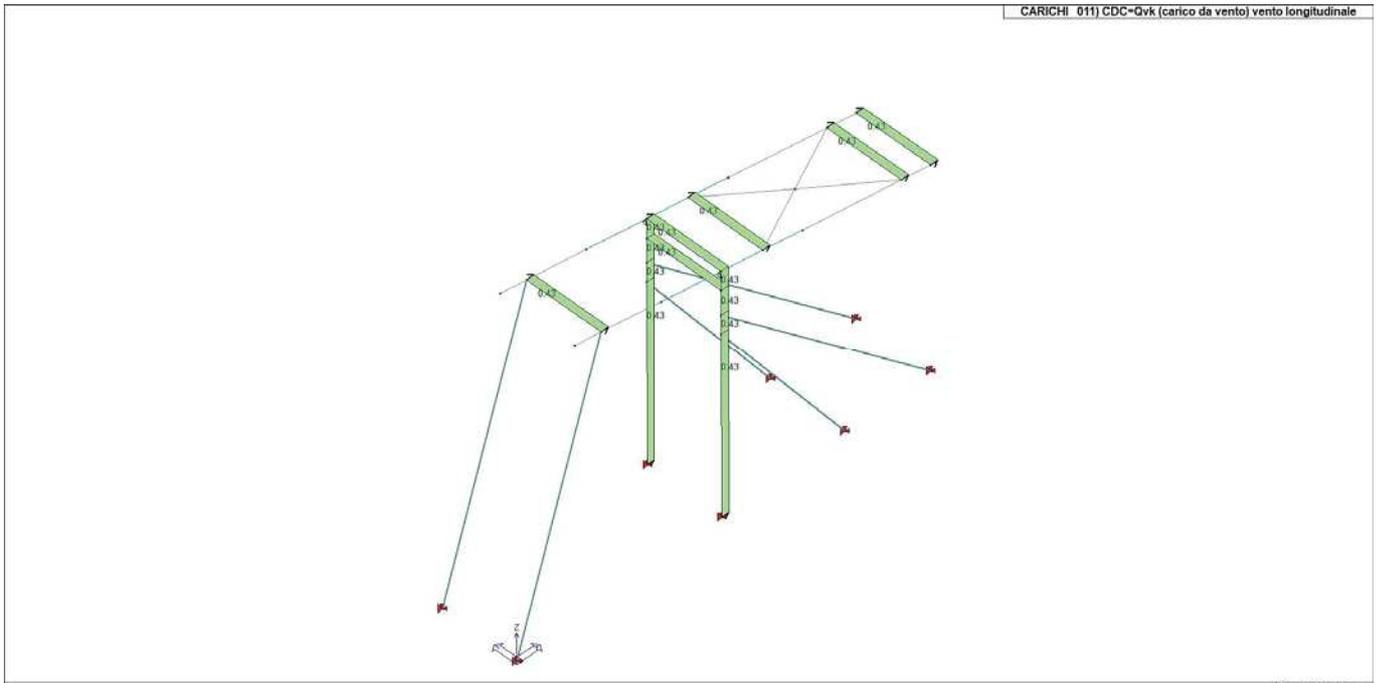


Figura 17 - Qvk (carico da vento) vento longitudinale

DEFINIZIONE DELLE COMBINAZIONI
 LEGENDA TABELLA COMBINAZIONI DI CARICO

Il programma combina i diversi tipi di casi di carico (CDC) secondo le regole previste dalla normativa vigente.

Le combinazioni previste sono destinate al controllo di sicurezza della struttura ed alla verifica degli spostamenti e delle sollecitazioni.

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

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

Combinazione fondamentale SLU

$$\gamma G1 \cdot G1 + \gamma G2 \cdot G2 + \gamma P \cdot P + \gamma Q1 \cdot Qk1 + \gamma Q2 \cdot \psi02 \cdot Qk2 + \gamma Q3 \cdot \psi03 \cdot Qk3 + \dots$$

Combinazione caratteristica (rara) SLE

$$G1 + G2 + P + Qk1 + \psi02 \cdot Qk2 + \psi03 \cdot Qk3 + \dots$$

Combinazione frequente SLE

$$G1 + G2 + P + \psi11 \cdot Qk1 + \psi22 \cdot Qk2 + \psi23 \cdot Qk3 + \dots$$

Combinazione quasi permanente SLE

$$G1 + G2 + P + \psi21 \cdot Qk1 + \psi22 \cdot Qk2 + \psi23 \cdot Qk3 + \dots$$

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

$$E + G1 + G2 + P + \psi21 \cdot Qk1 + \psi22 \cdot Qk2 + \dots$$

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

$$G1 + G2 + Ad + P + \psi21 \cdot Qk1 + \psi22 \cdot Qk2 + \dots$$

Dove:

NTC 2018 Tabella 2.5.I

Destinazione d'uso/azione	$\psi0$	$\psi1$	$\psi2$
Categoria A residenziali	0,70	0,50	0,30
Categoria B uffici	0,70	0,50	0,30
Categoria C ambienti suscettibili di affollamento	0,70	0,70	0,60
Categoria D ambienti ad uso commerciale	0,70	0,70	0,60
Categoria E biblioteche, archivi, magazzini,...	1,00	0,90	0,80
Categoria F Rimesse e parcheggi (autoveicoli $\leq 30kN$)	0,70	0,70	0,60
Categoria G Rimesse e parcheggi (autoveicoli $> 30kN$)	0,70	0,50	0,30
Categoria H Coperture	0,00	0,00	0,00
Vento	0,60	0,20	0,00
Neve a quota ≤ 1000 m	0,50	0,20	0,00
Neve a quota > 1000 m	0,70	0,50	0,20
Variazioni Termiche	0,60	0,50	0,00

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

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

- per l'approccio 2 si definisce un'unica combinazione per le azioni, per la resistenza dei materiali e per la resistenza globale (con coefficienti A1).

NTC 2018 Tabella 2.6.I

		Coefficiente γ_f	EQU	A1	A2
<i>Carichi permanenti</i>	<i>Favorevoli</i>	γ_{G1}	0,9	1,0	1,0
	<i>Sfavorevoli</i>		1,1	1,3	1,0
<i>Carichi permanenti non strutturali</i> <i>(Non compiutamente definiti)</i>	<i>Favorevoli</i>	γ_{G2}	0,8	0,8	0,8
	<i>Sfavorevoli</i>		1,5	1,5	1,3
<i>Carichi variabili</i>	<i>Favorevoli</i>	γ_{Qi}	0,0	0,0	0,0
	<i>Sfavorevoli</i>		1,5	1,5	1,3

Cmb	Tipo	Sigla Id	effetto P-delta
1	SLU	Comb. SLU A1 1	
2	SLU	Comb. SLU A1 2	
3	SLU	Comb. SLU A1 3	
4	SLU	Comb. SLU A1 4	
5	SLU	Comb. SLU A1 5	
6	SLU	Comb. SLU A1 6	
7	SLU	Comb. SLU A1 7	
8	SLU	Comb. SLU A1 8	
9	SLU	Comb. SLU A1 9	
10	SLU	Comb. SLU A1 10	
11	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 11	
12	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 12	
13	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 13	
14	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 14	
15	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 15	
16	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 16	
17	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 17	
18	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 18	
19	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 19	
20	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 20	
21	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 21	
22	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 22	
23	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 23	
24	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 24	
25	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 25	
26	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 26	
27	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 27	
28	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 28	
29	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 29	
30	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 30	
31	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 31	
32	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 32	
33	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 33	
34	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 34	
35	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 35	
36	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 36	
37	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 37	
38	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 38	
39	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 39	
40	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 40	
41	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 41	
42	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 42	
43	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 43	
44	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 44	
45	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 45	
46	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 46	
47	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 47	
48	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 48	
49	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 49	
50	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 50	
51	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 51	
52	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 52	
53	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 53	
54	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 54	
55	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 55	
56	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 56	
57	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 57	
58	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 58	
59	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 59	

Cmb	Tipo	Sigla Id	effetto P-delta
60	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 60	
61	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 61	
62	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 62	
63	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 63	
64	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 64	
65	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 65	
66	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 66	
67	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 67	
68	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 68	
69	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 69	
70	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 70	
71	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 71	
72	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 72	
73	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 73	
74	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 74	
75	SLE(r)	Comb. SLE(rara) 75	
76	SLE(r)	Comb. SLE(rara) 76	
77	SLE(r)	Comb. SLE(rara) 77	
78	SLE(r)	Comb. SLE(rara) 78	
79	SLE(r)	Comb. SLE(rara) 79	
80	SLE(f)	Comb. SLE(freq.) 80	
81	SLE(f)	Comb. SLE(freq.) 81	
82	SLE(f)	Comb. SLE(freq.) 82	
83	SLE(p)	Comb. SLE(perm.) 83	

Cmb	CDC 1/15...	CDC 2/16...	CDC 3/17...	CDC 4/18...	CDC 5/19...	CDC 6/20...	CDC 7/21...	CDC 8/22...	CDC 9/23...	CDC 10/24...	CDC 11/25...	CDC 12/26...	CDC 13/27...	CDC 14/28...
1	1.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0			
2	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0			
3	1.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.50	0.0			
4	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.50	0.0			
5	1.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.90	0.0			
6	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.90	0.0			
7	1.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.90			
8	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.90			
9	1.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.50			
10	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.50			
11	1.00	-1.00	0.0	-0.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0			
12	1.00	-1.00	0.0	0.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0			
13	1.00	1.00	0.0	-0.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0			
14	1.00	1.00	0.0	0.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0			
15	1.00	-1.00	0.0	0.0	-0.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0			
16	1.00	-1.00	0.0	0.0	0.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0			
17	1.00	1.00	0.0	0.0	-0.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0			
18	1.00	1.00	0.0	0.0	0.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0			
19	1.00	0.0	-1.00	-0.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0			
20	1.00	0.0	-1.00	0.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0			
21	1.00	0.0	1.00	-0.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0			
22	1.00	0.0	1.00	0.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0			
23	1.00	0.0	-1.00	0.0	-0.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0			
24	1.00	0.0	-1.00	0.0	0.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0			
25	1.00	0.0	1.00	0.0	-0.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0			
26	1.00	0.0	1.00	0.0	0.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0			
27	1.00	-0.30	0.0	-1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0			
28	1.00	-0.30	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0			
29	1.00	0.30	0.0	-1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0			
30	1.00	0.30	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0			
31	1.00	0.0	-0.30	-1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0			
32	1.00	0.0	-0.30	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0			
33	1.00	0.0	0.30	-1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0			
34	1.00	0.0	0.30	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0			
35	1.00	-0.30	0.0	0.0	-1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0			
36	1.00	-0.30	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0			
37	1.00	0.30	0.0	0.0	-1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0			
38	1.00	0.30	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0			
39	1.00	0.0	-0.30	0.0	-1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0			
40	1.00	0.0	-0.30	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0			
41	1.00	0.0	0.30	0.0	-1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0			
42	1.00	0.0	0.30	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0			
43	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	-1.00	0.0	-0.30	0.0	0.0	0.0			
44	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	-1.00	0.0	0.30	0.0	0.0	0.0			
45	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	-0.30	0.0	0.0	0.0			

Cmb	CDC 1/15...	CDC 2/16...	CDC 3/17...	CDC 4/18...	CDC 5/19...	CDC 6/20...	CDC 7/21...	CDC 8/22...	CDC 9/23...	CDC 10/24...	CDC 11/25...	CDC 12/26...	CDC 13/27...	CDC 14/28...
46	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	0.30	0.0	0.0	0.0			
47	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	-1.00	0.0	0.0	-0.30	0.0	0.0			
48	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	-1.00	0.0	0.0	0.30	0.0	0.0			
49	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0	-0.30	0.0	0.0			
50	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0	0.30	0.0	0.0			
51	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-1.00	-0.30	0.0	0.0	0.0			
52	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-1.00	0.30	0.0	0.0	0.0			
53	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	-0.30	0.0	0.0	0.0			
54	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.30	0.0	0.0	0.0			
55	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-1.00	0.0	-0.30	0.0	0.0			
56	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-1.00	0.0	0.30	0.0	0.0			
57	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	-0.30	0.0	0.0			
58	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	0.30	0.0	0.0			
59	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.30	0.0	-1.00	0.0	0.0	0.0			
60	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.30	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0			
61	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.30	0.0	-1.00	0.0	0.0	0.0			
62	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.30	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0			
63	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.30	-1.00	0.0	0.0	0.0			
64	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.30	1.00	0.0	0.0	0.0			
65	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.30	-1.00	0.0	0.0	0.0			
66	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.30	1.00	0.0	0.0	0.0			
67	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.30	0.0	0.0	-1.00	0.0	0.0			
68	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.30	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0			
69	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.30	0.0	0.0	-1.00	0.0	0.0			
70	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.30	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0			
71	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.30	0.0	-1.00	0.0	0.0			
72	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.30	0.0	1.00	0.0	0.0			
73	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.30	0.0	-1.00	0.0	0.0			
74	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.30	0.0	1.00	0.0	0.0			
75	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0			
76	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0			
77	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.60	0.0			
78	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.60			
79	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00			
80	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0			
81	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.20	0.0			
82	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.20			
83	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0			

AZIONE SISMICA

VALUTAZIONE DELL' AZIONE SISMICA

L'azione sismica sulle costruzioni è valutata a partire dalla “pericolosità sismica di base”, in condizioni ideali di sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale.

Allo stato attuale, la pericolosità sismica su reticolo di riferimento nell'intervallo di riferimento è fornita dai dati pubblicati sul sito <http://esse1.mi.ingv.it/>. Per punti non coincidenti con il reticolo di riferimento e periodi di ritorno non contemplati direttamente si opera come indicato nell' allegato alle NTC (rispettivamente media pesata e interpolazione).

L' azione sismica viene definita in relazione ad un periodo di riferimento V_r che si ricava, per ciascun tipo di costruzione, moltiplicandone la vita nominale per il coefficiente d'uso (vedi tabella Parametri della struttura). Fissato il periodo di riferimento V_r e la probabilità di superamento P_{ver} associata a ciascuno degli stati limite considerati, si ottiene il periodo di ritorno T_r e i relativi parametri di pericolosità sismica (vedi tabella successiva):

ag: accelerazione orizzontale massima del terreno;

Fo: valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;

T*c: periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale;

Parametri della struttura					
Classe d'uso	Vita V_n [anni]	Coeff. Uso	Periodo V_r [anni]	Tipo di suolo	Categoria topografica

II	50.0	1.0	50.0	C	T4
----	------	-----	------	---	----

Individuati su reticolo di riferimento i parametri di pericolosità sismica si valutano i parametri spettrali riportati in tabella:

S è il coefficiente che tiene conto della categoria di sottosuolo e delle condizioni topografiche mediante la relazione seguente $S = S_s * S_t$ (3.2.3)

Fo è il fattore che quantifica l'amplificazione spettrale massima, su sito di riferimento rigido orizzontale

Fv è il fattore che quantifica l'amplificazione spettrale massima verticale, in termini di accelerazione orizzontale massima del terreno ag su sito di riferimento rigido orizzontale

Tb è il periodo corrispondente all'inizio del tratto dello spettro ad accelerazione costante.

Tc è il periodo corrispondente all'inizio del tratto dello spettro a velocità costante.

Td è il periodo corrispondente all'inizio del tratto dello spettro a spostamento costante.

Id nodo	Longitudine	Latitudine	Distanza
			Km
Loc.	11.876	45.407	
12964	11.855	45.374	4.006
12965	11.926	45.375	5.265
12743	11.925	45.425	4.302
12742	11.853	45.424	2.598

SL	Pver	Tr	ag	Fo	T*c
		Anni	g		sec
SLO	81.0	30.0	0.030	2.510	0.210
SLD	63.0	50.0	0.037	2.540	0.250
SLV	10.0	475.0	0.083	2.640	0.340
SLC	5.0	975.0	0.106	2.610	0.350

SL	ag	S	Fo	Fv	Tb	Tc	Td
	g				sec	sec	sec
SLO	0.030	2.100	2.510	0.591	0.123	0.369	1.722
SLD	0.037	2.100	2.540	0.657	0.138	0.415	1.747
SLV	0.083	2.100	2.640	1.024	0.170	0.510	1.930
SLC	0.106	2.100	2.610	1.148	0.173	0.520	2.025

RISULTATI ANALISI SISMICHE

LEGENDA TABELLA ANALISI SISMICHE

Il programma consente l'analisi di diverse configurazioni sismiche.

Sono previsti, infatti, i seguenti casi di carico:

9. Esk caso di carico sismico con analisi statica equivalente

10. Edk caso di carico sismico con analisi dinamica

Ciascun caso di carico è caratterizzato da un angolo di ingresso e da una configurazione di masse determinante la forza sismica complessiva (si rimanda al capitolo relativo ai casi di carico per chiarimenti inerenti questo aspetto).

Nella colonna Note, in funzione della norma in uso sono riportati i parametri fondamentali che caratterizzano l'azione sismica: in particolare possono essere presenti i seguenti valori:

Angolo di ingresso	Angolo di ingresso dell'azione sismica orizzontale
Fattore di importanza	Fattore di importanza dell'edificio, in base alla categoria di appartenenza
Zona sismica	Zona sismica
Accelerazione ag	Accelerazione orizzontale massima sul suolo
Categoria suolo	Categoria di profilo stratigrafico del suolo di fondazione
Fattore q	Fattore di struttura/di comportamento. Dipendente dalla tipologia strutturale
Fattore di sito S	Fattore dipendente dalla stratigrafia e dal profilo topografico
Classe di duttilità CD	Classe di duttilità della struttura – "A" duttilità alta, "B" duttilità bassa
Fattore riduz. SLD	Fattore di riduzione dello spettro elastico per lo stato limite di danno
Periodo proprio T1	Periodo proprio di vibrazione della struttura
Coefficiente Lambda	Coefficiente dipendente dal periodo proprio T1 e dal numero di piani della struttura
Ordinata spettro Sd(T1)	Valore delle ordinate dello spettro di progetto per lo stato limite ultimo, componente orizzontale (verticale Svd)
Ordinata spettro Se(T1)	Valore delle ordinate dello spettro elastico ridotta del fattore SLD per lo stato limite di danno, componente orizzontale (verticale Sve)
Ordinata spettro S (Tb-Tc)	Valore dell' ordinata dello spettro in uso nel tratto costante
numero di modi considerati	Numero di modi di vibrare della struttura considerati nell'analisi dinamica

Per ciascun caso di carico sismico viene riportato l'insieme di dati sotto riportati (le masse sono espresse in unità di forza):

analisi sismica statica equivalente:

quota, posizione del centro di applicazione e azione orizzontale risultante, posizione del baricentro delle rigidezze, rapporto r/L_s (per strutture a nucleo), indici di regolarità e/r secondo EC8 4.2.3.2 azione sismica complessiva

analisi sismica dinamica con spettro di risposta:

quota, posizione del centro di massa e massa risultante, posizione del baricentro delle rigidezze, rapporto r/L_s (per strutture a nucleo), indici di regolarità e/r secondo EC8 4.2.3.2 frequenza, periodo, accelerazione spettrale, massa eccitata nelle tre direzioni globali per tutti i modi massa complessiva ed aliquota di massa complessiva eccitata.

Per ciascuna combinazione sismica definita SLD o SLO viene riportato il livello di deformazione ϵ_T (dr) degli elementi strutturali verticali. Per semplicità di consultazione il livello è espresso anche in unità $1000 \cdot \epsilon_T/h$ da confrontare direttamente con i valori forniti nella norma (es. 5 per edifici con tamponamenti collegati rigidamente alla struttura, 10.0 per edifici con tamponamenti collegati elasticamente, 3 per edifici in muratura ordinaria, 4 per edifici in muratura armata).

Qualora si applichi il D.M. 96 (vedi NOTA sul capitolo "normativa di riferimento") l'analisi sismica dinamica può essere comprensiva di sollecitazione verticale contemporanea a quella

orizzontale, nel qual caso è effettuata una sovrapposizione degli effetti in ragione della radice dei quadrati degli effetti stessi. Per ciascuna combinazione sismica - analisi effettuate con il D.M. 96 (vedi NOTA sul capitolo "normativa di riferimento") - viene riportato il livello di deformazione ϵ_T , ϵ_P e ϵ_D degli elementi strutturali verticali. Per semplicità di consultazione il livello è espresso in unità $1000 \cdot \epsilon_T/h$ da confrontare direttamente con il valore 2 o 4 per la verifica.

Per gli edifici sismicamente isolati si riportano di seguito le verifiche condotte sui dispositivi di isolamento. Le verifiche sono effettuate secondo la circolare 619/2009 del C.S.LL.PP nelle combinazioni in SLC come previsto dal DM 17-01-2018. Per ogni combinazione è riportato il codice di verifica ed i valori utilizzati per la verifica: spostamento dE , area ridotta e dimensione A_2 , azione verticale, deformazioni di taglio dell'elastomero e tensioni nell'acciaio.

Qualora si applichi l'Ordinanza 3274 e s.m.i. le verifiche sono eseguite in accordo con l'allegato 10.A.

In particolare la tabella, per ogni combinazione di calcolo, riporta:

Nodo	Nodo di appoggio dell' isolatore
Cmb	Combinazione oggetto della verifica
Verif.	Codice di verifica ok – verifica positiva , NV – verifica negativa, ND – verifica non completata
dE	Spostamento relativo tra le due facce (amplificato del 20% per Ordinanza 3274 e smi) combinato con la regola del 30%
Ang fi	Angolo utilizzato per il calcolo dell' area ridotta A_r (per dispositivi circolari)
V	Azione verticale agente
Ar	Area ridotta efficace
Dim A2	Dimensione utile per il calcolo della deformazione per rotazione
Sig s	Tensione nell' inserto in acciaio
Gam c(a,s,t)	Deformazioni di taglio dell' elastomero
Vcr	Carico critico per instabilità

Affinché la verifica sia positiva deve essere:

$$V > 0$$

$$\text{Sig } s < f_{yk}$$

$$\text{Gam } t < 5$$

$$\text{Gam } s < \text{Gam} * (\text{caratteristica dell' elastomero})$$

$$\text{Gam } s < 2$$

$$V < 0.5 V_{cr}$$

Con riferimento al **Documento di Affidabilità** "Test di validazione del software di calcolo PRO_SAP e dei moduli aggiuntivi PRO_SAP Modulo Geotecnico, PRO_CAD nodi acciaio e PRO_MST" - versione Maggio 2011, disponibile per il download sul sito www.2si.it, si segnalano i seguenti esempi applicativi:

Test N°	Titolo
23	DM 2008: SPETTRO
29	SISMICA 1000/H, SOMMA V, EFFETTO P- δ
30	ANALISI DI UN EDIFICIO CON ISOLATORI SISMICI
70	MASSE SISMICHE
75	PROGETTO DI ISOLATORI ELASTOMERICI

76	VERIFICA DI ISOLATORI ELASTOMERICI
77	VERIFICA DI ISOLATORI FRICTION PENDULUM

CDC	Tipo	Sigla Id	Note
2	Edk	CDC=Ed (dinamico SLU) alfa=0.0 (ecc. +)	
			categoria suolo: C
			fattore di sito S = 2.100
			ordinata spettro (tratto Tb-Tc) = 0.458 g
			angolo di ingresso:0.0
			eccentricità aggiuntiva: positiva
			periodo proprio T1: 0.095 sec.
			fattore q: 1.000
			fattore per spost. mu d: 1.000
			classe di duttilità CD: B
			numero di modi considerati: 18
			combinaz. modale: CQC

Quota	M Sismica x g	Pos. GX	Pos. GY	E agg. X-X	E agg. Y-Y	Pos. KX	Pos. KY	(r/Ls)^2	rapp. ex/rx	rapp. ey/ry
cm	daN	cm	cm	cm	cm	cm	cm			
558.29	16.69	115.87	75.36	0.0	-7.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
547.74	113.53	169.70	75.29	0.0	-7.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
524.25	107.79	289.55	75.15	0.0	-7.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
500.38	176.95	411.28	75.00	0.0	-7.50	411.33	75.00	3.000	7.2450e-04	0.0
483.98	189.08	494.95	74.90	0.0	-7.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
468.41	107.77	574.38	74.80	0.0	-7.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
460.50	72.81	411.32	75.00	0.0	-7.50	411.39	75.00	3.000	8.7945e-04	0.0
456.70	97.62	634.15	74.73	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
429.41	174.37	773.35	74.56	0.0	-7.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
417.87	66.92	832.23	74.49	0.0	-7.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
415.95	3.04	842.05	74.48	0.0	-7.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
411.04	41.29	411.39	75.00	0.0	-7.50	411.44	75.00	3.000	6.3040e-04	0.0
372.10	135.98	411.44	75.00	0.0	-7.50	411.89	75.00	3.000	0.006	7.3153e-06
0.51	14.40	832.03	74.49	0.0	-7.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.30	10.95	658.99	74.70	0.0	-7.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	113.19	411.89	75.00	0.0	-7.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
-0.50	14.06	0.10	75.50	0.0	-7.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Risulta	1456.45									

Modo	Frequenza	Periodo	Acc. Spettrale	M efficace X x g	%	M efficace Y x g	%	M efficace Z x g	%	Energia	Energia x v
	Hz	sec	g	daN		daN		daN			
1	3.961	0.252	0.458	0.47	3.24e-02	1012.18	69.5	2.33e-03	1.60e-04	0.0	0.0
2	5.997	0.167	0.452	9.49	0.7	282.29	19.4	6.81	0.5	0.0	0.0
3	6.197	0.161	0.444	135.23	9.3	5.36	0.4	347.12	23.8	0.0	0.0
4	10.526	0.095	0.332	1038.34	71.3	9.50e-03	6.52e-04	65.07	4.5	0.0	0.0
5	27.438	0.036	0.234	2.73e-03	1.87e-04	0.06	4.46e-03	1.13e-03	7.75e-05	0.0	0.0
6	45.562	0.022	0.210	0.02	1.14e-03	1.30	8.92e-02	0.16	1.08e-02	0.0	0.0
7	46.250	0.022	0.210	2.58	0.2	5.51e-03	3.78e-04	59.35	4.1	0.0	0.0
8	60.546	0.017	0.201	105.56	7.2	3.40e-03	2.34e-04	97.63	6.7	0.0	0.0
9	63.228	0.016	0.200	1.18	8.11e-02	2.17e-03	1.49e-04	259.91	17.8	0.0	0.0
10	70.263	0.014	0.197	6.45	0.4	0.34	2.32e-02	0.09	5.92e-03	0.0	0.0
11	75.615	0.013	0.196	1.30	8.94e-02	1.00	6.83e-02	0.04	2.73e-03	0.0	0.0
12	79.431	0.013	0.195	0.03	2.39e-03	1.10	7.57e-02	0.05	3.17e-03	0.0	0.0
13	108.175	0.009	0.189	1.67	0.1	5.53e-03	3.79e-04	149.95	10.3	0.0	0.0
14	117.528	0.009	0.188	0.82	5.64e-02	0.01	7.27e-04	156.14	10.7	0.0	0.0
15	142.264	0.007	0.185	4.63e-03	3.18e-04	0.13	8.99e-03	5.23	0.4	0.0	0.0
16	163.346	0.006	0.184	0.44	3.04e-02	3.15e-04	2.17e-05	90.80	6.2	0.0	0.0
17	207.334	0.005	0.182	0.18	1.23e-02	1.71e-03	1.18e-04	60.04	4.1	0.0	0.0
18	274.669	0.004	0.180	0.05	3.23e-03	0.02	1.22e-03	2.28	0.2	0.0	0.0
Risulta				1303.83		1303.82		1300.65			
In percentuale				89.52		89.52		89.30			

CDC	Tipo	Sigla Id	Note
3	Edk	CDC=Ed (dinamico SLU) alfa=0.0 (ecc. -)	

CDC	Tipo	Sigla Id	Note
			categoria suolo: C
			fattore di sito S = 2.100
			ordinata spettro (tratto Tb-Tc) = 0.458 g
			angolo di ingresso:0.0
			eccentricità aggiuntiva: negativa
			periodo proprio T1: 0.095 sec.
			fattore q: 1.000
			fattore per spost. mu d: 1.000
			classe di duttilità CD: B
			numero di modi considerati: 18
			combinaz. modale: CQC

Quota	M Sismica x g	Pos. GX	Pos. GY	E agg. X-X	E agg. Y-Y	Pos. KX	Pos. KY	(r/Ls)^2	rapp. ex/rx	rapp. ey/ry
cm	daN	cm	cm	cm	cm	cm	cm			
558.29	16.69	115.87	75.36	0.0	7.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
547.74	113.53	169.70	75.29	0.0	7.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
524.25	107.79	289.55	75.15	0.0	7.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
500.38	176.95	411.28	75.00	0.0	7.50	411.33	75.00	3.000	7.2450e-04	0.0
483.98	189.08	494.95	74.90	0.0	7.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
468.41	107.77	574.38	74.80	0.0	7.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
460.50	72.81	411.32	75.00	0.0	7.50	411.39	75.00	3.000	8.7945e-04	0.0
456.70	97.62	634.15	74.73	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
429.41	174.37	773.35	74.56	0.0	7.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
417.87	66.92	832.23	74.49	0.0	7.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
415.95	3.04	842.05	74.48	0.0	7.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
411.04	41.29	411.39	75.00	0.0	7.50	411.44	75.00	3.000	6.3040e-04	0.0
372.10	135.98	411.44	75.00	0.0	7.50	411.89	75.00	3.000	0.006	7.3153e-06
0.51	14.40	832.03	74.49	0.0	7.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.30	10.95	658.99	74.70	0.0	7.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	113.19	411.89	75.00	0.0	7.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
-0.50	14.06	0.10	75.50	0.0	7.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Risulta	1456.45									

Modo	Frequenza	Periodo	Acc. Spettrale	M efficace X x g	%	M efficace Y x g	%	M efficace Z x g	%	Energia	Energia x v
	Hz	sec	g	daN		daN		daN			
1	3.961	0.252	0.458	0.37	2.52e-02	1012.30	69.5	2.35e-03	1.61e-04	0.0	0.0
2	5.997	0.167	0.452	9.51	0.7	282.19	19.4	6.60	0.5	0.0	0.0
3	6.197	0.161	0.444	135.31	9.3	5.32	0.4	347.31	23.8	0.0	0.0
4	10.526	0.095	0.332	1038.35	71.3	0.03	2.04e-03	65.07	4.5	0.0	0.0
5	27.438	0.036	0.234	2.92e-03	2.00e-04	0.07	4.46e-03	1.11e-03	7.63e-05	0.0	0.0
6	45.562	0.022	0.210	0.02	1.33e-03	1.30	8.91e-02	0.19	1.29e-02	0.0	0.0
7	46.251	0.022	0.210	2.57	0.2	6.97e-03	4.78e-04	59.32	4.1	0.0	0.0
8	60.549	0.017	0.201	105.57	7.2	1.08e-03	7.43e-05	97.82	6.7	0.0	0.0
9	63.229	0.016	0.200	1.20	8.21e-02	1.92e-03	1.32e-04	259.72	17.8	0.0	0.0
10	70.252	0.014	0.197	6.41	0.4	0.35	2.38e-02	0.09	5.87e-03	0.0	0.0
11	75.599	0.013	0.196	1.32	9.06e-02	0.97	6.66e-02	0.04	2.74e-03	0.0	0.0
12	79.382	0.013	0.195	0.03	2.11e-03	1.12	7.71e-02	0.05	3.10e-03	0.0	0.0
13	108.191	0.009	0.189	1.67	0.1	4.88e-03	3.35e-04	150.37	10.3	0.0	0.0
14	117.530	0.009	0.188	0.82	5.60e-02	0.01	7.37e-04	155.69	10.7	0.0	0.0
15	142.037	0.007	0.185	4.17e-03	2.86e-04	0.13	9.02e-03	4.93	0.3	0.0	0.0
16	163.630	0.006	0.184	0.45	3.09e-02	3.42e-04	2.35e-05	93.11	6.4	0.0	0.0
17	208.511	0.005	0.181	0.17	1.19e-02	1.75e-03	1.20e-04	58.15	4.0	0.0	0.0
18	274.488	0.004	0.180	0.05	3.22e-03	0.02	1.21e-03	2.23	0.2	0.0	0.0
Risulta				1303.83		1303.82		1300.69			
In percentuale				89.52		89.52		89.31			

CDC	Tipo	Sigla Id	Note
4	Edk	CDC=Ed (dinamico SLU) alfa=90.00 (ecc. +)	
			categoria suolo: C
			fattore di sito S = 2.100
			ordinata spettro (tratto Tb-Tc) = 0.458 g
			angolo di ingresso:90.00
			eccentricità aggiuntiva: positiva
			periodo proprio T1: 0.252 sec.
			fattore q: 1.000
			fattore per spost. mu d: 1.000

CDC	Tipo	Sigla Id	Note
			classe di duttilità CD: B
			numero di modi considerati: 18
			combinaz. modale: CQC

Quota	M Sismica x g	Pos. GX	Pos. GY	E agg. X-X	E agg. Y-Y	Pos. KX	Pos. KY	(r/Ls)^2	rapp. ex/rx	rapp. ey/ry
cm	daN	cm	cm	cm	cm	cm	cm			
558.29	16.69	115.87	75.36	9.70e-03	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
547.74	113.53	169.70	75.29	9.71e-03	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
524.25	107.79	289.55	75.15	9.70e-03	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
500.38	176.95	411.28	75.00	9.11e-03	0.0	411.33	75.00	3.000	7.2450e-04	0.0
483.98	189.08	494.95	74.90	9.12e-03	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
468.41	107.77	574.38	74.80	9.70e-03	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
460.50	72.81	411.32	75.00	9.11e-03	0.0	411.39	75.00	3.000	8.7945e-04	0.0
456.70	97.62	634.15	74.73	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
429.41	174.37	773.35	74.56	9.08e-03	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
417.87	66.92	832.23	74.49	9.11e-03	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
415.95	3.04	842.05	74.48	9.70e-03	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
411.04	41.29	411.39	75.00	9.70e-03	0.0	411.44	75.00	3.000	6.3040e-04	0.0
372.10	135.98	411.44	75.00	9.70e-03	0.0	411.89	75.00	3.000	0.006	7.3153e-06
0.51	14.40	832.03	74.49	9.70e-03	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.30	10.95	658.99	74.70	9.70e-03	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	113.19	411.89	75.00	9.70e-03	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
-0.50	14.06	0.10	75.50	9.70e-03	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Risulta	1456.45									

Modo	Frequenza	Periodo	Acc. Spettrale	M efficace X x g	%	M efficace Y x g	%	M efficace Z x g	%	Energia	Energia x v
	Hz	sec	g	daN		daN		daN			
1	3.961	0.252	0.458	1.61e-03	1.11e-04	1012.43	69.5	0.0	0.0	0.0	0.0
2	6.002	0.167	0.452	0.0	0.0	287.41	19.7	4.28e-04	2.94e-05	0.0	0.0
3	6.192	0.161	0.444	143.44	9.8	2.56e-05	1.76e-06	353.76	24.3	0.0	0.0
4	10.520	0.095	0.333	1040.08	71.4	1.40e-03	9.64e-05	65.23	4.5	0.0	0.0
5	27.436	0.036	0.234	0.0	0.0	0.07	4.46e-03	0.0	0.0	0.0	0.0
6	45.538	0.022	0.210	2.40e-05	1.65e-06	1.31	8.97e-02	2.88e-04	1.98e-05	0.0	0.0
7	46.248	0.022	0.210	2.62	0.2	1.96e-05	1.35e-06	59.48	4.1	0.0	0.0
8	61.180	0.016	0.201	105.24	7.2	1.67e-04	1.15e-05	156.10	10.7	0.0	0.0
9	63.494	0.016	0.200	9.29	0.6	1.63e-05	1.12e-06	201.43	13.8	0.0	0.0
10	69.239	0.014	0.198	3.65e-05	2.50e-06	0.30	2.04e-02	2.75e-06	0.0	0.0	0.0
11	76.753	0.013	0.195	6.03e-06	0.0	2.04	0.1	1.29e-06	0.0	0.0	0.0
12	96.063	0.010	0.191	3.39e-05	2.33e-06	0.13	8.95e-03	5.32e-04	3.65e-05	0.0	0.0
13	107.072	0.009	0.189	1.37	9.39e-02	3.34e-05	2.30e-06	108.22	7.4	0.0	0.0
14	116.037	0.009	0.188	1.13	7.75e-02	5.45e-06	0.0	199.82	13.7	0.0	0.0
15	154.949	0.006	0.184	9.23e-05	6.34e-06	0.13	9.17e-03	0.03	2.10e-03	0.0	0.0
16	169.935	0.006	0.183	0.53	3.66e-02	1.57e-05	1.08e-06	130.00	8.9	0.0	0.0
17	247.500	0.004	0.180	0.11	7.77e-03	4.33e-06	0.0	26.84	1.8	0.0	0.0
18	341.102	0.003	0.178	0.02	1.20e-03	5.42e-06	0.0	0.86	5.88e-02	0.0	0.0
Risulta				1303.84		1303.81		1301.76			
In percentuale				89.52		89.52		89.38			

CDC	Tipo	Sigla Id	Note
5	Edk	CDC=Ed (dinamico SLU) alfa=90.00 (ecc. -)	
			categoria suolo: C
			fattore di sito S = 2.100
			ordinata spettro (tratto Tb-Tc) = 0.458 g
			angolo di ingresso:90.00
			eccentricità aggiuntiva: negativa
			periodo proprio T1: 0.252 sec.
			fattore q: 1.000
			fattore per spost. mu d: 1.000
			classe di duttilità CD: B
			numero di modi considerati: 18
			combinaz. modale: CQC

Quota	M Sismica x g	Pos. GX	Pos. GY	E agg. X-X	E agg. Y-Y	Pos. KX	Pos. KY	(r/Ls)^2	rapp. ex/rx	rapp. ey/ry
cm	daN	cm	cm	cm	cm	cm	cm			

Quota	M Sismica x g	Pos. GX	Pos. GY	E agg. X-X	E agg. Y-Y	Pos. KX	Pos. KY	(r/Ls)^2	rapp. ex/rx	rapp. ey/ry
558.29	16.69	115.87	75.36	-9.70e-03	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
547.74	113.53	169.70	75.29	-9.71e-03	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
524.25	107.79	289.55	75.15	-9.70e-03	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
500.38	176.95	411.28	75.00	-9.11e-03	0.0	411.33	75.00	3.000	7.2450e-04	0.0
483.98	189.08	494.95	74.90	-9.12e-03	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
468.41	107.77	574.38	74.80	-9.70e-03	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
460.50	72.81	411.32	75.00	-9.11e-03	0.0	411.39	75.00	3.000	8.7945e-04	0.0
456.70	97.62	634.15	74.73	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
429.41	174.37	773.35	74.56	-9.08e-03	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
417.87	66.92	832.23	74.49	-9.11e-03	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
415.95	3.04	842.05	74.48	-9.70e-03	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
411.04	41.29	411.39	75.00	-9.70e-03	0.0	411.44	75.00	3.000	6.3040e-04	0.0
372.10	135.98	411.44	75.00	-9.70e-03	0.0	411.89	75.00	3.000	0.006	7.3153e-06
0.51	14.40	832.03	74.49	-9.70e-03	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.30	10.95	658.99	74.70	-9.70e-03	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	113.19	411.89	75.00	-9.70e-03	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
-0.50	14.06	0.10	75.50	-9.70e-03	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Risulta	1456.45									

Modo	Frequenza	Periodo	Acc. Spettrale	M efficace X x g	%	M efficace Y x g	%	M efficace Z x g	%	Energia	Energia x v
	Hz	sec	g	daN		daN		daN			
1	3.961	0.252	0.458	1.62e-03	1.11e-04	1012.45	69.5	0.0	0.0	0.0	0.0
2	6.002	0.167	0.452	0.0	0.0	287.39	19.7	4.35e-04	2.98e-05	0.0	0.0
3	6.192	0.161	0.444	143.44	9.8	2.69e-05	1.84e-06	353.76	24.3	0.0	0.0
4	10.520	0.095	0.333	1040.08	71.4	1.41e-03	9.67e-05	65.23	4.5	0.0	0.0
5	27.436	0.036	0.234	0.0	0.0	0.06	4.46e-03	0.0	0.0	0.0	0.0
6	45.538	0.022	0.210	2.44e-05	1.68e-06	1.31	8.97e-02	3.57e-04	2.45e-05	0.0	0.0
7	46.248	0.022	0.210	2.62	0.2	2.24e-05	1.53e-06	59.48	4.1	0.0	0.0
8	61.180	0.016	0.201	105.24	7.2	1.62e-04	1.11e-05	156.10	10.7	0.0	0.0
9	63.494	0.016	0.200	9.29	0.6	1.55e-05	1.06e-06	201.43	13.8	0.0	0.0
10	69.263	0.014	0.198	2.96e-05	2.03e-06	0.30	2.07e-02	2.67e-06	0.0	0.0	0.0
11	76.762	0.013	0.195	2.02e-06	0.0	2.04	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
12	95.983	0.010	0.191	2.55e-05	1.75e-06	0.13	8.90e-03	3.43e-04	2.35e-05	0.0	0.0
13	107.072	0.009	0.189	1.37	9.39e-02	2.35e-05	1.62e-06	108.22	7.4	0.0	0.0
14	116.037	0.009	0.188	1.13	7.75e-02	3.24e-06	0.0	199.83	13.7	0.0	0.0
15	154.720	0.006	0.184	7.95e-05	5.46e-06	0.13	9.20e-03	0.03	1.87e-03	0.0	0.0
16	169.939	0.006	0.183	0.53	3.66e-02	1.36e-05	0.0	130.01	8.9	0.0	0.0
17	247.532	0.004	0.180	0.11	7.77e-03	4.05e-06	0.0	26.82	1.8	0.0	0.0
18	341.099	0.003	0.178	0.02	1.20e-03	5.66e-06	0.0	0.86	5.88e-02	0.0	0.0
Risulta				1303.84		1303.81		1301.76			
In percentuale				89.52		89.52		89.38			

CDC	Tipo	Sigla Id	Note
6	Edk	CDC=Ed (dinamico SLD) alfa=0.0 (ecc. +)	
			categoria suolo: C
			fattore di sito S = 2.100
			ordinata spettro (tratto Tb-Tc) = 0.196 g
			angolo di ingresso:0.0
			eccentricità aggiuntiva: positiva
			periodo proprio T1: 0.095 sec.
			numero di modi considerati: 18
			combinaz. modale: CQC

Quota	M Sismica x g	Pos. GX	Pos. GY	E agg. X-X	E agg. Y-Y	Pos. KX	Pos. KY	(r/Ls)^2	rapp. ex/rx	rapp. ey/ry
cm	daN	cm	cm	cm	cm	cm	cm			
558.29	16.69	115.87	75.36	0.0	-7.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
547.74	113.53	169.70	75.29	0.0	-7.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
524.25	107.79	289.55	75.15	0.0	-7.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
500.38	176.95	411.28	75.00	0.0	-7.50	411.33	75.00	3.000	7.2450e-04	0.0
483.98	189.08	494.95	74.90	0.0	-7.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
468.41	107.77	574.38	74.80	0.0	-7.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
460.50	72.81	411.32	75.00	0.0	-7.50	411.39	75.00	3.000	8.7945e-04	0.0
456.70	97.62	634.15	74.73	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
429.41	174.37	773.35	74.56	0.0	-7.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
417.87	66.92	832.23	74.49	0.0	-7.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
415.95	3.04	842.05	74.48	0.0	-7.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Quota	M Sismica x g	Pos. GX	Pos. GY	E agg. X-X	E agg. Y-Y	Pos. KX	Pos. KY	(r/Ls)^2	rapp. ex/rx	rapp. ey/ry
411.04	41.29	411.39	75.00	0.0	-7.50	411.44	75.00	3.000	6.3040e-04	0.0
372.10	135.98	411.44	75.00	0.0	-7.50	411.89	75.00	3.000	0.006	7.3153e-06
0.51	14.40	832.03	74.49	0.0	-7.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.30	10.95	658.99	74.70	0.0	-7.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	113.19	411.89	75.00	0.0	-7.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
-0.50	14.06	0.10	75.50	0.0	-7.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Risulta	1456.45									

Modo	Frequenza	Periodo	Acc. Spettrale	M efficace X x g	%	M efficace Y x g	%	M efficace Z x g	%	Energia	Energia x v
	Hz	sec	g	daN		daN		daN			
1	3.961	0.252	0.196	0.47	3.24e-02	1012.18	69.5	2.33e-03	1.60e-04	0.0	0.0
2	5.997	0.167	0.196	9.49	0.7	282.29	19.4	6.81	0.5	0.0	0.0
3	6.197	0.161	0.196	135.23	9.3	5.36	0.4	347.12	23.8	0.0	0.0
4	10.526	0.095	0.159	1038.34	71.3	9.50e-03	6.52e-04	65.07	4.5	0.0	0.0
5	27.438	0.036	0.108	2.73e-03	1.87e-04	0.06	4.46e-03	1.13e-03	7.75e-05	0.0	0.0
6	45.562	0.022	0.096	0.02	1.14e-03	1.30	8.92e-02	0.16	1.08e-02	0.0	0.0
7	46.250	0.022	0.096	2.58	0.2	5.51e-03	3.78e-04	59.35	4.1	0.0	0.0
8	60.546	0.017	0.091	105.56	7.2	3.40e-03	2.34e-04	97.63	6.7	0.0	0.0
9	63.228	0.016	0.091	1.18	8.11e-02	2.17e-03	1.49e-04	259.91	17.8	0.0	0.0
10	70.263	0.014	0.089	6.45	0.4	0.34	2.32e-02	0.09	5.92e-03	0.0	0.0
11	75.615	0.013	0.088	1.30	8.94e-02	1.00	6.83e-02	0.04	2.73e-03	0.0	0.0
12	79.431	0.013	0.088	0.03	2.39e-03	1.10	7.57e-02	0.05	3.17e-03	0.0	0.0
13	108.175	0.009	0.085	1.67	0.1	5.53e-03	3.79e-04	149.95	10.3	0.0	0.0
14	117.528	0.009	0.084	0.82	5.64e-02	0.01	7.27e-04	156.14	10.7	0.0	0.0
15	142.264	0.007	0.083	4.63e-03	3.18e-04	0.13	8.99e-03	5.23	0.4	0.0	0.0
16	163.346	0.006	0.082	0.44	3.04e-02	3.15e-04	2.17e-05	90.80	6.2	0.0	0.0
17	207.334	0.005	0.081	0.18	1.23e-02	1.71e-03	1.18e-04	60.04	4.1	0.0	0.0
18	274.669	0.004	0.080	0.05	3.23e-03	0.02	1.22e-03	2.28	0.2	0.0	0.0
Risulta				1303.83		1303.82		1300.65			
In percentuale				89.52		89.52		89.30			

CDC	Tipo	Sigla Id	Note
7	Edk	CDC=Ed (dinamico SLD) alfa=0.0 (ecc. -)	
			categoria suolo: C
			fattore di sito S = 2.100
			ordinata spettro (tratto Tb-Tc) = 0.196 g
			angolo di ingresso:0.0
			eccentricità aggiuntiva: negativa
			periodo proprio T1: 0.095 sec.
			numero di modi considerati: 18
			combinaz. modale: CQC

Quota	M Sismica x g	Pos. GX	Pos. GY	E agg. X-X	E agg. Y-Y	Pos. KX	Pos. KY	(r/Ls)^2	rapp. ex/rx	rapp. ey/ry
cm	daN	cm	cm	cm	cm	cm	cm			
558.29	16.69	115.87	75.36	0.0	7.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
547.74	113.53	169.70	75.29	0.0	7.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
524.25	107.79	289.55	75.15	0.0	7.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
500.38	176.95	411.28	75.00	0.0	7.50	411.33	75.00	3.000	7.2450e-04	0.0
483.98	189.08	494.95	74.90	0.0	7.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
468.41	107.77	574.38	74.80	0.0	7.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
460.50	72.81	411.32	75.00	0.0	7.50	411.39	75.00	3.000	8.7945e-04	0.0
456.70	97.62	634.15	74.73	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
429.41	174.37	773.35	74.56	0.0	7.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
417.87	66.92	832.23	74.49	0.0	7.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
415.95	3.04	842.05	74.48	0.0	7.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
411.04	41.29	411.39	75.00	0.0	7.50	411.44	75.00	3.000	6.3040e-04	0.0
372.10	135.98	411.44	75.00	0.0	7.50	411.89	75.00	3.000	0.006	7.3153e-06
0.51	14.40	832.03	74.49	0.0	7.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.30	10.95	658.99	74.70	0.0	7.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	113.19	411.89	75.00	0.0	7.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
-0.50	14.06	0.10	75.50	0.0	7.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Risulta	1456.45									

Modo	Frequenza	Periodo	Acc. Spettrale	M efficace X x g	%	M efficace Y x g	%	M efficace Z x g	%	Energia	Energia x v
	Hz	sec	g	daN		daN		daN			
1	3.961	0.252	0.196	0.37	2.52e-02	1012.30	69.5	2.35e-03	1.61e-04	0.0	0.0
2	5.997	0.167	0.196	9.51	0.7	282.19	19.4	6.60	0.5	0.0	0.0
3	6.197	0.161	0.196	135.31	9.3	5.32	0.4	347.31	23.8	0.0	0.0
4	10.526	0.095	0.159	1038.35	71.3	0.03	2.04e-03	65.07	4.5	0.0	0.0
5	27.438	0.036	0.108	2.92e-03	2.00e-04	0.07	4.46e-03	1.11e-03	7.63e-05	0.0	0.0
6	45.562	0.022	0.096	0.02	1.33e-03	1.30	8.91e-02	0.19	1.29e-02	0.0	0.0
7	46.251	0.022	0.096	2.57	0.2	6.97e-03	4.78e-04	59.32	4.1	0.0	0.0
8	60.549	0.017	0.091	105.57	7.2	1.08e-03	7.43e-05	97.82	6.7	0.0	0.0
9	63.229	0.016	0.091	1.20	8.21e-02	1.92e-03	1.32e-04	259.72	17.8	0.0	0.0
10	70.252	0.014	0.089	6.41	0.4	0.35	2.38e-02	0.09	5.87e-03	0.0	0.0
11	75.599	0.013	0.088	1.32	9.06e-02	0.97	6.66e-02	0.04	2.74e-03	0.0	0.0
12	79.382	0.013	0.088	0.03	2.11e-03	1.12	7.71e-02	0.05	3.10e-03	0.0	0.0
13	108.191	0.009	0.085	1.67	0.1	4.88e-03	3.35e-04	150.37	10.3	0.0	0.0
14	117.530	0.009	0.084	0.82	5.60e-02	0.01	7.37e-04	155.69	10.7	0.0	0.0
15	142.037	0.007	0.083	4.17e-03	2.86e-04	0.13	9.02e-03	4.93	0.3	0.0	0.0
16	163.630	0.006	0.082	0.45	3.09e-02	3.42e-04	2.35e-05	93.11	6.4	0.0	0.0
17	208.511	0.005	0.081	0.17	1.19e-02	1.75e-03	1.20e-04	58.15	4.0	0.0	0.0
18	274.488	0.004	0.080	0.05	3.22e-03	0.02	1.21e-03	2.23	0.2	0.0	0.0
Risulta				1303.83		1303.82		1300.69			
In percentuale				89.52		89.52		89.31			

