



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI CATANIA

**CORSO DI LAUREA IN INGEGNERIA CIVILE
STRUTTURALE E GEOTECNICA**

**CORSO DI PROGETTO DI STRUTTURE IN ZONA
SISMICA – A.A. 2016-2017**

**MODELLAZIONE DI UN EDIFICIO IN CEMENTO
ARMATO IN ZONA SISMICA – CONFRONTO
TEL2008 E PRO_SAP**

Docenti : Prof. Ing. FABIO NERI

Prof. Ing. AURELIO GHERSI

Revisore : Prof. Ing. FABIO NERI

Allievo : ROBERTO RUGGERI

Matricola : O49/000152

Indice

Introduzione dell'edificio in esame.....	2
Analisi modale e Pro_Sap.....	5
Masse di impalcato, periodi e masse modali.....	7
Sintesi dell'analisi dei carichi.....	19
Analisi trave T113. Confronto Tel2008 – Pro_Sap	20
Analisi trave T113 con fondazione. Confronto Tel2008 – Pro_Sap – Pro_Sap con fondazione.....	27
Analisi Pilastro 9. Confronto Tel2008 – Pro_Sap.....	33
Analisi pilastro 9 con fondazione. Confronto Tel2008 – Pro_Sap – Pro_Sap con fondazione.....	41
Fili fissi	48
Analisi trave T113 - Fili fissi.....	48
Analisi Pilastro 9 - Fili fissi.....	53
Analisi trave T113 - Fili fissi con fondazione.....	60
Analisi Pilastro 9 - Fili fissi con fondazione.....	63
Conclusioni.....	70

Introduzione dell'edificio in esame

L'edificio in esame, destinato ad essere una civile abitazione, è sito ad Amatrice (RI) in Corso Umberto I, 20. Esso risulta ubicato in zona sismica 1 (*Zona con pericolosità sismica alta*) e risulta appartenere ad un sottosuolo di categoria B e categoria topografica T1 delle NTC08.

Il fabbricato risulta essere costituito da 5 piani più la presenza di una mansarda con copertura a tetto in cemento armato, esso presenta quindi un totale di 6 impalcati.

La struttura ha una forma ad L ed essenzialmente è costituita da due blocchi rettangolari, uno verticale e l'altro orizzontale con al centro un vano in cui vi è presente la scala.

Si riportano di seguito la pianta del piano tipo, della mansarda e le rispettive carpenterie.

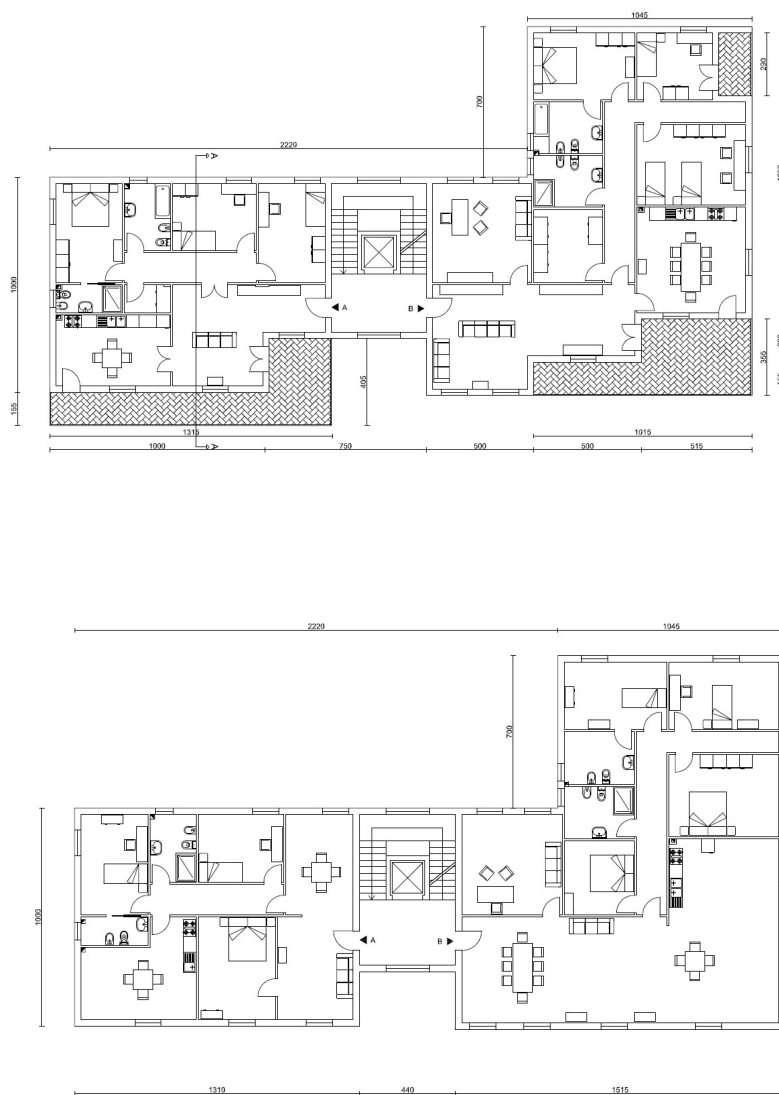


Fig. 1. Pianta del piano tipo (sopra) e Pianta della mansarda (sotto)

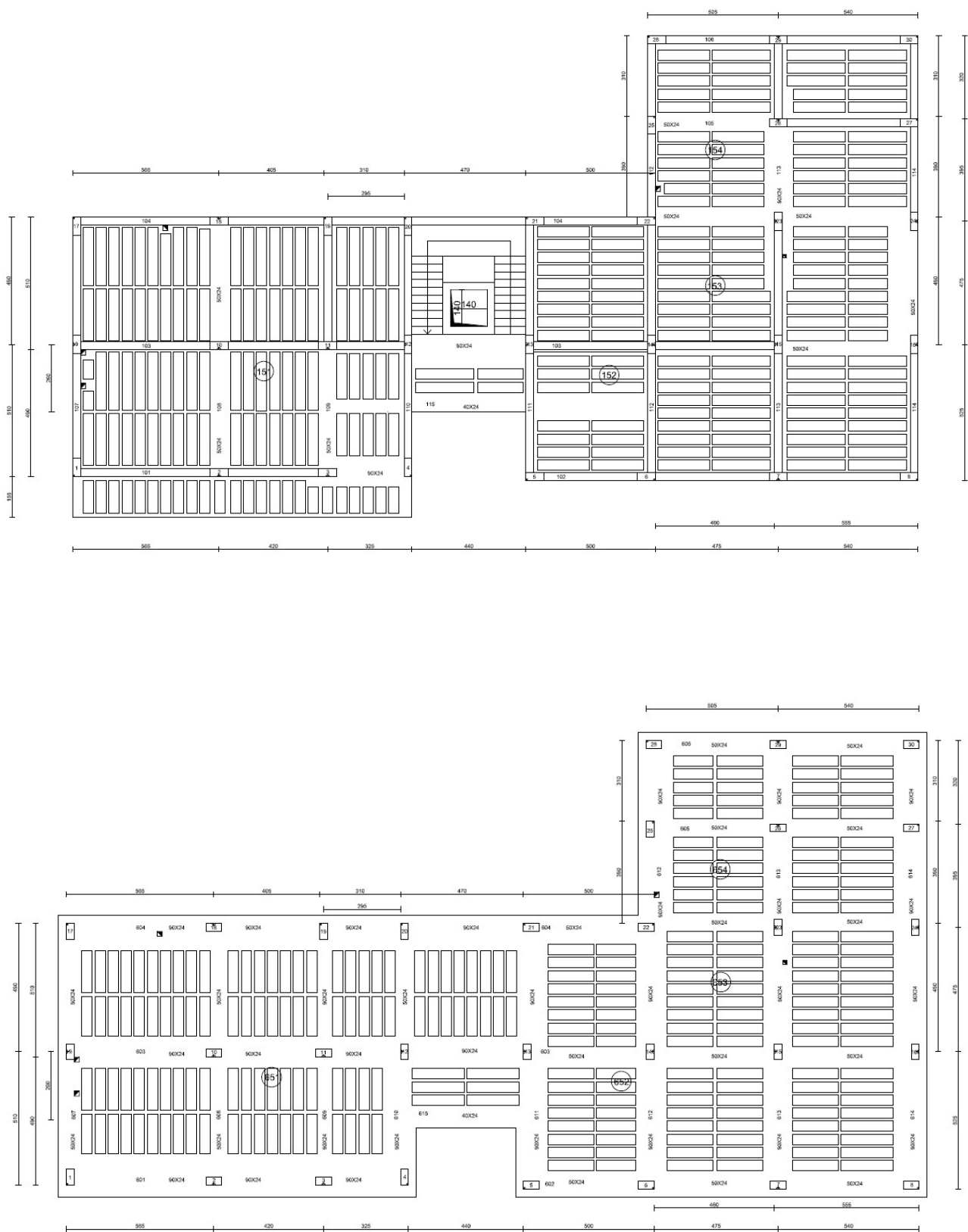


Fig. 2. Carpenteria del piano tipo (sopra) e carpenteria della mansarda (sotto)

L'edificio è stato già interamente analizzato mediante l'utilizzo del software Tel2008. Di seguito verrà invece illustrata l'analisi mediante l'utilizzo del software Pro_Sap di 2S.I. ed i risultati ottenuti verranno così confrontati con quelli derivanti dall'insieme spaziale di telai piani del Tel2008. Per effettuare il confronto si è cercato di mantenere fede alla modellazione già fatta in Tel2008, quindi per esempio la trave di cucitura fuori calcolo non modellata in Tel2008 anche qui non sarà presente.

La struttura in Tel2008 era stata modellata vincolandola alla base mediante incastri. In Prosap verrà riproposta tale condizione e successivamente verrà modellata con travi di fondazione su suolo alla Winkler. Infine verrà rimodellata inserendo i fili fissi sia nel caso in cui la struttura risulti interamente incastrata che nel caso in cui sia presente la fondazione.

Nelle immagini che seguono si riportano i modelli realizzati in Pro_Sap.

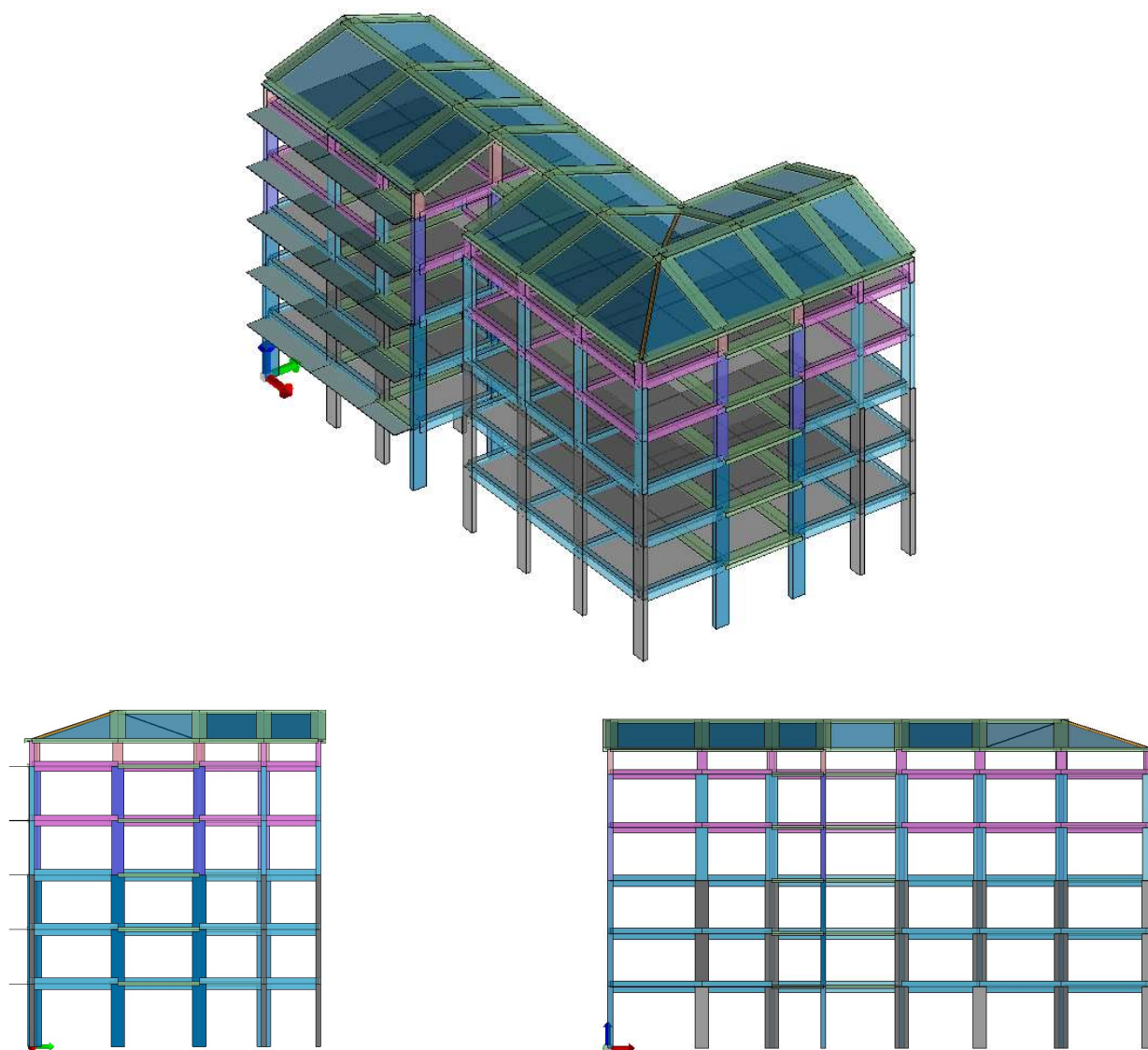


Fig. 3a. Modello realizzato in Pro_Sap. In alto vista assonometrica, in basso i relativi prospetti

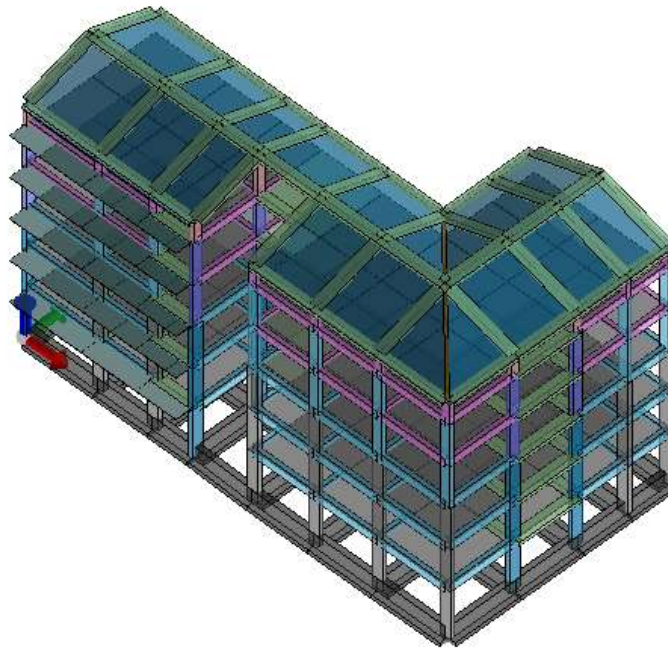


Fig. 3b. Modello con fondazione

Analisi modale e Pro_Sap

A seguito della creazione del modello, dell'applicazione dei carichi e dell'inserimento delle combinazioni, è stata eseguita l'analisi modale in Pro_Sap.

Prima di fare ciò è sembrato opportuno conoscere il tipo di analisi implementata nel software in modo da capire eventuali approssimazioni o differenze con Tel2008. Di default Pro_Sap, come la maggior parte dei software di analisi strutturale, risolve l'analisi modale attraverso il problema degli autovalori. Prosap fa riferimento a questo mediante il **metodo ibrido Lanczos e iterazione del sottospazio** che risolve il problema :

$$\mathbf{K}\mathbf{D} - \omega^2\mathbf{M}\mathbf{D} = 0$$

In cui i modi di vibrare sono M-normalizzati :

$$\mathbf{D}^T\mathbf{M}\mathbf{D} = \mathbf{I}$$

Tale analisi nel caso di strutture in cemento armato regolari in zona sismica risulta la più affidabile.

Alternativamente è possibile analizzare la struttura mediante il solutore modale con i vettori di Ritz carico dipendenti che risolve il problema :

$$\mathbf{K}\mathbf{S} = \mathbf{F} \text{ (modi statici)}$$

Poi risolve

$$\mathbf{K}\mathbf{D} - \omega^2\mathbf{M}\mathbf{D} = 0 \text{ (modi dinamici)}$$

In cui i modi di vibrare sono M-normalizzati :

$$\mathbf{D}^T\mathbf{M}\mathbf{D} = \mathbf{I}$$

In linea generale il metodo di Ritz tende a concentrarsi sulla specifica direzione della forzante e quindi tende a trascurare gli effetti che vengono prodotti nella direzione perpendicolare all'applicazione della forzante. Esso quindi riesce a valutare, per ogni direzione di ingresso del sisma, i modi di vibrare specifici con cui evidenziare il comportamento della struttura soggetta al dato input sismico e quindi converge molto rapidamente al coinvolgimento della massa modale efficace tanto che, in genere, è assai facile raggiungere e superare il limite dell'85% richiesto da normativa anche impiegando pochissimi modi di vibrare.

Il rovescio della medaglia consiste nel fatto che il metodo non esplora circa il comportamento generale della struttura, come accade nel metodo di Lanczos/Subspace iteration, rimanendo concentrato sull'obiettivo ristretto della specifica direzione di ingresso del sisma. Quindi non metterà in evidenza comportamenti inattesi del modello eventualmente presenti in direzioni diverse da quelle oggetto di indagine. In altre parole il metodo di Ritz non aiuta a studiare il comportamento completo della struttura ma ci risponde con estrema facilità su una data direzione di ingresso del sisma, tralasciando i modi correlati.

La riflessione sull'utilizzo del giusto metodo di analisi è nata dal fatto che la distribuzione di masse e rigidezze non rende la struttura deformabile torsionalmente ed il rapporto r/L_s in Pro_Sap è pari a 1.15 quindi maggiore di 0.8, avvalorando quanto detto. A primo impatto quindi un ipotetico metodo di Ritz sarebbe potuto andare bene visto che non avrebbe sostanzialmente cambiato il comportamento dei modi di vibrare della struttura e quindi i risultati ottenuti sarebbero stati identici a quelli dell'analisi agli eigenvalues. La forma ad L della struttura però ha suscitato forti dubbi, nati soprattutto in vista del fatto che il lato maggiore della struttura è pari a 32.65 m, mentre il lato minore 17.15 m, quindi il rapporto è del tipo 2:1. In questo caso il metodo di Ritz farebbe sicuramente perdere aspetti significativi dell'edificio.

Si è deciso quindi in definitiva di considerare come più corretta l'analisi classica agli eigenvalues con il metodo di Lanczos e iterazione del sottospazio che Pro_Sap applica di default all'avvio. Tale analisi è confrontabile con quella di Tel2008 e per gli edifici comuni in zona sismica risulta in genere quella più utilizzata. Risulta interessante però ribadire l'importanza della scelta del tipo di analisi quando si effettua un'analisi modale su un software agli elementi finiti perché conoscere il tipo di analisi permettere di poter investigare e capire meglio il comportamento della struttura senza essere colti da comportamenti inattesi.

E' inoltre importante precisare che l'unica sostanziale differenza che Tel2008 presenta rispetto a Pro_Sap riguarda la valutazione dell'eccentricità, che in Tel2008 viene valutata inserendo una semplice coppia di piano, mentre in Pro_Sap questa viene analizzata spostando la posizione del centro di massa. Ciò per edifici ad L come quello oggetto di studio potrebbe comportare variazioni della massa modale partecipante dell'ordine del 10%, ragione per cui il confronto riguardo la massa modale partecipante fra Tel2008 e Pro_Sap risulta più corretto farlo, in queste situazioni "particolari", considerando il caso di carico senza eccentricità. Tutto il resto, può essere confrontato con Tel2008 senza alcun problema e come emergerà da tale relazione i risultati saranno pressoché identici.

Masse di impalcato, periodi e masse modali

Il primo confronto che è stato effettuato è stato fatto in termini di **masse di piano**. Si ha che :

IMPALCATO	PESO TOT IMPALCATO TEL2008 [kN]	PESO TOT IMPALCATO PRO_SAP [kN]	DIFFERENZA IN TERMINI DI MASSA [kN]	DIFFERENZA IN TERMINI DI %
6	3017.96	2985.67	32.29	1.07
5	4176.29	4387.86	211.57	5.07
4	4176.29	4387.86	211.57	5.07
3	4366.00	4655.57	289.57	6.63
2	4366.00	4655.57	289.57	6.63
1	4456.00	4736.57	280.57	6.30

Tab 1. Confronto Masse di piano

Come è possibile notare, i risultati in termini di masse di piano risultano essere paragonabili visto che le differenze si attestano attorno al 5%. Ci si è interrogati sul perché di questa differenza, malgrado fosse minima, ed i motivi sono essenzialmente legati alla distribuzione dei carichi e alla modellazione dell'edificio nei due software. Vengono elencate di seguito le differenze che sono state trovate fra i due programmi di calcolo.

- 1) I carichi dei solai gravanti sulla trave, in Tel2008, sono stati calcolati tenendo conto di un metro di area di influenza anche nella trave orientata parallelamente alla direzione di orditura del solaio (su cui questo non scarica). Ciò in Pro_Sap non viene fatto. Discorso analogo accade per i coefficienti di influenza α pari a 1, 1.1 e 1.2.
- 2) In Tel2008 i carichi quali tramezzi e tamponature sono stati considerati tenendo conto dell'altezza netta. Quindi per esempio per interpiani di 3.20 m si valuterà un carico inferiore rispetto a quello che calcolerà Pro_Sap in cui viene valutato il carico da nodo inferiore a nodo superiore.
- 3) In Tel2008 riguardo i tramezzi si è cercato di tenere conto dell'eventuale presenza di aperture diminuendo il carico di questi. Ciò non accade in un software in cui viene modellato un telaio spaziale. Quindi anche in questo caso i carichi agenti in Pro_Sap saranno sicuramente maggiori.

Queste variazioni hanno permesso di poter affermare che le differenze ottenute sono assolutamente accettabili e hanno portato il progettista a riflettere riguardo il fatto che in una progettazione futura se si decidesse di confrontare la struttura con due software strutturali differenti, sarebbe più corretto considerare dapprima il modo in cui i carichi possono essere modellati nei rispettivi software.

Risulta comunque importante ribadire che queste piccole variazioni sono legate anche alla sensibilità e all'esperienza del progettista e non inficiano né sul comportamento, né sulle

caratteristiche della sollecitazione, né sull'armatura finale che verrà scelta, quindi in sostanza la progettazione risulta essere identica in ciascuno dei due casi.

