



# COMUNE DI GALLICANO NEL LAZIO

CITTA' METROPOLITANA DI ROMA CAPITALE

LAVORI DI MIGLIORAMENTO SISMICO DELLA SCUOLA DELL'INFANZIA  
"SUOR GIOVANNA ROMANO" NEL COMUNE DI GALLICANO NEL LAZIO

## PROGETTO ESECUTIVO

**RELAZIONE TECNICO-STRUTTURALE  
PENSILINA IN ACCIAIO**

Raggruppamento Temporaneo di Professionisti (R.T.P.)

Capogruppo: Dott.Ing. Alessandro VERRECCHIA  
Membro: Dott.Ing. Francesco VILO  
Membro: Geom. Emiliano CAMPOLI

Scala:

Allegati n. **89**

Progr. n. **PR-10**

Tav. n.

Data: **11/2017**

Agg.:

Agg.:

IL TECNICO INCARICATO

Dott.Ing. Alessandro VERRECCHIA



IL TECNICO INCARICATO

Dott.Ing. Francesco VILO



IL TECNICO INCARICATO

Geom. Emiliano CAMPOLI



# ***RELAZIONE DI CALCOLO***

***Comune:*** Gallicano

***Titolo del progetto:***

***Committente:***

***Opera:*** Pensilina in AC

***Data:***  
NOVEMBRE 2017

***Progettista:***  
Alessandro VERRECCHIA

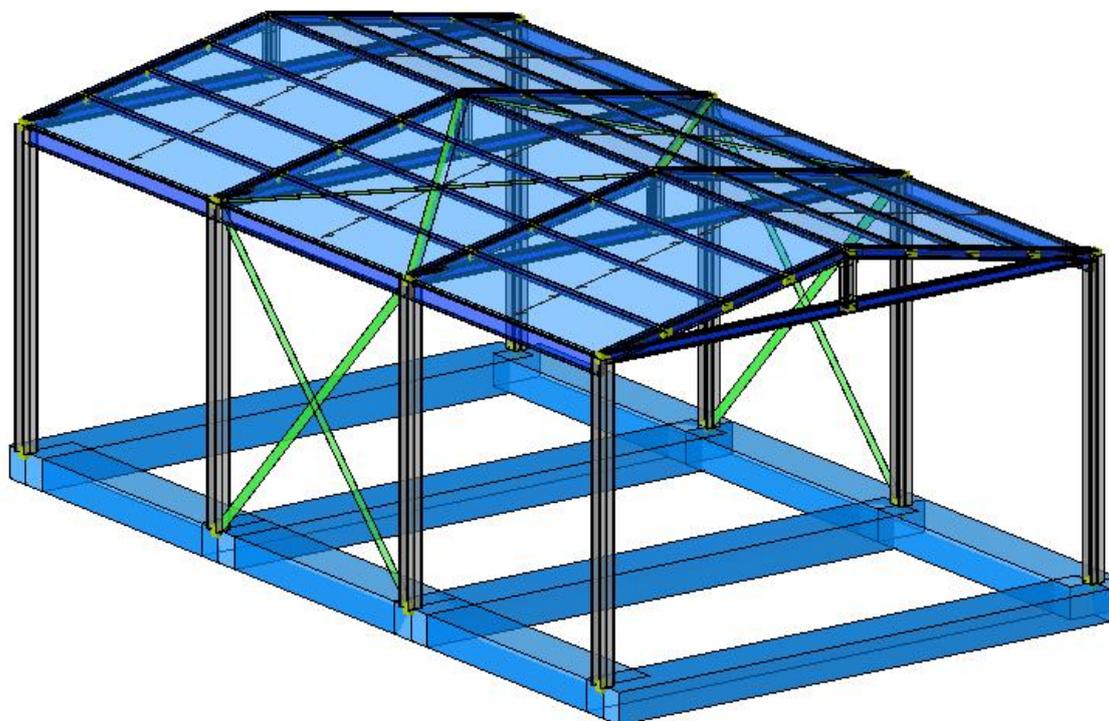
## INDICE:

- DESCRIZIONE GENERALE DELL'OPERA
- NORMATIVA DI RIFERIMENTO
- VITA NOMINALE, CLASSI D'USO E PERIODO DI RIFERIMENTO
- MATERIALI IMPIEGATI E RESISTENZE DI CALCOLO
- TERRENO DI FONDAZIONE
- ANALISI DEI CARICHI
- VALUTAZIONE DELL'AZIONE SISMICA
- ELEMENTI DI FONDAZIONE.
- METODO DI ANALISI E CRITERI DI VERIFICA.
- AZIONI SULLA STRUTTURA
- CODICE DI CALCOLO IMPIEGATO
- VERIFICA DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI
- VALIDAZIONE DEL CALCOLO-INFORMAZIONI  
SULL'ELABORAZIONE
- TABULATI DI CALCOLO

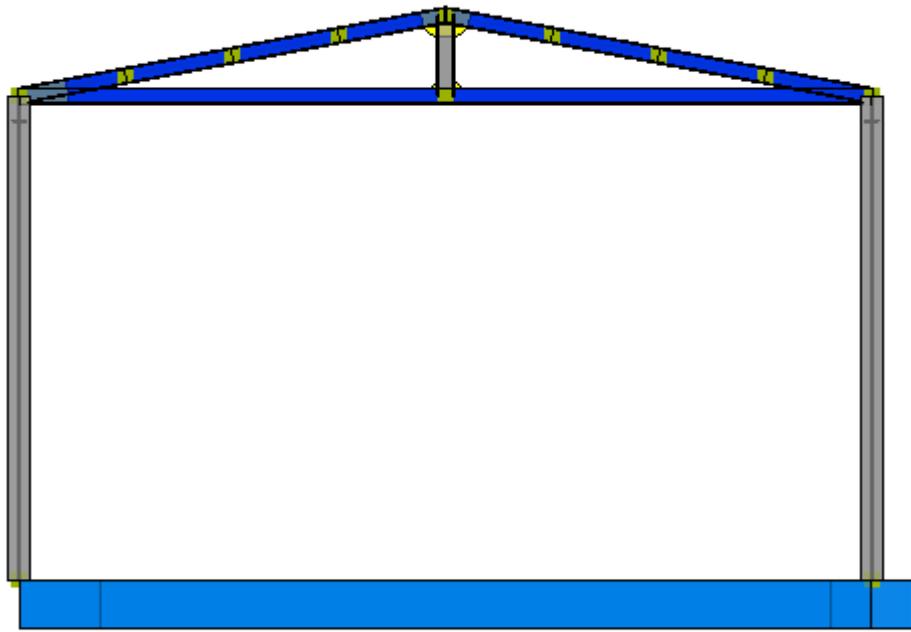
## DESCRIZIONE GENERALE DELL'OPERA

La struttura in acciaio è stata progettata al servizio della scuola, i pilastri avranno sezione HEA 140 poggianti su travi di fondazione sezione 30x50. Il terreno di base è stato considerato di Tipo C, come riportato nella relazione geologica allegata al progetto principale. la struttura in elevazione è completata da capriate semplici composte dalla unione di profilati a C, distanziati di 10 mm per la disposizione dei piattini di collegamento tra i vari elementi. Gli ancorecci sono stati previsti in profilati quadrati per il sostegno di pannelli tipo Lexan.

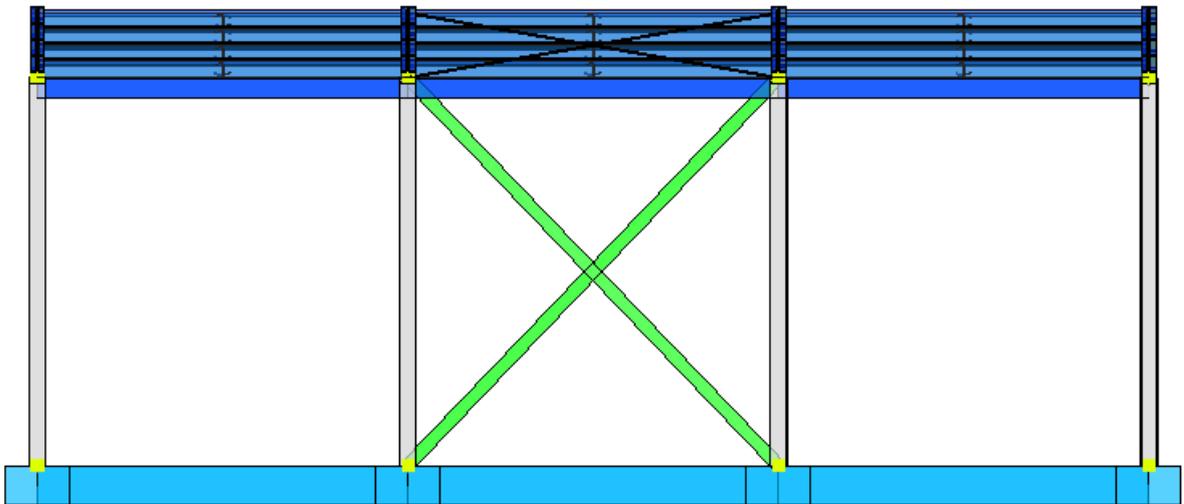
Vengono riportate di seguito due viste assometriche contrapposte, allo scopo di consentire una migliore comprensione della struttura oggetto della presente relazione:



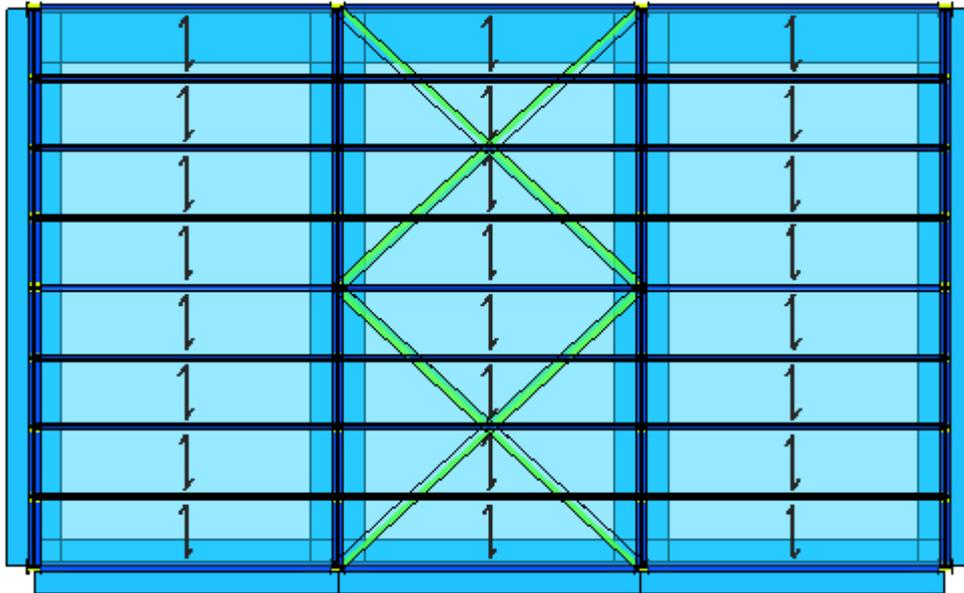
Vista Generale



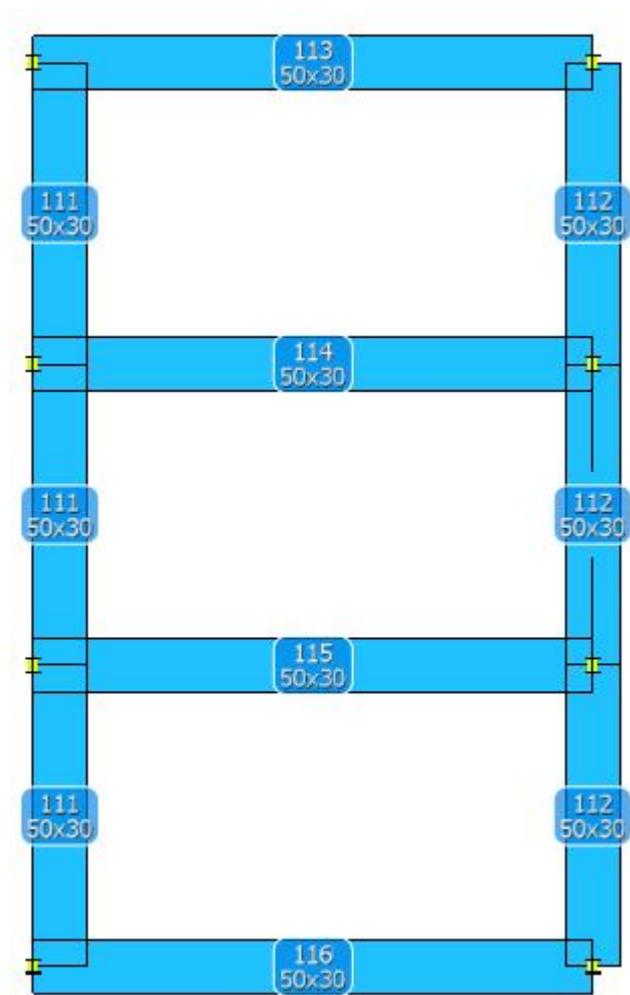
Vista frontale



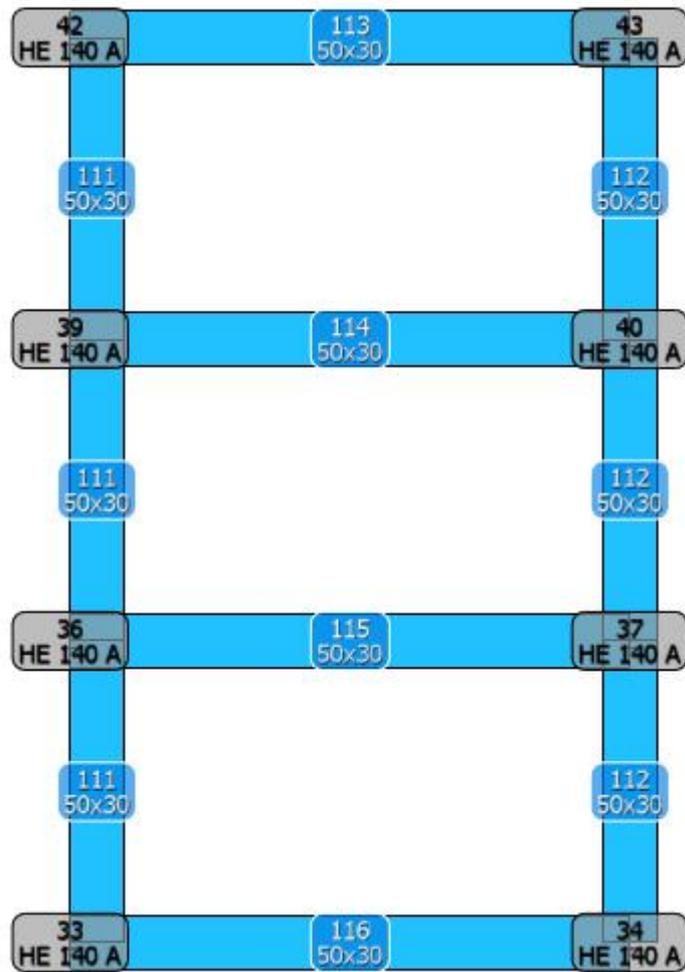
Vista laterale



Vista dall'alto

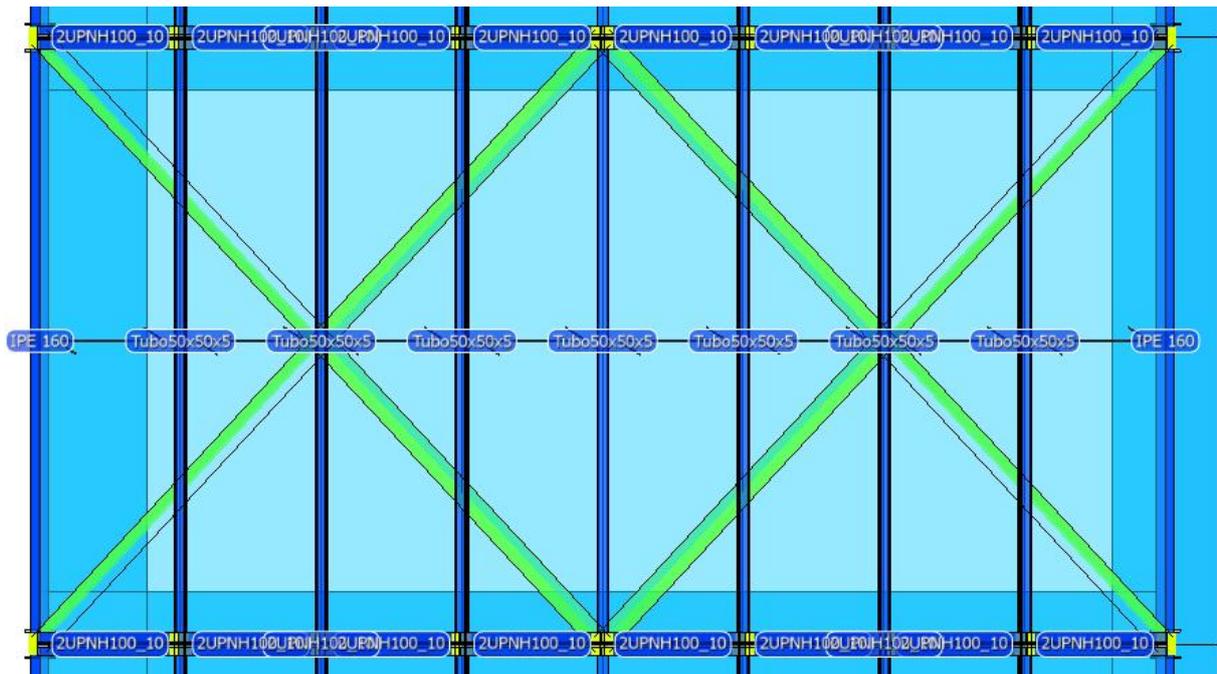


Vista e numerazione fondazione

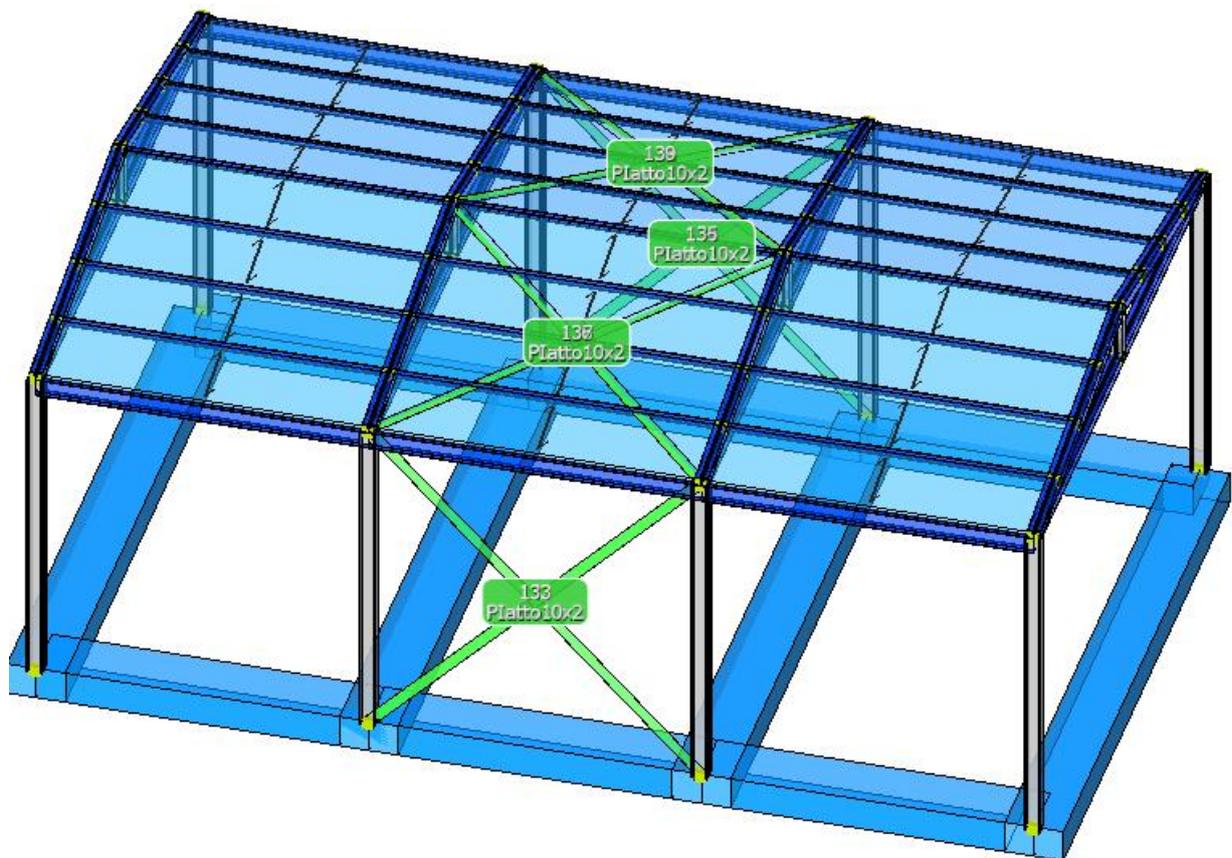


Vista e numerazione pilastrate



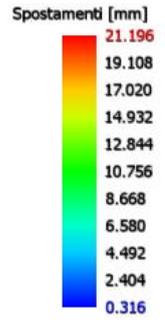
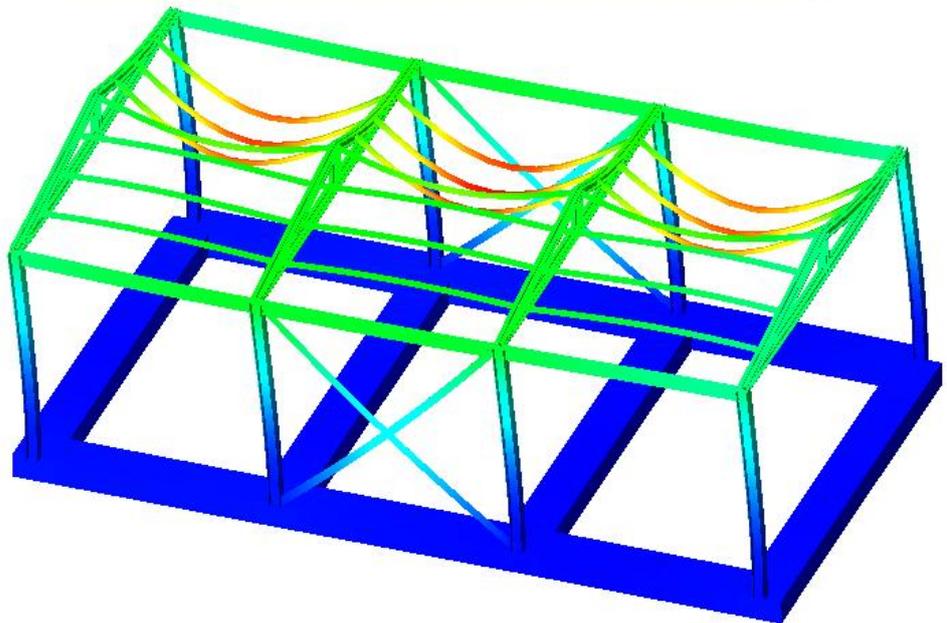


Vista e tipologia elementi ancorecci



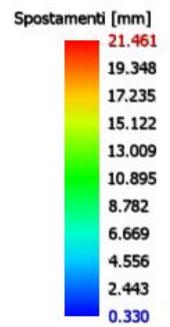
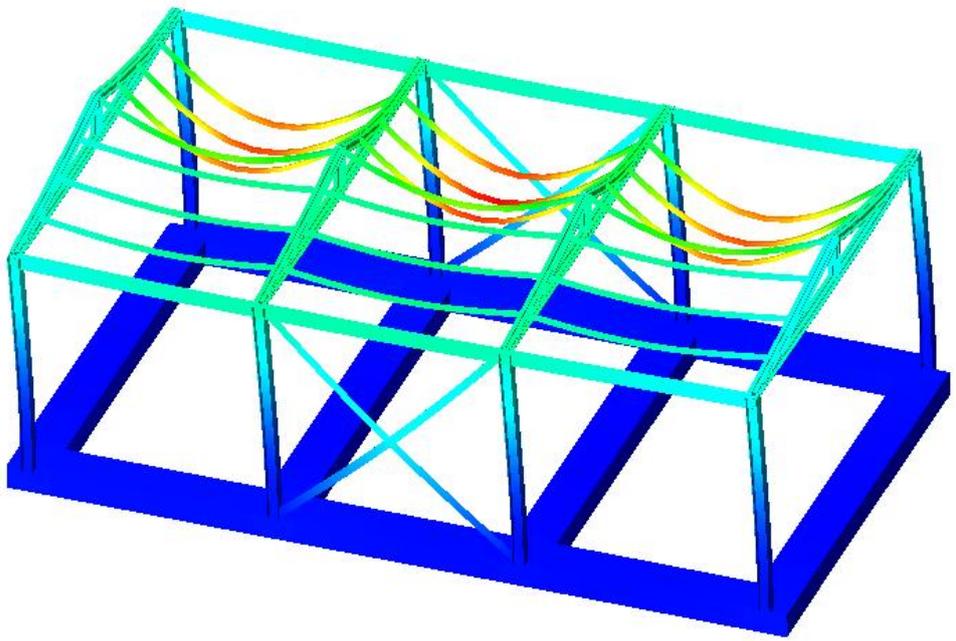
Vista e tipologia elementi contrventi

Tipo diagramma: Deformata  
Combinazione corrente : Scenario Set\_NT\_SLV\_SLD\_A2\_STR/GEO - C 6-I  
Posizione masse N° 1



Deformata con carico dominante rappresentato dal vento

Tipo diagramma: Deformata  
Combinazione corrente : Scenario Set\_NT\_SLV\_SLD\_A2\_STR/GEO - C 5-I  
Posizione masse N° 1



Deformata con carico dominante rappresentato dalla neve

## NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Nel seguente elenco sono riportate le norme di riferimento secondo le quali sono state condotte le fasi di calcolo e verifica degli elementi strutturali:

Legge 5 novembre 1971 n. 1086 (G. U. 21 dicembre 1971 n. 321)

"Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica"

Legge 2 febbraio 1974 n. 64 (G. U. 21 marzo 1974 n. 76)

"Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche"

D.M. 14.01.2008 (nuove norme tecniche per le costruzioni)

Nel seguito denominate NT (norme tecniche)

Il calcolo delle sollecitazioni e la loro combinazione è stato eseguito seguendo le indicazioni delle NT secondo l'APPROCCIO 2

## VITA NOMINALE, CLASSI D'USO E PERIODO DI RIFERIMENTO

La costruzione in oggetto è definita dalla seguente tipologia (p.to 2.4 delle NT):

Vita della struttura	
Tipo	Opere ordinarie (50-100) 50 - 100 anni
Vita nominale(anni)	50.0
Classe d'uso	Classe III
Coefficiente d'uso	1.500
Periodo di riferimento(anni)	75.000
Stato limite di esercizio - SLD	PVR=63.0%
Stato limite ultimo - SLV	PVR=10.0%
Periodo di ritorno SLD(anni)	TR=75.4
Periodo di ritorno SLV(anni)	TR=711.8

Per maggiori dettagli riguardo l'azione sismica si veda la definizione degli spettri di risposta

## MATERIALI IMPIEGATI E RESISTENZE DI CALCOLO

Per la realizzazione dell'opera in oggetto saranno impiegati i seguenti materiali, di cui si riportano nell'ordine le proprietà meccaniche adottate nel calcolo elastico e le resistenze di calcolo per le verifiche di sicurezza:

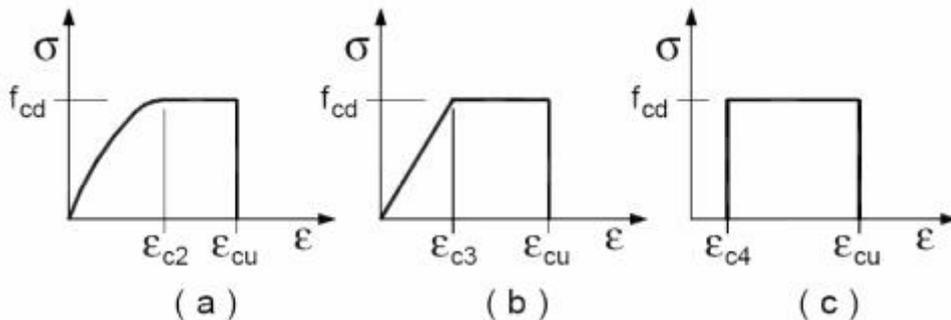
### Materiali

<b>Materiale: C25/30</b>		
Peso specifico	kg/mc	2500
Modulo di Young E	kg/cmq	3E05
Modulo di Poisson $\nu$		0.13
Coefficiente di dilatazione termica $\lambda$	1/°C	1e-005

<b>Materiale: Acciaio</b>		
Peso specifico	kg/mc	7850
Modulo di Young E	kg/cmq	2E06
Modulo di Poisson $\nu$		0.30
Coefficiente di dilatazione termica $\lambda$	1/°C	1.2e-005

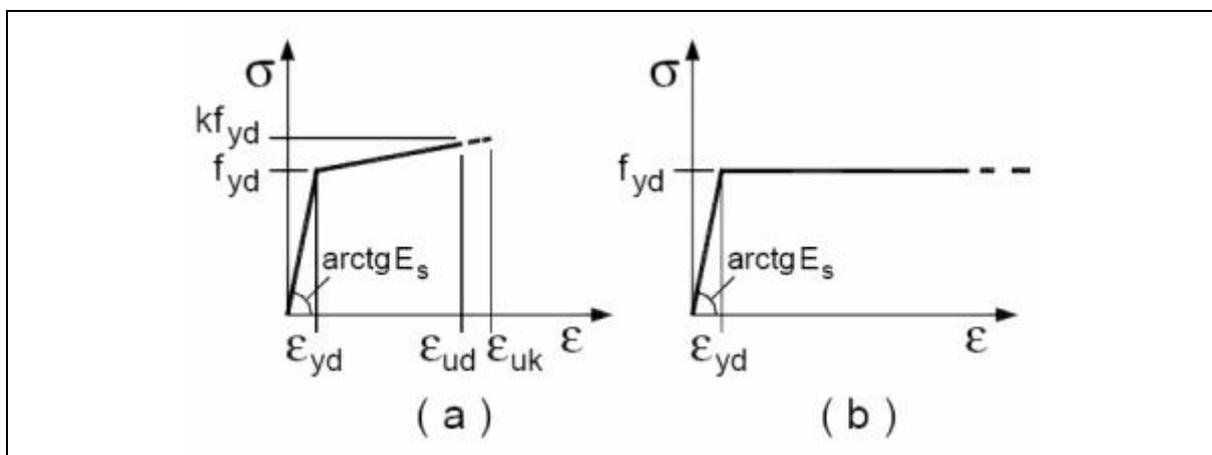
Parti in calcestruzzo armato		
Classe calcestruzzo		Cl <sub>s</sub> C25/30
Resistenza cubica $R_{ck}$	kg/cmq	300
Resistenza di calcolo $f_{cd}$	kg/cmq	141
Resistenza a trazione di calcolo $f_{ctd}$	kg/cmq	12
Resistenza cilindrica $f_{ck}$	kg/cmq	249
Resistenza a trazione media $f_{ctm}$	kg/cmq	26
Classe acciaio		
Resistenza allo snervamento $f_{yk}$	kg/cmq	$\geq 4500$
Resistenza alla rottura $f_{tk}$	kg/cmq	$\geq 5400$
Parti in acciaio		
Classe acciaio		S275
$f_{yd}$ ( $t < 40\text{mm}$ )	kg/cmq	2750
$f_{yd}$ ( $t > 40\text{mm}$ )	kg/cmq	2550
$f_t$ ( $t < 40\text{mm}$ )	kg/cmq	4300
$f_t$ ( $t > 40\text{mm}$ )	kg/cmq	4100

I diagrammi costitutivi del calcestruzzo e dell'acciaio per calcestruzzo sono stati adottati in conformità alle indicazioni riportate al punto 4.1.2.1.2.2 del D.M. 14 gennaio 2008; in particolare per le verifiche delle sezioni in calcestruzzo armato è stato adottato il modello di calcestruzzo riportato in a) della figura seguente



Diagrammi di calcolo tensione/deformazione del calcestruzzo.

ed il modello di acciaio riportato in a) o b) della figura seguente



Diagrammi di calcolo tensione/deformazione dell'acciaio per calcestruzzo.

La resistenza di calcolo è data da  $f_{yk} / \gamma_f$ . Il coefficiente di sicurezza è  $\gamma_f$ .

Tutti i materiali impiegati dovranno essere comunque verificati con opportune prove di laboratorio secondo le prescrizioni della vigente Normativa. Riguardo ai coefficienti di sicurezza parziali, alle deformazioni del calcestruzzo e dell'acciaio per modello incrudente si faccia riferimento ai criteri di verifica nella sezione "Verifica Elementi Strutturali"

## TERRENO DI FONDAZIONE

Le fondazioni del fabbricato in oggetto sono costituite da un insieme di:

di travi rovesce in conglomerato cementizio armato

La struttura di fondazione è posta ad una profondità media di m. 0.30 dal piano campagna e di dimensioni planimetriche massime pari a m.10 x 6

I valori delle tensioni sul piano di posa e le sollecitazioni negli elementi di fondazione, sono riportati nell'allegato 'Calcoli Strutturali'. Dalla Relazione Geologica redatta dal geologo Geotek S.r.l. risulta che nell'area in oggetto, si ha un terreno di tipo C con la seguente stratigrafia:

Strato n°		1	2
Spessore	cm	300	1200
Peso spec.	kg/mc	1900	2000
Peso spec. Sat.	kg/mc	2000	2000
Angolo attrito	°	15	30
Addensato		No	No
OCR		--	--
coesione	kg/cm <sup>2</sup>	0.06	0.10
cu	kg/cm <sup>2</sup>	0.00	0.00
Modulo edometrico	kg/cm <sup>2</sup>	2E02	2E02
Coeff. Poisson		0.3	0.3
Descrizione		Strato 1	Strato 2

Strato n°		1	2	3
Spessore	cm	300	860	340
Peso spec.	kg/mc	1800	1600	1800
Peso spec. Sat.	kg/mc	1900	1700	1900
Angolo attrito	°	25	28	35
Addensato		No	No	Si

OCR		--	--	--
coesione	kg/cmq	0.00	0.10	0.20
cu	kg/cmq	0.00	0.00	0.00
Modulo edometrico	kg/cmq	6E01	1E02	2E02
Coeff. Poisson		0.3	0.3	0.3
Descrizione		Riporto	Piroclastiti	Tufo

La presenza di più stratigrafie deriva dalla necessità di assegnare diverse proprietà meccaniche del terreno di fondazione a elementi diversi della fondazione

Per la determinazione del carico limite del complesso terreno-fondazione, pertanto, si sono assunti i parametri fisico-meccanici precedentemente indicati. Per maggiori dettagli riguardo i parametri che caratterizzano il terreno si rimanda alla relazione geologica e a quella geotecnica.