CDC	Tipo	Sigla Id	Note
8	Edk	CDC=Ed (dinamico SLD) alfa=90.00 (ecc. +)	
			categoria suolo: C
			fattore di sito S = 2.100
			ordinata spettro (tratto Tb-Tc) = 0.196 g
			angolo di ingresso:90.00
			eccentricità aggiuntiva: positiva
			periodo proprio T1: 0.252 sec.
			numero di modi considerati: 18
			combinaz. modale: CQC

Quota	M Sismica x g	Pos. GX	Pos. GY	E agg. X-X	E agg. Y-Y	Pos. KX	Pos. KY	(r/Ls)^2	rapp. ex/rx	rapp. ey/ry
cm	daN	cm	cm	cm	cm	cm	cm			
558.29	16.69	115.87	75.36	9.70e-03	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
547.74	113.53	169.70	75.29	9.71e-03	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
524.25	107.79	289.55	75.15	9.70e-03	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
500.38	176.95	411.28	75.00	9.11e-03	0.0	411.33	75.00	3.000	7.2450e-04	0.0
483.98	189.08	494.95	74.90	9.12e-03	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
468.41	107.77	574.38	74.80	9.70e-03	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
460.50	72.81	411.32	75.00	9.11e-03	0.0	411.39	75.00	3.000	8.7945e-04	0.0
456.70	97.62	634.15	74.73	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
429.41	174.37	773.35	74.56	9.08e-03	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
417.87	66.92	832.23	74.49	9.11e-03	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
415.95	3.04	842.05	74.48	9.70e-03	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
411.04	41.29	411.39	75.00	9.70e-03	0.0	411.44	75.00	3.000	6.3040e-04	0.0
372.10	135.98	411.44	75.00	9.70e-03	0.0	411.89	75.00	3.000	0.006	7.3153e-06
0.51	14.40	832.03	74.49	9.70e-03	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.30	10.95	658.99	74.70	9.70e-03	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	113.19	411.89	75.00	9.70e-03	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
-0.50	14.06	0.10	75.50	9.70e-03	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Risulta	1456.45									

Modo	Frequenza	Periodo	Acc. Spettrale	M efficace X x g	%	M efficace Y x g	%	M efficace Z x g	%	Energia	Energia x v
	Hz	sec	g	daN		daN		daN			
1	3.961	0.252	0.196	1.61e-03	1.11e-04	1012.43	69.5	0.0	0.0	0.0	0.0
2	6.002	0.167	0.196	0.0	0.0	287.41	19.7	4.28e-04	2.94e-05	0.0	0.0
3	6.192	0.161	0.196	143.44	9.8	2.56e-05	1.76e-06	353.76	24.3	0.0	0.0
4	10.520	0.095	0.159	1040.08	71.4	1.40e-03	9.64e-05	65.23	4.5	0.0	0.0
5	27.436	0.036	0.108	0.0	0.0	0.07	4.46e-03	0.0	0.0	0.0	0.0
6	45.538	0.022	0.096	2.40e-05	1.65e-06	1.31	8.97e-02	2.88e-04	1.98e-05	0.0	0.0
7	46.248	0.022	0.096	2.62	0.2	1.96e-05	1.35e-06	59.48	4.1	0.0	0.0
8	61.180	0.016	0.091	105.24	7.2	1.67e-04	1.15e-05	156.10	10.7	0.0	0.0
9	63.494	0.016	0.091	9.29	0.6	1.63e-05	1.12e-06	201.43	13.8	0.0	0.0

Modo	Frequenza	Periodo	Acc. Spettrale	M efficace X x g	%	M efficace Y x g	%	M efficace Z x g	%	Energia	Energia x v
10	69.239	0.014	0.089	3.65e-05	2.50e-06	0.30	2.04e-02	2.75e-06	0.0	0.0	0.0
11	76.753	0.013	0.088	6.03e-06	0.0	2.04	0.1	1.29e-06	0.0	0.0	0.0
12	96.063	0.010	0.086	3.39e-05	2.33e-06	0.13	8.95e-03	5.32e-04	3.65e-05	0.0	0.0
13	107.072	0.009	0.085	1.37	9.39e-02	3.34e-05	2.30e-06	108.22	7.4	0.0	0.0
14	116.037	0.009	0.084	1.13	7.75e-02	5.45e-06	0.0	199.82	13.7	0.0	0.0
15	154.949	0.006	0.083	9.23e-05	6.34e-06	0.13	9.17e-03	0.03	2.10e-03	0.0	0.0
16	169.935	0.006	0.082	0.53	3.66e-02	1.57e-05	1.08e-06	130.00	8.9	0.0	0.0
17	247.500	0.004	0.081	0.11	7.77e-03	4.33e-06	0.0	26.84	1.8	0.0	0.0
18	341.102	0.003	0.080	0.02	1.20e-03	5.42e-06	0.0	0.86	5.88e-02	0.0	0.0
Risulta				1303.84		1303.81		1301.76			
In percentuale				89.52		89.52		89.38			

CDC	Tipo	Sigla Id	Note
9	Edk	CDC=Ed (dinamico SLD) alfa=90.00 (ecc. -)	
			categoria suolo: C
			fattore di sito S = 2.100
			ordinata spettro (tratto Tb-Tc) = 0.196 g
			angolo di ingresso:90.00
			eccentricità aggiuntiva: negativa
			periodo proprio T1: 0.252 sec.
			numero di modi considerati: 18
			combinaz. modale: CQC

Quota	M Sismica x g	Pos. GX	Pos. GY	E agg. X-X	E agg. Y-Y	Pos. KX	Pos. KY	(r/Ls)^2	rapp. ex/rx	rapp. ey/ry
cm	daN	cm	cm	cm	cm	cm	cm			
558.29	16.69	115.87	75.36	-9.70e-03	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
547.74	113.53	169.70	75.29	-9.71e-03	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
524.25	107.79	289.55	75.15	-9.70e-03	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
500.38	176.95	411.28	75.00	-9.11e-03	0.0	411.33	75.00	3.000	7.2450e-04	0.0
483.98	189.08	494.95	74.90	-9.12e-03	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
468.41	107.77	574.38	74.80	-9.70e-03	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
460.50	72.81	411.32	75.00	-9.11e-03	0.0	411.39	75.00	3.000	8.7945e-04	0.0
456.70	97.62	634.15	74.73	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
429.41	174.37	773.35	74.56	-9.08e-03	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
417.87	66.92	832.23	74.49	-9.11e-03	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
415.95	3.04	842.05	74.48	-9.70e-03	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
411.04	41.29	411.39	75.00	-9.70e-03	0.0	411.44	75.00	3.000	6.3040e-04	0.0
372.10	135.98	411.44	75.00	-9.70e-03	0.0	411.89	75.00	3.000	0.006	7.3153e-06
0.51	14.40	832.03	74.49	-9.70e-03	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.30	10.95	658.99	74.70	-9.70e-03	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	113.19	411.89	75.00	-9.70e-03	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
-0.50	14.06	0.10	75.50	-9.70e-03	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Risulta	1456.45									

Modo	Frequenza	Periodo	Acc. Spettrale	M efficace X x g	%	M efficace Y x g	%	M efficace Z x g	%	Energia	Energia x v
	Hz	sec	g	daN		daN		daN			
1	3.961	0.252	0.196	1.62e-03	1.11e-04	1012.45	69.5	0.0	0.0	0.0	0.0
2	6.002	0.167	0.196	0.0	0.0	287.39	19.7	4.35e-04	2.98e-05	0.0	0.0
3	6.192	0.161	0.196	143.44	9.8	2.69e-05	1.84e-06	353.76	24.3	0.0	0.0
4	10.520	0.095	0.159	1040.08	71.4	1.41e-03	9.67e-05	65.23	4.5	0.0	0.0
5	27.436	0.036	0.108	0.0	0.0	0.06	4.46e-03	0.0	0.0	0.0	0.0
6	45.538	0.022	0.096	2.44e-05	1.68e-06	1.31	8.97e-02	3.57e-04	2.45e-05	0.0	0.0
7	46.248	0.022	0.096	2.62	0.2	2.24e-05	1.53e-06	59.48	4.1	0.0	0.0
8	61.180	0.016	0.091	105.24	7.2	1.62e-04	1.11e-05	156.10	10.7	0.0	0.0
9	63.494	0.016	0.091	9.29	0.6	1.55e-05	1.06e-06	201.43	13.8	0.0	0.0
10	69.263	0.014	0.089	2.96e-05	2.03e-06	0.30	2.07e-02	2.67e-06	0.0	0.0	0.0
11	76.762	0.013	0.088	2.02e-06	0.0	2.04	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
12	95.983	0.010	0.086	2.55e-05	1.75e-06	0.13	8.90e-03	3.43e-04	2.35e-05	0.0	0.0
13	107.072	0.009	0.085	1.37	9.39e-02	2.35e-05	1.62e-06	108.22	7.4	0.0	0.0
14	116.037	0.009	0.084	1.13	7.75e-02	3.24e-06	0.0	199.83	13.7	0.0	0.0
15	154.720	0.006	0.083	7.95e-05	5.46e-06	0.13	9.20e-03	0.03	1.87e-03	0.0	0.0
16	169.939	0.006	0.082	0.53	3.66e-02	1.36e-05	0.0	130.01	8.9	0.0	0.0
17	247.532	0.004	0.081	0.11	7.77e-03	4.05e-06	0.0	26.82	1.8	0.0	0.0
18	341.099	0.003	0.080	0.02	1.20e-03	5.66e-06	0.0	0.86	5.88e-02	0.0	0.0
Risulta				1303.84		1303.81		1301.76			

Modo	Frequenza	Periodo	Acc. Spettrale	M efficace X x g	%	M efficace Y x g	%	M efficace Z x g	%	Energia	Energia x v
In percentuale				89.52		89.52		89.38			

Cmb	Pilas.	1000 etaT/h	etaT	inter. h	Pilas.	1000 etaT/h	etaT	inter. h	Pilas.	1000 etaT/h	etaT	inter. h
			cm	cm			cm	cm			cm	cm
43	16	0.37	0.14	372.1	17	0.54	0.02	38.9	18	0.52	0.03	49.5
	25	0.21	0.08	372.1	26	0.32	0.01	38.9	27	0.33	0.02	49.5
	28	0.34	0.01	39.9	40	0.52	0.02	39.9				
44	16	0.19	0.07	372.1	17	0.31	0.01	38.9	18	0.33	0.02	49.5
	25	0.36	0.13	372.1	26	0.53	0.02	38.9	27	0.52	0.03	49.5
	28	0.52	0.02	39.9	40	0.34	0.01	39.9				
45	16	0.13	0.05	372.1	17	0.29	0.01	38.9	18	0.36	0.02	49.5
	25	0.14	0.05	372.1	26	0.42	0.02	38.9	27	0.51	0.03	49.5
	28	0.57	0.02	39.9	40	0.41	0.02	39.9				
46	16	0.16	0.06	372.1	17	0.43	0.02	38.9	18	0.52	0.03	49.5
	25	0.15	0.06	372.1	26	0.30	0.01	38.9	27	0.36	0.02	49.5
	28	0.41	0.02	39.9	40	0.57	0.02	39.9				
47	16	0.37	0.14	372.1	17	0.54	0.02	38.9	18	0.52	0.03	49.5
	25	0.21	0.08	372.1	26	0.32	0.01	38.9	27	0.33	0.02	49.5
	28	0.34	0.01	39.9	40	0.52	0.02	39.9				
48	16	0.19	0.07	372.1	17	0.31	0.01	38.9	18	0.33	0.02	49.5
	25	0.36	0.13	372.1	26	0.53	0.02	38.9	27	0.52	0.03	49.5
	28	0.52	0.02	39.9	40	0.34	0.01	39.9				
49	16	0.13	0.05	372.1	17	0.29	0.01	38.9	18	0.36	0.02	49.5
	25	0.14	0.05	372.1	26	0.42	0.02	38.9	27	0.51	0.03	49.5
	28	0.57	0.02	39.9	40	0.41	0.02	39.9				
50	16	0.16	0.06	372.1	17	0.43	0.02	38.9	18	0.52	0.03	49.5
	25	0.15	0.06	372.1	26	0.30	0.01	38.9	27	0.36	0.02	49.5
	28	0.41	0.02	39.9	40	0.57	0.02	39.9				
51	16	0.37	0.14	372.1	17	0.54	0.02	38.9	18	0.52	0.03	49.5
	25	0.21	0.08	372.1	26	0.32	0.01	38.9	27	0.33	0.02	49.5
	28	0.34	0.01	39.9	40	0.52	0.02	39.9				
52	16	0.19	0.07	372.1	17	0.31	0.01	38.9	18	0.33	0.02	49.5
	25	0.36	0.13	372.1	26	0.53	0.02	38.9	27	0.52	0.03	49.5
	28	0.52	0.02	39.9	40	0.34	0.01	39.9				
53	16	0.13	0.05	372.1	17	0.29	0.01	38.9	18	0.36	0.02	49.5
	25	0.14	0.05	372.1	26	0.42	0.02	38.9	27	0.51	0.03	49.5
	28	0.57	0.02	39.9	40	0.41	0.02	39.9				
54	16	0.16	0.06	372.1	17	0.43	0.02	38.9	18	0.52	0.03	49.5
	25	0.15	0.06	372.1	26	0.30	0.01	38.9	27	0.36	0.02	49.5
	28	0.41	0.02	39.9	40	0.57	0.02	39.9				
55	16	0.37	0.14	372.1	17	0.54	0.02	38.9	18	0.52	0.03	49.5
	25	0.21	0.08	372.1	26	0.32	0.01	38.9	27	0.33	0.02	49.5
	28	0.34	0.01	39.9	40	0.52	0.02	39.9				
56	16	0.19	0.07	372.1	17	0.31	0.01	38.9	18	0.33	0.02	49.5
	25	0.36	0.13	372.1	26	0.53	0.02	38.9	27	0.52	0.03	49.5
	28	0.52	0.02	39.9	40	0.34	0.01	39.9				
57	16	0.13	0.05	372.1	17	0.29	0.01	38.9	18	0.36	0.02	49.5
	25	0.14	0.05	372.1	26	0.42	0.02	38.9	27	0.51	0.03	49.5
	28	0.57	0.02	39.9	40	0.41	0.02	39.9				
58	16	0.16	0.06	372.1	17	0.43	0.02	38.9	18	0.52	0.03	49.5
	25	0.15	0.06	372.1	26	0.30	0.01	38.9	27	0.36	0.02	49.5
	28	0.41	0.02	39.9	40	0.57	0.02	39.9				
59	16	0.61	0.23	372.1	17	0.66	0.03	38.9	18	0.54	0.03	49.5
	25	0.46	0.17	372.1	26	0.40	0.02	38.9	27	0.27	0.01	49.5
	28	0.19	7.69e-03	39.9	40	0.47	0.02	39.9				
60	16	0.45	0.17	372.1	17	0.40	0.02	38.9	18	0.26	0.01	49.5
	25	0.61	0.23	372.1	26	0.66	0.03	38.9	27	0.53	0.03	49.5
	28	0.47	0.02	39.9	40	0.19	7.61e-03	39.9				
61	16	0.52	0.19	372.1	17	0.47	0.02	38.9	18	0.31	0.02	49.5
	25	0.45	0.17	372.1	26	0.49	0.02	38.9	27	0.44	0.02	49.5
	28	0.42	0.02	39.9	40	0.23	8.98e-03	39.9				
62	16	0.46	0.17	372.1	17	0.50	0.02	38.9	18	0.44	0.02	49.5
	25	0.52	0.19	372.1	26	0.47	0.02	38.9	27	0.32	0.02	49.5
	28	0.23	9.04e-03	39.9	40	0.42	0.02	39.9				
63	16	0.61	0.23	372.1	17	0.66	0.03	38.9	18	0.54	0.03	49.5
	25	0.46	0.17	372.1	26	0.40	0.02	38.9	27	0.27	0.01	49.5
	28	0.19	7.69e-03	39.9	40	0.47	0.02	39.9				
64	16	0.45	0.17	372.1	17	0.40	0.02	38.9	18	0.26	0.01	49.5
	25	0.61	0.23	372.1	26	0.66	0.03	38.9	27	0.53	0.03	49.5
	28	0.47	0.02	39.9	40	0.19	7.61e-03	39.9				

Cmb	Pilas.	1000 etaT/h	etaT	inter. h	Pilas.	1000 etaT/h	etaT	inter. h	Pilas.	1000 etaT/h	etaT	inter. h
65	16	0.52	0.19	372.1	17	0.47	0.02	38.9	18	0.31	0.02	49.5
	25	0.45	0.17	372.1	26	0.49	0.02	38.9	27	0.44	0.02	49.5
	28	0.42	0.02	39.9	40	0.23	8.98e-03	39.9				
66	16	0.46	0.17	372.1	17	0.50	0.02	38.9	18	0.44	0.02	49.5
	25	0.52	0.19	372.1	26	0.47	0.02	38.9	27	0.32	0.02	49.5
	28	0.23	9.04e-03	39.9	40	0.42	0.02	39.9				
67	16	0.61	0.23	372.1	17	0.66	0.03	38.9	18	0.54	0.03	49.5
	25	0.46	0.17	372.1	26	0.41	0.02	38.9	27	0.27	0.01	49.5
	28	0.19	7.69e-03	39.9	40	0.47	0.02	39.9				
68	16	0.45	0.17	372.1	17	0.40	0.02	38.9	18	0.26	0.01	49.5
	25	0.61	0.23	372.1	26	0.66	0.03	38.9	27	0.54	0.03	49.5
	28	0.47	0.02	39.9	40	0.19	7.61e-03	39.9				
69	16	0.52	0.19	372.1	17	0.47	0.02	38.9	18	0.31	0.02	49.5
	25	0.45	0.17	372.1	26	0.49	0.02	38.9	27	0.44	0.02	49.5
	28	0.42	0.02	39.9	40	0.22	8.97e-03	39.9				
70	16	0.46	0.17	372.1	17	0.50	0.02	38.9	18	0.44	0.02	49.5
	25	0.52	0.19	372.1	26	0.47	0.02	38.9	27	0.32	0.02	49.5
	28	0.23	9.05e-03	39.9	40	0.42	0.02	39.9				
71	16	0.61	0.23	372.1	17	0.66	0.03	38.9	18	0.54	0.03	49.5
	25	0.46	0.17	372.1	26	0.41	0.02	38.9	27	0.27	0.01	49.5
	28	0.19	7.70e-03	39.9	40	0.47	0.02	39.9				
72	16	0.45	0.17	372.1	17	0.40	0.02	38.9	18	0.26	0.01	49.5
	25	0.61	0.23	372.1	26	0.66	0.03	38.9	27	0.54	0.03	49.5
	28	0.47	0.02	39.9	40	0.19	7.61e-03	39.9				
73	16	0.52	0.19	372.1	17	0.47	0.02	38.9	18	0.31	0.02	49.5
	25	0.45	0.17	372.1	26	0.49	0.02	38.9	27	0.44	0.02	49.5
	28	0.42	0.02	39.9	40	0.23	8.98e-03	39.9				
74	16	0.46	0.17	372.1	17	0.50	0.02	38.9	18	0.44	0.02	49.5
	25	0.52	0.19	372.1	26	0.47	0.02	38.9	27	0.32	0.02	49.5
	28	0.23	9.04e-03	39.9	40	0.42	0.02	39.9				
Cmb		1000 etaT/h										
		0.66										



Figura 18 – Deformata massima (SLE rara)



Figura 19 – Deformata massima (SLU)



Figura 20 – Deformata massima (SLV sism.)



Figura 21 – Deformata massima (SLD sism.)

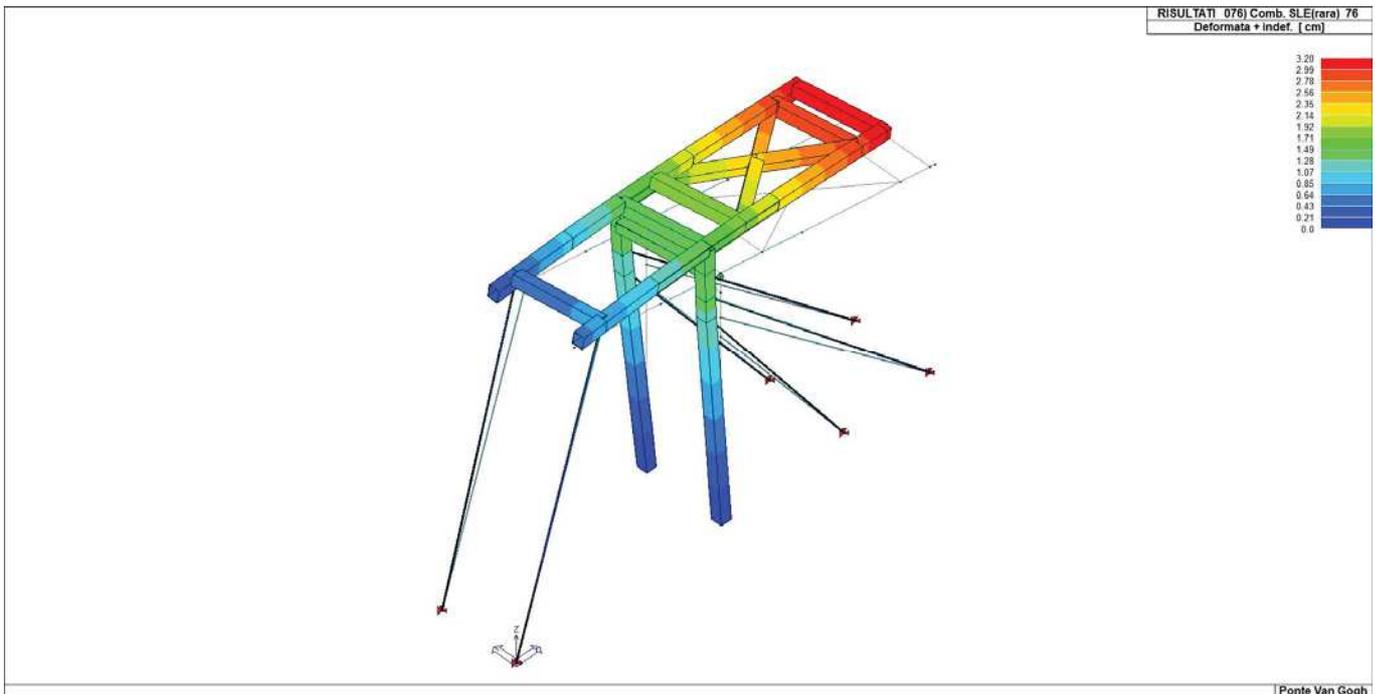


Figura 22 – Deformata massima (SLE rara)

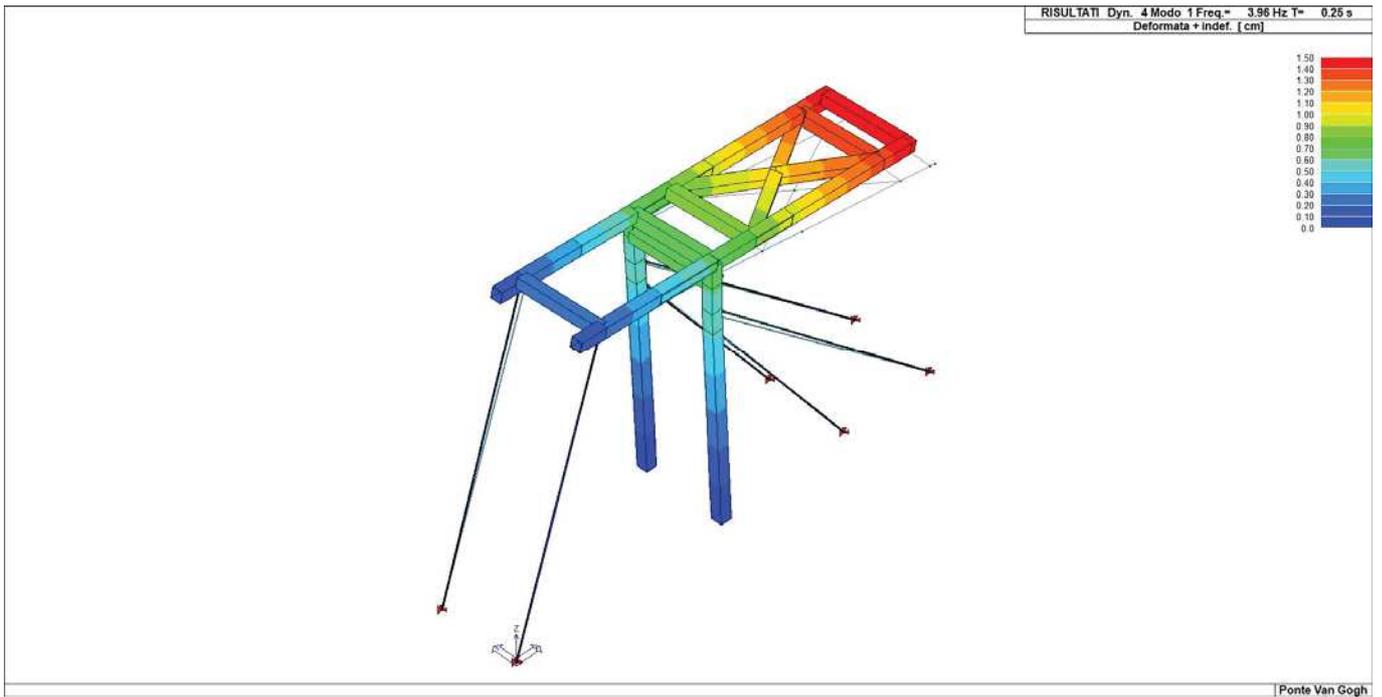


Figura 23 – Deformata (1° modo di vibrare)

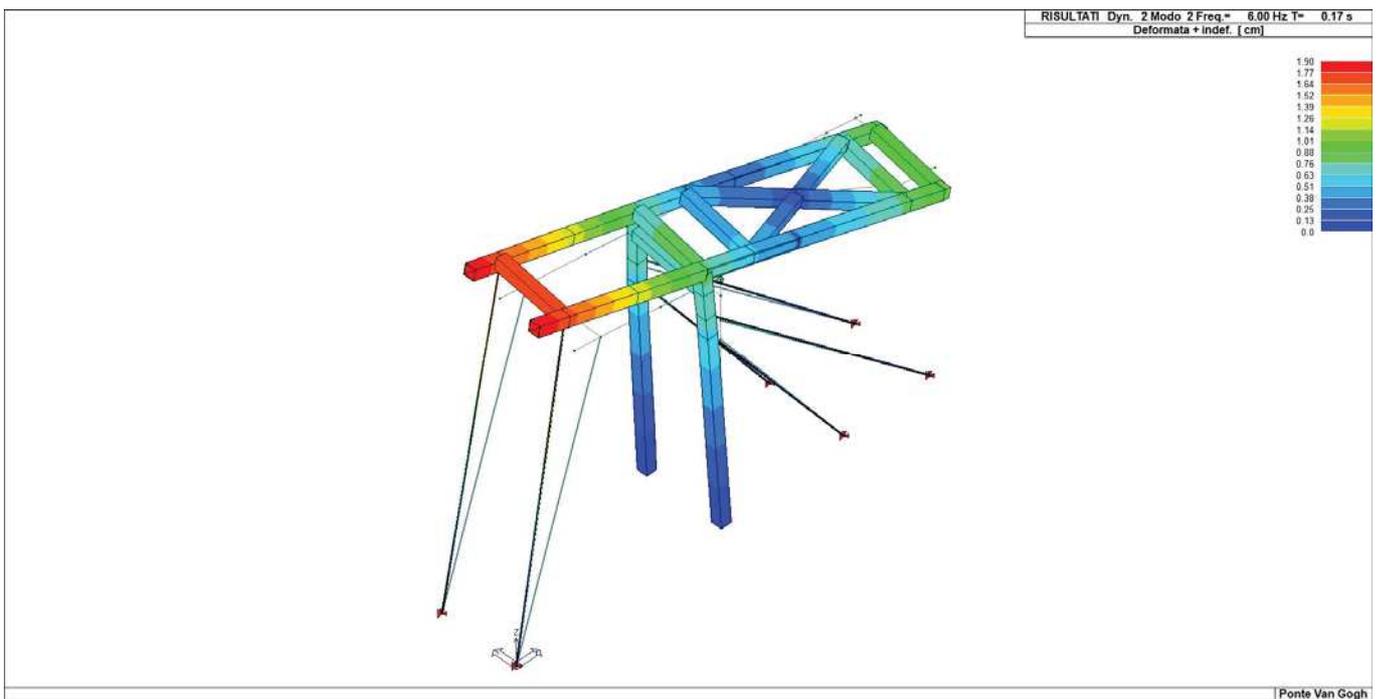


Figura 24 – Deformata (2° modo di vibrare)

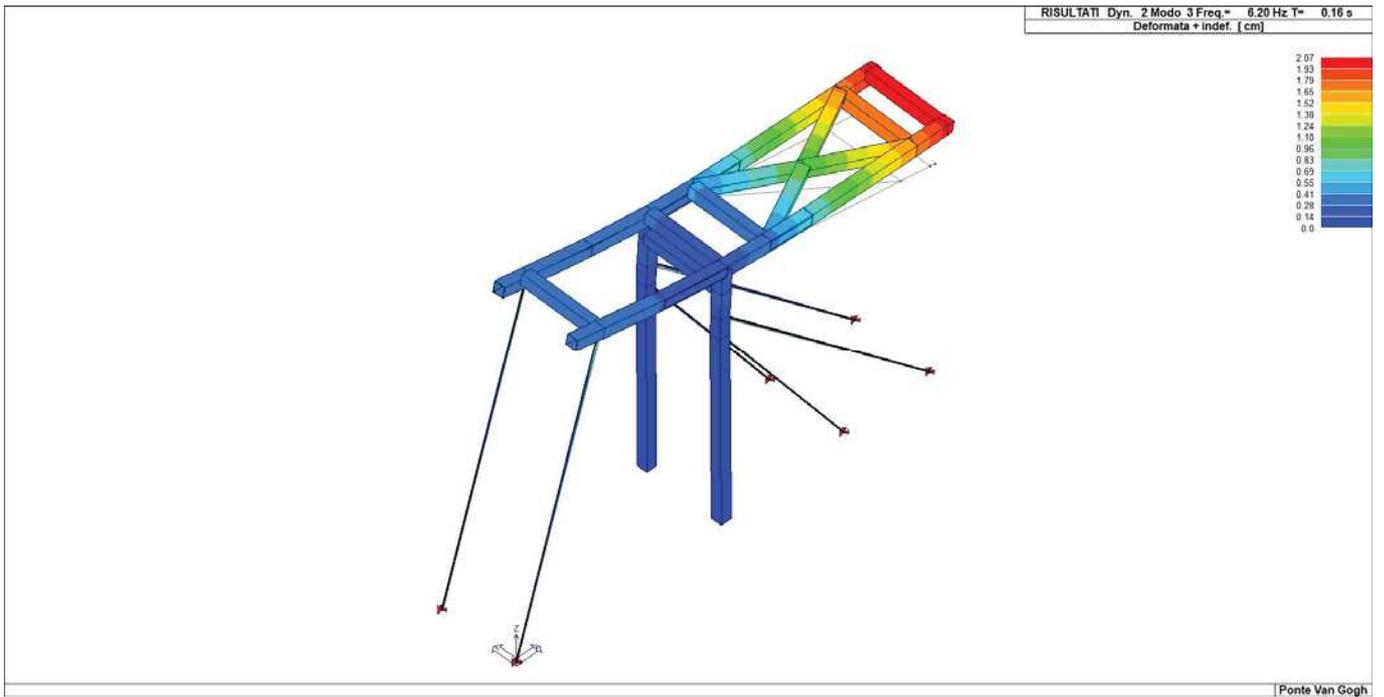


Figura 25 – Deformata (3° modo di vibrare)

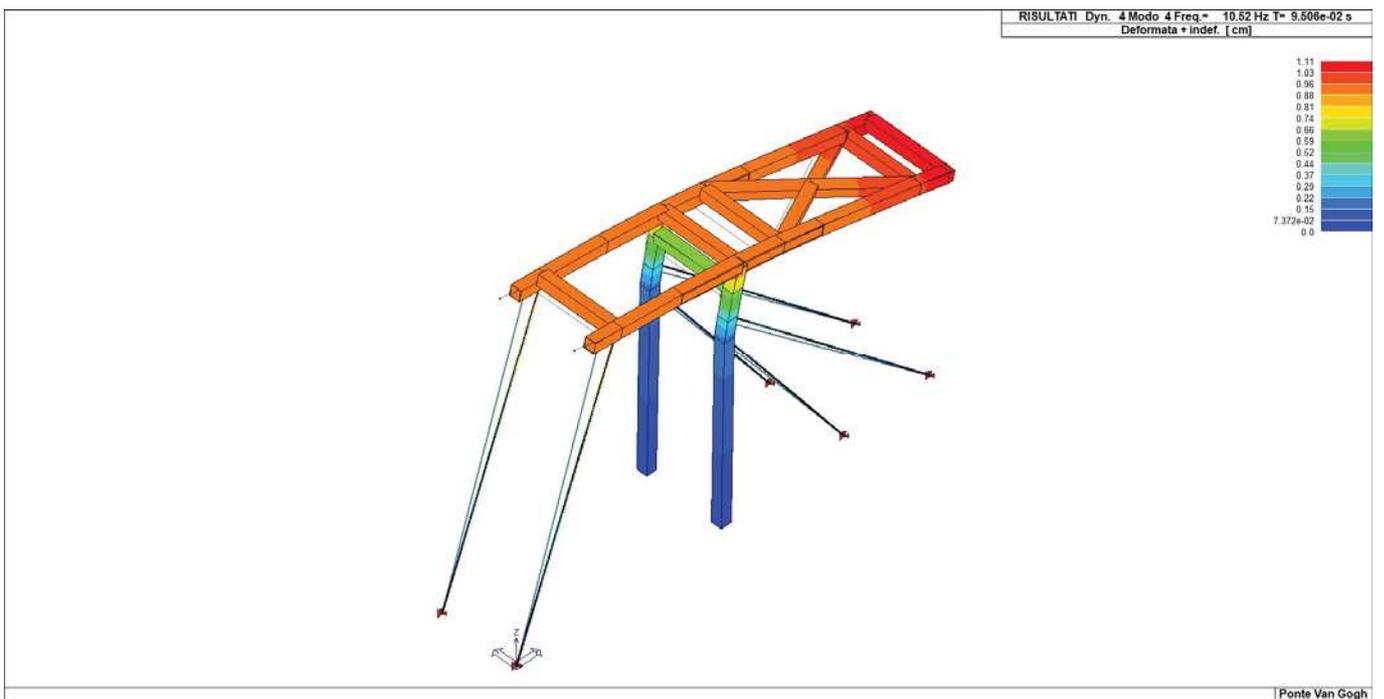


Figura 26 – Deformata (4° modo di vibrare)

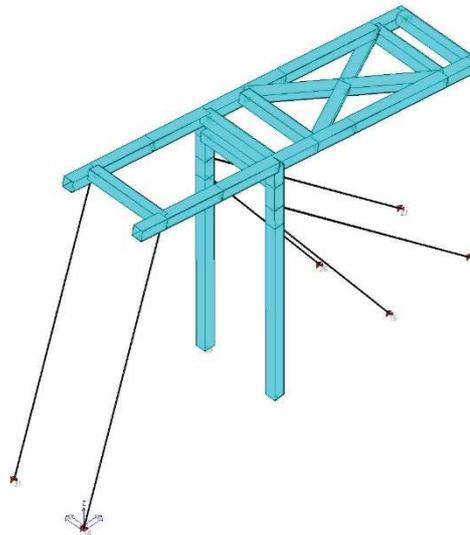


Figura 27 – Verifica delle strutture di acciaio (colore ciano = verifica positiva)

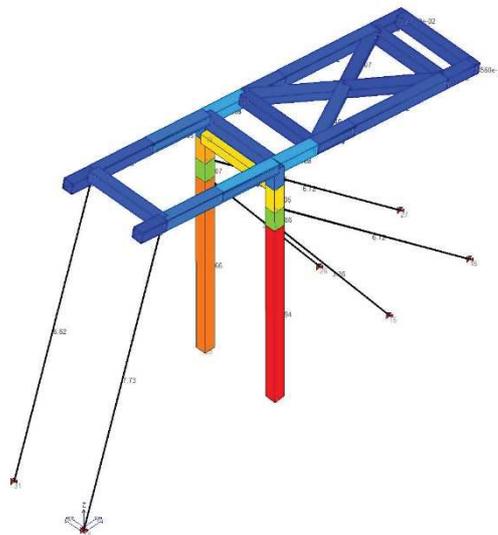
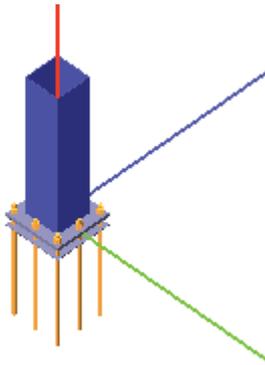


Figura 28 – Percentuale di sfruttamento delle strutture di acciaio

Verifica secondo il D.M. 17/01/2018 del nodo 1



Coefficienti di sicurezza utilizzati

$$\gamma_{M0} = 1.05$$

$$\gamma_{M1} = 1.10$$

$$\gamma_{M2} = 1.25$$

Colonna

Tipo di profilo: T.Re 200x200x5x5

Materiale: Acciaio S235 $f_y = 235 \text{ N/mm}^2$ $f_t = 360 \text{ N/mm}^2$ $\gamma_{ov} = 1.25$

Classe sezione: 1

Flangia:

Materiale: Acciaio S235 $f_y = 235 \text{ N/mm}^2$ $f_t = 360 \text{ N/mm}^2$ $\gamma_{ov} = 1.25$

Dimensioni (B x H x Sp): 320.0 x 320.0 x 20.0 mm

Bullonature:

Viti cl. 8.8 Dadi 8 o 10 ($f_{yb} = 640 \text{ N/mm}^2$, $f_{tb} = 800 \text{ N/mm}^2$)

Diametro $\varnothing = 20 \text{ mm}$ $A_{res} = 245.0 \text{ mm}^2$ (ridotta per filettatura)

Diametro foro $\varnothing_0 = 21 \text{ mm}$

Saldature:

Materiale: Acciaio S235 $f_y = 235 \text{ N/mm}^2$ $f_t = 360 \text{ N/mm}^2$ $\beta_1 = 0.85$ $\beta_2 = 1.00$

Spessore cordoni d'angolo $s_c = 5 \text{ mm}$

Sollecitazioni:

Nodo.CMB	V2 [N]	V3 [N]	N [N]	M2 [N mm]	M3 [N mm]	T [N mm]
1.3	2200.7	12332.6	18120.8	-27780000.0	-7189000.0	3683000.0
1.4	2308.6	12333.2	21439.2	-27780000.0	-7640000.0	3883000.0
1.10	5573.6	-2.0	-8842.8	13491.0	-19630000.0	-1857.0

Calcolo resistenze

$$\text{Resistenza a trazione dei bulloni} \quad F_{tb,Rd} = 0.9 \cdot f_{tb} \cdot A_{res} / \gamma_{M2} = 141145.5 \text{ N}$$

$$\text{Resistenza a punzonamento flangia} \quad B_{pf,Rd} = 0.6 \cdot \pi \cdot d_m \cdot t_f \cdot f_{tk} / \gamma_{M2} = 325720.3 \text{ N}$$

Bull. $F_{f,Rd}$ [N] $F_{t,Rd}$ [N]

1	54162.5	54162.5
2	58534.8	58534.8
3	54500.8	54500.8
4	57624.5	57624.5
5	58534.8	58534.8
6	54162.5	54162.5
7	58534.8	58534.8
8	54500.8	54500.8

Legenda

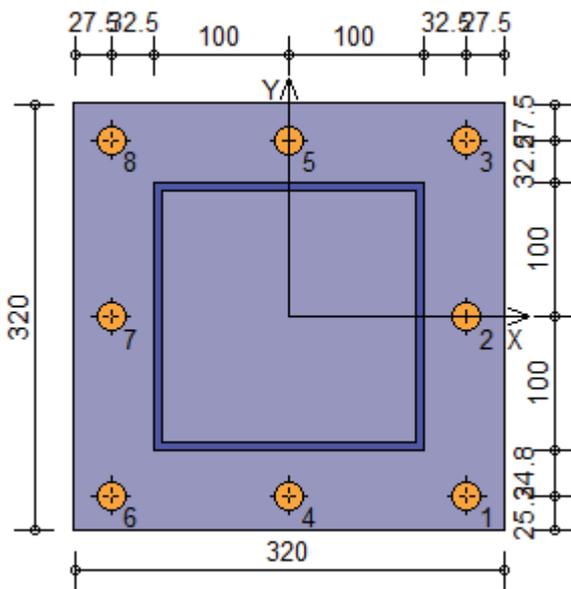
$$F_{f,Rd} = M_{res,m} / (B_m \cdot R_m) \text{ resistenza a flessione flangia}$$

$F_{t,Rd} = \min [F_{tb,Rd} , B_{pf,Rd} , F_{f,Rd}]$ resistenza a trazione di progetto

Resistenza a taglio dei bulloni		$F_{vb,Rd} = 0.6 \cdot f_{tb} \cdot A_{res} / \gamma_{M2} =$		94097.0 N
Bull.	$F_{bf,x,Rd}$ [N]	$F_{v,x,Rd}$ [N]	$F_{bf,y,Rd}$ [N]	$F_{v,y,Rd}$ [N]
1	83474.3	83474.3	90624.0	90624.0
2	125714.3	94097.0	226560.0	94097.0
3	98895.2	94097.0	98895.2	94097.0
4	191232.0	94097.0	115200.0	94097.0
5	226560.0	94097.0	125714.3	94097.0
6	83474.3	83474.3	90624.0	90624.0
7	125714.3	94097.0	226560.0	94097.0
8	98895.2	94097.0	98895.2	94097.0

Legenda

- $F_{bf,x,Rd} = k \cdot \alpha \cdot f_{tk} \cdot \varnothing \cdot t_f / \gamma_{M2}$ resistenza a rifollamento flangia in direzione x
- $F_{v,x,Rd} = \min [F_{vb,Rd} , F_{bf,x,Rd}]$ resistenza a taglio di progetto in direzione x
- $F_{bf,y,Rd} = k \cdot \alpha \cdot f_{tk} \cdot \varnothing \cdot t_f / \gamma_{M2}$ resistenza a rifollamento flangia in direzione y
- $F_{v,y,Rd} = \min [F_{vb,Rd} , F_{bf,y,Rd}]$ resistenza a taglio di progetto in direzione y



Verifiche sui bulloni

1-Taglio e trazione (Nodo n. 1, CMB n. 4)

Bull.	X [mm]	Y [mm]	$F_{v,Ed}$ [N]	$F_{v,Rd}$ [N]	$F_{t,Ed}$ [N]	$F_{t,Rd}$ [N]	FV_1	VER
1	132.50	-134.80	4523.1	83474.3	0.0	54162.5	0.054186	Ok
2	132.50	0.00	2622.1	94097.0	0.0	58534.8	0.027866	Ok
3	132.50	132.50	2312.7	94097.0	0.0	54500.8	0.024578	Ok
4	0.00	-134.80	3999.4	94097.0	3150.1	57624.5	0.081550	Ok
5	0.00	132.50	940.5	94097.0	16856.5	58534.8	0.215691	Ok
6	-132.50	-134.80	4822.2	83474.3	30078.3	54162.5	0.454436	Ok
7	-132.50	0.00	3109.7	94097.0	36990.5	58534.8	0.484434	Ok
8	-132.50	132.50	2853.6	94097.0	43784.7	54500.8	0.604167	Ok

2-Trazione (Nodo n. 1, CMB n. 4)

Bull.	X [mm]	Y [mm]	$F_{t,Ed}$ [N]	$F_{t,Rd}$ [N]	FV_2	VER
1	132.50	-134.80	0.0	54162.5	0.000000	Ok
2	132.50	0.00	0.0	58534.8	0.000000	Ok
3	132.50	132.50	0.0	54500.8	0.000000	Ok
4	0.00	-134.80	3150.1	57624.5	0.054667	Ok
5	0.00	132.50	16856.5	58534.8	0.287975	Ok
6	-132.50	-134.80	30078.3	54162.5	0.555335	Ok
7	-132.50	0.00	36990.5	58534.8	0.631940	Ok

8 -132.50 132.50 43784.7 54500.8 0.803377 Ok

Legenda

$F_{v,Ed}$ forza di taglio agente sul bullone
 $F_{v,Rd}$ resistenza a taglio di progetto del bullone
 $F_{t,Ed}$ forza di trazione agente sul bullone
 $F_{t,Rd}$ resistenza a trazione di progetto del bullone
 $FV_1 = F_{v,Ed} / F_{v,Rd} + F_{t,Ed} / (1.4 \cdot F_{t,Rd})$
 $FV_2 = F_{t,Ed} / F_{t,Rd}$
 $VER \rightarrow FV_i \leq 1$

Verifiche sulle saldature profilo-flangia (versione beta)

Si considera la sezione di gola (avente altezza $a = s_c / 2^{0.5} = 3.536$) in posizione ribaltata: vengono considerate positive le tensioni normali di trazione e le tensioni tangenziali agenti verso destra e verso il basso. Tutte le tensioni sono espresse in N/mm².

