

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



U.O. INFRASTRUTTURE SUD

PROGETTO DEFINITIVO

**LINEA SALERNO - PONTECAGNANO AEROPORTO
COMPLETAMENTO METROPOLITANA DI SALERNO
TRATTA ARECHI - PONTECAGNANO AEROPORTO**

FABBRICATI

SSE km 5+750 - FA01 - Fabbricato Sse

Relazione di calcolo fondazione

SCALA:

-

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA/DISCIPLINA PROGR. REV.

NN1X
 00
 D
 78
 CL
 FA0100
 001
 B

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione Esecutiva	F.Durastanti	Ott-2020	G.Romano	Ott-2020	M.D'Avino	Ott-2020	D.Tiberti
B	Emissione Esecutiva	F.Durastanti	Gen-2021	G.Romano	Gen-2021	Gen-2021	Gen-2021	D.Tiberti

ITALFERR S.p.A.
 Gruppo Ferrovie dello Stato
 Direzione Generale
 UO Infrastrutture Sud
 Dott. Ing. Danilo Tiberti
 Ordine degli Ingegneri Prov. di Napoli n. 10178

NN1X.0.0.D.78.CL.FA.01.0.0.001.B
n. Elab.:

INDICE

1	PREMESSA	3
2	SCOPO DEL DOCUMENTO	3
3	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO.....	5
3.1	DOCUMENTI REFERENZIATI	5
3.2	DOCUMENTI CORRELATI	6
4	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI	6
4.1	CEMENTO ARMATO.....	6
4.1.1	CALCESTRUZZO	6
4.1.2	ACCIAIO D'ARMATURA IN BARRE TONDE AD ADERENZA MIGLIORATA.....	8
4.1.3	COPRIFERRO	9
5	REAZIONI VINCOLARI	10
6	TERRENO DI FONDAZIONE	12
7	CONSIDERAZIONI GENERALI SUL MODELLO DI CALCOLO	13
8	FONDAZIONI.....	18
8.1	TRAVI DI FONDAZIONE	18
8.1.1	VERIFICA A FLESSIONE.....	24
8.1.2	VERIFICA A TAGLIO.....	29
8.2	VERIFICA DEI CEDIMENTI	30
8.2.1	PILASTRO NODO 1	31
8.2.2	PILASTRO NODO 11 INTERNO	32
8.2.3	PILASTRO NODO 15 DI ESTREMITA'	33
8.2.4	CEDIMENTI AMMISSIBILI PER LE STRUTTURE A TELAIO IN C.A. E CONFRONTO CON I VALORI CALCOLATI.....	34
8.3	VERIFICA DI CAPACITÀ PORTANTE	35
8.3.1	PORTANZA TERRENO IN FASE SISMICA SLV.....	37

Relazione di calcolo fondazione

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
NN1X	00 D 78	CL	FA 01 00 001	B	2 di 45

8.3.2	PORTANZA TERRENO IN FASE STATICA SLU	41
9	CONCLUSIONI	45

Relazione di calcolo fondazione

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
NN1X	00 D 78	CL	FA 01 00 001	B	3 di 45

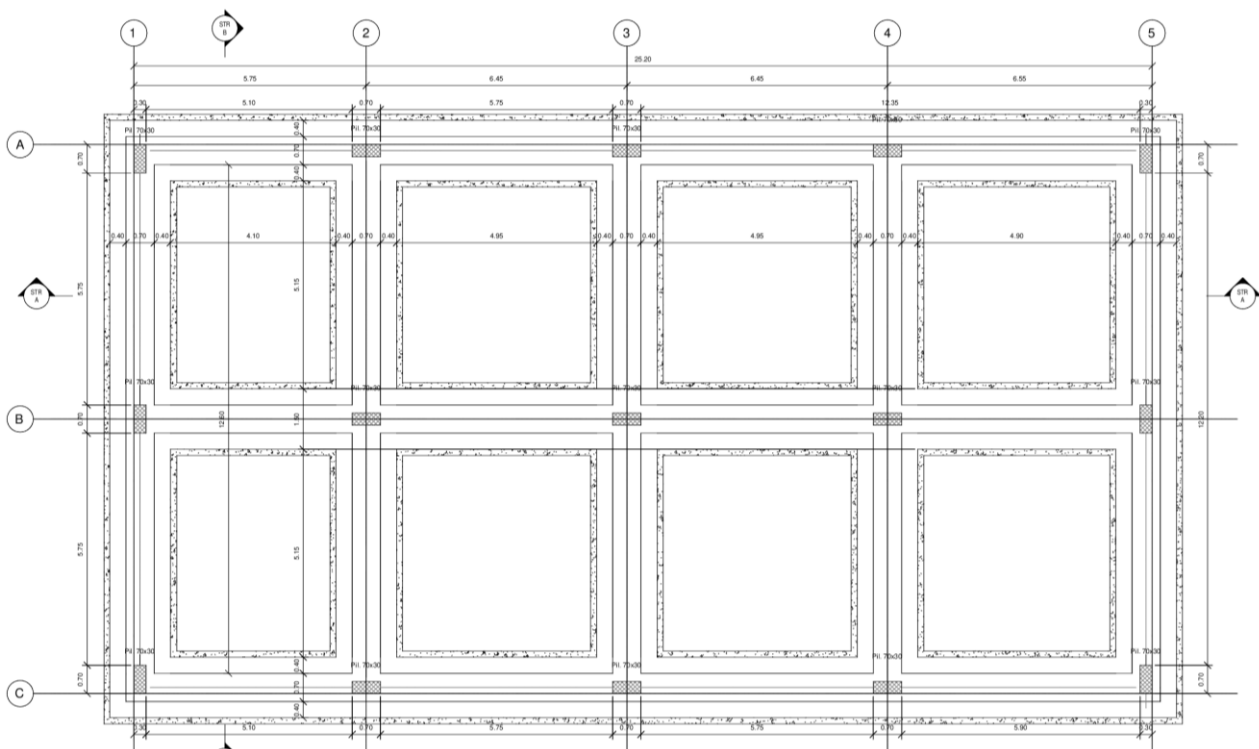
1 PREMESSA

Il presente documento è emesso nell'ambito dello sviluppo della Progettazione Definitiva per il completamento della Linea Salerno – Pontecagnano Aeroporto, tratta Arechi – Pontecagnano Aeroporto.

Nel presente elaborato viene calcolato il "Fabbricato SSE Km 5+750", di dimensioni pari a 25,58 x 13,98 m, che verrà realizzato all'interno della SSE al Km 5+750:

2 SCOPO DEL DOCUMENTO

Lo scopo del presente documento è quello di calcolare e verificare le strutture in fondazione del "Fabbricato SSE Km 5+750".



Carpenteria Fondazione
 1:50

Relazione di calcolo fondazione

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
NN1X	00 D 78	CL	FA 01 00 001	B	4 di 45

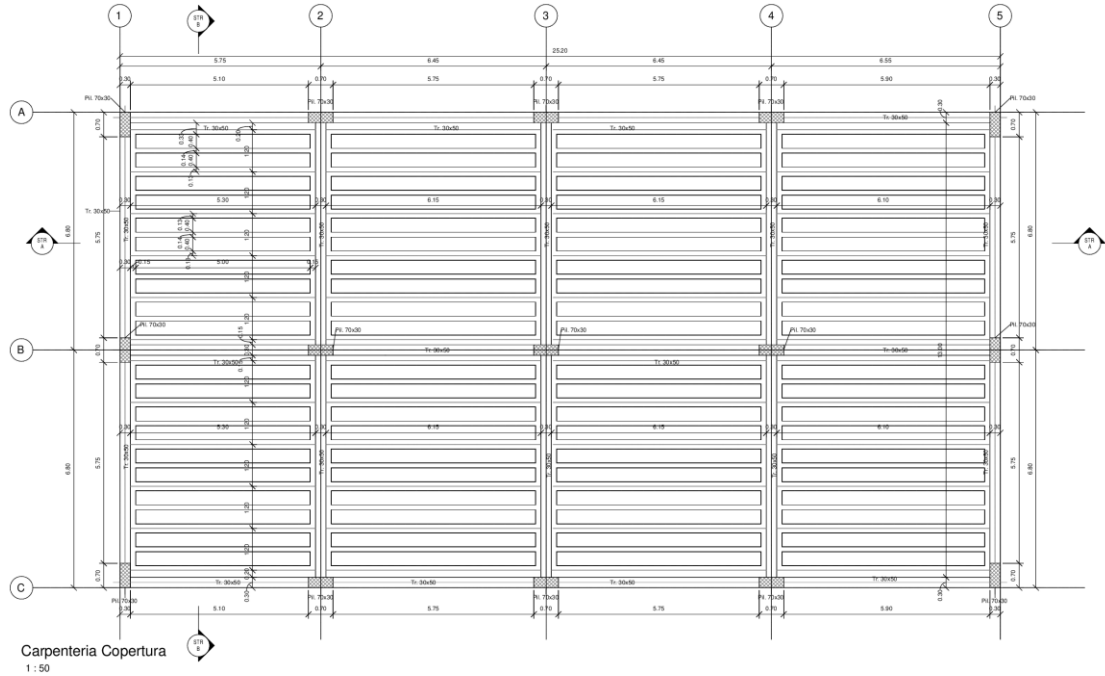


Figura 2-1 – Carpenteria Fondazione e Copertura.

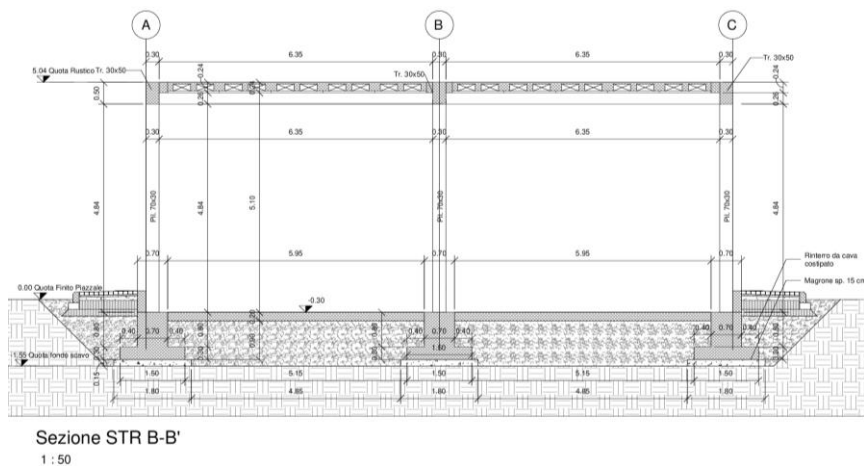
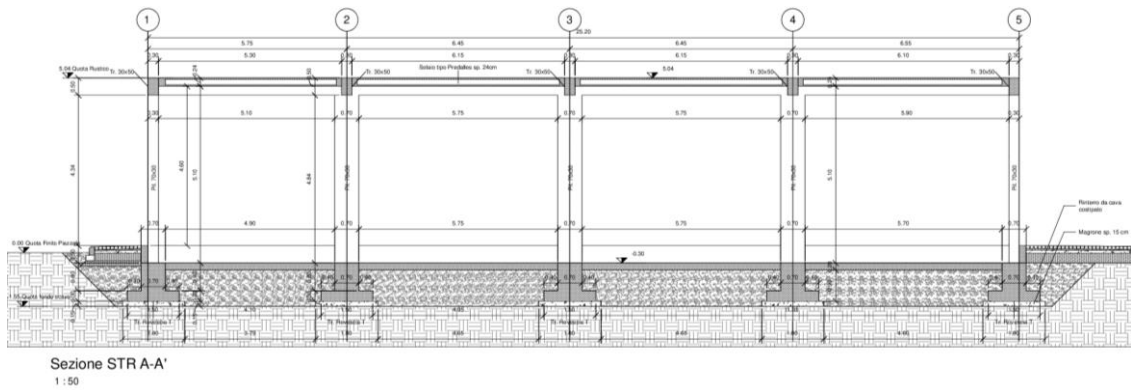


Figura 2-2 – Sezione longitudinale e trasversale.

 <p>ITAFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>LINEA SALERNO - PONTECAGNANO AEROPORTO COMPLETAMENTO METROPOLITANA DI SALERNO TRATTA ARECHI - PONTECAGNANO AEROPORTO PROGETTO DEFINITIVO Fabbricati – SSE Km 5+750 – FA01 – Fabbricato SSE</p>												
<p>Relazione di calcolo fondazione</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>NN1X</td> <td>00 D 78</td> <td>CL</td> <td>FA 01 00 001</td> <td>B</td> <td>5 di 45</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO	NN1X	00 D 78	CL	FA 01 00 001	B	5 di 45
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO								
NN1X	00 D 78	CL	FA 01 00 001	B	5 di 45								

La struttura in pianta del fabbricato ha forma rettangolare avente le seguenti dimensioni 25.58 m x 13.98 m, comprensiva del rivestimento. Il sistema strutturale è caratterizzato da un telaio spaziale monolivello avente copertura piana costituito da due campate in direzione trasversale di luce 5.90 m mentre, parallelamente al lato lungo, è suddiviso in 4 campate di luce massima pari a 6.15 m.

La struttura relativa alla parte in elevazione è costituita da travi e pilastri in cemento armato. Il solaio di copertura è del tipo semiprefabbricato a prédalles, con getto in opera dei travetti e della caldana superiore. Lo spessore totale del solaio di copertura è di 24 cm e comprende 4 cm di prédalles, 16 cm di nervature e 4 cm di caldana superiore. Le lastre in c.a. sono larghe 120 cm e presentano tre tralicci metallici di irrigidimento ed elementi di alleggerimento delimitanti le nervature intermedie. Il solaio è ordito secondo la direzione longitudinale del fabbricato in modo da essere poggiato direttamente sui telai trasversali disposti ad interasse che vanno da 5.90 m a 6.15 m. I pilastri hanno dimensione in pianta di 30x70 cm, le travi longitudinali hanno dimensioni 30x40 cm, le travi trasversali invece sono 30x50.

Le fondazioni dell'edificio sono di tipo diretto, costituite da un graticcio di travi a T rovesce con spessore dell'anima pari a 70 cm, altezza di 100 cm larghezza suola pari a 150 cm e spessore della suola di 30 cm. Al di sotto delle fondazioni è previsto uno strato di magrone di spessore 10 cm debordante l'impronta delle fondazioni di 10 cm.

3 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

3.1 DOCUMENTI REFERENZIATI

La progettazione è conforme alle normative vigenti nonché ai manuali di progettazione societari.

La normativa cui viene fatto riferimento nelle fasi di calcolo e progettazione è la seguente:

- Rif. [1] - Norme tecniche per le costruzioni - D.M. 17/01/2018 (NTC-2018)
- Rif. [2] - Circolare n. 7 del 21 gennaio 2019 - Istruzioni per l'Applicazione dell'aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al Decreto Ministeriale 17 gennaio 2018;
- Rif. [3] – Regolamento (UE) N. 1299/2014 della Commissione del 18 novembre 2014 relativo alle specifiche tecniche di interoperabilità per il sottosistema “infrastruttura” del sistema ferroviario dell'Unione Europea, modificato dal Regolamento di esecuzione (UE) N° 2019/76 della Commissione del 16/ maggio 2019;
- Rif. [4] – Eurocodici EN 1991-2:2003/AC:2010 – Eurocodice 1 – Parte 2
- Rif. [5] – RFI DTC SI MA IFS 001 D del 20 dicembre 2019 – Manuale di Progettazione delle Opere Civili

3.2 DOCUMENTI CORRELATI

I documenti correlati sono:

Rif. [6] Fabbricati – SSE Km 5+750 – FA01 – Fabbricato SSE - Pianta prospetto e sezioni fabbricato	NN1X.0.0.D.78.PZ.FA.01.0.0.001.
Rif. [7] Fabbricati – SSE Km 5+750 – FA01 – Fabbricato SSE - Pianta fili fissi e pianta fondazioni	NN1X.0.0.D.78.PB.FA.01.0.0.001.
Rif. [8] Fabbricati – SSE Km 5+750 – FA01 – Fabbricato SSE - Pianta copertura e carpenteria solai	NN1X.0.0.D.78.PZ.FA.01.0.0.002.
Rif. [9] Fabbricati – SSE Km 5+750 – FA01 – Fabbricato SSE - Carpenteria pilastri e travi	NN1X.0.0.D.78.BB.FA.01.0.0.001.
Rif. [10] Fabbricati – SSE Km 5+750 – FA01 – Fabbricato SSE - Carpenteria travi di fondazione	NN1X.0.0.D.78.BB.FA.01.0.0.002.
Rif. [11] Fabbricati – SSE Km 5+750 – FA01 – Fabbricato SSE - Relazione di calcolo strutture di elevazione	NN1X.0.0.D.78.CL.FA.01.0.0.002.

4 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

4.1 CEMENTO ARMATO

4.1.1 CALCESTRUZZO

Si riportano di seguito due tabelle riepilogative del tipo e delle caratteristiche del calcestruzzo adottato per i diversi elementi strutturali:

	Solaio in lastre predalles	Struttura in elevazione	Fondazioni
Classe di resistenza	C32/40	C30/37	C25/30
Classe di esposizione	XC3	XC3	XC2
Condizioni ambientali	ordinarie	ordinarie	ordinarie
Rapporto acqua/cemento		0,55	0,60

		Solaio in lastre predalles	Struttura in elevazione	Fondazioni
R _{ck}	(N/mm ²)	40	37	30
f _{ck}	(N/mm ²)	32	30	25
f _{cm}	(N/mm ²)	40	36	33
α _{cc}	(-)	0,85	0,85	0,85
γ _c	(-)	1,5	1,5	1,5
f _{cd}	(N/mm ²)	18,1	17,4	14.17
f _{ctm}	(N/mm ²)	3,02	2,94	2,56
f _{ctk}	(N/mm ²)	2,12	3,82	1,79
f _{ctd}	(N/mm ²)	1,41	1,40	1.19
f _{cfm}	(N/mm ²)	3,62	3,52	3,07
f _{ctk}	(N/mm ²)	2,54	2,46	2,15
E _c	(N/mm ²)	33346	33019	31476

Dove:

R_{ck} = Resistenza cubica caratteristica a compressione

f_{ck} = 0.83 · R_{ck} = Resistenza cilindrica caratteristica

f_{cm} = f_{ck} + 8 (N/mm²) = Resistenza cilindrica media a compressione

α_{cc} = Coefficiente per effetti a lungo termine e sfavorevoli: α_{cc} (t > 28gg) = 0.85

γ_c = 1.5; viene ridotto a 1.4 per produzioni continuative di elementi o strutture soggette a controllo continuativo del calcestruzzo dal quale risulti un coefficiente di variazione (rapporto tra scarto quadratico medio e valore medio della resistenza) non superiore al 10%.

f_{cd} = $\frac{\alpha_{cc} \cdot f_{ck}}{\gamma_c}$ = Resistenza di calcolo a compressione

compressione

f_{ctm} = 0.3 · (f_{ck})^{2/3} [per classi ≤ C50/60] = Resistenza cilindrica media a trazione

f_{ctk} = 0.7 · f_{ctm} = Resistenza cilindrica caratteristica a trazione

f_{ctd} = $\frac{f_{ctk}}{\gamma_c}$ = Resistenza di calcolo a trazione

f_{cfm} = 1.2 · f_{ctm} = Resistenza media a trazione per flessione

f_{ctk} = 0.7 · f_{cfm} = Resistenza cilindrica caratteristica a trazione

E_{cm} = 22000 · $\left(\frac{f_{cm}}{10}\right)^{0.3}$ = Modulo Elastico

Coefficiente di Poisson:

Secondo quanto prescritto al punto 11.2.10.4 della NTC2018, per il coefficiente di Poisson può adottarsi, a seconda dello stato di sollecitazione, un valore compreso tra 0 (calcestruzzo fessurato) e 0.2 (calcestruzzo non fessurato).

Coefficiente di dilatazione termica:

In sede di progettazione, o in mancanza di una determinazione sperimentale diretta, per il coefficiente di dilatazione termica del calcestruzzo può assumersi un valore medio pari a $10 \times 10^{-6} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$ (NTC2018 – 11.2.10.5).

4.1.2 ACCIAIO D'ARMATURA IN BARRE TONDE AD ADERENZA MIGLIORATA

Si adotta acciaio tipo B450C come previsto al punto 11.3.2.1 delle NTC2018, per il quale si possono assumere le seguenti caratteristiche:

Resistenza a trazione – compressione:

$$f_{tk} = 540 \text{ N/mm}^2 = \text{Resistenza caratteristica di rottura}$$

$$f_{yk} = 450 \text{ N/mm}^2 = \text{Resistenza caratteristica a snervamento}$$

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = 391.3 \text{ N/mm}^2 = \text{Resistenza di calcolo}$$

dove:

$$\gamma_s = 1.15 = \text{Coefficiente parziale di sicurezza relativo all'acciaio.}$$

Modulo Elastico:

$$E_s = 210000 \text{ N/mm}^2$$

Tensione tangenziale di aderenza acciaio-calcestruzzo:

		Solaio in lastre predalles	Struttura in elevazione	Fondazioni
f_{bk}	(N/mm ²)	4.36	4,36	4,36
f_{bd}	(N/mm ²)	2.90	2,90	2,90

dove:

$$f_{bk} = 2.25 \cdot \eta \cdot f_{ctk} = \text{Resistenza tangenziale caratteristica di aderenza}$$

$$f_{bd} = \frac{f_{bk}}{\gamma_c} = \text{Resistenza tangenziale di aderenza di calcolo}$$

$\eta = 1.0$ – per barre di diametro $\Phi \leq 32 \text{ mm}$;

Relazione di calcolo fondazione

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
NN1X	00 D 78	CL	FA 01 00 001	B	9 di 45

 $\gamma_c = 1.5$ – Coefficiente parziale di sicurezza relativo al calcestruzzo.

4.1.3 COPRIFERRO

Con riferimento al punto 4.1.6.1.3 delle NTC, al fine della protezione delle armature dalla corrosione il valore minimo dello strato di ricoprimento di calcestruzzo (copriferro) deve rispettare quanto indicato nella tabella C4.1.IV della Circolare 21.01.2019, n. 7 C.S.LL.PP, riportata di seguito, nella quale sono distinte le tre condizioni ambientali di Tabella 4.1.III delle NTC.

			barre da c.a. elementi a piastra		barre da c.a. altri elementi		cavi da c.a.p elementi a piastra		cavi da c.a.p altri elementi	
C_{min}	C_o	ambiente	$C \geq C_o$	$C_{min} \leq C < C_o$	$C \geq C_o$	$C_{min} \leq C < C_o$	$C \geq C_o$	$C_{min} \leq C < C_o$	$C \geq C_o$	$C_{min} \leq C < C_o$
C25/30	C35/45	ordinario	15	20	20	25	25	30	30	35
C28/35	C40/50	aggressivo	25	30	30	35	35	40	40	45
C35/45	C45/55	molto ag.	35	40	40	45	45	50	50	50

Ai valori riportati nella tabella vanno aggiunte le tolleranze di posa, pari a 10 mm. Si riportano di seguito i copriferri adottati, determinati in funzione della classe del cls e delle condizioni ambientali.

	Ambiente	Copriferro minimo	Tolleranza di posa	Copriferro nominale
Struttura in elevazione	Ordinario	25	10	35
Lastre predalles	Ordinario	20	0	20
Fondazioni	Ordinario	25	10	35

In definitiva si prescrive che in fondazione il copriferro netto non deve essere inferiore a 40mm, mentre per le strutture in elevazione tranne che per le lastre predalles il copriferro netto non deve essere inferiore a 45mm.

5 REAZIONI VINCOLARI

Di seguito si riportano le reazioni vincolari alla base dei pilastri scaturite dalle analisi della struttura in elevazione.