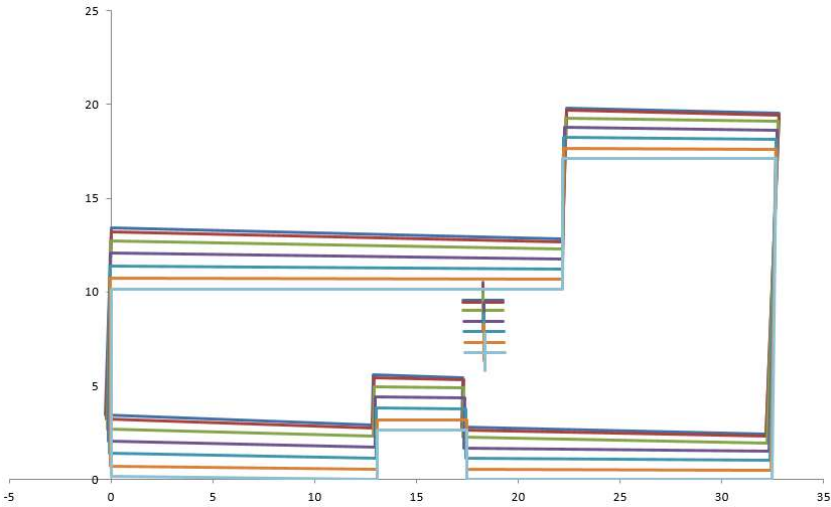
Dopo aver valutato le masse di piano, sono stati analizzati i **periodi e le masse partecipanti**, per cui si ha :

	TEL2008			PRO_SAP			Differenza %		
MOD0	T [s]	Massa in X [%]	Massa in Y [%]	T [s]	Massa in X [%]	Massa in Y [%]	ΔT [s]	Massa in X [%]	Massa in Y [%]
1	0.64	0.1	81.84	0.68	0	82	0.04	0.10	0.16
2	0.62	78	0.27	0.65	80	0	0.03	2.00	0.27
3	0.57	4.54	0.6	0.63	2	0	0.06	2.54	0.60
4	0.22	0.02	11.58	0.23	0	11	0.01	0.02	0.58
5	0.21	11.05	0.04	0.22	10	0	0.01	1.05	0.04
6	0.19	0.66	0.09	0.21	0	0	0.02	0.66	0.09

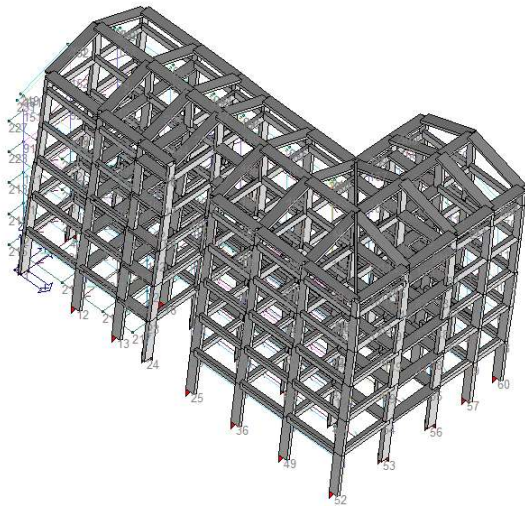
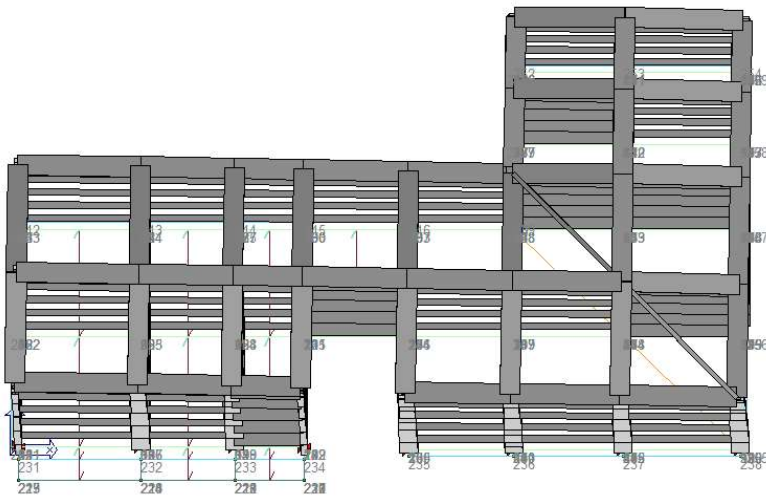
Tab. 2. Confronto periodi e masse partecipanti

Di seguito viene mostrato il confronto delle **deformate modali** fra Tel 2008 e Pro_Sap

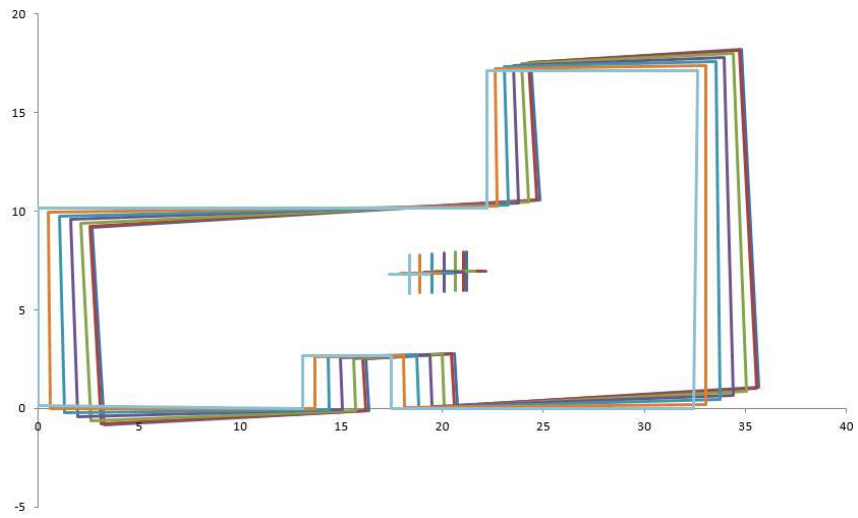
1° MODO TEL2008



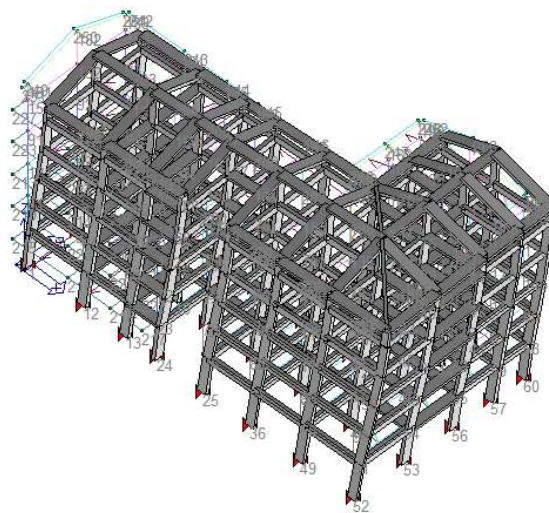
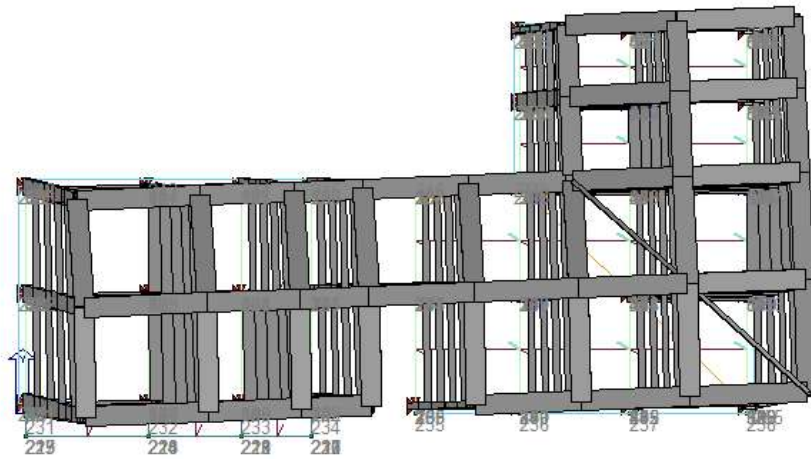
1° MODO PRO_SAP



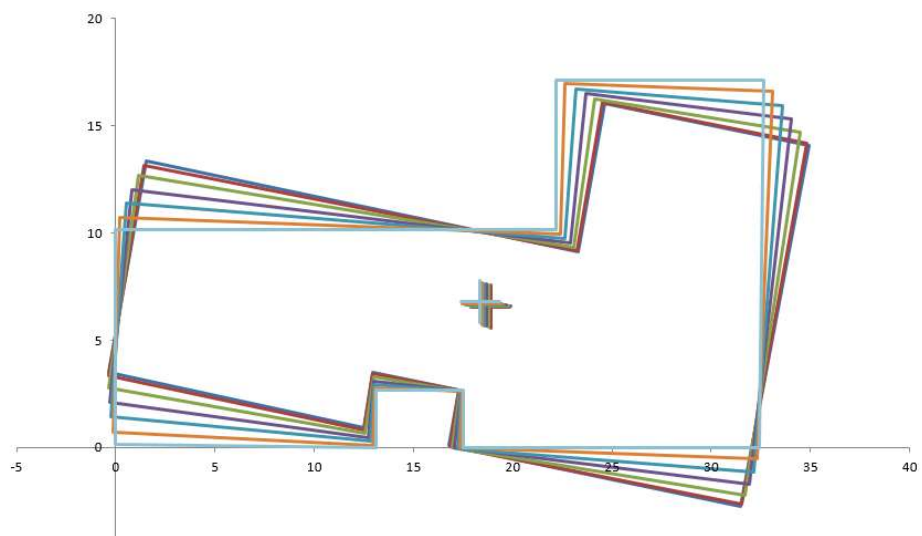
2° MODO TEL2008



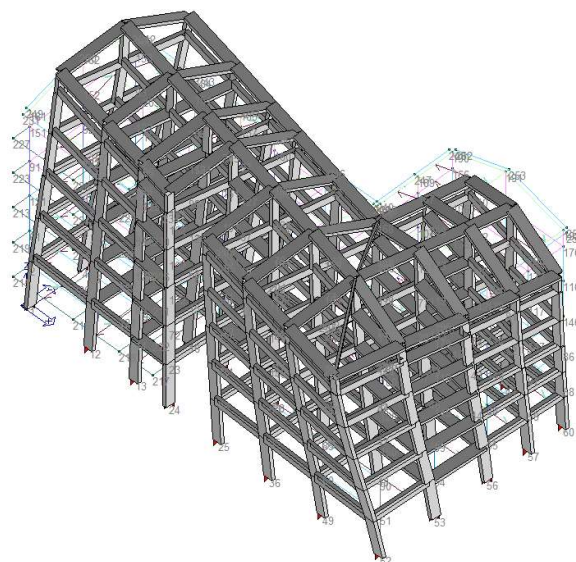
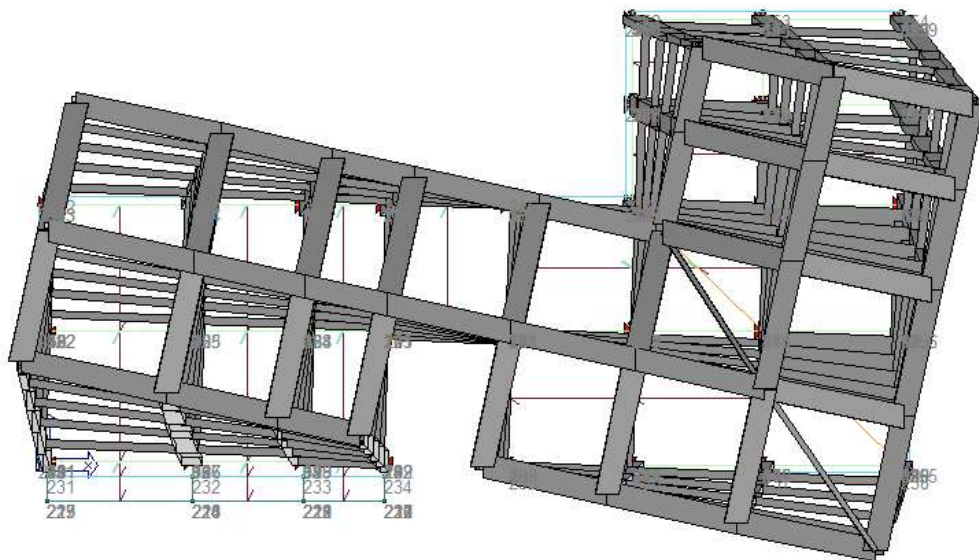
2° MODO PRO_SAP



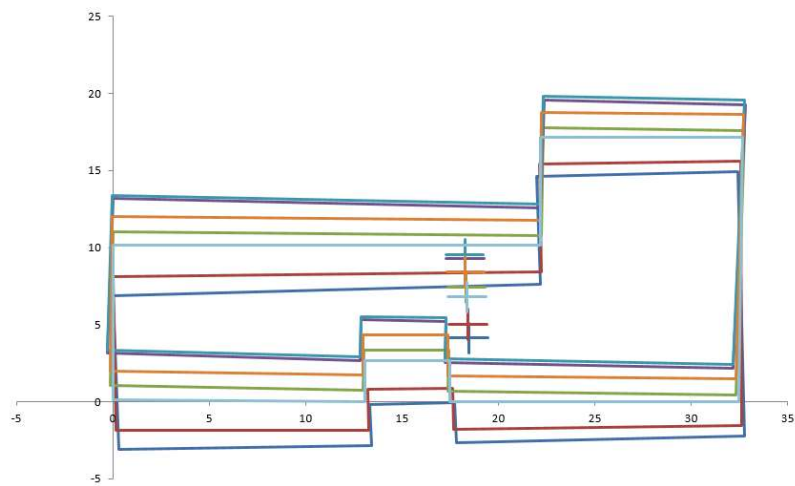
3° MODO TEL2008



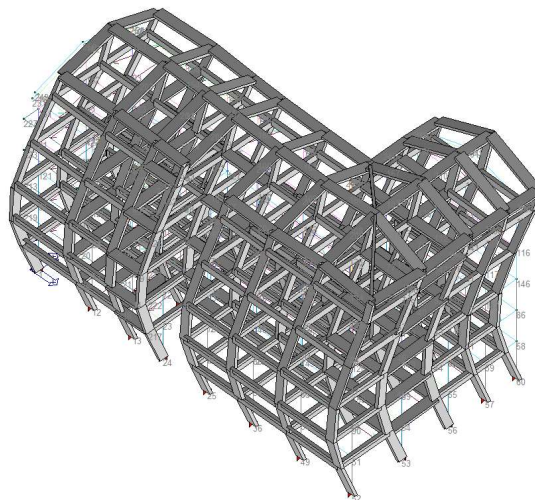
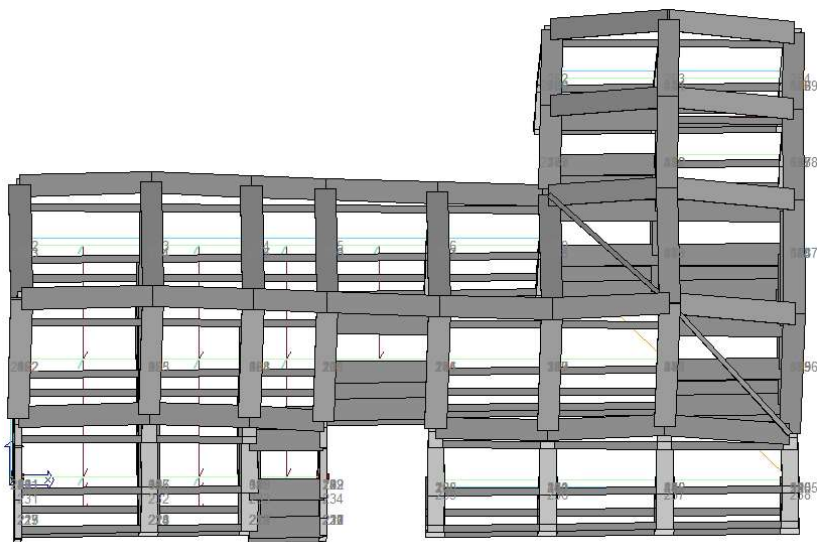
3° MODO PRO_SAP



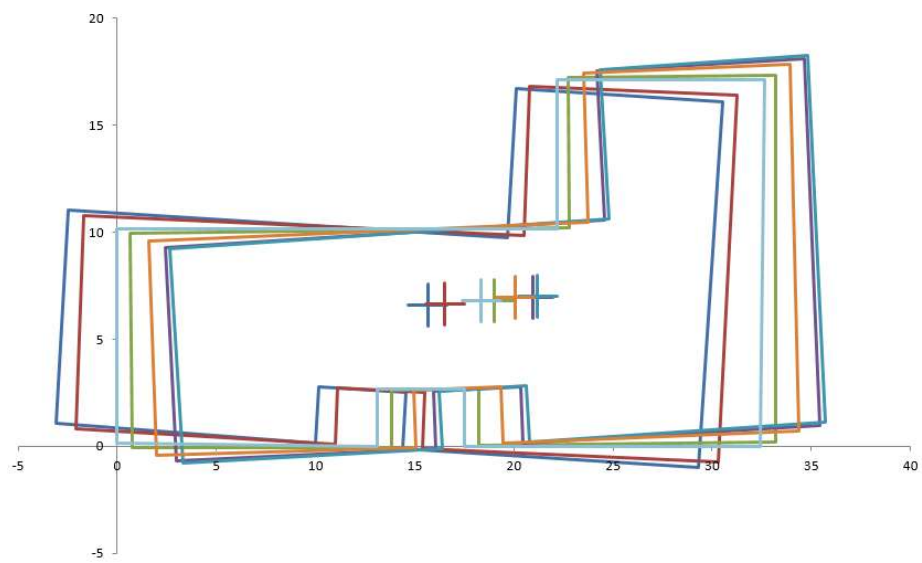
4° MODO TEL2008



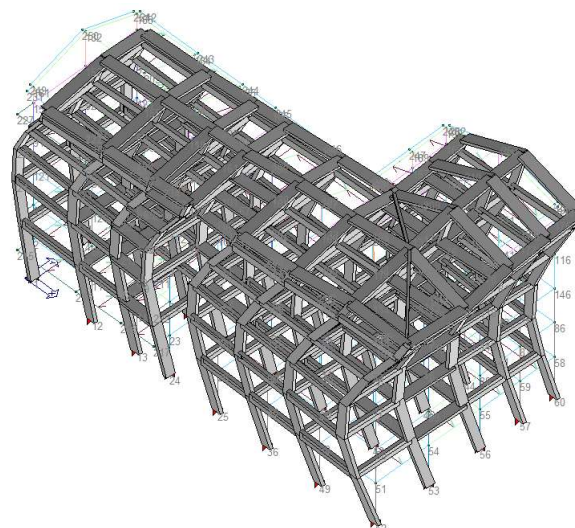
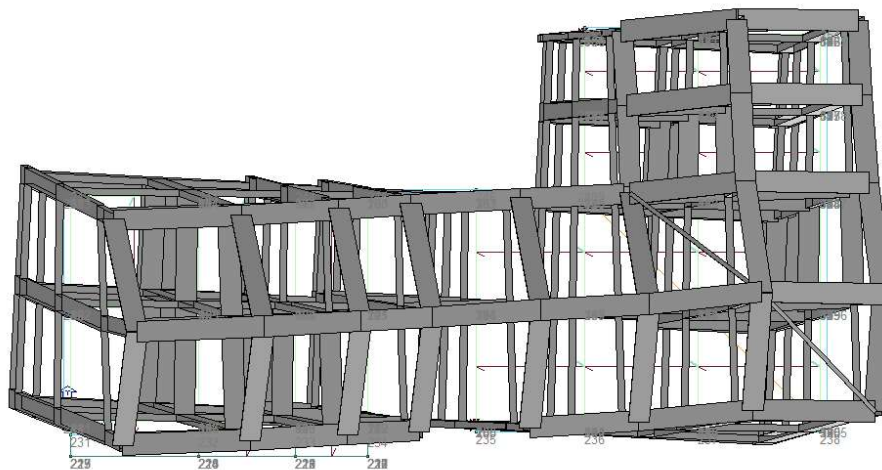
4° MODO PRO_SAP



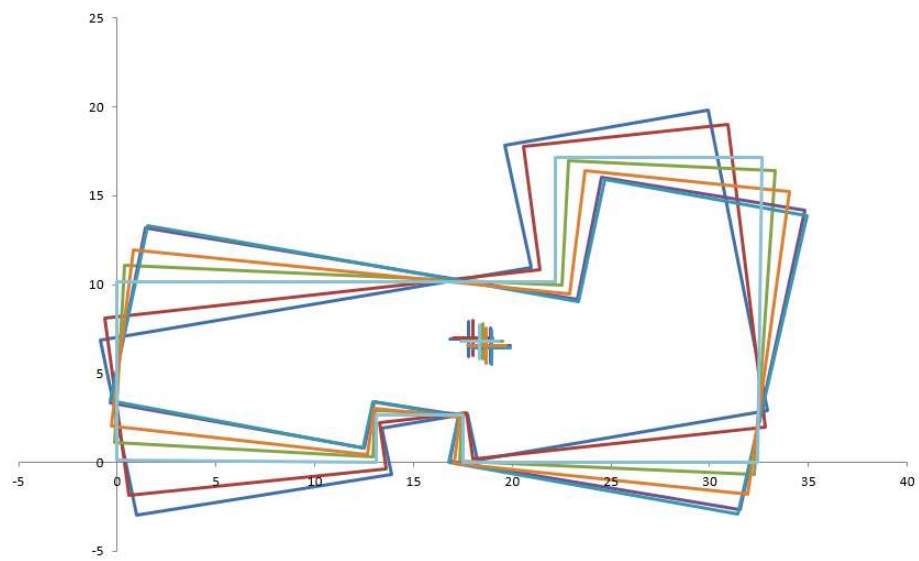
5° MODO TEL2008



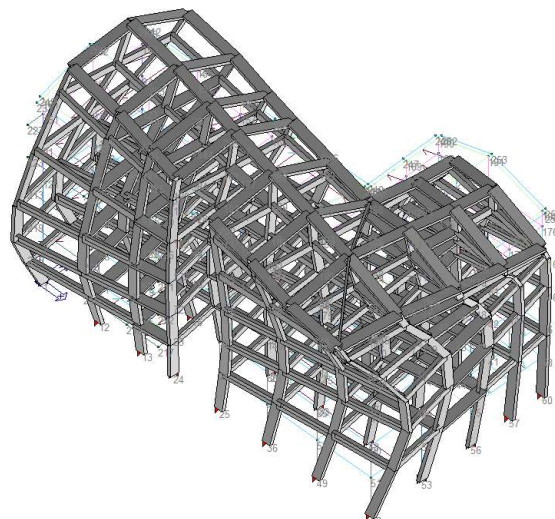
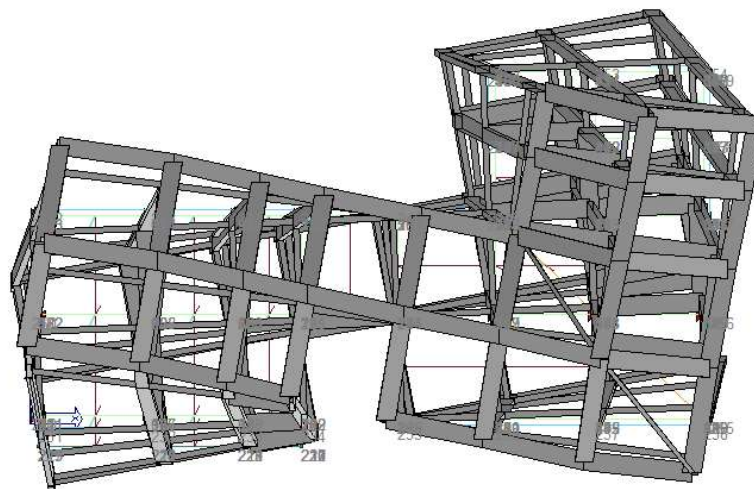
5° MODO PRO_SAP



6° MODO TEL2008



6° MODO PRO_SAP



Da quanto emerge dalle figure soprastanti, le deformate modali risultano essere perfettamente coincidenti fra i due software mostrando comportamento puramente traslazione al primo modo, comportamento traslazionale con piccolissime rotazioni al secondo e comportamento rotazionale al terzo modo.

Si riportano di seguito i risultati ottenuti in presenza delle fondazioni. Queste sono state modellate in modo da essere molto più rigide delle travi in elevazione in cui il modulo di reazione del terreno k è stato ottenuto tramite le formule proposte nel libro “Fondazioni” del professore Viggiani.

$$k_{vert} = 0.030 N / mm^3$$

$$k_{orizz} = 0.015 N / mm^3$$

Le dimensioni della fondazione sono presenti nella figura 4 e si è controllato che le tensioni alla base risultassero inferiori alla q_{lim} verificando che $\sigma \leq 0.3 MPa$.