Verifica formula (4.2.84) (Nodo n. 1, CMB n. 4)

Cordonin _⊥	t _⊥	τ	FV ₁	VER ₁	
Profilo lato inferiore	-176.05	0.00	8.72	176.27	Ok
Profilo lato destro	-177.89	0.00	1.63	177.90	Ok
Profilo lato sinistro	193.05	0.00	1.63	193.06	Ok
Profilo lato superiore	191.21	0.00	8.72	191.41	Ok

Verifica formula (4.2.85) (Nodo n. 1, CMB n. 4)

Cordonin _⊥	t _⊥	τ	FV ₂	VER ₂	
Profilo lato inferiore	-176.05	0.00	8.72	176.05	Ok
Profilo lato destro	-177.89	0.00	1.63	177.89	Ok
Profilo lato sinistro	193.05	0.00	1.63	193.05	Ok
Profilo lato superiore	191.21	0.00	8.72	191.21	Ok

Legenda

n_{\perp} tensione normale perpendicolare all'asse del cordone
 t_{\perp} tensione tangenziale perpendicolare all'asse del cordone
 $\tau_{||}$ tensione tangenziale parallela all'asse del cordone

$FV_1 = (n_{\perp}^2 + t_{\perp}^2 + \tau_{||}^2)^{0.5}$

$FV_2 = | n_{\perp} | + | t_{\perp} |$

$VER_i \rightarrow FV_i \leq \beta_i \cdot f_{yk} \quad (\beta_1 \cdot f_{yk} = 199.75 \text{ N/mm}^2 \quad \beta_2 \cdot f_{yk} = 235.00 \text{ N/mm}^2)$

Verifiche a flessione piastra in zona compressa

Sezione parallela a X a filo della colonna (Nodo n. 1, CMB n. 10)

Pressione media a bordo piastra $p_{med} = 4.60 \text{ N/mm}^2$
 Carico lineare sbalzo $q_{lin} = 1471.69 \text{ N/mm}$
 Lunghezza sbalzo $L_s = 60.0 \text{ mm}$
 Modulo di resistenza minimo $W_{min} = 21333.3 \text{ mm}^3$
 Momento resistente $M_{p,Rd} = 4774604.0 \text{ N mm}$
 Momento massimo $M_{p,Ed} = 2649046.0 \text{ N mm}$
 $M_{p,Ed} / M_{p,Rd} = 0.554820 \text{ Ok}$

Sezione parallela a Y a filo della colonna (Nodo n. 1, CMB n. 3)

Pressione media a bordo piastra $p_{med} = 6.15 \text{ N/mm}^2$
 Carico lineare sbalzo $q_{lin} = 1969.17 \text{ N/mm}$
 Lunghezza sbalzo $L_s = 60.0 \text{ mm}$
 Modulo di resistenza minimo $W_{min} = 21333.3 \text{ mm}^3$
 Momento resistente $M_{p,Rd} = 4774604.0 \text{ N mm}$
 Momento massimo $M_{p,Ed} = 3544496.0 \text{ N mm}$
 $M_{p,Ed} / M_{p,Rd} = 0.742365 \text{ Ok}$

Verifica del momento di progetto del giunto (Nodo n. 1, CMB n. 3)

Momento resistente del giunto $M_{j,Rd} = 51045350.0 \text{ N mm}$
 Momento di progetto $M_{j,Ed} = 27780000.0 \text{ N mm}$
 $M_{j,Ed} / M_{j,Rd} = 0.544222 \text{ Ok}$

Ancoraggio

Tirafondi ad aderenza

Lunghezza tirafondi $L_t = 600$ mm

Lunghezza minima tirafondi: 40 diametri (800 mm)

Calcestruzzo

Resistenza cubica caratteristica a compressione $R_{ck} = 30.00$ N/mm²

Resistenza cilindrica caratteristica a compressione $f_{ck} = 0.83 \cdot R_{ck} = 24.90$ N/mm²

Resistenza di calcolo a compressione $f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot f_{ck} / \gamma_C = 14.11$ N/mm²

Resistenza caratteristica a trazione $f_{ctk} = 0.7 \cdot 0.30 \cdot f_{ck}^{2/3} = 1.79$ N/mm²

Resistenza tangenziale di aderenza di calcolo $f_{bd} = 2.25 \cdot \eta \cdot f_{ctk} / \gamma_C = 2.69$ N/mm²

Compressione massima calcestruzzo (Nodo n. 1, CMB n. 4)

$p_{max} = 8.34$ N/mm² < f_{cd} Ok

Verifica ancoraggio

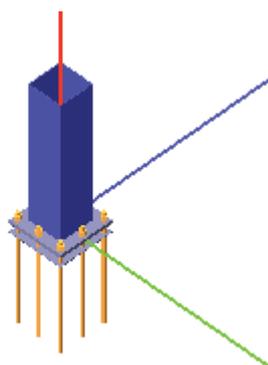
Si considera la massima resistenza a trazione di progetto dei tirafondi

Trazione di progetto dell'ancoraggio $F_{t,an,Ed} = \max [F_{t,Rd}] = 58534.8$ N

Resistenza a trazione per aderenza $F_{t,ad,Rd} = L_t \cdot \pi \cdot \varnothing \cdot f_{bd} = 101260.8$ N

$F_{t,ad,Rd} > F_{t,an,Ed}$ Ok

Verifica secondo il D.M. 17/01/2018 del nodo 23



Coefficienti di sicurezza utilizzati

$$\gamma_{M0} = 1.05$$

$$\gamma_{M1} = 1.10$$

$$\gamma_{M2} = 1.25$$

Colonna

Tipo di profilo: T.Re 200x200x5x5

Materiale: Acciaio S235 $f_y = 235 \text{ N/mm}^2$ $f_t = 360 \text{ N/mm}^2$ $\gamma_{ov} = 1.25$

Classe sezione: 1

Flangia:

Materiale: Acciaio S235 $f_y = 235 \text{ N/mm}^2$ $f_t = 360 \text{ N/mm}^2$ $\gamma_{ov} = 1.25$

Dimensioni (B x H x Sp): 320.0 x 320.0 x 20.0 mm

Bullonature:

Viti cl. 8.8 Dadi 8 o 10 ($f_{yb} = 640 \text{ N/mm}^2$, $f_{tb} = 800 \text{ N/mm}^2$)

Diametro $\varnothing = 20 \text{ mm}$ $A_{res} = 245.0 \text{ mm}^2$ (ridotta per filettatura)

Diametro foro $\varnothing_0 = 21 \text{ mm}$

Saldature:

Materiale: Acciaio S235 $f_y = 235 \text{ N/mm}^2$ $f_t = 360 \text{ N/mm}^2$ $\beta_1 = 0.85$ $\beta_2 = 1.00$

Spessore cordoni d'angolo $s_c = 5 \text{ mm}$

Sollecitazioni:

Nodo.CMB	V2 [N]	V3 [N]	N [N]	M2 [N mm]	M3 [N mm]	T [N mm]
23.3	-103.8	12344.3	-46000.3	-27800000.0	538791.0	3680000.0
23.4	-219.2	12343.7	-43453.1	-27800000.0	657053.0	3880000.0
23.10	5572.7	3.3	-8870.9	5326.0	-19620000.0	7639.0

Calcolo resistenze

Resistenza a trazione dei bulloni $F_{tb,Rd} = 0.9 \cdot f_{tb} \cdot A_{res} / \gamma_{M2} = 141145.5 \text{ N}$

Resistenza a punzonamento flangia $B_{pf,Rd} = 0.6 \cdot \pi \cdot d_m \cdot t_f \cdot f_{tk} / \gamma_{M2} = 325720.3 \text{ N}$

Bull. $F_{f,Rd}$ [N] $F_{t,Rd}$ [N]

1	54500.8	54500.8
2	58534.8	58534.8
3	54162.5	54162.5
4	58534.8	58534.8
5	57624.5	57624.5
6	54500.8	54500.8
7	58534.8	58534.8
8	54162.5	54162.5

Legenda

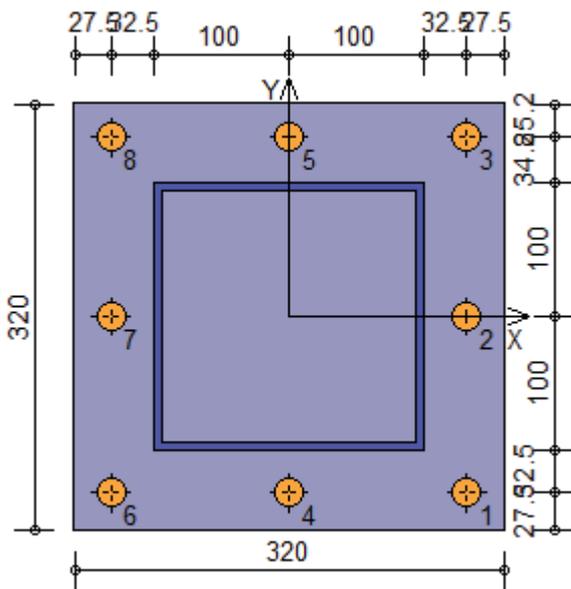
$F_{f,Rd} = M_{res,m} / (B_m \cdot R_m)$ resistenza a flessione flangia

$F_{t,Rd} = \min [F_{tb,Rd} , B_{pf,Rd} , F_{f,Rd}]$ resistenza a trazione di progetto

Resistenza a taglio dei bulloni		$F_{vb,Rd} = 0.6 \cdot f_{tb} \cdot A_{res} / \gamma_{M2} =$		94097.0 N
Bull.	$F_{bf,x,Rd}$ [N]	$F_{v,x,Rd}$ [N]	$F_{bf,y,Rd}$ [N]	$F_{v,y,Rd}$ [N]
1	98895.2	94097.0	98895.2	94097.0
2	125714.3	94097.0	226560.0	94097.0
3	83474.3	83474.3	90624.0	90624.0
4	226560.0	94097.0	125714.3	94097.0
5	191232.0	94097.0	115200.0	94097.0
6	98895.2	94097.0	98895.2	94097.0
7	125714.3	94097.0	226560.0	94097.0
8	83474.3	83474.3	90624.0	90624.0

Legenda

- $F_{bf,x,Rd} = k \cdot \alpha \cdot f_{tk} \cdot \varnothing \cdot t_f / \gamma_{M2}$ resistenza a rifollamento flangia in direzione x
- $F_{v,x,Rd} = \min [F_{vb,Rd} , F_{bf,x,Rd}]$ resistenza a taglio di progetto in direzione x
- $F_{bf,y,Rd} = k \cdot \alpha \cdot f_{tk} \cdot \varnothing \cdot t_f / \gamma_{M2}$ resistenza a rifollamento flangia in direzione y
- $F_{v,y,Rd} = \min [F_{vb,Rd} , F_{bf,y,Rd}]$ resistenza a taglio di progetto in direzione y



Verifiche sui bulloni

1-Taglio e trazione (Nodo n. 23, CMB n. 4)

Bull.	X [mm]	Y [mm]	$F_{v,Ed}$ [N]	$F_{v,Rd}$ [N]	$F_{t,Ed}$ [N]	$F_{t,Rd}$ [N]	FV_1	VER	
1	132.50	-132.50	4670.0	94097.0	0.0	54500.8	0.049630	Ok	
2	132.50	0.00	2900.9	94097.0	0.0	58534.8	0.030829	Ok	
3	132.50	134.80	2607.7	90624.0	0.0	54162.5	0.028775	Ok	
4	0.00	-132.50	3977.9	94097.0	5363.6	58534.8	0.107726	Ok	
5	0.00	134.80	902.8	94097.0	4193.0	57624.5	0.061569	Ok	
6	-132.50	-132.50	4641.5	94097.0	29854.2	54500.8	0.440595	Ok	
7	-132.50	0.00	2854.8	94097.0	29273.9	58534.8	0.387561	Ok	
8	-132.50	134.80	2556.3	90624.0	28683.5	54162.5	0.406482	Ok	

2-Trazione (Nodo n. 23, CMB n. 4)

Bull.	X [mm]	Y [mm]	$F_{t,Ed}$ [N]	$F_{t,Rd}$ [N]	FV_2	VER
1	132.50	-132.50	0.0	54500.8	0.000000	Ok
2	132.50	0.00	0.0	58534.8	0.000000	Ok
3	132.50	134.80	0.0	54162.5	0.000000	Ok
4	0.00	-132.50	5363.6	58534.8	0.091632	Ok
5	0.00	134.80	4193.0	57624.5	0.072764	Ok
6	-132.50	-132.50	29854.2	54500.8	0.547775	Ok
7	-132.50	0.00	29273.9	58534.8	0.500111	Ok

8 -132.50 134.80 28683.5 54162.5 0.529583 Ok

Legenda

$F_{v,Ed}$ forza di taglio agente sul bullone
 $F_{v,Rd}$ resistenza a taglio di progetto del bullone
 $F_{t,Ed}$ forza di trazione agente sul bullone
 $F_{t,Rd}$ resistenza a trazione di progetto del bullone
 $FV_1 = F_{v,Ed} / F_{v,Rd} + F_{t,Ed} / (1.4 \cdot F_{t,Rd})$
 $FV_2 = F_{t,Ed} / F_{t,Rd}$
 VER $\rightarrow FV_i \leq 1$

Verifiche sulle saldature profilo-flangia (versione beta)

Si considera la sezione di gola (avente altezza $a = s_c / 2^{0.5} = 3.536$) in posizione ribaltata: vengono considerate positive le tensioni normali di trazione e le tensioni tangenziali agenti verso destra e verso il basso. Tutte le tensioni sono espresse in N/mm².

Verifica formula (4.2.84) (Nodo n. 23, CMB n. 3)

Cordonin _⊥	t _⊥	τ	FV ₁	VER ₁	
Profilo lato inferiore	-157.01	0.00	8.73	157.25	Ok
Profilo lato destro	-165.16	0.00	-0.07	165.16	Ok
Profilo lato sinistro	132.64	0.00	-0.07	132.64	Ok
Profilo lato superiore	-162.68	0.00	8.73	162.91	Ok

Verifica formula (4.2.85) (Nodo n. 23, CMB n. 3)

Cordonin _⊥	t _⊥	τ	FV ₂	VER ₂	
Profilo lato inferiore	-157.01	0.00	8.73	157.01	Ok
Profilo lato destro	-165.16	0.00	-0.07	165.16	Ok
Profilo lato sinistro	132.64	0.00	-0.07	132.64	Ok
Profilo lato superiore	-162.68	0.00	8.73	162.68	Ok

Legenda

n_{\perp} tensione normale perpendicolare all'asse del cordone

t_{\perp} tensione tangenziale perpendicolare all'asse del cordone

$\tau_{||}$ tensione tangenziale parallela all'asse del cordone

$$FV_1 = (n_{\perp}^2 + t_{\perp}^2 + \tau_{||}^2)^{0.5}$$

$$FV_2 = |n_{\perp}| + |t_{\perp}|$$

$$VER_i \rightarrow FV_i \leq \beta_i \cdot f_{yk} \quad (\beta_1 \cdot f_{yk} = 199.75 \text{ N/mm}^2 \quad \beta_2 \cdot f_{yk} = 235.00 \text{ N/mm}^2)$$

Verifiche a flessione piastra in zona compressa

Sezione parallela a X a filo della colonna (Nodo n. 23, CMB n. 10)

Pressione media a bordo piastra $p_{med} = 4.54 \text{ N/mm}^2$
 Carico lineare sbalzo $q_{lin} = 1451.45 \text{ N/mm}$
 Lunghezza sbalzo $L_s = 60.0 \text{ mm}$
 Modulo di resistenza minimo $W_{min} = 21333.3 \text{ mm}^3$
 Momento resistente $M_{p,Rd} = 4774604.0 \text{ N mm}$
 Momento massimo $M_{p,Ed} = 2612617.0 \text{ N mm}$
 $M_{p,Ed} / M_{p,Rd} = 0.547190 \text{ Ok}$

Sezione parallela a Y a filo della colonna (Nodo n. 23, CMB n. 3)

Pressione media a bordo piastra $p_{med} = 6.76 \text{ N/mm}^2$
 Carico lineare sbalzo $q_{lin} = 2164.09 \text{ N/mm}$
 Lunghezza sbalzo $L_s = 60.0 \text{ mm}$
 Modulo di resistenza minimo $W_{min} = 21333.3 \text{ mm}^3$
 Momento resistente $M_{p,Rd} = 4774604.0 \text{ N mm}$
 Momento massimo $M_{p,Ed} = 3895368.0 \text{ N mm}$
 $M_{p,Ed} / M_{p,Rd} = 0.815852 \text{ Ok}$

Verifica del momento di progetto del giunto (Nodo n. 23, CMB n. 3)

Momento resistente del giunto $M_{j,Rd} = 48358260.0 \text{ N mm}$
 Momento di progetto $M_{j,Ed} = 27800000.0 \text{ N mm}$
 $M_{j,Ed} / M_{j,Rd} = 0.574876 \text{ Ok}$

Ancoraggio

Tirafondi ad aderenza

Lunghezza tirafondi $L_t = 600$ mm

Lunghezza minima tirafondi: 40 diametri (800 mm)

Calcestruzzo

Resistenza cubica caratteristica a compressione $R_{ck} = 30.00$ N/mm²

Resistenza cilindrica caratteristica a compressione $f_{ck} = 0.83 \cdot R_{ck} = 24.90$ N/mm²

Resistenza di calcolo a compressione $f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot f_{ck} / \gamma_C = 14.11$ N/mm²

Resistenza caratteristica a trazione $f_{ctk} = 0.7 \cdot 0.30 \cdot f_{ck}^{2/3} = 1.79$ N/mm²

Resistenza tangenziale di aderenza di calcolo $f_{bd} = 2.25 \cdot \eta \cdot f_{ctk} / \gamma_C = 2.69$ N/mm²

Compressione massima calcestruzzo (Nodo n. 23, CMB n. 4)

$p_{max} = 6.93$ N/mm² < f_{cd} Ok

Verifica ancoraggio

Si considera la massima resistenza a trazione di progetto dei tirafondi

Trazione di progetto dell'ancoraggio $F_{t,an,Ed} = \max [F_{t,Rd}] = 58534.8$ N

Resistenza a trazione per aderenza $F_{t,ad,Rd} = L_t \cdot \pi \cdot \varnothing \cdot f_{bd} = 101260.8$ N

$F_{t,ad,Rd} > F_{t,an,Ed}$ Ok

2. PONTE E RAMPA IPOGEA

Per ogni trave si ha

- peso proprio (IPE 200)		23	daN/m
- grigliato	$67 \times 1.980/2$	66	daN/m
- parapetto		40	daN/m
- sovraccarico accidentale	$400 \times 1.98/2$	396	daN/m

Si ricava

$$V_d = [1.3 \times (23 + 66 + 40) + 1.5 \times 396] \times 5.24/2 = 1996 \text{ daN}$$

$$M_d = [1.3 \times (23 + 66 + 40) + 1.5 \times 396] \times 5.24^2/8 = 2614.31 \text{ daNm}$$

Con una trave IPE 200 si verifica

$$M_u = 2 \times 110 \times 2350/1.05 = 492381 > 261431 \text{ daNm}$$

$$f = 5 \times 3.96 \times 524^4 / (384 \times 2100000 \times 1943) = 0.95 \text{ cm} = L/551$$

Si dimensiona ora il grigliato, pensato con maglia 15×76 e piatto portante 40×3 .

Il momento risulta

$$M_d = 1.5 \times 400 \times 1.98^2/8 = 294.03 \text{ daNm}$$

Si ha allora

$$M_u = 100/1.5 \times 0.3 \times 4.0^2 \times 2350 / (4 \times 1.05) = 179047 > 29403 \text{ daNcm}$$

$$f = 5 \times 400 \times 0.015 \times 198^4 \times 12 / (100 \times 384 \times 2100000 \times 0.3 \times 4^3) = 0.36 \text{ cm} = L/550$$

Per la rampa di scale si adotta un piatto 25×220 .



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

2S.I. Software e Servizi per l'Ingegneria S.r.l.
Via Garibaldi, 90
44121 Ferrara FE (Italy)

Tel. +39 0532 200091

www.2si.it
info@2si.it

D.M. 17/01/18 cap. 10.2 Affidabilità dei codici utilizzati
<https://www.2si.it/it/prodotti/affidabilita/>

INTESTAZIONE E CONTENUTI DELLA RELAZIONE

Progetto
Golena San Massimo Rampa ipogea

CARATTERISTICHE MATERIALI UTILIZZATI

LEGENDA TABELLA DATI MATERIALI

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

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

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

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

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

1	cemento armato	Resistenza R_c	resistenza a compressione cubica
---	----------------	------------------	----------------------------------

	Resistenza f_{ctm} Coefficiente k_{sb}	resistenza media a trazione semplice Coefficiente di riduzione della resistenza a compressione da utilizzare nello stress block
2	acciaio	
	Tensione f_t	Valore della tensione di rottura
	Tensione f_y	Valore della tensione di snervamento
	Resistenza f_d	Resistenza di calcolo per SL CNR-UNI 10011
	Resistenza $f_d (>40)$	Resistenza di calcolo per SL CNR-UNI 10011 per spessori > 40mm
	Tensione ammissibile	Tensione ammissibile CNR-UNI 10011
	Tensione ammissibile (>40)	Tensione ammissibile CNR-UNI 10011 per spessori > 40mm
3	muratura	
	Muratura consolidata	Muratura per la quale si prevedono interventi di rinforzo"
	Incremento resistenza	Incremento conseguito in termini di resistenza
	Incremento rigidezza	Incremento conseguito in termini di rigidezza
	Resistenza f	Valore della resistenza a compressione
	Resistenza f_{v0}	Valore della resistenza a taglio in assenza di tensioni normali
	Resistenza f_h	Valore della resistenza a compressione orizzontale
	Resistenza f_b	Valore della resistenza a compressione dei blocchi
	Resistenza f_{bh}	Valore della resistenza a compressione dei blocchi in direzione orizzontale
	Resistenza f_{v0h}	Valore della resistenza a taglio in assenza di tensioni normali per le travi
	Resistenza f_t	Valore della resistenza a trazione per fessurazione diagonale
	Resistenza f_{vlim}	Valore della massima resistenza a taglio
	Resistenza f_{bt}	Valore della resistenza a trazione dei blocchi
	Coefficiente μ	Coefficiente d'attrito utilizzato per la resistenza a taglio (tipicamente 0.4)
	Coefficiente f_i	Coefficiente d'ingranamento utilizzato per la resistenza a taglio
	Coefficiente k_{sb}	Coefficiente di riduzione della resistenza a compressione da utilizzare nello stress block
4	legno	
	$E_{0,05}$	Modulo di elasticità corrispondente ad un frattile del 5%
	Resistenza f_{c0}	Valore della resistenza a compressione parallela
	Resistenza f_{t0}	Valore della resistenza a trazione parallela
	Resistenza f_m	Valore della resistenza a flessione
	Resistenza f_v	Valore della resistenza a taglio
	Resist. f_{t0k}	Resistenza caratteristica (tensione amm. per REGLES) per trazione
	Resist. f_{mk}	Resistenza caratteristica (tensione amm. per REGLES) per flessione
	Resist. f_{vk}	Resistenza caratteristica (tensione amm. per REGLES) per taglio

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

Con riferimento al **Documento di Affidabilità** “Test di validazione del software di calcolo PRO_SAP e dei moduli aggiuntivi PRO_SAP Modulo Geotecnico, PRO_CAD nodi acciaio e PRO_MST” - versione Maggio 2011, disponibile per il download sul sito www.2si.it, si segnalano i seguenti esempi applicativi:

Modellazione di strutture in c.a.

Test N°	Titolo
41	GERARCHIA DELLE RESISTENZE PER TRAVI IN C.A.
42	GERARCHIA DELLE RESISTENZE PER PILASTRI IN C.A.
43	VERIFICA ALLE TA DI STRUTTURE IN C.A.
44	VERIFICA AGLI SLU DI STRUTTURE IN C.A.
45	VERIFICA A PUNZONAMENTO ALLO SLU DI PIASTRE IN C.A.
46	VERIFICA A PUNZONAMENTO ALLO SLU DI TRAVI IN C.A.
47	PROGETTAZIONE A TAGLIO DI STRUTTURE IN C.A. SECONDO IL D.M. 9/1/96
48	PROGETTAZIONE A TAGLIO DI STRUTTURE IN C.A. SECONDO IL D.M. 14/1/2008
49	VERIFICA ALLO SLE (TENSIONI E FESSURAZIONE) DI STRUTTURE IN C.A.
50	VERIFICA ALLO SLE (DEFORMAZIONE) DI STRUTTURE IN C.A.
51	FATTORE DI STRUTTURA
52	SOVRARESISTENZE
53	DETTAGLI COSTRUTTIVI C.A.: LIMITI D'ARMATURA PILASTRI E NODI TRAVE-PILASTRO
54	PARETI IN C.A. SNELLE IN ZONA SISMICA
80	ANALISI PUSHOVER DI UN EDIFICIO IN C.A.
120	PROGETTO E VERIFICA DI TRAVI PREM

Modellazione di strutture in acciaio

Test N°	Titolo
55	VERIFICA DI STABILITA' DI ASTE COMPRESSE IN ACCIAIO – METODO OMEGA
56	LUCE LIBERA DI TRAVI E ASTE IN ACCIAIO
57	LUCE LIBERA DI COLONNE IN ACCIAIO
58	SVERGOLAMENTO DI TRAVI IN ACCIAIO
59	FATTORE DI STRUTTURA
60	ACCIAIO D.M.2008
61	ACCIAIO EC3
62	GERARCHIA RESISTENZE STRUTTURE IN ACCIAIO

63	STABILITA' DI ASTE COMPOSTE IN ACCIAIO
73	COLLEGAMENTI IN ACCIAIO: NODO TRAVE COLONNA FLANGIATO CON PRESENZA IRRIGIDIMENTI TRASVERSALI
74	COLLEGAMENTI IN ACCIAIO: NODO TRAVE COLONNA FLANGIATO CON PRESENZA DI UN PIATTO DI RINFORZO SALDATO ALL'ANIMA DELLA COLONNA
75	COLLEGAMENTI IN ACCIAIO: NODO TRAVE COLONNA FLANGIATO CON PRESENZA DI DUE PIATTI DI RINFORZO SALDATI ALL'ANIMA DELLA COLONNA
76	COLLEGAMENTI IN ACCIAIO: NODO TRAVE COLONNA FLANGIATO A DUE VIE SU ALI COLONNA
77	COLLEGAMENTI IN ACCIAIO: NODO TRAVE COLONNA FLANGIATO A UNA VIA CON DUE COMBINAZIONI DI CARICO
78	COLLEGAMENTI IN ACCIAIO: NODO TRAVE COLONNA FLANGIATO SU ANIMA SENZA RINFORZI A QUATTRO FILE DI BULLONI DI CUI UNA SU PIASTRA INFERIORE E UNA SU PIASTRA SUPERIORE
79	VERIFICA DELLA PIASTRA NODO TRAVE COLONNA
85	TELAIO ACCIAIO: CONTROVENTI CONCENTRICI

Modellazione di strutture in muratura

Test N°	Titolo
81	ANALISI PUSHOVER DI UNA STRUTTURA IN MURATURA
84	ANALISI ELASTO PLASTICA INCREMENTALE, PARETE IN MURATURA
86	VERIFICA NON SISMICA DELLE MURATURE (D.M. 87 TA)
87	VERIFICA NON SISMICA DELLE MURATURE (D.M. 2005 SL)
88	FATTORE DI STRUTTURA

Modellazione di strutture in legno

Test N°	Titolo
17	SOLAIO: MISTO LEGNO-CALCESTRUZZO
89	VERIFICA ALLO SLU DI STRUTTURE IN LEGNO SECONDO EC5
90	VERIFICA ALLO SLE DI STRUTTURE IN LEGNO SECONDO EC5
91	FATTORE DI STRUTTURA
92	VERIFICHE EC5
93	SNELLEZZE EC5
94	VERIFICA AL FUOCO DI STRUTTURE IN LEGNO SECONDO EC5
117	PROGETTO E VERIFICA DI GUSCI IN MATERIALE XLAM
118	PROGETTO E VERIFICA DI PARETI IN MATERIALE XLAM E RELATIVI COLLEGAMENTI
119	PROGETTO E VERIFICA DI SOLAI IN MATERIALE XLAM

Id	Tipo / Note	V. caratt.	V. medio	Young	Poisson	G	Gamma	Alfa	Altri
		daN/cm2	daN/cm2	daN/cm2		daN/cm2	daN/cm3		

Id	Tipo / Note	V. caratt.	V. medio	Young	Poisson	G	Gamma	Alfa	Altri
11	Acciaio Fe360 - S235			2.100e+06	0.30	8.077e+05	7.80e-03	1.20e-05	
	Tensione ft	3600.0							
	Resistenza fd	2350.0							
	Resistenza fd (>40)	2100.0							
	Tensione ammissibile	1600.0							
	Tensione ammissibile (>40)	1400.0							
	Rapporto HRDb								1.00e-05
	Rapporto HRDv								1.00e-05



Figura 1 – Materiali D2

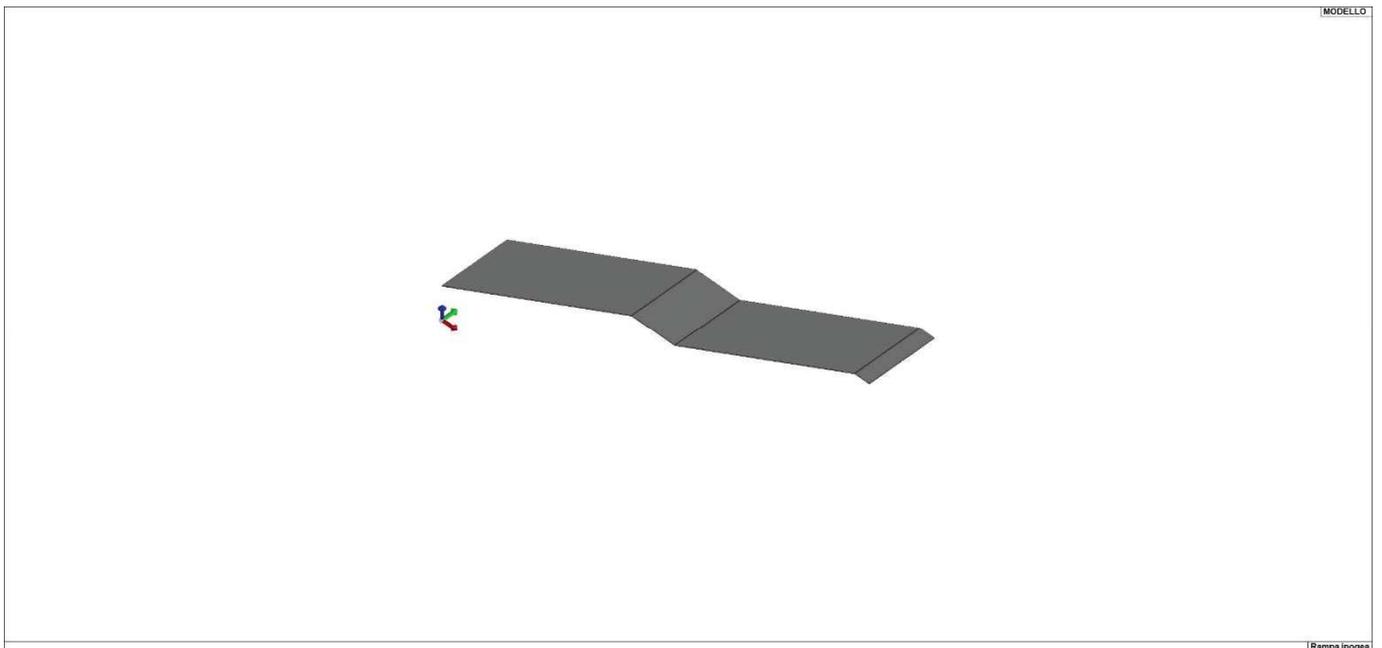


Figura 2 – Materiali Solai

Pilastrici acc.	1/7/..	2/8/..	3/9/..	4/10/..	5/11/..	6/12/..
Lunghezze libere						
Metodo di calcolo 2-2	Assegnato					
2-2 Beta assegnato	2.00					
2-2 Beta * L assegnato [cm]	0.0					
Metodo di calcolo 3-3	Assegnato					
3-3 Beta assegnato	2.00					
3-3 Beta * L assegnato [cm]	0.0					
1-1 Beta assegnato	1.00					
1-1 Beta * L assegnato [cm]	0.0					
Generalità						
Coefficiente gamma M0	1.05					
Coefficiente gamma M1	1.05					
Coefficiente gamma M2	1.25					
Effetti del 2 ordine	Si					
Momenti equivalenti	Si					
Usa condizioni I e II	Si					

Travi acc.	1/7/..	2/8/..	3/9/..	4/10/..	5/11/..	6/12/..
Lunghezze libere						
3-3 Beta * L automatico	Si					
3-3 Beta assegnato	1.00					
3-3 Beta assegnato [cm]	0.0					
2-2 Beta * L automatico	Si					
2-2 Beta assegnato	1.00					
2-2 Beta * L assegnato [cm]	0.0					
1-1 Beta * L automatico	Si					
1-1 Beta assegnato	1.00					
1-1 Beta * L assegnato [cm]	0.0					
Generalità						
Coefficiente gamma M0	1.05					
Coefficiente gamma M1	1.05					
Coefficiente gamma M2	1.25					
Luce di taglio per GR [cm]	1.00					
Usa condizioni I e II	Si					
Momenti equivalenti	Si					

Solai e pannelli	1/7/..	2/8/..	3/9/..	4/10/..	5/11/..	6/12/..
Generalità						
Usa tensioni ammissibili	No					
Af inf: da traliccio	Si					
Consenti armatura a taglio	No					
Incrementa armatura longitudinale per taglio	Si					
Af inf: da q^*L^2/L	20.00					
Incremento fascia piena [cm]	5.00					
Armatura						
Minima tesa	0.15					
Massima tesa	3.00					
Minima compressa	0.0					
Af/h [cm]	7.000e-02					
Stati limite ultimi						
Tensione f_y [daN/cm ²]	4500.00					
Tipo acciaio	tipo C					
Coefficiente gamma s	1.15					
Coefficiente gamma c	1.50					
Fattore di redistribuzione	0.0					
Tensioni ammissibili						
Tensione amm. cls [daN/cm ²]	85.00					
Tensione amm. acciaio [daN/cm ²]	2600.00					
Rapporto omogeneizzazione N	15.00					
Massimo rapporto area compressa/tesa	1.00					
Verifica freccia						
Infinita	250.00					
Istantanea	500.00					
Fattore viscosità	3.00					
Usa J non fessurato	No					
Elementi non strutturali						
Tamponatura antiespulsione	No					
Tamponatura con armatura	No					
Fattore di struttura/comportamento	2.00					

Solai e pannelli	1/7/..	2/8/..	3/9/..	4/10/..	5/11/..	6/12/..
Coefficiente gamma m	0.0					
Periodo Ta	0.0					
Altezza pannello	0.0					

MODELLAZIONE DELLE SEZIONI
 LEGENDA TABELLA DATI SEZIONI

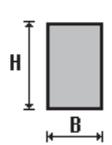
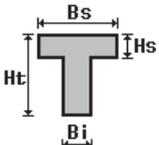
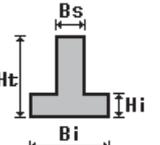
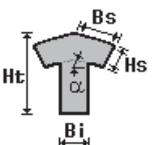
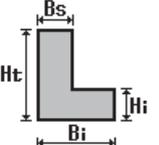
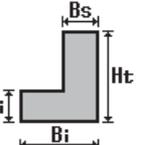
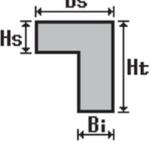
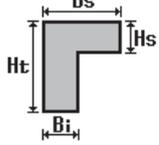
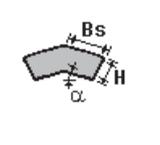
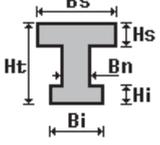
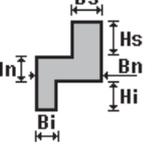
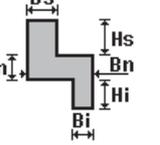
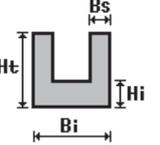
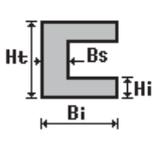
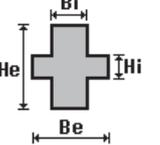
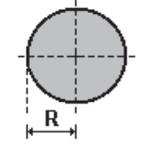
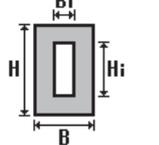
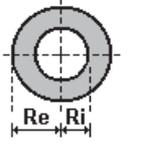
Il programma consente l'uso di sezioni diverse. Sono previsti i seguenti tipi di sezione:

- sezione di tipo generico
- profilati semplici
- profilati accoppiati e speciali

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

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

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

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

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

Per quanto concerne le sezioni di tipo generico (tipo 1.):
 i valori dimensionali con prefisso B sono riferiti all'asse 2
 i valori dimensionali con prefisso H sono riferiti all'asse 3

Con riferimento al Documento di Affidabilità "Test di validazione del software di calcolo PRO_SAP e dei moduli aggiuntivi PRO_SAP Modulo Geotecnico, PRO_CAD nodi acciaio e PRO_MST" - versione Settembre 2014, disponibile per il download sul sito www.2si.it, si segnalano i seguenti esempi applicativi:

Test N°	Titolo
1	CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E INERZIALI
45	VERIFICA AGLI SLU DI STRUTTURE IN C.A.
48	PROGETTAZIONE A TAGLIO DI STRUTTURE IN C.A. SECONDO IL D.M. 9/1/96
49	PROGETTAZIONE A TAGLIO DI STRUTTURE IN C.A. SECONDO IL D.M. 14/1/2008
50	VERIFICA ALLO SLE (TENSIONI E FESSURAZIONE) DI STRUTTURE IN C.A.
51	VERIFICA ALLO SLE (DEFORMAZIONE) DI STRUTTURE IN C.A.
104	ANALISI DI RESISTENZA AL FUOCO

Id	Tipo	Area	A V2	A V3	Jt	J 2-2	J 3-3	W 2-2	W 3-3	Wp 2-2	Wp 3-3
		cm2	cm2	cm2	cm4	cm4	cm4	cm3	cm3	cm3	cm3
1	Rettangolare: b=2.5 h=22	55.00	45.83	45.83	106.38	28.65	2218.33	22.92	201.67	34.38	302.50
2	LU 30x3	1.70	0.0	0.0	0.05	1.40	1.40	0.60	0.60	0.60	0.60

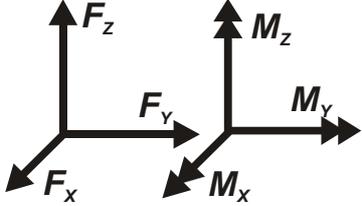
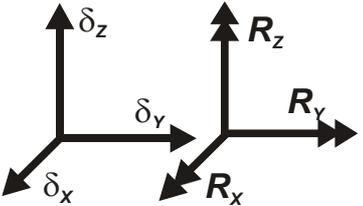
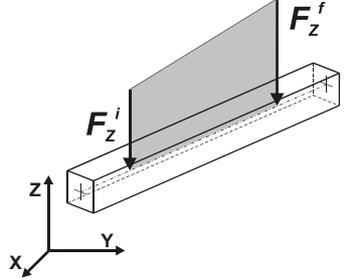
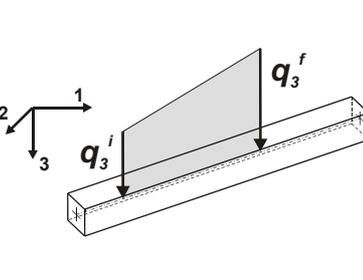
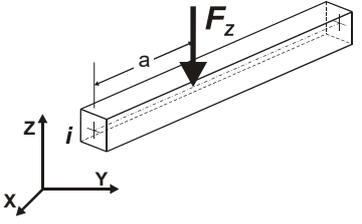
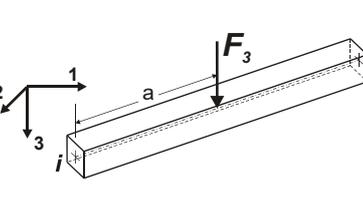
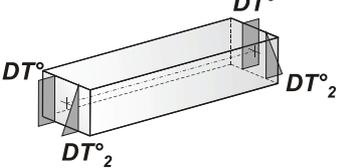
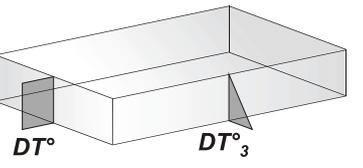
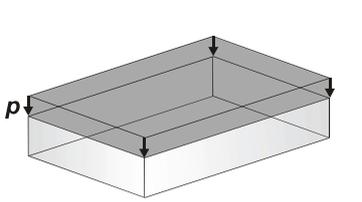
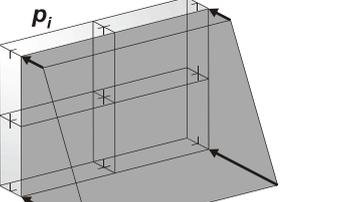


Figura 3 – Sezioni

MODELLAZIONE DELLE AZIONI
 LEGENDA TABELLA DATI AZIONI

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

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

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

Tipo carico distribuito globale su trave

Id	Tipo	Pos.	fx	fy	fz	mx	my	mz
		cm	daN/cm	daN/cm	daN/cm	daN	daN	daN
1	Parapetto-DG:Fzi=-0.40 Fzf=-0.40	0.0	0.0	0.0	-0.40	0.0	0.0	0.0
		0.0	0.0	0.0	-0.40	0.0	0.0	0.0

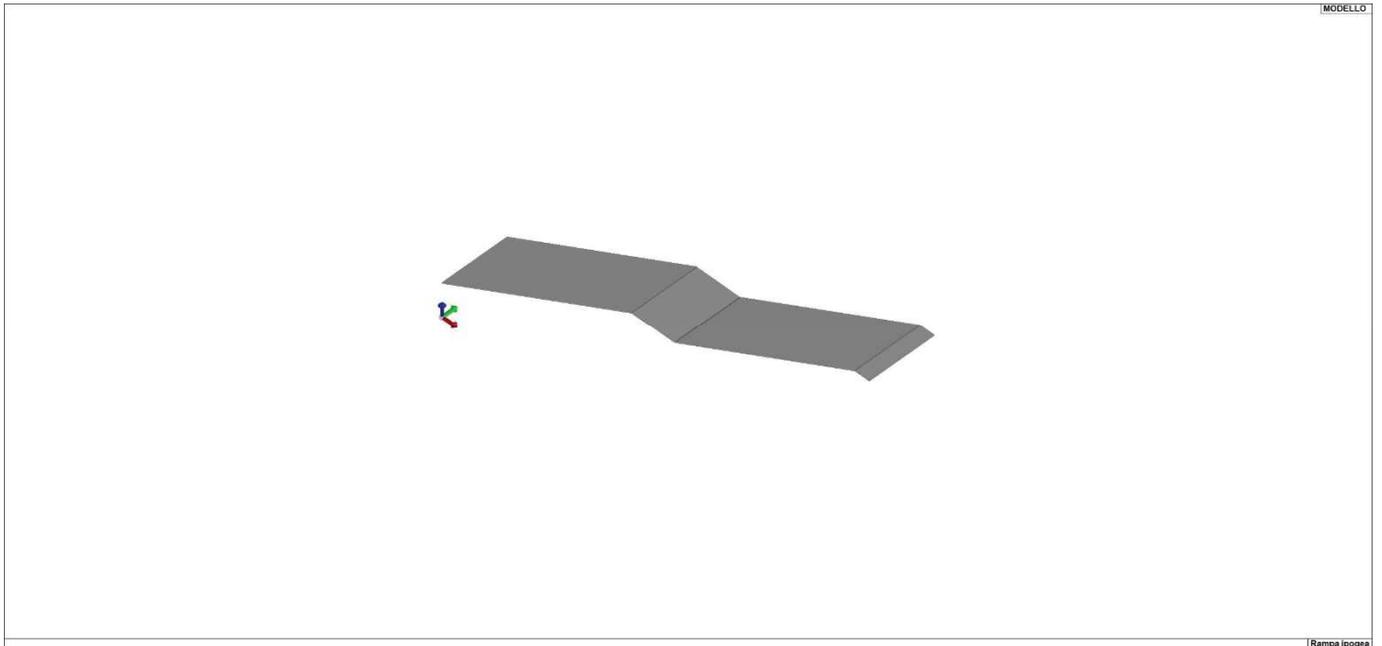


Figura 4 – Carichi solai

SCHEMATIZZAZIONE DEI CASI DI CARICO LEGENDA TABELLA CASI DI CARICO

Il programma consente l'applicazione di diverse tipologie di casi di carico.
Sono previsti i seguenti 11 tipi di casi di carico:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

CDC	Tipo	Sigla Id	Note
1	Ggk	CDC=Ggk (peso proprio della struttura)	
2	Gsk	CDC=G1sk (permanente solai-coperture)	
3	Qsk	CDC=Qsk (variabile solai)	
4	Gk	CDC=G1k (permanente generico)	D2 :da 2 a 5 Azione : Parapetto-DG:Fzi=-0.40 Fzf=-0.40 D2 :da 7 a 48 Azione : Parapetto-DG:Fzi=-0.40 Fzf=-0.40



Figura 5 – Modello di calcolo (unifilare)



Figura 6 – Modello di calcolo (solido)



Figura 7 – Ggk (peso proprio della struttura)

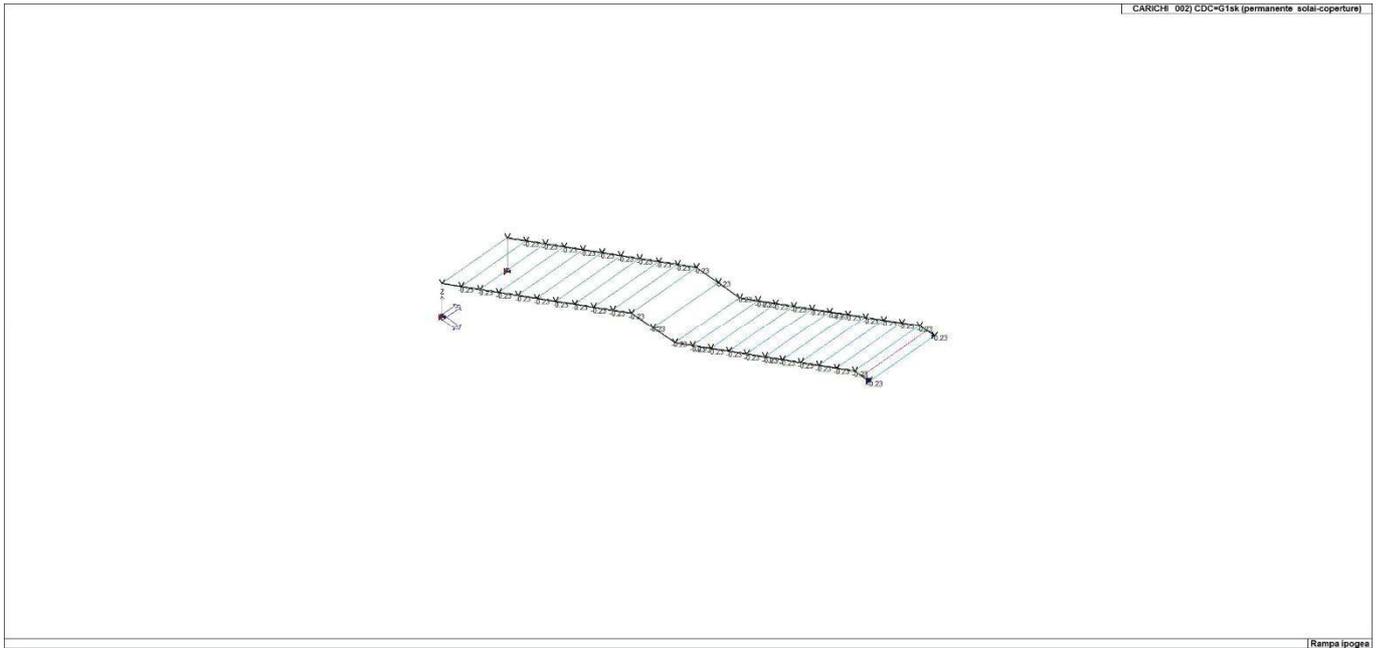


Figura 8 – G1sk (permanente solai-coperture)



Figura 9 – G1k (permanente generico)

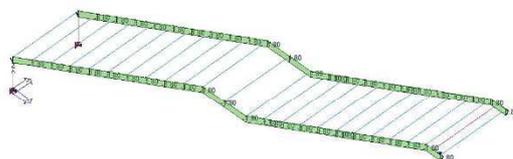


Figura 10 – Qsk (variabile solai)

DEFINIZIONE DELLE COMBINAZIONI LEGENDA TABELLA COMBINAZIONI DI CARICO

Il programma combina i diversi tipi di casi di carico (CDC) secondo le regole previste dalla normativa vigente.

Le combinazioni previste sono destinate al controllo di sicurezza della struttura ed alla verifica degli spostamenti e delle sollecitazioni.

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

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

Combinazione fondamentale SLU

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

Combinazione caratteristica (rara) SLE

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

Combinazione frequente SLE

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

Combinazione quasi permanente SLE

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

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

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

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

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

Dove:

NTC 2018 Tabella 2.5.I

<i>Destinazione d'uso/azione</i>	ψ_0	ψ_1	ψ_2
<i>Categoria A residenziali</i>	0,70	0,50	0,30
<i>Categoria B uffici</i>	0,70	0,50	0,30
<i>Categoria C ambienti suscettibili di affollamento</i>	0,70	0,70	0,60
<i>Categoria D ambienti ad uso commerciale</i>	0,70	0,70	0,60
<i>Categoria E biblioteche, archivi, magazzini,...</i>	1,00	0,90	0,80
<i>Categoria F Rimesse e parcheggi (autoveicoli $\leq 30kN$)</i>	0,70	0,70	0,60
<i>Categoria G Rimesse e parcheggi (autoveicoli $> 30kN$)</i>	0,70	0,50	0,30
<i>Categoria H Coperture</i>	0,00	0,00	0,00
<i>Vento</i>	0,60	0,20	0,00
<i>Neve a quota $\leq 1000 m$</i>	0,50	0,20	0,00
<i>Neve a quota $> 1000 m$</i>	0,70	0,50	0,20
<i>Variazioni Termiche</i>	0,60	0,50	0,00

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

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

NTC 2018 Tabella 2.6.I

		Coefficiente γ_f	EQU	A1	A2
<i>Carichi permanenti</i>	<i>Favorevoli</i>	γ_{G1}	0,9	1,0	1,0
	<i>Sfavorevoli</i>		1,1	1,3	1,0
<i>Carichi permanenti non strutturali (Non compiutamente definiti)</i>	<i>Favorevoli</i>	γ_{G2}	0,8	0,8	0,8
	<i>Sfavorevoli</i>		1,5	1,5	1,3
<i>Carichi variabili</i>	<i>Favorevoli</i>	γ_{Qi}	0,0	0,0	0,0
	<i>Sfavorevoli</i>		1,5	1,5	1,3

Cmb	Tipo	Sigla Id	effetto P-delta
1	SLU	Comb. SLU A1 1	
2	SLU	Comb. SLU A1 2	
3	SLU	Comb. SLU A1 3	
4	SLU	Comb. SLU A1 4	
5	SLE(r)	Comb. SLE(rara) 5	
6	SLE(r)	Comb. SLE(rara) 6	
7	SLE(f)	Comb. SLE(freq.) 7	
8	SLE(f)	Comb. SLE(freq.) 8	
9	SLE(p)	Comb. SLE(perm.) 9	
10	SLE(p)	Comb. SLE(perm.) 10	

Cmb	CDC 1/15...	CDC 2/16...	CDC 3/17...	CDC 4/18...	CDC 5/19...	CDC 6/20...	CDC 7/21...	CDC 8/22...	CDC 9/23...	CDC 10/24...	CDC 11/25...	CDC 12/26...	CDC 13/27...	CDC 14/28...
1	1.30	1.30	0.0	1.30										
2	1.30	1.30	1.50	1.30										
3	1.00	1.00	0.0	1.00										
4	1.00	1.00	1.50	1.00										
5	1.00	1.00	0.0	1.00										
6	1.00	1.00	1.00	1.00										
7	1.00	1.00	0.0	1.00										
8	1.00	1.00	0.50	1.00										
9	1.00	1.00	0.0	1.00										
10	1.00	1.00	0.30	1.00										



Figura 11 – Deformata massima (SLE rara)



Figura 12 – Verifica delle strutture di acciaio (colore ciano = verifica positiva)



Figura 13 – Percentuale di sfruttamento delle strutture di acciaio

3. CAVANA

Si studia l'effetto del vento.

Il coefficiente c_{pe} che interessa la struttura ha i seguenti valori:

- faccia sopravvento

$$c_{pe} = +0.7 + 0.1 \times 330/785 = 0.74$$

$$p = 0.74 \times 67 = 50 \text{ daN/m}^2 = 213 \text{ daN/m}$$

- faccia sottovento

$$c_{pe} = -0.3 - 0.2 \times 330/785 = -0.38$$

$$p = -0.38 \times 67 = -26 \text{ daN/m}^2 = -111 \text{ daN/m}$$

- copertura

- prima falda

$$c_{pe} = +16/75 = +0.21$$

$$p = 0.21 \times 67 = 14 \text{ daN/m}^2 = 60 \text{ daN/m}$$

$$c_{pe} = -1.0 + (16+15)/75 = -0.59$$

$$p = -0.59 \times 67 = -40 \text{ daN/m}^2 = -170 \text{ daN/m}$$

- seconda falda

$$c_{pe} = -0.5 + (-16+60)/90 = -0.99$$

$$p = -0.99 \times 67 = -66 \text{ daN/m}^2 = -281 \text{ daN/m}$$

Si valuta poi il carico agente sulla copertura

travi secondarie	$0.12 \times 0.15 \times 500 / 0.72$	12	daN/m ²
tavolato	0.03×500	15	daN/m ²
coppi		66	daN/m ²
neve		80	daN/m ²

Per le travi secondarie si riscontra

$$M_d = [1.3 \times (12 + 15 + 66) + 1.5 \times 80] \times 0.72 \times 4.25^2 / 8 = 391.61 \text{ daNm}$$

$$\sigma_d = 39161 \times 6 / (12 \times 15^2) = 87.02 \text{ daN/cm}^2$$

$$\sigma_u = 24 \times 0.59 / 1.5 = 9.44 \text{ N/mm}^2 = 94.4 > 87.02 \text{ daN/cm}^2$$

Per il nodo in sommità del montante si ha

$$N = 2594 \text{ daN}$$

$$M = 135100 \text{ daNcm}$$

$$F_1 = 2594 / 15 = 173 \text{ daN}$$

$$F_2 = 153500 \times 10.25 / [4 \times (10.25^2 + 6.0^2) + 2 \times (4.8^2 + 9.6^2 + 3.6^2)] = 1688 \text{ daN}$$

$$F_d = 1691 \text{ daN}$$

Si verifica

$$f_{h,k} = 0.082 \times (1 - 0.01 \times 12) \times 350 = 28.35 \text{ N/mm}^2$$

$$M_{y,k} = 12^3 \times 235 / 6 = 67680 \text{ Nmm}$$

$$R_{k,IA} = 28.35 \times 90 \times 12 = 60618 \text{ N}$$

$$R_{k,IIA} = 28.35 \times 90 \times 12 \times [(2 + 4 \times 67680 / (28.35 \times 12 \times 90^2)) - 1] = 13733 \text{ N}$$

$$R_{k,IIIA} = 2.3 \times (67680 \times 28.35 \times 12)^{0.5} = 11036 \text{ N}$$

Si verifica, per 2 sezioni di taglio

$$R_k = 2 \times 11036 = 22072 \text{ N} = 2207 > 1691 \text{ daN}$$

La catena è interessata dalle sollecitazioni

$$N = 1869 \text{ daN}$$

$$M = 130400 \text{ daNcm}$$

Si adotta la stessa connessione presente alla sommità del montante, ed essendo le sollecitazioni inferiori, la verifica rientra nella precedente.