REAZIONI VINCOLARI APPLICATE IN CORRISPONDENZA DEI NODI DELLA SOVRASTRUTTURA CC1 - SLV (q = 2.5)

Nodo	CC	TCC	Fx <kN>	Fy <kN>	Fz <kN>	Mx <kNm>	My <kNm>	Mz <kNm>
1	1	SLV	17,727	48,434	136,985	4,292	48,160	-0,697
1	1	SLV	-17,038	9,142	80,461	-129,769	-49,528	-0,742
8	1	SLV	19,053	37,401	205,993	48,610	51,732	-0,697
8	1	SLV	-15,648	-16,428	170,305	-110,645	-45,763	-0,742
9	1	SLV	59,370	8,828	357,523	14,955	201,537	-0,697
9	1	SLV	-58,856	-5,756	356,566	-22,950	-200,861	-0,742
2	1	SLV	55,093	24,373	172,346	-18,605	187,412	-0,697
2	1	SLV	-63,378	13,266	163,854	-50,376	-215,839	-0,742
3	1	SLV	55,764	25,004	177,928	-18,111	188,576	-0,697
3	1	SLV	-64,568	13,704	170,231	-50,289	-217,901	-0,742
10	1	SLV	59,935	7,433	378,042	18,955	202,516	-0,697
10	1	SLV	-60,131	-7,305	377,664	-19,289	-203,070	-0,742
4	1	SLV	54,356	23,321	183,541	-13,964	186,135	-0,697
4	1	SLV	-61,248	12,072	167,244	-46,120	-212,148	-0,742
11	1	SLV	58,215	5,970	381,522	22,839	199,535	-0,697
11	1	SLV	-57,120	-8,788	372,787	-15,507	-197,851	-0,742
5	1	SLV	12,988	35,452	136,761	54,876	39,798	-0,697
5	1	SLV	-19,911	-4,667	87,280	-82,051	-54,596	-0,742
12	1	SLV	14,050	16,801	220,459	112,944	42,905	-0,697
12	1	SLV	-18,763	-38,169	192,170	-49,724	-51,260	-0,742
17	1	SLV	15,373	-10,995	143,084	135,380	46,550	-0,697
17	1	SLV	-17,526	-51,113	93,603	-1,546	-47,844	-0,742
16	1	SLV	62,603	-14,207	184,397	52,247	214,281	-0,697
16	1	SLV	-53,001	-25,456	168,100	20,091	-184,001	-0,742
15	1	SLV	64,345	-13,605	177,889	50,008	217,300	-0,697
15	1	SLV	-55,987	-24,905	170,193	17,830	-189,177	-0,742
14	1	SLV	63,538	-10,940	170,813	43,697	215,902	-0,697
14	1	SLV	-54,932	-22,047	162,321	11,927	-187,347	-0,742
13	1	SLV	20,231	6,236	131,339	77,432	55,121	-0,697
13	1	SLV	-14,535	-33,057	74,815	-56,628	-42,567	-0,742

Relazione di calcolo fondazione

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
NN1X	00 D 78	CL	FA 01 00 001	B	11 di 45

**REAZIONI VINCOLARI APPLICATE IN CORRISPONDENZA DEI NODI DELLA SOVRASTRUTTURA
 CC37 - SLU**

Nodo	CC	TCC	Fx <kN>	Fy <kN>	Fz <kN>	Mx <kNm>	My <kNm>	Mz <kNm>
1	37	SLU	3.758	71.030	201.326	-159.082	6.842	0.155
8	37	SLU	3.693	33.941	327.811	-95.718	6.474	0.155
9	37	SLU	0.383	19.555	608.803	-28.477	0.281	0.155
2	37	SLU	1.162	53.631	297.221	-88.598	3.894	0.155
3	37	SLU	0.861	57.240	309.310	-95.211	3.380	0.155
10	37	SLU	-0.210	19.875	644.312	-29.287	-0.731	0.155
4	37	SLU	2.629	56.257	312.905	-93.721	6.401	0.155
11	37	SLU	1.346	20.124	643.800	-29.973	1.927	0.155
5	37	SLU	-4.764	83.686	204.640	-183.746	-8.193	0.155
12	37	SLU	-5.140	47.929	329.289	-122.657	-9.110	0.155
17	37	SLU	-5.227	-1.666	186.606	-37.928	-9.517	0.155
16	37	SLU	0.507	-16.664	311.844	34.934	-1.788	0.155
15	37	SLU	-1.330	-17.855	308.645	37.281	-4.927	0.155
14	37	SLU	-0.965	-14.923	296.481	32.353	-4.304	0.155
13	37	SLU	3.300	-15.179	184.853	-11.800	5.527	0.155

6 TERRENO DI FONDAZIONE

Il terreno costituente il piano di posa dell'edificio in progetto è l'unità geotecnica L2, le cui caratteristiche fisiche e meccaniche, in accordo con quanto riportato nella relazione geotecnica, sono riepilogate nelle tabelle seguenti:

SSE Km 5+750

pk	5+750
----	-------

quota terreno	28.13	m s.l.m.
quota progetto	28.85	m s.l.m.

quota falda	3.00	m da p.c.
-------------	------	-----------

Unità geotecnica	da	a
	[m]	[m]
R	0.00	1.00 - 1.50
L2	1.00 - 1.50	4.00 - 4.50
SL	4.00 - 4.50	5.00 - 5.50
L2	5.00 - 5.50	7.50 - 8.00
A2	7.50 - 8.00	11.50 - 12.00
S	11.50 - 12.00	16.00 - 16.50
A2	16.00 - 16.50	21.00 - 21.50
GS	21.00 - 21.50	28.00 - 28.50
SL	28.00 - 28.50	33.50 - 34.00
L1/L2	33.50 - 34.00	

Categoria sottosuolo	C	
----------------------	---	--

	Peso di volume naturale	Angolo di resistenza al taglio	Coesione drenata	Coesione non drenata	Modulo di deformazione elastico a piccole deformazioni	Nspt caratteristico	Permeabilità	Modulo di deformabilità "operativo" per opere di sostegno e fondazioni $E' = E_0/5$
	γ	ϕ'	c'	C_u	$E_0^{(1)}$		k	E'
	[kN/m ³]	[°]	[kPa]	[kPa]	[MPa]	[colpi/30 cm]	[m/s]	[MPa]
Riporto								
R ⁽²⁾	18-20	31-33	-	-	100-150	5-25	Var.	20-30
Argilla scarsa consistenza								
A1 ⁽³⁾	16-18	19-21	5-10	20-40	100-300 z<30 m	<5	5,6 E ⁻⁰⁸	20-60 z<30 m
Argilla media consistenza								
A2 ⁽⁴⁾	18-20	19-23	10-20	70-120	300-400 z<30 m	5-40	5,6 E ⁻⁰⁸	60-80 z<30 m
Limo scarsa consistenza								
L1 ⁽⁵⁾	17-19 (18)	22-25 (23)	2-5 (4)	20-50 (40)	85-200 z<30 m 200 – 600 30<z<50 m	<10	3,5 E ⁻⁰⁶	17-40 z<30 m (40) 40 – 120 30<z<50 m
Limo media consistenza								
L2 ⁽⁵⁾	17-19 (18)	22-25 (23)	10-15 (12)	45-90 (60)	200-350 z<30 m 350-850 30<z<50 m	10-20	3,5 E ⁻⁰⁶	40-70 z<30 m (55) 70-170 30<z<50 m
Limo alta consistenza,								
L3 ⁽⁵⁾	17-19	22-25	15-30	90-180	400-470 z<30 m 470-1000 30<z<50m	20-40	3,5 E ⁻⁰⁶	80-94 z<30 m 94-200 30<z<50m
Sabbia Limosa								
SL ⁽⁶⁾	18-20	26-30	0-5	-	200-400 z<36 m	15-30	1,2 E ⁻⁰⁷ - 3,6 E ⁻⁰⁶	40-80 z<36 m
Sabbia media								
S ⁽⁶⁾	18-20	29-33	-	-	400-800 z<36 m	30-50	3,6 E ⁻⁰⁶ - 1,4 E ⁻⁰⁵	80-160 z<36 m
Ghiaia/sabbia								
G/S ⁽⁷⁾	18-19	33-37	-	-	300-800 z<30 m 800-1500 30<z<50 m	30-50	7,8 E ⁻⁰⁵ - 1,5 E ⁻⁰⁴	60-160 z<30 m 160-300 30<z<50 m

7 CONSIDERAZIONI GENERALI SUL MODELLO DI CALCOLO

Il sistema costruttivo che caratterizza il fabbricato tecnologico in c.a. è costituito, in elevazione, da un telaio spaziale realizzato mediante la rigida connessione di travi e pilastri, e in fondazione, da travi rovesce.

Lo step del lavoro relativo al calcolo computazionale e alla definizione dell'output, in termini di caratteristiche di sollecitazione e deformazioni per i vari elementi strutturali, prevede un approccio preliminare basato sulla modellazione della struttura attraverso un processo di discretizzazione agli elementi finiti facendo riferimento ad un modello elastico.

La modellazione della struttura e la rielaborazione dei risultati del calcolo sono stati effettuati con il programma ModeSt versione 8.18 prodotto dalla Tecnisoft s.a.s. di Prato.

Relazione di calcolo fondazione

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
NN1X	00 D 78	CL	FA 01 00 001	B	14 di 45

La struttura è stata calcolata utilizzando come solutore agli elementi finiti il programma Xfinest versione 2016 prodotto dalla Ce.A.S. S.r.l. di Milano.

Il programma ModeSt viene utilizzato per definire la geometria della struttura da analizzare, i carichi cui è sottoposta e le combinazioni di queste. A valle dell'elaborazione agli Elementi Finiti (sviluppata dall'X-Finest) il programma opera le verifiche sui singoli elementi analizzati, utilizzando dei criteri di verifica preventivamente impostati dal progettista, e comunque in linea con il dettato delle NTC 2018.

L'affidabilità del codice utilizzato è stata verificata sia effettuando il raffronto tra casi prova di cui si conoscono i risultati esatti sia esaminando le indicazioni, la documentazione ed i test forniti dal produttore stesso.

Gli elementi strutturali, travi e pilastri in elevazione e graticcio di travi rovesce in fondazione, sono stati schematizzati mediante elementi monodimensionali tipo *frame*.

Essi presentano caratteristiche geometriche e meccaniche in accordo con le proprietà reali dei materiali e delle sezioni che li rappresentano.

Ciascuna asta è stata posizionata in corrispondenza dell'asse baricentrico degli elementi strutturali. L'interazione tra terreno e struttura è stata studiata ipotizzando un comportamento elastico del terreno.

L'interazione tra terreno e struttura è stata studiata ipotizzando un comportamento elastico del terreno. L'intera struttura è poggiata a terra su un letto di molle alla Winkler la cui rigidità viene assegnata per unità di lunghezza di elemento. Il coefficiente di fondazione (Winkler) adottato nel modello è pari a $K = 18000 \text{ kN/m}^3$. Il calcolo è stato condotto come descritto di seguito:

Per le analisi d'interazione struttura-terreno in direzione verticale, il coefficiente di sottofondo alla Winkler può essere determinato con la seguente relazione:

$$k_w = \frac{E}{(1 - \nu^2) \cdot B \cdot c_t}$$

dove:

- E = modulo elastico del terreno (assunto pari a $E_0/5$, dove E_0 è il modulo di deformazione elastico a piccole deformazioni);
- ν = coefficiente di Poisson = 0.3;
- B = larghezza della fondazione.
- c_t = fattore di forma, coefficiente adimensionale ottenuto dalla interpolazione dei valori dei coefficienti proposti dal Bowles, 1960 (vedasi tabella seguente).

Tabella 12-1 – Fattore di forma per la stima del coefficiente di Winkler

Fondazione Rigida	c_t
- rettangolare con $L/B \leq 10$	$c_t = 0.853 + 0.534 \ln(L/B)$
- rettangolare con $L/B > 10$	$c_t = 2 + 0.0089 (L/B)$
dove L è il lato maggiore della fondazione.	

Relazione di calcolo fondazione

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
NN1X	00 D 78	CL	FA 01 00 001	B	15 di 45

$E_{0/5}$ 40 Mpa

ν_0 0.3

B 1500 mm

L 5700 mm

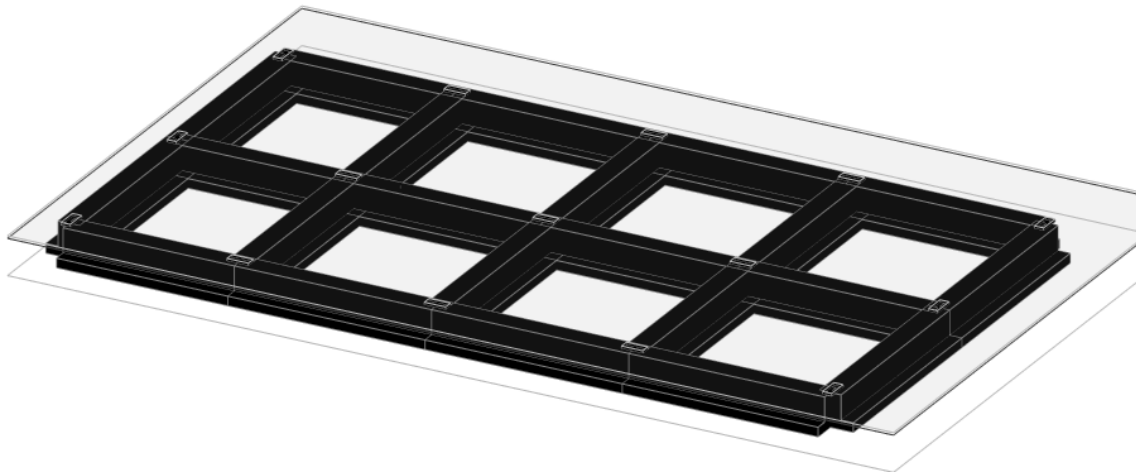
ct 1.566

Kw 0.0187 N/mm³

L'analisi degli effetti dovuti all'azione sismica prevede la definizione delle masse strutturali partecipanti all'eccitazione dinamica dovuta al terremoto. Pertanto nel modello le masse strutturali coincidono con i carichi caratteristici permanenti strutturali e non strutturali e con il 30% dei carichi di esercizio.

La presenza del solaio di copertura è stata modellata mediante un vincolo di diaframma al livello di copertura, oltre che con l'assegnazione dei carichi alle travi. L'assegnazione dei carichi alle travi è stata effettuata sulla base della tessitura dei solai secondo il criterio della larghezza d'influenza. Agli elementi in elevazione è stato assegnato un carico termico, pari a quello riportato nell'analisi dei carichi.

Seguono alcune immagini rappresentative del modello di calcolo della fondazione.



Relazione di calcolo fondazione

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
NN1X	00 D 78	CL	FA 01 00 001	B	16 di 45

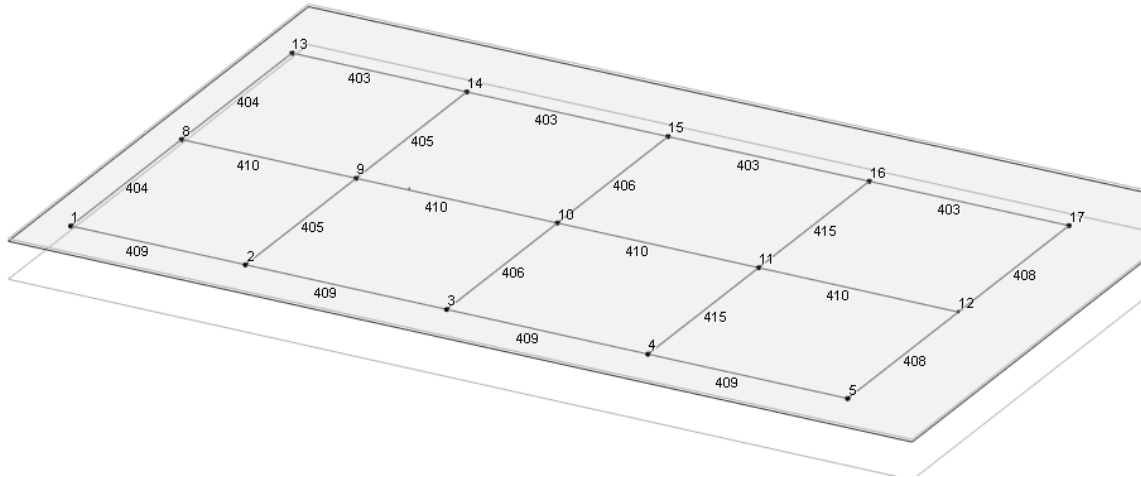


Figura 7-1 – Modello di calcolo.

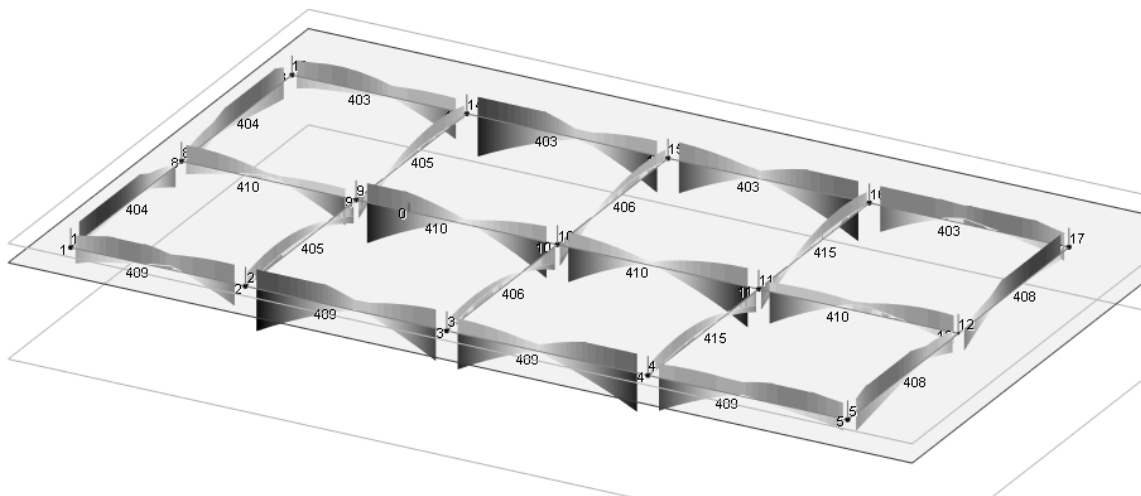


Figura 7-2 – Sollecitazioni flettenti SLV_CC1.

Relazione di calcolo fondazione

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
NN1X	00 D 78	CL	FA 01 00 001	B	17 di 45

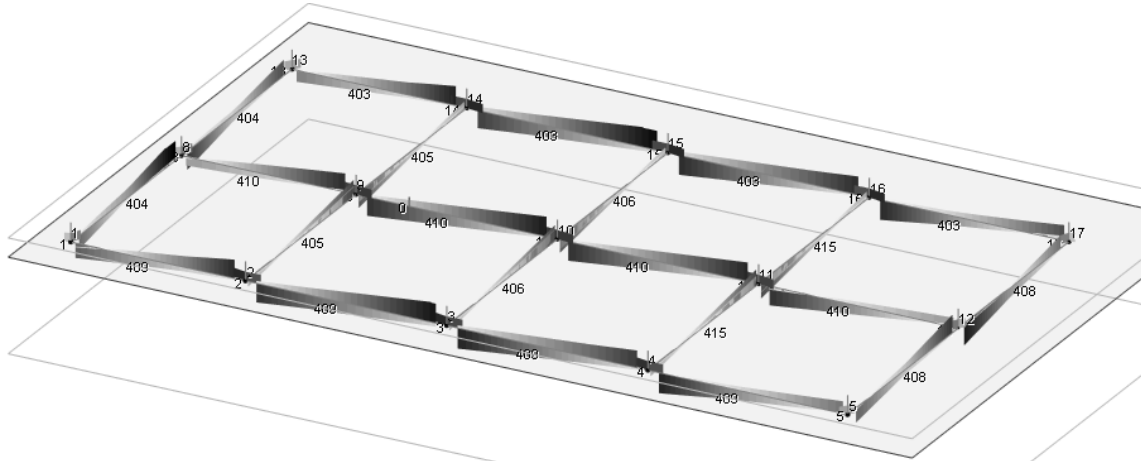


Figura 7-3 – Sollecitazioni di taglio SLV_CC1.

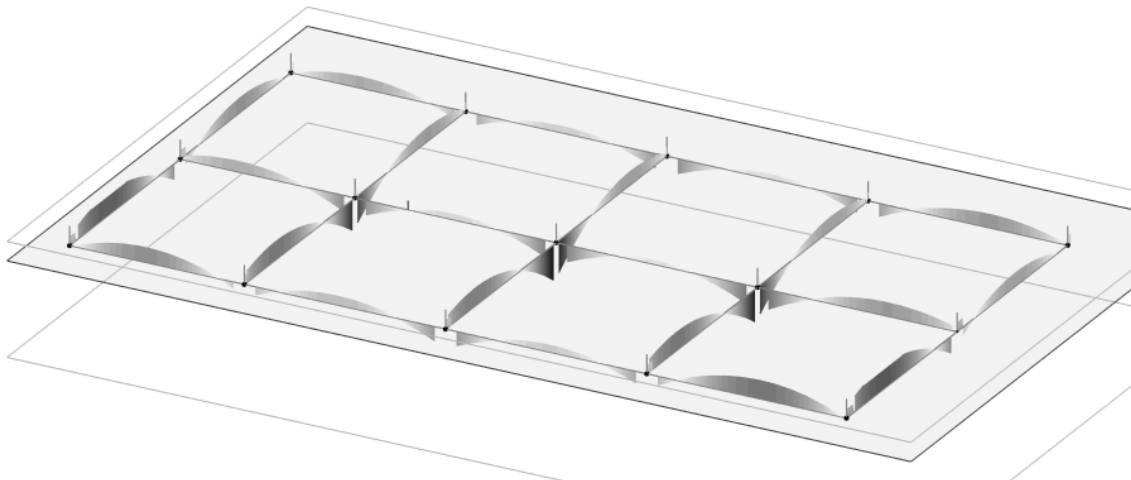


Figura 7-4 – Sollecitazioni flettenti SLU_CC37.

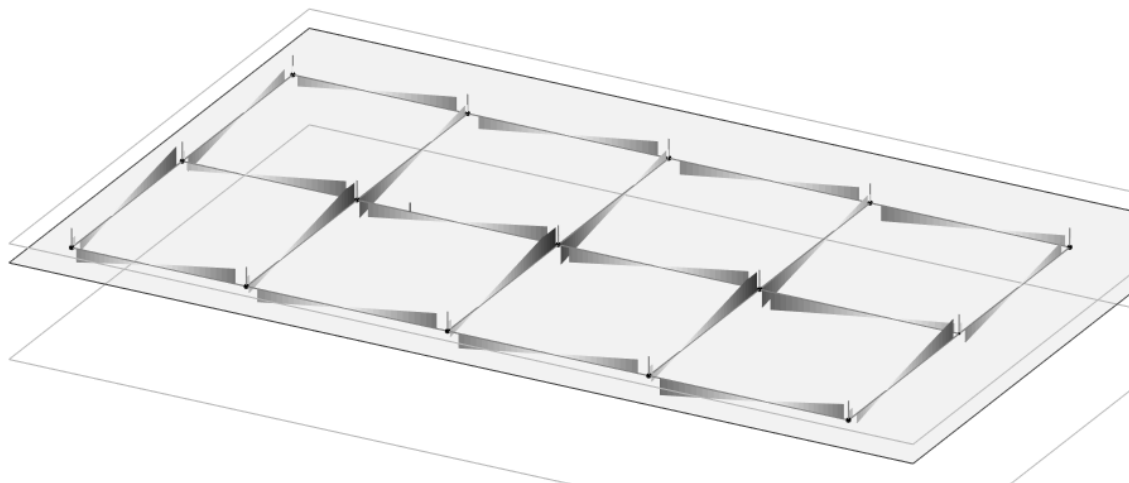


Figura 7-5 – Sollecitazioni di taglio SLU_CC37.

8 FONDAZIONI

Le fondazioni dell'edificio sono di tipo diretto, costituite da un graticcio di travi a T rovesce con spessore dell'anima pari a 70 cm, altezza di 1.0 m larghezza suola pari a 1.5 m e spessore della suola di 50 cm. Al di sotto delle fondazioni è previsto uno strato di magrone di spessore 0.10 m debordante l'impronta delle fondazioni di 0.10 m.