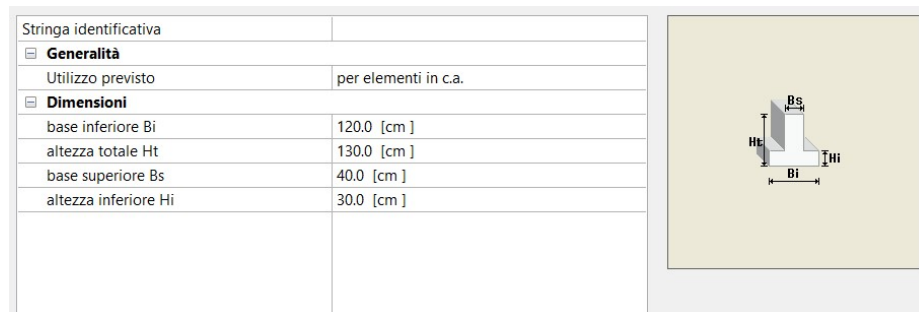


Fig. 4. Fondazione

Di seguito vengono invece mostrati i risultati ottenuti :

TEL2008 incastrato alla base			PRO_SAP incastrato alla base			PRO_SAP con fondazione		
T [s]	Massa in X [%]	Massa in Y [%]	T [s]	Massa in X [%]	Massa in Y [%]	T [s]	Massa in X [%]	Massa in Y [%]
0.64	0.1	81.84	0.68	0	82	0.80	1	76
0.62	78	0.27	0.65	80	0	0.72	70	0
0.57	4.54	0.6	0.63	2	0	0.70	12	7
0.22	0.02	11.58	0.23	0	11	0.24	0	11
0.21	11.05	0.04	0.22	10	0	0.23	10	0
0.19	0.66	0.09	0.21	0	0	0.22	0	0

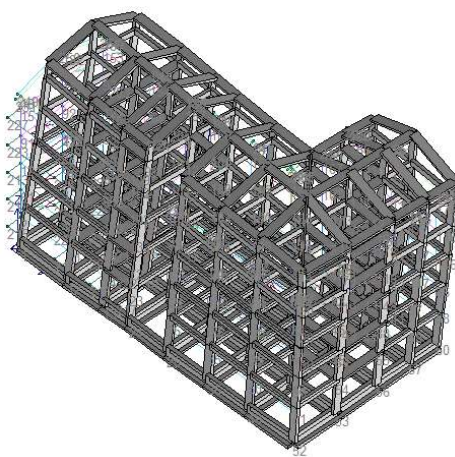
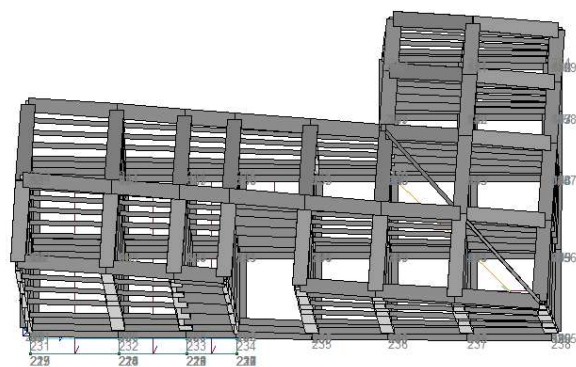
Tab. 3. Confronto con Pro_Sap con fondazione

In definitiva, si osservi che le differenze fra la struttura modellata in Tel2008 e la struttura in Pro_Sap sono sostanzialmente trascurabili. Si noti invece che aggiungendo le travi di fondazione, nonostante esse siano molto più rigide di quelle in elevazione si ha un incremento dei periodi ed un accoppiamento maggiore dei modi 2 e 3. Ciò risulta essere dovuto al fatto che se la rigidezza dei telai laterali della struttura (che sono fra i più rilevanti nel portare il sisma) diminuisce, allora alle piccole rotazioni del secondo modo si aggiunge l'effetto molla della fondazione che porta ad un accoppiamento maggiore rispetto a quello che vi era in precedenza. In termini di caratteristiche della sollecitazione ciò però non influenza particolarmente la

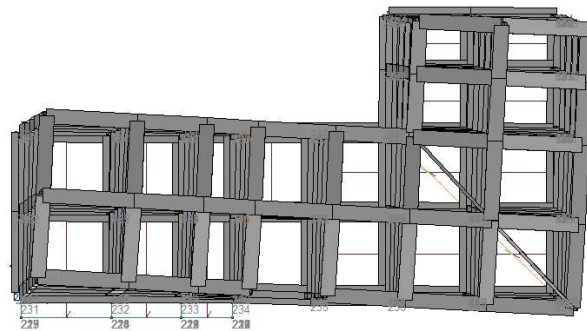
struttura, la quale sarà soggetta a valori inferiori rispetto a quelli previsti con l'incastro alla base in cui si progetta a vantaggio di sicurezza.

Si riportano di seguito le deformate modali in presenza delle travi di fondazione.

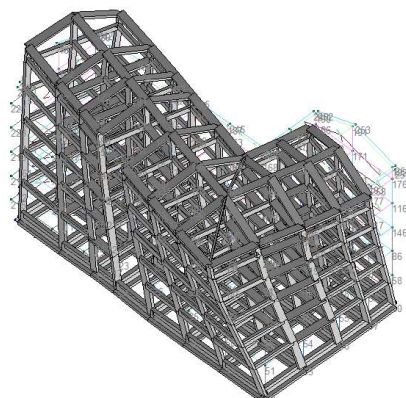
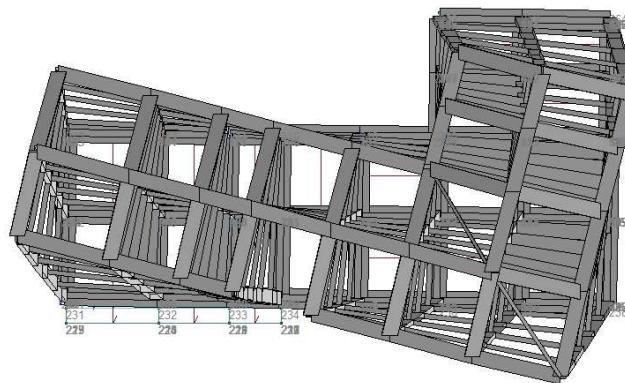
1° MODO PRO_SAP CON FONDAZIONE



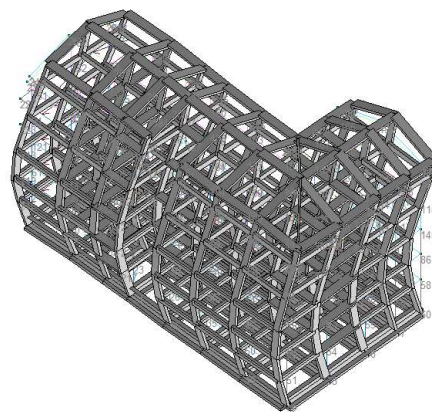
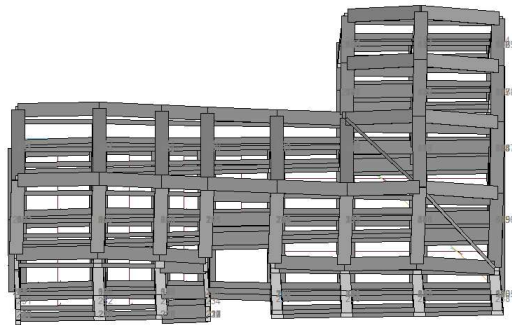
2° MODO PRO_SAP CON FONDAZIONE



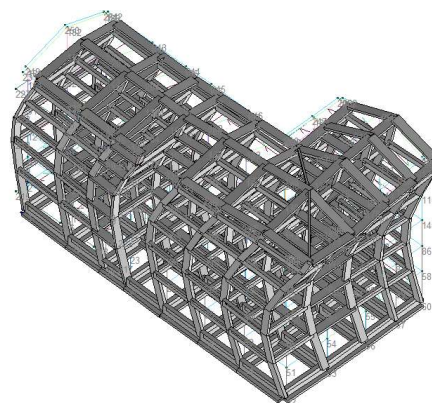
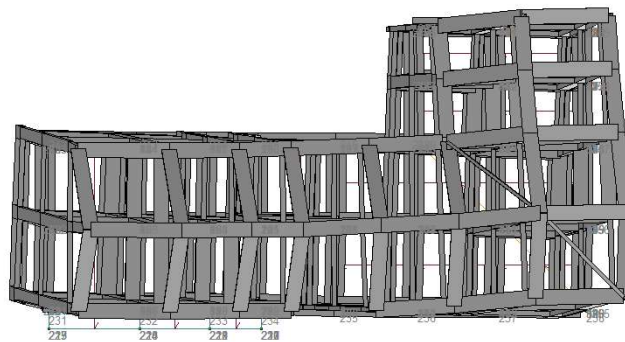
3° MODO PRO_SAP CON FONDAZIONE



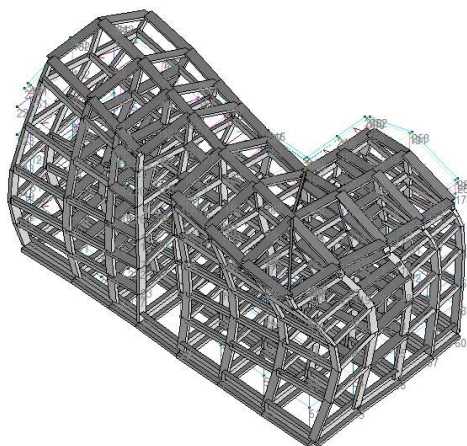
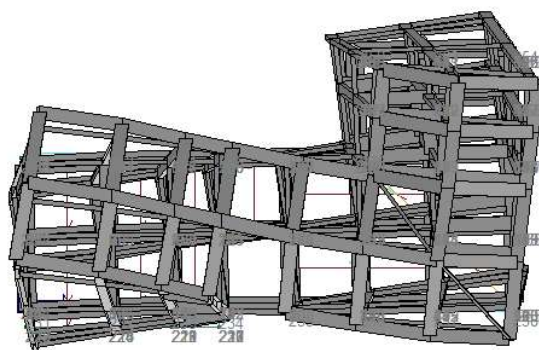
4° MODO PRO_SAP CON FONDAZIONE



5° MODO PRO_SAP CON FONDAZIONE



6° MODO PRO_SAP CON FONDAZIONE



Sintesi dell'analisi dei carichi

Prima di analizzare le sollecitazioni presenti sulla trave e il pilastro analizzati in Tel2008, si riporta una sintesi dell'analisi dei carichi effettuata in precedenza per la progettazione dell'edificio.

Elemento	G_k	G'_k	Q_k	G_d	Q_d	G_d+Q_d	$G_k+\psi_2Q_k$
Solaio	4.25	1.20	2.00	7.33	3.00	10.33	6.05
Solaio Tetto	3.97	0.00	2.52	5.16	3.02	8.18	9.89
Sbalzo	4.25	0.00	4.00	5.53	6.00	11.53	6.65
Trave 30x70	4.41	0.00	0.00	5.73	0.00	5.73	4.41
Trave 30x60	3.66	0.00	0.00	4.76	0.00	4.76	3.66
Trave 90x24	2.88	0.00	0.00	3.74	0.00	3.74	2.88
Tamponatura	5.46	0.00	0.00	7.10	0.00	7.10	5.46
Pilastro 30x80 piano terra	22.20	0.00	0.00	28.86	0.00	28.86	22.20
Pilastro 30x80	19.20	0.00	0.00	24.96	0.00	24.96	19.20
Pilastro 30x70	16.80	0.00	0.00	21.84	0.00	21.84	16.80
Pilastro 30x60	14.40	0.00	0.00	18.72	0.00	18.72	14.40
Scala	7.49	0.00	4.00	9.74	6.00	15.74	9.89
Cornicione	3.90	0.00	0.50	5.07	0.75	5.82	3.90

Tab. 4. Riepilogo analisi dei carichi

Analisi trave T113. Confronto Tel2008 – Pro_Sap

Si è proceduto al confronto della trave 113 del primo impalcato. Vengono riportati di seguito i confronti :

Telaio	Campata	g_k	q_k	senza sisma	con sisma
113	emergente 7-15	32.13	14.93	64.16	36.61
	emergente 15-23	29.40	18.82	66.44	35.04
	spessore 23-26	28.89	19.58	66.93	34.77
	emergente 26-29	30.42	19.58	68.92	36.30

Tab. 5. Carichi agenti sulla trave 113 calcolati in Tel2008

Telaio	Campate	Sollecitazione	F_x	F_y	$F_x e_y = M(F_x)$	$F_y e_x = M(F_y)$	Carichi verticali q_{max}	q_{min}	sisma x	sisma y	sisma x + 0.3 sisma y	sisma y + 0.3 sisma x	$q_{min} + F$	$q_{min} - F$
13	7-15	Msin	27.99	148.60	9.35	15.78	-74.63	-42.22	37.34	164.38	86.65	175.58	133.36	-217.81
		Mdes	-38.15	-202.44	-12.73	-21.48	-148.82	-84.93	-50.88	-223.91	-118.05	-239.18	-324.11	154.24
	15-23	Msin	51.48	272.99	17.13	28.90	-137.55	-72.76	68.60	301.89	159.17	322.47	249.71	-395.23
		Mdes	-54.27	-287.78	-18.05	-30.46	-115.26	-61.11	-72.32	-318.24	-167.80	-339.94	-401.05	278.82
	23-26	Msin	7.85	41.71	2.63	4.44	-77.87	-40.50	10.49	46.15	24.33	49.29	8.79	-89.79
		Mdes	-5.68	-30.18	-1.91	-3.22	-74.76	-38.86	-7.59	-33.41	-17.61	-35.68	-74.54	-3.18
	26-29	Msin	22.89	121.52	7.63	12.87	-66.72	-35.10	30.52	134.39	70.84	143.54	108.44	-178.64
		Mdes	-25.72	-136.49	-8.57	-14.47	-33.14	-17.24	-34.29	-150.96	-79.58	-161.24	-178.48	144.01

Tab.6. Momenti flettenti agenti sulla trave – Tel2008

Viene qui mostrato il confronto fra il grafico del momento flettente da soli carichi verticali ottenuto in Pro_Sap, con quello ottenuto in Tel2008.

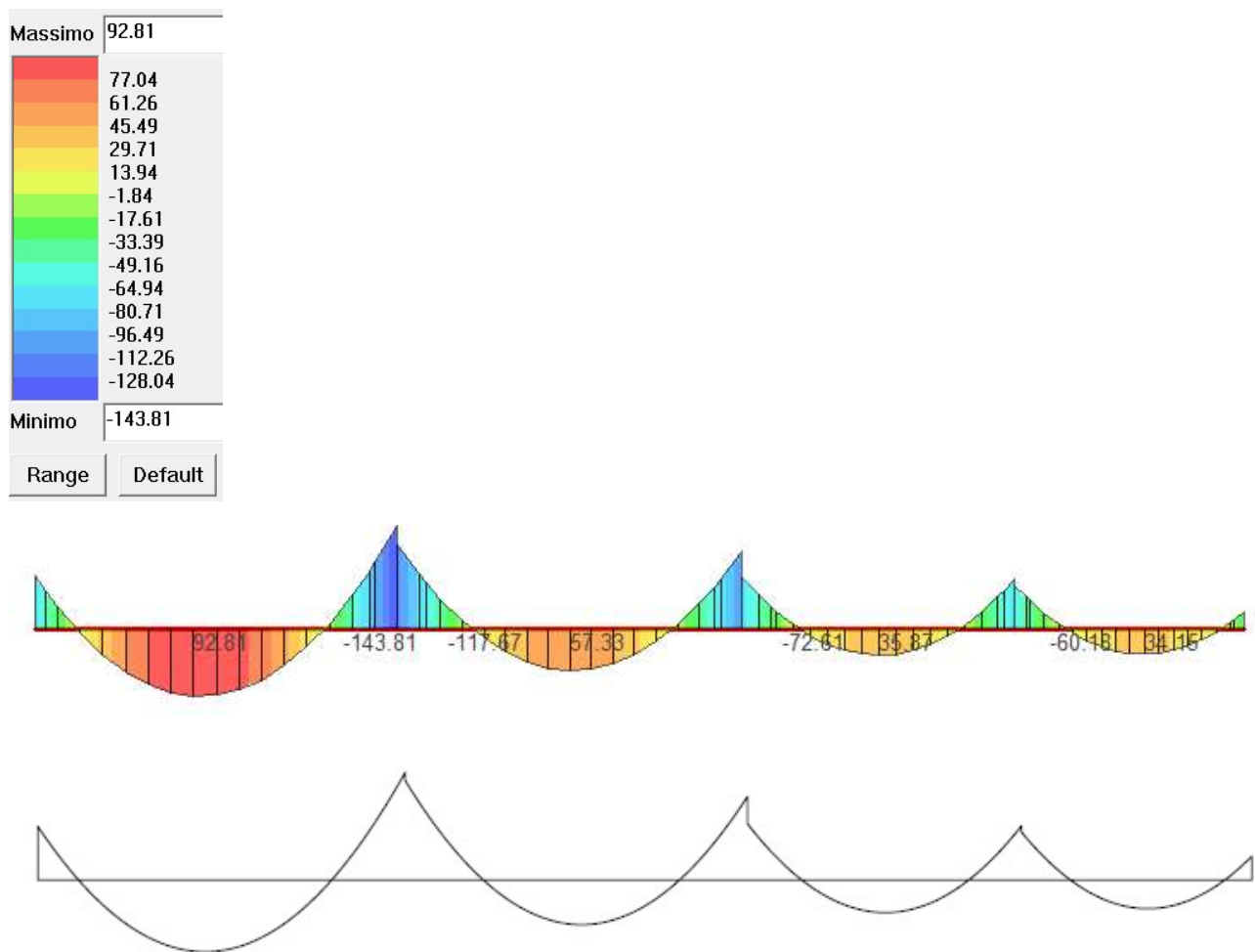


Fig.5. Momenti flettenti agenti sulla trave per soli carichi verticali. In alto Pro_Sap, in basso Tel2008

E' possibile notare dalla tabella che segue che i risultati di Tel2008 risultano essere sostanzialmente confermati da Pro_Sap.

Campate		carichi verticali Tel2008	carichi verticali Pro_Sap	Differenze %
7-15	M_{sin}	-74.63	-73.33	1.74
	M_{des}	-148.82	-143.81	3.37
15-23	M_{sin}	-137.55	-117.67	14.45
	M_{des}	-115.26	-108.79	5.61
23-26	M_{sin}	-77.87	-72.61	6.75
	M_{des}	-74.76	-70.16	6.15
26-29	M_{sin}	-66.72	-60.18	9.80
	M_{des}	-33.14	-25.14	24.14

Tab.7. Momenti flettenti agenti sulla trave per soli carichi verticali

Anche nelle combinazioni sismiche sono stati ottenuti risultati prossimi a quelli forniti dal Tel2008 confermando inoltre l'andamento dei grafici delle caratteristiche della sollecitazione. (Notare la terza campata a spessore che come già visto durante il primo semestre, anche se in condizioni sismiche risulta essere caratterizzata da una buona presenza di carichi verticali che dà vita ai grafici del momento flettente di figura in cui lungo i due appoggi di destra e di sinistra il diagramma risulta essere dello stesso segno dando vita in parte all'andamento parabolico che si ha quando si progetta solo per carichi verticali).

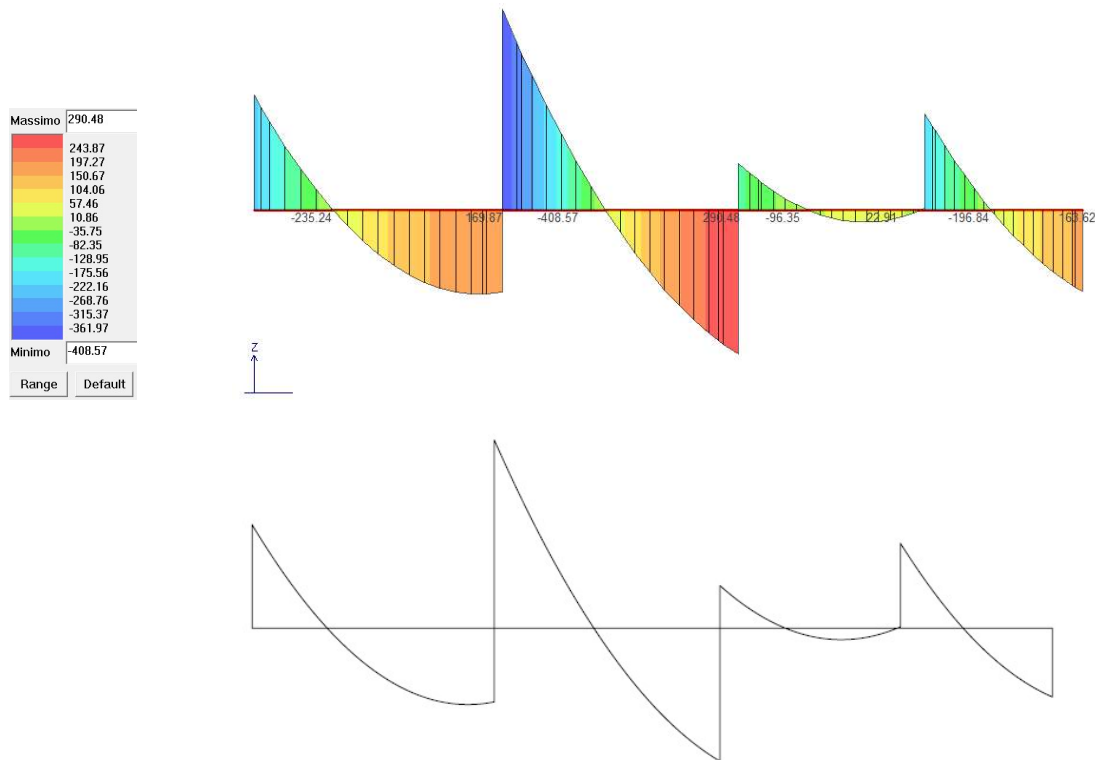


Fig.6. Momenti flettenti agenti sulla trave per combinazione sismica $q_{\min-F}$. In alto Pro_Sap, in basso Tel2008

Campate		sisma $q_{\min-F}$ Tel2008	sisma $q_{\min-F}$ Pro_Sap	Differenze %
7-15	M_{\sin}	-217.81	-235.24	8.00
	M_{des}	154.24	169.87	10.13
15-23	M_{\sin}	-395.23	-408.57	3.38
	M_{des}	278.82	290.48	4.18
23-26	M_{\sin}	-89.79	-96.35	7.31
	M_{des}	-3.18	-4.34	36.48
26-29	M_{\sin}	-178.64	-196.84	10.19
	M_{des}	144.01	163.52	13.55

Tab.8. Momenti flettenti agenti sulla trave per combinazione sismica $q_{\min-F}$