Il puntone è sollecitato con uno sforzo normale

$$N_d = 8455 \text{ daN}$$

Si dispongono 3+3 pioli Ø12, per i quali si verifica

$$N_u = 2 \times 6 \times 1103 = 13236 > 8455 \text{ daN}$$

In chiave si riscontrano le sollecitazioni

$$N_d = 7357 \text{ daN}$$

$$M_d = 1.512E5 \text{ daNcm}$$

Per quanto riguarda il piatto, si verifica

$$M_u = 1.5 \times 14.0^2 \times 2350 / (4 \times 1.05) = 164500 > 151200 \text{ daNcm}$$

Si trova

$$F_1 = 7357 / 15 = 490 \text{ daN}$$

$$F_2 = 151200 \times 10.25 / [4 \times (10.25^2 + 6.0^2) + 2 \times (4.8^2 + 9.6^2 + 3.6^2)] = 1888 \text{ daN}$$

$$F_d = 2110 \text{ daN}$$

Si verifica, per 2 sezioni di taglio

$$R_k = 2 \times 11036 = 22072 \text{ N} = 2207 > 2110 \text{ daN}$$



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

2S.I. Software e Servizi per l'Ingegneria S.r.l.
Via Garibaldi, 90
44121 Ferrara FE (Italy)

Tel. +39 0532 200091

www.2si.it
info@2si.it

D.M. 17/01/18 cap. 10.2 Affidabilità dei codici utilizzati
<https://www.2si.it/it/prodotti/affidabilita/>

INTESTAZIONE E CONTENUTI DELLA RELAZIONE

Progetto
Golena San Massimo Cavana

CARATTERISTICHE MATERIALI UTILIZZATI

LEGENDA TABELLA DATI MATERIALI

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

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

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

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

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

1	cemento armato	Resistenza Rc	resistenza a compressione cubica
		Resistenza fctm	resistenza media a trazione semplice

	Coefficiente ksb	Coefficiente di riduzione della resistenza a compressione da utilizzare nello stress block
2	acciaio	
	Tensione f_t	Valore della tensione di rottura
	Tensione f_y	Valore della tensione di snervamento
	Resistenza f_d	Resistenza di calcolo per SL CNR-UNI 10011
	Resistenza f_d (>40)	Resistenza di calcolo per SL CNR-UNI 10011 per spessori $> 40\text{mm}$
	Tensione ammissibile	Tensione ammissibile CNR-UNI 10011
	Tensione ammissibile (>40)	Tensione ammissibile CNR-UNI 10011 per spessori $> 40\text{mm}$
3	muratura	
	Muratura consolidata	Muratura per la quale si prevedono interventi di rinforzo"
	Incremento resistenza	Incremento conseguito in termini di resistenza
	Incremento rigidezza	Incremento conseguito in termini di rigidezza
	Resistenza f	Valore della resistenza a compressione
	Resistenza f_{v0}	Valore della resistenza a taglio in assenza di tensioni normali
	Resistenza f_h	Valore della resistenza a compressione orizzontale
	Resistenza f_b	Valore della resistenza a compressione dei blocchi
	Resistenza f_{bh}	Valore della resistenza a compressione dei blocchi in direzione orizzontale
	Resistenza f_{v0h}	Valore della resistenza a taglio in assenza di tensioni normali per le travi
	Resistenza f_t	Valore della resistenza a trazione per fessurazione diagonale
	Resistenza f_{vlim}	Valore della massima resistenza a taglio
	Resistenza f_{bt}	Valore della resistenza a trazione dei blocchi
	Coefficiente μ	Coefficiente d'attrito utilizzato per la resistenza a taglio (tipicamente 0.4)
	Coefficiente f_i	Coefficiente d'ingranamento utilizzato per la resistenza a taglio
	Coefficiente ksb	Coefficiente di riduzione della resistenza a compressione da utilizzare nello stress block
4	legno	
	E0,05	Modulo di elasticità corrispondente ad un frattile del 5%
	Resistenza f_{c0}	Valore della resistenza a compressione parallela
	Resistenza f_{t0}	Valore della resistenza a trazione parallela
	Resistenza f_m	Valore della resistenza a flessione
	Resistenza f_v	Valore della resistenza a taglio
	Resist. f_{t0k}	Resistenza caratteristica (tensione amm. per REGLES) per trazione
	Resist. f_{mk}	Resistenza caratteristica (tensione amm. per REGLES) per flessione
	Resist. f_{vk}	Resistenza caratteristica (tensione amm. per REGLES) per taglio

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

Con riferimento al **Documento di Affidabilità** “Test di validazione del software di calcolo PRO_SAP e dei moduli aggiuntivi PRO_SAP Modulo Geotecnico, PRO_CAD nodi acciaio e PRO_MST” - versione Maggio 2011, disponibile per il download sul sito www.2si.it, si segnalano i seguenti esempi applicativi:

Modellazione di strutture in legno

Test N°	Titolo
17	SOLAIO: MISTO LEGNO-CALCESTRUZZO
89	VERIFICA ALLO SLU DI STRUTTURE IN LEGNO SECONDO EC5
90	VERIFICA ALLO SLE DI STRUTTURE IN LEGNO SECONDO EC5
91	FATTORE DI STRUTTURA
92	VERIFICHE EC5
93	SNELLEZZE EC5
94	VERIFICA AL FUOCO DI STRUTTURE IN LEGNO SECONDO EC5
117	PROGETTO E VERIFICA DI GUSCI IN MATERIALE XLAM
118	PROGETTO E VERIFICA DI PARETI IN MATERIALE XLAM E RELATIVI COLLEGAMENTI
119	PROGETTO E VERIFICA DI SOLAI IN MATERIALE XLAM

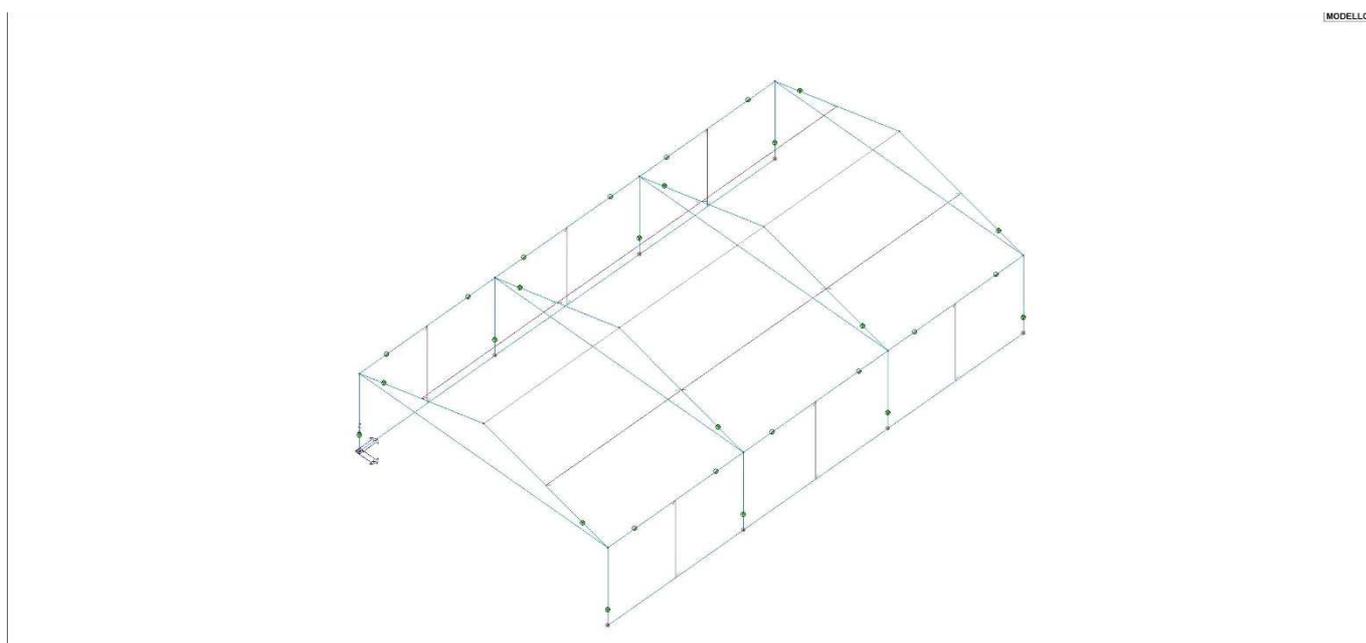


Figura 1 – Modello di calcolo (unifilare)

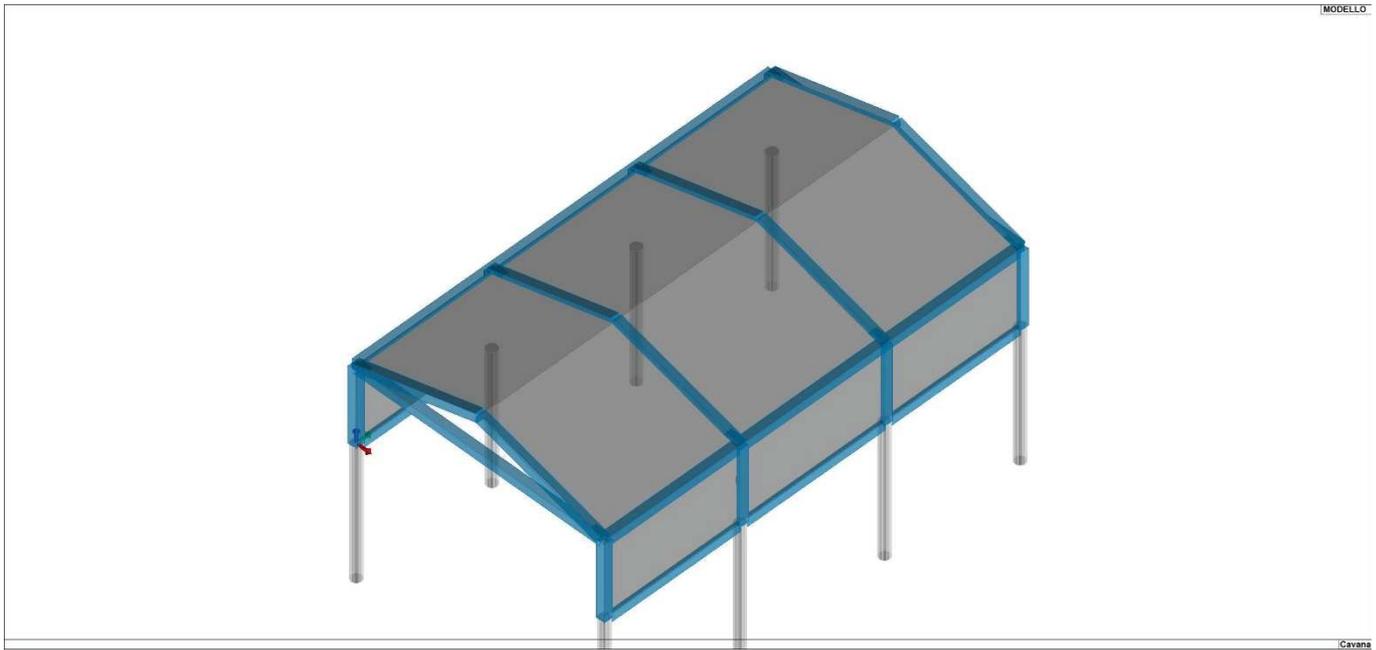


Figura 2 – Modello di calcolo (solido)

Id	Tipo / Note	V. caratt. daN/cm2	V. medio daN/cm2	Young daN/cm2	Poisson	G daN/cm2	Gamma daN/cm3	Alfa	Altri
49	Legno massiccio C24-legno E = 1.100e+05			1.100e+05	0.0	6900.0	3.50e-04	0.0	
	Modulo E0,05			7.400e+04					
	Lamellare : No								
	Resistenza fc0	210.0							
	Resistenza ft0	145.0							
	Resistenza fm	240.0							
	Resistenza fv	40.0							
	Rapporto HRDb								1.00e-05
	Rapporto HRDv								1.00e-05
78	Legno C24 senza peso-legno E = 1.100e+05			1.100e+05	0.0	6900.0	0.0	0.0	
	Modulo E0,05			7.400e+04					
	Lamellare : No								
	Resistenza fc0	210.0							
	Resistenza ft0	145.0							
	Resistenza fm	240.0							
	Resistenza fv	40.0							
	Rapporto HRDb								1.00e-05
	Rapporto HRDv								1.00e-05

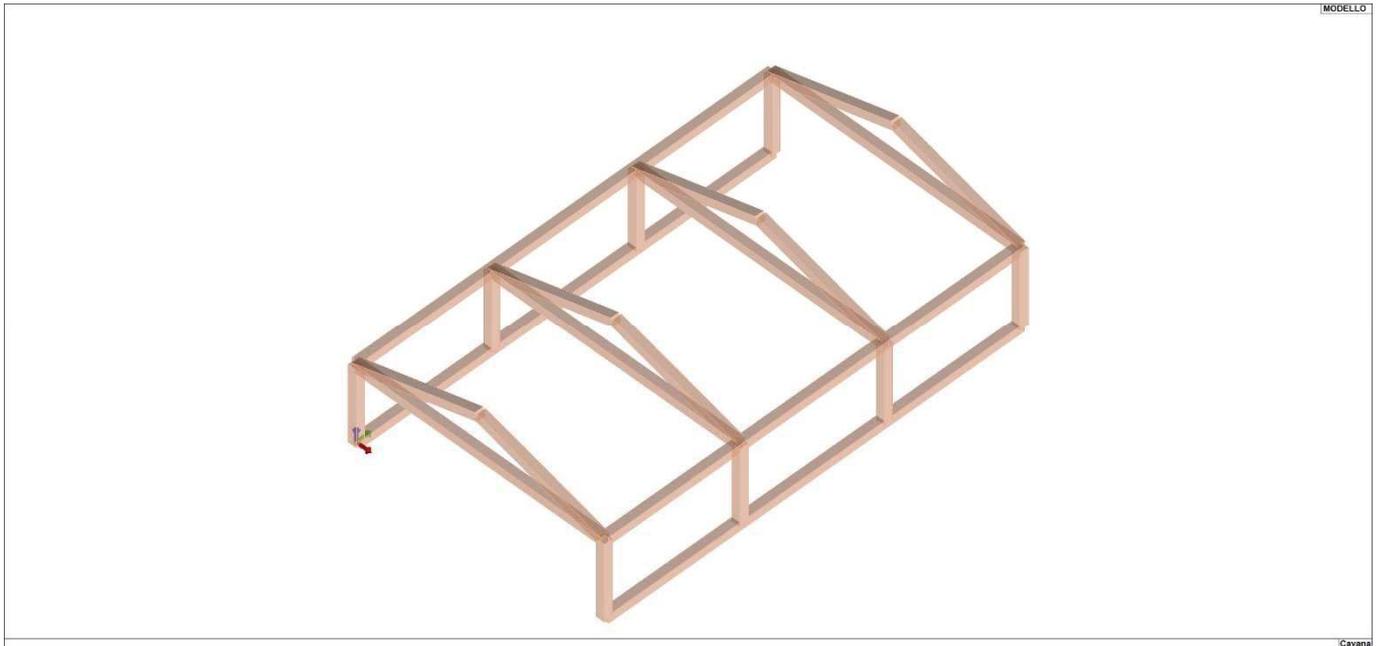


Figura 3 – Materiali D2

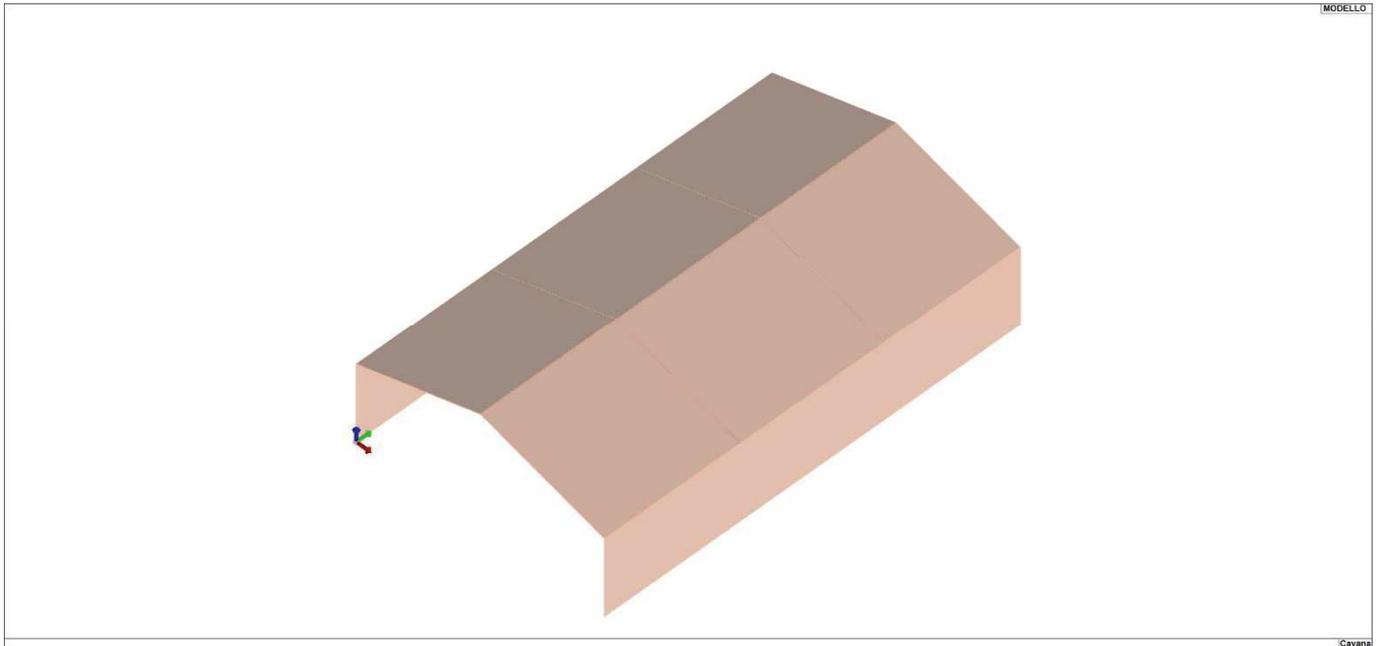


Figura 4 – Materiali Solai

Legno	1/7/..	2/8/..	3/9/..	4/10/..	5/11/..	6/12/..
Lunghezze libere						
aste						
Beta assegnato	0.80					
travi						
3-3 Beta * L automatico	Si					
3-3 Beta assegnato	1.00					
3-3 Beta * L assegnato [cm]	0.0					
2-2 Beta * L automatico	Si					
2-2 Beta assegnato	1.00					
2-2 Beta * L assegnato [cm]	0.0					
1-1 Beta * L automatico	Si					

Legno	1/7/..	2/8/..	3/9/..	4/10/..	5/11/..	6/12/..
1-1 Beta assegnato	1.00					
1-1 Beta * L assegnato [cm]	0.0					
pilastrì						
Metodo di calcolo 3-3	Assegnato					
3-3 Beta assegnato	2.00					
3-3 Beta * L assegnato [cm]	0.0					
Metodo di calcolo 2-2	Assegnato					
2-2 Beta assegnato	2.00					
2-2 Beta * L assegnato [cm]	0.0					
1-1 Beta assegnato	1.00					
1-1 Beta * L assegnato [cm]	0.0					
Generalità						
Gamma non sismico	1.50					
Gamma sismico	1.50					
Classificazione						
Classe di servizio	1 (bassa umidità)					
Per classe di servizio 1						
Kmod permanente	0.60					
Kmod lunga	0.70					
Kmod media	0.80					
Kmod breve	0.90					
Kmod istantanea	1.00					
Kdef	0.60					
Per classe di servizio 2						
Kmod permanente	0.60					
Kmod lunga	0.70					
Kmod media	0.80					
Kmod breve	0.90					
Kmod istantanea	1.00					
Kdef	0.80					
Per classe di servizio 3						
Kmod permanente	0.50					
Kmod lunga	0.55					
Kmod media	0.65					
Kmod breve	0.70					
Kmod istantanea	0.90					
Kdef	2.00					

XLAM	1/7/..	2/8/..	3/9/..	4/10/..	5/11/..	6/12/..
Generalità						
L direzione 1 [*] [cm]	1.00					
L direzione 2 [cm]	0.0					
Verifica V da D.38	No					
Verifica M da M.5-45	No					
Media valori elementi	Si					
Connessioni pareti						
rvpk [daN/cm]	50.00					
rvtk [daN/cm]	50.00					
rvlk [daN/cm]	50.00					
RHk [daN]	5000.00					
dH [cm]	25.00					
fcH90k [daN/cm2]	20.00					
Pannelli solaio						
f ist<L/	500.00					
f inf<L/	350.00					
Verifica vibrazioni (EC5 7.3)	No					
E massetto collaborante [daN/cm2]	200000.00					
t massetto collaborante [cm]	4.00					
Smorzamento percentuale	0.0					
Resistenza al fuoco						
Spessore carbonizzazione [cm]	0.0					
3- intradosso	No					
3+ estradosso	No					

MODELLAZIONE DELLE SEZIONI
 LEGENDA TABELLA DATI SEZIONI

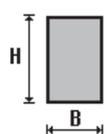
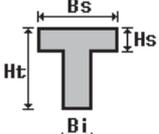
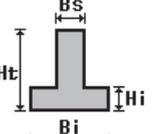
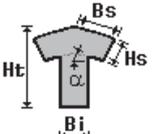
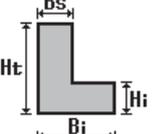
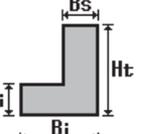
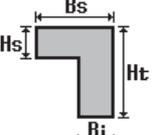
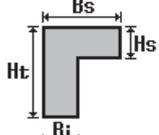
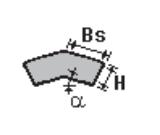
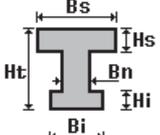
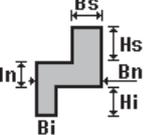
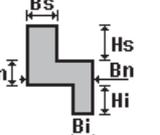
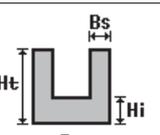
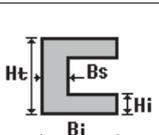
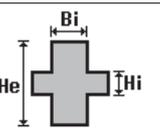
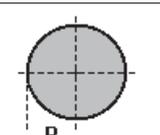
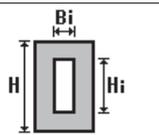
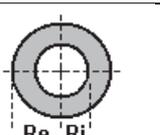
Il programma consente l'uso di sezioni diverse. Sono previsti i seguenti tipi di sezione:

- sezione di tipo generico
- profilati semplici
- profilati accoppiati e speciali

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

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

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

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

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

Per quanto concerne le sezioni di tipo generico (tipo 1.):
 i valori dimensionali con prefisso B sono riferiti all'asse 2
 i valori dimensionali con prefisso H sono riferiti all'asse 3

Con riferimento al Documento di Affidabilità "Test di validazione del software di calcolo PRO_SAP e dei moduli aggiuntivi PRO_SAP Modulo Geotecnico, PRO_CAD nodi acciaio e PRO_MST" - versione Settembre 2014, disponibile per il download sul sito www.2si.it, si segnalano i seguenti esempi applicativi:

Test N°	Titolo
1	CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E INERZIALI
45	VERIFICA AGLI SLU DI STRUTTURE IN C.A.
48	PROGETTAZIONE A TAGLIO DI STRUTTURE IN C.A. SECONDO IL D.M. 9/1/96
49	PROGETTAZIONE A TAGLIO DI STRUTTURE IN C.A. SECONDO IL D.M. 14/1/2008
50	VERIFICA ALLO SLE (TENSIONI E FESSURAZIONE) DI STRUTTURE IN C.A.
51	VERIFICA ALLO SLE (DEFORMAZIONE) DI STRUTTURE IN C.A.
104	ANALISI DI RESISTENZA AL FUOCO

Id	Tipo	Area	A V2	A V3	Jt	J 2-2	J 3-3	W 2-2	W 3-3	Wp 2-2	Wp 3-3
		cm2	cm2	cm2	cm4	cm4	cm4	cm3	cm3	cm3	cm3
1	Rettangolare: b=24 h=24	576.00	480.00	480.00	4.664e+04	2.765e+04	2.765e+04	2304.00	2304.00	3456.00	3456.00
2	Rettangolare: b=24 h=24	576.00	480.00	480.00	4.664e+04	2.765e+04	2.765e+04	2304.00	2304.00	3456.00	3456.00

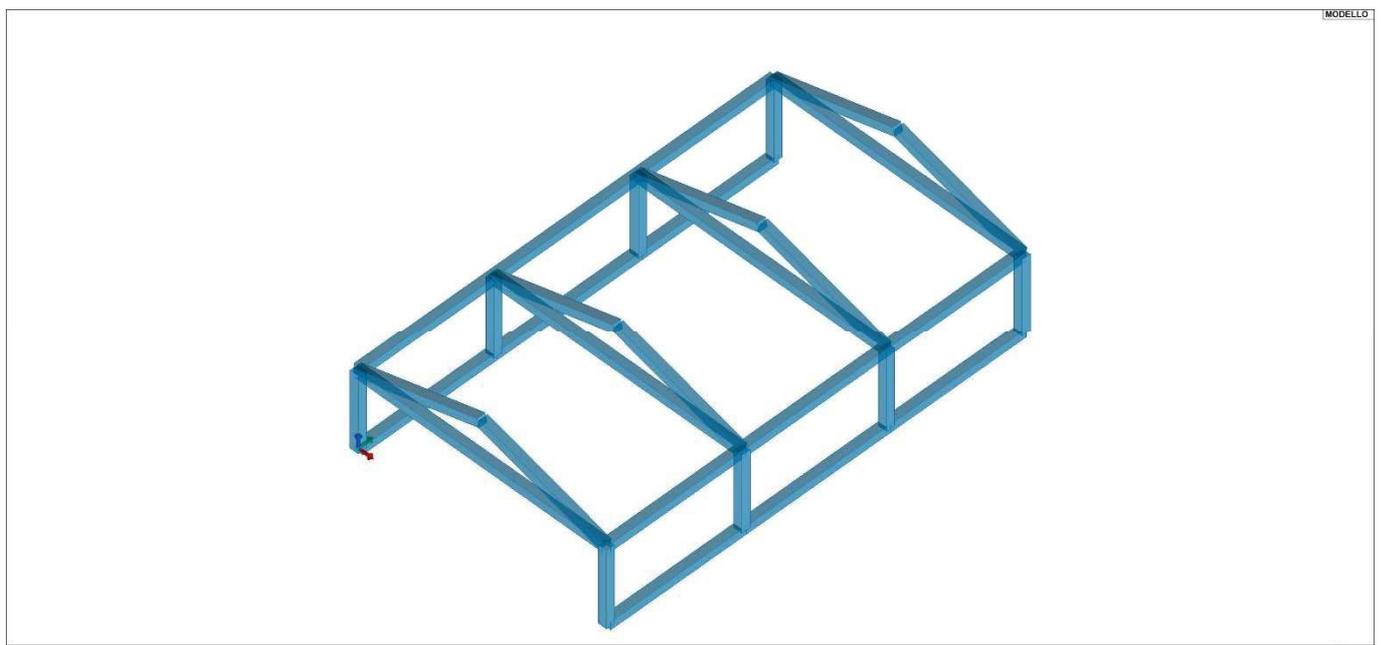


Figura 6 – Sezioni

MODELLAZIONE DELLA STRUTTURA: ELEMENTI SOLAIO-PANNELLO
 LEGENDA TABELLA DATI SOLAI-PANNELLI

Il programma utilizza per la modellazione elementi a tre o più nodi denominati in generale solaio o pannello.

Ogni elemento solaio-pannello è individuato da una poligonale di nodi 1,2, ..., N.

L'elemento solaio è utilizzato in primo luogo per la modellazione dei carichi agenti sugli elementi strutturali. In secondo luogo può essere utilizzato per la corretta ripartizione delle forze orizzontali agenti nel proprio piano. L'elemento balcone è derivato dall'elemento solaio.

I carichi agenti sugli elementi solaio, raccolti in un archivio, sono direttamente assegnati agli elementi utilizzando le informazioni raccolte nell'archivio (es. i coefficienti combinatori). La tabella seguente riporta i dati utilizzati per la definizione dei carichi e delle masse.

L'elemento pannello è utilizzato solo per l'applicazione dei carichi, quali pesi delle tamponature o spinte dovute al vento o terre. In questo caso i carichi sono applicati in analogia agli altri elementi strutturali (si veda il cap. SCHEMATIZZAZIONE DEI CASI DI CARICO).

Id.Arch.	Identificativo dell' archivio
Tipo	Tipo di carico <i>Variab.</i> Carico variabile generico <i>Var. rid.</i> Carico variabile generico con riduzione in funzione dell' area (c.5.5. ...) <i>Neve</i> Carico di neve
G1k	carico permanente (comprensivo del peso proprio)
G2k	carico permanente non strutturale e non compiutamente definito
Qk	carico variabile
Fatt. A	fattore di riduzione del carico variabile (0.5 o 0.75) per tipo "Var.rid."
S sis.	fattore di riduzione del carico variabile per la definizione delle masse sismiche per D.M. 96 (vedi NOTA sul capitolo "normativa di riferimento")
Psi 0	Coefficiente combinatorio dei valori caratteristici delle azioni variabili: <i>per valore raro</i>
Psi 1	Coefficiente combinatorio dei valori caratteristici delle azioni variabili: <i>per valore frequente</i>
Psi 2	Coefficiente combinatorio dei valori caratteristici delle azioni variabili: <i>per valore quasi permanente</i>
Psi S 2	Coefficiente di combinazione che fornisce il valore quasi-permanente dell'azione variabile: <i>per la definizione delle masse sismiche</i>
Fatt. Fi	Coefficiente di correlazione dei carichi per edifici

Ogni elemento è caratterizzato da un insieme di proprietà riportate in tabella che ne completano la modellazione. In particolare per ogni elemento viene indicato in tabella:

Elem	numero dell'elemento
Tipo	codice di comportamento <i>S</i> elemento utilizzato solo per scarico <i>C</i> elemento utilizzato per scarico e per modellazione piano rigido <i>P</i> elemento utilizzato come pannello <i>M</i> scarico monodirezionale <i>B</i> scarico bidirezionale
Id.Arch.	Identificativo dell' archivio
Mat	codice del materiale assegnato all'elemento

Spessore	spessore dell'elemento (costante)
Orditura	angolo (rispetto all'asse X) della direzione dei travetti principali
Gk	carico permanente solaio (comprensivo del peso proprio)
Qk	carico variabile solaio
Nodi	numero dei nodi che definiscono l'elemento (5 per riga)

Nel caso in cui si sia proceduto alla progettazione dei solai con le tensioni ammissibili vengono riportate le massime tensioni nell'elemento (massima compressione nel calcestruzzo, massima tensione nell'acciaio, massima tensione tangenziale); nel caso in cui si sia proceduto alla progettazione con il metodo degli stati limite vengono riportati il rapporto x/d e le verifiche per sollecitazioni proporzionali nonché le verifiche in esercizio.

In particolare i simboli utilizzati in tabella assumono il seguente significato:

Elem.	numero identificativo dell'elemento
Stato	Codici di verifica relativi alle tensioni normali e alle tensioni tangenziali
Note	Viene riportato il codice relativo alla sezione(s) e relativo al materiale(m);
Pos.	Ascissa del punto di verifica
F ist, F infi	Frecce istantanee e a tempo infinito
Momento	Momento flettente
Taglio	Sollecitazione di taglio
Af inf.	Area di armatura longitudinale posta all'intradosso della trave
Af sup.	Area di armatura longitudinale posta all'estradosso della trave
AfV	Area dell'armatura atta ad assorbire le azioni di taglio
Beff	Base della sezione di cls per l'assorbimento del taglio
<i>simboli utilizzati con il metodo delle tensioni ammissibili:</i>	
sc max	Massima tensione di compressione del calcestruzzo
sf max	Massima tensione nell'acciaio
tau max	Massima tensione tangenziale nel cls
<i>simboli utilizzati con il metodo degli stati limite:</i>	
x/d	rapporto tra posizione dell'asse neutro e altezza utile alla rottura della sezione (per sola flessione)
verif.	rapporto S_d/S_u con sollecitazioni ultime proporzionali: valore minore o uguale a 1 per verifica positiva
Verif.V	rapporto S_d/S_u con sollecitazioni taglianti proporzionali valore minore o uguale a 1 per verifica positiva
rRfck	rapporto tra la massima compressione nel calcestruzzo e la tensione f_{ck} in combinazioni rare [normalizzato a 1]
rFfck	rapporto tra la massima compressione nel calcestruzzo e la tensione f_{ck} in combinazioni frequenti [normalizzato a 1]
rPfck	rapporto tra la massima compressione nel calcestruzzo e la tensione f_{ck} in combinazioni quasi permanenti [normalizzato a 1]
rRfyk	rapporto tra la massima tensione nell'acciaio e la tensione f_{yk} in combinazioni frequenti [normalizzato a 1]
rFyk	rapporto tra la massima tensione nell'acciaio e la tensione f_{yk} in combinazioni rare [normalizzato a 1]
rPfyk	rapporto tra la massima tensione nell'acciaio e la tensione f_{yk} in combinazioni quasi permanenti [normalizzato a 1]
wR	apertura caratteristica delle fessure in combinazioni rare [mm]
wF	apertura caratteristica delle fessure in combinazioni frequenti [mm]
wP	apertura caratteristica delle fessure in combinazioni quasi permanenti [mm]

Nel caso in cui si sia proceduto alla verifica delle tamponature secondo il D.M. 17.01.2018 - §7.2.3 viene riportata una tabella riassuntiva delle verifiche degli elementi pannello. La verifica confronta i momenti sollecitanti indotti dal sisma con i momenti resistenti, secondo tre ipotesi, due basate sulla resistenza a pressoflessione della tamponatura ed una basata sul cinematismo a seguito della formazione di tre cerniere plastiche sulla tamponatura (rif. Ufficio di Vigilanza sulle Costruzioni, Provincia di Terni).

Qualora la tamponatura sia di tipo antiespulsione (nelle due possibili varianti ordinaria o armata) viene condotta una verifica con meccanismo ad arco con degrado di resistenza. La verifica confronta le pressioni sollecitanti indotte dal sisma con le pressioni resistenti che la tamponatura sviluppa attraverso il meccanismo ad arco. La verifica considera anche il degrado di resistenza dovuto al danneggiamento nel piano della tamponatura.

Per quest'ultima tamponatura sono disponibili, in funzione del materiale impiegato (materiale [52] o materiale [53]):

Tamponatura Antiespulsione ordinaria Poroton® Cis Edil sp.30 cm; con metodo di verifica per meccanismo ad arco con degrado di resistenza, sviluppato attraverso i risultati di un progetto di ricerca sperimentale condotto dall'Università degli Studi di Padova.

Utilizzabile per il materiale [52].

Tamponatura Antiespulsione armata Poroton® Cis Edil sp.30 cm; con metodo di verifica per meccanismo ad arco con degrado di resistenza, sviluppato attraverso i risultati di un progetto di ricerca sperimentale condotto dall'Università degli Studi di Padova.

Utilizzabile per il materiale [53].

La verifica è stata calibrata sulla base di prove sperimentali sul sistema di Tamponatura Antiespulsione anche in presenza di aperture.

(rif. Rapporti di Prova redatti dal Dipartimento ICEA - Università degli Studi di Padova di test sperimentali condotti sul sistema Tamponatura Antiespulsione di Cis Edil)

In particolare i simboli utilizzati in tabella assumono il seguente significato:

Elem.	Numero identificativo dell'elemento
Stato	Codice di verifica
Ver. c.c.	Verifica nell'ipotesi di trave appoggiata con carico concentrato in mezzeria
Ver. c.d.	Verifica nell'ipotesi di trave appoggiata con carico distribuito
Ver. c.cin.	Verifica nell'ipotesi di cinematismo con formazione di cerniere plastiche in appoggio e mezzeria
Ver. CIS	Rapporto pa/pr (valore minore o uguale a 1 per verifica positiva)
Z	Quota del baricentro dell'elemento
T1	Periodo proprio dell'edificio nella direzione di interesse (ortogonale al pannello)
Ta	Periodo proprio della parete
Sa	Accelerazione massima, adimensionalizzata allo SLV
pa	Pressione sulla parete causata dall'azione sismica
pr	Pressione resistente del meccanismo ad arco
Drift	Spostamento relativo interpiano allo SLV valutato secondo il D.M. 14.01.2018 - § 7.3.3.3
Beta a	Coef. riduttivo per tener conto del danneggiamento del piano dipendente dallo spostamento, ottenuto sperimentalmente

Con riferimento al **Documento di Affidabilità** "Test di validazione del software di calcolo PRO_SAP e dei moduli aggiuntivi PRO_SAP Modulo Geotecnico, PRO_CAD nodi acciaio e PRO_MST" - versione Maggio 2011, disponibile per il download sul sito www.2si.it, si segnalano i seguenti esempi applicativi:

Test N°	Titolo
14	ANALISI DEI CARICHI PER UN SOLAIO DI COPERTURA
15	EFFETTI DELLO SPESSORE SULLA RIGIDEZZA DEI SOLAI
16	SOLAIO: CONFRONTO FRA RIGIDO E DEFORMABILE
17	SOLAIO: MISTO LEGNO-CALCESTRUZZO
28	FRECCIA DI SOLAI IN C.A.
119	PROGETTO E VERIFICA DI SOLAI IN MATERIALE XLAM

ID Arch.	Tipo	G1k	G2k	Qk	Fatt. A	s sis.	Psi 0	Psi 1	Psi 2	Psi S 2	Fatt. Fi
		daN/cm2	daN/cm2	daN/cm2							
1	Neve	9.30e-03		8.00e-03		1.00	0.50	0.20	0.0	0.0	1.00

Elem.	Tipo	ID Arch.	Mat.	Spessore	Orditura	G1k	G2k	Qk	Nodo 1/6..	Nodo 2/7..	Nodo 3/8..	Nodo..	Nodo..
						daN/cm2	daN/cm2	daN/cm2					
1	SM	1	m=49	1.2	90.0	9.30e-03		8.00e-03	5	10	8	3	
2	SM	1	m=49	1.2	90.0	9.30e-03		8.00e-03	10	15	13	8	
3	SM	1	m=49	1.2	90.0	9.30e-03		8.00e-03	15	20	18	13	
4	SM	1	m=49	1.2	90.0	9.30e-03		8.00e-03	15	14	19	20	
5	SM	1	m=49	1.2	90.0	9.30e-03		8.00e-03	15	10	9	14	
6	SM	1	m=49	1.2	90.0	9.30e-03		8.00e-03	9	10	5	4	
7	PM		m=49	1.2	90.0				2	7	12	17	19
									14	9	4		
8	PM		m=49	1.2	90.0				1	6	11	16	18
									13	8	3		
9	PM		m=78	1.2	90.0				5	10	8	3	
10	PM		m=78	1.2	90.0				10	15	13	8	
11	PM		m=78	1.2	90.0				15	20	18	13	
12	PM		m=78	1.2	90.0				15	14	19	20	
13	PM		m=78	1.2	90.0				15	10	9	14	
14	PM		m=78	1.2	90.0				9	10	5	4	

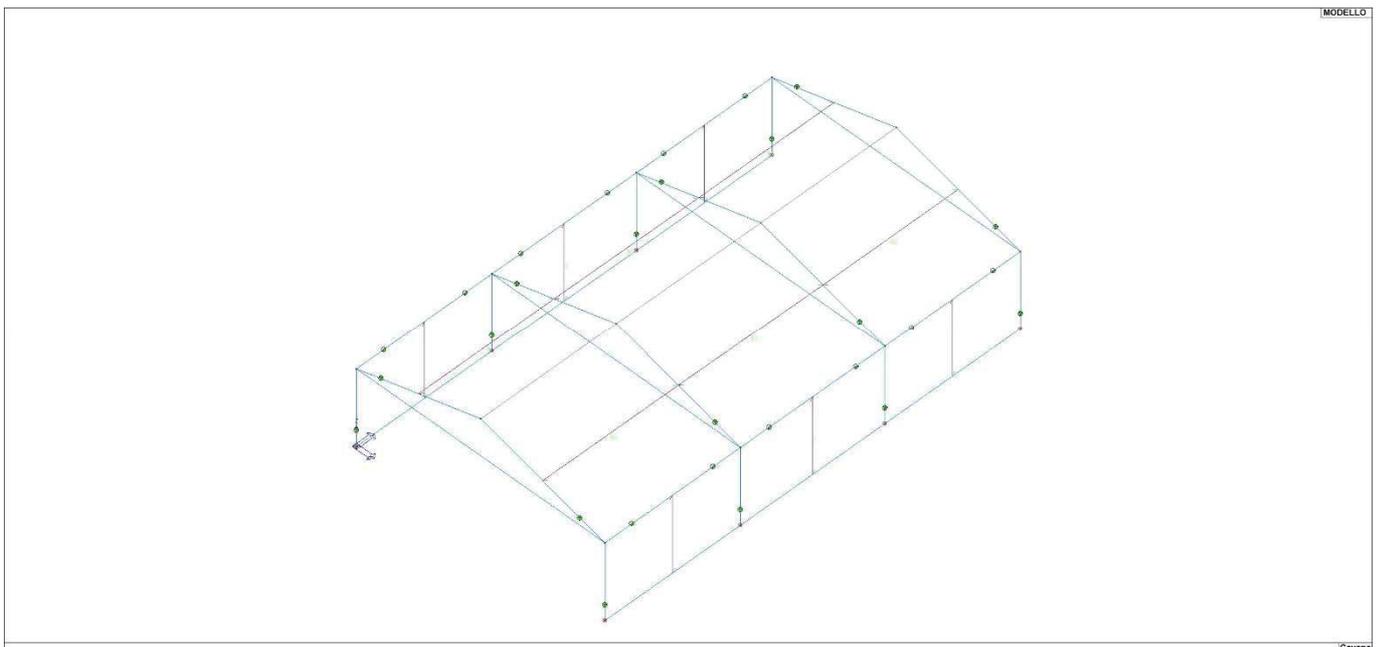
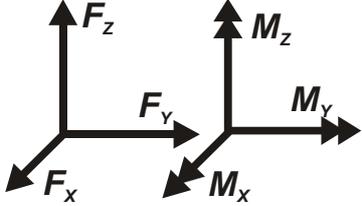
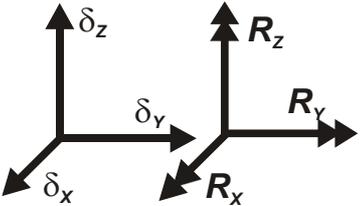
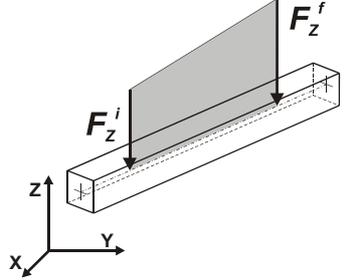
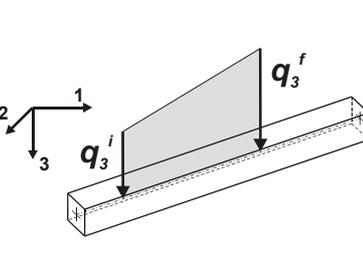
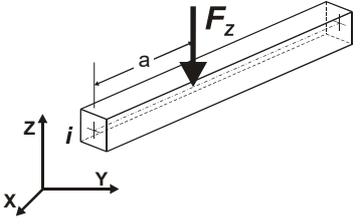
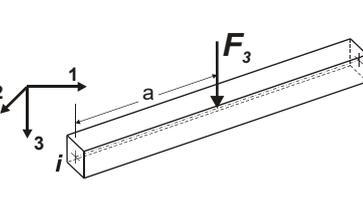
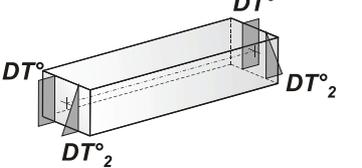
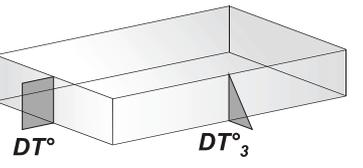
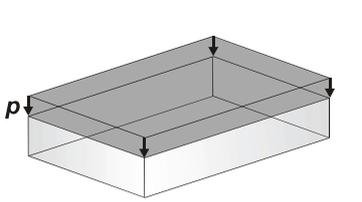
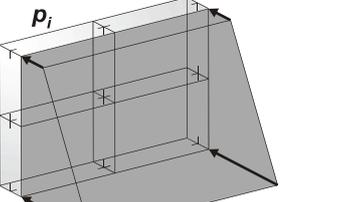


Figura 7 – Numerazione solai

MODELLAZIONE DELLE AZIONI
 LEGENDA TABELLA DATI AZIONI

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

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

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

Tipo carico variabile generale

Id	Tipo	ascissa	valore	ascissa	valore
		cm	daN/cm2	cm	daN/cm2
1	Pressione 50 daN/mq-QV:unif - Qx - Area				
	Unif. Qx Area L2=0.0		5.00e-03		
2	Pressione 26 daN/mq-QV:unif - Qx - Area				
	Unif. Qx Area L2=0.0		2.60e-03		
3	Pressione 14 daN/mq-QV:unif - Qx - Pres.				
	Unif. Qx Pres. L2=0.0		1.40e-03		
4	Pressione -40 daN/mq-QV:unif - Qx - Pres.				
	Unif. Qx Pres. L2=0.0		-4.00e-03		
5	Pressione -66 daN/mq-QV:unif - Qx - Pres.				
	Unif. Qx Pres. L2=0.0		-6.60e-03		

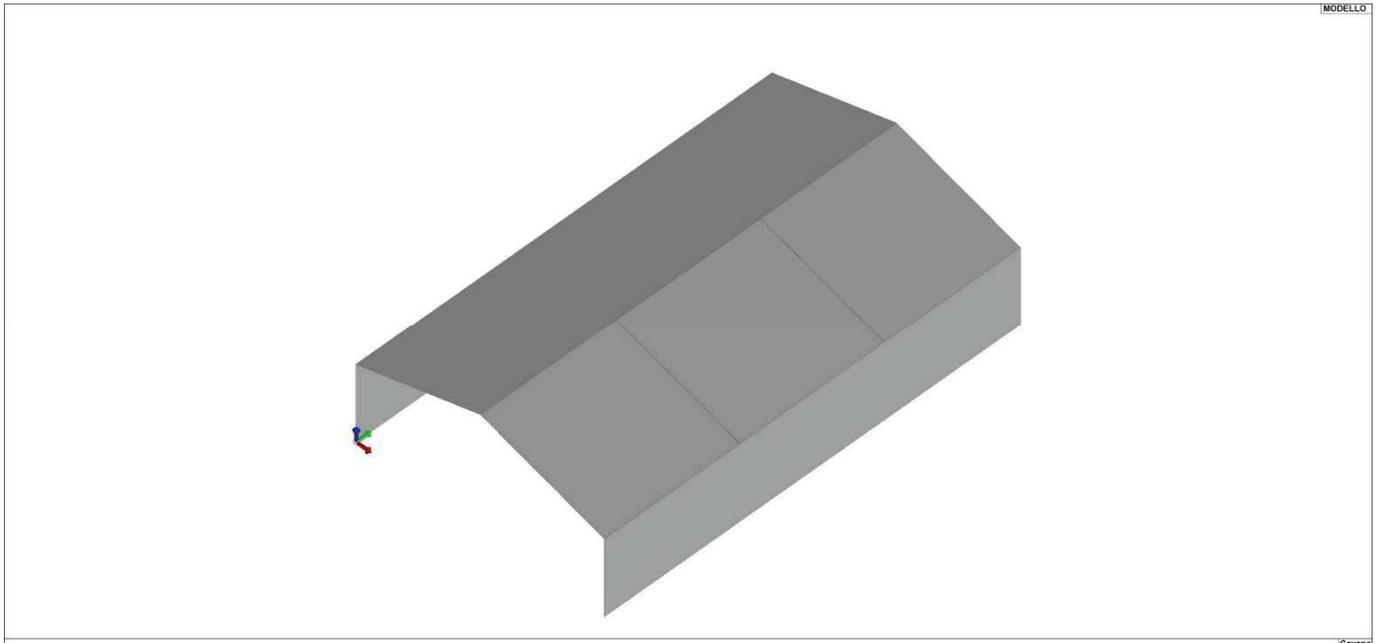


Figura 8 – Carichi solai

SCHEMATIZZAZIONE DEI CASI DI CARICO LEGENDA TABELLA CASI DI CARICO

Il programma consente l'applicazione di diverse tipologie di casi di carico.
Sono previsti i seguenti 11 tipi di casi di carico:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

CDC	Tipo	Sigla Id	Note
1	Ggk	CDC=Ggk (peso proprio della struttura)	
2	Gsk	CDC=G1sk (permanente solai-coperture)	
3	Gsk	CDC=G2pk (permanente pannelli n.c.d.)	
4	Qnk	CDC=Qnk (carico da neve)	
5	Edk	CDC=Ed (dinamico SLU) alfa=0.0 (ecc. +)	partecipazione:1.00 per 1 CDC=Ggk (peso proprio della struttura)
			partecipazione:1.00 per 2 CDC=G1sk (permanente solai-coperture)
			partecipazione:1.00 per 3 CDC=G2pk (permanente pannelli n.c.d.)
			partecipazione:1.00 per 4 CDC=Qnk (carico da neve)
6	Edk	CDC=Ed (dinamico SLU) alfa=0.0 (ecc. -)	come precedente CDC sismico
7	Edk	CDC=Ed (dinamico SLU) alfa=90.00 (ecc. +)	come precedente CDC sismico
8	Edk	CDC=Ed (dinamico SLU) alfa=90.00 (ecc. -)	come precedente CDC sismico
9	Edk	CDC=Ed (dinamico SLD) alfa=0.0 (ecc. +)	come precedente CDC sismico
10	Edk	CDC=Ed (dinamico SLD) alfa=0.0 (ecc. -)	come precedente CDC sismico
11	Edk	CDC=Ed (dinamico SLD) alfa=90.00 (ecc. +)	come precedente CDC sismico
12	Edk	CDC=Ed (dinamico SLD) alfa=90.00 (ecc. -)	come precedente CDC sismico
13	Qvk	CDC=Qvk (carico da vento) Condizione 1	Pannello: 7 Azione : Pressione 26 daN/mq-QV:unif - Qx - Area
			Pannello: 8 Azione : Pressione 50 daN/mq-QV:unif - Qx - Area
			Pannello:da 9 a 11 Azione : Pressione 14 daN/mq-QV:unif - Qx - Pres.
			Pannello:da 12 a 14 Azione : Pressione -66 daN/mq-QV:unif - Qx - Pres.
14	Qvk	CDC=Qvk (carico da vento) Condizione 2	Pannello: 7 Azione : Pressione 26 daN/mq-QV:unif - Qx - Area
			Pannello: 8 Azione : Pressione 50 daN/mq-QV:unif - Qx - Area
			Pannello:da 9 a 11 Azione : Pressione -40 daN/mq-QV:unif - Qx - Pres.
			Pannello:da 12 a 14 Azione : Pressione -66 daN/mq-QV:unif - Qx - Pres.