8.1 TRAVI DI FONDAZIONE

Nelle verifiche agli stati limite ultimi finalizzate al dimensionamento strutturale (STR), si considerano gli stati limite ultimi per raggiungimento della resistenza negli elementi che costituiscono la fondazione. Le azioni trasmesse in fondazione derivano dall'analisi del comportamento dell'intera opera alla quale sono applicate le azioni statiche e sismiche.

Le fondazioni superficiali sono verificate in condizioni sismiche e in condizioni statiche:

- In condizioni sismiche utilizzando le sollecitazioni ottenute amplificando i valori nelle SLV mediante il coefficiente 1,1. (combinazione di carico 1,1 x SLV) ed utilizzando le sollecitazioni ottenute amplificando i valori nelle SLD mediante il coefficiente 1,1 (combinazione di carico 1,1 x SLD), secondo quanto prescritto nel paragrafo 7.2.5 delle NTC 2008.
- In condizioni statiche utilizzando le sollecitazioni non amplificate della combinazione non sismica SLU.
- Inoltre sono state eseguite le verifiche a fessurazione e delle tensioni di esercizio per le combinazioni relative allo SLE.

Seguono tabelle delle sollecitazioni ottenute per la trave di fondazione nelle combinazioni statiche sismiche e agli stati limite.

CC	TCC	X <m>	N <kN>	Ty <kN>	Mz <kNm>	Tz <kN>	My <kNm>	Mx <kNm>
17	SLU	0,15	0	0	0	-67,514	-38,437	0
17	SLU	1,83	0	0	0	0,006	-95,028	0
17	SLU	5,25	0	0	0	144,468	147,856	0
21	SLU	0,15	0	0	0	-65,82	-58,852	0,143
21	SLU	1,72	0	0	0	-0,011	-110,297	0,143
21	SLU	5,25	0	0	0	152,658	155,192	0,143
22	SLU	0,15	0	0	0	-66,498	-50,686	0,086
22	SLU	1,76	0	0	0	-0,029	-104,131	0,086
22	SLU	5,25	0	0	0	149,382	152,258	0,086
28	SLU	0,15	0	0	0	-72,507	-40,707	-5,277
28	SLU	1,86	0	0	0	0,016	-102,56	-5,277
28	SLU	5,25	0	0	0	148,454	145,318	-5,277
29	SLU	0,15	0	0	0	-70,51	-39,799	-3,166
29	SLU	1,85	0	0	0	0,011	-99,542	-3,166
29	SLU	5,25	0	0	0	146,86	146,333	-3,166
17	SLU	0,35	0	0	0	-128,727	134,377	0
17	SLU	3,17	0	0	0	-0,214	-47,836	0
17	SLU	6,1	0	0	0	138,547	153,324	0
21	SLU	0,35	0	0	0	-125,468	119,895	-0,021
21	SLU	3,06	0	0	0	-0,411	-50,987	-0,021
21	SLU	6,1	0	0	0	145,234	167,369	-0,021
22	SLU	0,35	0	0	0	-126,772	125,688	-0,013
22	SLU	3,1	0	0	0	-0,389	-49,665	-0,013
22	SLU	6,1	0	0	0	142,559	161,751	-0,013
28	SLU	0,35	0	0	0	-131,224	132,543	-1,135
28	SLU	3,15	0	0	0	-0,19	-51,892	-1,135
28	SLU	6,1	0	0	0	142,779	156,683	-1,135
29	SLU	0,35	0	0	0	-130,225	133,277	-0,681
29	SLU	3,16	0	0	0	-0,2	-50,267	-0,681
29	SLU	6,1	0	0	0	141,087	155,339	-0,681
17	SLU	0,35	0	0	0	-134,141	152,613	0
17	SLU	3,15	0	0	0	-0,184	-34,244	0
17	SLU	6,1	0	0	0	137,582	169,41	0
21	SLU	0,35	0	0	0	-131,222	142,253	0,028
21	SLU	3,05	0	0	0	-0,397	-34,642	0,028
21	SLU	6,1	0	0	0	143,552	184,416	0,028

Relazione di calcolo fondazione

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
NN1X	00 D 78	CL	FA 01 00 001	B	20 di 45

22	SLU	0,35	0	0	0	-132,39	146,397	0,017
22	SLU	3,09	0	0	0	-0,379	-34,435	0,017
22	SLU	6,1	0	0	0	141,164	178,414	0,017
28	SLU	0,35	0	0	0	-137,089	155,878	0,953
28	SLU	3,14	0	0	0	-0,174	-34,508	0,953
28	SLU	6,1	0	0	0	141,568	175,676	0,953
29	SLU	0,35	0	0	0	-135,91	154,572	0,572
29	SLU	3,14	0	0	0	-0,178	-34,402	0,572
29	SLU	6,1	0	0	0	139,974	173,169	0,572
17	SLU	0,35	0	0	0	-160,417	176,994	0
17	SLU	4,19	0	0	0	-0,177	-123,495	0
17	SLU	6,25	0	0	0	80,361	-41,316	0
21	SLU	0,35	0	0	0	-158,579	168,987	0,202
21	SLU	4,11	0	0	0	-0,438	-122,13	0,202
21	SLU	6,25	0	0	0	83,835	-33,164	0,202
22	SLU	0,35	0	0	0	-159,314	172,19	0,121
22	SLU	4,14	0	0	0	-0,388	-122,648	0,121
22	SLU	6,25	0	0	0	82,446	-36,425	0,121
28	SLU	0,35	0	0	0	-164,782	182,111	6,018
28	SLU	4,2	0	0	0	-0,204	-127,269	6,018
28	SLU	6,25	0	0	0	81,829	-44,004	6,018
29	SLU	0,35	0	0	0	-163,036	180,064	3,611
29	SLU	4,2	0	0	0	-0,195	-125,759	3,611
29	SLU	6,25	0	0	0	81,242	-42,928	3,611

CC	TCC	X <m>	N <kN>	Ty <kN>	Mz <kNm>	Tz <kN>	My <kNm>	Mx <kNm>
18	SLE R	0,15	0	0	0	-48,925	-27,688	0
18	SLE R	1,83	0	0	0	0,005	-68,822	0
18	SLE R	5,25	0	0	0	103,907	105,669	0
23	SLE R	0,15	0	0	0	-47,795	-41,298	0,095
23	SLE R	1,73	0	0	0	-0,009	-78,972	0,095
23	SLE R	5,25	0	0	0	109,367	110,56	0,095
24	SLE R	0,15	0	0	0	-48,248	-35,854	0,057
24	SLE R	1,77	0	0	0	-0,021	-74,876	0,057
24	SLE R	5,25	0	0	0	107,183	108,603	0,057
30	SLE R	0,15	0	0	0	-52,254	-29,201	-3,518
30	SLE R	1,86	0	0	0	0,012	-73,847	-3,518
30	SLE R	5,25	0	0	0	106,565	103,977	-3,518
31	SLE R	0,15	0	0	0	-50,922	-28,596	-2,111
31	SLE R	1,85	0	0	0	0,009	-71,834	-2,111

Relazione di calcolo fondazione

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
NN1X	00 D 78	CL	FA 01 00 001	B	21 di 45

31	SLE R	5,25	0	0	0	105,502	104,654	-2,111
18	SLE R	0,35	0	0	0	-92,484	96,152	0
18	SLE R	3,17	0	0	0	-0,152	-34,659	0
18	SLE R	6,1	0	0	0	99,597	110,042	0
23	SLE R	0,35	0	0	0	-90,312	86,498	-0,014
23	SLE R	3,06	0	0	0	-0,293	-36,753	-0,014
23	SLE R	6,1	0	0	0	104,055	119,405	-0,014
24	SLE R	0,35	0	0	0	-91,181	90,359	-0,009
24	SLE R	3,11	0	0	0	0,067	-35,878	-0,009
24	SLE R	6,1	0	0	0	102,272	115,66	-0,009
30	SLE R	0,35	0	0	0	-94,149	94,929	-0,757
30	SLE R	3,15	0	0	0	-0,136	-37,363	-0,757
30	SLE R	6,1	0	0	0	102,418	112,281	-0,757
31	SLE R	0,35	0	0	0	-93,483	95,418	-0,454
31	SLE R	3,16	0	0	0	-0,142	-36,28	-0,454
31	SLE R	6,1	0	0	0	101,29	111,386	-0,454
18	SLE R	0,35	0	0	0	-96,47	109,55	0
18	SLE R	3,15	0	0	0	-0,136	-24,998	0
18	SLE R	6,1	0	0	0	98,733	120,955	0
23	SLE R	0,35	0	0	0	-94,524	102,643	0,019
23	SLE R	3,06	0	0	0	-0,282	-25,244	0,019
23	SLE R	6,1	0	0	0	102,712	130,959	0,019
24	SLE R	0,35	0	0	0	-95,302	105,406	0,011
24	SLE R	3,1	0	0	0	-0,27	-25,116	0,011
24	SLE R	6,1	0	0	0	101,12	126,958	0,011
30	SLE R	0,35	0	0	0	-98,435	111,727	0,636
30	SLE R	3,14	0	0	0	-0,13	-25,174	0,636
30	SLE R	6,1	0	0	0	101,39	125,133	0,636
31	SLE R	0,35	0	0	0	-97,649	110,856	0,381
31	SLE R	3,15	0	0	0	-0,132	-25,103	0,381
31	SLE R	6,1	0	0	0	100,327	123,462	0,381
18	SLE R	0,35	0	0	0	-115,349	126,186	0
18	SLE R	4,19	0	0	0	0,016	-89,642	0
18	SLE R	6,25	0	0	0	58,351	-29,795	0
23	SLE R	0,35	0	0	0	-114,124	120,847	0,134
23	SLE R	4,11	0	0	0	-0,314	-88,74	0,134
23	SLE R	6,25	0	0	0	60,667	-24,36	0,134
24	SLE R	0,35	0	0	0	-114,614	122,983	0,081
24	SLE R	4,14	0	0	0	-0,283	-89,084	0,081
24	SLE R	6,25	0	0	0	59,741	-26,534	0,081
30	SLE R	0,35	0	0	0	-118,259	129,597	4,012

Relazione di calcolo fondazione

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
NN1X	00 D 78	CL	FA 01 00 001	B	22 di 45

30	SLE R	4,2	0	0	0	-0,136	-92,156	4,012
30	SLE R	6,25	0	0	0	59,33	-31,587	4,012
31	SLE R	0,35	0	0	0	-117,095	128,232	2,407
31	SLE R	4,2	0	0	0	0,013	-91,151	2,407
31	SLE R	6,25	0	0	0	58,938	-30,87	2,407

CC	TCC	X <m>	N <kN>	Ty <kN>	Mz <kNm>	Tz <kN>	My <kNm>	Mx <kNm>
19	SLE F	0,15	0	0	0	-45,082	-24,664	0
19	SLE F	1,87	0	0	0	0,01	-63,267	0
19	SLE F	5,25	0	0	0	91,555	89,368	0
25	SLE F	0,15	0	0	0	-44,856	-27,386	0,019
25	SLE F	1,84	0	0	0	-0,017	-65,253	0,019
25	SLE F	5,25	0	0	0	92,647	90,347	0,019
26	SLE F	0,15	0	0	0	-45,082	-24,664	0
26	SLE F	1,87	0	0	0	0,01	-63,267	0
26	SLE F	5,25	0	0	0	91,555	89,368	0
32	SLE F	0,15	0	0	0	-45,748	-24,966	-0,704
32	SLE F	1,87	0	0	0	-0,02	-64,276	-0,704
32	SLE F	5,25	0	0	0	92,086	89,03	-0,704
33	SLE F	0,15	0	0	0	-45,082	-24,664	0
33	SLE F	1,87	0	0	0	0,01	-63,267	0
33	SLE F	5,25	0	0	0	91,555	89,368	0
19	SLE F	0,35	0	0	0	-80,946	81,799	0
19	SLE F	3,15	0	0	0	-0,119	-32,035	0
19	SLE F	6,1	0	0	0	87,776	96,118	0
25	SLE F	0,35	0	0	0	-80,511	79,868	-0,003
25	SLE F	3,13	0	0	0	-0,098	-32,439	-0,003
25	SLE F	6,1	0	0	0	88,668	97,991	-0,003
26	SLE F	0,35	0	0	0	-80,946	81,799	0
26	SLE F	3,15	0	0	0	-0,119	-32,035	0
26	SLE F	6,1	0	0	0	87,776	96,118	0
32	SLE F	0,35	0	0	0	-81,279	81,554	-0,151
32	SLE F	3,15	0	0	0	-0,117	-32,577	-0,151
32	SLE F	6,1	0	0	0	88,34	96,566	-0,151
33	SLE F	0,35	0	0	0	-80,946	81,799	0
33	SLE F	3,15	0	0	0	-0,119	-32,035	0
33	SLE F	6,1	0	0	0	87,776	96,118	0
19	SLE F	0,35	0	0	0	-84,8	95,707	0
19	SLE F	3,16	0	0	0	-0,126	-22,866	0
19	SLE F	6,1	0	0	0	86,47	104,603	0

Relazione di calcolo fondazione

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
NN1X	00 D 78	CL	FA 01 00 001	B	23 di 45

25	SLE F	0,35	0	0	0	-84,41	94,325	0,004
25	SLE F	3,14	0	0	0	-0,108	-22,892	0,004
25	SLE F	6,1	0	0	0	87,266	106,604	0,004
26	SLE F	0,35	0	0	0	-84,8	95,707	0
26	SLE F	3,16	0	0	0	-0,126	-22,866	0
26	SLE F	6,1	0	0	0	86,47	104,603	0
32	SLE F	0,35	0	0	0	-85,193	96,142	0,127
32	SLE F	3,15	0	0	0	-0,125	-22,9	0,127
32	SLE F	6,1	0	0	0	87,002	105,439	0,127
33	SLE F	0,35	0	0	0	-84,8	95,707	0
33	SLE F	3,16	0	0	0	-0,126	-22,866	0
33	SLE F	6,1	0	0	0	86,47	104,603	0
19	SLE F	0,35	0	0	0	-101,535	108,228	0
19	SLE F	4,17	0	0	0	0,023	-81,209	0
19	SLE F	6,25	0	0	0	52,772	-26,669	0
25	SLE F	0,35	0	0	0	-101,29	107,161	0,027
25	SLE F	4,14	0	0	0	-0,254	-81,024	0,027
25	SLE F	6,25	0	0	0	53,235	-25,582	0,027
26	SLE F	0,35	0	0	0	-101,535	108,228	0
26	SLE F	4,17	0	0	0	0,023	-81,209	0
26	SLE F	6,25	0	0	0	52,772	-26,669	0
32	SLE F	0,35	0	0	0	-102,117	108,911	0,802
32	SLE F	4,17	0	0	0	0,022	-81,71	0,802
32	SLE F	6,25	0	0	0	52,967	-27,027	0,802
33	SLE F	0,35	0	0	0	-101,535	108,228	0
33	SLE F	4,17	0	0	0	0,023	-81,209	0
33	SLE F	6,25	0	0	0	52,772	-26,669	0

CC	TCC	X <m>	N <kN>	Ty <kN>	Mz <kNm>	Tz <kN>	My <kNm>	Mx <kNm>
20	SLE Q	0,15	0	0	0	-44,621	-24,301	0
20	SLE Q	1,87	0	0	0	0,011	-62,603	0
20	SLE Q	5,25	0	0	0	90,072	87,412	0
27	SLE Q	0,15	0	0	0	-44,621	-24,301	0
27	SLE Q	1,87	0	0	0	0,011	-62,603	0
27	SLE Q	5,25	0	0	0	90,072	87,412	0
34	SLE Q	0,15	0	0	0	-44,621	-24,301	0
34	SLE Q	1,87	0	0	0	0,011	-62,603	0
34	SLE Q	5,25	0	0	0	90,072	87,412	0
20	SLE Q	0,35	0	0	0	-79,561	80,076	0
20	SLE Q	3,15	0	0	0	-0,116	-31,721	0

20	SLE Q	6,1	0	0	0	86,357	94,447	0
27	SLE Q	0,35	0	0	0	-79,561	80,076	0
27	SLE Q	3,15	0	0	0	-0,116	-31,721	0
27	SLE Q	6,1	0	0	0	86,357	94,447	0
34	SLE Q	0,35	0	0	0	-79,561	80,076	0
34	SLE Q	3,15	0	0	0	-0,116	-31,721	0
34	SLE Q	6,1	0	0	0	86,357	94,447	0
20	SLE Q	0,35	0	0	0	-83,399	94,046	0
20	SLE Q	3,16	0	0	0	-0,125	-22,61	0
20	SLE Q	6,1	0	0	0	84,999	102,641	0
27	SLE Q	0,35	0	0	0	-83,399	94,046	0
27	SLE Q	3,16	0	0	0	-0,125	-22,61	0
27	SLE Q	6,1	0	0	0	84,999	102,641	0
34	SLE Q	0,35	0	0	0	-83,399	94,046	0
34	SLE Q	3,16	0	0	0	-0,125	-22,61	0
34	SLE Q	6,1	0	0	0	84,999	102,641	0
20	SLE Q	0,35	0	0	0	-99,878	106,074	0
20	SLE Q	4,17	0	0	0	0,024	-80,198	0
20	SLE Q	6,25	0	0	0	52,102	-26,294	0
27	SLE Q	0,35	0	0	0	-99,878	106,074	0
27	SLE Q	4,17	0	0	0	0,024	-80,198	0
27	SLE Q	6,25	0	0	0	52,102	-26,294	0
34	SLE Q	0,35	0	0	0	-99,878	106,074	0
34	SLE Q	4,17	0	0	0	0,024	-80,198	0
34	SLE Q	6,25	0	0	0	52,102	-26,294	0

8.1.1 VERIFICA A FLESSIONE

Come prescritto dalle NTC2018 nel paragrafo 7.2.5, poiché le sollecitazioni di calcolo più gravose si rilevano in corrispondenza della combinazione sismica SLV, andranno amplificate del fattore 1,1 per CDB.

Le verifiche a flessione e pressoflessione allo SLU ed agli SLE (NTC2018 – 4.1.2.1.2.4) sono state condotte con il supporto del MODEST considerando le sollecitazioni riportate nel prospetto precedente.

La sezione viene armata con:

- 4 Φ 16 + 4 Φ 20 superiori e inferiori

Travata n. 410

Nodi: 8 9 10 11 12

Relazione di calcolo fondazione

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
NN1X	00 D 78	CL	FA 01 00 001	B	25 di 45

Simbologia

Caso	= Caso di verifica
Xg	= Coordinata progressiva (dal primo nodo) in cui viene effettuato il progetto/verifica
CC	= Combinazione delle condizioni di carico elementari
	c = momento fittizio in campata
	a = momento fittizio agli appoggi
	TG = taglio da gerarchia delle resistenze
	TGND = taglio non dissipativo limitante la gerarchia
	T = momento traslato per taglio
	e = eccentricità aggiuntiva in caso di compressione o pressoflessione
TCC	= Tipo di combinazione di carico
	SLU = Stato limite ultimo
	SLU S = Stato limite ultimo (azione sismica)
	SLE R = Stato limite d'esercizio, combinazione rara
	SLE F = Stato limite d'esercizio, combinazione frequente
	SLE Q = Stato limite d'esercizio, combinazione quasi permanente
	SLD = Stato limite di danno
	SLV = Stato limite di salvaguardia della vita
	SLC = Stato limite di prevenzione del collasso
	SLO = Stato limite di operatività
	SLU I = Stato limite di resistenza al fuoco
	SND = Stato limite di salvaguardia della vita (non dissipativo)
El	= Elemento (asta) in cui viene effettuato il progetto/verifica (progressivo sul numero di aste)
Sez.	= Numero della sezione
Crit.	= Numero del criterio di progetto
X	= Coordinata progressiva rispetto al nodo iniziale
AfE S	= Area di ferro effettiva totale presente nel punto di verifica, superiore
AfE I	= Area di ferro effettiva totale presente nel punto di verifica, inferiore
AfEP S	= Area di ferro effettiva parziale presente nella CC considerata, per la sollecitazione indicata, superiore
AfEP I	= Area di ferro effettiva parziale presente nella CC considerata, per la sollecitazione indicata, inferiore
My	= Momento flettente intorno all'asse Y
M'ydy	= Momento resistente massimo in campo sostanzialmente elastico intorno all'asse Y
MRdy	= Momento resistente allo stato limite ultimo intorno all'asse Y
Sic.	= Sicurezza a rottura
σ_{add}	= Tensione di distacco della fibra di estremità (modo 1)
$\Delta\%$	= Incremento percentuale sicurezza
σ_{sup}	= Tensione nel ferro - superiore
σ_{inf}	= Tensione nel ferro - inferiore
σ_{c}	= Tensione nel calcestruzzo
X0	= Coordinata progressiva (dal nodo iniziale) dell'inizio del tratto
X1	= Coordinata progressiva (dal nodo iniziale) della fine del tratto
Lung.	= Lunghezza del tratto di progettazione
Staff.	= Staffatura adottata
AfE St.	= Area di ferro effettiva della staffatura (d'anima per travi a T o L)
bw	= Larghezza membratura resistente al taglio
Vsdu	= Taglio agente nella direzione del momento ultimo
ctg θ	= Cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di calcestruzzo
VRsd	= Taglio ultimo lato armatura
VRcd	= Taglio ultimo lato calcestruzzo
Vrdu	= Taglio ultimo assorbibile dal solo calcestruzzo
Sic.T	= Sicurezza a rottura per taglio
AfE St. ala	= Area di ferro effettiva della staffatura d'ala
AfT St. ala	= Area di ferro teorica della staffatura d'ala
c	= Ricoprimento dell'armatura
s	= Distanza minima tra le barre

Relazione di calcolo fondazione

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
NN1X	00 D 78	CL	FA 01 00 001	B	26 di 45

K3 = Coefficiente di forma del diagramma delle tensioni prima della fessurazione
 S_{fm} = Distanza media tra le fessure
 Φ = Diametro della barra
 A_s = Area complessiva dei ferri nell'area di calcestruzzo efficace
 A_{c eff} = Area di calcestruzzo efficace
 σ_s = Tensione nell'acciaio nella sezione fessurata
 σ_{sr} = Tensione nell'acciaio corrispondente al raggiungimento della resistenza a trazione nel calcestruzzo
 ε_{sm} = Deformazione unitaria media dell'armatura (*1000)
 Wk = Apertura delle fessure
 Tipo = Tipologia
 2C = Doppia C lato labbri
 2Cdx = Doppia C lato costola
 2I = Doppia I
 2L = Doppia L lato labbri
 2Ldx = Doppia L lato costole
 C = Sezione a C
 Cdx = C destra
 Cir. = Circolare
 Cir.c = Circolare cava
 I = Sezione a I
 L = Sezione a L
 Ldx = L destra
 Om. = Omega
 Pg = Pi greco
 Pr = Poligono regolare
 Prc = Poligono regolare cavo
 Pc = Per coordinate
 Ia = Inerzie assegnate
 R = Rettangolare
 Rc = Rettangolare cava
 T = Sezione a T
 U = Sezione a U
 Ur = U rovescia
 V = Sezione a V
 Vr = V rovescia
 Z = Sezione a Z
 Zdx = Z destra
 Ts = T stondata
 Ls = L stondata
 Cs = C stondata
 Is = I stondata
 Dis. = Disegnata
 B = Base
 b = Base inferiore
 H = Altezza
 h = Altezza parte inf.
 Cf sup = Copriferro superiore
 Cf inf = Copriferro inferiore
 Cls = Tipo di calcestruzzo
 Fck = Resistenza caratteristica cilindrica a compressione del calcestruzzo
 Fctk = Resistenza caratteristica a trazione del calcestruzzo
 Fcd = Resistenza di calcolo a compressione del calcestruzzo
 Fctd = Resistenza di calcolo a trazione del calcestruzzo
 Tp = Tipo di acciaio
 Fyk = Tensione caratteristica di snervamento dell'acciaio
 Fyd = Resistenza di calcolo dell'acciaio

Relazione di calcolo fondazione

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
NN1X	00 D 78	CL	FA 01 00 001	B	27 di 45