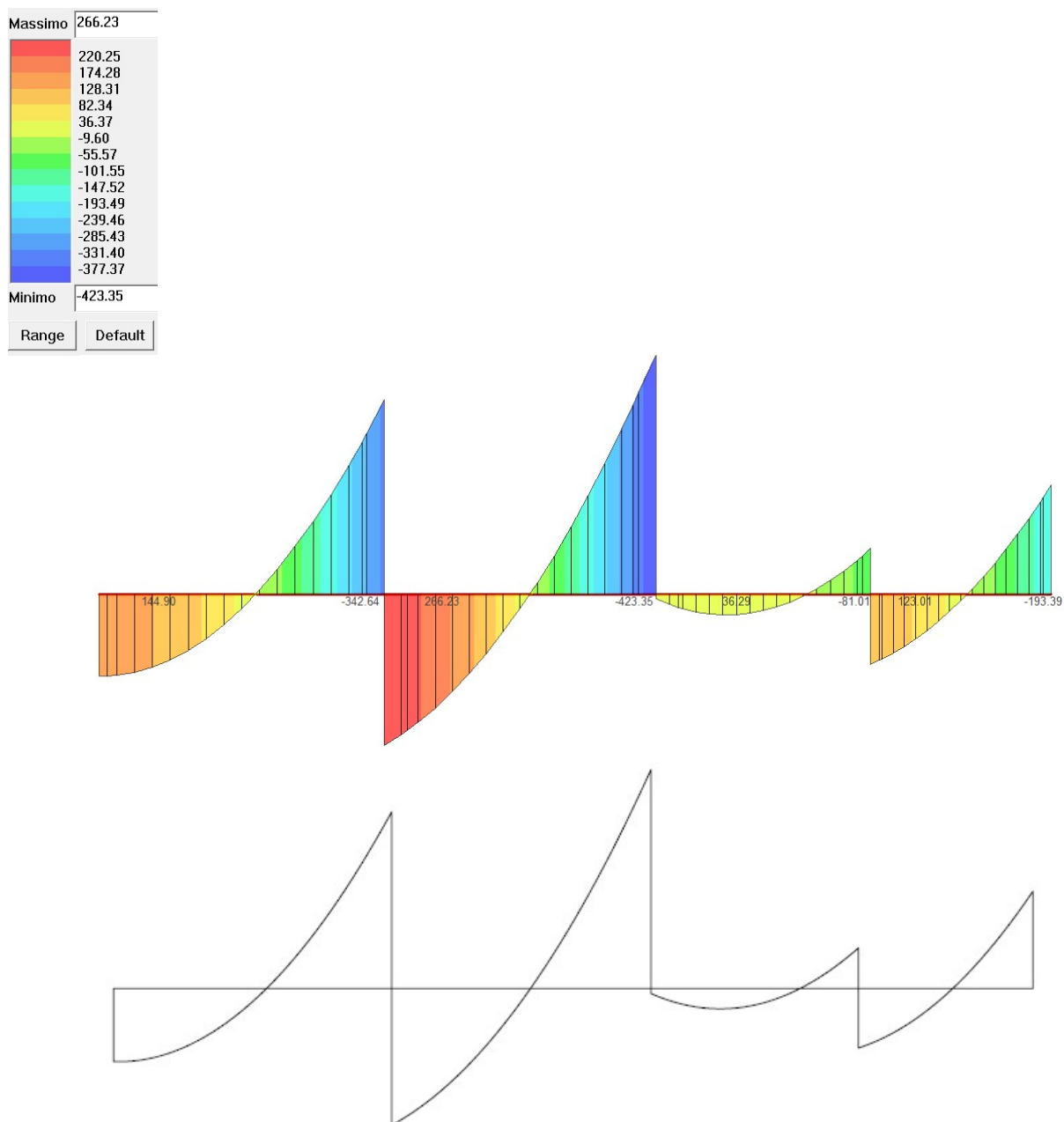


Fig.7. Momenti flettenti agenti sulla trave per combinazione sismica $q_{\min+F}$. In alto Pro_Sap, in basso Tel2008

Campate		sisma $q_{\min+F}$ Tel2008	sisma $q_{\min+F}$ Pro_Sap	Differenze %
7-15	M_{\sin}	133.36	144.9	8.65
	M_{des}	-324.11	-342.64	5.72
15-23	M_{\sin}	249.71	266.23	6.62
	M_{des}	-401.05	-423.35	5.56
23-26	M_{\sin}	8.79	8.15	7.28
	M_{des}	-74.54	-81.01	8.68
26-29	M_{\sin}	108.44	123.01	13.44
	M_{des}	-178.48	-193.39	8.35

Tab.9. Momenti flettenti agenti sulla trave per combinazione sismica $q_{\min+F}$

Si è proceduto quindi al confronto dei diagrammi del taglio.

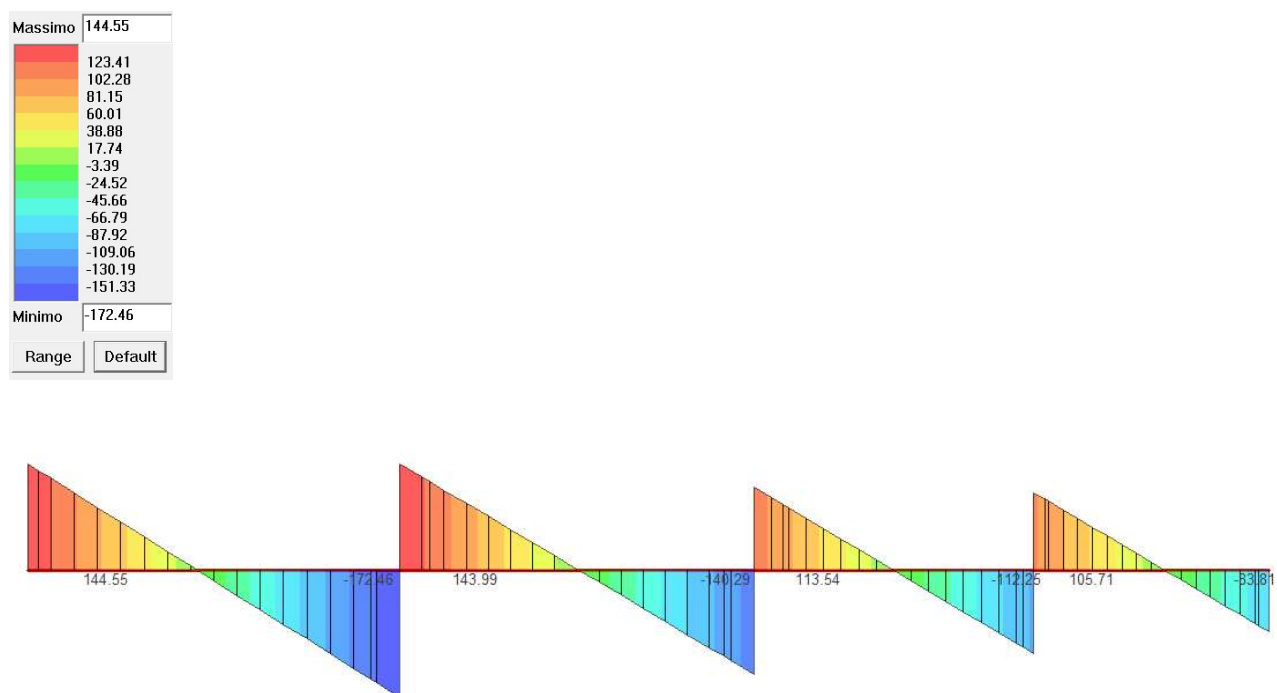


Fig.8. Tagli agenti sulla trave per soli carichi verticali

Campate		carichi verticali Tel2008	carichi verticali Pro_Sap	Differenze %
7-15	V_{sin}	147.31	144.55	1.88
	V_{des}	-176.70	-172.46	2.40
15-23	V_{sin}	164.10	143.99	12.25
	V_{des}	-154.81	-140.29	9.38
23-26	V_{sin}	124.66	113.54	8.92
	V_{des}	-122.98	-112.25	8.72
26-29	V_{sin}	123.89	105.71	14.68
	V_{des}	-103.54	-83.81	19.06

Tab.10. Tagli agenti sulla trave per soli carichi verticali

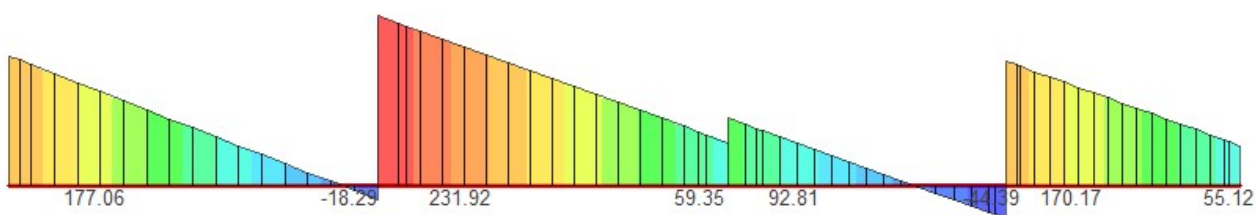
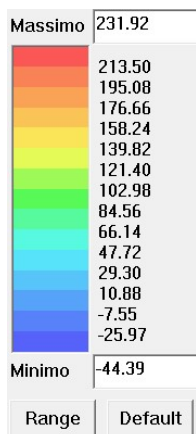


Fig.9. Tagli agenti sulla trave per combinazione sismica $q_{\min-F}$

Campate		sisma $q_{\min-F}$ Tel2008	sisma $q_{\min-F}$ Pro_Sap	Differenze %
7-15	V_{\sin}	166.11	177.06	-6.59
	V_{des}	-18.77	-18.29	-2.54
15-23	V_{\sin}	224.52	231.92	-3.29
	V_{des}	56.33	59.35	-5.36
23-26	V_{\sin}	87.73	92.81	-5.79
	V_{des}	-40.92	-44.39	8.49
26-29	V_{\sin}	157.67	170.17	-7.93
	V_{des}	37.88	55.12	-45.52

Tab.11. Tagli agenti sulla trave per combinazione sismica $q_{\min-F}$

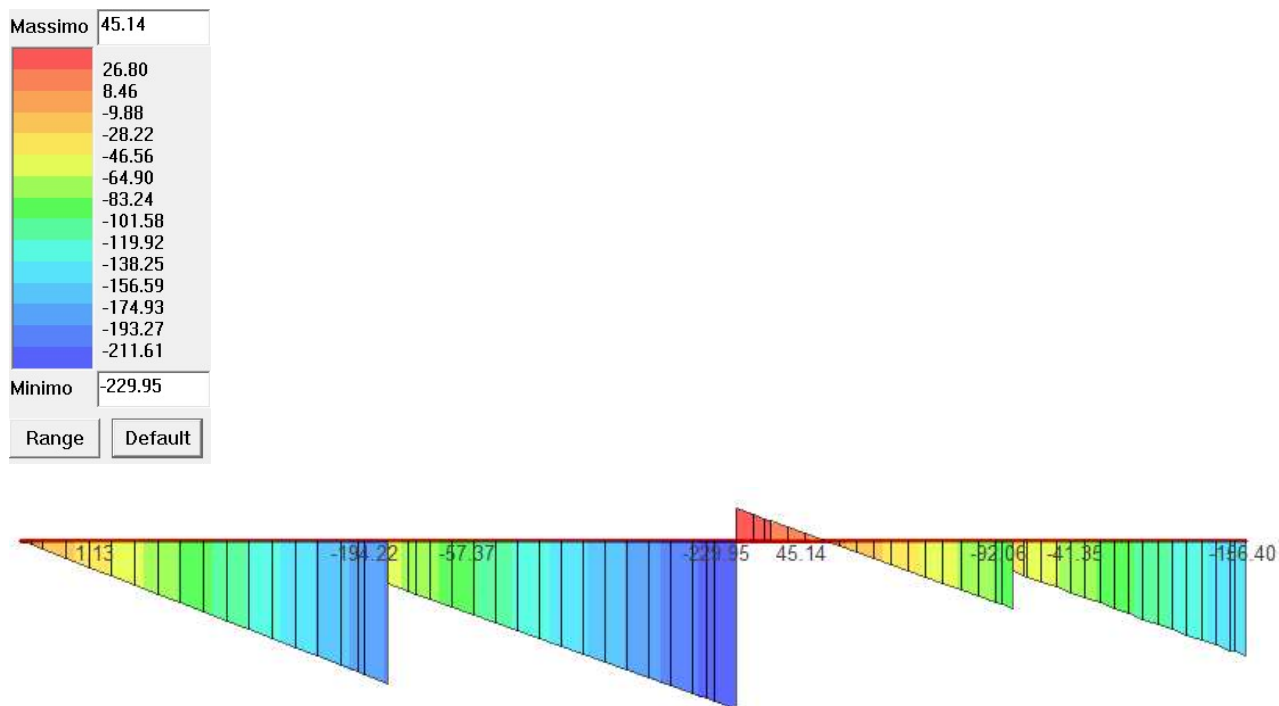


Fig.10.Tagli agenti sulla trave per combinazione sismica $q_{\min+F}$

Campate		sisma $q_{\min+F}$ Tel2008	sisma $q_{\min+F}$ Pro_Sap	Differenze %
7-15	V_{\sin}	1.85	1.13	38.99
	V_{des}	-183.03	-194.22	6.11
15-23	V_{\sin}	-51.48	-57.37	11.45
	V_{des}	-219.67	-229.95	4.68
23-26	V_{\sin}	41.80	45.14	-7.99
	V_{des}	-86.85	-92.06	6.00
26-29	V_{\sin}	-27.05	-41.35	52.86
	V_{des}	-146.84	-156.4	6.51

Tab.12. Tagli agenti sulla trave per combinazione sismica $q_{\min+F}$

Analisi trave T113 con fondazione. Confronto Tel2008 – Pro_Sap – Pro_Sap con fondazione

Si è proceduto in seguito a confrontare le caratteristiche della sollecitazione della trave quando l'edificio non è più incastrato alla base ma presenta una fondazione rigida. Da come si evince, la presenza della fondazione risulta essere quasi sempre benefica in termini di caratteristiche della sollecitazione, ad eccezione di qualche caso in cui per soli carichi verticali vi sono dei modestissimi aumenti che in sostanza però non destano alcun sospetto, né cambiano il comportamento globale della struttura.

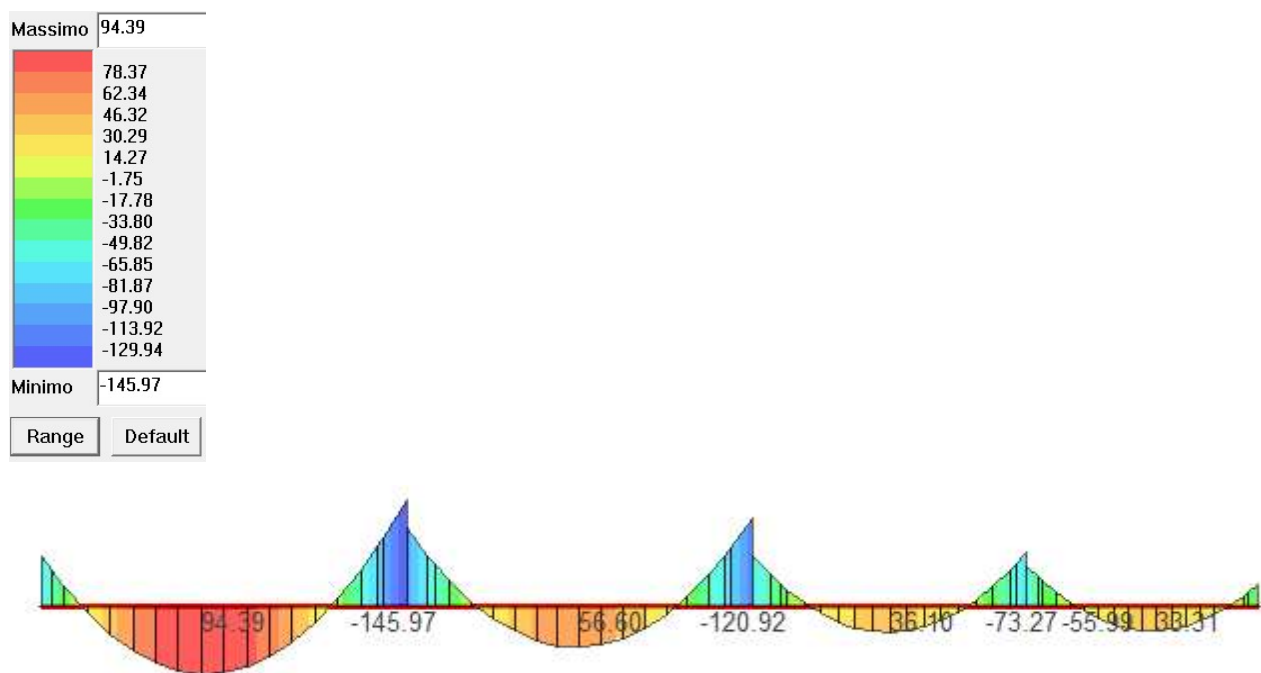


Fig.11. Momenti flettenti agenti sulla trave per soli carichi verticali nel caso con fondazione

Campate		carichi verticali Tel2008	carichi verticali Pro_Sap	carichi verticali Pro_Sap con fondazione
7-15	M_{sin}	-74.63	73.33	-68.86
	M_{des}	-148.82	143.81	-145.97
15-23	M_{sin}	-137.55	117.67	-107.01
	M_{des}	-115.26	108.79	-120.92
23-26	M_{sin}	-77.87	72.61	-69.03
	M_{des}	-74.76	70.16	-73.27
26-29	M_{sin}	-66.72	60.18	-55.29
	M_{des}	-33.14	25.14	-28.89

Tab.13. Momenti flettenti agenti sulla trave per soli carichi verticali nel caso con fondazione

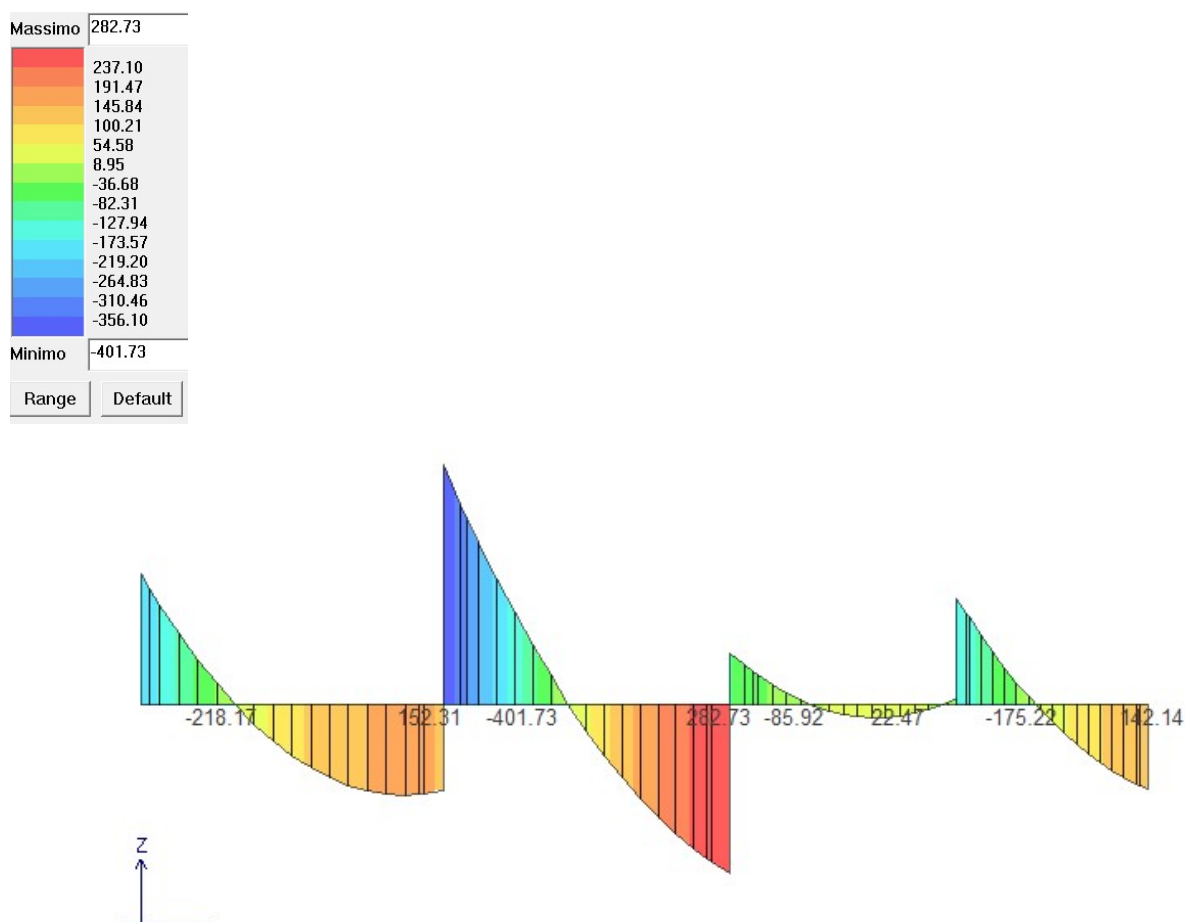


Fig.12. Momenti flettenti agenti sulla trave per combinazione sismica $q_{\min-F}$ nel caso con fondazione

Campate		sisma $q_{\min-F}$ Tel2008	sisma $q_{\min-F}$ Pro_Sap	sisma $q_{\min-F}$ Pro_Sap con fondazione
7-15	M_{\sin}	-217.81	-235.24	-218.17
	M_{des}	154.24	169.87	143.58
15-23	M_{\sin}	-395.23	-408.57	-401.73
	M_{des}	278.82	290.48	282.73
23-26	M_{\sin}	-89.79	-96.35	-85.92
	M_{des}	-3.18	-4.34	-10.25
26-29	M_{\sin}	-178.64	-196.84	-175.22
	M_{des}	144.01	163.52	142.14

Tab.14. Momenti flettenti agenti sulla trave per combinazione sismica $q_{\min-F}$ nel caso con fondazione

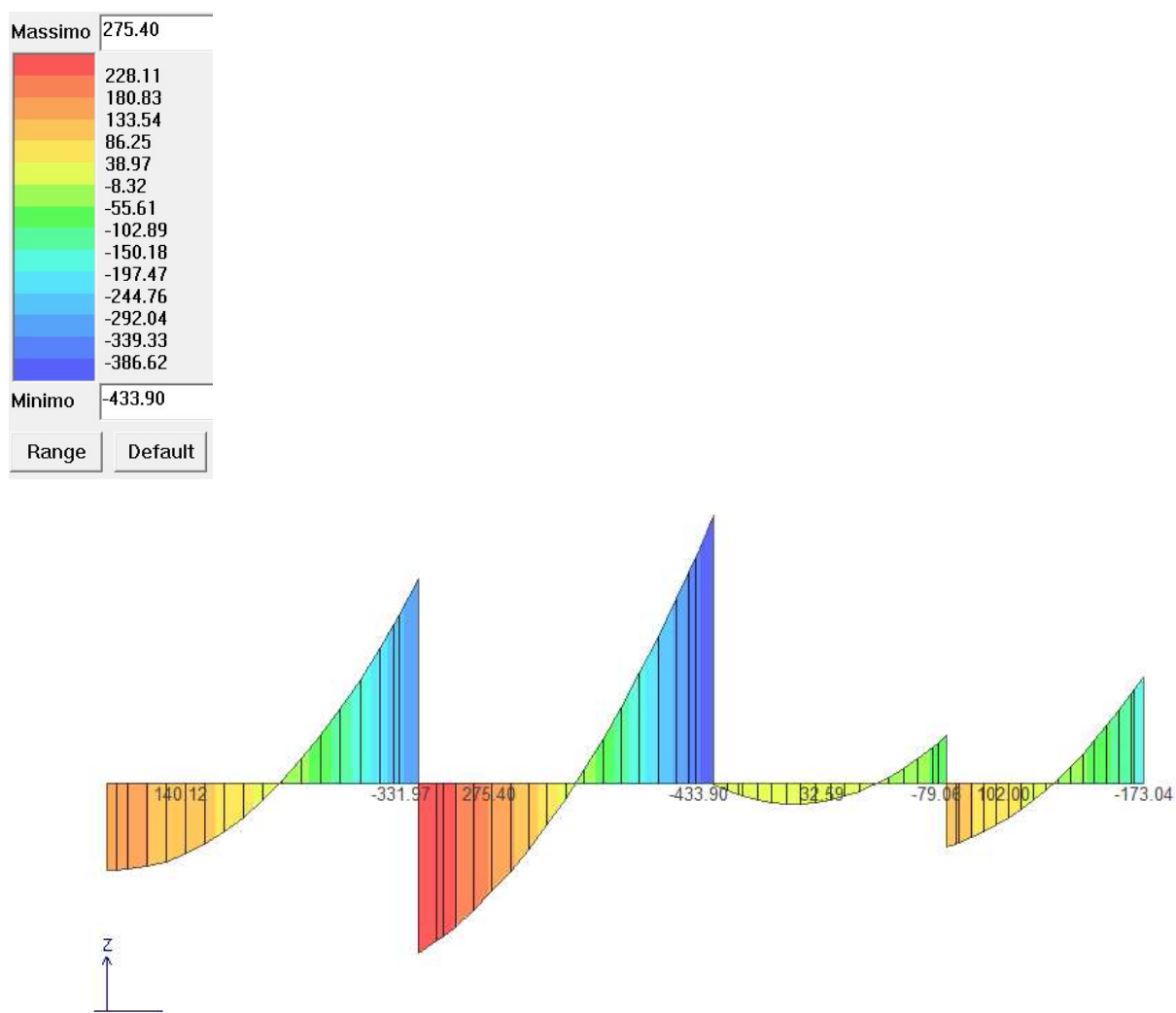


Fig.13. Momenti flettenti agenti sulla trave per combinazione sismica $q_{\min+F}$ nel caso con fondazione