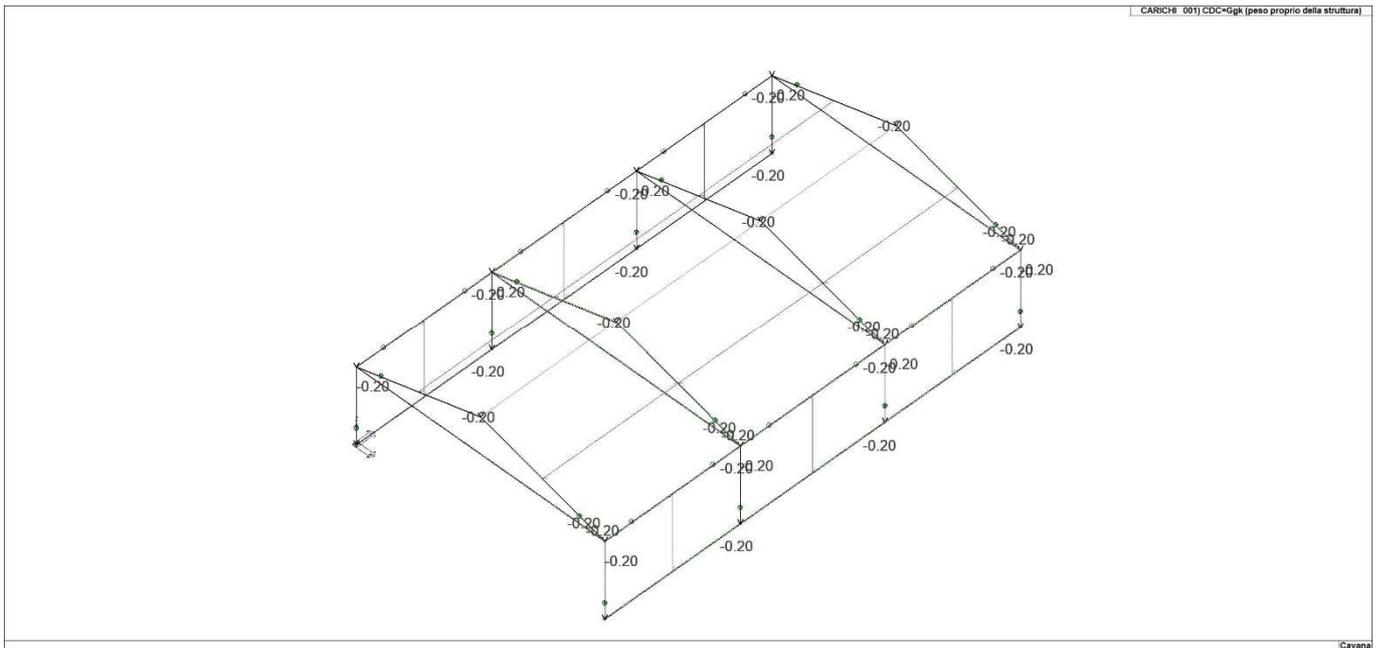


Figura 9 – Ggk (peso proprio della struttura)

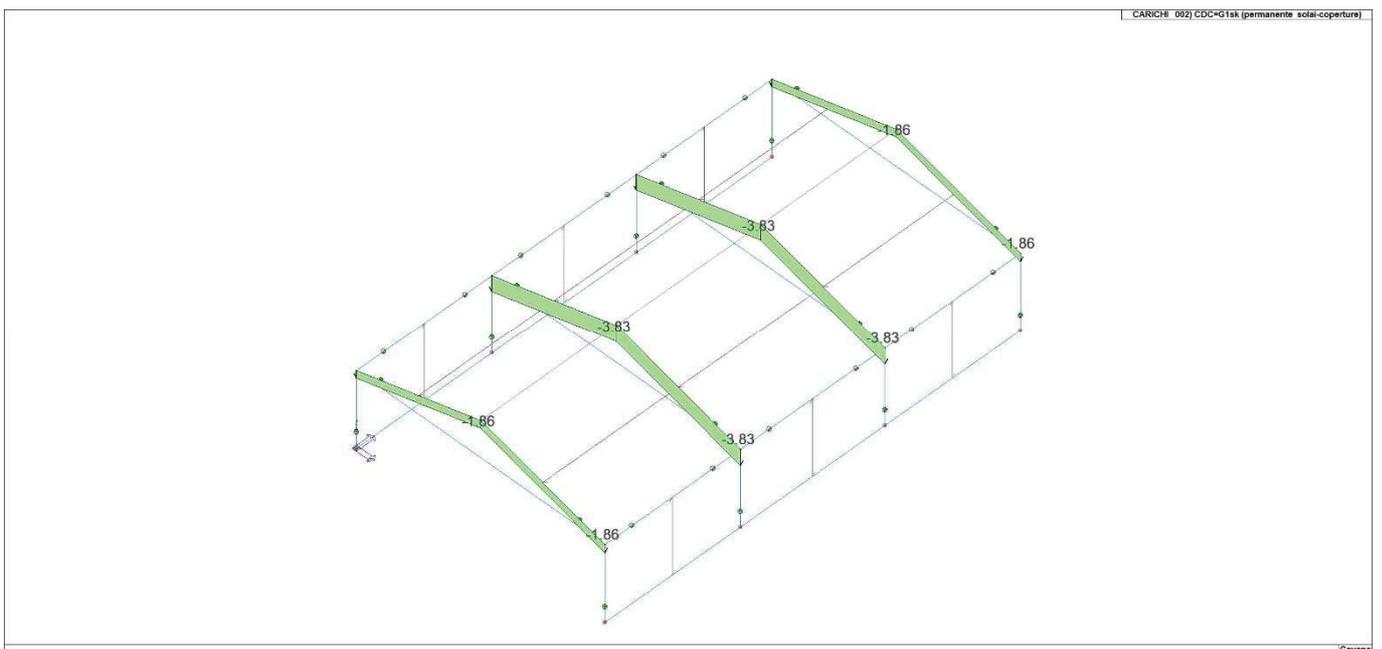


Figura 10 – G1sk (permanente solai-coperture)

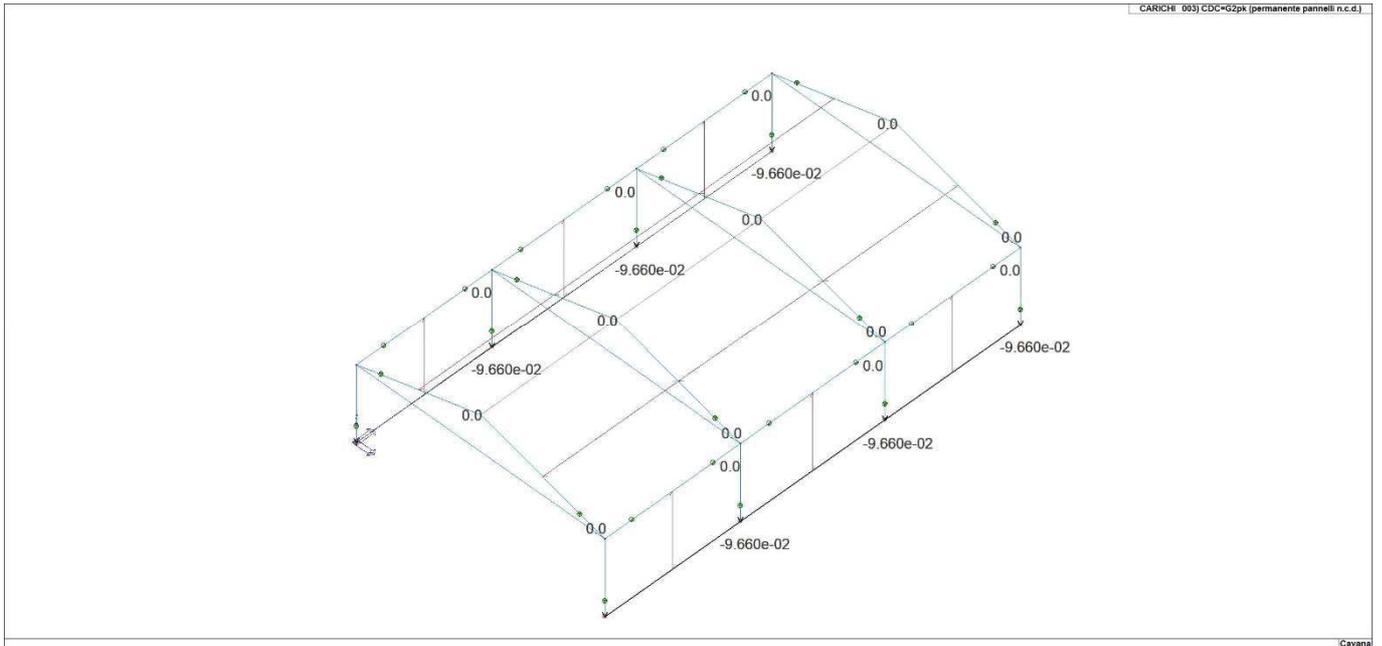


Figura 11 - G2pk (permanente pannelli n.c.d.)

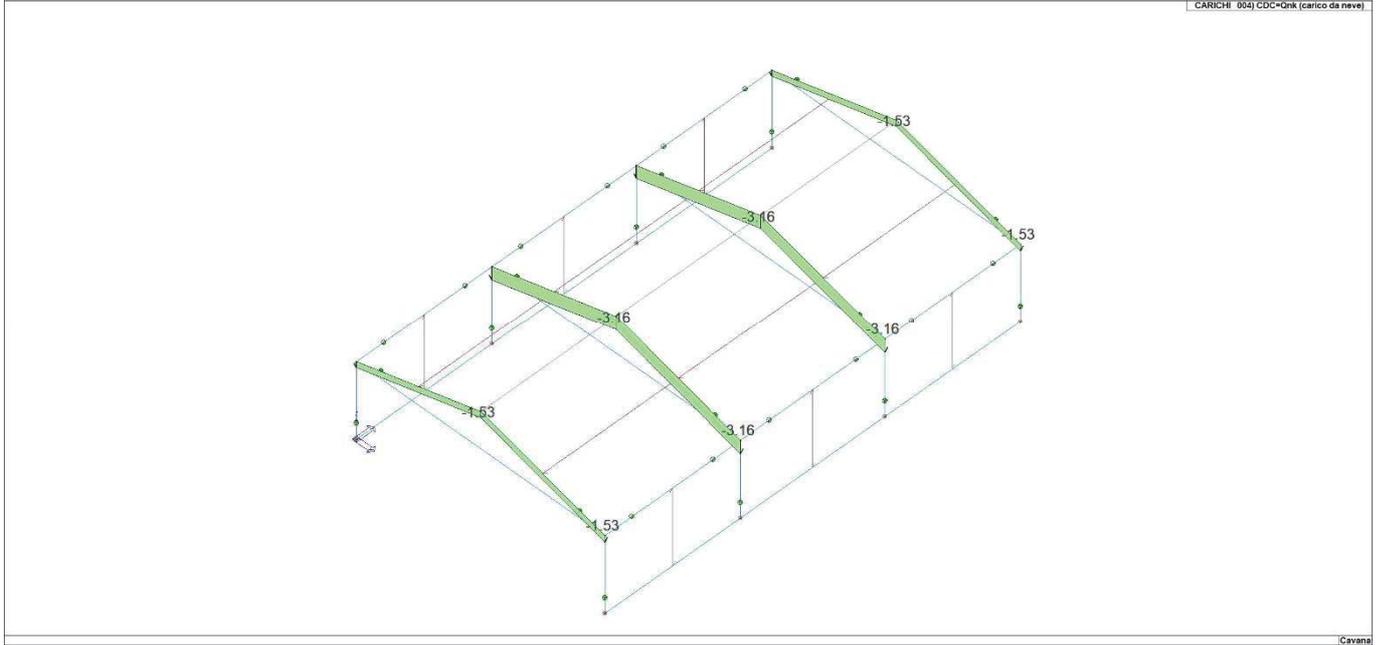


Figura 12 - Qnk (carico da neve)

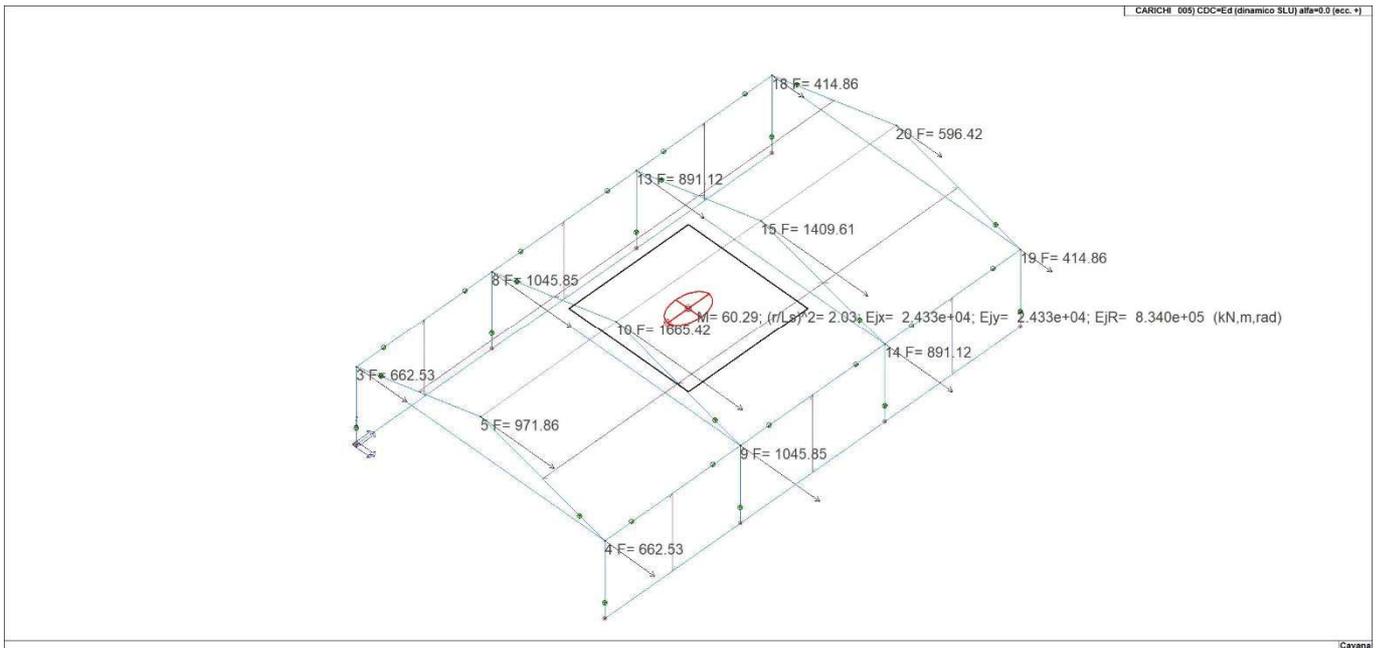


Figura 13 - Ed (dinamico SLU) alfa=0.0 (ecc. +)

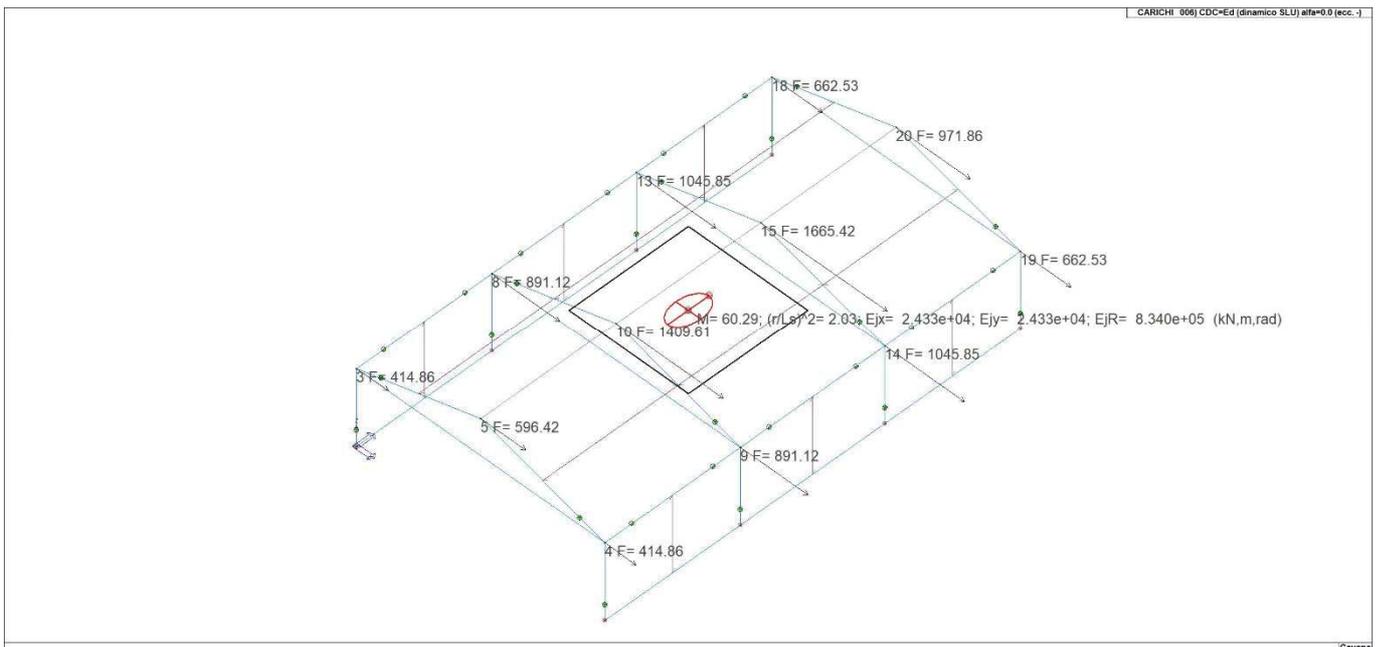


Figura 14 - Ed (dinamico SLU) alfa=0.0 (ecc. -)

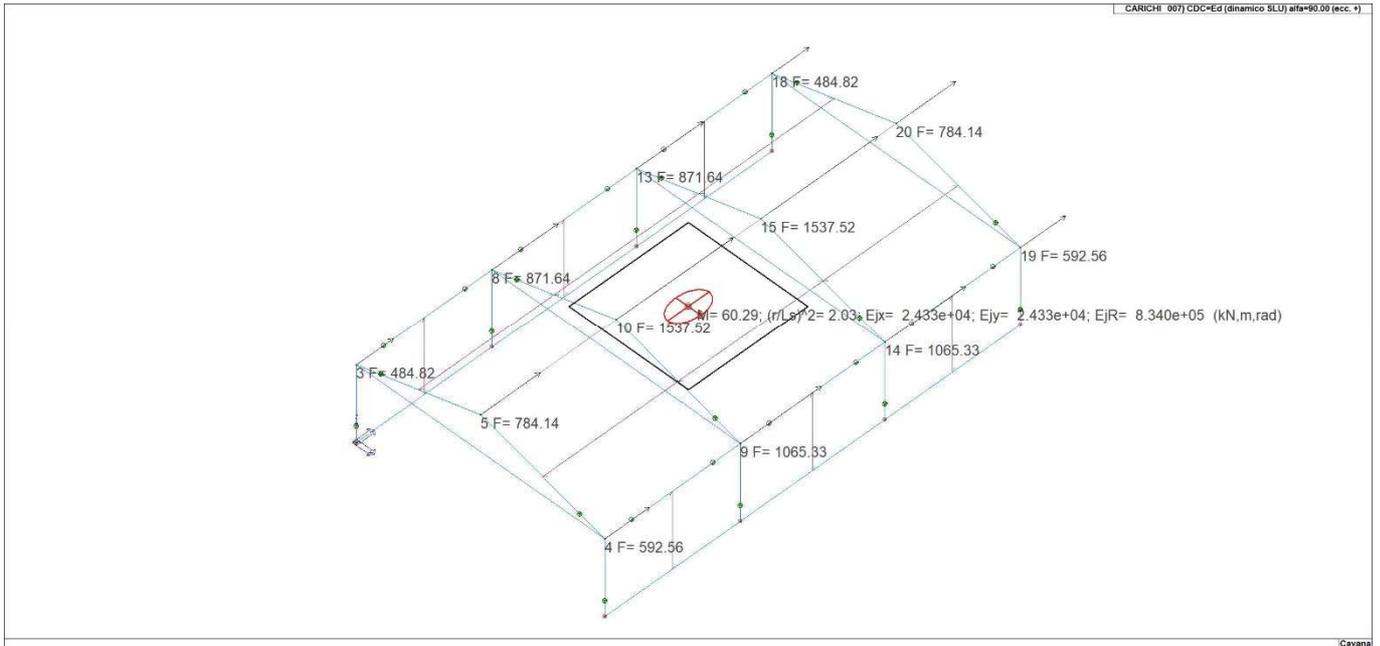


Figura 15 - Ed (dinamico SLU) alfa=90.00 (ecc. +)

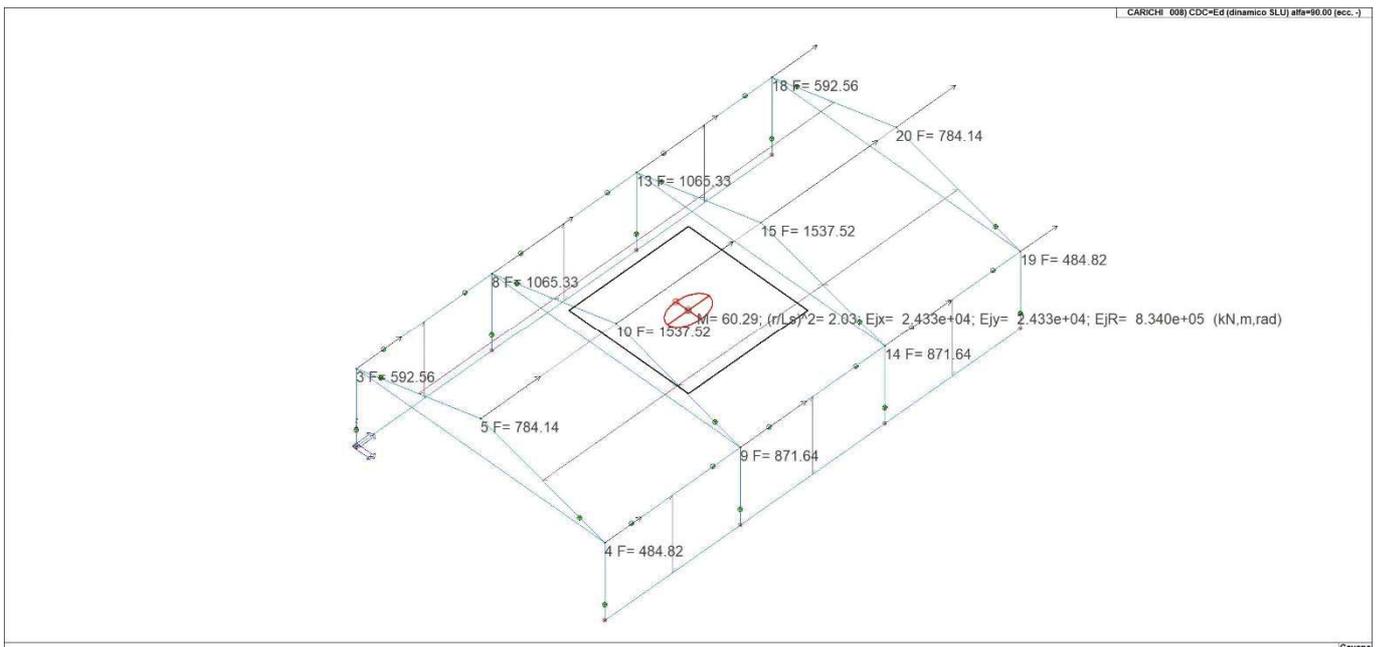


Figura 16 - Ed (dinamico SLU) alfa=90.00 (ecc. -)

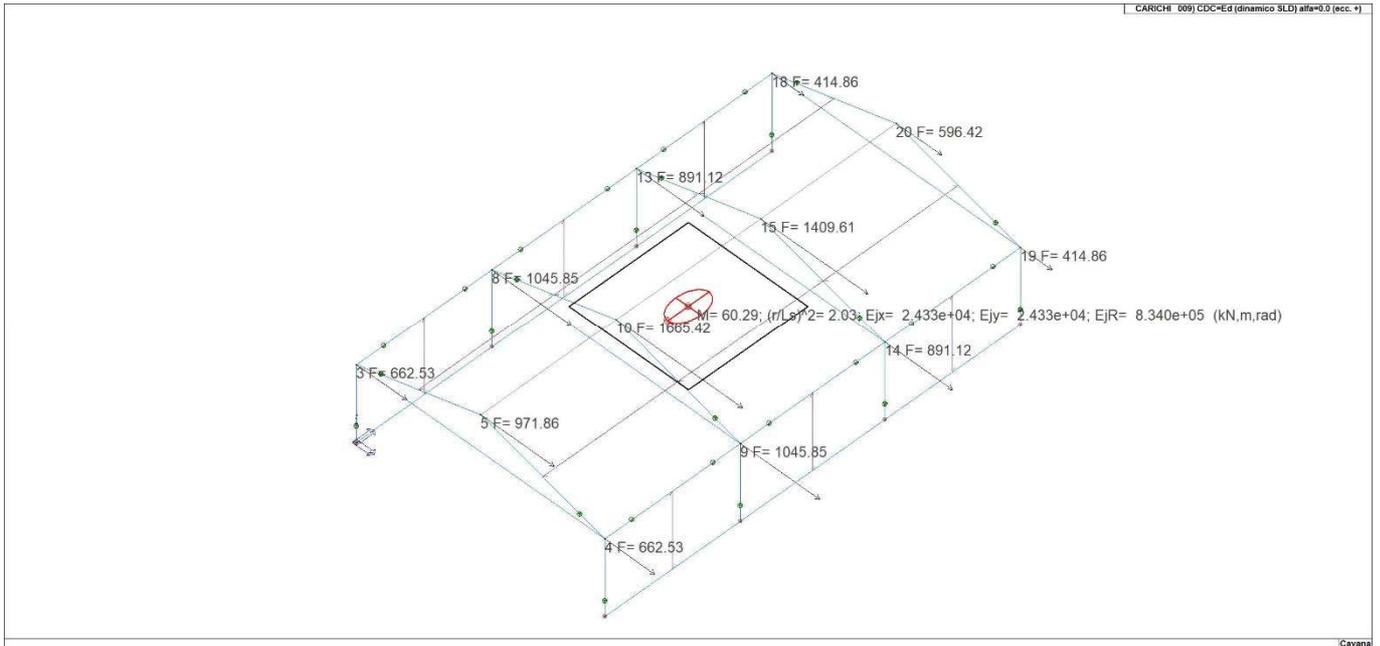


Figura 17 - Ed (dinamico SLD) alfa=0.0 (ecc. +)

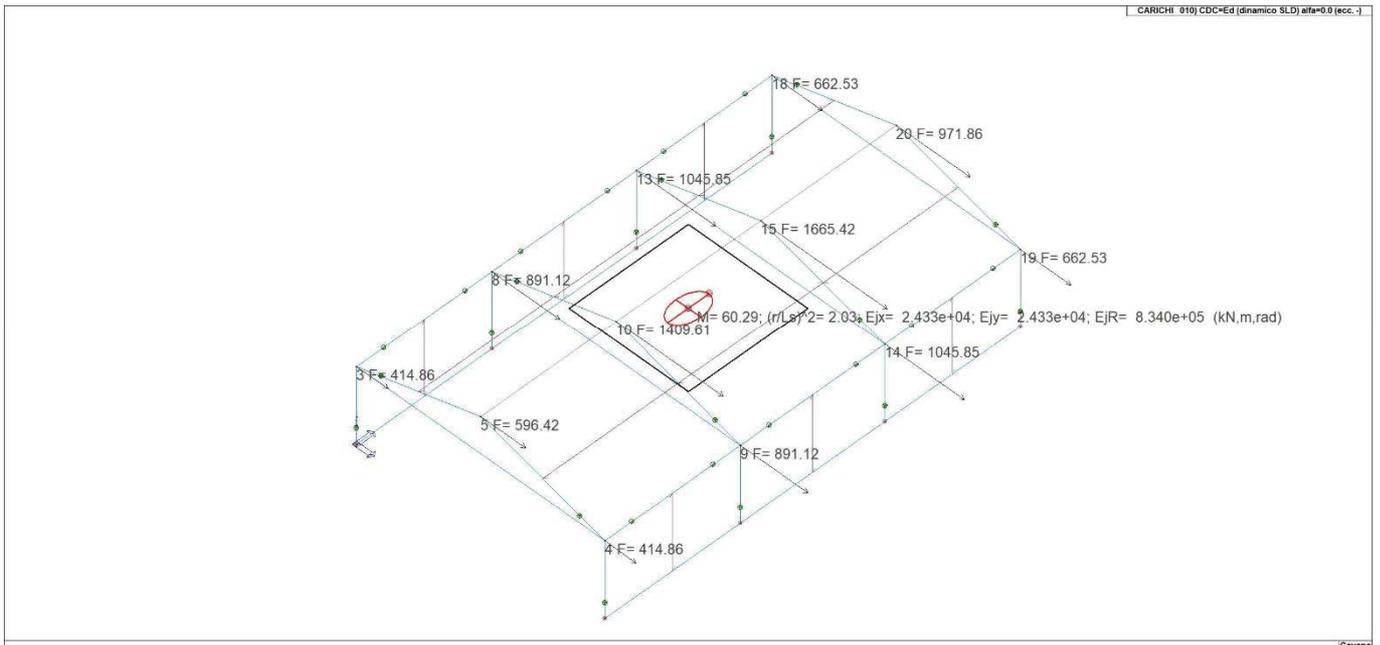


Figura 18 - Ed (dinamico SLD) alfa=0.0 (ecc. -)

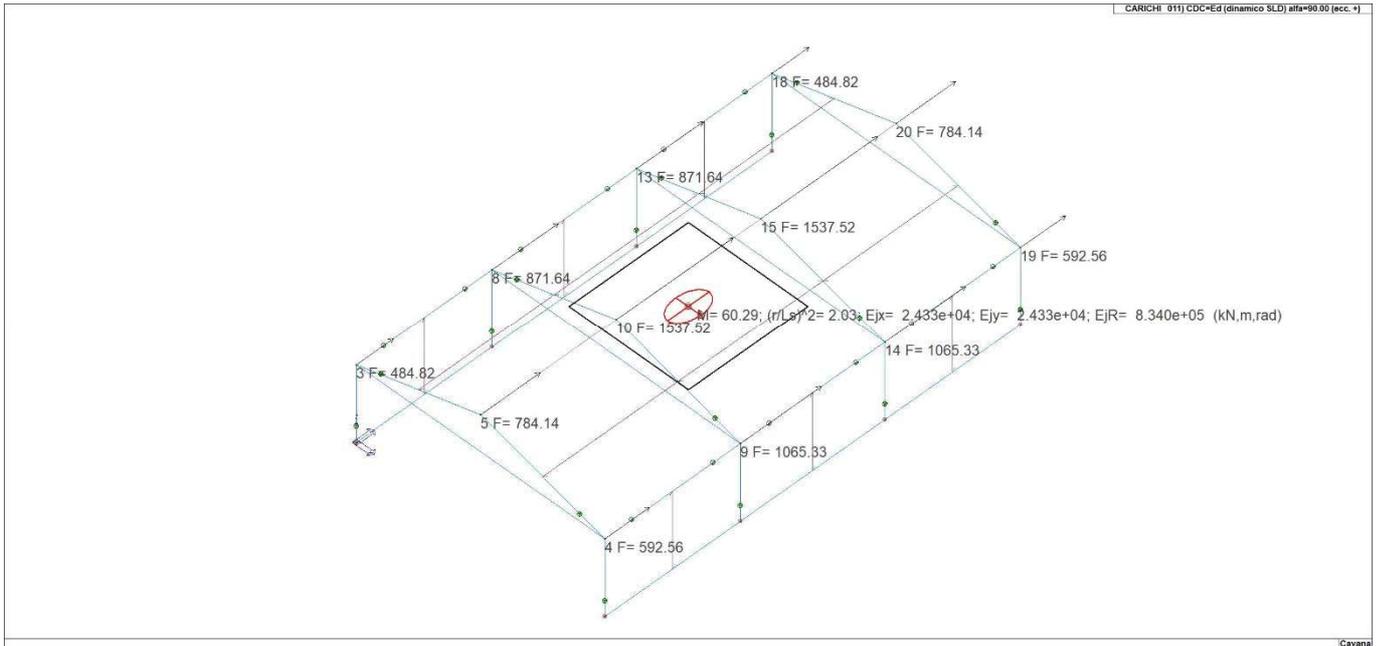


Figura 19 - Ed (dinamico SLD) alfa=90.00 (ecc. +)

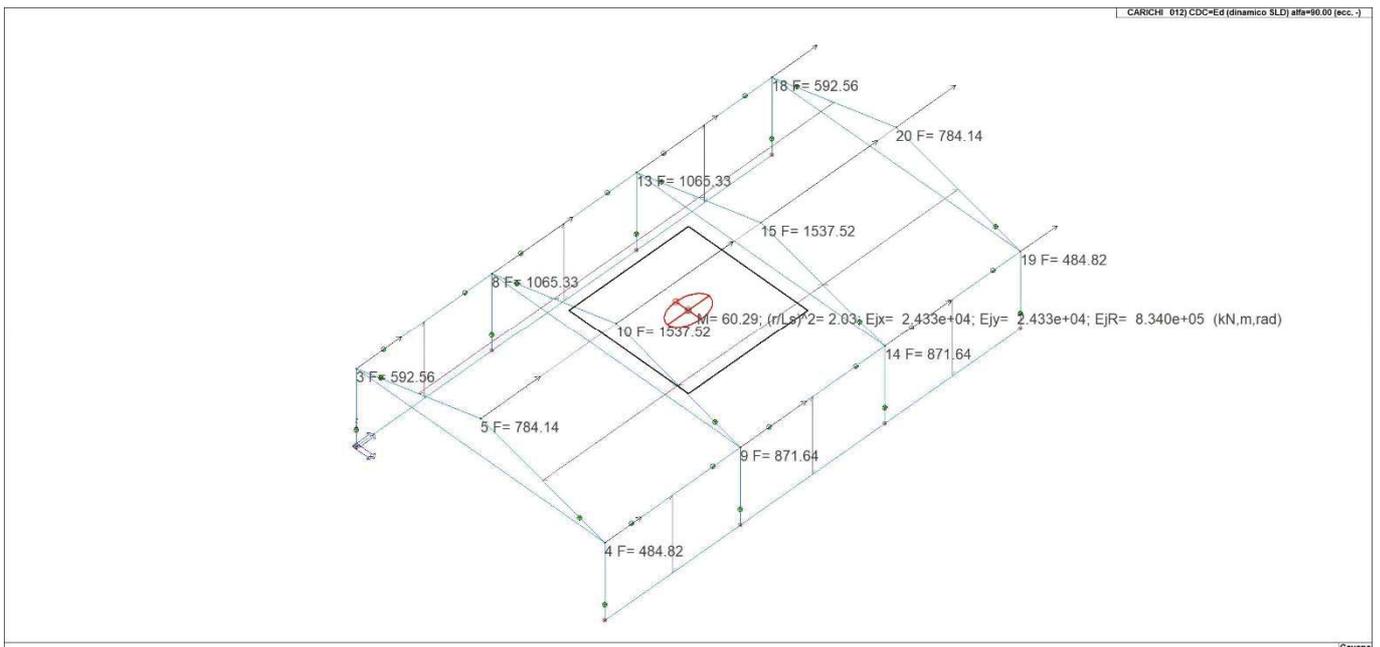


Figura 20 - Ed (dinamico SLD) alfa=90.00 (ecc. -)

DEFINIZIONE DELLE COMBINAZIONI
 LEGENDA TABELLA COMBINAZIONI DI CARICO

Il programma combina i diversi tipi di casi di carico (CDC) secondo le regole previste dalla normativa vigente.

Le combinazioni previste sono destinate al controllo di sicurezza della struttura ed alla verifica degli spostamenti e delle sollecitazioni.

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

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

Combinazione fondamentale SLU

$$\gamma G1 \cdot G1 + \gamma G2 \cdot G2 + \gamma P \cdot P + \gamma Q1 \cdot Qk1 + \gamma Q2 \cdot \psi02 \cdot Qk2 + \gamma Q3 \cdot \psi03 \cdot Qk3 + \dots$$

Combinazione caratteristica (rara) SLE

$$G1 + G2 + P + Qk1 + \psi02 \cdot Qk2 + \psi03 \cdot Qk3 + \dots$$

Combinazione frequente SLE

$$G1 + G2 + P + \psi11 \cdot Qk1 + \psi22 \cdot Qk2 + \psi23 \cdot Qk3 + \dots$$

Combinazione quasi permanente SLE

$$G1 + G2 + P + \psi21 \cdot Qk1 + \psi22 \cdot Qk2 + \psi23 \cdot Qk3 + \dots$$

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

$$E + G1 + G2 + P + \psi21 \cdot Qk1 + \psi22 \cdot Qk2 + \dots$$

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

$$G1 + G2 + Ad + P + \psi21 \cdot Qk1 + \psi22 \cdot Qk2 + \dots$$

Dove:

NTC 2018 Tabella 2.5.I

Destinazione d'uso/azione	$\psi0$	$\psi1$	$\psi2$
Categoria A residenziali	0,70	0,50	0,30
Categoria B uffici	0,70	0,50	0,30
Categoria C ambienti suscettibili di affollamento	0,70	0,70	0,60
Categoria D ambienti ad uso commerciale	0,70	0,70	0,60
Categoria E biblioteche, archivi, magazzini,...	1,00	0,90	0,80
Categoria F Rimesse e parcheggi (autoveicoli $\leq 30kN$)	0,70	0,70	0,60
Categoria G Rimesse e parcheggi (autoveicoli $> 30kN$)	0,70	0,50	0,30
Categoria H Coperture	0,00	0,00	0,00
Vento	0,60	0,20	0,00
Neve a quota ≤ 1000 m	0,50	0,20	0,00
Neve a quota > 1000 m	0,70	0,50	0,20
Variazioni Termiche	0,60	0,50	0,00

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

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

- per l'approccio 2 si definisce un'unica combinazione per le azioni, per la resistenza dei materiali e per la resistenza globale (con coefficienti A1).

NTC 2018 Tabella 2.6.I

		Coefficiente γ_f	EQU	A1	A2
<i>Carichi permanenti</i>	<i>Favorevoli</i>	γ_{G1}	0,9	1,0	1,0
	<i>Sfavorevoli</i>		1,1	1,3	1,0
<i>Carichi permanenti non strutturali</i> <i>(Non compiutamente definiti)</i>	<i>Favorevoli</i>	γ_{G2}	0,8	0,8	0,8
	<i>Sfavorevoli</i>		1,5	1,5	1,3
<i>Carichi variabili</i>	<i>Favorevoli</i>	γ_{Qi}	0,0	0,0	0,0
	<i>Sfavorevoli</i>		1,5	1,5	1,3

Cmb	Tipo	Sigla Id	effetto P-delta
1	SLU	Comb. SLU A1 1	
2	SLU	Comb. SLU A1 2	
3	SLU	Comb. SLU A1 3	
4	SLU	Comb. SLU A1 4	
5	SLU	Comb. SLU A1 5	
6	SLU	Comb. SLU A1 6	
7	SLU	Comb. SLU A1 7	
8	SLU	Comb. SLU A1 8	
9	SLU	Comb. SLU A1 9	
10	SLU	Comb. SLU A1 10	
11	SLU	Comb. SLU A1 11	
12	SLU	Comb. SLU A1 12	
13	SLU	Comb. SLU A1 13	
14	SLU	Comb. SLU A1 14	
15	SLU	Comb. SLU A1 15	
16	SLU	Comb. SLU A1 16	
17	SLU	Comb. SLU A1 17	
18	SLU	Comb. SLU A1 18	
19	SLU	Comb. SLU A1 19	
20	SLU	Comb. SLU A1 20	
21	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 21	
22	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 22	
23	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 23	
24	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 24	
25	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 25	
26	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 26	
27	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 27	
28	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 28	
29	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 29	
30	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 30	
31	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 31	
32	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 32	
33	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 33	
34	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 34	
35	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 35	
36	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 36	
37	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 37	
38	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 38	
39	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 39	
40	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 40	
41	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 41	
42	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 42	
43	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 43	
44	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 44	
45	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 45	
46	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 46	
47	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 47	
48	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 48	
49	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 49	
50	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 50	
51	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 51	
52	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 52	
53	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 53	
54	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 54	
55	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 55	
56	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 56	
57	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 57	
58	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 58	
59	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 59	

Cmb	Tipo	Sigla Id	effetto P-delta
60	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 60	
61	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 61	
62	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 62	
63	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 63	
64	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 64	
65	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 65	
66	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 66	
67	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 67	
68	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 68	
69	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 69	
70	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 70	
71	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 71	
72	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 72	
73	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 73	
74	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 74	
75	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 75	
76	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 76	
77	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 77	
78	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 78	
79	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 79	
80	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 80	
81	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 81	
82	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 82	
83	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 83	
84	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 84	
85	SLE(r)	Comb. SLE(rara) 85	
86	SLE(r)	Comb. SLE(rara) 86	
87	SLE(r)	Comb. SLE(rara) 87	
88	SLE(r)	Comb. SLE(rara) 88	
89	SLE(r)	Comb. SLE(rara) 89	
90	SLE(r)	Comb. SLE(rara) 90	
91	SLE(r)	Comb. SLE(rara) 91	
92	SLE(r)	Comb. SLE(rara) 92	
93	SLE(r)	Comb. SLE(rara) 93	
94	SLE(r)	Comb. SLE(rara) 94	
95	SLE(f)	Comb. SLE(freq.) 95	
96	SLE(f)	Comb. SLE(freq.) 96	
97	SLE(f)	Comb. SLE(freq.) 97	
98	SLE(f)	Comb. SLE(freq.) 98	
99	SLE(p)	Comb. SLE(perm.) 99	

Cmb	CDC 1/15...	CDC 2/16...	CDC 3/17...	CDC 4/18...	CDC 5/19...	CDC 6/20...	CDC 7/21...	CDC 8/22...	CDC 9/23...	CDC 10/24...	CDC 11/25...	CDC 12/26...	CDC 13/27...	CDC 14/28...
1	1.30	1.30	1.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	1.00	1.00	0.80	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3	1.30	1.30	1.50	1.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
4	1.00	1.00	0.80	1.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
5	1.30	1.30	1.50	0.75	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
6	1.00	1.00	0.80	0.75	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
7	1.30	1.30	1.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.90	0.0
8	1.00	1.00	0.80	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.90	0.0
9	1.30	1.30	1.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.50	0.0
10	1.00	1.00	0.80	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.50	0.0
11	1.30	1.30	1.50	1.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.90	0.0
12	1.00	1.00	0.80	1.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.90	0.0
13	1.30	1.30	1.50	0.75	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.50	0.0
14	1.00	1.00	0.80	0.75	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.50	0.0
15	1.30	1.30	1.50	0.75	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.90	0.0
16	1.00	1.00	0.80	0.75	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.90	0.0
17	1.30	1.30	1.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.90
18	1.00	1.00	0.80	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.90
19	1.30	1.30	1.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.50
20	1.00	1.00	0.80	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.50
21	1.00	1.00	1.00	0.0	-1.00	0.0	-0.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
22	1.00	1.00	1.00	0.0	-1.00	0.0	0.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
23	1.00	1.00	1.00	0.0	1.00	0.0	-0.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
24	1.00	1.00	1.00	0.0	1.00	0.0	0.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
25	1.00	1.00	1.00	0.0	-1.00	0.0	0.0	-0.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
26	1.00	1.00	1.00	0.0	-1.00	0.0	0.0	0.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
27	1.00	1.00	1.00	0.0	1.00	0.0	0.0	-0.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
28	1.00	1.00	1.00	0.0	1.00	0.0	0.0	0.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
29	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	-1.00	-0.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Cmb	CDC 1/15...	CDC 2/16...	CDC 3/17...	CDC 4/18...	CDC 5/19...	CDC 6/20...	CDC 7/21...	CDC 8/22...	CDC 9/23...	CDC 10/24...	CDC 11/25...	CDC 12/26...	CDC 13/27...	CDC 14/28...
30	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	-1.00	0.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
31	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	1.00	-0.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
32	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	1.00	0.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
33	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	-1.00	0.0	-0.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
34	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	-1.00	0.0	0.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
35	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	1.00	0.0	-0.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
36	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	1.00	0.0	0.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
37	1.00	1.00	1.00	0.0	-0.30	0.0	-1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
38	1.00	1.00	1.00	0.0	-0.30	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
39	1.00	1.00	1.00	0.0	0.30	0.0	-1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
40	1.00	1.00	1.00	0.0	0.30	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
41	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	-0.30	-1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
42	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	-0.30	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
43	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.30	-1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
44	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.30	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
45	1.00	1.00	1.00	0.0	-0.30	0.0	0.0	-1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
46	1.00	1.00	1.00	0.0	-0.30	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
47	1.00	1.00	1.00	0.0	0.30	0.0	0.0	-1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
48	1.00	1.00	1.00	0.0	0.30	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
49	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	-0.30	0.0	-1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
50	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	-0.30	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
51	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.30	0.0	-1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
52	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.30	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
53	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-1.00	0.0	-0.30	0.0	0.0	0.0
54	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-1.00	0.0	0.30	0.0	0.0	0.0
55	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	-0.30	0.0	0.0	0.0
56	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	0.30	0.0	0.0	0.0
57	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-1.00	0.0	0.0	-0.30	0.0	0.0
58	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-1.00	0.0	0.0	0.30	0.0	0.0
59	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0	-0.30	0.0	0.0
60	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0	0.30	0.0	0.0
61	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-1.00	-0.30	0.0	0.0	0.0
62	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-1.00	0.30	0.0	0.0	0.0
63	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	-0.30	0.0	0.0	0.0
64	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.30	0.0	0.0	0.0
65	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-1.00	0.0	-0.30	0.0	0.0
66	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-1.00	0.0	0.30	0.0	0.0
67	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	-0.30	0.0	0.0
68	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	0.30	0.0	0.0
69	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.30	0.0	-1.00	0.0	0.0	0.0
70	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.30	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0
71	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.30	0.0	-1.00	0.0	0.0	0.0
72	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.30	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0
73	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.30	-1.00	0.0	0.0	0.0
74	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.30	1.00	0.0	0.0	0.0
75	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.30	-1.00	0.0	0.0	0.0
76	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.30	1.00	0.0	0.0	0.0
77	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.30	0.0	0.0	-1.00	0.0	0.0
78	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.30	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0
79	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.30	0.0	0.0	-1.00	0.0	0.0
80	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.30	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0
81	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.30	0.0	-1.00	0.0	0.0
82	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.30	0.0	1.00	0.0	0.0
83	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.30	0.0	-1.00	0.0	0.0
84	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.30	0.0	1.00	0.0	0.0
85	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
86	1.00	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
87	1.00	1.00	1.00	0.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
88	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.60	0.0
89	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0
90	1.00	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.60	0.0
91	1.00	1.00	1.00	0.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0
92	1.00	1.00	1.00	0.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.60	0.0
93	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.60
94	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00
95	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
96	1.00	1.00	1.00	0.20	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
97	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.20	0.0
98	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.20
99	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

AZIONE SISMICA
VALUTAZIONE DELL' AZIONE SISMICA

L'azione sismica sulle costruzioni è valutata a partire dalla "pericolosità sismica di base", in condizioni ideali di sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale.

Allo stato attuale, la pericolosità sismica su reticolo di riferimento nell'intervallo di riferimento è fornita dai dati pubblicati sul sito <http://esse1.mi.ingv.it/>. Per punti non coincidenti con il reticolo di riferimento e periodi di ritorno non contemplati direttamente si opera come indicato nell' allegato alle NTC (rispettivamente media pesata e interpolazione).

L' azione sismica viene definita in relazione ad un periodo di riferimento V_r che si ricava, per ciascun tipo di costruzione, moltiplicandone la vita nominale per il coefficiente d'uso (vedi tabella Parametri della struttura). Fissato il periodo di riferimento V_r e la probabilità di superamento P_{ver} associata a ciascuno degli stati limite considerati, si ottiene il periodo di ritorno T_r e i relativi parametri di pericolosità sismica (vedi tabella successiva):

ag: accelerazione orizzontale massima del terreno;

Fo: valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;

T*c: periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale;

Parametri della struttura					
Classe d'uso	Vita V_n [anni]	Coeff. Uso	Periodo V_r [anni]	Tipo di suolo	Categoria topografica
II	50.0	1.0	50.0	C	T1

Individuati su reticolo di riferimento i parametri di pericolosità sismica si valutano i parametri spettrali riportati in tabella:

S è il coefficiente che tiene conto della categoria di sottosuolo e delle condizioni topografiche mediante la relazione seguente $S = S_s * S_t$ (3.2.3)

Fo è il fattore che quantifica l'amplificazione spettrale massima, su sito di riferimento rigido orizzontale

Fv è il fattore che quantifica l'amplificazione spettrale massima verticale, in termini di accelerazione orizzontale massima del terreno ag su sito di riferimento rigido orizzontale

Tb è il periodo corrispondente all'inizio del tratto dello spettro ad accelerazione costante.

Tc è il periodo corrispondente all'inizio del tratto dello spettro a velocità costante.

Td è il periodo corrispondente all'inizio del tratto dello spettro a spostamento costante.

Id nodo	Longitudine	Latitudine	Distanza
			Km
Loc.	11.876	45.407	
12964	11.855	45.374	4.006
12965	11.926	45.375	5.265
12743	11.925	45.425	4.302
12742	11.853	45.424	2.598

SL	P _{ver}	T _r	ag	Fo	T*c
		Anni	g		sec
SLO	81.0	30.0	0.030	2.510	0.210
SLD	63.0	50.0	0.037	2.540	0.250
SLV	10.0	475.0	0.083	2.640	0.340
SLC	5.0	975.0	0.106	2.610	0.350

SL	ag	S	Fo	Fv	Tb	Tc	Td
	g				sec	sec	sec
SLO	0.030	1.500	2.510	0.591	0.123	0.369	1.722

SL	ag	S	Fo	Fv	Tb	Tc	Td
SLD	0.037	1.500	2.540	0.657	0.138	0.415	1.747
SLV	0.083	1.500	2.640	1.024	0.170	0.510	1.930
SLC	0.106	1.500	2.610	1.148	0.173	0.520	2.025

RISULTATI ANALISI SISMICHE

LEGENDA TABELLA ANALISI SISMICHE

Il programma consente l'analisi di diverse configurazioni sismiche.

Sono previsti, infatti, i seguenti casi di carico:

9. Esk caso di carico sismico con analisi statica equivalente

10. Edk caso di carico sismico con analisi dinamica

Ciascun caso di carico è caratterizzato da un angolo di ingresso e da una configurazione di masse determinante la forza sismica complessiva (si rimanda al capitolo relativo ai casi di carico per chiarimenti inerenti questo aspetto).

