

# Comune di Stella

Provincia di Savona

PROGETTAZIONE DEFINITIVA/ESECUTIVA PASSERELLA  
PEDONALE A SERVIZIO DEL POLO SCOLASTICO S.  
GIOVANNI

Committente

**Comune di Stella**

Loc. Roviato Superiore 3  
17040 Stella (SV)

Progettista

Ing. Roberto Desalvo  
corso Italia 22/6  
17100 Savona

Collaborazione

Ing. Forella Andrea  
Ing. Parodi Paola  
Ing. Tondelli Fabio  
Ing. Musso Marco

## **RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURE E FONDAZIONI**

Emesso	R. Desalvo	Verificato	R. Desalvo	Approvato	R. Desalvo	Revisione	
Data	mag 2019	Data	mag 2019	Data	mag 2019		

## 1 PREMESSA

Il sottoscritto Ing. Desalvo Roberto, amministratore unico e direttore tecnico della StAigeS Ingegneria s.r.l., con sede in Savona Corso Italia n. 22/6, su incarico del Comune di Stella Settore Lavori Pubblici e Servizi Tecnici, redige il presente documento "Relazione di calcolo strutture e fondazioni" inerente il progetto definitivo-esecutivo finalizzato alla realizzazione di una nuova passerella pedonale a servizio del polo scolastico S. Giovanni.

## 2 IMPALCATO DELLA PASSERELLA

L'opera è stata modellata adottando il software di calcolo Mastersap 2018: il programma esegue l'analisi agli elementi finiti di telai nello spazio, consentendo di calcolare lo stato tenso-deformativo di strutture di forma qualsiasi.

Nel caso analizzato, la struttura della passerella è stata modellata mediante la creazione di un telaio tridimensionale composto da travi e pilastri (Figura 1).

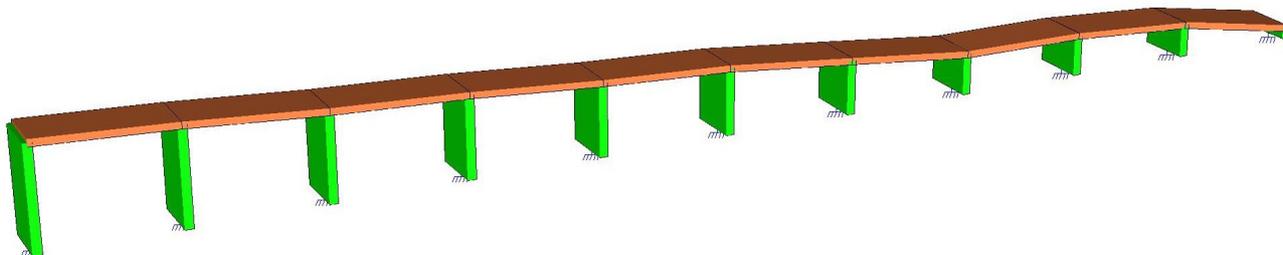


Figura 1: Telaio tridimensionale adottato

Il telaio è stato calcolato nella configurazione di calcolo di analisi dinamica. Il programma consente di importare automaticamente i dati relativi alle sollecitazioni sismiche nonché i codici di carico previsti dalla normativa vigente (NTC2018).

I carichi adottati sono i seguenti:

- Azione della neve in zona mediterranea II;
- Categoria C2, Balconi;

Emesso	R. Desalvo	Verificato	R. Desalvo	Approvato	R. Desalvo	Revisione	
Data	mag 2019	Data	mag 2019	Data	mag 2019		

- Permanente portato, relativamente al cordolo e al corrimano

Nella configurazione adottata, la deformata elastica è la seguente:

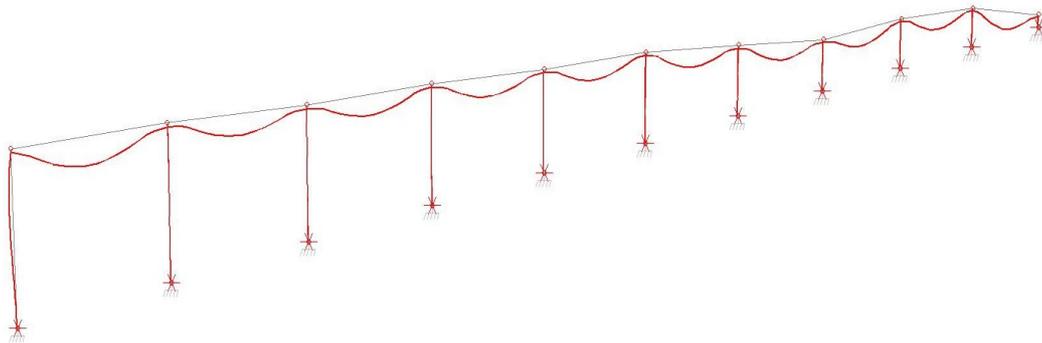


Figura 2: Deformata elastica

Emesso	R. Desalvo	Verificato	R. Desalvo	Approvato	R. Desalvo	Revisione	
Data	mag 2019	Data	mag 2019	Data	mag 2019		

Progetto n.							Pag. N°	4 di 33
Committente	Comune di Stella							
Titolo Progetto	Progetto definitivo-esecutivo							
Documento	Relazione di calcolo strutture e fondazioni							

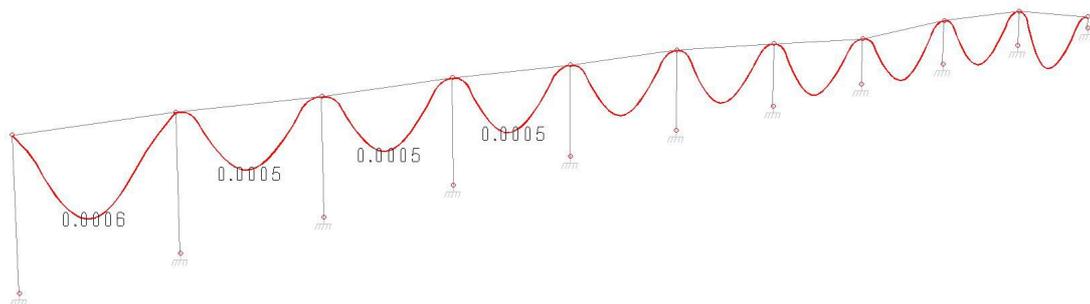


Figura 3: Frecce

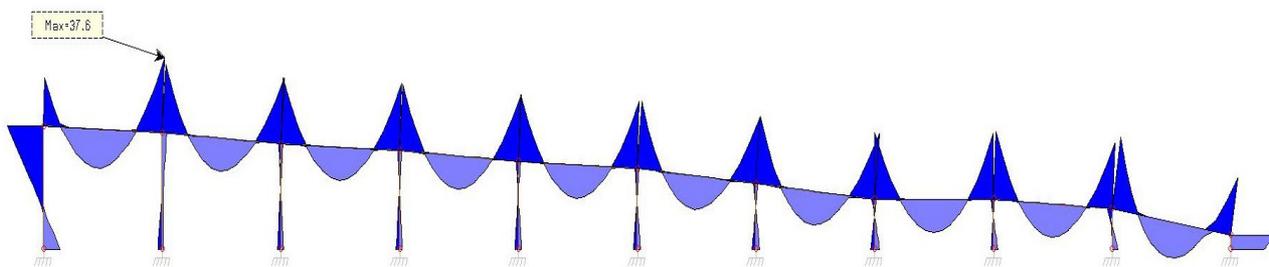


Figura 4: Diagramma di momento

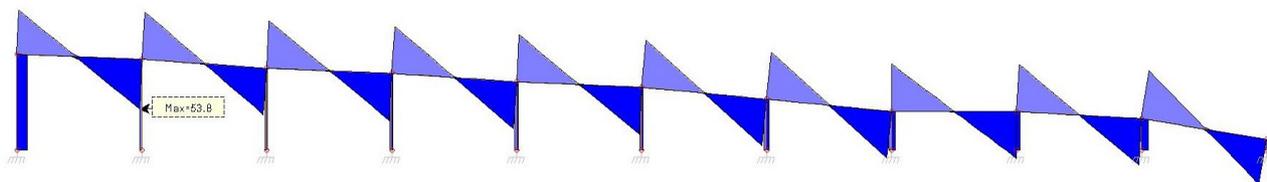


Figura 5: Diagramma di taglio

Emesso	R. Desalvo	Verificato	R. Desalvo	Approvato	R. Desalvo	Revisione	
Data	mag 2019	Data	mag 2019	Data	mag 2019		

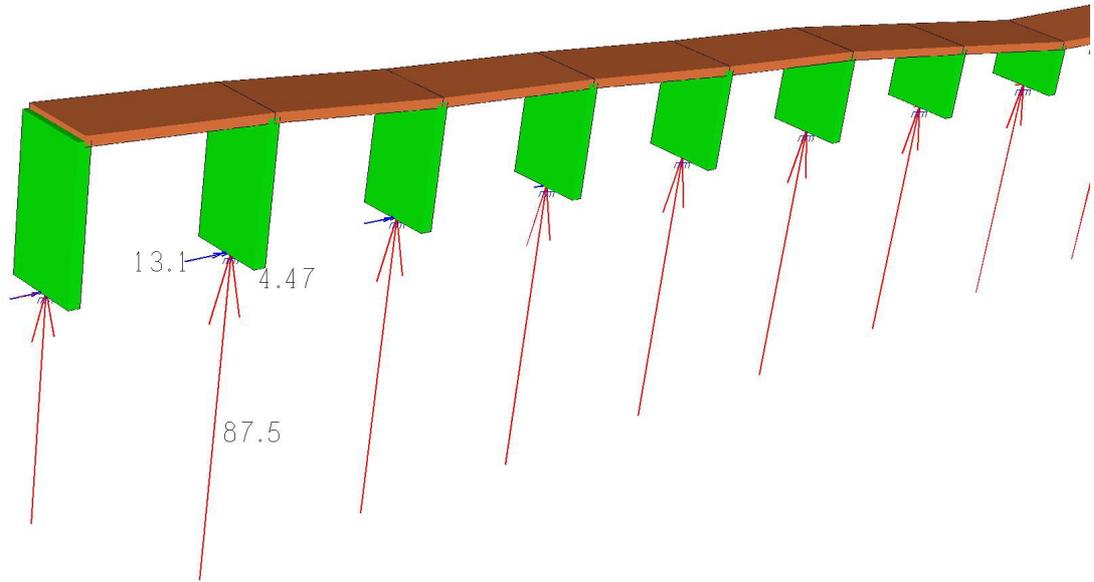


Figura 6: Reazioni vincolari elemento maggiormente caricato

Vengono di seguito riportati i listati di calcolo ottenuti dal programma.

