

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



**DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO**

**NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA**

**U.O. INFRASTRUTTURE NORD**

**PROGETTO DEFINITIVO**

**TRATTA LERCARA DIR. - CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3)**

**FABBRICATI**

Fabbricato E3 - Tipologico G

Relazione di calcolo

SCALA:

-

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

RS3T 30 D 26 CL FA00G0 001 C

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione Esecutiva	ATI Sintagma Rocksoll - Edin	Dic-2019	M.Salleolini 	Dic-2019	A.Barreca 	Dic-2019	F.Sacchi Apr-2020
B	Emissione Esecutiva	ATI Sintagma Rocksoll - Edin	Gen-2020	M.Salleolini 	Gen-2020	A.Barreca 	Gen-2020	
C	Emissione Esecutiva	ATI Sintagma Rocksoll - Edin	Apr-2020	M.Salleolini 	Apr-2020	A.Barreca 	Apr-2020	

File: RS3T.3.0.D.26.CL.FA.00.G.0.001.C

n. Elab.: 26\_529

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA</b> <b>TRATTA LERCARA DIR – CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3)</b> <b>FABBRICATI</b>					
	Fabbricato E3 - Tipologico G - Relazione di calcolo	COMMESSA RS3T	LOTTO 30 D 26	CODIFICA CL	DOCUMENTO FA00G0 001	REV. C

## INDICE

1	PREMESSA .....	3
2	SCOPO DEL DOCUMENTO .....	4
3	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO.....	7
3.1	DOCUMENTI REFERENZIATI .....	7
3.2	DOCUMENTI CORRELATI .....	7
4	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI .....	8
4.1	CEMENTO ARMATO.....	8
4.1.1	CALCESTRUZZO .....	8
4.1.2	ACCIAIO D'ARMATURA IN BARRE TONDE AD ADERENZA MIGLIORATA.....	9
4.1.3	COPRIFERRO .....	10
5	TERRENO DI FONDAZIONE .....	11
6	ANALISI DEI CARICHI .....	11
6.1	PESO PROPRIO STRUTTURE .....	12
6.1.1	SOLAIO DI COPERTURA .....	12
6.1.2	STRUTTURA PRINCIPALE IN C.A. ....	12
6.2	CARICHI PERMANENTI NON STRUTTURALI .....	12
6.3	SOVRACCARICO ACCIDENTALE .....	13
6.4	AZIONE DELLA NEVE .....	13
6.5	AZIONE DEL VENTO .....	14
6.6	VARIAZIONI TERMICHE.....	19
6.7	EFFETTI AERODINAMICI ASSOCIATI AL PASSAGGIO DEI CONVOGLI .....	20
6.8	AZIONE SISMICA.....	20
7	MODELLO STRUTTURALE E COMBINAZIONI DI CARICO .....	31
7.1	CONSIDERAZIONI GENERALI SUL MODELLO DI CALCOLO .....	31
7.2	COMBINAZIONI DELLE AZIONI .....	40

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA</b> <b>TRATTA LERCARA DIR – CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3)</b> <b>FABBRICATI</b>												
Fabbricato E3 - Tipologico G - Relazione di calcolo	<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>RS3T</td> <td>30 D 26</td> <td>CL</td> <td>FA00G0 001</td> <td>C</td> <td>2 di 105</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	RS3T	30 D 26	CL	FA00G0 001	C	2 di 105
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
RS3T	30 D 26	CL	FA00G0 001	C	2 di 105								

7.3 ANALISI MODALE .....	42
8 VERIFICHE STRUTTURALI .....	44
8.1 SOLAIO DI COPERTURA .....	44
8.2 VERIFICHE DEGLI ELEMENTI NON STRUTTURALI E DEGLI IMPIANTI.....	52
8.3 TRAVI DI BORDO 30X40 .....	56
8.3.1 VERIFICA A FLESSIONE.....	60
8.3.2 VERIFICA A TAGLIO E TORSIONE .....	65
8.3.3 VERIFICA LIMITAZIONI ARMATURA.....	68
8.4 TRAVI 30X50 .....	70
8.4.1 VERIFICA A FLESSIONE.....	72
8.4.2 VERIFICA A TAGLIO E TORSIONE .....	76
8.4.3 VERIFICA LIMITAZIONI ARMATURA.....	79
8.5 PILASTRI D'ANGOLO (30X50) .....	81
8.5.1 VERIFICA A FLESSIONE.....	82
8.5.2 VERIFICA LIMITAZIONI ARMATURA.....	89
8.6 PILASTRI INTERNI (30X50).....	92
8.6.1 VERIFICA A FLESSIONE.....	93
8.6.2 VERIFICA LIMITAZIONI ARMATURA.....	99
8.7 VERIFICA DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI IN TERMINI DI CONTENIMENTO DEL DANNO AGLI ELEMENTI NON STRUTTURALI (SLO) .....	102
9 REAZIONI VINCOLARI .....	103
10 CONCLUSIONI .....	105

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA</b> <b>TRATTA LERCARA DIR – CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3)</b> <b>FABBRICATI</b>					
	Fabbricato E3 - Tipologico G - Relazione di calcolo	COMMESSA RS3T	LOTTO 30 D 26	CODIFICA CL	DOCUMENTO FA00G0 001	REV. C

## 1 PREMESSA

Il presente documento è emesso nell'ambito dello sviluppo della Progettazione Definitiva della Direttoria Ferroviaria Messina-Catania-Palermo, nuovo collegamento Palermo-Catania, tratta Lercara DIR - Caltanissetta Xirbi (Lotto 3).

Nel progetto sono presenti i fabbricati tipologici riportati schematicamente nella seguente tabella:

Fabbricati	Tipologico
Fabbricato PGEP	A
Locali e Vasca antincendio	B
Fabbricato E1	C
Fabbricato E1	D
Fabbricato E5	F
Fabbricato E3	G
Fabbricato IS-PP/ACC	H
Fabbricato IS-PPT	M
Fabbricato FSA-UFFICI	N
Fabbricato FSA-MAGAZZINO	O
Fabbricato E3	P
Fabbricato IS-PP/ACC	Q

La posizione effettiva piazzale per piazzale di ogni tipologico è riportata nella seguente tabella:

Piazzali		progr. (km)	A	B	C	D	F	G	H	M	N	O	P	Q
PT01	PMZ Marcatobianco	5+400						X	X		X	X		
PT02	Emergenza - Imbocco lato PA galleria Santa Catena	7+985	X	X	X									
PT03	Emergenza - Imbocco lato CT galleria Santa Catena	16+150	X	X		X								
PT04	Stazione Vallelunga	17+259											X	X
PT51	Stazione Villalba	22+270								X				
PT52	PM Marianopoli	25+825						X	X					
PT54	Emergenza - Imbocco lato PA galleria Marianopoli	28+060	X	X	X									
PT56	Fabbricato Galleria Trabona	36+000					X							
PT57	Imbocco lato Ovest galleria Trabona lato PA	35+222								X				
PT58	Emergenza - Imbocco lato CT galleria Salito 2	38+150	X	X		X								
PT59	Fabbricato PM San Cataldo	40+363						X	X					
PT60	Emergenza - Imbocco lato PA galleria Masareddu	42+500	X	X	X									
PT61	Fabbricato Galleria Masareddu	43+200					X							
PT62	Fabbricati Emergenza - Imbocco lato PA galleria Xirbi	44+166	X	X		X	X							
PT63	Fabbricato Galleria Xirbi	45+700					X							

Nel presente elaborato viene calcolato il "Fabbricato E3 – Tipologico G" di dimensioni pari a 12,61 x 6,11 m verrà realizzato nelle seguenti ubicazioni lungo la tratta in progetto:

- PT01 – Fabbricato PMZ Marcatobianco
- PT52 – Fabbricato PM Marianopoli
- PT59 – Fabbricato PM San Cataldo

Il calcolo individua il sito peggiore in termini di parametri geotecnici, sismici, vento e neve.

## 2 SCOPO DEL DOCUMENTO

Lo scopo del presente documento è quello di calcolare e verificare le strutture in elevazione e di fondazione del "Fabbricato E3 – Tipologico G".

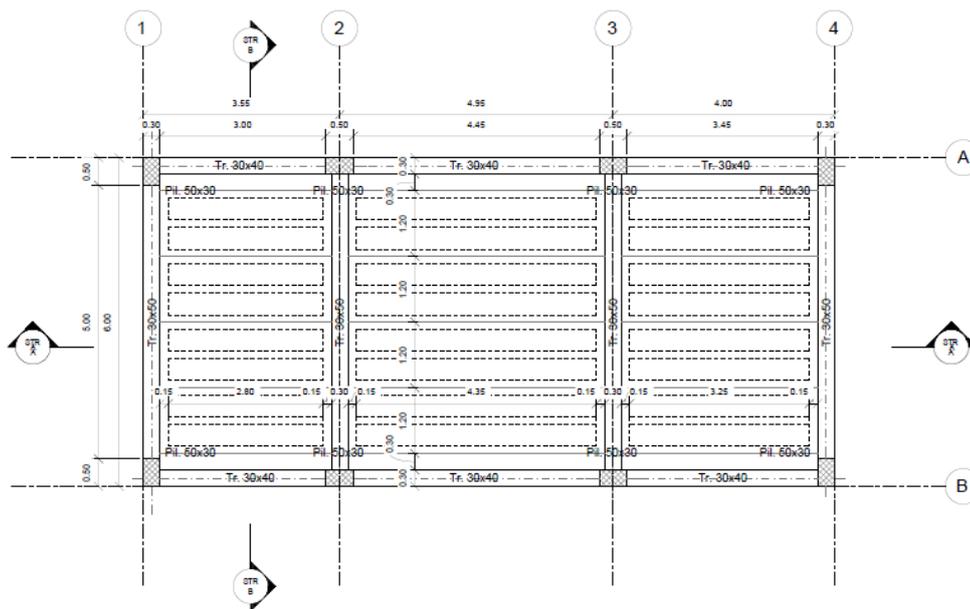
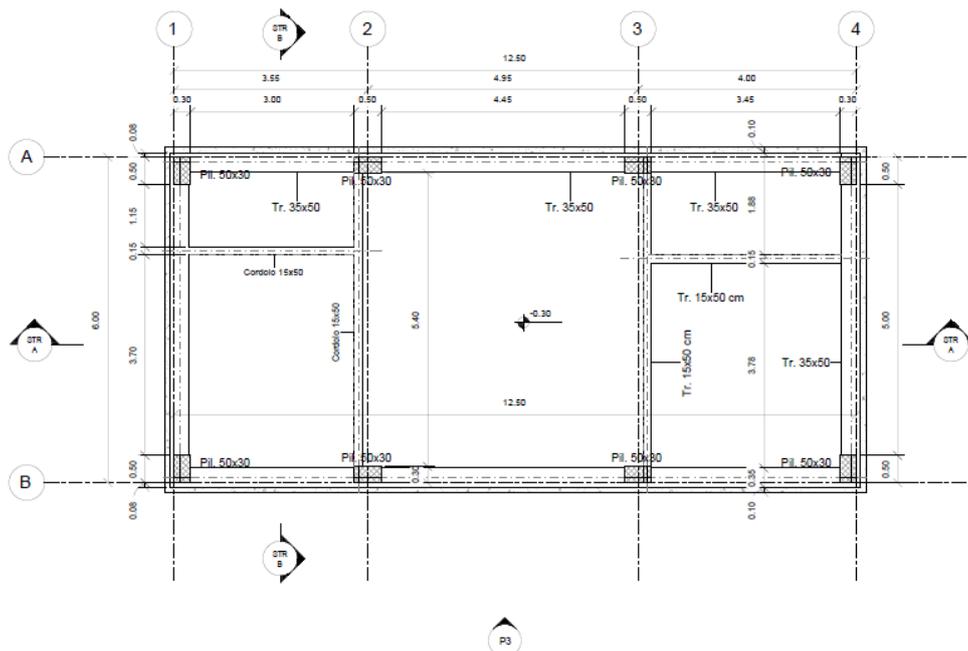
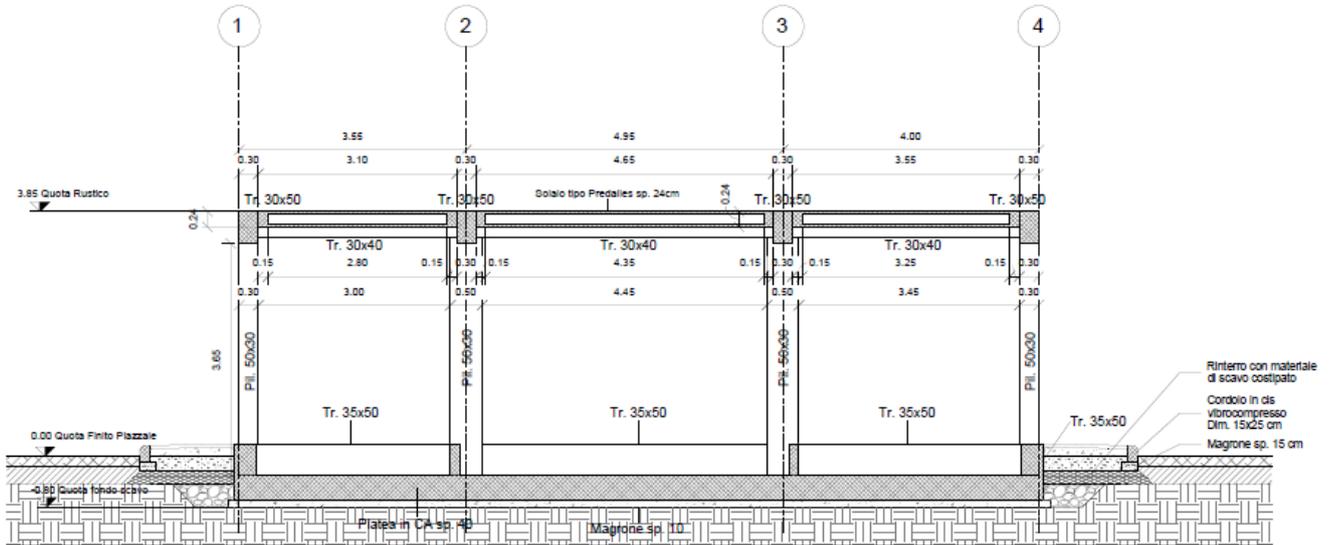
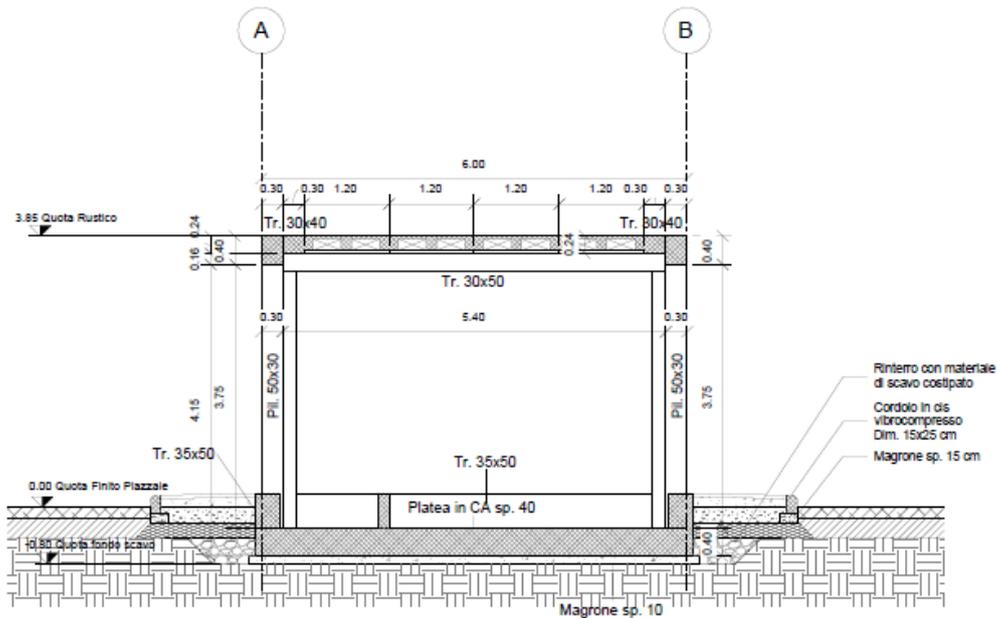


Figura 2-1 – Carpenteria Fondazione e Copertura.



Sezione STR A-A'

1 : 50



Sezione STR B-B'

1 : 50

Figura 2-2 – Sezioni longitudinale e trasversale.

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO          NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA          TRATTA LERCARA DIR – CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3)          FABBRICATI</b>					
Fabbricato E3 - Tipologico G - Relazione di calcolo	COMMESSA RS3T	LOTTO 30 D 26	CODIFICA CL	DOCUMENTO FA00G0 001	REV. C	FOGLIO 6 di 105

La struttura in pianta del fabbricato ha forma rettangolare avente le seguenti dimensioni 12.61 m x 6.11 m, comprensiva del rivestimento. Il sistema strutturale è caratterizzato da un telaio spaziale monolivello avente copertura piana costituito da una campata in direzione trasversale di luce 5.40 m circa mentre, parallelamente al lato lungo, è suddiviso in 3 campate di luce massima pari a 4.95 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 tralici 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 3.10 m a 4.65 m. I pilastri hanno dimensione in pianta di 30x50 cm, le travi longitudinali hanno dimensioni 30x40 cm, le travi trasversali invece sono 30x50. Il sistema di fondazione è realizzato in opera mediante una platea di fondazione di spessore di 40 cm.

Le fondazioni dell'edificio sono di tipo diretto, costituite da una platea in c.a. di spessore 40 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.

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA</b> <b>TRATTA LERCARA DIR – CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3)</b> <b>FABBRICATI</b>												
Fabbricato E3 - Tipologico G - Relazione di calcolo	<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>RS3T</td> <td>30 D 26</td> <td>CL</td> <td>FA00G0 001</td> <td>C</td> <td>7 di 105</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	RS3T	30 D 26	CL	FA00G0 001	C	7 di 105
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
RS3T	30 D 26	CL	FA00G0 001	C	7 di 105								

### 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] - Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni - D.M. 17/01/2018
- Rif. [2] - Circolare n. 7 del 21 febbraio 2019 - Istruzioni per l'Applicazione Nuove Norme Tecniche Costruzioni di cui al Decreto Ministeriale 17 gennaio 2018;
- Rif. [3] - Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20/03/2003. Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica;
- Rif. [4] - Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri del 21/10/2003;
- Rif. [5] - Eurocodice 2: Progettazione delle strutture in calcestruzzo – Parte 1.1: Regole generali e regole per gli edifici.
- Rif. [6] - UNI ENV 1992-1-1 Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici;
- Rif. [7] - UNI EN 206-1/2014 - Calcestruzzo. Specificazioni, prestazioni, produzione e conformità;
- Rif. [8] UNI 11104: Calcestruzzo: Specificazione, prestazione, produzione e conformità - Istruzioni complementari per l'applicazione della EN 206-1.
- Rif. [9] - UNI EN 1998-5 – Fondazioni ed opere di sostegno.
- Rif. [10] 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
- Rif. [11] Manuale di Progettazione delle Opere Civili – RFIDTCSIPSMIFS001C

#### 3.2 DOCUMENTI CORRELATI

I documenti correlati sono:

Rif. [12] Fabbricato E3 - Tipologico G - Carpenterie: piante e sezioni

RS3T.3.0.D.26.BB.FA.00.G.0.001.B

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA</b> <b>TRATTA LERCARA DIR – CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3)</b> <b>FABBRICATI</b>					
	Fabbricato E3 - Tipologico G - Relazione di calcolo	COMMESSA RS3T	LOTTO 30 D 26	CODIFICA CL	DOCUMENTO FA00G0 001	REV. C

## 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	C30/37	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 <sub>ck</sub>	(N/mm <sup>2</sup> )	37	37	30
f <sub>ck</sub>	(N/mm <sup>2</sup> )	30	30	25
f <sub>cm</sub>	(N/mm <sup>2</sup> )	36	36	33
α <sub>cc</sub>	(-)	0,85	0,85	0,85
γ <sub>c</sub>	(-)	1,5	1,5	1,5
f <sub>cd</sub>	(N/mm <sup>2</sup> )	17,4	17,4	14,17
f <sub>ctm</sub>	(N/mm <sup>2</sup> )	2,94	2,94	2,56
f <sub>ctk</sub>	(N/mm <sup>2</sup> )	3,82	3,82	1,79
f <sub>ctd</sub>	(N/mm <sup>2</sup> )	1,40	1,40	1,19
f <sub>cfm</sub>	(N/mm <sup>2</sup> )	3,52	3,52	3,07
f <sub>cfk</sub>	(N/mm <sup>2</sup> )	2,46	2,46	2,15
E <sub>c</sub>	(N/mm <sup>2</sup> )	33019	33019	31476

Dove:

R<sub>ck</sub> = Resistenza cubica caratteristica a compressione

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA</b> <b>TRATTA LERCARA DIR – CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3)</b> <b>FABBRICATI</b>					
	Fabbricato E3 - Tipologico G - Relazione di calcolo	COMMESSA RS3T	LOTTO 30 D 26	CODIFICA CL	DOCUMENTO FA00G0 001	REV. C

$f_{ck} = 0.83 \cdot R_{ck} =$  Resistenza cilindrica caratteristica

$f_{cm} = f_{ck} + 8 \text{ (N/mm}^2\text{)} =$  Resistenza cilindrica media a compressione

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

$\gamma_c = 1.5$ ; 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

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

$f_{ctk} = 0.7 \cdot f_{ctm} =$  Resistenza cilindrica caratteristica a trazione

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

$f_{cfm} = 1.2 \cdot f_{ctm} =$  Resistenza media a trazione per flessione

$f_{cfk} = 0.7 \cdot f_{cfm} =$  Resistenza cilindrica caratteristica a trazione

$E_{cm} = 22000 \cdot \left( \frac{f_{cm}}{10} \right)^{0.3} =$  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:

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

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

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

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA</b> <b>TRATTA LERCARA DIR – CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3)</b> <b>FABBRICATI</b>					
	Fabbricato E3 - Tipologico G - Relazione di calcolo	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
	RS3T	30 D 26	CL	FA00G0 001	C	10 di 105

dove:

$\gamma_s = 1.15$  = 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 <sup>2</sup> )	4.36	4,36	4,36
$f_{bd}$	(N/mm <sup>2</sup> )	2.90	2,90	2,90

dove:

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

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

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

$\gamma_c = 1.5$  – 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

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA</b> <b>TRATTA LERCARA DIR – CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3)</b> <b>FABBRICATI</b>					
	Fabbricato E3 - Tipologico G - Relazione di calcolo	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
	RS3T	30 D 26	CL	FA00G0 001	C	11 di 105

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 e in elevazione tranne che per le lastre predalles il copriferro netto non deve essere inferiore a 40mm.

## 5 TERRENO DI FONDAZIONE

Tutti i piazzali in cui ricade il fabbricato tecnologico E3 (denominato G), dettagliatamente riportati in premessa, sono in rilevato, di conseguenza le fondazioni poggiano su terreno da rilevato, ai fini delle verifiche a favore di sicurezza sono stati assunti per il tale terreno i seguenti valori dei parametri geotecnici fisici e meccanici di resistenza e deformabilità:

Terreno di fondazione	Peso specifico (kN/m <sup>3</sup> )	Coesione efficace c' (kPa)	Angolo di attrito interno phi' (°)	Modulo di Young E (MPa)
Rilevato	20.0	0.0	33.0	50

## 6 ANALISI DEI CARICHI

Come prescritto dalle NTC2018, sono state considerate agenti sulla struttura le seguenti condizioni di carico elementari, combinate tra loro in modo da determinare gli effetti più sfavorevoli ai fini delle verifiche dei singoli elementi strutturali:

- peso proprio strutture;
- carichi permanenti non strutturali;
- sovraccarico variabile;
- azione sismica;
- azione del vento;
- azione della neve;
- variazioni termiche;

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA LERCARA DIR – CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3) FABBRICATI					
	Fabbricato E3 - Tipologico G - Relazione di calcolo	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
	RS3T	30 D 26	CL	FA00G0 001	C	12 di 105

- effetti aerodinamici associati al passaggio dei convogli.

Nel progetto strutturale in esame, le azioni esterne, quali vento e neve, sono state valutate considerando la località di Caltanissetta – Enna.

## 6.1 PESO PROPRIO STRUTTURE

### 6.1.1 SOLAIO DI COPERTURA

E' realizzato con lastre predalles in cemento armato di altezza 24 cm alleggerite con polistirene espanso.

#### Solaio in lastre Predalles

(H =4+16+4=24cm) lastra larga 1,20 m.

Predalles (s = 4cm) 25x0,04x1,20=1,2 kN;

Nervatura centrale (h=16 cm, s=14 cm) 25x0,16x0,14= 0,56 kN;

Nervature laterali (h=16 cm, s=12 cm) 2x25x0,16x0,12= 0,96 kN;

Soletta superiore (s=4 cm) 25x0,04x1,20= 1,2 kN;

Alleggerimento in polistirene espanso (h=16 cm, s=40 cm) 2x0,15x0,4x0,16=0,0192 kN.

Peso totale di una lastra larga 1,20 m:  $G=1,2+0,56+0,96+1,2+0,019 = 3,94$  kN

Peso totale a metro quadrato =  $3,94/1,20 = 3,28$  kN/m<sup>2</sup>

### 6.1.2 STRUTTURA PRINCIPALE IN C.A.

Il peso proprio delle travi e dei pilastri, viene calcolato automaticamente dal programma considerando il peso specifico del cemento armato pari a:

$$\gamma_{c.a.} = 25 \text{ kN/m}^3$$

## 6.2 CARICHI PERMANENTI NON STRUTTURALI

- Tamponamenti esterni

Il rivestimento esterno è costituito da blocchi cavi prefabbricati in cls vibrocompresso tipo Poroton (sp.25cm) con idonei rinforzi verticali e orizzontali per murature in zona sismica + lastre in pietra sp 5,0 cm, il cui peso è pari a **3,60 kN/m<sup>2</sup>**.

Il peso per unità di superficie moltiplicato per l'altezza totale del singolo pannello h=3,60 m, trascurando le eventuali aperture, è pari a **13 kN/m**, che è il peso a metro lineare della tamponatura da applicare alla platea di fondazione.

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA</b> <b>TRATTA LERCARA DIR – CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3)</b> <b>FABBRICATI</b>					
	Fabbricato E3 - Tipologico G - Relazione di calcolo	COMMESSA RS3T	LOTTO 30 D 26	CODIFICA CL	DOCUMENTO FA00G0 001	REV. C

- Carichi permanenti non strutturali agenti in copertura

Incidenza zone piene solaio	0,20	kN/m <sup>2</sup>
Massetto delle pendenze	0,60	kN/m <sup>2</sup>
Strato coibente	0,10	kN/m <sup>2</sup>
Guaina di impermeabilizzazione	0,10	kN/m <sup>2</sup>
Malta di allettamento (2 cm)	0,40	kN/m <sup>2</sup>
Pavimento	0,50	kN/m <sup>2</sup>
Intonaco intradosso	0,30	kN/m <sup>2</sup>
Incidenza impianti	0,30	kN/m <sup>2</sup>
Controsoffitto	0,10	kN/m <sup>2</sup>
<b>Totale carico:</b>	<b>2.60</b>	<b>kN/m<sup>2</sup></b>

Incidenza muretti perimetrali e scala su travi di bordo 2,00 kN/m

### 6.3 SOVRACCARICO ACCIDENTALE

Il sovraccarico assunto per la copertura è pari a 0,50 kN/m<sup>2</sup>.

### 6.4 AZIONE DELLA NEVE

Le azioni della neve sono definite al capitolo 3.4 delle NTC2018. Il carico provocato dalla neve sulle coperture è definito dall'espressione seguente:

$$q_s = \mu_i C_e C_t q_{sk}$$

dove:

$\mu_i$  - Coefficiente di forma della copertura;

$C_e$  - Coefficiente di esposizione;

$C_t$  - Coefficiente termico;

$q_{sk}$  - Valore di riferimento del carico neve al suolo.

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA LERCARA DIR – CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3) FABBRICATI					
	Fabbricato E3 - Tipologico G - Relazione di calcolo	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
	RS3T	30 D 26	CL	FA00G0 001	C	14 di 105

Per la valutazione di  $q_{sk}$  si è fatto riferimento ad un sito posto in zona I - Mediterranea, con altezza sul livello del mare pari a 400 m:

$$q_{sk} = 1.17 \text{ kN/m}^2$$

Il coefficiente di esposizione  $C_e$  può essere utilizzato per modificare il valore del carico neve in copertura in funzione delle caratteristiche specifiche dell'area in cui sorge l'opera. Valori del coefficiente di esposizione per diverse classi di topografia sono forniti in tabella 3.4.I. NTC2018. Per il caso in esame, si assume  $C_e = 1.0$ .

Il coefficiente termico  $C_t$  può essere utilizzato per tener conto della riduzione del carico neve a causa dello scioglimento della stessa, causata dalla perdita di calore della costruzione. Tale coefficiente tiene conto delle proprietà di isolamento termico del materiale utilizzato in copertura. In assenza di uno specifico e documentato studio, deve essere utilizzato  $C_t = 1.0$  (3.4.4 - NTC2018).

Il coefficiente di forma della copertura dipende dall'angolo di inclinazione della falda, i valori proposti dalla normativa vigente vengono riportati nella Tab.3.4.II (DM 14 Gennaio 2018):

Coefficiente di forma	$0^\circ \leq \alpha \leq 30^\circ$	$30^\circ < \alpha < 60^\circ$	$\alpha \geq 60^\circ$
$\mu_1$	0,8	$0,8 \cdot \frac{(60 - \alpha)}{30}$	0,0

Nel caso in esame si ha  $\alpha = 0^\circ$  pertanto:

$$\mu_1 (0^\circ) = 0,8$$

Si assume una distribuzione uniforme del carico da neve per la copertura piana, quindi si ha:

$$q_s = 0.8 \cdot 1.00 \cdot 1.00 \cdot 1.17 = \mathbf{0.95 \text{ kN/m}^2}.$$

## 6.5 AZIONE DEL VENTO

Il vento, la cui direzione si considera generalmente orizzontale, esercita sulle costruzioni azioni che variano nel tempo e nello spazio provocando, in generale, effetti dinamici. Per le costruzioni usuali tali azioni sono convenzionalmente ricondotte alle azioni statiche equivalenti definite al punto 3.3.3 – NTC2018. Per il calcolo dell'azione statica equivalente dovuta al vento, si è fatto riferimento ad un sito posto in zona 4, con altezza sul livello del mare pari a 400 m.

Tra tutte le ubicazioni degli edifici si è preso a riferimento per il calcolo, quello in cui risulta la maggiore azione del vento.

### Pressione del vento:

La pressione del vento, considerata come azione statica agente normalmente alle superfici, è data dall'espressione:

$$p = q_b \cdot C_e \cdot C_p \cdot C_d$$

dove

- $q_b$  - Pressione cinetica di riferimento

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA</b> <b>TRATTA LERCARA DIR – CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3)</b> <b>FABBRICATI</b>					
	Fabbricato E3 - Tipologico G - Relazione di calcolo	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
	RS3T	30 D 26	CL	FA00G0 001	C	15 di 105

- $c_e$  - Coefficiente di esposizione
- $c_p$  - Coefficiente di forma (o coefficiente aerodinamico)
- $c_d$  - Coefficiente dinamico che si assume unitario.

#### Pressione cinetica di riferimento:

La pressione cinetica di riferimento  $q_b$  in (N/m<sup>2</sup>) è data dall'espressione:

$$q_b = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_b^2$$

dove:

- $v_b$  - Velocità di riferimento del vento;
- $\rho$  – Densità dell'aria assunta convenzionalmente costante e pari a 1.25 kg/m<sup>3</sup>.

In mancanza di indagini statistiche adeguate, la velocità di riferimento del vento  $v_b(T_R)$  riferita ad un generico periodo di ritorno  $T_R$  può essere valutata, nel campo compreso tra 10 e 500 anni, con l'espressione:

$$V_b(T_R) = \alpha \cdot v_b$$

dove:

$v_b$  – Velocità di riferimento del vento associata ad un periodo di ritorno di 50 anni;

$\alpha_R$  – Coefficiente posto in un diagramma in funzione di  $T_R$  espresso in anni;

Il periodo di ritorno  $T_R$  al quale si è fatto affidamento per la valutazione della velocità di riferimento del vento risulta pari a 100 anni.

#### Coefficiente di esposizione:

Il coefficiente d'esposizione  $c_e$  dipende dall'altezza  $z$  sul suolo del punto considerato, dalla topografia del terreno, e dalla categoria di esposizione del sito ove sorge la costruzione. Per il caso in esame considerando zona 4, classe di rugosità del terreno C e categoria d'esposizione del sito III, il coefficiente di esposizione, per un'altezza massima del fabbricato di 5.10 m, risulta pari ad 1.72.

#### Coefficiente dinamico:

Il coefficiente dinamico tiene conto degli effetti riduttivi associati alla non contemporaneità delle massime pressioni locali e degli effetti amplificativi dovuti alla risposta dinamica della struttura. Esso è assunto cautelativamente pari ad 1.

#### Coefficiente di forma (o aerodinamico):

Per la determinazione del coefficiente di forma si fa riferimento a quanto riportato nel paragrafo 3.3.8 della Circolare del 21/01/2019.

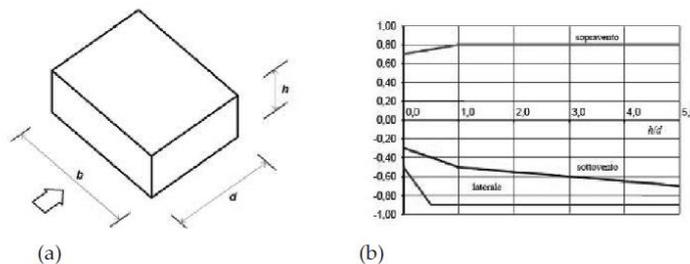
 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA</b> <b>TRATTA LERCARA DIR – CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3)</b> <b>FABBRICATI</b>					
	Fabbricato E3 - Tipologico G - Relazione di calcolo	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30 D 26</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>FA00G0 001</b>	REV. <b>C</b>

- Pareti verticali

Si riporta l'estratto del par. C3.3.8.1.1 della Circolare 21/01/2019 n. 7 C.S.LL.PP.

**C3.3.8.1.1 Pareti verticali**

I coefficienti globali  $c_{pe}$  da assumere sulle pareti di un edificio a pianta rettangolare sono riportati in Figura C3.3.2 e in Tabella C3.3.I



a) Parametri caratteristici di edifici a pianta rettangolare,  
 b) Edifici a pianta rettangolare:  $c_{pe}$  per facce sopravento, sottovento e laterali

**Figura C3.3.2**

**Tabella C3.3.I: Edifici a pianta rettangolare:  $c_{pe}$  per facce sopravento, sottovento e laterali**

Faccia sopravento	$C_U = 2,0$	$C_U = 1,5$
$h/d \leq 1: c_{pe} = 0,7 + 0,1 \cdot h/d$	$h/d \leq 0,5: c_{pe} = -0,5 - -0,8 \cdot h/d$	$h/d \leq 1: c_{pe} = -0,3 - 0,2 \cdot h/d$
$h/d > 1: c_{pe} = 0,8$	$h/d > 0,5: c_{pe} = -0,9$	$1 < h/d \leq 5: c_{pe} = -0,5 - 0,05 \cdot (h/d - 1)$

Negli edifici tipologici del presente progetto  $h/d$  è sempre vicino a 1 e nel calcolo quindi, a favore di sicurezza, si utilizzano i seguenti coefficienti:

Per il carico sopravento  $c_{pe10} = + 0,8$

Per il carico sottovento  $c_{pe10} = - 0,5$

- Copertura piana

I coefficienti globali  $c_{pe}$  da assumere sulle coperture di un edificio a pianta rettangolare sono riportati in Figura C3.3.5 e in Tabella C3.3.III della Circolare 21/01/2019 n. 7 C.S.LL.PP:

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA</b> <b>TRATTA LERCARA DIR – CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3)</b> <b>FABBRICATI</b>					
	Fabbricato E3 - Tipologico G - Relazione di calcolo	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30 D 26</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>FA00G0 001</b>	REV. <b>C</b>

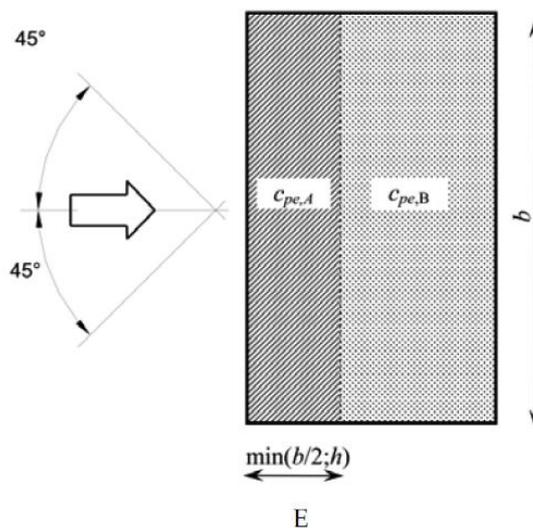


Figura C3.3.5 - Schema di riferimento per coperture piane

Tabella C3.3.III - Edifici rettangolari:  $c_{pe}$  per coperture piane.

Fascia sopravento di profondità pari al minimo tra $b/2$ e $h$ :	$c_{pe,A} = -0,80$
Restanti zone	$c_{pe,B} = \pm 0,20$

Considerando che in tutte le tipologie degli edifici si può considerare che  $h$  è il minimo tra  $h$  stesso e  $b/2$ , avremo che la Fascia A ha una profondità pari ad  $h$ , e quindi si avrà:

Per la fascia sopravento  $c_{pe,A} = - 0,8$

Per le restanti zone  $c_{pe,B} = \pm 0,2$

- Pressioni interne

Per quanto riguarda le pressioni interne si riporta il par. C3.3.8.5 della Circolare 21/01/2019 n. 7 C.S.LL.PP.

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA</b> <b>TRATTA LERCARA DIR – CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3)</b> <b>FABBRICATI</b>					
	Fabbricato E3 - Tipologico G - Relazione di calcolo	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
	RS3T	30 D 26	CL	FA00G0 001	C	18 di 105

### C3.3.8.5 PRESSIONI INTERNE

Le pressioni interne agli edifici dipendono dalla superficie delle aperture che questi presentano verso l'esterno. Si possono verificare i tre casi seguenti:

#### Caso 1

Se per almeno due facce dell'edificio l'area totale delle aperture presenti su ciascuna faccia supera il 30% della superficie totale della faccia stessa si applicano le prescrizioni riportate nel § C3.3.8.2 (tettoie).

#### Caso 2

Se l'edificio non rientra nel caso precedente, ma presenta una superficie dotata di un'area totale di aperture pari ad almeno il doppio della somma delle aree delle aperture presenti sulle rimanenti superfici, il coefficiente di pressione interna  $c_{pi}$  è pari a  $0,75 \cdot c_{pe}$ ; se invece l'area delle aperture presenti su detta superficie è pari ad almeno il triplo dell'area delle aperture presenti sulle rimanenti superfici, il coefficiente di pressione interna  $c_{pi}$  è pari a  $0,90 \cdot c_{pe}$ .

L'altezza di riferimento  $\bar{z}_i$  è pari all'altezza di riferimento  $\bar{z}_e$  relativa alla superficie dominante.

#### Caso 3

Se l'edificio non rientra in nessuno dei casi precedenti, ma è dotato di porosità distribuita in maniera circa uniforme, in assenza di determinazioni più dettagliate, per le quali si farà riferimento a documenti di comprovata validità, si possono assumere i valori  $c_{pi} = +0,2$  e  $c_{pi} = -0,3$ , considerando il caso che di volta in volta conduce alla situazione maggiormente gravosa.

L'altezza di riferimento  $\bar{z}_i$  è pari all'altezza massima dell'edificio.

Per l'edificio in esame si prende in considerazione il caso 3 per cui  $c_{pi} = +0,2$  o  $c_{pi} = -0,3$  a seconda della situazione maggiormente gravosa.

#### ➤ Azioni del vento

Si riporta di seguito il prospetto delle caratteristiche assunte e i relativi risultati per la determinazione della pressione normale del vento secondo normativa.

I valori considerati nel calcolo degli edifici, sono quelli che hanno valore massimo rispetto a tutte le tipologie di edifici in progetto.

Questo in virtù del fatto che il carico vento incide in maniera non significativa ai fini del dimensionamento dei vari elementi strutturali costituenti l'edificio, viste le geometrie delle tipologie strutturali e le masse in gioco e per i quali l'azione sismica risulta preponderante.

<b><u>Azione Normale Vento</u></b>		
Zona	4	
$a_s$	400	m
$a_0$	500	m
$V_{b,0}$	28	m/s
$K_a$	0.02	1/s
$V_b(T_R)$	29.1	m/s
$q_b$	0.53	kN/m <sup>2</sup>
Categoria di esposizione sito	III	
$k_r$	0.20	
$Z_0$	0.10	m

Z <sub>min</sub>	5	m
C <sub>e</sub> (Z <sub>min</sub> )	1.71	
z (altezza costruzione sul suolo)	5.10	m
C <sub>d</sub>	1	
C <sub>e</sub> (z)	1.72	
α (Inclinazione copertura)	0	°
C <sub>p1,A</sub> (Copertura Fascia A)	- 0.80	
C <sub>p1,B</sub> (Copertura Fascia B)	± 0,2	
C <sub>p2</sub> (Elementi Verticali - Sopravento)	+ 0.80	
C <sub>p3</sub> (Elementi Verticali – Sottovento)	- 0.50	
C <sub>pi</sub> (Pressioni interne)	+ 0.80 - 0,30	
<b>p<sub>1</sub></b> (Pressione vento in copertura Fascia A)	<b>-1,00</b>	kN/m <sup>2</sup>
<b>p<sub>2</sub></b> (Pressione vento in copertura Fascia B)	<b>-0,46</b> <b>+0,36</b>	kN/m <sup>2</sup>
<b>p<sub>2</sub></b> (Pressione vento elementi verticali - Sopravento)	<b>- 0,91</b>	kN/m <sup>2</sup>
<b>p<sub>3</sub></b> (Pressione vento elementi verticali - Sottovento)	<b>- 0,73</b>	kN/m <sup>2</sup>

## 6.6 VARIAZIONI TERMICHE

Nel caso in cui la temperatura non costituisca azione fondamentale per la sicurezza o per la efficienza funzionale della struttura è consentito tener conto, per gli edifici, della sola componente  $\Delta T_u$ , ricavandola direttamente dalla Tab. 3.5.II delle NTC 2018 che viene riportata nel seguito.

Nel caso in cui la temperatura costituisca, invece, azione fondamentale per la sicurezza o per la efficienza funzionale della struttura, l'andamento della temperatura T nelle sezioni degli elementi strutturali deve essere valutato più approfonditamente studiando il problema della trasmissione del calore.

Tabella 3.5.II – Valori di  $\Delta T_u$  per gli edifici

Tipo di struttura	$\Delta T_u$
Strutture in c.a. e c.a.p. esposte	± 15 °C
Strutture in c.a. e c.a.p. protette	± 10 °C
Strutture in acciaio esposte	± 25 °C
Strutture in acciaio protette	± 15 °C

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA</b> <b>TRATTA LERCARA DIR – CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3)</b> <b>FABBRICATI</b>					
	Fabbricato E3 - Tipologico G - Relazione di calcolo	COMMESSA RS3T	LOTTO 30 D 26	CODIFICA CL	DOCUMENTO FA00G0 001	REV. C

Nel caso in esame, si tiene conto della sola componente  $\Delta T_u$  e in particolare si assume  $\Delta T_u = \pm 15 \text{ }^\circ\text{C}$  per tutta la struttura.

## 6.7 EFFETTI AERODINAMICI ASSOCIATI AL PASSAGGIO DEI CONVOGLI

Considerata la notevole distanza dai convogli ferroviari, il presente carico non è applicabile. Pertanto nelle combinazioni saranno assunti nulli i carichi elementari **AerodA**) e **AerodB**).

## 6.8 AZIONE SISMICA

Per la definizione dell'azione sismica sono necessarie delle valutazioni preliminari relative alle seguenti caratteristiche proprie della costruzione (2.4 – NTC2018):

- Vita Nominale ( $V_N$ );
- Classe d'uso ( $C_u$ );
- Periodo di Riferimento ( $V_R$ ).

Si attribuisce una vita nominale  $V_N = 75$  anni e la classe d'uso II con coefficiente d'uso  $C_u=1,5$ , in conformità ai seguenti riferimenti normativi:

- DM 17/01/2018 par. 2.4;
- Circ. 21/01/2019, n. 617 par. C2.4.1 e C2.4.2;
- Decreto 21/10/2003 P.C.M. Dipartimento della Prot. Civile (all.1);
- Manuale di Progettazione delle Opere Civili – RFIDTCSIPSMAlFS001C

Il periodo di riferimento da considerare per il calcolo dell'azione sismica sarà quindi  $V_R = C_u \times V_N = 112,5$  anni.

Le azioni sismiche di progetto, in base alle quali valutare il rispetto dei diversi stati limite considerati, si definiscono a partire dalla "pericolosità sismica di base" del sito di costruzione, ai sensi dell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003. La pericolosità sismica è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa  $a_g$ , nonché di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente, con riferimento a prefissata probabilità di eccedenza  $P_{VR}$  nel periodo di riferimento  $V_R$  (3.2 – NTC2018).

La normativa NTC2018 definisce le forme spettrali, per ciascuna delle probabilità di superamento nel periodo di riferimento  $P_{VR}$ , a partire dai valori dei seguenti parametri su sito di riferimento rigido orizzontale:

- $a_g$  – Accelerazione orizzontale massima al sito;
- $F_0$  – Valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- $TC^*$  - Periodo d'inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA</b> <b>TRATTA LERCARA DIR – CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3)</b> <b>FABBRICATI</b>					
	Fabbricato E3 - Tipologico G - Relazione di calcolo	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
	RS3T	30 D 26	CL	FA00G0 001	C	21 di 105

Nei confronti delle azioni sismiche si definiscono due stati limite di esercizio e due ultimi, che sono individuati riferendosi alle prestazioni della costruzione nel suo complesso (3.2.1 – NTC2018), ai quali corrispondono i valori dei parametri precedentemente definiti.

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, si rende necessario valutare l'effetto della risposta sismica locale mediante specifiche analisi. In assenza di tali analisi, per la definizione dell'azione sismica si può far riferimento a un approccio semplificato, che si basa sull'individuazione di categorie di sottosuolo di riferimento (Tab. 3.2.II e 3.2.III – NTC2018).

Il fabbricato E3 – tipologico G, viene realizzato su 3 diversi piazzali.

Dalla “Relazione geotecnica generale delle opere all'aperto – Lotto 3” si sono individuate le categorie sismiche del sottosuolo per ogni WBS in cui ricadono i piazzali con fabbricato E3:

Piazzali	progr. (km)	G	Cat. Sottosuolo
PT01	5+400	X	C
PT02	7+985		
PT03	16+150		
PT04	17+259		
PT51	22+270		
PT52	25+825	X	C
PT54	28+060		
PT56	36+000		
PT57	35+222		
PT58	38+150		
PT59	40+363	X	C
PT60	42+500		
PT61	43+200		
PT62	44+166		
PT63	45+700		

Considerando la condizione più gravosa che si riscontra per il fabbricato di tipo G, il terreno su cui insiste la costruzione è stato assimilato ad un sottosuolo di *categoria C*.

Nel caso in esame si può assumere una categoria topografica  $T_1$  (Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media  $i \leq 15^\circ$ ).

Lo spettro di risposta elastico in accelerazione è espresso da una forma spettrale (spettro normalizzato) riferita ad uno smorzamento convenzionale del 5%, moltiplicata per il valore dell'accelerazione orizzontale massima  $a_g$  su sito di riferimento rigido orizzontale. Sia la forma spettrale che il valore di  $a_g$  variano al variare della probabilità di superamento nel periodo di riferimento  $P_{VR}$ .

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA</b> <b>TRATTA LERCARA DIR – CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3)</b> <b>FABBRICATI</b>					
	Fabbricato E3 - Tipologico G - Relazione di calcolo	COMMESSA RS3T	LOTTO 30 D 26	CODIFICA CL	DOCUMENTO FA00G0 001	REV. C

Lo spettro di risposta elastico orizzontale è descritto dalle seguenti espressioni, riportate al punto 3.2.3.2.1 – NTC2018:

$$0 \leq T \leq T_B \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left[ \frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_0} \cdot \left( 1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left( \frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left( \frac{T_C \cdot T_D}{T^2} \right)$$

Poiché il fabbricato è dotato di solai che presentano luce inferiore a 8 m, non è stata considerata la componente verticale dell'azione sismica, come stabilito al punto 7.2.2 e al punto 3.2.3.1 delle NTC2018, considerato anche che  $a_g < 0,15g$ .

Agli stati limite ultimi le capacità dissipative delle strutture possono essere considerate attraverso una riduzione delle forze elastiche, tenendo conto in modo semplificato della capacità dissipativa anelastica della struttura, della sua sovraresistenza, dell'incremento del suo periodo proprio a seguito delle plasticizzazioni.

In tal caso lo spettro di progetto da utilizzare, sia per le componenti orizzontali, sia per la componente verticale, è lo spettro elastico corrispondente riferito alla probabilità di superamento nel periodo di riferimento  $P_{VR}$  considerata con le ordinate ridotte sostituendo nelle formule 3.2.4 - NTC2018  $\eta$  con  $1/q$ , dove  $q$  è il fattore di comportamento.

Il valore del fattore di comportamento  $q$  da utilizzare per ciascuna direzione dell'azione sismica, dipende dalla tipologia strutturale, dal suo grado di iperstaticità e dai criteri di progettazione adottati e prende in conto le non linearità di materiale. Esso può essere calcolato mediante la seguente espressione:

$$q = q_0 \cdot K_R$$

dove:

$q_0$  è il valore massimo del fattore di comportamento

$K_R$  è un fattore che dipende dalle caratteristiche di regolarità in altezza della costruzione.

Un problema importante è la scelta del valore base del coefficiente di comportamento  $q_0$ , che risulta legato alla tipologia strutturale ed al livello di duttilità attesa. Osservando le tipologie strutturali riportate al punto 7.4.3.1 – NTC2018 si evince che l'edificio in esame può essere riconducibile ad un sistema a telaio.

Per quanto riguarda il livello di duttilità attesa, si stabilisce di progettare il fabbricato in accordo con un comportamento strutturale dissipativo caratterizzato da Classe di Duttilità bassa (CD" B").

Visto il carattere rilevante che assumono i fabbricati, si decide di progettare le opere inquadrando come Strutture NON Dissipative e il fattore di comportamento al quale si farà riferimento per la

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA</b> <b>TRATTA LERCARA DIR – CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3)</b> <b>FABBRICATI</b>					
	Fabbricato E3 - Tipologico G - Relazione di calcolo	COMMESSA RS3T	LOTTO 30 D 26	CODIFICA CL	DOCUMENTO FA00G0 001	REV. C

definizione dello spettro di progetto è  $q = 1,50$  in accordo con quanto prescritto all Par. 7.3 delle NTC 2018 e successiva Tab. 7.3.I

Per gli stati limite di esercizio lo spettro di progetto da utilizzare, sia per le componenti orizzontali che per la componente verticale, è lo spettro elastico corrispondente, riferito alla probabilità di superamento nel periodo di riferimento  $P_{VR}$ .

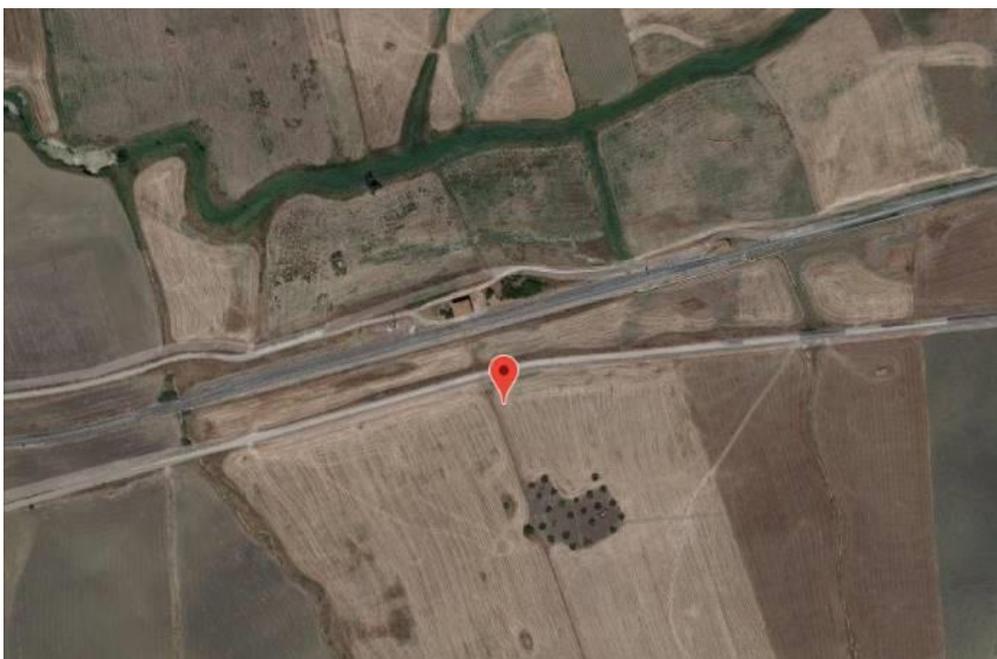
Per una costruzione di Classe III, devono essere effettuate le verifiche riportate nella seguente tabella, estrapolata dalla tabella C7.1.I contenuta nella Circolare 2019:

Stato limite	Descrizione della prestazione	Riferimento norme D.M.17/01/2018	$\eta$
SLO	Contenimento del danno degli elementi non strutturali (spostamenti di interpiano)	§7.3.7.2	1
SLD	Resistenza degli elementi strutturali	§7.3.7.1	2/3
SLV	Resistenza delle strutture	§7.3.6.1	1/q
	Duttilità delle strutture	§7.3.6.2	
	Assenza di collasso fragile ed espulsione di elementi non strutturali	§7.3.6.3	

Gli spettri di risposta di progetto agli stati limite SLD, SLV sono stati determinati facendo riferimento alle condizioni più gravose in cui l'edificio in esame si trova ubicato lungo la tratta in progetto. Si riporta l'elenco dei piazzali e le corrispondenti coordinate geografiche in cui sono ubicati gli edifici di questa tipologia lungo il tracciato di progetto.

### PT01 - Fabbricato PMZ Marcatobianco

PROGRESSIVA [km]	LATITUDINE [-]	LONGITUDINE [-]	$a_g$ [g]	$F_0$ [-]	$T_c^*$ [s]
5+400	37.716589	13.720325	0.109	2.646	0.383



### Stati limite



Classe Edificio

III. Affollamento significativo...



Vita Nominale

75



Interpolazione

Media ponderata

**CU = 1.5**

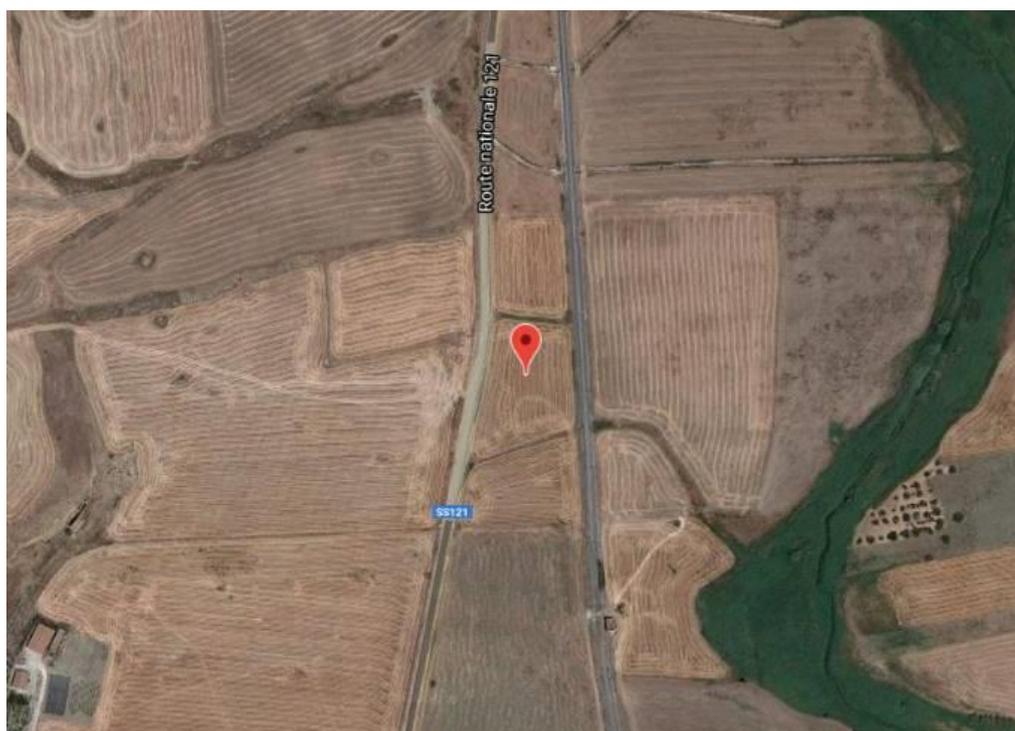
Stato Limite	Tr [anni]	$a_g$ [g]	$F_0$	$T_c^*$ [s]
Operatività (SLO)	68	0.045	2.443	0.277
Danno (SLD)	113	0.054	2.474	0.299
Salvaguardia vita (SLV)	1068	0.109	2.646	0.383
Prevenzione collasso (SLC)	2193	0.130	2.703	0.407
Periodo di riferimento per l'azione sismica:	112.5			

Fabbricato E3 - Tipologico G - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30 D 26	CL	FA00G0 001	C	25 di 105

### PT52 - Fabbricato PM Marianopoli

PROGRESSIVA [km]	LATITUDINE [-]	LONGITUDINE [-]	$a_g$ [g]	$F_0$ [-]	$T_c^*$ [s]
25+825	37.639598	13.897837	0.105	2.632	0.404



### Stati limite



Classe Edificio

III. Affollamento significativo...



Vita Nominale

75



Interpolazione

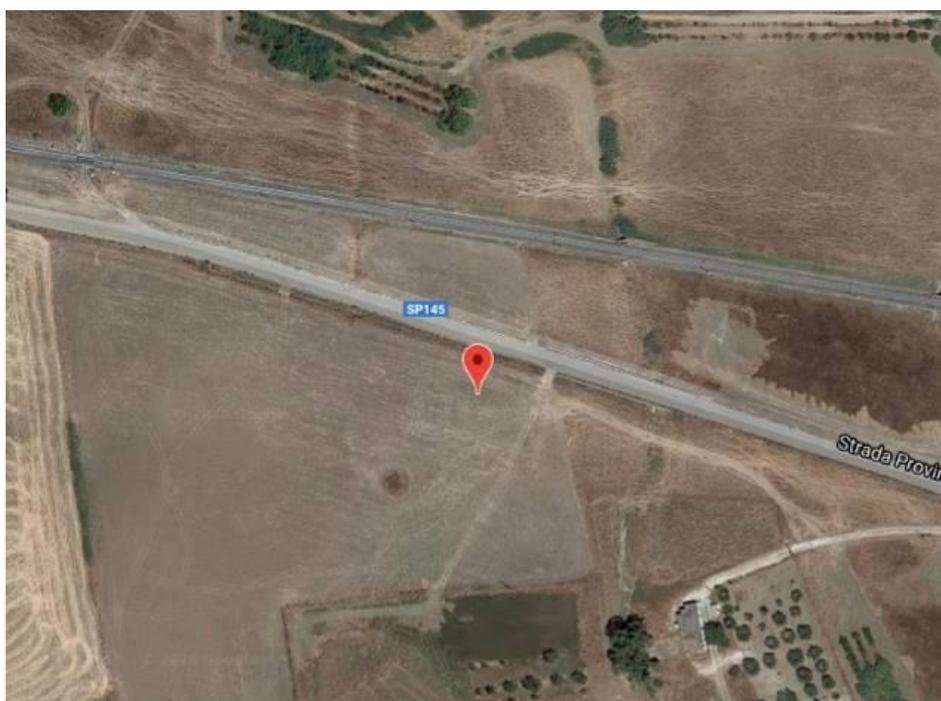
Media ponderata

**CU = 1.5**

Stato Limite	$T_r$ [anni]	$a_g$ [g]	$F_0$	$T_c^*$ [s]
Operatività (SLO)	68	0.043	2.472	0.283
Danno (SLD)	113	0.052	2.486	0.307
Salvaguardia vita (SLV)	1068	0.105	2.632	0.404
Prevenzione collasso (SLC)	2193	0.126	2.694	0.426
Periodo di riferimento per l'azione sismica:	112.5			

### PT59 - Fabbricato PM San Cataldo

PROGRESSIVA [km]	LATITUDINE [-]	LONGITUDINE [-]	$a_g$ [g]	$F_0$ [-]	$T_c^*$ [s]
40+363	37.535372	13.983084	0.093	2.671	0.451



### Stati limite

 Classe Edificio

III. Affollamento significativo...

 Vita Nominale

75

 Interpolazione

Media ponderata

**CU = 1.5**

Stato Limite	$T_r$ [anni]	$a_g$ [g]	$F_0$	$T_c^*$ [s]
Operatività (SLO)	68	0.038	2.523	0.284
Danno (SLD)	113	0.046	2.507	0.317
Salvaguardia vita (SLV)	1068	0.093	2.671	0.451
Prevenzione collasso (SLC)	2193	0.112	2.754	0.500
Periodo di riferimento per l'azione sismica:	112.5			

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA</b> <b>TRATTA LERCARA DIR – CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3)</b> <b>FABBRICATI</b>					
	Fabbricato E3 - Tipologico G - Relazione di calcolo	COMMESSA RS3T	LOTTO 30 D 26	CODIFICA CL	DOCUMENTO FA00G0 001	REV. C

Pertanto sono stati assunti i seguenti parametri sismici:

Cat. Sottosuolo	$a_g/g$	$F_o [-]$	$T_c^* [s]$
C	0,109	2,646	0,383

Gli effetti dell'azione sismica vengono valutati tenendo conto delle masse associate ai carichi gravitazionali dovuti al peso proprio ( $G_1$ ), ai sovraccarichi permanenti ( $G_2$ ) e a un'aliquota ( $\psi_{2j}$ ) dei sovraccarichi accidentali ( $Q_{kj}$ ):

$$G_1 + G_2 + \sum_j \psi_{2j} \cdot Q_{kj}$$

I valori dei coefficienti  $\psi_{2j}$  sono riportati nella Tabella 2.5.1 – NTC2018. Nel caso in esame i sovraccarichi accidentali che possono essere sottoposti ad eccitazione sismica sono:

- per il solaio di copertura, la neve ed il vento per copertura presentano  $\psi_{2j} = 0$ ;
- per il solaio di copertura, il sovraccarico variabile agente presenta  $\psi_{2j} = 0$ .