Nella colonna Note, in funzione della norma in uso sono riportati i parametri fondamentali che caratterizzano l'azione sismica: in particolare possono essere presenti i seguenti valori:

Angolo di ingresso	Angolo di ingresso dell'azione sismica orizzontale
Fattore di importanza	Fattore di importanza dell'edificio, in base alla categoria di appartenenza
Zona sismica	Zona sismica
Accelerazione ag	Accelerazione orizzontale massima sul suolo
Categoria suolo	Categoria di profilo stratigrafico del suolo di fondazione
Fattore q	Fattore di struttura/di comportamento. Dipendente dalla tipologia strutturale
Fattore di sito S	Fattore dipendente dalla stratigrafia e dal profilo topografico
Classe di duttilità CD	Classe di duttilità della struttura – "A" duttilità alta, "B" duttilità bassa
Fattore riduz. SLD	Fattore di riduzione dello spettro elastico per lo stato limite di danno
Periodo proprio T1	Periodo proprio di vibrazione della struttura
Coefficiente Lambda	Coefficiente dipendente dal periodo proprio T1 e dal numero di piani della struttura
Ordinata spettro Sd(T1)	Valore delle ordinate dello spettro di progetto per lo stato limite ultimo, componente orizzontale (verticale Svd)
Ordinata spettro Se(T1)	Valore delle ordinate dello spettro elastico ridotta del fattore SLD per lo stato limite di danno, componente orizzontale (verticale Sve)
Ordinata spettro S (Tb-Tc)	Valore dell'ordinata dello spettro in uso nel tratto costante
numero di modi considerati	Numero di modi di vibrare della struttura considerati nell'analisi dinamica

Per ciascun caso di carico sismico viene riportato l'insieme di dati sotto riportati (le masse sono espresse in unità di forza):

analisi sismica statica equivalente:

quota, posizione del centro di applicazione e azione orizzontale risultante, posizione del baricentro delle rigidezze, rapporto r/L_s (per strutture a nucleo), indici di regolarità e/r secondo EC8 4.2.3.2 azione sismica complessiva

analisi sismica dinamica con spettro di risposta:

quota, posizione del centro di massa e massa risultante, posizione del baricentro delle rigidezze, rapporto r/L_s (per strutture a nucleo), indici di regolarità e/r secondo EC8 4.2.3.2 frequenza, periodo, accelerazione spettrale, massa eccitata nelle tre direzioni globali per tutti i modi massa complessiva ed aliquota di massa complessiva eccitata.

Per ciascuna combinazione sismica definita SLD o SLO viene riportato il livello di deformazione η_T (dr) degli elementi strutturali verticali. Per semplicità di consultazione il livello è espresso anche in unità $1000 \cdot \eta_T/h$ da confrontare direttamente con i valori forniti nella norma (es. 5 per edifici con tamponamenti collegati rigidamente alla struttura, 10.0 per edifici con tamponamenti collegati elasticamente, 3 per edifici in muratura ordinaria, 4 per edifici in muratura armata).

Qualora si applichi il D.M. 96 (vedi NOTA sul capitolo "normativa di riferimento") l'analisi sismica dinamica può essere comprensiva di sollecitazione verticale contemporanea a quella orizzontale, nel qual caso è effettuata una sovrapposizione degli effetti in ragione della radice dei quadrati degli effetti stessi. Per ciascuna combinazione sismica - analisi effettuate con il D.M. 96 (vedi NOTA sul capitolo "normativa di riferimento") - viene riportato il livello di deformazione η_T , η_P e η_D degli elementi strutturali verticali. Per semplicità di consultazione il livello è espresso in unità $1000 \cdot \eta_T/h$ da confrontare direttamente con il valore 2 o 4 per la verifica.

Per gli edifici sismicamente isolati si riportano di seguito le verifiche condotte sui dispositivi di isolamento. Le verifiche sono effettuate secondo la circolare 619/2009 del C.S.LL.PP nelle combinazioni in SLC come previsto dal DM 17-01-2018. Per ogni combinazione è riportato il codice di verifica ed i valori utilizzati per la verifica: spostamento dE , area ridotta e dimensione A_2 , azione verticale, deformazioni di taglio dell'elastomero e tensioni nell'acciaio.

Qualora si applichi l'Ordinanza 3274 e s.m.i. le verifiche sono eseguite in accordo con l'allegato 10.A.

In particolare la tabella, per ogni combinazione di calcolo, riporta:

Nodo	Nodo di appoggio dell' isolatore
Cmb	Combinazione oggetto della verifica
Verif.	Codice di verifica ok – verifica positiva , NV – verifica negativa, ND – verifica non completata
dE	Spostamento relativo tra le due facce (amplificato del 20% per Ordinanza 3274 e smi) combinato con la regola del 30%
Ang fi	Angolo utilizzato per il calcolo dell' area ridotta A_r (per dispositivi circolari)
V	Azione verticale agente
Ar	Area ridotta efficace
Dim A2	Dimensione utile per il calcolo della deformazione per rotazione
Sig s	Tensione nell' inserto in acciaio
Gam c(a,s,t)	Deformazioni di taglio dell' elastomero
Vcr	Carico critico per instabilità

Affinché la verifica sia positiva deve essere:

$$V > 0$$

$$\text{Sig } s < f_{yk}$$

$$\text{Gam } t < 5$$

$$\text{Gam } s < \text{Gam } * \text{ (caratteristica dell' elastomero)}$$

$$\text{Gam } s < 2$$

$$V < 0.5 V_{cr}$$

Con riferimento al **Documento di Affidabilità** “Test di validazione del software di calcolo PRO_SAP e dei moduli aggiuntivi PRO_SAP Modulo Geotecnico, PRO_CAD nodi acciaio e PRO_MST” - versione Maggio 2011, disponibile per il download sul sito www.2si.it, si segnalano i seguenti esempi applicativi:

Test N°	Titolo
23	DM 2008: SPETTRO
29	SISMICA 1000/H, SOMMA V, EFFETTO P- δ
30	ANALISI DI UN EDIFICIO CON ISOLATORI SISMICI
70	MASSE SISMICHE
75	PROGETTO DI ISOLATORI ELASTOMERICI
76	VERIFICA DI ISOLATORI ELASTOMERICI
77	VERIFICA DI ISOLATORI FRICTION PENDULUM

CDC	Tipo	Sigla Id	Note
5	Edk	CDC=Ed (dinamico SLU) alfa=0.0 (ecc. +)	
			categoria suolo: C
			fattore di sito S = 1.500
			ordinata spettro (tratto Tb-Tc) = 0.327 g
			angolo di ingresso:0.0
			eccentricità aggiuntiva: positiva
			periodo proprio T1: 0.514 sec.
			fattore q: 1.000
			fattore per spost. mu d: 1.000
			classe di duttilità CD: B
			numero di modi considerati: 18
			combinaz. modale: CQC

Quota	M Sismica x g	Pos. GX	Pos. GY	E agg. X-X	E agg. Y-Y	Pos. KX	Pos. KY	(r/Ls)^2	rapp. ex/rx	rapp. ey/ry
cm	daN	cm	cm	cm	cm	cm	cm			
340.00	4643.32	365.00	611.50	0.0	-61.15	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
230.00	6028.71	365.00	611.50	0.0	-61.15	365.00	611.50	2.028	0.0	0.0
Risulta	1.067e+04									

Modo	Frequenza	Periodo	Acc. Spettrale	M efficace X x g	%	M efficace Y x g	%	M efficace Z x g	%	Energia	Energia x v
	Hz	sec	g	daN		daN		daN			
1	1.163	0.860	0.194	0.0	0.0	4423.61	41.5	0.0	0.0	0.0	0.0
2	1.210	0.827	0.202	0.0	0.0	0.0	0.0	8.66e-06	0.0	0.0	0.0
3	1.625	0.616	0.271	0.0	0.0	1741.61	16.3	0.0	0.0	0.0	0.0
4	1.692	0.591	0.282	0.0	0.0	0.0	0.0	2.80e-05	0.0	0.0	0.0
5	1.946	0.514	0.325	4727.02	44.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
6	2.115	0.473	0.327	2540.51	23.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
7	2.471	0.405	0.327	2075.83	19.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
8	3.136	0.319	0.327	1328.64	12.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
9	3.803	0.263	0.327	1.16e-03	1.09e-05	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
10	4.053	0.247	0.327	0.0	0.0	4506.75	42.2	0.0	0.0	0.0	0.0
11	14.871	0.067	0.204	0.0	0.0	2.13e-03	2.00e-05	2203.50	20.6	0.0	0.0

Modo	Frequenza	Periodo	Acc. Spettrale	M efficace X x g	%	M efficace Y x g	%	M efficace Z x g	%	Energia	Energia x v
12	14.898	0.067	0.204	0.0	0.0	3.56e-03	3.34e-05	1330.28	12.5	0.0	0.0
13	20.756	0.048	0.181	0.0	0.0	0.01	1.08e-04	938.43	8.8	0.0	0.0
14	20.871	0.048	0.181	0.0	0.0	0.01	1.18e-04	884.83	8.3	0.0	0.0
15	53.723	0.019	0.146	0.0	0.0	2.62e-06	0.0	3446.81	32.3	0.0	0.0
16	54.210	0.018	0.146	0.03	2.45e-04	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
17	66.592	0.015	0.142	0.0	0.0	0.03	2.56e-04	14.61	0.1	0.0	0.0
18	72.411	0.014	0.140	0.0	0.0	1.40e-04	1.31e-06	1849.76	17.3	0.0	0.0
Risulta				1.067e+04		1.067e+04		1.067e+04			
In percentuale				100.00		100.00		99.96			

CDC	Tipo	Sigla Id	Note
6	Edk	CDC=Ed (dinamico SLU) alfa=0.0 (ecc. -)	
			categoria suolo: C
			fattore di sito S = 1.500
			ordinata spettro (tratto Tb-Tc) = 0.327 g
			angolo di ingresso:0.0
			eccentricità aggiuntiva: negativa
			periodo proprio T1: 0.514 sec.
			fattore q: 1.000
			fattore per spost. mu d: 1.000
			classe di duttilità CD: B
			numero di modi considerati: 18
			combinaz. modale: CQC

Quota	M Sismica x g	Pos. GX	Pos. GY	E agg. X-X	E agg. Y-Y	Pos. KX	Pos. KY	(r/Ls)^2	rapp. ex/rx	rapp. ey/ry
cm	daN	cm	cm	cm	cm	cm	cm			
340.00	4643.32	365.00	611.50	0.0	61.15	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
230.00	6028.71	365.00	611.50	0.0	61.15	365.00	611.50	2.028	0.0	0.0
Risulta	1.067e+04									

Modo	Frequenza	Periodo	Acc. Spettrale	M efficace X x g	%	M efficace Y x g	%	M efficace Z x g	%	Energia	Energia x v
	Hz	sec	g	daN		daN		daN			
1	1.163	0.860	0.194	0.0	0.0	4423.61	41.5	0.0	0.0	0.0	0.0
2	1.210	0.827	0.202	0.0	0.0	0.0	0.0	8.66e-06	0.0	0.0	0.0
3	1.625	0.616	0.271	0.0	0.0	1741.61	16.3	0.0	0.0	0.0	0.0
4	1.692	0.591	0.282	0.0	0.0	0.0	0.0	2.80e-05	0.0	0.0	0.0
5	1.946	0.514	0.325	4727.02	44.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
6	2.115	0.473	0.327	2540.51	23.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
7	2.471	0.405	0.327	2075.83	19.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
8	3.136	0.319	0.327	1328.64	12.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
9	3.803	0.263	0.327	1.16e-03	1.09e-05	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
10	4.053	0.247	0.327	0.0	0.0	4506.75	42.2	0.0	0.0	0.0	0.0
11	14.871	0.067	0.204	0.0	0.0	2.13e-03	2.00e-05	2203.50	20.6	0.0	0.0
12	14.898	0.067	0.204	0.0	0.0	3.56e-03	3.34e-05	1330.28	12.5	0.0	0.0
13	20.756	0.048	0.181	0.0	0.0	0.01	1.08e-04	938.43	8.8	0.0	0.0
14	20.871	0.048	0.181	0.0	0.0	0.01	1.18e-04	884.83	8.3	0.0	0.0
15	53.723	0.019	0.146	0.0	0.0	2.62e-06	0.0	3446.81	32.3	0.0	0.0
16	54.210	0.018	0.146	0.03	2.45e-04	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
17	66.592	0.015	0.142	0.0	0.0	0.03	2.56e-04	14.61	0.1	0.0	0.0
18	72.411	0.014	0.140	0.0	0.0	1.40e-04	1.31e-06	1849.76	17.3	0.0	0.0
Risulta				1.067e+04		1.067e+04		1.067e+04			
In percentuale				100.00		100.00		99.96			

CDC	Tipo	Sigla Id	Note
7	Edk	CDC=Ed (dinamico SLU) alfa=90.00 (ecc. +)	
			categoria suolo: C
			fattore di sito S = 1.500
			ordinata spettro (tratto Tb-Tc) = 0.327 g
			angolo di ingresso:90.00
			eccentricità aggiuntiva: positiva
			periodo proprio T1: 0.860 sec.
			fattore q: 1.000

CDC	Tipo	Sigla Id	Note
			fattore per spost. mu d: 1.000
			classe di duttilità CD: B
			numero di modi considerati: 18
			combinaz. modale: CQC

Quota	M Sismica x g	Pos. GX	Pos. GY	E agg. X-X	E agg. Y-Y	Pos. KX	Pos. KY	(r/Ls)^2	rapp. ex/rx	rapp. ey/ry
cm	daN	cm	cm	cm	cm	cm	cm			
340.00	4643.32	365.00	611.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
230.00	6028.71	365.00	611.50	36.50	0.0	365.00	611.50	2.028	0.0	0.0
Risulta	1.067e+04									

Modo	Frequenza	Periodo	Acc. Spettrale	M efficace X x g	%	M efficace Y x g	%	M efficace Z x g	%	Energia	Energia x v
	Hz	sec	g	daN		daN		daN			
1	1.163	0.860	0.194	0.0	0.0	4424.66	41.5	0.0	0.0	0.0	0.0
2	1.210	0.827	0.202	0.0	0.0	0.0	0.0	8.66e-06	0.0	0.0	0.0
3	1.625	0.616	0.271	0.0	0.0	1743.25	16.3	0.0	0.0	0.0	0.0
4	1.692	0.591	0.282	0.0	0.0	0.0	0.0	2.80e-05	0.0	0.0	0.0
5	2.008	0.498	0.327	7251.64	67.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
6	2.053	0.487	0.327	0.0	0.0	2.93e-06	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
7	2.745	0.364	0.327	3420.36	32.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
8	2.750	0.364	0.327	0.0	0.0	4.55e-04	4.26e-06	0.0	0.0	0.0	0.0
9	3.711	0.269	0.327	0.0	0.0	1222.69	11.5	0.0	0.0	0.0	0.0
10	4.175	0.240	0.327	0.0	0.0	3281.38	30.7	0.0	0.0	0.0	0.0
11	14.881	0.067	0.204	0.0	0.0	0.0	0.0	3533.79	33.1	0.0	0.0
12	19.319	0.052	0.186	0.0	0.0	0.03	3.04e-04	0.0	0.0	0.0	0.0
13	20.811	0.048	0.181	0.0	0.0	0.0	0.0	1823.34	17.1	0.0	0.0
14	51.259	0.020	0.147	0.02	1.69e-04	0.0	0.0	2.57e-06	0.0	0.0	0.0
15	53.727	0.019	0.146	0.0	0.0	0.0	0.0	3447.17	32.3	0.0	0.0
16	68.915	0.015	0.141	9.50e-03	8.91e-05	0.0	0.0	1.23e-04	1.15e-06	0.0	0.0
17	72.372	0.014	0.140	0.0	0.0	0.0	0.0	1864.06	17.5	0.0	0.0
18	108.578	0.009	0.135	6.52e-04	6.11e-06	0.0	0.0	1.18e-05	0.0	0.0	0.0
Risulta				1.067e+04		1.067e+04		1.067e+04			
In percentuale				100.00		100.00		99.97			

CDC	Tipo	Sigla Id	Note
8	Edk	CDC=Ed (dinamico SLU) alfa=90.00 (ecc. -)	
			categoria suolo: C
			fattore di sito S = 1.500
			ordinata spettro (tratto Tb-Tc) = 0.327 g
			angolo di ingresso:90.00
			eccentricità aggiuntiva: negativa
			periodo proprio T1: 0.860 sec.
			fattore q: 1.000
			fattore per spost. mu d: 1.000
			classe di duttilità CD: B
			numero di modi considerati: 18
			combinaz. modale: CQC

Quota	M Sismica x g	Pos. GX	Pos. GY	E agg. X-X	E agg. Y-Y	Pos. KX	Pos. KY	(r/Ls)^2	rapp. ex/rx	rapp. ey/ry
cm	daN	cm	cm	cm	cm	cm	cm			
340.00	4643.32	365.00	611.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
230.00	6028.71	365.00	611.50	-36.50	0.0	365.00	611.50	2.028	0.0	0.0
Risulta	1.067e+04									

Modo	Frequenza	Periodo	Acc. Spettrale	M efficace X x g	%	M efficace Y x g	%	M efficace Z x g	%	Energia	Energia x v
	Hz	sec	g	daN		daN		daN			
1	1.163	0.860	0.194	0.0	0.0	4424.66	41.5	0.0	0.0	0.0	0.0
2	1.210	0.827	0.202	0.0	0.0	0.0	0.0	8.66e-06	0.0	0.0	0.0
3	1.625	0.616	0.271	0.0	0.0	1743.25	16.3	0.0	0.0	0.0	0.0
4	1.692	0.591	0.282	0.0	0.0	0.0	0.0	2.80e-05	0.0	0.0	0.0
5	2.008	0.498	0.327	7251.64	67.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Modo	Frequenza	Periodo	Acc. Spettrale	M efficace X x g	%	M efficace Y x g	%	M efficace Z x g	%	Energia	Energia x v
6	2.053	0.487	0.327	0.0	0.0	2.92e-06	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
7	2.745	0.364	0.327	3420.36	32.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
8	2.750	0.364	0.327	0.0	0.0	4.54e-04	4.26e-06	0.0	0.0	0.0	0.0
9	3.711	0.269	0.327	0.0	0.0	1222.69	11.5	0.0	0.0	0.0	0.0
10	4.175	0.240	0.327	0.0	0.0	3281.38	30.7	0.0	0.0	0.0	0.0
11	14.881	0.067	0.204	0.0	0.0	0.0	0.0	3533.79	33.1	0.0	0.0
12	19.319	0.052	0.186	0.0	0.0	0.03	3.04e-04	0.0	0.0	0.0	0.0
13	20.811	0.048	0.181	0.0	0.0	0.0	0.0	1823.34	17.1	0.0	0.0
14	51.259	0.020	0.147	0.02	1.69e-04	0.0	0.0	2.57e-06	0.0	0.0	0.0
15	53.727	0.019	0.146	0.0	0.0	0.0	0.0	3447.17	32.3	0.0	0.0
16	68.915	0.015	0.141	9.50e-03	8.91e-05	0.0	0.0	1.23e-04	1.15e-06	0.0	0.0
17	72.372	0.014	0.140	0.0	0.0	0.0	0.0	1864.06	17.5	0.0	0.0
18	108.578	0.009	0.135	6.52e-04	6.11e-06	0.0	0.0	1.18e-05	0.0	0.0	0.0
Risulta				1.067e+04		1.067e+04		1.067e+04			
In percentuale				100.00		100.00		99.97			

CDC	Tipo	Sigla Id	Note
9	Edk	CDC=Ed (dinamico SLD) alfa=0.0 (ecc. +)	
			categoria suolo: C
			fattore di sito S = 1.500
			ordinata spettro (tratto Tb-Tc) = 0.140 g
			angolo di ingresso:0.0
			eccentricità aggiuntiva: positiva
			periodo proprio T1: 0.514 sec.
			numero di modi considerati: 18
			combinaz. modale: CQC

Quota	M Sismica x g	Pos. GX	Pos. GY	E agg. X-X	E agg. Y-Y	Pos. KX	Pos. KY	(r/Ls)^2	rapp. ex/rx	rapp. ey/ry
cm	daN	cm	cm	cm	cm	cm	cm			
340.00	4643.32	365.00	611.50	0.0	-61.15	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
230.00	6028.71	365.00	611.50	0.0	-61.15	365.00	611.50	2.028	0.0	0.0
Risulta	1.067e+04									

Modo	Frequenza	Periodo	Acc. Spettrale	M efficace X x g	%	M efficace Y x g	%	M efficace Z x g	%	Energia	Energia x v
	Hz	sec	g	daN		daN		daN			
1	1.163	0.860	0.068	0.0	0.0	4423.61	41.5	0.0	0.0	0.0	0.0
2	1.210	0.827	0.070	0.0	0.0	0.0	0.0	8.66e-06	0.0	0.0	0.0
3	1.625	0.616	0.094	0.0	0.0	1741.61	16.3	0.0	0.0	0.0	0.0
4	1.692	0.591	0.098	0.0	0.0	0.0	0.0	2.80e-05	0.0	0.0	0.0
5	1.946	0.514	0.113	4727.02	44.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
6	2.115	0.473	0.123	2540.51	23.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
7	2.471	0.405	0.140	2075.83	19.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
8	3.136	0.319	0.140	1328.64	12.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
9	3.803	0.263	0.140	1.16e-03	1.09e-05	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
10	4.053	0.247	0.140	0.0	0.0	4506.75	42.2	0.0	0.0	0.0	0.0
11	14.871	0.067	0.096	0.0	0.0	2.13e-03	2.00e-05	2203.50	20.6	0.0	0.0
12	14.898	0.067	0.096	0.0	0.0	3.56e-03	3.34e-05	1330.28	12.5	0.0	0.0
13	20.756	0.048	0.085	0.0	0.0	0.01	1.08e-04	938.43	8.8	0.0	0.0
14	20.871	0.048	0.084	0.0	0.0	0.01	1.18e-04	884.83	8.3	0.0	0.0
15	53.723	0.019	0.066	0.0	0.0	2.62e-06	0.0	3446.81	32.3	0.0	0.0
16	54.210	0.018	0.066	0.03	2.45e-04	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
17	66.592	0.015	0.064	0.0	0.0	0.03	2.56e-04	14.61	0.1	0.0	0.0
18	72.411	0.014	0.064	0.0	0.0	1.40e-04	1.31e-06	1849.76	17.3	0.0	0.0
Risulta				1.067e+04		1.067e+04		1.067e+04			
In percentuale				100.00		100.00		99.96			

CDC	Tipo	Sigla Id	Note
10	Edk	CDC=Ed (dinamico SLD) alfa=0.0 (ecc. -)	
			categoria suolo: C
			fattore di sito S = 1.500
			ordinata spettro (tratto Tb-Tc) = 0.140 g
			angolo di ingresso:0.0

CDC	Tipo	Sigla Id	Note
			eccentricità aggiuntiva: negativa
			periodo proprio T1: 0.514 sec.
			numero di modi considerati: 18
			combinaz. modale: CQC

Quota	M Sismica x g	Pos. GX	Pos. GY	E agg. X-X	E agg. Y-Y	Pos. KX	Pos. KY	(r/Ls)^2	rapp. ex/rx	rapp. ey/ry
cm	daN	cm	cm	cm	cm	cm	cm			
340.00	4643.32	365.00	611.50	0.0	61.15	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
230.00	6028.71	365.00	611.50	0.0	61.15	365.00	611.50	2.028	0.0	0.0
Risulta	1.067e+04									

Modo	Frequenza	Periodo	Acc. Spettrale	M efficace X x g	%	M efficace Y x g	%	M efficace Z x g	%	Energia	Energia x v
	Hz	sec	g	daN		daN		daN			
1	1.163	0.860	0.068	0.0	0.0	4423.61	41.5	0.0	0.0	0.0	0.0
2	1.210	0.827	0.070	0.0	0.0	0.0	0.0	8.66e-06	0.0	0.0	0.0
3	1.625	0.616	0.094	0.0	0.0	1741.61	16.3	0.0	0.0	0.0	0.0
4	1.692	0.591	0.098	0.0	0.0	0.0	0.0	2.80e-05	0.0	0.0	0.0
5	1.946	0.514	0.113	4727.02	44.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
6	2.115	0.473	0.123	2540.51	23.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
7	2.471	0.405	0.140	2075.83	19.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
8	3.136	0.319	0.140	1328.64	12.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
9	3.803	0.263	0.140	1.16e-03	1.09e-05	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
10	4.053	0.247	0.140	0.0	0.0	4506.75	42.2	0.0	0.0	0.0	0.0
11	14.871	0.067	0.096	0.0	0.0	2.13e-03	2.00e-05	2203.50	20.6	0.0	0.0
12	14.898	0.067	0.096	0.0	0.0	3.56e-03	3.34e-05	1330.28	12.5	0.0	0.0
13	20.756	0.048	0.085	0.0	0.0	0.01	1.08e-04	938.43	8.8	0.0	0.0
14	20.871	0.048	0.084	0.0	0.0	0.01	1.18e-04	884.83	8.3	0.0	0.0
15	53.723	0.019	0.066	0.0	0.0	2.62e-06	0.0	3446.81	32.3	0.0	0.0
16	54.210	0.018	0.066	0.03	2.45e-04	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
17	66.592	0.015	0.064	0.0	0.0	0.03	2.56e-04	14.61	0.1	0.0	0.0
18	72.411	0.014	0.064	0.0	0.0	1.40e-04	1.31e-06	1849.76	17.3	0.0	0.0
Risulta				1.067e+04		1.067e+04		1.067e+04			
In percentuale				100.00		100.00		99.96			

CDC	Tipo	Sigla Id	Note
11	Edk	CDC=Ed (dinamico SLD) alfa=90.00 (ecc. +)	
			categoria suolo: C
			fattore di sito S = 1.500
			ordinata spettro (tratto Tb-Tc) = 0.140 g
			angolo di ingresso:90.00
			eccentricità aggiuntiva: positiva
			periodo proprio T1: 0.860 sec.
			numero di modi considerati: 18
			combinaz. modale: CQC

Quota	M Sismica x g	Pos. GX	Pos. GY	E agg. X-X	E agg. Y-Y	Pos. KX	Pos. KY	(r/Ls)^2	rapp. ex/rx	rapp. ey/ry
cm	daN	cm	cm	cm	cm	cm	cm			
340.00	4643.32	365.00	611.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
230.00	6028.71	365.00	611.50	36.50	0.0	365.00	611.50	2.028	0.0	0.0
Risulta	1.067e+04									

Modo	Frequenza	Periodo	Acc. Spettrale	M efficace X x g	%	M efficace Y x g	%	M efficace Z x g	%	Energia	Energia x v
	Hz	sec	g	daN		daN		daN			
1	1.163	0.860	0.068	0.0	0.0	4424.66	41.5	0.0	0.0	0.0	0.0
2	1.210	0.827	0.070	0.0	0.0	0.0	0.0	8.66e-06	0.0	0.0	0.0
3	1.625	0.616	0.094	0.0	0.0	1743.25	16.3	0.0	0.0	0.0	0.0
4	1.692	0.591	0.098	0.0	0.0	0.0	0.0	2.80e-05	0.0	0.0	0.0
5	2.008	0.498	0.117	7251.64	67.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
6	2.053	0.487	0.119	0.0	0.0	2.93e-06	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
7	2.745	0.364	0.140	3420.36	32.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
8	2.750	0.364	0.140	0.0	0.0	4.55e-04	4.26e-06	0.0	0.0	0.0	0.0

Modo	Frequenza	Periodo	Acc. Spettrale	M efficace X x g	%	M efficace Y x g	%	M efficace Z x g	%	Energia	Energia x v
9	3.711	0.269	0.140	0.0	0.0	1222.69	11.5	0.0	0.0	0.0	0.0
10	4.175	0.240	0.140	0.0	0.0	3281.38	30.7	0.0	0.0	0.0	0.0
11	14.881	0.067	0.096	0.0	0.0	0.0	0.0	3533.79	33.1	0.0	0.0
12	19.319	0.052	0.087	0.0	0.0	0.03	3.04e-04	0.0	0.0	0.0	0.0
13	20.811	0.048	0.085	0.0	0.0	0.0	0.0	1823.34	17.1	0.0	0.0
14	51.259	0.020	0.067	0.02	1.69e-04	0.0	0.0	2.57e-06	0.0	0.0	0.0
15	53.727	0.019	0.066	0.0	0.0	0.0	0.0	3447.17	32.3	0.0	0.0
16	68.915	0.015	0.064	9.50e-03	8.91e-05	0.0	0.0	1.23e-04	1.15e-06	0.0	0.0
17	72.372	0.014	0.064	0.0	0.0	0.0	0.0	1864.06	17.5	0.0	0.0
18	108.578	0.009	0.061	6.52e-04	6.11e-06	0.0	0.0	1.18e-05	0.0	0.0	0.0
Risulta				1.067e+04		1.067e+04		1.067e+04			
In percentuale				100.00		100.00		99.97			

CDC	Tipo	Sigla Id	Note
12	Edk	CDC=Ed (dinamico SLD) alfa=90.00 (ecc. -)	
			categoria suolo: C
			fattore di sito S = 1.500
			ordinata spettro (tratto Tb-Tc) = 0.140 g
			angolo di ingresso:90.00
			eccentricità aggiuntiva: negativa
			periodo proprio T1: 0.860 sec.
			numero di modi considerati: 18
			combinaz. modale: CQC

Quota	M Sismica x g	Pos. GX	Pos. GY	E agg. X-X	E agg. Y-Y	Pos. KX	Pos. KY	(r/Ls)^2	rapp. ex/rx	rapp. ey/ry
cm	daN	cm	cm	cm	cm	cm	cm			
340.00	4643.32	365.00	611.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
230.00	6028.71	365.00	611.50	-36.50	0.0	365.00	611.50	2.028	0.0	0.0
Risulta	1.067e+04									

Modo	Frequenza	Periodo	Acc. Spettrale	M efficace X x g	%	M efficace Y x g	%	M efficace Z x g	%	Energia	Energia x v
	Hz	sec	g	daN		daN		daN			
1	1.163	0.860	0.068	0.0	0.0	4424.66	41.5	0.0	0.0	0.0	0.0
2	1.210	0.827	0.070	0.0	0.0	0.0	0.0	8.66e-06	0.0	0.0	0.0
3	1.625	0.616	0.094	0.0	0.0	1743.25	16.3	0.0	0.0	0.0	0.0
4	1.692	0.591	0.098	0.0	0.0	0.0	0.0	2.80e-05	0.0	0.0	0.0
5	2.008	0.498	0.117	7251.64	67.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
6	2.053	0.487	0.119	0.0	0.0	2.92e-06	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
7	2.745	0.364	0.140	3420.36	32.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
8	2.750	0.364	0.140	0.0	0.0	4.54e-04	4.26e-06	0.0	0.0	0.0	0.0
9	3.711	0.269	0.140	0.0	0.0	1222.69	11.5	0.0	0.0	0.0	0.0
10	4.175	0.240	0.140	0.0	0.0	3281.38	30.7	0.0	0.0	0.0	0.0
11	14.881	0.067	0.096	0.0	0.0	0.0	0.0	3533.79	33.1	0.0	0.0
12	19.319	0.052	0.087	0.0	0.0	0.03	3.04e-04	0.0	0.0	0.0	0.0
13	20.811	0.048	0.085	0.0	0.0	0.0	0.0	1823.34	17.1	0.0	0.0
14	51.259	0.020	0.067	0.02	1.69e-04	0.0	0.0	2.57e-06	0.0	0.0	0.0
15	53.727	0.019	0.066	0.0	0.0	0.0	0.0	3447.17	32.3	0.0	0.0
16	68.915	0.015	0.064	9.50e-03	8.91e-05	0.0	0.0	1.23e-04	1.15e-06	0.0	0.0
17	72.372	0.014	0.064	0.0	0.0	0.0	0.0	1864.06	17.5	0.0	0.0
18	108.578	0.009	0.061	6.52e-04	6.11e-06	0.0	0.0	1.18e-05	0.0	0.0	0.0
Risulta				1.067e+04		1.067e+04		1.067e+04			
In percentuale				100.00		100.00		99.97			

Cmb	Pilas.	1000 etaT/h	etaT	inter. h	Pilas.	1000 etaT/h	etaT	inter. h	Pilas.	1000 etaT/h	etaT	inter. h
			cm	cm			cm	cm			cm	cm
53	1	2.33	0.54	230.0	2	2.39	0.55	230.0	6	3.34	0.77	230.0
	7	3.48	0.80	230.0	11	2.80	0.64	230.0	12	2.94	0.68	230.0
	16	1.47	0.34	230.0	17	1.53	0.35	230.0				
54	1	2.33	0.54	230.0	2	2.40	0.55	230.0	6	3.34	0.77	230.0
	7	3.48	0.80	230.0	11	2.80	0.64	230.0	12	2.94	0.68	230.0
	16	1.47	0.34	230.0	17	1.53	0.35	230.0				
55	1	2.40	0.55	230.0	2	2.33	0.54	230.0	6	3.48	0.80	230.0

Cmb	Pilas.	1000 etaT/h	etaT	inter. h	Pilas.	1000 etaT/h	etaT	inter. h	Pilas.	1000 etaT/h	etaT	inter. h
	7	3.34	0.77	230.0	11	2.94	0.68	230.0	12	2.80	0.64	230.0
	16	1.53	0.35	230.0	17	1.47	0.34	230.0				
56	1	2.40	0.55	230.0	2	2.33	0.54	230.0	6	3.48	0.80	230.0
	7	3.34	0.77	230.0	11	2.94	0.68	230.0	12	2.80	0.64	230.0
	16	1.53	0.35	230.0	17	1.47	0.34	230.0				
57	1	2.33	0.54	230.0	2	2.40	0.55	230.0	6	3.34	0.77	230.0
	7	3.48	0.80	230.0	11	2.80	0.64	230.0	12	2.94	0.68	230.0
	16	1.47	0.34	230.0	17	1.53	0.35	230.0				
58	1	2.33	0.54	230.0	2	2.40	0.55	230.0	6	3.34	0.77	230.0
	7	3.48	0.80	230.0	11	2.80	0.64	230.0	12	2.94	0.68	230.0
	16	1.47	0.34	230.0	17	1.53	0.35	230.0				
59	1	2.39	0.55	230.0	2	2.33	0.54	230.0	6	3.48	0.80	230.0
	7	3.34	0.77	230.0	11	2.94	0.68	230.0	12	2.80	0.64	230.0
	16	1.53	0.35	230.0	17	1.47	0.34	230.0				
60	1	2.40	0.55	230.0	2	2.33	0.54	230.0	6	3.48	0.80	230.0
	7	3.34	0.77	230.0	11	2.94	0.68	230.0	12	2.80	0.64	230.0
	16	1.53	0.35	230.0	17	1.47	0.34	230.0				
61	1	1.47	0.34	230.0	2	1.53	0.35	230.0	6	2.80	0.64	230.0
	7	2.94	0.68	230.0	11	3.34	0.77	230.0	12	3.48	0.80	230.0
	16	2.33	0.54	230.0	17	2.40	0.55	230.0				
62	1	1.47	0.34	230.0	2	1.53	0.35	230.0	6	2.80	0.64	230.0
	7	2.94	0.68	230.0	11	3.34	0.77	230.0	12	3.48	0.80	230.0
	16	2.33	0.54	230.0	17	2.39	0.55	230.0				
63	1	1.53	0.35	230.0	2	1.47	0.34	230.0	6	2.94	0.68	230.0
	7	2.80	0.64	230.0	11	3.48	0.80	230.0	12	3.34	0.77	230.0
	16	2.40	0.55	230.0	17	2.33	0.54	230.0				
64	1	1.53	0.35	230.0	2	1.47	0.34	230.0	6	2.94	0.68	230.0
	7	2.80	0.64	230.0	11	3.48	0.80	230.0	12	3.34	0.77	230.0
	16	2.40	0.55	230.0	17	2.33	0.54	230.0				
65	1	1.47	0.34	230.0	2	1.53	0.35	230.0	6	2.80	0.64	230.0
	7	2.94	0.68	230.0	11	3.34	0.77	230.0	12	3.48	0.80	230.0
	16	2.33	0.54	230.0	17	2.40	0.55	230.0				
66	1	1.47	0.34	230.0	2	1.53	0.35	230.0	6	2.80	0.64	230.0
	7	2.94	0.68	230.0	11	3.34	0.77	230.0	12	3.48	0.80	230.0
	16	2.33	0.54	230.0	17	2.40	0.55	230.0				
67	1	1.53	0.35	230.0	2	1.47	0.34	230.0	6	2.94	0.68	230.0
	7	2.80	0.64	230.0	11	3.48	0.80	230.0	12	3.34	0.77	230.0
	16	2.40	0.55	230.0	17	2.33	0.54	230.0				
68	1	1.53	0.35	230.0	2	1.47	0.34	230.0	6	2.94	0.68	230.0
	7	2.80	0.64	230.0	11	3.48	0.80	230.0	12	3.34	0.77	230.0
	16	2.39	0.55	230.0	17	2.33	0.54	230.0				
69	1	1.18	0.27	230.0	2	1.18	0.27	230.0	6	1.36	0.31	230.0
	7	1.43	0.33	230.0	11	1.25	0.29	230.0	12	1.31	0.30	230.0
	16	1.06	0.24	230.0	17	1.04	0.24	230.0				
70	1	1.19	0.27	230.0	2	1.18	0.27	230.0	6	1.36	0.31	230.0
	7	1.43	0.33	230.0	11	1.25	0.29	230.0	12	1.31	0.30	230.0
	16	1.05	0.24	230.0	17	1.03	0.24	230.0				
71	1	1.22	0.28	230.0	2	1.14	0.26	230.0	6	1.46	0.34	230.0
	7	1.32	0.30	230.0	11	1.35	0.31	230.0	12	1.21	0.28	230.0
	16	1.08	0.25	230.0	17	1.01	0.23	230.0				
72	1	1.22	0.28	230.0	2	1.14	0.26	230.0	6	1.46	0.34	230.0
	7	1.32	0.30	230.0	11	1.35	0.31	230.0	12	1.21	0.28	230.0
	16	1.08	0.25	230.0	17	1.01	0.23	230.0				
73	1	1.05	0.24	230.0	2	1.03	0.24	230.0	6	1.25	0.29	230.0
	7	1.31	0.30	230.0	11	1.36	0.31	230.0	12	1.43	0.33	230.0
	16	1.19	0.27	230.0	17	1.18	0.27	230.0				
74	1	1.06	0.24	230.0	2	1.04	0.24	230.0	6	1.25	0.29	230.0
	7	1.31	0.30	230.0	11	1.36	0.31	230.0	12	1.43	0.33	230.0
	16	1.18	0.27	230.0	17	1.18	0.27	230.0				
75	1	1.08	0.25	230.0	2	1.01	0.23	230.0	6	1.35	0.31	230.0
	7	1.21	0.28	230.0	11	1.46	0.34	230.0	12	1.32	0.30	230.0
	16	1.22	0.28	230.0	17	1.14	0.26	230.0				
76	1	1.08	0.25	230.0	2	1.01	0.23	230.0	6	1.35	0.31	230.0
	7	1.21	0.28	230.0	11	1.46	0.34	230.0	12	1.32	0.30	230.0
	16	1.22	0.28	230.0	17	1.14	0.26	230.0				
77	1	1.14	0.26	230.0	2	1.22	0.28	230.0	6	1.32	0.30	230.0
	7	1.46	0.34	230.0	11	1.21	0.28	230.0	12	1.35	0.31	230.0
	16	1.01	0.23	230.0	17	1.08	0.25	230.0				
78	1	1.14	0.26	230.0	2	1.22	0.28	230.0	6	1.32	0.30	230.0
	7	1.46	0.34	230.0	11	1.21	0.28	230.0	12	1.35	0.31	230.0
	16	1.01	0.23	230.0	17	1.08	0.25	230.0				
79	1	1.18	0.27	230.0	2	1.18	0.27	230.0	6	1.43	0.33	230.0
	7	1.36	0.31	230.0	11	1.31	0.30	230.0	12	1.25	0.29	230.0
	16	1.04	0.24	230.0	17	1.06	0.24	230.0				

Cmb	Pilas.	1000 etaT/h	etaT	inter. h	Pilas.	1000 etaT/h	etaT	inter. h	Pilas.	1000 etaT/h	etaT	inter. h
80	1	1.18	0.27	230.0	2	1.19	0.27	230.0	6	1.43	0.33	230.0
	7	1.36	0.31	230.0	11	1.31	0.30	230.0	12	1.25	0.29	230.0
	16	1.03	0.24	230.0	17	1.05	0.24	230.0				
81	1	1.01	0.23	230.0	2	1.08	0.25	230.0	6	1.21	0.28	230.0
	7	1.35	0.31	230.0	11	1.32	0.30	230.0	12	1.46	0.34	230.0
	16	1.14	0.26	230.0	17	1.22	0.28	230.0				
82	1	1.01	0.23	230.0	2	1.08	0.25	230.0	6	1.21	0.28	230.0
	7	1.35	0.31	230.0	11	1.32	0.30	230.0	12	1.46	0.34	230.0
	16	1.14	0.26	230.0	17	1.22	0.28	230.0				
83	1	1.03	0.24	230.0	2	1.05	0.24	230.0	6	1.31	0.30	230.0
	7	1.25	0.29	230.0	11	1.43	0.33	230.0	12	1.36	0.31	230.0
	16	1.18	0.27	230.0	17	1.19	0.27	230.0				
84	1	1.04	0.24	230.0	2	1.06	0.24	230.0	6	1.31	0.30	230.0
	7	1.25	0.29	230.0	11	1.43	0.33	230.0	12	1.36	0.31	230.0
	16	1.18	0.27	230.0	17	1.18	0.27	230.0				
Cmb		1000 etaT/h										
		3.48										

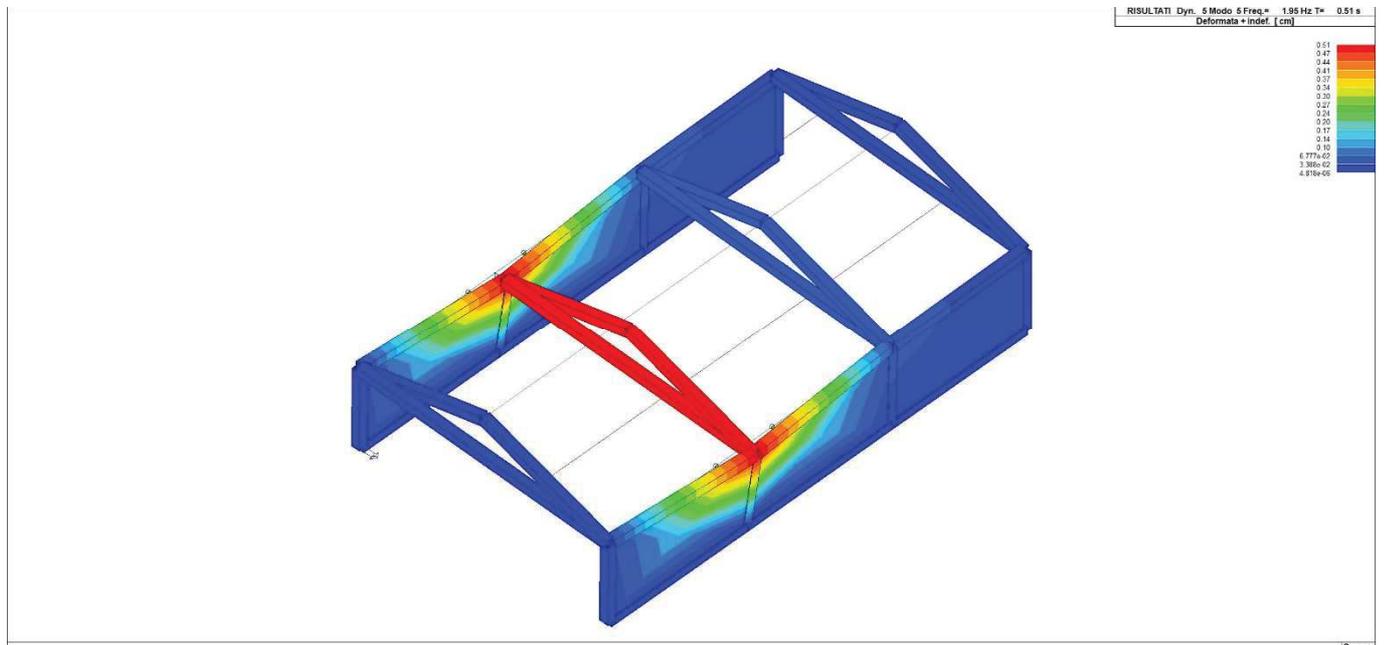


Figura 23 – Modo X_005_CDC=Ed (dinamico SLU) alfa=0.0 (ecc. +)

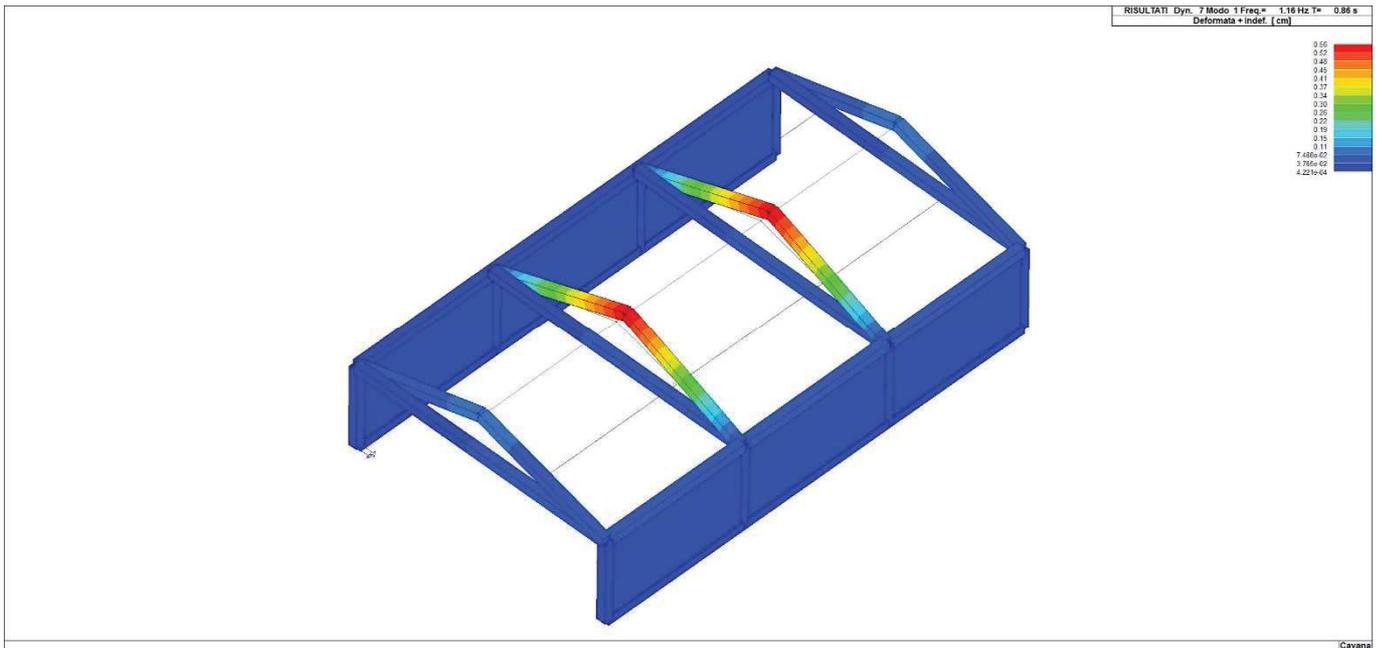


Figura 24 – ModoY_001_CDC=Ed (dinamico SLU) alfa=90.00 (ecc. +)