Campate		sisma $q_{\min+F}$ Tel2008	sisma $q_{\min+F}$ Pro_Sap	sisma $q_{\min+F}$ Pro_Sap con fondazione
7-15	M_{\sin}	133.36	144.9	139.92
	M_{des}	-324.11	-342.64	-331.97
15-23	M_{\sin}	249.71	266.23	275.40
	M_{des}	-401.05	-423.35	-433.90
23-26	M_{\sin}	8.79	8.15	1.83
	M_{des}	-74.54	-81.01	-79.06
26-29	M_{\sin}	108.44	123.01	102.00
	M_{des}	-178.48	-193.39	-173.04

Tab.15. Momenti flettenti agenti sulla trave per combinazione sismica $q_{\min+F}$ nel caso con fondazione

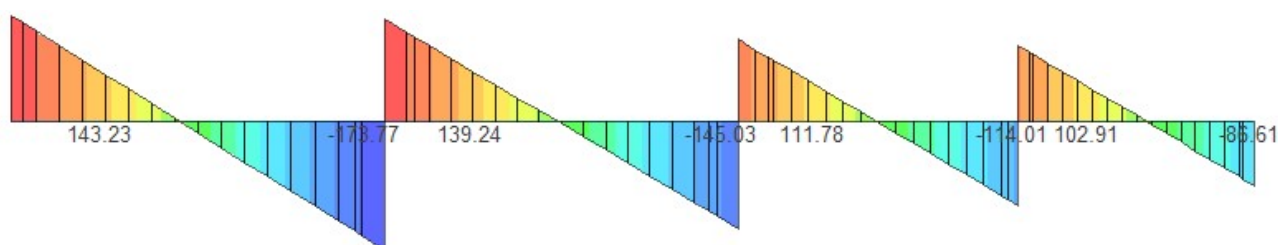
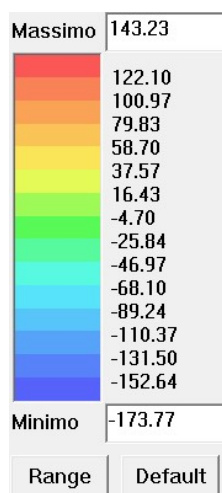


Fig.14. Tagli agenti sulla trave per soli carichi verticali nel caso con fondazione

Campate		carichi verticali Tel2008	carichi verticali Pro_Sap	carichi verticali Pro_Sap con fondazione
7-15	V_{sin}	147.31	144.55	143.23
	V_{des}	-176.69	-172.46	-173.77
15-23	V_{sin}	164.1	143.99	139.24
	V_{des}	-154.81	-140.29	-145.03
23-26	V_{sin}	124.62	113.54	111.78
	V_{des}	-122.97	-112.25	-114.01
26-29	V_{sin}	123.89	105.71	102.91
	V_{des}	-103.54	-83.81	-86.61

Tab.16. Tagli agenti sulla trave per soli carichi verticali nel caso con fondazione

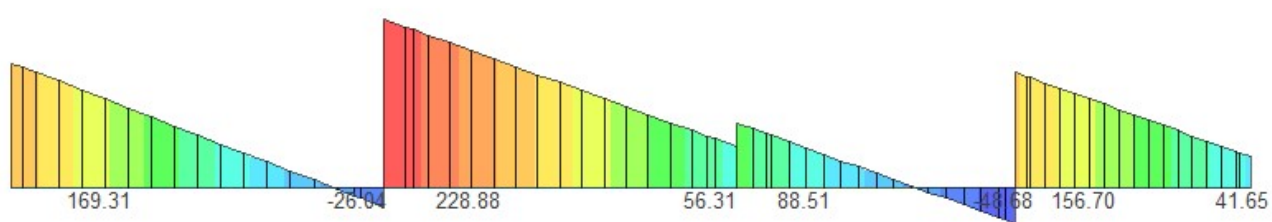
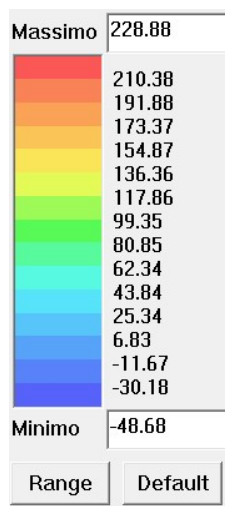


Fig.15. Tagli agenti sulla trave per combinazione sismica $q_{\min-F}$ con fondazione

Campate		sisma $q_{\min-F}$ Tel2008	sisma $q_{\min-F}$ Pro_Sap	sisma $q_{\min-F}$ Pro_Sap con fondazione
7-15	V_{\sin}	166.11	177.06	169.31
	V_{des}	-18.77	-18.29	-26.04
15-23	V_{\sin}	224.52	231.92	228.88
	V_{des}	56.33	59.35	70.69
23-26	V_{\sin}	87.73	92.81	88.51
	V_{des}	-40.92	-44.39	-48.68
26-29	V_{\sin}	157.67	170.17	156.70
	V_{des}	37.88	55.12	41.65

Tab.17. Tagli agenti sulla trave per combinazione sismica $q_{\min-F}$ con fondazione

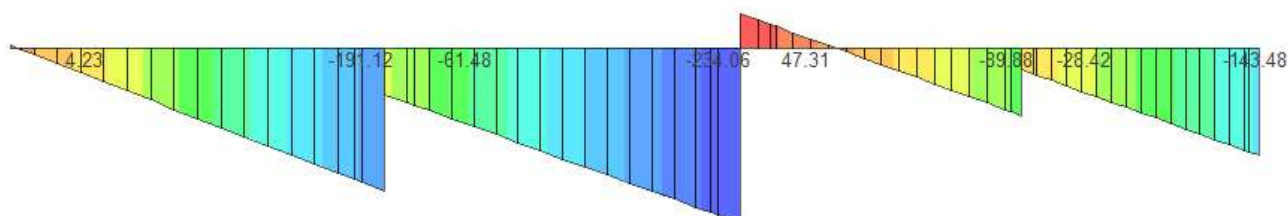
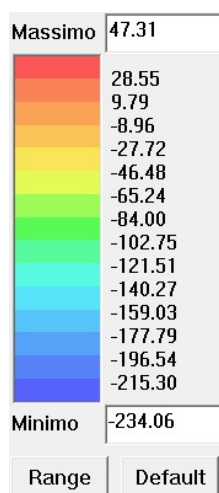


Fig.16. Tagli agenti sulla trave per combinazione sismica $q_{\min+F}$ con fondazione

Campate		sisma $q_{\min+F}$ Tel2008	sisma $q_{\min+F}$ Pro_Sap	sisma $q_{\min+F}$ Pro_Sap con fondazione
7-15	V_{\sin}	1.85	1.13	4.23
	V_{des}	-183.03	-194.22	-191.12
15-23	V_{\sin}	-51.48	-57.37	-61.48
	V_{des}	-219.67	-229.95	-234.06
23-26	V_{\sin}	41.80	45.14	47.31
	V_{des}	-86.85	-92.06	-89.88
26-29	V_{\sin}	-27.05	-41.35	-28.42
	V_{des}	-146.84	-156.4	-143.48

Tab.18. Tagli agenti sulla trave per combinazione sismica $q_{\min+F}$ con fondazione

Analisi Pilastro 9. Confronto Tel2008 – Pro_Sap

Appurato che il comportamento nella trave fosse corretto confrontando i due software, si è proceduto al confronto delle caratteristiche della sollecitazione del pilastro 9.

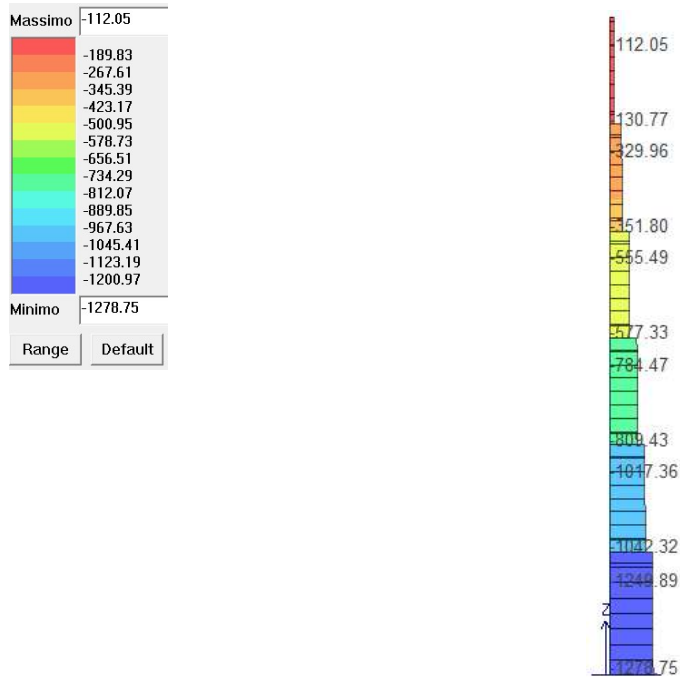


Fig.17. Sforzo normale agente sul pilastro per soli carichi verticali

Pilastro	sistema q_{min-F} Tel2008		sistema q_{min-F} Pro_Sap		Differenze %
6 testa	62.32	69.52	80.03	87.23	20.30
6 piede	76.72		94.43		
5 testa	191.59	199.99	202.08	210.48	4.98
5 piede	208.39		218.88		
4 testa	304.6	313	315.23	323.63	3.28
4 piede	321.4		332.03		
3 testa	404.39	413.99	416.69	426.29	2.89
3 piede	423.59		435.89		
2 testa	499.06	508.66	515.13	524.73	3.06
2 piede	518.26		534.33		
1 testa	592.44	603.44	616.22	627.32	3.81
1 piede	614.44		638.42		

Tab.19. Sforzo normale agente sul pilastro per soli carichi verticali

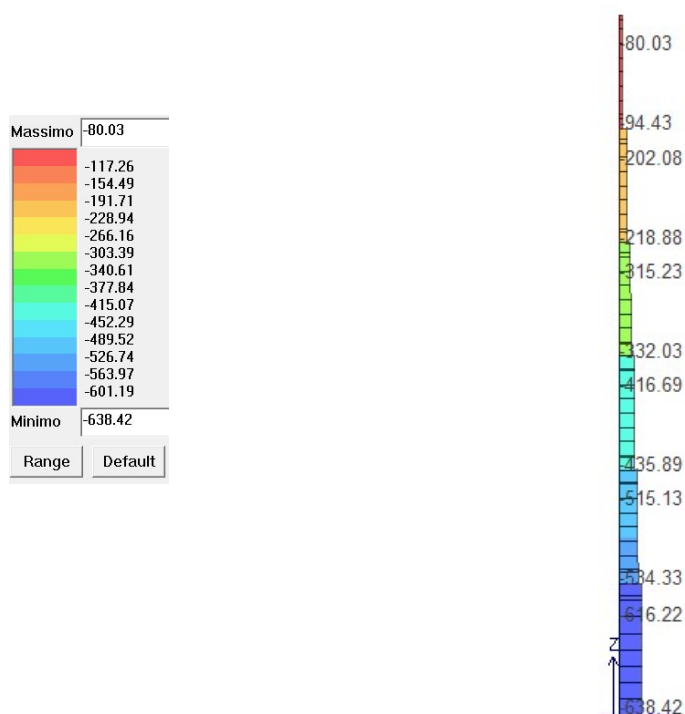


Fig.18. Sforzo normale agente sul pilastro per combinazione sismica $q_{\min-F}$

Pilastro	sisma $q_{\min-F}$ Tel2008		sisma $q_{\min-F}$ Pro_Sap		Differenze %
6 testa	62.32	69.52	80.03	87.23	20.30
6 piede	76.72		94.43		
5 testa	191.59	199.99	202.08	210.48	4.98
5 piede	208.39		218.88		
4 testa	304.6	313	315.23	323.63	3.28
4 piede	321.4		332.03		
3 testa	404.39	413.99	416.69	426.29	2.89
3 piede	423.59		435.89		
2 testa	499.06	508.66	515.13	524.73	3.06
2 piede	518.26		534.33		
1 testa	592.44	603.44	616.22	627.32	3.81
1 piede	614.44		638.42		

Tab.20. Sforzo normale agente sul pilastro per combinazione sismica $q_{\min-F}$

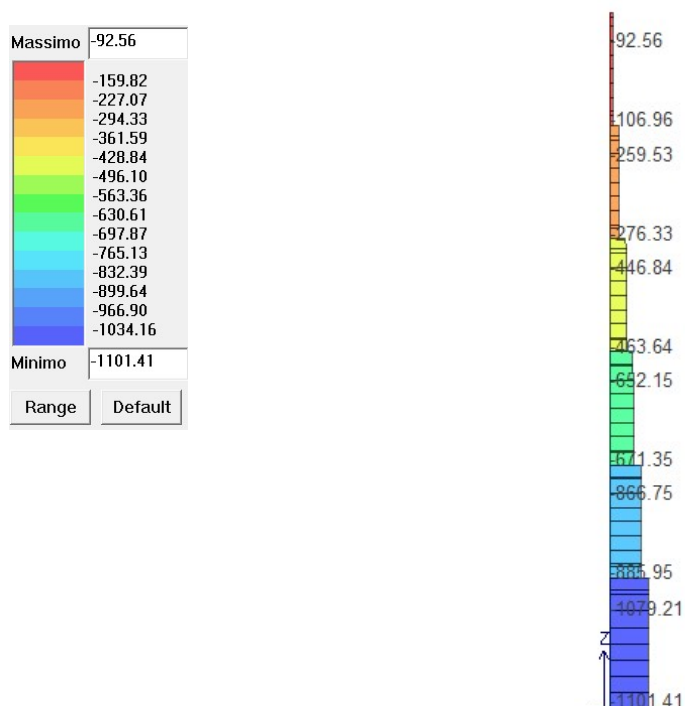


Fig.19. Sforzo normale agente sul pilastro per combinazione sismica $q_{\min+F}$

Pilastro	sismo $q_{\min+F}$ Tel2008		sismo $q_{\min+F}$ Pro_Sap		Differenze %
6 testa	73.31	80.51	92.56	99.76	19.30
6 piede	87.71		106.96		
5 testa	243.63	252.03	259.53	267.93	5.93
5 piede	260.43		276.33		
4 testa	434.29	442.69	446.84	455.24	2.76
4 piede	451.09		463.64		
3 testa	640.86	650.46	652.14	661.74	1.70
3 piede	660.06		671.34		
2 testa	856.13	865.73	866.74	876.34	1.21
2 piede	875.33		885.94		
1 testa	1065.66	1076.76	1079.21	1090.31	1.24
1 piede	1087.86		1101.41		

Tab.21. Sforzo normale agente sul pilastro per combinazione sismica $q_{\min+F}$

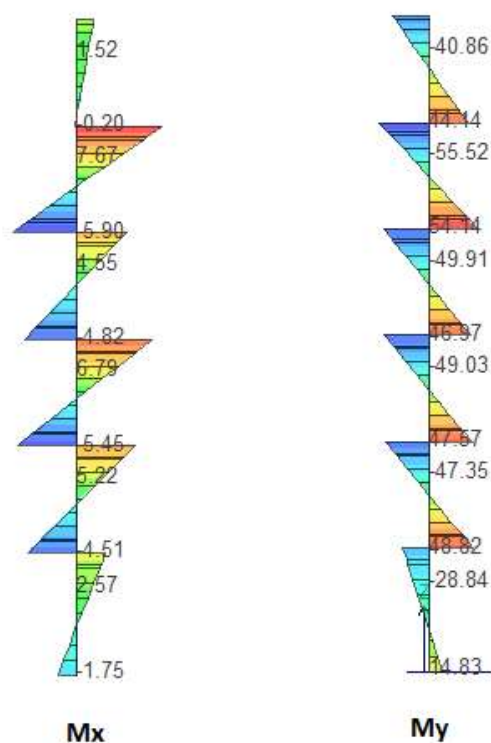


Fig.20. Momento flettente agente sulla pilastrata per soli carichi verticali

Pilastro	carichi verticali Tel2008		carichi verticali Pro_Sap		Differenze %	
	M_x	M_y	M_x	M_y	M_x	M_y
6 testa	1.89	-43.21	1.52	-40.86	19.58	5.44
6 piede	-0.5	46.75	-0.2	44.14	60.00	5.58
5 testa	7.89	-56.88	7.67	-55.52	2.79	2.39
5 piede	-6.2	59.5	-5.9	54.14	4.84	9.01
4 testa	4.86	-58.28	4.55	-49.91	6.38	14.36
4 piede	-5.01	54.74	-4.82	46.97	3.79	14.19
3 testa	7.23	-56.32	6.79	-49.03	6.09	12.94
3 piede	-5.89	54.56	-5.45	47.57	7.47	12.81
2 testa	5.5	-53.59	5.22	-47.35	5.09	11.64
2 piede	-4.85	55.01	-4.51	48.82	7.01	11.25
1 testa	3.05	-31.8	2.57	-28.84	15.74	9.31
1 piede	-2.01	16.74	-1.75	14.83	12.94	11.41

Tab.22. Momento flettente agente sul pilastro per soli carichi verticali

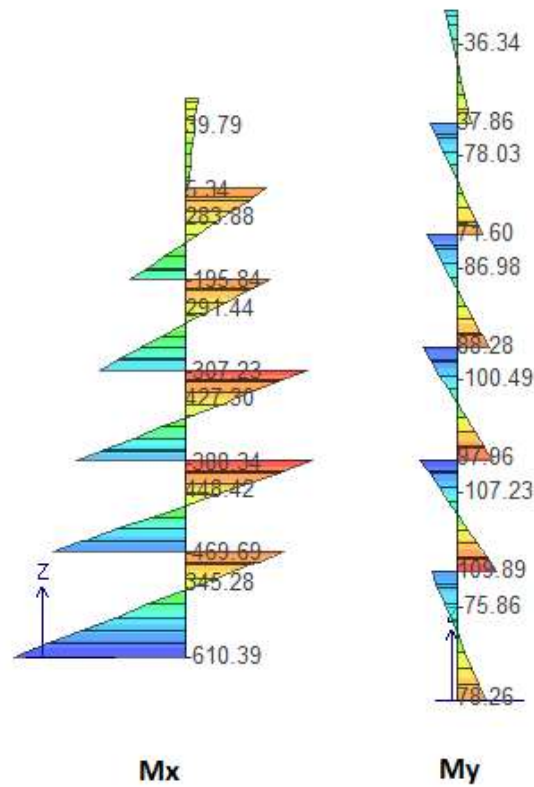


Fig.21. Momento flettente combinazione sismica più gravosa agente sulla pilastrata

Pilastro	combinazione sismica Tel2008		combinazione sismica Pro_Sap		Differenze %	
	M _x	M _y	M _x	M _y	M _x	M _y
6 testa	32.39	-38.99	39.79	-37.15	18.60	4.72
6 piede	7.53	40.04	5.34	40.13	29.08	0.22
5 testa	268.83	-80.62	283.88	-78.03	5.30	3.21
5 piede	-185.05	74.47	-195.84	71.6	5.51	3.85
4 testa	265.43	-90.77	291.44	-86.98	8.92	4.18
4 piede	-282.59	92.63	-307.23	88.28	8.02	4.70
3 testa	395.52	-104.46	427.30	-100.49	7.44	3.80
3 piede	-359.73	102.01	-388.34	97.96	7.37	3.97
2 testa	414.07	-111.06	448.42	-107.23	7.66	3.45
2 piede	-434.76	113.79	-469.69	109.89	7.44	3.43
1 testa	322.34	-77.12	345.28	-75.90	6.64	1.58
1 piede	-557.39	79.36	-610.39	78.29	8.68	1.35

Tab.23. Momento flettente combinazione sismica più gravosa agente in ciascun ordine

Si riporta di seguito un confronto fra Tel2008 e Pro_Sap in cui si può notare l'analogo comportamento del pilastro 9 (indicato con la freccia) all'interno del suo telaio piano.