Per tener conto della variabilità spaziale del moto sismico, nonché di eventuali incertezze nella localizzazione delle masse, al centro di massa deve essere attribuita un'eccentricità accidentale rispetto alla sua posizione quale deriva dal calcolo. Per gli edifici, gli effetti dell'eccentricità accidentale del centro di massa possono essere determinati mediante l'applicazione di carichi statici costituiti da momenti torcenti di valore pari alla risultante orizzontale della forza agente al piano, moltiplicata per l'eccentricità accidentale del baricentro delle masse rispetto alla sua posizione di calcolo. In assenza di più accurate determinazioni l'eccentricità accidentale in ogni direzione non può essere considerata inferiore a 0.05 volte la dimensione dell'edificio misurata perpendicolarmente alla direzione di applicazione dell'azione sismica.

Gli effetti delle forze equivalenti dovute all'eccentricità accidentale, vengono portati in conto nella combinazione sismica, sommandoli al contributo delle sollecitazioni che si ottengono a valle dell'analisi dinamica lineare con spettro di risposta.

Come metodo di analisi per determinare gli effetti dell'azione sismica si è scelto di utilizzare l'analisi dinamica lineare o analisi modale con spettro di risposta, nella quale l'equilibrio è trattato dinamicamente e l'azione sismica è modellata direttamente attraverso lo spettro di progetto.

L'analisi dinamica lineare consiste:

- nella determinazione dei modi di vibrare della costruzione (analisi modale);
- nel calcolo degli effetti dell'azione sismica, rappresentata dallo spettro di risposta di progetto, per ciascuno dei modi di vibrare individuati;
- nella combinazione di questi effetti.

Come prescritto dalle NTC 2018 al paragrafo 7.3.3.1, devono essere considerati tutti i modi di vibrare con massa partecipante significativa. E' opportuno a tal riguardo considerare tutti i modi con massa partecipante superiore al 5% e comunque un numero di modi la cui massa partecipante totale sia superiore all'85%. Per la combinazione degli effetti relativi ai singoli modi, deve essere utilizzata una

combinazione quadratica completa (CQC) degli effetti relativi a ciascun modo, secondo quanto definito al punto 7.3.3.1 delle NTC2018.

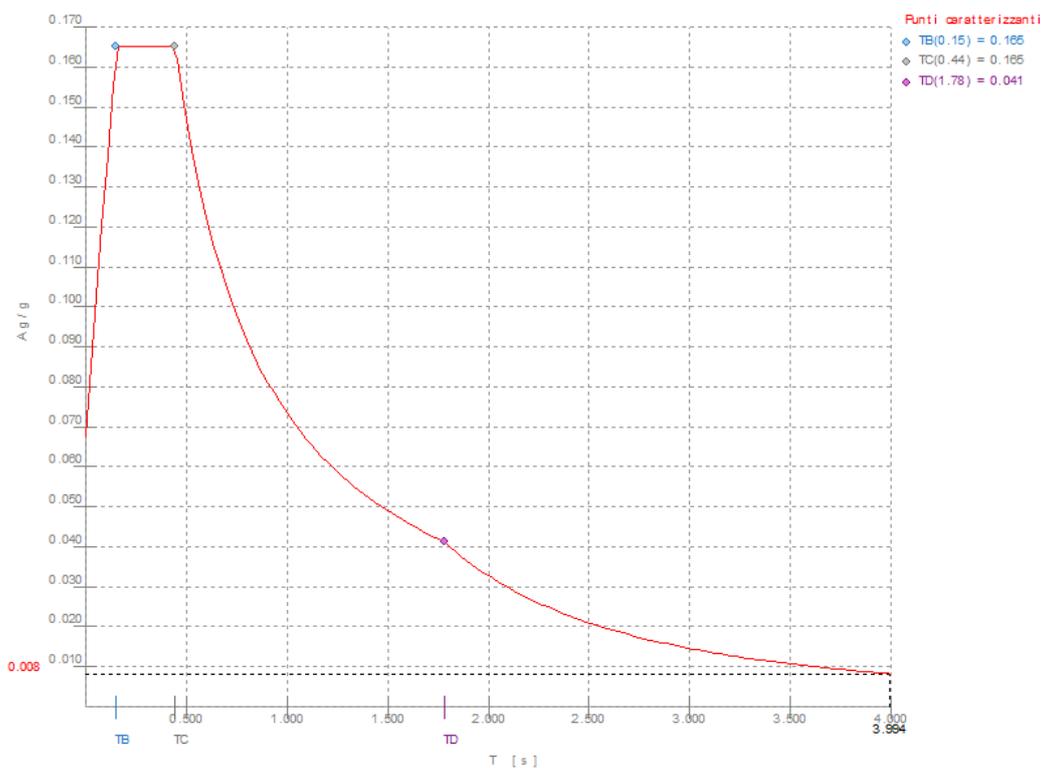
La risposta della struttura viene calcolata separatamente per ciascuna delle due componenti dell'azione sismica orizzontale; gli effetti sulla struttura, in termini di sollecitazioni e spostamenti, sono poi combinati applicando le seguenti espressioni:

$$1.00 \cdot E_x + 0.30 \cdot E_y$$

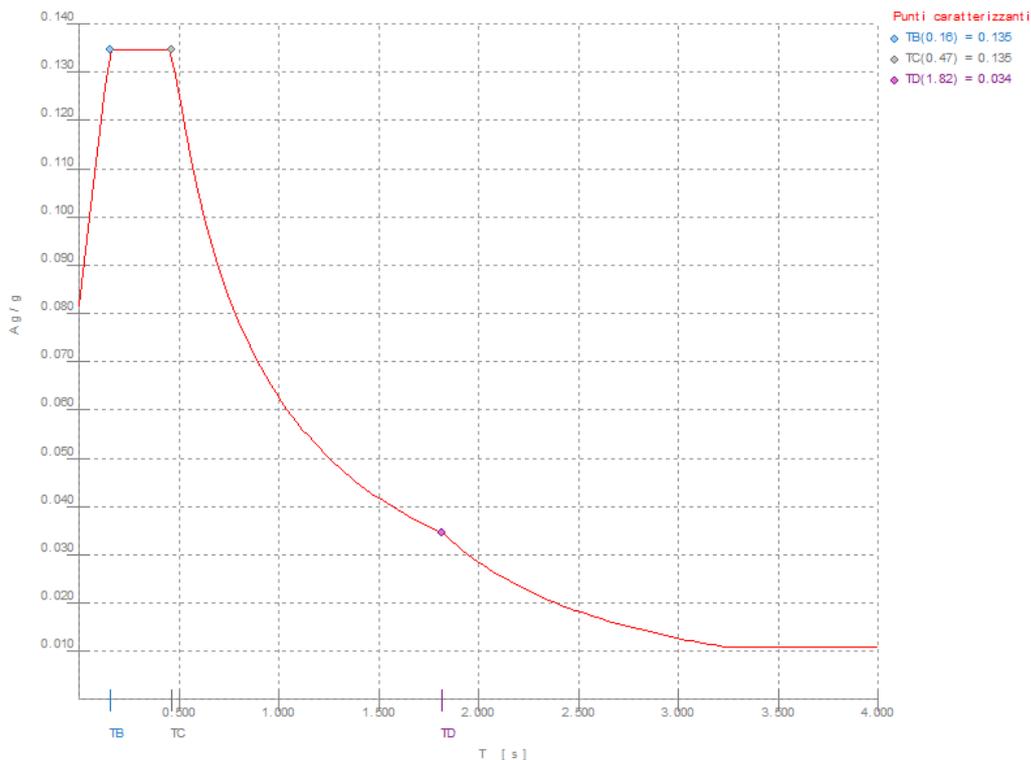
$$1.00 \cdot E_y + 0.30 \cdot E_x$$

Si è infine provveduto a combinare gli effetti dell'analisi spettrale ai differenti stati limite con quelli provocati dalle forze equivalenti all'eccentricità accidentale.

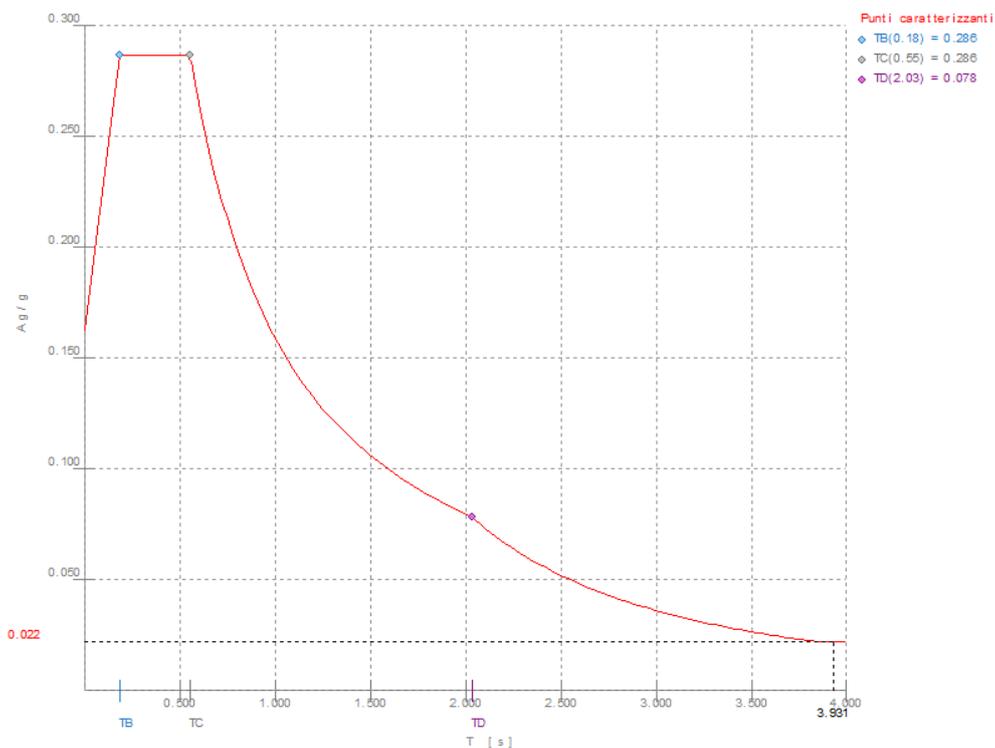
Si riportano di seguito i diagrammi degli spettri:



**Spettro SLO**



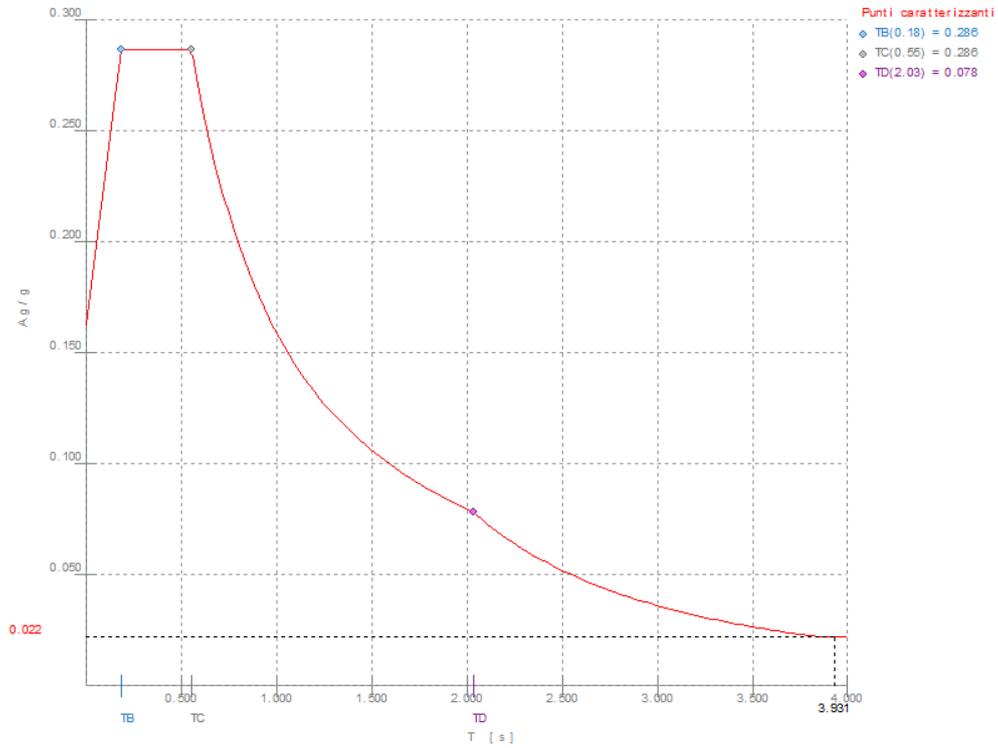
**Spettro SLD**



**Spettro SLV**

Fabbricato E3 - Tipologico G - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30 D 26	CL	FA00G0 001	C	30 di 105



**Spettro SND**

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA</b> <b>TRATTA LERCARA DIR – CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3)</b> <b>FABBRICATI</b>					
	Fabbricato E3 - Tipologico G - Relazione di calcolo	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
	RS3T	30 D 26	CL	FA00G0 001	C	31 di 105

## 7 MODELLO STRUTTURALE E COMBINAZIONI DI CARICO

### 7.1 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 una platea.

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.

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 platea 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.

Per la modellazione del terreno si considera quindi la trave su suolo elastico, modellata con l'utilizzo di molle alla Winkler, aventi la seguente rigidezza (Vesic, 1965):

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA LERCARA DIR – CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3) FABBRICATI					
	Fabbricato E3 - Tipologico G - Relazione di calcolo	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
	RS3T	30 D 26	CL	FA00G0 001	C	32 di 105

$$K = \frac{0.65E}{1-\nu^2} \sqrt[12]{\frac{Eb^4}{(EJ)_{fond}}}$$

E= **30000** kN/mq  
 ν= **0,25**

modulo elastico del terreno  
 coeff. di Poisson

#### Platea di fondazione

b= **6** m

dimensione trasversale platea

h= **0,4** m

altezza platea

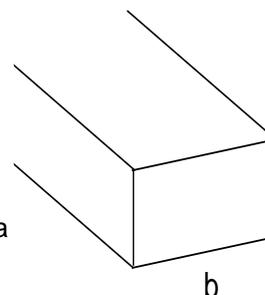
J= **0,032** m<sup>4</sup>

inerzia platea

Rck= **30** Mpa

Ec= **31220186** kN/mq

modulo di elasticità cls



**K= 28221 kN/mc** modulo di reazione lineare sulla trave

Tenendo conto del fatto che tutti gli edifici hanno una larghezza di circa 6 m, il calcolo riportato precedentemente risulta essere la condizione peggiore per tutti i tipologici degli edifici.

A favore di sicurezza si utilizza  $K=25000 \text{ kN/m}^3$ .

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.

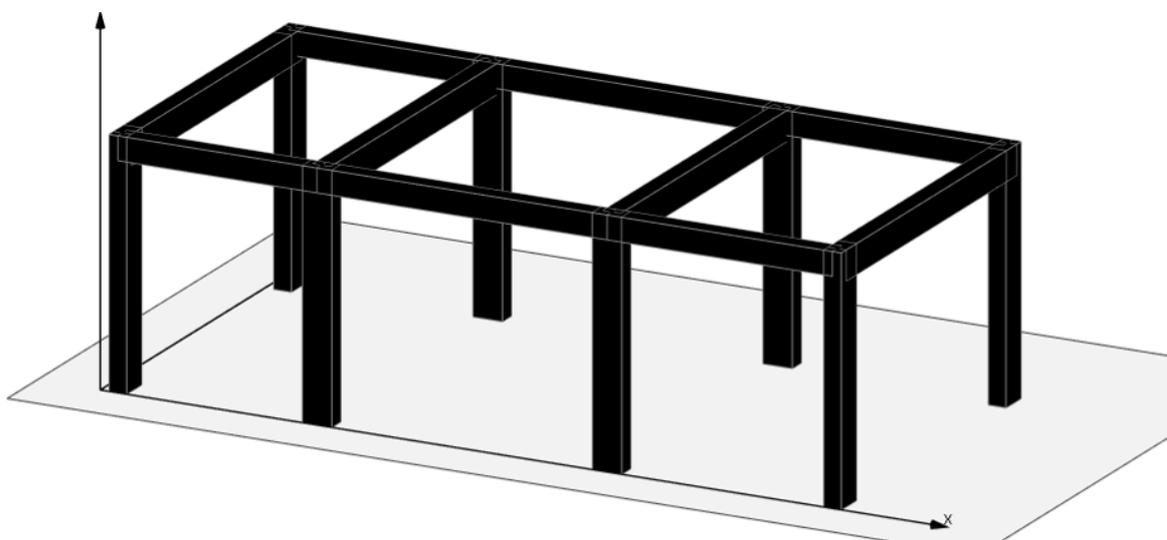
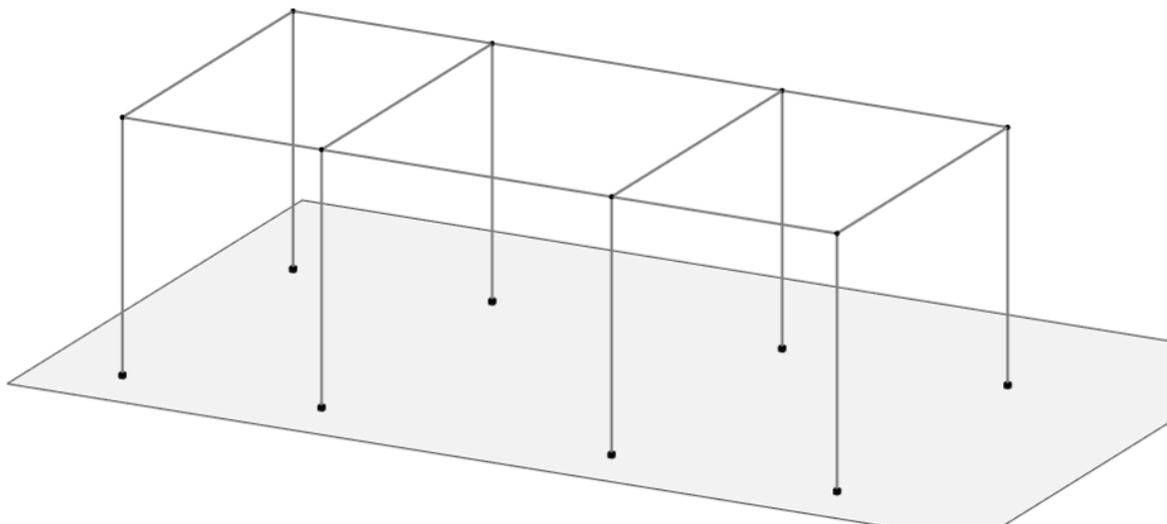


Figura 7.1-1 - Vista estrusa del modello.

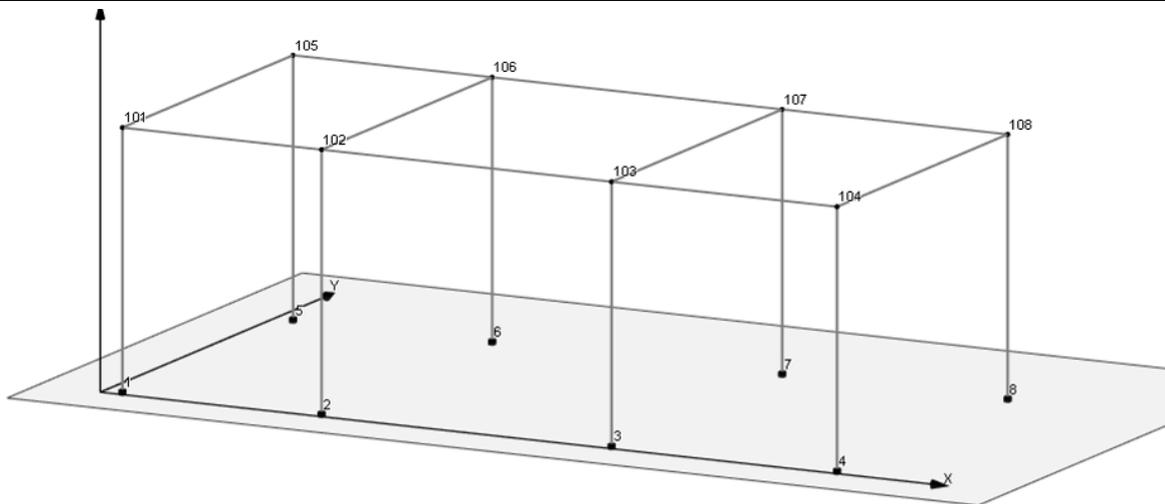


Figura 7.1-2 Numerazione nodi.

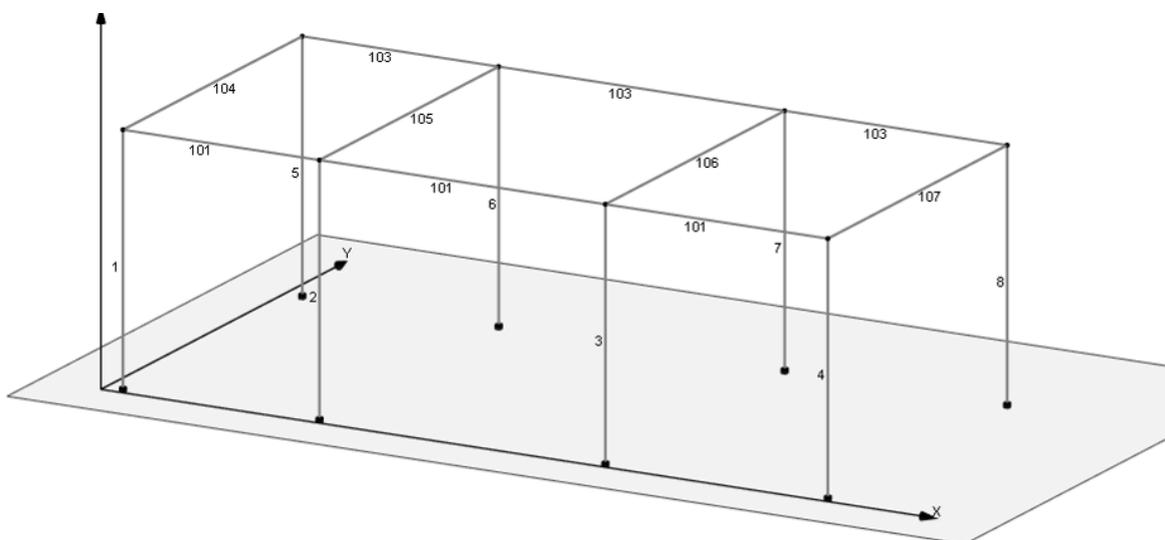


Figura 7.1-3 Modello di calcolo – Numerazione aste.

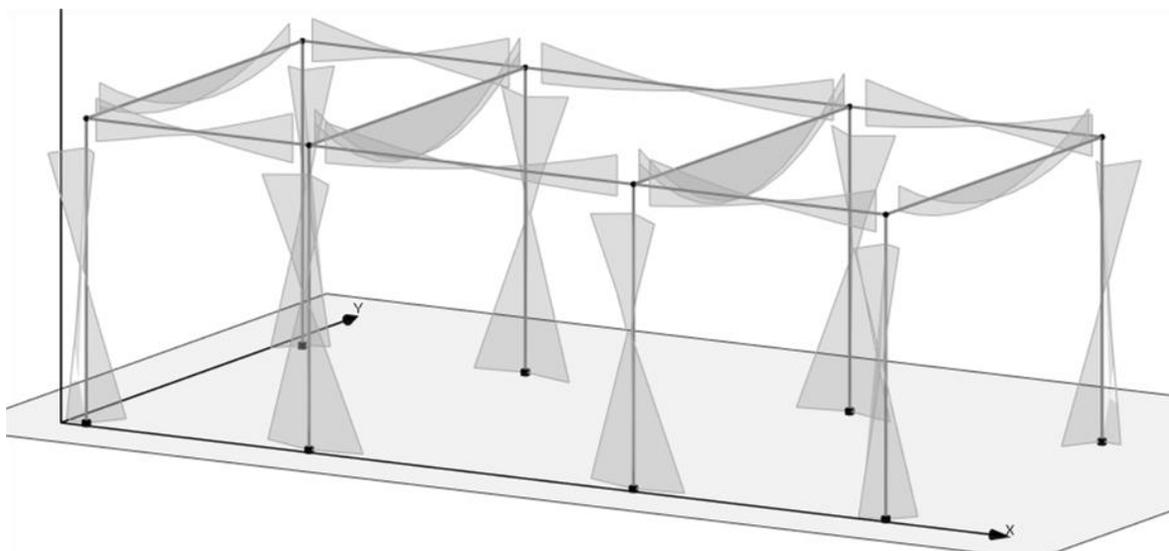


Figura 7.1-4 Diagramma dei momenti  $M_3$  – COMB\_INV\_SLV\_CC1

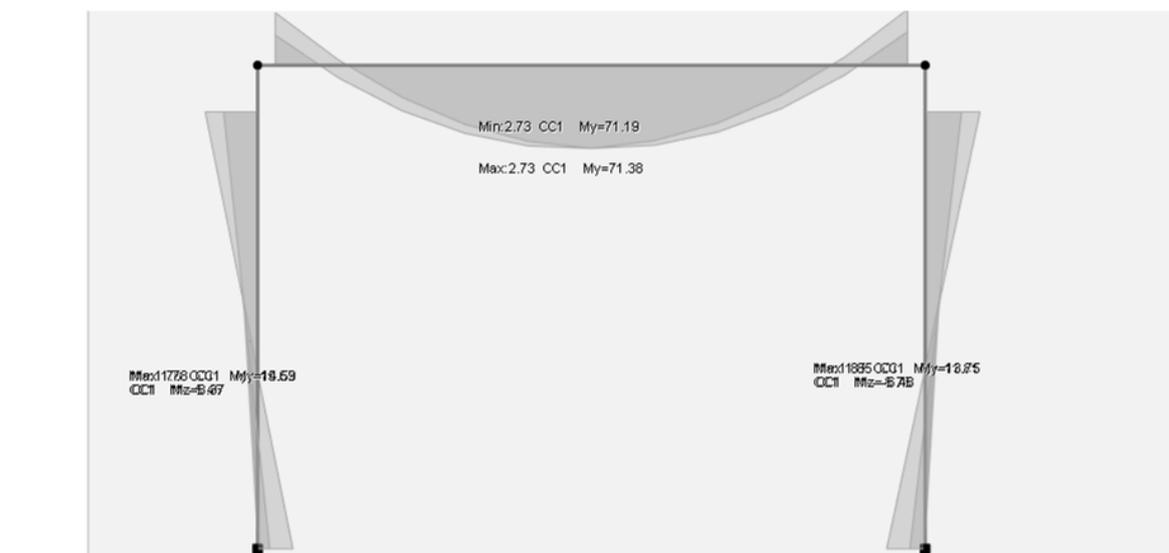


Figura 7.1-5 Diagramma dei momenti  $M_3$  - COMB\_INV\_SLV\_CC1 – Telaio interno

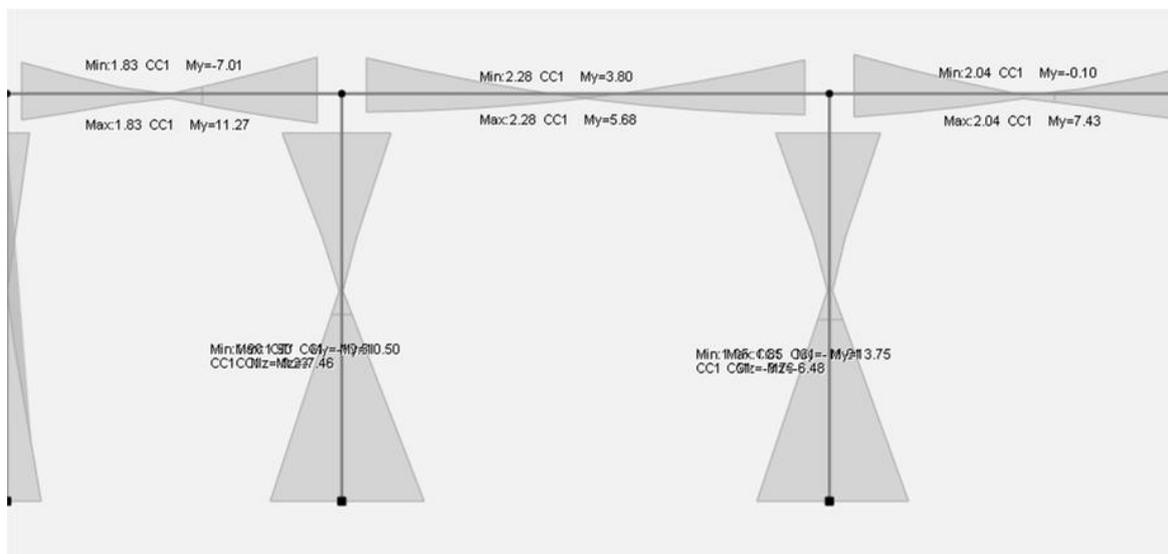


Figura 7.1-6 Diagramma dei momenti M3 – COMB\_INV\_SLV\_CC1 – Telaio longitudinale.

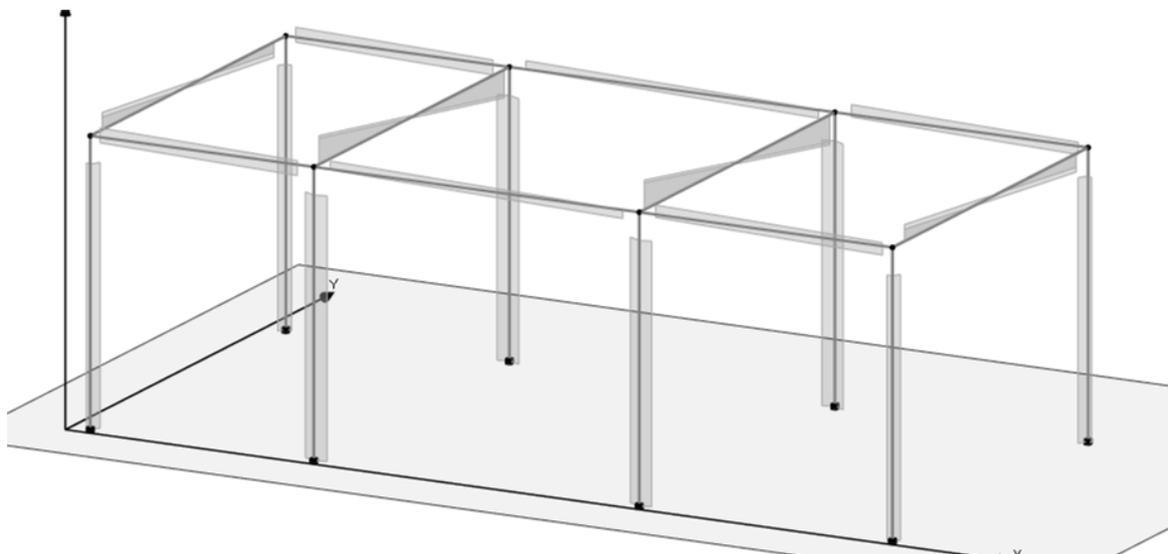


Figura 7.1-7 Diagramma del taglio V2 – COMB\_INV\_SLV\_CC1.

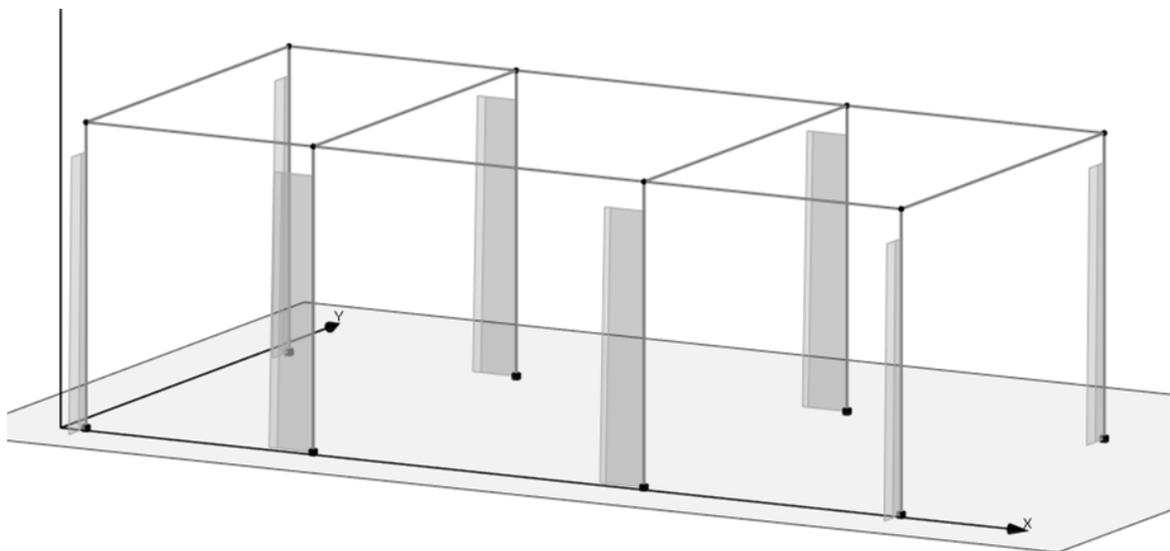


Figura 7.1-8 Diagramma dello sforzo assiale P – COMB\_INV\_SLV\_CC1.

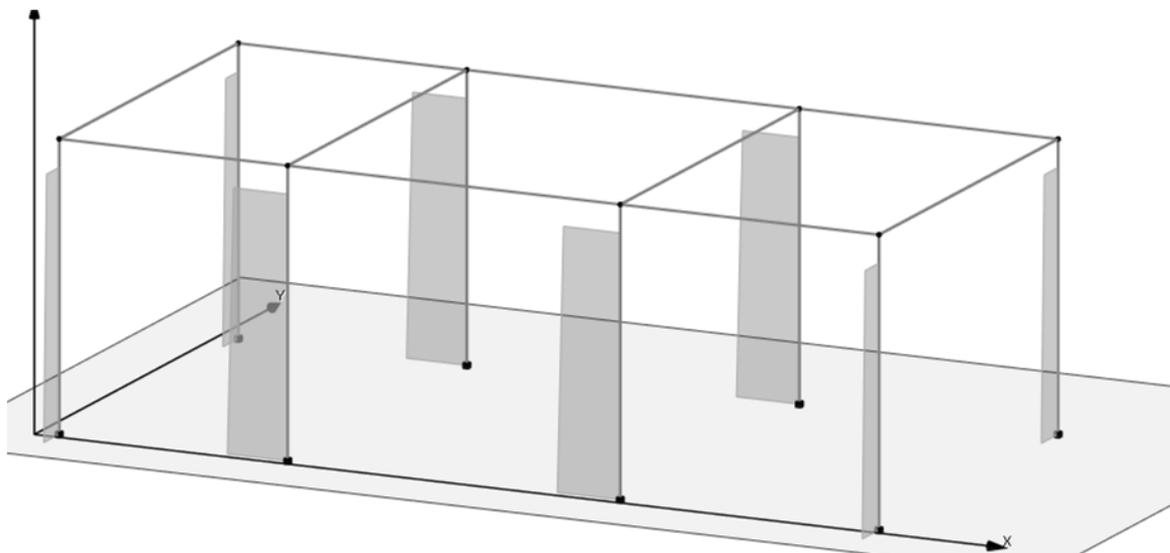


Figura 7.1-9 Diagramma dello sforzo assiale P – COMB\_INV\_SLU\_CC25.

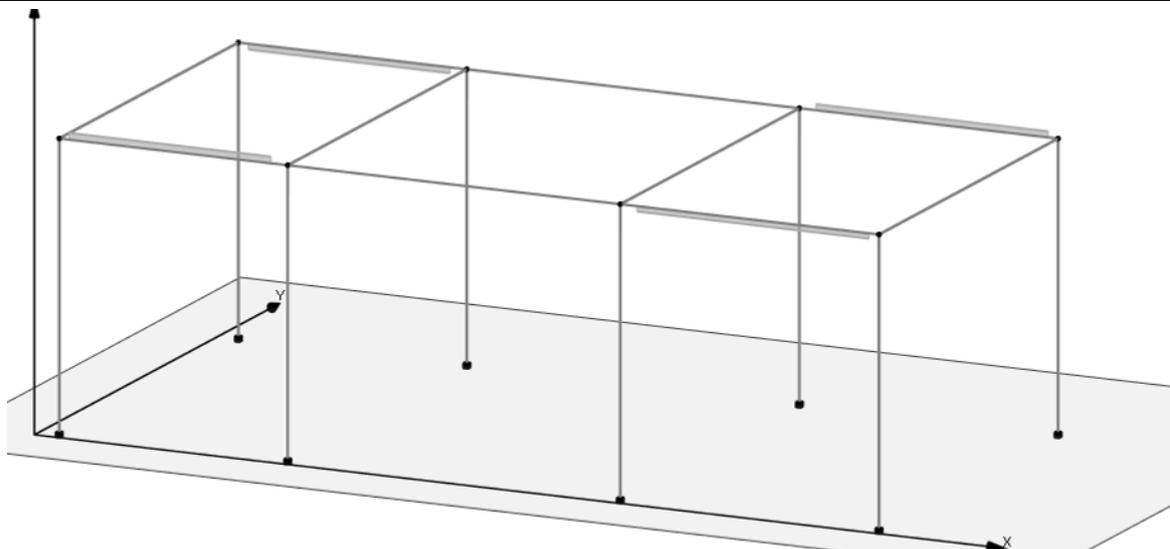


Figura 7.1-10 Diagramma della torsione T- COMB\_INV\_SLU.

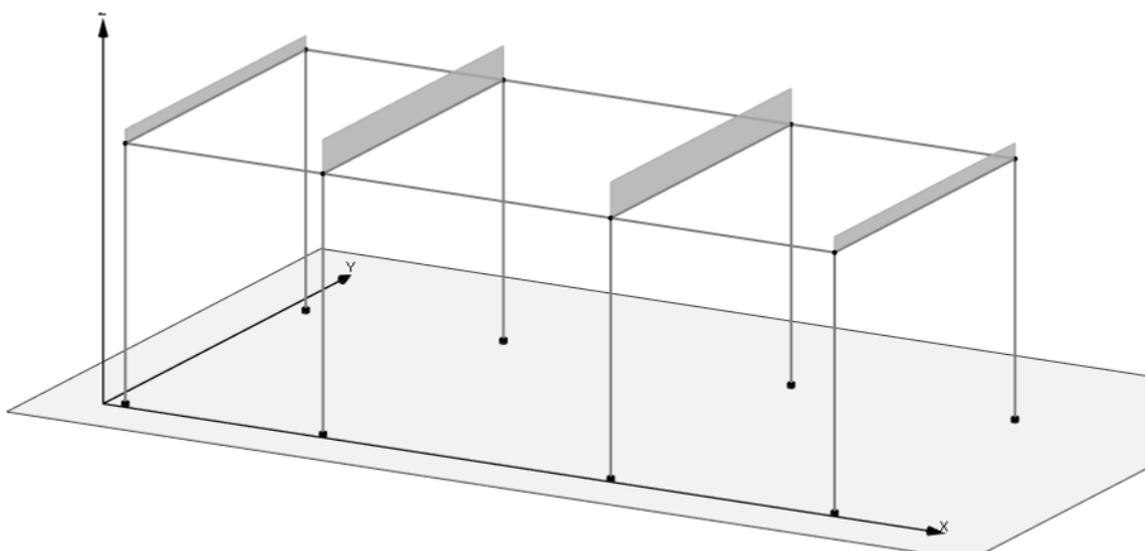


Figura 7.1-11 Schemi di carico - Permanenti portati solai

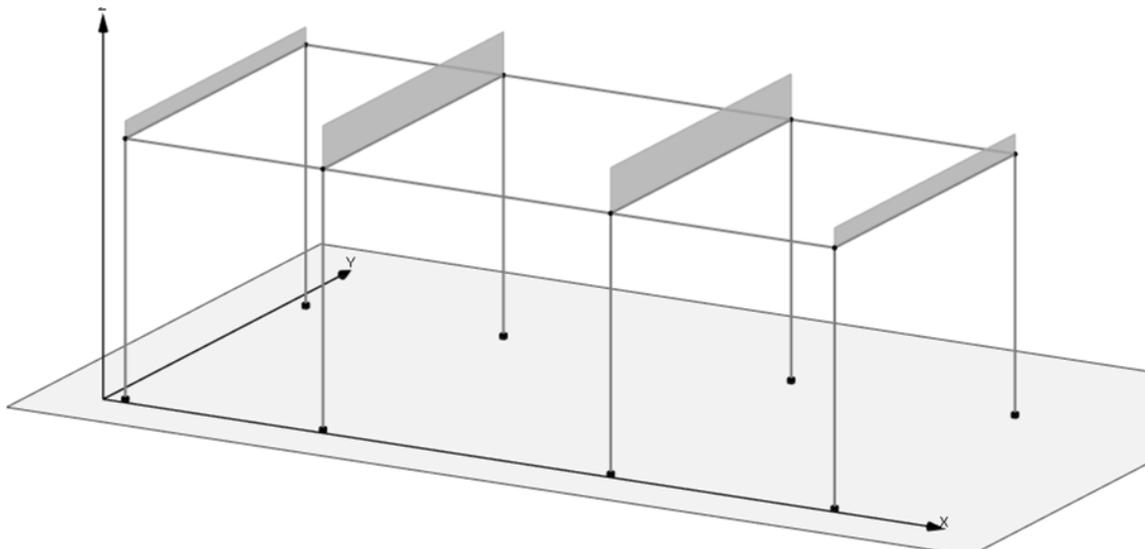


Figura 7.1-12 Schemi di carico – Pesi propri solai

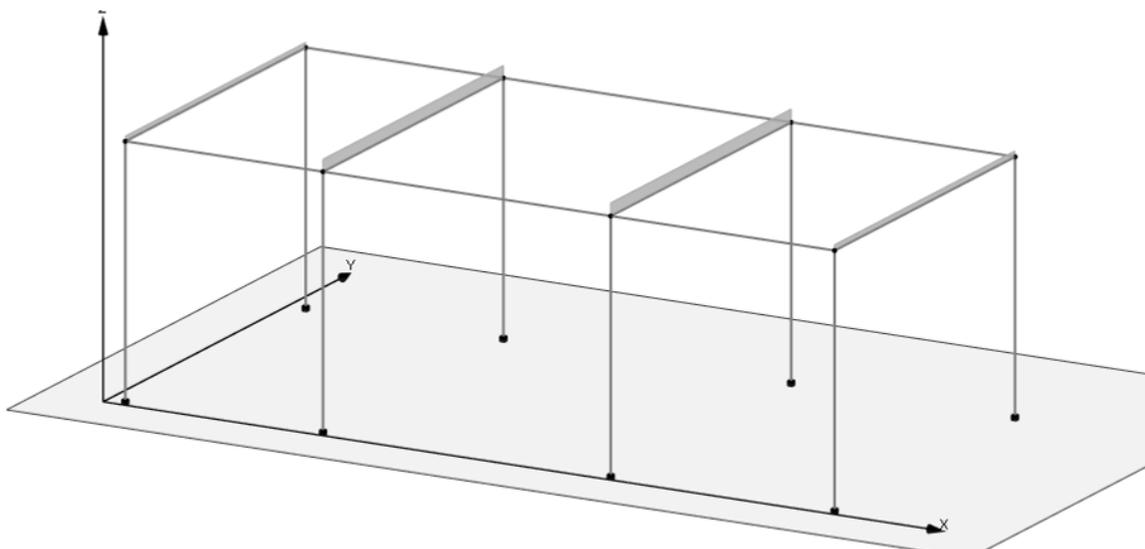


Figura 7.1-13 Schemi di carico – Accidentali solai

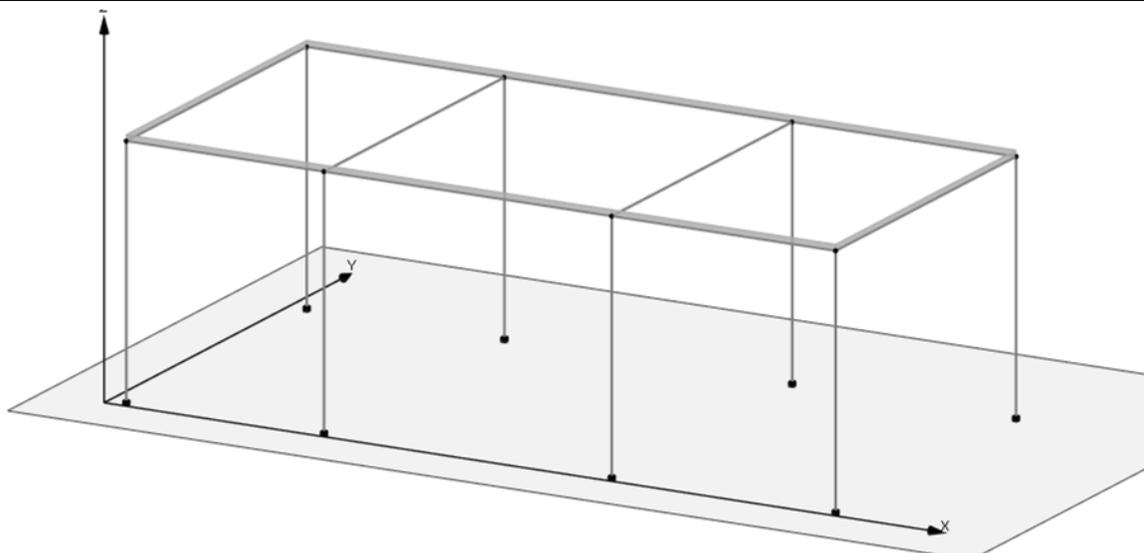


Figura 7.1-14 Schemi di carico - Tamponature

## 7.2 COMBINAZIONI DELLE AZIONI

Ai fini delle verifiche degli stati limite si definiscono le seguenti combinazioni delle azioni (2.5.3 – NTC2018).

- Combinazione fondamentale, generalmente impiegata per gli stati limite ultimi (SLU):

$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \gamma_{Q3} \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots$$

- Combinazione caratteristica (rara), generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili:

$$G_1 + G_2 + P + Q_{k1} + \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots$$

- Combinazione caratteristica (frequente), generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) reversibili:

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots$$

- Combinazione caratteristica (quasi permanente), generalmente impiegata per gli effetti a lungo termine (SLE):

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots$$

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

$$E + G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots$$

Dove:

- Azioni Permanenti (G);
- Azioni Variabili (Q);
- Azioni di Precompressione (P);
- Azioni Eccezionali (A);
- Azioni Sismiche (E);

Le combinazioni delle azioni che sono state adottate per lo SLU sono riportate nelle tabelle seguenti, indicando nella casella, corrispondente all'azione coinvolta, il moltiplicatore dei carichi in funzione della combinazione considerata. Per quanto riguarda le azioni aerodinamiche generate dal transito dei convogli, sono stati utilizzati coefficienti di combinazione  $\Psi$  riportati nella tabella 5.2.VI delle NTC2018.

Si precisa che, data la simmetria della struttura, si sono individuate le combinazioni delle azioni tali da risultare maggiormente gravose e sbilanciati per la costruzione in esame.

Per quanto concerne la combinazione delle altre azioni con l'azione sismica è necessario garantire il rispetto degli stati limite, quali definiti al punto 3.2.1 – NTC2018, effettuando opportune verifiche di sicurezza. Ciascuna di esse garantisce, per ogni stato limite, quindi per il corrispettivo livello di azione sismica, il raggiungimento di una data prestazione da parte della costruzione nel suo complesso. Le verifiche di sicurezza da effettuare sono riepilogate in funzione della classe d'uso nella tabella C7.1.I – Circolare2019. A riguardo, si evidenzia che le verifiche allo stato limite di collasso (SLC) devono essere eseguite necessariamente sulle sole costruzioni provviste di isolamento sismico.

- Combinazioni di carico sismiche SLV SND SLO

CC	Commento	TCC	An.	Bk	1	2	3	4	5	6	7	8	Mt	±S X	±S Y
1	Amb. 1 (SLU S) S M	SLV+SND	L		1.00	1.00	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	0.30
2	Amb. 1 (SLE) S Mt+	SLD	L		1.00	1.00	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	0.30
3	Amb. 1 (SLE) S Mt+	SLO	L		1.00	1.00	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	0.30
4	Amb. 1 (SLU S) S M	SLV+SND	L		1.00	1.00	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	-0.30
5	Amb. 1 (SLE) S Mt+	SLD	L		1.00	1.00	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	-0.30
6	Amb. 1 (SLE) S Mt+	SLO	L		1.00	1.00	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	-0.30
7	Amb. 1 (SLU S) S M	SLV+SND	L		1.00	1.00	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.30	1.00
8	Amb. 1 (SLE) S Mt+	SLD	L		1.00	1.00	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.30	1.00
9	Amb. 1 (SLE) S Mt+	SLO	L		1.00	1.00	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.30	1.00
10	Amb. 1 (SLU S) S M	SLV+SND	L		1.00	1.00	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	-0.30	1.00
11	Amb. 1 (SLE) S Mt-	SLD	L		1.00	1.00	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	-0.30	1.00
12	Amb. 1 (SLE) S Mt-	SLO	L		1.00	1.00	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	-0.30	1.00
13	Amb. 1 (SLU S) S -	SLV+SND	L		1.00	1.00	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	-1.00	1.00	0.30
14	Amb. 1 (SLE) S -Mt	SLD	L		1.00	1.00	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	-1.00	1.00	0.30
15	Amb. 1 (SLE) S -Mt	SLO	L		1.00	1.00	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	-1.00	1.00	0.30
16	Amb. 1 (SLU S) S -	SLV+SND	L		1.00	1.00	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	-1.00	1.00	-0.30
17	Amb. 1 (SLE) S -Mt	SLD	L		1.00	1.00	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	-1.00	1.00	-0.30
18	Amb. 1 (SLE) S -Mt	SLO	L		1.00	1.00	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	-1.00	1.00	-0.30
19	Amb. 1 (SLU S) S -	SLV+SND	L		1.00	1.00	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	-1.00	0.30	1.00
20	Amb. 1 (SLE) S -Mt	SLD	L		1.00	1.00	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	-1.00	0.30	1.00
21	Amb. 1 (SLE) S -Mt	SLO	L		1.00	1.00	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	-1.00	0.30	1.00
22	Amb. 1 (SLU S) S -	SLV+SND	L		1.00	1.00	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	-1.00	-0.30	1.00
23	Amb. 1 (SLE) S -Mt	SLD	L		1.00	1.00	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	-1.00	-0.30	1.00
24	Amb. 1 (SLE) S -Mt	SLO	L		1.00	1.00	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	-1.00	-0.30	1.00

Fabbricato E3 - Tipologico G - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30 D 26	CL	FA00G0 001	C	42 di 105

- Combinazioni di carico SLU SLE

25	Amb. 2 (SLU)	SLU	L	1.30	1.30	1.50	1.50	1.50	0.00	1.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
26	Amb. 2 (SLE R)	SLE R	L	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
27	Amb. 2 (SLE F)	SLE F	L	1.00	1.00	1.00	0.20	1.00	0.00	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
28	Amb. 2 (SLE Q)	SLE Q	L	1.00	1.00	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
29	Amb. 3 (SLU)	SLU	L	1.30	1.30	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
30	Amb. 3 (SLU)	SLU	L	1.30	1.30	1.50	1.50	1.50	0.90	1.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
31	Amb. 3 (SLE R)	SLE R	L	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
32	Amb. 3 (SLE R)	SLE R	L	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.60	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
33	Amb. 3 (SLE F)	SLE F	L	1.00	1.00	1.00	0.20	1.00	0.20	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
34	Amb. 3 (SLE F)	SLE F	L	1.00	1.00	1.00	0.20	1.00	0.00	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
35	Amb. 3 (SLE Q)	SLE Q	L	1.00	1.00	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
36	Amb. 4 (SLU)	SLU	L	1.30	1.30	1.50	1.50	1.50	0.00	1.50	1.50	0.00	0.00	0.00	0.00
37	Amb. 4 (SLU)	SLU	L	1.30	1.30	1.50	1.50	1.50	0.00	1.50	0.90	0.00	0.00	0.00	0.00
38	Amb. 4 (SLE R)	SLE R	L	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
39	Amb. 4 (SLE R)	SLE R	L	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	1.00	0.60	0.00	0.00	0.00	0.00
40	Amb. 4 (SLE F)	SLE F	L	1.00	1.00	1.00	0.20	1.00	0.00	0.50	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00
41	Amb. 4 (SLE F)	SLE F	L	1.00	1.00	1.00	0.20	1.00	0.00	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
42	Amb. 4 (SLE Q)	SLE Q	L	1.00	1.00	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

- Condizioni di carico elementari

CCE	Commento	Tipo CCE	Sic.	Var.	Peso	C. A.	Dir.	Tipo	s	Mx	My	Mz	Jpx	Jpy	Jpz
1	Peso proprio	1 D.M. 18 Permanenti	a sfavore		<input checked="" type="checkbox"/>	P			1.00	1.0	1.0	0.0	0.0	0.0	1.0
2	Peso proprio solai	1 D.M. 18 Permanenti	a sfavore		<input type="checkbox"/>	QPS			1.00	1.0	1.0	0.0	0.0	0.0	1.0
3	Permanente solai	2 D.M. 18 Permanenti	a sfavore		<input type="checkbox"/>	QPN			1.00	1.0	1.0	0.0	0.0	0.0	1.0
4	Accidentali copertura	12 D.M. 18 Variabili N	a sfavore	di base	<input type="checkbox"/>	QA			1.00	1.0	1.0	0.0	0.0	0.0	1.0
5	Tamponature	2 D.M. 18 Permanenti	a sfavore		<input type="checkbox"/>				1.00	1.0	1.0	0.0	0.0	0.0	1.0
6	Vento X	11 D.M. 18 Variabili	a sfavore	ambigua	<input type="checkbox"/>		0	Massimizzata	1.00						
7	Variazione termica	10 D.M. 18 Variabili	a sfavore	di base	<input type="checkbox"/>				1.00	1.0	1.0	0.0	0.0	0.0	1.0
8	Vento Y	11 D.M. 18 Variabili	a sfavore	ambigua	<input type="checkbox"/>		90	Massimizzata	1.00						

### 7.3 ANALISI MODALE

L'analisi a spettro di risposta cerca la risposta più probabile alle equazioni di equilibrio dinamico associate alla risposta della struttura al moto del suolo. L'accelerazione del suolo dovuta ad un terremoto in ogni direzione viene espressa come una curva di spettro di risposta della pseudo-accellerazione spettrale in funzione del periodo della struttura.

Anche se le accelerazioni possono essere specificate in 3 direzioni, viene prodotto un unico risultato positivo per ciascuna quantità in risposta; le quantità in risposta comprendono spostamenti, forze e tensioni. Ciascun risultato calcolato rappresenta una misura statistica della grandezza più probabile di quella particolare quantità in risposta. È da attendersi che la vera risposta sia compresa in un intervallo che va dal valore positivo a quello negativo del valore trovato.

L'analisi a spettro di risposta viene eseguita usando la sovrapposizione dei modi, ricavati usando l'analisi agli autovettori. Per una data direzione di accelerazione, la risposta modale è calcolata su tutta la struttura per ciascuno dei modi di vibrazione: questi valori modali, per una data quantità in risposta, vengono combinati per produrre un unico risultato positivo per quella data direzione di accelerazione, usando il metodo CQC.