## ANALISI DEI CARICHI

La valutazione dei carichi e dei sovraccarichi è stata effettuata in accordo con le disposizioni contenute nel D.M. 14.01.2008 (nuove norme tecniche per le costruzioni)

I carichi adottati sono i seguenti:

I carichi relativi ai pesi propri vengono valutati in automatico in funzione della geometria degli elementi ed al loro peso specifico i tamponamenti vengono valutati per metro lineare di trave su cui insistono maggiori dettagli ad essi relativi sono riportati nel tabulato di calcolo alla sezione dei carichi relativi alle aste, nodi ed shell.

## VALUTAZIONE DELL'AZIONE SISMICA

L'azione sismica è stata valutata in conformità alle indicazioni riportate al capitolo 3.2 del D.M. 14 gennaio 2008 "Norme tecniche per le Costruzioni"

La valutazione degli spettri di risposta per un dato Stato Limite avviene attraverso le seguenti fasi:

- definizione della Vita Nominale e della Classe d'Uso della struttura, in base ai quali si determina il Periodo di Riferimento dell'azione sismica.
- Determinazione attraverso latitudine e longitudine dei parametri sismici di base  $a_g$ ,  $F_0$  e  $T_c^*$  per lo Stato Limite di interesse; l'individuazione è stata effettuata interpolando tra i 4 punti più vicini al punto di riferimento dell'edificio secondo quanto disposto dall'allegato alle NTC "Pericolosità Sismica", dove:

$a_g$  accelerazione orizzontale massima al sito;

$F_0$  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

- Determinazione dei coefficienti di amplificazione stratigrafica e topografica.
- Calcolo del periodo  $T_c$  corrispondente all'inizio del tratto a velocità costante dello Spettro.

I dati così calcolati sono stati utilizzati per determinare gli Spettri di Progetto nelle verifiche agli Stati Limite considerati, per ogni direzione dell'azione sismica.

Oltre alla determinazione dei parametri sismici del sito si è considerata la tipologia di terreno, la posizione topografica e la tipologia strutturale (classe di duttilità, regolarità, ecc..) che ha condotto alla determinazione dei seguenti spettri di risposta:

## Spettri di risposta

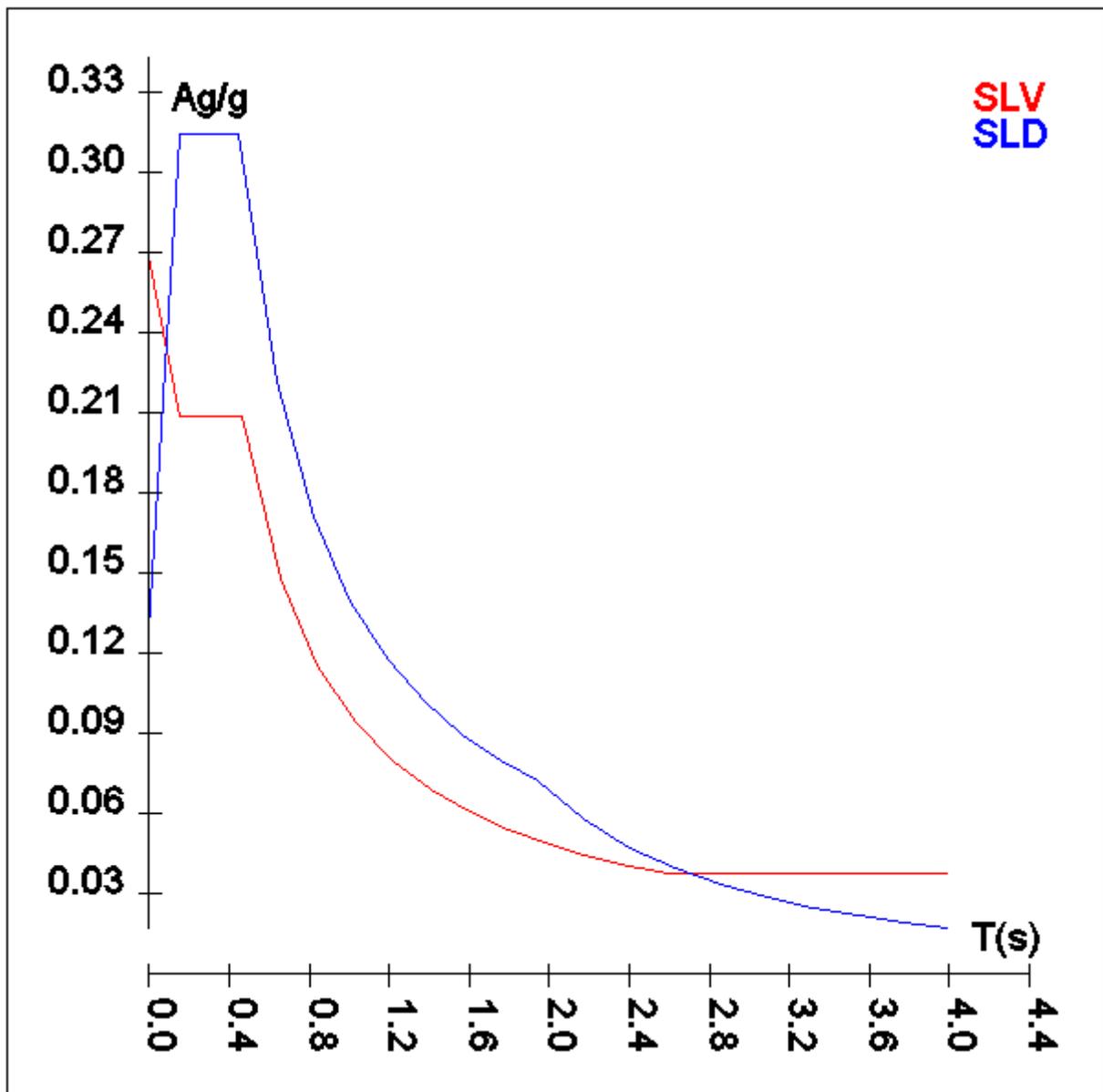
### **Spettro :SpettroNT**

Il calcolo degli spettri e del fattore di struttura sono stati calcolati per la seguente tipologia di terreno e struttura

<b>Vita della struttura</b>	
Tipo	Opere ordinarie (50-100) 50 - 100 anni
Vita nominale(anni)	50.0
Classe d'uso	Classe III
Coefficiente d'uso	1.500
Periodo di riferimento(anni)	75.000
Stato limite di esercizio - SLD	PVR=63.0%
Stato limite ultimo - SLV	PVR=10.0%
Periodo di ritorno SLD(anni)	TR=75.4
Periodo di ritorno SLV(anni)	TR=711.8
<b>Parametri del sito</b>	
Comune	Galliciano nel Lazio - (RM)
Longitudine	12.819
Latitudine	41.875
Id reticolo del sito	28518-28517-28739-28740
Valori di riferimento del sito	
Ag/g(TR=75.4) SLD	0.0853
F0(TR=75.4) SLD	2.4556
T <sup>*</sup> C(TR=75.4) SLD	0.280
Ag/g(TR=711.8) SLV	0.1896
F0(TR=711.8) SLV	2.4886
T <sup>*</sup> C(TR=711.8) SLV	0.296
Coefficiente Amplificazione Topografica	St=1.000
<b>Categoria terreno C</b>	
stato limite SLV	
	S=1.42
	TB=0.15
	TC=0.46
	TD=2.36
stato limite SLD	
	S=1.50
	TB=0.15
	TC=0.45
	TD=1.94
<b>Fattore di struttura (SLV)</b>	
Classe duttilità	B
Tipo struttura	Acciaio
Struttura non regolare in altezza	Kr=0.800000
	Kw=1.000
Regolare in pianta	SI
Tipologia : Strutture a telaio	Ce=4.000
Fattore di struttura q=Kw*Kr*Ce	3.200

	<b>TSLV [s]</b>	<b>SLV[a/g]</b>	<b>TSLD [s]</b>	<b>SLD[a/g]</b>
	0.00000	0.26866	0.00000	0.12799
	0.15498	0.20894	0.14916	0.31428
	0.46493	0.20894	0.44749	0.31428
	0.65429	0.14847	0.63422	0.22175
	0.84364	0.11515	0.82094	0.17131
	1.03299	0.09404	1.00767	0.13957

1.22235	0.07947	1.19439	0.11775
1.41170	0.06881	1.38112	0.10183
1.60106	0.06067	1.56784	0.08970
1.79041	0.05426	1.75457	0.08016
1.97977	0.04907	1.94130	0.07245
2.16912	0.04478	2.17004	0.05798
2.35847	0.04119	2.39879	0.04745
2.59298	0.03792	2.62753	0.03955
2.82748	0.03792	2.85628	0.03347
3.06199	0.03792	3.08502	0.02869
3.29649	0.03792	3.31377	0.02486
3.53099	0.03792	3.54251	0.02176
3.76550	0.03792	3.77126	0.01920
4.00000	0.03792	4.00000	0.01706



ELEMENTI DI FONDAZIONE.

Il calcolo della struttura di fondazione è condotto considerando le azioni che la struttura sovrastante le trasmette amplificate per un  $\gamma_{Rd}$  pari a 1,1 in CD "B" e 1,3 in CD "A", e comunque non maggiori di quelle derivanti da una analisi elastica della struttura in elevazione eseguita con un fattore di struttura q pari a 1 e non maggiori delle resistenze degli elementi sovrastanti la fondazione.

## METODO DI ANALISI E CRITERI DI VERIFICA.

Il calcolo delle azioni sismiche è stato eseguito in analisi dinamica modale, considerando il comportamento della struttura in regime elastico lineare. Le masse sono applicate nei nodi del modello queste vengono generate attraverso i carichi agenti sulle membrature che collegano i nodi come la massa relativa alla azione di incastro perfetto del carico considerato. La risposta massima di una generica caratteristica E, conseguente alla sovrapposizione dei modi, è valutata con la tecnica della combinazione probabilistica definita CQC (Complete Quadratic Combination - Combinazione Quadratica Completa):

$$E = \sqrt{\sum_{i,j=1,n} \rho_{ij} \cdot E_i \cdot E_j}$$

con:

$$\rho_{ij} = \frac{8\xi^2 \cdot (1 + \beta_{ij}) \cdot \beta_{ij}^{\frac{3}{2}}}{(1 - \beta_{ij}^2)^2 + 4\xi^2 \cdot \beta_{ij} \cdot (1 + \beta_{ij}^2)} \quad \beta_{ij} = \frac{\omega_i}{\omega_j}$$

dove:

- n è il numero di modi di vibrazione considerati
- $\xi$  è il coefficiente di smorzamento viscoso equivalente espresso in percentuale;
- $\beta_{ij}$  è il rapporto tra le frequenze di ciascuna coppia i-j di modi di vibrazione.

Le sollecitazioni derivanti da tali azioni sono state calcolate per varie posizioni dei baricentri delle masse e composte secondo combinazioni di posizioni prestabilite, come riportato in seguito, il risultato di tali combinazioni sono state composte poi con quelle derivanti da carichi non sismici secondo le varie combinazioni di carico probabilistiche. Per tener conto della eccentricità accidentale delle masse si sono considerate varie posizioni delle masse ad ogni impalcato modificando la posizione del baricentro di una distanza, rispetto alla posizione originaria, come percentuale della dimensione della struttura nella direzione considerata. Le azioni risultanti dai calcoli per le varie posizioni delle masse, in fase di verifica vengono combinati al fine di ottenere le azioni piu' sfavorevoli; di seguito vengono riportate sia le posizioni che le combinazioni delle masse, le due tabelle vanno lette nel seguente modo:

la prima indica la percentuale delle dimensione della struttura secondo cui viene spostato il baricentro ad ogni impalcato la percentuale è assegnata nelle due direzioni ortogonali secondo cui agisce il sisma, per ognuna di tali posizioni è eseguito un calcolo modale della struttura; la seconda tabella è usata in fase di verifica per la valutazione dell'azione sismica nel seguente modo l'effetto del sisma in una direzione è combinato con quello ortogonale di un'altra posizione con i fattori specificati nelle due colonne:

### Percentuali Spostamento masse impalcati

Posizione	% Spostamento direzione X	% Spostamento direzione Y
1	0	-5
2	5	0
3	0	5
4	-5	0

### Combinazioni del Sisma in X e Y e Verticale

Comb	Pos. SismaX	Pos. SismaY	Fx	Fy	Fz
1	1	2	1	0.3	0
2	1	2	0.3	1	0
3	1	4	1	0.3	0
4	1	4	0.3	1	0
5	3	2	1	0.3	0
6	3	2	0.3	1	0
7	3	4	1	0.3	0
8	3	4	0.3	1	0

Comb. = Numero di combinazione dei sismi

Pos. SismaX = Posizione in cui viene scelto il sisma in direzione X

Pos. SismaY = Posizione in cui viene scelto il sisma in direzione Y

Fx = Fattore con cui il sisma X partecipa

Fy = Fattore con cui il sisma Y partecipa

Fz = Fattore con cui il sisma Verticale partecipa (quando richiesto)

Ogni combinazione genera al massimo 8 sotto-combinazioni in base a tutte le combinazioni possibili dei segni di Fx ed Fy ed Fz

Si è considerato un numero di modi di vibrazione sufficiente ad eccitare almeno l'85% della massa sismica in ogni posizione delle masse, di seguito si riportano i risultati salienti dell'analisi modale sia per il calcolo allo Stato Limite Ultimo che per quello di Esercizio:

## Periodi di vibrazione e Masse modali

Scenario di calcolo : Set\_NT\_SLV\_SLD\_A2\_STR/GEO

Posizione masse 1

Numero di Frequenze calcolate =15, filtrate=9

N	T(s)	Coeff. Partecipazione		Masse Modali		Percentuali	
		Dir=0°	Dir=90°	kgm*g		Dir=0°	Dir=90°
				Dir=0°	Dir=90°		
1(1)	0.3917	16.394	-0.001	2636	0	99.52	0.00
2(2)	0.2214	0.551	0.020	3	0	0.11	0.00
3(3)	0.1716	0.982	0.015	9	0	0.36	0.00
4(4)	0.1046	0.001	-14.845	0	2161	0.00	81.59
5(6)	0.0688	0.001	-4.254	0	177	0.00	6.70
6(7)	0.0610	-0.008	2.035	0	41	0.00	1.53
7(8)	0.0583	0.028	2.152	0	45	0.00	1.71
8(11)	0.0540	-0.008	1.654	0	27	0.00	1.01
9(12)	0.0530	0.011	-2.652	0	69	0.00	2.60
Somma delle Masse Modali [kgm*g]				2648	2520		
Masse strutturali libere [kgm*g]				2649	2649		
Percentuale				99.99	95.16	99.99	95.16

Posizione masse 2

Numero di Frequenze calcolate =15, filtrate=8

N	T(s)	Coeff. Partecipazione		Masse Modali		Percentuali	
		Dir=0°	Dir=90°	kgm*g		Dir=0°	Dir=90°
				Dir=0°	Dir=90°		
1(1)	0.3902	16.412	-0.000	2641	0	99.73	0.00
2(3)	0.1786	0.839	0.000	7	0	0.26	0.00
3(4)	0.1047	0.000	-14.929	0	2186	0.00	82.52
4(5)	0.0726	-0.000	0.943	0	9	0.00	0.33
5(6)	0.0648	0.000	-4.479	0	197	0.00	7.43
6(11)	0.0548	-0.000	-3.273	0	105	0.00	3.97

N	T(s)	Coeff. Partecipazione		Masse Modali		Percentuali	
7(13)	0.0514	0.000	1.025	0	10	0.00	0.39
8(14)	0.0493	-0.000	1.345	0	18	0.00	0.67
Somma delle Masse Modali [kgm*g]				2648	2524		
Masse strutturali libere [kgm*g]				2649	2649		
Percentuale				99.99	95.30	99.99	95.30

### Posizione masse 3

Numero di Frequenze calcolate =15, filtrate=9

N	T(s)	Coeff. Partecipazione		Masse Modali		Percentuali	
		kgm*g					
		Dir=0°	Dir=90°	Dir=0°	Dir=90°	Dir=0°	Dir=90°
1(1)	0.3917	16.394	0.001	2636	0	99.52	0.00
2(2)	0.2214	-0.551	0.020	3	0	0.11	0.00
3(3)	0.1716	0.982	-0.015	9	0	0.36	0.00
4(4)	0.1046	-0.001	-14.845	0	2161	0.00	81.59
5(6)	0.0688	-0.001	-4.254	0	177	0.00	6.70
6(7)	0.0610	-0.008	-2.035	0	41	0.00	1.53
7(8)	0.0583	0.028	-2.152	0	45	0.00	1.71
8(11)	0.0540	-0.008	-1.654	0	27	0.00	1.01
9(12)	0.0530	-0.011	-2.652	0	69	0.00	2.60
Somma delle Masse Modali [kgm*g]				2648	2520		
Masse strutturali libere [kgm*g]				2649	2649		
Percentuale				99.99	95.16	99.99	95.16

### Posizione masse 4

Numero di Frequenze calcolate =15, filtrate=8

N	T(s)	Coeff. Partecipazione		Masse Modali		Percentuali	
		kgm*g					
		Dir=0°	Dir=90°	Dir=0°	Dir=90°	Dir=0°	Dir=90°
1(1)	0.3902	16.412	0.000	2641	0	99.73	0.00
2(3)	0.1786	0.839	-0.000	7	0	0.26	0.00
3(4)	0.1049	-0.000	-14.923	0	2184	0.00	82.46
4(5)	0.0728	-0.000	-0.759	0	6	0.00	0.21
5(6)	0.0644	-0.000	-4.505	0	199	0.00	7.52
6(11)	0.0548	-0.000	-3.413	0	114	0.00	4.31
7(13)	0.0520	0.000	0.677	0	4	0.00	0.17
8(14)	0.0492	-0.000	-1.233	0	15	0.00	0.56
Somma delle Masse Modali [kgm*g]				2648	2522		
Masse strutturali libere [kgm*g]				2649	2649		
Percentuale				99.99	95.23	99.99	95.23

## AZIONI SULLA STRUTTURA

I calcoli e le verifiche sono condotti con il metodo semiprobabilistico degli stati limite secondo le indicazioni del D.M. 14 gennaio 2008. I carichi agenti sui solai, derivanti dall'analisi dei carichi, vengono assegnati alle aste in modo automatico in relazione all'influenza delle diverse aree di carico. I carichi dovuti ai tamponamenti, sia sulle travi di fondazione che su quelle di piano, sono schematizzati come carichi lineari agenti esclusivamente sulle aste. In presenza di platee il tamponamento è inserito considerando delle speciali aste (aste a sezione nulla) che hanno la sola funzione di riportare il carico su di esse agente nei nodi degli elementi della platea ad esse collegati. Su tutti gli elementi strutturali è inoltre possibile applicare direttamente ulteriori azioni concentrate e/o distribuite. Le azioni introdotte direttamente sono combinate con le altre (carichi permanenti, accidentali e sisma) mediante le combinazioni di carico di seguito descritte; da esse si ottengono i valori probabilistici da impiegare successivamente nelle verifiche.