Caratteristiche delle sezioni e dei materiali utilizzati

Sez.	Tipo	B <cm>	b <cm>	H <cm>	h <cm>	Cf sup <cm>	Cf inf <cm>	Cls	Fck <daN/cm ² >	Fctk <daN/cm ² >	Fcd <daN/cm ² >	Fctd <daN/cm ² >	Tp	Fyk <daN/cm ² >	Fyd <daN/cm ² >
5T		70.00	150.00	80.00	30.00	5.50	5.50	C25/30	249.00	17.91	141.10	11.94	B450C	4500.00	3913.04

Stato limite ultimo - Verifiche a flessione/pressoflessione

Xg <m>	CC	TCC	El	X <cm>	AfE S <cmq>	AfE I <cmq>	AfEP S <cmq>	AfEP I <cmq>	My <daNm>	MRdy <daNm>	Sic.
0.15	21	SLU	1	15.00	20.61	20.61	20.61	20.61	-11778.90	-82808.40	7.030
5.25	21	SLU	1	525.00	20.61	20.61	20.61	20.61	15519.20	81290.10	5.238
5.95	17	SLU	2	35.00	20.61	20.61	20.61	20.61	13437.70	81290.10	6.049
11.70	21	SLU	2	610.00	20.61	20.61	20.61	20.61	16736.90	81290.10	4.857
12.40	28	SLU	3	35.00	20.61	20.61	20.61	20.61	15587.80	81290.10	5.215
16.94	21	SLU	3	488.95	20.61	20.61	20.61	20.61	17943.40	81290.10	4.530
18.15	21	SLU	3	610.00	20.61	20.61	20.61	20.61	18441.60	81290.10	4.408
18.85	28	SLU	4	35.00	20.61	20.61	20.61	20.61	18211.10	81290.10	4.464
23.19	28	SLU	4	468.78	20.61	20.61	20.61	20.61	-13999.70	-82808.40	5.915
24.75	28	SLU	4	625.00	20.61	20.61	20.61	20.61	-12353.10	-82808.40	6.703

Stato limite elastico - Verifiche a flessione/pressoflessione

Xg <m>	CC	TCC	El	X <cm>	AfE S <cmq>	AfE I <cmq>	AfEP S <cmq>	AfEP I <cmq>	My <daNm>	M'ydy <daNm>	Sic.
0.15	1	SND	1	15.00	20.61	20.61	20.61	20.61	-17262.10	-79449.90	4.603
5.25	1	SND	1	525.00	20.61	20.61	20.61	20.61	25172.20	78116.60	3.103
5.95	1	SND	2	35.00	20.61	20.61	20.61	20.61	37568.10	78116.60	2.079
11.70	1	SND	2	610.00	20.61	20.61	20.61	20.61	32999.10	78116.60	2.367
12.40	1	SND	3	35.00	20.61	20.61	20.61	20.61	32281.20	78116.60	2.420
16.94	1	SND	3	488.95	20.61	20.61	20.61	20.61	36684.60	78116.60	2.129
18.15	1	SND	3	610.00	20.61	20.61	20.61	20.61	37272.30	78116.60	2.096
18.85	1	SND	4	35.00	20.61	20.61	20.61	20.61	29360.50	78116.60	2.661
23.19	1	SND	4	468.78	20.61	20.61	20.61	20.61	-17665.90	-79449.90	4.497
24.75	1	SND	4	625.00	20.61	20.61	20.61	20.61	-17665.90	-79449.90	4.497

Stato limite d'esercizio - Verifiche tensionali

Xg <m>	CC	TCC	El	X <cm>	AfE S <cmq>	AfE I <cmq>	My <daNm>	σ_e sup <daN/cm ² >	σ_e inf <daN/cm ² >	σ_c <daN/cm ² >
0.15	23	SLE R	1	15.00	20.61	20.61	-8414.55	413.70	-57.42	5.57
0.15	20	SLE Q	1	15.00	20.61	20.61	-6463.22	317.76	-44.11	4.28
5.25	23	SLE R	1	525.00	20.61	20.61	11056.00	-123.23	552.09	10.72
5.25	20	SLE Q	1	525.00	20.61	20.61	8741.22	-97.43	436.50	8.47
5.95	18	SLE R	2	35.00	20.61	20.61	9615.18	-107.17	480.14	9.32
5.95	20	SLE Q	2	35.00	20.61	20.61	8007.64	-89.25	399.87	7.76
11.70	23	SLE R	2	610.00	20.61	20.61	11940.50	-133.09	596.26	11.57
11.70	20	SLE Q	2	610.00	20.61	20.61	9444.73	-105.27	471.63	9.15
12.40	30	SLE R	3	35.00	20.61	20.61	11172.70	-124.53	557.91	10.83
12.40	20	SLE Q	3	35.00	20.61	20.61	9404.56	-104.82	469.62	9.12

Relazione di calcolo fondazione

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
NN1X	00 D 78	CL	FA 01 00 001	B	28 di 45

16.94	23	SLE R	3	488.95	20.61	20.61	12739.50	-141.99	636.16	12.35
16.94	20	SLE Q	3	488.95	20.61	20.61	9969.18	-111.11	497.82	9.66
18.15	23	SLE R	3	610.00	20.61	20.61	13095.90	-145.96	653.96	12.69
18.15	20	SLE Q	3	610.00	20.61	20.61	10264.10	-114.40	512.54	9.95
18.85	30	SLE R	4	35.00	20.61	20.61	12959.70	-144.44	647.15	12.56
18.85	20	SLE Q	4	35.00	20.61	20.61	10607.40	-118.23	529.68	10.28
23.19	30	SLE R	4	468.78	20.61	20.61	-10137.20	498.40	-69.18	6.71
23.19	20	SLE Q	4	468.78	20.61	20.61	-8821.74	433.72	-60.20	5.84
24.75	30	SLE R	4	625.00	20.61	20.61	-8927.70	438.93	-60.92	5.91
24.75	20	SLE Q	4	625.00	20.61	20.61	-7703.27	378.73	-52.57	5.10

Stato limite d'esercizio - Verifiche a fessurazione

Caso	Xg <m>	CC	TCC	El	Sez.	Crit.	X <cm>	My <daNm>	c <mm>	s <mm>	K3	S _{rm} <mm>	Φ	A _s <cmq>	A _{c eff} <cmq>	σ _s <daN/cmq>	σ _{sr} <daN/cmq>	ε _{sm}	Wk <mm>
31	0.15	20	SLE Q	1	5	3	15.00	-6463.22	45.00	84.29	0.21	210.21	20.00	20.61	1255.99	317.76	2935.39	0.06	0.02
35	0.15	25	SLE F	1	5	3	15.00	-6788.88	45.00	84.29	0.21	210.21	20.00	20.61	1255.99	333.77	2935.39	0.06	0.02
69	5.25	20	SLE Q	1	5	3	525.00	8741.22	45.00	198.57	0.20	318.86	20.00	20.61	2470.99	436.50	4141.33	0.08	0.05
73	5.25	25	SLE F	1	5	3	525.00	9034.65	45.00	198.57	0.20	318.86	20.00	20.61	2470.99	451.15	4141.33	0.09	0.05
103	5.95	20	SLE Q	2	5	3	35.00	8007.64	45.00	198.57	0.20	318.86	20.00	20.61	2470.99	399.87	4141.33	0.08	0.04
106	5.95	19	SLE F	2	5	3	35.00	8179.88	45.00	198.57	0.20	318.86	20.00	20.61	2470.99	408.47	4141.33	0.08	0.04
141	11.70	20	SLE Q	2	5	3	610.00	9444.73	45.00	198.57	0.20	318.86	20.00	20.61	2470.99	471.63	4141.33	0.09	0.05
145	11.70	25	SLE F	2	5	3	610.00	9799.09	45.00	198.57	0.20	318.86	20.00	20.61	2470.99	489.32	4141.33	0.10	0.05
179	12.40	20	SLE Q	3	5	3	35.00	9404.56	45.00	198.57	0.20	318.86	20.00	20.61	2470.99	469.62	4141.33	0.09	0.05
185	12.40	32	SLE F	3	5	3	35.00	9614.21	45.00	198.57	0.20	318.86	20.00	20.61	2470.99	480.09	4141.33	0.09	0.05
227	16.94	20	SLE Q	3	5	3	488.95	9969.18	45.00	198.57	0.20	318.86	20.00	20.61	2470.99	497.82	4141.33	0.10	0.05
235	16.94	25	SLE F	3	5	3	488.95	10357.60	45.00	198.57	0.20	318.86	20.00	20.61	2470.99	517.21	4141.33	0.10	0.05
273	18.15	20	SLE Q	3	5	3	610.00	10264.10	45.00	198.57	0.20	318.86	20.00	20.61	2470.99	512.54	4141.33	0.10	0.05
277	18.15	25	SLE F	3	5	3	610.00	10660.40	45.00	198.57	0.20	318.86	20.00	20.61	2470.99	532.34	4141.33	0.10	0.06
311	18.85	20	SLE Q	4	5	3	35.00	10607.40	45.00	198.57	0.20	318.86	20.00	20.61	2470.99	529.68	4141.33	0.10	0.06
317	18.85	32	SLE F	4	5	3	35.00	10891.10	45.00	198.57	0.20	318.86	20.00	20.61	2470.99	543.85	4141.33	0.11	0.06
349	23.19	20	SLE Q	4	5	3	468.78	-8821.74	45.00	84.29	0.21	210.21	20.00	20.61	1255.99	433.72	2935.39	0.08	0.03
355	23.19	32	SLE F	4	5	3	468.78	-8988.11	45.00	84.29	0.21	210.21	20.00	20.61	1255.99	441.90	2935.39	0.09	0.03
387	24.75	20	SLE Q	4	5	3	625.00	-7703.27	45.00	84.29	0.21	210.21	20.00	20.61	1255.99	378.73	2935.39	0.07	0.03
393	24.75	32	SLE F	4	5	3	625.00	-7860.19	45.00	84.29	0.21	210.21	20.00	20.61	1255.99	386.45	2935.39	0.08	0.03

Staffatura ala, ferri di suola e ferri di fianco - Verifiche armatura

CC	X0 <m>	X1 <m>	Lung. <m>	Staff.	AfE St. ala <cmq/m>	AfT St. ala <cmq/m>
28 SLU	0.15	1.25	1.10	ø8/10 2 br.	10.05	0.99
28 SLU	1.25	4.15	2.90	ø8/10 2 br.	10.05	0.99
28 SLU	4.15	5.25	1.10	ø8/10 2 br.	10.05	0.99
28 SLU	5.95	7.05	1.10	ø8/10 2 br.	10.05	1.03
28 SLU	7.05	10.60	3.55	ø8/10 2 br.	10.05	1.03
28 SLU	10.60	11.70	1.10	ø8/10 2 br.	10.05	1.03
28 SLU	12.40	13.50	1.10	ø8/10 2 br.	10.05	1.03
28 SLU	13.50	17.05	3.55	ø8/10 2 br.	10.05	1.03
28 SLU	17.05	18.15	1.10	ø8/10 2 br.	10.05	1.03
28 SLU	18.85	19.95	1.10	ø8/10 2 br.	10.05	1.00

Relazione di calcolo fondazione

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
NN1X	00 D 78	CL	FA 01 00 001	B	29 di 45

28 SLU	19.95	23.65	3.70	ø8/10 2 br.	10.05	1.00
28 SLU	23.65	24.75	1.10	ø8/10 2 br.	10.05	1.00

8.1.2 VERIFICA A TAGLIO

Si procede alla verifica di resistenza considerando il massimo valore del taglio massimo:

$$V_{Ed} = 1,1 V_{sis} = 217.71 \text{ kN}$$

$$V_{Ed} = V_{slu} = 217.71 \text{ kN}$$

Staffe - Verifiche armatura

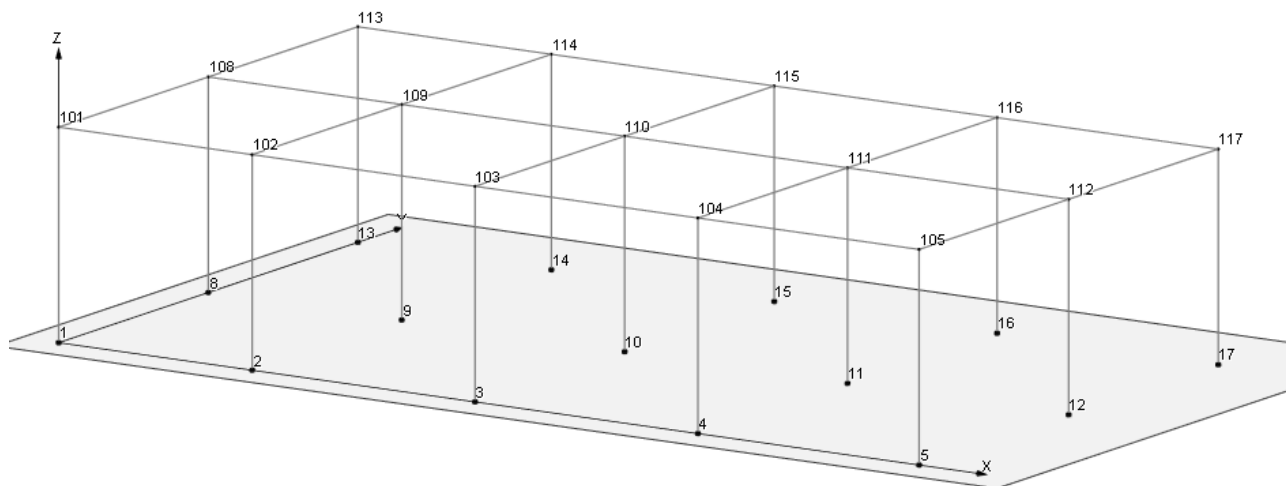
CC	X0 <m>	X1 <m>	Lung. <m>	Staff.	AfE St. <cmq/m>	bw <m>	Vsdu <daN>	ctgθ	VRsd <daN>	VRcd <daN>	Vrdu <daN>	Sic.T
1 SND	0.15	1.25	1.10	ø8/10 2 br.	10.05	0.70	7699.16	2.50	92494.00	160161.00	92494.00	12.01
1 SND	1.25	4.15	2.90	ø8/10 2 br.	10.05	0.70	13012.60	2.50	92494.00	160161.00	92494.00	7.11
1 SND	4.15	5.25	1.10	ø8/10 2 br.	10.05	0.70	16586.20	2.50	92494.00	160161.00	92494.00	5.58
1 SND	5.95	7.05	1.10	ø8/10 2 br.	10.05	0.70	17153.90	2.50	92494.00	160161.00	92494.00	5.39
1 SND	7.05	10.60	3.55	ø8/10 2 br.	10.05	0.70	14632.70	2.50	92494.00	160161.00	92494.00	6.32
1 SND	10.60	11.70	1.10	ø8/10 2 br.	10.05	0.70	17978.10	2.50	92494.00	160161.00	92494.00	5.14
1 SND	12.40	13.50	1.10	ø8/10 2 br.	10.05	0.70	17375.70	2.50	92494.00	160161.00	92494.00	5.32
1 SND	13.50	17.05	3.55	ø8/10 2 br.	10.05	0.70	13918.40	2.50	92494.00	160161.00	92494.00	6.65
1 SND	17.05	18.15	1.10	ø8/10 2 br.	10.05	0.70	16885.80	2.50	92494.00	160161.00	92494.00	5.48
1 SND	18.85	19.95	1.10	ø8/10 2 br.	10.05	0.70	17301.50	2.50	92494.00	160161.00	92494.00	5.35
1 SND	19.95	23.65	3.70	ø8/10 2 br.	10.05	0.70	13694.00	2.50	92494.00	160161.00	92494.00	6.75
21 SLU	23.65	24.75	1.10	ø8/10 2 br.	10.05	0.70	8383.50	2.50	92494.00	160161.00	92494.00	11.03

8.2 VERIFICA DEI CEDIMENTI

Combinazione di riferimento: SLE Frequente CC27.

Nodo	CC	TCC	F _x <kN>	F _y <kN>	F _z <kN>	M _x <kNm>	M _y <kNm>	M _z <kNm>
1	27	SLE F	1.598	21.515	107.230	-37.291	2.799	0.000
11	27	SLE F	-0.098	0.000	395.239	0.000	-0.278	0.000
15	27	SLE F	0.675	-19.191	178.562	33.859	1.063	0.000

Si considerano i cedimenti differenziali al piede dei pilastri ai nodi 1, 11, 15



Si assume che lo strato su cui viene attestata la fondazione abbia uno spessore di 4.0 m e le seguenti caratteristiche meccaniche:

$E = 28000 \text{ kPa}$

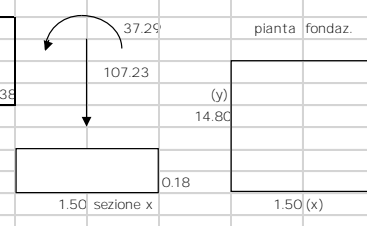

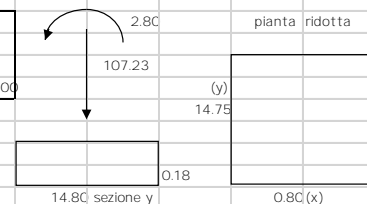
Coeff. Poisson $\nu = 0.33$

Si conduce il calcolo con il metodo edometrico considerando, per ciascun pilastro, il nodo ove si innesta la trave di fondazione su cui scarica le azioni la sovrastruttura.

Relazione di calcolo fondazione

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
NN1X	00 D 78	CL	FA 01 00 001	B	31 di 45

8.2.1 PILASTRO NODO 1

SLE							
FONDAZIONE NASTRIFORME	combinazione SLE frequente						
	B (m)	L (m)	N (kN)	Mx (kNm)	My (kNm)		
	1.50	14.80	107.2	37.29	2.799		
CENSO							
PARAMETRI GEOTECNICI:		profondità (m)	spessore (m)	gamma t (kN/mc)	Eu (kPa)	E' (kPa)	Poisson u Poisson'
1 - Riporto		1.00	1.00	19.00	6900	6000	0.33 0.33
2 - L1		1.00	5.50	19.10	34500	30000	0.33 0.33
3 - substrato marnoso alterato		6.50	5.50	20.10	46000	40000	0.33 0.33
4 - substrato marnoso		12.00	-	21.60	48300	42000.0	0.4 0.2
TENSIONE GEOSTATICA:							
Gamma w (kN/mc):		0				Resistenza caratteristica del cls (kg/cmq):	300
Gamma t (kN/mc):		19.00				Modulo elastico del cls (kPa):	3.1E+07
profondità falda (m):		6				Modulo elastico del terreno (kPa):	6900
profondità piano di posa dal p.c. (m):		0.5				Coeff. di Poisson del terreno:	0.33
Tensione verticale geostatica (kPa):		9.50				Coeff. di Poisson del cls:	0.16
PARAMETRI GEOMETRICI:						Coeff. fondazione rigida (Kr):	10
Larghezza fondazione secondo x (m):		1.50				Spessore minimo fondazione rigida (m):	0.18
Larghezza fondazione secondo y (m):		14.80				Coeff. di Winkler finale (kN/mc):	24867
Carico verticale (kPa):		107					
Momento x (kNm):		37				TENSIONI INDOTTE:	
Momento y (kNm):		3				superficie fondazione di progetto (mq):	22.20
Eccentricità del carico in x (m):		0.348				superficie fondazione ridotta (mq):	11.86
Eccentricità del carico in y (m):		0.026				tensione unitaria (kg/cmq):	2.01
Base ridotta fondazione in x (m):		0.804				tensione max - x (kg/cmq):	2.56
Base ridotta fondazione in y (m):		14.748				tensione min - x (kg/cmq):	-0.42
Carico assiale (kPa):		200.64				tensione max - y (kg/cmq):	1.08
Carico netto (kPa):		191.14				tensione min - y (kg/cmq):	1.06
CEDIMENTI RISULTANTI			strato	1	2	3	totale
Cedimento finale:				6.5	1.22	0.00	7.69 mm
Rotazione della fondazione rigida soggetta ad una coppia Mx, secondo la direzione x (gradi sessagesimali):		0.136					
							
							
Rotazione della fondazione rigida soggetta ad una coppia My, secondo la direzione y (gradi sessagesimali):		0.000					
							

Relazione di calcolo fondazione

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
NN1X	00 D 78	CL	FA 01 00 001	B	32 di 45

8.2.2 PILASTRO NODO 11 INTERNO

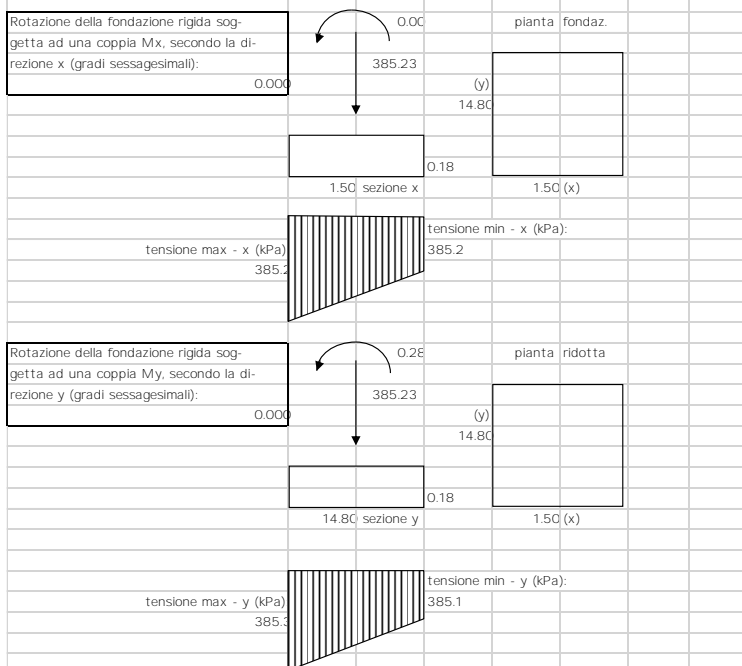
SLE FREQUENTE					
FONDAZIONE NASTRIFORME	combinazione SLE frequente				
	B (m)	L (m)	N (kN)	Mx (kNm)	My (kNm)
	1.50	14.80	385.2	0.00	0.278

CONDIZIONI							
PARAMETRI GEOTECNICI:	profondità (m)	spessore (m)	gamma t (kN/mc)	Eu (kPa)	E' (kPa)	Poisson U	Poisson'
Strato							
1 - Riporto	1.00	1.00	19.00	6900	6000	0.33	0.33
2 - L1	1.00	5.50	19.10	34500	30000	0.33	0.33
3 - substrato marnoso alterato	6.50	5.50	20.10	46000	40000	0.33	0.33
4 - substrato marnoso	12.00	-	21.60	48300	42000.0	0.4	0.2

TENSIONE GEOSTATICA:			
Gamma w (kN/mc):	0	Resistenza caratteristica del cls (kg/cmq):	300
Gamma t (kN/mc):	19.00	Modulo elastico del cls (kPa):	3.1E+07
profondità falda (m):	6	Modulo elastico del terreno (kPa):	6900
profondità piano di posa dal p.c. (m):	0.5	Coeff. di Poisson del terreno:	0.33
Tensione verticale geostatica (kPa):	9.50	Coeff. di Poisson del cls:	0.16
		Coeff. fondazione rigida (Kr):	10

PARAMETRI GEOMETRICI:			
Larghezza fondazione secondo x (m):	1.50	Spessore minimo fondazione rigida (m):	0.18
Larghezza fondazione secondo y (m):	14.80	Coeff. di Winkler finale (kN/mc):	16451
Carico verticale (kPa):	385		
Momento x (kNm):	0		
Momento y (kNm):	0		
Eccentricità del carico in x (m):	0.000		
Eccentricità del carico in y (m):	0.001		
Base ridotta fondazione in x (m):	1.500		
Base ridotta fondazione in y (m):	14.799		
Carico assiale (kPa):	385.27		
Carico netto (kPa):	375.77		

CEDIMENTI RISULTANTI					
	strato	1	2	3	totale
Cedimento finale:		21.6	1.22	0.00	22.84



Relazione di calcolo fondazione

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
NN1X	00 D 78	CL	FA 01 00 001	B	33 di 45