Si riportano nella tabella e nelle immagini seguenti i risultati dell'analisi modale condotta sulla struttura.

**Elenco modi di vibrare, masse partecipanti e coefficienti di partecipazione**

**Simbologia**

Modo = Numero del modo di vibrare

C = \* indica che il modo è stato considerato

T = Periodo

Diff. = Minima differenza percentuale dagli altri periodi

$\Phi_x$  = Coefficiente di partecipazione in dir. X

$\Phi_y$  = Coefficiente di partecipazione in dir. Y

$\Phi_z$  = Coefficiente di partecipazione in dir. Z

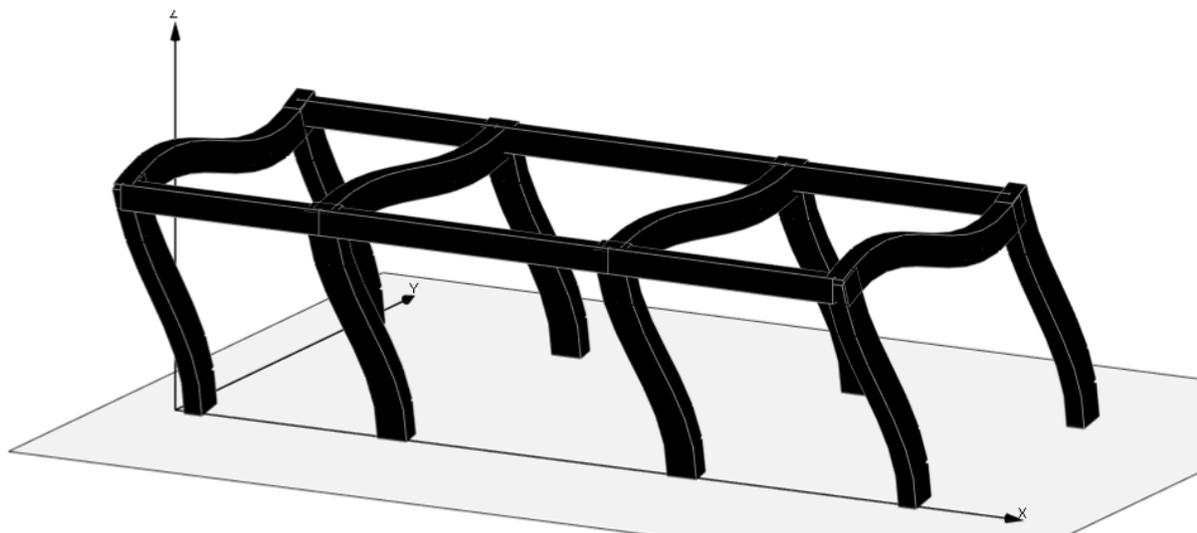
%Mx = Percentuale massa partecipante in dir. X

%My = Percentuale massa partecipante in dir. Y

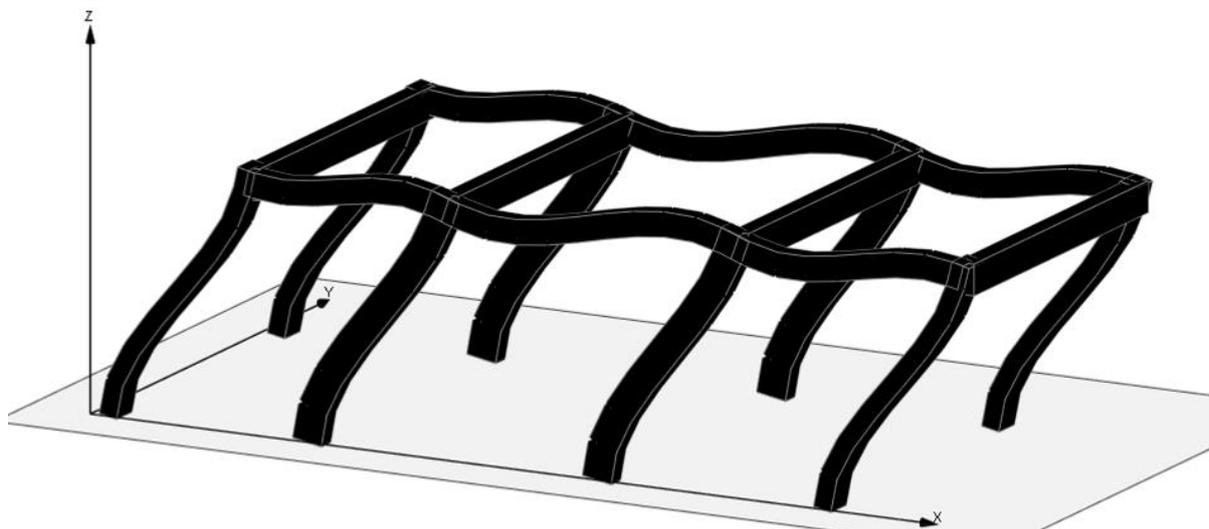
%Mz = Percentuale massa partecipante in dir. Z

%Jpz = Percentuale momento d'inerzia polare partecipante intorno all'asse Z

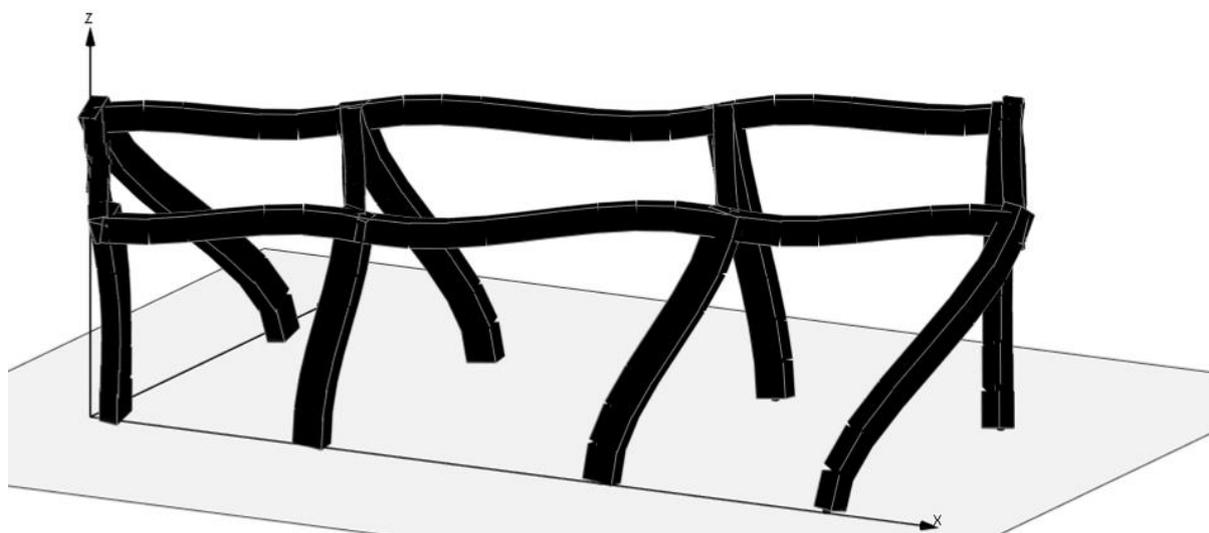
Modo	C	T	Diff.	$\Phi_x$	$\Phi_y$	$\Phi_z$	%Mx	%My	%Mz	%Jpz
1*		0.19	2.61	-0.00	-84.64	0.00	0.00	99.99	0.00	0.01
2*		0.19	2.61	84.64	-0.00	0.00	100.00	0.00	0.00	0.00
3*		0.14	36.19	0.00	-0.98	0.00	0.00	0.01	0.00	99.99
Tot.cons.							100.00	100.00	0.00	100.00



Modo 1



*Modo 2*



*Modo 3*

## 8 VERIFICHE STRUTTURALI

Di seguito si riportano le verifiche relative agli elementi strutturali principali della struttura.

### 8.1 SOLAIO DI COPERTURA

Il solaio si considera, a vantaggio di sicurezza, come una trave semplicemente appoggiata, con campata di luce pari a  $L = 4.95$  m.

Con riferimento all'analisi dei carichi, di seguito si riportano le caratteristiche di sollecitazioni significative. La verifica viene condotta in riferimento al singolo travetto (interasse  $i = 0.54$  m).

Si considera agente il peso proprio dell'intero solaio, il carico della neve, il carico del vento ed il sovraccarico variabile. Lo schema è quello di trave semplicemente appoggiata per il dimensionamento della sezione in campata e di trave doppiamente incastrata per le sezioni di appoggio.

### Verifica di SLU a flessione

#### Geometria

Misure in centimetri

#### Tipo di solaio

Con blocchi in POLISTIROLO

#### Controllo limiti geometrici

Luce massima consigliata (snellezza 25) (m)  
Larghezza dei blocchi calcolata (cm)  
Larghezza max dei blocchi in laterizio (cm)  
Larghezza min. nervature per blocchi in laterizio (cm)  
Interasse max nervature per blocchi in laterizio (cm)

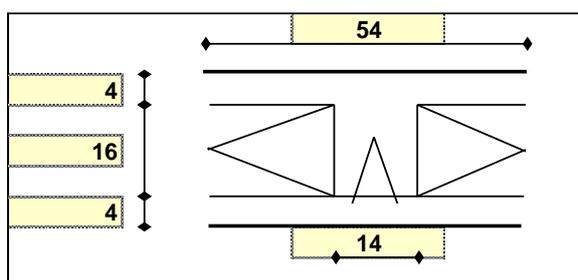
#### Luci e carichi

Luci (m)  
Peso proprio solaio calcolato (daN/mq.)  
Peso proprio solaio adottato (daN/mq.)  
Sovr. perm. compiutamente definiti (daN/mq.)  
Sovr. perm. non-compiutamente definiti (daN/mq.)  
Sovr. variabili (daN/mq.)  
Carichi totali (daN/m)

#### Momento d'incastro negativo alle due estremità

#### Categoria del carico variabile

Cat. H Coperture



L max	4,95
Largh.	40
Largh.	
b min	
i max	

L	4,95
p.p. calc	328
p.p.	328
g1	0
g2	260
q	95
tot	683

x sx	36	36	x dx
Mg1 sx	-121	-121	Mg1 dx
Mg2 sx	-96	-96	Mg2 dx
Mq sx	-35	-35	Mq dx
Mtot sx	-251	-251	Mtot dx

$\psi_0$	0,0
$\psi_1$	0,0
$\psi_2$	0,0

Fabbricato E3 - Tipologico G - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30 D 26	CL	FA00G0 001	C	46 di 105

**1: COMBINAZIONE ULTIMA**

Momenti Max -

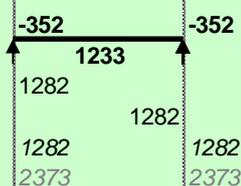
Momenti Max +

Tagli dx Max

Tagli sx Max

Reazioni Max

Reazioni Max per fascia di un metro



**2: COMBINAZIONE RARA**

Momenti Max -

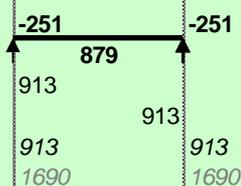
Momenti Max +

Tagli dx Max

Tagli sx Max

Reazioni Max

Reazioni Max per fascia di un metro



**3: COMBINAZIONE QUASI PERMANENTE**

Momenti Max -

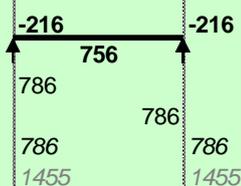
Momenti Max +

Tagli dx Max

Tagli sx Max

Reazioni Max

Reazioni Max per fascia di un metro



**4: COMBINAZIONE FREQUENTE**

Momenti Max -

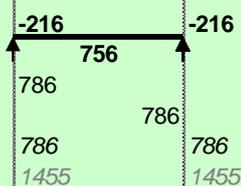
Momenti Max +

Tagli dx Max

Tagli sx Max

Reazioni Max

Reazioni Max per fascia di un metro



**Materiali**

Calcestruzzo

Classe C30/37

Acciaio

Tipo B450C

**Dati geometrici**

Diametro delle barre longitudinali superiori (mm)

φ 14 14

Diametro delle barre longitudinali inferiori (mm)

φ 14 14

**Armatura appoggi**

	$\phi$	n.	n.	c
	-	-	-	2,0
sup.	$\phi 14$	1	1	2,0
inf.	$\phi 14$	1	1	2,0
	-	-	-	2,0

**1: VERIFICHE IN COMBINAZIONE ULTIMA**

mm	B	140	140
mm	H	240	240
mm	c	27	27
mm <sup>2</sup>	As compr	154	154
mm <sup>2</sup>	As tesa	154	154
MPa	fcd	17,40	17,40
MPa	fyd	391,3	391,3
N	Ned	0	0
Moment	Med	352	352
Moment	Mrd	1194	1194
fattore di sicurezza	f	<b>3,39</b>	<b>3,39</b>
Asse neutro (cm)	xc	3	3
Sforzo acciaio (daN/cm <sup>2</sup> )	$\sigma_s$	3913	3913
Sforzo calcestruzzo (daN/cm <sup>2</sup> )	$\sigma_c$	-172,4	-172,4
Deformazione acciaio	$\epsilon_s$	1,000%	1,000%
Deformazione calcestruzzo	$\epsilon_c$	-0,181%	-0,181%
Campo di rottura	n.	2	2
Ridistribuzione massima consentita	1- $\delta$	0%	0%
Controllo	1- $\delta$	<b>si</b>	<b>si</b>

**2: VERIFICHE IN COMBINAZIONE RARA**

B	14	14
d	21,30	21,30
h'	2,7	2,7
M	251	251
As tesa	1,54	1,54
As compr	1,54	1,54
y	6,19	6,19
Jci	6657	6657
$\sigma$ limite	3600	3600
$\sigma$	855	855
fattore di sicurezza lato acciaio	f	<b>4,21</b>
$\sigma$ limite	184,3	184,3
$\sigma$	23,3	23,3
fattore di sicurezza lato cls	f	<b>7,89</b>

**3: VERIFICHE IN COMBINAZIONE QUASI PERMANENTE**

B	14	14
d	21,30	21,30
h'	2,7	2,7
M	216	216
As tesa	1,54	1,54
As compr	1,54	1,54
y	6,19	6,19
Jci	6657	6657
$\sigma$ limite	138,2	138,2
$\sigma$	20,1	20,1
fattore di sicurezza lato cls	f	<b>6,88</b>

**Armatura campate**

	$\phi$	$n.$	$c$
	-	-	2,0
sup.	$\phi 14$	-	2,0
inf.	$\phi 14$	2	2,0
	-	-	2,0

**1: VERIFICHE IN COMBINAZIONE ULTIMA**

mm	B	540
mm	H	240
mm	c	27
mm <sup>2</sup>	As compr	0
mm <sup>2</sup>	As tesa	308
MPa	fcd	13,92
MPa	fyd	391,3
N	Ned	0
Momento sollecitante (daN*m)	Med	1233
Momento resistente (daN*m)	Mrd	2441
fattore di sicurezza	<b>f</b>	<b>1,98</b>
Asse neutro (cm)	xc	3
Sforzo acciaio (daN/cm <sup>2</sup> )	$\sigma_s$	3913
Sforzo calcestruzzo (daN/cm <sup>2</sup> )	$\sigma_c$	-131,3
Deformazione acciaio	$\epsilon_s$	1,000%
Deformazione calcestruzzo	$\epsilon_c$	-0,152%
Campo di rottura	n.	2

**2: VERIFICHE IN COMBINAZIONE RARA**

	B	54
	d	21,3
	h'	0,0
	M	879
	As tesa	3,08
	As compr	0,00
	y	5,24
	Jci	14495
	$\sigma$ limite	3600
	$\sigma$	1460
fattore di sicurezza lato acciaio	<b>f</b>	<b>2,47</b>
	$\sigma$ limite	147,4
	$\sigma$	31,8
fattore di sicurezza lato cls	<b>f</b>	<b>4,64</b>

**3: VERIFICHE IN COMBINAZIONE QUASI PERMANENTE**

	B	54
	d	21,3
	h'	0,0
	M	756
	As tesa	3,08
	As compr	0,00
	y	5,24
	Jci	14495
	$\sigma$ limite	110,6
	$\sigma$	27,3
fattore di sicurezza lato cls	<b>f</b>	<b>4,04</b>
	$\sigma$	1257

**4: VERIFICHE IN COMBINAZIONE FREQUENTE**

	$\sigma$	1257
--	----------	------

## Verifica di SLU a taglio

La verifica a taglio si effettua considerando la larghezza effettiva del travetto centrale  $b_w=13\text{cm}$ .

La verifica di resistenza (SLU) si pone con

$$V_{Rd} \geq V_{Ed} \quad (4.1.13)$$

dove  $V_{Ed}$  è il valore di calcolo dello sforzo di taglio agente.

Con riferimento all'elemento fessurato da momento flettente, la resistenza al taglio si valuta con

$$V_{Rd} = \{0,18 \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{1/3} / \gamma_c + 0,15 \cdot \sigma_{cp}\} \cdot b_w \cdot d \geq (v_{min} + 0,15 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d \quad (4.1.14)$$

con

$$k = 1 + (200/d)^{1/2} \leq 2$$

$$v_{min} = 0,035 k^{3/2} f_{ck}^{1/2}$$

e dove

$d$  è l'altezza utile della sezione (in mm);

$\rho_1 = A_{s1} / (b_w \cdot d)$  è il rapporto geometrico di armatura longitudinale ( $\leq 0,02$ );

$\sigma_{cp} = N_{Ed} / A_c$  è la tensione media di compressione nella sezione ( $\leq 0,2 f_{cd}$ );

$b_w$  è la larghezza minima della sezione (in mm).

### Verifiche a taglio

	fck	307	
	b	140	
	d (mm)	213	
	k calc	1,97	
	k	1,97	
	v min	0,54	
	$\rho_1$ calc	0,0052	
	$\rho_1$	0,0052	
	VRd1	1770	
	VRd2	1598	
	$\rho_1$ calc	0,0052	
	$\rho_1$	0,0052	
	VRd1	1770	
	VRd2	1598	
<b>2: con fasce piene e barre longitudinali tese</b>	$\phi$	n.	n.
	-	-	-
<b>sup.</b>	<b>Ø14</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
	-	-	-
<b>inf.</b>	<b>Ø14</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
	-	-	-
	Tagli resistenti sx (daN)	<b>VRd 1770</b>	
	fascia piena (dall'asse dell'appoggio)	d1	-
	Tagli resistenti dx (daN)	<b>VRd 1770</b>	
	fascia piena (dall'asse dell'appoggio)	d2	-

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA</b> <b>TRATTA LERCARA DIR – CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3)</b> <b>FABBRICATI</b>					
	Fabbricato E3 - Tipologico G - Relazione di calcolo	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
	RS3T	30 D 26	CL	FA00G0 001	C	50 di 105

### Verifica delle tensioni in esercizio

Si calcolano le massime tensioni sia nel calcestruzzo sia nelle armature; si deve verificare che tali tensioni siano inferiori ai massimi valori consentiti di seguito riportati.

La massima tensione di compressione del calcestruzzo  $\sigma_c$ , deve rispettare la limitazione seguente:

$$\sigma_c < 0,60 f_{ck} = 16,80 \text{ N/mm}^2 \text{ per combinazione caratteristica (rara);}$$

<b>Verifiche di fessurazione</b>			
<b>CONDIZ. AMBIENTALI ORDINARIE</b>			
<b>Appoggi</b>			
	diametro armature superiori	$\phi$	14
	combinazione frequente	$\sigma_s$	736
	<b>comb. frequente CONDIZ. AMBIENTALI ORDINARIE</b>	<b>f</b>	<b>2,86</b>
	combinazione quasi permanente	$\sigma_s$	736
	<b>comb. quasi perm. CONDIZ. AMBIENTALI ORDINARIE</b>	<b>f</b>	<b>2,29</b>
<b>Campate</b>			
	diametro armature inferiori	$\phi$	14
	combinazione frequente	$\sigma_s$	1257
	<b>comb. frequente CONDIZ. AMBIENTALI ORDINARIE</b>	<b>f</b>	<b>2,86</b>
	combinazione quasi permanente	$\sigma_s$	1257
	<b>comb. quasi perm. CONDIZ. AMBIENTALI ORDINARIE</b>	<b>f</b>	<b>2,29</b>

### Verifica di deformabilità

Il calcolo della deformazione flessionale di solai e travi si effettua in genere mediante integrazione delle curvature tenendo conto della viscosità del calcestruzzo e, se del caso, degli effetti del ritiro.

Per il calcolo delle deformazioni flessionali si considera lo stato non fessurato (sezione interamente reagente) per tutte le parti della struttura per le quali, nelle condizioni di carico considerate, le tensioni di trazione nel calcestruzzo non superano la sua resistenza media  $f_{ctm}$  a trazione. Per le altre parti si fa riferimento allo stato fessurato, potendosi considerare l'effetto irrigidente del calcestruzzo teso fra le fessure.

Al riguardo detto  $p_f$  il valore assunto dal parametro di deformazione nella membratura interamente fessurata e  $p$  il valore assunto da detto parametro nella membratura interamente reagente, il valore di calcolo  $p^*$  del parametro è dato da

$$p^* = \zeta * p_f + (1 - \zeta) * p$$

in cui:

$$\zeta = 1 - c\beta^2.$$

Nell'equazione precedente il fattore  $\beta$  è il rapporto tra il momento di fessurazione  $M_f$  e il momento flettente effettivo,  $\beta = M_f / M$ , o il rapporto tra la forza normale di fessurazione  $N_f$  e la forza normale effettiva,  $\beta = N_f / N$ , a seconda che la membratura sia soggetta a flessione o a trazione, e il coefficiente

c assume il valore 1, nel caso di applicazione di un singolo carico di breve durata, o il valore 0,50 nel caso di carichi permanenti o per cicli di carico ripetuti.

Per quanto riguarda la salvaguardia dell'aspetto e della funzionalità dell'opera, le frecce a lungo termine di travi e solai, calcolate sotto la condizione quasi permanente dei carichi, non dovrebbero superare il limite di 1/250 della luce.

Si procede al calcolo considerando in favore di sicurezza il travetto centrale della predalle tipo, la cui rappresentazione grafica è riportata qui di seguito:

**Verifiche di deformabilità**

**PER L'ASPETTO E LA FUNZIONALITA'**

Coefficiente di viscosità (11.2.10.7)

$\phi(\text{inf})$  1,6

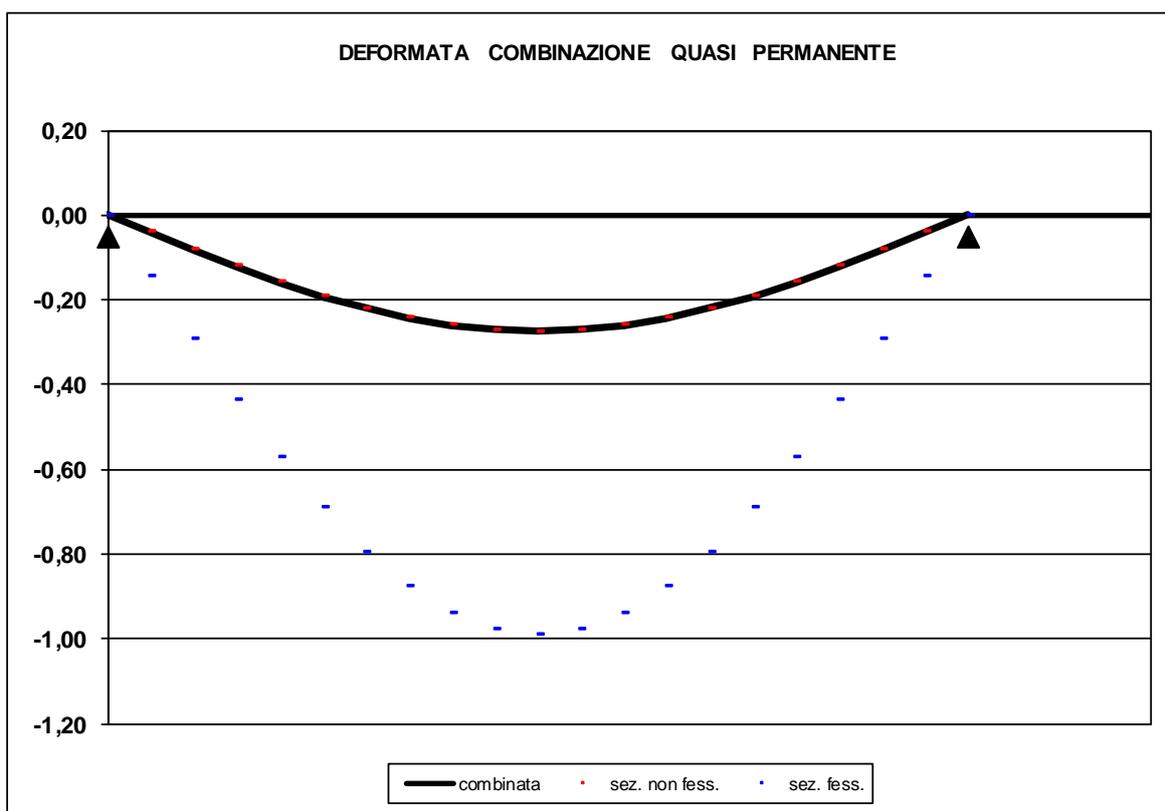
Freccia massima sez. non-fessurata (cm) f max 0,27

Freccia massima sez. fessurata (cm) f max 0,99

Freccia massima combinata (cm) f max 0,27

Freccia limite (cm) f lim 1,98

**Fattore di sicurezza** f **7,22**



 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA</b> <b>TRATTA LERCARA DIR – CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3)</b> <b>FABBRICATI</b>					
	Fabbricato E3 - Tipologico G - Relazione di calcolo	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30 D 26</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>FA00G0 001</b>	REV. <b>C</b>

## 8.2 VERIFICHE DEGLI ELEMENTI NON STRUTTURALI E DEGLI IMPIANTI

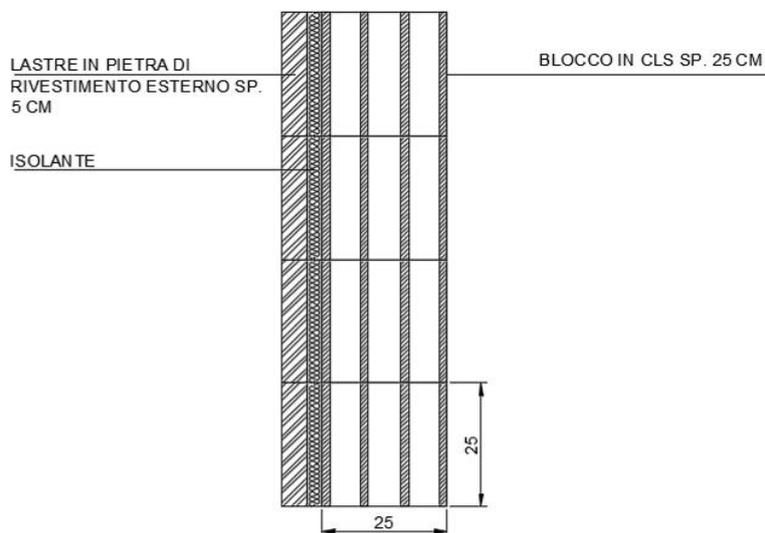
Al § 7.3.6 in Tab. 7.3.III le NTC 2018 specificano come per le costruzioni ricadenti in Classe d'Uso III sia necessario operare una verifica di stabilità per gli elementi NON Strutturali soggetti all'azione sismica valutata per lo SLV.

In particolare, secondo quanto riportato al § 7.3.6.2 della stessa norma, per gli elementi costruttivi senza funzione strutturale devono essere adottati magisteri atti ad evitare collassi fragili e prematuri e la possibile espulsione sotto l'azione della  $F_a$  (v. § 7.2.3) corrispondente allo SLV.

Considerando la stratigrafia della muratura esterna riportata in Figura 17.1, si assume che la funzione portante della parete sia svolta dal blocco in calcestruzzo prefabbricato interno, di spessore pari a 25 cm, il cui peso è pari a  $350 \text{ Kg/m}^2$ , desunto da schede tecniche di alcuni prefabbricatori.

A questo si aggiunge il peso del rivestimento esterno in pietra di spessore 5 cm, dunque  $P = 2000 \times 0.05 = 100 \text{ Kg/m}^2$ , dell'intonaco interno, pari a  $30 \text{ Kg/m}^2$  e dell'isolante, valutato in  $p' = 20 \text{ Kg/m}^2$ . Ai fini del calcolo il peso complessivo della tamponatura è pari a  $W = 500 \text{ Kg/m}^2$ .

Per garantire la resistenza dell'intero tamponamento alle azioni orizzontali, si prevede di inserire all'interno di questa muratura, ogni due corsi di forati, dei tralicci in acciaio inglobati nei letti di malta. Per solidarizzare la lastra di rivestimento esterna di spessore pari a 5 cm allo strato portante interno della parete, si prevede la disposizione di collegamenti puntuali diffusi.



La forza orizzontale  $F_a$  applicata sulla tamponatura può essere valutata con la seguente formula, riportata al § 7.2.3 della norma:

$$F_a = (S_a \cdot W_a) / q_a$$

in cui:

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA</b> <b>TRATTA LERCARA DIR – CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3)</b> <b>FABBRICATI</b>					
	Fabbricato E3 - Tipologico G - Relazione di calcolo	COMMESSA RS3T	LOTTO 30 D 26	CODIFICA CL	DOCUMENTO FA00G0 001	REV. C

Fa = forza sismica orizzontale distribuita o agente nel centro di massa dell'elemento non strutturale, nella direzione più sfavorevole, risultante delle forze distribuite proporzionali alla massa;

Wa = peso dell'elemento;

Sa = accelerazione massima, adimensionalizzata rispetto a quella di gravità, che l'elemento strutturale subisce durante il sisma e corrisponde allo stato limite in esame (v. § 3.2.1 NTC 2018)

qa = fattore di comportamento dell'elemento non strutturale.

In assenza di specifiche determinazioni, per Sa e qa si può fare utile riferimento a quanto riportato nella Circolare n.7/2019; in particolare, per il fattore di struttura qa si può assumere un valore pari a 2, valido per tramezzature e facciate (vedi Tabella C7.2.I), mentre per la definizione dell'accelerazione massima Sa si può ricorrere alle formulazioni semplificate valide per costruzioni con struttura a telai di seguito riportate.

$$S_a = \begin{cases} \alpha \cdot S \cdot \left(1 + \frac{Z}{H}\right) \cdot \left[ \frac{a_p}{1 + (a_p - 1) \cdot \left(1 - \frac{T_a}{a \cdot T_1}\right)^2} \right] \geq \alpha \cdot S & \text{per } T_a < a \cdot T_1 \\ \alpha \cdot S \cdot \left(1 + \frac{Z}{H}\right) \cdot a_p & \text{per } a \cdot T_1 < T_a < b \cdot T_1 \\ \alpha \cdot S \cdot \left(1 + \frac{Z}{H}\right) \cdot \left[ \frac{a_p}{1 + (a_p - 1) \cdot \left(1 - \frac{T_a}{b \cdot T_1}\right)^2} \right] \geq \alpha \cdot S & \text{per } T_a \geq b \cdot T_1 \end{cases}$$

In cui:

$\alpha$  = rapporto tra accelerazione massima del terreno ag su sottosuolo di tipo A da considerare per lo stato limite in esame e l'accelerazione di gravità g;

S = coefficiente che tiene conto della categoria di sottosuolo e delle condizioni topografiche secondo quanto riportato nel § 3.2.3.2.1 delle NTC 2018;

Ta = periodo fondamentale di vibrazione dell'elemento non strutturale;

T1 = periodo fondamentale di vibrazione dell'edificio nella direzione considerata;

Z = quota del baricentro dell'elemento non strutturale misurata a partire dal piano di fondazione;

H = altezza della costruzione misurata a partire dal piano di fondazione.

a, b, ap = parametri definiti in accordo con il primo periodo di vibrazione della costruzione T1, vedi Tab. C7.2.II della circolare.

Di seguito si riportano i calcoli effettuati per la tamponatura esterna più estesa dell'edificio, che rappresenta il caso più gravoso, essendo la parete in esame caratterizzata da specchiatura e massa

maggiori. Si assume pertanto di poter estendere le considerazioni seguenti anche alle restanti tipologie di pareti presenti all'interno dell'edificio.

### PROGETTO TAMPONATURA

#### DATI TAMPONATURA

H=	3,25	m	altezza tamponature
z=	1,625	m	quota baricentro
s=	25	cm	spessore blocco
L=	6,5	m	interasse tra due pilastri
W=	500	kg/m <sup>2</sup>	peso specifico blocco muratura, intonaco interno e rivestimento esterno
W <sub>tamponatura</sub> =	10562,5	kg	peso complessivo tamponatura (al netto delle aperture)
E=	20000	N/mm <sup>2</sup>	modulo elastico muratura
J=Ls <sup>3</sup> /12=	8463541667	mm <sup>4</sup>	momento d'inerzia muratura
K=3EJ/H <sup>3</sup> =	14792,899	N/mm	rigidezza
Ta=2π*√(m/k)=	0,1679	s	periodo d'oscillazione della tamponatura T = 2P (m/K) <sup>0.5</sup>

#### DATI SISMICI

α=ag/g=	0,112		accelerazione su suolo di tipo A
F <sub>0</sub> =	2,645		
S <sub>s</sub> =	1,50		suolo C
St=	1,00		categoria topografica T1
S=S <sub>s</sub> *St=	1,50		
T1=	0,375	s	Periodo fondamentale struttura nella direzione considerata
q=	2		Fattore di comportamento per tamponature
a=	0,8		Parametro a da tab. C7.2.II - Circ. n. 7 del 21/01/2019
b=	1,4		Parametro a da tab. C7.2.II - Circ. n. 7 del 21/01/2019
ap=	5		Parametro a da tab. C7.2.II - Circ. n. 7 del 21/01/2019
aT1	0,3	s	
bT1	0,525	s	

**PROGETTO (C7.2.II Circolare 7 NTC 2018)**

Sa=	0,222	Accelerazione elemento non strutturale
Fh=W*Sa/q=	11,70 KN	Forza sismica compressiva agente sulla tamponatura
interasse armature	0,38 m	interasse armature orizzontali
FH i	4,45 KN	Forza sismica orizzontale agente sul traliccio i-esimo
MED = Fh x H / 8	3,61 KNxm	Momento flettente orizzontale
Interasse i=	6,5 m	Interasse tra i pilastri
Z	1,625 m	Altezza baricentro tamponatura dal piano di fondaz.
H	5,1 m	Altezza complessiva costruzione

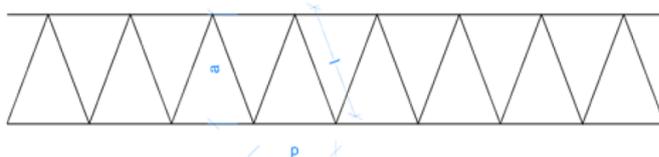
**MOMENTO RESISTENTE TRALICCIO**

fyk	450 N/mm <sup>2</sup>	
g <sub>s</sub>	1,15	
fyd	391,30 N/mm <sup>2</sup>	
a orizz	250 mm	
∅ orizz	8 mm	
A <sub>res</sub>	50,27 mm <sup>2</sup>	
M <sub>RD</sub>	4,92 KNxm	
F.S. M <sub>RD</sub> /M <sub>ED</sub>	1,361 >	1,00

**CALCOLO INCIDENZA ARMATURA TRALICCI A METRO QUADRO DI PARETE**

∅	8 mm	Diametro armatura traliccio
a	250 mm	Larghezza traliccio orizzontale
p	150 mm	Passo armatura diagonale traliccio
l	261 mm	Lunghezza diagonale traliccio
L <sub>TOT_1m</sub>	5480 mm	Lunghezza diagonale barre di acciaio in un metro di traliccio
A <sub>s_TOT_1m</sub>	275,46 mm <sup>2</sup>	Area di acciaio componente un metro di singolo traliccio
W <sub>s_TOT_1m</sub>	2,16 kg/m	Peso di acciaio componente un metro di singolo traliccio
W <sub>s_TOT</sub>	5,69 kg/m <sup>2</sup>	Peso di acciaio presente in un metro quadrato di parete (ipotizzando di disporre un traliccio ogni due corsi di muratura)

Schema traliccio inserito nei letti di malta delle tamponature



### 8.3 TRAVI DI BORDO 30X40

Si riportano di seguito le verifiche strutturali della trave di bordo avente sezione rettangolare di dimensioni 30x40 cm. Le verifiche saranno condotte per i differenti stati limite ed in corrispondenza delle sezioni maggiormente sollecitate dell'elemento per effetto della combinazioni di carico più gravose.

Di seguito si riportano le tabelle delle sollecitazioni più gravose ottenute allo SLU (statico e sismico) e agli SLE (Rara, Frequente e Quasi Permanente):

CC	TCC	X <m>	N <kN>	Ty <kN>	Mz <kNm>	Tz <kN>	My <kNm>	Mx <kNm>
25	SLU	0.15	-1485870	0.000	0.000	8493	-1660	8423
25	SLU	1.38	-1485870	0.000	0.000	0.022	3566	8423
25	SLU	3.15	-1485870	0.000	0.000	-12207	-7233	8423
29	SLU	0.15	-1485870	0.000	0.000	8081	-1089	7656
29	SLU	1.32	-1485870	0.000	0.000	-0.000	3644	7656
29	SLU	3.15	-1485870	0.000	0.000	-12619	-7895	7656
30	SLU	0.15	-1485870	0.000	0.000	8246	-1317	7963
30	SLU	1.34	-1485870	0.000	0.000	0.018	3610	7963
30	SLU	3.15	-1485870	0.000	0.000	-12454	-7630	7963
36	SLU	0.15	-1485870	0.000	0.000	13732	-8528	8423
36	SLU	2.14	-1485870	0.000	0.000	0.027	5136	8423
36	SLU	3.15	-1485870	0.000	0.000	-6968	1617	8423
37	SLU	0.15	-1485870	0.000	0.000	11636	-5781	8423
37	SLU	1.84	-1485870	0.000	0.000	-0.000	4031	8423
37	SLU	3.15	-1485870	0.000	0.000	-9064	-1923	8423
25	SLU	0.25	-1485870	0.000	0.000	15216	-10267	0.435
25	SLU	2.45	-1485870	0.000	0.000	0.029	6510	0.435
25	SLU	4.70	-1485870	0.000	0.000	-15489	-10876	0.435
29	SLU	0.25	-1485870	0.000	0.000	14944	-9660	0.495
29	SLU	2.41	-1485870	0.000	0.000	0.020	6524	0.495
29	SLU	4.70	-1485870	0.000	0.000	-15761	-11475	0.495
30	SLU	0.25	-1485870	0.000	0.000	15053	-9902	0.471
30	SLU	2.43	-1485870	0.000	0.000	0.024	6517	0.471
30	SLU	4.70	-1485870	0.000	0.000	-15652	-11236	0.471
36	SLU	0.25	-1485870	0.000	0.000	18752	-18078	0.435
36	SLU	2.97	-1485870	0.000	0.000	0.007	7403	0.435
36	SLU	4.70	-1485870	0.000	0.000	-11953	-2950	0.435
37	SLU	0.25	-1485870	0.000	0.000	17337	-14953	0.435
37	SLU	2.76	-1485870	0.000	0.000	-0.000	6828	0.435

Fabbricato E3 - Tipologico G - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30 D 26	CL	FA00G0 001	C	57 di 105

37	SLU	4.70	-1485870	0.000	0.000	-13368	-6121	0.435
25	SLU	0.25	-1485870	0.000	0.000	13699	-8772	-7646
25	SLU	2.24	-1485870	0.000	0.000	-0.000	4827	-7646
25	SLU	3.70	-1485870	0.000	0.000	-10106	-2574	-7646
29	SLU	0.25	-1485870	0.000	0.000	13306	-8047	-6865
29	SLU	2.18	-1485870	0.000	0.000	-0.000	4783	-6865
29	SLU	3.70	-1485870	0.000	0.000	-10499	-3205	-6865
30	SLU	0.25	-1485870	0.000	0.000	13463	-8337	-7177
30	SLU	2.20	-1485870	0.000	0.000	-0.000	4798	-7177
30	SLU	3.70	-1485870	0.000	0.000	-10342	-2953	-7177
36	SLU	0.25	-1485870	0.000	0.000	18033	-17079	-7646
36	SLU	2.86	-1485870	0.000	0.000	0.000	6485	-7646
36	SLU	3.70	-1485870	0.000	0.000	-5772	4071	-7646
37	SLU	0.25	-1485870	0.000	0.000	16299	-13756	-7646
37	SLU	2.59	-1485870	0.000	0.000	0.154	5493	-7646
37	SLU	3.70	-1485870	0.000	0.000	-7506	1413	-7646

CC	TCC	X <m>	N <kN>	Ty <kN>	Mz <kNm>	Tz <kN>	My <kNm>	Mx <kNm>
26	SLE R	0.15	-990582	0.000	0.000	6152	-1201	6054
26	SLE R	1.38	-990582	0.000	0.000	0.017	2584	6054
26	SLE R	3.15	-990582	0.000	0.000	-8848	-5244	6054
31	SLE R	0.15	-990582	0.000	0.000	5878	-0.820	5542
31	SLE R	1.33	-990582	0.000	0.000	-0.000	2635	5542
31	SLE R	3.15	-990582	0.000	0.000	-9122	-5686	5542
32	SLE R	0.15	-990582	0.000	0.000	5988	-0.972	5747
32	SLE R	1.35	-990582	0.000	0.000	0.006	2613	5747
32	SLE R	3.15	-990582	0.000	0.000	-9012	-5509	5747
38	SLE R	0.15	-990582	0.000	0.000	9645	-5779	6054
38	SLE R	2.07	-990582	0.000	0.000	0.027	3523	6054
38	SLE R	3.15	-990582	0.000	0.000	-5355	0.655	6054
39	SLE R	0.15	-990582	0.000	0.000	8248	-3948	6054
39	SLE R	1.80	-990582	0.000	0.000	-0.000	2855	6054
39	SLE R	3.15	-990582	0.000	0.000	-6752	-1705	6054
26	SLE R	0.25	-990582	0.000	0.000	11026	-7440	0.310
26	SLE R	2.45	-990582	0.000	0.000	0.028	4716	0.310
26	SLE R	4.70	-990582	0.000	0.000	-11224	-7882	0.310
31	SLE R	0.25	-990582	0.000	0.000	10845	-7035	0.350
31	SLE R	2.41	-990582	0.000	0.000	0.030	4726	0.350

Fabbricato E3 - Tipologico G - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30 D 26	CL	FA00G0 001	C	58 di 105

31	SLE R	4.70	-990582	0.000	0.000	-11405	-8282	0.350
32	SLE R	0.25	-990582	0.000	0.000	10917	-7197	0.334
32	SLE R	2.43	-990582	0.000	0.000	0.029	4721	0.334
32	SLE R	4.70	-990582	0.000	0.000	-11333	-8122	0.334
38	SLE R	0.25	-990582	0.000	0.000	13383	-12647	0.310
38	SLE R	2.92	-990582	0.000	0.000	0.033	5264	0.310
38	SLE R	4.70	-990582	0.000	0.000	-8867	-2598	0.310
39	SLE R	0.25	-990582	0.000	0.000	12440	-10564	0.310
39	SLE R	2.74	-990582	0.000	0.000	-0.000	4911	0.310
39	SLE R	4.70	-990582	0.000	0.000	-9810	-4712	0.310
26	SLE R	0.25	-990582	0.000	0.000	9928	-6360	-5494
26	SLE R	2.24	-990582	0.000	0.000	-0.000	3498	-5494
26	SLE R	3.70	-990582	0.000	0.000	-7322	-1863	-5494
31	SLE R	0.25	-990582	0.000	0.000	9667	-5877	-4973
31	SLE R	2.18	-990582	0.000	0.000	-0.000	3468	-4973
31	SLE R	3.70	-990582	0.000	0.000	-7583	-2283	-4973
32	SLE R	0.25	-990582	0.000	0.000	9771	-6070	-5182
32	SLE R	2.20	-990582	0.000	0.000	-0.000	3478	-5182
32	SLE R	3.70	-990582	0.000	0.000	-7479	-2115	-5182
38	SLE R	0.25	-990582	0.000	0.000	12818	-11898	-5494
38	SLE R	2.81	-990582	0.000	0.000	0.000	4532	-5494
38	SLE R	3.70	-990582	0.000	0.000	-4432	2567	-5494
39	SLE R	0.25	-990582	0.000	0.000	11662	-9683	-5494
39	SLE R	2.58	-990582	0.000	0.000	0.014	3918	-5494
39	SLE R	3.70	-990582	0.000	0.000	-5588	0.795	-5494

CC	TCC	X <m>	N <kN>	Ty <kN>	Mz <kNm>	Tz <kN>	My <kNm>	Mx <kNm>
27	SLE F	0.15	-495291	0.000	0.000	6119	-1160	5403
27	SLE F	1.37	-495291	0.000	0.000	0.014	2585	5403
27	SLE F	3.15	-495291	0.000	0.000	-8881	-5302	5403
33	SLE F	0.15	-495291	0.000	0.000	6065	-1084	5300
33	SLE F	1.36	-495291	0.000	0.000	0.019	2594	5300
33	SLE F	3.15	-495291	0.000	0.000	-8935	-5390	5300
34	SLE F	0.15	-495291	0.000	0.000	6119	-1160	5403
34	SLE F	1.37	-495291	0.000	0.000	0.014	2585	5403
34	SLE F	3.15	-495291	0.000	0.000	-8881	-5302	5403
40	SLE F	0.15	-495291	0.000	0.000	6818	-2076	5403
40	SLE F	1.51	-495291	0.000	0.000	0.036	2573	5403

Fabbricato E3 - Tipologico G - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30 D 26	CL	FA00G0 001	C	59 di 105

40	SLE F	3.15	-495291	0.000	0.000	-8182	-4122	5403
41	SLE F	0.15	-495291	0.000	0.000	6119	-1160	5403
41	SLE F	1.37	-495291	0.000	0.000	0.014	2585	5403
41	SLE F	3.15	-495291	0.000	0.000	-8881	-5302	5403
27	SLE F	0.25	-495291	0.000	0.000	11026	-7450	0.276
27	SLE F	2.45	-495291	0.000	0.000	0.028	4707	0.276
27	SLE F	4.70	-495291	0.000	0.000	-11224	-7891	0.276
33	SLE F	0.25	-495291	0.000	0.000	10990	-7369	0.284
33	SLE F	2.44	-495291	0.000	0.000	0.028	4708	0.284
33	SLE F	4.70	-495291	0.000	0.000	-11260	-7971	0.284
34	SLE F	0.25	-495291	0.000	0.000	11026	-7450	0.276
34	SLE F	2.45	-495291	0.000	0.000	0.028	4707	0.276
34	SLE F	4.70	-495291	0.000	0.000	-11224	-7891	0.276
40	SLE F	0.25	-495291	0.000	0.000	11497	-8491	0.276
40	SLE F	2.55	-495291	0.000	0.000	-0.000	4728	0.276
40	SLE F	4.70	-495291	0.000	0.000	-10753	-6834	0.276
41	SLE F	0.25	-495291	0.000	0.000	11026	-7450	0.276
41	SLE F	2.45	-495291	0.000	0.000	0.028	4707	0.276
41	SLE F	4.70	-495291	0.000	0.000	-11224	-7891	0.276
27	SLE F	0.25	-495291	0.000	0.000	9955	-6413	-4903
27	SLE F	2.24	-495291	0.000	0.000	-0.000	3497	-4903
27	SLE F	3.70	-495291	0.000	0.000	-7295	-1824	-4903
33	SLE F	0.25	-495291	0.000	0.000	9903	-6317	-4799
33	SLE F	2.23	-495291	0.000	0.000	-0.000	3490	-4799
33	SLE F	3.70	-495291	0.000	0.000	-7347	-1908	-4799
34	SLE F	0.25	-495291	0.000	0.000	9955	-6413	-4903
34	SLE F	2.24	-495291	0.000	0.000	-0.000	3497	-4903
34	SLE F	3.70	-495291	0.000	0.000	-7295	-1824	-4903
40	SLE F	0.25	-495291	0.000	0.000	10533	-7521	-4903
40	SLE F	2.36	-495291	0.000	0.000	-0.004	3574	-4903
40	SLE F	3.70	-495291	0.000	0.000	-6717	-0.938	-4903
41	SLE F	0.25	-495291	0.000	0.000	9955	-6413	-4903
41	SLE F	2.24	-495291	0.000	0.000	-0.000	3497	-4903
41	SLE F	3.70	-495291	0.000	0.000	-7295	-1824	-4903

CC	TCC	X <m>	N <kN>	Ty <kN>	Mz <kNm>	Tz <kN>	My <kNm>	Mx <kNm>
28	SLE Q	0.15	0.000	0.000	0.000	6111	-1150	5240
28	SLE Q	1.35	0.000	0.000	0.000	0.094	2584	5240

28	SLE Q	3.15	0.000	0.000	0.000	-8889	-5316	5240
35	SLE Q	0.15	0.000	0.000	0.000	6111	-1150	5240
35	SLE Q	1.35	0.000	0.000	0.000	0.094	2584	5240
35	SLE Q	3.15	0.000	0.000	0.000	-8889	-5316	5240
42	SLE Q	0.15	0.000	0.000	0.000	6111	-1150	5240
42	SLE Q	1.35	0.000	0.000	0.000	0.094	2584	5240
42	SLE Q	3.15	0.000	0.000	0.000	-8889	-5316	5240
28	SLE Q	0.25	0.000	0.000	0.000	11026	-7452	0.267
28	SLE Q	2.45	0.000	0.000	0.000	0.028	4705	0.267
28	SLE Q	4.70	0.000	0.000	0.000	-11224	-7893	0.267
35	SLE Q	0.25	0.000	0.000	0.000	11026	-7452	0.267
35	SLE Q	2.45	0.000	0.000	0.000	0.028	4705	0.267
35	SLE Q	4.70	0.000	0.000	0.000	-11224	-7893	0.267
42	SLE Q	0.25	0.000	0.000	0.000	11026	-7452	0.267
42	SLE Q	2.45	0.000	0.000	0.000	0.028	4705	0.267
42	SLE Q	4.70	0.000	0.000	0.000	-11224	-7893	0.267
28	SLE Q	0.25	0.000	0.000	0.000	9962	-6427	-4755
28	SLE Q	2.24	0.000	0.000	0.000	-0.000	3497	-4755
28	SLE Q	3.70	0.000	0.000	0.000	-7288	-1814	-4755
35	SLE Q	0.25	0.000	0.000	0.000	9962	-6427	-4755
35	SLE Q	2.24	0.000	0.000	0.000	-0.000	3497	-4755
35	SLE Q	3.70	0.000	0.000	0.000	-7288	-1814	-4755
42	SLE Q	0.25	0.000	0.000	0.000	9962	-6427	-4755
42	SLE Q	2.24	0.000	0.000	0.000	-0.000	3497	-4755
42	SLE Q	3.70	0.000	0.000	0.000	-7288	-1814	-4755

### 8.3.1 VERIFICA A FLESSIONE

Si riportano di seguito le verifiche a flessione, in corrispondenza della sezione d'appoggio e della sezione di campata (convenzione sui segni: compressione negativa (-), momento flettente che tende le fibre superiori negativo (-)).

In funzione delle sollecitazioni si è dimensionata opportunamente l'armatura longitudinale delle travi:

#### 1) Zone d'appoggio:

- Armatura superiore 3  $\Phi$  16
- Armatura inferiore 3  $\Phi$  16

#### 2) Campata:

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA</b> <b>TRATTA LERCARA DIR – CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3)</b> <b>FABBRICATI</b>					
	Fabbricato E3 - Tipologico G - Relazione di calcolo	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
	RS3T	30 D 26	CL	FA00G0 001	C	61 di 105

- Armatura superiore 3  $\Phi$  16
- Armatura inferiore 3  $\Phi$  16

In aggiunta, fuori calcolo, andranno disposti 2  $\Phi$  12 come ferri di parete.

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

Essendo la sezione armata in maniera simmetrica in campata ed in appoggio si esegue la verifica di una sola sezione in cui le sollecitazioni calcolate in appoggio sono invertite di segno.

### Travata n. 101

Nodi: 101 102 103 104

#### 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
	SIC = 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
MRdy	= Momento resistente allo stato limite ultimo intorno all'asse Y
Sic.	= Sicurezza a rottura
$\sigma_{\text{td}}$	= Tensione di distacco della fibra di estremità (modo 1)
$\Delta\%$	= Incremento percentuale sicurezza
$\sigma_{\text{t sup}}$	= Tensione nel ferro - superiore

Fabbricato E3 - Tipologico G - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30 D 26	CL	FA00G0 001	C	62 di 105

$\sigma_{t \text{ inf}}$  = Tensione nel ferro - inferiore  
 $\sigma_c$  = Tensione nel calcestruzzo  
 $X_0$  = Coordinata progressiva (dal nodo iniziale) dell'inizio del tratto  
 $X_1$  = 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  
Vsd<sub>u</sub> = Taglio agente nella direzione del momento ultimo  
ctg $\theta$  = 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  
c = Ricoprimento dell'armatura  
s = Distanza minima tra le barre  
K3 = Coefficiente di forma del diagramma delle tensioni prima della fessurazione  
 $s_{rm}$  = Distanza media tra le fessure  
 $\Phi$  = Diametro della barra  
 $A_s$  = Area complessiva dei ferri nell'area di calcestruzzo efficace  
 $A_{c \text{ eff}}$  = Area di calcestruzzo efficace  
 $\sigma_s$  = Tensione nell'acciaio nella sezione fessurata  
 $\sigma_{sr}$  = Tensione nell'acciaio corrispondente al raggiungimento della resistenza a trazione nel calcestruzzo  
 $\epsilon_{sm}$  = 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  
P $\gamma$  = 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

Fabbricato E3 - Tipologico G - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30 D 26	CL	FA00G0 001	C	63 di 105

Dis. = Disegnata

B = Base

H = Altezza

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

#### Caratteristiche delle sezioni e dei materiali utilizzati

Sez.	Typo	B <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>
2R		30.00	40.00	5.50	5.50	C30/37	307.10	20.59	174.02	13.73	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	1	SLV	1	15.00	6.03	6.03	6.03	6.03	3262.69	7591.97	2.327
2.82	1	SLV	1	282.10	6.03	6.03	6.03	6.03	-4064.39	-7591.97	1.868
3.15	1	SLV	1	315.00	6.03	6.03	6.03	6.03	-4064.39	-7591.97	1.868
3.65	13	SLV	2	25.00	6.03	6.03	6.03	6.03	-3641.53	-7591.97	2.085
8.10	1	SLV	2	470.00	6.03	6.03	6.03	6.03	-3729.19	-7591.97	2.036
8.60	13	SLV	3	25.00	6.03	6.03	6.03	6.03	-3976.32	-7591.97	1.909
11.74	1	SLV	3	338.64	6.03	6.03	6.03	6.03	-3159.87	-7591.97	2.403
12.05	1	SLV	3	370.00	6.03	6.03	6.03	6.03	-3159.87	-7591.97	2.403

#### Stato limite d'esercizio - Verifiche tensionali

Xg <m>	CC	TCC	El	X <cm>	AfE S <cmq>	AfE I <cmq>	My <daNm>	$\sigma_r$ sup <daN/cmq>	$\sigma_r$ inf <daN/cmq>	$\sigma_c$ <daN/cmq>
0.15	38	SLE R	1	15.00	6.03	6.03	-577.89	313.75	-67.45	9.32
0.15	28	SLE Q	1	15.00	6.03	6.03	-114.98	62.43	-13.42	1.85
2.82	26	SLE R	1	282.10	6.03	6.03	-524.43	284.73	-61.21	8.45
2.82	28	SLE Q	1	282.10	6.03	6.03	-531.63	288.64	-62.05	8.57
3.15	26	SLE R	1	315.00	6.03	6.03	-524.43	284.73	-61.21	8.45
3.15	28	SLE Q	1	315.00	6.03	6.03	-531.63	288.64	-62.05	8.57
3.65	38	SLE R	2	25.00	6.03	6.03	-1264.73	686.65	-147.61	20.39
3.65	28	SLE Q	2	25.00	6.03	6.03	-745.24	404.61	-86.98	12.01
8.10	26	SLE R	2	470.00	6.03	6.03	-788.21	427.94	-92.00	12.71
8.10	28	SLE Q	2	470.00	6.03	6.03	-789.32	428.54	-92.13	12.72
8.60	38	SLE R	3	25.00	6.03	6.03	-1189.81	645.98	-138.87	19.18
8.60	28	SLE Q	3	25.00	6.03	6.03	-642.67	348.92	-75.01	10.36
11.74	38	SLE R	3	338.64	6.03	6.03	489.11	-57.09	265.55	7.89
11.74	28	SLE Q	3	338.64	6.03	6.03	227.62	-26.57	123.58	3.67
12.05	38	SLE R	3	370.00	6.03	6.03	430.20	-50.21	233.57	6.94

Fabbricato E3 - Tipologico G - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30 D 26	CL	FA00G0 001	C	64 di 105

12.05	28	SLE Q	3	370.00	6.03	6.03	-181.40	98.49	-21.17	2.92
-------	----	-------	---	--------	------	------	---------	-------	--------	------

**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 <sub>rm</sub> <mm>	Φ	A <sub>s</sub> <cmq>	A <sub>c eff</sub> <cmq>	σ <sub>s</sub> <daN/cmq>	σ <sub>sr</sub> <daN/cmq>	ε <sub>sm</sub>	Wk <mm>
34	0.15	28	SLE Q	1	2	1	15.00	-114.98	47.00	95.00	0.15	188.24	16.00	6.03	486.13	62.43	1898.01	0.01	0.00
46	0.15	40	SLE F	1	2	1	15.00	-207.56	47.00	95.00	0.15	188.24	16.00	6.03	486.13	112.69	1898.01	0.02	0.01
79	2.82	28	SLE Q	1	2	1	282.10	-531.63	47.00	95.00	0.15	188.24	16.00	6.03	486.13	288.64	1898.01	0.06	0.02
82	2.82	27	SLE F	1	2	1	282.10	-530.19	47.00	95.00	0.15	188.24	16.00	6.03	486.13	287.85	1898.01	0.06	0.02
116	3.15	28	SLE Q	1	2	1	315.00	-531.63	47.00	95.00	0.15	188.24	16.00	6.03	486.13	288.64	1898.01	0.06	0.02
119	3.15	27	SLE F	1	2	1	315.00	-530.19	47.00	95.00	0.15	188.24	16.00	6.03	486.13	287.85	1898.01	0.06	0.02
152	3.65	28	SLE Q	2	2	1	25.00	-745.24	47.00	95.00	0.15	188.24	16.00	6.03	486.13	404.61	1898.01	0.08	0.03
158	3.65	40	SLE F	2	2	1	25.00	-849.14	47.00	95.00	0.15	188.24	16.00	6.03	486.13	461.02	1898.01	0.09	0.03
190	8.10	28	SLE Q	2	2	1	470.00	-789.32	47.00	95.00	0.15	188.24	16.00	6.03	486.13	428.54	1898.01	0.08	0.03
193	8.10	27	SLE F	2	2	1	470.00	-789.10	47.00	95.00	0.15	188.24	16.00	6.03	486.13	428.42	1898.01	0.08	0.03
224	8.60	28	SLE Q	3	2	1	25.00	-642.67	47.00	95.00	0.15	188.24	16.00	6.03	486.13	348.92	1898.01	0.07	0.02
230	8.60	40	SLE F	3	2	1	25.00	-752.10	47.00	95.00	0.15	188.24	16.00	6.03	486.13	408.33	1898.01	0.08	0.03
265	11.74	28	SLE Q	3	2	1	338.64	227.62	47.00	95.00	0.15	188.24	16.00	6.03	486.13	123.58	1898.01	0.02	0.01
277	11.74	40	SLE F	3	2	1	338.64	279.92	47.00	95.00	0.15	188.24	16.00	6.03	486.13	151.97	1898.01	0.03	0.01
312	12.05	28	SLE Q	3	2	1	370.00	-181.40	47.00	95.00	0.15	188.24	16.00	6.03	486.13	98.49	1898.01	0.02	0.01
318	12.05	27	SLE F	3	2	1	370.00	-182.38	47.00	95.00	0.15	188.24	16.00	6.03	486.13	99.02	1898.01	0.02	0.01

**Stato limite d'esercizio - Verifiche a fessurazione con combinazione rara**

Le verifiche sono condotte in ottemperanza a quanto prescritto dal Manuale di Progettazione delle Opere Civili - RFIDTCSIPSMIAIFS001C al §2.5.1.8.3.2.4

**VERIFICA A SLE FESSURAZIONE, TENSIONI DI ESERCIZIO - RARA**

B	30 cm	<b>Mmax</b>	<b>12,64 KNm</b>
H	40 cm	Rck	37
c	5 cm	fck	30,71
d	35 cm	1,2xfctm	3,60 N/mm <sup>2</sup>
nbarre	3	fsd	374 N/mm <sup>2</sup>
dmedio	1,60 cm	fyk	430 N/mm <sup>2</sup>
c'	4,20 cm		
deff1	16,2 cm		
deff2	14,68 cm		
deff	14,7 cm		

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA LERCARA DIR – CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3) FABBRICATI					
	Fabbricato E3 - Tipologico G - Relazione di calcolo	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
	RS3T	30 D 26	CL	FA00G0 001	C	65 di 105

<b>determinazione <math>\epsilon_{sm}</math></b>			
$\beta_1$	1	c	4,2 cm
$\beta_2$	0,5	s	10,00 cm
$E_s$	206000 N/mm <sup>2</sup>	k2	0,4
		k3	0,125
$\epsilon_{sm} =$	-0,101%	$\phi$	1,6 cm
		n	3
$s_{rm} =$	16,242736	As	6,031858 cm <sup>2</sup>
		b	30 cm
		Ac,eff	440,53 cm <sup>2</sup>
		$\rho_r$	0,013692
<b>determinazione <math>w_k</math></b>			
<b><math>w_k =</math>                    0,278 mm                    <math>w_{lim} =</math>                    0,3 mm                    <b>OK</b></b>			

### 8.3.2 VERIFICA A TAGLIO E TORSIONE

Al fine di escludere la formazione di meccanismi inelastici dovuti al taglio, le sollecitazioni di taglio di calcolo  $V_{Ed}$  si ottengono sommando il contributo dovuto ai carichi gravitazionali agenti sulla trave, considerata incernierata agli estremi, alle sollecitazioni di taglio corrispondenti alla formazione di cerniere plastiche nella trave e prodotte dai momenti resistenti (ultimi) delle due sezioni di plasticizzazione (generalmente quelle di estremità) amplificati del fattore di sovra resistenza  $\gamma_{Rd}$  assunto pari a 1.0 per CDB.