## STAMPA DEI DATI DI PROGETTO

### INTESTAZIONE E DATI CARATTERISTICI DELLA STRUTTURA

Nome dell'archivio di lavoro	<b>Passerella Stella</b>
Intestazione del lavoro	<b>MasterSap</b>
Tipo di struttura	Nello Spazio
Tipo di analisi	Statica e Dinamica
Tipo di soluzione	Lineare
Unita' di misura delle forze	kN
Unita' di misura delle lunghezze	m
Normativa	NTC-2018

### NORMATIVA

Vita nominale costruzione	50 anni
Classe d'uso costruzione	II
Vita di riferimento	50 anni
Luogo	Stella - Località Roviato Inferiore 24
Longitudine (WGS84)	8.49434

Emesso	R. Desalvo	Verificato	R. Desalvo	Approvato	R. Desalvo	Revisione	
Data	mag 2019	Data	mag 2019	Data	mag 2019		

Progetto n.								Pag. N°	6 di 33
Committente	Comune di Stella								
Titolo Progetto	Progetto definitivo-esecutivo								
Documento	Relazione di calcolo strutture e fondazioni								

Latitudine (WGS84) 44.3957  
 Categoria del suolo A  
 Fattore topografico 1.2

#### PARAMETRI SISMICI

	TR	ag/g	FO	TC*	CC	Ss	Pga (ag/g*S)
SLO	30	0.019	2.59	0.16	1.00	1.00	0.023
SLD	50	0.024	2.55	0.19	1.00	1.00	0.029
SLV	475	0.052	2.63	0.30	1.00	1.00	0.062
SLC	975	0.064	2.75	0.32	1.00	1.00	0.077

TR utilizzato nel progetto 475 anni  
 Comportamento strutturale Dissipativo

#### STATO LIMITE ULTIMO

Coefficiente di smorzamento 5%  
 Eccentricita' accidentale 5%  
 Numero di frequenze 3

Fattore q di struttura per sisma orizzontale qor=3  
 Duttilita' Bassa Duttilita'  
 Periodo proprio T1 in direzione X 0.051  
 Periodo proprio T1 in direzione Y 0.027

#### PARAMETRI SISMICI

Angolo del sisma nel piano orizzontale 0  
 Sisma verticale Assente  
 Combinazione dei modi CQC  
 Combinazione componenti azioni sismiche NTC - Eurocodice 8  
 I 0.3  
 m 0.3

#### RIEPILOGO DELLE SEZIONI UTILIZZATE NEL MODELLO STRUTTURALE

##### SEZIONI RETTANGOLARI

Codice	Base	H
1	1.700	0.250
2	1.700	0.200

#### CARICHI PER ELEMENTI TRAVE, TRAVE DI FONDAZIONE E RETICOLARE

##### Carico distribuito riferimento globale V

Emesso	R. Desalvo	Verificato	R. Desalvo	Approvato	R. Desalvo	Revisione	
Data	mag 2019	Data	mag 2019	Data	mag 2019		

Progetto n.								Pag. N°	7 di 33
Committente	Comune di Varazze								
Titolo Progetto	Progetto definitivo-esecutivo								
Documento	Relazione di calcolo strutture e fondazioni								

Descrizione	Cod.	Cond. carico	Tipo Azione/categoria	Val. iniz.	Dist. iniz. nodo I	Val. finale	Dist.fin. nodo I	Aliq.iner z.	Aliq.iner z. SLD
Neve Zona II	1	Condizione 1	Variabile: Neve	-1.00028 0	0.000	-1.00028 0	0.000	0.0000	0.0000

**Carico distribuito con riferimento globale V, agente sulla lunghezza reale**

Descrizione	Cod.	Cond. carico	Tipo Azione/categoria	Val. iniz.	Dist.iniz. nodo I	Val. finale	Dist.fin. nodo I	Aliq.iner z.	Aliq.iner z. SLD
Permanente	2	Condizione 2	Permanente: Permanente portato	-1.25000 0	0.000	-1.25000 0	0.000	1.0000	1.0000
Categoria C2 - Balconi, sale convegni, cinema, teatri	3	Condizione 3	Variabile: Aree di acquisto e congresso	-4.00111 0	0.000	-4.00111 0	0.000	0.6000	0.6000

Emesso	R. Desalvo	Verificato	R. Desalvo	Approvato	R. Desalvo	Revisione	
Data	mag 2019	Data	mag 2019	Data	mag 2019		

Progetto n.								Pag. N°	8 di 33
Committente	Comune di Stella								
Titolo Progetto	Progetto definitivo-esecutivo								
Documento	Relazione di calcolo strutture e fondazioni								

## LISTA MATERIALI UTILIZZATI

Codice	Descrizione	Mod. elast.	Coef. Poisson	Peso unit.	Dil. term.	Aliq. inerz.	Rigid. taglio	Rigid. fless.
1	Calcestruzzo C25/30 (Rck 300)	+3.15e+007	0.120	24.52500	+1.00e-005	1.000	+1.00e+000	+1.00e+000

## GRUPPI ELEMENTO FINITO TRAVE - ELEMENTI CON CARICO APPLICATO

### GRUPPO NUMERO: 2- DESCRIZIONE: TRAVI

Asta	Carichi			
1	Codice carico	1	2	3
	Moltiplicatore	-1.7000	-1.0000	-1.7000
2	Codice carico	1	2	3
	Moltiplicatore	-1.7000	-1.0000	-1.7000
3	Codice carico	1	2	3
	Moltiplicatore	-1.7000	-1.0000	-1.7000
4	Codice carico	1	2	3
	Moltiplicatore	-1.7000	-1.0000	-1.7000
5	Codice carico	1	2	3
	Moltiplicatore	-1.7000	-1.0000	-1.7000
6	Codice carico	1	2	3
	Moltiplicatore	-1.7000	-1.0000	-1.7000
7	Codice carico	1	2	3
	Moltiplicatore	-1.7000	-1.0000	-1.7000
8	Codice carico	1	2	3
	Moltiplicatore	-1.7000	-1.0000	-1.7000
9	Codice carico	1	2	3
	Moltiplicatore	-1.7000	-1.0000	-1.7000
10	Codice carico	1	2	3
	Moltiplicatore	-1.7000	-1.0000	-1.7000

Emesso	R. Desalvo	Verificato	R. Desalvo	Approvato	R. Desalvo	Revisione	
Data	mag 2019	Data	mag 2019	Data	mag 2019		

Progetto n.							Pag. N°	9 di 33
Committente	Comune di Varazze							
Titolo Progetto	Progetto definitivo-esecutivo							
Documento	Relazione di calcolo strutture e fondazioni							

## SPOSTAMENTI/ROTAZIONI NODI NON BLOCCATI

### COMBINAZIONE DI CARICO: 1 - DESCRIZIONE: DINAMICA

Nodo	Trasl.X	Trasl.Y	Trasl._Z	Rotaz.X	Rotaz.Y	Rotaz.Z
1	-6.26e-009	+0.00e+000	-5.76e-008	+0.00e+000	-6.26e-009	+0.00e+000
2	+9.18e-010	+0.00e+000	-8.71e-008	+0.00e+000	+1.01e-009	+0.00e+000
3	+9.04e-011	+0.00e+000	-8.23e-008	+0.00e+000	+1.95e-010	+0.00e+000
4	+1.39e-010	+0.00e+000	-8.05e-008	+0.00e+000	+2.03e-010	+0.00e+000
5	+1.18e-010	+0.00e+000	-7.79e-008	+0.00e+000	+1.46e-010	+0.00e+000
6	-5.11e-013	+0.00e+000	-7.58e-008	+0.00e+000	+9.69e-012	+0.00e+000
7	-1.22e-010	+0.00e+000	-7.21e-008	+0.00e+000	-1.37e-010	+0.00e+000
8	-5.26e-010	+0.00e+000	-6.84e-008	+0.00e+000	-4.87e-010	+0.00e+000
9	-1.04e-009	+0.00e+000	-6.74e-008	+0.00e+000	-8.77e-010	+0.00e+000
10	-3.91e-009	+0.00e+000	-6.52e-008	+0.00e+000	-2.25e-009	+0.00e+000
11	+1.06e-008	+0.00e+000	-3.22e-008	+0.00e+000	-1.23e-008	+0.00e+000
12	+1.04e-005	+0.00e+000	-9.66e-006	+0.00e+000	+1.53e-004	+0.00e+000
13	+7.72e-006	+0.00e+000	-1.58e-005	+0.00e+000	-1.40e-005	+0.00e+000
14	+5.86e-006	+0.00e+000	-1.37e-005	+0.00e+000	+2.87e-006	+0.00e+000
15	+3.94e-006	+0.00e+000	-1.26e-005	+0.00e+000	+1.07e-006	+0.00e+000
16	+2.12e-006	+0.00e+000	-1.10e-005	+0.00e+000	+4.94e-007	+0.00e+000
17	+2.96e-007	+0.00e+000	-9.96e-006	+0.00e+000	+2.97e-007	+0.00e+000
18	-1.40e-006	+0.00e+000	-7.91e-006	+0.00e+000	-8.55e-007	+0.00e+000
19	-3.13e-006	+0.00e+000	-5.85e-006	+0.00e+000	-2.83e-006	+0.00e+000
20	-5.24e-006	+0.00e+000	-5.75e-006	+0.00e+000	-4.08e-006	+0.00e+000
21	-7.68e-006	+0.00e+000	-4.63e-006	+0.00e+000	-3.74e-006	+0.00e+000
22	-1.11e-005	+0.00e+000	-8.26e-007	+0.00e+000	-7.09e-005	+0.00e+000

### MASSIME DEFORMAZIONI NODALI

	Trasl.X	Trasl.Y	Trasl.Z	Rotaz.X	Rotaz.Y	Rotaz.Z	DLMax
Deform. nodali	-1.11e-005	+0.00e+000	-1.58e-005	+0.00e+000	+1.53e-004	+0.00e+000	+1.76e-005
Nodo	22	0	13	0	12	0	13

### COMBINAZIONE DI CARICO: 2 - DESCRIZIONE: STATICA

Nodo	Trasl.X	Trasl.Y	Trasl._Z	Rotaz.X	Rotaz.Y	Rotaz.Z
1	-1.15e-008	+0.00e+000	-8.87e-008	+0.00e+000	-1.15e-008	+0.00e+000
2	+1.70e-009	+0.00e+000	-1.44e-007	+0.00e+000	+1.87e-009	+0.00e+000
3	+1.65e-010	+0.00e+000	-1.37e-007	+0.00e+000	+3.61e-010	+0.00e+000
4	+2.60e-010	+0.00e+000	-1.34e-007	+0.00e+000	+3.79e-010	+0.00e+000
5	+2.16e-010	+0.00e+000	-1.31e-007	+0.00e+000	+2.70e-010	+0.00e+000
6	+6.54e-012	+0.00e+000	-1.28e-007	+0.00e+000	+2.53e-011	+0.00e+000

Emesso	R. Desalvo	Verificato	R. Desalvo	Approvato	R. Desalvo	Revisione	
Data	mag 2019	Data	mag 2019	Data	mag 2019		

Progetto n.							Pag. N°	10 di 33
Committente	Comune di Stella							
Titolo Progetto	Progetto definitivo-esecutivo							
Documento	Relazione di calcolo strutture e fondazioni							

Nodo	Trasl.X	Trasl.Y	Trasl._Z	Rotaz.X	Rotaz.Y	Rotaz.Z
7	-2.23e-010	+0.00e+000	-1.24e-007	+0.00e+000	-2.48e-010	+0.00e+000
8	-9.83e-010	+0.00e+000	-1.19e-007	+0.00e+000	-9.00e-010	+0.00e+000
9	-1.91e-009	+0.00e+000	-1.17e-007	+0.00e+000	-1.61e-009	+0.00e+000
10	-7.17e-009	+0.00e+000	-1.14e-007	+0.00e+000	-4.13e-009	+0.00e+000
11	+1.95e-008	+0.00e+000	-5.73e-008	+0.00e+000	-2.26e-008	+0.00e+000
12	+1.92e-005	+0.00e+000	-1.58e-005	+0.00e+000	+2.82e-004	+0.00e+000
13	+1.44e-005	+0.00e+000	-2.73e-005	+0.00e+000	-2.57e-005	+0.00e+000
14	+1.09e-005	+0.00e+000	-2.37e-005	+0.00e+000	+5.39e-006	+0.00e+000
15	+7.36e-006	+0.00e+000	-2.19e-005	+0.00e+000	+2.01e-006	+0.00e+000
16	+3.99e-006	+0.00e+000	-1.93e-005	+0.00e+000	+9.96e-007	+0.00e+000
17	+6.20e-007	+0.00e+000	-1.75e-005	+0.00e+000	+5.44e-007	+0.00e+000
18	-2.53e-006	+0.00e+000	-1.40e-005	+0.00e+000	-1.53e-006	+0.00e+000
19	-5.75e-006	+0.00e+000	-1.05e-005	+0.00e+000	-5.13e-006	+0.00e+000
20	-9.64e-006	+0.00e+000	-1.03e-005	+0.00e+000	-7.52e-006	+0.00e+000
21	-1.41e-005	+0.00e+000	-8.31e-006	+0.00e+000	-7.00e-006	+0.00e+000
22	-2.05e-005	+0.00e+000	-1.49e-006	+0.00e+000	-1.31e-004	+0.00e+000

### MASSIME DEFORMAZIONI NODALI

	Trasl.X	Trasl.Y	Trasl.Z	Rotaz.X	Rotaz.Y	Rotaz.Z	DLMax
Deform. nodali	-2.05e-005	+0.00e+000	-2.73e-005	+0.00e+000	+2.82e-004	+0.00e+000	+3.09e-005
Nodo	22	0	13	0	12	0	13