I solai, oltre a generare le condizioni di carico per carichi fissi e variabili, generano anche altre condizioni di carico che derivano dal carico accidentale moltiplicati per i coefficienti  $\psi_0$ ,  $\psi_1$  e  $\psi_2$  da utilizzare per le varie combinazioni di carico e per la determinazione delle masse sismiche.

Le azioni sono state assegnate su aste e piastre, definendo le seguenti condizioni di carico  
[Condizioni di carico]

In fase di combinazione delle condizioni di carico si è agito su coefficienti moltiplicatori delle condizioni per definirne l'esatto contributo sia in termini di carico che di massa, e sono stati infine definiti gli scenari di calcolo come gruppi omogenei di combinazioni di carico. Di seguito vengono riportate le combinazioni di carico usate per lo Stato Limite Ultimo e per lo Stato Limite di Esercizio. Le verifiche sono riportate nel fascicolo dei calcoli.

Le tabelle riportano nell'ordine:

- il nome della combinazione di carico
- il tipo di analisi svolta: STR=Strutturale, Statica STR=Sismica statica Strutturale, Modale STR=Sismica modale strutturale, SLE Rara=Stato Limite Esercizio combinazione rara, SLE Freq=Stato Limite Esercizio combinazione frequente, SLE Q.Perm=Stato Limite Esercizio combinazione quasi Permanente, GEO=Geotecnica, Statica GEO=Sismica Statica Geotecnica, Modale GEO=Sismica modale Geotecnica, STR+GEO=Strutturale+Geotecnica, Statica STR+GEO=Sismica Statica Strutturale+Geotecnica, Modale STR+GEO=Sismica modale Strutturale+Geotecnica, Modale SLE= Combinazione sismica modale con spettro di progetto SLD, Statica SLE=Combinazione sismica statica con spettro di progetto SLD. I termini "Strutturale", "Geotecnica" e "Strutturale+Geotecnica" indicano che la combinazione è usata dal programma per la determinazione delle verifiche di resistenza degli elementi strutturali, delle sole verifiche geotecniche, sia per le verifiche strutturali che geotecniche.
- lo spettro usato, se sismica
- il fattore amplificativo del sisma
- l'angolo di ingresso del sisma, se trattasi di analisi sismica
- il nome della condizione di carico e per ogni condizione di carico
- il fattore di combinazione per i carichi verticali
- se la condizione (con il suo coefficiente di peso) è inclusa nella combinazione (colonna Attiva)
- se la condizione partecipa alla formazione della massa (colonna Massa)
- il fattore con cui partecipa alla formazione della massa (se non è esclusa dalla formazione della massa)

## Scenario di calcolo

Scenario : Set\_NT\_SLV\_SLD\_A2\_STR/GEO

Combinazione	Tipo	Spettro	F.Sisma	$\alpha$	K mod	Cond.Carico	Fatt. cv.	Attiva	Massa	Fattore m.
1) Solo Permanenti	STR				0.60					
						Peso Proprio	1.3	Si	Si	1
						QP Solai	1.3	Si	Si	1
						QFissi Solai	1.5	Si	Si	1
						QV Solai	1	No	No	1
						QV SolaiPsi0	1	No	No	1
						QV SolaiPsi1	1	No	No	1
						QV SolaiPsi2	1	No	Si	1
						Tamponamento	1.5	Si	Si	1
						Neve	1	No	No	1
						Vento X	1	No	No	1
						Vento Y	1	No	No	1
						Carichi termici	1	No	No	1
						Spinta terreno	1.3	Si	No	1
2) AD QV Solai	STR+GEO				0.90					
						Peso Proprio	1.3	Si	Si	1
						QP Solai	1.3	Si	Si	1
						QFissi Solai	1.5	Si	Si	1
						QV Solai	1.5	Si	No	1
						QV SolaiPsi0	1	No	No	1

Combinazione	Tipo	Spettro	F.Sisma	$\alpha$	K mod	Cond.Carico	Fatt. cv.	Attiva	Massa	Fattore m.
						QV SolaiPsi1	1	No	No	1
						QV SolaiPsi2	1	No	Si	1
						Tamponamento	1.5	Si	Si	1
						Neve	0.75	Si	No	1
						Vento X	1	No	No	1
						Vento Y	0.9	Si	No	1
						Carichi termici	0.9	Si	No	1
						Spinta terreno	1.3	Si	No	1
3) AD QV Solai	STR+GEO				0.90					
						Peso Proprio	1.3	Si	Si	1
						QP Solai	1.3	Si	Si	1
						QFissi Solai	1.5	Si	Si	1
						QV Solai	1.5	Si	No	1
						QV SolaiPsi0	1	No	No	1
						QV SolaiPsi1	1	No	No	1
						QV SolaiPsi2	1	No	Si	1
						Tamponamento	1.5	Si	Si	1
						Neve	0.75	Si	No	1
						Vento X	0.9	Si	No	1
						Vento Y	1	No	No	1
						Carichi termici	0.9	Si	No	1
						Spinta terreno	1.3	Si	No	1
4) AD Neve	STR+GEO				0.80					
						Peso Proprio	1.3	Si	Si	1
						QP Solai	1.3	Si	Si	1
						QFissi Solai	1.5	Si	Si	1
						QV Solai	1	No	No	1
						QV SolaiPsi0	1.5	Si	No	1
						QV SolaiPsi1	1	No	No	1
						QV SolaiPsi2	1	No	Si	1
						Tamponamento	1.5	Si	Si	1
						Neve	1.5	Si	No	1
						Vento X	1	No	No	1
						Vento Y	0.9	Si	No	1
						Carichi termici	0.9	Si	No	1
						Spinta terreno	1.3	Si	No	1
5) AD Neve	STR+GEO				0.80					
						Peso Proprio	1.3	Si	Si	1
						QP Solai	1.3	Si	Si	1
						QFissi Solai	1.5	Si	Si	1
						QV Solai	1	No	No	1
						QV SolaiPsi0	1.5	Si	No	1
						QV SolaiPsi1	1	No	No	1
						QV SolaiPsi2	1	No	Si	1
						Tamponamento	1.5	Si	Si	1
						Neve	1.5	Si	No	1
						Vento X	0.9	Si	No	1
						Vento Y	1	No	No	1
						Carichi termici	0.9	Si	No	1
						Spinta terreno	1.3	Si	No	1
6) AD VentoX Vert. Sfav	STR+GEO				0.90					
						Peso Proprio	1.3	Si	Si	1
						QP Solai	1.3	Si	Si	1
						QFissi Solai	1.5	Si	Si	1
						QV Solai	1	No	No	1
						QV SolaiPsi0	1.5	Si	No	1
						QV SolaiPsi1	1	No	No	1
						QV SolaiPsi2	1	No	Si	1
						Tamponamento	1.5	Si	Si	1
						Neve	0.75	Si	No	1

Combinazione	Tipo	Spettro	F.Sisma	$\alpha$	K mod	Cond.Carico	Fatt. cv.	Attiva	Massa	Fattore m.
						Vento X	1.5	Si	No	1
						Vento Y	1	No	No	1
						Carichi termici	0.9	Si	No	1
						Spinta terreno	1.3	Si	No	1
7) AD VentoY Vert. Sfav	STR+GEO				0.90					
						Peso Proprio	1.3	Si	Si	1
						QP Solai	1.3	Si	Si	1
						QFissi Solai	1.5	Si	Si	1
						QV Solai	1	No	No	1
						QV SolaiPsi0	1.5	Si	No	1
						QV SolaiPsi1	1	No	No	1
						QV SolaiPsi2	1	No	Si	1
						Tamponamento	1.5	Si	Si	1
						Neve	0.75	Si	No	1
						Vento X	1	No	No	1
						Vento Y	1.5	Si	No	1
						Carichi termici	0.9	Si	No	1
						Spinta terreno	1.3	Si	No	1
8) AD Termici	STR+GEO				-1.00					
						Peso Proprio	1.3	Si	Si	1
						QP Solai	1.3	Si	Si	1
						QFissi Solai	1.5	Si	Si	1
						QV Solai	1	No	No	1
						QV SolaiPsi0	1.5	Si	No	1
						QV SolaiPsi1	1	No	No	1
						QV SolaiPsi2	1	No	Si	1
						Tamponamento	1.5	Si	Si	1
						Neve	0.75	Si	No	1
						Vento X	0.9	Si	No	1
						Vento Y	1	No	No	1
						Carichi termici	1.5	Si	No	1
						Spinta terreno	1.3	Si	No	1
9) AD Termici	STR+GEO				-1.00					
						Peso Proprio	1.3	Si	Si	1
						QP Solai	1.3	Si	Si	1
						QFissi Solai	1.5	Si	Si	1
						QV Solai	1	No	No	1
						QV SolaiPsi0	1.5	Si	No	1
						QV SolaiPsi1	1	No	No	1
						QV SolaiPsi2	1	No	Si	1
						Tamponamento	1.5	Si	Si	1
						Neve	0.75	Si	No	1
						Vento X	1	No	No	1
						Vento Y	0.9	Si	No	1
						Carichi termici	1.5	Si	No	1
						Spinta terreno	1.3	Si	No	1
10) AD VentoX Vert fav	STR+GEO				0.90					
						Peso Proprio	1	Si	Si	1
						QP Solai	1	Si	Si	1
						QFissi Solai	1	No	Si	1
						QV Solai	1	No	No	1
						QV SolaiPsi0	1	No	No	1
						QV SolaiPsi1	1	No	No	1
						QV SolaiPsi2	1	No	Si	1
						Tamponamento	1	No	Si	1
						Neve	1	No	No	1
						Vento X	1.5	Si	No	1
						Vento Y	1	No	No	1
						Carichi termici	1	No	No	1

Combinazione	Tipo	Spettro	F.Sisma	$\alpha$	K mod	Cond.Carico	Fatt. cv.	Attiva	Massa	Fattore m.
						Spinta terreno	1	Si	No	1
11) AD VentoY Vert fav	STR+GEO				0.90					
						Peso Proprio	1	Si	Si	1
						QP Solai	1	Si	Si	1
						QFissi Solai	1	No	Si	1
						QV Solai	1	No	No	1
						QV SolaiPsi0	1	No	No	1
						QV SolaiPsi1	1	No	No	1
						QV SolaiPsi2	1	No	Si	1
						Tamponamento	1	No	Si	1
						Neve	1	No	No	1
						Vento X	1	No	No	1
						Vento Y	1.5	Si	No	1
						Carichi termici	1	No	No	1
						Spinta terreno	1	Si	No	1
12) SISMAX_SLV	Modale STR+GEO	SpettroNT	1	0	1.00					
						Peso Proprio	1	Si	Si	1
						QP Solai	1	Si	Si	1
						QFissi Solai	1	Si	Si	1
						QV Solai	1	No	No	1
						QV SolaiPsi0	1	No	No	1
						QV SolaiPsi1	1	No	No	1
						QV SolaiPsi2	1	Si	Si	1
						Tamponamento	1	Si	Si	1
						Neve	1	No	No	1
						Vento X	1	No	No	1
						Vento Y	1	No	No	1
						Carichi termici	1	No	No	1
						Spinta terreno	1	Si	No	1
13) SISMAX_SLV	Modale STR+GEO	SpettroNT	1	90	1.00					
						Peso Proprio	1	Si	Si	1
						QP Solai	1	Si	Si	1
						QFissi Solai	1	Si	Si	1
						QV Solai	1	No	No	1
						QV SolaiPsi0	1	No	No	1
						QV SolaiPsi1	1	No	No	1
						QV SolaiPsi2	1	Si	Si	1
						Tamponamento	1	Si	Si	1
						Neve	1	No	No	1
						Vento X	1	No	No	1
						Vento Y	1	No	No	1
						Carichi termici	1	No	No	1
						Spinta terreno	1	Si	No	1
14) AD QV Solai	SLE Rara				1.00					
						Peso Proprio	1	Si	Si	1
						QP Solai	1	Si	Si	1
						QFissi Solai	1	Si	Si	1
						QV Solai	1	Si	No	1
						QV SolaiPsi0	1	No	No	1
						QV SolaiPsi1	1	No	No	1
						QV SolaiPsi2	1	No	Si	1
						Tamponamento	1	Si	Si	1
						Neve	0.5	Si	No	1
						Vento X	1	No	No	1
						Vento Y	0.6	Si	No	1
						Carichi termici	0.6	Si	No	1
						Spinta terreno	1	Si	No	1

Combinazione	Tipo	Spettro	F.Sisma	$\alpha$	K mod	Cond.Carico	Fatt. cv.	Attiva	Massa	Fattore m.
15) AD QVSolai	SLE Rara				1.00					
						Peso Proprio	1	Si	Si	1
						QP Solai	1	Si	Si	1
						QFissi Solai	1	Si	Si	1
						QV Solai	1	Si	No	1
						QV SolaiPsi0	1	No	No	1
						QV SolaiPsi1	1	No	No	1
						QV SolaiPsi2	1	No	Si	1
						Tamponamento	1	Si	Si	1
						Neve	0.5	Si	No	1
						Vento X	0.6	Si	No	1
						Vento Y	1	No	No	1
						Carichi termici	0.6	Si	No	1
						Spinta terreno	1	Si	No	1
16) AD Neve	SLE Rara				1.00					
						Peso Proprio	1	Si	Si	1
						QP Solai	1	Si	Si	1
						QFissi Solai	1	Si	Si	1
						QV Solai	1	No	No	1
						QV SolaiPsi0	1	Si	No	1
						QV SolaiPsi1	1	No	No	1
						QV SolaiPsi2	1	No	Si	1
						Tamponamento	1	Si	Si	1
						Neve	1	Si	No	1
						Vento X	1	No	No	1
						Vento Y	0.6	Si	No	1
						Carichi termici	0.6	Si	No	1
						Spinta terreno	1	Si	No	1
17) AD Neve	SLE Rara				1.00					
						Peso Proprio	1	Si	Si	1
						QP Solai	1	Si	Si	1
						QFissi Solai	1	Si	Si	1
						QV Solai	1	No	No	1
						QV SolaiPsi0	1	Si	No	1
						QV SolaiPsi1	1	No	No	1
						QV SolaiPsi2	1	No	Si	1
						Tamponamento	1	Si	Si	1
						Neve	1	Si	No	1
						Vento X	0.6	Si	No	1
						Vento Y	1	No	No	1
						Carichi termici	0.6	Si	No	1
						Spinta terreno	1	Si	No	1
18) AD VentoX	SLE Rara				1.00					
						Peso Proprio	1	Si	Si	1
						QP Solai	1	Si	Si	1
						QFissi Solai	1	Si	Si	1
						QV Solai	1	No	No	1
						QV SolaiPsi0	1	Si	No	1
						QV SolaiPsi1	1	No	No	1
						QV SolaiPsi2	1	No	Si	1
						Tamponamento	1	Si	Si	1
						Neve	0.5	Si	No	1
						Vento X	1	Si	No	1
						Vento Y	1	No	No	1
						Carichi termici	0.6	Si	No	1
						Spinta terreno	1	Si	No	1
19) AD vento Y	SLE Rara				1.00					
						Peso Proprio	1	Si	Si	1
						QP Solai	1	Si	Si	1
						QFissi Solai	1	Si	Si	1
						QV Solai	1	No	No	1