Deve risultare (NTC2018 – 4.1.2.1.3.2):

$$V_{Rd} > V_d$$

dove:

$V_d$  = Valore di calcolo del taglio agente;

$$V_{Rd} = \min (V_{Rsd}, V_{Rcd})$$

Con riferimento all'armatura trasversale, la resistenza di calcolo a "taglio trazione" si calcola con:

$$V_{Rsd} = 0.9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{yd} \cdot (\text{ctg}\alpha + \text{ctg}\theta) \cdot \sin\alpha$$

Con riferimento al calcestruzzo d'anima, la resistenza di calcolo a "taglio compressione" si calcola con:

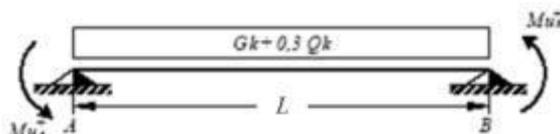
$$V_{Rcd} = 0.9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f'_{cd} \cdot (\text{ctg}\alpha + \text{ctg}\theta) / (1 + \text{ctg}^2\theta)$$

dove:

$\alpha$  : Angolo d'inclinazione dell'armatura trasversale rispetto all'asse dell'elemento;

$\theta$  : Angolo d'inclinazione dei puntoni in calcestruzzo rispetto all'asse dell'elemento.

• **1° Schema:**

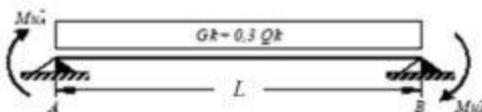


Il taglio è variabile linearmente lungo la trave ed è pari a:

$$V_A = \gamma_{Rd} \frac{Mu^+_A + Mu^+_B}{l_{trave}} + \frac{(G_k + 0,3Q_k) \cdot l_{trave}}{2}$$

$$V_B = \gamma_{Rd} \frac{Mu^+_A + Mu^+_B}{l_{trave}} - \frac{(G_k + 0,3Q_k) \cdot l_{trave}}{2}$$

• **2° Schema:**



Il taglio è variabile linearmente lungo la trave ed è pari a:

$$V_A = \gamma_{Rd} \frac{Mu^-_A + Mu^-_B}{l_{trave}} + \frac{(G_k + 0,3Q_k) \cdot l_{trave}}{2}$$

$$V_B = \gamma_{Rd} \frac{Mu^-_A + Mu^-_B}{l_{trave}} - \frac{(G_k + 0,3Q_k) \cdot l_{trave}}{2}$$

La verifica di resistenza nei confronti della torsione (SLU) (NTC2018 – 4.1.2.1.4) consiste nel controllare che:

$$T_{Rd} \geq T_{Ed}$$

dove  $T_{Ed}$  è il valore di calcolo del momento torcente.

Per elementi prismatici sottoposti a torsione semplice o combinata con altre sollecitazioni, che abbiano sezione piena o cava, lo schema resistente è costituito da un traliccio periferico in cui gli sforzi di

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA LERCARA DIR – CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3) FABBRICATI					
	Fabbricato E3 - Tipologico G - Relazione di calcolo	COMMESSA RS3T	LOTTO 30 D 26	CODIFICA CL	DOCUMENTO FA00G0 001	REV. C

trazione sono affidati alle armature longitudinali e trasversali ivi contenute e gli sforzi di compressione sono affidati alle bielle di calcestruzzo.

Con riferimento al calcestruzzo la resistenza si calcola con:

$$T_{Rcd} = 2 \cdot A \cdot t \cdot f'_{cd} \cdot \text{ctg}\theta / (1 + \text{ctg}\theta)$$

dove  $t$  è lo spessore della sezione cava; per sezioni piene  $t = A_c / u$  dove  $A_c$  è l'area della sezione ed  $u$  è il suo perimetro;  $t$  deve essere assunta comunque  $\geq 2$  volte la distanza fra il bordo e il centro dell'armatura longitudinale.

Le armature longitudinali e trasversali del traliccio resistente devono essere poste entro lo spessore  $t$  del profilo periferico. Le barre longitudinali possono essere distribuite lungo detto profilo, ma comunque una barra deve essere presente su tutti i suoi spigoli.

Con riferimento alle staffe trasversali la resistenza si calcola con:

$$T_{Rsd} = 2 \cdot A \cdot (A_s / s) \cdot f_{yd} \cdot \text{ctg}\theta$$

Con riferimento all'armatura longitudinale la resistenza si calcola con:

$$T_{Rsd} = 2 \cdot A \cdot (\Sigma A_l / u_m) \cdot f_{yd} / \text{ctg}\theta$$

dove si è posto:

$A$  area racchiusa dalla fibra media del profilo periferico;

$A_s$  area delle staffe;

$u_m$  perimetro medio del nucleo resistente;

$s$  passo delle staffe;

$\Sigma A_l$  area complessiva delle barre longitudinali.

L'inclinazione  $\theta$  delle bielle compresse di calcestruzzo rispetto all'asse della trave deve rispettare i limiti seguenti:

$$0,4 \leq \text{ctg}\theta \leq 2,5$$

Entro questi limiti, nel caso di torsione pura, può porsi  $\text{ctg}\theta = (a_l / a_s)^{1/2}$

con:  $a_l = \Sigma A_l / u_m$

$$a_s = A_s / s$$

La resistenza alla torsione della trave è la minore delle tre sopra definite.

Si riporta di seguito un prospetto riepilogativo con i valori delle sollecitazioni taglianti e torcenti ottenute seguendo la metodologia descritta e riportata negli schemi precedenti:

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA</b> <b>TRATTA LERCARA DIR – CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3)</b> <b>FABBRICATI</b>					
	Fabbricato E3 - Tipologico G - Relazione di calcolo	COMMESSA RS3T	LOTTO 30 D 26	CODIFICA CL	DOCUMENTO FA00G0 001	REV. C

Poiché il valore del taglio determinato mediante la procedura sopra riportata non è maggiore del taglio di calcolo ottenuto a valle dell'analisi strutturale mediante il MODEST ( $V_2=30.93$  kN) si procede alla verifica di resistenza considerando il seguente valore del taglio massimo:

$$V_{Ed-max} = 30.93 \text{ kN}$$

#### 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
13 SLV	0.15	0.55	0.40	ø8/ 5 2 br.	20.11	0.30	2815.72	1.52	37191.80	37191.80	37191.80	13.21
1 SLV	0.55	2.75	2.20	ø8/20 2 br.	5.03	0.30	2893.49	2.50	15268.10	27948.80	15268.10	5.28
1 SLV	2.75	3.15	0.40	ø8/ 5 2 br.	20.11	0.30	3093.49	1.52	37191.80	37191.80	37191.80	12.02
13 SLV	3.65	4.05	0.40	ø8/ 5 2 br.	20.11	0.30	2414.09	1.52	37191.80	37191.80	37191.80	15.41
1 SLV	4.05	7.70	3.65	ø8/20 2 br.	5.03	0.30	2233.90	2.50	15268.10	27948.80	15268.10	6.83
1 SLV	7.70	8.10	0.40	ø8/ 5 2 br.	20.11	0.30	2433.90	1.52	37191.80	37191.80	37191.80	15.28
13 SLV	8.60	9.00	0.40	ø8/ 5 2 br.	20.11	0.30	2825.80	1.52	37191.80	37191.80	37191.80	13.16
13 SLV	9.00	11.65	2.65	ø8/20 2 br.	5.03	0.30	2625.80	2.50	15268.10	27948.80	15268.10	5.81
1 SLV	11.65	12.05	0.40	ø8/ 5 2 br.	20.11	0.30	2558.40	1.52	37191.80	37191.80	37191.80	14.54

Si adotteranno nelle zone d'appoggio, per un tratto pari ad 55 cm dal filo esterno del pilastro, staffe  $\Phi 8/5$  cm, per il rispetto dei limiti normativi, mentre nelle zone centrali di campata staffe  $\Phi 8/20$  cm.

### 8.3.3 VERIFICA LIMITAZIONI ARMATURA

In ogni sezione della trave, il rapporto geometrico  $\rho$  relativo all'armatura tesa, indipendentemente dal fatto che l'armatura tesa sia quella al lembo superiore della sezione  $A_s$  o quella al lembo inferiore della sezione  $A_i$ , deve essere compreso entro i seguenti limiti:

$$\frac{1,4}{f_{yk}} < \rho < \rho_{comp} + \frac{3,5}{f_{yk}}$$

dove:

$\rho = A_s / (bh)$  Rapporto geometrico relativo all'armatura tesa

$\rho_{comp} = A_s' / (bh)$  Rapporto geometrico relativo all'armatura compressa

#### Dati Geometrici

Trave:

Base	b=	30cm	ok
altezza	h=	40cm	ok
allargamento	dsx =	0cm	ok
allargamento	ddx =	0cm	ok
copriferro	c=	5cm	

Valori max	Limit. geometriche 7.4.6.1.1	
30cm	$b \geq 20\text{cm}$	$b \leq 2l_p$
120cm	$b/h \geq 0,25$	
20cm	$dsx \leq h/2$	
20cm	$ddx \leq h/2$	

### Dati di armatura

Tipo CLS	C30/37	(min C20/25)	D.M.(7.4.2.1)	$R_{ck} = 37$ N/mm <sup>2</sup>
Tipo Acciaio	B450C	(B450C)	D.M.(7.4.2.2)	

fck=	30,71	fcd=	17,40	D.M.(4.1.2.1.1.1)	fctm=	2,94	D.M.(11.2.10.2)
fyk=	450	fyd=	391,30	D.M.(4.1.2.1.1.3)			

Diametro min. armatura long.	16	$\geq \Phi 14$	D.M.(7.4.6.2.1)
Diametro staffe	8	$\geq \Phi 6$	D.M.(7.4.6.2.1)
N° braccia staffe	2		

### Armatura longitudinale

In campata	n°ferri_tesi	3	As=	4,02cm <sup>2</sup>	As=	4,02cm <sup>2</sup>
	n°ferri_comp.	3	A's=	4,02cm <sup>2</sup>	A's=	4,02cm <sup>2</sup>
zona critica	n°ferri_tesi	3	As=	4,02cm <sup>2</sup>	As=	4,02cm <sup>2</sup>
	n°ferri_comp.	3	A's=	4,02cm <sup>2</sup>	A's=	4,02cm <sup>2</sup>

### Limitazioni Armatura longitudinale 7.4.6.2.1

In campata:	$\rho$ ; $\rho_{comp}$	Arm. min.	Arm. max.	limitazioni	
	0,00335	3,7cm <sup>2</sup>	13,4cm <sup>2</sup>	$.4/fyk < \rho < (\rho_{comp} + (3.5/fyk))$	<b>OK</b>
	0,00335	1,0cm <sup>2</sup>		$\rho_{comp} \geq 0,25\rho$	<b>OK</b>
zona critica:	0,00335	3,7cm <sup>2</sup>	13,4cm <sup>2</sup>	$1.4/fyk < \rho < (\rho_{comp} + (3.5/fy))$	<b>OK</b>
	0,00335	2,0cm <sup>2</sup>		$\rho_{comp} \geq 0,5\rho$	<b>OK</b>

In ogni caso almeno il 50% dell'armatura necessaria per il taglio deve essere costituita da staffe.

Per gli elementi in esame l'armatura trasversale è costituita solo da staffe.

#### 8.4 TRAVI 30X50

Si riportano di seguito le verifiche strutturali delle travi interne aventi sezione rettangolare di dimensioni 30x50 cm. Le verifiche saranno condotte per i differenti stati limite ed in corrispondenza delle sezioni maggiormente sollecitate dell'elemento per effetto della combinazioni di carico più gravose.

Di seguito si riportano le tabelle delle sollecitazioni più gravose ottenute allo SLU (statico e sismico) e agli SLE (Rara, Frequente e Quasi Permanente).

CC	TCC	X <m>	N <kN>	Ty <kN>	Mz <kNm>	Tz <kN>	My <kNm>	Mx <kNm>
25	SLU	0.15	-1857340	0.000	0.000	127389	-58779	0.000
25	SLU	2.85	-1857340	0.000	0.000	-0.045	113195	0.000
25	SLU	5.55	-1857340	0.000	0.000	-127389	-58779	0.000
29	SLU	0.15	-1857340	0.000	0.000	129462	-64377	0.124
29	SLU	2.89	-1857340	0.000	0.000	0.000	113241	0.124
29	SLU	5.55	-1857340	0.000	0.000	-125315	-53182	0.124
30	SLU	0.15	-1857340	0.000	0.000	128633	-62138	0.074
30	SLU	2.88	-1857340	0.000	0.000	0.000	113212	0.074
30	SLU	5.55	-1857340	0.000	0.000	-126145	-55421	0.074
36	SLU	0.15	-1857340	-0.000	0.000	127389	-58779	0.000
36	SLU	2.85	-1857340	-0.000	0.000	-0.045	113195	0.000
36	SLU	5.55	-1857340	-0.000	-0.000	-127389	-58779	0.000
37	SLU	0.15	-1857340	-0.000	0.000	127389	-58779	0.000
37	SLU	2.85	-1857340	-0.000	0.000	-0.045	113195	0.000
37	SLU	5.55	-1857340	-0.000	0.000	-127389	-58779	0.000

CC	TCC	X <m>	N <kN>	Ty <kN>	Mz <kNm>	Tz <kN>	My <kNm>	Mx <kNm>
26	SLE R	0.15	-1238230	0.000	0.000	91503	-42221	0.000
26	SLE R	2.84	-1238230	0.000	0.000	0.220	81307	0.000
26	SLE R	5.55	-1238230	0.000	0.000	-91503	-42221	0.000
31	SLE R	0.15	-1238230	0.000	0.000	92885	-45953	0.082
31	SLE R	2.89	-1238230	0.000	0.000	0.000	81336	0.082
31	SLE R	5.55	-1238230	0.000	0.000	-90121	-38489	0.082
32	SLE R	0.15	-1238230	0.000	0.000	92332	-44460	0.049
32	SLE R	2.87	-1238230	0.000	0.000	0.000	81318	0.049
32	SLE R	5.55	-1238230	0.000	0.000	-90674	-39982	0.049
38	SLE R	0.15	-1238230	-0.000	0.000	91503	-42221	0.000
38	SLE R	2.84	-1238230	-0.000	0.000	0.220	81307	0.000

Fabbricato E3 - Tipologico G - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30 D 26	CL	FA00G0 001	C	71 di 105

38	SLE R	5.55	-1238230	-0.000	0.000	-91503	-42221	0.000
39	SLE R	0.15	-1238230	-0.000	0.000	91503	-42221	0.000
39	SLE R	2.84	-1238230	-0.000	0.000	0.220	81307	0.000
39	SLE R	5.55	-1238230	-0.000	0.000	-91503	-42221	0.000

CC	TCC	X <m>	N <kN>	Ty <kN>	Mz <kNm>	Tz <kN>	My <kNm>	Mx <kNm>
27	SLE F	0.15	-619114	0.000	0.000	82474	-38032	0.000
27	SLE F	2.84	-619114	0.000	0.000	0.198	73308	0.000
27	SLE F	5.55	-619114	0.000	0.000	-82474	-38032	0.000
33	SLE F	0.15	-619114	0.000	0.000	82751	-38778	0.016
33	SLE F	2.86	-619114	0.000	0.000	0.000	73309	0.016
33	SLE F	5.55	-619114	0.000	0.000	-82198	-37286	0.016
34	SLE F	0.15	-619114	0.000	0.000	82474	-38032	0.000
34	SLE F	2.84	-619114	0.000	0.000	0.198	73308	0.000
34	SLE F	5.55	-619114	0.000	0.000	-82474	-38032	0.000
40	SLE F	0.15	-619114	-0.000	0.000	82474	-38032	0.000
40	SLE F	2.84	-619114	-0.000	0.000	0.198	73308	0.000
40	SLE F	5.55	-619114	-0.000	0.000	-82474	-38032	0.000
41	SLE F	0.15	-619114	0.000	0.000	82474	-38032	0.000
41	SLE F	2.84	-619114	0.000	0.000	0.198	73308	0.000
41	SLE F	5.55	-619114	0.000	0.000	-82474	-38032	0.000

CC	TCC	X <m>	N <kN>	Ty <kN>	Mz <kNm>	Tz <kN>	My <kNm>	Mx <kNm>
28	SLE Q	0.15	0.000	0.000	0.000	80217	-36985	0.000
28	SLE Q	2.84	0.000	0.000	0.000	0.193	71308	0.000
28	SLE Q	5.55	0.000	0.000	0.000	-80217	-36985	0.000
35	SLE Q	0.15	0.000	0.000	0.000	80217	-36985	0.000
35	SLE Q	2.84	0.000	0.000	0.000	0.193	71308	0.000
35	SLE Q	5.55	0.000	0.000	0.000	-80217	-36985	0.000
42	SLE Q	0.15	0.000	0.000	0.000	80217	-36985	0.000
42	SLE Q	2.84	0.000	0.000	0.000	0.193	71308	0.000
42	SLE Q	5.55	0.000	0.000	0.000	-80217	-36985	0.000

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA</b> <b>TRATTA LERCARA DIR – CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3)</b> <b>FABBRICATI</b>					
	Fabbricato E3 - Tipologico G - Relazione di calcolo	COMMESSA RS3T	LOTTO 30 D 26	CODIFICA CL	DOCUMENTO FA00G0 001	REV. C

#### 8.4.1 VERIFICA A FLESSIONE

Si riportano di seguito le verifiche a flessione, in corrispondenza della sezione d'appoggio e della sezione di campata (convenzione sui segni: compressione negativa (-), momento flettente che tende le fibre superiori negativo (-)).

In funzione delle sollecitazioni si è dimensionata opportunamente l'armatura longitudinale delle travi:

##### 1) Zone d'appoggio:

- Armatura superiore      4  $\Phi$  16
- Armatura inferiore      3  $\Phi$  16

##### 2) Campata:

- Armatura superiore      3  $\Phi$  16
- Armatura inferiore      4  $\Phi$  16

In aggiunta, fuori calcolo, andranno disposti 2  $\Phi$  12 come ferri di parete.

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

Essendo la sezione armata in maniera simmetrica in campata ed in appoggio si esegue la verifica di una sola sezione in cui le sollecitazioni calcolate in appoggio sono invertite di segno.

#### Travata n. 106

Nodi: 103 107

#### 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

Fabbricato E3 - Tipologico G - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30 D 26	CL	FA00G0 001	C	73 di 105

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)

E1 = 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

MRdy = Momento resistente allo stato limite ultimo intorno all'asse Y

Sic. = Sicurezza a rottura

$\sigma_{edd}$  = Tensione di distacco della fibra di estremità (modo 1)

$\Delta\%$  = Incremento percentuale sicurezza

$\sigma_f$  sup = Tensione nel ferro - superiore

$\sigma_f$  inf = Tensione nel ferro - inferiore

$\sigma_c$  = 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

$ctg\theta$  = 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

c = Ricoprimento dell'armatura

s = Distanza minima tra le barre

K3 = Coefficiente di forma del diagramma delle tensioni prima della fessurazione

$s_{em}$  = Distanza media tra le fessure

$\Phi$  = Diametro della barra

$A_s$  = Area complessiva dei ferri nell'area di calcestruzzo efficace

$A_{c\ eff}$  = Area di calcestruzzo efficace

$\sigma_s$  = Tensione nell'acciaio nella sezione fessurata

$\sigma_{sr}$  = Tensione nell'acciaio corrispondente al raggiungimento della resistenza a trazione nel calcestruzzo

$\epsilon_{sm}$  = 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

Fabbricato E3 - Tipologico G - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30 D 26	CL	FA00G0 001	C	74 di 105

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

H = Altezza

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

#### Caratteristiche delle sezioni e dei materiali utilizzati

Sez.	Tipo	B <cm>	H <cm>	Cf sup <cm>	Cf inf <cm>	Cls	Fck <daN/cm <sup>2</sup> >	Fctk <daN/cm <sup>2</sup> >	Fcd <daN/cm <sup>2</sup> >	Fctd <daN/cm <sup>2</sup> >	Tp	Fyk <daN/cm <sup>2</sup> >	Fyd <daN/cm <sup>2</sup> >
1	R	30.00	50.00	5.50	5.50	C30/37	307.10	20.59	174.02	13.73	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	19	SLV	1	15.00	6.03	8.04	6.03	8.04	-7050.47	-9952.07	1.412
2.43	29	SLU	1	243.21	6.03	10.05	6.03	10.05	12456.40	16106.10	1.293
5.55	7	SLV	1	555.00	6.03	8.04	6.03	8.04	-7050.47	-9952.07	1.412

#### Stato limite d'esercizio - Verifiche tensionali

Xg <m>	CC	TCC	El	X <cm>	AfE S <cmq>	AfE I <cmq>	My <daNm>	$\sigma_{\epsilon}$ sup <daN/cm <sup>2</sup> >	$\sigma_{\epsilon}$ inf <daN/cm <sup>2</sup> >	$\sigma_c$ <daN/cm <sup>2</sup> >
0.15	31	SLE R	1	15.00	6.03	8.04	-4595.29	1899.75	-379.51	46.73
0.15	28	SLE Q	1	15.00	6.03	8.04	-3698.47	1528.99	-305.44	37.61

Fabbricato E3 - Tipologico G - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30 D 26	CL	FA00G0 001	C	75 di 105

2.43	31	SLE R	1	243.21	6.03	10.05	8946.95	-760.46	2263.55	79.13
2.43	28	SLE Q	1	243.21	6.03	10.05	7843.90	-666.70	1984.48	69.37
5.55	26	SLE R	1	555.00	6.03	8.04	-4222.10	1745.47	-348.69	42.93
5.55	28	SLE Q	1	555.00	6.03	8.04	-3698.47	1528.99	-305.44	37.61

**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 <sub>rm</sub> <mm>	Φ	A <sub>s</sub> <cmq>	A <sub>c eff</sub> <cmq>	σ <sub>s</sub> <daN/cmq>	σ <sub>sr</sub> <daN/cmq>	ε <sub>sm</sub>	w <sub>k</sub> <mm>
35	0.15	28	SLE Q	1	1	1	15.00	-3698.47	47.00	95.00	0.17	199.56	16.00	6.03	486.13	1528.99	2260.77	0.30	0.10
39	0.15	33	SLE F	1	1	1	15.00	-3877.84	47.00	95.00	0.17	199.56	16.00	6.03	486.13	1603.14	2260.77	0.31	0.11
69	2.43	28	SLE Q	1	1	1	243.21	7843.90	47.00	47.50	0.16	154.90	16.00	10.05	491.13	1984.48	1481.44	0.69	0.18
72	2.43	27	SLE F	1	1	1	243.21	8063.90	47.00	47.50	0.16	154.90	16.00	10.05	491.13	2040.14	1481.44	0.73	0.19
115	5.55	28	SLE Q	1	1	1	555.00	-3698.47	47.00	95.00	0.17	199.56	16.00	6.03	486.13	1528.99	2260.77	0.30	0.10
118	5.55	27	SLE F	1	1	1	555.00	-3803.20	47.00	95.00	0.17	199.56	16.00	6.03	486.13	1572.29	2260.77	0.31	0.10

**Stato limite d'esercizio - Verifiche a fessurazione con combinazione rara**

Le verifiche sono condotte in ottemperanza a quanto prescritto dal Manuale di Progettazione delle Opere Civili - RFIDTCSIPSMAIFS001C al §2.5.1.8.3.2.4

**VERIFICA A SLE FESSURAZIONE, TENSIONI DI ESERCIZIO - RARA**

B	30 cm	Mmax	89,46 KNm
H	50 cm	Rck	37
c	5 cm	fck	30,71
d	45 cm	1,2xfctm	3,60 N/mm <sup>2</sup>
nbarre	4	fsd	374 N/mm <sup>2</sup>
dmedio	1,60 cm	fyk	430 N/mm <sup>2</sup>
c'	4,20 cm		
deff1	16,2 cm		
deff2	18,01 cm		
deff	16,2 cm		

**determinazione ε<sub>sm</sub>**

β1	1	c	4,2 cm
β2	0,5	s	6,67 cm
E <sub>s</sub>	206000 N/mm <sup>2</sup>	k2	0,4
		k3	0,125
ε <sub>sm</sub> =	0,106%	φ	1,6 cm
		n	4
S <sub>rm</sub> =	14,567665	A <sub>s</sub>	8,042477 cm <sup>2</sup>
		b	30 cm
		A <sub>c,eff</sub>	486,00 cm <sup>2</sup>
		ρ <sub>r</sub>	0,016548

**determinazione w<sub>k</sub>**

w<sub>k</sub> = 0,263 mm      w<sub>lim</sub> = 0,3 mm      **OK**

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA LERCARA DIR – CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3) FABBRICATI					
	Fabbricato E3 - Tipologico G - Relazione di calcolo	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
	RS3T	30 D 26	CL	FA00G0 001	C	76 di 105

### 8.4.2 VERIFICA A TAGLIO E TORSIONE

Al fine di escludere la formazione di meccanismi inelastici dovuti al taglio, le sollecitazioni di taglio di calcolo  $V_{Ed}$  si ottengono sommando il contributo dovuto ai carichi gravitazionali agenti sulla trave, considerata incernierata agli estremi, alle sollecitazioni di taglio corrispondenti alla formazione di cerniere plastiche nella trave e prodotte dai momenti resistenti (ultimi) delle due sezioni di plasticizzazione (generalmente quelle di estremità) amplificati del fattore di sovra resistenza  $\gamma_{Rd}$  assunto pari a 1.0 per CDB.

Deve risultare (NTC2018 – 4.1.2.1.3.2):

$$V_{Rd} > V_d$$

dove:

$V_d$  = Valore di calcolo del taglio agente;

$$V_{Rd} = \min (V_{Rsd}, V_{Rcd})$$

Con riferimento all'armatura trasversale, la resistenza di calcolo a "taglio trazione" si calcola con:

$$V_{Rsd} = 0.9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{yd} \cdot (\text{ctg}\alpha + \text{ctg}\theta) \cdot \sin\alpha$$

Con riferimento al calcestruzzo d'anima, la resistenza di calcolo a "taglio compressione" si calcola con:

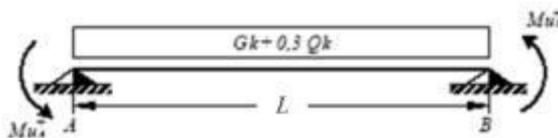
$$V_{Rcd} = 0.9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f'_{cd} \cdot (\text{ctg}\alpha + \text{ctg}\theta) / (1 + \text{ctg}^2\theta)$$

dove:

$\alpha$  : Angolo d'inclinazione dell'armatura trasversale rispetto all'asse dell'elemento;

$\theta$  : Angolo d'inclinazione dei puntoni in calcestruzzo rispetto all'asse dell'elemento.

- **1° Schema:**



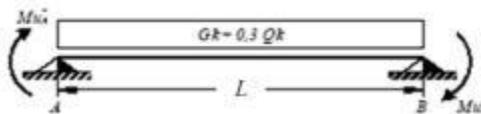
Il taglio è variabile linearmente lungo la trave ed è pari a:

$$V_A = \gamma_{Rd} \frac{Mu_A^+ + Mu_B^+}{l_{trave}} + \frac{(G_k + 0,3Q_k) \cdot l_{trave}}{2}$$

$$V_B = \gamma_{Rd} \frac{Mu_A^+ + Mu_B^+}{l_{trave}} - \frac{(G_k + 0,3Q_k) \cdot l_{trave}}{2}$$

 GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA LERCARA DIR – CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3) FABBRICATI					
	Fabbricato E3 - Tipologico G - Relazione di calcolo	COMMessa RS3T	LOTTO 30 D 26	CODIFICA CL	DOCUMENTO FA00G0 001	REV. C

• **2° Schema:**



Il taglio è variabile linearmente lungo la trave ed è pari a:

$$V_A = \gamma_{Rd} \frac{Mu^-_A + Mu^-_B}{l_{trave}} + \frac{(G_k + 0,3Q_k) \cdot l_{trave}}{2}$$

$$V_B = \gamma_{Rd} \frac{Mu^-_A + Mu^-_B}{l_{trave}} - \frac{(G_k + 0,3Q_k) \cdot l_{trave}}{2}$$

La verifica di resistenza nei confronti della torsione (SLU) (NTC2018 – 4.1.2.1.4) consiste nel controllare che:

$$T_{Rd} \geq T_{Ed}$$

dove  $T_{Ed}$  è il valore di calcolo del momento torcente.

Per elementi prismatici sottoposti a torsione semplice o combinata con altre sollecitazioni, che abbiano sezione piena o cava, lo schema resistente è costituito da un traliccio periferico in cui gli sforzi di trazione sono affidati alle armature longitudinali e trasversali ivi contenute e gli sforzi di compressione sono affidati alle bielle di calcestruzzo.

Con riferimento al calcestruzzo la resistenza si calcola con:

$$T_{Rcd} = 2 \cdot A \cdot t \cdot f'_{cd} \cdot \text{ctg}\theta / (1 + \text{ctg}\theta)$$

dove  $t$  è lo spessore della sezione cava; per sezioni piene  $t = A_c/u$  dove  $A_c$  è l'area della sezione ed  $u$  è il suo perimetro;  $t$  deve essere assunta comunque  $\geq 2$  volte la distanza fra il bordo e il centro dell'armatura longitudinale.

Le armature longitudinali e trasversali del traliccio resistente devono essere poste entro lo spessore  $t$  del profilo periferico. Le barre longitudinali possono essere distribuite lungo detto profilo, ma comunque una barra deve essere presente su tutti i suoi spigoli.

Con riferimento alle staffe trasversali la resistenza si calcola con:

$$T_{Rsd} = 2 \cdot A \cdot (A_s/s) \cdot f_{yd} \cdot \text{ctg}\theta$$

Con riferimento all'armatura longitudinale la resistenza si calcola con:

$$T_{Rsd} = 2 \cdot A \cdot (\sum A_l/u_m) \cdot f_{yd} / \text{ctg}\theta$$

dove si è posto:

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA</b> <b>TRATTA LERCARA DIR – CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3)</b> <b>FABBRICATI</b>					
	Fabbricato E3 - Tipologico G - Relazione di calcolo	COMMESSA RS3T	LOTTO 30 D 26	CODIFICA CL	DOCUMENTO FA00G0 001	REV. C

A area racchiusa dalla fibra media del profilo periferico;

As area delle staffe;

$u_m$  perimetro medio del nucleo resistente;

s passo delle staffe;

$\Sigma A_l$  area complessiva delle barre longitudinali.

L'inclinazione  $\theta$  delle bielle compresse di calcestruzzo rispetto all'asse della trave deve rispettare i limiti seguenti:

$$0,4 \leq \text{ctg } \theta \leq 2,5$$

Entro questi limiti, nel caso di torsione pura, può porsi  $\text{ctg } \theta = (a_l/a_s)^{1/2}$

con:  $a_l = \Sigma A_l / u_m$

$$a_s = A_s / s$$

La resistenza alla torsione della trave è la minore delle tre sopra definite.

Si riporta di seguito un prospetto riepilogativo con i valori delle sollecitazioni taglianti e torcenti ottenute seguendo la metodologia descritta e riportata negli schemi precedenti:

Poiché il valore del taglio determinato mediante la procedura sopra riportata è maggiore del taglio di calcolo ottenuto a valle dell'analisi strutturale mediante il MODEST ( $V_2=129.46$  kN) si procede alla verifica di resistenza considerando il seguente valore del taglio massimo:

$$V_{Ed-max} = 129.46 \text{ kN}$$

#### Staffe - Verifiche armatura

CC	X0 <m>	X1 <m>	Lung. <m>	Staff.	Afe St. <cmq/m>	bw <m>	Vsdu <daN>	ctg	VRsd <daN>	VRcd <daN>	Vrdu <daN>	Sic.T
29 SLU	0.15	0.65	0.50	ø8/10 2 br.	10.05	0.30	12946.20	2.37	37401.50	37401.50	37401.50	2.89
29 SLU	0.65	5.05	4.40	ø8/20 2 br.	5.03	0.30	10587.10	2.50	19693.70	36049.80	19693.70	1.86
25 SLU	5.05	5.55	0.50	ø8/10 2 br.	10.05	0.30	12738.90	2.37	37401.50	37401.50	37401.50	2.94

Si adotteranno nelle zone d'appoggio, per un tratto pari ad 65 cm dal filo esterno del pilastro, staffe  $\Phi 8/10$  cm, per il rispetto dei limiti normativi, mentre nelle zone centrali di campata staffe  $\Phi 8/20$  cm.

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA LERCARA DIR – CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3) FABBRICATI					
	Fabbricato E3 - Tipologico G - Relazione di calcolo	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
	RS3T	30 D 26	CL	FA00G0 001	C	79 di 105

### 8.4.3 VERIFICA LIMITAZIONI ARMATURA

In ogni sezione della trave, il rapporto geometrico  $\rho$  relativo all'armatura tesa, indipendentemente dal fatto che l'armatura tesa sia quella al lembo superiore della sezione  $A_s$  o quella al lembo inferiore della sezione  $A_i$ , deve essere compreso entro i seguenti limiti:

$$\frac{1,4}{f_{yk}} < \rho < \rho_{comp} + \frac{3,5}{f_{yk}}$$

dove:

$\rho = A_s / (bh)$  Rapporto geometrico relativo all'armatura tesa

$\rho_{comp} = A_s' / (bh)$  Rapporto geometrico relativo all'armatura compressa

#### Dati Geometrici

Trave:

Base	b=	30cm	ok
altezza	h=	50cm	
allargamento	dsx =	0cm	
allargamento	ddx =	0cm	
copriferro	c=	5cm	

Valori max	Limit. geometriche 7.4.6.1.1	
30cm	$b \geq 20\text{cm}$	$b \leq 2lp$
120cm	$b/h \geq 0,25$	
25cm	$dsx \leq h/2$	
25cm	$ddx \leq h/2$	

### Dati di armatura

Tipo CLS	C30/37	(min C20/25)	D.M.(7.4.2.1)	$R_{ck} = 37$ N/mm <sup>2</sup>			
Tipo Acciaio	B450C	(B450C)	D.M.(7.4.2.2)				
fck=	30,71	fcd=	17,40	D.M.(4.1.2.1.1.1)	fctm=	2,94	D.M.(11.2.10.2)
fyk=	450	fyd=	391,30	D.M.(4.1.2.1.1.3)			

Diametro min. armatura long. 16  $\geq \Phi 14$  D.M.(7.4.6.2.1)

Diametro staffe 8  $\geq \Phi 6$  D.M.(7.4.6.2.1)

N° braccia staffe 2

### Armatura longitudinale

In campata	n°ferri_tesi	4	As=	8,04cm <sup>2</sup>	As=	8,04cm <sup>2</sup>
	n°ferri_comp.	3	A's=	6,03cm <sup>2</sup>	A's=	6,03cm <sup>2</sup>
zona critica	n°ferri_tesi	3	As=	6,03cm <sup>2</sup>	As=	6,03cm <sup>2</sup>
	n°ferri_comp.	4	A's=	8,04cm <sup>2</sup>	A's=	8,04cm <sup>2</sup>

### Limitazioni Armatura longitudinale 7.4.6.2.1

In campata:	$\rho$ ; $\rho_{comp}$	Arm. min.	Arm. max.	limitazioni	
	0,00536	4,7cm <sup>2</sup>	17,7cm <sup>2</sup>	$.4/fyk < \rho < (\rho_{comp} + (3.5/fyk))$	<b>OK</b>
	0,00402	2,0cm <sup>2</sup>		$\rho_{comp} \geq 0,25\rho$	<b>OK</b>
zona critica:	0,00402	4,7cm <sup>2</sup>	19,7cm <sup>2</sup>	$1.4/fyk < \rho < (\rho_{comp} + (3.5/fy))$	<b>OK</b>
	0,00536	3,0cm <sup>2</sup>		$\rho_{comp} \geq 0,5\rho$	<b>OK</b>

In ogni caso almeno il 50% dell'armatura necessaria per il taglio deve essere costituita da staffe.

Per gli elementi in esame l'armatura trasversale è costituita solo da staffe.

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA</b> <b>TRATTA LERCARA DIR – CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3)</b> <b>FABBRICATI</b>					
	Fabbricato E3 - Tipologico G - Relazione di calcolo	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30 D 26</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>FA00G0 001</b>	REV. <b>C</b>

## 8.5 PILASTRI D'ANGOLO (30X50)

Si riportano di seguito le verifiche strutturali dei pilastri d'angolo aventi sezione rettangolare di dimensioni 30x50 cm. Le verifiche saranno condotte per i differenti stati limite ed in corrispondenza delle sezioni maggiormente sollecitate dell'elemento per effetto delle combinazioni di carico più gravose.

Preliminarmente alla verifica di resistenza dei pilastri allo SLU è necessario valutare la stabilità degli elementi snelli. Tali verifiche devono essere condotte attraverso un'analisi del secondo ordine che tenga conto degli effetti flessionali delle azioni assiali sulla configurazione deformata degli elementi stessi. In via approssimativa gli effetti del secondo ordine in pilastri singoli possono essere trascurati se la snellezza  $\lambda$  non supera il valore limite (4.1.2.1.7-NTC2018):

$$\lambda_{lim} = 15.4 \cdot \frac{C}{\sqrt{\nu}}$$

dove:

$\nu = N_{Ed} / (A_c \cdot f_{cd})$  è l'azione assiale adimensionale;

$C = 1,7 - r_m$  dipende dalla distribuzione dei momenti del primo ordine;

$r_m = M_{01} / M_{02}$  rapporto tra i momenti flettenti del primo ordine alle due estremità del pilastro (con  $M_{02} \geq M_{01}$ ).

E' stata valutata la snellezza  $\lambda$  del pilastro:

### SNELLEZZA LIMITE PILASTRI

$$\lambda_{lim} = 15.4 \cdot \frac{C}{\sqrt{\nu}}$$

NED =	92327	N
B =	300	mm
H =	500	mm
fcd =	17,40	N/mm <sup>2</sup>
n	0,0354	
C	2,029	
Mtesta	16386000	Nxmm
Mpiede	49840000	Nxmm
r <sub>m</sub>	0,3288	
l limite	166,099	

### SNELLEZZA PILASTRO

J min	1,125E+09	mm <sup>4</sup>
r min	86,603	mm
b	1	
L0	4000	mm
l pilastro	46,188	

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA</b> <b>TRATTA LERCARA DIR – CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3)</b> <b>FABBRICATI</b>					
	Fabbricato E3 - Tipologico G - Relazione di calcolo	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
	RS3T	30 D 26	CL	FA00G0 001	C	82 di 105

La verifica risulta soddisfatta.

Per quanto concerne le non linearità geometriche sono prese in conto, quando necessario, attraverso il fattore  $\theta$  di seguito definito. In particolare, per le costruzioni civili ed industriali esse possono essere trascurate nel caso in cui risulti:

$$\theta = \frac{P \cdot d_r}{V \cdot h} \leq 0.1$$

dove:

P è il carico verticale totale agente;

$d_r$  è lo spostamento orizzontale medio d'interpiano;

V è la forza orizzontale totale agente;

h è l'altezza dell'elemento.

Si riporta di seguito la verifica delle non linearità geometriche facendo riferimento alle combinazioni di carico che producono lo spostamento orizzontale maggiore SLD\_Y.

Elenco spostamenti e rigidezze teoriche di impalcato

Simbologia

Imp. = Numero dell'impalcato  
 Sx = Spostamento impalcato in dir. X  
 Rig X = Rigidezza teorica in direzione X  
 Dif X % = Differenza percentuale della rigidezza X rispetto all'impalcato precedente  
 $\Theta_x$  = Coefficiente  $\Theta$  in dir. X  
 Br X = Coordinata X della posizione baricentro rigidezze teorico  
 Sy = Spostamento impalcato in dir. Y  
 Rig Y = Rigidezza teorica in direzione Y  
 Dif Y % = Differenza percentuale della rigidezza Y rispetto all'impalcato precedente  
 $\Theta_y$  = Coefficiente  $\Theta$  in dir. Y  
 Br Y = Coordinata Y della posizione baricentro rigidezze teorico

Imp.	Sx <m>	Rig X <kN/m>	Dif X %	$\Theta_x$	Br X <m>	Sy <m>	Rig Y <kN/m>	Dif Y %	$\Theta_y$	Br Y <m>
1	4.52E-03	66751.70	0.00	2.78E-03	6.27	5.89E-03	51282.40	0.00	3.61E-03	3.00

$$\Theta_y = 0.0036 < 0.01$$

### 8.5.1 VERIFICA A FLESSIONE

Nelle tabelle seguenti sono riportate le sollecitazioni ottenute agli SLU statico e simico ed agli SLE (rara, frequente e quasi permanente).

CC	TCC	X <m>	N <kN>	Ty <kN>	Mz <kNm>	Tz <kN>	My <kNm>	Mx <kNm>
25	SLU	0.00	-98787	-1076	1453	-21902	29425	-0.000
25	SLU	3.75	-80506	-1076	-2581	-21902	-52709	-0.000
29	SLU	0.00	-105332	-1423	2171	-38789	58651	-0.218
29	SLU	3.75	-87050	-1423	-3165	-28945	-68350	-0.218
30	SLU	0.00	-102714	-1284	1884	-32034	46960	-0.131
30	SLU	3.75	-84433	-1284	-2932	-26128	-62093	-0.131
36	SLU	0.00	-104026	-14212	18608	-21902	29425	-0.000
36	SLU	3.75	-85745	-1275	-10431	-21902	-52709	-0.000
37	SLU	0.00	-101931	-8958	11746	-21902	29425	-0.000
37	SLU	3.75	-83649	-1195	-7291	-21902	-52709	-0.000

CC	TCC	X <m>	N <kN>	Ty <kN>	Mz <kNm>	Tz <kN>	My <kNm>	Mx <kNm>
26	SLE R	0.00	-72040	-0.779	1052	-15731	21134	-0.000
26	SLE R	3.75	-57978	-0.779	-1868	-15731	-37858	-0.000
31	SLE R	0.00	-76403	-1010	1530	-26989	40618	-0.146
31	SLE R	3.75	-62341	-1010	-2258	-20426	-48285	-0.146
32	SLE R	0.00	-74658	-0.918	1339	-22486	32825	-0.087
32	SLE R	3.75	-60596	-0.918	-2102	-18548	-44114	-0.087
38	SLE R	0.00	-75533	-9536	12488	-15731	21134	-0.000
38	SLE R	3.75	-61471	-0.911	-7101	-15731	-37858	-0.000
39	SLE R	0.00	-74136	-6033	7913	-15731	21134	-0.000
39	SLE R	3.75	-60073	-0.858	-5008	-15731	-37858	-0.000

CC	TCC	X <m>	N <kN>	Ty <kN>	Mz <kNm>	Tz <kN>	My <kNm>	Mx <kNm>
27	SLE F	0.00	-68325	-0.763	1031	-14508	19491	-0.000
27	SLE F	3.75	-54263	-0.763	-1829	-14508	-34914	-0.000
33	SLE F	0.00	-69198	-0.809	1126	-16759	23387	-0.029
33	SLE F	3.75	-55136	-0.809	-1907	-15447	-36999	-0.029
34	SLE F	0.00	-68325	-0.763	1031	-14508	19491	-0.000
34	SLE F	3.75	-54263	-0.763	-1829	-14508	-34914	-0.000
40	SLE F	0.00	-69024	-2514	3318	-14508	19491	-0.000
40	SLE F	3.75	-54961	-0.789	-2876	-14508	-34914	-0.000
41	SLE F	0.00	-68325	-0.763	1031	-14508	19491	-0.000
41	SLE F	3.75	-54263	-0.763	-1829	-14508	-34914	-0.000

CC	TCC	X <m>	N <kN>	Ty <kN>	Mz <kNm>	Tz <kN>	My <kNm>	Mx <kNm>
28	SLE Q	0.00	-67397	-0.759	1025	-14202	19080	-0.000
28	SLE Q	3.75	-53334	-0.759	-1819	-14202	-34178	-0.000
35	SLE Q	0.00	-67397	-0.759	1025	-14202	19080	-0.000
35	SLE Q	3.75	-53334	-0.759	-1819	-14202	-34178	-0.000
42	SLE Q	0.00	-67397	-0.759	1025	-14202	19080	-0.000
42	SLE Q	3.75	-53334	-0.759	-1819	-14202	-34178	-0.000

## Pilastrati d'angolo

In funzione delle sollecitazioni si è dimensionata opportunamente l'armatura longitudinale del pilastro:

- Armatura lati corti                    2  $\Phi$  20
- Armatura lato lungo                    2  $\Phi$  20 + 1  $\Phi$  16

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

Essendo i pilastrati orientati in maniera diversa sono state eseguite le verifiche coerentemente con l'orientamento degli assi locali definiti nel modello di calcolo.

### Pilastrata n. 1

Nodi: 1 101

#### Simbologia

Xg = Coordinata progressiva (dal primo nodo) in cui viene effettuato il progetto/verifica

CC = Combinazione delle condizioni di carico elementari

e = eccentricità aggiuntiva in caso di compressione o pressoflessione

$\alpha$  = amplificazione per gerarchia delle resistenze

TG = taglio da gerarchia delle resistenze

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

Fabbricato E3 - Tipologico G - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30 D 26	CL	FA00G0 001	C	85 di 105

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

X = Coordinata progressiva rispetto al nodo iniziale

N = Sforzo normale

Mz = Momento flettente intorno all'asse Z

My = Momento flettente intorno all'asse Y

My ver. = Momento flettente di verifica intorno all'asse Y

c = Ricoprimento dell'armatura

s = Distanza minima tra le barre

K3 = Coefficiente di forma del diagramma delle tensioni prima della fessurazione

s<sub>rm</sub> = Distanza media tra le fessure

Φ = Diametro della barra

A<sub>s</sub> = Area complessiva dei ferri nell'area di calcestruzzo efficace

A<sub>c eff</sub> = Area di calcestruzzo efficace

σ<sub>s</sub> = Tensione nell'acciaio nella sezione fessurata

σ<sub>sr</sub> = Tensione nell'acciaio corrispondente al raggiungimento della resistenza a trazione nel calcestruzzo

ε<sub>sm</sub> = Deformazione unitaria media dell'armatura (\*1000)

Wk = Apertura delle fessure

M = Momento flettente

MRd = Momento resistente allo stato limite ultimo

μΦ = Valore di progetto della duttilità di curvatura

μΦ<sub>c</sub> = Capacità della duttilità di curvatura

α<sub>e</sub> = Coefficiente di efficacia del confinamento

ω<sub>wd</sub> = Rapporto meccanico dell'armatura trasversale di confinamento all'interno della zona dissipativa

μΦ<sub>d</sub> = Domanda della duttilità di curvatura

v<sub>d</sub> = Forza assiale adimensionalizzata di progetto

E<sub>syrd</sub> = Deformazione di snervamento dell'acciaio

b<sub>c</sub>/b<sub>0</sub> = Rapporto tra la larghezza minima della sezione trasversale lorda e la larghezza del nucleo confinato

Mz ver. = Momento flettente di verifica intorno all'asse Z

Nu = Sforzo normale ultimo

MRdy = Momento resistente allo stato limite ultimo intorno all'asse Y

MRdz = Momento resistente allo stato limite ultimo intorno all'asse Z

α = Angolo asse neutro a rottura

ε<sub>y</sub> = Deformazione nell'acciaio (\*1000)

Sic. = Sicurezza a rottura

AfT = Area di ferro tesa

AfC = Area di ferro compressa

σ<sub>c</sub> = Tensione nel calcestruzzo

σ<sub>ε</sub> = Tensione nel ferro

X0 = Coordinata progressiva (dal nodo iniziale) dell'inizio del tratto

X1 = Coordinata progressiva (dal nodo iniziale) della fine del tratto

Staff. = Staffatura adottata

Br<sub>y</sub> = Numero bracci in dir. Y locale

Br<sub>z</sub> = Numero bracci in dir. Z locale

bw<sub>y</sub> = Larghezza membratura resistente al taglio in dir. Y

Vsdu<sub>y</sub> = Taglio agente in dir. Y

ctgθ<sub>y</sub> = Cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di calcestruzzo in dir. Y

VRsd<sub>y</sub> = Taglio ultimo lato armatura in dir. Y

Fabbricato E3 - Tipologico G - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30 D 26	CL	FA00G0 001	C	86 di 105

VRcd,<sub>y</sub> = Taglio ultimo lato calcestruzzo in dir. Y  
 bw,<sub>z</sub> = Larghezza membratura resistente al taglio in dir. Z  
 Vsdu,<sub>z</sub> = Taglio agente in dir. Z  
 ctgθ,<sub>z</sub> = Cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di calcestruzzo in dir. Z  
 VRsd,<sub>z</sub> = Taglio ultimo lato armatura in dir. Z  
 VRcd,<sub>z</sub> = Taglio ultimo lato calcestruzzo in dir. Z  
 Sic.T = Sicurezza a rottura per taglio  
 Nodo = Numero del nodo  
 Conf. = Nodo confinato  
     S = Si  
     N = No  
 F. = Identificativo faccia del nodo  
     Y+ = Faccia sul lato positivo Y locale pilastro  
     Z+ = Faccia sul lato positivo Z locale pilastro  
     Y- = Faccia sul lato negativo Y locale pilastro  
     Z- = Faccia sul lato negativo Z locale pilastro  
 Mod. = Modalità di verifica faccia  
     I = Interna  
     E = Esterna  
 Br. = Numero bracci  
 As1 = Area di ferro superiore delle travi incidenti sulla faccia  
 As2 = Area di ferro inferiore delle travi incidenti sulla faccia  
 Bj = Larghezza effettiva utile del nodo  
 Hjc = Distanza tra armature pilastro  
 Hjw = Distanza tra armature trave  
 Ash = Area totale della sezione della staffa  
 Vc = Taglio nel pilastro al di sopra del nodo  
 Vjbd = Taglio agente nel nucleo di calcestruzzo [7.4.6/7]  
 vd<sub>s</sub> = Sforzo normale normalizzato del pilastro superiore (%)  
 vd<sub>i</sub> = Sforzo normale normalizzato del pilastro inferiore (%)  
 Vjbr = Resistenza a compressione del nucleo di calcestruzzo [7.4.8]  
 Afni = Azione di fessurazione sul nodo integro [7.4.10]  
 Rfni = Resistenza a fessurazione nodo integro [7.4.10]  
 Vjwd = Azione agente di trazione diagonale [7.4.11/12]  
 Vjwr = Resistenza a trazione diagonale [7.4.11/12]  
 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

Fabbricato E3 - Tipologico G - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30 D 26	CL	FA00G0 001	C	87 di 105

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

H = Altezza

Cf = Copriferro

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

#### Caratteristiche delle sezioni e dei materiali utilizzati

Sez.	Tipo	B <cm>	H <cm>	Cf <cm>	Cls	Fck <daN/cm²>	Fctk <daN/cm²>	Fcd <daN/cm²>	Fctd <daN/cm²>	Tp	Fyk <daN/cm²>	Fyd <daN/cm²>
3R		30.00	50.00	6.00	C30/37	307.10	20.59	174.02	13.73	B450C	4500.00	3913.04

#### Stato limite ultimo - Verifiche a flessione/pressoflessione

Xg <m>	CC	TCC	El	Sez.	X <cm>	N <daN>	My <daNm>	My ver. <daNm>	Mz <daNm>	Mz ver. <daNm>	Nu <daN>	MRdy <daNm>	MRdz <daNm>	α <grad>	ε <sub>y</sub>	Sic.
0.00	7	SLV	1	3	0.00	-4031.88	10470.90		-1056.98		-4031.88	13929.30	-1429.35	348.75	11.18	1.331
0.00	7	SLV	1	3	0.00	-4031.88	10470.90		-1056.98		-4031.88	13929.30	-1429.35	348.75	11.18	1.331
3.65	7	SLV	1	3	365.00	-2663.13	-8526.58		-792.22		-2663.13	-13672.10	-1440.33	191.25	11.43	1.605

#### Stato limite d'esercizio - Verifiche tensionali

Xg <m>	CC	TCC	El	Sez.	X <cm>	N <daN>	Mz <daNm>	My <daNm>	AfT <cmq>	AfC <cmq>	σ <sub>c</sub> <daN/cm²>	σ <sub>f</sub> <daN/cm²>
0.00	38	SLE R	1	3	0.00	-7553.30	1248.81	2113.44	11.44	5.15	50.98	723.78
0.00	31	SLE R	1	3	0.00	-7640.33	153.04	4061.83	10.30	6.28	49.11	1035.09
0.00	28	SLE Q	1	3	0.00	-6739.67	102.54	1907.98	10.30	6.28	23.41	319.96
0.00	38	SLE R	1	3	0.00	-7553.30	1248.81	2113.44	11.44	5.15	50.98	723.78
0.00	31	SLE R	1	3	0.00	-7640.33	153.04	4061.83	10.30	6.28	49.11	1035.09
0.00	28	SLE Q	1	3	0.00	-6739.67	102.54	1907.98	10.30	6.28	23.41	319.96

Fabbricato E3 - Tipologico G - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30 D 26	CL	FA00G0 001	C	88 di 105

3.65	38	SLE R	1	3	365.00	-6184.55	-699.87	-3628.52	10.30	6.28	57.59	1112.97
3.65	31	SLE R	1	3	365.00	-6271.58	-215.66	-4623.37	10.30	6.28	56.94	1333.74
3.65	28	SLE Q	1	3	365.00	-5370.92	-174.34	-3275.78	10.30	6.28	40.88	894.14

**Stato limite d'esercizio - Verifiche a fessurazione**

Xg	CC	TCC	El	Sez.	X	N	My	Mz	c	s	K3	Szm	Φ	As	Ac eff	σs	σsz	εsm	Wk
<m>					<cm>	<daN>	<daNm>	<daNm>	<mm>	<mm>		<mm>		<cmq>	<cmq>	<daN/cmq>	<daN/cmq>		<mm>
0.00	28	SLE Q	1	3	0.00	-6739.67	1907.98	102.54	49.00	182.00	0.13	233.54	20.00	8.29	822.22	319.96	1151.37	0.06	0.02
0.00	28	SLE Q	1	3	0.00	-6739.67	1907.98	102.54	49.00	182.00	0.13	233.54	20.00	8.29	822.22	319.96	1151.37	0.06	0.02
3.65	28	SLE Q	1	3	365.00	-5370.92	-3275.78	-174.34	49.00	182.00	0.13	235.94	20.00	10.30	1046.30	894.14	1549.65	0.17	0.07

**Staffe - Verifiche armatura**

X0	X1	Staff.	Br <sub>y</sub>	Br <sub>z</sub>	CC	TCC	bw <sub>y</sub>	Vsdu <sub>y</sub>	ctgθ <sub>y</sub>	VRsd <sub>y</sub>	VRcd <sub>y</sub>	bw <sub>z</sub>	Vsdu <sub>z</sub>	ctgθ <sub>z</sub>	VRsd <sub>z</sub>	VRcd <sub>z</sub>	Sic.T
<m>	<m>						<cm>	<daN>		<daN>	<daN>	<cm>	<daN>		<daN>	<daN>	
0.00	0.61	ø10/ 7	2	2	29	SLU	0.50	142.31	2.04	38820.30	38820.20	0.30	3878.86	1.45	50416.70	50416.70	13.00
0.00	0.61	ø10/ 7	2	2	36	SLU	0.50	1421.24	2.04	38808.70	38808.70	0.30	2190.25	1.45	50398.80	50398.80	23.01
0.00	0.61	ø10/ 7	2	2	19 (TG)	SLV	0.50	1015.03	2.03	38602.00	38602.00	0.30	8880.53	1.44	50078.90	50078.90	5.64
0.00	0.61	ø10/ 7	2	2	13 (TG)	SLV	0.50	4664.43	2.03	38594.70	38594.70	0.30	3617.14	1.44	50067.50	50067.50	8.27
0.61	3.04	ø8/18	2	2	29	SLU	0.50	142.31	2.50	11850.60	33815.40	0.30	3719.17	2.50	21685.20	37126.80	5.83
0.61	3.04	ø8/18	2	2	36	SLU	0.50	1211.36	2.50	11850.60	33799.10	0.30	2190.25	2.50	21685.20	37108.90	9.78
0.61	3.04	ø8/18	2	2	19 (TG)	SLV	0.50	1015.03	2.50	11850.60	33546.40	0.30	8880.53	2.50	21685.20	36831.50	2.44
0.61	3.04	ø8/18	2	2	13 (TG)	SLV	0.50	4664.43	2.50	11850.60	33536.20	0.30	3617.14	2.50	21685.20	36820.20	2.54
3.04	3.65	ø8/10	2	2	29	SLU	0.50	142.31	2.50	21331.10	33667.50	0.30	3080.42	2.42	37814.30	37814.30	12.28
3.04	3.65	ø8/10	2	2	36	SLU	0.50	371.86	2.50	21331.10	33651.30	0.30	2190.25	2.42	37803.60	37803.60	17.26
3.04	3.65	ø8/10	2	2	19 (TG)	SLV	0.50	1015.03	2.50	21331.10	33546.40	0.30	8880.53	2.42	37734.60	37734.60	4.25
3.04	3.65	ø8/10	2	2	13 (TG)	SLV	0.50	4664.43	2.50	21331.10	33536.20	0.30	3617.14	2.42	37727.90	37727.90	4.57

**Dettagli costruttivi per la duttilità**

- α<sub>e</sub>=0.17203 ω<sub>nd</sub>=0.36334 μΦ<sub>d</sub>=25.4682 v<sub>d</sub>=0.037209 CC=7 E<sub>sy,d</sub>=0.0018995 b<sub>c</sub>/b<sub>0</sub>=1.21951 μΦ<sub>c</sub>=37.7076  
0.06251 >= 0.03086 [7.4.29]
- α<sub>e</sub>=0.17203 ω<sub>nd</sub>=0.36334 μΦ<sub>d</sub>=26.0963 v<sub>d</sub>=0.037209 CC=7 E<sub>sy,d</sub>=0.0018995 b<sub>c</sub>/b<sub>0</sub>=1.42857 μΦ<sub>c</sub>=32.1894  
0.06251 >= 0.04405 [7.4.29]

**Caratteristiche nodi trave-pilastro**

Nodo	Conf.	Staff.	F.	Mod.	Br.	As1	As2	Bj	Hjc	Hjw	Ash
						<cmq>	<cmq>	<cm>	<cm>	<cm>	<cmq>
101	N	ø10/10	Y-E		2	4.02	4.02	0.45	0.18	0.29	6.28
			Z-E		2	6.03	6.03	0.30	0.38	0.39	7.85

**Verifiche nodi trave-pilastro**

Nodo	F.	CC	TCC	Vc	Vjbd	vd <sub>s</sub>	vd <sub>i</sub>	Vjbr	Afni	Rfni	Vjwd	Vjwr
				<daN>	<daN>			<daN>	<daN/mq>	<daN/mq>	<daN>	<daN>
101	Y-	1	SLV	0.00	17308.80	0.00	1.05	59348.90	195303.00	188401.00	17163.20	24586.40
		19	SLV	0.00	17308.80	0.00	0.92	59348.90	195303.00	188401.00	17181.60	24586.40
	Z-	1	SLV	0.00	25963.20	0.00	1.05	83528.10	240506.00	262675.00	---	---

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA LERCARA DIR – CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3) FABBRICATI					
	Fabbricato E3 - Tipologico G - Relazione di calcolo	COMMESSA RS3T	LOTTO 30 D 26	CODIFICA CL	DOCUMENTO FA00G0 001	REV. C

### 8.5.2 VERIFICA LIMITAZIONI ARMATURA

Resta da verificare che l'armatura determinata in funzione delle sollecitazioni agenti rispetti le limitazioni riportate nel punto 7.4.6.2.2 delle NTC2018:

- Per tutta la lunghezza del pilastro l'interasse tra le barre non deve essere superiore a 25 cm;
- Nella sezione corrente del pilastro, la percentuale geometrica  $\rho$  di armatura longitudinale, con  $\rho$  rapporto tra l'area dell'armatura longitudinale e l'area della sezione del pilastro, deve essere compresa entro i seguenti limiti:

$$1\% < \rho < 4\%$$

- Nelle zone critiche devono essere rispettate le condizioni seguenti: le barre disposte sugli angoli della sezione devono essere contenute dalle staffe; almeno una barra ogni due, di quelle disposte sui lati, deve essere trattenuta da staffe interne o legature; le barre non fissate si devono trovare a meno di 20 cm da una barra fissata per CDB.
- Il diametro delle staffe di contenimento e legature deve essere non inferiore a 6 mm ed il loro passo deve essere non superiore alla più piccola delle quantità seguenti:
  - 1/2 del lato minore della sezione trasversale per CDB;
  - 175 mm (per CD"B");
  - 8 volte il diametro minimo delle barre longitudinali che collegano (per CD"B")
- Li devono disporre staffe in un quantitativo minimo non inferiore a:

$$\frac{A_{st}}{s} = 0.08 \frac{f_{cd} \cdot b_{st}}{f_{yd}}$$

Nel caso specifico risulta:

- Le staffe orizzontali presenti lungo l'altezza del nodo devono verificare la seguente condizione

Nella quale  $n_{st}$  e  $A_{st}$  sono rispettivamente il numero di bracci e l'area della sezione trasversale della barra della singola staffa orizzontale,  $i$  è l'interasse, e  $b_j$  è la larghezza utile del nodo determinata come segue:

- se la trave ha una larghezza  $b_w$  superiore a quella del pilastro  $b_c$ , allora  $b_j$  è il valore minimo fra  $b_w$  e  $b_c + h_c/2$ , essendo  $h_c$  la dimensione della sezione della colonna parallela alla trave;

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA LERCARA DIR – CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3) FABBRICATI					
	Fabbricato E3 - Tipologico G - Relazione di calcolo	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
	RS3T	30 D 26	CL	FA00G0 001	C	90 di 105

- se la trave ha una larghezza  $b_w$  inferiore a quella del pilastro  $b_c$ , allora  $b_j$  è il valore minimo fra  $b_c$  e  $b_w + h_c/2$ .