8.2.3 PILASTRO NODO 15 DI ESTREMITA'

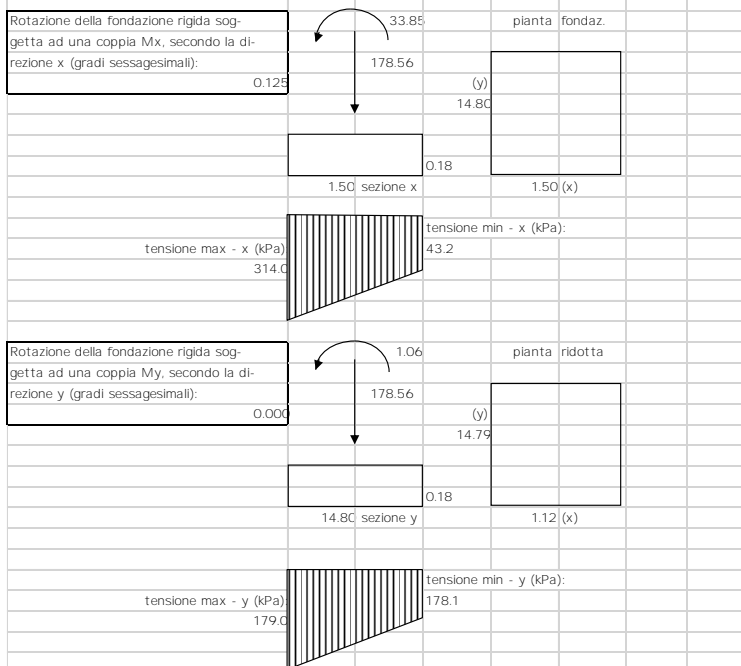
combinazione SLE frequente					
FONDAZIONE NASTRIFORME	B (m)	L (m)	N (kN)	Mx (kNm)	My (kNm)
	1.50	14.80	178.6	33.85	1.063

PARAMETRI GEOTECNICI:	profondità (m)	spessore (m)	gamma t (kN/mc)	Eu (kPa)	E' (kPa)	Poisson u	Poisson'
Strato							
1 - Riporto	1.00	1.00	19.00	6900	6000	0.33	0.33
2 - L1	1.00	5.50	19.10	34500	30000	0.33	0.33
3 - substrato marnoso alterato	6.50	5.50	20.10	46000	40000	0.33	0.33
4 - substrato marnoso	12.00	-	21.60	48300	42000.0	0.4	0.2

TENSIONE GEOSTATICA:			
Gamma w (kN/mc):	0	Resistenza caratteristica del cls (kg/cmq):	300
Gamma t (kN/mc):	19.00	Modulo elastico del cls (kPa):	3.1E+07
profondità falda (m):	6	Modulo elastico del terreno (kPa):	6900
profondità piano di posa dal p.c. (m):	0.5	Coeff. di Poisson del terreno:	0.33
Tensione verticale geostatica (kPa):	9.50	Coeff. di Poisson del cls:	0.16
		Coeff. fondazione rigida (Kr):	10

PARAMETRI GEOMETRICI:			
Larghezza fondazione secondo x (m):	1.50	Spessore minimo fondazione rigida (m):	0.18
Larghezza fondazione secondo y (m):	14.80	Coeff. di Winkler finale (kN/mc):	19691
Carico verticale (kPa):	179		
Momento x (kNm):	34		
Momento y (kNm):	1		
Eccentricità del carico in x (m):	0.190		
Eccentricità del carico in y (m):	0.006		
Base ridotta fondazione in x (m):	1.121		
Base ridotta fondazione in y (m):	14.788		
Carico assiale (kPa):	239.15		
Carico netto (kPa):	229.65		

CEDIMENTI RISULTANTI	strato	1	2	3	totale	
Cedimento finale:		10.4	1.22	0.00	11.68	mm



8.2.4 CEDIMENTI AMMISSIBILI PER LE STRUTTURE A TELAIO IN C.A. E CONFRONTO CON I VALORI CALCOLATI

Secondo quanto reperibile nella letteratura specifica si ha:

TABELLA 13.1 - Cedimenti ammissibili dalle strutture (Sowers 1962).

Tipo di movimento	Fattore limitante	Cedimenti massimi (cm)
Cedimento assoluto o rigido	Fognature ecc.	(¹) 15+30 (²)
	Livello d'ingresso scale ecc.	30+60
	Probabilità di cedimenti non uniformi:	
	Strutture murarie	2+5
	Strutture intelaiate	2+10
	Fumaioli, silos ecc.	10+30
Rotazione rigida od inclinazione	Fumaioli, torri ecc.	4‰ h
	Accatastamento di merci	10‰ h
	Rotaie per gru	3‰ h
	Macchine tessili	3‰ h
	Turbogeneratori	0,2‰ h
Cedimento differenziale e distorsione	Muri di mattoni continui, alti	0,5+1‰ l (³)
	Lesioni di muri di mattoni di edifici di un piano	1+2‰ l
	Lesione degli intonaci	1‰ l
	Strutture intelaiate in c.a.	2+4‰ l
	Strutture a setti in c.a.	3‰ l
	Strutture intelaiate continue in acciaio	2‰ l
	Telaio semplice in acciaio	5‰ l

(²) Il valore limite superiore vale per strutture tolleranti i cedimenti e/o per andamento di questi regolare.

(³) l = distanza tra due pilastri adiacenti o fra due punti che cedano differenzialmente con ced. differenziale espresso in millesimi (cm/10 m).

Ad es. una struttura intelaiata in c.a. con luci di 5 m accetterebbe un cedimento differenziale fra due pilastri adiacenti, pari a:

$$\Delta w_{\text{amm}} = \frac{(2+4)}{1000} \cdot 500 = (1+2) \text{ cm} \quad (13.18)$$

Schema per il calcolo dei cedimenti differenziali e per il confronto con i valori massimi ammissibili: si considerano i cedimenti tra i tre pilastri della struttura considerando la luce minima tra le tre membrature pari a L=660 cm:

$$\Delta w = 3/1000 \times 660 = 1.98 \text{ cm}$$

Relazione di calcolo fondazione

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
NN1X	00 D 78	CL	FA 01 00 001	B	35 di 45

I valori dei cedimenti sono ampiamente inferiori ai massimi ammissibili in quanto:

$$w_a - w_b = 0.769 - 2.284 = - 1.515 \text{ cm} < 1.98 \text{ cm}$$

$$w_b - w_c = 2.284 - 1.166 = 1.118 \text{ cm} < 1.98 \text{ cm}$$

$$w_a - w_c = 0.769 - 1.166 = - 0.397 \text{ cm} < 1.98 \text{ cm}$$

8.3 VERIFICA DI CAPACITÀ PORTANTE

Trattandosi di terreno incoerente, la verifica di capacità portante sarà condotta solo in termini di tensioni efficaci, falda a 3.0 m dal piano campagna, angolo d'attrito interno pari a 23° e $g=18 \text{ kN/m}^3$

Si utilizza l'approccio 2 (A1+M1+R3).

VERIFICA	COEFFICIENTE PARZIALE (R1)	COEFFICIENTE PARZIALE (R2)	COEFFICIENTE PARZIALE (R3)
Capacità portante	$\gamma_R = 1,0$	$\gamma_R = 1,8$	$\gamma_R = 2,3$
Scorrimento	$\gamma_R = 1,0$	$\gamma_R = 1,1$	$\gamma_R = 1,1$

Fase sismica SLV - Azioni compressive

Nodo	CC	TCC	Fx <kN>	Fy <kN>	Fz <kN>	Mx <kNm>	My <kNm>	Mz <kNm>
9	1	SLV	59.370	8.828	357.523	14.955	201.537	-0.697
14	1	SLV	63.538	-10.940	170.813	43.697	215.902	-0.697

Azioni globali alla base

$$NE = 528.34 \text{ KN}$$

$$MI = 417.44 \text{ KNxm}$$

$$TI = 122.91 \text{ KN}$$

Relazione di calcolo fondazione

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
NN1X	00 D 78	CL	FA 01 00 001	B	36 di 45

Fase statica SLU - Azioni complessive

Nodo	CC	TCC	Fx <kN>	Fy <kN>	Fz <kN>	Mx <kNm>	My <kNm>	Mz <kNm>
9	29	SLU	7.403	-0.247	597.337	0.643	25.565	0.116
14	29	SLU	6.367	-30.712	269.506	54.392	22.656	0.116

Azioni globali alla base

NE = 866.84 KN

MI = 55.04 KNxm

TI = 30.96 KN

Di seguito le verifiche condotte.

Relazione di calcolo fondazione

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
NN1X	00 D 78	CL	FA 01 00 001	B	37 di 45

8.3.1 PORTANZA TERRENO IN FASE SISMICA SLV

Fondazioni Dirette Verifica in tensioni efficaci

$$q_{lim} = c' \cdot N_c \cdot s_c \cdot d_c \cdot i_c \cdot b_c \cdot g_c + q \cdot N_q \cdot s_q \cdot d_q \cdot i_q \cdot b_q \cdot g_q + 0,5 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_{\gamma} \cdot s_{\gamma} \cdot d_{\gamma} \cdot i_{\gamma} \cdot b_{\gamma} \cdot g_{\gamma}$$

D = Profondità del piano di appoggio

e_B = Eccentricità in direzione B ($e_B = Mb/N$)

e_L = Eccentricità in direzione L ($e_L = Ml/N$) (per fondazione nastriforme $e_L = 0$; $L^* = L$)

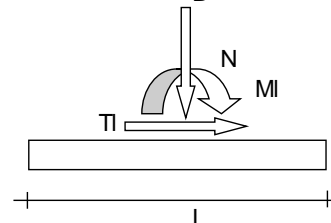
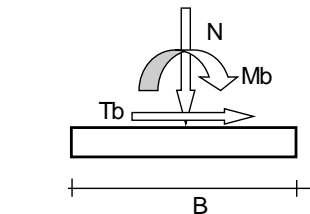
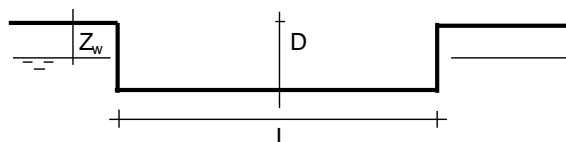
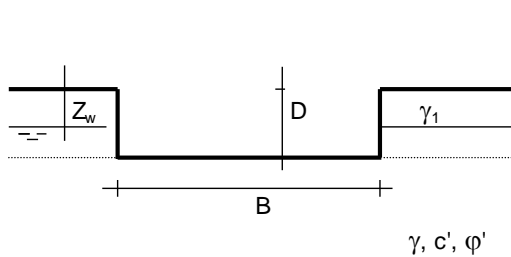
B^* = Larghezza fittizia della fondazione ($B^* = B - 2 \cdot e_B$)

L^* = Lunghezza fittizia della fondazione ($L^* = L - 2 \cdot e_L$)

(per fondazione nastriforme le sollecitazioni agenti sono riferite all'unità di lunghezza)

coefficienti parziali

Metodo di calcolo	azioni		proprietà del terreno		resistenze		
	permanenti	temporanee variabili	$\tan \varphi'$	c'	q_{lim}	scorr	
Stato Limite Ultimo	A1+M1+R1	○	1.30	1.50	1.00	1.00	1.00
	A2+M2+R2	○	1.00	1.30	1.25	1.25	1.80
	SISMA	○	1.00	1.00	1.25	1.25	1.80
	A1+M1+R3	○	1.30	1.50	1.00	1.00	2.30
	SISMA	⊙	1.00	1.00	1.00	1.00	2.30
Tensioni Ammissibili	○	1.00	1.00	1.00	1.00	3.00	3.00
Definiti dal Progettista	○	1.00	1.00	1.25	1.25	2.30	1.00

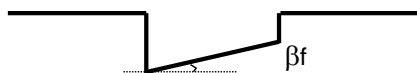


(Per fondazione nastriforme L = 100 m)

B = 1.50 (m)
 L = 14.80 (m)
 D = 1.00 (m)

Relazione di calcolo fondazione

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
NN1X	00 D 78	CL	FA 01 00 001	B	38 di 45



$$\beta_f = 0.00 \text{ (}^\circ\text{)}$$



$$\beta_p = 0.00 \text{ (}^\circ\text{)}$$

AZIONI

	valori di input		Valori di calcolo
	permanenti	temporanee	
N [kN]	528.34	0.00	528.34
Mb [kNm]	0.00	0.00	0.00
Ml [kNm]	417.44	0.00	417.44
Tb [kN]	0.00	0.00	0.00
Tl [kN]	122.91	0.00	122.91
H [kN]	122.91	0.00	122.91

Peso unità di volume del terreno

$$\gamma_1 = 18.00 \text{ (kN/mc)}$$

$$\gamma = 18.00 \text{ (kN/mc)}$$

Valori caratteristici di resistenza del terreno

$$c' = 12.00 \text{ (kN/mq)}$$

$$\varphi' = 23.00 \text{ (}^\circ\text{)}$$

Valori di progetto

$$c' = 12.00 \text{ (kN/mq)}$$

$$\varphi' = 23.00 \text{ (}^\circ\text{)}$$

Profondità della falda

$$Z_w = 3.00 \text{ (m)}$$

$$e_B = 0.00 \text{ (m)}$$

$$e_L = 0.79 \text{ (m)}$$

$$B^* = 1.50 \text{ (m)}$$

$$L^* = 13.22 \text{ (m)}$$

q : sovraccarico alla profondità D

$$q = 18.00 \text{ (kN/mq)}$$

 γ : peso di volume del terreno di fondazione

$$\gamma = 18.00 \text{ (kN/mc)}$$

Nc, Nq, Ny : coefficienti di capacità portante

$$N_q = \tan^2(45 + \varphi'/2) \cdot e^{(\pi \cdot \tan \varphi')}$$

$$N_q = 8.66$$

$$N_c = (N_q - 1) / \tan \varphi'$$

$$N_c = 18.05$$

$$N_y = 2 \cdot (N_q + 1) \cdot \tan \varphi'$$

$$N_y = 8.20$$

Relazione di calcolo fondazione

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
NN1X	00 D 78	CL	FA 01 00 001	B	39 di 45

 s_c, s_q, s_γ : fattori di forma

$$s_c = 1 + B \cdot N_q / (L^* N_c)$$

$$s_c = 1.05$$

$$s_q = 1 + B \cdot \tan \varphi' / L^*$$

$$s_q = 1.05$$

$$s_\gamma = 1 - 0,4 \cdot B^* / L^*$$

$$s_\gamma = 0.95$$

 i_c, i_q, i_γ : fattori di inclinazione del carico

$$m_b = (2 + B^* / L^*) / (1 + B^* / L^*) = 1.90 \quad \theta = \arctg(T_b/T_l) = 0.00 \quad (^\circ)$$

$$m_l = (2 + L^* / B^*) / (1 + L^* / B^*) = 1.10 \quad m = 1.10 \quad (-)$$

($m=2$ nel caso di fondazione nastriforme e
 $m=(m_b \sin^2 \theta + m_l \cos^2 \theta)$ in tutti gli altri casi)

$$i_q = (1 - H / (N + B^* L^* c' \cotg \varphi'))^m$$

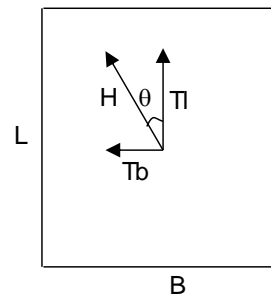
$$i_q = 0.88$$

$$i_c = i_q - (1 - i_q) / (N_q - 1)$$

$$i_c = 0.86$$

$$i_\gamma = (1 - H / (N + B^* L^* c' \cotg \varphi'))^{(m+1)}$$

$$i_\gamma = 0.78$$


 d_c, d_q, d_γ : fattori di profondità del piano di appoggio

$$\text{per } D/B^* \leq 1; d_q = 1 + 2 D \tan \varphi' (1 - \sin \varphi')^2 / B^*$$

$$\text{per } D/B^* > 1; d_q = 1 + (2 \tan \varphi' (1 - \sin \varphi')^2) * \arctan (D / B^*)$$

$$d_q = 1.21$$

$$d_c = d_q - (1 - d_q) / (N_c \tan \varphi')$$

$$d_c = 1.24$$

$$d_\gamma = 1$$

$$d_\gamma = 1.00$$

Relazione di calcolo fondazione

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
NN1X	00 D 78	CL	FA 01 00 001	B	40 di 45

b_c, b_q, b_γ : fattori di inclinazione base della fondazione

$$b_q = (1 - \beta_f \tan \varphi')^2 \quad \beta_f + \beta_p = 0.00 \quad \beta_f + \beta_p < 45^\circ$$

$$b_q = 1.00$$

$$b_c = b_q - (1 - b_q) / (N_c \tan \varphi')$$

$$b_c = 1.00$$

$$b_\gamma = b_q$$

$$b_\gamma = 1.00$$

g_c, g_q, g_γ : fattori di inclinazione piano di campagna

$$g_q = (1 - \tan \beta_p)^2 \quad \beta_f + \beta_p = 0.00 \quad \beta_f + \beta_p < 45^\circ$$

$$g_q = 1.00$$

$$g_c = g_q - (1 - g_q) / (N_c \tan \varphi')$$

$$g_c = 1.00$$

$$g_\gamma = g_q$$

$$g_\gamma = 1.00$$

Carico limite unitario

$$q_{lim} = 498.59 \quad (\text{kN/m}^2)$$

Pressione massima agente

$$q = N / B^* L^*$$

$$q = 26.64 \quad (\text{kN/m}^2)$$

Verifica di sicurezza capacità portante

$$q_{lim} / \gamma_R = 216.78 \geq q = 26.64 \quad (\text{kN/m}^2)$$

VERIFICA A SCORRIMENTO

Carico agente

$$H_d = 122.91 \quad (\text{kN})$$

Azione Resistente

$$S_d = N \tan(\varphi') + c' B^* L^*$$

$$S_d = 462.22 \quad (\text{kN})$$

Verifica di sicurezza allo scorrimento

$$S_d / \gamma_R = 420.2 \geq H_d = 122.91 \quad (\text{kN})$$

Relazione di calcolo fondazione

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
NN1X	00 D 78	CL	FA 01 00 001	B	41 di 45

8.3.2 PORTANZA TERRENO IN FASE STATICA SLU

Fondazioni Dirette Verifica in tensioni efficaci

$$q_{lim} = c' \cdot N_c \cdot s_c \cdot d_c \cdot i_c \cdot b_c \cdot g_c + q \cdot N_q \cdot s_q \cdot d_q \cdot i_q \cdot b_q \cdot g_q + 0,5 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_{\gamma} \cdot s_{\gamma} \cdot d_{\gamma} \cdot i_{\gamma} \cdot b_{\gamma} \cdot g_{\gamma}$$

D = Profondità del piano di appoggio

e_B = Eccentricità in direzione B ($e_B = M_b/N$)

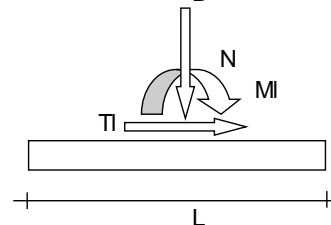
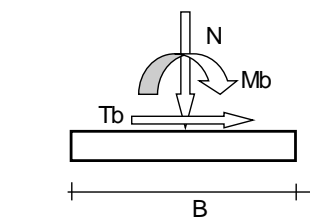
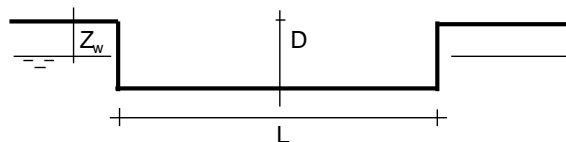
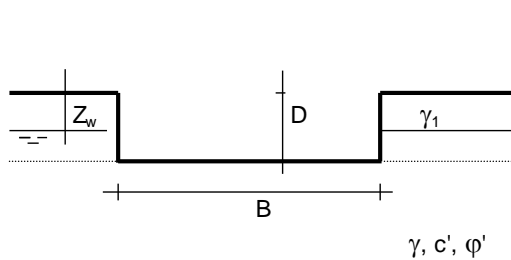
e_L = Eccentricità in direzione L ($e_L = M/N$) (per fondazione nastriforme $e_L = 0$; $L^* = L$)

B^* = Larghezza fittizia della fondazione ($B^* = B - 2 \cdot e_B$)

L^* = Lunghezza fittizia della fondazione ($L^* = L - 2 \cdot e_L$)

(per fondazione nastriforme le sollecitazioni agenti sono riferite all'unità di lunghezza)

Metodo di calcolo		coefficienti parziali						
		azioni		proprietà del terreno		resistenze		
		permanenti	temporanee variabili	$\tan \varphi'$	c'	q_{lim}	scorr	
Stato Limite Ultimo	A1+M1+R1	○	1.30	1.50	1.00	1.00	1.00	1.00
	A2+M2+R2	○	1.00	1.30	1.25	1.25	1.80	1.00
	SISMA	○	1.00	1.00	1.25	1.25	1.80	1.00
	A1+M1+R3	⊙	1.30	1.50	1.00	1.00	2.30	1.10
	SISMA	○	1.00	1.00	1.00	1.00	2.30	1.10
Tensioni Ammissibili		○	1.00	1.00	1.00	1.00	3.00	3.00
Definiti dal Progettista		○	1.00	1.00	1.25	1.25	2.30	1.00

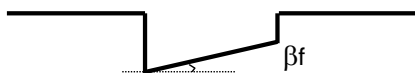


(Per fondazione nastriforme L = 100 m)

B = 1.50 (m)
 L = 14.80 (m)
 D = 1.00 (m)

Relazione di calcolo fondazione

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
NN1X	00 D 78	CL	FA 01 00 001	B	42 di 45



$$\beta_f = 0.00 \text{ (}^\circ\text{)}$$



$$\beta_p = 0.00 \text{ (}^\circ\text{)}$$

AZIONI

	valori di input		Valori di calcolo
	permanenti	temporanee	
N [kN]	866.84	0.00	1126.89
Mb [kNm]	0.00	0.00	0.00
Ml [kNm]	55.04	0.00	71.55
Tb [kN]	0.00	0.00	0.00
Tl [kN]	30.96	0.00	40.25
H [kN]	30.96	0.00	40.25