### COMBINAZIONE DI CARICO: 3 - DESCRIZIONE: RARA

Nodo	Trasl.X	Trasl.Y	Trasl._Z	Rotaz.X	Rotaz.Y	Rotaz.Z
1	-8.28e-009	+0.00e+000	-6.58e-008	+0.00e+000	-8.28e-009	+0.00e+000
2	+1.22e-009	+0.00e+000	-1.05e-007	+0.00e+000	+1.34e-009	+0.00e+000
3	+1.19e-010	+0.00e+000	-1.00e-007	+0.00e+000	+2.59e-010	+0.00e+000
4	+1.86e-010	+0.00e+000	-9.82e-008	+0.00e+000	+2.71e-010	+0.00e+000
5	+1.55e-010	+0.00e+000	-9.57e-008	+0.00e+000	+1.94e-010	+0.00e+000
6	+4.21e-012	+0.00e+000	-9.34e-008	+0.00e+000	+1.75e-011	+0.00e+000
7	-1.60e-010	+0.00e+000	-8.99e-008	+0.00e+000	-1.79e-010	+0.00e+000
8	-7.04e-010	+0.00e+000	-8.63e-008	+0.00e+000	-6.46e-010	+0.00e+000
9	-1.37e-009	+0.00e+000	-8.49e-008	+0.00e+000	-1.16e-009	+0.00e+000
10	-5.15e-009	+0.00e+000	-8.28e-008	+0.00e+000	-2.97e-009	+0.00e+000
11	+1.40e-008	+0.00e+000	-4.14e-008	+0.00e+000	-1.62e-008	+0.00e+000
12	+1.38e-005	+0.00e+000	-1.16e-005	+0.00e+000	+2.03e-004	+0.00e+000
13	+1.03e-005	+0.00e+000	-1.98e-005	+0.00e+000	-1.85e-005	+0.00e+000
14	+7.82e-006	+0.00e+000	-1.72e-005	+0.00e+000	+3.86e-006	+0.00e+000
15	+5.27e-006	+0.00e+000	-1.59e-005	+0.00e+000	+1.43e-006	+0.00e+000
16	+2.85e-006	+0.00e+000	-1.40e-005	+0.00e+000	+7.06e-007	+0.00e+000

Emesso	R. Desalvo	Verificato	R. Desalvo	Approvato	R. Desalvo	Revisione	
Data	mag 2019	Data	mag 2019	Data	mag 2019		

Progetto n.							Pag. N°	11 di 33
Committente	Comune di Varazze							
Titolo Progetto	Progetto definitivo-esecutivo							
Documento	Relazione di calcolo strutture e fondazioni							

Nodo	Trasl.X	Trasl.Y	Trasl._Z	Rotaz.X	Rotaz.Y	Rotaz.Z
17	+4.36e-007	+0.00e+000	-1.27e-005	+0.00e+000	+3.86e-007	+0.00e+000
18	-1.82e-006	+0.00e+000	-1.01e-005	+0.00e+000	-1.10e-006	+0.00e+000
19	-4.13e-006	+0.00e+000	-7.54e-006	+0.00e+000	-3.69e-006	+0.00e+000
20	-6.92e-006	+0.00e+000	-7.41e-006	+0.00e+000	-5.40e-006	+0.00e+000
21	-1.01e-005	+0.00e+000	-5.99e-006	+0.00e+000	-5.02e-006	+0.00e+000
22	-1.47e-005	+0.00e+000	-1.08e-006	+0.00e+000	-9.37e-005	+0.00e+000

#### MASSIME DEFORMAZIONI NODALI

	Trasl.X	Trasl.Y	Trasl.Z	Rotaz.X	Rotaz.Y	Rotaz.Z	DLMMax
Deform. nodali	-1.47e-005	+0.00e+000	-1.98e-005	+0.00e+000	+2.03e-004	+0.00e+000	+2.24e-005
Nodo	22	0	13	0	12	0	13

#### COMBINAZIONE DI CARICO: 4 - DESCRIZIONE: FREQUENTE

Nodo	Trasl.X	Trasl.Y	Trasl._Z	Rotaz.X	Rotaz.Y	Rotaz.Z
1	-6.73e-009	+0.00e+000	-5.95e-008	+0.00e+000	-6.73e-009	+0.00e+000
2	+9.87e-010	+0.00e+000	-9.14e-008	+0.00e+000	+1.09e-009	+0.00e+000
3	+9.70e-011	+0.00e+000	-8.64e-008	+0.00e+000	+2.10e-010	+0.00e+000
4	+1.50e-010	+0.00e+000	-8.46e-008	+0.00e+000	+2.18e-010	+0.00e+000
5	+1.26e-010	+0.00e+000	-8.20e-008	+0.00e+000	+1.57e-010	+0.00e+000
6	+4.53e-013	+0.00e+000	-7.98e-008	+0.00e+000	+1.14e-011	+0.00e+000
7	-1.31e-010	+0.00e+000	-7.62e-008	+0.00e+000	-1.46e-010	+0.00e+000
8	-5.67e-010	+0.00e+000	-7.25e-008	+0.00e+000	-5.24e-010	+0.00e+000
9	-1.12e-009	+0.00e+000	-7.14e-008	+0.00e+000	-9.42e-010	+0.00e+000
10	-4.20e-009	+0.00e+000	-6.93e-008	+0.00e+000	-2.42e-009	+0.00e+000
11	+1.14e-008	+0.00e+000	-3.43e-008	+0.00e+000	-1.32e-008	+0.00e+000
12	+1.11e-005	+0.00e+000	-1.01e-005	+0.00e+000	+1.64e-004	+0.00e+000
13	+8.31e-006	+0.00e+000	-1.68e-005	+0.00e+000	-1.50e-005	+0.00e+000
14	+6.31e-006	+0.00e+000	-1.45e-005	+0.00e+000	+3.10e-006	+0.00e+000
15	+4.24e-006	+0.00e+000	-1.34e-005	+0.00e+000	+1.16e-006	+0.00e+000
16	+2.29e-006	+0.00e+000	-1.17e-005	+0.00e+000	+5.43e-007	+0.00e+000
17	+3.29e-007	+0.00e+000	-1.06e-005	+0.00e+000	+3.19e-007	+0.00e+000
18	-1.50e-006	+0.00e+000	-8.41e-006	+0.00e+000	-9.12e-007	+0.00e+000
19	-3.36e-006	+0.00e+000	-6.24e-006	+0.00e+000	-3.03e-006	+0.00e+000
20	-5.63e-006	+0.00e+000	-6.13e-006	+0.00e+000	-4.39e-006	+0.00e+000
21	-8.25e-006	+0.00e+000	-4.94e-006	+0.00e+000	-4.03e-006	+0.00e+000
22	-1.19e-005	+0.00e+000	-8.84e-007	+0.00e+000	-7.62e-005	+0.00e+000

Emesso	R. Desalvo	Verificato	R. Desalvo	Approvato	R. Desalvo	Revisione	
Data	mag 2019	Data	mag 2019	Data	mag 2019		

Progetto n.							Pag. N°	12 di 33
Committente	Comune di Stella							
Titolo Progetto	Progetto definitivo-esecutivo							
Documento	Relazione di calcolo strutture e fondazioni							

## MASSIME DEFORMAZIONI NODALI

	Trasl.X	Trasl.Y	Trasl.Z	Rotaz.X	Rotaz.Y	Rotaz.Z	DLMax
Deform. nodali	-1.19e-005	+0.00e+000	-1.68e-005	+0.00e+000	+1.64e-004	+0.00e+000	+1.87e-005
Nodo	22	0	13	0	12	0	13

## COMBINAZIONE DI CARICO: 5 - DESCRIZIONE: QUASI PERMANENTE

Nodo	Trasl.X	Trasl.Y	Trasl._Z	Rotaz.X	Rotaz.Y	Rotaz.Z
1	-6.26e-009	+0.00e+000	-5.76e-008	+0.00e+000	-6.26e-009	+0.00e+000
2	+9.18e-010	+0.00e+000	-8.71e-008	+0.00e+000	+1.01e-009	+0.00e+000
3	+9.04e-011	+0.00e+000	-8.23e-008	+0.00e+000	+1.95e-010	+0.00e+000
4	+1.39e-010	+0.00e+000	-8.05e-008	+0.00e+000	+2.03e-010	+0.00e+000
5	+1.18e-010	+0.00e+000	-7.79e-008	+0.00e+000	+1.46e-010	+0.00e+000
6	-5.11e-013	+0.00e+000	-7.58e-008	+0.00e+000	+9.69e-012	+0.00e+000
7	-1.22e-010	+0.00e+000	-7.21e-008	+0.00e+000	-1.37e-010	+0.00e+000
8	-5.26e-010	+0.00e+000	-6.84e-008	+0.00e+000	-4.87e-010	+0.00e+000
9	-1.04e-009	+0.00e+000	-6.74e-008	+0.00e+000	-8.77e-010	+0.00e+000
10	-3.91e-009	+0.00e+000	-6.52e-008	+0.00e+000	-2.25e-009	+0.00e+000
11	+1.06e-008	+0.00e+000	-3.22e-008	+0.00e+000	-1.23e-008	+0.00e+000
12	+1.04e-005	+0.00e+000	-9.66e-006	+0.00e+000	+1.53e-004	+0.00e+000
13	+7.72e-006	+0.00e+000	-1.58e-005	+0.00e+000	-1.40e-005	+0.00e+000
14	+5.86e-006	+0.00e+000	-1.37e-005	+0.00e+000	+2.87e-006	+0.00e+000
15	+3.94e-006	+0.00e+000	-1.26e-005	+0.00e+000	+1.07e-006	+0.00e+000
16	+2.12e-006	+0.00e+000	-1.10e-005	+0.00e+000	+4.94e-007	+0.00e+000
17	+2.96e-007	+0.00e+000	-9.96e-006	+0.00e+000	+2.97e-007	+0.00e+000
18	-1.40e-006	+0.00e+000	-7.91e-006	+0.00e+000	-8.55e-007	+0.00e+000
19	-3.13e-006	+0.00e+000	-5.85e-006	+0.00e+000	-2.83e-006	+0.00e+000
20	-5.24e-006	+0.00e+000	-5.75e-006	+0.00e+000	-4.08e-006	+0.00e+000
21	-7.68e-006	+0.00e+000	-4.63e-006	+0.00e+000	-3.74e-006	+0.00e+000
22	-1.11e-005	+0.00e+000	-8.26e-007	+0.00e+000	-7.09e-005	+0.00e+000

## MASSIME DEFORMAZIONI NODALI

	Trasl.X	Trasl.Y	Trasl.Z	Rotaz.X	Rotaz.Y	Rotaz.Z	DLMax
Deform. nodali	-1.11e-005	+0.00e+000	-1.58e-005	+0.00e+000	+1.53e-004	+0.00e+000	+1.76e-005
Nodo	22	0	13	0	12	0	13

Emesso	R. Desalvo	Verificato	R. Desalvo	Approvato	R. Desalvo	Revisione	
Data	mag 2019	Data	mag 2019	Data	mag 2019		

Progetto n.							Pag. N°	13 di 33
Committente	Comune di Varazze							
Titolo Progetto	Progetto definitivo-esecutivo							
Documento	Relazione di calcolo strutture e fondazioni							