Devono inoltre essere rispettati i limiti riportati al punto 4.1.6.1.2 delle NTC2018:

- Nel caso di elementi sottoposti a prevalente sforzo normale, le barre parallele all'asse devono avere diametro maggiore od uguale a 12 mm. Inoltre la loro area non deve essere inferiore a :

$$A_{s,min} = (0.10 \cdot \frac{N_{Ed}}{f_{yd}})$$

e comunque non minore di  $0.003 A_c$ ;

dove:

$N_{Ed}$  rappresenta lo sforzo di compressione assiale di calcolo;

$A_c$  è l'area di calcestruzzo;

$f_{yd}$  è il valore della resistenza di calcolo dell'armatura.

Nel caso in esame risulta:

### Dati Geometrici

Pilastro:	Base	b=	30,0cm
	Altezza sez.	h=	50,0cm
	Copriferro	c=	5,0cm
	Altezza pil.	hp=	400,0cm
	Altezza libera	hl=	400,0cm

OK

Lim. Geom. 7.4.6.1.2	
$b \geq$	25cm

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA</b> <b>TRATTA LERCARA DIR – CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3)</b> <b>FABBRICATI</b>					
	Fabbricato E3 - Tipologico G - Relazione di calcolo	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30 D 26</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>FA00G0 001</b>	REV. <b>C</b>

## Dati di armatura

Tipo CLS	<b>C30/37</b>	(min C20/25)	D.M.(7.4.2.1)
Tipo Acciaio	<b>B450C</b>	(B450C)	D.M.(7.4.2.2)

$$R_{ck} = \boxed{37} \text{ N/mm}^2$$

fck=	30,71	fcd=	17,40	D.M.(4.1.2.1.1.1)	fctm=	2,94	D.M.(11.2.10.2)
f <sub>yk</sub> =	450	f <sub>yd</sub> =	391,30	D.M.(4.1.2.1.1.3)			

Diametro armatura long.	<b>20</b>	≥Φ <sub>12</sub>	
Diametro staffe	<b>8</b>	≥Φ <sub>6</sub>	<b>OK</b> ≥(1/4)Φ <sub>long</sub>

## Armatura longitudinale

n°ferri "b"	n°ferri "h"
<b>4</b>	<b>6</b>
<i>tot sui due lati</i>	<i>tot sui due lati</i>

$$n^{\circ}\text{ferri}_{\text{tot}} = 6$$

$$As+A's = 16,53\text{cm}^2$$

### Limitazioni Armatura longitudinale 7.4.6.2.2

ρ	Arm. min.	Arm. max.	limitazioni	
1,10%	15,0cm <sup>2</sup>	60,00cm <sup>2</sup>	1% ≤ ρ ≤ 4%	<b>OK</b>

### Limitazioni Armatura longitudinale 4.1.6.1.2

Arm. min.	Arm. max.	
4,5	60	<b>OK</b>

Inter. Ferri "b"	<b>20,0cm</b>	<b>OK</b>	≤ 25	<b>OK</b>	≤ - O R 24J
Inter. Ferri "h"	<b>20,0cm</b>	<b>OK</b>	≤ 25	<b>OK</b>	≤ - O R 24J

Si riscontra, pertanto, che l'armatura dei pilastri rispetta i limiti prescritti dalle NTC2018.

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA</b> <b>TRATTA LERCARA DIR – CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3)</b> <b>FABBRICATI</b>					
	Fabbricato E3 - Tipologico G - Relazione di calcolo	COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30 D 26</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>FA00G0 001</b>	REV. <b>C</b>

## 8.6 PILASTRI INTERNI (30X50)

Si riportano di seguito le verifiche strutturali dei pilastri interni aventi sezione rettangolare di dimensioni 30x50 cm. Le verifiche saranno condotte per i differenti stati limite ed in corrispondenza delle sezioni maggiormente sollecitate dell'elemento per effetto delle combinazioni di carico più gravose.

Preliminarmente alla verifica di resistenza dei pilastri allo SLU è necessario valutare la stabilità degli elementi snelli. Tali verifiche devono essere condotte attraverso un'analisi del secondo ordine che tenga conto degli effetti flessionali delle azioni assiali sulla configurazione deformata degli elementi stessi. In via approssimativa gli effetti del secondo ordine in pilastri singoli possono essere trascurati se la snellezza  $\lambda$  non supera il valore limite (4.1.2.1.7-NTC2018):

$$\lambda_{lim} = 15.4 \cdot \frac{C}{\sqrt{\nu}}$$

dove:

$\nu = N_{Ed} / (A_c \cdot f_{cd})$  è l'azione assiale adimensionale;

$C = 1,7 - r_m$  dipende dalla distribuzione dei momenti del primo ordine;

$r_m = M_{01} / M_{02}$  rapporto tra i momenti flettenti del primo ordine alle due estremità del pilastro (con  $M_{02} \geq M_{01}$ ).

E' stata valutata la snellezza  $\lambda$  del pilastro:

### SNELLEZZA LIMITE PILASTRI

$$\lambda_{lim} = 15.4 \cdot \frac{C}{\sqrt{\nu}}$$

NED =	194200	N
B =	300	mm
H =	500	mm
fcd =	17,40	N/mm <sup>2</sup>
n	0,0744	
C	1,897	
Mtesta	11024000	Nxmm
Mpiede	55830000	Nxmm
r <sub>m</sub>	0,1975	
l limite	107,114	
SNELLEZZA PILASTRO		
J min	1,125E+09	mm <sup>4</sup>
r min	86,603	mm
b	1	
L0	4000	mm
l pilastro	46,188	

La verifica risulta soddisfatta.

### 8.6.1 VERIFICA A FLESSIONE

Nelle tabelle seguenti sono riportate le sollecitazioni ottenute agli SLU statico e simico ed agli SLE (rara, frequente e quasi permanente).

CC	TCC	X <m>	N <kN>	Ty <kN>	Mz <kNm>	Tz <kN>	My <kNm>	Mx <kNm>
25	SLU	0.00	-187335	-25203	34256	0.919	-1260	-0.000
25	SLU	3.75	-169054	-25203	-60256	0.919	2185	-0.000
29	SLU	0.00	-185140	-8183	14017	1737	-3044	-0.218
29	SLU	3.75	-166859	-27870	-53581	1737	3470	-0.218
30	SLU	0.00	-186018	-14991	22113	1410	-2330	-0.131
30	SLU	3.75	-167737	-26803	-56251	1410	2956	-0.131
36	SLU	0.00	-188133	-25203	34256	-25110	36890	-0.000
36	SLU	3.75	-169852	-25203	-60256	-2610	-15085	-0.000
37	SLU	0.00	-187814	-25203	34256	-14698	21630	-0.000
37	SLU	3.75	-169533	-25203	-60256	-1198	-8177	-0.000

CC	TCC	X <m>	N <kN>	Ty <kN>	Mz <kNm>	Tz <kN>	My <kNm>	Mx <kNm>
26	SLE R	0.00	-135802	-18104	24606	0.665	-0.911	-0.000
26	SLE R	3.75	-121739	-18104	-43282	0.665	1581	-0.000
31	SLE R	0.00	-134339	-6756	11113	1210	-2101	-0.146
31	SLE R	3.75	-120276	-19881	-38832	1210	2438	-0.146
32	SLE R	0.00	-134924	-11295	16511	0.992	-1625	-0.087
32	SLE R	3.75	-120861	-19170	-40612	0.992	2095	-0.087
38	SLE R	0.00	-136334	-18104	24606	-16688	24522	-0.000
38	SLE R	3.75	-122271	-18104	-43282	-1688	-9932	-0.000
39	SLE R	0.00	-136121	-18104	24606	-9747	14348	-0.000
39	SLE R	3.75	-122058	-18104	-43282	-0.747	-5327	-0.000

CC	TCC	X <m>	N <kN>	Ty <kN>	Mz <kNm>	Tz <kN>	My <kNm>	Mx <kNm>
27	SLE F	0.00	-126298	-16328	22193	0.645	-0.883	-0.000
27	SLE F	3.75	-112236	-16328	-39037	0.645	1537	-0.000
33	SLE F	0.00	-126005	-14058	19494	0.754	-1121	-0.029
33	SLE F	3.75	-111943	-16683	-38147	0.754	1708	-0.029
34	SLE F	0.00	-126298	-16328	22193	0.645	-0.883	-0.000
34	SLE F	3.75	-112236	-16328	-39037	0.645	1537	-0.000
40	SLE F	0.00	-126404	-16328	22193	-2825	4203	-0.000

40	SLE F	3.75	-112342	-16328	-39037	0.175	-0.766	-0.000
41	SLE F	0.00	-126298	-16328	22193	0.645	-0.883	-0.000
41	SLE F	3.75	-112236	-16328	-39037	0.645	1537	-0.000

CC	TCC	X <m>	N <kN>	Ty <kN>	Mz <kNm>	Tz <kN>	My <kNm>	Mx <kNm>
28	SLE Q	0.00	-123922	-15884	21589	0.641	-0.876	-0.000
28	SLE Q	3.75	-109860	-15884	-37975	0.641	1526	-0.000
35	SLE Q	0.00	-123922	-15884	21589	0.641	-0.876	-0.000
35	SLE Q	3.75	-109860	-15884	-37975	0.641	1526	-0.000
42	SLE Q	0.00	-123922	-15884	21589	0.641	-0.876	-0.000
42	SLE Q	3.75	-109860	-15884	-37975	0.641	1526	-0.000

## Pilastrini interni

In funzione delle sollecitazioni si è dimensionata opportunamente l'armatura longitudinale del pilastro:

- Armatura lato corto                    2  $\Phi$  20
- Armatura lato lungo                    2  $\Phi$  20 + 1  $\Phi$  16

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

Essendo i pilastrini orientati in maniera diversa sono state eseguite le verifiche coerentemente con l'orientamento degli assi locali definiti nel modello di calcolo.

## Pilastrata n. 7

Nodi: 7 107

### Simbologia

Xg = Coordinata progressiva (dal primo nodo) in cui viene effettuato il progetto/verifica  
 CC = Combinazione delle condizioni di carico elementari  
 e = eccentricità aggiuntiva in caso di compressione o pressoflessione  
 $\alpha$  = amplificazione per gerarchia delle resistenze  
 TG = taglio da gerarchia delle resistenze  
 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

Fabbricato E3 - Tipologico G - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30 D 26	CL	FA00G0 001	C	95 di 105

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  
 X = Coordinata progressiva rispetto al nodo iniziale  
 N = Sforzo normale  
 Mz = Momento flettente intorno all'asse Z  
 My = Momento flettente intorno all'asse Y  
 My ver. = Momento flettente di verifica intorno all'asse Y  
 c = Ricoprimento dell'armatura  
 s = Distanza minima tra le barre  
 K3 = Coefficiente di forma del diagramma delle tensioni prima della fessurazione  
 s<sub>rm</sub> = Distanza media tra le fessure  
 Φ = Diametro della barra  
 A<sub>s</sub> = Area complessiva dei ferri nell'area di calcestruzzo efficace  
 A<sub>c eff</sub> = Area di calcestruzzo efficace  
 σ<sub>s</sub> = Tensione nell'acciaio nella sezione fessurata  
 σ<sub>sT</sub> = Tensione nell'acciaio corrispondente al raggiungimento della resistenza a trazione nel calcestruzzo  
 ε<sub>sm</sub> = Deformazione unitaria media dell'armatura (\*1000)  
 Wk = Apertura delle fessure  
 M = Momento flettente  
 MRd = Momento resistente allo stato limite ultimo  
 μΦ = Valore di progetto della duttilità di curvatura  
 μΦ<sub>c</sub> = Capacità della duttilità di curvatura  
 α<sub>e</sub> = Coefficiente di efficacia del confinamento  
 ω<sub>wd</sub> = Rapporto meccanico dell'armatura trasversale di confinamento all'interno della zona dissipativa  
 μΦ<sub>d</sub> = Domanda della duttilità di curvatura  
 v<sub>d</sub> = Forza assiale adimensionalizzata di progetto  
 E<sub>syrd</sub> = Deformazione di snervamento dell'acciaio  
 b<sub>c</sub>/b<sub>0</sub> = Rapporto tra la larghezza minima della sezione trasversale lorda e la larghezza del nucleo confinato  
 Mz ver. = Momento flettente di verifica intorno all'asse Z  
 Nu = Sforzo normale ultimo  
 MRdy = Momento resistente allo stato limite ultimo intorno all'asse Y  
 MRdz = Momento resistente allo stato limite ultimo intorno all'asse Z  
 α = Angolo asse neutro a rottura  
 ε<sub>y</sub> = Deformazione nell'acciaio (\*1000)  
 Sic. = Sicurezza a rottura  
 AfT = Area di ferro tesa  
 AfC = Area di ferro compressa  
 σ<sub>c</sub> = Tensione nel calcestruzzo  
 σ<sub>ε</sub> = Tensione nel ferro  
 X0 = Coordinata progressiva (dal nodo iniziale) dell'inizio del tratto  
 X1 = Coordinata progressiva (dal nodo iniziale) della fine del tratto  
 Staff. = Staffatura adottata

Fabbricato E3 - Tipologico G - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30 D 26	CL	FA00G0 001	C	96 di 105

$Br_y$  = Numero bracci in dir. Y locale  
 $Br_z$  = Numero bracci in dir. Z locale  
 $bw_y$  = Larghezza membratura resistente al taglio in dir. Y  
 $Vsdu_y$  = Taglio agente in dir. Y  
 $ctg\theta_y$  = Cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di calcestruzzo in dir. Y  
 $VRsd_y$  = Taglio ultimo lato armatura in dir. Y  
 $VRcd_y$  = Taglio ultimo lato calcestruzzo in dir. Y  
 $bw_z$  = Larghezza membratura resistente al taglio in dir. Z  
 $Vsdu_z$  = Taglio agente in dir. Z  
 $ctg\theta_z$  = Cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di calcestruzzo in dir. Z  
 $VRsd_z$  = Taglio ultimo lato armatura in dir. Z  
 $VRcd_z$  = Taglio ultimo lato calcestruzzo in dir. Z  
 Sic.T = Sicurezza a rottura per taglio  
 Nodo = Numero del nodo  
 Conf. = Nodo confinato  
     S = Sì  
     N = No  
 F. = Identificativo faccia del nodo  
     Y+ = Faccia sul lato positivo Y locale pilastro  
     Z+ = Faccia sul lato positivo Z locale pilastro  
     Y- = Faccia sul lato negativo Y locale pilastro  
     Z- = Faccia sul lato negativo Z locale pilastro  
 Mod. = Modalità di verifica faccia  
     I = Interna  
     E = Esterna  
 Br. = Numero bracci  
 As1 = Area di ferro superiore delle travi incidenti sulla faccia  
 As2 = Area di ferro inferiore delle travi incidenti sulla faccia  
 Bj = Larghezza effettiva utile del nodo  
 Hjc = Distanza tra armature pilastro  
 Hjw = Distanza tra armature trave  
 Ash = Area totale della sezione della staffa  
 Vc = Taglio nel pilastro al di sopra del nodo  
 Vjbd = Taglio agente nel nucleo di calcestruzzo [7.4.6/7]  
 $vd_s$  = Sforzo normale normalizzato del pilastro superiore (%)  
 $vd_i$  = Sforzo normale normalizzato del pilastro inferiore (%)  
 Vjbr = Resistenza a compressione del nucleo di calcestruzzo [7.4.8]  
 Afni = Azione di fessurazione sul nodo integro [7.4.10]  
 Rfni = Resistenza a fessurazione nodo integro [7.4.10]  
 Vjwd = Azione agente di trazione diagonale [7.4.11/12]  
 VjwR = Resistenza a trazione diagonale [7.4.11/12]  
 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

Fabbricato E3 - Tipologico G - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30 D 26	CL	FA00G0 001	C	97 di 105

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  
H = Altezza  
Cf = Copriferro  
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

#### Caratteristiche delle sezioni e dei materiali utilizzati

Sez.	Tipo	B <cm>	H <cm>	Cf <cm>	Cls	Fck <daN/cmq>	Fctk <daN/cmq>	Fcd <daN/cmq>	Fctd <daN/cmq>	Tp	Fyk <daN/cmq>	Fyd <daN/cmq>
3	R	30.00	50.00	6.00	C30/37	307.10	20.59	174.02	13.73	B450C	4500.00	3913.04

#### Stato limite ultimo - Verifiche a flessione/pressoflessione

Xg <m>	CC	TCC	El	Sez.	X <cm>	N <daN>	My <daNm>	My ver. <daNm>	Mz <daNm>	Mz ver. <daNm>	Nu <daN>	MRdy <daNm>	MRdz <daNm>	α <grad>	ε <sub>y</sub>	Sic.
0.00	10	SLV	1	3	0.00	-11415.00	2563.57		5595.36		-11415.00	3653.78	8259.11	84.38	7.82	1.467
0.00	10	SLV	1	3	0.00	-11415.00	2563.57		5595.36		-11415.00	3653.78	8259.11	84.38	7.82	1.467
3.65	10	SLV	1	3	365.00	-10046.30	-1569.17		-6204.70		-10046.30	-1992.53	-8205.16	267.19	9.08	1.319

#### Stato limite d'esercizio - Verifiche tensionali

Xg <m>	CC	TCC	El	Sez.	X <cm>	N <daN>	Mz <daNm>	My <daNm>	AfT <cmq>	AfC <cmq>	σ <sub>c</sub> <daN/cmq>	σ <sub>f</sub> <daN/cmq>
-----------	----	-----	----	------	-----------	------------	--------------	--------------	--------------	--------------	-----------------------------	-----------------------------

Fabbricato E3 - Tipologico G - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30 D 26	CL	FA00G0 001	C	98 di 105

0.00	38	SLE R	1	3	0.00	-13633.40	2460.63	2452.18	8.29	8.29	79.12	1070.90
0.00	28	SLE Q	1	3	0.00	-12392.20	2158.94	-87.63	8.29	8.29	43.63	549.03
0.00	38	SLE R	1	3	0.00	-13633.40	2460.63	2452.18	8.29	8.29	79.12	1070.90
0.00	28	SLE Q	1	3	0.00	-12392.20	2158.94	-87.63	8.29	8.29	43.63	549.03
3.65	38	SLE R	1	3	365.00	-12264.60	-4147.15	-974.37	8.29	8.29	96.56	1812.57
3.65	28	SLE Q	1	3	365.00	-11023.50	-3638.68	146.17	8.29	8.29	74.81	1454.92

**Stato limite d'esercizio - Verifiche a fessurazione**

Xg <m>	CC	TCC	El	Sez.	X <cm>	N <daN>	My <daNm>	Mz <daNm>	c <mm>	s <mm>	K3	s <sub>zm</sub> <mm>	Φ	A <sub>s</sub> <cmq>	A <sub>c eff</sub> <cmq>	σ <sub>s</sub> <daN/cmq>	σ <sub>sz</sub> <daN/cmq>	ε <sub>sm</sub>	Wk <mm>
0.00	28	SLE Q	1	3	0.00	-12392.20	-87.63	2158.94	49.00	191.01	0.13	242.59	20.00	8.29	882.35	549.03	1090.28	0.11	0.04
0.00	28	SLE Q	1	3	0.00	-12392.20	-87.63	2158.94	49.00	191.01	0.13	242.59	20.00	8.29	882.35	549.03	1090.28	0.11	0.04
3.65	28	SLE Q	1	3	365.00	-11023.50	146.17	-3638.68	49.00	191.01	0.13	242.56	20.00	8.29	882.11	1454.92	1443.12	0.36	0.15

**Staffe - Verifiche armatura**

X0 <m>	X1 <m>	Staff.	Br <sub>y</sub>	Br <sub>z</sub>	CC	TCC	bw <sub>y</sub> <m>	Vsdu <sub>y</sub> <daN>	ctgθ <sub>y</sub>	VRsd <sub>y</sub> <daN>	VRcd <sub>y</sub> <daN>	bw <sub>z</sub> <m>	Vsdu <sub>z</sub> <daN>	ctgθ <sub>z</sub>	VRsd <sub>z</sub> <daN>	VRcd <sub>z</sub> <daN>	Sic.T
0.00	0.61	ø10/ 6	2	2	36	SLU	0.50	2520.33	1.88	41882.70	41882.70	0.30	2510.99	1.32	53506.40	53506.40	16.62
0.00	0.61	ø10/ 6	2	2	25	SLU	0.50	2520.33	1.88	41875.00	41875.00	0.30	91.87	1.32	53494.40	53494.40	16.61
0.00	0.61	ø10/ 6	2	2	13 (TG)	SLV	0.50	2911.66	1.85	41204.70	41204.70	0.30	7496.70	1.29	52438.20	52438.20	6.99
0.00	0.61	ø10/ 6	2	2	22 (TG)	SLV	0.50	4909.32	1.86	41224.20	41224.20	0.30	3493.61	1.29	52469.00	52469.00	8.40
0.61	3.04	ø8/18	2	2	36	SLU	0.50	2520.33	2.50	11850.60	34847.60	0.30	2145.99	2.50	21685.20	38260.00	4.70
0.61	3.04	ø8/18	2	2	25	SLU	0.50	2520.33	2.50	11850.60	34837.60	0.30	91.87	2.50	21685.20	38249.10	4.70
0.61	3.04	ø8/18	2	2	16 (TG)	SLV	0.50	2807.94	2.50	11850.60	33920.60	0.30	7479.39	2.50	21685.20	37242.30	2.90
0.61	3.04	ø8/18	2	2	13 (TG)	SLV	0.50	2911.66	2.50	11850.60	34010.30	0.30	7496.70	2.50	21685.20	37340.80	2.89
0.61	3.04	ø8/18	2	2	22 (TG)	SLV	0.50	4909.32	2.50	11850.60	34035.30	0.30	3493.61	2.50	21685.20	37368.20	2.41
3.04	3.65	ø8/10	2	2	36	SLU	0.50	2520.33	2.50	21331.10	34699.70	0.30	685.99	2.46	38486.80	38486.80	8.46
3.04	3.65	ø8/10	2	2	29	SLU	0.50	2734.50	2.50	21331.10	34662.40	0.30	173.71	2.46	38462.70	38462.70	7.80
3.04	3.65	ø8/10	2	2	13 (TG)	SLV	0.50	2911.66	2.50	21331.10	34010.30	0.30	7496.70	2.44	38039.00	38039.00	5.07
3.04	3.65	ø8/10	2	2	22 (TG)	SLV	0.50	4909.32	2.50	21331.10	34035.30	0.30	3493.61	2.44	38055.30	38055.30	4.35

**Dettagli costruttivi per la duttilità**

- α<sub>e</sub>=0.17931 ω<sub>nd</sub>=0.4239 μΦ<sub>d</sub>=26.0963 v<sub>d</sub>=0.052919 CC=7 E<sub>sy, d</sub>=0.0018995 b<sub>c</sub>/b<sub>o</sub>=1.21951 μΦ<sub>c</sub>=30.1848  
0.07601 >= 0.06097 [7.4.29]
- α<sub>e</sub>=0.17931 ω<sub>nd</sub>=0.4239 μΦ<sub>d</sub>=25.4682 v<sub>d</sub>=0.052919 CC=7 E<sub>sy, d</sub>=0.0018995 b<sub>c</sub>/b<sub>o</sub>=1.42857 μΦ<sub>c</sub>=25.7675  
0.07601 >= 0.07472 [7.4.29]

**Caratteristiche nodi trave-pilastro**

Nodo	Conf.	Staff.	F.	Mod.	Br.	As1 <cmq>	As2 <cmq>	Bj <m>	Hjc <m>	Hjw <m>	Ash <cmq>
107	N	ø12/ 8	Z+	I	2	4.02	4.02	0.30	0.38	0.29	11.31
			Y-	E	2	6.03	8.04	0.45	0.18	0.39	13.57
			Z-	I	2	4.02	4.02	0.30	0.38	0.29	11.31

**Verifiche nodi trave-pilastro**

Nodo	F.	CC	TCC	Vc <daN>	Vjbd <daN>	vd <sub>s</sub>	vd <sub>i</sub>	VjbR <daN>	Afni <daN/mq>	Rfni <daN/mq>	Vjwd <daN>	VjwR <daN>
107	Z+	1	SLV	0.00	34617.60	0.00	3.93	103311.00	548714.00	508683.00	34617.60	44255.50

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE				<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA</b> <b>TRATTA LERCARA DIR – CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3)</b> <b>FABBRICATI</b>								
Fabbricato E3 - Tipologico G - Relazione di calcolo				COMMESSA <b>RS3T</b>	LOTTO <b>30 D 26</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>FA00G0 001</b>	REV. <b>C</b>	FOGLIO <b>99 di 105</b>			
	Y-	1	SLV	0.00	25963.20	0.00	3.93	58030.00	645451.00	302602.00	33530.50	53106.60
		19	SLV	0.00	25963.20	0.00	3.68	58030.00	645451.00	302602.00	33598.90	53106.60
	Z-	1	SLV	0.00	34617.60	0.00	3.93	103311.00	548714.00	508683.00	34617.60	44255.50

### 8.6.2 VERIFICA LIMITAZIONI ARMATURA

Resta da verificare che l'armatura determinata in funzione delle sollecitazioni agenti rispetti le limitazioni riportate nel punto 7.4.6.2.2 delle NTC2018:

- Per tutta la lunghezza del pilastro l'interasse tra le barre non deve essere superiore a 25 cm;
- Nella sezione corrente del pilastro, la percentuale geometrica  $\rho$  di armatura longitudinale, con  $\rho$  rapporto tra l'area dell'armatura longitudinale e l'area della sezione del pilastro, deve essere compresa entro i seguenti limiti:

$$1\% < \rho < 4\%$$

- Nelle zone critiche devono essere rispettate le condizioni seguenti: le barre disposte sugli angoli della sezione devono essere contenute dalle staffe; almeno una barra ogni due, di quelle disposte sui lati, deve essere trattenuta da staffe interne o legature; le barre non fissate si devono trovare a meno di 20 cm da una barra fissata per CDB.
- Il diametro delle staffe di contenimento e legature deve essere non inferiore a 6 mm ed il loro passo deve essere non superiore alla più piccola delle quantità seguenti:
  - 1/2 del lato minore della sezione trasversale per CDB;
  - 175 mm (per CD"B");
  - 8 volte il diametro minimo delle barre longitudinali che collegano (per CD"B")
- li devono disporre staffe in un quantitativo minimo non inferiore a:

$$\frac{A_{st}}{s} = 0.08 \frac{f_{cd} \cdot b_{st}}{f_{yd}}$$

Nel caso specifico risulta:

- Le staffe orizzontali presenti lungo l'altezza del nodo devono verificare la seguente condizione

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA</b> <b>TRATTA LERCARA DIR – CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3)</b> <b>FABBRICATI</b>					
	Fabbricato E3 - Tipologico G - Relazione di calcolo	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
	RS3T	30 D 26	CL	FA00G0 001	C	100 di 105

Nella quale  $n_{st}$  e  $A_{st}$  sono rispettivamente il numero di bracci e l'area della sezione trasversale della barra della singola staffa orizzontale,  $i$  è l'interasse, e  $b_j$  è la larghezza utile del nodo determinata come segue:

- se la trave ha una larghezza  $b_w$  superiore a quella del pilastro  $b_c$ , allora  $b_j$  è il valore minimo fra  $b_w$  e  $b_c + h_c/2$ , essendo  $h_c$  la dimensione della sezione della colonna parallela alla trave;
- se la trave ha una larghezza  $b_w$  inferiore a quella del pilastro  $b_c$ , allora  $b_j$  è il valore minimo fra  $b_c$  e  $b_w + h_c/2$ .

Devono inoltre essere rispettati i limiti riportati al punto 4.1.6.1.2 delle NTC2018:

- Nel caso di elementi sottoposti a prevalente sforzo normale, le barre parallele all'asse devono avere diametro maggiore od uguale a 12 mm. Inoltre la loro area non deve essere inferiore a :

$$A_{s,min} = (0.10 \cdot \frac{N_{Ed}}{f_{yd}})$$

e comunque non minore di 0.003  $A_c$ ;

dove:

$N_{Ed}$  rappresenta lo sforzo di compressione assiale di calcolo;

$A_c$  è l'area di calcestruzzo;

$f_{yd}$  è il valore della resistenza di calcolo dell'armatura.

Nel caso in esame risulta:

### Dati Geometrici

Pilastro:	Base	b=	30,0cm
	Altezza sez.	h=	50,0cm
	Copriferro	c=	5,0cm
	Altezza pil.	hp=	400,0cm
	Altezza libera	hl=	400,0cm

OK

Lim. Geom. 7.4.6.1.2	
$b \geq$	25cm

### Dati di armatura

Tipo CLS	C30/37	(min C20/25)	D.M.(7.4.2.1)
Tipo Acciaio	B450C	(B450C)	D.M.(7.4.2.2)

$$R_{ck} = 37 \text{ N/mm}^2$$

fck=	30,71	fcd=	17,40	D.M.(4.1.2.1.1.1)	fctm=	2,94	D.M.(11.2.10.2)
f <sub>yk</sub> =	450	f <sub>yd</sub> =	391,30	D.M.(4.1.2.1.1.3)			

Diametro armatura long.	20	≥Φ <sub>12</sub>	
Diametro staffe	8	≥Φ <sub>6</sub>	OK ≥(1/4)Φ <sub>long</sub>

### Armatura longitudinale

n°ferri "b"	n°ferri "h"
4	6
<i>tot sui due lati</i>	<i>tot sui due lati</i>

$$n^{\circ}\text{ferri}_{\text{tot}} = 6$$

$$As+A's = 16,53\text{cm}^2$$

### Limitazioni Armatura longitudinale 7.4.6.2.2

ρ	Arm. min.	Arm. max.	limitazioni	
1,10%	15,0cm <sup>2</sup>	60,00cm <sup>2</sup>	1% ≤ ρ ≤ 4%	OK

### Limitazioni Armatura longitudinale 4.1.6.1.2

Arm. min.	Arm. max.	
4,5	60	OK

Inter. Ferri "b"	20,0cm	OK	≤ 25	OK	≤ - O R 24J
Inter. Ferri "h"	20,0cm	OK	≤ 25	OK	≤ - O R 24J

Si riscontra, pertanto, che l'armatura dei pilastri rispetta i limiti prescritti dalle NTC2018.

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO</b> <b>NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA</b> <b>TRATTA LERCARA DIR – CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3)</b> <b>FABBRICATI</b>					
	Fabbricato E3 - Tipologico G - Relazione di calcolo	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
	RS3T	30 D 26	CL	FA00G0 001	C	102 di 105

## 8.7 VERIFICA DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI IN TERMINI DI CONTENIMENTO DEL DANNO AGLI ELEMENTI NON STRUTTURALI (SLO)

Per le costruzioni ricadenti in classe d'uso I e II si deve verificare che l'azione sismica di progetto non produca agli elementi costruttivi senza funzione strutturale danni tali da rendere la costruzione temporaneamente inagibile.

Nel caso delle costruzioni civili e industriali, qualora la temporanea inagibilità sia dovuta a spostamenti eccessivi d'interpiano, questa condizione si può ritenere soddisfatta quando gli spostamenti d'interpiano ottenuti dall'analisi in presenza di dell'azione sismica di progetto relativa allo SLD siano inferiori a:

$$d_r \leq 0,01h$$

per tamponamenti progettati in modo da non subire danni a seguito di spostamenti d'interpiano, per effetto della loro deformabilità intrinseca ovvero dei collegamenti alla struttura.

Considerando h altezza d'interpiano che vale 4,00 m si ottiene che deve essere:

$$d_r < 0,04 \text{ m.}$$

Per le costruzioni ricadenti in classe d'uso III e IV si deve verificare che l'azione sismica di progetto non produca danni agli elementi costruttivi senza funzione strutturale tali da rendere temporaneamente non operativa la costruzione.

Nel caso delle costruzioni civili e industriali questa condizione si può ritenere soddisfatta quando gli spostamenti interpiano ottenuti dall'analisi in presenza dell'azione sismica di progetto relativa allo SLO siano inferiori ai 2/3 dei limiti in precedenza indicati.

$$U1 = d_r = 0,0069 \text{ m} < 2 \cdot 0,01 \cdot h / 3 = 0,04 \cdot 2 / 3 = 0,0266 \text{ m.}$$

Si riporta di seguito la tabella degli spostamenti calcolati in testa ai pilastri nella combinazione più gravosa SLD\_Uy.

N1	N2	h	δ	δ/h	CC	N1	N2	h	δ	δ/h	CC	N1	N2	h	δ	δ/h	CC	N1	N2	h	δ	δ/h	CC
		<m>	<cm>																				
1	101	4.15	0.28	0.67	24	2	102	4.15	0.26	0.62	24	3	103	4.15	0.26	0.62	9	4	104	4.15	0.28	0.69	9
5	105	4.15	0.27	0.66	21	6	106	4.15	0.25	0.61	21	7	107	4.15	0.26	0.62	12	8	108	4.15	0.29	0.69	12

Come si vede in tabella lo spostamento massimo 0.0069 m è inferiore di quello ammissibile.

## 9 REAZIONI VINCOLARI

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

### REAZIONI VINCOLARI APPLICATE IN CORRISPONDENZA DEI NODI DELLA SOVRASTRUTTURA CC1 - SND e SLV (coincidenti in quanto $q = 1.5$ )

Nodo	CC	TCC	Fx <kN>	Fy <kN>	Fz <kN>	Mx <kNm>	My <kNm>	Mz <kNm>
2	1	SLV	34,579	20,542	131,915	-12,334	75,152	-0,493
2	1	SLV	-36,589	11,192	107,824	-31,876	-81,130	-0,543
6	1	SLV	38,481	-9,736	129,911	28,820	83,640	-0,493
6	1	SLV	-32,687	-19,086	105,820	9,278	-72,642	-0,543
7	1	SLV	36,010	-11,787	133,184	32,844	80,320	-0,493
7	1	SLV	-33,476	-21,268	116,153	13,036	-73,701	-0,543
3	1	SLV	32,194	19,981	131,691	-10,335	71,948	-0,493
3	1	SLV	-37,291	10,500	114,660	-30,143	-82,073	-0,543
4	1	SLV	13,119	21,843	94,921	12,221	28,162	-0,493
4	1	SLV	-16,916	0,747	46,639	-35,539	-34,503	-0,543
8	1	SLV	14,788	-8,445	98,075	52,911	31,599	-0,493
8	1	SLV	-15,246	-29,541	49,793	5,152	-31,065	-0,543
5	1	SLV	17,176	-0,213	93,654	33,730	34,845	-0,493
5	1	SLV	-13,940	-20,662	38,485	-12,553	-29,289	-0,543
1	1	SLV	15,457	28,191	96,308	-4,430	31,340	-0,493
1	1	SLV	-15,659	7,743	41,140	-50,712	-32,794	-0,543

### REAZIONI VINCOLARI APPLICATE IN CORRISPONDENZA DEI NODI DELLA SOVRASTRUTTURA CC25 – SLU

Nodo	CC	TCC	Fx <kN>	Fy <kN>	Fz <kN>	Mx <kNm>	My <kNm>	Mz <kNm>
2	25	SLU	1,340	23,992	179,404	-32,610	1,774	0,000
6	25	SLU	1,340	-23,992	179,404	32,610	1,774	0,000
7	25	SLU	-0,919	-25,203	187,335	34,256	-1,260	0,000
3	25	SLU	-0,919	25,203	187,335	-34,256	-1,260	0,000
4	25	SLU	-1,497	23,441	106,567	-31,492	-2,044	0,000
8	25	SLU	-1,497	-23,441	106,567	31,492	-2,044	0,000
5	25	SLU	1,076	-21,902	98,787	29,425	1,453	0,000
1	25	SLU	1,076	21,902	98,787	-29,425	1,453	0,000



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO  
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA  
TRATTA LERCARA DIR – CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3)  
FABBRICATI

Fabbricato E3 - Tipologico G - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3T	30 D 26	CL	FA00G0 001	C	104 di 105

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO          NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA          TRATTA LERCARA DIR – CALTANISSETTA XIRBI (LOTTO 3)          FABBRICATI</b>					
Fabbricato E3 - Tipologico G - Relazione di calcolo	COMMESSA RS3T	LOTTO 30 D 26	CODIFICA CL	DOCUMENTO FA00G0 001	REV. C	FOGLIO 105 di 105

## 10 CONCLUSIONI

Con la presente relazione si è proceduto al progetto e alla verifica delle strutture in elevazione e di fondazione allo stato limite ultimo e allo stato limite di esercizio del “Fabbricato E3 – Tipologico G” da realizzare nelle seguenti ubicazioni lungo la tratta in progetto:

- PT01 – Fabbricato PMZ Marcatobianco
- PT52 – Fabbricato PM Marianopoli
- PT59 – Fabbricato PM San Cataldo

Si riportano di seguito le incidenze di armatura dei principali elementi strutturali:

Fondazione Fabbricato	100 kg/m <sup>3</sup>
Pilastri Fabbricato	190 kg/m <sup>3</sup>
Travi Fabbricato	130 kg/m <sup>3</sup>

## Sommario

Introduzione.....	2
Sistemi di riferimento.....	2
Rotazioni e momenti.....	2
Normativa di riferimento.....	2
Unità di misura.....	3
Geometria.....	3
Elenco vincoli nodi.....	3
Elenco nodi.....	3
Elenco materiali.....	3
Elenco sezioni aste.....	3
Elenco vincoli aste.....	4
Elenco aste.....	5
Elenco tipi solai.....	5
Elenco solai.....	5
Carichi.....	5
Condizioni di carico elementari.....	6
Elenco carichi aste Condizione di carico n. 1: Peso proprio Elenco peso proprio aste.....	6
Elenco carichi aste Condizione di carico n. 2: Peso proprio solai Carichi distribuiti.....	6
Elenco carichi aste Condizione di carico n. 3: Permanente solai Carichi distribuiti.....	7
Elenco carichi aste Condizione di carico n. 4: Accidentali copertura Carichi distribuiti.....	7
Elenco carichi aste Condizione di carico n. 5: Tamponature Carichi distribuiti.....	7
Elenco carichi aste Condizione di carico n. 6: Vento X Carichi distribuiti.....	7
Elenco carichi aste Condizione di carico n. 7: Variazione termica Carichi distribuiti.....	7
Elenco carichi aste Condizione di carico n. 8: Vento Y Carichi distribuiti.....	7
Risultati del calcolo.....	8
Parametri di calcolo.....	8
Figura numero 1: Spettro SLO.....	10
Figura numero 2: Spettro SLD.....	10
Figura numero 3: Spettro SLV.....	11
Figura numero 4: Spettro SND.....	11
Spostamenti relativi massimi allo stato limite di operatività.....	16
Reazioni vincolari.....	16
Sollecitazioni aste.....	16
Criteri di progetto utilizzati.....	26
Pilastrati in c.a.....	26
Travi in c.a.....	29
Verifiche e armature travi.....	34
Travata n. 101.....	35
Travata n. 103.....	36
Travata n. 104.....	37
Travata n. 105.....	37
Travata n. 106.....	38
Travata n. 107.....	38
Verifiche e armature pilastrati.....	39
Pilastrata n. 1.....	41
Pilastrata n. 2.....	41
Pilastrata n. 3.....	42
Pilastrata n. 4.....	43
Pilastrata n. 5.....	44
Pilastrata n. 6.....	45
Pilastrata n. 7.....	46
Pilastrata n. 8.....	47

## Introduzione

### Sistemi di riferimento

Le coordinate, i carichi concentrati, i cedimenti, le reazioni vincolari e gli spostamenti dei NODI sono riferiti ad una terna destra cartesiana globale con l'asse Z verticale rivolto verso l'alto. I carichi in coordinate locali e le sollecitazioni delle ASTE sono riferite ad una terna destra cartesiana locale così definita:

- origine nel nodo iniziale dell'asta;
- asse X coincidente con l'asse dell'asta e con verso dal nodo iniziale al nodo finale;
- immaginando la trave a sezione rettangolare l'asse Y è parallelo alla base e l'asse Z è parallelo all'altezza.

La rotazione dell'asta comporta quindi una rotazione di tutta la terna locale.

Si può immaginare la terna locale di un'asta comunque disposta nello spazio come derivante da quella globale dopo una serie di trasformazioni:

- una rotazione intorno all'asse Z che porti l'asse X a coincidere con la proiezione dell'asse dell'asta sul piano orizzontale;
- una traslazione lungo il nuovo asse X così definito in modo da portare l'origine a coincidere con la proiezione del nodo iniziale dell'asta sul piano orizzontale;
- una traslazione lungo l'asse Z che porti l'origine a coincidere con il nodo iniziale dell'asta;
- una rotazione intorno all'asse Y così definito che porti l'asse X a coincidere con l'asse dell'asta;
- una rotazione intorno all'asse X così definito pari alla rotazione dell'asta.

In pratica le travi prive di rotazione avranno sempre l'asse Z rivolto verso l'alto e l'asse Y nel piano del solaio, mentre i pilastri privi di rotazione avranno l'asse Y parallelo all'asse Y globale e l'asse Z parallelo ma controverso all'asse X globale. Da notare quindi che per i pilastri la "base" è il lato parallelo a Y.

Le sollecitazioni ed i carichi in coordinate locali negli ELEMENTI BIDIMENSIONALI e nei MURI sono riferiti ad una terna destra cartesiana locale così definita:

- origine nel primo nodo dell'elemento;
- asse X coincidente con la congiungente il primo ed il secondo nodo dell'elemento;
- asse Y definito come prodotto vettoriale fra il versore dell'asse X e il versore della congiungente il primo e il quarto nodo. Asse Z a formare con gli altri due una terna destrorsa.

Praticamente un elemento verticale con l'asse X locale coincidente con l'asse X globale ha anche gli altri assi locali coincidenti con quelli globali.

### Rotazioni e momenti

Seguendo il principio adottato per tutti i carichi che sono positivi se CONTROVERSI agli assi, anche i momenti concentrati e le rotazioni impresse in coordinate globali risultano positivi se CONTROVERSI al segno positivo delle rotazioni. Il segno positivo dei momenti e delle rotazioni è quello orario per l'osservatore posto nell'origine: X ruota su Y, Y ruota su Z, Z ruota su X. In pratica è sufficiente adottare la regola della mano destra: col pollice rivolto nella direzione dell'asse, la rotazione che porta a chiudere il palmo della mano corrisponde al segno positivo.

### Normativa di riferimento

La normativa di riferimento è la seguente:

- Legge n. 64 del 2/2/1974 - Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche.
- D.M. del 24/1/1986 - Norme tecniche relative alle costruzioni sismiche.
- Legge n. 1086 del 5/11/1971 - Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica.
- D.M. del 14/2/1992 - Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in c.a. normale e precompresso e per le strutture metalliche.
- D.M. del 9/1/1996 - Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in c.a. normale e precompresso e per le strutture metalliche.
- D.M. del 16/1/1996 - Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche.
- Circolare n. 21745 del 30/7/1981 - Legge n. 219 del 14/5/1981 - Art. 10 - Istruzioni relative al rafforzamento degli edifici in muratura danneggiati dal sisma.
- Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia - Legge Regionale n. 30 del 20/6/1977 - Documentazione tecnica per la progettazione e direzione delle opere di riparazione degli edifici - Documento Tecnico n. 2 - Raccomandazioni per la riparazione strutturale degli edifici in muratura.
- D.M. del 20/11/1987 - Norme Tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo degli edifici in muratura e per il loro consolidamento.
- Norme Tecniche C.N.R. n. 10011-85 del 18/4/1985 - Costruzioni di acciaio - Istruzioni per il calcolo, l'esecuzione, il collaudo e la manutenzione.
- Norme Tecniche C.N.R. n. 10025-84 del 14/12/1984 - Istruzioni per il progetto, l'esecuzione ed il controllo

## Relazione di calcolo

delle strutture prefabbricate in conglomerato cementizio e per le strutture costruite con sistemi industrializzati di acciaio - Istruzioni per il calcolo, l'esecuzione, il collaudo e la manutenzione.

- Circolare n. 65 del 10/4/1997 - Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche" di cui al D.M. del 16/1/1996.
- Eurocodice 5 - Progettazione delle strutture di legno.
- DIN 1052 - Metodi di verifica per il legno.
- D.M. del 17/1/2018 - Norme tecniche per le costruzioni.
- Documento Tecnico CNR-DT 200 R1/2012 - Istruzioni per la Progettazione, l'Esecuzione ed il Controllo di Interventi di Consolidamento Statico mediante l'utilizzo di Compositi Fibrorinforzati.
- Eurocodice 3 - Progettazione delle strutture in acciaio.