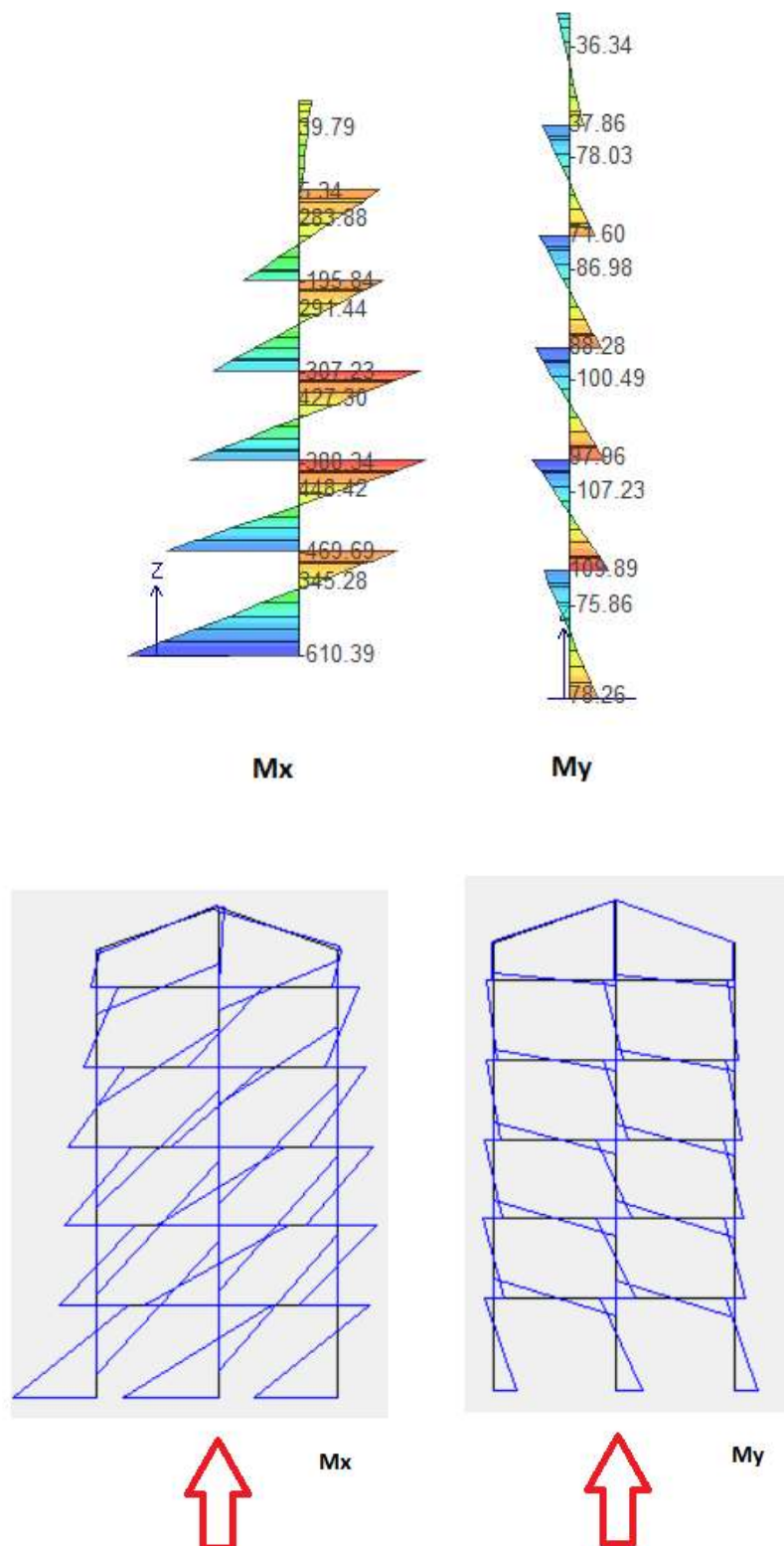


Fig.22. Momento flettente combinazione sismica più gravosa Pro_Sap (in alto) e Tel2008 (in basso) - pilastro 9

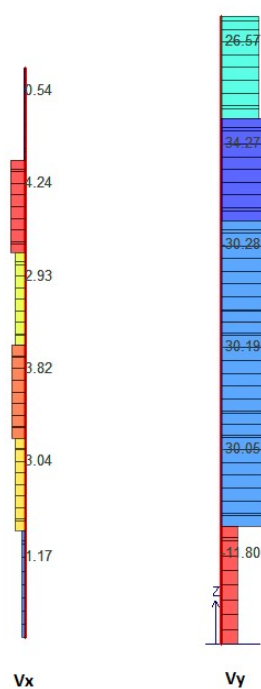


Fig.23. Taglio agente sulla pilastrata per soli carichi verticali

Pilastro	carichi verticali Tel2008		carichi verticali Pro_Sap		Differenze %	
	V _x	V _y	V _x	V _y	V _x	V _y
6 testa	1.36	-54.96	0.54	-26.57	60.29	51.66
6 piede	1.36	-54.96	0.54	-26.57	60.29	51.66
5 testa	4.37	-36.37	4.24	-34.27	2.97	5.77
5 piede	4.37	-36.37	4.24	-34.27	2.97	5.77
4 testa	2.09	-35.32	2.93	-30.28	-40.19	14.27
4 piede	2.09	-35.32	2.93	-30.28	-40.19	14.27
3 testa	3.26	-34.65	3.82	-30.19	-17.18	12.87
3 piede	3.26	-34.65	3.82	-30.19	-17.18	12.87
2 testa	2.45	-33.94	3.04	-30.05	-24.08	11.46
2 piede	2.45	-33.94	3.04	-30.05	-24.08	11.46
1 testa	1.07	-13.12	1.17	-11.8	-9.35	10.06
1 piede	1.07	-13.12	1.17	-11.8	-9.35	10.06

Tab.24. Taglio agente sulla pilastrata per soli carichi verticali



Fig.24.Tagli combinazione sismica più gravosa agente sulla pilastrata

Pilastro	combinazione sismica Tel2008		combinazione sismica Pro_Sap		Differenze %	
	V_x	V_y	V_x	V_y	V_x	V_y
6 testa	8.28	-29.34	13.65	-24.14	39.34	17.72
6 piede	8.28	-29.34	13.65	-24.14	39.34	17.72
5 testa	129.26	-48.02	149.77	-46.76	13.69	2.62
5 piede	129.26	-48.02	149.77	-46.76	13.69	2.62
4 testa	155.72	-56.73	186.8	-54.76	16.64	3.47
4 piede	155.72	-56.73	186.8	-54.76	16.64	3.47
3 testa	214.81	-63.84	254.51	-62.01	15.60	2.87
3 piede	214.81	-63.84	254.51	-62.01	15.60	2.87
2 testa	241.6	-69.5	286.72	-67.85	15.74	2.37
2 piede	241.6	-69.5	286.72	-67.85	15.74	2.37
1 testa	216.6	-41.77	258.24	-41.67	16.12	0.24
1 piede	216.16	-41.77	258.24	-41.67	16.29	0.24

Tab.25. Tagli combinazione sismica più gravosa agente in ciascun ordine

Analisi pilastro 9 con fondazione. Confronto Tel2008 – Pro_Sap – Pro_Sap con fondazione

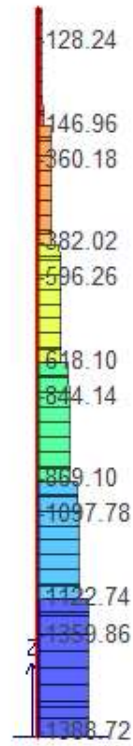


Fig.25. Sforzo normale agente sul pilastro con fondazione per soli carichi verticali

Pilastro	carichi verticali Tel2008		carichi verticali Pro_Sap		carichi verticali Pro_Sap con fondazione	
6 testa	149.93	157.13	112.05	121.41	128.24	137.6
6 piede	164.33		130.77		146.96	
5 testa	414.19	422.59	329.96	340.88	360.18	371.1
5 piede	430.99		351.8		382.02	
4 testa	679.14	687.54	555.49	566.41	596.26	607.18
4 piede	695.94		577.33		618.1	
3 testa	945.98	955.58	784.47	796.95	844.14	856.62
3 piede	965.18		809.43		869.1	
2 testa	1213.81	1223.41	1017.36	1029.84	1097.98	1110.36
2 piede	1233.01		1042.32		1122.74	
1 testa	1476.44	1487.54	1248.89	1263.82	1359.86	1374.29
1 piede	1498.64		1278.75		1388.72	

Tab.26. Sforzo normale agente sul pilastro con fondazione per soli carichi verticali

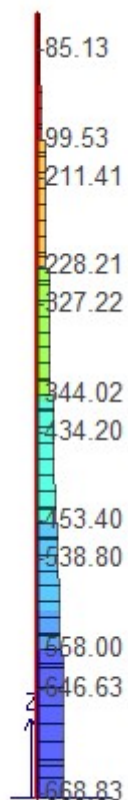


Fig.26. Sforzo normale agente sul pilastro con fondazione per combinazione sismica $q_{\min-F}$

Pilastro	sisma $q_{\min-F}$ Tel2008		sisma $q_{\min-F}$ Pro_Sap		sisma $q_{\min-F}$ Pro_Sap con fondazione	
6 testa	62.32	69.52	80.03	87.23	85.13	92.33
6 piede	76.72		94.43		99.53	
5 testa	191.59	199.99	202.08	210.48	211.41	219.81
5 piede	208.39		218.88		228.21	
4 testa	304.6	313	315.23	323.63	327.22	335.62
4 piede	321.4		332.03		344.02	
3 testa	404.39	413.99	416.69	426.29	434.2	443.8
3 piede	423.59		435.89		453.4	
2 testa	499.06	508.66	515.13	524.73	538.8	548.4
2 piede	518.26		534.33		558	
1 testa	592.44	603.44	616.22	627.32	646.63	657.73
1 piede	614.44		638.42		668.83	

Tab.27. Sforzo normale agente sul pilastro con fondazione per combinazione sismica $q_{\min-F}$

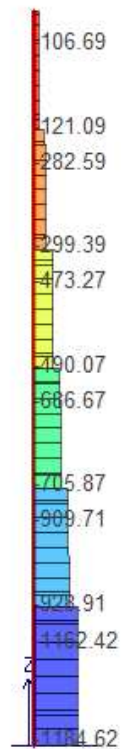


Fig.27. Sforzo normale agente sul pilastro con fondazione per combinazione sismica q_{min+F}

Pilastro	sisma q_{min+Fx} Tel2008		sisma q_{min+Fx} Pro_Sap		sisma q_{min+Fx} Pro_Sap con fondazione	
6 testa	73.31	80.51	92.56	99.76	106.69	113.89
6 piede	87.71		106.96		121.09	
5 testa	243.63	252.03	259.53	267.93	282.59	290.99
5 piede	260.43		276.33		299.39	
4 testa	434.29	442.69	446.84	455.24	473.27	481.67
4 piede	451.09		463.64		490.07	
3 testa	640.86	650.46	652.14	661.74	686.67	696.27
3 piede	660.06		671.34		705.87	
2 testa	856.13	865.73	866.74	876.34	909.71	919.31
2 piede	875.33		885.94		928.91	
1 testa	1065.66	1076.76	1079.21	1090.31	1162.42	1173.52
1 piede	1087.86		1101.41		1184.62	

Tab.28. Sforzo normale agente sul pilastro con fondazione per combinazione sismica q_{min+F}

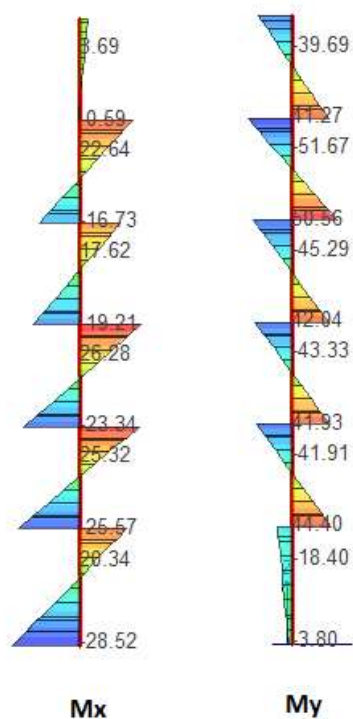


Fig.28. Momento flettente agente sulla pilastrata con fondazione per soli carichi verticali

Pilastro	carichi verticali Tel2008		carichi verticali Pro_Sap		carichi verticali Pro_Sap con fondazione	
	M_x	M_y	M_x	M_y	M_x	M_y
6 testa	1.89	-43.21	1.52	-40.86	3.69	-39.69
6 piede	-0.5	46.75	-0.2	44.14	0.59	41.27
5 testa	7.89	-56.88	7.67	-55.52	22.64	-51.67
5 piede	-6.2	59.5	-5.9	54.14	-16.73	50.56
4 testa	4.86	-58.28	4.55	-49.91	17.62	-45.29
4 piede	-5.01	54.74	-4.82	46.97	-19.21	42.04
3 testa	7.23	-56.32	6.79	-49.03	26.28	-43.33
3 piede	-5.89	54.56	-5.45	47.57	-23.34	41.93
2 testa	5.5	-53.59	5.22	-47.35	25.32	-41.9
2 piede	-4.85	55.01	-4.51	48.82	-25.57	44.4
1 testa	3.05	-31.8	2.57	-28.84	20.34	-18.4
1 piede	-2.01	16.74	-1.75	14.83	-28.52	-3.8

Tab.29. Momento flettente agente sulla pilastrata con fondazione per soli carichi verticali

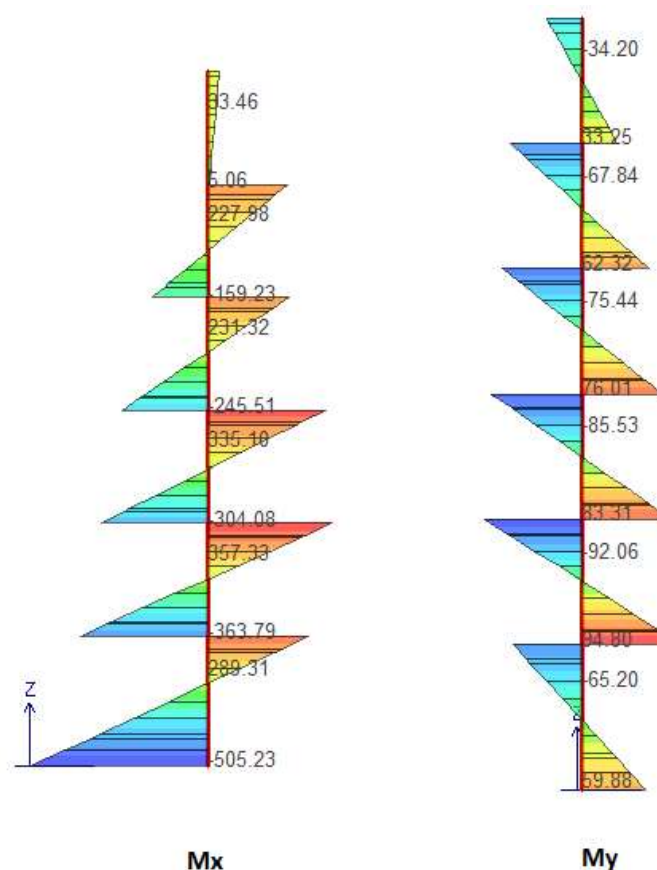


Fig.29. Momento flettente combinazione sismica più gravosa agente sulla pilastrata con fondazione

Pilastro	combinazione sismica Tel2008		combinazione sismica Pro_Sap		combinazione sismica Pro_Sap con fondazione	
	M_x	M_y	M_x	M_y	M_x	M_y
6 testa	32.39	-38.99	39.79	-37.15	33.46	-34.2
6 piede	7.53	40.04	5.34	40.13	5.06	33.25
5 testa	268.83	-80.62	283.88	-78.03	227.98	-67.84
5 piede	-185.05	74.47	-195.84	71.6	-159.23	62.32
4 testa	265.43	-90.77	291.44	-86.98	231.32	-75.44
4 piede	-282.59	92.63	-307.23	88.28	-245.51	76.01
3 testa	395.52	-104.46	427.30	-100.49	335.1	-85.53
3 piede	-359.73	102.01	-388.34	97.96	-304.08	83.31
2 testa	414.07	-111.06	448.42	-107.23	357.33	-92.06
2 piede	-434.76	113.79	-469.69	109.89	-363.79	94.8
1 testa	322.34	-77.12	345.28	-75.90	289.31	-65.2
1 piede	-557.39	79.36	-610.39	78.29	-505.23	59.88

Tab.30. Momento flettente combinazione sismica più gravosa agente sulla pilastrata con fondazione

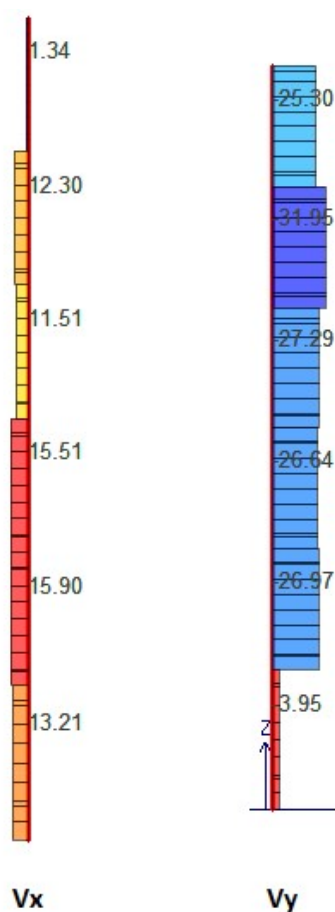


Fig.30. Taglio agente sulla pilastrata con fondazione per soli carichi verticali

Pilastro	carichi verticali Tel2008		carichi verticali Pro_Sap		carichi verticali Pro_Sap con fondazione	
	V_x	V_y	V_x	V_y	V_x	V_y
6 testa	1.36	-54.96	0.54	-26.57	1.34	-25.3
6 piede	1.36	-54.96	0.54	-26.57	1.34	-25.3
5 testa	4.37	-36.37	4.24	-34.27	12.3	-31.95
5 piede	4.37	-36.37	4.24	-34.27	12.3	-31.95
4 testa	2.09	-35.32	2.93	-30.28	11.51	-27.29
4 piede	2.09	-35.32	2.93	-30.28	11.51	-27.29
3 testa	3.26	-34.65	3.82	-30.19	15.51	-26.64
3 piede	3.26	-34.65	3.82	-30.19	15.51	-26.64
2 testa	2.45	-33.94	3.04	-30.05	15.9	-26.97
2 piede	2.45	-33.94	3.04	-30.05	15.9	-26.97
1 testa	1.07	-13.12	1.17	-11.8	13.21	-3.95
1 piede	1.07	-13.12	1.17	-11.8	13.21	-3.95

Tab.31. Taglio agente sulla pilastrata con fondazione per soli carichi verticali

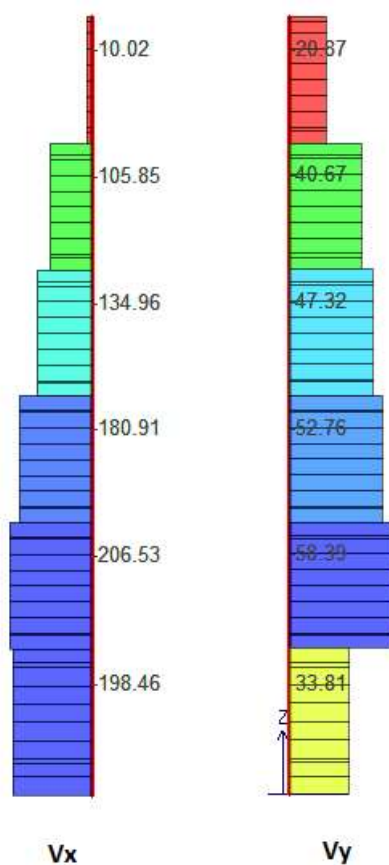


Fig.31.Tagli combinazione sismica più gravosa agente sulla pilastrata con fondazione

Pilastro	combinazione sismica Tel2008		combinazione sismica Pro_Sap		combinazione sismica Pro_Sap con fondazione	
	V_x	V_y	V_x	V_y	V_x	V_y
6 testa	8.28	-29.34	13.65	-24.14	10.02	-20.87
6 piede	8.28	-29.34	13.65	-24.14	10.02	-20.87
5 testa	129.26	-48.02	149.77	-46.76	105.85	-40.67
5 piede	129.26	-48.02	149.77	-46.76	105.85	-40.67
4 testa	155.72	-56.73	186.8	-54.76	134.96	-47.32
4 piede	155.72	-56.73	186.8	-54.76	134.96	-47.32
3 testa	214.81	-63.84	254.51	-62.01	180.91	-52.76
3 piede	214.81	-63.84	254.51	-62.01	180.91	-52.76
2 testa	241.6	-69.5	286.72	-67.85	206.53	-58.39
2 piede	241.6	-69.5	286.72	-67.85	206.53	-58.39
1 testa	216.6	-41.77	258.24	-41.67	198.46	-33.81
1 piede	216.16	-41.77	258.24	-41.67	198.46	-33.81

Tab.32. Tagli combinazione sismica più gravosa agente sulla pilastrata con fondazione

Fili fissi

In seguito ai confronti visti, si è proceduto a fare un'ulteriore analisi ponendo i fili fissi visto che fino ad ora si era semplicemente considerato come filo fisso l'asse medio del pilastro e della trave.

Come è presente nel “Manuale dell’architetto” di L.Zevi i fili fissi indicano “*le giaciture dei piani che non potranno essere alterate dalla effettiva configurazione delle parti strutturali e dalle loro eventuali variazioni. Qualora il “filo fisso” sia posto in asse, l’elemento strutturale potrà variare simmetricamente rispetto allo stesso asse. Corrispondentemente, la sequenza di quote che misura il sistema strutturale dovrà anch’esso riferirsi alle posizioni dei “fili fissi” degli elementi strutturali, dal momento che in tali posizioni si hanno valori certi, indipendenti dalla effettiva dimensione delle strutture e congruenti con le altre parti dell’edificio e con la morfologia generale dell’edificio.*”

Si riportano di seguito i confronti effettuati dai quali emergono variazioni molto modeste rispetto al caso in cui l'asse medio rappresentasse il filo fisso di travi e pilastri.

MOD0	PRO_SAP			PRO_SAP fili fissi			Differenza %		
	T [s]	Massa in X [%]	Massa in Y [%]	T [s]	Massa in X [%]	Massa in Y [%]	dT [s]	Massa in X [%]	Massa in Y [%]
1	0.68	0	82	0.69	0	79	0.01	0	3
2	0.65	80	0	0.66	82	0	0.01	2	0
3	0.63	2	0	0.64	0	0	0.01	2	0
4	0.23	0	11	0.23	0	10	0	0	1
5	0.22	10	0	0.22	11	0	0	1	0
6	0.21	0	0	0.21	0	0	0	0	0

Tab. 33. Confronto periodi e masse partecipanti Pro_Sap e Pro_Sap fili fissi

Analisi trave T113 - Fili fissi

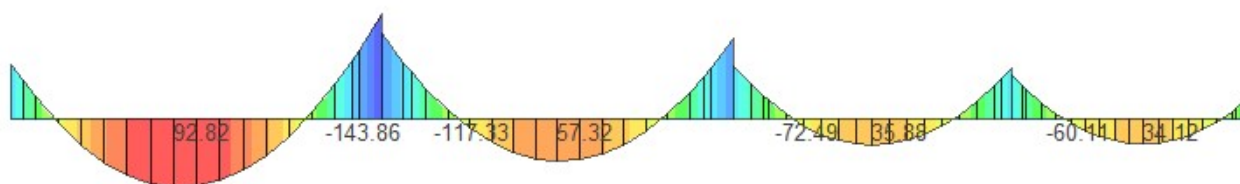


Fig.32. Momenti flettenti agenti sulla trave per soli carichi verticali – fili fissi

Campate		carichi verticali Tel2008	carichi verticali Pro_Sap	carichi verticali Pro_Sap fili fissi
7-15	M _{sin}	-74.63	-73.33	-73.28
	M _{des}	-148.82	-143.81	-143.86
15-23	M _{sin}	-137.55	-117.67	-117.33
	M _{des}	-115.26	-108.79	-109.16
23-26	M _{sin}	-77.87	-72.61	-72.49
	M _{des}	-74.76	-70.16	-70.26
26-29	M _{sin}	-66.72	-60.18	-60.11
	M _{des}	-33.14	-25.14	-25.25

Tab. 34. Momenti flettenti agenti sulla trave per soli carichi verticali – fili fissi

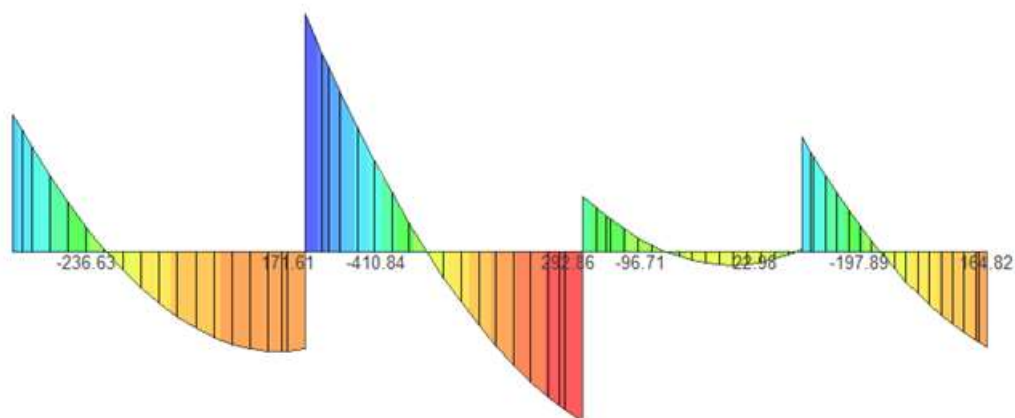


Fig.33. Momenti flettenti agenti sulla trave per combinazione sismica $q_{\min-F}$ – fili fissi