## FORZE/MOMENTI

### FORZE MOMENTI PER GRUPPI TRAVE

#### GRUPPO NUMERO: 1 - DESCRIZIONE: PILASTRO

Elem./C.c.	Fx/I	Fx/J	Fy/I	Fy/J	Fz/I	Fz/J	Mx/I	Mx/J	My/I	My/J	Mz/I	Mz/J
El: 1 -	5.760e+	-	-	6.259e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	-	-
C.c: 1	01	2.529e+0	6.259e+0	00	00	00	00	00	00	00	6.261e+0	1.314e+0
		1	0								0	1
El: 1 -	8.866e+	-	-	1.155e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	-	-
C.c: 2	01	4.666e+0	1.155e+0	01	00	00	00	00	00	00	1.155e+0	2.424e+0
		1	1								1	1
El: 1 -	6.578e+	-	-	8.283e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	-	-
C.c: 3	01	3.347e+0	8.283e+0	00	00	00	00	00	00	00	8.283e+0	1.739e+0
		1	0								0	1
El: 1 -	5.949e+	-	-	6.726e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	-	-
C.c: 4	01	2.718e+0	6.726e+0	00	00	00	00	00	00	00	6.728e+0	1.412e+0
		1	0								0	1
El: 1 -	5.760e+	-	-	6.259e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	-	-
C.c: 5	01	2.529e+0	6.259e+0	00	00	00	00	00	00	00	6.261e+0	1.314e+0
		1	0								0	1
El: 2 -	8.714e+	-	9.184e-	-9.184e-	0.000e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	1.013e+	1.678e+
C.c: 1	01	5.660e+0	01	01	00	00	00	00	00	00	00	00
		1										
El: 2 -	1.441e+	-	1.697e+	-	0.000e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	1.874e+	3.098e+
C.c: 2	02	1.044e+0	00	1.697e+0	00	00	00	00	00	00	00	00
		2		0								
El: 2 -	1.054e+	-	1.217e+	-	0.000e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	1.344e+	2.222e+
C.c: 3	02	7.490e+0	00	1.217e+0	00	00	00	00	00	00	00	00
		1		0								
El: 2 -	9.136e+	-	9.873e-	-9.873e-	0.000e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	1.090e+	1.803e+
C.c: 4	01	6.082e+0	01	01	00	00	00	00	00	00	00	00
		1										
El: 2 -	8.714e+	-	9.184e-	-9.184e-	0.000e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	1.013e+	1.678e+
C.c: 5	01	5.660e+0	01	01	00	00	00	00	00	00	00	00
		1										
El: 3 -	8.235e+	-	9.039e-	-9.039e-	0.000e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	1.952e-	4.431e-
C.c: 1	01	5.473e+0	02	02	00	00	00	00	00	00	01	02
		1										
El: 3 -	1.369e+	-	1.655e-	-1.655e-	0.000e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	3.611e-	7.750e-
C.c: 2	02	1.009e+0	01	01	00	00	00	00	00	00	01	02
		2										
El: 3 -	1.000e+	-	1.187e-	-1.187e-	0.000e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	2.588e-	5.585e-
C.c: 3	02	7.242e+0	01	01	00	00	00	00	00	00	01	02
		1										
El: 3 -	8.643e+	-	9.697e-	-9.697e-	0.000e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	2.099e-	4.705e-

Emesso	R. Desalvo	Verificato	R. Desalvo	Approvato	R. Desalvo	Revisione	
Data	mag 2019	Data	mag 2019	Data	mag 2019		

Progetto n.							Pag. N°	14 di 33
Committente	Comune di Stella							
Titolo Progetto	Progetto definitivo-esecutivo							
Documento	Relazione di calcolo strutture e fondazioni							

Elem./C.c.	Fx/I	Fx/J	Fy/I	Fy/J	Fz/I	Fz/J	Mx/I	Mx/J	My/I	My/J	Mz/I	Mz/J
C.c: 4	01	5.881e+0	02	02	00	00	00	00	00	00	01	02
		1										
El: 3 -	8.235e+	-	9.039e-	-9.039e-	0.000e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	1.952e-	4.431e-
C.c: 5	01	5.473e+0	02	02	00	00	00	00	00	00	01	02
		1										
El: 4 -	8.052e+	-	1.391e-	-1.391e-	0.000e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	2.026e-	1.422e-
C.c: 1	01	5.467e+0	01	01	00	00	00	00	00	00	01	01
		1										
El: 4 -	1.345e+	-	2.599e-	-2.599e-	0.000e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	3.787e-	2.660e-
C.c: 2	02	1.008e+0	01	01	00	00	00	00	00	00	01	01
		2										
El: 4 -	9.819e+	-	1.862e-	-1.862e-	0.000e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	2.712e-	1.906e-
C.c: 3	01	7.234e+0	01	01	00	00	00	00	00	00	01	01
		1										
El: 4 -	8.460e+	-	1.499e-	-1.499e-	0.000e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	2.184e-	1.533e-
C.c: 4	01	5.875e+0	01	01	00	00	00	00	00	00	01	01
		1										
El: 4 -	8.052e+	-	1.391e-	-1.391e-	0.000e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	2.026e-	1.422e-
C.c: 5	01	5.467e+0	01	01	00	00	00	00	00	00	01	01
		1										
El: 5 -	7.794e+	-	1.178e-	-1.178e-	0.000e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	1.458e-	1.146e-
C.c: 1	01	5.490e+0	01	01	00	00	00	00	00	00	01	01
		1										
El: 5 -	1.312e+	-	2.163e-	-2.163e-	0.000e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	2.704e-	2.076e-
C.c: 2	02	1.013e+0	01	01	00	00	00	00	00	00	01	01
		2										
El: 5 -	9.568e+	-	1.551e-	-1.551e-	0.000e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	1.937e-	1.491e-
C.c: 3	01	7.265e+0	01	01	00	00	00	00	00	00	01	01
		1										
El: 5 -	8.203e+	-	1.265e-	-1.265e-	0.000e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	1.569e-	1.226e-
C.c: 4	01	5.900e+0	01	01	00	00	00	00	00	00	01	01
		1										
El: 5 -	7.794e+	-	1.178e-	-1.178e-	0.000e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	1.458e-	1.146e-
C.c: 5	01	5.490e+0	01	01	00	00	00	00	00	00	01	01
		1										
El: 6 -	7.575e+	-	-5.112e-	5.112e-	0.000e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	9.690e-	-1.073e-
C.c: 1	01	5.459e+0	04	04	00	00	00	00	00	00	03	02
		1										
El: 6 -	1.282e+	-	6.539e-	-6.539e-	0.000e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	2.530e-	-1.203e-
C.c: 2	02	1.007e+0	03	03	00	00	00	00	00	00	02	02
		2										
El: 6 -	9.339e+	-	4.207e-	-4.207e-	0.000e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	1.753e-	-8.989e-
C.c: 3	01	7.223e+0	03	03	00	00	00	00	00	00	02	03

Emesso	R. Desalvo	Verificato	R. Desalvo	Approvato	R. Desalvo	Revisione	
Data	mag 2019	Data	mag 2019	Data	mag 2019		

Progetto n.							Pag. N°	15 di 33
Committente	Comune di Varazze							
Titolo Progetto	Progetto definitivo-esecutivo							
Documento	Relazione di calcolo strutture e fondazioni							

Elem./C.c.	Fx/I	Fx/J	Fy/I	Fy/J	Fz/I	Fz/J	Mx/I	Mx/J	My/I	My/J	Mz/I	Mz/J
		1										
El: 6 - C.c: 4	7.982e+ 01	- 5.866e+0	4.534e- 04	-4.534e- 04	0.000e+ 00	0.000e+ 00	0.000e+ 00	0.000e+ 00	0.000e+ 00	0.000e+ 00	1.142e- 02	-1.049e- 02
		1										
El: 6 - C.c: 5	7.575e+ 01	- 5.459e+0	-5.112e- 04	5.112e- 04	0.000e+ 00	0.000e+ 00	0.000e+ 00	0.000e+ 00	0.000e+ 00	0.000e+ 00	9.690e- 03	-1.073e- 02
		1										
El: 7 - C.c: 1	7.214e+ 01	- 5.494e+0	-1.218e- 01	1.218e- 01	0.000e+ 00	0.000e+ 00	0.000e+ 00	0.000e+ 00	0.000e+ 00	0.000e+ 00	-1.366e- 01	-6.434e- 02
		1										
El: 7 - C.c: 2	1.237e+ 02	- 1.013e+0	-2.229e- 01	2.229e- 01	0.000e+ 00	0.000e+ 00	0.000e+ 00	0.000e+ 00	0.000e+ 00	0.000e+ 00	-2.485e- 01	-1.193e- 01
		2										
El: 7 - C.c: 3	8.988e+ 01	- 7.268e+0	-1.600e- 01	1.600e- 01	0.000e+ 00	0.000e+ 00	0.000e+ 00	0.000e+ 00	0.000e+ 00	0.000e+ 00	-1.786e- 01	-8.540e- 02
		1										
El: 7 - C.c: 4	7.623e+ 01	- 5.904e+0	-1.306e- 01	1.306e- 01	0.000e+ 00	0.000e+ 00	0.000e+ 00	0.000e+ 00	0.000e+ 00	0.000e+ 00	-1.463e- 01	-6.923e- 02
		1										
El: 7 - C.c: 5	7.214e+ 01	- 5.494e+0	-1.218e- 01	1.218e- 01	0.000e+ 00	0.000e+ 00	0.000e+ 00	0.000e+ 00	0.000e+ 00	0.000e+ 00	-1.366e- 01	-6.434e- 02
		1										
El: 8 - C.c: 1	6.841e+ 01	- 5.538e+0	-5.264e- 01	5.264e- 01	0.000e+ 00	0.000e+ 00	0.000e+ 00	0.000e+ 00	0.000e+ 00	0.000e+ 00	-4.869e- 01	-1.710e- 01
		1										
El: 8 - C.c: 2	1.191e+ 02	- 1.021e+0	-9.826e- 01	9.826e- 01	0.000e+ 00	0.000e+ 00	0.000e+ 00	0.000e+ 00	0.000e+ 00	0.000e+ 00	-9.002e- 01	-3.280e- 01
		2										
El: 8 - C.c: 3	8.630e+ 01	- 7.328e+0	-7.044e- 01	7.044e- 01	0.000e+ 00	0.000e+ 00	0.000e+ 00	0.000e+ 00	0.000e+ 00	0.000e+ 00	-6.459e- 01	-2.347e- 01
		1										
El: 8 - C.c: 4	7.254e+ 01	- 5.951e+0	-5.672e- 01	5.672e- 01	0.000e+ 00	0.000e+ 00	0.000e+ 00	0.000e+ 00	0.000e+ 00	0.000e+ 00	-5.235e- 01	-1.855e- 01
		1										
El: 8 - C.c: 5	6.841e+ 01	- 5.538e+0	-5.264e- 01	5.264e- 01	0.000e+ 00	0.000e+ 00	0.000e+ 00	0.000e+ 00	0.000e+ 00	0.000e+ 00	-4.869e- 01	-1.710e- 01
		1										
El: 9 - C.c: 1	6.737e+ 01	- 5.435e+0	- 1.039e+0	1.039e+ 00	0.000e+ 00	0.000e+ 00	0.000e+ 00	0.000e+ 00	0.000e+ 00	0.000e+ 00	-8.770e- 01	-4.217e- 01
		1	0									
El: 9 -	1.172e+	-	-	1.908e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	-	-7.729e-

Emesso	R. Desalvo	Verificato	R. Desalvo	Approvato	R. Desalvo	Revisione	
Data	mag 2019	Data	mag 2019	Data	mag 2019		

Progetto n.							Pag. N°	16 di 33
Committente	Comune di Stella							
Titolo Progetto	Progetto definitivo-esecutivo							
Documento	Relazione di calcolo strutture e fondazioni							

Elem./C.c.	Fx/I	Fx/J	Fy/I	Fy/J	Fz/I	Fz/J	Mx/I	Mx/J	My/I	My/J	Mz/I	Mz/J
C.c: 2	02	1.003e+0	1.908e+0	00	00	00	00	00	00	00	1.612e+0	01
		2	0								0	
El: 9 -	8.495e+	-	-	1.369e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	-	-5.548e-
C.c: 3	01	7.192e+0	1.369e+0	00	00	00	00	00	00	00	1.157e+0	01
		1	0								0	
El: 9 -	7.143e+	-	-	1.115e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	-9.416e-	-4.525e-
C.c: 4	01	5.840e+0	1.115e+0	00	00	00	00	00	00	00	01	01
		1	0									
El: 9 -	6.737e+	-	-	1.039e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	-8.770e-	-4.217e-
C.c: 5	01	5.435e+0	1.039e+0	00	00	00	00	00	00	00	01	01
		1	0									
El: 10 -	6.521e+	-	-	3.915e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	-	-
C.c: 1	01	5.457e+0	3.915e+0	00	00	00	00	00	00	00	2.252e+0	1.741e+0
		1	0								0	0
El: 10 -	1.144e+	-	-	7.169e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	-	-
C.c: 2	02	1.006e+0	7.169e+0	00	00	00	00	00	00	00	4.134e+0	3.178e+0
		2	0								0	0
El: 10 -	8.281e+	-	-	5.146e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	-	-
C.c: 3	01	7.218e+0	5.146e+0	00	00	00	00	00	00	00	2.967e+0	2.281e+0
		1	0								0	0
El: 10 -	6.927e+	-	-	4.200e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	-	-
C.c: 4	01	5.864e+0	4.200e+0	00	00	00	00	00	00	00	2.418e+0	1.866e+0
		1	0								0	0
El: 10 -	6.521e+	-	-	3.915e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	-	-
C.c: 5	01	5.457e+0	3.915e+0	00	00	00	00	00	00	00	2.252e+0	1.741e+0
		1	0								0	0
El: 11 -	3.218e+	-	1.060e+	-	0.000e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	-	1.597e+
C.c: 1	01	2.854e+0	01	1.060e+0	00	00	00	00	00	00	1.226e+0	01
		1		1							1	
El: 11 -	5.731e+	-	1.948e+	-	0.000e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	-	2.942e+
C.c: 2	01	5.256e+0	01	1.948e+0	00	00	00	00	00	00	2.260e+0	01
		1		1							1	
El: 11 -	4.136e+	-	1.398e+	-	0.000e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	-	2.111e+
C.c: 3	01	3.771e+0	01	1.398e+0	00	00	00	00	00	00	1.622e+0	01
		1		1							1	
El: 11 -	3.430e+	-	1.138e+	-	0.000e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	-	1.716e+
C.c: 4	01	3.066e+0	01	1.138e+0	00	00	00	00	00	00	1.318e+0	01
		1		1							1	
El: 11 -	3.218e+	-	1.060e+	-	0.000e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	-	1.597e+
C.c: 5	01	2.854e+0	01	1.060e+0	00	00	00	00	00	00	1.226e+0	01
		1		1							1	