Combinazione	Tipo	Spettro	F.Sisma	$\alpha$	K mod	Cond.Carico	Fatt. cv.	Attiva	Massa	Fattore m.
						QV SolaiPsi0	1	Si	No	1
						QV SolaiPsi1	1	No	No	1
						QV SolaiPsi2	1	No	Si	1
						Tamponamento	1	Si	Si	1
						Neve	0.5	Si	No	1
						Vento X	1	No	No	1
						Vento Y	1	Si	No	1
						Carichi termici	0.6	Si	No	1
						Spinta terreno	1	Si	No	1
20) AD Termici	SLE Rara				1.00					
						Peso Proprio	1	Si	Si	1
						QP Solai	1	Si	Si	1
						QFissi Solai	1	Si	Si	1
						QV Solai	1	No	No	1
						QV SolaiPsi0	1	Si	No	1
						QV SolaiPsi1	1	No	No	1
						QV SolaiPsi2	1	No	Si	1
						Tamponamento	1	Si	Si	1
						Neve	0.5	Si	No	1
						Vento X	1	No	No	1
						Vento Y	0.6	Si	No	1
						Carichi termici	1	Si	No	1
						Spinta terreno	1	Si	No	1
21) AD Termici	SLE Rara				1.00					
						Peso Proprio	1	Si	Si	1
						QP Solai	1	Si	Si	1
						QFissi Solai	1	Si	Si	1
						QV Solai	1	No	No	1
						QV SolaiPsi0	1	Si	No	1
						QV SolaiPsi1	1	No	No	1
						QV SolaiPsi2	1	No	Si	1
						Tamponamento	1	Si	Si	1
						Neve	0.5	Si	No	1
						Vento X	0.6	Si	No	1
						Vento Y	1	No	No	1
						Carichi termici	1	Si	No	1
						Spinta terreno	1	Si	No	1
22) AD QV Solai	SLE Freq.				1.00					
						Peso Proprio	1	Si	Si	1
						QP Solai	1	Si	Si	1
						QFissi Solai	1	Si	Si	1
						QV Solai	1	No	No	1
						QV SolaiPsi0	1	No	No	1
						QV SolaiPsi1	1	Si	No	1
						QV SolaiPsi2	1	No	Si	1
						Tamponamento	1	Si	Si	1
						Neve	1	No	No	1
						Vento X	1	No	No	1
						Vento Y	1	No	No	1
						Carichi termici	1	No	No	1
						Spinta terreno	1	Si	No	1
23) AD Neve	SLE Freq.				1.00					
						Peso Proprio	1	Si	Si	1
						QP Solai	1	Si	Si	1
						QFissi Solai	1	Si	Si	1
						QV Solai	1	No	No	1
						QV SolaiPsi0	1	No	No	1
						QV SolaiPsi1	1	No	No	1
						QV SolaiPsi2	1	Si	Si	1
						Tamponamento	1	Si	Si	1
						Neve	0.2	Si	No	1

Combinazione	Tipo	Spettro	F.Sisma	$\alpha$	K mod	Cond.Carico	Fatt. cv.	Attiva	Massa	Fattore m.
						Vento X	1	No	No	1
						Vento Y	1	No	No	1
						Carichi termici	1	No	No	1
						Spinta terreno	1	Si	No	1
24) AD VentoX	SLE Freq.				1.00					
						Peso Proprio	1	Si	Si	1
						QP Solai	1	Si	Si	1
						QFissi Solai	1	Si	Si	1
						QV Solai	1	No	No	1
						QV SolaiPsi0	1	No	No	1
						QV SolaiPsi1	1	No	No	1
						QV SolaiPsi2	1	Si	Si	1
						Tamponamento	1	Si	Si	1
						Neve	1	No	No	1
						Vento X	0.2	Si	No	1
						Vento Y	1	No	No	1
						Carichi termici	1	No	No	1
						Spinta terreno	1	Si	No	1
25) AD Vento Y	SLE Freq.				1.00					
						Peso Proprio	1	Si	Si	1
						QP Solai	1	Si	Si	1
						QFissi Solai	1	Si	Si	1
						QV Solai	1	No	No	1
						QV SolaiPsi0	1	No	No	1
						QV SolaiPsi1	1	No	No	1
						QV SolaiPsi2	1	Si	Si	1
						Tamponamento	1	Si	Si	1
						Neve	1	No	No	1
						Vento X	1	No	No	1
						Vento Y	0.2	Si	No	1
						Carichi termici	1	No	No	1
						Spinta terreno	1	Si	No	1
26) AD Termici	SLE Freq.				1.00					
						Peso Proprio	1	Si	Si	1
						QP Solai	1	Si	Si	1
						QFissi Solai	1	Si	Si	1
						QV Solai	1	No	No	1
						QV SolaiPsi0	1	No	No	1
						QV SolaiPsi1	1	No	No	1
						QV SolaiPsi2	1	Si	Si	1
						Tamponamento	1	Si	Si	1
						Neve	1	No	No	1
						Vento X	1	No	No	1
						Vento Y	1	No	No	1
						Carichi termici	0.2	Si	No	1
						Spinta terreno	1	Si	No	1
27) Quasi P1	SLE Q.Perm.				1.00					
						Peso Proprio	1	Si	Si	1
						QP Solai	1	Si	Si	1
						QFissi Solai	1	Si	Si	1
						QV Solai	1	No	No	1
						QV SolaiPsi0	1	No	No	1
						QV SolaiPsi1	1	No	No	1
						QV SolaiPsi2	1	Si	Si	1
						Tamponamento	1	Si	Si	1
						Neve	1	No	No	1
						Vento X	1	No	No	1
						Vento Y	1	No	No	1
						Carichi termici	1	No	No	1
						Spinta terreno	1	Si	No	1

Combinazione	Tipo	Spettro	F.Sisma	$\alpha$	K mod	Cond.Carico	Fatt. cv.	Attiva	Massa	Fattore m.
28) SISMAX_SLD	Modale SLE	SpettroNT	1	0	1.00					
						Peso Proprio	1	Si	Si	1
						QP Solai	1	Si	Si	1
						QFissi Solai	1	Si	Si	1
						QV Solai	1	No	No	1
						QV SolaiPsi0	1	No	No	1
						QV SolaiPsi1	1	No	No	1
						QV SolaiPsi2	1	Si	Si	1
						Tamponamento	1	Si	Si	1
						Neve	1	No	No	1
						Vento X	1	No	No	1
						Vento Y	1	No	No	1
						Carichi termici	1	No	No	1
						Spinta terreno	1	Si	No	1
29) SISMAX_SLD	Modale SLE	SpettroNT	1	90	1.00					
						Peso Proprio	1	Si	Si	1
						QP Solai	1	Si	Si	1
						QFissi Solai	1	Si	Si	1
						QV Solai	1	No	No	1
						QV SolaiPsi0	1	No	No	1
						QV SolaiPsi1	1	No	No	1
						QV SolaiPsi2	1	Si	Si	1
						Tamponamento	1	Si	Si	1
						Neve	1	No	No	1
						Vento X	1	No	No	1
						Vento Y	1	No	No	1
						Carichi termici	1	No	No	1
						Spinta terreno	1	Si	No	1

## CODICE DI CALCOLO IMPIEGATO

Autori:	dott. ing. Dario PICA prof. ing. Paolo BISEGNA dott. ing. Donato Sista
Produzione e distribuzione	SOFT.LAB srl via Borgo II - 82030 PONTE (BN) tel. ++39 (824) 874392 fax ++39 (824) 874431 internet: <a href="http://www.soft.lab.it">http://www.soft.lab.it</a> e.mail: <a href="mailto:info@soft.lab.it">info@soft.lab.it</a>
Sigla:	IperSpaceMax 9.1.0
Licenza n.	Codice utente C0050292

Il modello di calcolo assunto è di tipo spaziale e l'analisi condotta è una Analisi Elastica Lineare, esso è fondamentalmente definito dalla posizione dei nodi collegati da elementi di tipo Beam o elementi di tipo shell a comportamento sia flessionale che membranale, l'elemento finito shell utilizzato è anche in grado di esprimere una rigidezza rotazionale in direzione ortogonale al piano dello shell.

L'analisi sismica utilizzata è l'analisi modale con Combinazione Quadratica Completa degli effetti del sisma. Il modello è stato analizzato sia per le combinazioni dei carichi verticali sia per le combinazioni di carico verticale e sisma. Un particolare chiarimento richiede la definizione delle masse nell'analisi sismica. Pur avendo considerato il modello con impalcati rigidi non si rende necessario calcolare il modello con la metodologia del MASTER-SLAVE, in quanto gli impalcati rigidi sono stati modellati con

elementi di tipo shell a comportamento membranale in corrispondenza dei campi di solaio. Per ottenere tale modellazione il programma inserisce in automatico elementi di tipo shell a comportamento membranale in corrispondenza del campo di solaio intercluso tra una maglia di travi, la loro rigidezza membranale è sufficientemente alta da rendere il campo di solaio rigido nel proprio piano, ma tale da non mal condizionare la matrice di rigidezza della struttura. Qualora una maglia di travi non è collegata da solaio lo shell non viene inserito rendendo tale campo libero di deformarsi con il solo vincolo dato dalle travi della. La loro rigidezza flessionale è trascurabile rispetto a quella degli elementi che contornano il campo, per cui lo shell impone un vincolo orizzontale solo nel piano dell'impalcato tra i nodi collegati, quindi non è necessario definire preventivamente definire il centro di massa e momento d'inerzia delle masse, questo perché le masse sono trasferite direttamente nei nodi del modello (modello Lumped Mass) dal codice di calcolo, il metodo per calcolare le masse nei nodi può essere quello per aree di influenza, ma questa richiederebbe l'intervento diretto dell'operatore; il codice di calcolo utilizza una metodologia leggermente più raffinata per tener conto del fatto che su un elemento il carico portato non è uniforme, quindi il codice di calcolo considera i carichi presenti sull'asta che sono stati indicati come quelli che contribuiscono alla formazione della massa (tipicamente  $G + \psi^2 \cdot Q$ ) e calcola le reazioni di incastro perfetto verticali, tali reazioni divise per l'accelerazione di gravità  $g$  danno il contributo dell'elemento alla massa del nodo, sommando i contributi di tutti gli elementi che convergono nel nodo si ottiene la massa complessiva nel nodo; per gli elementi shell invece si utilizza il metodo delle aree di influenza ossia in ognuno dei 3 oppure 4 nodi che definiscono lo shell si assegna  $\frac{1}{3}$  oppure  $\frac{1}{4}$  del peso dello shell e  $\frac{1}{3}$  oppure  $\frac{1}{4}$  dell'eventuale carico variabile ridotto, sommando su tutti gli shell che convergono nel nodo si ottiene la massa da assegnare al nodo.

## VERIFICA DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI

La verifiche di resistenza degli elementi è condotta considerando le sollecitazioni di calcolo ed imponendo che le resistenze siano superiori alle azioni. Gli elementi sono verificati e/o progettati applicando la gerarchia delle resistenze in particolare la gerarchia flessione-taglio per la verifica/progetto dell'elemento e la gerarchia pilastro-trave per la determinazione delle resistenze del pilastro. Le verifiche sono condotte secondo i seguenti criteri di verifica validi sia per lo SLU che per lo SLD, i criteri di verifica sono una raccolta di parametri che vengono usati in fase di verifica secondo le esigenze strutturali, ognuno di essi contiene i dati per tutti gli elementi, è sottointeso che nella verifica di un elemento (es. trave) non sono presi in considerazione i dati relativi agli altri elementi (ad es. se si verifica una trave non sono presi in considerazione i dati relativi a pilastri e shell, così come se si esegue una verifica agli SLU non sono presi in considerazione i dati relativi agli SLE). Ognuno di essi è identificato da un nome a scelta dell'operatore, per cui nei tabulati di verifica il nome del criterio ne identifica i parametri usati. Riguardo alle verifiche agli SLU le resistenze sono determinate in base a quanto specificato dalla norma attraverso il modello plastico-incrudente o elastico-perfettamente plastico, la verifica consiste nel verificare che assegnate le sollecitazioni di verifica le deformazioni massime nel calcestruzzo e nell'acciaio siano inferiori a quelle ultime cio' equivale ad affermare che nello spazio tridimensionale  $N, My, Mz$  il punto rappresentativo delle sollecitazioni è interno al dominio di resistenza della sezione.

Le verifiche agli SLE riguardano le verifiche di:

- deformabilità degli impalcati con  $\delta \leq 0.0050 \cdot h$
- fessurazione
- tensioni in esercizio

## Criteri di verifica

<b>Criterio di verifica: CLS TraviFondazione</b>		
<b>Generici</b>		
Resistenza caratteristica $R_{ck}$	kg/cmq	300
Tensione caratteristica snervamento acciaio $f_{yk}$	kg/cmq	4500
Deformazione unitaria $\epsilon_{c0}$		0.002
Deformazione ultima $\epsilon_{cu}$		0.0035
$\epsilon_{fu}$ (solo incrudimento)		0.0019
Modulo elastico E acciaio	kg/cmq	2E06
Copriferro di calcolo	cm	4.0
Copriferro di disegno	cm	4.0

Coefficiente di sicurezza $\gamma_{Cl}$ s		1.5
Coefficiente di sicurezza $\gamma_{Acc}$		1.15
Riduzione fcd calcestruzzo		0.85
Usa staffe minime di normativa in assenza di sisma		Si
Usa staffe minime di normativa in presenza di sisma		Si
<b>Generici N.T.</b>		
Inclinazione bielle compresse $\cotg(\theta)$		1.00
Modello acciaio		Incrudente
Incrudimento $E_y/E_0$		0.000
Elemento esistente		No
<b>Generici D.M. 96 T.A.</b>		
Tensione ammissibile $\sigma_c$	kg/cmq	97.5
Tensione ammissibile $\sigma_c$ in trazione	kg/cmq	21.8
Tensione ammissibile $\sigma_c$ acciaio	kg/cmq	2600.0
Tensione tangenziale ammissibile $\tau_0$	kg/cmq	6.0
Tensione tangenziale massima $\tau_1$	kg/cmq	18.3
Coefficiente di omogeneizzazione n		15
Coefficiente di omogeneizzazione n in trazione		0.5
Sezione interamente reagente		No
<b>Fessurazioni</b>		
Verifica a decompressione		No
Verifica formazione fessure		No
Verifica aperture fessure		Si
Classe di esposizione		XC2
Tipo armatura		Poco sensibile
Combinazione Rara		No
Combinazione QP		Si
W ammissibile Combinazione QP	mm	0.300
Combinazione Freq.		Si
W ammissibile Combinazione Freq.	mm	0.400
Valore caratteristico apertura fessure $w_k(*w_m)$		1
fc efficace	kg/cmq	25.99
Coefficiente di breve o lunga durata kt		0.40
Coefficiente di aderenza kl		0.80
<b>Tensioni ammissibili di esercizio</b>		
Verifica Combinazione Rara		Si
Tensione ammissibile $\sigma_{Cl}$ s	kg/cmq	149
Tensione ammissibile $\sigma_{Acciaio}$	kg/cmq	3600
Verifica Combinazione QP		Si
Tensione ammissibile $\sigma_{Cl}$ s	kg/cmq	112
Tensione ammissibile $\sigma_{Acciaio}$	kg/cmq	3600
Verifica Combinazione Freq.		No
<b>Coefficienti di omogeneizzazione</b>		
Acciaio - Cls compresso		15
Cls tesoro - Cls compresso		0.5
<b>Armatura travi</b>		
Numero di bracci delle staffe		2
Numero minimo di ferri superiori		2
Numero minimo di ferri inferiori		2
Numero minimo di ferri di parete		1
Numero reggistaffe superiori		0
Numero reggistaffe intermedi		4
Numero reggistaffe inferiori		2
Diametro ferri superiori	mm	16
Diametro ferri inferiori	mm	16
Diametro staffe	mm	8
Percentuale armatura rispetto alla base per verifica a taglio	%	100.00
Minima percentuale armatura compressa rispetto alla tesa	%	50.00
Minima percentuale armatura rispetto al Cls	%	0.20
Massima percentuale armatura rispetto al Cls	%	1.55
<b>Calcolo travi</b>		
Traslazione momento		Si
<b>Verifica travi</b>		
Verifica a torsione		No
Verifica a pressoflessione retta		No

Trave a spessore		No
<b>Verifica N.T. travi</b>		
Trave tozza		No
Gerarchia Flessione-Taglio		Si
Escludi dalla gerarchia trave-pilastro		No
<b>Verifica a taglio travi</b>		
Coefficiente di sovrarresistenza $\gamma_{Rd}$		1.2
Includi effetto spinotto nel taglio		Si
Includi effetto della pressoflessione nel taglio		Si
<b>Verifica a taglio N.T. travi</b>		
Coefficiente di sovrarresistenza $\gamma_{Rd}$ (CDA)		1.2
Coefficiente di sovrarresistenza $\gamma_{Rd}$ (CDB)		1
<b>Verifica a taglio D.M. 96 T.A. travi</b>		
Percentuale taglio alle staffe	%	60
Percentuale taglio ferri parete	%	40
Considera la resistenza a taglio VRDns		NO
<b>Stampa travi</b>		
Stampa informazioni relative all'asse neutro		Si