Campate		sisma $q_{\min-F}$ Tel2008	sisma $q_{\min-F}$ Pro_Sap	sisma $q_{\min-F}$ Pro_Sap fili fissi
7-15	M_{\sin}	-217.81	-235.24	-236.63
	M_{des}	154.24	169.87	167.66
15-23	M_{\sin}	-395.23	-408.57	-410.84
	M_{des}	278.82	290.48	292.86
23-26	M_{\sin}	-89.79	-96.35	-96.71
	M_{des}	-3.18	-4.34	-4.07
26-29	M_{\sin}	-178.64	-196.84	-197.89
	M_{des}	144.01	163.52	164.82

Tab. 35. Momenti flettenti agenti sulla trave per combinazione sismica $q_{\min-F}$ – fili fissi

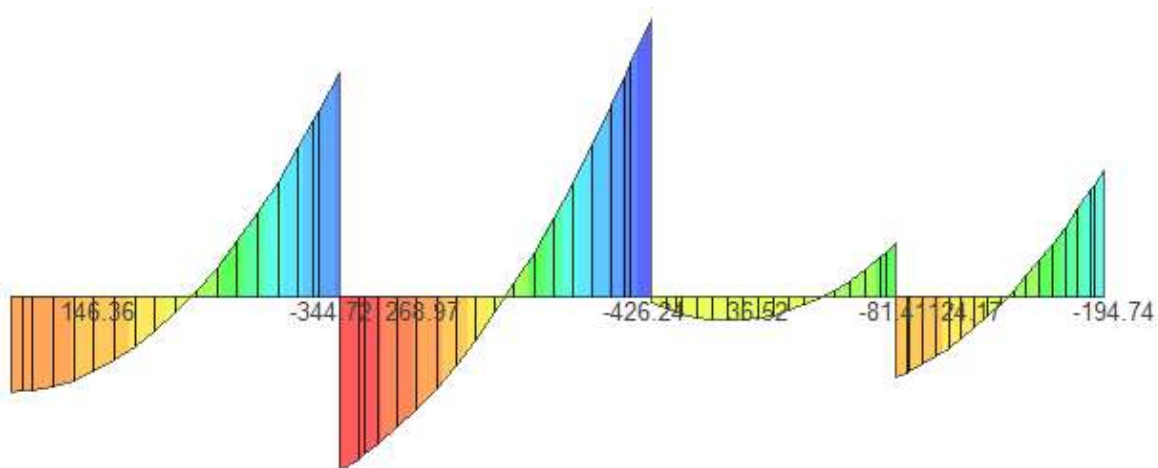


Fig.34. Momenti flettenti agenti sulla trave per combinazione sismica $q_{\min+F}$ – fili fissi

Campate		sisma $q_{\min+F}$ Tel2008	sisma $q_{\min+F}$ Pro_Sap	sisma $q_{\min+F}$ Pro_Sap fili fissi
7-15	M_{\sin}	133.36	144.9	146.36
	M_{des}	-324.11	-342.64	-344.72
15-23	M_{\sin}	249.71	266.23	268.97
	M_{des}	-401.05	-423.35	-426.24
23-26	M_{\sin}	8.79	8.15	8.66
	M_{des}	-74.54	-81.01	-81.41
26-29	M_{\sin}	108.44	123.01	124.17
	M_{des}	-178.48	-193.39	-194.74

Tab. 36. Momenti flettenti agenti sulla trave per combinazione sismica $q_{\min+F}$ – fili fissi

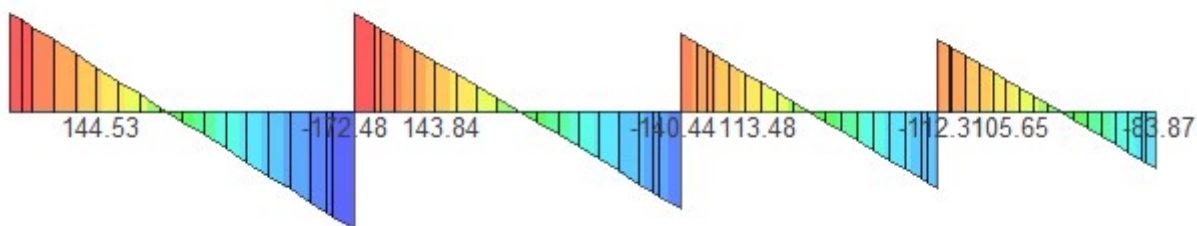


Fig.35. Tagli agenti sulla trave per soli carichi verticali – fili fissi

Campate		carichi verticali Tel2008	carichi verticali Pro_Sap	carichi verticali Pro_Sap con fondazione
7-15	V_{sin}	147.31	144.55	144.53
	V_{des}	-176.70	-172.46	-172.48
15-23	V_{sin}	164.10	143.99	143.84
	V_{des}	-154.81	-140.29	-140.44
23-26	V_{sin}	124.66	113.54	113.48
	V_{des}	-122.98	-112.25	-112.31
26-29	V_{sin}	123.89	105.71	105.65
	V_{des}	-103.54	-83.81	-83.87

Tab. 37. Tagli agenti sulla trave per soli carichi verticali – fili fissi

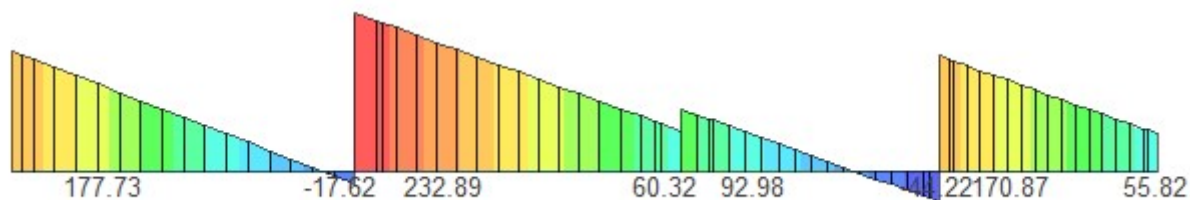


Fig.36. Tagli agenti sulla trave per combinazione sismica q_{min-F} – fili fissi

Campate		sisma q_{min-F} Tel2008	sisma q_{min-F} Pro_Sap	sisma q_{min-F} Pro_Sap fili fissi
7-15	V_{sin}	166.11	177.06	177.73
	V_{des}	-18.77	-18.29	-17.62
15-23	V_{sin}	224.52	231.92	232.89
	V_{des}	56.33	59.35	60.32
23-26	V_{sin}	87.73	92.81	92.98
	V_{des}	-40.92	-44.39	-44.22
26-29	V_{sin}	157.67	170.17	170.87
	V_{des}	37.88	55.12	55.82

Tab. 38. Tagli agenti sulla trave per per combinazione sismica q_{min-F} – fili fissi

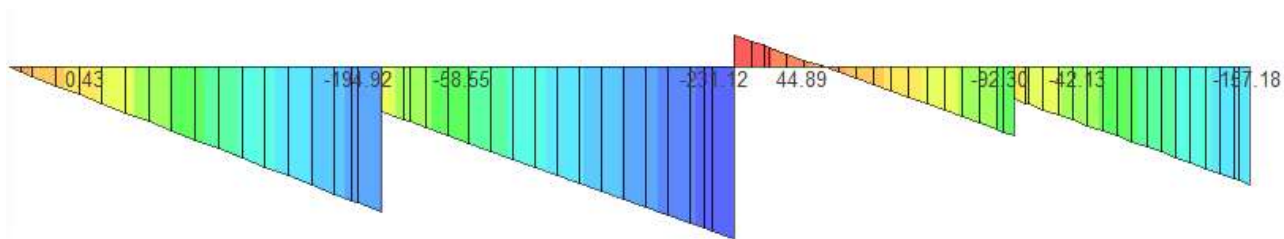


Fig.37. Tagli agenti sulla trave per per combinazione sismica $q_{\min+F}$ – fili fissi

Campate		sisma $q_{\min+F}$ Tel2008	sisma $q_{\min+F}$ Pro_Sap	sisma $q_{\min+F}$ Pro_Sap fili fissi
7-15	V_{\sin}	1.85	1.13	0.43
	V_{des}	-183.03	-194.22	-194.92
15-23	V_{\sin}	-51.48	-57.37	-58.55
	V_{des}	-219.67	-229.95	-231.12
23-26	V_{\sin}	41.80	45.14	44.89
	V_{des}	-86.85	-92.06	-92.3
26-29	V_{\sin}	-27.05	-41.35	-42.13
	V_{des}	-146.84	-156.4	-157.18

Tab. 39. Tagli agenti sulla trave per per combinazione sismica $q_{\min+F}$ – fili fissi

Analisi Pilastro 9 - Fili fissi

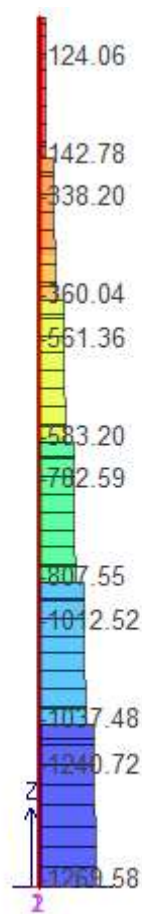


Fig.38. Sforzo normale agente sul pilastro per soli carichi verticali – fili fissi

Pilastro	carichi verticali Tel2008		carichi verticali Pro_Sap		carichi verticali Pro_Sap fili fissi	
6 testa	149.93	157.13	112.05	121.41	124.06	133.42
6 piede	164.33		130.77		142.78	
5 testa	414.19	422.59	329.96	340.88	338.2	349.12
5 piede	430.99		351.8		360.04	
4 testa	679.14	687.54	555.49	566.41	561.36	572.28
4 piede	695.94		577.33		583.2	
3 testa	945.98	955.58	784.47	796.95	782.59	795.07
3 piede	965.18		809.43		807.55	
2 testa	1213.81	1223.41	1017.36	1029.84	1012.52	1025
2 piede	1233.01		1042.32		1037.48	
1 testa	1476.44	1487.54	1248.89	1263.82	1240.72	1255.15
1 piede	1498.64		1278.75		1269.58	

Tab. 40. Sforzo normale agente sul pilastro per soli carichi verticali – fili fissi

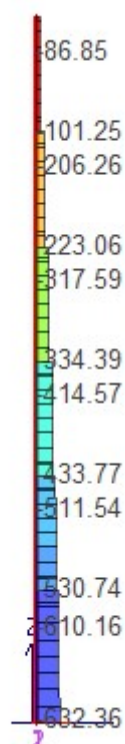


Fig.39. Sforzo normale agente sul pilastro per combinazione sismica $q_{\min-F}$ – fili fissi

Pilastro	sisma $q_{\min-F}$ Tel2008		sisma $q_{\min-F}$ Pro_Sap		sisma $q_{\min-F}$ Pro_Sap fili fissi	
6 testa	62.32	69.52	80.03	87.23	86.85	94.05
6 piede	76.72		94.43		101.25	
5 testa	191.59	199.99	202.08	210.48	206.26	214.66
5 piede	208.39		218.88		223.06	
4 testa	304.6	313	315.23	323.63	317.59	325.99
4 piede	321.4		332.03		334.39	
3 testa	404.39	413.99	416.69	426.29	414.57	424.17
3 piede	423.59		435.89		433.77	
2 testa	499.06	508.66	515.13	524.73	511.54	521.14
2 piede	518.26		534.33		530.74	
1 testa	592.44	603.44	616.22	627.32	610.16	621.26
1 piede	614.44		638.42		632.36	

Tab. 41. Sforzo normale agente sul pilastro per combinazione sismica $q_{\min-F}$ – fili fissi

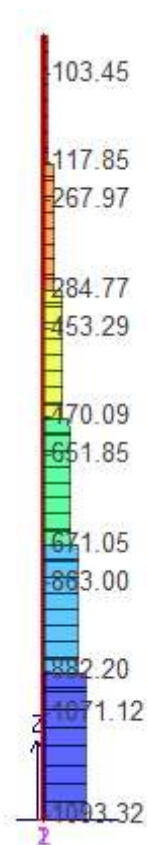


Fig.40. Sforzo normale agente sul pilastro per combinazione sismica $q_{\min+F}$ – fili fissi

Pilastro	sisma $q_{\min+F}$ Tel2008		sisma $q_{\min+F}$ Pro_Sap		sisma $q_{\min+F}$ Pro_Sap fili fissi	
6 testa	73.31	80.51	92.56	99.76	103.45	110.65
6 piede	87.71		106.96		117.85	
5 testa	243.63	252.03	259.53	267.93	267.97	276.37
5 piede	260.43		276.33		284.77	
4 testa	434.29	442.69	446.84	455.24	453.29	461.69
4 piede	451.09		463.64		470.09	
3 testa	640.86	650.46	652.14	661.74	651.85	661.45
3 piede	660.06		671.34		671.05	
2 testa	856.13	865.73	866.74	876.34	863	872.6
2 piede	875.33		885.94		882.2	
1 testa	1065.66	1076.76	1079.21	1090.31	1071.12	1082.22
1 piede	1087.86		1101.41		1093.32	

Tab. 42. Sforzo normale agente sul pilastro per combinazione sismica $q_{\min+F}$ – fili fissi

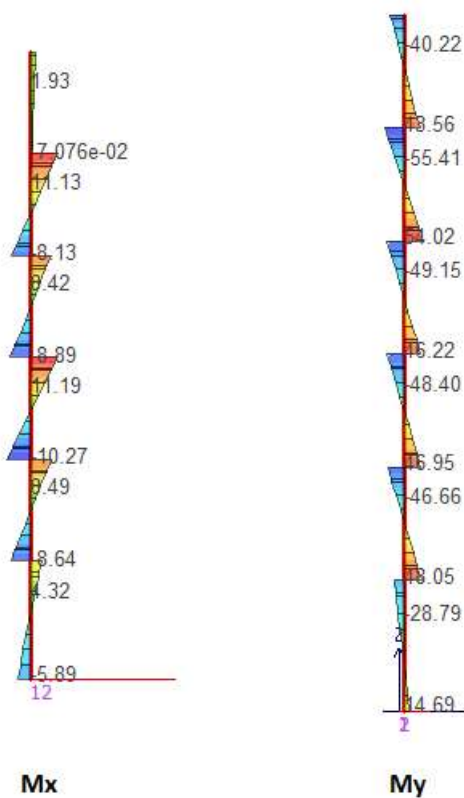


Fig.41. Momento flettente agente sul pilastro per soli carichi verticali – fili fissi

Pilastro	carichi verticali Tel2008		carichi verticali Pro_Sap		carichi verticali Pro_Sap fili fissi	
	M_x	M_y	M_x	M_y	M_x	M_y
6 testa	1.89	-43.21	1.52	-40.86	1.93	-40.22
6 piede	-0.5	46.75	-0.2	44.14	-0.07	43.56
5 testa	7.89	-56.88	7.67	-55.52	11.13	-55.41
5 piede	-6.2	59.5	-5.9	54.14	-8.13	54.02
4 testa	4.86	-58.28	4.55	-49.91	8.42	-49.15
4 piede	-5.01	54.74	-4.82	46.97	-8.89	46.22
3 testa	7.23	-56.32	6.79	-49.03	11.19	-48.4
3 piede	-5.89	54.56	-5.45	47.57	-10.27	46.95
2 testa	5.5	-53.59	5.22	-47.35	8.49	-46.66
2 piede	-4.85	55.01	-4.51	48.82	-8.64	48.05
1 testa	3.05	-31.8	2.57	-28.84	4.32	-28.79
1 piede	-2.01	16.74	-1.75	14.83	-5.89	14.69

Tab. 43. Momento flettente agente sul pilastro per soli carichi verticali – fili fissi

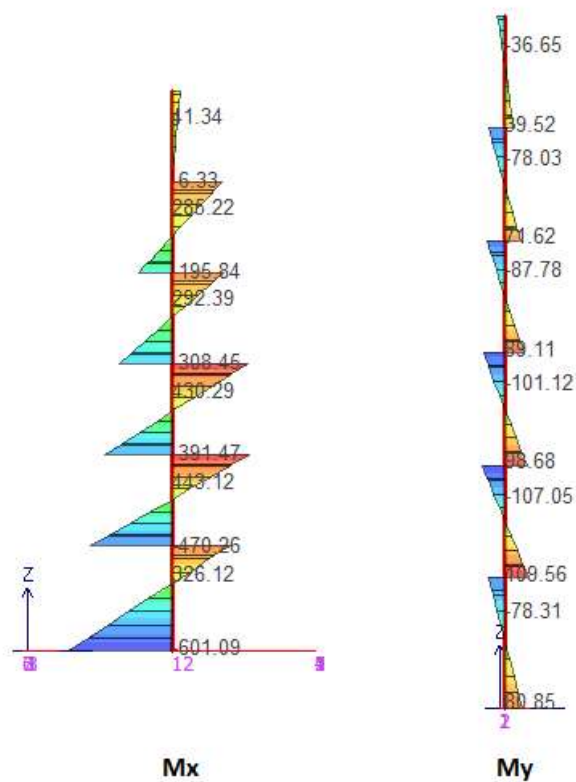


Fig.42. Momento flettente agente sul pilastro per combinazione sismica più gravosa – fili fissi

Pilastro	combinazione sismica Tel2008		combinazione sismica Pro_Sap		combinazione sismica Pro_Sap fili fissi	
	M_x	M_y	M_x	M_y	M_x	M_y
6 testa	32.39	-38.99	39.79	-37.15	41.34	-36.65
6 piede	7.53	40.04	5.34	40.13	6.33	39.52
5 testa	268.83	-80.62	283.88	-78.03	285.22	-78.03
5 piede	-185.05	74.47	-195.84	71.6	-195.84	71.62
4 testa	265.43	-90.77	291.44	-86.98	292.39	-87.78
4 piede	-282.59	92.63	-307.23	88.28	-308.45	89.11
3 testa	395.52	-104.46	427.30	-100.49	430.29	-101.12
3 piede	-359.73	102.01	-388.34	97.96	-391.47	98.68
2 testa	414.07	-111.06	448.42	-107.23	443.12	-107.05
2 piede	-434.76	113.79	-469.69	109.89	-470.26	109.56
1 testa	322.34	-77.12	345.28	-75.90	-326.12	-78.31
1 piede	-557.39	79.36	-610.39	78.29	-601.09	80.85

Tab. 44. Momento flettente agente sul pilastro per soli carichi verticali – fili fissi

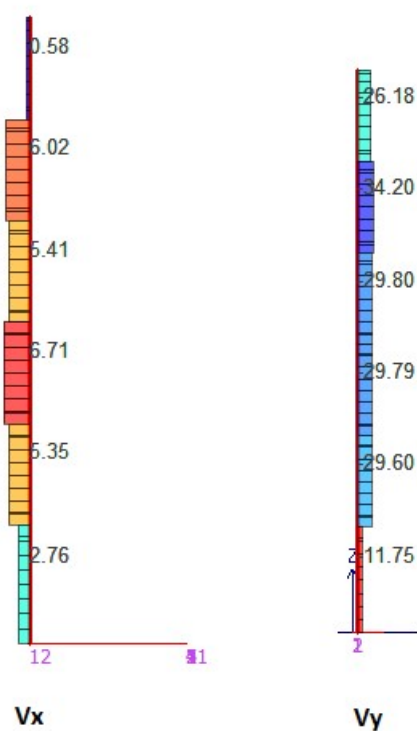


Fig.43. Taglio agente sul pilastro per soli carichi verticali – fili fissi

Pilastro	carichi verticali Tel2008		carichi verticali Pro_Sap		carichi verticali Pro_Sap fili fissi	
	V_x	V_y	V_x	V_y	V_x	V_y
6 testa	1.36	-54.96	0.54	-26.57	0.58	-26.18
6 piede	1.36	-54.96	0.54	-26.57	0.58	-26.18
5 testa	4.37	-36.37	4.24	-34.27	6.02	-34.2
5 piede	4.37	-36.37	4.24	-34.27	6.02	-34.2
4 testa	2.09	-35.32	2.93	-30.28	5.41	-29.8
4 piede	2.09	-35.32	2.93	-30.28	5.41	-29.8
3 testa	3.26	-34.65	3.82	-30.19	6.71	-29.79
3 piede	3.26	-34.65	3.82	-30.19	6.71	-29.79
2 testa	2.45	-33.94	3.04	-30.05	5.35	-29.6
2 piede	2.45	-33.94	3.04	-30.05	5.35	-29.6
1 testa	1.07	-13.12	1.17	-11.8	2.76	-11.75
1 piede	1.07	-13.12	1.17	-11.8	2.76	-11.75

Tab. 45. Taglio agente sul pilastro per soli carichi verticali – fili fissi

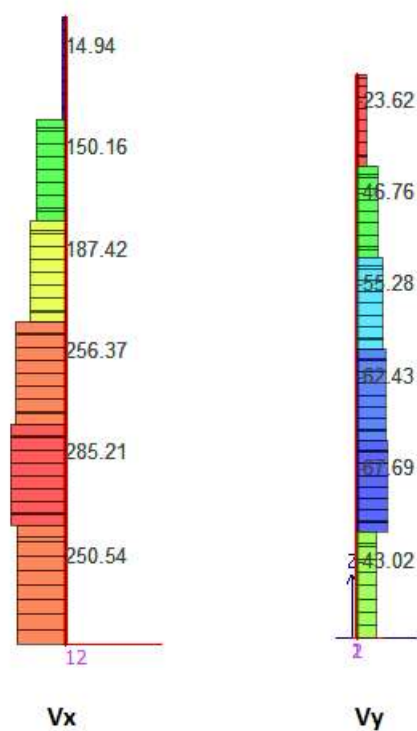


Fig.44. Taglio agente sul pilastro per combinazione sismica $q_{\min-F}$ – fili fissi

Pilastro	combinazione sismica Tel2008		combinazione sismica Pro_Sap		combinazione sismica Pro_Sap fili fissi	
	V_x	V_y	V_x	V_y	V_x	V_y
6 testa	8.28	-29.34	13.65	-24.14	14.94	-23.62
6 piede	8.28	-29.34	13.65	-24.14	14.94	-23.62
5 testa	129.26	-48.02	149.77	-46.76	150.16	-46.76
5 piede	129.26	-48.02	149.77	-46.76	150.16	-46.76
4 testa	155.72	-56.73	186.8	-54.76	187.42	-55.28
4 piede	155.72	-56.73	186.8	-54.76	187.42	-55.28
3 testa	214.81	-63.84	254.51	-62.01	256.37	-62.43
3 piede	214.81	-63.84	254.51	-62.01	256.37	-62.43
2 testa	241.6	-69.5	286.72	-67.85	285.21	-67.69
2 piede	241.6	-69.5	286.72	-67.85	285.21	-67.69
1 testa	216.6	-41.77	258.24	-41.67	250.54	-43.02
1 piede	216.16	-41.77	258.24	-41.67	250.54	-43.02

Tab. 46. Taglio agente sul pilastro per combinazione sismica $q_{\min-F}$ – fili fissi

Analisi trave T113 - Fili fissi con fondazione

Analogamente a quanto fatto in precedenza, verranno adesso mostrati i risultati ottenuti nel caso in cui in presenza di fili fissi vengono poste anche le travi di fondazione.