**GRUPPO NUMERO: 2 - DESCRIZIONE: TRAVI**

Elem./C.c.	Fx/I	Fx/J	Fy/I	Fy/J	Fz/I	Fz/J	Mx/I	Mx/J	My/I	My/J	Mz/I	Mz/J
El: 1 -	5.180e+	-	2.554e+	2.914e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	1.314e+	-

Emesso	R. Desalvo	Verificato	R. Desalvo	Approvato	R. Desalvo	Revisione	
Data	mag 2019	Data	mag 2019	Data	mag 2019		

Progetto n.							Pag. N°	17 di 33
Committente	Comune di Varazze							
Titolo Progetto	Progetto definitivo-esecutivo							
Documento	Relazione di calcolo strutture e fondazioni							

Elem./C.c.	Fx/I	Fx/J	Fy/I	Fy/J	Fz/I	Fz/J	Mx/I	Mx/J	My/I	My/J	Mz/I	Mz/J
C.c: 1	00	7.504e+0 0	01	01	00	00	00	00	00	00	01	2.037e+0 1
El: 1 -	9.554e+	-	4.711e+	5.376e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	2.424e+	-
C.c: 2	00	1.384e+0 1	01	01	00	00	00	00	00	00	01	3.757e+0 1
El: 1 -	6.854e+	-	3.379e+	3.857e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	1.739e+	-
C.c: 3	00	9.929e+0 0	01	01	00	00	00	00	00	00	01	2.695e+0 1
El: 1 -	5.566e+	-	2.744e+	3.132e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	1.412e+	-
C.c: 4	00	8.063e+0 0	01	01	00	00	00	00	00	00	01	2.188e+0 1
El: 1 -	5.180e+	-	2.554e+	2.914e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	1.314e+	-
C.c: 5	00	7.504e+0 0	01	01	00	00	00	00	00	00	01	2.037e+0 1
El: 2 -	3.431e+	-	2.747e+	2.721e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	1.869e+	-
C.c: 1	00	7.258e+0 0	01	01	00	00	00	00	00	00	01	1.815e+0 1
El: 2 -	6.326e+	-	5.067e+	5.018e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	3.447e+	-
C.c: 2	00	1.339e+0 1	01	01	00	00	00	00	00	00	01	3.348e+0 1
El: 2 -	4.538e+	-	3.635e+	3.600e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	2.473e+	-
C.c: 3	00	9.603e+0 0	01	01	00	00	00	00	00	00	01	2.402e+0 1
El: 2 -	3.686e+	-	2.952e+	2.923e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	2.008e+	-
C.c: 4	00	7.799e+0 0	01	01	00	00	00	00	00	00	01	1.951e+0 1
El: 2 -	3.431e+	-	2.747e+	2.721e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	1.869e+	-
C.c: 5	00	7.258e+0 0	01	01	00	00	00	00	00	00	01	1.815e+0 1
El: 3 -	4.096e+	-	2.728e+	2.740e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	1.811e+	-
C.c: 1	00	6.420e+0 0	01	01	00	00	00	00	00	00	01	1.834e+0 1
El: 3 -	7.553e+	-	5.032e+	5.054e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	3.340e+	-
C.c: 2	00	1.184e+0 1	01	01	00	00	00	00	00	00	01	3.384e+0 1
El: 3 -	5.419e+	-	3.610e+	3.626e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	2.396e+	-
C.c: 3	00	8.494e+0 0	01	01	00	00	00	00	00	00	01	2.428e+0 1
El: 3 -	4.401e+	-	2.932e+	2.944e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	1.946e+	-
C.c: 4	00	6.898e+0 0	01	01	00	00	00	00	00	00	01	1.971e+0 1
El: 3 -	4.096e+	-	2.728e+	2.740e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	1.811e+	-

Emesso	R. Desalvo	Verificato	R. Desalvo	Approvato	R. Desalvo	Revisione	
Data	mag 2019	Data	mag 2019	Data	mag 2019		

Progetto n.							Pag. N°	18 di 33
Committente	Comune di Stella							
Titolo Progetto	Progetto definitivo-esecutivo							
Documento	Relazione di calcolo strutture e fondazioni							

Elem./C.c.	Fx/I	Fx/J	Fy/I	Fy/J	Fz/I	Fz/J	Mx/I	Mx/J	My/I	My/J	Mz/I	Mz/J
C.c: 5	00	6.420e+0 0	01	01	00	00	00	00	00	00	01	1.834e+0 1
El: 4 -	3.280e+	-	2.731e+	2.737e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	1.820e+	-
C.c: 1	00	6.971e+0 0	01	01	00	00	00	00	00	00	01	1.832e+0 1
El: 4 -	6.045e+	-	5.037e+	5.048e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	3.357e+	-
C.c: 2	00	1.285e+0 1	01	01	00	00	00	00	00	00	01	3.380e+0 1
El: 4 -	4.337e+	-	3.613e+	3.621e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	2.408e+	-
C.c: 3	00	9.221e+0 0	01	01	00	00	00	00	00	00	01	2.424e+0 1
El: 4 -	3.524e+	-	2.935e+	2.941e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	1.956e+	-
C.c: 4	00	7.490e+0 0	01	01	00	00	00	00	00	00	01	1.969e+0 1
El: 4 -	3.280e+	-	2.731e+	2.737e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	1.820e+	-
C.c: 5	00	6.971e+0 0	01	01	00	00	00	00	00	00	01	1.832e+0 1
El: 5 -	3.769e+	-	2.732e+	2.736e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	1.821e+	-
C.c: 1	00	6.230e+0 0	01	01	00	00	00	00	00	00	01	1.828e+0 1
El: 5 -	6.949e+	-	5.040e+	5.046e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	3.359e+	-
C.c: 2	00	1.149e+0 1	01	01	00	00	00	00	00	00	01	3.371e+0 1
El: 5 -	4.985e+	-	3.616e+	3.620e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	2.410e+	-
C.c: 3	00	8.241e+0 0	01	01	00	00	00	00	00	00	01	2.419e+0 1
El: 5 -	4.050e+	-	2.936e+	2.940e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	1.957e+	-
C.c: 4	00	6.694e+0 0	01	01	00	00	00	00	00	00	01	1.964e+0 1
El: 5 -	3.769e+	-	2.732e+	2.736e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	1.821e+	-
C.c: 5	00	6.230e+0 0	01	01	00	00	00	00	00	00	01	1.828e+0 1
El: 6 -	2.420e+	-	2.733e+	2.734e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	1.829e+	-
C.c: 1	00	7.614e+0 0	01	01	00	00	00	00	00	00	01	1.831e+0 1
El: 6 -	4.454e+	-	5.041e+	5.042e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	3.373e+	-
C.c: 2	00	1.403e+0 1	01	01	00	00	00	00	00	00	01	3.376e+0 1
El: 6 -	3.196e+	-	3.616e+	3.617e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	2.419e+	-
C.c: 3	00	1.007e+0 1	01	01	00	00	00	00	00	00	01	2.422e+0 1
El: 6 -	2.599e+	-	2.937e+	2.938e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	1.965e+	-
C.c: 4	00	8.181e+0	01	01	00	00	00	00	00	00	01	1.967e+0

Emesso	R. Desalvo	Verificato	R. Desalvo	Approvato	R. Desalvo	Revisione	
Data	mag 2019	Data	mag 2019	Data	mag 2019		

Progetto n.							Pag. N°	19 di 33
Committente	Comune di Varazze							
Titolo Progetto	Progetto definitivo-esecutivo							
Documento	Relazione di calcolo strutture e fondazioni							

Elem./C.c.	Fx/I	Fx/J	Fy/I	Fy/J	Fz/I	Fz/J	Mx/I	Mx/J	My/I	My/J	Mz/I	Mz/J
		0										1
El: 6 - C.c: 5	2.420e+ 00	- 7.614e+0	2.733e+ 01	2.734e+ 01	0.000e+ 00	0.000e+ 00	0.000e+ 00	0.000e+ 00	0.000e+ 00	0.000e+ 00	1.829e+ 01	- 1.831e+0
		0										1
El: 7 - C.c: 1	2.404e+ 00	- 7.872e+0	2.738e+ 01	2.730e+ 01	0.000e+ 00	0.000e+ 00	0.000e+ 00	0.000e+ 00	0.000e+ 00	0.000e+ 00	1.837e+ 01	- 1.823e+0
		0										1
El: 7 - C.c: 2	4.423e+ 00	- 1.451e+0	5.048e+ 01	5.035e+ 01	0.000e+ 00	0.000e+ 00	0.000e+ 00	0.000e+ 00	0.000e+ 00	0.000e+ 00	3.388e+ 01	- 3.361e+0
		1										1
El: 7 - C.c: 3	3.174e+ 00	- 1.041e+0	3.621e+ 01	3.612e+ 01	0.000e+ 00	0.000e+ 00	0.000e+ 00	0.000e+ 00	0.000e+ 00	0.000e+ 00	2.430e+ 01	- 2.411e+0
		1										1
El: 7 - C.c: 4	2.582e+ 00	- 8.457e+0	2.942e+ 01	2.934e+ 01	0.000e+ 00	0.000e+ 00	0.000e+ 00	0.000e+ 00	0.000e+ 00	0.000e+ 00	1.974e+ 01	- 1.958e+0
		0										1
El: 7 - C.c: 5	2.404e+ 00	- 7.872e+0	2.738e+ 01	2.730e+ 01	0.000e+ 00	0.000e+ 00	0.000e+ 00	0.000e+ 00	0.000e+ 00	0.000e+ 00	1.837e+ 01	- 1.823e+0
		0										1
El: 8 - C.c: 1	5.642e+ 00	- 5.642e+0	2.743e+ 01	2.725e+ 01	0.000e+ 00	0.000e+ 00	0.000e+ 00	0.000e+ 00	0.000e+ 00	0.000e+ 00	1.840e+ 01	- 1.803e+0
		0										1
El: 8 - C.c: 2	1.041e+ 01	- 1.041e+0	5.060e+ 01	5.027e+ 01	0.000e+ 00	0.000e+ 00	0.000e+ 00	0.000e+ 00	0.000e+ 00	0.000e+ 00	3.394e+ 01	- 3.327e+0
		1										1
El: 8 - C.c: 3	7.466e+ 00	- 7.466e+0	3.630e+ 01	3.606e+ 01	0.000e+ 00	0.000e+ 00	0.000e+ 00	0.000e+ 00	0.000e+ 00	0.000e+ 00	2.435e+ 01	- 2.387e+0
		0										1
El: 8 - C.c: 4	6.063e+ 00	- 6.063e+0	2.948e+ 01	2.928e+ 01	0.000e+ 00	0.000e+ 00	0.000e+ 00	0.000e+ 00	0.000e+ 00	0.000e+ 00	1.977e+ 01	- 1.938e+0
		0										1
El: 8 - C.c: 5	5.642e+ 00	- 5.642e+0	2.743e+ 01	2.725e+ 01	0.000e+ 00	0.000e+ 00	0.000e+ 00	0.000e+ 00	0.000e+ 00	0.000e+ 00	1.840e+ 01	- 1.803e+0
		0										1
El: 9 - C.c: 1	5.115e+ 00	- 8.259e+0	2.744e+ 01	2.724e+ 01	0.000e+ 00	0.000e+ 00	0.000e+ 00	0.000e+ 00	0.000e+ 00	0.000e+ 00	1.845e+ 01	- 1.806e+0
		0										1
El: 9 - C.c: 2	9.424e+ 00	- 1.522e+0	5.061e+ 01	5.025e+ 01	0.000e+ 00	0.000e+ 00	0.000e+ 00	0.000e+ 00	0.000e+ 00	0.000e+ 00	3.404e+ 01	- 3.332e+0
		1										1
El: 9 -	6.762e+	-	3.631e+	3.605e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	2.442e+	-