### Unità di misura

Le unità di misura adottate sono le seguenti:

- lunghezze : m
- forze : daN
- masse : kg
- temperature : gradi centigradi
- angoli : gradi sessadecimali o radianti

### 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>	<daN/cm<sup>c</sup>>
1	Libero	L	L	L	L	L	L				
2	Incastro	B	B	B	B	B	B				

#### Elenco nodi

##### Simbologia

- Nodo = Numero del nodo  
 X = Coordinata X del nodo  
 Y = Coordinata Y del nodo  
 Z = Coordinata Z del nodo  
 Imp. = Numero dell'impalcato  
 Vn = Numero del vincolo nodo

Nodo	X	Y	Z	Imp.	Vn	Nodo	X	Y	Z	Imp.	Vn	Nodo	X	Y	Z	Imp.	Vn	Nodo	X	Y	Z	Imp.	Vn
	<m>	<m>	<m>				<m>	<m>	<m>				<m>	<m>	<m>				<m>	<m>	<m>		
1	0.30	0.15	0.00	0	2	2	3.70	0.15	0.00	0	2	3	8.65	0.15	0.00	0	2	4	12.50	0.15	0.00	0	2
5	0.30	5.85	0.00	0	2	6	3.70	5.85	0.00	0	2	7	8.65	5.85	0.00	0	2	8	12.50	5.85	0.00	0	2
101	0.30	0.15	4.15	1	1	102	3.70	0.15	4.15	1	1	103	8.65	0.15	4.15	1	1	104	12.50	0.15	4.15	1	1
105	0.30	5.85	4.15	1	1	106	3.70	5.85	4.15	1	1	107	8.65	5.85	4.15	1	1	108	12.50	5.85	4.15	1	1

#### Elenco materiali

##### Simbologia

- Mat. = Numero del materiale  
 Comm. = Commento  
 P = Peso specifico  
 E = Modulo elastico  
 G = Modulo elastico tangenziale  
 v = Coeff. di Poisson  
 α = Coeff. di dilatazione termica

Mat.	Comm.	P	E	G	v	α
		<daN/m<sup>c</sup>>	<daN/cm<sup>q</sup>>	<daN/cm<sup>q</sup>>		
5	Calcestruzzo classe C25/30	2500	314472.00	142942.00	0.1	1.000000E-05

Relazione di calcolo

7	Calcestruzzo classe C30/37	2500	330194.00	150088.00	0.1	1.000000E-05
---	----------------------------	------	-----------	-----------	-----	--------------

**Elenco sezioni aste**

**Simbologia**

- Sez. = Numero della sezione  
 Comm. = Commento  
 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  
 Mem. = Membratura  
     G = Generica  
     T = Trave  
     P = Pilastro  
 Ver. = Verifica prevista  
     N = Nessuna  
     C = Cemento armato  
     A = Acciaio  
     L = Legno  
 B = Base  
 H = Altezza  
 Ma = Numero del materiale  
 C = Numero del criterio di progetto  
 Crit. C.I. = Criterio di progetto collegamento iniziale  
 Crit. C.F. = Criterio di progetto collegamento finale

Sez.	Comm.	Tipo	Mem.	Ver.	B <cm>	H <cm>	Ma	C	Crit. C.I.	Crit. C.F.
1	Trave 30x50	R	T	C	30.00	50.00	7	1		
2	Trave 30x40	R	T	C	30.00	40.00	7	1		
3	pilastro 30x50	R	P	C	30.00	50.00	7	1		

**Elenco vincoli aste**

**Simbologia**

- Va = Numero del vincolo asta  
 Comm. = Commento  
 Tipo = Tipologia  
     SVI = Definizione di vincolamenti interni  
     ELA = Vincolo su suolo elastico alla Winkler  
     BIE-RTC = Biella resistente a trazione e a compressione  
     BIE-RC = Biella resistente solo a compressione  
     BIE-RT = Biella resistente solo a trazione  
 Ni = Sforzo normale nodo iniziale (0=sbloccato, 1=bloccato)  
 Tyi = Taglio in dir. Y locale nodo iniziale (0=sbloccato, 1=bloccato)  
 Tzi = Taglio in dir. Z locale nodo iniziale (0=sbloccato, 1=bloccato)  
 Mxi = Momento intorno all'asse X locale nodo iniziale (0=sbloccato, 1=bloccato)  
 Myi = Momento intorno all'asse Y locale nodo iniziale (0=sbloccato, 1=bloccato)  
 Mzi = Momento intorno all'asse Z locale nodo iniziale (0=sbloccato, 1=bloccato)  
 Nf = Sforzo normale nodo finale (0=sbloccato, 1=bloccato)  
 Tyf = Taglio in dir. Y locale nodo finale (0=sbloccato, 1=bloccato)

## Relazione di calcolo

Tzf =Taglio in dir. Z locale nodo finale (0=sbloccato, 1=bloccato)  
Mxf =Momento intorno all'asse X locale nodo finale (0=sbloccato, 1=bloccato)  
Myf =Momento intorno all'asse Y locale nodo finale (0=sbloccato, 1=bloccato)  
Mzf =Momento intorno all'asse Z locale nodo finale (0=sbloccato, 1=bloccato)  
Kt =Coeff. di sottofondo su suolo elastico alla Winkler

Va	Comm.	Tipo	Ni	Tyi	Tzi	Mxi	Myi	Mzi	Nf	Tyf	Tzf	Mxf	Myf	Mzf	Kt
															<daN/cm>
1	Inc+Inc	SVI	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

### Elenco aste

#### Simbologia

Asta=Numero dell'asta  
N1 =Nodo iniziale  
N2 =Nodo finale  
Sez.=Numero della sezione  
Va =Numero del vincolo asta  
Par.=Numero dei parametri aggiuntivi  
Rot.=Rotazione  
FF =Filo fisso  
Dy1 =Scost. filo fisso Y1  
Dy2 =Scost. filo fisso Y2  
Dz1 =Scost. filo fisso Z1  
Dz2 =Scost. filo fisso Z2  
Kt =Coeff. di sottofondo su suolo elastico alla Winkler

Asta	N1	N2	Sez.	Va	Par.	Rot.	FF	Dy1	Dy2	Dz1	Dz2	Kt
												<daN/cm>
1	1	101	3	1		90.00	55	0.00	0.00	-10.00	-10.00	
2	2	102	3	1		0.00	55	0.00	0.00	0.00	0.00	
3	3	103	3	1		0.00	55	0.00	0.00	0.00	0.00	
4	4	104	3	1		90.00	55	0.00	0.00	-10.00	-10.00	
5	5	105	3	1		90.00	55	0.00	0.00	10.00	10.00	
6	6	106	3	1		0.00	55	0.00	0.00	0.00	0.00	
7	7	107	3	1		0.00	55	0.00	0.00	0.00	0.00	
8	8	108	3	1		90.00	55	0.00	0.00	10.00	10.00	
101	101	102	2	1		0.00	22	0.00	0.00	0.00	0.00	
101	102	103	2	1		0.00	22	0.00	0.00	0.00	0.00	
101	103	104	2	1		0.00	22	0.00	0.00	0.00	0.00	
103	105	106	2	1		0.00	22	0.00	0.00	0.00	0.00	
103	106	107	2	1		0.00	22	0.00	0.00	0.00	0.00	
103	107	108	2	1		0.00	22	0.00	0.00	0.00	0.00	
104	101	105	1	1		0.00	22	0.00	0.00	0.00	0.00	
105	102	106	1	1		0.00	22	0.00	0.00	0.00	0.00	
106	103	107	1	1		0.00	22	0.00	0.00	0.00	0.00	
107	104	108	1	1		0.00	22	0.00	0.00	0.00	0.00	

### Elenco tipi solai

#### Simbologia

Ts =Numero del tipo solaio  
Comm. =Commento  
Rc =Ripartizione carichi  
UN = Unidirezionale  
PP = A piastra perimetrale  
PB = A piastra bisettrice  
Qps =Carico permanente strutturale  
Qpn =Carico permanente non strutturale  
QA =Primo carico accidentale  
QA2 =Secondo carico accidentale  
QA3 =Terzo carico accidentale  
Rip. ter. =Ripartizione su aste terminali  
Rip. int. =Ripartizione su aste interne  
Lfl =Larghezza fascia laterale  
Zcv =Quota di riferimento del piano di campagna  
s =Coeff. di riduzione  
Hs =Altezza solaio  
Sc =Spessore cappa  
Crit. =Numero del criterio di progetto

Ts	Comm.	Rc	Qps	Qpn	QA	QA2	QA3	Rip. ter.	Rip. int.	Lfl	Zcv	s	Hs	Sc	Crit.
			<daN/mq>	<daN/mq>	<daN/mq>	<daN/mq>	<daN/mq>			<m>	<m>		<cm>	<cm>	
1	Solaio copertura	UN	330.00	260.00	95.00	0.00	0.00	50.00	50.00	0.00	0.00	0.33	24.00	4.00	1

### Elenco solai

#### Simbologia

Sol.=Numero del solaio  
Ts =Numero del tipo solaio

## Relazione di calcolo

Ord. = Orditura  
Nodi = Nodi del solaio

Sol.	Ts	Ord. <grad>	Nodi	Sol.	Ts	Ord. <grad>	Nodi	Sol.	Ts	Ord. <grad>	Nodi
100	1	0.00	101 102 106 105	101	1	0.00	102 103 107 106	102	1	0.00	103 104 108 107

## Carichi

### Condizioni di carico elementari

#### Simbologia

CCE = Numero della condizione di carico elementare  
Comm. = Commento  
Tipo CCE = Tipo di CCE per calcolo agli stati limite  
Sic. = Contributo alla sicurezza  
F = a favore  
S = a sfavore  
A = ambigua  
Var. = Tipo di variabilità  
B = di base  
I = indipendente  
A = ambigua  
Dir. = Direzione del vento  
Tipo = Tipologia di pressione vento  
M = Massimizzata  
E = Esterna  
I = Interna  
Mx = Moltiplicatore della massa in dir. X  
My = Moltiplicatore della massa in dir. Y  
Mz = Moltiplicatore della massa in dir. Z  
Jpx = Moltiplicatore del momento d'inerzia intorno all'asse X  
Jpy = Moltiplicatore del momento d'inerzia intorno all'asse Y  
Jpz = Moltiplicatore del momento d'inerzia intorno all'asse Z

CCE	Comm.	Tipo CCE	Sic.	Var.	Dir. <grad>	Tipo	Mx	My	Mz	Jpx	Jpy	Jpz
1	Peso proprio	1 D.M. 18 Permanenti strutturali	S	--	--	--	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00
2	Peso proprio solai	1 D.M. 18 Permanenti strutturali	S	--	--	--	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00
3	Permanente solai	2 D.M. 18 Permanenti non strutturali	S	--	--	--	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00
4	Accidentali copertura	12 D.M. 18 Variabili Neve (a quota <= 1000 m s.l.m.)	S	B	--	--	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00
5	Tamponature	2 D.M. 18 Permanenti non strutturali	S	--	--	--	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00
6	Vento X	11 D.M. 18 Variabili Vento	S	A	0.00	M	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
7	Variazione termica	10 D.M. 18 Variabili Variazioni termiche	S	B	--	--	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00
8	Vento Y	11 D.M. 18 Variabili Vento	S	A	90.00	M	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

### Elenco carichi aste

#### Condizione di carico n. 1: Peso proprio

#### Elenco peso proprio aste

#### Simbologia

Sez. = Numero della sezione  
Comm. = Commento  
A = Area  
Mat. = Materiale  
P = Peso specifico  
PL = Peso specifico a metro lineare

Sez.	Comm.	A <cmq>	Mat.	P <daN/mc>	PL <daN/m>
1	Trave 30x50	1500.000000	Calcestruzzo classe C30/37	2500.00	375.00
2	Trave 30x40	1200.000000	Calcestruzzo classe C30/37	2500.00	300.00
3	pilastro 30x50	1500.000000	Calcestruzzo classe C30/37	2500.00	375.00

### Elenco carichi aste

#### Condizione di carico n. 2: Peso proprio solai

#### Carichi distribuiti

#### Simbologia

Asta = Numero dell'asta  
N1 = Nodo iniziale  
N2 = Nodo finale  
E = Elemento provenienza del carico  
S = Solaio  
T = Tamponatura  
NE = Numero elemento di provenienza del carico  
T = Tipo di carico  
QA = Primo carico accidentale  
QA2 = Secondo carico accidentale  
QA3 = Terzo carico accidentale  
QPS = Carico permanente strutturale

Relazione di calcolo

QPN = Carico permanente non strutturale  
 VE = Vento  
 M = Manuale  
 DC = Direzione del carico  
 XG,YG,ZG = secondo gli assi globali  
 XL,YL,ZL = secondo gli assi locali  
 Xi = Distanza iniziale  
 Qi = Carico iniziale  
 Xf = Distanza finale  
 Qf = Carico finale

Asta	N1	N2	E	NE	T	DC	Xi	Qi	Xf	Qf	Asta	N1	N2	E	NE	T	DC	Xi	Qi	Xf	Qf
							<m>	<daN/m>	<m>	<daN/m>								<m>	<daN/m>	<m>	<daN/m>
104	101	105	S	100	QPS	ZG	0.00	561.00	5.70	561.00	105	102	106	S	100	QPS	ZG	0.00	561.00	5.70	561.00
105	102	106	S	101	QPS	ZG	0.00	816.75	5.70	816.75	106	103	107	S	101	QPS	ZG	0.00	816.75	5.70	816.75
106	103	107	S	102	QPS	ZG	0.00	635.25	5.70	635.25	107	104	108	S	102	QPS	ZG	0.00	635.25	5.70	635.25

**Elenco carichi aste**

Condizione di carico n. 3: Permanente solai

Carichi distribuiti

Asta	N1	N2	E	NE	T	DC	Xi	Qi	Xf	Qf	Asta	N1	N2	E	NE	T	DC	Xi	Qi	Xf	Qf
							<m>	<daN/m>	<m>	<daN/m>								<m>	<daN/m>	<m>	<daN/m>
104	101	105	S	100	QPN	ZG	0.00	442.00	5.70	442.00	105	102	106	S	100	QPN	ZG	0.00	442.00	5.70	442.00
105	102	106	S	101	QPN	ZG	0.00	643.50	5.70	643.50	106	103	107	S	101	QPN	ZG	0.00	643.50	5.70	643.50
106	103	107	S	102	QPN	ZG	0.00	500.50	5.70	500.50	107	104	108	S	102	QPN	ZG	0.00	500.50	5.70	500.50

**Elenco carichi aste**

Condizione di carico n. 4: Accidentali copertura

Carichi distribuiti

Asta	N1	N2	E	NE	T	DC	Xi	Qi	Xf	Qf	Asta	N1	N2	E	NE	T	DC	Xi	Qi	Xf	Qf
							<m>	<daN/m>	<m>	<daN/m>								<m>	<daN/m>	<m>	<daN/m>
104	101	105	S	100	QA	ZG	0.00	161.50	5.70	161.50	105	102	106	S	100	QA	ZG	0.00	161.50	5.70	161.50
105	102	106	S	101	QA	ZG	0.00	235.13	5.70	235.13	106	103	107	S	101	QA	ZG	0.00	235.13	5.70	235.13
106	103	107	S	102	QA	ZG	0.00	182.88	5.70	182.88	107	104	108	S	102	QA	ZG	0.00	182.88	5.70	182.88

**Elenco carichi aste**

Condizione di carico n. 5: Tamponature

Carichi distribuiti

Asta	N1	N2	E	NE	T	DC	Xi	Qi	Xf	Qf	Asta	N1	N2	E	NE	T	DC	Xi	Qi	Xf	Qf
							<m>	<daN/m>	<m>	<daN/m>								<m>	<daN/m>	<m>	<daN/m>
101	101	102	S	--	M	ZG	0.00	200.00	3.40	200.00	101	102	103	S	--	M	ZG	0.00	200.00	4.95	200.00
101	103	104	S	--	M	ZG	0.00	200.00	3.85	200.00	103	105	106	S	--	M	ZG	0.00	200.00	3.40	200.00
103	106	107	S	--	M	ZG	0.00	200.00	4.95	200.00	103	107	108	S	--	M	ZG	0.00	200.00	3.85	200.00
104	101	105	S	--	M	ZG	0.00	200.00	5.70	200.00	107	104	108	S	--	M	ZG	0.00	200.00	5.70	200.00

**Elenco carichi aste**

Condizione di carico n. 6: Vento X

Carichi distribuiti

Asta	N1	N2	E	NE	T	DC	Xi	Qi	Xf	Qf	Asta	N1	N2	E	NE	T	DC	Xi	Qi	Xf	Qf
							<m>	<daN/m>	<m>	<daN/m>								<m>	<daN/m>	<m>	<daN/m>
1	1	101	S	--	M	YG	0.00	175.00	4.15	175.00	2	2	102	S	--	M	YG	0.00	350.00	4.15	350.00
3	3	103	S	--	M	YG	0.00	350.00	4.15	350.00	4	4	104	S	--	M	YG	0.00	350.00	4.15	350.00
5	5	105	S	--	M	YG	0.00	175.00	4.15	175.00	6	6	106	S	--	M	YG	0.00	350.00	4.15	350.00
7	7	107	S	--	M	YG	0.00	350.00	4.15	350.00	8	8	108	S	--	M	YG	0.00	350.00	4.15	350.00

**Elenco carichi aste**

Condizione di carico n. 7: Variazione termica

Carichi distribuiti

**Simbologia**

Asta = Numero dell'asta  
 N1 = Nodo iniziale  
 N2 = Nodo finale  
 DT = Incremento di temperatura  
 Gy = Gradiente termico in dir. Y  
 Gz = Gradiente termico in dir. Z

Asta	N1	N2	DT	Gy	Gz	Asta	N1	N2	DT	Gy	Gz	Asta	N1	N2	DT	Gy	Gz
			<°C>	<°C/m>	<°C/m>				<°C>	<°C/m>	<°C/m>				<°C>	<°C/m>	<°C/m>
1	1	101	25.00			2	2	102	25.00			3	3	103	25.00		
4	4	104	25.00			5	5	105	25.00			6	6	106	25.00		
7	7	107	25.00			8	8	108	25.00			101	101	102	25.00		
101	102	103	25.00			101	103	104	25.00			103	105	106	25.00		
103	106	107	25.00			103	107	108	25.00			104	101	105	25.00		

Relazione di calcolo

105	102	106	25.00	106	103	107	25.00	107	104	108	25.00
-----	-----	-----	-------	-----	-----	-----	-------	-----	-----	-----	-------

**Elenco carichi aste**

**Condizione di carico n. 8: Vento Y**

**Carichi distribuiti**

Asta	N1	N2	E	NE	T	DC	Xi <m>	Qi <daN/m>	Xf <m>	Qf <daN/m>	Asta	N1	N2	E	NE	T	DC	Xi <m>	Qi <daN/m>	Xf <m>	Qf <daN/m>
1	1	101	S	--	M	XG	0.00	230.00	4.15	230.00	2	2	102	S	--	M	XG	0.00	400.00	4.15	400.00
3	3	103	S	--	M	XG	0.00	400.00	4.15	400.00	4	4	104	S	--	M	XG	0.00	230.00	4.15	230.00
5	5	105	S	--	M	XG	0.00	230.00	4.15	230.00	6	6	106	S	--	M	XG	0.00	400.00	4.15	400.00
7	7	107	S	--	M	XG	0.00	400.00	4.15	400.00	8	8	108	S	--	M	XG	0.00	230.00	4.15	230.00

**Risultati del calcolo**

**Parametri di calcolo**

La modellazione della struttura e la rielaborazione dei risultati del calcolo sono stati effettuati con: ModeSt ver. 8.18, prodotto da Tecnisoft s.a.s. - Prato

La struttura è stata calcolata utilizzando come solutore agli elementi finiti: Xfinest ver. 2013, prodotto da Ce.A.S. S.r.l. - Milano

- Tipo di normativa: stati limite D.M. 18
- Tipo di calcolo: analisi sismica dinamica
- Vincoli esterni: Considera sempre vincoli assegnati in modellazione
- Schematizzazione piani rigidi: metodo Master-Slave
- Modalità di recupero masse secondarie: trasferire le masse
- All'impalcato più vicino in assoluto: No
- Anche sui nodi degli impalcati non rigidi: No
- Modificare coordinate baricentro impalcati rigidi: XY

**Generazione combinazioni**

- Lineari: Sì
- Valuta spostamenti e non sollecitazioni: No
- Buckling: No

**Opzioni di calcolo**

- Sono state considerate infinitamente rigide le zone di connessione fra travi, pilastri ed elementi bidimensionali con una riduzione del 20%
- Calcolo con offset rigidi dai nodi: No
- Uniformare i carichi variabili: No
- Massimizzare i carichi variabili: No
- Minimo carico da considerare: 0.00 <daN/m>
- Recupero carichi zone rigide: taglio e momento flettente
- Modalità di combinazione momento torcente: disaccoppiare le azioni

**Opzioni del solutore**

- Tipo di elemento bidimensionale: QF46
- Calcolo sforzo nei nodi: No
- Trascura deformabilità a taglio delle aste: No
- Analisi dinamica con metodo di Lanczos: Sì
- Check sequenza di Sturm: Sì
- Soluzione matrice con metodo ver. 5.1: No
- Analisi non lineare con Newton modificato: No
- Usa formulazione secante per buckling: No
- Trascura buckling torsionale: No

**Dati struttura**

- Sito di costruzione: LON. 13.72033 LAT. 37.71659
- Contenuto tra ID reticolo: 46957 47179 46956 47178

**Simbologia**

- 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)
- T<sub>R</sub> =Periodo di ritorno <anni>
- Ag =Accelerazione orizzontale massima al sito

## Relazione di calcolo

$F_0$  = Valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale  
 $T_{c*}$  = Periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale <sec>  
 $S_s$  = Coefficiente di amplificazione stratigrafica  
 $C_c$  = Coefficiente funzione della categoria del suolo

TCC	$T_R$	Ag <g>	$F_0$	$T_{c*}$	$S_s$	$C_c$
SLO	68	0.0450	2.44	0.28	1.50	1.60
SLD	113	0.0544	2.47	0.30	1.50	1.57
SLV	1068	0.1083	2.64	0.39	1.50	1.44

- Edificio esistente: No
- Tipo di opera: Opera ordinaria
- Vita nominale  $V_N$ : 75.00
- Classe d'uso: Classe III
- SL Esercizio: SLOPvr 81.00, SLDPvr 63.00
- SL Ultimi: SLVPvr 10.00, SLCPvr No
- Struttura dissipativa: Sì
- Classe di duttilità: Classe B
- Quota di riferimento: 0.00 <m>
- Altezza della struttura: 4.15 <m>
- Numero piani edificio: 1
- Coefficiente  $\theta$ : 0.00
- Edificio regolare in altezza: Sì
- Edificio regolare in pianta: Sì
- Forze orizzontali convenzionali per stati limite non sismici: No
- Genera stati limite per verifiche di resistenza al fuoco: No

### Dati di piano

#### Simbologia

Imp. = Numero dell'impalcato  
 Lx = Dimensione del piano in dir. X  
 Ly = Dimensione del piano in dir. Y  
 Ex = Eccentricità in dir. X  
 Ey = Eccentricità in dir. Y  
 Ea = Eccentricità complessiva

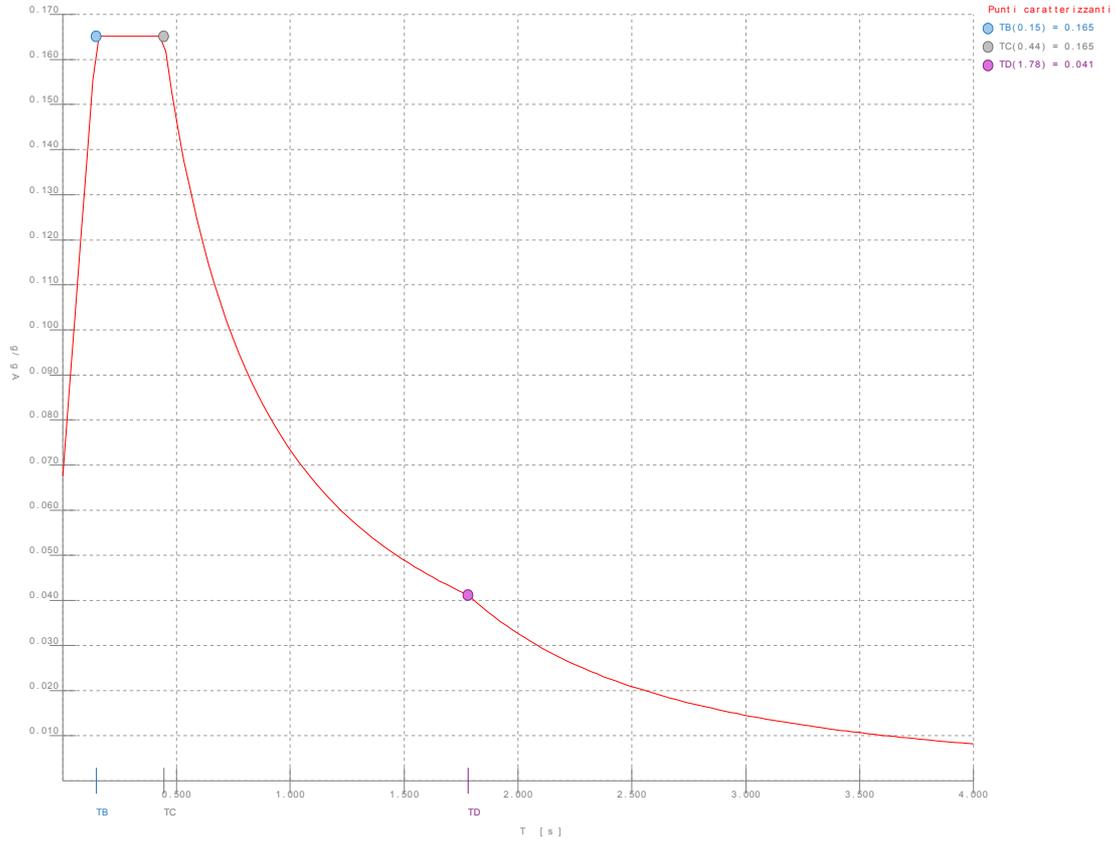
Imp.	Lx <m>	Ly <m>	Ex <m>	Ey <m>	Ea <m>
1	12.20	5.70	0.61	0.28	0.67

### Dati di calcolo

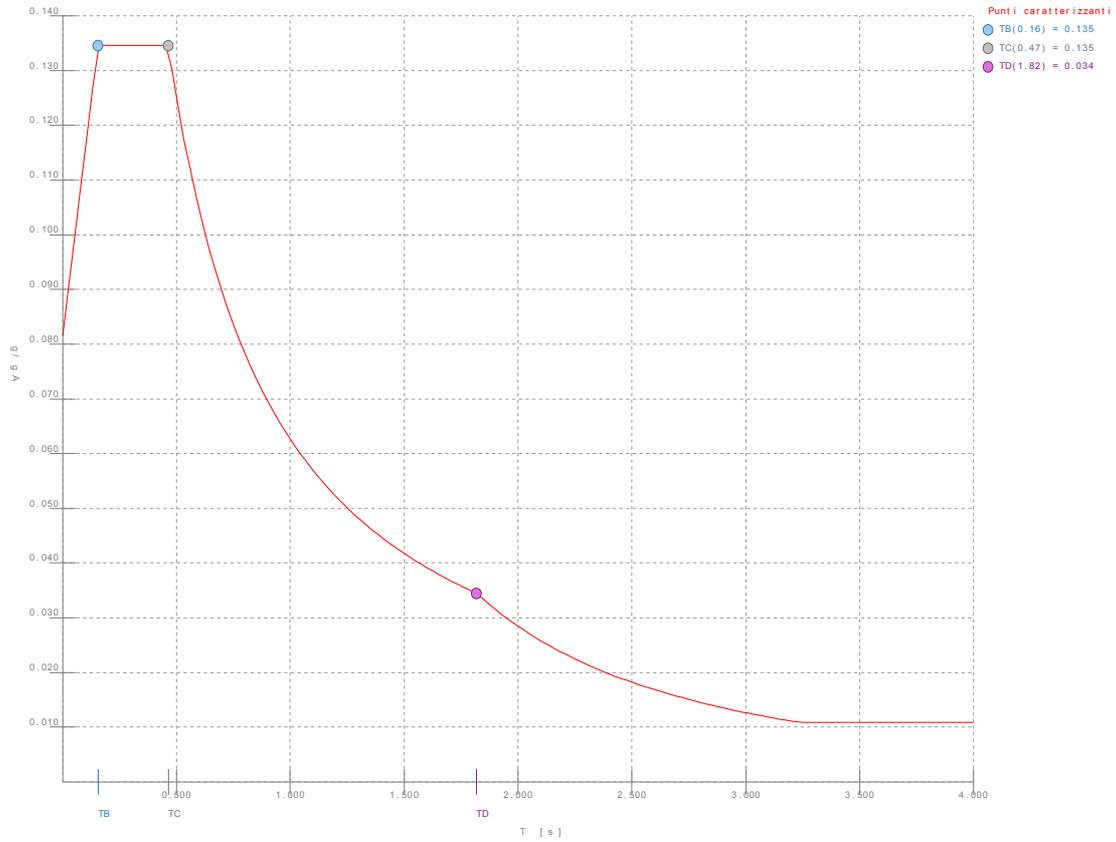
- Categoria del suolo di fondazione: C
- Tipologia strutturale: c.a. o prefabbricata a telaio a più piani e più campate

Periodo $T_1$	0.19272
Coeff. $\lambda$ SLO	1.00
Coeff. $\lambda$ SLD	1.00
Coeff. $\lambda$ SLV	1.00
Rapporto di sovraresistenza ( $\alpha_s/\alpha_1$ )	1.30
Valore di riferimento del fattore di struttura ( $q_0$ )	3.90
Fattore riduttivo ( $K_w$ )	1.00
Fattore riduttivo regolarità in altezza (KR)	1.00
Fattore di comportamento dissipativo (q)	1.50
Fattore di comportamento non dissipativo (qND)	1.50
Fattore di comportamento per SLD (qD)	1.50

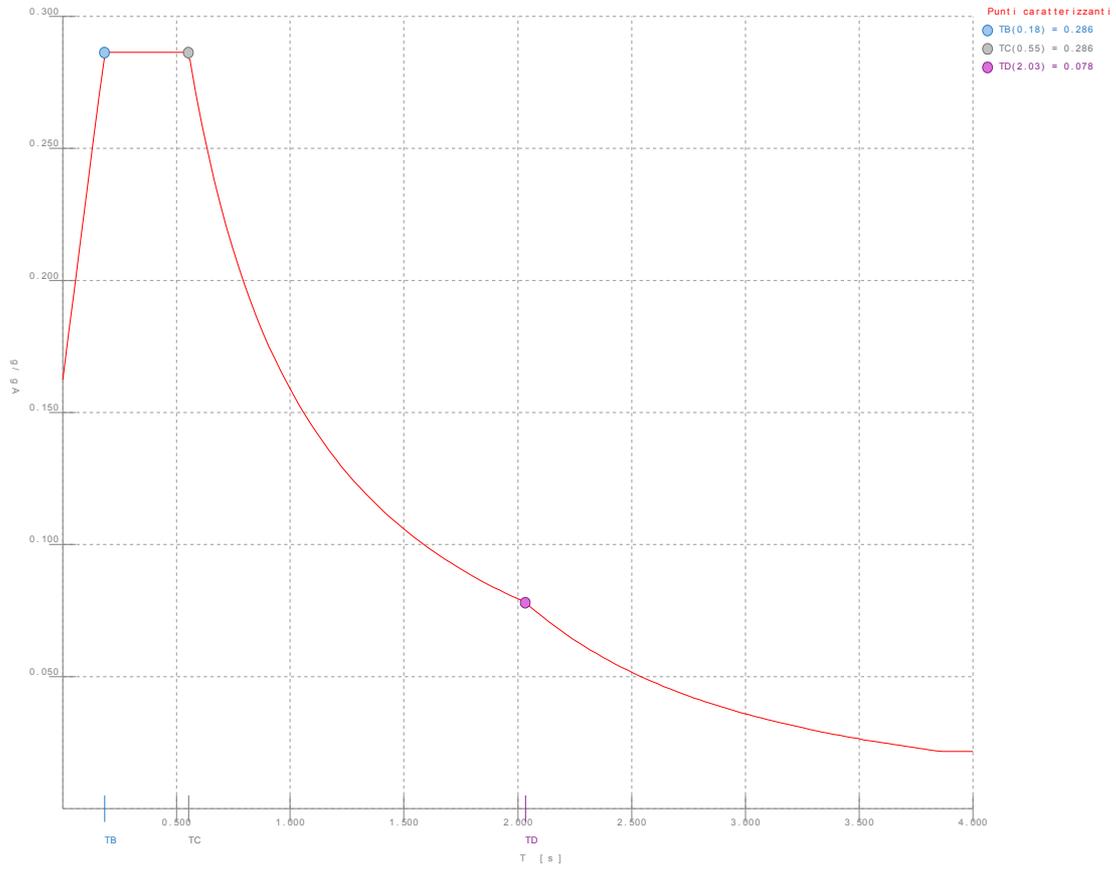
- Categoria topografica: T1 - Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media  $i \leq 15^\circ$
- Coeff. amplificazione topografica  $S_T$ : 1.00
- Fattore di comportamento per sisma verticale (qv): 1.50
- Modalità di calcolo modi di vibrare: Autovalori
- Numero modi: 3
- Modi da considerare: Tali da movimentare una percentuale di massa pari a 85.00%
- Trascura modi con massa movimentata minore di: 5.00%
- Smorzamento spettro: 5.00%



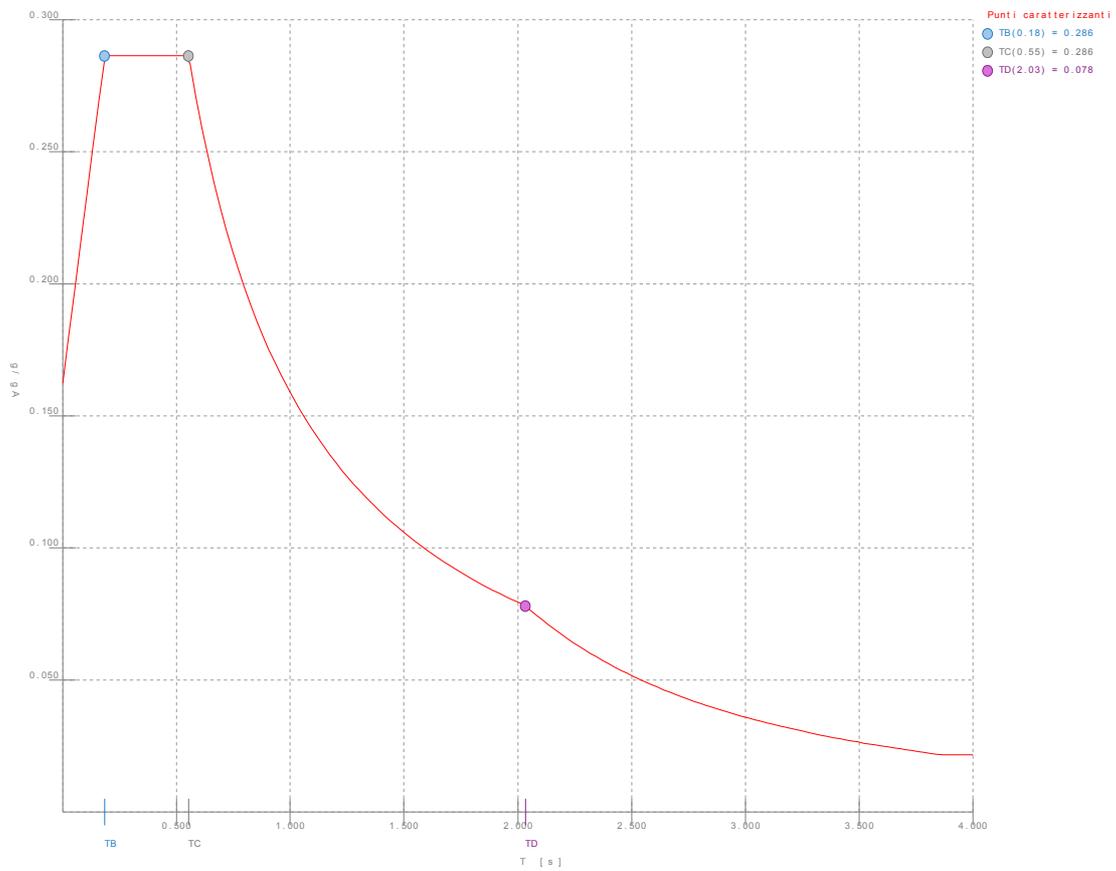
**Figura numero 1: Spettro SLO**



**Figura numero 2: Spettro SLD**



**Figura numero 3: Spettro SLV**



**Figura numero 4: Spettro SND**

- Angolo di ingresso del sisma: 0.00 <grad>

**Condizioni di carico elementari**

**Simbologia**

CCE = Numero della condizione di carico elementare  
 Comm. = Commento  
 Tipo CCE = Tipo di CCE per calcolo agli stati limite  
 Sic. = Contributo alla sicurezza  
     F = a favore  
     S = a sfavore  
     A = ambigua  
 Var. = Tipo di variabilità  
     B = di base  
     I = indipendente  
     A = ambigua  
 Dir. = Direzione del vento  
 Tipo = Tipologia di pressione vento  
     M = Massimizzata  
     E = Esterna  
     I = Interna  
 Mx = Moltiplicatore della massa in dir. X  
 My = Moltiplicatore della massa in dir. Y  
 Mz = Moltiplicatore della massa in dir. Z  
 Jpx = Moltiplicatore del momento d'inerzia intorno all'asse X  
 Jpy = Moltiplicatore del momento d'inerzia intorno all'asse Y  
 Jpz = Moltiplicatore del momento d'inerzia intorno all'asse Z

CCE	Comm.	Tipo CCE	Sic.	Var.	Dir.	Tipo	Mx	My	Mz	Jpx	Jpy	Jpz
1	Peso proprio		1S	--	--	--	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00
2	Peso proprio solai		1S	--	--	--	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00
3	Permanente solai		2S	--	--	--	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00
4	Accidentali copertura		12S	B	--	--	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00
5	Tamponature		2S	--	--	--	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00
6	Vento X		11S	A	0.00	M	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
7	Variazione termica		10S	B	--	--	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00
8	Vento Y		11S	A	90.00	M	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

**Elenco tipi CCE definiti**

**Simbologia**

Tipo CCE = Tipo condizione di carico elementare  
 Comm. = Commento  
 Tipo = Tipologia  
     G = Permanente  
     Qv = Variabile vento  
     Q = Variabile  
     I = Da ignorare  
     A = Azione eccezionale  
     P = Precompressione  
 Durata = Durata del carico  
     N = Non definita  
     P = Permanente  
     L = Lunga  
     M = Media  
     B = Breve  
     I = Istantanea  
 $\gamma$  min. = Coeff.  $\gamma$  min.  
 $\gamma$  max = Coeff.  $\gamma$  max  
 $\Psi_0$  = Coeff.  $\Psi_0$   
 $\Psi_1$  = Coeff.  $\Psi_1$   
 $\Psi_2$  = Coeff.  $\Psi_2$   
 $\Psi_{0,s}$  = Coeff.  $\Psi_0$  sismico (D.M. 96)

Tipo CCE	Comm.	Tipo	Durata	$\gamma$ min.	$\gamma$ max	$\Psi_0$	$\Psi_1$	$\Psi_2$	$\Psi_{0,s}$
1	D.M. 18 Permanenti strutturali	G	P	1.00	1.30				
2	D.M. 18 Permanenti non strutturali	G	L	0.80	1.50				
12	D.M. 18 Variabili Neve (a quota $\leq$ 1000 m s.l.m.)	Q	M	0.00	1.50	0.50	0.20	0.00	0.00
11	D.M. 18 Variabili Vento	Qv	B	0.00	1.50	0.60	0.20	0.00	0.00
10	D.M. 18 Variabili Variazioni termiche	Q	M	0.00	1.50	0.60	0.50	0.00	0.00

**Ambienti di carico**

**Simbologia**

N = Numero  
 Comm. = Commento  
 1 = Peso proprio  
 2 = Peso proprio solai  
 3 = Permanente solai  
 4 = Accidentali copertura  
 5 = Tamponature  
 6 = Vento X

## Relazione di calcolo

7=Variazione termica  
 8=Vento Y  
 F =azioni orizzontali convenzionali  
 SLU =Stato limite ultimo  
 SLR =Stato limite per combinazioni rare  
 SLF =Stato limite per combinazioni frequenti  
 SLQ/D=Stato limite per combinazioni quasi permanenti o di danno  
 S = Si  
 N = No

N	Comm.	1	2	3	4	5	6	7	8	S	SLU	SLR	SLF	SLQ
1	Calcolo sismico	S	S	S	S	S	N	S	S	S	N	N	N	N
2	Calcolo statico	S	S	S	S	S	N	N	N	S	S	S	S	S
3	Vento da 0°	S	S	S	S	S	S	N	N	S	S	S	S	S
4	Vento da 90°	S	S	S	S	S	N	S	S	S	S	S	S	S

### Elenco combinazioni di carico simboliche

#### Simbologia

CC =Numero della combinazione delle condizioni di carico elementari  
 Comm.=Commento  
 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)

CC	Comm.	TCC	1	2	3	4	5	6	7	8	S
1	Amb. 1 (Sisma)	SLU S	1	1	1	$\Psi_2$	1	-----	$\Psi_2$	-----	1
2	Amb. 2 (SLU)	SLU	$\gamma$ max	-----	$\gamma$ max	-----	-----				
3	Amb. 2 (SLE R)	SLE R	1	1	1	1	1	-----	1	-----	-----
4	Amb. 2 (SLE F)	SLE F	1	1	1	$\Psi_1$	1	-----	$\Psi_1$	-----	-----
5	Amb. 2 (SLE Q)	SLE Q	1	1	1	$\Psi_2$	1	-----	$\Psi_2$	-----	-----
6	Amb. 3 (SLU)	SLU	$\gamma$ max	$\gamma$ max	-----	-----					
7	Amb. 3 (SLU)	SLU	$\gamma$ max	$\Psi_0 \cdot \gamma$ max	$\gamma$ max	-----	-----				
8	Amb. 3 (SLE R)	SLE R	1	1	1	1	1	1	1	-----	-----
9	Amb. 3 (SLE R)	SLE R	1	1	1	1	1	$\Psi_0$	1	-----	-----
10	Amb. 3 (SLE F)	SLE F	1	1	1	$\Psi_1$	1	$\Psi_1$	$\Psi_1$	-----	-----
11	Amb. 3 (SLE F)	SLE F	1	1	1	$\Psi_1$	1	$\Psi_2$	$\Psi_1$	-----	-----
12	Amb. 3 (SLE Q)	SLE Q	1	1	1	$\Psi_2$	1	$\Psi_2$	$\Psi_2$	-----	-----
13	Amb. 4 (SLU)	SLU	$\gamma$ max	-----	$\gamma$ max	$\gamma$ max	-----				
14	Amb. 4 (SLU)	SLU	$\gamma$ max	-----	$\gamma$ max	$\Psi_0 \cdot \gamma$ max	-----				
15	Amb. 4 (SLE R)	SLE R	1	1	1	1	1	-----	1	1	-----
16	Amb. 4 (SLE R)	SLE R	1	1	1	1	1	-----	1	$\Psi_0$	-----
17	Amb. 4 (SLE F)	SLE F	1	1	1	$\Psi_1$	1	-----	$\Psi_1$	$\Psi_1$	-----
18	Amb. 4 (SLE F)	SLE F	1	1	1	$\Psi_1$	1	-----	$\Psi_1$	$\Psi_2$	-----
19	Amb. 4 (SLE Q)	SLE Q	1	1	1	$\Psi_2$	1	-----	$\Psi_2$	$\Psi_2$	-----

Genera le combinazioni con un solo carico di tipo variabile come di base: No

Considera sollecitazioni dinamiche con segno dei modi principali: No

### Combinazioni delle CCE

#### Simbologia

CC =Numero della combinazione delle condizioni di carico elementari  
 Comm.=Commento  
 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)  
 An. =Tipo di analisi  
 L = Lineare

Relazione di calcolo

NL = Non lineare  
 Bk = Buckling  
 S = Si  
 N = No

CC	Comm.	TCC	An.	Bk	1	2	3	4	5	6	7	8	Mt	±S X	±S Y
1	Amb. 1 (SLU S) S Mt+X+0.3Y	SLV+SND	L	N	1.00	1.00	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	0.30
2	Amb. 1 (SLE) S Mt+X+0.3Y	SLD	L	N	1.00	1.00	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	0.30
3	Amb. 1 (SLE) S Mt+X+0.3Y	SLO	L	N	1.00	1.00	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	0.30
4	Amb. 1 (SLU S) S Mt+X-0.3Y	SLV+SND	L	N	1.00	1.00	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	-0.30
5	Amb. 1 (SLE) S Mt+X-0.3Y	SLD	L	N	1.00	1.00	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	-0.30
6	Amb. 1 (SLE) S Mt+X-0.3Y	SLO	L	N	1.00	1.00	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	-0.30
7	Amb. 1 (SLU S) S Mt+0.3X+Y	SLV+SND	L	N	1.00	1.00	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.30	1.00
8	Amb. 1 (SLE) S Mt+0.3X+Y	SLD	L	N	1.00	1.00	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.30	1.00
9	Amb. 1 (SLE) S Mt+0.3X+Y	SLO	L	N	1.00	1.00	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.30	1.00
10	Amb. 1 (SLU S) S Mt-0.3X+Y	SLV+SND	L	N	1.00	1.00	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	-0.30	1.00
11	Amb. 1 (SLE) S Mt-0.3X+Y	SLD	L	N	1.00	1.00	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	-0.30	1.00
12	Amb. 1 (SLE) S Mt-0.3X+Y	SLO	L	N	1.00	1.00	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	-0.30	1.00
13	Amb. 1 (SLU S) S -Mt+X+0.3Y	SLV+SND	L	N	1.00	1.00	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	-1.00	1.00	0.30
14	Amb. 1 (SLE) S -Mt+X+0.3Y	SLD	L	N	1.00	1.00	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	-1.00	1.00	0.30
15	Amb. 1 (SLE) S -Mt+X+0.3Y	SLO	L	N	1.00	1.00	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	-1.00	1.00	0.30
16	Amb. 1 (SLU S) S -Mt+X-0.3Y	SLV+SND	L	N	1.00	1.00	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	-1.00	1.00	-0.30
17	Amb. 1 (SLE) S -Mt+X-0.3Y	SLD	L	N	1.00	1.00	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	-1.00	1.00	-0.30
18	Amb. 1 (SLE) S -Mt+X-0.3Y	SLO	L	N	1.00	1.00	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	-1.00	1.00	-0.30
19	Amb. 1 (SLU S) S -Mt+0.3X+Y	SLV+SND	L	N	1.00	1.00	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	-1.00	0.30	1.00
20	Amb. 1 (SLE) S -Mt+0.3X+Y	SLD	L	N	1.00	1.00	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	-1.00	0.30	1.00
21	Amb. 1 (SLE) S -Mt+0.3X+Y	SLO	L	N	1.00	1.00	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	-1.00	0.30	1.00
22	Amb. 1 (SLU S) S -Mt-0.3X+Y	SLV+SND	L	N	1.00	1.00	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	-1.00	-0.30	1.00
23	Amb. 1 (SLE) S -Mt-0.3X+Y	SLD	L	N	1.00	1.00	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	-1.00	-0.30	1.00
24	Amb. 1 (SLE) S -Mt-0.3X+Y	SLO	L	N	1.00	1.00	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	-1.00	-0.30	1.00
25	Amb. 2 (SLU)	SLU	L	N	1.30	1.30	1.50	1.50	1.50	0.00	1.50	0.00	0.00	0.00	0.00
26	Amb. 2 (SLE R)	SLE R	L	N	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
27	Amb. 2 (SLE F)	SLE F	L	N	1.00	1.00	1.00	0.20	1.00	0.00	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00
28	Amb. 2 (SLE Q)	SLE Q	L	N	1.00	1.00	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
29	Amb. 3 (SLU)	SLU	L	N	1.30	1.30	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	0.00	0.00	0.00	0.00
30	Amb. 3 (SLU)	SLU	L	N	1.30	1.30	1.50	1.50	1.50	0.90	1.50	0.00	0.00	0.00	0.00
31	Amb. 3 (SLE R)	SLE R	L	N	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
32	Amb. 3 (SLE R)	SLE R	L	N	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.60	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
33	Amb. 3 (SLE F)	SLE F	L	N	1.00	1.00	1.00	0.20	1.00	0.20	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00
34	Amb. 3 (SLE F)	SLE F	L	N	1.00	1.00	1.00	0.20	1.00	0.00	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00
35	Amb. 3 (SLE Q)	SLE Q	L	N	1.00	1.00	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
36	Amb. 4 (SLU)	SLU	L	N	1.30	1.30	1.50	1.50	1.50	0.00	1.50	1.50	0.00	0.00	0.00
37	Amb. 4 (SLU)	SLU	L	N	1.30	1.30	1.50	1.50	1.50	0.00	1.50	0.90	0.00	0.00	0.00
38	Amb. 4 (SLE R)	SLE R	L	N	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00
39	Amb. 4 (SLE R)	SLE R	L	N	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	1.00	0.60	0.00	0.00	0.00
40	Amb. 4 (SLE F)	SLE F	L	N	1.00	1.00	1.00	0.20	1.00	0.00	0.50	0.20	0.00	0.00	0.00
41	Amb. 4 (SLE F)	SLE F	L	N	1.00	1.00	1.00	0.20	1.00	0.00	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00
42	Amb. 4 (SLE Q)	SLE Q	L	N	1.00	1.00	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Elenco baricentri e masse impalcato

Simbologia

Imp. = Numero dell'impalcato  
 X = Coordinata X  
 Y = Coordinata Y  
 Z = Coordinata Z  
 Mo = Massa orizzontale  
 Jpz = Massa rotazionale intorno all'asse Z

Imp.	X <m>	Y <m>	Z <m>	Mo <kg>	Jpz <kg*mq>
1	6.38	3.00	4.15	71644.80	1381850.00

Totali masse impalcato

Mo <kg>	Jpz <kg*mq>
71644.80	1381850.00

Elenco forze sismiche di impalcato allo SLO

Simbologia

Imp. = Numero dell'impalcato  
 cx = Coeff. c in dir. X  
 cy = Coeff. c in dir. Y  
 Mz = Momento intorno all'asse Z

Imp.	cx	cy	Mz <daNm>
1	1.00	1.00	7818.01

**Totali forze sismiche**

<b>Mz</b>
<b>&lt;daNm&gt;</b>
7818.01

**Elenco forze sismiche di impalcato allo SLD**

Imp.	cx	cy	Mz <daNm>
1	1.00	1.00	6370.27

**Totali forze sismiche**

<b>Mz</b>
<b>&lt;daNm&gt;</b>
6370.27

**Elenco forze sismiche di impalcato allo SLV**

Imp.	cx	cy	Mz <daNm>
1	1.00	1.00	13551.70

**Totali forze sismiche**

<b>Mz</b>
<b>&lt;daNm&gt;</b>
13551.70

**Elenco forze sismiche di impalcato allo SND**

Imp.	cx	cy	Mz <daNm>
1	1.00	1.00	13551.70

**Totali forze sismiche**

<b>Mz</b>
<b>&lt;daNm&gt;</b>
13551.70

**Elenco modi di vibrare, masse partecipanti e coefficienti di partecipazione**

**Simbologia**

- Modo = Numero del modo di vibrare
- C = \* indica che il modo è stato considerato
- T = Periodo
- Diff. = Minima differenza percentuale dagli altri periodi
- $\Phi_x$  = Coefficiente di partecipazione in dir. X
- $\Phi_y$  = Coefficiente di partecipazione in dir. Y
- $\Phi_z$  = Coefficiente di partecipazione in dir. Z
- %Mx = Percentuale massa partecipante in dir. X
- %My = Percentuale massa partecipante in dir. Y
- %Mz = Percentuale massa partecipante in dir. Z
- %Jpz = Percentuale momento d'inerzia polare partecipante intorno all'asse Z

Modo	C	T	Diff.	$\Phi_x$	$\Phi_y$	$\Phi_z$	%Mx	%My	%Mz	%Jpz
1*	0.19	2.61	-0.00	-84.64	0.00	0.00	0.00	99.99	0.00	0.01
2*	0.19	2.61	84.64	-0.00	0.00	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3*	0.14	36.19	0.00	-0.98	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	99.99
Tot.cons.							100.00	100.00	0.00	100.00

**Elenco coefficienti di risposta**

**Simbologia**

- Modo = Numero del modo di vibrare
- Sx = Coefficiente di risposta (moltiplicato per 100) in dir. X
- Sy = Coefficiente di risposta (moltiplicato per 100) in dir. Y

**Stato limite di operatività**

Modo	Sx	Sy
1	16.52	16.52
2	16.52	16.52
3	15.85	15.85

**Stato limite di danno**

Modo	Sx	Sy
1	13.46	13.46
2	13.46	13.46
3	12.87	12.87

Stato limite di salvaguardia della vita

Modo	Sx	Sy
1	28.64	28.64
2	28.64	28.64
3	25.49	25.49

**Domanda in duttilità di curvatura**

Direzione X  $\mu_{edX}=21.75$

Direzione Y  $\mu_{edY}=21.22$

**Spostamenti relativi massimi allo stato limite di operatività**

**Simbologia**

N1 =Nodo1

N2 =Nodo2

h =Altezza teorica

$\delta$  =Spostamento relativo

$\delta/h$ =Rapporto (moltiplicato per 1000) tra lo spostamento relativo e l'altezza

CC =Numero della combinazione delle condizioni di carico elementari

I valori degli spostamenti relativi per CC di tipo sismico sono amplificati come da normativa

N1	N2	h	$\delta$	$\delta/h$	CC	N1	N2	h	$\delta$	$\delta/h$	CC	N1	N2	h	$\delta$	$\delta/h$	CC	N1	N2	h	$\delta$	$\delta/h$	CC
		<m>	<cm>																				
1	101	4.15	0.17	0.42	12	2	102	4.15	0.17	0.40	12	3	103	4.15	0.17	0.41	9	4	104	4.15	0.18	0.43	9
5	105	4.15	0.17	0.42	21	6	106	4.15	0.17	0.40	21	7	107	4.15	0.17	0.40	24	8	108	4.15	0.18	0.43	24

Min = 0.40

Max = 0.43

**Reazioni vincolari**

**Simbologia**

Nodo=Numero del nodo

CC =Numero della combinazione delle condizioni di carico elementari

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)

Fx =Reazione vincolare (forza) in dir. X

Fy =Reazione vincolare (forza) in dir. Y

Fz =Reazione vincolare (forza) in dir. Z

Mx =Reazione vincolare (momento) intorno all'asse X

My =Reazione vincolare (momento) intorno all'asse Y

Mz =Reazione vincolare (momento) intorno all'asse Z

Nodo	CC	TCC	Fx	CC	TCC	Fy	CC	TCC	Fz	CC	TCC	Mx	CC	TCC	My	CC	TCC	Mz	CC	TCC	
			<daN>			<daN>			<daN>			<daNm>			<daNm>			<daNm>			
1	Max	13	SLV	1717.58	7	SLV	5204.79	29	SLV	10533.20	19	SLV	6654.93	13	SLV	3484.47	19	SLV	60.14		
1	Min	1	SLV	-1565.86	19	SLV	-2364.37	19	SLV	3766.39	7	SLV	-10470.90	7	SLV	-3279.39	1	SLV	-60.14		
2	Max	13	SLV	3848.11	29	SLV	4041.12	29	SLV	18093.60	19	SLV	1352.12	13	SLV	8364.00	19	SLV	60.14		
2	Min	1	SLV	-3658.94	19	SLV	-117.30	19	SLV	10350.90	7	SLV	-5467.52	7	SLV	-8113.01	1	SLV	-60.14		
3	Max	13	SLV	3601.00	29	SLV	4222.42	29	SLV	18953.00	7	SLV	1277.47	13	SLV	8032.04	19	SLV	60.14		
3	Min	1	SLV	-3729.11	7	SLV	-56.11	7	SLV	10970.70	19	SLV	-5595.36	7	SLV	-8207.30	1	SLV	-60.14		
4	Max	13	SLV	1478.82	19	SLV	5415.27	29	SLV	11349.30	7	SLV	6794.12	13	SLV	3159.94	19	SLV	60.14		
4	Min	1	SLV	-1691.60	7	SLV	-2386.49	7	SLV	4297.37	19	SLV	-10863.10	7	SLV	-3450.29	1	SLV	-60.14		
5	Max	1	SLV	1717.58	7	SLV	2364.37	36	SLV	10402.60	19	SLV	10470.90	1	SLV	3484.47	19	SLV	60.14		
5	Min	13	SLV	-1565.86	19	SLV	-5204.79	7	SLV	3766.39	7	SLV	-6654.93	13	SLV	-3279.39	1	SLV	-60.14		
6	Max	1	SLV	3848.11	7	SLV	117.30	25	SLV	17940.40	19	SLV	5467.52	1	SLV	8364.00	19	SLV	60.14		
6	Min	13	SLV	-3658.94	19	SLV	-3145.11	7	SLV	10350.90	7	SLV	-1352.12	13	SLV	-8113.01	1	SLV	-60.14		
7	Max	1	SLV	3601.00	19	SLV	56.11	36	SLV	18813.30	7	SLV	5595.36	1	SLV	8032.04	19	SLV	60.14		
7	Min	13	SLV	-3729.11	7	SLV	-3232.89	19	SLV	10970.70	19	SLV	-1277.47	13	SLV	-8207.30	1	SLV	-60.14		
8	Max	1	SLV	1478.82	19	SLV	2386.49	25	SLV	10656.70	7	SLV	10863.10	1	SLV	3159.94	19	SLV	60.14		
8	Min	13	SLV	-1691.60	7	SLV	-5415.27	19	SLV	4297.37	19	SLV	-6794.12	13	SLV	-3450.29	1	SLV	-60.14		

**Sollecitazioni aste**

**Simbologia**

Asta=Numero dell'asta

N1 =Nodo1

Relazione di calcolo

N2 =Nodo2  
 X =Coordinata progressiva rispetto al nodo iniziale  
 N =Sforzo normale  
 CC =Numero della combinazione delle condizioni di carico elementari  
 Ty =Taglio in dir. Y  
 Mz =Momento flettente intorno all'asse Z  
 Tz =Taglio in dir. Z  
 My =Momento flettente intorno all'asse Y  
 Mx =Momento torcente intorno all'asse X

Tipo di combinazione di carico: SLV

Asta	N1	N2		X <cm>	N <daN>	CC	Ty <daN>	CC	Mz <daNm>	CC	Tz <daN>	CC	My <daNm>	CC	Mx <daNm>	CC
1	1	101	Max	0.00	-3766.39	19	1565.86	1	3484.47	13	2364.37	19	10470.90	7	60.14	7
1	1	101	Max	375.00	-2360.14	19	1565.87	1	2592.62	1	2364.37	19	2211.45	19	60.14	7
1	1	101	Min.	0.00	-9712.94	7	-1717.58	13	-3279.39	1	-5204.79	7	-6654.93	19	-60.14	19
1	1	101	Min.	375.00	-8306.69	7	-1717.58	13	-2956.48	13	-5204.79	7	-9047.06	7	-60.14	19
2	2	102	Max	0.00	-10350.90	19	3145.11	7	1352.12	19	3658.94	1	8364.00	13	60.14	7
2	2	102	Max	375.00	-8944.63	19	3145.11	7	6326.62	7	3658.93	1	5608.01	1	60.14	7
2	2	102	Min.	0.00	-13422.60	7	-117.30	19	-5467.52	7	-3848.11	13	-8113.01	1	-60.14	19
2	2	102	Min.	375.00	-12016.40	7	-117.30	19	912.25	19	-3848.11	13	-6066.41	13	-60.14	19
3	3	103	Max	0.00	-10970.70	7	3232.89	19	1277.47	7	3729.11	1	8032.04	13	60.14	7
3	3	103	Max	375.00	-9564.41	7	3232.89	19	6527.99	19	3729.11	1	5776.88	1	60.14	7
3	3	103	Min.	0.00	-13813.80	19	-56.11	7	-5595.36	19	-3601.00	13	-8207.30	1	-60.14	19
3	3	103	Min.	375.00	-12407.50	19	-56.11	7	1067.06	7	-3601.00	13	-5471.73	13	-60.14	19
4	4	104	Max	0.00	-4297.37	7	1691.60	1	3159.94	13	2386.49	7	10863.10	19	60.14	7
4	4	104	Max	375.00	-2891.12	7	1691.60	1	2893.21	1	2386.49	7	2155.22	7	60.14	7
4	4	104	Min.	0.00	-10174.00	19	-1478.82	13	-3450.29	1	-5415.27	19	-6794.12	7	-60.14	19
4	4	104	Min.	375.00	-8767.75	19	-1478.82	13	-2385.63	13	-5415.27	19	-9444.12	19	-60.14	19
5	5	105	Max	0.00	-3766.39	7	1565.86	13	3484.47	1	5204.79	19	6654.93	7	60.14	7
5	5	105	Max	375.00	-2360.14	7	1565.87	13	2592.62	13	5204.79	19	9047.06	19	60.14	7
5	5	105	Min.	0.00	-9712.94	19	-1717.58	1	-3279.39	13	-2364.37	7	-10470.90	19	-60.14	19
5	5	105	Min.	375.00	-8306.69	19	-1717.58	1	-2956.48	1	-2364.37	7	-2211.45	7	-60.14	19
6	6	106	Max	0.00	-10350.90	7	117.30	7	5467.52	19	3658.94	13	8364.00	1	60.14	7
6	6	106	Max	375.00	-8944.62	7	117.30	7	-912.25	7	3658.93	13	5608.01	13	60.14	7
6	6	106	Min.	0.00	-13422.60	19	-3145.11	19	-1352.12	7	-3848.11	1	-8113.01	13	-60.14	19
6	6	106	Min.	375.00	-12016.40	19	-3145.11	19	-6326.62	19	-3848.11	1	-6066.41	1	-60.14	19
7	7	107	Max	0.00	-10970.70	19	56.11	19	5595.36	7	3729.11	13	8032.04	1	60.14	7
7	7	107	Max	375.00	-9564.41	19	56.11	19	-1067.06	19	3729.11	13	5776.88	13	60.14	7
7	7	107	Min.	0.00	-13813.80	7	-3232.89	7	-1277.47	19	-3601.00	1	-8207.30	13	-60.14	19
7	7	107	Min.	375.00	-12407.50	7	-3232.89	7	-6527.99	7	-3601.00	1	-5471.73	1	-60.14	19
8	8	108	Max	0.00	-4297.37	19	1691.60	13	3159.94	1	5415.27	7	6794.12	19	60.14	7
8	8	108	Max	375.00	-2891.12	19	1691.60	13	2893.21	13	5415.27	7	9444.12	7	60.14	7
8	8	108	Min.	0.00	-10174.00	7	-1478.82	1	-3450.29	13	-2386.49	19	-10863.10	7	-60.14	19
8	8	108	Min.	375.00	-8767.75	7	-1478.82	1	-2385.63	1	-2386.49	19	-2155.22	19	-60.14	19
101	101	102	Max	15.00		7	0.00	7	0.00	7	2815.72	13	2966.08	1	-345.11	19
101	101	102	Max	286.36									684.64	19		
101	101	102	Max	315.00	0.00	7	0.00	7	0.00	7	1315.72	13	3001.13	13	-345.11	19
101	101	102	Min.	15.00	0.00	7	0.00	7	0.00	7	-1593.49	1	-3196.04	13	-702.89	7
101	101	102	Min.	286.36									-996.18	19		
101	101	102	Min.	315.00	0.00	7	0.00	7	0.00	7	-3093.49	1	-4064.39	1	-702.89	7
101	102	103	Max	25.00	0.00	1	0.00	7	0.00	7	2414.09	13	2151.06	1	-8.35	19
101	102	103	Max	155.42									673.88	7		
101	102	103	Max	470.00	0.00	1	0.00	7	0.00	7	189.09	13	2150.56	13	-8.35	19
101	102	103	Min.	25.00	0.00	1	0.00	7	0.00	7	-208.90	1	-3641.53	13	-45.13	7
101	102	103	Min.	155.42									-23.13	7		
101	102	103	Min.	470.00	0.00	1	0.00	7	0.00	7	-2433.90	1	-3729.19	1	-45.13	7
101	103	104	Max	25.00	0.00	1	0.00	7	0.00	7	2825.80	13	2690.98	1	643.57	19
101	103	104	Max	349.79									848.97	19		
101	103	104	Max	370.00	0.00	1	0.00	7	0.00	7	1100.80	13	2797.07	13	643.57	19
101	103	104	Min.	25.00	0.00	13	0.00	7	0.00	7	-833.40	1	-3976.32	13	307.50	7
101	103	104	Min.	349.79									-690.89	19		
101	103	104	Min.	370.00	0.00	13	0.00	7	0.00	7	-2558.40	1	-3159.87	1	307.50	7
103	105	106	Max	15.00	0.00	7	0.00	7	0.00	7	2815.72	1	2966.08	13	702.89	19
103	105	106	Max	286.36									684.64	7		
103	105	106	Max	315.00	0.00	7	0.00	7	0.00	7	1315.72	1	3001.13	1	702.89	19
103	105	106	Min.	15.00	0.00	7	0.00	7	0.00	7	-1593.49	13	-3196.04	1	345.11	7
103	105	106	Min.	286.36									-996.18	7		
103	105	106	Min.	315.00	0.00	7	0.00	7	0.00	7	-3093.49	13	-4064.39	13	345.11	7
103	106	107	Max	25.00	0.00	1	0.00	7	0.00	7	2414.09	1	2151.06	13	45.13	19
103	106	107	Max	155.42									673.88	19		
103	106	107	Max	470.00	0.00	1	0.00	7	0.00	7	189.09	1	2150.56	1	45.13	19
103	106	107	Min.	25.00	0.00	1	0.00	7	0.00	7	-208.90	13	-3641.53	1	8.35	7
103	106	107	Min.	155.42									-23.13	19		
103	106	107	Min.	470.00	0.00	1	0.00	7	0.00	7	-2433.90	13	-3729.19	13	8.35	7
103	107	108	Max	25.00	0.00	1	0.00	7	0.00	7	2825.80	1	2690.98	13	-307.50	19
103	107	108	Max	349.79									848.97	7		
103	107	108	Max	370.00	0.00	1	0.00	7	0.00	7	1100.80	1	2797.07	1	-307.50	19
103	107	108	Min.	25.00	0.00	1	0.00	7	0.00	7	-833.40	13	-3976.32	1	-643.57	7