Peso unità di volume del terreno

$$\gamma_1 = 18.00 \text{ (kN/mc)}$$

$$\gamma = 18.00 \text{ (kN/mc)}$$

Valori caratteristici di resistenza del terreno

$$c' = 12.00 \text{ (kN/mq)}$$

$$\varphi' = 23.00 \text{ (}^\circ\text{)}$$

Valori di progetto

$$c' = 12.00 \text{ (kN/mq)}$$

$$\varphi' = 23.00 \text{ (}^\circ\text{)}$$

Profondità della falda

$$Z_w = 3.00 \text{ (m)}$$

$$e_B = 0.00 \text{ (m)}$$

$$e_L = 0.06 \text{ (m)}$$

$$B^* = 1.50 \text{ (m)}$$

$$L^* = 14.67 \text{ (m)}$$

q : sovraccarico alla profondità D

$$q = 18.00 \text{ (kN/mq)}$$

 γ : peso di volume del terreno di fondazione

$$\gamma = 18.00 \text{ (kN/mc)}$$

Nc, Nq, Ny : coefficienti di capacità portante

$$N_q = \tan^2(45 + \varphi'/2) \cdot e^{(\pi \cdot \tan \varphi')}$$

$$N_q = 8.66$$

$$N_c = (N_q - 1) / \tan \varphi'$$

$$N_c = 18.05$$

$$N_y = 2 \cdot (N_q + 1) \cdot \tan \varphi'$$

$$N_y = 8.20$$

Relazione di calcolo fondazione

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
NN1X	00 D 78	CL	FA 01 00 001	B	43 di 45

 s_c, s_q, s_γ : fattori di forma

$$s_c = 1 + B \cdot N_q / (L^* N_c)$$

$$s_c = 1.05$$

$$s_q = 1 + B \cdot \tan \varphi' / L^*$$

$$s_q = 1.04$$

$$s_\gamma = 1 - 0,4 \cdot B^* / L^*$$

$$s_\gamma = 0.96$$

 i_c, i_q, i_γ : fattori di inclinazione del carico

$$m_b = (2 + B^* / L^*) / (1 + B^* / L^*) = 1.91 \quad \theta = \arctg(T_b/T_l) = 0.00 \quad (^\circ)$$

$$m_l = (2 + L^* / B^*) / (1 + L^* / B^*) = 1.09 \quad m = 1.09 \quad (-)$$

($m=2$ nel caso di fondazione nastriforme e
 $m=(m_b \sin^2 \theta + m_l \cos^2 \theta)$ in tutti gli altri casi)

$$i_q = (1 - H / (N + B^* L^* c' \cotg \varphi'))^m$$

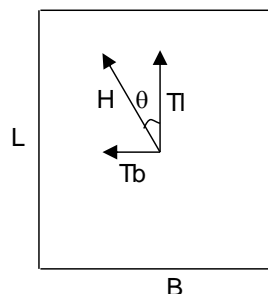
$$i_q = 0.97$$

$$i_c = i_q - (1 - i_q) / (N_q - 1)$$

$$i_c = 0.97$$

$$i_\gamma = (1 - H / (N + B^* L^* c' \cotg \varphi'))^{(m+1)}$$

$$i_\gamma = 0.95$$


 d_c, d_q, d_γ : fattori di profondità del piano di appoggio

$$\text{per } D/B^* \leq 1; d_q = 1 + 2 D \tan \varphi' (1 - \sin \varphi')^2 / B^*$$

$$\text{per } D/B^* > 1; d_q = 1 + (2 \tan \varphi' (1 - \sin \varphi')^2) * \arctan (D / B^*)$$

$$d_q = 1.21$$

$$d_c = d_q - (1 - d_q) / (N_c \tan \varphi')$$

$$d_c = 1.24$$

$$d_\gamma = 1$$

$$d_\gamma = 1.00$$

Relazione di calcolo fondazione

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
NN1X	00 D 78	CL	FA 01 00 001	B	44 di 45

 b_c, b_q, b_γ : fattori di inclinazione base della fondazione

$$b_q = (1 - \beta_f \tan \varphi')^2 \quad \beta_f + \beta_p = 0.00 \quad \beta_f + \beta_p < 45^\circ$$

$$b_q = 1.00$$

$$b_c = b_q - (1 - b_q) / (N_c \tan \varphi')$$

$$b_c = 1.00$$

$$b_\gamma = b_q$$

$$b_\gamma = 1.00$$

 g_c, g_q, g_γ : fattori di inclinazione piano di campagna

$$g_q = (1 - \tan \beta_p)^2 \quad \beta_f + \beta_p = 0.00 \quad \beta_f + \beta_p < 45^\circ$$

$$g_q = 1.00$$

$$g_c = g_q - (1 - g_q) / (N_c \tan \varphi')$$

$$g_c = 1.00$$

$$g_\gamma = g_q$$

$$g_\gamma = 1.00$$

Carico limite unitario

$$q_{lim} = 566.23 \quad (\text{kN/m}^2)$$

Pressione massima agente

$$q = N / B^* L^*$$

$$q = 51.20 \quad (\text{kN/m}^2)$$

Verifica di sicurezza capacità portante

$$q_{lim} / \gamma_R = 246.19 \geq q = 51.20 \quad (\text{kN/m}^2)$$

VERIFICA A SCORRIMENTO
Carico agente

$$H_d = 40.25 \quad (\text{kN})$$

Azione Resistente

$$S_d = N \tan(\varphi') + c' B^* L^*$$

$$S_d = 742.45 \quad (\text{kN})$$

Verifica di sicurezza allo scorrimento

$$S_d / \gamma_R = 674.95 \geq H_d = 40.25 \quad (\text{kN})$$

Relazione di calcolo fondazione

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
NN1X	00 D 78	CL	FA 01 00 001	B	45 di 45

9 CONCLUSIONI

Con la presente relazione si è proceduto al progetto e alla verifica delle opere di fondazione allo stato limite ultimo e allo stato limite di esercizio del “Fabbricato SSE Km 5+750”.

**SSE KM 5+750 - FABBRICATO SSE - ALLEGATO TABULATI DI CALCOLO
STRUTTURE IN FONDAZIONE**

Geometria.....	2
Elenco vincoli nodi	2
Criteri di progetto utilizzati.....	2
Travi in c.a.	2
Verifiche e armature travi.....	7
Travata n. 502	8
Travata n. 503	9
Travata n. 504	10
Travata n. 505	10
Travata n. 506	11
Travata n. 516	12

Geometria

Elenco vincoli nodi

Simbologia

Vn = Numero del vincolo nodo
 Comm. = Commento
 Sx = Spostamento in dir. X (L=libero, B=bloccato, E=elastico)
 Sy = Spostamento in dir. Y (L=libero, B=bloccato, E=elastico)
 Sz = Spostamento in dir. Z (L=libero, B=bloccato, E=elastico)
 Rx = Rotazione intorno all'asse X (L=libera, B=bloccata, E=elastica)
 Ry = Rotazione intorno all'asse Y (L=libera, B=bloccata, E=elastica)
 Rz = Rotazione intorno all'asse Z (L=libera, B=bloccata, E=elastica)
 RL = Rotazione libera
 Ly = Lunghezza (dir. Y locale)
 Lz = Larghezza (dir. Z locale)
 Kt = Coeff. di sottofondo su suolo elastico alla Winkler

Vn	Comm.	Sx	Sy	Sz	Rx	Ry	Rz	RL	Ly	Lz	Kt
		<m>	<m>	<m>	<m>	<m>	<m>	<m>	<m>	<m>	<daN/cm>
1	Libero	L	L	L	L	L	L				
3	El. sew 110001	B	B	L	L	L	B				

Criteri di progetto utilizzati

Travi in c.a.

Generali	
Parametri di progetto	
Passo di progettazione <m>	0.30
Tipo di sollecitazioni zone rigide	Costanti
Min. angolo per spinte a vuoto <grad>	10.00
Invertire i ferri anche in presenza di pilastro sottostante	Si
Max differenza larghezza travi continue <cm>	5.00
Progetta a taglio con traliccio ad inclinazione variabile	Si
-Classe A	
-In zona critica limita ctg θ a	1.00
-In zona non critica limita ctg θ a	2.50
-Classe B	
-In zona critica limita ctg θ a	2.50
-In zona non critica limita ctg θ a	2.50
Verifiche a taglio per elementi esistenti come per elementi nuovi	Si
Lunghezze e arrotondamenti	
Max lunghezza barre <m>	12.00
Arrotondamento lunghezza ferri <cm>	50.00
Lunghezza ferri nei muri d'estremità <m>	1.20
Min. interferro ammissibile <cm>	2.00
Elenco diametri minimizzazione interferri <mm>	14 16 18 20 24
Riduzione ancoraggi	
-Nella zona compressa per flessione	No
-Nei punti inferiori della travata	Si
Considerare nel calcolo degli ancoraggi i risvolti specificati nei criteri generali di disegno	No
Risvoltare i ferri per garantire l'ancoraggio agli estremi della trave	No
Reggistaffe	
Interruzione reggistaffe in campata	No
Modalità di sovrapposizione reggistaffe	Per garantire la copertura del momento negativo
Modalità di unificazione reggistaffe	Solo se la geometria della travata e la lunghezza totale delle barre lo consentono
Minimi di regolamento	
Min. percentuale di regolamento	
-Per le travi di fondazione	No
-Per le travi di elevazione	Si
Min. di armatura a taglio	
-Per le travi di fondazione	No
-Per le travi di elevazione	No
Tipo di armatura per taglio (T.A.)	Mista
Controllo passo e 12Fi	Si
Min. di regolamento a torsione nell'ala	No
Min. di regolamento nell'ala	No
Stampe	
Verifiche a flessione in relazione	Minimizzate
Verifiche a taglio in relazione	Max scorrimento per taglio e torsione

Relazione di calcolo

Parametri di disegno	
Scala disegno travi	50.00
Scala disegno sezioni	25.00
Campitura sezioni	Fitta
Disegno sezione travi in falso	Si
Disegna sezioni	Si
Campitura travi in falso	Fitta
Campitura muri	Rada
Tipo di quotatura luci nette trave	Con riferimento ai pilastri superiori
Lunghezza monconi di pilastro	Minimizzata
Linee di riferimento quote	Si
Quotatura zone di staffatura	No
Quotatura zone di staffatura	No
Indicazione numero bracci staffe	Solo se il numero è maggiore di due
Disegno ferri longitudinali	
Disegno ferri dentro la trave	Si
Disegno esplosivo ferri di parete	No
Distanza fra ferri esplosi <cm>	0.10
Disegno reggistaffe aggiuntivi per travi a T e L	Reggistaffe aggiuntivi tipo 3
Disegno staffe	
Posizione staffe esterne	In automatico
Disegno staffe dentro la sezione	Si

Specifici	1	2	3
Materiali			
-Considera come elemento esistente	No	No	No
-Calcestruzzo			
-Livello di conoscenza	LC2	LC2	LC2
-Fattore di confidenza	1.20	1.20	1.20
-Tipo di calcestruzzo	C28/35	C28/35	C25/30
-Rck calcestruzzo	350.00	350.00	300.00
-Modulo elastico <daN/cm ² >	325881.00	325881.00	314472.00
-Resistenza caratteristica cilindrica (Fck)	290.50	290.50	249.00
-Resistenza caratteristica a trazione (Fctk)	19.84	19.84	17.91
-Resistenza media (Fcm) <daN/cm ² >	370.50	370.50	329.00
-Resistenza media a trazione (Fctm) <daN/cm ² >	28.35	28.35	25.58
-σ amm. calcestruzzo <daN/cm ² >	110.00	110.00	97.50
-tc0 <daN/cm ² >	6.70	6.70	6.00
-tc1 <daN/cm ² >	19.70	19.70	18.30
-Riduci Fcd per tutte le verifiche secondo il D.M. 18	Si	Si	Si
-γc per stati limite ultimi			
-Automatico	x	x	x
-Pari a			
-Acciaio			
-Livello di conoscenza	LC2	LC2	LC2
-Fattore di confidenza	1.20	1.20	1.20
-Tipo di acciaio	B450C	B450C	B450C
-Modulo elastico <daN/cm ² >	2060000.00	2060000.00	2060000.00
-Tensione caratteristica di snervamento (Fyk) <daN/cm ² >	4500.00	4500.00	4500.00
-Tensione media di snervamento (Fym) <daN/cm ² >	4500.00	4500.00	4500.00
-Sigma amm. acciaio <daN/cm ² >	2600.00	2600.00	2600.00
-Sigma amm. reti e tralicci <daN/cm ² >	2600.00	2600.00	2600.00
-Allungamento per verifiche di duttilità (Agt) <%>	4.00	4.00	4.00
-γs per stati limite ultimi			
-Automatico	x	x	x
-Pari a			
-Coeff. di omogeneizzazione	15.00	15.00	15.00
Parametri per analisi pushover			
Numero fibre	200.00	200.00	200.00
Fattore di confinamento nucleo interno	1.00	1.00	1.00
Fattore di incrudimento acciaio <%>	0.10	0.10	0.10
Parametri per verifiche di duttilità			
Considera rotazione massima di esercizio per determinare SLO e SLD	No	No	No
Modalità di calcolo luce di taglio Lv			
-Lv=L/2	x	x	x
-Lv=M/V			
-Lv=Punto di nullo del momento flettente			
Capacità di rotazione alla corda al collasso			
-Formula C8A.6.1 con fattore di riduzione pari a			
-Formula C8A.6.5	x	x	x
Sforzo normale di verifica per analisi pushover			
-Gravitazionale			

Relazione di calcolo

-Dal calcolo	x	x	x
Parametri di calcolo			
Progetto a pressoflessione	Si	Si	Si
-Per tutte le travi			
-Solo per travi inclinate	x	x	x
-Min. angolo per pressoflessione <grad>	10.00	10.00	10.00
-Compressione massima senza progetto a pressoflessione <%>	10.00	10.00	10.00
Progetto a torsione	No	No	No
-Trazione senza progetto a torsione<%>			
Armatura secondo Circ. 65 del 10/04/97	No	No	No
Parametri di progetto secondo il D.M. 18			
Elemento dissipativo	Si	Si	No
Trascura gerarchia	No	No	No
Limita verifica a taglio ad elemento non dissipativo	Si	Si	Si
Elemento secondario	No	No	No
Sollecitazioni dissipative amplificate per elementi di fondazione	Si	Si	No
Escludi dal calcolo sovraresistenza per pilastri incidenti	No	No	No
Sollecitazioni complanari ad eventuali elementi bidimensionali	No	No	No
Copriferro teorico superiore <cm>	4.10	4.10	5.50
Copriferro teorico inferiore <cm>	4.10	4.10	5.50
Min. momento fittizio agli appoggi	No	No	No
-Denominatore			
Min. momento fittizio in campata	No	No	No
-Denominatore			
Incremento percentuale momento in campata <%>	10.00	10.00	10.00
Usa taglio max per traslazione momento (S.L.)	Si	Si	Si
Limitare momento traslato al valore max di appoggio (S.L.)	No	No	No
Limitare momento traslato al valore max di campata (S.L.)	No	No	No
Taglio da momento resistente in fondazione (S.L.)	No	No	No
Tipo di progetto in doppia armatura (T.A.)			
-Tensioni pari ai valori amm.			
-Tensioni pari ai valori amm. con AfComp/AfTesa minore o pari a	1.00	1.00	1.00
-Con AfComp/AfTesa pari a			
Parametri di progettazione armatura			
Max differenza fra diametri per unificazioni	2.00	2.00	2.00
Max distanza fra barre per unificazioni <m>	1.00	1.00	1.00
Denominatore per individuazione zona di campata	32.00	32.00	32.00
Fattore di copertura appoggi (0÷1)	0.00	0.00	0.00
Fattore di riduzione per ancoraggio ferri	1.00	1.00	1.00
Minimizzazione momenti resistenti di appoggio (stati limite D.M. 18)	Si	Si	Si
-Tolleranza di copertura da sovrapposizione <%>	10.00	0.00	0.00
Tipo di distribuzione armatura eccedente in fase di verifica			
-Ripartita proporzionalmente per flessione, torsione e taglio	x	x	x
-Tutta agente per flessione			
-Tutta agente per taglio			
Armatura a flessione			
Elenco diametri ferri longitudinali 1 <mm>	14	14	16
Elenco diametri ferri longitudinali 2 <mm>	16	16	20
Elenco diametri ferri longitudinali 3 <mm>	18	18	
Elenco diametri ferri longitudinali 4 <mm>	20	20	
Elenco diametri ferri longitudinali 5 <mm>	24	24	
Elenco diametri ferri longitudinali 6 <mm>			
Elenco diametri ferri longitudinali 7 <mm>			
Max differenza fra diametri nella trave	8.00	8.00	8.00
Max differenza fra diametri ferri accoppiati	4.00	4.00	4.00
Reggistaffe superiori			
-Numero			
-Automatico		x	x
-Pari a	2.00		
-Max mutua distanza <cm>			
-Diametro			
-Automatico	x	x	x
-Pari a <mm>			
-Minimo <mm>			
Reggistaffe inferiori			
-Numero			
-Automatico		x	x
-Pari a	2.00		
-Max mutua distanza <cm>			
-Diametro			
-Automatico	x	x	x
-Pari a <mm>			
-Minimo <mm>			
Armatura a taglio			
Scorrimento (T.A.)			

Relazione di calcolo

-Percentuale assorbita dalle staffe <%>	100.00	100.00	100.00
-Percentuale assorbita dai ferri piegati <%>	0.00	0.00	0.00
-Percentuale assorbita dai ferri di parete <%>	0	0	0
-Considerare il valore relativo alle staffe come minimo percentuale da adottare	No	No	No
Variabilità staffe			
-Staffe uguali a passo costante			
-Staffe diverse in tre parti della trave in funzione delle zone critiche	x	x	x
-Staffe diverse in tre parti della trave in funzione di un multiplo dell'altezza pari a			
Variabilità staffe ala			
-Passi uguali a passi anima	x	x	x
-Passi multipli di passi anima			
-Passi indipendenti da passi anima			
Min. lunghezza tratto centrale come multiplo dell'altezza della trave	1.10	1.10	1.10
Elenco diametri staffe 1 <mm>	6	6	8
Elenco diametri staffe 2 <mm>	8	8	
Elenco diametri staffe 3 <mm>			
Elenco diametri staffe 4 <mm>			
Elenco diametri staffe 5 <mm>			
Elenco diametri staffe 6 <mm>			
Elenco diametri staffe 7 <mm>			
Elenco numero bracci staffe 1	2	2	2
Elenco numero bracci staffe 2	4	4	
Elenco numero bracci staffe 3			
Elenco numero bracci staffe 4			
Elenco numero bracci staffe 5			
Passi staffe			
-Minimo <cm>	4.00	4.00	5.00
-Massimo <cm>	32.00	32.00	25.00
-Incremento <cm>	4.00	4.00	5.00
Elementi costanti			
-Diametro	Si	Si	Si
-Passo	No	No	No
-Bracci	Si	Si	Si
Tipo di minimizzazione staffatura			
-Minimizza il numero delle staffe	x	x	x
-Minimizza il peso delle staffe			
Raffittimento staffe all'estremità della trave	No	No	No
-Passo non superiore a			
Lunghezza max del tratto di calcolo scorrimento			
-Pari al tratto in cui $\tau > \tau_{c0}$	x	x	x
-Pari a <cm>			
-Come multiplo dell'altezza pari a			
Armatura a taglio e torsione			
Elenco diametri ferri piegati 1 <mm>	12	12	12
Elenco diametri ferri piegati 2 <mm>	14	14	14
Elenco diametri ferri piegati 3 <mm>	16	16	16
Elenco diametri ferri piegati 4 <mm>	18	18	18
Elenco diametri ferri piegati 5 <mm>	20	20	20
Elenco diametri ferri piegati 6 <mm>			
Elenco diametri ferri piegati 7 <mm>			
Angolo di piegatura <grad>	45.00	45.00	45.00
Posizione primo punto di piegatura			
-Pari al multiplo dell'altezza			
-Distanza <cm>	5.00	5.00	5.00
Interasse punti di piegatura			
-Pari al multiplo dell'altezza			
-Distanza <cm>	25.00	25.00	25.00
Tipo di ferri piegati			
-Solo sagomati			
-Solo cavallotti			
-Sia sagomati che cavallotti	x	x	x
Ferri di parete	Si	Si	Si
-Max distanza fra le barre <cm>	30.00	30.00	30.00
Elenco diametri ferri di parete 1 <mm>	12	12	12
Elenco diametri ferri di parete 2 <mm>	14	14	14
Elenco diametri ferri di parete 3 <mm>	16	16	16
Elenco diametri ferri di parete 4 <mm>	18	18	18
Elenco diametri ferri di parete 5 <mm>	20	20	20
Elenco diametri ferri di parete 6 <mm>			
Elenco diametri ferri di parete 7 <mm>			
Elenco diametri staffe orizzontali 1 <mm>	6	6	6
Elenco diametri staffe orizzontali 2 <mm>	8	8	8
Elenco diametri staffe orizzontali 3 <mm>			
Elenco diametri staffe orizzontali 4 <mm>			
Elenco diametri staffe orizzontali 5 <mm>			
Elenco diametri staffe orizzontali 6 <mm>			
Elenco diametri staffe orizzontali 7 <mm>			

Relazione di calcolo

Parametri di disegno			
Risvolto ferri superiori	Si	Si	Si
-Pari a <cm>	25.00	25.00	25.00
-Pari all'altezza della trave			
-Pari alla minima altezza delle travi incidenti			
Risvolto ferri inferiori	Si	Si	Si
-Pari a <cm>	25.00	25.00	25.00
-Pari all'altezza della trave			
-Pari alla minima altezza delle travi incidenti			
Risvolto ferri laterali	Si	Si	Si
-Pari a <cm>	25.00	25.00	25.00
-Pari alla larghezza della trave			
Magrone	Si	Si	Si
-Allargamento laterale <cm>	0.00	0.00	0.00
-Altezza <cm>	20.00	20.00	20.00
Dati per progettazione interattiva sezioni			
Copriferro reale al bordo staffa <cm>	2.50	2.50	2.50
Diametro staffa teorica <mm>	8.00	8.00	8.00
Distanza fra ferri su più strati <cm>	1.00	1.00	1.00
Integrare lo scorrimento lungo il tratto	Si	Si	Si
-Lunghezza del tratto <m>	1.00	1.00	1.00
Dati per progettazione agli stati limite			
Gruppo di esigenza			
-Ambiente poco aggressivo	x	x	x
-Ambiente moderatamente aggressivo			
-Ambiente molto aggressivo			
Usa dominio N-M per flessioni rette	Si	Si	Si
-Ricerca della sicurezza con sforzo normale costante			
-Ricerca della sicurezza con eccentricità costante	x	x	x
Controllo rapporto X/D	Si	Si	Si
Barre da considerare tese per verifiche a taglio			
-Solo le barre con deformazione percentuale rispetto alla barra più tesa non inferiore al <%>	30.00	30.00	30.00
-Tutte le barre in trazione			
Dati per verifiche di resistenza al fuoco			
-Tempo di verifica (REI) <minuti>	120.00	120.00	120.00
Dimensione MESH <cm>	2.00	2.00	2.00
-Passo di calcolo <secondi>	10.00	10.00	10.00
-Temperatura ambiente <C°>	20.00	20.00	20.00
-Coeff. di convezione a temperatura ambiente <W/mq K>	9.00	9.00	9.00
Calcestruzzo			
-Tipo di aggregati	SILICEI	SILICEI	SILICEI
Massa volumica a secco <daN/mc>	2300.00	2300.00	2300.00
-Umidità iniziale <%>	3.00	3.00	3.00
-Fattore di interpolazione conducibilità	0.50	0.50	0.50
Dati per verifiche FRP			
Rinforzo longitudinale			
Tipo di fibra/resina			
-Vetro/Epossidica			
-Arammidica/Epossidica			
-Carbonio/Epossidica	x	x	x
Resistenza caratteristica (f_{fk}) <daN/cm ² >	49000.00	49000.00	49000.00
Modulo elastico (E_c) <daN/cm ² >	2500000.00	2500000.00	2500000.00
Deformazione caratteristica a rottura per trazione (ϵ_{fk}) <%>	2.00	2.00	2.00
Spessore equivalente (t_f) <mm>	0.17	0.17	0.17
Sistemi di rinforzo			
-Preformati			
-Impregnati in situ	x	x	x
Rinforzo trasversale			
Tipo di fibra/resina			
-Vetro/Epossidica			
-Arammidica/Epossidica			
-Carbonio/Epossidica	x	x	x
Resistenza caratteristica (f_{fk}) <daN/cm ² >	49000.00	49000.00	49000.00
Modulo elastico (E_c) <daN/cm ² >	2500000.00	2500000.00	2500000.00
Deformazione caratteristica a rottura per trazione (ϵ_{fk}) <%>	2.00	2.00	2.00
Spessore equivalente (t_f) <mm>	0.17	0.17	0.17
Sistemi di rinforzo			
-Preformati			
-Impregnati in situ	x	x	x
Modalità di carico			
-Lungo termine	x	x	x
-Ciclico			
Coeff. parziale SLU di distacco (γ_{fa})	1.50	1.50	1.50

Relazione di calcolo

Fattore di conversione ambientale (η_a)	0.95	0.95	0.95
Raggio di arrotondamento spigoli (r_c) <cm>	2.00	2.00	2.00
Coeff. condizione di carico (K_q)	1.25	1.25	1.25