<b>Critério di verifica: Acciaio Flessione</b>		
<b>Verifiche</b>		
Tipo di acciaio		S275
$\sigma$ amm (T<40mm)	kg/cmq	1800
$\sigma$ amm (T>40mm)	kg/cmq	1700
Fy (T<40mm)	kg/cmq	2750
Fy (T>40mm)	kg/cmq	2550
Ft (T<40mm)	kg/cmq	4300
Ft (T>40mm)	kg/cmq	4100
Piano di verifica		$\xi$
Tipo di instabilità		Nessuna
$\lambda$ Max		250
Coefficiente di sicurezza $\gamma_s$		1.5
Coefficiente di adattamento plastico $\Psi_x$		1
Coefficiente di adattamento plastico $\Psi_y$		1
Costante di ingobbimento Jw		1
Usa $\beta$		No
Escludi momento flettente trasversale Mz		No
Verifica come pendolo		No
Carichi estradossati		No
<b>Verifiche N.T. SLU</b>		
Coefficiente di sicurezza $\gamma_M$		1.05
Usa CNR 10011		No
<b>Stampe</b>		
Combinazioni di verifica		Più gravosa
<b>Verifiche N.T. SLE</b>		
Verifica degli spostamenti verticali		Si
Monta iniziale della trave $\delta_c$	cm	0.0
Limite spostamento nello stato finale finale	mm	L/250.00
Limite spostamento dovuto ai soli carichi variabili	mm	L/300.00

<b>Critério di verifica: Acciaio Tirante</b>		
<b>Verifiche</b>		
Tipo di acciaio		S275
$\sigma$ amm (T<40mm)	kg/cmq	1800
$\sigma$ amm (T>40mm)	kg/cmq	1700
Fy (T<40mm)	kg/cmq	2750
Fy (T>40mm)	kg/cmq	2550
Ft (T<40mm)	kg/cmq	4300
Ft (T>40mm)	kg/cmq	4100
Piano di verifica		altro
Tipo di instabilità		Nessuna
$\lambda$ Max		200
Coefficiente di sicurezza $\gamma_s$		1.5

Coefficiente di adattamento plastico $\Psi_x$		1
Coefficiente di adattamento plastico $\Psi_y$		1
Costante di ingobbimento $J_w$		1
Usa $\beta$		No
Escludi momento flettente trasversale $M_z$		No
Verifica come pendolo		Si
Carichi estradossati		No
<b>Verifiche N.T. SLU</b>		
Coefficiente di sicurezza $\gamma_M$		1.05
Usa CNR 10011		No
<b>Stampe</b>		
Combinazioni di verifica		Più gravosa
<b>Verifiche N.T. SLE</b>		
Verifica degli spostamenti verticali		No

<b>Criterio di verifica: Acciaio FlessTors</b>		
<b>Verifiche</b>		
Tipo di acciaio		S275
$\sigma_{amm}$ (T<40mm)	kg/cmq	1800
$\sigma_{amm}$ (T>40mm)	kg/cmq	1700
$F_y$ (T<40mm)	kg/cmq	2750
$F_y$ (T>40mm)	kg/cmq	2550
$F_t$ (T<40mm)	kg/cmq	4300
$F_t$ (T>40mm)	kg/cmq	4100
Piano di verifica		$\eta$
Tipo di instabilità		Flessotorsione
$\lambda_{Max}$		200
Coefficiente di sicurezza $\gamma_s$		1.5
Coefficiente di adattamento plastico $\Psi_x$		1
Coefficiente di adattamento plastico $\Psi_y$		1
Costante di ingobbimento $J_w$		1
Usa $\beta$		No
Escludi momento flettente trasversale $M_z$		No
Verifica come pendolo		No
Carichi estradossati		No
<b>Verifiche N.T. SLU</b>		
Coefficiente di sicurezza $\gamma_M$		1.05
Usa CNR 10011		No
<b>Stampe</b>		
Combinazioni di verifica		Più gravosa
<b>Verifiche N.T. SLE</b>		
Verifica degli spostamenti verticali		Si
Monta iniziale della trave $\delta_c$	cm	0.0
Limite spostamento nello stato finale	mm	L/250.00
Limite spostamento dovuto ai soli carichi variabili	mm	L/300.00

<b>Criterio di verifica: Acciaio PressSverg</b>		
<b>Verifiche</b>		
Tipo di acciaio		S275
$\sigma_{amm}$ (T<40mm)	kg/cmq	1800
$\sigma_{amm}$ (T>40mm)	kg/cmq	1700
$F_y$ (T<40mm)	kg/cmq	2750
$F_y$ (T>40mm)	kg/cmq	2550
$F_t$ (T<40mm)	kg/cmq	4300
$F_t$ (T>40mm)	kg/cmq	4100
Piano di verifica		$\eta$
Tipo di instabilità		Pressoflessione con svergolamento
$\lambda_{Max}$		200
Coefficiente di sicurezza $\gamma_s$		1.5
Coefficiente di adattamento plastico $\Psi_x$		1
Coefficiente di adattamento plastico $\Psi_y$		1

Costante di ingobbimento $J_w$		1
Usa $\beta$		No
Escludi momento flettente trasversale $M_z$		No
Verifica come pendolo		No
Carichi estradossati		No
<b>Verifiche N.T. SLU</b>		
Coefficiente di sicurezza $\gamma_M$		1.05
Usa CNR 10011		No
<b>Stampe</b>		
Combinazioni di verifica		Più gravosa
<b>Verifiche N.T. SLE</b>		
Verifica degli spostamenti verticali		Si
Monta iniziale della trave $\delta_c$	cm	0.0
Limite spostamento nello stato finale finale	mm	L/250.00
Limite spostamento dovuto ai soli carichi variabili	mm	L/300.00

<b>Critério di verifica: Criterio Acciaio Collegam</b>		
<b>Piastra</b>		
Tipo di acciaio		S235
$f_{yk}$ ( $t < 40mm$ )	kg/cmq	2350
$f_{yk}$ ( $t > 40mm$ )	kg/cmq	2150
$f_{ik}$ ( $t < 40mm$ )	kg/cmq	3600
$f_{ik}$ ( $t > 40mm$ )	kg/cmq	3600
<b>Bulloni</b>		
Classe Bulloni		4.6
$f_{yb}$	kg/cmq	2400
$f_{tb}$	kg/cmq	4000
<b>Saldatura</b>		
Metodo di verifica		Metodo direzionale
calcolo automatico tipo acciaio		attivo
<b>Coefficienti di sicurezza</b>		
$\gamma_{M0}$		1.05
$\gamma_{M2}$		1.25
$\gamma_{M3}$		1.25
$\gamma_{M6ser}$		1
$\gamma_{M7}$		1.1

## VALIDAZIONE DEL CALCOLO - INFORMAZIONI SULL'ELABORAZIONE

Di seguito si riportano alcuni dati significativi del calcolo in base ai quali si ritiene che il codice di calcolo è affidabile ed i risultati accettati dal progettista.

Il calcolo automatico è stato eseguito su un elaboratore con le seguenti caratteristiche:

Tipo: Intel Pentium

Capacità di memoria: 10124 MB

Unità di memoria di massa: Disco C 465.25 GB

Unità periferiche:

Sistema operativo e sua versione: Microsoft Windows NT 6.2 (Build: 9200)

La valutazione sulla correttezza dei dati in ingresso e sulla accuratezza dei risultati è stata

effettuata sia mediante le visualizzazioni grafiche del post processore sia mediante il controllo dei tabulati numerici. La verifica che la soluzione ottenuta non sia viziata da errori di tipo numerico, legati all'algoritmo risolutivo ed alle caratteristiche dell'elaboratore, è stata effettuata considerando che il numero di cifre significative utilizzate nei procedimenti numerici è 16, e che all'interno della matrice di rigidezza il rapporto tra il pivot massimo e minimo è:  $1.060786e+004$ . Tale valore è accettabile quando risulta minore di 10 elevato al numero di cifre significative. Nel caso dell'elaborazione in oggetto si ha:

$$\text{Max/Min} = 1.060786e+004 < 1.000000e+016$$

Si riporta la tabella relativa alle statistiche sulla matrice di rigidezza

<b>Risultati Analisi Dinamica - Statistiche matrice di rigidezza</b>	
Scenario di calcolo : <b>Set_NT_SLV_SLD_A2_STR/GEO</b>	

Minimo della diag.	1.613831e+004
Massimo della diag.	1.711929e+008
Rapporto Max/Min	1.060786e+004
Media della diag.	2.877654e+007
Densita'	1.978521e+001

Pertanto i risultati si ritengono accettabili per quanto riguarda la correttezza del calcolo automatico.

Il Progettista

# ***RELAZIONE GEOTECNICA***

***Comune:*** Gallicano

***Titolo del progetto:***

***Committente:***

***Opera:*** Pensilina in AC

***Data:***

***Progettista:***  
Alessandro VERRECCHIA

## Normativa di riferimento

### - Legge nr. 1086 del 05/11/1971.

Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio, normale e precompresso ed a struttura metallica.

### - Norme Tecniche per le costruzioni D.M.14/01/2008.

Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche di cui al D.M. 14 Gennaio 2008

### Modello per il calcolo del carico limite

Il terreno di fondazione è considerato costituito da due strati uno superiore ed uno inferiore al piano di posa della fondazione. La presenza della falda è presa in considerazione in base alla sua profondità dal piano campagna. Per la verifica a carico limite si adotta l'approccio 2 con una unica combinazione di carico A1+M1+R3, in cui i coefficienti parziali di sicurezza per le resistenze sono unitari ed il coefficiente di sicurezza globale è 2.3 per il carico limite verticale e 1.1 per il coefficiente di sicurezza a carico orizzontale. L'effetto del sisma è portato in conto considerando che la forza applicata a causa del sisma non è nè centrata nè verticale cio' comporta l'applicazione di fattori correttivi per l'inclinazione e una riduzione delle dimensioni della fondazione in funzione dell'eccentricità. Di seguito si riporta il calcolo per le combinazioni più gravose; in calce è riportato un riepilogo per tutte le combinazioni.

### Carico limite

Il calcolo del carico limite è valutato secondo la formula di Terzaghi-Meyerof

$$Q_{lim} = q \cdot N_q \cdot \zeta_q \cdot \xi_q \cdot \alpha_q \cdot \beta_q \cdot \psi_q + c \cdot N_c \cdot \zeta_c \cdot \xi_c \cdot \alpha_c \cdot \beta_c \cdot \psi_c + \gamma \cdot N_\gamma \cdot \frac{B}{2} \cdot \zeta_\gamma \cdot \xi_\gamma \cdot \alpha_\gamma \cdot \beta_\gamma \cdot \psi_\gamma$$

dove :

$N_q, N_c, N_\gamma$  = Coefficienti di Terzaghi - Meyerof per la striscia indefinita

$\zeta_q, \zeta_c, \zeta_\gamma$  = coefficienti correttivi di forma funzione del rapporto B/L

$\xi_q, \xi_c, \xi_\gamma$  = coefficienti correttivi di inclinazione del carico dipendente da H/V

$\alpha_q, \alpha_c, \alpha_\gamma$  = coefficienti correttivi di inclinazione del piano di posa

$\beta_q, \beta_c, \beta_\gamma$  = coefficienti correttivi di inclinazione del piano campagna

$\psi_q, \psi_c, \psi_\gamma$  = coefficienti sismimici per considerare l'effetto cinematico, considerati solo in presenza di sisma

$\psi_q, \psi_c, \psi_\gamma$  = coefficienti correttivi di punzonamento dipendenti da un indice di rigidità del terreno, in particolare detto Ir l'indice di rigidità del terreno (secondo la teoria di Vesic dipendente dal modulo tangenziale  $G=0.5 E/(1+\nu)$  del terreno, dalla coesione c, dalla tensione effettiva alla profondità B/2 sotto il piano di posa, dall'angolo di attrito del terreno di fondazione) ed Ir<sub>crit</sub> l'indice di rigidità critico (dipendente dall'angolo di attrito del terreno e dal rapporto B/L) risulta che i coefficienti di punzonamento sono uguali alla unità quando  $Ir \geq Ir_{crit}$ , mentre sono minori dell'unità quando  $Ir < Ir_{crit}$ .

Oltre a queste correzioni un'altra deriva dalla eccentricità del carico riducendo le dimensioni della fondazione in modo che il carico risulti centrato rispetto alla fondazione ridotta, dette 'e<sub>b</sub>' ed 'e<sub>l</sub>' le eccentricità del carico nella direzione di B ed L il carico limite si calcola per una fondazione di dimensioni ridotte  $B' = B - 2e_b$  e  $L' = L - 2e_l$

Altra correzione deriva dalla presenza della falda inserendo i pesi del terreno immerso nel primo e terzo termine, in particolare, detta H<sub>f</sub> la profondità della falda e D la profondità del piano di posa, si ha:

per  $H_f < D$  si valuta la pressione effettiva sul piano di posa considerando che parte del terreno superiore è immerso, mentre nel terzo termine si userà il peso immerso

per  $H_f > D$  ed  $H_f < D+B$  il peso del terreno del terzo termine si interpola tra i valori immerso e secco secondo la formula:

$$\gamma = \gamma' + (\gamma - \gamma') \cdot D/B$$

per  $H_f > D+B$  la falda è trascurata.

I coefficienti di Terzaghi - Meyerof per la striscia ed i coefficienti correttivi sono dati dalle relazioni:

$$N_q = \frac{1 + \sin(\phi)}{1 - \sin(\phi)} e^{\pi \tan(\phi)}$$

$$N_c = (N_q - 1) \cot(\phi)$$

Il coefficiente  $N_\gamma$  non è suscettibile di una espressione in forma analitica chiusa, ed è stato calcolato per via numerica da diversi Autori. I valori del coefficiente sono riportati nella seguente tabella in funzione dell'angolo  $\phi$ :

$\phi$	0	1	2	3	4	5	6	7	8
$N_\gamma$	0	0.07	0.15	0.24	0.34	0.45	0.57	0.71	0.86
$\phi$	9	10	11	12	13	14	15	16	17
$N_\gamma$	1.03	1.22	1.44	1.69	1.97	2.29	2.65	3.06	3.53
$\phi$	18	19	20	21	22	23	24	25	26
$N_\gamma$	4.07	4.68	5.39	6.2	7.13	8.2	9.44	10.88	12.54
$\phi$	27	28	29	30	31	32	33	34	35
$N_\gamma$	14.47	16.72	19.34	22.4	25.99	30.22	35.19	41.06	48.03
$\phi$	36	37	38	39	40	41	42	43	44
$N_\gamma$	56.31	66.19	78.03	92.25	109.41	130.22	155.55	186.54	224.64
$\phi$	45	46	47	48	49	50			
$N_\gamma$	271.76	330.75	403.67	496.01	613.16	762.89			

$$\zeta_q = 1 + \frac{B}{L} \tan(\varphi)$$

$$\zeta_c = 1 + \frac{B}{L} \frac{N_q}{N_c}$$

$$\zeta_r = 1 - 0.4 \frac{B}{L}$$

$$m = \frac{2 + \frac{B}{L}}{1 + \frac{B}{L}}$$

$$\xi_q = \left[ 1 - \frac{H \tan(\phi)}{V \tan(\phi) + BLc} \right]^m$$

$$\xi_c = \xi_q - \frac{1 - \xi_q}{N_c \cdot \tan(\phi)}$$

$$\xi_r = \left[ 1 - \frac{H \tan(\phi)}{V \tan(\phi) + BLc} \right]^{m+1}$$

$$\psi_q = \exp \left( 0.6 \frac{B}{L} - 4.4 \right) \tan(\phi) + \frac{3.07 \sin(\phi) \log_{10}(2I_r)}{1 + \sin(\phi)}$$

$$\psi_c = \psi_q - \frac{1 - \psi_q}{N_q \tan(\phi)} \text{ se } \varphi \neq 0; \quad \psi_c = 0.32 + 0.12 \frac{B}{L} + 0.6 \log_{10}(I_r) \text{ se } \varphi = 0$$

$$\psi_r = \psi_q$$

$$\alpha_q = \alpha_r = (1 - \varepsilon \tan(\varphi))^2$$

$$\alpha_c = \alpha_q - \frac{1 - \alpha_q}{N_c \tan(\phi)}$$

$$\beta_q = (1 - \tan(\omega))^2 \cos(\omega)$$

$$\beta_c = \beta_q - \frac{q - \beta_\lambda}{N_c \tan(\phi)}$$

$$\beta_r = \beta_q - \frac{q - \beta_\lambda}{N_c \tan(\phi)}$$

$$\varepsilon < \pi/4; \quad \omega < \pi/4; \quad \omega < \varphi$$

**2002-2015 Soft.Lab**

$$z_q = z_c = 1$$

$$z_g = (1 - kh / \tan(\phi))^{0.45}$$

$$kh = \beta \frac{\alpha_{\max}}{g} \cdot (v_{edi} \cdot NT - 7.11.3)$$

Per la fondazione composta si adotta una fondazione rettangolare equivalente ottenuta mediando le basi dei tratti pesati rispetto alla loro lunghezza; il numero di tratti che si prendono in considerazione sono quelli che si ottengono considerando la parte di fondazione sulla quale le tensioni del terreno non sono nulle considerando le sole condizioni di equilibrio (metodo del trapezio). La fondazione equivalente è poi ridotta in base alle eccentricità della risultante dei carichi verticali.