Relazione di calcolo

101	103	104	Min.	370.00	0.00	13	0.00	7	0.00	7	-2558.40	1	-3159.87	1	307.50	7
103	105	106	Max	15.00	0.00	7	0.00	7	0.00	7	2815.72	1	2966.08	13	702.89	19
103	105	106	Max	286.36									684.64	7		
103	105	106	Max	315.00	0.00	7	0.00	7	0.00	7	1315.72	1	3001.13	1	702.89	19
103	105	106	Min.	15.00	0.00	7	0.00	7	0.00	7	-1593.49	13	-3196.04	1	345.11	7
103	105	106	Min.	286.36									-996.18	7		
103	105	106	Min.	315.00	0.00	7	0.00	7	0.00	7	-3093.49	13	-4064.39	13	345.11	7
103	106	107	Max	25.00	0.00	1	0.00	7	0.00	7	2414.09	1	2151.06	13	45.13	19
103	106	107	Max	155.42									673.88	19		
103	106	107	Max	470.00	0.00	1	0.00	7	0.00	7	189.09	1	2150.56	1	45.13	19
103	106	107	Min.	25.00	0.00	1	0.00	7	0.00	7	-208.90	13	-3641.53	1	8.35	7
103	106	107	Min.	155.42									-23.13	19		
103	106	107	Min.	470.00	0.00	1	0.00	7	0.00	7	-2433.90	13	-3729.19	13	8.35	7
103	107	108	Max	25.00	0.00	1	0.00	7	0.00	7	2825.80	1	2690.98	13	-307.50	19
103	107	108	Max	349.79									848.97	7		
103	107	108	Max	370.00	0.00	1	0.00	7	0.00	7	1100.80	1	2797.07	1	-307.50	19
103	107	108	Min.	25.00	0.00	1	0.00	7	0.00	7	-833.40	13	-3976.32	1	-643.57	7
103	107	108	Min.	349.79									-690.89	7		
103	107	108	Min.	370.00	0.00	1	0.00	7	0.00	7	-2558.40	13	-3159.87	13	-643.57	7
104	101	105	Max	35.00	0.00	1	0.00	1	0.00	1	6388.58	7	4124.46	19	23.54	19
104	101	105	Max	130.15									4838.74	19		
104	101	105	Max	535.00	0.00	1	0.00	1	0.00	1	-1501.42	7	4124.46	7	23.54	19
104	101	105	Min.	35.00	0.00	1	0.00	1	0.00	1	1501.42	19	-8093.43	7	-23.54	7
104	101	105	Min.	130.15									-1987.91	19		
104	101	105	Min.	535.00	0.00	1	0.00	1	0.00	1	-6388.58	19	-8093.43	19	-23.54	7
105	102	106	Max	15.00	0.00	7	0.00	1	0.00	1	8899.76	7	-202.33	19	34.89	19
105	102	106	Max	328.56									7073.92	7		
105	102	106	Max	555.00	0.00	7	0.00	1	0.00	1	-6426.79	7	-202.33	7	34.89	19
105	102	106	Min.	15.00	0.00	7	0.00	1	0.00	1	6426.79	19	-6879.34	7	-34.89	7
105	102	106	Min.	240.50									6024.57	19		
105	102	106	Min.	555.00	0.00	7	0.00	1	0.00	1	-8899.76	19	-6879.34	19	-34.89	7
106	103	107	Max	15.00	0.00	7	0.00	1	0.00	1	9263.18	19	-346.48	7	34.34	19
106	103	107	Max	326.79									7390.21	19		
106	103	107	Max	555.00	0.00	7	0.00	1	0.00	1	-6780.22	19	-346.47	19	34.34	19
106	103	107	Min.	15.00	0.00	7	0.00	1	0.00	1	6780.22	7	-7050.47	19	-34.34	7
106	103	107	Min.	242.13									6369.35	7		
106	103	107	Min.	555.00	0.00	7	0.00	1	0.00	1	-9263.18	7	-7050.47	7	-34.34	7
107	104	108	Max	35.00	0.00	1	0.00	1	0.00	1	6800.38	19	4135.79	7	21.77	19
107	104	108	Max	432.51									5034.31	19		
107	104	108	Max	535.00	0.00	1	0.00	1	0.00	1	-1753.37	19	4135.79	19	21.77	19
107	104	108	Min.	35.00	0.00	1	0.00	1	0.00	1	1753.37	7	-8481.74	19	-21.77	7
107	104	108	Min.	136.74									-1720.88	7		
107	104	108	Min.	535.00	0.00	1	0.00	1	0.00	1	-6800.38	7	-8481.73	7	-21.77	7

Tipo di combinazione di carico: SLD

Asta	N1	N2		X <cm>	N <daN>	CC	Ty <daN>	CC	Mz <daNm>	CC	Tz <daN>	CC	My <daNm>	CC	Mx <daNm>	CC
1	1	101	Max	0.00	-5342.01	20	695.90	2	1692.35	14	358.84	20	5933.22	8	28.32	8
1	1	101	Max	375.00	-3935.76	20	695.90	2	1122.37	2	358.84	20	-771.61	20	28.32	8
1	1	101	Min.	0.00	-8137.33	8	-847.62	14	-1487.27	2	-3199.26	8	-2117.25	20	-28.32	20
1	1	101	Min.	375.00	-6731.08	8	-847.62	14	-1486.23	14	-3199.26	8	-6063.99	8	-28.32	20
2	2	102	Max	0.00	-11164.80	20	2280.69	8	-454.83	20	1669.90	2	3998.32	14	28.32	8
2	2	102	Max	375.00	-9758.52	20	2280.69	8	4892.01	8	1669.90	2	2514.81	2	28.32	8
2	2	102	Min.	0.00	-12608.70	8	747.12	20	-3660.57	8	-1859.07	14	-3747.33	2	-28.32	20
2	2	102	Min.	375.00	-11202.50	8	747.12	20	2346.86	20	-1859.07	14	-2973.21	14	-28.32	20
3	3	103	Max	0.00	-11724.00	8	2361.42	20	-543.59	8	1786.94	2	3729.31	14	28.32	8
3	3	103	Max	375.00	-10317.70	8	2361.42	20	5081.03	20	1786.94	2	2796.48	2	28.32	8
3	3	103	Min.	0.00	-13060.40	20	815.36	8	-3774.30	20	-1658.83	14	-3904.57	2	-28.32	20
3	3	103	Min.	375.00	-11654.20	20	815.36	8	2514.01	8	-1658.83	14	-2491.32	14	-28.32	20
4	4	104	Max	0.00	-5854.47	8	851.57	2	1408.51	14	319.29	8	6184.57	20	28.32	8
4	4	104	Max	375.00	-4448.22	8	851.57	2	1494.54	2	319.29	8	-918.20	8	28.32	8
4	4	104	Min.	0.00	-8616.90	20	-638.79	14	-1698.86	2	-3348.07	20	-2115.55	8	-28.32	20
4	4	104	Min.	375.00	-7210.65	20	-638.79	14	-986.96	14	-3348.07	20	-6370.69	20	-28.32	20
5	5	105	Max	0.00	-5342.01	8	695.90	14	1692.35	2	3199.26	20	2117.25	8	28.32	8
5	5	105	Max	375.00	-3935.76	8	695.90	14	1122.37	14	3199.26	20	6063.99	20	28.32	8
5	5	105	Min.	0.00	-8137.33	20	-847.62	2	-1487.27	14	-358.84	8	-5933.22	20	-28.32	20
5	5	105	Min.	375.00	-6731.08	20	-847.62	2	-1486.23	2	-358.84	8	771.61	8	-28.32	20
6	6	106	Max	0.00	-11164.80	8	-747.12	8	3660.57	20	1669.90	14	3998.32	2	28.32	8
6	6	106	Max	375.00	-9758.52	8	-747.12	8	-2346.86	8	1669.90	14	2514.81	14	28.32	8
6	6	106	Min.	0.00	-12608.70	20	-2280.69	20	454.83	8	-1859.07	2	-3747.33	14	-28.32	20
6	6	106	Min.	375.00	-11202.50	20	-2280.69	20	-4892.01	20	-1859.07	2	-2973.21	2	-28.32	20
7	7	107	Max	0.00	-11724.00	20	-815.36	20	3774.30	8	1786.94	14	3729.31	2	28.32	8
7	7	107	Max	375.00	-10317.70	20	-815.36	20	-2514.01	20	1786.94	14	2796.48	14	28.32	8
7	7	107	Min.	0.00	-13060.40	8	-2361.42	8	543.59	20	-1658.83	2	-3904.57	14	-28.32	20
7	7	107	Min.	375.00	-11654.20	8	-2361.42	8	-5081.03	8	-1658.83	2	-2491.32	2	-28.32	20
8	8	108	Max	0.00	-5854.48	20	851.57	14	1408.51	2	3348.07	8	2115.55	20	28.32	8
8	8	108	Max	375.00	-4448.23	20	851.57	14	1494.54	14	3348.07	8	6370.69	8	28.32	8
8	8	108	Min.	0.00	-8616.90	8	-638.79	2	-1698.86	14	-319.29	20	-6184.57	8	-28.32	20
8	8	108	Min.	375.00	-7210.65	8	-638.79	2	-986.96	2	-319.29	20	918.20	20	-28.32	20

Relazione di calcolo

101	101	102	Max	15.00	0.00	8	0.00	8	0.00	8	1647.49	14	1333.40	2	-439.91	20
101	101	102	Max	67.09									442.56	8		
101	101	102	Max	315.00	0.00	8	0.00	8	0.00	8	147.49	14	1129.10	14	-439.91	20
101	101	102	Min.	15.00	0.00	8	0.00	8	0.00	8	-425.25	2	-1563.37	14	-608.10	8
101	101	102	Min.	67.09									-85.11	8		
101	101	102	Min.	315.00	0.00	8	0.00	8	0.00	8	-1925.26	2	-2192.36	2	-608.10	8
101	102	103	Max	25.00	0.00	2	0.00	8	0.00	8	1719.11	14	616.26	2	-18.08	20
101	102	103	Max	121.87									852.54	2		
101	102	103	Max	470.00	0.00	2	0.00	8	0.00	8	-505.89	14	592.68	14	-18.08	20
101	102	103	Min.	25.00	0.00	2	0.00	8	0.00	8	486.08	2	-2106.74	14	-35.40	8
101	102	103	Min.	114.00									-691.09	5		
101	102	103	Min.	470.00	0.00	2	0.00	8	0.00	8	-1738.92	2	-2171.31	2	-35.40	8
101	103	104	Max	25.00	0.00	2	0.00	8	0.00	8	1856.26	14	924.42	2	554.52	20
101	103	104	Max	283.27									486.29	20		
101	103	104	Max	370.00	0.00	2	0.00	8	0.00	8	131.26	14	1218.72	14	554.52	20
101	103	104	Min.	25.00	0.00	14	0.00	8	0.00	8	136.14	2	-2209.76	14	396.55	8
101	103	104	Min.	283.27									100.13	20		
101	103	104	Min.	370.00	0.00	14	0.00	8	0.00	8	-1588.86	2	-1581.52	2	396.55	8
103	105	106	Max	15.00	0.00	8	0.00	8	0.00	8	1647.49	2	1333.40	14	608.10	20
103	105	106	Max	67.09									442.56	20		
103	105	106	Max	315.00	0.00	8	0.00	8	0.00	8	147.49	2	1129.10	2	608.10	20
103	105	106	Min.	15.00	0.00	8	0.00	8	0.00	8	-425.25	14	-1563.37	2	439.91	8
103	105	106	Min.	67.09									-85.11	20		
103	105	106	Min.	315.00	0.00	8	0.00	8	0.00	8	-1925.26	14	-2192.36	14	439.91	8
103	106	107	Max	25.00	0.00	2	0.00	8	0.00	8	1719.11	2	616.26	14	35.40	20
103	106	107	Max	121.87									852.54	14		
103	106	107	Max	470.00	0.00	2	0.00	8	0.00	8	-505.89	2	592.68	2	35.40	20
103	106	107	Min.	25.00	0.00	2	0.00	8	0.00	8	486.08	14	-2106.74	2	18.08	8
103	106	107	Min.	114.00									-691.09	17		
103	106	107	Min.	470.00	0.00	2	0.00	8	0.00	8	-1738.92	14	-2171.31	14	18.08	8
103	107	108	Max	25.00	0.00	2	0.00	8	0.00	8	1856.26	2	924.42	14	-396.55	20
103	107	108	Max	283.27									486.29	8		
103	107	108	Max	370.00	0.00	2	0.00	8	0.00	8	131.26	2	1218.72	2	-396.55	20
103	107	108	Min.	25.00	0.00	2	0.00	8	0.00	8	136.14	14	-2209.76	2	-554.52	8
103	107	108	Min.	283.27									100.13	8		
103	107	108	Min.	370.00	0.00	2	0.00	8	0.00	8	-1588.86	14	-1581.52	14	-554.52	8
104	101	105	Max	35.00	0.00	2	0.00	2	0.00	2	5093.67	8	887.20	20	11.07	20
104	101	105	Max	212.21									3364.84	20		
104	101	105	Max	535.00	0.00	2	0.00	2	0.00	2	-2796.33	8	887.19	8	11.07	20
104	101	105	Min.	35.00	0.00	2	0.00	2	0.00	2	2796.33	20	-4856.16	8	-11.07	8
104	101	105	Min.	212.21									1856.34	20		
104	101	105	Min.	535.00	0.00	2	0.00	2	0.00	2	-5093.67	20	-4856.17	20	-11.07	8
105	102	106	Max	15.00	0.00	8	0.00	2	0.00	2	8244.51	8	-1971.49	20	16.42	20
105	102	106	Max	264.52									6864.10	20		
105	102	106	Max	555.00	0.00	8	0.00	2	0.00	2	-7082.04	8	-1971.49	8	16.42	20
105	102	106	Min.	15.00	0.00	8	0.00	2	0.00	2	7082.04	20	-5110.18	8	-16.42	8
105	102	106	Min.	264.52									6637.13	20		
105	102	106	Min.	555.00	0.00	8	0.00	2	0.00	2	-8244.51	20	-5110.18	20	-16.42	8
106	103	107	Max	15.00	0.00	8	0.00	2	0.00	2	8605.28	20	-2122.80	8	16.18	20
106	103	107	Max	265.36									7188.14	8		
106	103	107	Max	555.00	0.00	8	0.00	2	0.00	2	-7438.12	20	-2122.80	20	16.18	20
106	103	107	Min.	15.00	0.00	8	0.00	2	0.00	2	7438.12	8	-5274.15	20	-16.18	8
106	103	107	Min.	265.36									6968.28	8		
106	103	107	Min.	555.00	0.00	8	0.00	2	0.00	2	-8605.28	8	-5274.14	8	-16.18	8
107	104	108	Max	35.00	0.00	2	0.00	2	0.00	2	5463.09	20	792.58	8	10.28	20
107	104	108	Max	215.66									3584.38	8		
107	104	108	Max	535.00	0.00	2	0.00	2	0.00	2	-3090.66	20	792.58	20	10.28	20
107	104	108	Min.	35.00	0.00	2	0.00	2	0.00	2	3090.66	8	-5138.52	20	-10.28	8
107	104	108	Min.	215.66									2099.29	8		
107	104	108	Min.	535.00	0.00	2	0.00	2	0.00	2	-5463.09	8	-5138.52	8	-10.28	8

Tipo di combinazione di carico: SLO

Asta	N1	N2		X <cm>	N <daN>	CC	Ty <daN>	CC	Mz <daNm>	CC	Tz <daN>	CC	My <daNm>	CC	Mx <daNm>	CC
1	1	101	Max	0.00	-5024.37	21	871.29	3	2053.66	15	763.15	21	6848.02	9	34.76	9
1	1	101	Max	375.00	-3618.12	21	871.30	3	1418.79	3	763.15	21	-170.22	21	34.76	9
1	1	101	Min.	0.00	-8454.97	9	-1023.01	15	-1848.58	3	-3603.57	9	-3032.05	21	-34.76	21
1	1	101	Min.	375.00	-7048.72	9	-1023.01	15	-1782.65	15	-3603.57	9	-6665.38	9	-34.76	21
2	2	102	Max	0.00	-11000.70	21	2454.95	9	-90.55	21	2070.91	3	4878.48	15	34.76	9
2	2	102	Max	375.00	-9594.44	21	2454.95	9	5181.23	9	2070.91	3	3138.44	3	34.76	9
2	2	102	Min.	0.00	-12772.80	9	572.85	21	-4024.85	9	-2260.08	15	-4627.49	3	-34.76	21
2	2	102	Min.	375.00	-11366.50	9	572.85	21	2057.64	21	-2260.08	15	-3596.84	15	-34.76	21
3	3	103	Max	0.00	-11572.10	9	2537.10	21	-176.48	9	2178.50	3	4596.77	15	34.76	9
3	3	103	Max	375.00	-10165.90	9	2537.10	21	5372.73	21	2178.50	3	3397.35	3	34.76	9
3	3	103	Min.	0.00	-13212.30	21	639.68	9	-4141.41	21	-2050.39	15	-4772.04	3	-34.76	21
3	3	103	Min.	375.00	-11806.00	21	639.68	9	2222.32	9	-2050.39	15	-3092.20	15	-34.76	21
4	4	104	Max	0.00	-5540.57	9	1020.93	3	1761.61	15	736.02	9	7127.73	21	34.76	9
4	4	104	Max	375.00	-4134.32	9	1020.93	3	1776.52	3	736.02	9	-298.62	9	34.76	9
4	4	104	Min.	0.00	-8930.80	21	-808.15	15	-2051.96	3	-3764.80	21	-3058.71	9	-34.76	21

Relazione di calcolo

4	4	104	Min.	375.00	-7524.55	21	-808.15	15	-1268.94	15	-3764.80	21	-6990.27	21	-34.76	21
5	5	105	Max	0.00	-5024.37	9	871.29	15	2053.66	3	3603.57	21	3032.05	9	34.76	9
5	5	105	Max	375.00	-3618.12	9	871.30	15	1418.79	15	3603.57	21	6665.38	21	34.76	9
5	5	105	Min.	0.00	-8454.97	21	-1023.01	3	-1848.58	15	-763.15	9	-6848.02	21	-34.76	21
5	5	105	Min.	375.00	-7048.72	21	-1023.01	3	-1782.65	3	-763.15	9	170.22	9	-34.76	21
6	6	106	Max	0.00	-11000.70	9	-572.85	9	4024.85	21	2070.91	15	4878.48	3	34.76	9
6	6	106	Max	375.00	-9594.44	9	-572.85	9	-2057.64	9	2070.91	15	3138.44	15	34.76	9
6	6	106	Min.	0.00	-12772.80	21	-2454.95	21	90.55	9	-2260.08	3	-4627.49	15	-34.76	21
6	6	106	Min.	375.00	-11366.50	21	-2454.95	21	-5181.23	21	-2260.08	3	-3596.84	3	-34.76	21
7	7	107	Max	0.00	-11572.10	21	-639.68	21	4141.41	9	2178.50	15	4596.77	3	34.76	9
7	7	107	Max	375.00	-10165.90	21	-639.68	21	-2222.32	21	2178.50	15	3397.35	15	34.76	9
7	7	107	Min.	0.00	-13212.30	9	-2537.10	9	176.48	21	-2050.39	3	-4772.04	15	-34.76	21
7	7	107	Min.	375.00	-11806.00	9	-2537.10	9	-5372.73	9	-2050.39	3	-3092.20	3	-34.76	21
8	8	108	Max	0.00	-5540.57	21	1020.93	15	1761.61	3	3764.80	9	3058.71	21	34.76	9
8	8	108	Max	375.00	-4134.32	21	1020.93	15	1776.52	15	3764.80	9	6990.27	9	34.76	9
8	8	108	Min.	0.00	-8930.80	9	-808.15	3	-2051.96	15	-736.02	21	-7127.73	9	-34.76	21
8	8	108	Min.	375.00	-7524.55	9	-808.15	3	-1268.94	3	-736.02	21	298.62	21	-34.76	21
101	101	102	Max	15.00	0.00	9	0.00	9	0.00	9	1883.03	15	1662.58	3	-420.79	21
101	101	102	Max	51.14									518.70	9		
101	101	102	Max	315.00	0.00	9	0.00	9	0.00	9	383.02	15	1506.54	15	-420.79	21
101	101	102	Min.	15.00	0.00	9	0.00	9	0.00	9	-660.79	3	-1892.54	15	-627.21	9
101	101	102	Min.	51.14									-246.53	9		
101	101	102	Min.	315.00	0.00	9	0.00	9	0.00	9	-2160.79	3	-2569.80	3	-627.21	9
101	102	103	Max	25.00	0.00	3	0.00	9	0.00	9	1859.22	15	925.69	3	-16.11	21
101	102	103	Max	94.19									1045.38	3		
101	102	103	Max	470.00	0.00	3	0.00	9	0.00	9	-365.78	15	906.76	15	-16.11	21
101	102	103	Min.	25.00	0.00	3	0.00	9	0.00	9	345.97	3	-2416.17	15	-37.37	9
101	102	103	Min.	94.19									-1137.48	3		
101	102	103	Min.	470.00	0.00	3	0.00	9	0.00	9	-1879.03	3	-2485.39	3	-37.37	9
101	103	104	Max	25.00	0.00	3	0.00	9	0.00	9	2051.73	15	1280.57	3	572.48	21
101	103	104	Max	296.69									541.63	21		
101	103	104	Max	370.00	0.00	3	0.00	9	0.00	9	326.73	15	1536.92	15	572.48	21
101	103	104	Min.	25.00	0.00	15	0.00	9	0.00	9	-59.32	3	-2565.91	15	378.60	9
101	103	104	Min.	296.69									-15.93	21		
101	103	104	Min.	370.00	0.00	15	0.00	9	0.00	9	-1784.32	3	-1899.72	3	378.60	9
103	105	106	Max	15.00	0.00	9	0.00	9	0.00	9	1883.03	3	1662.58	15	627.21	21
103	105	106	Max	51.14									518.70	21		
103	105	106	Max	315.00	0.00	9	0.00	9	0.00	9	383.02	3	1506.54	3	627.21	21
103	105	106	Min.	15.00	0.00	9	0.00	9	0.00	9	-660.79	15	-1892.54	3	420.79	9
103	105	106	Min.	51.14									-246.53	21		
103	105	106	Min.	315.00	0.00	9	0.00	9	0.00	9	-2160.79	15	-2569.80	15	420.79	9
103	106	107	Max	25.00	0.00	3	0.00	9	0.00	9	1859.22	3	925.69	15	37.37	21
103	106	107	Max	94.19									1045.38	15		
103	106	107	Max	470.00	0.00	3	0.00	9	0.00	9	-365.78	3	906.76	3	37.37	21
103	106	107	Min.	25.00	0.00	3	0.00	9	0.00	9	345.97	15	-2416.17	3	16.11	9
103	106	107	Min.	94.19									-1137.48	15		
103	106	107	Min.	470.00	0.00	3	0.00	9	0.00	9	-1879.03	15	-2485.39	15	16.11	9
103	107	108	Max	25.00	0.00	3	0.00	9	0.00	9	2051.73	3	1280.57	15	-378.60	21
103	107	108	Max	296.69									541.63	9		
103	107	108	Max	370.00	0.00	3	0.00	9	0.00	9	326.73	3	1536.92	3	-378.60	21
103	107	108	Min.	25.00	0.00	3	0.00	9	0.00	9	-59.32	15	-2565.91	3	-572.48	9
103	107	108	Min.	296.69									-15.93	9		
103	107	108	Min.	370.00	0.00	3	0.00	9	0.00	9	-1784.32	15	-1899.72	15	-572.48	9
104	101	105	Max	35.00	0.00	3	0.00	3	0.00	3	5354.73	9	1539.83	21	13.59	21
104	101	105	Max	195.66									3576.47	21		
104	101	105	Max	535.00	0.00	3	0.00	3	0.00	3	-2535.28	9	1539.83	9	13.59	21
104	101	105	Min.	35.00	0.00	3	0.00	3	0.00	3	2535.27	21	-5508.80	9	-13.59	9
104	101	105	Min.	195.66									1304.37	21		
104	101	105	Min.	535.00	0.00	3	0.00	3	0.00	3	-5354.73	21	-5508.80	21	-13.59	9
105	102	106	Max	15.00	0.00	9	0.00	3	0.00	3	8376.61	9	-1614.83	21	20.16	21
105	102	106	Max	259.87									6894.23	21		
105	102	106	Max	555.00	0.00	9	0.00	3	0.00	3	-6949.94	9	-1614.84	9	20.16	21
105	102	106	Min.	15.00	0.00	9	0.00	3	0.00	3	6949.94	21	-5466.84	9	-20.16	9
105	102	106	Min.	259.87									6552.36	21		
105	102	106	Min.	555.00	0.00	9	0.00	3	0.00	3	-8376.61	21	-5466.84	21	-20.16	9
106	103	107	Max	15.00	0.00	9	0.00	3	0.00	3	8737.91	21	-1764.71	9	19.86	21
106	103	107	Max	260.89									7217.15	9		
106	103	107	Max	555.00	0.00	9	0.00	3	0.00	3	-7305.49	21	-1764.70	21	19.86	21
106	103	107	Min.	15.00	0.00	9	0.00	3	0.00	3	7305.49	9	-5632.24	21	-19.86	9
106	103	107	Min.	260.89									6886.01	9		
106	103	107	Min.	555.00	0.00	9	0.00	3	0.00	3	-8737.91	9	-5632.24	9	-19.86	9
107	104	108	Max	35.00	0.00	3	0.00	3	0.00	3	5732.68	21	1466.54	9	12.62	21
107	104	108	Max	199.90									3792.55	9		
107	104	108	Max	535.00	0.00	3	0.00	3	0.00	3	-2821.07	21	1466.54	21	12.62	21
107	104	108	Min.	35.00	0.00	3	0.00	3	0.00	3	2821.07	9	-5812.49	21	-12.62	9
107	104	108	Min.	199.90									1555.74	9		
107	104	108	Min.	535.00	0.00	3	0.00	3	0.00	3	-5732.68	9	-5812.49	9	-12.62	9

Tipo di combinazione di carico: SLU

Relazione di calcolo

---

Asta	N1	N2		X <cm>	N <daN>	CC	Ty <daN>	CC	Mz <daNm>	CC	Tz <daN>	CC	My <daNm>	CC	Mx <daNm>	CC
------	----	----	--	-----------	------------	----	-------------	----	--------------	----	-------------	----	--------------	----	--------------	----

Relazione di calcolo

1	1	101	Max	0.00	-9878.72	25	-107.58	25	1860.76	36	-2190.25	25	5865.08	29	0.00	25
1	1	101	Max	375.00	-8050.60	25	-107.58	25	-258.13	25	-2190.25	25	-5270.93	25	0.00	25
1	1	101	Min.	0.00	-10533.20	29	-1421.24	36	145.28	25	-3878.86	29	2942.49	25	-21.84	29
1	1	101	Min.	375.00	-8705.05	29	-142.31	29	-1043.10	36	-2894.49	29	-6834.95	29	-21.84	29
2	2	102	Max	0.00	-17770.20	36	4041.12	29	-3260.96	25	-133.97	25	4023.65	36	0.00	25
2	2	102	Max	375.00	-15942.10	36	2399.17	25	6302.40	29	-133.97	25	-325.02	25	0.00	25
2	2	102	Min.	0.00	-18093.60	29	2399.17	25	-5160.38	29	-2760.11	36	177.38	25	-21.84	29
2	2	102	Min.	375.00	-16265.50	29	2072.36	29	5735.94	25	-510.11	36	-2108.01	36	-21.84	29
3	3	103	Max	0.00	-18733.50	25	4222.42	29	-3425.64	25	91.87	25	3688.97	36	0.00	25
3	3	103	Max	375.00	-16905.40	25	2520.33	25	6693.07	29	91.87	25	218.48	25	0.00	25
3	3	103	Min.	0.00	-18953.00	29	2520.33	25	-5449.58	29	-2510.99	36	-126.03	25	-21.84	29
3	3	103	Min.	375.00	-17124.90	29	2253.67	29	6025.61	25	-260.99	36	-1508.49	36	-21.84	29
4	4	104	Max	0.00	-10223.20	36	149.69	25	1493.67	36	-2344.09	25	7225.14	29	0.00	25
4	4	104	Max	375.00	-8395.10	36	149.69	25	356.93	25	-2344.09	25	-5641.15	25	0.00	25
4	4	104	Min.	0.00	-11349.30	29	-1151.16	36	-204.39	25	-4937.07	29	3149.17	25	-21.84	29
4	4	104	Min.	375.00	-9521.16	29	113.45	29	-397.40	36	-2968.32	29	-7597.48	29	-21.84	29
5	5	105	Max	0.00	-9224.27	29	-9224.27	29	1860.76	36	2190.25	25	-19.91	29	0.00	25
5	5	105	Max	375.00	-7396.15	29	-72.85	29	-199.73	29	2190.25	25	5270.93	25	0.00	25
5	5	105	Min.	0.00	-10402.60	36	-1421.24	36	73.44	29	501.63	29	-2942.49	25	-21.84	29
5	5	105	Min.	375.00	-8574.50	36	-127.49	36	-1043.10	36	1486.01	29	3706.92	29	-21.84	29
6	6	106	Max	0.00	-17770.20	36	-757.23	29	3260.96	25	-53.72	29	4023.65	36	0.00	25
6	6	106	Max	375.00	-15942.10	36	-2399.17	25	-5169.48	29	-53.72	29	-200.29	29	0.00	25
6	6	106	Min.	0.00	-17940.40	25	-2399.17	25	1361.55	29	-2760.11	36	1.14	29	-21.84	29
6	6	106	Min.	375.00	-16112.30	25	-2725.98	29	-5735.94	25	-510.11	36	-2108.01	36	-21.84	29
7	7	107	Max	0.00	-18514.00	29	-818.25	29	3425.64	25	173.71	29	3688.97	36	0.00	25
7	7	107	Max	375.00	-16685.90	29	-2520.33	25	-5358.14	29	173.71	29	347.03	29	0.00	25
7	7	107	Min.	0.00	-18813.30	36	-2520.33	25	1401.71	29	-2510.99	36	-304.40	29	-21.84	29
7	7	107	Min.	375.00	-16985.20	36	-2787.00	29	-6025.61	25	-260.99	36	-1508.49	36	-21.84	29
8	8	108	Max	0.00	-9964.02	29	185.92	29	1493.67	36	2344.09	25	926.80	29	0.00	25
8	8	108	Max	375.00	-8135.90	29	185.92	29	418.93	29	2344.09	25	5641.15	25	0.00	25
8	8	108	Min.	0.00	-10656.70	25	-1151.16	36	-278.27	29	-248.90	29	-3149.17	25	-21.84	29
8	8	108	Min.	375.00	-8828.53	25	142.59	36	-397.40	36	1719.85	29	3684.83	29	-21.84	29
101	101	102	Max	15.00	-148587.00	25	0.00	25	0.00	25	1373.15	36	-166.01	25	-842.28	25
101	101	102	Max	213.62									513.57	36		
101	101	102	Max	315.00	-148587.00	25	0.00	25	0.00	25	-696.85	36	161.70	36	-842.28	25
101	101	102	Min.	15.00	-148587.00	25	0.00	25	0.00	25	849.25	25	-852.76	36	-919.00	29
101	101	102	Min.	143.85									351.30	29		
101	101	102	Min.	315.00	-148587.00	25	0.00	25	0.00	25	-1220.75	25	-723.25	25	-919.00	29
101	102	103	Max	25.00	-148587.00	25	0.00	25	0.00	25	1875.19	36	-1026.66	25	-37.45	29
101	102	103	Max	296.66									740.30	36		
101	102	103	Max	470.00	-148587.00	25	0.00	25	0.00	25	-1195.31	36	-295.03	36	-37.45	29
101	102	103	Min.	25.00	-148587.00	25	0.00	25	0.00	25	1521.55	25	-1807.77	36	-43.49	25
101	102	103	Min.	249.44									650.57	29		
101	102	103	Min.	470.00	-148587.00	25	0.00	25	0.00	25	-1548.95	25	-1087.61	25	-43.49	25
101	103	104	Max	25.00	-148587.00	25	0.00	25	0.00	25	1803.30	36	-877.15	25	842.74	29
101	103	104	Max	286.35									648.53	36		
101	103	104	Max	370.00	-148587.00	25	0.00	25	0.00	25	-577.20	36	407.11	36	842.74	29
101	103	104	Min.	25.00	-148587.00	25	0.00	25	0.00	25	1369.88	25	-1707.92	36	764.62	25
101	103	104	Min.	223.53									482.67	25		
101	103	104	Min.	370.00	-148587.00	25	0.00	25	0.00	25	-1010.62	25	-257.45	25	764.62	25
103	105	106	Max	15.00	-148587.00	25	0.00	25	0.00	25	1373.15	36	-108.86	29	842.28	25
103	105	106	Max	213.62									513.57	36		
103	105	106	Max	315.00	-148587.00	25	0.00	25	0.00	25	-696.85	36	161.70	36	842.28	25
103	105	106	Min.	15.00	-148587.00	25	0.00	25	0.00	25	808.13	29	-852.76	36	765.57	29
103	105	106	Min.	137.76									356.62	25		
103	105	106	Min.	315.00	-148587.00	25	0.00	25	0.00	25	-1261.87	29	-789.46	29	765.57	29
103	106	107	Max	25.00	-148587.00	25	0.00	25	0.00	25	1875.19	36	-965.96	29	49.53	29
103	106	107	Max	296.66									740.30	36		
103	106	107	Max	470.00	-148587.00	25	0.00	25	0.00	25	-1195.31	36	-295.03	36	49.53	29
103	106	107	Min.	25.00	-148587.00	25	0.00	25	0.00	25	1494.45	29	-1807.77	36	43.49	25
103	106	107	Min.	245.09									650.96	25		
103	106	107	Min.	470.00	-148587.00	25	0.00	25	0.00	25	-1576.05	29	-1147.53	29	43.49	25
103	107	108	Max	25.00	-148587.00	25	0.00	25	0.00	25	1803.30	36	-804.73	29	-686.50	29
103	107	108	Max	286.35									648.53	36		
103	107	108	Max	370.00	-148587.00	25	0.00	25	0.00	25	-577.20	36	407.11	36	-686.50	29
103	107	108	Min.	25.00	-148587.00	25	0.00	25	0.00	25	1330.61	29	-1707.92	36	-764.62	25
103	107	108	Min.	217.84									478.26	29		
103	107	108	Min.	370.00	-148587.00	25	0.00	25	0.00	25	-1049.89	29	-320.48	29	-764.62	25
104	101	105	Max	35.00	-185734.00	25	0.00	36	0.00	36	6668.46	29	-3037.11	25	8.97	29
104	101	105	Max	310.32									4609.46	29		
104	101	105	Max	535.00	-185734.00	25	0.00	36	0.00	36	-5441.80	29	-1503.79	29	8.97	29
104	101	105	Min.	35.00	-185734.00	25	0.00	25	0.00	36	6055.13	25	-4570.43	29	0.00	36
104	101	105	Min.	284.40									4531.76	25		
104	101	105	Min.	535.00	-185734.00	25	0.00	25	0.00	25	-6055.13	25	-3037.11	25	0.00	36
105	102	106	Max	15.00	-185734.00	25	0.00	25	0.00	36	12321.90	29	-5620.54	25	12.88	29
105	102	106	Max	288.71									10791.50	29		
105	102	106	Max	555.00	-185734.00	25	0.00	25	0.00	25	-11987.60	29	-5169.14	29	12.88	29
105	102	106	Min.	15.00	-185734.00	25	0.00	36	0.00	25	12154.80	25	-6071.96	29	0.00	36
105	102	106	Min.	285.09									10788.40	25		
105	102	106	Min.	555.00	-185734.00	25	0.00	36	0.00	36	-12154.80	25	-5620.55	25	0.00	36

Relazione di calcolo

106	103	107	Max	15.00	-185734.00	25	0.00	25	0.00	36	12946.20	29	-5877.94	25	12.36	29
106	103	107	Max	289.39									11324.10	29		
106	103	107	Max	555.00	-185734.00	25	0.00	25	0.00	25	-12531.50	29	-5318.16	29	12.36	29
106	103	107	Min.	15.00	-185734.00	25	0.00	36	0.00	25	12738.90	25	-6437.72	29	0.00	25
106	103	107	Min.	285.09									11319.50	25		
106	103	107	Min.	555.00	-185734.00	25	0.00	36	0.00	36	-12738.90	25	-5877.94	25	0.00	25
107	104	108	Max	35.00	-185734.00	25	0.00	36	0.00	25	7327.87	29	-3343.98	25	7.57	29
107	104	108	Max	312.74									5002.50	29		
107	104	108	Max	535.00	-185734.00	25	0.00	36	0.00	36	-5864.07	29	-1514.23	29	7.57	29
107	104	108	Min.	35.00	-185734.00	25	0.00	25	0.00	36	6595.97	25	-5173.72	29	0.00	25
107	104	108	Min.	285.00									4900.98	25		
107	104	108	Min.	535.00	-185734.00	25	0.00	25	0.00	25	-6595.97	25	-3343.97	25	0.00	25

Tipo di combinazione di carico: SLE R

Asta	N1	N2		X <cm>	N <daN>	CC	Ty <daN>	CC	Mz <daNm>	CC	Tz <daN>	CC	My <daNm>	CC	Mx <daNm>	CC
1	1	101	Max	0.00	-7204.03	26	-77.86	26	1248.81	38	-1573.14	26	4061.83	31	0.00	26
1	1	101	Max	375.00	-5797.78	26	-77.86	26	-186.82	26	-1573.14	26	-3785.83	26	0.00	26
1	1	101	Min.	0.00	-7640.33	31	-953.63	38	105.15	26	-2698.88	31	2113.44	26	-14.56	31
1	1	101	Min.	375.00	-6234.08	31	-101.01	31	-710.13	38	-2042.63	31	-4828.51	31	-14.56	31
2	2	102	Max	0.00	-12899.50	38	2818.56	31	-2343.17	26	-96.96	26	2692.57	38	0.00	26
2	2	102	Max	375.00	-11493.20	38	1723.93	26	4499.21	31	-96.96	26	-235.21	26	0.00	26
2	2	102	Min.	0.00	-13115.10	31	1723.93	26	-3609.45	31	-1847.72	38	128.40	26	-14.56	31
2	2	102	Min.	375.00	-11708.90	31	1506.06	31	4121.57	26	-347.72	38	-1423.87	38	-14.56	31
3	3	103	Max	0.00	-13580.20	26	2945.07	31	-2460.63	26	66.46	26	2452.18	38	0.00	26
3	3	103	Max	375.00	-12173.90	26	1810.35	26	4773.16	31	66.46	26	158.06	26	0.00	26
3	3	103	Min.	0.00	-13726.50	31	1810.35	26	-3809.93	31	-1668.78	38	-91.15	26	-14.56	31
3	3	103	Min.	375.00	-12320.20	31	1632.57	31	4328.19	26	-168.78	38	-993.25	38	-14.56	31
4	4	104	Max	0.00	-67471.29	38	108.37	26	984.08	38	-1682.57	26	4977.77	31	0.00	26
4	4	104	Max	375.00	-6065.04	38	108.37	26	258.41	26	-1682.57	26	-4049.20	26	0.00	26
4	4	104	Min.	0.00	-8222.00	31	-758.87	38	-147.96	26	-3411.23	31	2260.46	26	-14.56	31
4	4	104	Min.	375.00	-6815.75	31	84.21	31	-244.48	38	-2098.73	31	-5353.41	31	-14.56	31
5	5	105	Max	0.00	-6767.73	31	-54.70	31	1248.81	38	1573.14	26	-165.05	31	0.00	26
5	5	105	Max	375.00	-5361.48	31	-54.70	31	-147.88	31	1573.14	26	3785.83	26	0.00	26
5	5	105	Min.	0.00	-7553.30	38	-953.63	38	57.26	31	447.40	31	-2113.44	26	-14.56	31
5	5	105	Min.	375.00	-6147.05	38	-91.13	38	-710.13	38	1103.65	31	2743.16	31	-14.56	31
6	6	106	Max	0.00	-12899.50	38	-629.30	31	2343.17	26	-43.46	31	2692.57	38	0.00	26
6	6	106	Max	375.00	-11493.20	38	-1723.93	26	-3743.93	31	-43.46	31	-152.06	31	0.00	26
6	6	106	Min.	0.00	-13013.00	26	-1723.93	26	1076.89	31	-1847.72	38	10.90	31	-14.56	31
6	6	106	Min.	375.00	-11606.80	26	-1941.80	31	-4121.57	26	-347.72	38	-1423.87	38	-14.56	31
7	7	107	Max	0.00	-13433.90	31	-675.63	31	2460.63	26	121.02	31	2452.18	38	0.00	26
7	7	107	Max	375.00	-12027.60	31	-1810.35	26	-3883.21	31	121.02	31	243.76	31	0.00	26
7	7	107	Min.	0.00	-13633.40	38	-1810.35	26	1111.34	31	-1668.78	38	-210.06	31	-14.56	31
7	7	107	Min.	375.00	-12227.10	38	-1988.13	31	-4328.19	26	-168.78	38	-993.25	38	-14.56	31
8	8	108	Max	0.00	-7298.49	31	132.52	31	984.08	38	1682.57	26	456.86	31	0.00	26
8	8	108	Max	375.00	-5892.24	31	132.52	31	299.74	31	1682.57	26	4049.20	26	0.00	26
8	8	108	Min.	0.00	-7760.24	26	-758.87	38	-197.22	31	-46.08	31	-2260.46	26	-14.56	31
8	8	108	Min.	375.00	-6353.99	26	103.64	38	-244.48	38	1266.42	31	2744.98	31	-14.56	31
101	101	102	Max	15.00	-99058.20	26	0.00	26	0.00	26	964.47	38	-120.06	26	-605.35	26
101	101	102	Max	207.36									352.31	38		
101	101	102	Max	315.00	-99058.20	26	0.00	26	0.00	26	-535.53	38	65.53	38	-605.35	26
101	101	102	Min.	15.00	-99058.20	26	0.00	26	0.00	26	615.21	26	-577.89	38	-656.50	31
101	101	102	Min.	143.17									254.80	31		
101	101	102	Min.	315.00	-99058.20	26	0.00	26	0.00	26	-884.79	26	-524.43	26	-656.50	31
101	102	103	Max	25.00	-99058.20	26	0.00	26	0.00	26	1338.32	38	-743.99	26	-27.00	31
101	102	103	Max	292.00									526.36	38		
101	102	103	Max	470.00	-99058.20	26	0.00	26	0.00	26	-886.68	38	-259.82	38	-27.00	31
101	102	103	Min.	25.00	-99058.20	26	0.00	26	0.00	26	1102.56	26	-1264.73	38	-31.02	26
101	102	103	Min.	249.13									471.36	31		
101	102	103	Min.	470.00	-99058.20	26	0.00	26	0.00	26	-1122.44	26	-788.21	26	-31.02	26
101	103	104	Max	25.00	-99058.20	26	0.00	26	0.00	26	1281.79	38	-635.97	26	601.50	31
101	103	104	Max	281.36									453.17	38		
101	103	104	Max	370.00	-99058.20	26	0.00	26	0.00	26	-443.21	38	256.73	38	601.50	31
101	103	104	Min.	25.00	-99058.20	26	0.00	26	0.00	26	992.84	26	-1189.81	38	549.43	26
101	103	104	Min.	223.57									349.76	26		
101	103	104	Min.	370.00	-99058.20	26	0.00	26	0.00	26	-732.16	26	-186.30	26	549.43	26
103	105	106	Max	15.00	-99058.20	26	0.00	26	0.00	26	964.47	38	-81.95	31	605.35	26
103	105	106	Max	207.36									352.31	38		
103	105	106	Max	315.00	-99058.20	26	0.00	26	0.00	26	-535.53	38	65.53	38	605.35	26
103	105	106	Min.	15.00	-99058.20	26	0.00	26	0.00	26	587.79	31	-577.89	38	554.21	31
103	105	106	Min.	137.69									258.42	26		
103	105	106	Min.	315.00	-99058.20	26	0.00	26	0.00	26	-912.21	31	-568.57	31	554.21	31
103	106	107	Max	25.00	-99058.20	26	0.00	26	0.00	26	1338.32	38	-703.52	31	35.05	31
103	106	107	Max	292.00									526.36	38		
103	106	107	Max	470.00	-99058.20	26	0.00	26	0.00	26	-886.68	38	-259.82	38	35.05	31
103	106	107	Min.	25.00	-99058.20	26	0.00	26	0.00	26	1084.49	31	-1264.73	38	31.02	26
103	106	107	Min.	244.96									471.65	26		
103	106	107	Min.	470.00	-99058.20	26	0.00	26	0.00	26	-1140.51	31	-828.15	31	31.02	26
103	107	108	Max	25.00	-99058.20	26	0.00	26	0.00	26	1281.79	38	-587.68	31	-497.35	31



Relazione di calcolo

101	103	104	Max	370.00	-49529.10	27	0.00	27	0.00	27	-671.68	40	-93.77	40	500.73	33
101	103	104	Min.	25.00	-49529.10	27	0.00	27	0.00	27	995.53	27	-752.10	40	490.31	27
101	103	104	Min.	224.11									349.75	27		
101	103	104	Min.	370.00	-49529.10	27	0.00	27	0.00	27	-729.47	27	-182.38	27	490.31	27
103	105	106	Max	15.00	-49529.10	27	0.00	27	0.00	27	681.79	40	-108.38	33	540.27	27
103	105	106	Max	135.91									259.41	33		
103	105	106	Max	315.00	-49529.10	27	0.00	27	0.00	27	-818.21	40	-412.20	40	540.27	27
103	105	106	Min.	15.00	-49529.10	27	0.00	27	0.00	27	606.45	33	-207.56	40	530.04	33
103	105	106	Min.	150.63									257.26	40		
103	105	106	Min.	315.00	-49529.10	27	0.00	27	0.00	27	-893.55	33	-539.02	33	530.04	33
103	106	107	Max	25.00	-49529.10	27	0.00	27	0.00	27	1149.74	40	-736.89	33	28.40	33
103	106	107	Max	254.95									472.77	40		
103	106	107	Max	470.00	-49529.10	27	0.00	27	0.00	27	-1075.26	40	-683.42	40	28.40	33
103	106	107	Min.	25.00	-49529.10	27	0.00	27	0.00	27	1098.97	33	-849.14	40	27.60	27
103	106	107	Min.	244.96									470.70	27		
103	106	107	Min.	470.00	-49529.10	27	0.00	27	0.00	27	-1126.03	33	-797.08	33	27.60	27
103	107	108	Max	25.00	-49529.10	27	0.00	27	0.00	27	1053.32	40	-631.67	33	-479.90	33
103	107	108	Max	235.75									357.38	40		
103	107	108	Max	370.00	-49529.10	27	0.00	27	0.00	27	-671.68	40	-93.77	40	-479.90	33
103	107	108	Min.	25.00	-49529.10	27	0.00	27	0.00	27	990.29	33	-752.10	40	-490.31	27
103	107	108	Min.	223.06									349.01	33		
103	107	108	Min.	370.00	-49529.10	27	0.00	27	0.00	27	-734.71	33	-190.78	33	-490.31	27
104	101	105	Max	35.00	-61911.40	27	0.00	40	0.00	27	4107.53	33	-2023.81	27	1.20	33
104	101	105	Max	290.08									3010.45	33		
104	101	105	Max	535.00	-61911.40	27	0.00	40	0.00	40	-3943.97	33	-1819.37	33	1.20	33
104	101	105	Min.	35.00	-61911.40	27	0.00	27	0.00	40	4025.75	27	-2228.25	33	0.00	40
104	101	105	Min.	284.40									3008.35	27		
104	101	105	Min.	535.00	-61911.40	27	0.00	27	0.00	27	-4025.75	27	-2023.82	27	0.00	40
105	102	106	Max	15.00	-61911.40	27	0.00	27	0.00	40	7899.75	33	-3640.46	27	1.72	33
105	102	106	Max	285.76									6994.19	33		
105	102	106	Max	555.00	-61911.40	27	0.00	27	0.00	27	-7855.16	33	-3580.27	33	1.72	33
105	102	106	Min.	15.00	-61911.40	27	0.00	40	0.00	27	7877.45	27	-3700.65	33	0.00	40
105	102	106	Min.	285.00									6994.10	27		
105	102	106	Min.	555.00	-61911.40	27	0.00	40	0.00	40	-7877.45	27	-3640.46	27	0.00	40
106	103	107	Max	15.00	-61911.40	27	0.00	27	0.00	40	8275.06	33	-3803.20	27	1.65	33
106	103	107	Max	285.90									7330.94	33		
106	103	107	Max	555.00	-61911.40	27	0.00	27	0.00	27	-8219.77	33	-3728.56	33	1.65	33
106	103	107	Min.	15.00	-61911.40	27	0.00	40	0.00	27	8247.42	27	-3877.84	33	0.00	27
106	103	107	Min.	284.35									7330.75	27		
106	103	107	Min.	555.00	-61911.40	27	0.00	40	0.00	40	-8247.42	27	-3803.20	27	0.00	27
107	104	108	Max	35.00	-61911.40	27	0.00	40	0.00	27	4465.90	33	-2218.36	27	1.01	33
107	104	108	Max	290.58									3244.76	33		
107	104	108	Max	535.00	-61911.40	27	0.00	40	0.00	40	-4270.73	33	-1974.39	33	1.01	33
107	104	108	Min.	35.00	-61911.40	27	0.00	27	0.00	40	4368.31	27	-2462.32	33	0.00	27
107	104	108	Min.	285.00									3242.03	27		
107	104	108	Min.	535.00	-61911.40	27	0.00	27	0.00	27	-4368.31	27	-2218.35	27	0.00	27

Tipo di combinazione di carico: SLE Q

Asta	N1	N2		X <cm>	N <daN>	CC	Ty <daN>	CC	Mz <daNm>	CC	Tz <daN>	CC	My <daNm>	CC	Mx <daNm>	CC
1	1	101	Max	0.00	-6739.67	28	-75.86	28	102.54	28	-1420.21	28	1907.98	28	0.00	28
1	1	101	Max	375.00	-5333.42	28	-75.86	28	-181.93	28	-1420.21	28	-3417.80	28	0.00	28
1	1	101	Min.	0.00	-6739.67	28	-75.86	28	102.54	28	-1420.21	28	1907.98	28	0.00	28
1	1	101	Min.	375.00	-5333.42	28	-75.86	28	-181.93	28	-1420.21	28	-3417.80	28	0.00	28
2	2	102	Max	0.00	-11886.70	28	1513.90	28	-2057.70	28	-94.59	28	125.50	28	0.00	28
2	2	102	Max	375.00	-10480.50	28	1513.90	28	3619.43	28	-94.59	28	-229.20	28	0.00	28
2	2	102	Min.	0.00	-11886.70	28	1513.90	28	-2057.70	28	-94.59	28	125.50	28	0.00	28
2	2	102	Min.	375.00	-10480.50	28	1513.90	28	3619.43	28	-94.59	28	-229.20	28	0.00	28
3	3	103	Max	0.00	-12392.20	28	1588.39	28	-2158.94	28	64.06	28	-87.63	28	0.00	28
3	3	103	Max	375.00	-10986.00	28	1588.39	28	3797.52	28	64.06	28	152.57	28	0.00	28
3	3	103	Min.	0.00	-12392.20	28	1588.39	28	-2158.94	28	64.06	28	-87.63	28	0.00	28
3	3	103	Min.	375.00	-10986.00	28	1588.39	28	3797.52	28	64.06	28	152.57	28	0.00	28
4	4	104	Max	0.00	-7235.69	28	106.39	28	-145.17	28	-1514.39	28	2034.51	28	0.00	28
4	4	104	Max	375.00	-5829.44	28	106.39	28	253.79	28	-1514.39	28	-3644.45	28	0.00	28
4	4	104	Min.	0.00	-7235.69	28	106.39	28	-145.17	28	-1514.39	28	2034.51	28	0.00	28
4	4	104	Min.	375.00	-5829.44	28	106.39	28	253.79	28	-1514.39	28	-3644.45	28	0.00	28
5	5	105	Max	0.00	-6739.67	28	-75.86	28	102.54	28	1420.21	28	-1907.98	28	0.00	28
5	5	105	Max	375.00	-5333.42	28	-75.86	28	-181.93	28	1420.21	28	3417.80	28	0.00	28
5	5	105	Min.	0.00	-6739.67	28	-75.86	28	102.54	28	1420.21	28	-1907.98	28	0.00	28
5	5	105	Min.	375.00	-5333.42	28	-75.86	28	-181.93	28	1420.21	28	3417.80	28	0.00	28
6	6	106	Max	0.00	-11886.70	28	-1513.90	28	2057.70	28	-94.59	28	125.50	28	0.00	28
6	6	106	Max	375.00	-10480.50	28	-1513.90	28	-3619.43	28	-94.59	28	-229.20	28	0.00	28
6	6	106	Min.	0.00	-11886.70	28	-1513.90	28	2057.70	28	-94.59	28	125.50	28	0.00	28
6	6	106	Min.	375.00	-10480.50	28	-1513.90	28	-3619.43	28	-94.59	28	-229.20	28	0.00	28
7	7	107	Max	0.00	-12392.20	28	-1588.39	28	2158.94	28	64.06	28	-87.63	28	0.00	28
7	7	107	Max	375.00	-10986.00	28	-1588.39	28	-3797.52	28	64.06	28	152.57	28	0.00	28
7	7	107	Min.	0.00	-12392.20	28	-1588.39	28	2158.94	28	64.06	28	-87.63	28	0.00	28
7	7	107	Min.	375.00	-10986.00	28	-1588.39	28	-3797.52	28	64.06	28	152.57	28	0.00	28
8	8	108	Max	0.00	-7235.69	28	106.39	28	-145.17	28	1514.39	28	-2034.51	28	0.00	28

Relazione di calcolo

8	8	108	Max	375.00	-5829.44	28	106.39	28	253.79	28	1514.39	28	3644.45	28	0.00	28
8	8	108	Min.	0.00	-7235.69	28	106.39	28	-145.17	28	1514.39	28	-2034.51	28	0.00	28
8	8	108	Min.	375.00	-5829.44	28	106.39	28	253.79	28	1514.39	28	3644.45	28	0.00	28
101	101	102	Max	15.00	0.00	28	0.00	28	0.00	28	611.12	28	-114.98	28	-524.00	28
101	101	102	Max	135.34									258.39	28		
101	101	102	Max	315.00	0.00	28	0.00	28	0.00	28	-888.88	28	-531.63	28	-524.00	28
101	101	102	Min.	15.00	0.00	28	0.00	28	0.00	28	611.12	28	-114.98	28	-524.00	28
101	101	102	Min.	135.34									258.39	28		
101	101	102	Min.	315.00	0.00	28	0.00	28	0.00	28	-888.88	28	-531.63	28	-524.00	28
101	102	103	Max	25.00	0.00	28	0.00	28	0.00	28	1102.59	28	-745.24	28	-26.74	28
101	102	103	Max	244.97									470.47	28		
101	102	103	Max	470.00	0.00	28	0.00	28	0.00	28	-1122.41	28	-789.32	28	-26.74	28
101	102	103	Min.	25.00	0.00	28	0.00	28	0.00	28	1102.59	28	-745.24	28	-26.74	28
101	102	103	Min.	244.97									470.47	28		
101	102	103	Min.	470.00	0.00	28	0.00	28	0.00	28	-1122.41	28	-789.32	28	-26.74	28
101	103	104	Max	25.00	0.00	28	0.00	28	0.00	28	996.20	28	-642.67	28	475.54	28
101	103	104	Max	224.24									349.75	28		
101	103	104	Max	370.00	0.00	28	0.00	28	0.00	28	-728.80	28	-181.40	28	475.54	28
101	103	104	Min.	25.00	0.00	28	0.00	28	0.00	28	996.20	28	-642.67	28	475.54	28
101	103	104	Min.	224.24									349.75	28		
101	103	104	Min.	370.00	0.00	28	0.00	28	0.00	28	-728.80	28	-181.40	28	475.54	28
103	105	106	Max	15.00	0.00	28	0.00	28	0.00	28	611.12	28	-114.98	28	524.00	28
103	105	106	Max	135.34									258.39	28		
103	105	106	Max	315.00	0.00	28	0.00	28	0.00	28	-888.88	28	-531.63	28	524.00	28
103	105	106	Min.	15.00	0.00	28	0.00	28	0.00	28	611.12	28	-114.98	28	524.00	28
103	105	106	Min.	135.34									258.39	28		
103	105	106	Min.	315.00	0.00	28	0.00	28	0.00	28	-888.88	28	-531.63	28	524.00	28
103	106	107	Max	25.00	0.00	28	0.00	28	0.00	28	1102.59	28	-745.24	28	26.74	28
103	106	107	Max	244.97									470.47	28		
103	106	107	Max	470.00	0.00	28	0.00	28	0.00	28	-1122.41	28	-789.32	28	26.74	28
103	106	107	Min.	25.00	0.00	28	0.00	28	0.00	28	1102.59	28	-745.24	28	26.74	28
103	106	107	Min.	244.97									470.47	28		
103	106	107	Min.	470.00	0.00	28	0.00	28	0.00	28	-1122.41	28	-789.32	28	26.74	28
103	107	108	Max	25.00	0.00	28	0.00	28	0.00	28	996.20	28	-642.67	28	-475.54	28
103	107	108	Max	224.24									349.75	28		
103	107	108	Max	370.00	0.00	28	0.00	28	0.00	28	-728.80	28	-181.40	28	-475.54	28
103	107	108	Min.	25.00	0.00	28	0.00	28	0.00	28	996.20	28	-642.67	28	-475.54	28
103	107	108	Min.	224.24									349.75	28		
103	107	108	Min.	370.00	0.00	28	0.00	28	0.00	28	-728.80	28	-181.40	28	-475.54	28
104	101	105	Max	35.00	0.00	28	0.00	28	0.00	28	3945.00	28	-1984.48	28	0.00	28
104	101	105	Max	284.40									2946.74	28		
104	101	105	Max	535.00	0.00	28	0.00	28	0.00	28	-3945.00	28	-1984.49	28	0.00	28
104	101	105	Min.	35.00	0.00	28	0.00	28	0.00	28	3945.00	28	-1984.48	28	0.00	28
104	101	105	Min.	284.40									2946.74	28		
104	101	105	Min.	535.00	0.00	28	0.00	28	0.00	28	-3945.00	28	-1984.49	28	0.00	28
105	102	106	Max	15.00	0.00	28	0.00	28	0.00	28	7663.28	28	-3540.84	28	0.00	28
105	102	106	Max	285.00									6804.58	28		
105	102	106	Max	555.00	0.00	28	0.00	28	0.00	28	-7663.27	28	-3540.84	28	0.00	28
105	102	106	Min.	15.00	0.00	28	0.00	28	0.00	28	7663.28	28	-3540.84	28	0.00	28
105	102	106	Min.	285.00									6804.58	28		
105	102	106	Min.	555.00	0.00	28	0.00	28	0.00	28	-7663.27	28	-3540.84	28	0.00	28
106	103	107	Max	15.00	0.00	28	0.00	28	0.00	28	8021.70	28	-3698.47	28	0.00	28
106	103	107	Max	284.35									7130.76	28		
106	103	107	Max	555.00	0.00	28	0.00	28	0.00	28	-8021.70	28	-3698.47	28	0.00	28
106	103	107	Min.	15.00	0.00	28	0.00	28	0.00	28	8021.70	28	-3698.47	28	0.00	28
106	103	107	Min.	284.35									7130.76	28		
106	103	107	Min.	555.00	0.00	28	0.00	28	0.00	28	-8021.70	28	-3698.47	28	0.00	28
107	104	108	Max	35.00	0.00	28	0.00	28	0.00	28	4276.88	28	-2172.97	28	0.00	28
107	104	108	Max	285.00									3173.12	28		
107	104	108	Max	535.00	0.00	28	0.00	28	0.00	28	-4276.87	28	-2172.97	28	0.00	28
107	104	108	Min.	35.00	0.00	28	0.00	28	0.00	28	4276.88	28	-2172.97	28	0.00	28
107	104	108	Min.	285.00									3173.12	28		
107	104	108	Min.	535.00	0.00	28	0.00	28	0.00	28	-4276.87	28	-2172.97	28	0.00	28