Verifiche e armature travi

Simbologia

Caso	=Caso di verifica
Xg	=Coordinata progressiva (dal primo nodo) in cui viene effettuato il progetto/verifica
CC	=Combinazione delle condizioni di carico elementari c = momento fittizio in campata a = momento fittizio agli appoggi TG = taglio da gerarchia delle resistenze TGND = taglio non dissipativo limitante la gerarchia T = momento traslato per taglio e = eccentricità aggiuntiva in caso di compressione o pressoflessione
TCC	=Tipo di combinazione di carico SLU = Stato limite ultimo SLU S = Stato limite ultimo (azione sismica) SLE R = Stato limite d'esercizio, combinazione rara SLE F = Stato limite d'esercizio, combinazione frequente SLE Q = Stato limite d'esercizio, combinazione quasi permanente SLD = Stato limite di danno SLV = Stato limite di salvaguardia della vita SLC = Stato limite di prevenzione del collasso SLO = Stato limite di operatività SLU I = Stato limite di resistenza al fuoco SND = Stato limite di salvaguardia della vita (non dissipativo)
El	=Elemento (asta) in cui viene effettuato il progetto/verifica (progressivo sul numero di aste)
Sez.	=Numero della sezione
Crit.	=Numero del criterio di progetto
X	=Coordinata progressiva rispetto al nodo iniziale
AfE S	=Area di ferro effettiva totale presente nel punto di verifica, superiore
AfE I	=Area di ferro effettiva totale presente nel punto di verifica, inferiore
AfEP S	=Area di ferro effettiva parziale presente nella CC considerata, per la sollecitazione indicata, superiore
AfEP I	=Area di ferro effettiva parziale presente nella CC considerata, per la sollecitazione indicata, inferiore
My	=Momento flettente intorno all'asse Y
M'yd	=Momento resistente massimo in campo sostanzialmente elastico intorno all'asse Y
MRdy	=Momento resistente allo stato limite ultimo intorno all'asse Y
Sic.	=Sicurezza a rottura
σ_r sup	=Tensione nel ferro - superiore
σ_r inf	=Tensione nel ferro - inferiore
σ_c	=Tensione nel calcestruzzo
X0	=Coordinata progressiva (dal nodo iniziale) dell'inizio del tratto
X1	=Coordinata progressiva (dal nodo iniziale) della fine del tratto
Lung.	=Lunghezza del tratto di progettazione
Staff.	=Staffatura adottata
AfE St.	=Area di ferro effettiva della staffatura (d'anima per travi a T o L)
bw	=Larghezza membratura resistente al taglio
Vsdu	=Taglio agente nella direzione del momento ultimo
ctg θ	=Cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di calcestruzzo
VRsd	=Taglio ultimo lato armatura
VRcd	=Taglio ultimo lato calcestruzzo
Vrdu	=Taglio ultimo assorbibile dal solo calcestruzzo
Sic.T	=Sicurezza a rottura per taglio
AfE St. ala	=Area di ferro effettiva della staffatura d'ala
AfT St. ala	=Area di ferro teorica della staffatura d'ala
c	=Ricoprimento dell'armatura
s	=Distanza minima tra le barre
K3	=Coefficiente di forma del diagramma delle tensioni prima della fessurazione
S _{fm}	=Distanza media tra le fessure
Φ	=Diametro della barra
A _s	=Area complessiva dei ferri nell'area di calcestruzzo efficace
A _{c eff}	=Area di calcestruzzo efficace
σ_s	=Tensione nell'acciaio nella sezione fessurata
σ_{sr}	=Tensione nell'acciaio corrispondente al raggiungimento della resistenza a trazione nel calcestruzzo
ϵ_{sm}	=Deformazione unitaria media dell'armatura (*1000)
Wk	=Apertura delle fessure
Tipo	=Tipologia 2C = Doppia C lato labbri 2Cdx = Doppia C lato costola 2I = Doppia I 2L = Doppia L lato labbri 2Ldx = Doppia L lato costole C = Sezione a C Cdx = C destra Cir. = Circolare Cir.c = Circolare cava I = Sezione a I L = Sezione a L Ldx = L destra Om. = Omega Pg = Pi greco Pr = Poligono regolare Prc = Poligono regolare cavo Pc = Per coordinate Ia = Inerzie assegnate R = Rettangolare Rc = Rettangolare cava T = Sezione a T U = Sezione a U Ur = U rovescia V = Sezione a V Vr = V rovescia Z = Sezione a Z Zdx = Z destra Ts = T stondata Ls = L stondata Cs = C stondata Is = I stondata Dis. = Disegnata
B	=Base
b	=Base inferiore
H	=Altezza

Relazione di calcolo

h = Altezza parte inf.
 Cf sup = Copriferro superiore
 Cf inf = Copriferro inferiore
 cls = Tipo di calcestruzzo
 Fck = Resistenza caratteristica cilindrica a compressione del calcestruzzo
 Fctk = Resistenza caratteristica a trazione del calcestruzzo
 Fcd = Resistenza di calcolo a compressione del calcestruzzo
 Fctd = Resistenza di calcolo a trazione del calcestruzzo
 Tp = Tipo di acciaio
 Fyk = Tensione caratteristica di snervamento dell'acciaio
 Fyd = Resistenza di calcolo dell'acciaio

Travata n. 502

Nodi: 13 14 -21 15 16

Caratteristiche delle sezioni e dei materiali utilizzati

Sez.	Tipo	B <cm>	b <cm>	H <cm>	h <cm>	Cf sup <cm>	Cf inf <cm>	cls	Fck <daN/cmq>	Fctk <daN/cmq>	Fcd <daN/cmq>	Fctd <daN/cmq>	Tp	Fyk <daN/cmq>	Fyd <daN/cmq>
5T		70.00	150.00	80.00	30.00	5.50	5.50	C25/30	249.00	17.91	141.10	11.94	B450C	4500.00	3913.04

Stato limite ultimo - Verifiche a flessione/pressoflessione

Xg <m>	CC	TCC	El	X <cm>	Afe S <cmq>	Afe I <cmq>	AfEP S <cmq>	AfEP I <cmq>	My <daNm>	MRdy <daNm>	Sic.
0.15	21	SLU	1	15.00	20.61	20.61	20.61	20.61	-7901.46	-82808.40	10.480
1.68	21	SLU	1	167.56	20.61	20.61	20.61	20.61	-8731.27	-82808.40	9.484
4.15	21	SLU	1	415.00	20.61	20.61	20.61	20.61	-6687.18	-82808.40	12.383
4.75	21	SLU	2	30.00	20.61	20.61	20.61	20.61	-4296.81	-82808.40	19.272
6.20	21	SLU	3	0.00	20.61	20.61	20.61	20.61	-5053.21	-82808.40	16.387
8.55	21	SLU	3	235.00	20.61	20.61	20.61	20.61	-3841.06	-82808.40	21.559
9.15	21	SLU	4	30.00	20.61	20.61	20.61	20.61	-5825.44	-82808.40	14.215
9.76	21	SLU	4	90.77	20.61	20.61	20.61	20.61	-7248.64	-82808.40	11.424
13.10	17	SLU	4	425.00	20.61	20.61	20.61	20.61	-6572.80	-82808.40	12.599

Stato limite elastico - Verifiche a flessione/pressoflessione

Xg <m>	CC	TCC	El	X <cm>	Afe S <cmq>	Afe I <cmq>	AfEP S <cmq>	AfEP I <cmq>	My <daNm>	M' ydy <daNm>	Sic.
0.15	5	SND	1	15.00	20.61	20.61	20.61	20.61	-9331.12	-79449.90	8.514
1.68	13	SND	1	167.56	20.61	20.61	20.61	20.61	-13482.70	-79449.90	5.893
4.15	13	SND	1	415.00	20.61	20.61	20.61	20.61	-13389.70	-79449.90	5.934
4.75	5	SND	2	30.00	20.61	20.61	20.61	20.61	-12342.70	-79449.90	6.437
6.20	13	SND	3	0.00	20.61	20.61	20.61	20.61	-12763.20	-79449.90	6.225
8.55	13	SND	3	235.00	20.61	20.61	20.61	20.61	-12350.30	-79449.90	6.433
9.15	5	SND	4	30.00	20.61	20.61	20.61	20.61	-12606.40	-79449.90	6.302
9.76	5	SND	4	90.77	20.61	20.61	20.61	20.61	-12775.70	-79449.90	6.219
13.10	13	SND	4	425.00	20.61	20.61	20.61	20.61	-9026.50	-79449.90	8.802

Stato limite d'esercizio - Verifiche tensionali

Xg <m>	CC	TCC	El	X <cm>	Afe S <cmq>	Afe I <cmq>	My <daNm>	σ _f sup <daN/cmq>	σ _f inf <daN/cmq>	σ _c <daN/cmq>
0.15	23	SLE R	1	15.00	20.61	20.61	-5710.79	280.77	-38.97	3.78
0.15	20	SLE Q	1	15.00	20.61	20.61	-4836.68	237.79	-33.01	3.20
1.68	23	SLE R	1	167.56	20.61	20.61	-6331.33	311.28	-43.21	4.19
1.68	20	SLE Q	1	167.56	20.61	20.61	-5515.46	271.17	-37.64	3.65
4.15	23	SLE R	1	415.00	20.61	20.61	-4879.49	239.90	-33.30	3.23
4.15	20	SLE Q	1	415.00	20.61	20.61	-4389.14	215.79	-29.95	2.91
4.75	30	SLE R	2	30.00	20.61	20.61	2180.06	-24.30	108.86	2.11
4.75	23	SLE R	2	30.00	20.61	20.61	-3174.42	156.07	-21.66	2.10
4.75	20	SLE Q	2	30.00	20.61	20.61	-2919.25	143.53	-19.92	1.93
6.20	23	SLE R	3	0.00	20.61	20.61	-3735.46	183.65	-25.49	2.47
6.20	20	SLE Q	3	0.00	20.61	20.61	-3510.12	172.57	-23.95	2.32
8.55	30	SLE R	3	235.00	20.61	20.61	2333.39	-26.01	116.52	2.26
8.55	23	SLE R	3	235.00	20.61	20.61	-2871.23	141.16	-19.59	1.90
8.55	20	SLE Q	3	235.00	20.61	20.61	-2826.83	138.98	-19.29	1.87
9.15	23	SLE R	4	30.00	20.61	20.61	-4299.56	211.39	-29.34	2.85
9.15	20	SLE Q	4	30.00	20.61	20.61	-4001.47	196.73	-27.31	2.65
9.76	23	SLE R	4	90.77	20.61	20.61	-5326.81	261.89	-36.35	3.53
9.76	20	SLE Q	4	90.77	20.61	20.61	-4962.63	243.99	-33.87	3.29
13.10	18	SLE R	4	425.00	20.61	20.61	-4818.60	236.91	-32.88	3.19
13.10	20	SLE Q	4	425.00	20.61	20.61	-4519.69	222.21	-30.84	2.99

Stato limite d'esercizio - Verifiche a fessurazione

Caso	Xg <m>	CC	TCC	El	Sez.	Crit.	X <cm>	My <daNm>	c <mm>	s <mm>	K3	s _{cm} <mm>	Φ	A _e <cmq>	A _c eff <cmq>	σ _s <daN/cmq>	σ _{sr} <daN/cmq>	ε _{sm}	Wk <mm>
35	0.15	20	SLE Q	1	5	3	15.00	-4836.68	45.00	84.29	0.21	210.21	20.00	20.61	1255.99	237.79	2935.39	0.05	0.02
39	0.15	25	SLE F	1	5	3	15.00	-4983.00	45.00	84.29	0.21	210.21	20.00	20.61	1255.99	244.99	2935.39	0.05	0.02
76	1.68	20	SLE Q	1	5	3	167.56	-5515.46	45.00	84.29	0.21	210.21	20.00	20.61	1255.99	271.17	2935.39	0.05	0.02
80	1.68	25	SLE F	1	5	3	167.56	-5648.51	45.00	84.29	0.21	210.21	20.00	20.61	1255.99	277.71	2935.39	0.05	0.02
125	4.15	20	SLE Q	1	5	3	415.00	-4389.14	45.00	84.29	0.21	210.21	20.00	20.61	1255.99	215.79	2935.39	0.04	0.01
133	4.15	25	SLE F	1	5	3	415.00	-4473.51	45.00	84.29	0.21	210.21	20.00	20.61	1255.99	219.94	2935.39	0.04	0.02
178	4.75	20	SLE Q	2	5	3	30.00	-2919.25	45.00	84.29	0.21	210.21	20.00	20.61	1255.99	143.53	2935.39	0.03	0.01
186	4.75	25	SLE F	2	5	3	30.00	-2971.29	45.00	84.29	0.21	210.21	20.00	20.61	1255.99	146.08	2935.39	0.03	0.01
220	6.20	20	SLE Q	3	5	3	0.00	-3510.12	45.00	84.29	0.21	210.21	20.00	20.61	1255.99	172.57	2935.39	0.03	0.01
224	6.20	25	SLE F	3	5	3	0.00	-3550.06	45.00	84.29	0.21	210.21	20.00	20.61	1255.99	174.54	2935.39	0.03	0.01

Relazione di calcolo

267	8.55	20	SLE Q	3	5	3	235.00	-2826.83	45.00	84.29	0.21	210.21	20.00	20.61	1255.99	138.98	2935.39	0.03	0.01
275	8.55	25	SLE F	3	5	3	235.00	-2836.59	45.00	84.29	0.21	210.21	20.00	20.61	1255.99	139.46	2935.39	0.03	0.01
322	9.15	20	SLE Q	4	5	3	30.00	-4001.47	45.00	84.29	0.21	210.21	20.00	20.61	1255.99	196.73	2935.39	0.04	0.01
330	9.15	25	SLE F	4	5	3	30.00	-4047.71	45.00	84.29	0.21	210.21	20.00	20.61	1255.99	199.01	2935.39	0.04	0.01
378	9.76	20	SLE Q	4	5	3	90.77	-4962.63	45.00	84.29	0.21	210.21	20.00	20.61	1255.99	243.99	2935.39	0.05	0.02
386	9.76	25	SLE F	4	5	3	90.77	-5010.39	45.00	84.29	0.21	210.21	20.00	20.61	1255.99	246.34	2935.39	0.05	0.02
428	13.10	20	SLE Q	4	5	3	425.00	-4519.69	45.00	84.29	0.21	210.21	20.00	20.61	1255.99	222.21	2935.39	0.04	0.02
431	13.10	19	SLE F	4	5	3	425.00	-4551.71	45.00	84.29	0.21	210.21	20.00	20.61	1255.99	223.78	2935.39	0.04	0.02

Staffe - Verifiche armatura

CC	X0 <m>	X1 <m>	Lung. <m>	Staff.	AfE St. <cmq/m>	bw <m>	Vsdu <daN>	ctgθ	VRsd <daN>	VRcd <daN>	Vrdu <daN>	Sic.T
13 SND	0.15	1.25	1.10	ø8/10 2 br.	10.05	0.70	13129.60	2.50	92494.00	160161.00	92494.00	7.04
13 SND	1.25	3.05	1.80	ø8/10 2 br.	10.05	0.70	7522.04	2.50	92494.00	160161.00	92494.00	12.30
1 SND	3.05	4.15	1.10	ø8/10 2 br.	10.05	0.70	8546.69	2.50	92494.00	160161.00	92494.00	10.82
13 SND	4.75	5.85	1.10	ø8/10 2 br.	10.05	0.70	8876.96	2.50	92494.00	160161.00	92494.00	10.42
1 SND	5.85	7.45	1.60	ø8/10 2 br.	10.05	0.70	5747.26	2.50	92494.00	160161.00	92494.00	16.09
5 SND	7.45	8.55	1.10	ø8/10 2 br.	10.05	0.70	8909.99	2.50	92494.00	160161.00	92494.00	10.38
9 SND	9.15	10.25	1.10	ø8/10 2 br.	10.05	0.70	8419.54	2.50	92494.00	160161.00	92494.00	10.99
5 SND	10.25	12.00	1.75	ø8/10 2 br.	10.05	0.70	7125.21	2.50	92494.00	160161.00	92494.00	12.98
5 SND	12.00	13.10	1.10	ø8/10 2 br.	10.05	0.70	12542.70	2.50	92494.00	160161.00	92494.00	7.37

Staffatura ala, ferri di suola e ferri di fianco - Verifiche armatura

CC	X0 <m>	X1 <m>	Lung. <m>	Staff.	AfE St. ala <cmq/m>	AfT St. ala <cmq/m>
21 SLU	0.15	1.25	1.10	ø8/10 2 br.	10.05	0.94
21 SLU	1.25	3.05	1.80	ø8/10 2 br.	10.05	0.94
21 SLU	3.05	4.15	1.10	ø8/10 2 br.	10.05	0.94
21 SLU	4.75	5.85	1.10	ø8/10 2 br.	10.05	0.88
21 SLU	5.85	7.45	1.60	ø8/10 2 br.	10.05	0.88
21 SLU	7.45	8.55	1.10	ø8/10 2 br.	10.05	0.87
17 SLU	9.15	10.25	1.10	ø8/10 2 br.	10.05	0.90
17 SLU	10.25	12.00	1.75	ø8/10 2 br.	10.05	0.90
17 SLU	12.00	13.10	1.10	ø8/10 2 br.	10.05	0.90

Travata n. 503

Nodi: 1 13

Caratteristiche delle sezioni e dei materiali utilizzati

Sez.	Tipo	B <cm>	b <cm>	H <cm>	h <cm>	Cf sup <cm>	Cf inf <cm>	Cls	Fck <daN/cm²>	Fctk <daN/cm²>	Fcd <daN/cm²>	Fctd <daN/cm²>	Tp	Fyk <daN/cm²>	Fyd <daN/cm²>
5T		70.00	150.00	80.00	30.00	5.50	5.50	C25/30	249.00	17.91	141.10	11.94	B450C	4500.00	3913.04

Stato limite ultimo - Verifiche a flessione/pressoflessione

Xg <m>	CC	TCC	El	X <cm>	AfE S <cmq>	AfE I <cmq>	AfEP S <cmq>	AfEP I <cmq>	My <daNm>	MRdy <daNm>	Sic.
0.45	28	SLU	1	45.00	20.61	20.61	20.61	20.61	-10578.00	-82808.40	7.828
3.65	21	SLU	1	365.00	20.61	20.61	20.61	20.61	-9582.56	-82808.40	8.642

Stato limite elastico - Verifiche a flessione/pressoflessione

Xg <m>	CC	TCC	El	X <cm>	AfE S <cmq>	AfE I <cmq>	AfEP S <cmq>	AfEP I <cmq>	My <daNm>	M'ydy <daNm>	Sic.
0.45	5	SND	1	45.00	20.61	20.61	20.61	20.61	-11561.90	-79449.90	6.872
3.65	13	SND	1	365.00	20.61	20.61	20.61	20.61	-11561.60	-79449.90	6.872

Stato limite d'esercizio - Verifiche tensionali

Xg <m>	CC	TCC	El	X <cm>	AfE S <cmq>	AfE I <cmq>	My <daNm>	σ _f sup <daN/cm²>	σ _f inf <daN/cm²>	σ _c <daN/cm²>
0.45	30	SLE R	1	45.00	20.61	20.61	-7578.48	372.60	-51.72	5.02
0.45	20	SLE Q	1	45.00	20.61	20.61	-6012.12	295.59	-41.03	3.98
3.65	23	SLE R	1	365.00	20.61	20.61	-6914.88	339.97	-47.19	4.58
3.65	20	SLE Q	1	365.00	20.61	20.61	-6012.12	295.59	-41.03	3.98

Stato limite d'esercizio - Verifiche a fessurazione

Caso	Xg <m>	CC	TCC	El	Sez.	Crit.	X <cm>	My <daNm>	c <mm>	s <mm>	K3	S _{rm} <mm>	Φ	A _s <cmq>	A _c eff <cmq>	σ _s <daN/cm²>	σ _{sr} <daN/cm²>	ε _{sm}	Wk <mm>
32	0.45	20	SLE Q	1	5	3	45.00	-6012.12	45.00	84.29	0.21	210.21	20.00	20.61	1255.99	295.59	2935.39	0.06	0.02
38	0.45	32	SLE F	1	5	3	45.00	-6267.87	45.00	84.29	0.21	210.21	20.00	20.61	1255.99	308.16	2935.39	0.06	0.02
71	3.65	20	SLE Q	1	5	3	365.00	-6012.12	45.00	84.29	0.21	210.21	20.00	20.61	1255.99	295.59	2935.39	0.06	0.02
75	3.65	25	SLE F	1	5	3	365.00	-6135.15	45.00	84.29	0.21	210.21	20.00	20.61	1255.99	301.63	2935.39	0.06	0.02

Staffe - Verifiche armatura

CC	X0 <m>	X1 <m>	Lung. <m>	Staff.	AfE St. <cmq/m>	bw <m>	Vsdu <daN>	ctgθ	VRsd <daN>	VRcd <daN>	Vrdu <daN>	Sic.T
13 SND	0.45	3.65	3.20	ø8/10 2 br.	10.05	0.70	8246.15	2.50	92494.00	160161.00	92494.00	11.22

Staffatura ala, ferri di suola e ferri di fianco - Verifiche armatura

CC	X0 <m>	X1 <m>	Lung. <m>	Staff.	AfE St. ala <cmq/m>	AfT St. ala <cmq/m>
----	-----------	-----------	--------------	--------	------------------------	------------------------

Relazione di calcolo

	<m>	<m>	<m>		<cmq/m>	<cmq/m>
28 SLU	0.45	3.65	3.20	ø8/10 2 br.	10.05	1.03

Travata n. 504

Nodi: 2 14

Caratteristiche delle sezioni e dei materiali utilizzati

Sez.	Tipo	B	b	H	h	Cf sup	Cf inf	Cls	Fck	Fctk	Fcd	Fctd	TP	Fyk	Fyd
		<cm>	<cm>	<cm>	<cm>	<cm>	<cm>		<daN/cmq>	<daN/cmq>	<daN/cmq>	<daN/cmq>		<daN/cmq>	<daN/cmq>
5T		70.00	150.00	80.00	30.00	5.50	5.50	C25/30	249.00	17.91	141.10	11.94	B450C	4500.00	3913.04

Stato limite ultimo - Verifiche a flessione/pressoflessione

Xg	CC	TCC	El	X	AfE S	AfE I	AfEP S	AfEP I	My	MRdy	Sic.
<m>				<cm>	<cmq>	<cmq>	<cmq>	<cmq>	<daNm>	<daNm>	
0.15	28	SLU	1	15.00	20.61	20.61	20.61	20.61	-10220.50	-82808.40	8.102
0.47	28	SLU	1	46.67	20.61	20.61	20.61	20.61	-10335.80	-82808.40	8.012
3.95	21	SLU	1	395.00	20.61	20.61	20.61	20.61	-8649.99	-82808.40	9.573

Stato limite elastico - Verifiche a flessione/pressoflessione

Xg	CC	TCC	El	X	AfE S	AfE I	AfEP S	AfEP I	My	M'ydy	Sic.
<m>				<cm>	<cmq>	<cmq>	<cmq>	<cmq>	<daNm>	<daNm>	
0.15	5	SND	1	15.00	20.61	20.61	20.61	20.61	-10241.20	-79449.90	7.758
0.47	5	SND	1	46.67	20.61	20.61	20.61	20.61	-10241.20	-79449.90	7.758
3.95	13	SND	1	395.00	20.61	20.61	20.61	20.61	-10241.30	-79449.90	7.758

Stato limite d'esercizio - Verifiche tensionali

Xg	CC	TCC	El	X	AfE S	AfE I	My	σ _f sup	σ _f inf	σ _c
<m>				<cm>	<cmq>	<cmq>	<daNm>	<daN/cmq>	<daN/cmq>	<daN/cmq>
0.15	30	SLE R	1	15.00	20.61	20.61	-7294.06	358.61	-49.78	4.83
0.15	20	SLE Q	1	15.00	20.61	20.61	-5484.52	269.65	-37.43	3.63
0.47	30	SLE R	1	46.67	20.61	20.61	-7404.03	364.02	-50.53	4.90
0.47	20	SLE Q	1	46.67	20.61	20.61	-5915.43	290.83	-40.37	3.92
3.95	23	SLE R	1	395.00	20.61	20.61	-6247.08	307.14	-42.63	4.14
3.95	20	SLE Q	1	395.00	20.61	20.61	-5484.51	269.65	-37.43	3.63