**Simbologia carico limite fondazione composta:**

B	Base del tratto
L	Lunghezza del tratto
X <sub>q</sub>	Distanza inizio carico distribuito dall'estremo sinistro del tratto
L <sub>q</sub>	Lunghezza del carico distribuito
E <sub>q</sub>	Eccentricità del carico distribuito rispetto all'asse del tratto
Q <sub>v1</sub>	Primo valore del carico distribuito normale
Q <sub>v2</sub>	Secondo valore del carico distribuito normale
Q <sub>h1</sub>	Primo valore del carico distribuito tangenziale
Q <sub>h2</sub>	Secondo valore del carico distribuito tangenziale
XF	Distanza forza dall'estremo sinistro della fondazione. Nota: la posizione è comprensiva di eventuali momenti di trasporto, quindi sono possibili valori negativi e valori superiori alla lunghezza della fondazione
EF	Eccentricità forza dall'asse del tratto
F <sub>v</sub>	Componente normale della forza
F <sub>h</sub>	Componente tangenziale della forza
D	Profondità del piano di posa
ε	Inclinazione del piano di posa
ω	Inclinazione del piano campagna
φ	Angolo di attrito del terreno di fondazione
c	Coesione del terreno di fondazione
G	Modulo tangenziale del terreno di fondazione
γ <sub>1</sub>	Peso specifico terreno superiore
γ	Peso specifico terreno di fondazione
γ <sub>1Sat</sub>	Peso specifico terreno saturo superiore
γ <sub>Sat</sub>	Peso specifico terreno saturo di fondazione
H <sub>f</sub>	Profondità della falda
W <sub>0</sub>	Peso specifico acqua

**Modello terreno per il calcolo dei cedimenti per terreno incoerente:**

Il terreno è modellato come sequenza di strati di tipo incoerente (terreni ad elevata permeabilità). Per i terreni incoerenti non è possibile prelevare campioni intatti; per la valutazione dei parametri meccanici occorre riferirsi a prove in sito quali CPT ed SPT e quindi far uso di correlazioni empiriche per la loro valutazione. Per tali terreni, quindi, i metodi per la valutazione dei cedimenti sono empirici o semiempirici.

**Simbologia terreno incoerente:**

Metodo di De Beer

H	Spessore dello strato
D <sub>f</sub>	Profondità della fondazione rispetto allo scavo del cassone della struttura
γ	Peso specifico del terreno dello strato

**2002-2015 Soft.Lab**

$\gamma_{\text{Sat}}$	Peso specifico del terreno saturo dello strato
$r_p$	Resistenza alla punta CPT
$k_{rp}$	Coefficiente di correlazione tra il modulo elastico e la resistenza alla punta

Il metodo assume che il modulo elastico E del terreno sia correlabile alla resistenza alla punta di prove CPT secondo una relazione del tipo  $E_{cd} = k_{rp} r_p$

**Travata 1-10**

La fondazione è composta da elementi rettangolari:

Falda assente

Geometria fondazione e carichi applicati

Tratto	B[m]	L[m]
1	0.70	2.85
2	0.70	2.85
3	0.70	2.85

Carico	Xq [m]	Lq [m]	Eq [m]	Qv1 [kg/m]	Qv2 [kg/m]	Qh1 [kg/m]	Qh2 [kg/m]
1	0.00	2.85	0.00	375.00	375.00	-0.00	0.00
2	0.00	2.85	0.00	375.00	375.00	-0.00	0.00
3	0.00	2.85	0.00	375.00	375.00	-0.00	0.00

Forza	XF [m]	EF [m]	Fv [kg]	Fh [kg]
1	0.34	0.00	36	125
2	1.41	0.00	-44	416
3	5.88	0.00	441	403
4	7.85	0.00	246	125

D	0.20 [m]
$\varepsilon$	0.00 [°]
$\omega$	0.00 [°]
$\phi$	25.00 [°]
c	0.00 [kg/cmq]
G	8.46 [kg/cmq]
$\gamma_1$	1.75 [t/mc]
$\gamma$	1.75 [t/mc]

Carico limite

La fondazione data è equivalente ad una fondazione rettangolare di dimensioni B=0.70 [m] ed L=7.74 [m]

$N_q$	$N_c$	$N_\gamma$
10.662	20.721	10.880
$\alpha_q$	$\alpha_c$	$\alpha_\gamma$
1.000	1.000	1.000
$\beta_q$	$\beta_c$	$\beta_\gamma$
1.000	1.000	1.000
$\xi_q$	$\xi_c$	$\xi_\gamma$
0.539	0.492	0.391
$\Psi_q$	$\Psi_c$	$\Psi_\gamma$
1.000	1.000	1.000
$\zeta_q$	$\zeta_c$	$\zeta_\gamma$
1.042	1.047	0.964
zq	zc	zg
1.000	1.000	1.000

**2002-2015 Soft.Lab**

$N'_q$	$N'_c$	$N'_\gamma$
5.994	10.664	4.100

Indice di rigidezza critico  $I_{r_{crit}} = 83.340$

Indice di rigidezza  $I_r = 188.390$

$V = 3885$  [kg]

$H = 1069$  [kg]

$eb = 0.00$  [m]

$el = 0.41$  [m]

$Q_{lim} = 5.994 * 0.04$  [kg/cmq] +  $4.100 * 1.75$  [t/mc] \*  $0.70$  [m] /  $2 = 0.46$  [kg/cmq]

$Q_d = 0.20$  [kg/cmq]

$\eta_{vd} = 2.300$

$H_{lim} = 1812$  [kg]

$H_d = 1647$  [kg]

$\eta_{hd} = 1.100$

$V = 3885$  [kg] <=  $V_d = 10856$  [kg]

$H = 1069$  [kg] <=  $H_d = 1647$  [kg]

**VERIFICATO**

**VERIFICATO**

Tensioni indotte sul terreno:

Le tensioni sono riferite ai vertici dei tratti della fondazione posti in un riferimento XY con X coincidente con l'asse dei tratti ed origine nel primo tratto. I tratti sono considerati consecutivamente uno dopo l'altro in direzione X

X[m]	Y[m]	$\sigma$ [kg/cmq]
0.00	0.35	0.05
2.85	0.35	0.06
5.70	0.35	0.07
8.55	0.35	0.08
0.00	-0.35	0.05
2.85	-0.35	0.06
5.70	-0.35	0.07
8.55	-0.35	0.08

**Travata 2-6**

La fondazione è composta da elementi rettangolari:

Falda assente

Geometria fondazione e carichi applicati

Tratto	B[m]	L[m]
1	0.70	2.85
2	0.70	2.85
3	0.70	2.85

Carico	$X_q$ [m]	$L_q$ [m]	$E_q$ [m]	$Q_{v1}$ [kg/m]	$Q_{v2}$ [kg/m]	$Q_{h1}$ [kg/m]	$Q_{h2}$ [kg/m]
1	0.00	2.85	0.00	487.50	487.50	-0.00	0.00
2	0.00	2.85	0.00	487.50	487.50	-0.00	0.00
3	0.00	2.85	0.00	487.50	487.50	-0.00	0.00

Forza	XF [m]	EF [m]	Fv [kg]	Fh [kg]
1	0.60	0.00	142	144
2	3.37	0.00	252	459
3	5.80	0.00	1045	473
4	7.84	0.00	497	141

D 0.20 [m]

$\varepsilon$  0.00 [°]

$\omega$  0.00 [°]

$\phi$	25.00 [°]
c	0.00 [kg/cmq]
G	8.46 [kg/cmq]
$\gamma_1$	1.75 [t/mc]
$\gamma$	1.75 [t/mc]

Carico limite

La fondazione data è equivalente ad una fondazione rettangolare di dimensioni B=0.70 [m] ed L=7.69 [m]

$N_q$	$N_c$	$N_\gamma$
10.662	20.721	10.880
$\alpha_q$	$\alpha_c$	$\alpha_\gamma$
1.000	1.000	1.000
$\beta_q$	$\beta_c$	$\beta_\gamma$
1.000	1.000	1.000
$\xi_q$	$\xi_c$	$\xi_\gamma$
0.653	0.617	0.523
$\Psi_q$	$\Psi_c$	$\Psi_\gamma$
1.000	1.000	1.000
$\zeta_q$	$\zeta_c$	$\zeta_\gamma$
1.042	1.047	0.964
zq	zc	zg
1.000	1.000	1.000
$N'_q$	$N'_c$	$N'_\gamma$
7.257	13.383	5.480

Indice di rigidità critico  $Ir_{crit} = 83.308$

Indice di rigidità  $Ir = 188.390$

V = 6105 [kg]

H = 1217 [kg]

eb = 0.00 [m]

el = 0.43 [m]

$Q_{lim} = 7.257 * 0.04 [kg/cmq] + 5.480 * 1.75 [t/mc] * 0.70 [m] / 2 = 0.59 [kg/cmq]$

Qd = 0.26 [kg/cmq]

$\eta_{vd} = 2.300$

Hlim = 2847 [kg]

Hd = 2588 [kg]

$\eta_{hd} = 1.100$

V=6105 [kg] <= Vd=13807 [kg]

H=1217 [kg] <= Hd=2588 [kg]

**VERIFICATO**

**VERIFICATO**

Tensioni indotte sul terreno:

Le tensioni sono riferite ai vertici dei tratti della fondazione posti in un riferimento XY con X coincidente con l'asse dei tratti ed origine nel primo tratto. I tratti sono considerati consecutivamente uno dopo l'altro in direzione X

X[m]	Y[m]	$\sigma [kg/cmq]$
0.00	0.35	0.07
2.85	0.35	0.09
5.70	0.35	0.11
8.55	0.35	0.13
0.00	-0.35	0.07
2.85	-0.35	0.09
5.70	-0.35	0.11
8.55	-0.35	0.13

**Riepilogo risultati del calcolo**

Elm.	Cmb	V [kg]	Vd [kg]	CsV (>2.30)	H [kg]	Hd [kg]	CsH (>1.10)	Qd [kg/cmq]	qe [kg/cmq]	w [mm]
1	2	7348	26854	8.41	0	3115	>100	0.45		
	3	7175	19885	6.37	723	3042	4.63	0.34		
	4	6267	26854	9.86	0	2657	>100	0.45		
	5	6095	19096	7.21	689	2584	4.12	0.33		
	6	5558	14321	5.93	1108	2356	2.34	0.26		
	7	5846	26854	10.57	0	2478	>100	0.45		
	8	5673	18689	7.58	679	2405	3.90	0.32		
	9	5846	26854	10.57	0	2478	>100	0.45		
	10	3885	10856	6.43	1069	1647	1.69	0.20		
	11	4173	26854	14.80	0	1769	>100	0.45		
	(12+13)-I-1	3909	24866	14.63	33	1657	55.43	0.42		
	(12+13)-I-2	3909	24700	14.53	33	1657	55.40	0.42		
	(12+13)-I-3	4436	24740	12.83	37	1880	55.42	0.42		
	(12+13)-I-4	4436	24886	12.90	37	1880	55.45	0.42		
	(12+13)-II-1	4093	23059	12.96	115	1735	16.63	0.40		
	(12+13)-II-2	4093	23014	12.93	115	1735	16.63	0.40		
	(12+13)-II-3	4252	23043	12.47	119	1802	16.63	0.40		
	(12+13)-II-4	4252	23087	12.49	119	1802	16.63	0.40		
	(12+13)-III-1	3909	24809	14.60	33	1657	55.43	0.42		
	(12+13)-III-2	3909	24643	14.50	33	1657	55.39	0.42		
	(12+13)-III-3	4436	24690	12.80	37	1880	55.42	0.42		
	(12+13)-III-4	4436	24836	12.88	37	1880	55.45	0.42		
	(12+13)-IV-1	4093	22888	12.86	115	1735	16.63	0.40		
	(12+13)-IV-2	4093	22843	12.83	115	1735	16.63	0.40		
	(12+13)-IV-3	4252	22879	12.38	119	1802	16.63	0.40		
	(12+13)-IV-4	4252	22922	12.40	119	1802	16.63	0.40		
	(12+13)-V-1	3909	24700	14.53	33	1657	55.40	0.42		
	(12+13)-V-2	3909	24866	14.63	33	1657	55.43	0.42		
	(12+13)-V-3	4436	24886	12.90	37	1880	55.45	0.42		
	(12+13)-V-4	4436	24740	12.83	37	1880	55.42	0.42		
	(12+13)-VI-1	4093	23014	12.93	115	1735	16.63	0.40		
	(12+13)-VI-2	4093	23059	12.96	115	1735	16.63	0.40		
	(12+13)-VI-3	4252	23087	12.49	119	1802	16.63	0.40		
	(12+13)-VI-4	4252	23043	12.47	119	1802	16.63	0.40		
	(12+13)-VII-1	3909	24643	14.50	33	1657	55.39	0.42		
	(12+13)-VII-2	3909	24809	14.60	33	1657	55.43	0.42		
	(12+13)-VII-3	4436	24836	12.88	37	1880	55.45	0.42		
	(12+13)-VII-4	4436	24690	12.80	37	1880	55.42	0.42		
	(12+13)-VIII-1	4093	22843	12.83	115	1735	16.63	0.40		
	(12+13)-VIII-2	4093	22888	12.86	115	1735	16.63	0.40		
	(12+13)-VIII-3	4252	22922	12.40	119	1802	16.63	0.40		
	(12+13)-VIII-4	4252	22879	12.38	119	1802	16.63	0.40		
2	2	7336	26854	8.42	0	3110	>100	0.45		
	3	7472	19510	6.01	753	3168	4.63	0.34		
	4	6364	26854	9.71	0	2698	>100	0.45		
	5	6500	18698	6.62	735	2756	4.12	0.33		
	6	6105	13807	5.20	1217	2588	2.34	0.26		
	7	5878	26854	10.51	0	2492	>100	0.45		
	8	6014	18262	6.98	720	2549	3.90	0.32		
	9	5878	26854	10.51	0	2492	>100	0.45		
	10	4374	10329	5.43	1204	1854	1.69	0.20		
	11	4148	26854	14.89	0	1758	>100	0.45		
	(12+13)-I-1	4452	24714	12.77	37	1887	55.43	0.42		

Elm.	Cmb	V [kg]	Vd [kg]	CsV (>2.30)	H [kg]	Hd [kg]	CsH (>1.10)	Qd [kg/cmq ]	qe [kg/cmq ]	w [mm]
	(12+13)-I-2	4452	24842	12.83	37	1887	55.40	0.42		
	(12+13)-I-3	3843	24811	14.85	32	1629	55.42	0.42		
	(12+13)-I-4	3843	24663	14.76	32	1629	55.45	0.42		
	(12+13)-II-1	4239	22924	12.44	119	1797	16.63	0.40		
	(12+13)-II-2	4239	22963	12.46	119	1797	16.63	0.40		
	(12+13)-II-3	4056	22925	13.00	114	1720	16.63	0.40		
	(12+13)-II-4	4056	22885	12.98	114	1720	16.63	0.40		
	(12+13)-III-1	4452	24763	12.79	37	1887	55.43	0.42		
	(12+13)-III-2	4452	24891	12.86	37	1887	55.39	0.42		
	(12+13)-III-3	3843	24868	14.88	32	1629	55.42	0.42		
	(12+13)-III-4	3843	24720	14.79	32	1629	55.45	0.42		
	(12+13)-IV-1	4239	23087	12.53	119	1797	16.63	0.40		
	(12+13)-IV-2	4239	23125	12.55	119	1797	16.63	0.40		
	(12+13)-IV-3	4056	23095	13.10	114	1720	16.63	0.40		
	(12+13)-IV-4	4056	23055	13.07	114	1720	16.63	0.40		
	(12+13)-V-1	4452	24842	12.83	37	1887	55.40	0.42		
	(12+13)-V-2	4452	24714	12.77	37	1887	55.43	0.42		
	(12+13)-V-3	3843	24663	14.76	32	1629	55.45	0.42		
	(12+13)-V-4	3843	24811	14.85	32	1629	55.42	0.42		
	(12+13)-VI-1	4239	22963	12.46	119	1797	16.63	0.40		
	(12+13)-VI-2	4239	22924	12.44	119	1797	16.63	0.40		
	(12+13)-VI-3	4056	22885	12.98	114	1720	16.63	0.40		
	(12+13)-VI-4	4056	22925	13.00	114	1720	16.63	0.40		
	(12+13)-VII-1	4452	24891	12.86	37	1887	55.39	0.42		
	(12+13)-VII-2	4452	24763	12.79	37	1887	55.43	0.42		
	(12+13)-VII-3	3843	24720	14.79	32	1629	55.45	0.42		
	(12+13)-VII-4	3843	24868	14.88	32	1629	55.42	0.42		
	(12+13)-VIII-1	4239	23125	12.55	119	1797	16.63	0.40		
	(12+13)-VIII-2	4239	23087	12.53	119	1797	16.63	0.40		
	(12+13)-VIII-3	4056	23055	13.07	114	1720	16.63	0.40		
	(12+13)-VIII-4	4056	23095	13.10	114	1720	16.63	0.40		
3	2	3473	16082	10.65	11	1472	>100	0.44		
	3	3604	15724	10.03	56	1528	29.75	0.43		
	4	3214	16035	11.48	23	1362	65.49	0.44		
	5	3345	15385	10.58	71	1418	22.04	0.42		
	6	3315	14937	10.36	95	1405	16.35	0.42		
	7	3096	16156	12.00	12	1312	>100	0.44		
	8	3227	15488	11.04	60	1368	25.04	0.43		
	9	3096	16156	12.00	12	1312	>100	0.44		
	10	2510	14599	13.38	86	1064	13.64	0.41		
	11	2291	16292	16.36	0	971	>100	0.45		
	(12+13)-I-1	2292	14217	14.27	73	971	14.61	0.39		
	(12+13)-I-2	2273	14220	14.39	73	963	14.61	0.39		
	(12+13)-I-3	2309	14013	13.96	74	979	14.62	0.39		
	(12+13)-I-4	2290	14005	14.07	73	971	14.62	0.39		
	(12+13)-II-1	2320	15277	15.15	22	983	48.71	0.42		
	(12+13)-II-2	2257	15261	15.55	22	957	48.71	0.42		
	(12+13)-II-3	2325	15072	14.91	22	986	48.71	0.42		
	(12+13)-II-4	2262	15051	15.30	22	959	48.71	0.42		
	(12+13)-III-1	2293	14231	14.27	73	972	14.61	0.39		
	(12+13)-III-2	2271	14206	14.38	72	963	14.61	0.39		
	(12+13)-III-3	2310	14000	13.94	74	979	14.62	0.39		
	(12+13)-III-4	2289	14019	14.09	73	970	14.62	0.39		
	(12+13)-IV-1	2324	15229	15.07	22	985	48.71	0.42		
	(12+13)-IV-2	2252	15245	15.57	22	955	48.71	0.42		
	(12+13)-IV-3	2330	15025	14.83	22	988	48.71	0.42		
	(12+13)-IV-4	2257	15100	15.39	22	957	48.71	0.42		