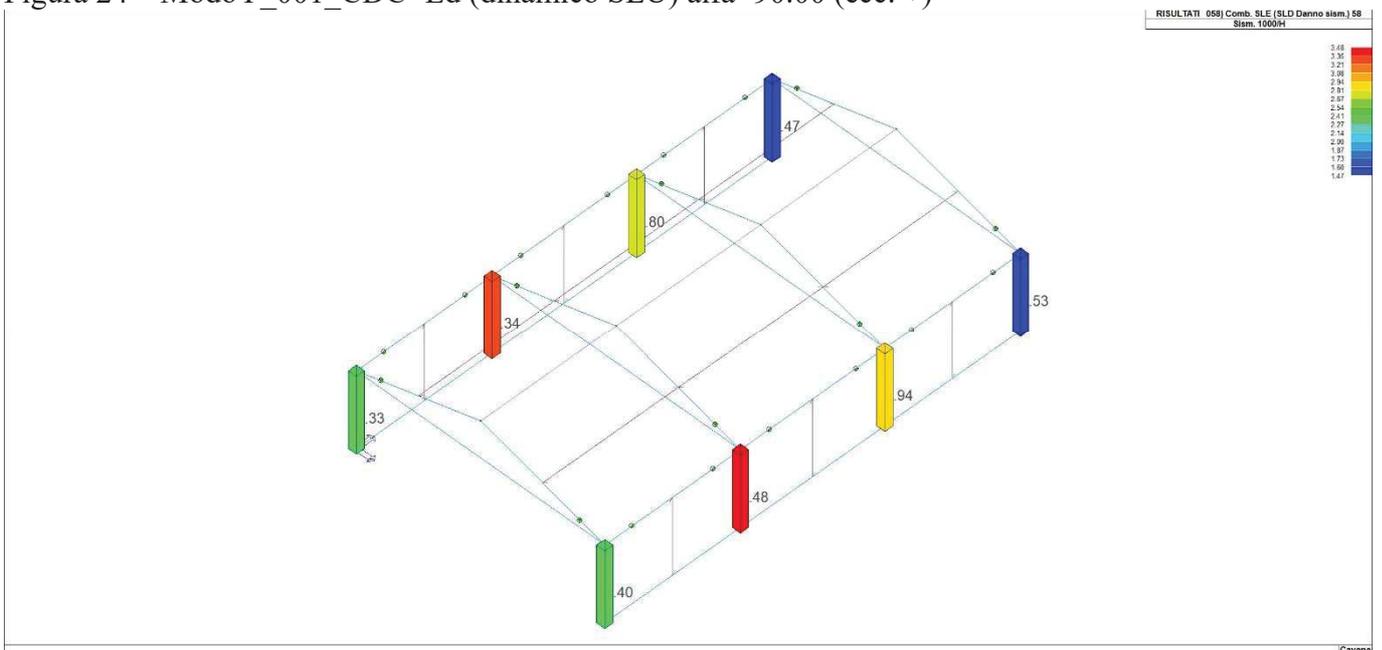


Figura 25 – SLE_058_Comb. SLE (SLD Danno sism.) 58

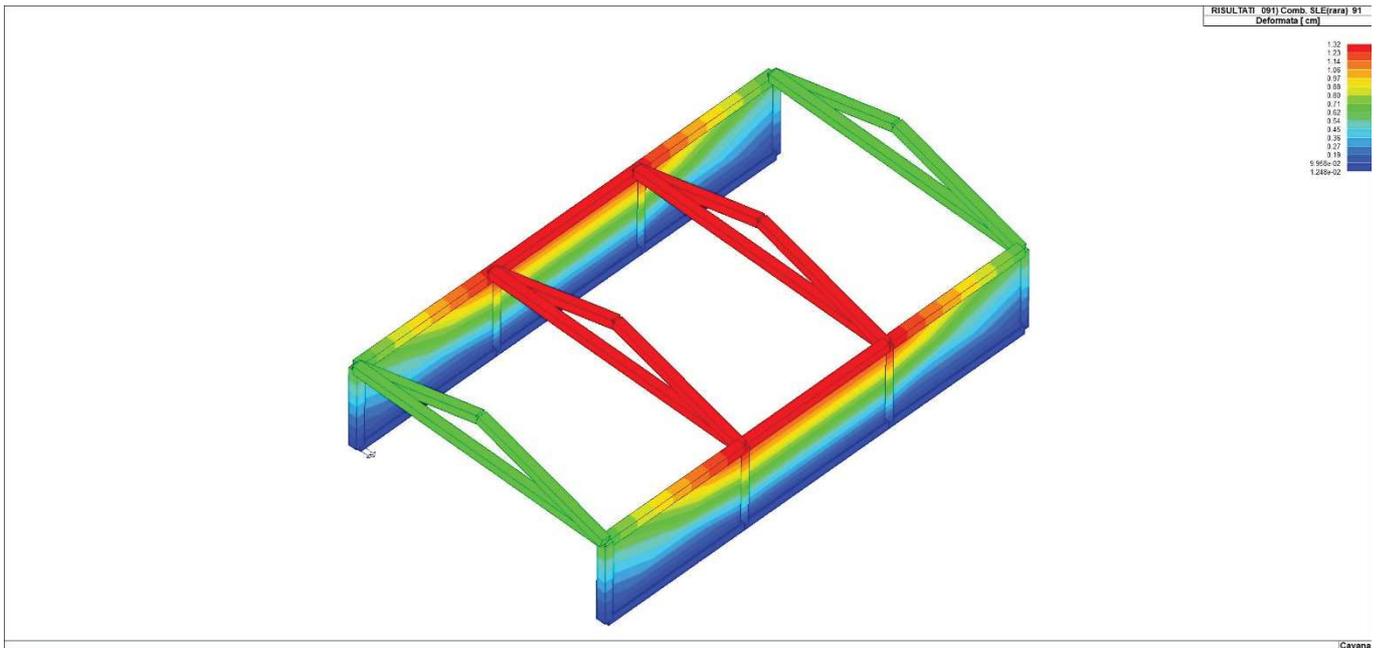


Figura 26 – SLE_091_Comb. SLE (SLE Rara) 91

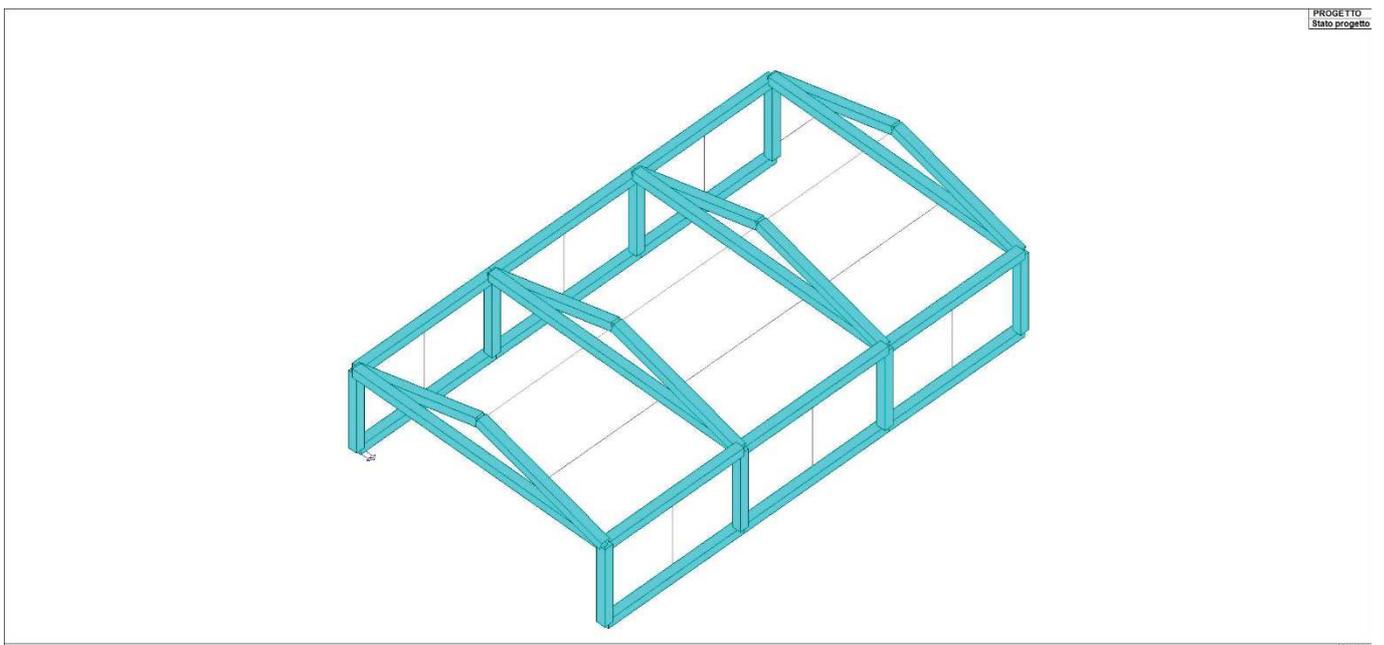


Figura 27 – Verifica delle strutture di legno (colore ciano = verifica positiva)

4. SCALA ALLA CORTINA

Si impiegano due cosciali 25×230, collegati da un piatto sp. 6 mm, per il quale si ha l'analisi di carico

- pianerottolo	0.006×7850	47 daN/m ²
- rampa	$0.006 \times 7850 \times (0.30 + 0.17) / 0.30$	74 daN/m ²
- parapetto	$(0.02^2 \times 0.98 / 0.10 + 0.05 \times 0.015 \times 7850)$	37 daN/m ²
- sovraccarico		400 daN/m ²

Per il parapetto si ha

$$M_d = 1.5 \times 200 \times 0.10 \times 100 = 3000 \text{ daNcm}$$

$$M_u = 2.0 \times 2.0^2 \times 2350 / (4 \times 1.05) = 4476 > 3000 \text{ daNcm}$$



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

2S.I. Software e Servizi per l'Ingegneria S.r.l.
Via Garibaldi, 90
44121 Ferrara FE (Italy)

Tel. +39 0532 200091

www.2si.it
info@2si.it

D.M. 17/01/18 cap. 10.2 Affidabilità dei codici utilizzati
<https://www.2si.it/it/prodotti/affidabilita/>

INTESTAZIONE E CONTENUTI DELLA RELAZIONE

Progetto
Golena San Massimo Scala di accesso al percorso sopra la cortina

CARATTERISTICHE MATERIALI UTILIZZATI

LEGENDA TABELLA DATI MATERIALI

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

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

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

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

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

1	cemento armato	Resistenza Rc	resistenza a compressione cubica
		Resistenza fctm	resistenza media a trazione semplice

	Coefficiente ksb	Coefficiente di riduzione della resistenza a compressione da utilizzare nello stress block
2	acciaio	
	Tensione ft	Valore della tensione di rottura
	Tensione fy	Valore della tensione di snervamento
	Resistenza fd	Resistenza di calcolo per SL CNR-UNI 10011
	Resistenza fd (>40)	Resistenza di calcolo per SL CNR-UNI 10011 per spessori > 40mm
	Tensione ammissibile	Tensione ammissibile CNR-UNI 10011
	Tensione ammissibile (>40)	Tensione ammissibile CNR-UNI 10011 per spessori > 40mm
3	muratura	
	Muratura consolidata	Muratura per la quale si prevedono interventi di rinforzo"
	Incremento resistenza	Incremento conseguito in termini di resistenza
	Incremento rigidezza	Incremento conseguito in termini di rigidezza
	Resistenza f	Valore della resistenza a compressione
	Resistenza fv0	Valore della resistenza a taglio in assenza di tensioni normali
	Resistenza fh	Valore della resistenza a compressione orizzontale
	Resistenza fb	Valore della resistenza a compressione dei blocchi
	Resistenza fbh	Valore della resistenza a compressione dei blocchi in direzione orizzontale
	Resistenza fv0h	Valore della resistenza a taglio in assenza di tensioni normali per le travi
	Resistenza ft	Valore della resistenza a trazione per fessurazione diagonale
	Resistenza fvlim	Valore della massima resistenza a taglio
	Resistenza fbt	Valore della resistenza a trazione dei blocchi
	Coefficiente mu	Coefficiente d'attrito utilizzato per la resistenza a taglio (tipicamente 0.4)
	Coefficiente fi	Coefficiente d'ingranamento utilizzato per la resistenza a taglio
	Coefficiente ksb	Coefficiente di riduzione della resistenza a compressione da utilizzare nello stress block
4	legno	
	E0,05	Modulo di elasticità corrispondente ad un frattile del 5%
	Resistenza fc0	Valore della resistenza a compressione parallela
	Resistenza ft0	Valore della resistenza a trazione parallela
	Resistenza fm	Valore della resistenza a flessione
	Resistenza fv	Valore della resistenza a taglio
	Resist. ft0k	Resistenza caratteristica (tensione amm. per REGLES) per trazione
	Resist. fmk	Resistenza caratteristica (tensione amm. per REGLES) per flessione
	Resist. fvk	Resistenza caratteristica (tensione amm. per REGLES) per taglio
	Modulo E0,05	Modulo elastico parallelo caratteristico

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

Con riferimento al **Documento di Affidabilità** “Test di validazione del software di calcolo PRO_SAP e dei moduli aggiuntivi PRO_SAP Modulo Geotecnico, PRO_CAD nodi acciaio e PRO_MST” - versione Maggio 2011, disponibile per il download sul sito www.2si.it, si segnalano i seguenti esempi applicativi:

Modellazione di strutture in c.a.

Test N°	Titolo
41	GERARCHIA DELLE RESISTENZE PER TRAVI IN C.A.
42	GERARCHIA DELLE RESISTENZE PER PILASTRI IN C.A.
43	VERIFICA ALLE TA DI STRUTTURE IN C.A.
44	VERIFICA AGLI SLU DI STRUTTURE IN C.A.
45	VERIFICA A PUNZONAMENTO ALLO SLU DI PIASTRE IN C.A.
46	VERIFICA A PUNZONAMENTO ALLO SLU DI TRAVI IN C.A.
47	PROGETTAZIONE A TAGLIO DI STRUTTURE IN C.A. SECONDO IL D.M. 9/1/96
48	PROGETTAZIONE A TAGLIO DI STRUTTURE IN C.A. SECONDO IL D.M. 14/1/2008
49	VERIFICA ALLO SLE (TENSIONI E FESSURAZIONE) DI STRUTTURE IN C.A.
50	VERIFICA ALLO SLE (DEFORMAZIONE) DI STRUTTURE IN C.A.
51	FATTORE DI STRUTTURA
52	SOVRARESISTENZE
53	DETTAGLI COSTRUTTIVI C.A.: LIMITI D'ARMATURA PILASTRI E NODI TRAVE-PILASTRO
54	PARETI IN C.A. SNELLE IN ZONA SISMICA
80	ANALISI PUSHOVER DI UN EDIFICIO IN C.A.
120	PROGETTO E VERIFICA DI TRAVI PREM

Modellazione di strutture in acciaio

Test N°	Titolo
55	VERIFICA DI STABILITA' DI ASTE COMPRESSE IN ACCIAIO – METODO OMEGA
56	LUCE LIBERA DI TRAVI E ASTE IN ACCIAIO
57	LUCE LIBERA DI COLONNE IN ACCIAIO
58	SVERGOLAMENTO DI TRAVI IN ACCIAIO
59	FATTORE DI STRUTTURA
60	ACCIAIO D.M.2008
61	ACCIAIO EC3
62	GERARCHIA RESISTENZE STRUTTURE IN ACCIAIO
63	STABILITA' DI ASTE COMPOSTE IN ACCIAIO

73	COLLEGAMENTI IN ACCIAIO: NODO TRAVE COLONNA FLANGIATO CON PRESENZA IRRIGIDIMENTI TRASVERSALI
74	COLLEGAMENTI IN ACCIAIO: NODO TRAVE COLONNA FLANGIATO CON PRESENZA DI UN PIATTO DI RINFORZO SALDATO ALL'ANIMA DELLA COLONNA
75	COLLEGAMENTI IN ACCIAIO: NODO TRAVE COLONNA FLANGIATO CON PRESENZA DI DUE PIATTI DI RINFORZO SALDATI ALL'ANIMA DELLA COLONNA
76	COLLEGAMENTI IN ACCIAIO: NODO TRAVE COLONNA FLANGIATO A DUE VIE SU ALI COLONNA
77	COLLEGAMENTI IN ACCIAIO: NODO TRAVE COLONNA FLANGIATO A UNA VIA CON DUE COMBINAZIONI DI CARICO
78	COLLEGAMENTI IN ACCIAIO: NODO TRAVE COLONNA FLANGIATO SU ANIMA SENZA RINFORZI A QUATTRO FILE DI BULLONI DI CUI UNA SU PIASTRA INFERIORE E UNA SU PIASTRA SUPERIORE
79	VERIFICA DELLA PIASTRA NODO TRAVE COLONNA
85	TELAIO ACCIAIO: CONTROVENTI CONCENTRICI

Modellazione di strutture in muratura

Test N°	Titolo
81	ANALISI PUSHOVER DI UNA STRUTTURA IN MURATURA
84	ANALISI ELASTO PLASTICA INCREMENTALE, PARETE IN MURATURA
86	VERIFICA NON SISMICA DELLE MURATURE (D.M. 87 TA)
87	VERIFICA NON SISMICA DELLE MURATURE (D.M. 2005 SL)
88	FATTORE DI STRUTTURA

Modellazione di strutture in legno

Test N°	Titolo
17	SOLAIO: MISTO LEGNO-CALCESTRUZZO
89	VERIFICA ALLO SLU DI STRUTTURE IN LEGNO SECONDO EC5
90	VERIFICA ALLO SLE DI STRUTTURE IN LEGNO SECONDO EC5
91	FATTORE DI STRUTTURA
92	VERIFICHE EC5
93	SNELLEZZE EC5
94	VERIFICA AL FUOCO DI STRUTTURE IN LEGNO SECONDO EC5
117	PROGETTO E VERIFICA DI GUSCI IN MATERIALE XLAM
118	PROGETTO E VERIFICA DI PARETI IN MATERIALE XLAM E RELATIVI COLLEGAMENTI
119	PROGETTO E VERIFICA DI SOLAI IN MATERIALE XLAM

Id	Tipo / Note	V. caratt.	V. medio	Young	Poisson	G	Gamma	Alfa	Altri
		daN/cm2	daN/cm2	daN/cm2		daN/cm2	daN/cm3		
11	Acciaio Fe360 - S235			2.100e+06	0.30	8.077e+05	7.80e-03	1.20e-05	

Id	Tipo / Note	V. caratt.	V. medio	Young	Poisson	G	Gamma	Alfa	Altri
	Tensione ft	3600.0							
	Resistenza fd	2350.0							
	Resistenza fd (>40)	2100.0							
	Tensione ammissibile	1600.0							
	Tensione ammissibile (>40)	1400.0							
	Rapporto HRDb								1.00e-05
	Rapporto HRDv								1.00e-05

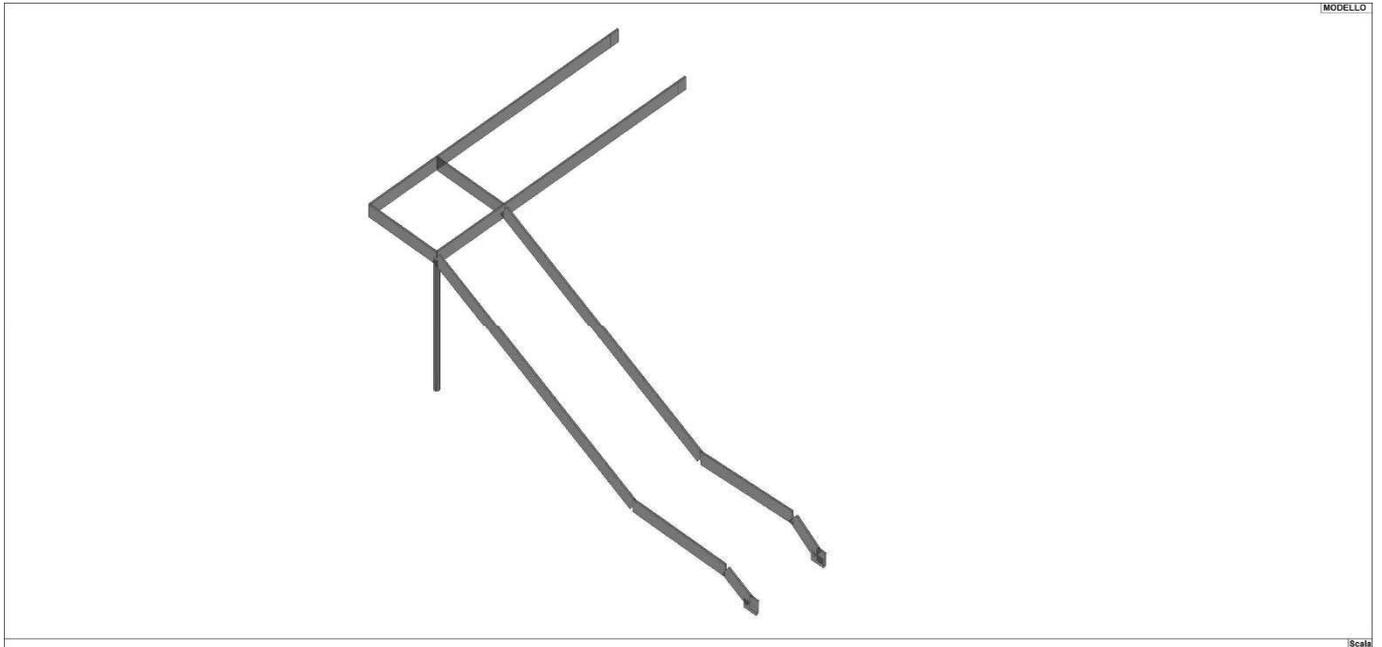


Figura 1 - Materiali D2

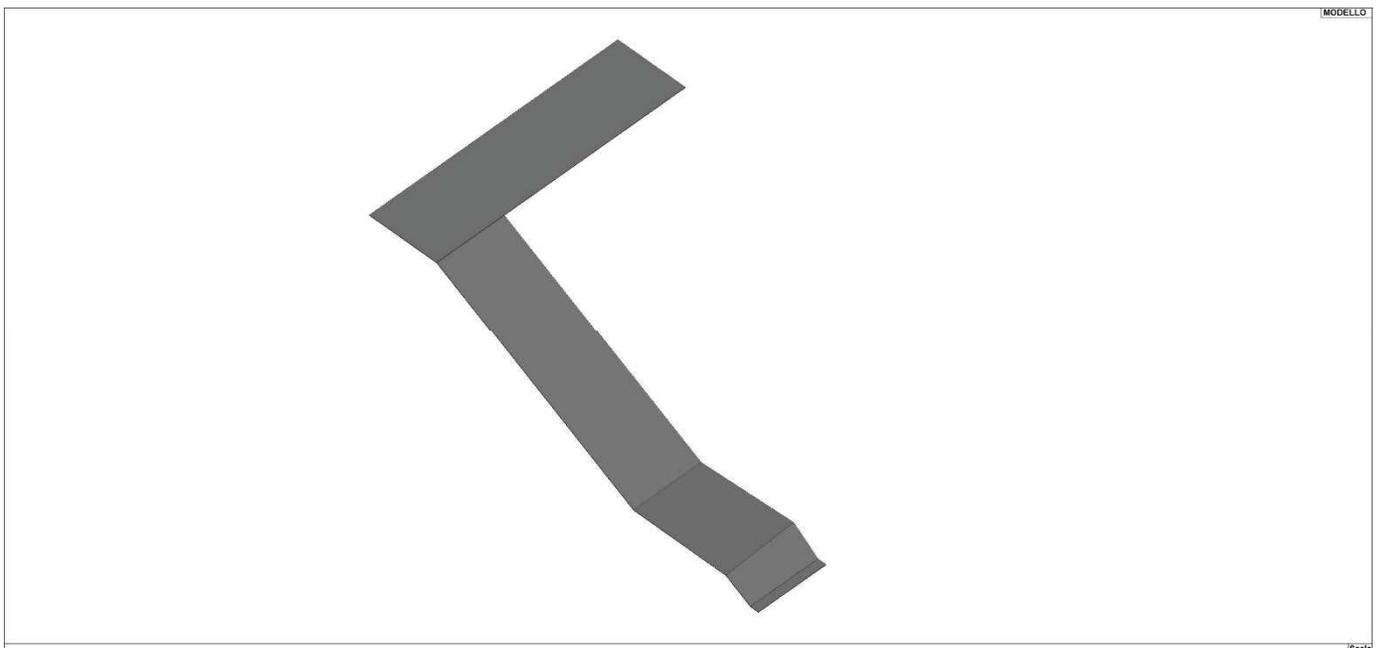


Figura 2 - Materiali Solai

Pilastrici acc.	1/7/..	2/8/..	3/9/..	4/10/..	5/11/..	6/12/..
Lunghezze libere						
Metodo di calcolo 2-2	Assegnato					
2-2 Beta assegnato	2.00					
2-2 Beta * L assegnato [cm]	0.0					
Metodo di calcolo 3-3	Assegnato					
3-3 Beta assegnato	2.00					
3-3 Beta * L assegnato [cm]	0.0					
1-1 Beta assegnato	1.00					
1-1 Beta * L assegnato [cm]	0.0					
Generalità						
Coefficiente gamma M0	1.05					
Coefficiente gamma M1	1.05					
Coefficiente gamma M2	1.25					
Effetti del 2 ordine	Si					
Momenti equivalenti	Si					
Usa condizioni I e II	Si					

Travi acc.	1/7/..	2/8/..	3/9/..	4/10/..	5/11/..	6/12/..
Lunghezze libere						
3-3 Beta * L automatico	Si					
3-3 Beta assegnato	1.00					
3-3 Beta assegnato [cm]	0.0					
2-2 Beta * L automatico	Si					
2-2 Beta assegnato	1.00					
2-2 Beta * L assegnato [cm]	0.0					
1-1 Beta * L automatico	Si					
1-1 Beta assegnato	1.00					
1-1 Beta * L assegnato [cm]	0.0					
Generalità						
Coefficiente gamma M0	1.05					
Coefficiente gamma M1	1.05					
Coefficiente gamma M2	1.25					
Luce di taglio per GR [cm]	1.00					
Usa condizioni I e II	Si					
Momenti equivalenti	Si					

Solai e pannelli	1/7/..	2/8/..	3/9/..	4/10/..	5/11/..	6/12/..
Generalità						
Usa tensioni ammissibili	No					
Af inf: da traliccio	Si					
Consenti armatura a taglio	No					
Incrementa armatura longitudinale per taglio	Si					
Af inf: da $q^*L^*L /$	20.00					
Incremento fascia piena [cm]	5.00					
Armatura						
Minima tesa	0.15					
Massima tesa	3.00					
Minima compressa	0.0					
Af/h [cm]	7.000e-02					
Stati limite ultimi						
Tensione fy [daN/cm ²]	4500.00					
Tipo acciaio	tipo C					
Coefficiente gamma s	1.15					
Coefficiente gamma c	1.50					
Fattore di redistribuzione	0.0					
Tensioni ammissibili						
Tensione amm. cls [daN/cm ²]	85.00					
Tensione amm. acciaio [daN/cm ²]	2600.00					
Rapporto omogeneizzazione N	15.00					
Massimo rapporto area compressa/tesa	1.00					
Verifica freccia						
Infinita	250.00					
Istantanea	500.00					
Fattore viscosità	3.00					
Usa J non fessurato	No					
Elementi non strutturali						
Tamponatura antiespulsione	No					
Tamponatura con armatura	No					
Fattore di struttura/comportamento	2.00					
Coefficiente gamma m	0.0					

Solai e pannelli	1/7/..	2/8/..	3/9/..	4/10/..	5/11/..	6/12/..
Periodo Ta	0.0					
Altezza pannello	0.0					

MODELLAZIONE DELLE SEZIONI
 LEGENDA TABELLA DATI SEZIONI

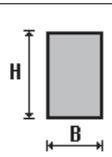
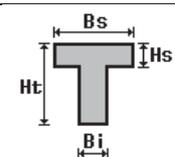
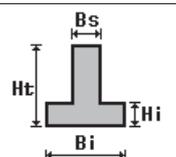
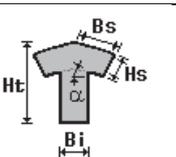
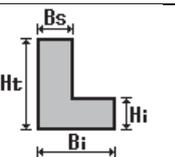
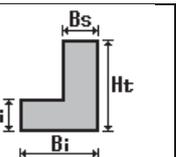
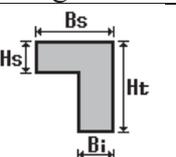
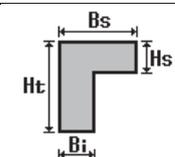
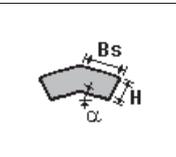
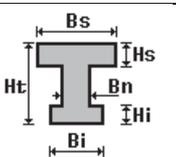
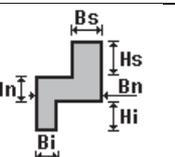
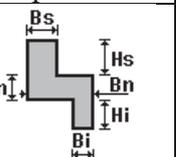
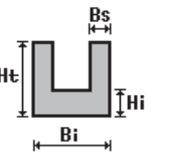
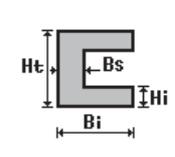
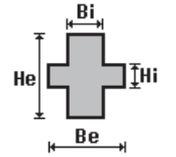
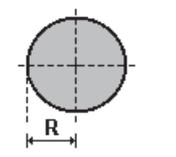
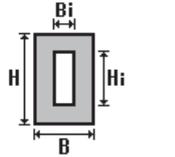
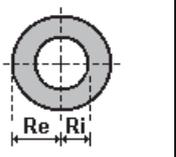
Il programma consente l'uso di sezioni diverse. Sono previsti i seguenti tipi di sezione:

- sezione di tipo generico
- profilati semplici
- profilati accoppiati e speciali

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

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

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

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

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

Per quanto concerne le sezioni di tipo generico (tipo 1.):
 i valori dimensionali con prefisso B sono riferiti all'asse 2
 i valori dimensionali con prefisso H sono riferiti all'asse 3

Con riferimento al Documento di Affidabilità "Test di validazione del software di calcolo PRO_SAP e dei moduli aggiuntivi PRO_SAP Modulo Geotecnico, PRO_CAD nodi acciaio e PRO_MST" - versione Settembre 2014, disponibile per il download sul sito www.2si.it, si segnalano i seguenti esempi applicativi:

Test N°	Titolo
1	CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E INERZIALI
45	VERIFICA AGLI SLU DI STRUTTURE IN C.A.
48	PROGETTAZIONE A TAGLIO DI STRUTTURE IN C.A. SECONDO IL D.M. 9/1/96
49	PROGETTAZIONE A TAGLIO DI STRUTTURE IN C.A. SECONDO IL D.M. 14/1/2008
50	VERIFICA ALLO SLE (TENSIONI E FESSURAZIONE) DI STRUTTURE IN C.A.
51	VERIFICA ALLO SLE (DEFORMAZIONE) DI STRUTTURE IN C.A.
104	ANALISI DI RESISTENZA AL FUOCO

Id	Tipo	Area	A V2	A V3	Jt	J 2-2	J 3-3	W 2-2	W 3-3	Wp 2-2	Wp 3-3
		cm2	cm2	cm2	cm4	cm4	cm4	cm3	cm3	cm3	cm3
1	Rettangolare: b=2.5 h=23	57.50	47.92	47.92	111.59	29.95	2534.79	23.96	220.42	35.94	330.63
2	TUBO 88.9x5.0	13.18	0.0	0.0	232.75	116.37	116.37	26.18	26.18	35.24	35.24

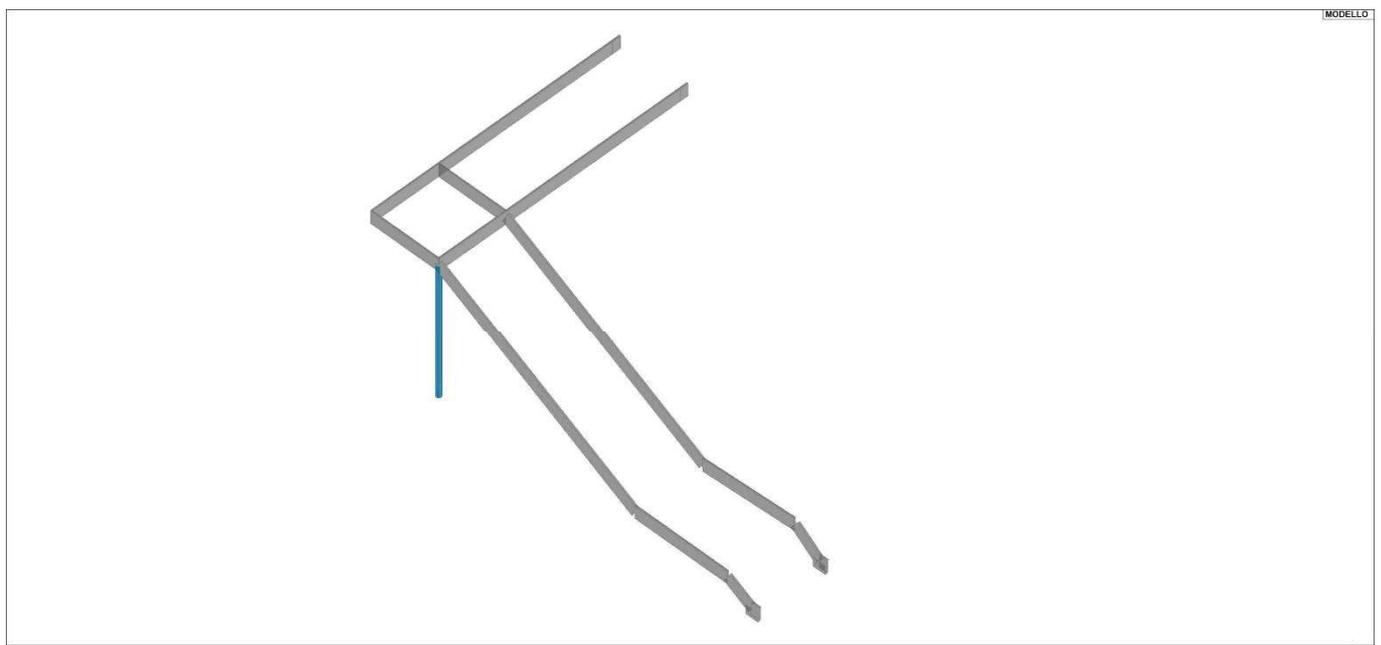
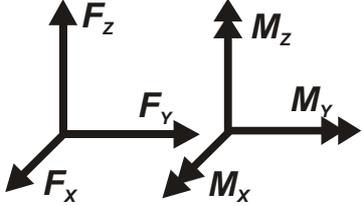
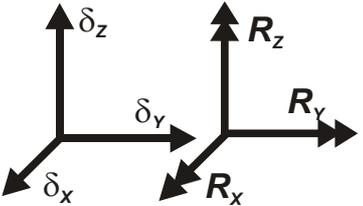
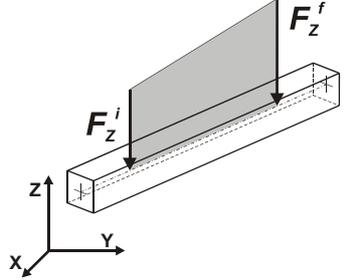
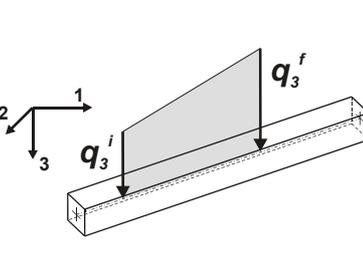
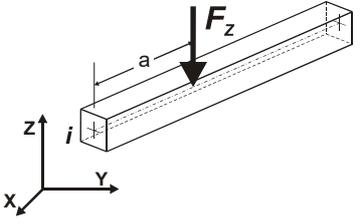
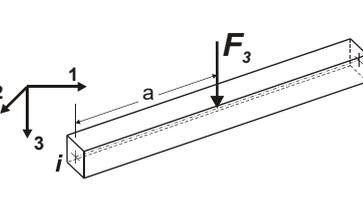
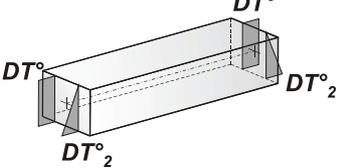
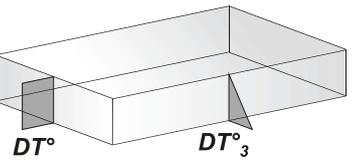
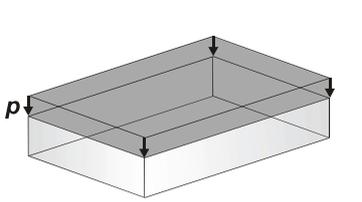
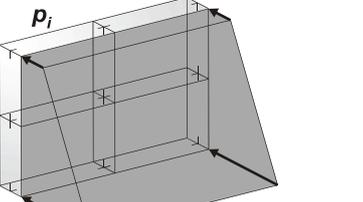


Figura 3 - Sezioni

MODELLAZIONE DELLE AZIONI
 LEGENDA TABELLA DATI AZIONI

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

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

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

Tipo carico distribuito globale su trave

Id	Tipo	Pos.	fx	fy	fz	mx	my	mz
		cm	daN/cm	daN/cm	daN/cm	daN	daN	daN
1	Parapetto-DG:Fzi=-0.37 Fzf=-0.37	0.0	0.0	0.0	-0.37	0.0	0.0	0.0
		0.0	0.0	0.0	-0.37	0.0	0.0	0.0

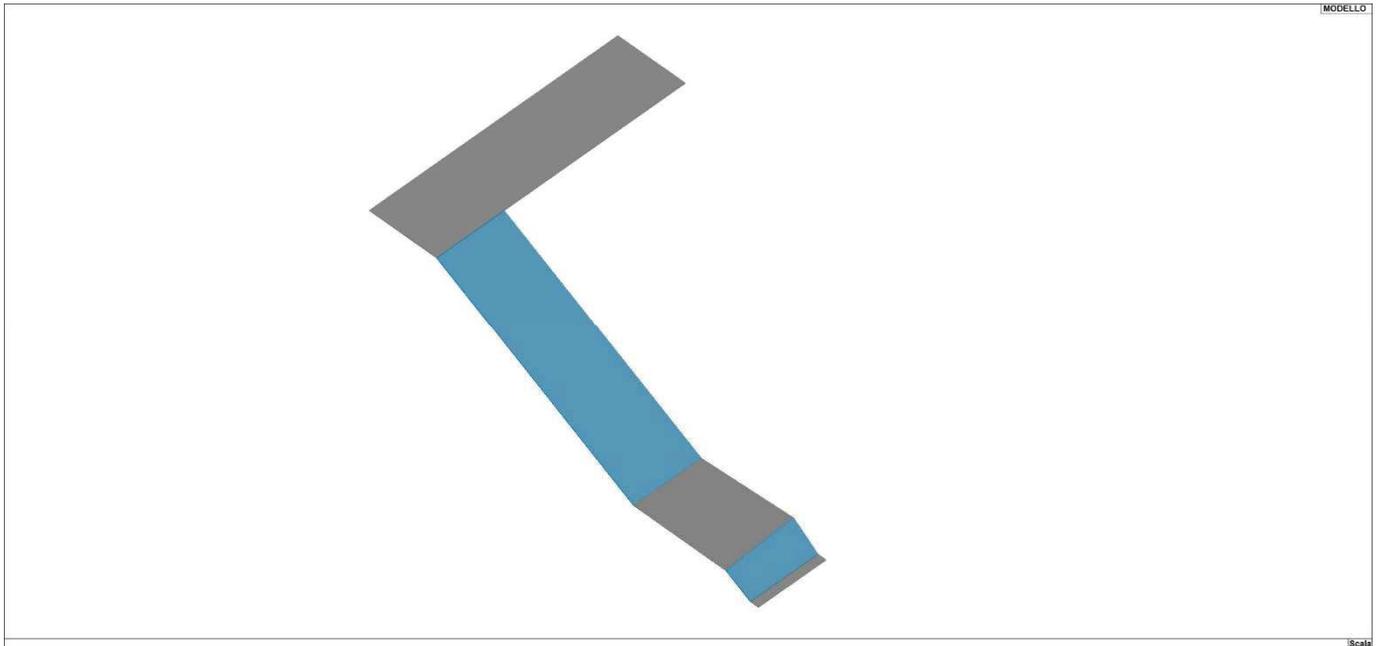


Figura 4 – Carichi Solai

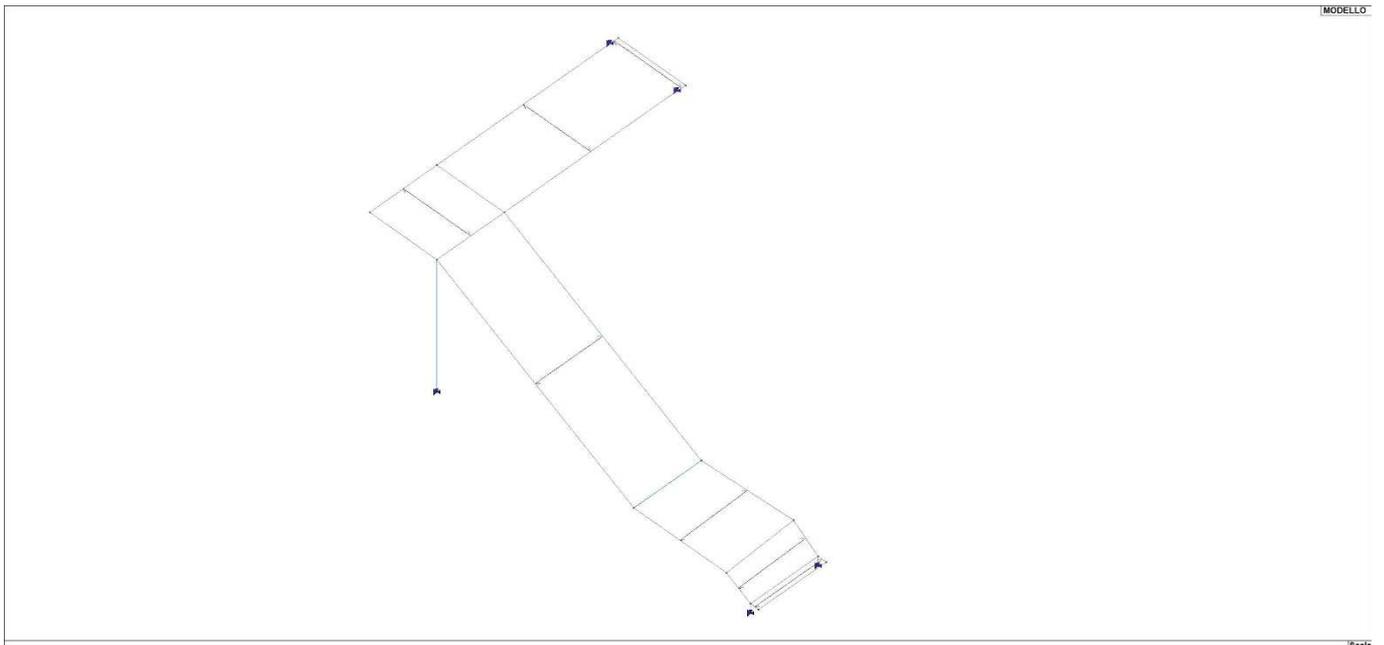


Figura 5 – Modello di calcolo (unifilare)

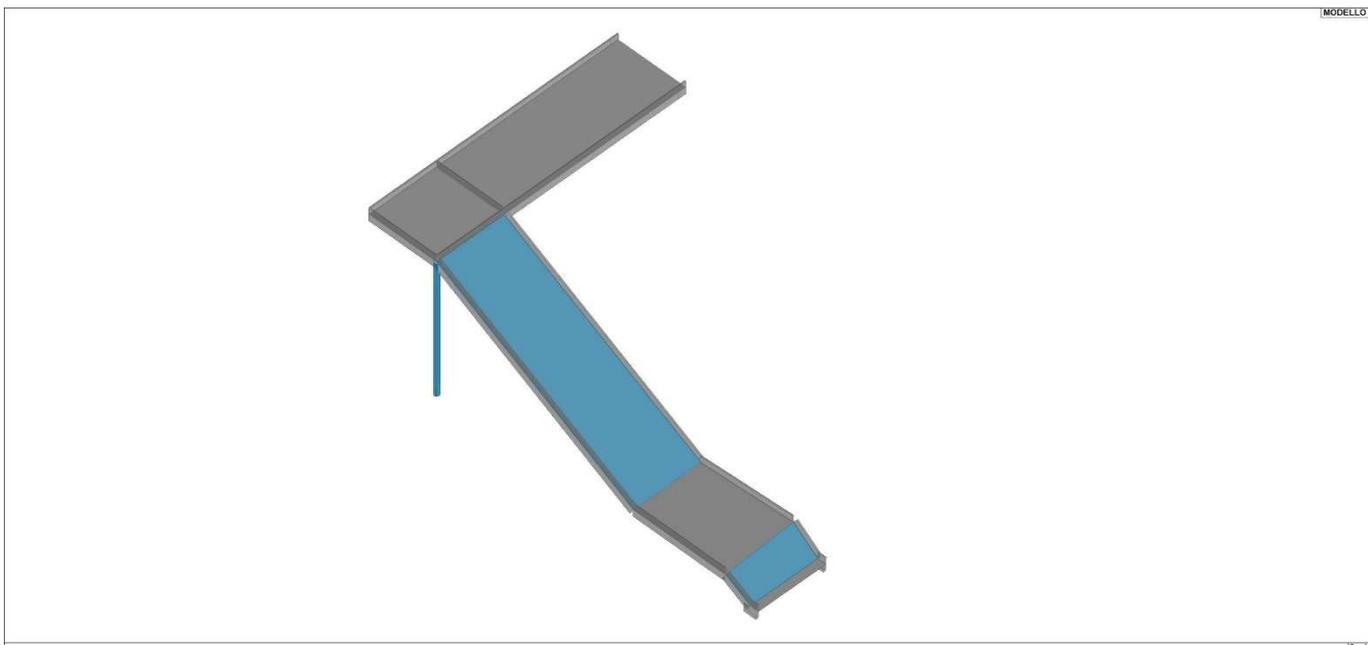


Figura 6 – Modello di calcolo (solido)

SCHEMATIZZAZIONE DEI CASI DI CARICO LEGENDA TABELLA CASI DI CARICO

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

Sono previsti i seguenti 11 tipi di casi di carico:

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

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

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

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

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

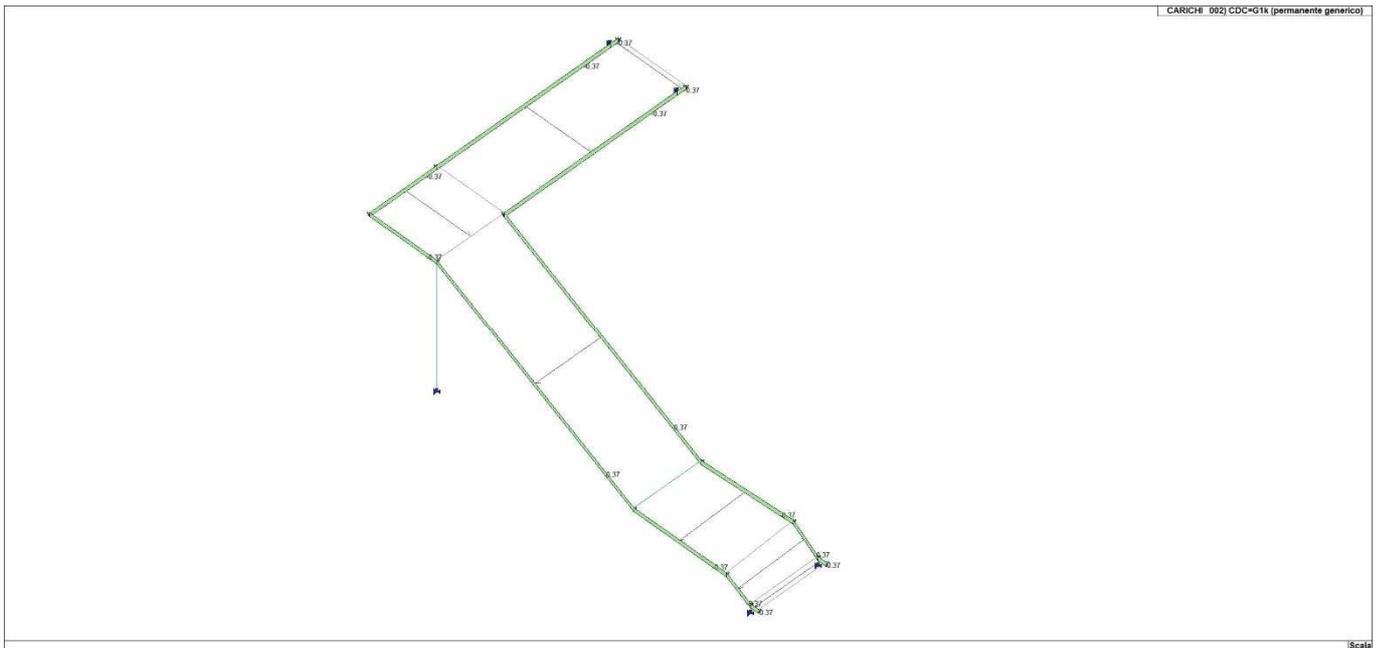


Figura 8 - G1k (permanente generico)

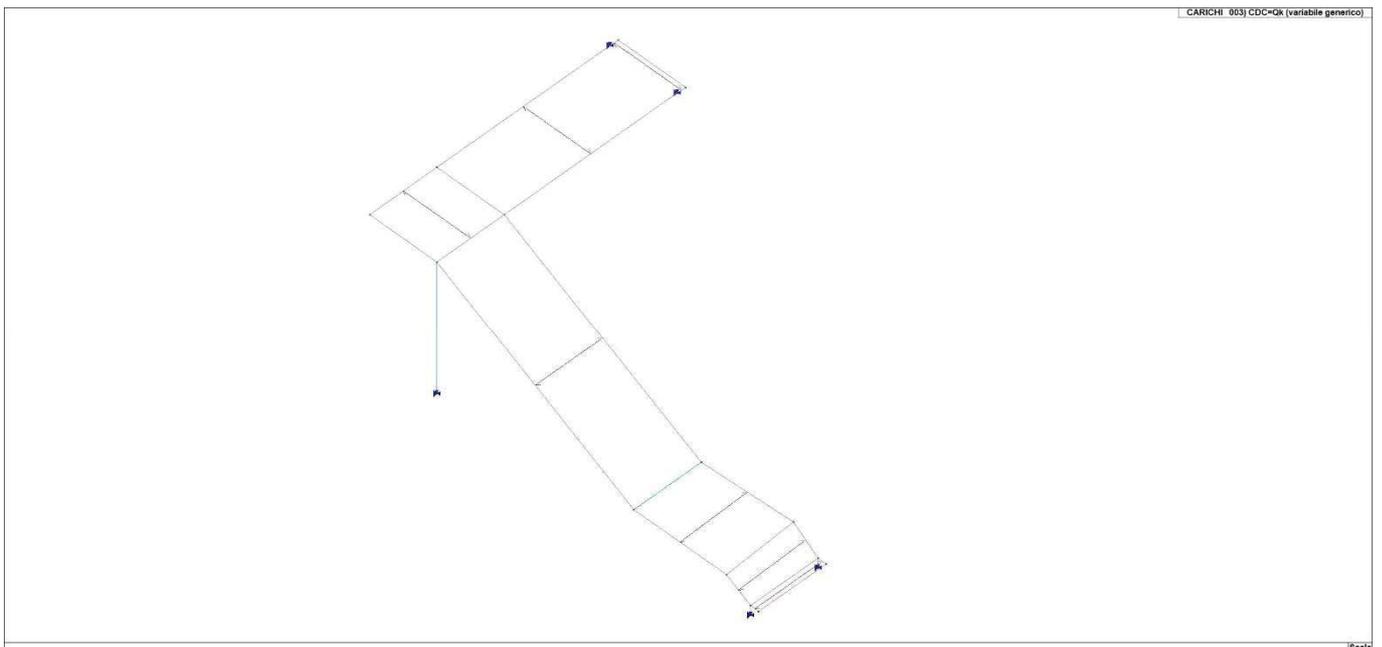


Figura 9 - Qk (variabile generico)

DEFINIZIONE DELLE COMBINAZIONI
 LEGENDA TABELLA COMBINAZIONI DI CARICO

Il programma combina i diversi tipi di casi di carico (CDC) secondo le regole previste dalla normativa vigente.

Le combinazioni previste sono destinate al controllo di sicurezza della struttura ed alla verifica degli spostamenti e delle sollecitazioni.

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

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

Combinazione fondamentale SLU

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

Combinazione caratteristica (rara) SLE

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

Combinazione frequente SLE

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

Combinazione quasi permanente SLE

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

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

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

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

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

Dove:

NTC 2018 Tabella 2.5.I

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

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

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

- per l'approccio 2 si definisce un'unica combinazione per le azioni, per la resistenza dei materiali e per la resistenza globale (con coefficienti A1).