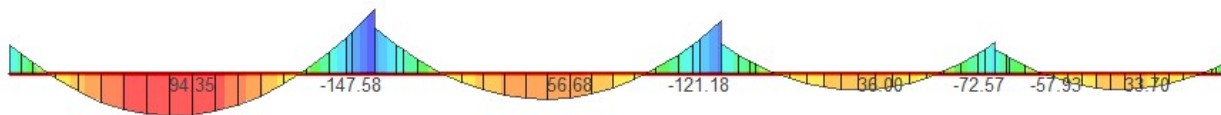


Fig.45. Momenti flettenti agenti sulla trave per soli carichi verticali – fili fissi con fondazione

Campate		carichi verticali Pro_Sap fili fissi	carichi verticali Pro_Sap fili fissi con fondazione
7-15	M _{sin}	-73.28	-66.67
	M _{des}	-143.86	-147.58
15-23	M _{sin}	-117.33	-106.59
	M _{des}	-109.16	-121.18
23-26	M _{sin}	-72.49	-69.93
	M _{des}	-70.26	-72.57
26-29	M _{sin}	-60.11	-57.93
	M _{des}	-25.25	-27.70

Tab. 47. Momenti flettenti agenti sulla trave per soli carichi verticali – fili fissi con fondazione

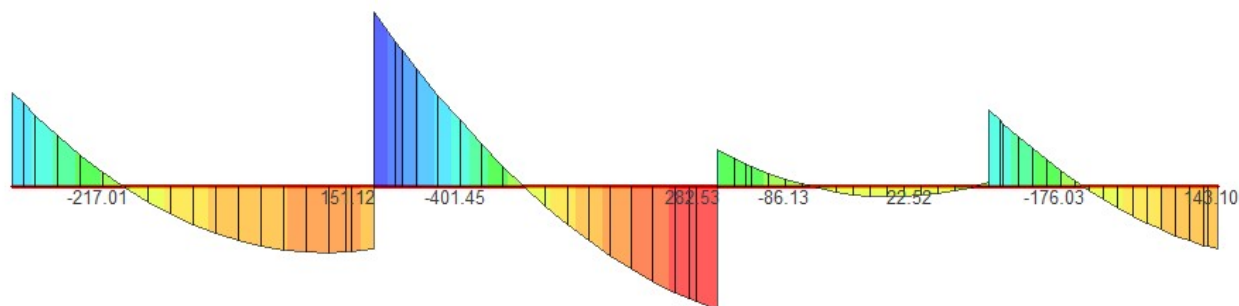


Fig.46. Momenti flettenti agenti sulla trave per combinazione sismica $q_{\min-F}$ – fili fissi con fondazione

Campate		sisma $q_{\min-F}$ Pro_Sap fili fissi	sisma $q_{\min-F}$ Pro_Sap fili fissi con fondazione
7-15	M _{sin}	-236.63	-217.01
	M _{des}	167.66	151.12
15-23	M _{sin}	-410.84	-401.45
	M _{des}	292.86	282.53
23-26	M _{sin}	-96.71	-86.13
	M _{des}	-4.07	-10.04
26-29	M _{sin}	-197.89	-176.03
	M _{des}	164.82	143.1

Tab. 48. Momenti flettenti agenti sulla trave per combinazione sismica $q_{\min-F}$ – fili fissi con fondazione

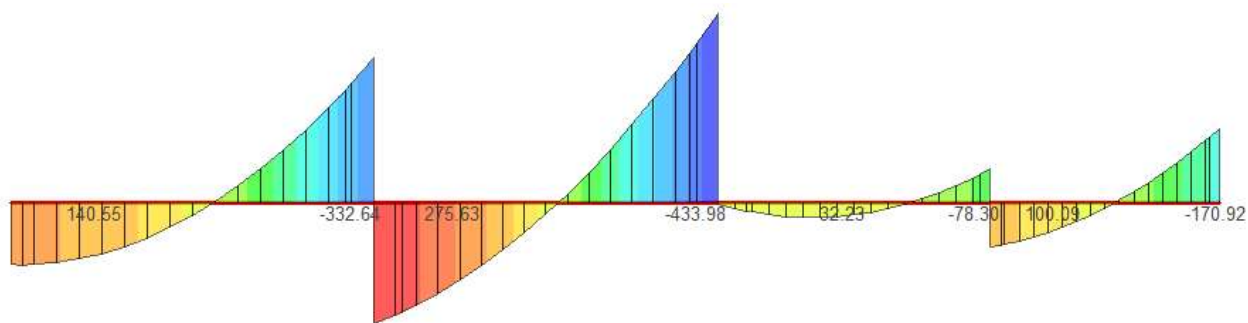


Fig.47. Momenti flettenti agenti sulla trave per combinazione sismica q_{min+F} – fili fissi con fondazione

Campate		sisma q_{min+F} Pro_Sap fili fissi	sisma q_{min+F} Pro_Sap fili fissi con fondazione
7-15	M_{sin}	146.36	140.55
	M_{des}	-344.72	-332.64
15-23	M_{sin}	268.97	275.63
	M_{des}	-426.24	-433.98
23-26	M_{sin}	8.66	0.79
	M_{des}	-81.41	-78.3
26-29	M_{sin}	124.17	100.09
	M_{des}	-194.74	-170.92

Tab. 49. Momenti flettenti agenti sulla trave per combinazione sismica q_{min+F} – fili fissi con fondazione

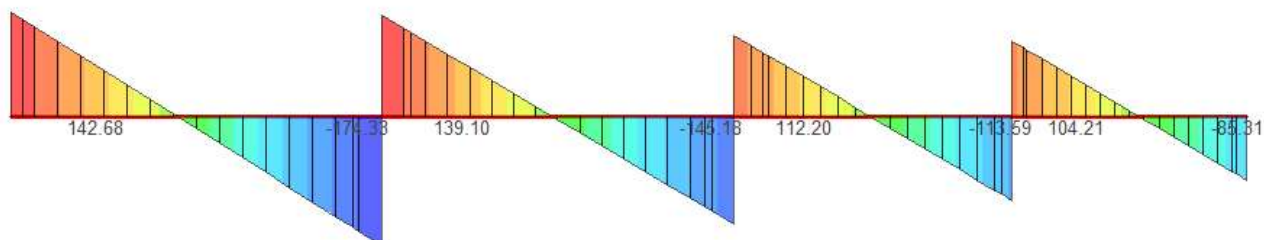


Fig.48. Tagli agenti sulla trave per soli carichi verticali – fili fissi con fondazione

Campate		carichi verticali Pro_Sap fili fissi	carichi verticali Pro_Sap fili fissi con fondazione
7-15	V_{sin}	144.53	142.68
	V_{des}	-172.48	-174.33
15-23	V_{sin}	143.84	139.1
	V_{des}	-140.44	-145.18
23-26	V_{sin}	113.48	112.2
	V_{des}	-112.31	-113.59
26-29	V_{sin}	105.65	104.21
	V_{des}	-83.87	-85.31

Tab. 50. Tagli agenti sulla trave per soli carichi verticali – fili fissi con fondazione

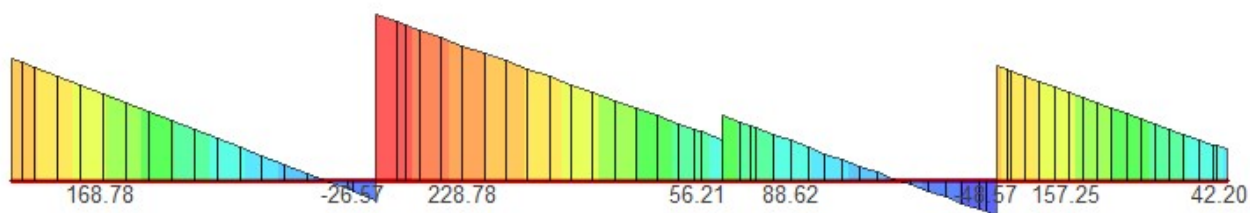


Fig.49. Tagli agenti sulla trave per combinazione sismica $q_{\min-F}$ – fili fissi con fondazione

Campate		sisma $q_{\min-F}$ Pro_Sap fili fissi	sisma $q_{\min-F}$ Pro_Sap fili fissi con fondazione
7-15	V_{\sin}	177.73	168.78
	V_{des}	-17.62	-26.57
15-23	V_{\sin}	232.89	228.78
	V_{des}	60.32	56.21
23-26	V_{\sin}	92.98	88.62
	V_{des}	-44.22	-48.57
26-29	V_{\sin}	170.87	157.25
	V_{des}	55.82	42.2

Tab. 51. Tagli agenti sulla trave per combinazione sismica $q_{\min-F}$ – fili fissi con fondazione

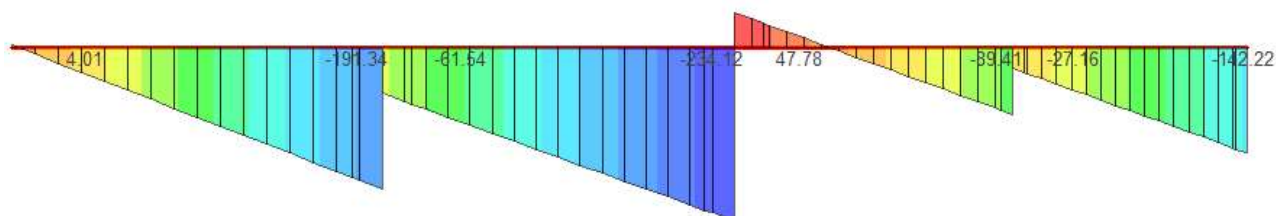


Fig.50. Tagli agenti sulla trave per combinazione sismica $q_{\min+F}$ – fili fissi con fondazione

Campate		sisma $q_{\min+F}$ Pro_Sap fili fissi	sisma $q_{\min+F}$ Pro_Sap fili fissi con fondazione
7-15	V_{\sin}	0.43	4.01
	V_{des}	-194.92	-191.34
15-23	V_{\sin}	-58.55	-61.54
	V_{des}	-231.12	-234.12
23-26	V_{\sin}	44.89	47.78
	V_{des}	-92.3	-39.41
26-29	V_{\sin}	-42.13	-27.16
	V_{des}	-157.18	-142.22

Tab. 52. Tagli agenti sulla trave per combinazione sismica $q_{\min+F}$ – fili fissi con fondazione

Analisi Pilastro 9 - Fili fissi con fondazione

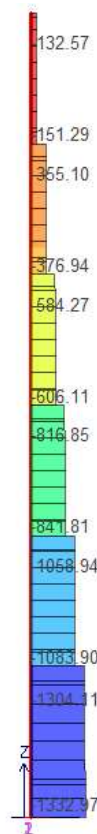


Fig.51. Sforzo normale agente sul pilastro per soli carichi verticali – fili fissi con fondazione

Pilastro	carichi verticali Pro_Sap fili fissi		carichi verticali Pro_Sap fili fissi con fondazione	
6 testa	124.06	133.42	132.57	141.93
6 piede	142.78		151.29	
5 testa	338.2	349.12	355.1	366.02
5 piede	360.04		376.94	
4 testa	561.36	572.28	584.27	595.19
4 piede	583.2		606.11	
3 testa	782.59	795.07	816.85	829.33
3 piede	807.55		841.81	
2 testa	1012.52	1025	1058.94	1071.42
2 piede	1037.48		1083.9	
1 testa	1240.72	1255.15	1304.11	1318.54
1 piede	1269.58		1332.97	

Tab. 53. Sforzo normale agente sul pilastro per soli carichi verticali – fili fissi con fondazione



Fig.52. Sforzo normale agente sul pilastro per combinazione sismica $q_{\min-F}$ – fili fissi con fondazione

Pilastro	sisma $q_{\min-F}$ Pro_Sap fili fissi		sisma $q_{\min-F}$ Pro_Sap fili fissi con fondazione	
6 testa	86.85	94.05	89.00	96.2
6 piede	101.25		103.4	
5 testa	206.26	214.66	210.18	218.58
5 piede	223.06		226.98	
4 testa	317.59	325.99	322.37	330.77
4 piede	334.39		339.17	
3 testa	414.57	424.17	421.57	431.17
3 piede	433.77		440.77	
2 testa	511.54	521.14	520.55	530.15
2 piede	530.74		539.75	
1 testa	610.16	621.26	620.74	631.84
1 piede	632.36		642.94	

Tab. 54. Sforzo normale agente sul pilastro per combinazione sismica $q_{\min-F}$ – fili fissi con fondazione

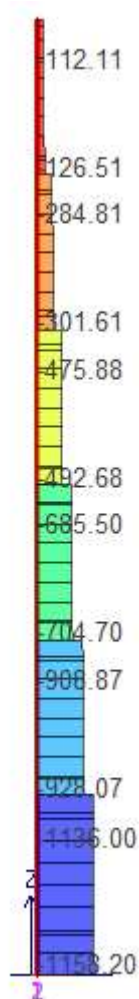


Fig.53. Sforzo normale agente sul pilastro per combinazione sismica $q_{\min+F}$ – fili fissi con fondazione

Pilastro	sisma $q_{\min+F}$ Pro_Sap fili fissi		sisma $q_{\min+F}$ Pro_Sap fili fissi con fondazione	
6 testa	103.45	110.65	112.11	119.31
6 piede	117.85		126.51	
5 testa	267.97	276.37	284.81	293.21
5 piede	284.77		301.61	
4 testa	453.29	461.69	475.88	484.28
4 piede	470.09		492.68	
3 testa	651.85	661.45	685.5	695.1
3 piede	671.05		704.7	
2 testa	863	872.6	908.87	918.47
2 piede	882.2		928.07	
1 testa	1071.12	1082.22	1136	1147.1
1 piede	1093.32		1158.2	

Tab. 55. Sforzo normale agente sul pilastro per combinazione sismica $q_{\min+F}$ – fili fissi con fondazione

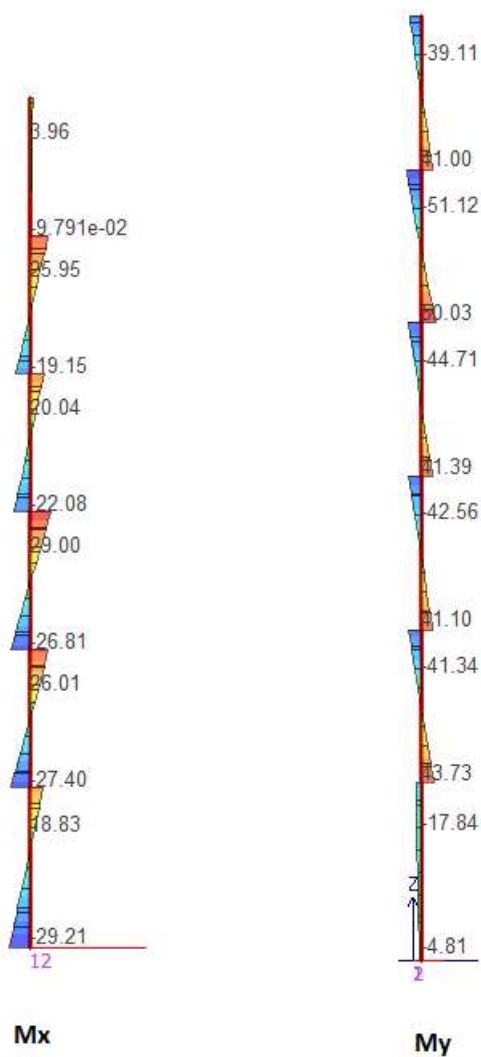


Fig.54. Momento flettente agente sul pilastro per soli carichi verticali – fili fissi con fondazione

Pilastro	carichi verticali Pro_Sap fili fissi		carichi verticali Pro_Sap fili fissi con fondazione	
	M_x	M_y	M_x	M_y
6 testa	1.93	-40.22	3.96	-39.11
6 piede	-0.07	43.56	-0.09	41
5 testa	11.13	-55.41	25.95	-51.12
5 piede	-8.13	54.02	-19.15	50.03
4 testa	8.42	-49.15	20.04	-44.71
4 piede	-8.89	46.22	-22.08	41.39
3 testa	11.19	-48.4	29	-42.56
3 piede	-10.27	46.95	-26.81	41.1
2 testa	8.49	-46.66	26.01	-41.34
2 piede	-8.64	48.05	-27.4	43.73
1 testa	4.32	-28.79	18.83	-17.84
1 piede	-5.89	14.69	-29.21	-4.81

Tab. 56. Momento flettente agente sul pilastro per soli carichi verticali – fili fissi con fondazione

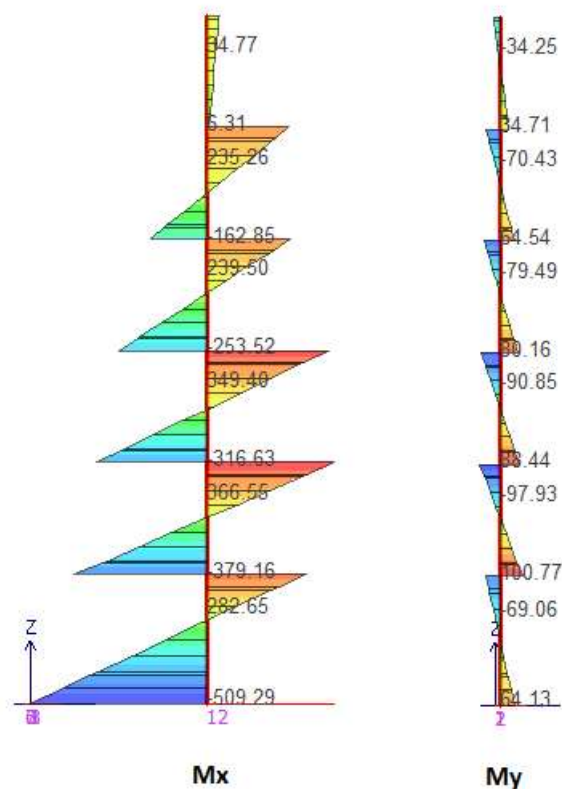


Fig.55. Momento flettente combinazione sismica più gravosa agente sulla pilastrata – fili fissi con fondazione

Pilastro	combinazione sismica Pro_Sap fili fissi		combinazione sismica Pro_Sap fili fissi con fondazione	
	M _x	M _y	M _x	M _y
6 testa	41.34	-36.65	34.77	-34.25
6 piede	6.33	39.52	6.31	34.71
5 testa	285.22	-78.03	235.26	-70.43
5 piede	-195.84	71.62	-162.85	64.54
4 testa	292.39	-87.78	239.5	-79.49
4 piede	-308.45	89.11	-253.52	80.16
3 testa	430.29	-101.12	349.40	-90.85
3 piede	-391.47	98.68	-316.63	88.44
2 testa	443.12	-107.05	366.55	-97.93
2 piede	-470.26	109.56	-379.16	100.77
1 testa	-326.12	-78.31	282.65	-69.06
1 piede	-601.09	80.85	-509.29	64.13

Tab. 57. Momento flettente combinazione sismica più gravosa agente sulla pilastrata – fili fissi con fondazione

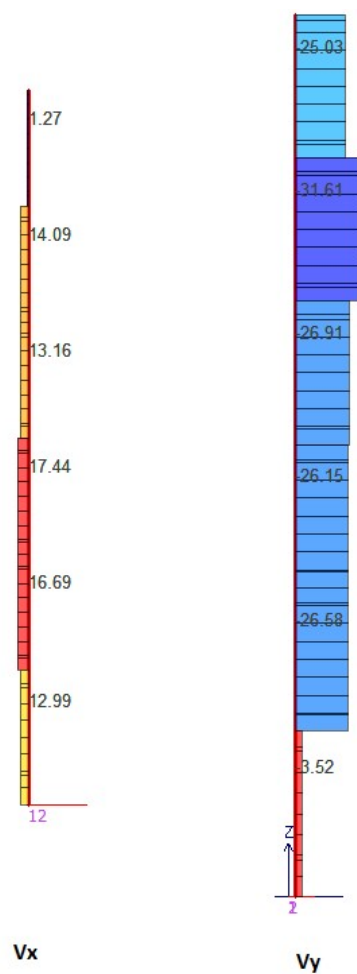


Fig.56. Taglio agente sul pilastro per soli carichi verticali – fili fissi con fondazione

Pilastro	carichi verticali Pro_Sap fili fissi		carichi verticali Pro_Sap fili fissi con fondazione	
	V_x	V_y	V_x	V_y
6 testa	0.58	-26.18	1.27	-25.03
6 piede	0.58	-26.18	1.27	-25.03
5 testa	6.02	-34.2	14.09	-31.61
5 piede	6.02	-34.2	14.09	-31.61
4 testa	5.41	-29.8	13.16	-26.91
4 piede	5.41	-29.8	13.16	-26.91
3 testa	6.71	-29.79	17.44	-26.15
3 piede	6.71	-29.79	17.44	-26.15
2 testa	5.35	-29.6	16.69	-26.58
2 piede	5.35	-29.6	16.69	-26.58
1 testa	2.76	-11.75	12.99	-3.52
1 piede	2.76	-11.75	12.99	-3.52

Tab. 58. Momento flettente combinazione sismica più gravosa agente sulla pilastrata – fili fissi con fondazione

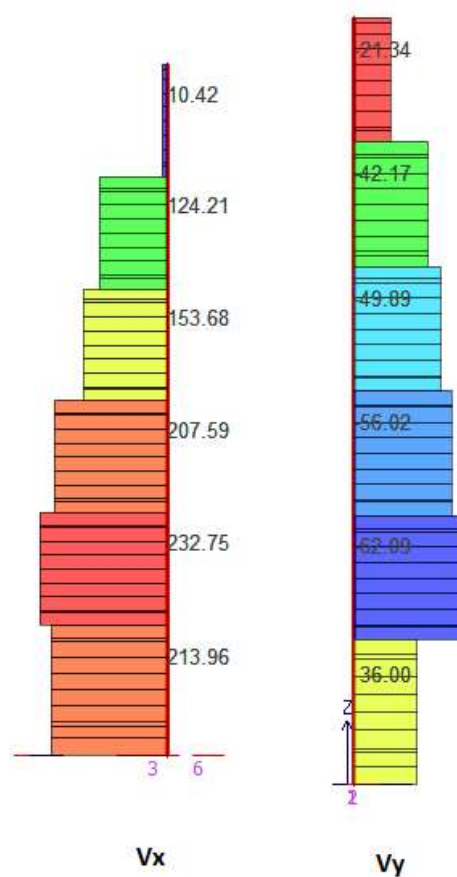


Fig.57. Taglio combinazione sismica più gravosa agente sulla pilastrata – fili fissi con fondazione

Pilastro	combinazione sismica Pro_Sap fili fissi		combinazione sismica Pro_Sap fili fissi con fondazione	
	V_x	V_y	V_x	V_y
6 testa	14.94	-23.62	10.42	-21.34
6 piede	14.94	-23.62	10.42	-21.34
5 testa	150.16	-46.76	124.21	-42.17
5 piede	150.16	-46.76	124.21	-42.17
4 testa	187.42	-55.28	153.68	-49.89
4 piede	187.42	-55.28	153.68	-49.89
3 testa	256.37	-62.43	207.59	-56.02
3 piede	256.37	-62.43	207.59	-56.02
2 testa	285.21	-67.69	232.75	-62.09
2 piede	285.21	-67.69	232.75	-62.09
1 testa	250.54	-43.02	213.96	-36.00
1 piede	250.54	-43.02	213.96	-36.00

Tab. 59. Taglio combinazione sismica più gravosa agente sulla pilastrata – fili fissi con fondazione

Conclusioni

Dalle analisi effettuate con il software Pro_Sap è stato possibile constatare che i risultati ottenuti con Tel2008 risultano essere soddisfacenti perché prossimi a quelli ottenuti con Pro_Sap.

Le differenze minime presenti, come già detto, nascono da un confronto fra la sensibilità strutturale del progettista ed il software. Si è notato che cercare di disporre i carichi in modo molto accurato (esempio travi nelle quali si pensa che possa gravare non metà sbalzo ma un “pò” meno della metà o tramezzi nei quali vengono considerate più o meno le aperture) possono portare a variazioni sensibili dei pesi agenti nell’edificio, se paragonati poi con quelli calcolati da un software. Tali differenze però risultano così basse che nella sostanza ai fini della progettazione non alterano il comportamento globale della struttura, né le caratteristiche della sollecitazione e di conseguenza le armature disposte. Ciò ha permesso, per l’edificio in questione, di poter affermare che è stato progettato correttamente.

Infine, è bene ricordare che un ruolo fondamentale nell’utilizzo di un software agli elementi finiti è rivestito dalla conoscenza di ciò che questo fa automaticamente. Conoscere le diverse tipologie di analisi modale che il software consente di fare, l’accuratezza ed i limiti di questo consentono di poterlo controllare a pieno ed evitare eventuali errori.