Stato limite d'esercizio - Verifiche a fessurazione

Caso	Xg	CC	TCC	El	Sez.	Crit.	X	My	c	s	K3	s _{rm}	Φ	A _s	A _c eff	σ _s	σ _{s,r}	ε _{sm}	W _k
	<m>						<cm>	<daNm>	<mm>	<mm>		<mm>		<cmq>	<cmq>	<daN/cmq>	<daN/cmq>		<mm>
35	0.15	20	SLE Q	1		5	15.00	-5484.52	45.00	84.29	0.21	210.21	20.00	20.61	1255.99	269.65	2935.39	0.05	0.02
41	0.15	32	SLE F	1		5	15.00	-5787.54	45.00	84.29	0.21	210.21	20.00	20.61	1255.99	284.55	2935.39	0.06	0.02
77	0.47	20	SLE Q	1		5	46.67	-5915.43	45.00	84.29	0.21	210.21	20.00	20.61	1255.99	290.83	2935.39	0.06	0.02
83	0.47	32	SLE F	1		5	46.67	-6150.19	45.00	84.29	0.21	210.21	20.00	20.61	1255.99	302.37	2935.39	0.06	0.02
121	3.95	20	SLE Q	1		5	395.00	-5484.51	45.00	84.29	0.21	210.21	20.00	20.61	1255.99	269.65	2935.39	0.05	0.02
125	3.95	25	SLE F	1		5	395.00	-5578.15	45.00	84.29	0.21	210.21	20.00	20.61	1255.99	274.25	2935.39	0.05	0.02

Staffe - Verifiche armatura

CC	X0	X1	Lung.	Staff.	AfE St.	bw	Vsdu	ctgθ	VRsd	VRcd	Vrdu	Sic.T
	<m>	<m>	<m>		<cmq/m>	<cm>	<daN>		<daN>	<daN>	<daN>	
13	SND	0.15	1.25	1.10	ø8/10 2 br.	10.05	0.70	7073.42	2.50	92494.00	160161.00	13.08
5	SND	1.25	2.85	1.60	ø8/10 2 br.	10.05	0.70	5967.22	2.50	92494.00	160161.00	15.50
28	SLU	2.85	3.95	1.10	ø8/10 2 br.	10.05	0.70	7900.49	2.50	92494.00	160161.00	11.71

Staffatura ala, ferri di suola e ferri di fianco - Verifiche armatura

CC	X0	X1	Lung.	Staff.	AfE St. ala	AfT St. ala	
	<m>	<m>	<m>		<cmq/m>	<cmq/m>	
28	SLU	0.15	1.25	1.10	ø8/10 2 br.	10.05	0.95
28	SLU	1.25	2.85	1.60	ø8/10 2 br.	10.05	0.95
28	SLU	2.85	3.95	1.10	ø8/10 2 br.	10.05	0.95

Travata n. 505

Nodi: 3 15

Caratteristiche delle sezioni e dei materiali utilizzati

Sez.	Tipo	B	b	H	h	Cf sup	Cf inf	Cls	Fck	Fctk	Fcd	Fctd	TP	Fyk	Fyd
		<cm>	<cm>	<cm>	<cm>	<cm>	<cm>		<daN/cmq>	<daN/cmq>	<daN/cmq>	<daN/cmq>		<daN/cmq>	<daN/cmq>
5T		70.00	150.00	80.00	30.00	5.50	5.50	C25/30	249.00	17.91	141.10	11.94	B450C	4500.00	3913.04

Stato limite ultimo - Verifiche a flessione/pressoflessione

Xg	CC	TCC	El	X	AfE S	AfE I	AfEP S	AfEP I	My	MRdy	Sic.
<m>				<cm>	<cmq>	<cmq>	<cmq>	<cmq>	<daNm>	<daNm>	
0.15	28	SLU	1	15.00	20.61	20.61	20.61	20.61	-10103.90	-82808.40	8.196
0.47	28	SLU	1	46.67	20.61	20.61	20.61	20.61	-10187.50	-82808.40	8.128
3.95	21	SLU	1	395.00	20.61	20.61	20.61	20.61	-8458.52	-82808.40	9.790

Stato limite elastico - Verifiche a flessione/pressoflessione

Xg	CC	TCC	El	X	AfE S	AfE I	AfEP S	AfEP I	My	M'ydy	Sic.
<m>				<cm>	<cmq>	<cmq>	<cmq>	<cmq>	<daNm>	<daNm>	
0.15	13	SND	1	15.00	20.61	20.61	20.61	20.61	-10099.60	-79449.90	7.867

Relazione di calcolo

0.47	13	SND	1	46.67	20.61	20.61	20.61	20.61	-10099.60	-79449.90	7.867
3.95	5	SND	1	395.00	20.61	20.61	20.61	20.61	-10099.70	-79449.90	7.867

Stato limite d'esercizio - Verifiche tensionali

Xg <m>	CC	TCC	El	X <cm>	AfE S <cmq>	AfE I <cmq>	My <daNm>	σ_f sup <daN/cmq>	σ_f inf <daN/cmq>	σ_c <daN/cmq>
0.15	30	SLE R	1	15.00	20.61	20.61	-7216.76	354.81	-49.25	4.78
0.15	20	SLE Q	1	15.00	20.61	20.61	-5417.82	266.37	-36.97	3.59
0.47	30	SLE R	1	46.67	20.61	20.61	-7302.34	359.02	-49.83	4.84
0.47	20	SLE Q	1	46.67	20.61	20.61	-5843.65	287.30	-39.88	3.87
3.95	23	SLE R	1	395.00	20.61	20.61	-6119.84	300.88	-41.76	4.05
3.95	20	SLE Q	1	395.00	20.61	20.61	-5417.82	266.37	-36.97	3.59

Stato limite d'esercizio - Verifiche a fessurazione

Caso	Xg <m>	CC	TCC	El	Sez.	Crit.	X <cm>	My <daNm>	c <mm>	s <mm>	K3	S _{rm} <mm>	Φ	A _s <cmq>	A _c eff <cmq>	σ_s <daN/cmq>	σ_{sr} <daN/cmq>	ε _{sm}	Wk <mm>
35	0.15	20	SLE Q	1	5	3	15.00	-5417.82	45.00	84.29	0.21	210.21	20.00	20.61	1255.99	266.37	2935.39	0.05	0.02
41	0.15	32	SLE F	1	5	3	15.00	-5718.87	45.00	84.29	0.21	210.21	20.00	20.61	1255.99	281.17	2935.39	0.05	0.02
77	0.47	20	SLE Q	1	5	3	46.67	-5843.65	45.00	84.29	0.21	210.21	20.00	20.61	1255.99	287.30	2935.39	0.06	0.02
83	0.47	32	SLE F	1	5	3	46.67	-6071.60	45.00	84.29	0.21	210.21	20.00	20.61	1255.99	298.51	2935.39	0.06	0.02
121	3.95	20	SLE Q	1	5	3	395.00	-5417.82	45.00	84.29	0.21	210.21	20.00	20.61	1255.99	266.37	2935.39	0.05	0.02
125	3.95	25	SLE F	1	5	3	395.00	-5499.48	45.00	84.29	0.21	210.21	20.00	20.61	1255.99	270.38	2935.39	0.05	0.02

Staffe - Verifiche armatura

CC	X0 <m>	X1 <m>	Lung. <m>	Staff.	AfE St. <cmq/m>	bw <m>	Vsdu <daN>	ctgθ	VRsd <daN>	VRcd <daN>	Vrdu <daN>	Sic.T	
5	SND	0.15	1.25	1.10	ø8/10 2 br.	10.05	0.70	6974.87	2.50	92494.00	160161.00	92494.00	13.26
5	SND	1.25	2.85	1.60	ø8/10 2 br.	10.05	0.70	5885.28	2.50	92494.00	160161.00	92494.00	15.72
28	SLU	2.85	3.95	1.10	ø8/10 2 br.	10.05	0.70	7793.45	2.50	92494.00	160161.00	92494.00	11.87

Staffatura ala, ferri di suola e ferri di fianco - Verifiche armatura

CC	X0 <m>	X1 <m>	Lung. <m>	Staff.	AfE St. ala <cmq/m>	AfT St. ala <cmq/m>	
28	SLU	0.15	1.25	1.10	ø8/10 2 br.	10.05	0.95
28	SLU	1.25	2.85	1.60	ø8/10 2 br.	10.05	0.95
28	SLU	2.85	3.95	1.10	ø8/10 2 br.	10.05	0.95

Travata n. 506

Nodi: 4 16

Caratteristiche delle sezioni e dei materiali utilizzati

Sez.	Tipo	B <cm>	b <cm>	H <cm>	h <cm>	Cf sup <cm>	Cf inf <cm>	Cls	Fck <daN/cmq>	Fctk <daN/cmq>	Fcd <daN/cmq>	Fctd <daN/cmq>	Tp	Fyk <daN/cmq>	Fyd <daN/cmq>
5	T	70.00	150.00	80.00	30.00	5.50	5.50	C25/30	249.00	17.91	141.10	11.94	B450C	4500.00	3913.04

Stato limite ultimo - Verifiche a flessione/pressoflessione

Xg <m>	CC	TCC	El	X <cm>	AfE S <cmq>	AfE I <cmq>	AfEP S <cmq>	AfEP I <cmq>	My <daNm>	MRdy <daNm>	Sic.
0.45	28	SLU	1	45.00	20.61	20.61	20.61	20.61	-9976.82	-82808.40	8.300
3.65	21	SLU	1	365.00	20.61	20.61	20.61	20.61	-8734.79	-82808.40	9.480

Stato limite elastico - Verifiche a flessione/pressoflessione

Xg <m>	CC	TCC	El	X <cm>	AfE S <cmq>	AfE I <cmq>	AfEP S <cmq>	AfEP I <cmq>	My <daNm>	M'ydy <daNm>	Sic.
0.45	13	SND	1	45.00	20.61	20.61	20.61	20.61	-11068.40	-79449.90	7.178
3.65	5	SND	1	365.00	20.61	20.61	20.61	20.61	-11068.10	-79449.90	7.178

Stato limite d'esercizio - Verifiche tensionali

Xg <m>	CC	TCC	El	X <cm>	AfE S <cmq>	AfE I <cmq>	My <daNm>	σ_f sup <daN/cmq>	σ_f inf <daN/cmq>	σ_c <daN/cmq>
0.45	30	SLE R	1	45.00	20.61	20.61	-7165.34	352.28	-48.90	4.75
0.45	20	SLE Q	1	45.00	20.61	20.61	-5682.07	279.36	-38.78	3.76
3.65	23	SLE R	1	365.00	20.61	20.61	-6350.00	312.20	-43.33	4.21
3.65	20	SLE Q	1	365.00	20.61	20.61	-5682.07	279.36	-38.78	3.76

Stato limite d'esercizio - Verifiche a fessurazione

Caso	Xg <m>	CC	TCC	El	Sez.	Crit.	X <cm>	My <daNm>	c <mm>	s <mm>	K3	S _{rm} <mm>	Φ	A _s <cmq>	A _c eff <cmq>	σ_s <daN/cmq>	σ_{sr} <daN/cmq>	ε _{sm}	Wk <mm>
32	0.45	20	SLE Q	1	5	3	45.00	-5682.07	45.00	84.29	0.21	210.21	20.00	20.61	1255.99	279.36	2935.39	0.05	0.02
38	0.45	32	SLE F	1	5	3	45.00	-5919.36	45.00	84.29	0.21	210.21	20.00	20.61	1255.99	291.03	2935.39	0.06	0.02
71	3.65	20	SLE Q	1	5	3	365.00	-5682.07	45.00	84.29	0.21	210.21	20.00	20.61	1255.99	279.36	2935.39	0.05	0.02
75	3.65	25	SLE F	1	5	3	365.00	-5758.44	45.00	84.29	0.21	210.21	20.00	20.61	1255.99	283.11	2935.39	0.05	0.02

Staffe - Verifiche armatura

CC	X0 <m>	X1 <m>	Lung. <m>	Staff.	AfE St. <cmq/m>	bw <m>	Vsdu <daN>	ctgθ	VRsd <daN>	VRcd <daN>	Vrdu <daN>	Sic.T	
13	SND	0.45	3.65	3.20	ø8/10 2 br.	10.05	0.70	7938.35	2.50	92494.00	160161.00	92494.00	11.65

Staffatura ala, ferri di suola e ferri di fianco - Verifiche armatura

CC	X0 <m>	X1 <m>	Lung. <m>	Staff.	AfE St. ala <cmq/m>	AfT St. ala <cmq/m>
28 SLU	0.45	3.65	3.20	ø8/10 2 br.	10.05	1.02

Travata n. 516

Nodi: 1 2 -22 3 4

Caratteristiche delle sezioni e dei materiali utilizzati

Sez.	Tipo	B <cm>	b <cm>	H <cm>	h <cm>	Cf sup <cm>	Cf inf <cm>	Cls	Fck <daN/cmq>	Fctk <daN/cmq>	Fcd <daN/cmq>	Fctd <daN/cmq>	TP	Fyk <daN/cmq>	Fyd <daN/cmq>
5T		70.00	150.00	80.00	30.00	5.50	5.50	C25/30	249.00	17.91	141.10	11.94	B450C	4500.00	3913.04

Stato limite ultimo - Verifiche a flessione/pressoflessione

Xg <m>	CC	TCC	El	X <cm>	AfE S <cmq>	AfE I <cmq>	AfEP S <cmq>	AfEP I <cmq>	My <daNm>	MRdy <daNm>	Sic.
0.15	28	SLU	1	15.00	20.61	20.61	20.61	20.61	-8817.22	-82808.40	9.392
1.68	28	SLU	1	167.56	20.61	20.61	20.61	20.61	-10619.70	-82808.40	7.798
4.15	28	SLU	1	415.00	20.61	20.61	20.61	20.61	-9095.27	-82808.40	9.105
4.75	28	SLU	2	30.00	20.61	20.61	20.61	20.61	-6938.07	-82808.40	11.935
6.20	28	SLU	3	0.00	20.61	20.61	20.61	20.61	-7925.37	-82808.40	10.448
8.55	28	SLU	3	235.00	20.61	20.61	20.61	20.61	-6545.56	-82808.40	12.651
9.15	28	SLU	4	30.00	20.61	20.61	20.61	20.61	-8563.63	-82808.40	9.670
9.76	28	SLU	4	90.77	20.61	20.61	20.61	20.61	-9786.07	-82808.40	8.462
13.10	28	SLU	4	425.00	20.61	20.61	20.61	20.61	-7967.96	-82808.40	10.393

Stato limite elastico - Verifiche a flessione/pressoflessione

Xg <m>	CC	TCC	El	X <cm>	AfE S <cmq>	AfE I <cmq>	AfEP S <cmq>	AfEP I <cmq>	My <daNm>	M' ydy <daNm>	Sic.
0.15	13	SND	1	15.00	20.61	20.61	20.61	20.61	-9331.12	-79449.90	8.514
1.68	5	SND	1	167.56	20.61	20.61	20.61	20.61	-13482.70	-79449.90	5.893
4.15	5	SND	1	415.00	20.61	20.61	20.61	20.61	-13389.70	-79449.90	5.934
4.75	13	SND	2	30.00	20.61	20.61	20.61	20.61	-12342.70	-79449.90	6.437
6.20	5	SND	3	0.00	20.61	20.61	20.61	20.61	-12763.20	-79449.90	6.225
8.55	5	SND	3	235.00	20.61	20.61	20.61	20.61	-12350.30	-79449.90	6.433
9.15	13	SND	4	30.00	20.61	20.61	20.61	20.61	-12606.40	-79449.90	6.302
9.76	13	SND	4	90.77	20.61	20.61	20.61	20.61	-12775.70	-79449.90	6.219
13.10	5	SND	4	425.00	20.61	20.61	20.61	20.61	-9026.50	-79449.90	8.802

Stato limite d'esercizio - Verifiche tensionali

Xg <m>	CC	TCC	El	X <cm>	AfE S <cmq>	AfE I <cmq>	My <daNm>	σ _f sup <daN/cmq>	σ _f inf <daN/cmq>	σ _c <daN/cmq>	
0.15	30	SLE	R	1	15.00	20.61	20.61	-6321.29	310.79	-43.14	4.19
0.15	20	SLE	Q	1	15.00	20.61	20.61	-4836.68	237.79	-33.01	3.20
1.68	30	SLE	R	1	167.56	20.61	20.61	-7591.12	373.22	-51.80	5.03
1.68	20	SLE	Q	1	167.56	20.61	20.61	-5515.46	271.17	-37.64	3.65
4.15	30	SLE	R	1	415.00	20.61	20.61	-6484.89	318.83	-44.25	4.30
4.15	20	SLE	Q	1	415.00	20.61	20.61	-4389.14	215.79	-29.95	2.91
4.75	30	SLE	R	2	30.00	20.61	20.61	-4935.25	242.64	-33.68	3.27
4.75	20	SLE	Q	2	30.00	20.61	20.61	-2919.25	143.53	-19.92	1.93
6.20	30	SLE	R	3	0.00	20.61	20.61	-5650.36	277.80	-38.56	3.74
6.20	20	SLE	Q	3	0.00	20.61	20.61	-3510.12	172.57	-23.95	2.32
8.55	30	SLE	R	3	235.00	20.61	20.61	-4674.24	229.81	-31.90	3.10
8.55	20	SLE	Q	3	235.00	20.61	20.61	-2826.83	138.98	-19.29	1.87
9.15	30	SLE	R	4	30.00	20.61	20.61	-6125.01	301.14	-41.80	4.06
9.15	20	SLE	Q	4	30.00	20.61	20.61	-4001.47	196.73	-27.31	2.65
9.76	30	SLE	R	4	90.77	20.61	20.61	-7018.43	345.06	-47.90	4.65
9.76	20	SLE	Q	4	90.77	20.61	20.61	-4962.63	243.99	-33.87	3.29
13.10	30	SLE	R	4	425.00	20.61	20.61	-5748.70	282.63	-39.23	3.81
13.10	20	SLE	Q	4	425.00	20.61	20.61	-4519.69	222.21	-30.84	2.99

Stato limite d'esercizio - Verifiche a fessurazione

Caso	Xg <m>	CC	TCC	El	Sez.	Crit.	X <cm>	My <daNm>	c <mm>	s <mm>	K3	s _{cm} <mm>	φ	A _s <cmq>	A _{c eff} <cmq>	σ _s <daN/cmq>	σ _{sr} <daN/cmq>	ε _{sm}	Wk <mm>	
35	0.15	20	SLE	Q	1	5	3	15.00	-4836.68	45.00	84.29	0.21	210.21	20.00	20.61	1255.99	237.79	2935.39	0.05	0.02
41	0.15	32	SLE	F	1	5	3	15.00	-5105.10	45.00	84.29	0.21	210.21	20.00	20.61	1255.99	250.99	2935.39	0.05	0.02
76	1.68	20	SLE	Q	1	5	3	167.56	-5515.46	45.00	84.29	0.21	210.21	20.00	20.61	1255.99	271.17	2935.39	0.05	0.02
82	1.68	32	SLE	F	1	5	3	167.56	-5897.32	45.00	84.29	0.21	210.21	20.00	20.61	1255.99	289.94	2935.39	0.06	0.02
121	4.15	20	SLE	Q	1	5	3	415.00	-4389.14	45.00	84.29	0.21	210.21	20.00	20.61	1255.99	215.79	2935.39	0.04	0.01
132	4.15	32	SLE	F	1	5	3	415.00	-4794.59	45.00	84.29	0.21	210.21	20.00	20.61	1255.99	235.73	2935.39	0.05	0.02
171	4.75	20	SLE	Q	2	5	3	30.00	-2919.25	45.00	84.29	0.21	210.21	20.00	20.61	1255.99	143.53	2935.39	0.03	0.01
183	4.75	32	SLE	F	2	5	3	30.00	-3323.46	45.00	84.29	0.21	210.21	20.00	20.61	1255.99	163.40	2935.39	0.03	0.01
213	6.20	20	SLE	Q	3	5	3	0.00	-3510.12	45.00	84.29	0.21	210.21	20.00	20.61	1255.99	172.57	2935.39	0.03	0.01
219	6.20	32	SLE	F	3	5	3	0.00	-3933.40	45.00	84.29	0.21	210.21	20.00	20.61	1255.99	193.39	2935.39	0.04	0.01
260	8.55	20	SLE	Q	3	5	3	235.00	-2826.83	45.00	84.29	0.21	210.21	20.00	20.61	1255.99	138.98	2935.39	0.03	0.01
272	8.55	32	SLE	F	3	5	3	235.00	-3197.19	45.00	84.29	0.21	210.21	20.00	20.61	1255.99	157.19	2935.39	0.03	0.01
311	9.15	20	SLE	Q	4	5	3	30.00	-4001.47	45.00	84.29	0.21	210.21	20.00	20.61	1255.99	196.73	2935.39	0.04	0.01
323	9.15	32	SLE	F	4	5	3	30.00	-4412.80	45.00	84.29	0.21	210.21	20.00	20.61	1255.99	216.96	2935.39	0.04	0.02
363	9.76	20	SLE	Q	4	5	3	90.77	-4962.63	45.00	84.29	0.21	210.21	20.00	20.61	1255.99	243.99	2935.39	0.05	0.02

Relazione di calcolo

375	9.76	32	SLE F	4	5	3	90.77	-5348.72	45.00	84.29	0.21	210.21	20.00	20.61	1255.99	262.97	2935.39	0.05	0.02
415	13.10	20	SLE Q	4	5	3	425.00	-4519.69	45.00	84.29	0.21	210.21	20.00	20.61	1255.99	222.21	2935.39	0.04	0.02
421	13.10	32	SLE F	4	5	3	425.00	-4737.73	45.00	84.29	0.21	210.21	20.00	20.61	1255.99	232.93	2935.39	0.05	0.02

Staffe - Verifiche armatura

CC	X0 <m>	X1 <m>	Lung. <m>	Staff.	AfE St. <cmq/m>	bw <m>	Vsdu <daN>	ctgθ	VRsd <daN>	VRcd <daN>	Vrdu <daN>	Sic.T
5 SND	0.15	1.25	1.10	ø8/10 2 br.	10.05	0.70	13129.60	2.50	92494.00	160161.00	92494.00	7.04
5 SND	1.25	3.05	1.80	ø8/10 2 br.	10.05	0.70	7522.04	2.50	92494.00	160161.00	92494.00	12.30
9 SND	3.05	4.15	1.10	ø8/10 2 br.	10.05	0.70	8546.69	2.50	92494.00	160161.00	92494.00	10.82
5 SND	4.75	5.85	1.10	ø8/10 2 br.	10.05	0.70	8876.96	2.50	92494.00	160161.00	92494.00	10.42
9 SND	5.85	7.45	1.60	ø8/10 2 br.	10.05	0.70	5747.26	2.50	92494.00	160161.00	92494.00	16.09
13 SND	7.45	8.55	1.10	ø8/10 2 br.	10.05	0.70	8910.00	2.50	92494.00	160161.00	92494.00	10.38
1 SND	9.15	10.25	1.10	ø8/10 2 br.	10.05	0.70	8419.54	2.50	92494.00	160161.00	92494.00	10.99
13 SND	10.25	12.00	1.75	ø8/10 2 br.	10.05	0.70	7125.21	2.50	92494.00	160161.00	92494.00	12.98
13 SND	12.00	13.10	1.10	ø8/10 2 br.	10.05	0.70	12542.70	2.50	92494.00	160161.00	92494.00	7.37

Staffatura ala, ferri di suola e ferri di fianco - Verifiche armatura

CC	X0 <m>	X1 <m>	Lung. <m>	Staff.	AfE St. ala <cmq/m>	AfT St. ala <cmq/m>
28 SLU	0.15	1.25	1.10	ø8/10 2 br.	10.05	1.03
28 SLU	1.25	3.05	1.80	ø8/10 2 br.	10.05	1.03
28 SLU	3.05	4.15	1.10	ø8/10 2 br.	10.05	1.03
28 SLU	4.75	5.85	1.10	ø8/10 2 br.	10.05	0.95
28 SLU	5.85	7.45	1.60	ø8/10 2 br.	10.05	0.95
28 SLU	7.45	8.55	1.10	ø8/10 2 br.	10.05	0.95
28 SLU	9.15	10.25	1.10	ø8/10 2 br.	10.05	1.02
28 SLU	10.25	12.00	1.75	ø8/10 2 br.	10.05	1.02
28 SLU	12.00	13.10	1.10	ø8/10 2 br.	10.05	1.02