Elm.	Cmb	V [kg]	Vd [kg]	CsV (>2.30)	H [kg]	Hd [kg]	CsH (>1.10)	Qd [kg/cmq ]	qe [kg/cmq ]	w [mm]
	(12+13)-V-1	2290	14233	14.29	73	971	14.61	0.39		
	(12+13)-V-2	2272	14236	14.41	72	963	14.61	0.39		
	(12+13)-V-3	2310	14029	13.97	74	979	14.62	0.39		
	(12+13)-V-4	2291	14022	14.08	73	971	14.62	0.39		
	(12+13)-VI-1	2319	15272	15.14	22	983	48.71	0.42		
	(12+13)-VI-2	2256	15256	15.55	22	957	48.71	0.42		
	(12+13)-VI-3	2325	15077	14.91	22	986	48.71	0.42		
	(12+13)-VI-4	2262	15056	15.31	22	959	48.71	0.42		
	(12+13)-VII-1	2292	14247	14.30	73	972	14.61	0.39		
	(12+13)-VII-2	2270	14222	14.41	72	962	14.61	0.39		
	(12+13)-VII-3	2312	14016	13.95	74	980	14.62	0.39		
	(12+13)-VII-4	2290	14035	14.10	73	971	14.62	0.39		
	(12+13)-VIII-1	2324	15224	15.07	22	985	48.71	0.42		
	(12+13)-VIII-2	2252	15250	15.58	22	955	48.71	0.42		
	(12+13)-VIII-3	2330	15030	14.84	22	988	48.71	0.42		
	(12+13)-VIII-4	2258	15105	15.39	22	957	48.71	0.42		
4	2	3341	16106	11.09	11	1416	>100	0.44		
	3	3593	15509	9.93	56	1523	29.75	0.43		
	4	3079	16109	12.03	22	1305	65.49	0.44		
	5	3332	15117	10.44	70	1412	22.04	0.42		
	6	3378	14586	9.93	96	1432	16.35	0.42		
	7	2957	16196	12.60	11	1254	>100	0.44		
	8	3210	15240	10.92	60	1361	25.04	0.43		
	9	2957	16196	12.60	11	1254	>100	0.44		
	10	2601	14198	12.55	89	1103	13.64	0.41		
	11	2181	16295	17.19	0	924	>100	0.45		
	(12+13)-I-1	2208	14387	14.99	70	936	14.61	0.39		
	(12+13)-I-2	2129	14404	15.56	68	903	14.61	0.39		
	(12+13)-I-3	2232	14205	14.64	71	946	14.62	0.39		
	(12+13)-I-4	2154	14177	15.14	69	913	14.62	0.39		
	(12+13)-II-1	2308	15250	15.20	22	978	48.71	0.42		
	(12+13)-II-2	2046	15176	17.06	20	867	48.71	0.42		
	(12+13)-II-3	2315	15161	15.06	22	981	48.71	0.42		
	(12+13)-II-4	2053	15077	16.89	20	871	48.71	0.42		
	(12+13)-III-1	2207	14422	15.03	70	936	14.61	0.39		
	(12+13)-III-2	2129	14368	15.52	68	903	14.61	0.39		
	(12+13)-III-3	2232	14170	14.60	71	946	14.62	0.39		
	(12+13)-III-4	2154	14213	15.18	69	913	14.62	0.39		
	(12+13)-IV-1	2307	15133	15.09	22	978	48.71	0.42		
	(12+13)-IV-2	2047	15248	17.13	20	868	48.71	0.42		
	(12+13)-IV-3	2314	15045	14.95	22	981	48.71	0.42		
	(12+13)-IV-4	2054	15208	17.03	20	871	48.71	0.42		
	(12+13)-V-1	2206	14340	14.95	70	935	14.61	0.39		
	(12+13)-V-2	2127	14317	15.48	68	902	14.61	0.39		
	(12+13)-V-3	2234	14356	14.78	71	947	14.62	0.39		
	(12+13)-V-4	2155	14334	15.30	69	914	14.62	0.39		
	(12+13)-VI-1	2307	15203	15.16	22	978	48.71	0.42		
	(12+13)-VI-2	2046	15124	17.00	20	867	48.71	0.42		
	(12+13)-VI-3	2316	15208	15.10	22	982	48.71	0.42		
	(12+13)-VI-4	2054	15129	16.94	20	871	48.71	0.42		
	(12+13)-VII-1	2206	14305	14.92	70	935	14.61	0.39		
	(12+13)-VII-2	2128	14353	15.52	68	902	14.61	0.39		
	(12+13)-VII-3	2234	14321	14.75	71	947	14.62	0.39		
	(12+13)-VII-4	2156	14369	15.33	69	914	14.62	0.39		
	(12+13)-VIII-1	2307	15086	15.04	22	978	48.71	0.42		
	(12+13)-VIII-2	2046	15256	17.15	20	867	48.71	0.42		
	(12+13)-VIII-3	2315	15091	14.99	22	981	48.71	0.42		

Elm.	Cmb	V [kg]	Vd [kg]	CsV (>2.30)	H [kg]	Hd [kg]	CsH (>1.10)	Qd [kg/cmq]	qe [kg/cmq]	w [mm]
	(12+13)-VIII-4	2055	15261	17.08	20	871	48.71	0.42		
5	2	3341	16106	11.09	11	1416	>100	0.44		
	3	3113	15755	11.64	49	1319	29.75	0.43		
	4	3079	16109	12.03	22	1305	65.49	0.44		
	5	2851	15404	12.43	60	1209	22.04	0.42		
	6	2577	15028	13.41	74	1092	16.35	0.42		
	7	2957	16196	12.60	11	1254	>100	0.44		
	8	2729	15547	13.10	51	1157	25.04	0.43		
	9	2957	16196	12.60	11	1254	>100	0.44		
	10	1800	14742	18.83	62	763	13.64	0.41		
	11	2181	16295	17.19	0	924	>100	0.45		
	(12+13)-I-1	2127	14317	15.48	68	902	14.61	0.39		
	(12+13)-I-2	2206	14340	14.95	70	935	14.61	0.39		
	(12+13)-I-3	2155	14334	15.30	69	914	14.62	0.39		
	(12+13)-I-4	2234	14356	14.78	71	947	14.62	0.39		
	(12+13)-II-1	2046	15124	17.00	20	867	48.71	0.42		
	(12+13)-II-2	2307	15203	15.16	22	978	48.71	0.42		
	(12+13)-II-3	2054	15129	16.94	20	871	48.71	0.42		
	(12+13)-II-4	2316	15208	15.10	22	982	48.71	0.42		
	(12+13)-III-1	2128	14353	15.52	68	902	14.61	0.39		
	(12+13)-III-2	2206	14305	14.92	70	935	14.61	0.39		
	(12+13)-III-3	2156	14369	15.33	69	914	14.62	0.39		
	(12+13)-III-4	2234	14321	14.75	71	947	14.62	0.39		
	(12+13)-IV-1	2046	15256	17.15	20	867	48.71	0.42		
	(12+13)-IV-2	2307	15086	15.04	22	978	48.71	0.42		
	(12+13)-IV-3	2055	15261	17.08	20	871	48.71	0.42		
	(12+13)-IV-4	2315	15091	14.99	22	981	48.71	0.42		
	(12+13)-V-1	2129	14404	15.56	68	903	14.61	0.39		
	(12+13)-V-2	2208	14387	14.99	70	936	14.61	0.39		
	(12+13)-V-3	2154	14177	15.14	69	913	14.62	0.39		
	(12+13)-V-4	2232	14205	14.64	71	946	14.62	0.39		
	(12+13)-VI-1	2046	15176	17.06	20	867	48.71	0.42		
	(12+13)-VI-2	2308	15250	15.20	22	978	48.71	0.42		
	(12+13)-VI-3	2053	15077	16.89	20	871	48.71	0.42		
	(12+13)-VI-4	2315	15161	15.06	22	981	48.71	0.42		
	(12+13)-VII-1	2129	14368	15.52	68	903	14.61	0.39		
	(12+13)-VII-2	2207	14422	15.03	70	936	14.61	0.39		
	(12+13)-VII-3	2154	14213	15.18	69	913	14.62	0.39		
	(12+13)-VII-4	2232	14170	14.60	71	946	14.62	0.39		
	(12+13)-VIII-1	2047	15248	17.13	20	868	48.71	0.42		
	(12+13)-VIII-2	2307	15133	15.09	22	978	48.71	0.42		
	(12+13)-VIII-3	2054	15208	17.03	20	871	48.71	0.42		
	(12+13)-VIII-4	2314	15045	14.95	22	981	48.71	0.42		
6	2	3473	16082	10.65	11	1472	>100	0.44		
	3	3353	15666	10.74	53	1422	29.75	0.43		
	4	3214	16035	11.48	23	1362	65.49	0.44		
	5	3095	15554	11.56	65	1312	22.04	0.42		
	6	2897	15210	12.07	83	1228	16.35	0.42		
	7	3096	16156	12.00	12	1312	>100	0.44		
	8	2977	15657	12.10	55	1262	25.04	0.43		
	9	3096	16156	12.00	12	1312	>100	0.44		
	10	2092	14947	16.43	71	887	13.64	0.41		
	11	2291	16292	16.36	0	971	>100	0.45		
	(12+13)-I-1	2272	14236	14.41	72	963	14.61	0.39		
	(12+13)-I-2	2290	14233	14.29	73	971	14.61	0.39		
	(12+13)-I-3	2291	14022	14.08	73	971	14.62	0.39		
	(12+13)-I-4	2310	14029	13.97	74	979	14.62	0.39		

Elm.	Cmb	V [kg]	Vd [kg]	CsV (>2.30)	H [kg]	Hd [kg]	CsH (>1.10)	Qd [kg/cmq]	qe [kg/cmq]	w [mm]
	(12+13)-II-1	2256	15256	15.55	22	957	48.71	0.42		
	(12+13)-II-2	2319	15272	15.14	22	983	48.71	0.42		
	(12+13)-II-3	2262	15056	15.31	22	959	48.71	0.42		
	(12+13)-II-4	2325	15077	14.91	22	986	48.71	0.42		
	(12+13)-III-1	2270	14222	14.41	72	962	14.61	0.39		
	(12+13)-III-2	2292	14247	14.30	73	972	14.61	0.39		
	(12+13)-III-3	2290	14035	14.10	73	971	14.62	0.39		
	(12+13)-III-4	2312	14016	13.95	74	980	14.62	0.39		
	(12+13)-IV-1	2252	15250	15.58	22	955	48.71	0.42		
	(12+13)-IV-2	2324	15224	15.07	22	985	48.71	0.42		
	(12+13)-IV-3	2258	15105	15.39	22	957	48.71	0.42		
	(12+13)-IV-4	2330	15030	14.84	22	988	48.71	0.42		
	(12+13)-V-1	2273	14220	14.39	73	963	14.61	0.39		
	(12+13)-V-2	2292	14217	14.27	73	971	14.61	0.39		
	(12+13)-V-3	2290	14005	14.07	73	971	14.62	0.39		
	(12+13)-V-4	2309	14013	13.96	74	979	14.62	0.39		
	(12+13)-VI-1	2257	15261	15.55	22	957	48.71	0.42		
	(12+13)-VI-2	2320	15277	15.15	22	983	48.71	0.42		
	(12+13)-VI-3	2262	15051	15.30	22	959	48.71	0.42		
	(12+13)-VI-4	2325	15072	14.91	22	986	48.71	0.42		
	(12+13)-VII-1	2271	14206	14.38	72	963	14.61	0.39		
	(12+13)-VII-2	2293	14231	14.27	73	972	14.61	0.39		
	(12+13)-VII-3	2289	14019	14.09	73	970	14.62	0.39		
	(12+13)-VII-4	2310	14000	13.94	74	979	14.62	0.39		
	(12+13)-VIII-1	2252	15245	15.57	22	955	48.71	0.42		
	(12+13)-VIII-2	2324	15229	15.07	22	985	48.71	0.42		
	(12+13)-VIII-3	2257	15100	15.39	22	957	48.71	0.42		
	(12+13)-VIII-4	2330	15025	14.83	22	988	48.71	0.42		
	Minimi coeff. sic.									
2	6			5.20						
1	10						1.69			

Wmax=0, Wmin=0

**Verifica a scorrimento globale delle fondazione**

Comb. = Combinazione di verifica

N[kg] = Sforzo normale

Hd[kg] = Azione orizzontale depurata dalle azioni assorbite da pali e plinti su pali

R[kg] = Resistenza allo scorrimento  $R = Area \cdot c + N \cdot \tan(\phi)$

CS = R/Hd

CSd = Coefficiente di sicurezza di progetto

Area delle strutture di fondazione a contatto con il terreno **A=26.6700 m<sup>2</sup>**

Comb.	N kg	Hd kg	R kg	CS.	CSd	ver
2	28311	90	13202	147.05	1.10	Si
3	28311	2886	13201	4.58	1.10	Si
4	25218	180	11759	65.49	1.10	Si
5	25218	2901	11759	4.05	1.10	Si
6	23830	4800	11112	2.31	1.10	Si
7	23830	90	11112	123.78	1.10	Si
8	23830	2886	11112	3.85	1.10	Si
9	23830	90	11112	123.78	1.10	Si
10	17263	4788	8050	1.68	1.10	Si
11	17263	0	8050	--	1.10	Si
(12+13)-I-1	17259	570	8048	14.13	1.10	Si

## 2002-2015 Soft.Lab

Comb.	N	Hd	R	CS.	CSd	ver
(12+13)-I-2	17259	570	8048	14.13	1.10	Si
(12+13)-I-3	17267	570	8052	14.13	1.10	Si
(12+13)-I-4	17267	570	8052	14.13	1.10	Si
(12+13)-II-1	17262	512	8049	15.74	1.10	Si
(12+13)-II-2	17262	512	8049	15.73	1.10	Si
(12+13)-II-3	17264	512	8050	15.74	1.10	Si
(12+13)-II-4	17264	512	8050	15.74	1.10	Si
(12+13)-III-1	17259	570	8048	14.13	1.10	Si
(12+13)-III-2	17259	570	8048	14.13	1.10	Si
(12+13)-III-3	17267	570	8052	14.13	1.10	Si
(12+13)-III-4	17267	570	8052	14.13	1.10	Si
(12+13)-IV-1	17262	512	8049	15.73	1.10	Si
(12+13)-IV-2	17262	512	8049	15.73	1.10	Si
(12+13)-IV-3	17264	512	8050	15.74	1.10	Si
(12+13)-IV-4	17264	512	8050	15.74	1.10	Si
(12+13)-V-1	17259	570	8048	14.13	1.10	Si
(12+13)-V-2	17259	570	8048	14.13	1.10	Si
(12+13)-V-3	17267	570	8052	14.13	1.10	Si
(12+13)-V-4	17267	570	8052	14.13	1.10	Si
(12+13)-VI-1	17262	512	8049	15.73	1.10	Si
(12+13)-VI-2	17262	512	8049	15.74	1.10	Si
(12+13)-VI-3	17264	512	8050	15.74	1.10	Si
(12+13)-VI-4	17264	512	8050	15.74	1.10	Si
(12+13)-VII-1	17259	570	8048	14.13	1.10	Si
(12+13)-VII-2	17259	570	8048	14.13	1.10	Si
(12+13)-VII-3	17267	570	8052	14.13	1.10	Si
(12+13)-VII-4	17267	570	8052	14.13	1.10	Si
(12+13)-VIII-1	17262	512	8049	15.73	1.10	Si
(12+13)-VIII-2	17262	512	8049	15.73	1.10	Si
(12+13)-VIII-3	17264	512	8050	15.74	1.10	Si
(12+13)-VIII-4	17264	512	8050	15.74	1.10	Si