Emesso	R. Desalvo	Verificato	R. Desalvo	Approvato	R. Desalvo	Revisione	
Data	mag 2019	Data	mag 2019	Data	mag 2019		

Progetto n.							Pag. N°	20 di 33
Committente	Comune di Stella							
Titolo Progetto	Progetto definitivo-esecutivo							
Documento	Relazione di calcolo strutture e fondazioni							

Elem./C.c.	Fx/I	Fx/J	Fy/I	Fy/J	Fz/I	Fz/J	Mx/I	Mx/J	My/I	My/J	Mz/I	Mz/J
C.c: 3	00	1.092e+0	01	01	00	00	00	00	00	00	01	2.390e+0
		1										1
El: 9 -	5.495e+	-	2.948e+	2.927e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	1.983e+	-
C.c: 4	00	8.874e+0	01	01	00	00	00	00	00	00	01	1.941e+0
		0										1
El: 9 -	5.115e+	-	2.744e+	2.724e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	1.845e+	-
C.c: 5	00	8.259e+0	01	01	00	00	00	00	00	00	01	1.806e+0
		0										1
El: 10 -	6.006e+	-	2.828e+	2.639e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	1.981e+	-
C.c: 1	00	1.517e+0	01	01	00	00	00	00	00	00	01	1.597e+0
		1										1
El: 10 -	1.103e+	-	5.211e+	4.862e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	3.649e+	-
C.c: 2	01	2.790e+0	01	01	00	00	00	00	00	00	01	2.942e+0
		1										1
El: 10 -	7.913e+	-	3.739e+	3.488e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	2.618e+	-
C.c: 3	00	2.002e+0	01	01	00	00	00	00	00	00	01	2.111e+0
		1										1
El: 10 -	6.447e+	-	3.039e+	2.835e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	2.128e+	-
C.c: 4	00	1.629e+0	01	01	00	00	00	00	00	00	01	1.716e+0
		1										1
El: 10 -	6.006e+	-	2.83E+00	2.639e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	0.000e+	1.981e+	-
C.c: 5	00	1.517e+0	1	01	00	00	00	00	00	00	01	1.597e+0
		1										1

## TABELLA INVILUPPI REAZIONI VINCOLARI

### FORZE / MOMENTI ELEMENTO FINITO PLINTO - VINCOLO (EX+I\*EY)

GRUPPO: 1 - DESCRIZIONE: VINCOLI ALLA BASE

Nodo	FX	FY	FZ	MX	MY	MZ
1	+7.07e-001	+8.88e-001	+4.73e-001	+2.75e+000	+1.45e+000	+2.17e-002
2	+1.06e+000	+1.34e+000	+3.39e-001	+3.93e+000	+1.82e+000	+1.18e-002
3	+1.27e+000	+1.18e+000	+9.31e-003	+3.12e+000	+2.02e+000	+1.81e-002
4	+1.40e+000	+5.58e-001	+4.78e-001	+1.38e+000	+2.10e+000	+1.54e-002
5	+1.66e+000	+1.29e-001	+2.10e-001	+2.91e-001	+2.26e+000	+6.78e-003
6	+1.77e+000	+3.72e-002	+9.18e-001	+7.50e-002	+2.24e+000	+1.05e-003
7	+2.41e+000	+1.58e-002	+1.13e-001	+2.62e-002	+2.56e+000	+5.07e-004
8	+3.60e+000	+1.92e-003	+1.76e+000	+2.34e-003	+3.06e+000	+9.45e-005
9	+2.59e+000	+6.36e-004	+6.97e-001	+7.80e-004	+2.16e+000	+1.83e-005
10	+2.60e+000	+5.85e-005	+1.18e+000	+5.88e-005	+1.83e+000	+2.27e-006
11	+1.20e+001	+9.48e-006	+2.19e+000	+3.81e-006	+3.78e+000	+2.47e-006

### FORZE / MOMENTI ELEMENTO FINITO PLINTO - VINCOLO (I\*EX+EY)

Emesso	R. Desalvo	Verificato	R. Desalvo	Approvato	R. Desalvo	Revisione	
Data	mag 2019	Data	mag 2019	Data	mag 2019		

Progetto n.							Pag. N°	21 di 33
Committente	Comune di Varazze							
Titolo Progetto	Progetto definitivo-esecutivo							
Documento	Relazione di calcolo strutture e fondazioni							

## GRUPPO: 1 - DESCRIZIONE: VINCOLI ALLA BASE

Nodo	FX	FY	FZ	MX	MY	MZ
1	+2.12e-001	+2.96e+000	+1.42e-001	+9.18e+000	+4.35e-001	+7.23e-002
2	+3.18e-001	+4.47e+000	+1.02e-001	+1.31e+001	+5.46e-001	+3.94e-002
3	+3.81e-001	+3.93e+000	+2.79e-003	+1.04e+001	+6.06e-001	+6.05e-002
4	+4.20e-001	+1.86e+000	+1.43e-001	+4.61e+000	+6.30e-001	+5.12e-002
5	+4.98e-001	+4.30e-001	+6.30e-002	+9.71e-001	+6.78e-001	+2.26e-002
6	+5.31e-001	+1.24e-001	+2.75e-001	+2.50e-001	+6.72e-001	+3.50e-003
7	+7.23e-001	+5.27e-002	+3.39e-002	+8.72e-002	+7.68e-001	+1.69e-003
8	+1.08e+000	+6.39e-003	+5.28e-001	+7.80e-003	+9.18e-001	+3.15e-004
9	+7.77e-001	+2.12e-003	+2.09e-001	+2.60e-003	+6.48e-001	+6.09e-005
10	+7.80e-001	+1.95e-004	+3.54e-001	+1.96e-004	+5.49e-001	+7.58e-006
11	+3.60e+000	+3.16e-005	+6.57e-001	+1.27e-005	+1.13e+000	+8.23e-006

## 3 OPERE DI FONDAZIONE

Viene di seguito effettuato il dimensionamento dell'opera di fondazione relativamente al plinto maggiormente sollecitato. Le azioni utilizzate per il calcolo sono state ricavate dalla verifica di Mastersap nei paragrafi precedenti.

### Normative 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.
- Legge nr. 64 del 02/02/1974.  
Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche.
- D.M. LL.PP. del 11/03/1988.  
Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.
- D.M. LL.PP. del 14/02/1992.  
Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche.
- D.M. 9 Gennaio 1996  
Norme Tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche
- D.M. 16 Gennaio 1996  
Norme Tecniche relative ai 'Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi'
- D.M. 16 Gennaio 1996  
Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche
- Circolare Ministero LL.PP. 15 Ottobre 1996 N. 252 AA.GG./S.T.C.  
Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche di cui al D.M. 9 Gennaio 1996
- Circolare Ministero LL.PP. 10 Aprile 1997 N. 65/AA.GG.  
Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche di cui al D.M. 16 Gennaio 1996
- Norme Tecniche per le Costruzioni 2018 (D.M. 17 Gennaio 2018)

### Richiami teorici - Metodi di analisi

#### Calcolo - Analisi ad elementi finiti

Per l'analisi platea si utilizza il metodo degli elementi finiti (FEM). La struttura viene suddivisa in elementi connessi fra di loro in corrispondenza dei nodi. Il campo di spostamenti interno all'elemento viene approssimato in funzione degli spostamenti nodali mediante le funzioni di forma. Il

Emesso	R. Desalvo	Verificato	R. Desalvo	Approvato	R. Desalvo	Revisione	
Data	mag 2019	Data	mag 2019	Data	mag 2019		

 StAigeS Ingegneria S.r.l. Corso Italia 22/6 - 17100 Savona (SV) - email: info@staiges.com tel. 019.80.54.20 p.iva/c.f.: 01582920094	Progetto n.		Pag. N°	22 di 33
	Committente	Comune di Stella		
	Titolo Progetto	Progetto definitivo-esecutivo		
	Documento	Relazione di calcolo strutture e fondazioni		

programma utilizza, per l'analisi tipo piastra, elementi quadrangolari e triangolari. Nel problema di tipo piastra gli spostamenti nodali sono lo spostamento verticale  $w$  e la rotazione intorno agli assi  $x$  e  $y$ ,  $\phi_x$  e  $\phi_y$ , legati allo spostamento  $w$  tramite relazioni

$$\begin{aligned}\phi_x &= -dw/dy \\ \phi_y &= dw/dx\end{aligned}$$

Note le funzioni di forma che legano gli spostamenti nodali al campo di spostamenti sul singolo elemento è possibile costruire la matrice di rigidezza dell'elemento  $\mathbf{k}_e$  ed il vettore dei carichi nodali dell'elemento  $\mathbf{p}_e$ .

La fase di assemblaggio consente di ottenere la matrice di rigidezza globale della struttura  $\mathbf{K}$  ed il vettore dei carichi nodali  $\mathbf{p}$ . La soluzione del sistema

$$\mathbf{K} \mathbf{u} = \mathbf{p}$$

consente di ricavare il vettore degli spostamenti nodali  $\mathbf{u}$ .

Dagli spostamenti nodali è possibile risalire per ogni elemento al campo di spostamenti ed alle sollecitazioni  $M_x$ ,  $M_y$  ed  $M_{xy}$ .

Il terreno di fondazione se presente viene modellato con delle molle disposte in corrispondenza dei nodi. La rigidezza delle molle è proporzionale alla costante di sottofondo  $k$  ed all'area dell'elemento.

I pali di fondazione sono modellati con molle verticali aventi rigidezza pari alla rigidezza verticale del palo.

Per l'analisi tipo lastra (analisi della piastra soggetta a carichi nel piano) vengono utilizzati elementi triangolari a 6 nodi a deformazione quadratica. Gli spostamenti nodali sono gli spostamenti  $u$  e  $v$  nel piano XY. L'analisi fornisce in tal caso il campo di spostamenti orizzontali e le tensioni nel piano della lastra  $\sigma_x$ ,  $\sigma_y$  e  $\tau_{xy}$ . Dalle tensioni è possibile ricavare, noto lo spessore, gli sforzi normali  $N_x$ ,  $N_y$  e  $N_{xy}$ .

Nell'analisi tipo lastra i pali di fondazione sono modellati con molle orizzontali in direzione X e Y aventi rigidezza pari alla rigidezza orizzontale del palo.

Nel caso di platea nervata le nervature sono modellate con elementi tipo trave (con eventuale rigidezza torsionale) connesse alla piastra in corrispondenza dei nodi degli elementi.

## Metodo calcolo portanza

Il rapporto fra il carico limite in fondazione e la componente normale della risultante dei carichi trasmessi deve essere superiore a  $\eta_q$ . Cioè, detto  $Q_u$  il carico limite ed  $R$  la risultante verticale dei carichi in fondazione, deve essere:

$$\frac{Q_u}{R} \geq \eta_q$$

Eseguendo il calcolo mediante gli Eurocodici si può impostare  $\eta_q \geq 1.0$

La formula di Vesic è analoga alla formula di Hansen. Cambia solo il fattore  $N_\gamma$  e l'espressione di alcuni coefficienti.

Di seguito sono riportate per intero tutte le espressioni.