NTC 2018 Tabella 2.6.I

		Coefficiente γ_f	EQU	A1	A2
<i>Carichi permanenti</i>	<i>Favorevoli</i>	γ_{G1}	0,9	1,0	1,0
	<i>Sfavorevoli</i>		1,1	1,3	1,0
<i>Carichi permanenti non strutturali</i> <i>(Non compiutamente definiti)</i>	<i>Favorevoli</i>	γ_{G2}	0,8	0,8	0,8
	<i>Sfavorevoli</i>		1,5	1,5	1,3
<i>Carichi variabili</i>	<i>Favorevoli</i>	γ_{Qi}	0,0	0,0	0,0
	<i>Sfavorevoli</i>		1,5	1,5	1,3

Cmb	Tipo	Sigla Id	effetto P-delta
1	SLU	Comb. SLU A1 1	
2	SLU	Comb. SLU A1 2	
3	SLU	Comb. SLU A1 3	
4	SLU	Comb. SLU A1 4	
5	SLE(r)	Comb. SLE(rara) 5	
6	SLE(r)	Comb. SLE(rara) 6	
7	SLE(f)	Comb. SLE(freq.) 7	
8	SLE(f)	Comb. SLE(freq.) 8	
9	SLE(p)	Comb. SLE(perm.) 9	
10	SLE(p)	Comb. SLE(perm.) 10	

Cmb	CDC 1/15...	CDC 2/16...	CDC 3/17...	CDC 4/18...	CDC 5/19...	CDC 6/20...	CDC 7/21...	CDC 8/22...	CDC 9/23...	CDC 10/24...	CDC 11/25...	CDC 12/26...	CDC 13/27...	CDC 14/28...
1	1.30	1.30	0.0											
2	1.30	1.30	1.50											
3	1.00	1.00	0.0											
4	1.00	1.00	1.50											
5	1.00	1.00	0.0											
6	1.00	1.00	1.00											
7	1.00	1.00	0.0											
8	1.00	1.00	0.70											
9	1.00	1.00	0.0											
10	1.00	1.00	0.60											

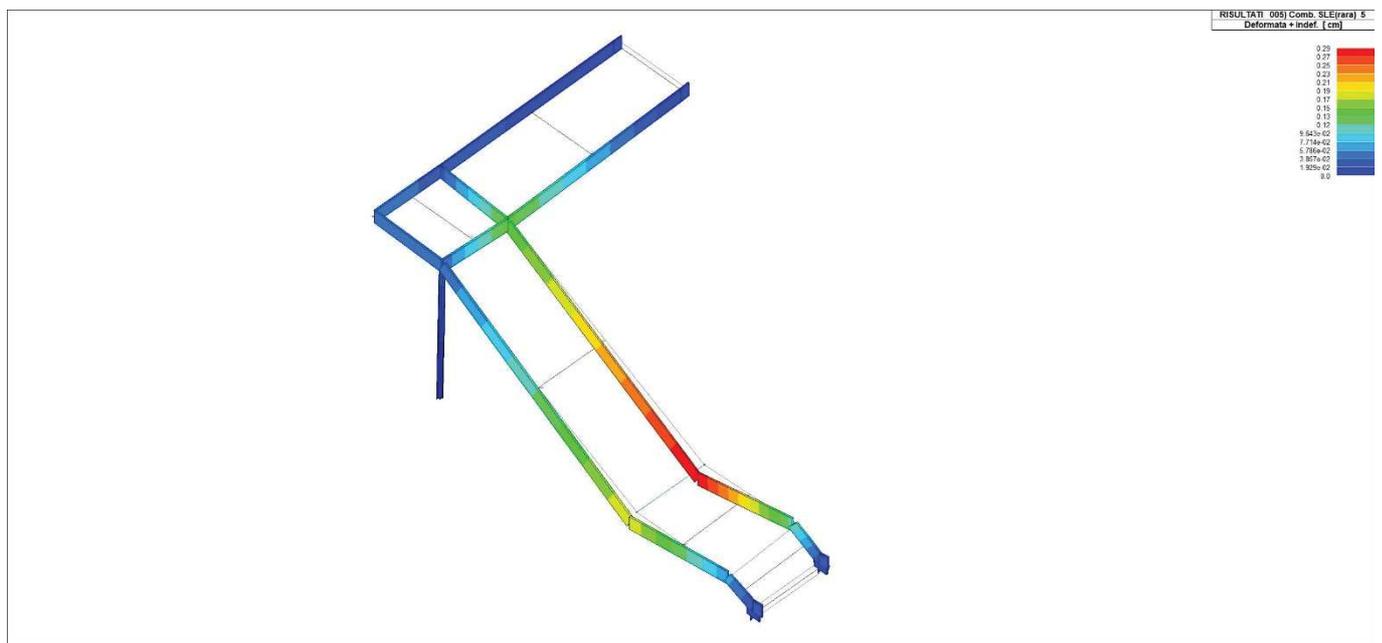


Figura 10 – Deformata massima (SLE rara)

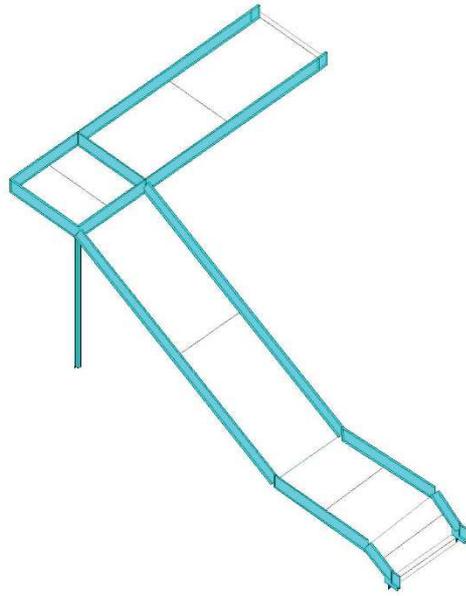


Figura 11 – Verifica delle strutture di acciaio (coore ciano = verifica positiva)

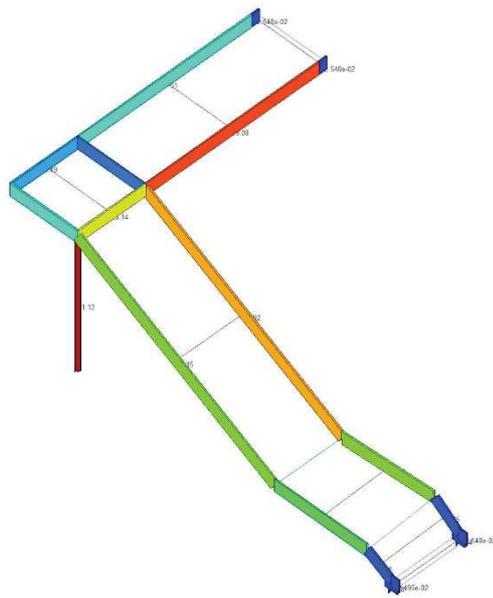


Figura 12 – Percentuale di sfruttamento delle strutture di acciaio

5. PARAPETTO PIENO

Si ipotizza il parapetto sollecitato da una spinta orizzontale di 2.00 kN/m, alla quale fa da contrasto il peso della pavimentazione.

$$M = 2.00 \times 0.60 \times 1.09 = 1.308 \text{ kNm}$$

Considerando il fulcro sul primo vincolo, sul secondo vincolo agisce una forza

$$F = 1.308 / 0.89 = 1.47 \text{ kN} = 4 \times 0.37 \text{ kN}$$

Sul primo vincolo si ha invece una pressione

$$\sigma = 147 / (10 \times 20) = 0.74 \text{ daN/cm}^2$$

La forza agisce sul massetto armato, il cui pacchetto propone la seguente analisi (oltre al peso proprio del massetto di spessore 8 cm)

- massetto non armato	16.00 × 0.066	1.06 kN/m ²
- mattoni	18.00 × 0.06	1.08 kN/m ²

Sempre a favore della sicurezza si prescinde dalla presenza del sovraccarico accidentale, peraltro necessaria per generare la spinta orizzontale.

Si prevede una piastra 200 × 200 × 10 con 4 tirafondi M8 inseriti in fori Ø10 profondi 6 cm, per i quali si ha

$$N_{Rd,c} = 12.3 \times 6.0 / 8.0 \times 1.05 \times 0.91 \times 1.0 = 8.81 \text{ kN} > 0.37 \text{ kN}$$

L'armatura di rete Ø6/(10 × 10) è sufficiente a riprendere le sollecitazioni che si generano.



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

2S.I. Software e Servizi per l'Ingegneria S.r.l.
Via Garibaldi, 90
44121 Ferrara FE (Italy)

Tel. +39 0532 200091

www.2si.it
info@2si.it

D.M. 17/01/18 cap. 10.2 Affidabilità dei codici utilizzati
<https://www.2si.it/it/prodotti/affidabilita/>

INTESTAZIONE E CONTENUTI DELLA RELAZIONE

Progetto
Golena San Massimo Fissaggio di parapetto

CARATTERISTICHE MATERIALI UTILIZZATI

LEGENDA TABELLA DATI MATERIALI

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

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

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

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

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

1	cemento armato	Resistenza R_c	resistenza a compressione cubica
---	----------------	------------------	----------------------------------

	Resistenza f_{ctm} Coefficiente k_{sb}	resistenza media a trazione semplice Coefficiente di riduzione della resistenza a compressione da utilizzare nello stress block
2	acciaio	
	Tensione f_t	Valore della tensione di rottura
	Tensione f_y	Valore della tensione di snervamento
	Resistenza f_d	Resistenza di calcolo per SL CNR-UNI 10011
	Resistenza $f_d (>40)$	Resistenza di calcolo per SL CNR-UNI 10011 per spessori > 40mm
	Tensione ammissibile	Tensione ammissibile CNR-UNI 10011
	Tensione ammissibile (>40)	Tensione ammissibile CNR-UNI 10011 per spessori > 40mm
3	muratura	
	Muratura consolidata	Muratura per la quale si prevedono interventi di rinforzo"
	Incremento resistenza	Incremento conseguito in termini di resistenza
	Incremento rigidezza	Incremento conseguito in termini di rigidezza
	Resistenza f	Valore della resistenza a compressione
	Resistenza f_{v0}	Valore della resistenza a taglio in assenza di tensioni normali
	Resistenza f_h	Valore della resistenza a compressione orizzontale
	Resistenza f_b	Valore della resistenza a compressione dei blocchi
	Resistenza f_{bh}	Valore della resistenza a compressione dei blocchi in direzione orizzontale
	Resistenza f_{v0h}	Valore della resistenza a taglio in assenza di tensioni normali per le travi
	Resistenza f_t	Valore della resistenza a trazione per fessurazione diagonale
	Resistenza f_{vlim}	Valore della massima resistenza a taglio
	Resistenza f_{bt}	Valore della resistenza a trazione dei blocchi
	Coefficiente μ	Coefficiente d'attrito utilizzato per la resistenza a taglio (tipicamente 0.4)
	Coefficiente f_i	Coefficiente d'ingranamento utilizzato per la resistenza a taglio
	Coefficiente k_{sb}	Coefficiente di riduzione della resistenza a compressione da utilizzare nello stress block
4	legno	
	E _{0,05}	Modulo di elasticità corrispondente ad un frattile del 5%
	Resistenza f_{c0}	Valore della resistenza a compressione parallela
	Resistenza f_{t0}	Valore della resistenza a trazione parallela
	Resistenza f_m	Valore della resistenza a flessione
	Resistenza f_v	Valore della resistenza a taglio
	Resist. f_{t0k}	Resistenza caratteristica (tensione amm. per REGLES) per trazione
	Resist. f_{mk}	Resistenza caratteristica (tensione amm. per REGLES) per flessione
	Resist. f_{vk}	Resistenza caratteristica (tensione amm. per REGLES) per taglio

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

Con riferimento al **Documento di Affidabilità** “Test di validazione del software di calcolo PRO_SAP e dei moduli aggiuntivi PRO_SAP Modulo Geotecnico, PRO_CAD nodi acciaio e PRO_MST” - versione Maggio 2011, disponibile per il download sul sito www.2si.it, si segnalano i seguenti esempi applicativi:

Modellazione di strutture in c.a.

Test N°	Titolo
41	GERARCHIA DELLE RESISTENZE PER TRAVI IN C.A.
42	GERARCHIA DELLE RESISTENZE PER PILASTRI IN C.A.
43	VERIFICA ALLE TA DI STRUTTURE IN C.A.
44	VERIFICA AGLI SLU DI STRUTTURE IN C.A.
45	VERIFICA A PUNZONAMENTO ALLO SLU DI PIASTRE IN C.A.
46	VERIFICA A PUNZONAMENTO ALLO SLU DI TRAVI IN C.A.
47	PROGETTAZIONE A TAGLIO DI STRUTTURE IN C.A. SECONDO IL D.M. 9/1/96
48	PROGETTAZIONE A TAGLIO DI STRUTTURE IN C.A. SECONDO IL D.M. 14/1/2008
49	VERIFICA ALLO SLE (TENSIONI E FESSURAZIONE) DI STRUTTURE IN C.A.
50	VERIFICA ALLO SLE (DEFORMAZIONE) DI STRUTTURE IN C.A.
51	FATTORE DI STRUTTURA
52	SOVRARESISTENZE
53	DETTAGLI COSTRUTTIVI C.A.: LIMITI D'ARMATURA PILASTRI E NODI TRAVE-PILASTRO
54	PARETI IN C.A. SNELLE IN ZONA SISMICA
80	ANALISI PUSHOVER DI UN EDIFICIO IN C.A.
120	PROGETTO E VERIFICA DI TRAVI PREM

Modellazione di strutture in acciaio

Test N°	Titolo
55	VERIFICA DI STABILITA' DI ASTE COMPRESSE IN ACCIAIO – METODO OMEGA
56	LUCE LIBERA DI TRAVI E ASTE IN ACCIAIO
57	LUCE LIBERA DI COLONNE IN ACCIAIO
58	SVERGOLAMENTO DI TRAVI IN ACCIAIO
59	FATTORE DI STRUTTURA
60	ACCIAIO D.M.2008
61	ACCIAIO EC3
62	GERARCHIA RESISTENZE STRUTTURE IN ACCIAIO

63	STABILITA' DI ASTE COMPOSTE IN ACCIAIO
73	COLLEGAMENTI IN ACCIAIO: NODO TRAVE COLONNA FLANGIATO CON PRESENZA IRRIGIDIMENTI TRASVERSALI
74	COLLEGAMENTI IN ACCIAIO: NODO TRAVE COLONNA FLANGIATO CON PRESENZA DI UN PIATTO DI RINFORZO SALDATO ALL'ANIMA DELLA COLONNA
75	COLLEGAMENTI IN ACCIAIO: NODO TRAVE COLONNA FLANGIATO CON PRESENZA DI DUE PIATTI DI RINFORZO SALDATI ALL'ANIMA DELLA COLONNA
76	COLLEGAMENTI IN ACCIAIO: NODO TRAVE COLONNA FLANGIATO A DUE VIE SU ALI COLONNA
77	COLLEGAMENTI IN ACCIAIO: NODO TRAVE COLONNA FLANGIATO A UNA VIA CON DUE COMBINAZIONI DI CARICO
78	COLLEGAMENTI IN ACCIAIO: NODO TRAVE COLONNA FLANGIATO SU ANIMA SENZA RINFORZI A QUATTRO FILE DI BULLONI DI CUI UNA SU PIASTRA INFERIORE E UNA SU PIASTRA SUPERIORE
79	VERIFICA DELLA PIASTRA NODO TRAVE COLONNA
85	TELAIO ACCIAIO: CONTROVENTI CONCENTRICI

Modellazione di strutture in muratura

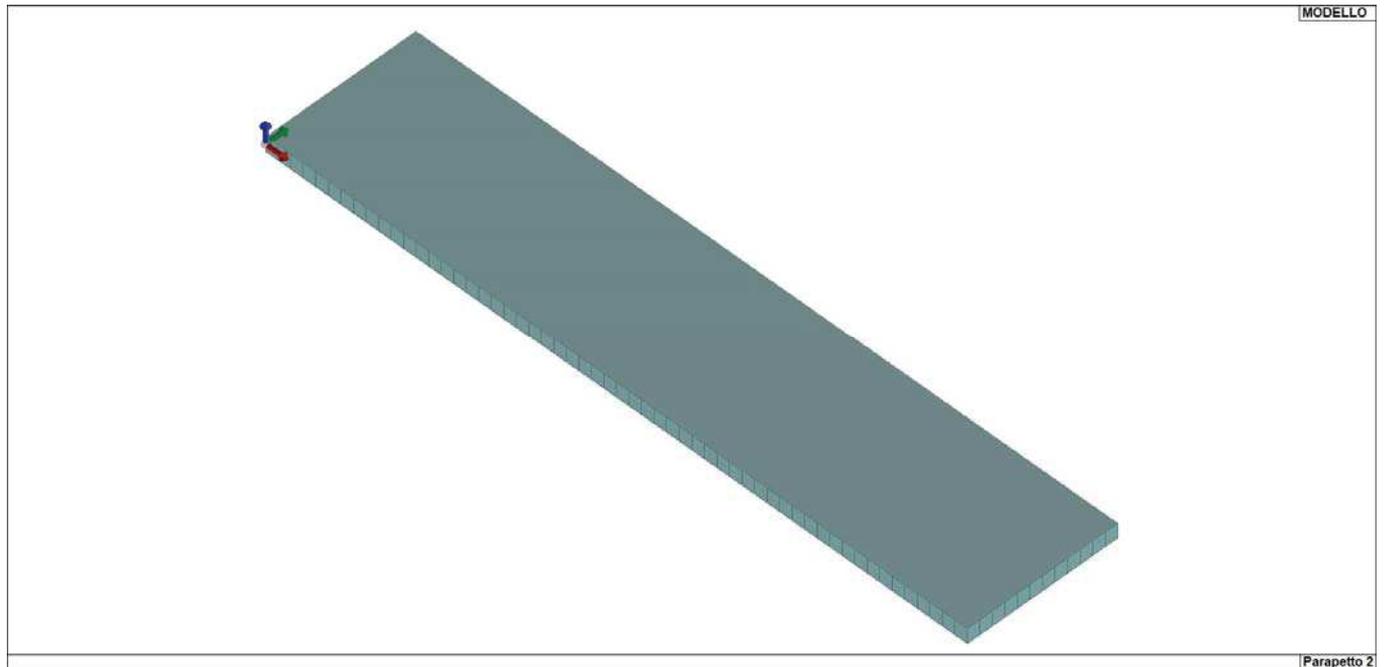
Test N°	Titolo
81	ANALISI PUSHOVER DI UNA STRUTTURA IN MURATURA
84	ANALISI ELASTO PLASTICA INCREMENTALE, PARETE IN MURATURA
86	VERIFICA NON SISMICA DELLE MURATURE (D.M. 87 TA)
87	VERIFICA NON SISMICA DELLE MURATURE (D.M. 2005 SL)
88	FATTORE DI STRUTTURA

Modellazione di strutture in legno

Test N°	Titolo
17	SOLAIO: MISTO LEGNO-CALCESTRUZZO
89	VERIFICA ALLO SLU DI STRUTTURE IN LEGNO SECONDO EC5
90	VERIFICA ALLO SLE DI STRUTTURE IN LEGNO SECONDO EC5
91	FATTORE DI STRUTTURA
92	VERIFICHE EC5
93	SNELLEZZE EC5
94	VERIFICA AL FUOCO DI STRUTTURE IN LEGNO SECONDO EC5
117	PROGETTO E VERIFICA DI GUSCI IN MATERIALE XLAM
118	PROGETTO E VERIFICA DI PARETI IN MATERIALE XLAM E RELATIVI COLLEGAMENTI
119	PROGETTO E VERIFICA DI SOLAI IN MATERIALE XLAM

Id	Tipo / Note	V. caratt.	V. medio	Young	Poisson	G	Gamma	Alfa	Altri
		daN/cm2	daN/cm2	daN/cm2		daN/cm2	daN/cm3		

Id	Tipo / Note	V. caratt.	V. medio	Young	Poisson	G	Gamma	Alfa	Altri
3	Calcestruzzo Classe C28/35			3.260e+05	0.20	1.358e+05	2.50e-03	1.00e-05	
	Resistenza Rc	350.0							
	Resistenza fctm		28.4						
	Coefficiente ksb								0.85
	Rapporto HRDb								1.00e-05
	Rapporto HRDv								1.00e-05



Parapetto 2

Figura 1 – Materiali D3

Gusci c.a.	1/7/..	2/8/..	3/9/..	4/10/..	5/11/..	6/12/..
Armatura						
Inclinazione Ax [gradi]	0.0					
Angolo Ax-Ay [gradi]	90.00					
Minima tesa	0.16					
Massima tesa	0.78					
Maglia unica centrale	Si					
Copriferro [cm]	2.00					
Maglia x						
diametro	6					
passo	10					
diametro aggiuntivi	12					
Maglia y						
diametro	6					
passo	10					
diametro aggiuntivi	12					
Stati limite ultimi						
Tensione fy [daN/cm ²]	4500.00					
Tipo acciaio	tipo C					
Coefficiente gamma s	1.15					
Coefficiente gamma c	1.50					
Verifiche con N costante	Si					
Applica SLU da DIN	No					
Tensioni ammissibili						
Tensione amm. cls [daN/cm ²]	97.50					
Tensione amm. acciaio [daN/cm ²]	2600.00					
Rapporto omogeneizzazione N	15.00					
Massimo rapporto area compressa/tesa	1.00					
Resistenza al fuoco						
3- intradosso	No					
3+ estradosso	No					

Gusci c.a.	1/7/..	2/8/..	3/9/..	4/10/..	5/11/..	6/12/..
Tempo di esposizione R	15					

MODELLAZIONE DELLE SEZIONI

LEGENDA TABELLA DATI SEZIONI

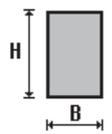
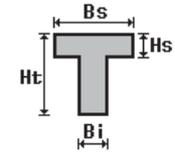
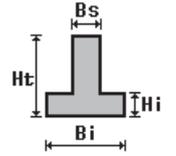
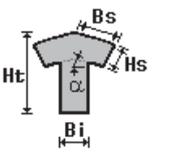
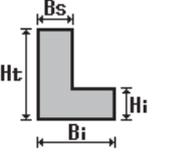
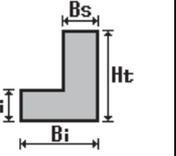
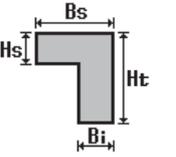
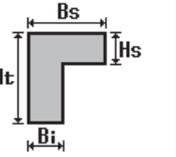
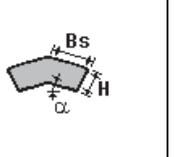
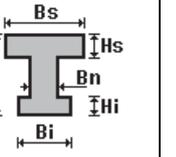
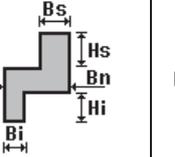
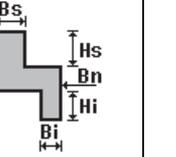
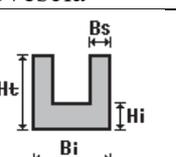
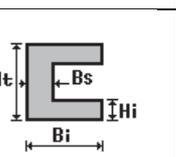
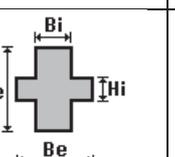
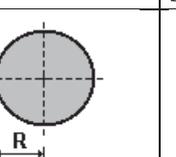
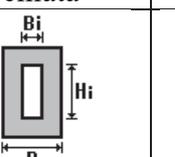
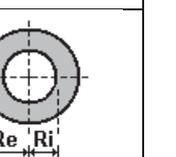
Il programma consente l'uso di sezioni diverse. Sono previsti i seguenti tipi di sezione:

- sezione di tipo generico
- profilati semplici
- profilati accoppiati e speciali

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

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

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

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

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

Per quanto concerne le sezioni di tipo generico (tipo 1.):
 i valori dimensionali con prefisso B sono riferiti all'asse 2
 i valori dimensionali con prefisso H sono riferiti all'asse 3

Con riferimento al Documento di Affidabilità "Test di validazione del software di calcolo PRO_SAP e dei moduli aggiuntivi PRO_SAP Modulo Geotecnico, PRO_CAD nodi acciaio e PRO_MST" - versione Settembre 2014, disponibile per il download sul sito www.2si.it, si segnalano i seguenti esempi applicativi:

Test N°	Titolo
1	CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E INERZIALI
45	VERIFICA AGLI SLU DI STRUTTURE IN C.A.
48	PROGETTAZIONE A TAGLIO DI STRUTTURE IN C.A. SECONDO IL D.M. 9/1/96
49	PROGETTAZIONE A TAGLIO DI STRUTTURE IN C.A. SECONDO IL D.M. 14/1/2008
50	VERIFICA ALLO SLE (TENSIONI E FESSURAZIONE) DI STRUTTURE IN C.A.
51	VERIFICA ALLO SLE (DEFORMAZIONE) DI STRUTTURE IN C.A.
104	ANALISI DI RESISTENZA AL FUOCO

Id	Tipo	Area	A V2	A V3	Jt	J 2-2	J 3-3	W 2-2	W 3-3	Wp 2-2	Wp 3-3
		cm2	cm2	cm2	cm4	cm4	cm4	cm3	cm3	cm3	cm3

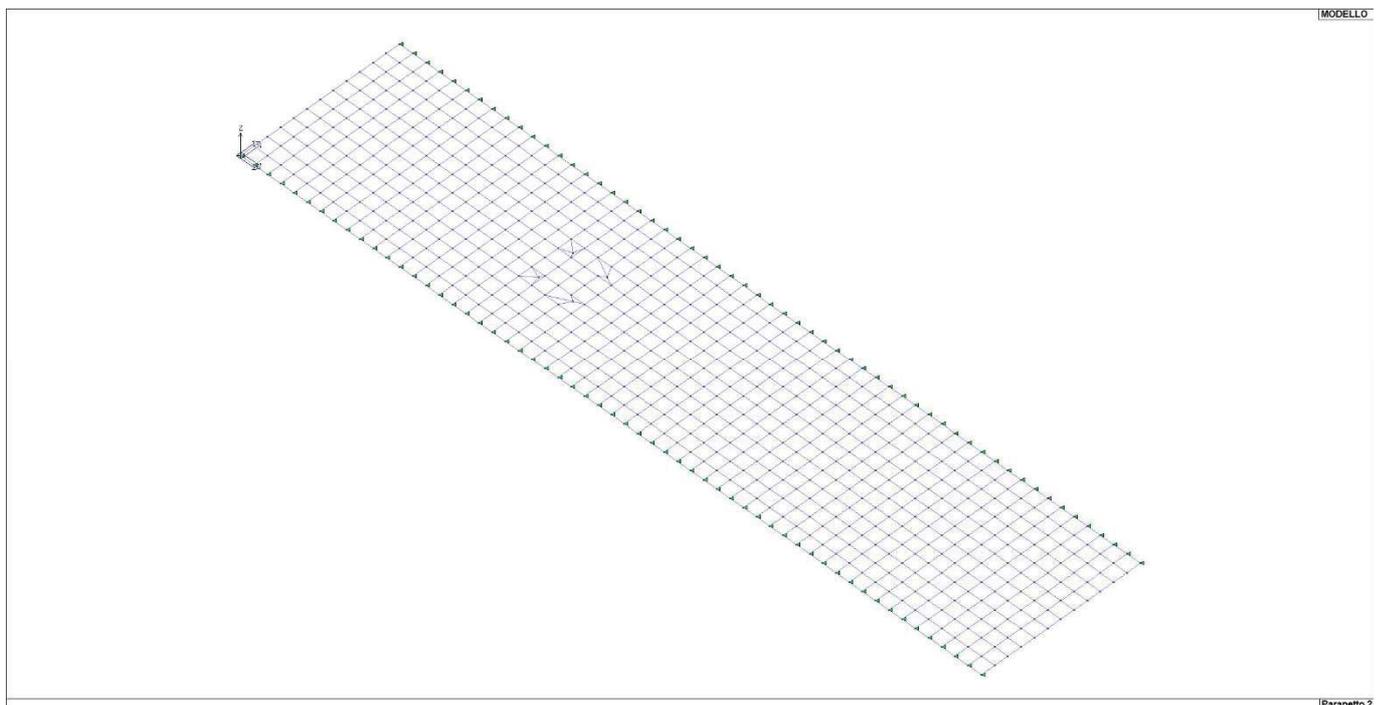


Figura 2 – Modello di calcolo (unifilare)

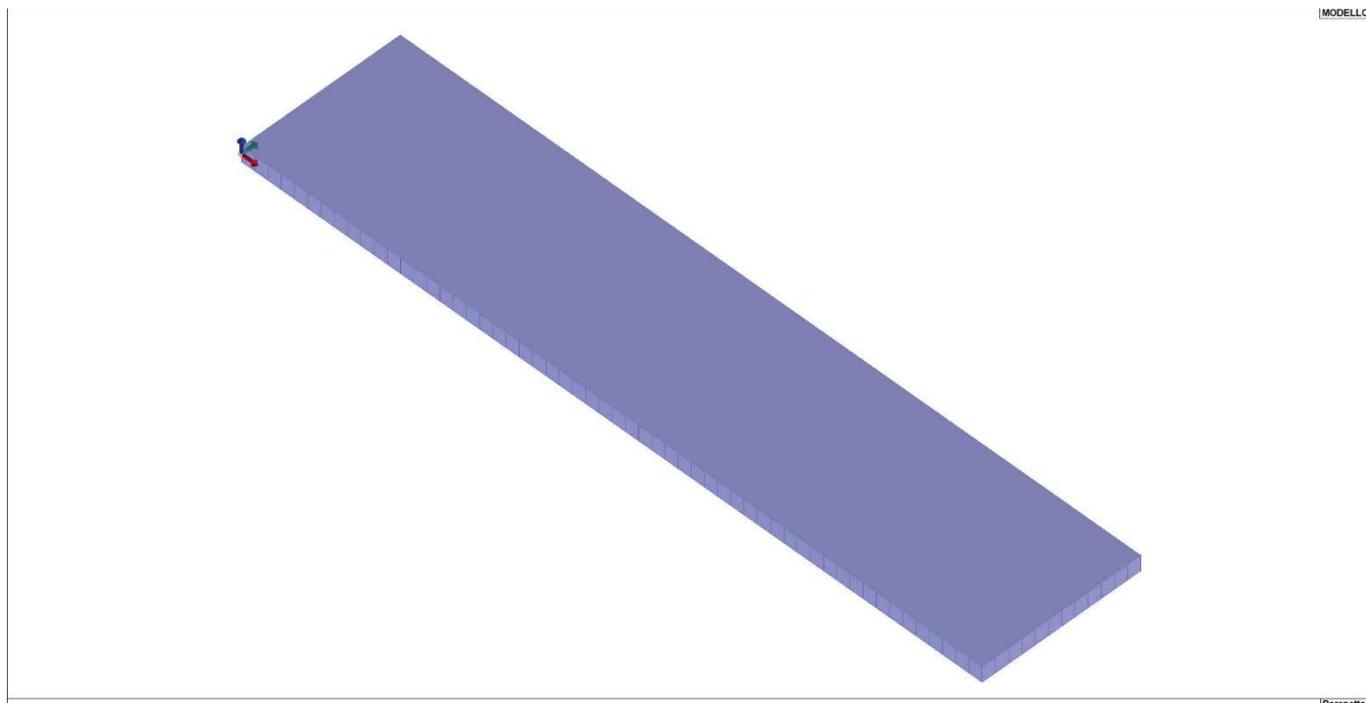


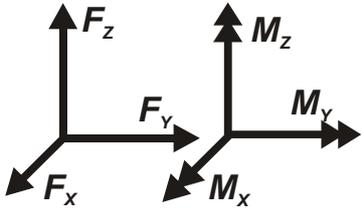
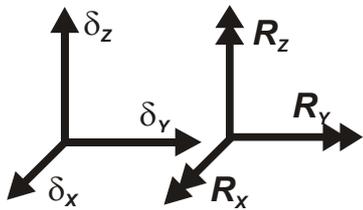
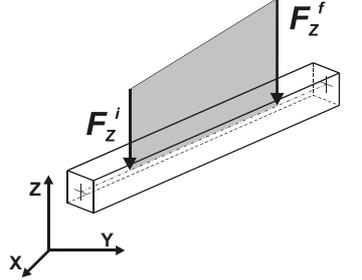
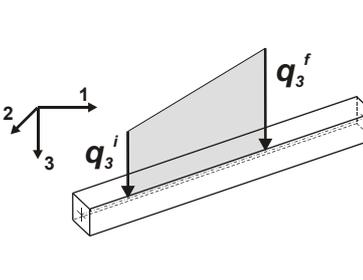
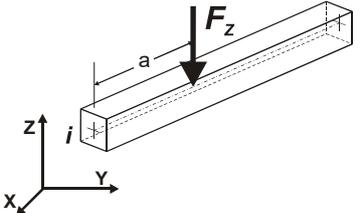
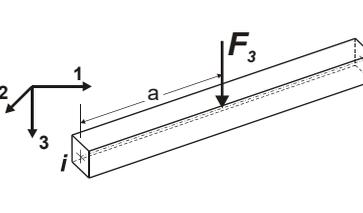
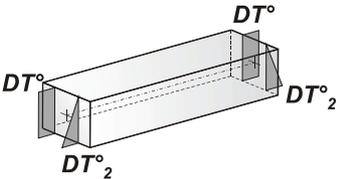
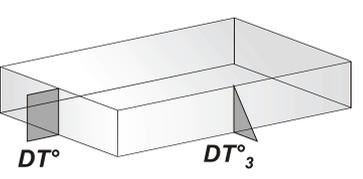
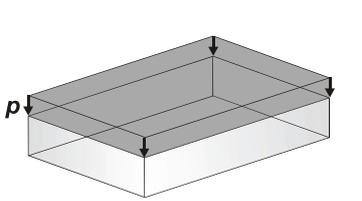
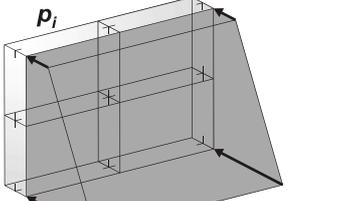
Figura 3 – Modello di calcolo (solido)

MODELLAZIONE DELLE AZIONI LEGENDA TABELLA DATI AZIONI

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

1	carico concentrato nodale 6 dati (forza F_x , F_y , F_z , momento M_x , M_y , M_z)
2	spostamento nodale impresso 6 dati (spostamento T_x , T_y , T_z , rotazione R_x , R_y , R_z)
3	carico distribuito globale su elemento tipo trave 7 dati (f_x , f_y , f_z , m_x , m_y , m_z , ascissa di inizio carico) 7 dati (f_x , f_y , f_z , m_x , m_y , m_z , ascissa di fine carico)
4	carico distribuito locale su elemento tipo trave 7 dati (f_1 , f_2 , f_3 , m_1 , m_2 , m_3 , ascissa di inizio carico) 7 dati (f_1 , f_2 , f_3 , m_1 , m_2 , m_3 , ascissa di fine carico)
5	carico concentrato globale su elemento tipo trave 7 dati (F_x , F_y , F_z , M_x , M_y , M_z , ascissa di carico)
6	carico concentrato locale su elemento tipo trave 7 dati (F_1 , F_2 , F_3 , M_1 , M_2 , M_3 , ascissa di carico)
7	variazione termica applicata ad elemento tipo trave 7 dati (variazioni termiche: uniforme, media e differenza in altezza e larghezza al nodo iniziale e finale)

8	carico di pressione uniforme su elemento tipo piastra 1 dato (pressione)
9	carico di pressione variabile su elemento tipo piastra 4 dati (pressione, quota, pressione, quota)
10	variazione termica applicata ad elemento tipo piastra 2 dati (variazioni termiche: media e differenza nello spessore)
11	carico variabile generale su elementi tipo trave e piastra 1 dato descrizione della tipologia 4 dati per segmento (posizione, valore, posizione, valore) la tipologia precisa l'ascissa di definizione, la direzione del carico, la modalità di carico e la larghezza d'influenza per gli elementi tipo trave
12	gruppo di carichi con impronta su piastra 9 dati (numero di ripetizioni in direzione X e Y, valore di ciascun carico, posizione centrale del primo, dimensioni dell'impronta, interasse tra i carichi)

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

Tipo carico concentrato nodale

Id	Tipo	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
		daN	daN	daN	daN cm	daN cm	daN cm
2	CN:Fz=37.00	0.0	0.0	37.00	0.0	0.0	0.0

Tipo carico variabile generale

Id	Tipo	ascissa	valore	ascissa	valore
		cm	daN/cm2	cm	daN/cm2
1	Permanente-QV:unif - Qz - Area				
	Unif. Qz Area L2=0.0		-0.02		

Tipo gruppo di carichi con impronta su piastra

Id	Tipo	Ripet. X	Ripet. Y	Carico FZ	Centro X	Centro Y	dim. X	dim. Y	Passo X	Passo Y
				daN	cm	cm	cm	cm	cm	cm
3	CGI:n. 1 FZ=-147.00	1	1	-147.00	5.00	30.00	10.00	20.00	0.0	0.0

SCHEMATIZZAZIONE DEI CASI DI CARICO LEGENDA TABELLA CASI DI CARICO

Il programma consente l'applicazione di diverse tipologie di casi di carico.
Sono previsti i seguenti 11 tipi di casi di carico:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

CDC	Tipo	Sigla Id	Note
1	Ggk	CDC=Ggk (peso proprio della struttura)	
2	Gk	CDC=G1k (permanente generico) Permanente	D3 :da 1 a 682 Azione : Permanente-QV:unif - Qz - Area
3	Qk	CDC=Qk (variabile generico) Accidentale	Nodo:da 179 a 182 Azione : CN:Fz=37.00
			D3 :da 1 a 682 Azione : CGI:n. 1 FZ=-147.00

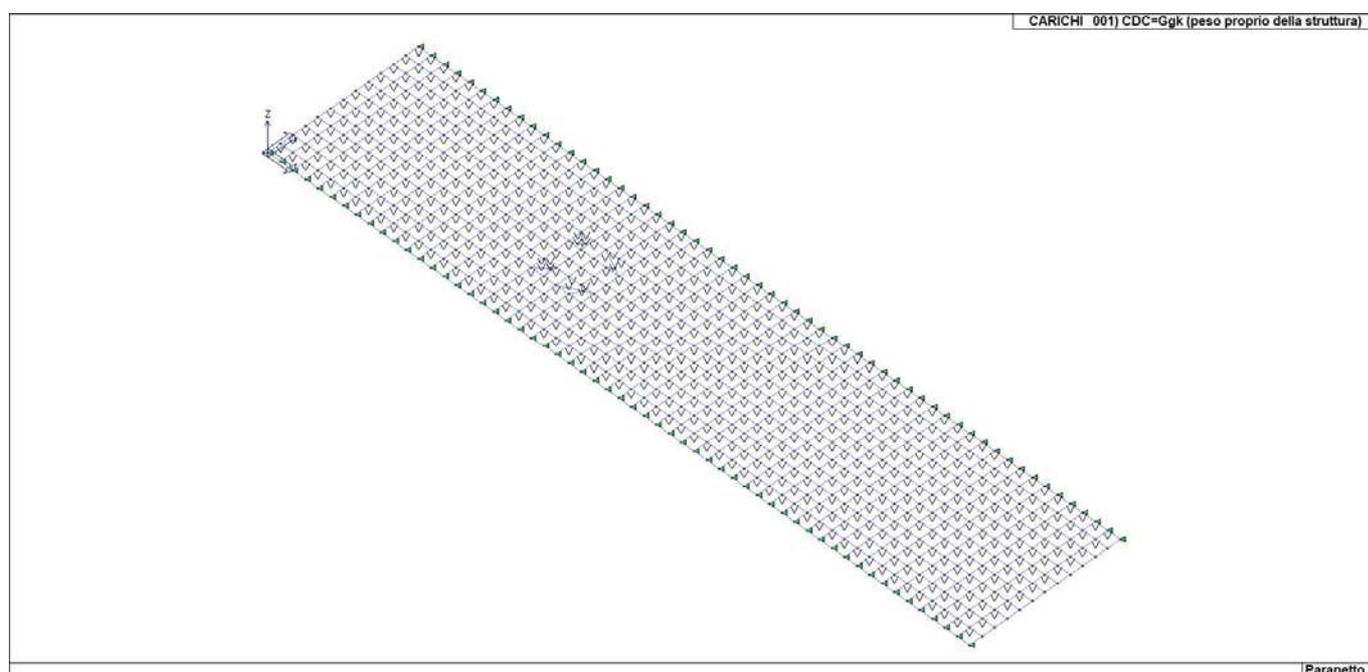


Figura 4 – Ggk (peso proprio della struttura)

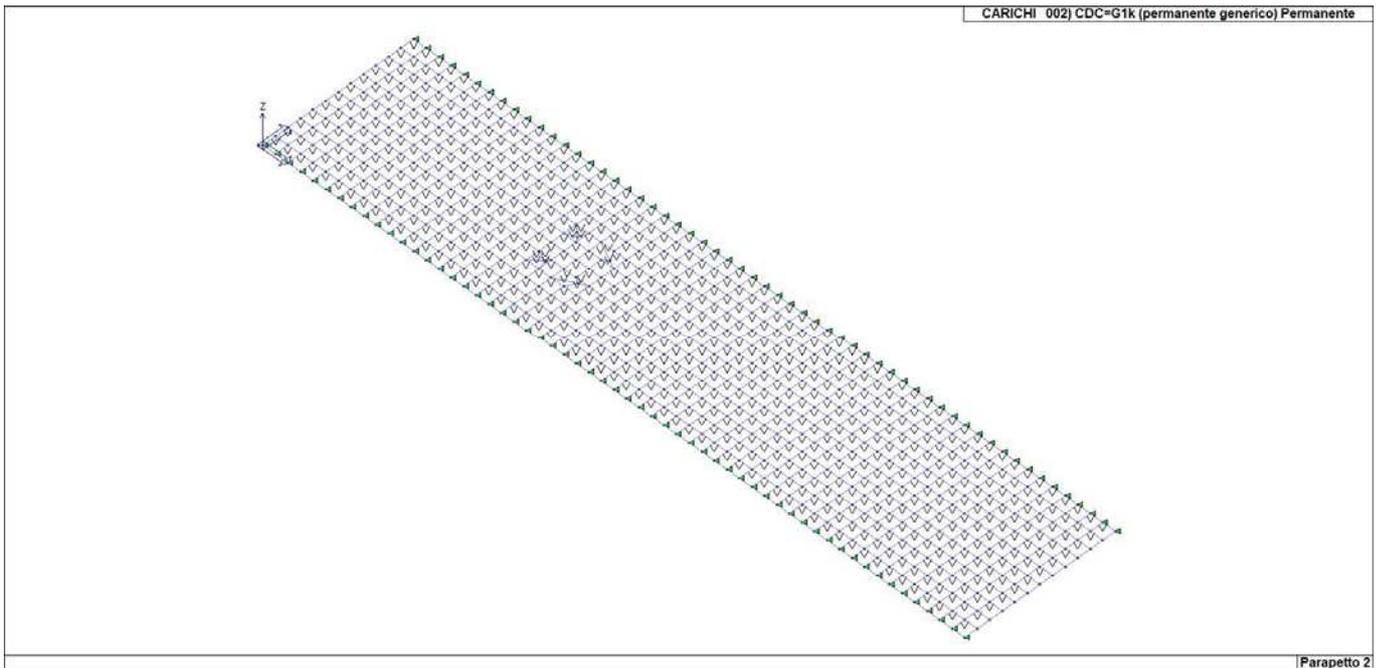


Figura 4 – G1k (permanente generico)

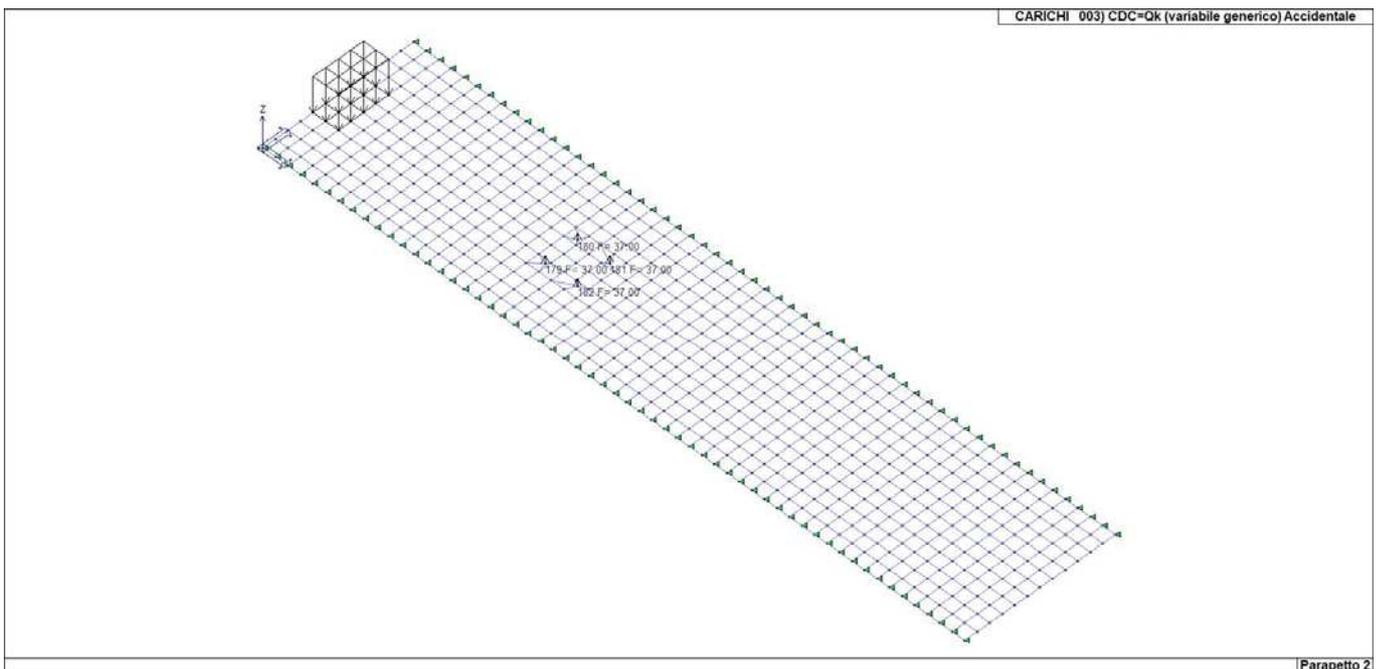


Figura 5 – Qk (variabile generico)

DEFINIZIONE DELLE COMBINAZIONI LEGENDA TABELLA COMBINAZIONI DI CARICO

Il programma combina i diversi tipi di casi di carico (CDC) secondo le regole previste dalla normativa vigente.

Le combinazioni previste sono destinate al controllo di sicurezza della struttura ed alla verifica degli spostamenti e delle sollecitazioni.

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

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

Combinazione fondamentale SLU

$$\gamma_{G1} \cdot G1 + \gamma_{G2} \cdot G2 + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \gamma_{Q3} \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots$$

Combinazione caratteristica (rara) SLE

$$G1 + G2 + P + Q_{k1} + \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots$$

Combinazione frequente SLE

$$G1 + G2 + P + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots$$

Combinazione quasi permanente SLE

$$G1 + G2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots$$

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

$$E + G1 + G2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots$$

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

$$G1 + G2 + Ad + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots$$

Dove:

NTC 2018 Tabella 2.5.I

Destinazione d'uso/azione	ψ_0	ψ_1	ψ_2
Categoria A residenziali	0,70	0,50	0,30
Categoria B uffici	0,70	0,50	0,30
Categoria C ambienti suscettibili di affollamento	0,70	0,70	0,60
Categoria D ambienti ad uso commerciale	0,70	0,70	0,60
Categoria E biblioteche, archivi, magazzini,...	1,00	0,90	0,80
Categoria F Rimesse e parcheggi (autoveicoli $\leq 30kN$)	0,70	0,70	0,60
Categoria G Rimesse e parcheggi (autoveicoli $> 30kN$)	0,70	0,50	0,30
Categoria H Coperture	0,00	0,00	0,00
Vento	0,60	0,20	0,00
Neve a quota ≤ 1000 m	0,50	0,20	0,00
Neve a quota > 1000 m	0,70	0,50	0,20
Variazioni Termiche	0,60	0,50	0,00

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

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

NTC 2018 Tabella 2.6.I

		Coefficiente γ_f	EQU	A1	A2
Carichi permanenti	Favorevoli	γ_{G1}	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevoli		1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti non strutturali (Non compiutamente definiti)	Favorevoli	γ_{G2}	0,8	0,8	0,8
	Sfavorevoli		1,5	1,5	1,3
Carichi variabili	Favorevoli	γ_{Qi}	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevoli		1,5	1,5	1,3

Cmb	Tipo	Sigla Id	effetto P-delta
1	SLU	Comb. SLU A1 1	
2	SLU	Comb. SLU A1 2	
3	SLU	Comb. SLU A1 3	
4	SLU	Comb. SLU A1 4	
5	SLE(r)	Comb. SLE(rara) 5	
6	SLE(r)	Comb. SLE(rara) 6	
7	SLE(f)	Comb. SLE(freq.) 7	
8	SLE(f)	Comb. SLE(freq.) 8	
9	SLE(p)	Comb. SLE(perm.) 9	
10	SLE(p)	Comb. SLE(perm.) 10	

Cmb	CDC 1/15...	CDC 2/16...	CDC 3/17...	CDC 4/18...	CDC 5/19...	CDC 6/20...	CDC 7/21...	CDC 8/22...	CDC 9/23...	CDC 10/24...	CDC 11/25...	CDC 12/26...	CDC 13/27...	CDC 14/28...
1	1.30	1.30	0.0											
2	1.30	1.30	1.50											
3	1.00	1.00	0.0											
4	1.00	1.00	1.50											
5	1.00	1.00	0.0											
6	1.00	1.00	1.00											
7	1.00	1.00	0.0											
8	1.00	1.00	0.90											
9	1.00	1.00	0.0											
10	1.00	1.00	0.80											

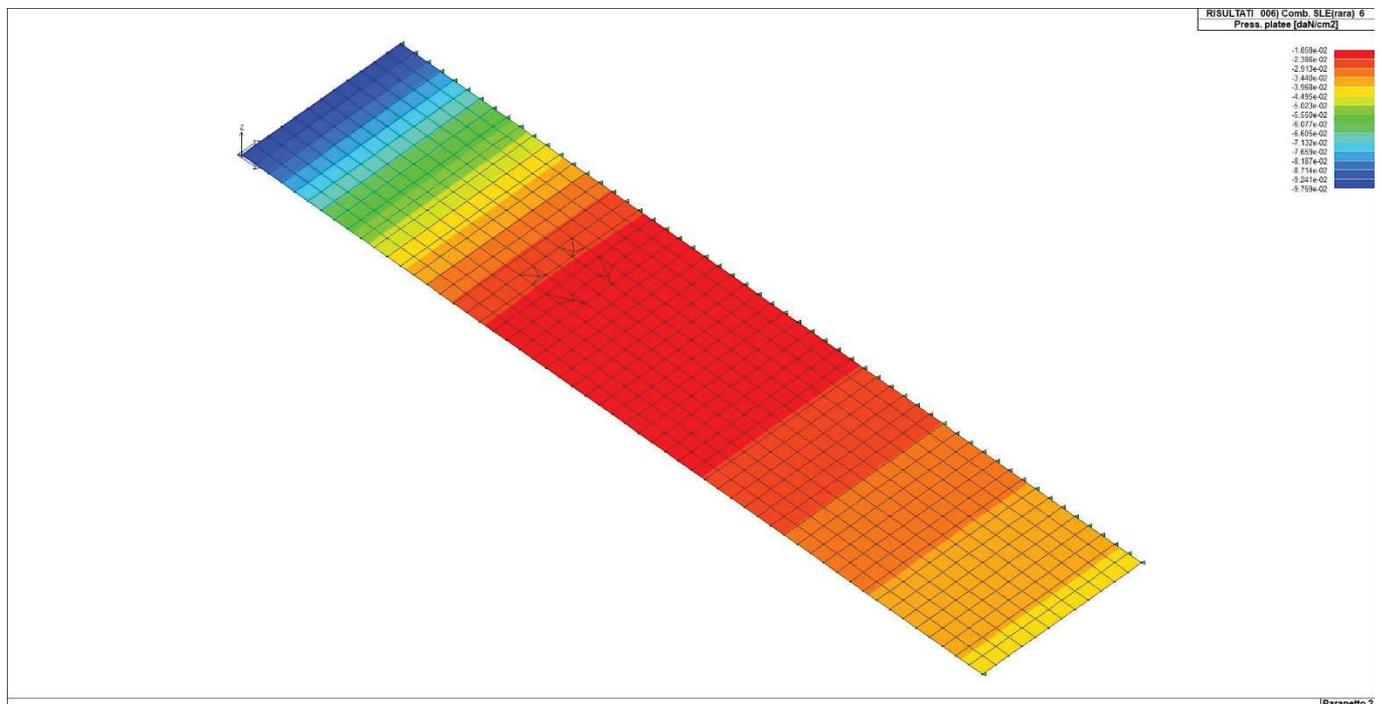


Figura 6 – Pressioni massime sul terreno (SLE rara)