Caso generale

$$q_u = c N_{c_c} s_{c_c} d_{c_c} i_{c_c} g_{c_c} b_c + q N_{q_q} s_{q_q} d_{q_q} i_{q_q} g_{q_q} b_q + 0.5 B \gamma N_{\gamma_\gamma} s_{\gamma_\gamma} d_{\gamma_\gamma} i_{\gamma_\gamma} g_{\gamma_\gamma} b_\gamma$$

Caso di terreno puramente coesivo  $\phi=0$

$$q_u = 5.14 c (1 + s_c + d_c - i_c - g_c - b_c) + q$$

Emesso	R. Desalvo	Verificato	R. Desalvo	Approvato	R. Desalvo	Revisione	
Data	mag 2019	Data	mag 2019	Data	mag 2019		

Progetto n.							Pag. N°	23 di 33
Committente	Comune di Varazze							
Titolo Progetto	Progetto definitivo-esecutivo							
Documento	Relazione di calcolo strutture e fondazioni							

I fattori che compaiono in queste espressioni sono espressi da:

$$N_q = e^{\pi \text{tg}\phi} K_p$$

$$N_c = (N_q - 1) \text{ctg}\phi$$

$$N_\gamma = 2(N_q + 1) \text{tg}\phi$$

Fattori di forma

per  $\phi=0$   $s_c = 0.2 \frac{B}{L}$

per  $\phi>0$   $s_c = 1 + \frac{N_q}{N_c} \frac{B}{L}$

$$s_q = 1 + \frac{B}{L} \text{tg}\phi$$

$$s_\gamma = 1 - 0.4 \frac{B}{L}$$

Fattori di profondità

Si definisce il parametro  $k$  come

$$k = \frac{D}{B} \quad \text{se} \quad \frac{D}{B} \leq 1$$

$$k = \arctg \frac{D}{B} \quad \text{se} \quad \frac{D}{B} > 1$$

I vari coefficienti si esprimono come

Emesso	R. Desalvo	Verificato	R. Desalvo	Approvato	R. Desalvo	Revisione	
Data	mag 2019	Data	mag 2019	Data	mag 2019		

Progetto n.								Pag. N°	24 di 33
Committente	Comune di Stella								
Titolo Progetto	Progetto definitivo-esecutivo								
Documento	Relazione di calcolo strutture e fondazioni								

per  $\phi=0$   $d_c = 0.4k$

per  $\phi>0$   $d_c = 1 + 0.4k$

$$d_q = 1 + 2 \operatorname{tg} \phi (1 - \sin \phi)^2 k$$

$$d_r = 1$$

Fattori di inclinazione del carico

Definito il parametro

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

per  $\phi = 0$   $i_c = 1 - \frac{mH}{A_r c N_c}$

per  $\phi > 0$   $i_c = i_q - \frac{1-i_q}{N_q - 1}$

$$i_q = \left(1 - \frac{H}{V + A_r c \operatorname{ctg} \phi}\right)^m$$

$$i_r = \left(1 - \frac{H}{V + A_r c \operatorname{ctg} \phi}\right)^{m+1}$$

Fattori di inclinazione del piano di posa della fondazione

per  $\phi=0$   $b_c = \frac{\eta^\circ}{147^\circ}$

per  $\phi>0$   $b_c = 1 - \frac{\eta^\circ}{147^\circ}$

Emesso	R. Desalvo	Verificato	R. Desalvo	Approvato	R. Desalvo	Revisione	
Data	mag 2019	Data	mag 2019	Data	mag 2019		

 StAigeS Ingegneria S.r.l. Corso Italia 22/6 - 17100 Savona (SV) - email: info@staiges.com tel. 019.80.54.20 p.iva/c.f.: 01582920094	Progetto n.		Pag. N°	25 di 33
	Committente	Comune di Varazze		
	Titolo Progetto	Progetto definitivo-esecutivo		
	Documento	Relazione di calcolo strutture e fondazioni		

$$b_q = b_\gamma = (1 - \eta \text{tg}\phi)^2$$

#### Fattori di inclinazione del terreno

Indicando con  $\beta$  la pendenza del pendio i fattori  $g$  si ottengono dalle espressioni seguenti:

$$\text{per } \phi=0 \quad g_c = \frac{\beta^\circ}{147^\circ}$$

$$\text{per } \phi>0 \quad g_c = 1 - \frac{\beta^\circ}{147^\circ}$$

$$g_q = g_\gamma = (1 - \text{tg}\beta)^2$$

### Cedimenti della fondazione

#### Metodo Elastico

Il metodo dell'elasticità per il calcolo dei cedimenti fornisce la seguente espressione:

$$w = \sum_{i=1}^n \frac{\Delta\sigma_i}{E_i} \Delta z_i$$

dove

$\Delta\sigma$  è la tensione indotta nel terreno, alla profondità  $z$ , dalla pressione di contatto della fondazione;

$E$  è il modulo elastico relativo allo strato **i-esimo**;

$\Delta z$  rappresenta lo spessore dello strato **i-esimo** in cui è stato suddiviso lo strato compressibile e per il quale si conosce il modulo elastico;

Lo spessore dello strato compressibile considerato nell'analisi dei cedimenti è stato determinato in funzione della percentuale della tensione di contatto.

#### Disposizione delle armature

Le armature vengono disposte secondo due direzioni, una principale ed una secondaria. Per il calcolo delle stesse si fa riferimento ai valori nodali delle sollecitazioni ottenute dall'analisi ad elementi finiti. Per la disposizione delle stesse occorre suddividere la piastra in un numero di strisce opportuno nelle due direzioni.

### **Dati**

#### Materiali

Simbologia adottata

n°	Indice materiale
Descrizione	Descrizione materiale
TC	Tipo calcestruzzo

Emesso	R. Desalvo	Verificato	R. Desalvo	Approvato	R. Desalvo	Revisione	
Data	mag 2019	Data	mag 2019	Data	mag 2019		

Progetto n.							Pag. N°	26 di 33
Committente	Comune di Stella							
Titolo Progetto	Progetto definitivo-esecutivo							
Documento	Relazione di calcolo strutture e fondazioni							

Rck	Resistenza cubica caratteristica, espresso in [kPa]
$\gamma_{ds}$	Peso specifico calcestruzzo, espresso in [kN/mc]
E	Modulo elastico calcestruzzo, espresso in [kPa]
$\nu$	Coeff. di Poisson
n	Coeff. di omogeneizzazione
TA	Tipo acciaio

n°	Descrizione	TC	Rck	$\gamma_{ds}$	E	$\nu$	n	TA
			[kPa]	[kN/mc]	[kPa]			
1	c25/30	C25/30	30000	24.52	31447048	0.200	15.00	B450C

## Tipologie plinti

### Simbologia adottata

n°	Indice tipologia plinto
Descrizione	Descrizione tipologia plinto
Forma	Forma tipologia plinto (R: Rettangolare, C: Circolare, T: Triangolare, P: Pentagonale, E: Esagonale, D: a Dadi sovrapposti)
$B_x$	Base plinto lungo x, espressa in [m]
$B_y$	Base plinto lungo y, espressa in [m]
$H_b$	Altezza basamento, espressa in [m]
$H_t$	Altezza totale, espressa in [m]
$b_x$	Base colletto lungo x, espressa in [m]
$b_y$	Base colletto lungo y, espressa in [m]
dXc	Sfalsamento colletto lungo x, espresso in [m]
dYc	Sfalsamento colletto lungo y, espresso in [m]
Bic	Indice bicchiere associato al colletto
Mat	Indice materiale

n°	Descrizione	Forma	B	H	Hb	Ht	Bc	Hc	dXc	dYc	Bic	Mat
			[m]									
1	Tipo plinto	R	1.00	2.20	0.40	0.40	0.25	1.70	0.00	0.00	--	1

## Posizione plinti

### Simbologia adottata

n°	Indice plinto
Tipo	Indice tipologia plinto
X	Ascissa plinto espressa in [m]
Y	Ordinata plinto espressa in [m]
$\alpha$	Rotazione plinto espressa in °
qposa	Quota piano di posa espressa in [m]
% kw	Percentuale costante di Winkler

n°	Tipo plinto	X	Y	$\alpha$	qposa	% kw
		[m]	[m]	[°]	[m]	
1	1	10.00	10.00	0.000	0.00	1.000

## Descrizione terreni

### Caratteristiche fisico meccaniche

#### Simbologia adottata

Descrizione	Descrizione terreno
$\gamma$	Peso di volume del terreno espresso in [kN/mc]
$\gamma_{sat}$	Peso di volume saturo del terreno espresso in [kN/mc]
$\phi$	Angolo di attrito interno del terreno espresso in gradi
$\delta$	Angolo di attrito palo-terreno espresso in gradi
c	Coesione del terreno espressa in [kPa]
ca	Adesione del terreno espressa in [kPa]
$\tau_1$	Tensione tangenziale, per calcolo portanza micropali con il metodo di Bustamante-Doix, espressa in [kPa]

Emesso	R. Desalvo	Verificato	R. Desalvo	Approvato	R. Desalvo	Revisione	
Data	mag 2019	Data	mag 2019	Data	mag 2019		

 StAigeS Ingegneria S.r.l. Corso Italia 22/6 - 17100 Savona (SV) - email: info@staiges.com tel. 019.80.54.20 p.iva/c.f.: 01582920094	Progetto n.		Pag. N°	27 di 33
	Committente	Comune di Varazze		
	Titolo Progetto	Progetto definitivo-esecutivo		
	Documento	Relazione di calcolo strutture e fondazioni		

$\alpha$  Coeff. di espansione laterale

Descrizione	$\gamma$	$\gamma_{sat}$	$\phi$	$\delta$	c	ca
	[kN/mc]	[kN/mc]	[°]	[°]	[kPa]	[kPa]
Coltre detritica	19.500	19.500	28.00	18.67	3.0	1.5

## Caratteristiche di deformabilità

### Simbologia adottata

Descrizione	Descrizione terreno
Ed	Modulo edometrico espresso in [kPa]
RR	Rapporto di ricomprensione
CR	Rapporto di compressione
OCR	Grado di sovraconsolidazione
E	Modulo elastico espresso in [kPa]
v	Coefficiente di Poisson

Descrizione	Ed	RR	CR	OCR	E	v
	[kPa]				[kPa]	
Coltre detritica	0	0.0000	0.0000	0.0000	10000	0.350

## Descrizione stratigrafia e falda

### Simbologia adottata

N	Identificativo strato
Z1	Quota dello strato in corrispondenza del punto di sondaggio n°1 espressa in [m]
Z2	Quota dello strato in corrispondenza del punto di sondaggio n°2 espressa in [m]
Z3	Quota dello strato in corrispondenza del punto di sondaggio n°3 espressa in [m]
Terreno	Terreno associato allo strato

N	Z1	Z2	Z3	Terreno
	[m]	[m]	[m]	
1	-10.0	-10.0	-10.0	Coltre detritica

### Falda

Falda non presente

## Convenzioni adottate

### Carichi e reazioni vincolari

Fz	Carico verticale positivo verso il basso
Fx	Forza orizzontale in direzione X positiva nel verso delle X crescenti.
Fy	Forza orizzontale in direzione Y positiva nel verso delle Y crescenti.
Mx	Momento con asse vettore parallelo all'asse X positivo antiorario.
My	Momento con asse vettore parallelo all'asse Y positivo antiorario.

### Sollecitazioni

Mx	Momento flettente X con asse vettore parallelo all'asse Y (positivo se tende le fibre inferiori).
My	Momento flettente Y con asse vettore parallelo all'asse X (positivo se tende le fibre inferiori).
Mxy	Momento flettente XY.

## Condizioni di carico

### Carichi plinti

#### Simbologia adottata

Ip	Indice plinto
Ic	Indice colletto
N	Carico verticale, espresso in [kN]

Emesso	R. Desalvo	Verificato	R. Desalvo	Approvato	R. Desalvo	Revisione	
Data	mag 2019	Data	mag 2019	Data	mag 2019		

Mx Momento intorno all'asse X, espresso in [kNm]  
 My Momento intorno all'asse Y, espresso in [kNm]  
 Tx Forza orizzontale in direzione X, espressa in [kN]  
 Ty Forza orizzontale in direzione Y, espressa in [kN]

## Condizione n° 1 - Condizione 1

### Carichi plinti

Ip	Ic	N	Mx	My	Tx	Ty
		[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]
1	1	87.500	0.000	0.000	0.000	0.000

## Condizione n° 2 - Condizione 2

### Carichi plinti

Ip	Ic	N	Mx	My	Tx	Ty
		[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]
1	1	32.000	0.000	0.000	0.000	0.000

## Normativa - Coefficienti di sicurezza

### Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni

CARICHI	EFFETTO	Coefficiente parziale	(A1) - STR
Permanenti	Favorevole	$\gamma_{G1, fav}$	1.00
Permanenti	Sfavorevole	$\gamma_{G1, sfav}$	1.30
Permanenti non strutturali	Favorevole	$\gamma_{G2, fav}$	0.00
Permanenti non strutturali	Sfavorevole	$\gamma_{G2, sfav}$	1.50
Variabili	Favorevole	$\gamma_{Q1, fav}$	0.00
Variabili	Sfavorevole	$\gamma_{Q1, sfav}$	1.50
Variabili traffico	Favorevole	$\gamma_{Q, fav}$	0.00
Variabili traffico	Sfavorevole	$\gamma_{Q, sfav}$	1.35

### Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

PARAMETRO	GRANDEZZA	Coefficiente parziale	(M1)
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \phi'_k$	$\gamma_\phi$	1.00
Coesione efficace	$c'_k$	$\gamma_c$	1.00
Resistenza non drenata	$c_{uk}$	$\gamma_{cu}$	1.00

### Coefficienti parziali $\gamma_k$ per le verifiche agli stati limite ultimi di fondazioni superficiali

## Elenco combinazioni di calcolo

Numero combinazioni definite 2

Simbologia adottata

CP Coefficiente di partecipazione della condizione

Emesso	R. Desalvo	Verificato	R. Desalvo	Approvato	R. Desalvo	Revisione	
Data	mag 2019	Data	mag 2019	Data	mag 2019		

Progetto n.		Pag. N°	29 di 33
Committente	Comune di Varazze		
Titolo Progetto	Progetto definitivo-esecutivo		
Documento	Relazione di calcolo strutture e fondazioni		

Combinazione n° 1 - A1-M1-R3

Condizione	CP
Peso proprio	1.30
Condizione 1	1.00

Combinazione n° 2 - A1-M1-R3

Condizione	CP
Peso proprio	1.30
Condizione 2	1.00

## Impostazioni di analisi

### Portanza fondazione superficiale

Metodo calcolo portanza: Vesic  
 Criterio di media calcolo strato equivalente: Ponderata  
 Riduzione portanza per effetto eccentricità: Meyerhof

## Modello

### Caratteristiche Mesh

Numero elementi 152  
 Numero nodi 95

## Risultati involuppo

### Spostamenti

#### Plinti

### Spostamenti massimi e minimi del plinto

Simbologia adottata

In Indice nodo  
 w Spostamento verticale, espresso in [cm]  
 u Spostamento direzione X, espresso in [cm]  
 v Spostamento direzione Y, espresso in [cm]  
 $\phi_x$  Rotazione intorno all'asse X, espressa in [°]  
 $\phi_y$  Rotazione intorno all'asse Y, espressa in [°]  
 p Pressione sul terreno (solo per calcolo fondazione), espressa in [kPa]  
 kw Costante di Winkler (solo per calcolo fondazione), espressa in [kg/cm<sup>2</sup>/cm]. Il valore viene stampato solo se si è utilizzato il modello di interazione

#### Plinto 1

In	X	Y	Valore	UM	Cmb
	[m]	[m]			
41	10.00	10.00	w	0.798451	[cm] 1 MAX

Emesso	R. Desalvo	Verificato	R. Desalvo	Approvato	R. Desalvo	Revisione	
Data	mag 2019	Data	mag 2019	Data	mag 2019		

Progetto n.		Pag. N°	30 di 33
Committente	Comune di Stella		
Titolo Progetto	Progetto definitivo-esecutivo		
Documento	Relazione di calcolo strutture e fondazioni		

93	10.50	11.10		0.412864		2	MIN
45	9.79	9.99	$\phi_x$	0.000007	[°]	1	MAX
47	10.21	10.01		-0.000007		1	MIN
90	9.96	11.10	$\phi_y$	0.000051	[°]	1	MAX
12	10.04	8.90		-0.000051		1	MIN
41	10.00	10.00	$p$	52.6966	[kPa]	1	MAX
93	10.50	11.10		27.2295		2	MIN

## Sollecitazioni

### Plinti

#### Sollecitazioni massime e minime

##### Simbologia adottata

In	Indice nodo modello
Mx	Momento X espresso in [kNm]
My	Momento Y espresso in [kNm]
Mxy	Momento XY espresso in [kNm]
Tx	Taglio X, espresso in [kN]
Ty	Taglio Y, espresso in [kN]
Nx	Tensione normale X espressa in [kPa]
Ny	Tensione normale Y espressa in [kPa]
Nxy	Tensione tangenziale XY espressa in [kPa]

##### Plinto n° 1

In	X	Y		Valore	UM	Cmb	
	[m]	[m]					
41	10.00	10.00	Mx	24.2774	[kNm]	1	MAX
57	10.50	10.01		-0.2674		1	MIN
41	10.00	10.00	My	37.5807	[kNm]	1	MAX
90	9.96	11.10		-0.0333		1	MIN
34	9.82	9.84	Mxy	2.6413	[kNm]	1	MAX
40	10.18	9.85		-2.6044		1	MIN
53	10.00	10.25	Tx	62.4528	[kN]	1	MAX
31	10.00	9.75		-62.4512		1	MIN
53	10.00	10.25	Ty	62.4528	[kN]	1	MAX
31	10.00	9.75		-62.4512		1	MIN

## Verifiche strutturali

### Verifica a flessione

#### Plinti

##### Simbologia adottata

Ip	Indice plinto
Is	Identificativo tratto-sezione-direzione (P: direzione principale, S: direzione secondaria)
A <sub>fi</sub>	Area di armatura lembo inferiore espressa in [cmq]
A <sub>fs</sub>	Area di armatura lembo superiore espressa in [cmq]
M <sub>u</sub>	Momento ultimo espresso in [kNm]
N <sub>u</sub>	Sforzo normale ultimo espresso in [kN]
FS	Fattore di sicurezza

Ip	Is	Afi	Afs	M <sub>u</sub>	N <sub>u</sub>	FS
		[cmq]	[cmq]	[kNm]	[kN]	
1	1-1-P	4.62	4.62	-64.29	0.00	1214.408

Emesso	R. Desalvo	Verificato	R. Desalvo	Approvato	R. Desalvo	Revisione	
Data	mag 2019	Data	mag 2019	Data	mag 2019		

Progetto n.							Pag. N°	31 di 33
Committente	Comune di Varazze							
Titolo Progetto	Progetto definitivo-esecutivo							
Documento	Relazione di calcolo strutture e fondazioni							

1-2-P	4.62	4.62	64.29	0.00	134.764
1-3-P	4.62	4.62	64.29	0.00	71.441
1-4-P	4.62	4.62	64.29	0.00	130.592
1-5-P	4.62	4.62	-64.29	0.00	1459.759
2-1-P	4.62	4.62	-64.29	0.00	621.564
2-2-P	4.62	4.62	64.29	0.00	34.524
2-3-P	4.62	4.62	64.29	0.00	6.984
2-4-P	4.62	4.62	64.29	0.00	34.524
2-5-P	4.62	4.62	-64.29	0.00	621.517
3-1-P	4.62	4.62	-64.29	0.00	1458.836
3-2-P	4.62	4.62	64.29	0.00	130.590
3-3-P	4.62	4.62	64.29	0.00	71.443
3-4-P	4.62	4.62	64.29	0.00	134.760
3-5-P	4.62	4.62	-64.29	0.00	1213.823
4-1-S	1.54	1.54	-21.59	0.00	3434.448
4-2-S	1.54	1.54	21.59	0.00	51.124
4-3-S	1.54	1.54	21.59	0.00	13.246
4-4-S	1.54	1.54	21.59	0.00	5.971
4-5-S	1.54	1.54	21.59	0.00	3.606
4-6-S	1.54	1.54	21.59	0.00	3.605
4-7-S	1.54	1.54	21.59	0.00	5.969
4-8-S	1.54	1.54	21.59	0.00	13.225
4-9-S	1.54	1.54	21.59	0.00	51.179
4-10-S	1.54	1.54	-21.59	0.00	4226.506
5-1-S	1.54	1.54	-21.59	0.00	2181.570
5-2-S	1.54	1.54	21.59	0.00	55.335
5-3-S	1.54	1.54	21.59	0.00	14.141
5-4-S	1.54	1.54	21.59	0.00	6.267
5-5-S	1.54	1.54	21.59	0.00	2.753
5-6-S	1.54	1.54	21.59	0.00	2.753
5-7-S	1.54	1.54	21.59	0.00	6.267
5-8-S	1.54	1.54	21.59	0.00	14.141
5-9-S	1.54	1.54	21.59	0.00	55.334
5-10-S	1.54	1.54	-21.59	0.00	2181.399
6-1-S	1.54	1.54	-21.59	0.00	4226.403
6-2-S	1.54	1.54	21.59	0.00	51.179
6-3-S	1.54	1.54	21.59	0.00	13.225
6-4-S	1.54	1.54	21.59	0.00	5.969
6-5-S	1.54	1.54	21.59	0.00	3.605
6-6-S	1.54	1.54	21.59	0.00	3.606
6-7-S	1.54	1.54	21.59	0.00	5.971
6-8-S	1.54	1.54	21.59	0.00	13.246
6-9-S	1.54	1.54	21.59	0.00	51.124
6-10-S	1.54	1.54	-21.59	0.00	3434.391

## Verifiche geotecniche

### Carico limite

### Plinti

#### Simbologia adottata

n°	Indice plinto
N	Carico verticale trasferito al terreno, espresso in [kN]
Np	Carico verticale trasferito ai pali, espresso in [kN]
Pu	Portanza ultima, espressa in [kN]
Pd	Portanza di progetto, espressa in [kN]
FS	Fattore di sicurezza a carico limite (Pd/N). Tra parentesi viene riportato l'indice della combinazione con fattore di sicurezza minimo.

n°	N	Np	Pu	Pd	η
	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	

Emesso	R. Desalvo	Verificato	R. Desalvo	Approvato	R. Desalvo	Revisione	
Data	mag 2019	Data	mag 2019	Data	mag 2019		

Progetto n.		Pag. N°	32 di 33
Committente	Comune di Stella		
Titolo Progetto	Progetto definitivo-esecutivo		
Documento	Relazione di calcolo strutture e fondazioni		

1	115.55	0.00	507.84	220.80	1.911 (1)
---	--------	------	--------	--------	-----------

## Scorrimento e ribaltamento

### Plinti

#### Simbologia adottata

n°	Indice plinto
T	Carico orizzontale trasferito al terreno, espresso in [kN]
Tp	Carico orizzontale trasferito ai pali, espresso in [kN]
Ru	Resistenza ultima allo scorrimento, espressa in [kN]
Rd	Resistenza di progetto allo scorrimento, espressa in [kN]
FS <sub>s</sub>	Fattore di sicurezza allo scorrimento (Rd/T). Tra parentesi viene riportato l'indice della combinazione con fattore di sicurezza minimo.
Mr	Momento ribaltante, espresso in [kNm]
Ms	Momento stabilizzante, espressa in [kNm]
FS <sub>R</sub>	Fattore di sicurezza al ribaltamento (Ms/Mr). Tra parentesi viene riportato l'indice della combinazione con fattore di sicurezza minimo.

n°	T	Tp	Ru	Rd	FS <sub>s</sub>	Mr	Ms	FS <sub>R</sub>
	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]		[kNm]	[kNm]	
1	0.00	0.00	0.00	0.00	100.0 (1)	0.0000	0.0000	100.0 (1)

### Armature

#### Armature plinti

#### Simbologia adottata

n°	Indice plinto
Gruppo	Gruppo di appartenenza del ferro
Lembo	Posizione del ferro nel plinto
Dir	Direzione del ferro nel plinto
φ	Numero ferri e diametro ferro, espresso in [mm]
L	Lunghezza, espressa in [m]

n°	Gruppo	Tipo	Lembo	Dir	Armatura	L
					[mm]	[m]
1	A	Staffone	Inferiore	X	9 φ14	2.56
	B	Staffone	Inferiore	Y	3 φ14	4.96

Savona, maggio 2019

Il Tecnico  
 Ing. Desalvo Roberto

Emesso	R. Desalvo	Verificato	R. Desalvo	Approvato	R. Desalvo	Revisione	
Data	mag 2019	Data	mag 2019	Data	mag 2019		

# StAigeS

StAigeS Ingegneria S.r.l.  
Corso Italia 22/6 - 17100 Savona (SV) - email: info@staiges.com  
tel. 019.80.54.20 p.iva/c.f.: 01582920094

Progetto n.								Pag. N°	33 di 33
Committente	Comune di Stella								
Titolo Progetto	Progetto definitivo-esecutivo								
Documento	Relazione di calcolo strutture e fondazioni								

Emesso	R. Desalvo	Verificato	R. Desalvo	Approvato	R. Desalvo	Revisione	
Data	mag 2019	Data	mag 2019	Data	mag 2019		