**Criteri di progetto utilizzati**

**Pilastrini in c.a.**

Generali	
<b>Parametri di progetto</b>	
Pilastrino prefabbricato	No
Progettazione dell'armatura con sollecitazioni più gravose	Si
Disaccoppia sovraresistenza	No
Limita fattore di sovraresistenza al massimo valore di struttura	No
Tipo verifica di stabilità	
-Per $N \cdot \Omega - M$ e per $N - c \cdot M$ (standard)	Si
-Per $N \cdot \Omega - c \cdot M$ (doppia)	No
-Per $N \cdot \Omega$ (sforzo normale e momento nullo)	No
-Per $c \cdot M$ (momento e sforzo normale nullo)	No

Relazione di calcolo

Max angolo di piegatura ferri <grad>	20.00
Progettazione armatura di ripresa	Si
Minimizzazione armatura di ripresa	No
Minimizzazione area di ferro totale nella sezione	No
Non progettare riprese ma estendi solo i ferri	Si
Verifiche in relazione	Minimizzate
<b>Ancoraggi</b>	
Lunghezza ancoraggi	
-Lunghezza minima come multiplo del diametro	40.00
Ancoraggi tutti uguali	Si
Piegatura ancoraggi per discontinuità	Si
Piegatura ancoraggi ferri di ripresa	Si
<b>Armatura a taglio</b>	
Staffatura a spirale pilastri circolari	Si
Cambiare le staffe nei nodi appartenenti all'impalcato 0 se sul nodo incidono elementi	Si
Considera solo la zona critica alla base della pilastrata (strutture pendolari)	No
Progetta a taglio con traliccio ad inclinazione variabile	Si
-Classe A	
-In zona critica limita ctg $\theta$ a	1.00
-In zona non critica limita ctg $\theta$ a	2.50
-Classe B	
-In zona critica limita ctg $\theta$ a	2.50
-In zona non critica limita ctg $\theta$ a	2.50
Verifiche a taglio per elementi esistenti come per elementi nuovi	Si
Estendi nel nodo staffe sottostanti anche se non richiesto dalla normativa	No
<b>Parametri di disegno</b>	
Scala disegno sezioni pilastri	25.00
Scala disegno viste pilastri	50.00
Creazione tabelle pilastri	Si
-Tipo di tabella	Armature disposte dal basso verso l'alto
-Max lunghezza tavole <cm>	70.00
-Max altezza tavole <cm>	50.00
Creazione viste pilastri	
-Disegno ferri dentro pilastro in vista	Si
-Disegno staffe dentro pilastro in vista	Si
-Modalità di individuazione ferri	
-Modalità di indicazione ferri	Mediante una tabella
-Minimizzazione riferimenti	Si
-Modalità di individuazione ferri	Per posizione
-Modalità di indicazione ferri	Mediante una tabella
-Minimizzazione riferimenti	Si

<b>Specifici</b>	<b>1</b>
<b>Materiali</b>	
-Considera come elemento esistente	No
-Calcestruzzo	
-Livello di conoscenza	IC2
-Fattore di confidenza	1.20
-Tipo di calcestruzzo	C30/37
-Rck calcestruzzo	370.00
-Modulo elastico <daN/cmq>	330194.00
-Resistenza caratteristica cilindrica (Fck)	307.10
-Resistenza caratteristica a trazione (Fctk)	20.59
-Resistenza media (Fcm) <daN/cmq>	387.10
-Resistenza media a trazione (Fctm) <daN/cmq>	29.42
- $\sigma$ amm. calcestruzzo <daN/cmq>	115.00
-tc0 <daN/cmq>	6.90
-tc1 <daN/cmq>	20.30
-Riduci Fcd per tutte le verifiche secondo il D.M. 18	Si
- $\gamma_c$ per stati limite ultimi	
-Automatico	x
-Pari a	
-Acciaio	
-Livello di conoscenza	IC2
-Fattore di confidenza	1.20
-Tipo di acciaio	B450C
-Modulo elastico <daN/cmq>	2060000.00
-Tensione caratteristica di snervamento (Fyk) <daN/cmq>	4500.00
-Tensione media di snervamento (Fym) <daN/cmq>	4500.00
-Sigma amm. acciaio <daN/cmq>	2600.00
-Sigma amm. reti e trallicci <daN/cmq>	2600.00

Relazione di calcolo

-Allungamento per verifiche di duttilità (Agt) <%>	4.00
- $\gamma_s$ per stati limite ultimi	
-Automatico	x
-Pari a	
-Coeff. di omogeneizzazione	15.00
<b>Parametri per analisi pushover</b>	
Numero fibre	200.00
Fattore di confinamento nucleo interno	1.00
Fattore di incrudimento acciaio <%>	0.10
<b>Parametri per verifiche di duttilità</b>	
Considera formulazione per pareti	No
Considera rotazione massima di esercizio per determinare SLO e SLD	No
Modalità di calcolo luce di taglio Lv	
-Lv=L/2	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
Sforzo normale di verifica per analisi pushover	
-Gravitazionale	
-Dal calcolo	x
<b>Parametri di calcolo</b>	
Strategia di progetto	RETTANG
Copriferro reale al bordo staffa <cm>	4.00
Diametro staffa teorica <mm>	9.00
Continuità dei ferri nei nodi appartenenti all'impalcato 0	Si
Coeff. $\beta$ in direzione Z locale	1.00
Coeff. $\beta$ in direzione Y locale	1.00
Armatura secondo Circ. 65 del 10/04/97	No
-Raffittimento staffe in testa e al piede del pilastro	No
-Passo <cm>	
Parametri di progetto secondo il D.M. 18	
Elemento dissipativo	Si
Trascura gerarchia	No
Limita verifica a pressoflessione ad elemento non dissipativo	Si
Limita verifica a taglio ad elemento non dissipativo	Si
Elemento secondario	No
Incremento percentuale per piano debole	No
Non effettuare verifiche dei nodi fra trave e pilastro	No
Verifiche a pressoflessione deviata	Si
Per calcoli secondo il D.M. 18 usa espressione 4.1.19	No
<b>Verifiche a taglio</b>	
Verifiche a taglio per sezioni circolari	
-Usa formulazione sezioni generiche	
-Considera rettangolo inscritto con B/H pari a	1.00
Verifiche a taglio per sezioni generiche	
-Considera Vrdu minimo	
-Considera Vrdu calcolato in corrispondenza di bw minimo	
-Considera Vrdu in corrispondenza di bw medio	x
-Considera Vrdu in corrispondenza di bw massimo	
-Considera sempre Af Staffe non proiettata in direzione del taglio	Si
<b>Armatura a pressoflessione</b>	
Elenco diametri ferri longitudinali 1 <mm>	16
Elenco diametri ferri longitudinali 2 <mm>	20
Elenco diametri ferri longitudinali 3 <mm>	
Elenco diametri ferri longitudinali 4 <mm>	
Elenco diametri ferri longitudinali 5 <mm>	
Elenco diametri ferri longitudinali 6 <mm>	
Elenco diametri ferri longitudinali 7 <mm>	
Max distanza fra i ferri su un lato <cm>	25.00
Min. interferro ammissibile <cm>	7.00
Distanza fra i ferri di spigolo <cm>	3.00
Min. numero ferri per pilastri circolari	8.00
Reggistaffe aggiuntivi sezioni non rettangolari	Si
Fattore di riduzione $\tau_{c0}$ per ancoraggio ferri	1.00
<b>Armatura a taglio</b>	
Elenco diametri staffe 1 <mm>	8
Elenco diametri staffe 2 <mm>	
Elenco diametri staffe 3 <mm>	
Elenco diametri staffe 4 <mm>	
Elenco diametri staffe 5 <mm>	
Elenco diametri staffe 6 <mm>	

Relazione di calcolo

<b>Elenco diametri staffe 7 &lt;mm&gt;</b>	
Mantieni diametro costante nell'interpiano	Si
Passi staffe	4.00
-Minimo <cm>	Si
-Massimo <cm>	30.00
-Incremento <cm>	2.00
<b>Tipo di minimizzazione staffatura</b>	
-Minimizza il numero delle staffe	
-Minimizza il peso delle staffe	x
Max distanza fra ferri non collegati <cm>	20.00
Max numero ferri non collegati	2.00
Max distanza fra ferri nei nodi non collegati <cm>	7.00
Max numero ferri nei nodi non collegati	1.00
<b>Collegamenti ferri</b>	
Con spilli	
Con staffe rettangolari	
Con staffe poligonali	x
Ferri orizzontali pareti realizzati con staffe	No
<b>Quote di alleggerimento armature pilastri prefabbricati</b>	
Quota di alleggerimento n. 1 <m>	0.00
Quota di alleggerimento n. 2 <m>	0.00
Quota di alleggerimento n. 3 <m>	0.00
Quota di alleggerimento n. 4 <m>	0.00
Quota di alleggerimento n. 5 <m>	0.00
Quota di alleggerimento n. 6 <m>	0.00
Quota di alleggerimento n. 7 <m>	0.00
<b>Dati per progettazione interattiva sezioni</b>	
Distanza fra ferri su più strati <cm>	1.00
Integrare lo scorrimento lungo il tratto	Si
-Lunghezza del tratto <m>	1.00
<b>Dati per progettazione agli stati limite</b>	
<b>Gruppo di esigenza</b>	
-Ambiente poco aggressivo	x
-Ambiente moderatamente aggressivo	
-Ambiente molto aggressivo	
Usa dominio N-M per flessioni rette	No
-Ricerca della sicurezza con sforzo normale costante	
-Ricerca della sicurezza con eccentricità costante	
Controllo rapporto X/D	No
<b>Barre da considerare tese per verifiche a taglio</b>	
-Solo le barre con deformazione percentuale rispetto alla barra più tesa non inferiore al <%>	30.00
-Tutte le barre in trazione	
<b>Dati per verifiche di resistenza al fuoco</b>	
-Tempo di verifica (REI) <minuti>	120.00
Dimensione MESH <cm>	2.00
-Passo di calcolo <secondi>	10.00
-Temperatura ambiente <C°>	20.00
-Coeff. di convezione a temperatura ambiente <W/mq K>	9.00
<b>Calcestruzzo</b>	
-Tipo di aggregati	SILICEI
Massa volumica a secco <daN/mc>	2300.00
-Umidità iniziale <%>	3.00
-Fattore di interpolazione conducibilità	0.50
<b>Dati per verifiche FRP</b>	
<b>Rinforzo longitudinale</b>	
<b>Tipo di fibra/resina</b>	
-Vetro/Epossidica	
-Arammidica/Epossidica	
-Carbonio/Epossidica	x
Resistenza caratteristica ( $f_{fk}$ ) <daN/cm <sup>2</sup> >	49000.00
Modulo elastico ( $E_c$ ) <daN/cm <sup>2</sup> >	2500000.00
Deformazione caratteristica a rottura per trazione ( $\epsilon_{fk}$ ) <%>	2.00
Spessore equivalente ( $t_f$ ) <mm>	0.17
<b>Sistemi di rinforzo</b>	
<b>-Preformati</b>	
-Impregnati in situ	x
<b>Rinforzo trasversale</b>	
<b>Tipo di fibra/resina</b>	
-Vetro/Epossidica	
-Arammidica/Epossidica	
-Carbonio/Epossidica	x
Resistenza caratteristica ( $f_{fk}$ ) <daN/cm <sup>2</sup> >	49000.00
Modulo elastico ( $E_c$ ) <daN/cm <sup>2</sup> >	2500000.00
Deformazione caratteristica a rottura per trazione ( $\epsilon_{fk}$ ) <%>	2.00

Relazione di calcolo

Spessore equivalente ( $t_f$ ) <mm>	0.17
Sistemi di rinforzo	
-Preformati	
-Impregnati in situ	x
Trascura resistenza a taglio dei rinforzi	No
Modalità di carico	
-Lungo termine	x
-Ciclico	
Coeff. parziale di sicurezza per SLU di distacco ( $\gamma_{fd}$ )	1.50
Fattore di conversione ambientale ( $\eta_a$ )	0.95
Raggio di arrotondamento spigoli ( $r_c$ ) <cm>	2.00
Coeff. condizione di carico ( $K_q$ )	1.25
<b>Dati per verifiche incamicature in acciaio non CAM</b>	
Resistenza di progetto strisce di collegamento ( $F_{yd}$ ) <daN/cmq>	2350.00

**Travi in c.a.**

<b>Generali</b>	
<b>Parametri di progetto</b>	
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 $\theta$ a	1.00
-In zona non critica limita ctg $\theta$ a	2.50
-Classe B	
-In zona critica limita ctg $\theta$ a	2.50
-In zona non critica limita ctg $\theta$ a	2.50
Verifiche a taglio per elementi esistenti come per elementi nuovi	Si
<b>Lunghezze e arrotondamenti</b>	
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
<b>Reggistaffe</b>	
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
<b>Minimi di regolamento</b>	
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 l2Fi	Si
Min. di regolamento a torsione nell'ala	No
Min. di regolamento nell'ala	No
<b>Stampe</b>	
Verifiche a flessione in relazione	Minimizzate
Verifiche a taglio in relazione	Max scorrimento per taglio e torsione
<b>Parametri di disegno</b>	
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

Relazione di calcolo

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
<b>Disegno ferri longitudinali</b>	
Disegno ferri dentro la trave	Si
Disegno esploso ferri di parete	No
Distanza fra ferri esplosi <cm>	0.10
Disegno reggistaffe aggiuntivi per travi a T e L	Reggistaffe aggiuntivi tipo 3
<b>Disegno staffe</b>	
Posizione staffe esterne	In automatico
Disegno staffe dentro la sezione	Si

<b>Specifici</b>	<b>1</b>
<b>Materiali</b>	
-Considera come elemento esistente	No
-Calcestruzzo	
-Livello di conoscenza	LC2
-Fattore di confidenza	1.20
-Tipo di calcestruzzo	C30/37
-Rck calcestruzzo	370.00
-Modulo elastico <daN/cmq>	330194.00
-Resistenza caratteristica cilindrica (Fck)	307.10
-Resistenza caratteristica a trazione (Fctk)	20.59
-Resistenza media (Fcm) <daN/cmq>	387.10
-Resistenza media a trazione (Fctm) <daN/cmq>	29.42
-σ amm. calcestruzzo <daN/cmq>	115.00
-tc0 <daN/cmq>	6.90
-tc1 <daN/cmq>	20.30
-Riduci Fcd per tutte le verifiche secondo il D.M. 18	Si
-γc per stati limite ultimi	
-Automatico	x
-Pari a	
-Acciaio	
-Livello di conoscenza	LC2
-Fattore di confidenza	1.20
-Tipo di acciaio	B450C
-Modulo elastico <daN/cmq>	2060000.00
-Tensione caratteristica di snervamento (Fyk) <daN/cmq>	4500.00
-Tensione media di snervamento (Fym) <daN/cmq>	4500.00
-Sigma amm. acciaio <daN/cmq>	2600.00
-Sigma amm. reti e tralicci <daN/cmq>	2600.00
-Allungamento per verifiche di duttilità (Agt) <%>	4.00
-γs per stati limite ultimi	
-Automatico	x
-Pari a	
-Coeff. di omogeneizzazione	15.00
<b>Parametri per analisi pushover</b>	
Numero fibre	200.00
Fattore di confinamento nucleo interno	1.00
Fattore di incrudimento acciaio <%>	0.10
<b>Parametri per verifiche di duttilità</b>	
Considera rotazione massima di esercizio per determinare SLO e SLD	No
Modalità di calcolo luce di taglio Lv	
-Lv=L/2	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
Sforzo normale di verifica per analisi pushover	
-Gravitazionale	
-Dal calcolo	x
<b>Parametri di calcolo</b>	
Progetto a pressoflessione	Si
-Per tutte le travi	
-Solo per travi inclinate	x
-Min. angolo per pressoflessione <grad>	10.00
-Compressione massima senza progetto a pressoflessione <%>	10.00

Relazione di calcolo

Progetto a torsione	No
-Trazione senza progetto a torsione<%>	
Armatura secondo Circ. 65 del 10/04/97	No
Parametri di progetto secondo il D.M. 18	
Elemento dissipativo	Si
Trascura gerarchia	No
Limita verifica a taglio ad elemento non dissipativo	Si
Elemento secondario	No
Sollecitazioni dissipative amplificate per elementi di fondazione	Si
Escludi dal calcolo sovreresistenza per pilastri incidenti	No
Sollecitazioni complanari ad eventuali elementi bidimensionali	No
Copriferro teorico superiore <cm>	5.50
Copriferro teorico inferiore <cm>	5.50
Min. momento fittizio agli appoggi	No
-Denominatore	
Min. momento fittizio in campata	No
-Denominatore	
Incremento percentuale momento in campata <%>	10.00
Usa taglio max per traslazione momento (S.L.)	Si
Limitare momento traslato al valore max di appoggio (S.L.)	No
Limitare momento traslato al valore max di campata (S.L.)	No
Taglio da momento resistente in fondazione (S.L.)	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
-Con AfComp/AfTesa pari a	
<b>Parametri di progettazione armatura</b>	
Max differenza fra diametri per unificazioni	2.00
Max distanza fra barre per unificazioni <m>	1.00
Denominatore per individuazione zona di campata	32.00
Fattore di copertura appoggi (0+1)	0.00
Fattore di riduzione per ancoraggio ferri	1.00
Minimizzazione momenti resistenti di appoggio (stati limite D.M. 18)	Si
-Tolleranza di copertura da sovrapposizione <%>	10.00
Tipo di distribuzione armatura eccedente in fase di verifica	
-Ripartita proporzionalmente per flessione, torsione e taglio	x
-Tutta agente per flessione	
-Tutta agente per taglio	
<b>Armatura a flessione</b>	
Elenco diametri ferri longitudinali 1 <mm>	16
Elenco diametri ferri longitudinali 2 <mm>	
Elenco diametri ferri longitudinali 3 <mm>	
Elenco diametri ferri longitudinali 4 <mm>	
Elenco diametri ferri longitudinali 5 <mm>	
Elenco diametri ferri longitudinali 6 <mm>	
Elenco diametri ferri longitudinali 7 <mm>	
Max differenza fra diametri nella trave	8.00
Max differenza fra diametri ferri accoppiati	4.00
Reggistaffe superiori	
-Numero	
-Automatico	
-Pari a	2.00
-Max mutua distanza <cm>	
-Diametro	
-Automatico	x
-Pari a <mm>	
-Minimo <mm>	
Reggistaffe inferiori	
-Numero	
-Automatico	
-Pari a	2.00
-Max mutua distanza <cm>	
-Diametro	
-Automatico	x
-Pari a <mm>	
-Minimo <mm>	
<b>Armatura a taglio</b>	
Scorrimento (T.A.)	
-Percentuale assorbita dalle staffe <%>	100.00
-Percentuale assorbita dai ferri piegati <%>	0.00
-Percentuale assorbita dai ferri di parete <%>	0
-Considerare il valore relativo alle staffe come minimo percentuale da adottare	No
Variabilità staffe	
-Staffe uguali a passo costante	
-Staffe diverse in tre parti della trave in funzione delle zone critiche	x
-Staffe diverse in tre parti della trave in funzione di un multiplo dell'altezza pari a	

Relazione di calcolo

Variabilità staffe ala	
-Passi uguali a passi anima	x
-Passi multipli di passi anima	
-Passi indipendenti da passi anima	
Min. lunghezza tratto centrale come multiplo dell'altezza della trave	1.10
Elenco diametri staffe 1 <mm>	8
Elenco diametri staffe 2 <mm>	
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
Elenco numero bracci staffe 2	
Elenco numero bracci staffe 3	
Elenco numero bracci staffe 4	
Elenco numero bracci staffe 5	
Passi staffe	
-Minimo <cm>	5.00
-Massimo <cm>	25.00
-Incremento <cm>	5.00
Elementi costanti	
-Diametro	Si
-Passo	No
-Bracci	Si
Tipo di minimizzazione staffatura	
-Minimizza il numero delle staffe	x
-Minimizza il peso delle staffe	
Raffittimento staffe all'estremità della trave	No
-Passo non superiore a	
Lunghezza max del tratto di calcolo scorrimento	
-Pari al tratto in cui $\tau > \tau_{c0}$	x
-Pari a <cm>	
-Come multiplo dell'altezza pari a	
<b>Armatura a taglio e torsione</b>	
Elenco diametri ferri piegati 1 <mm>	12
Elenco diametri ferri piegati 2 <mm>	14
Elenco diametri ferri piegati 3 <mm>	16
Elenco diametri ferri piegati 4 <mm>	18
Elenco diametri ferri piegati 5 <mm>	20
Elenco diametri ferri piegati 6 <mm>	
Elenco diametri ferri piegati 7 <mm>	
Angolo di piegatura <grad>	45.00
Posizione primo punto di piegatura	
-Pari al multiplo dell'altezza	
-Distanza <cm>	5.00
Interasse punti di piegatura	
-Pari al multiplo dell'altezza	
-Distanza <cm>	25.00
Tipo di ferri piegati	
-Solo sagomati	
-Solo cavallotti	
-Sia sagomati che cavallotti	x
Ferri di parete	Si
-Max distanza fra le barre <cm>	30.00
Elenco diametri ferri di parete 1 <mm>	12
Elenco diametri ferri di parete 2 <mm>	14
Elenco diametri ferri di parete 3 <mm>	16
Elenco diametri ferri di parete 4 <mm>	18
Elenco diametri ferri di parete 5 <mm>	20
Elenco diametri ferri di parete 6 <mm>	
Elenco diametri ferri di parete 7 <mm>	
Elenco diametri staffe orizzontali 1 <mm>	6
Elenco diametri staffe orizzontali 2 <mm>	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>	
<b>Parametri di disegno</b>	
Risvolto ferri superiori	Si
-Pari a <cm>	
-Pari all'altezza della trave	x
-Pari alla minima altezza delle travi incidenti	
Risvolto ferri inferiori	Si
-Pari a <cm>	
-Pari all'altezza della trave	x
-Pari alla minima altezza delle travi incidenti	

## Relazione di calcolo

Risvolto ferri laterali	Si
-Pari a <cm>	25.00
-Pari alla larghezza della trave	
Magrone	No
-Allargamento laterale <cm>	
-Altezza <cm>	
<b>Dati per progettazione interattiva sezioni</b>	
Copriferro reale al bordo staffa <cm>	2.50
Diametro staffa teorica <mm>	8.00
Distanza fra ferri su più strati <cm>	1.00
Integrare lo scorrimento lungo il tratto	Si
-Lunghezza del tratto <m>	1.00
<b>Dati per progettazione agli stati limite</b>	
Gruppo di esigenza	
-Ambiente poco aggressivo	x
-Ambiente moderatamente aggressivo	
-Ambiente molto aggressivo	
Usa dominio N-M per flessioni rette	Si
-Ricerca della sicurezza con sforzo normale costante	
-Ricerca della sicurezza con eccentricità costante	x
Controllo rapporto X/D	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
-Tutte le barre in trazione	
<b>Dati per verifiche di resistenza al fuoco</b>	
-Tempo di verifica (REI) <minuti>	120.00
Dimensione MESH <cm>	2.00
-Passo di calcolo <secondi>	10.00
-Temperatura ambiente <C°>	20.00
-Coeff. di convezione a temperatura ambiente <W/mq K>	9.00
Calcestruzzo	
-Tipo di aggregati	SILICEI
Massa volumica a secco <daN/mc>	2300.00
-Umidità iniziale <%>	3.00
-Fattore di interpolazione conducibilità	0.50
<b>Dati per verifiche FRP</b>	
Rinforzo longitudinale	
Tipo di fibra/resina	
-Vetro/Epossidica	
-Arammidica/Epossidica	
-Carbonio/Epossidica	x
Resistenza caratteristica ( $f_{fk}$ ) <daN/cm <sup>2</sup> >	49000.00
Modulo elastico ( $E_c$ ) <daN/cm <sup>2</sup> >	2500000.00
Deformazione caratteristica a rottura per trazione ( $\epsilon_{fk}$ ) <%>	2.00
Spessore equivalente ( $t_f$ ) <mm>	0.17
Sistemi di rinforzo	
-Preformati	
-Impregnati in situ	x
Rinforzo trasversale	
Tipo di fibra/resina	
-Vetro/Epossidica	
-Arammidica/Epossidica	
-Carbonio/Epossidica	x
Resistenza caratteristica ( $f_{fk}$ ) <daN/cm <sup>2</sup> >	49000.00
Modulo elastico ( $E_c$ ) <daN/cm <sup>2</sup> >	2500000.00
Deformazione caratteristica a rottura per trazione ( $\epsilon_{fk}$ ) <%>	2.00
Spessore equivalente ( $t_f$ ) <mm>	0.17
Sistemi di rinforzo	
-Preformati	
-Impregnati in situ	x
Modalità di carico	
-Lungo termine	x
-Ciclico	
Coeff. parziale SLU di distacco ( $\gamma_{fd}$ )	1.50
Fattore di conversione ambientale ( $\eta_a$ )	0.95
Raggio di arrotondamento spigoli ( $r_c$ ) <cm>	2.00
Coeff. condizione di carico ( $K_d$ )	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

## Relazione di calcolo

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  
 MRdy = Momento resistente allo stato limite ultimo intorno all'asse Y  
 Sic. = Sicurezza a rottura  
 $\sigma_f$  sup = Tensione nel ferro - superiore  
 $\sigma_f$  inf = Tensione nel ferro - inferiore  
 $\sigma_c$  = 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 $\theta$  = 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  
 c = Ricoprimento dell'armatura  
 s = Distanza minima tra le barre  
 K3 = Coefficiente di forma del diagramma delle tensioni prima della fessurazione  
 $s_{m3}$  = Distanza media tra le fessure  
 $\Phi$  = Diametro della barra  
 $A_s$  = Area complessiva dei ferri nell'area di calcestruzzo efficace  
 $A_{c\ eff}$  = Area di calcestruzzo efficace  
 $\sigma_s$  = Tensione nell'acciaio nella sezione fessurata  
 $\sigma_{st}$  = Tensione nell'acciaio corrispondente al raggiungimento della resistenza a trazione nel calcestruzzo  
 $\epsilon_{sm}$  = 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  
 H = Altezza  
 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. 101

Nodi: 101 102 103 104

#### Caratteristiche delle sezioni e dei materiali utilizzati

Sez.	Tipo	B	H	Cf sup	Cf inf	Cls	Fck	Fctk	Fcd	Fctd	Tp	Fyk	Fyd
------	------	---	---	--------	--------	-----	-----	------	-----	------	----	-----	-----

Relazione di calcolo

	<cm>	<cm>	<cm>	<cm>		<daN/cmq>	<daN/cmq>	<daN/cmq>	<daN/cmq>		<daN/cmq>	<daN/cmq>
2R	30.00	40.00	5.50	5.50	C30/37	307.10	20.59	174.02	13.73	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	1	SLV	1	15.00	6.03	6.03	6.03	6.03	3262.69	7591.97	2.327
2.82	1	SLV	1	282.10	6.03	6.03	6.03	6.03	-4064.39	-7591.97	1.868
3.15	1	SLV	1	315.00	6.03	6.03	6.03	6.03	-4064.39	-7591.97	1.868
3.65	13	SLV	2	25.00	6.03	6.03	6.03	6.03	-3641.53	-7591.97	2.085
8.10	1	SLV	2	470.00	6.03	6.03	6.03	6.03	-3729.19	-7591.97	2.036
8.60	13	SLV	3	25.00	6.03	6.03	6.03	6.03	-3976.32	-7591.97	1.909
11.74	1	SLV	3	338.64	6.03	6.03	6.03	6.03	-3159.87	-7591.97	2.403
12.05	1	SLV	3	370.00	6.03	6.03	6.03	6.03	-3159.87	-7591.97	2.403

Stato limite d'esercizio - Verifiche tensionali

Xg <m>	CC	TCC	El	X <cm>	AfE S <cmq>	AfE I <cmq>	My <daNm>	$\sigma_s$ sup <daN/cmq>	$\sigma_s$ inf <daN/cmq>	$\sigma_c$ <daN/cmq>
0.15	38	SLE R	1	15.00	6.03	6.03	-577.89	313.75	-67.45	9.32
0.15	28	SLE Q	1	15.00	6.03	6.03	-114.98	62.43	-13.42	1.85
2.82	26	SLE R	1	282.10	6.03	6.03	-524.43	284.73	-61.21	8.45
2.82	28	SLE Q	1	282.10	6.03	6.03	-531.63	288.64	-62.05	8.57
3.15	26	SLE R	1	315.00	6.03	6.03	-524.43	284.73	-61.21	8.45
3.15	28	SLE Q	1	315.00	6.03	6.03	-531.63	288.64	-62.05	8.57
3.65	38	SLE R	2	25.00	6.03	6.03	-1264.73	686.65	-147.61	20.39
3.65	28	SLE Q	2	25.00	6.03	6.03	-745.24	404.61	-86.98	12.01
8.10	26	SLE R	2	470.00	6.03	6.03	-788.21	427.94	-92.00	12.71
8.10	28	SLE Q	2	470.00	6.03	6.03	-789.32	428.54	-92.13	12.72
8.60	38	SLE R	3	25.00	6.03	6.03	-1189.81	645.98	-138.87	19.18
8.60	28	SLE Q	3	25.00	6.03	6.03	-642.67	348.92	-75.01	10.36
11.74	38	SLE R	3	338.64	6.03	6.03	489.11	-57.09	265.55	7.89
11.74	28	SLE Q	3	338.64	6.03	6.03	227.62	-26.57	123.58	3.67
12.05	38	SLE R	3	370.00	6.03	6.03	430.20	-50.21	233.57	6.94
12.05	28	SLE Q	3	370.00	6.03	6.03	-181.40	98.49	-21.17	2.92

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>	$\Phi$	$A_s$ <cmq>	$A_{c\ eff}$ <cmq>	$\sigma_s$ <daN/cmq>	$\sigma_{sz}$ <daN/cmq>	$\epsilon_{sm}$	Wk <mm>
34	0.15	28	SLE Q	1	2	1	15.00	-114.98	47.00	95.00	0.15	188.24	16.00	6.03	486.13	62.43	1898.01	0.01	0.00
46	0.15	40	SLE F	1	2	1	15.00	-207.56	47.00	95.00	0.15	188.24	16.00	6.03	486.13	112.69	1898.01	0.02	0.01
79	2.82	28	SLE Q	1	2	1	282.10	-531.63	47.00	95.00	0.15	188.24	16.00	6.03	486.13	288.64	1898.01	0.06	0.02
82	2.82	27	SLE F	1	2	1	282.10	-530.19	47.00	95.00	0.15	188.24	16.00	6.03	486.13	287.85	1898.01	0.06	0.02
116	3.15	28	SLE Q	1	2	1	315.00	-531.63	47.00	95.00	0.15	188.24	16.00	6.03	486.13	288.64	1898.01	0.06	0.02
119	3.15	27	SLE F	1	2	1	315.00	-530.19	47.00	95.00	0.15	188.24	16.00	6.03	486.13	287.85	1898.01	0.06	0.02
152	3.65	28	SLE Q	2	2	1	25.00	-745.24	47.00	95.00	0.15	188.24	16.00	6.03	486.13	404.61	1898.01	0.08	0.03
158	3.65	40	SLE F	2	2	1	25.00	-849.14	47.00	95.00	0.15	188.24	16.00	6.03	486.13	461.02	1898.01	0.09	0.03
190	8.10	28	SLE Q	2	2	1	470.00	-789.32	47.00	95.00	0.15	188.24	16.00	6.03	486.13	428.54	1898.01	0.08	0.03
193	8.10	27	SLE F	2	2	1	470.00	-789.10	47.00	95.00	0.15	188.24	16.00	6.03	486.13	428.42	1898.01	0.08	0.03
224	8.60	28	SLE Q	3	2	1	25.00	-642.67	47.00	95.00	0.15	188.24	16.00	6.03	486.13	348.92	1898.01	0.07	0.02
230	8.60	40	SLE F	3	2	1	25.00	-752.10	47.00	95.00	0.15	188.24	16.00	6.03	486.13	408.33	1898.01	0.08	0.03
265	11.74	28	SLE Q	3	2	1	338.64	227.62	47.00	95.00	0.15	188.24	16.00	6.03	486.13	123.58	1898.01	0.02	0.01
277	11.74	40	SLE F	3	2	1	338.64	279.92	47.00	95.00	0.15	188.24	16.00	6.03	486.13	151.97	1898.01	0.03	0.01
312	12.05	28	SLE Q	3	2	1	370.00	-181.40	47.00	95.00	0.15	188.24	16.00	6.03	486.13	98.49	1898.01	0.02	0.01
318	12.05	27	SLE F	3	2	1	370.00	-182.38	47.00	95.00	0.15	188.24	16.00	6.03	486.13	99.02	1898.01	0.02	0.01

Staffe - Verifiche armatura

CC	X0 <m>	X1 <m>	Lung. <m>	Staff.	AfE St. <cmq/m>	bw <m>	Vsdu <daN>	ctg $\theta$	VRsd <daN>	VRcd <daN>	Vrdu <daN>	Sic. T	
13	SLV	0.15	0.55	0.40	$\emptyset 8 / 5$ 2 br.	20.11	0.30	2815.72	1.52	37191.80	37191.80	37191.80	13.21
1	SLV	0.55	2.75	2.20	$\emptyset 8 / 20$ 2 br.	5.03	0.30	2893.49	2.50	15268.10	27948.80	15268.10	5.28
1	SLV	2.75	3.15	0.40	$\emptyset 8 / 5$ 2 br.	20.11	0.30	3093.49	1.52	37191.80	37191.80	37191.80	12.02
13	SLV	3.65	4.05	0.40	$\emptyset 8 / 5$ 2 br.	20.11	0.30	2414.09	1.52	37191.80	37191.80	37191.80	15.41
1	SLV	4.05	7.70	3.65	$\emptyset 8 / 20$ 2 br.	5.03	0.30	2233.90	2.50	15268.10	27948.80	15268.10	6.83
1	SLV	7.70	8.10	0.40	$\emptyset 8 / 5$ 2 br.	20.11	0.30	2433.90	1.52	37191.80	37191.80	37191.80	15.28
13	SLV	8.60	9.00	0.40	$\emptyset 8 / 5$ 2 br.	20.11	0.30	2825.80	1.52	37191.80	37191.80	37191.80	13.16
13	SLV	9.00	11.65	2.65	$\emptyset 8 / 20$ 2 br.	5.03	0.30	2625.80	2.50	15268.10	27948.80	15268.10	5.81
1	SLV	11.65	12.05	0.40	$\emptyset 8 / 5$ 2 br.	20.11	0.30	2558.40	1.52	37191.80	37191.80	37191.80	14.54

Travata n. 103

Nodi: 105 106 107 108

Caratteristiche delle sezioni e dei materiali utilizzati

Sez.	Tipo	B <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>
2R		30.00	40.00	5.50	5.50	C30/37	307.10	20.59	174.02	13.73	B450C	4500.00	3913.04

**Stato limite ultimo - Verifiche a flessione/pressoflessione**

Xg <m>	CCT	CC	El	X <cm>	AfE S <cmq>	AfE I <cmq>	AfEP S <cmq>	AfEP I <cmq>	My <daNm>	MRdy <daNm>	Sic.
0.15	13	SLV	1	15.00	4.02	4.02	4.02	4.02	3262.69	5271.40	1.616
2.82	13	SLV	1	282.10	4.02	4.02	4.02	4.02	-4064.39	-5271.40	1.297
3.15	13	SLV	1	315.00	4.02	4.02	4.02	4.02	-4064.39	-5271.40	1.297
3.65	1	SLV	2	25.00	4.02	4.02	4.02	4.02	-3641.53	-5271.40	1.448
8.10	13	SLV	2	470.00	4.02	4.02	4.02	4.02	-3729.19	-5271.40	1.414
8.60	1	SLV	3	25.00	4.02	4.02	4.02	4.02	-3976.32	-5271.40	1.326
11.74	13	SLV	3	338.64	4.02	4.02	4.02	4.02	-3159.87	-5271.40	1.668
12.05	13	SLV	3	370.00	4.02	4.02	4.02	4.02	-3159.87	-5271.40	1.668

**Stato limite d'esercizio - Verifiche tensionali**

Xg <m>	CC	TCC	El	X <cm>	AfE S <cmq>	AfE I <cmq>	My <daNm>	$\sigma_s$ sup <daN/cmq>	$\sigma_s$ inf <daN/cmq>	$\sigma_c$ <daN/cmq>
0.15	38	SLE R	1	15.00	4.02	4.02	-577.89	462.91	-69.46	11.36
0.15	28	SLE Q	1	15.00	4.02	4.02	-114.98	92.11	-13.82	2.26
2.82	31	SLE R	1	282.10	4.02	4.02	-568.57	455.45	-68.34	11.18
2.82	28	SLE Q	1	282.10	4.02	4.02	-531.63	425.86	-63.90	10.45
3.15	31	SLE R	1	315.00	4.02	4.02	-568.57	455.45	-68.34	11.18
3.15	28	SLE Q	1	315.00	4.02	4.02	-531.63	425.86	-63.90	10.45
3.65	38	SLE R	2	25.00	4.02	4.02	-1264.73	1013.10	-152.01	24.87
3.65	28	SLE Q	2	25.00	4.02	4.02	-745.24	596.97	-89.57	14.65
8.10	31	SLE R	2	470.00	4.02	4.02	-828.15	663.39	-99.54	16.28
8.10	28	SLE Q	2	470.00	4.02	4.02	-789.32	632.27	-94.87	15.52
8.60	38	SLE R	3	25.00	4.02	4.02	-1189.81	953.09	-143.01	23.39
8.60	28	SLE Q	3	25.00	4.02	4.02	-642.67	514.81	-77.25	12.64
11.74	38	SLE R	3	338.64	4.02	4.02	489.11	-58.79	391.80	9.62
11.74	28	SLE Q	3	338.64	4.02	4.02	227.62	-27.36	182.33	4.48
12.05	38	SLE R	3	370.00	4.02	4.02	430.20	-51.71	344.61	8.46
12.05	28	SLE Q	3	370.00	4.02	4.02	-181.40	145.31	-21.80	3.57

**Stato limite d'esercizio - Verifiche a fessurazione**

Caso	Xg <m>	CC	TCC	El	Sez.	Crit.	X <cm>	My <daNm>	c <mm>	s <mm>	K3	$s_{sm}$ <mm>	$\phi$	$A_s$ <cmq>	$A_{s,eff}$ <cmq>	$\sigma_s$ <daN/cmq>	$\sigma_{sz}$ <daN/cmq>	$\epsilon_{sm}$	Wk <mm>
34	0.15	28	SLE Q	1	2	1	15.00	-114.98	47.00	190.00	0.15	239.47	16.00	4.02	462.92	92.11	2621.04	0.02	0.01
46	0.15	40	SLE F	1	2	1	15.00	-207.56	47.00	190.00	0.15	239.47	16.00	4.02	462.92	166.27	2621.04	0.03	0.01
77	2.82	28	SLE Q	1	2	1	282.10	-531.63	47.00	190.00	0.15	239.47	16.00	4.02	462.92	425.86	2621.04	0.08	0.03
81	2.82	33	SLE F	1	2	1	282.10	-539.02	47.00	190.00	0.15	239.47	16.00	4.02	462.92	431.78	2621.04	0.08	0.03
114	3.15	28	SLE Q	1	2	1	315.00	-531.63	47.00	190.00	0.15	239.47	16.00	4.02	462.92	425.86	2621.04	0.08	0.03
118	3.15	33	SLE F	1	2	1	315.00	-539.02	47.00	190.00	0.15	239.47	16.00	4.02	462.92	431.78	2621.04	0.08	0.03
150	3.65	28	SLE Q	2	2	1	25.00	-745.24	47.00	190.00	0.15	239.47	16.00	4.02	462.92	596.97	2621.04	0.12	0.05
156	3.65	40	SLE F	2	2	1	25.00	-849.14	47.00	190.00	0.15	239.47	16.00	4.02	462.92	680.19	2621.04	0.13	0.05
188	8.10	28	SLE Q	2	2	1	470.00	-789.32	47.00	190.00	0.15	239.47	16.00	4.02	462.92	632.27	2621.04	0.12	0.05
192	8.10	33	SLE F	2	2	1	470.00	-797.08	47.00	190.00	0.15	239.47	16.00	4.02	462.92	638.50	2621.04	0.12	0.05
222	8.60	28	SLE Q	3	2	1	25.00	-642.67	47.00	190.00	0.15	239.47	16.00	4.02	462.92	514.81	2621.04	0.10	0.04
228	8.60	40	SLE F	3	2	1	25.00	-752.10	47.00	190.00	0.15	239.47	16.00	4.02	462.92	602.46	2621.04	0.12	0.05
263	11.74	28	SLE Q	3	2	1	338.64	227.62	47.00	190.00	0.15	239.47	16.00	4.02	462.92	182.33	2621.03	0.04	0.01
275	11.74	40	SLE F	3	2	1	338.64	279.92	47.00	190.00	0.15	239.47	16.00	4.02	462.92	224.22	2621.03	0.04	0.02
310	12.05	28	SLE Q	3	2	1	370.00	-181.40	47.00	190.00	0.15	239.47	16.00	4.02	462.92	145.31	2621.04	0.03	0.01
318	12.05	33	SLE F	3	2	1	370.00	-190.78	47.00	190.00	0.15	239.47	16.00	4.02	462.92	152.83	2621.04	0.03	0.01

**Staffe - Verifiche armatura**

CC	X0 <m>	X1 <m>	Lung. <m>	Staff.	AfE St. <cmq/m>	bw <cm>	Vsdu <daN>	ctg $\theta$	VRsd <daN>	VRcd <daN>	Vrdu <daN>	Sic.T	
1	SLV	0.15	0.55	0.40	ø8/ 5 2 br.	20.11	0.30	2815.72	1.52	37191.80	37191.80	37191.80	13.21
13	SLV	0.55	2.75	2.20	ø8/20 2 br.	5.03	0.30	2893.49	2.50	15268.10	27948.80	15268.10	5.28
13	SLV	2.75	3.15	0.40	ø8/ 5 2 br.	20.11	0.30	3093.49	1.52	37191.80	37191.80	37191.80	12.02
1	SLV	3.65	4.05	0.40	ø8/ 5 2 br.	20.11	0.30	2414.09	1.52	37191.80	37191.80	37191.80	15.41
13	SLV	4.05	7.70	3.65	ø8/20 2 br.	5.03	0.30	2233.90	2.50	15268.10	27948.80	15268.10	6.83
13	SLV	7.70	8.10	0.40	ø8/ 5 2 br.	20.11	0.30	2433.90	1.52	37191.80	37191.80	37191.80	15.28
1	SLV	8.60	9.00	0.40	ø8/ 5 2 br.	20.11	0.30	2825.80	1.52	37191.80	37191.80	37191.80	13.16
1	SLV	9.00	11.65	2.65	ø8/20 2 br.	5.03	0.30	2625.80	2.50	15268.10	27948.80	15268.10	5.81
13	SLV	11.65	12.05	0.40	ø8/ 5 2 br.	20.11	0.30	2558.40	1.52	37191.80	37191.80	37191.80	14.54

**Travata n. 104**

Nodi: 101 105

**Caratteristiche delle sezioni e dei materiali utilizzati**

Sez.	Tipo	B <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>
1	R	30.00	50.00	5.50	5.50	C30/37	307.10	20.59	174.02	13.73	B450C	4500.00	3913.04

**Stato limite ultimo - Verifiche a flessione/pressoflessione**

Xg <m>	CC	TCC	El	X <cm>	AfE S	AfE I	AfEP S	AfEP I	My <daNm>	MRdy <daNm>	Sic.
-----------	----	-----	----	-----------	-------	-------	--------	--------	--------------	----------------	------

Relazione di calcolo

					<cmq>	<cmq>	<cmq>	<cmq>			
0.35	7	SLV	1	35.00	6.03	6.03	6.03	6.03	-8093.43	-9952.24	1.230
4.10	7	SLV	1	410.00	6.03	6.03	6.03	6.03	5322.62	9952.24	1.870
5.35	19	SLV	1	535.00	6.03	6.03	6.03	6.03	-8093.43	-9952.24	1.230

Stato limite d'esercizio - Verifiche tensionali

Xg <m>	CC	TCC	El	X <cm>	AfE S <cmq>	AfE I <cmq>	My <daNm>	$\sigma_f$ sup <daN/cmq>	$\sigma_f$ inf <daN/cmq>	$\sigma_c$ <daN/cmq>
0.35	31	SLE R	1	35.00	6.03	6.03	-3203.34	1324.77	-282.37	33.93
0.35	28	SLE Q	1	35.00	6.03	6.03	-1984.48	820.70	-174.93	21.02
4.10	31	SLE R	1	410.00	6.03	6.03	3380.08	-297.95	1397.86	35.81
4.10	28	SLE Q	1	410.00	6.03	6.03	2754.06	-242.77	1138.96	29.18
5.35	26	SLE R	1	535.00	6.03	6.03	-2181.13	902.02	-192.27	23.11
5.35	28	SLE Q	1	535.00	6.03	6.03	-1984.49	820.70	-174.93	21.02

Stato limite d'esercizio - Verifiche a fessurazione

Caso	Xg <m>	CC	TCC	El	Sez.	Crit.	X <cm>	My <daNm>	c <mm>	s <mm>	K3	$s_{sm}$ <mm>	$\Phi$	$A_s$ <cmq>	$A_{s\ eff}$ <cmq>	$\sigma_s$ <daN/cmq>	$\sigma_{sz}$ <daN/cmq>	$\epsilon_{sm}$	Wk <mm>
29	0.35	28	SLE Q	1	1	1	35.00	-1984.48	47.00	95.00	0.17	198.98	16.00	6.03	486.13	820.70	2226.87	0.16	0.05
33	0.35	33	SLE F	1	1	1	35.00	-2228.25	47.00	95.00	0.17	198.98	16.00	6.03	486.13	921.51	2226.87	0.18	0.06
71	4.10	28	SLE Q	1	1	1	410.00	2754.06	47.00	95.00	0.17	198.98	16.00	6.03	486.13	1138.96	2226.87	0.22	0.07
75	4.10	33	SLE F	1	1	1	410.00	2879.27	47.00	95.00	0.17	198.98	16.00	6.03	486.13	1190.74	2226.87	0.23	0.08
111	5.35	28	SLE Q	1	1	1	535.00	-1984.49	47.00	95.00	0.17	198.98	16.00	6.03	486.13	820.70	2226.87	0.16	0.05
114	5.35	27	SLE F	1	1	1	535.00	-2023.82	47.00	95.00	0.17	198.98	16.00	6.03	486.13	836.96	2226.87	0.16	0.05

Staffe - Verifiche armatura

CC	X0 <m>	X1 <m>	Lung. <m>	Staff.	AfE St. <cmq/m>	bw <m>	Vsdu <daN>	ctg $\theta$	VRsd <daN>	VRcd <daN>	Vrdu <daN>	Sic. T	
29	SLU	0.35	0.85	0.50	$\emptyset 8/10$ 2 br.	10.05	0.30	6668.46	2.37	37401.50	37401.50	37401.50	5.61
19	SLV	0.85	4.85	4.00	$\emptyset 8/20$ 2 br.	5.03	0.30	5599.57	2.50	19693.70	36049.80	19693.70	3.52
19	SLV	4.85	5.35	0.50	$\emptyset 8/10$ 2 br.	10.05	0.30	6388.58	2.37	37401.50	37401.50	37401.50	5.85

Travata n. 105

Nodi: 102 106

Caratteristiche delle sezioni e dei materiali utilizzati

Sez. Tipo	B <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>
1R	30.00	50.00	5.50	5.50	C30/37	307.10	20.59	174.02	13.73	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	7	SLV	1	15.00	6.03	8.04	6.03	8.04	-6879.34	-9952.07	1.447
2.41	29	SLU	1	240.84	6.03	8.04	6.03	8.04	11870.60	13039.40	1.098
5.55	19	SLV	1	555.00	6.03	8.04	6.03	8.04	-6879.34	-9952.07	1.447

Stato limite d'esercizio - Verifiche tensionali

Xg <m>	CC	TCC	El	X <cm>	AfE S <cmq>	AfE I <cmq>	My <daNm>	$\sigma_f$ sup <daN/cmq>	$\sigma_f$ inf <daN/cmq>	$\sigma_c$ <daN/cmq>
0.15	31	SLE R	1	15.00	6.03	8.04	-4339.90	1794.16	-358.41	44.13
0.15	28	SLE Q	1	15.00	6.03	8.04	-3540.84	1463.82	-292.42	36.01
2.41	31	SLE R	1	240.84	6.03	8.04	8529.47	-739.74	2673.25	81.40
2.41	28	SLE Q	1	240.84	6.03	8.04	7485.04	-649.16	2345.91	71.44
5.55	26	SLE R	1	555.00	6.03	8.04	-4038.96	1669.75	-333.56	41.07
5.55	28	SLE Q	1	555.00	6.03	8.04	-3540.84	1463.82	-292.42	36.01

Stato limite d'esercizio - Verifiche a fessurazione

Caso	Xg <m>	CC	TCC	El	Sez.	Crit.	X <cm>	My <daNm>	c <mm>	s <mm>	K3	$s_{sm}$ <mm>	$\Phi$	$A_s$ <cmq>	$A_{s\ eff}$ <cmq>	$\sigma_s$ <daN/cmq>	$\sigma_{sz}$ <daN/cmq>	$\epsilon_{sm}$	Wk <mm>
35	0.15	28	SLE Q	1	1	1	15.00	-3540.84	47.00	95.00	0.17	199.56	16.00	6.03	486.13	1463.82	2260.77	0.28	0.10
39	0.15	33	SLE F	1	1	1	15.00	-3700.65	47.00	95.00	0.17	199.56	16.00	6.03	486.13	1529.89	2260.77	0.30	0.10
69	2.41	28	SLE Q	1	1	1	240.84	7485.04	47.00	63.33	0.17	171.19	16.00	8.04	489.88	2345.91	1761.71	0.82	0.24
73	2.41	33	SLE F	1	1	1	240.84	7693.59	47.00	63.33	0.17	171.19	16.00	8.04	489.88	2411.27	1761.71	0.86	0.25
115	5.55	28	SLE Q	1	1	1	555.00	-3540.84	47.00	95.00	0.17	199.56	16.00	6.03	486.13	1463.82	2260.77	0.28	0.10
118	5.55	27	SLE F	1	1	1	555.00	-3640.46	47.00	95.00	0.17	199.56	16.00	6.03	486.13	1505.01	2260.77	0.29	0.10

Staffe - Verifiche armatura

CC	X0 <m>	X1 <m>	Lung. <m>	Staff.	AfE St. <cmq/m>	bw <m>	Vsdu <daN>	ctg $\theta$	VRsd <daN>	VRcd <daN>	Vrdu <daN>	Sic. T	
29	SLU	0.15	0.65	0.50	$\emptyset 8/10$ 2 br.	10.05	0.30	12321.90	2.37	37401.50	37401.50	37401.50	3.04
29	SLU	0.65	5.05	4.40	$\emptyset 8/20$ 2 br.	5.03	0.30	10071.00	2.50	19693.70	36049.80	19693.70	1.96
25	SLU	5.05	5.55	0.50	$\emptyset 8/10$ 2 br.	10.05	0.30	12154.80	2.37	37401.50	37401.50	37401.50	3.08

Travata n. 106

Nodi: 103 107

Caratteristiche delle sezioni e dei materiali utilizzati

Sez.	Tipo	B <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>
1R		30.00	50.00	5.50	5.50	C30/37	307.10	20.59	174.02	13.73	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	19	SLV	1	15.00	6.03	8.04	6.03	8.04	-7050.47	-9952.07	1.412
2.43	29	SLU	1	243.21	6.03	10.05	6.03	10.05	12456.40	16106.10	1.293
5.55	7	SLV	1	555.00	6.03	8.04	6.03	8.04	-7050.47	-9952.07	1.412

Stato limite d'esercizio - Verifiche tensionali

Xg <m>	CC	TCC	El	X <cm>	AfE S <cmq>	AfE I <cmq>	My <daNm>	σ <sub>f</sub> sup <daN/cm²>	σ <sub>f</sub> inf <daN/cm²>	σ <sub>c</sub> <daN/cm²>
0.15	31	SLE R	1	15.00	6.03	8.04	-4595.29	1899.75	-379.51	46.73
0.15	28	SLE Q	1	15.00	6.03	8.04	-3698.47	1528.99	-305.44	37.61
2.43	31	SLE R	1	243.21	6.03	10.05	8946.95	-760.46	2263.55	79.13
2.43	28	SLE Q	1	243.21	6.03	10.05	7843.90	-666.70	1984.48	69.37
5.55	26	SLE R	1	555.00	6.03	8.04	-4222.10	1745.47	-348.69	42.93
5.55	28	SLE Q	1	555.00	6.03	8.04	-3698.47	1528.99	-305.44	37.61

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 <sub>zm</sub> <mm>	φ	A <sub>s</sub> <cm²>	A <sub>c</sub> eff <cm²>	σ <sub>s</sub> <daN/cm²>	σ <sub>sz</sub> <daN/cm²>	ε <sub>sm</sub>	Wk <mm>
35	0.15	28	SLE Q	1	1	1	15.00	-3698.47	47.00	95.00	0.17	199.56	16.00	6.03	486.13	1528.99	2260.77	0.30	0.10
39	0.15	33	SLE F	1	1	1	15.00	-3877.84	47.00	95.00	0.17	199.56	16.00	6.03	486.13	1603.14	2260.77	0.31	0.11
69	2.43	28	SLE Q	1	1	1	243.21	7843.90	47.00	47.50	0.16	154.90	16.00	10.05	491.13	1984.48	1481.44	0.69	0.18
72	2.43	27	SLE F	1	1	1	243.21	8063.90	47.00	47.50	0.16	154.90	16.00	10.05	491.13	2040.14	1481.44	0.73	0.19
115	5.55	28	SLE Q	1	1	1	555.00	-3698.47	47.00	95.00	0.17	199.56	16.00	6.03	486.13	1528.99	2260.77	0.30	0.10
118	5.55	27	SLE F	1	1	1	555.00	-3803.20	47.00	95.00	0.17	199.56	16.00	6.03	486.13	1572.29	2260.77	0.31	0.10

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
29	SLU	0.15	0.65	0.50	ø8/10 2 br.	10.05	0.30	12946.20	2.37	37401.50	37401.50	2.89
29	SLU	0.65	5.05	4.40	ø8/20 2 br.	5.03	0.30	10587.10	2.50	19693.70	36049.80	1.86
25	SLU	5.05	5.55	0.50	ø8/10 2 br.	10.05	0.30	12738.90	2.37	37401.50	37401.50	2.94

Travata n. 107

Nodi: 104 108

Caratteristiche delle sezioni e dei materiali utilizzati

Sez.	Tipo	B <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>
1R		30.00	50.00	5.50	5.50	C30/37	307.10	20.59	174.02	13.73	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.
0.35	19	SLV	1	35.00	6.03	6.03	6.03	6.03	-8481.74	-9952.24	1.173
4.10	19	SLV	1	410.00	6.03	6.03	6.03	6.03	5537.74	9952.24	1.797
5.35	7	SLV	1	535.00	6.03	6.03	6.03	6.03	-8481.73	-9952.24	1.173

Stato limite d'esercizio - Verifiche tensionali

Xg <m>	CC	TCC	El	X <cm>	AfE S <cmq>	AfE I <cmq>	My <daNm>	σ <sub>f</sub> sup <daN/cm²>	σ <sub>f</sub> inf <daN/cm²>	σ <sub>c</sub> <daN/cm²>
0.35	31	SLE R	1	35.00	6.03	6.03	-3619.72	1496.96	-319.08	38.35
0.35	28	SLE Q	1	35.00	6.03	6.03	-2172.97	898.65	-191.55	23.02
4.10	31	SLE R	1	410.00	6.03	6.03	3686.80	-324.99	1524.70	39.06
4.10	28	SLE Q	1	410.00	6.03	6.03	2962.05	-261.10	1224.98	31.38
5.35	26	SLE R	1	535.00	6.03	6.03	-2399.89	992.49	-211.55	25.42
5.35	28	SLE Q	1	535.00	6.03	6.03	-2172.97	898.65	-191.55	23.02

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 <sub>zm</sub> <mm>	φ	A <sub>s</sub> <cm²>	A <sub>c</sub> eff <cm²>	σ <sub>s</sub> <daN/cm²>	σ <sub>sz</sub> <daN/cm²>	ε <sub>sm</sub>	Wk <mm>
------	-----------	----	-----	----	------	-------	-----------	--------------	-----------	-----------	----	-------------------------	---	-------------------------	-----------------------------	-----------------------------	------------------------------	-----------------	------------

## Relazione di calcolo

29	0.35	28	SLE Q	1	1	1	35.00	-2172.97	47.00	95.00	0.17	198.98	16.00	6.03	486.13	898.65	2226.87	0.17	0.06
33	0.35	33	SLE F	1	1	1	35.00	-2462.32	47.00	95.00	0.17	198.98	16.00	6.03	486.13	1018.31	2226.87	0.20	0.07
71	4.10	28	SLE Q	1	1	1	410.00	2962.05	47.00	95.00	0.17	198.98	16.00	6.03	486.13	1224.98	2226.87	0.24	0.08
75	4.10	33	SLE F	1	1	1	410.00	3107.00	47.00	95.00	0.17	198.98	16.00	6.03	486.13	1284.92	2226.87	0.25	0.08
111	5.35	28	SLE Q	1	1	1	535.00	-2172.97	47.00	95.00	0.17	198.98	16.00	6.03	486.13	898.65	2226.87	0.17	0.06
114	5.35	27	SLE F	1	1	1	535.00	-2218.35	47.00	95.00	0.17	198.98	16.00	6.03	486.13	917.42	2226.87	0.18	0.06

### 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
29 SLU	0.35	0.85	0.50	ø8/10 2 br.	10.05	0.30	7327.87	2.37	37401.50	37401.50	37401.50	5.10
29 SLU	0.85	4.85	4.00	ø8/20 2 br.	5.03	0.30	6008.66	2.50	19693.70	36049.80	19693.70	3.28
7 SLV	4.85	5.35	0.50	ø8/10 2 br.	10.05	0.30	6800.38	2.37	37401.50	37401.50	37401.50	5.50

## Verifiche e armature pilastri

### Simbologia

Xg = Coordinata progressiva (dal primo nodo) in cui viene effettuato il progetto/verifica  
 CC = Combinazione delle condizioni di carico elementari  
 e = eccentricità aggiuntiva in caso di compressione o pressoflessione  
 α = amplificazione per gerarchia delle resistenze  
 TG = taglio da gerarchia delle resistenze  
 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  
 X = Coordinata progressiva rispetto al nodo iniziale  
 N = Sforzo normale  
 Mz = Momento flettente intorno all'asse Z  
 My = Momento flettente intorno all'asse Y  
 My ver. = Momento flettente di verifica intorno all'asse Y  
 c = Ricoprimento dell'armatura  
 s = Distanza minima tra le barre  
 K3 = Coefficiente di forma del diagramma delle tensioni prima della fessurazione  
 s<sub>rm</sub> = Distanza media tra le fessure  
 φ = Diametro della barra  
 A<sub>s</sub> = Area complessiva dei ferri nell'area di calcestruzzo efficace  
 A<sub>c eff</sub> = Area di calcestruzzo efficace  
 σ<sub>s</sub> = Tensione nell'acciaio nella sezione fessurata  
 σ<sub>sr</sub> = Tensione nell'acciaio corrispondente al raggiungimento della resistenza a trazione nel calcestruzzo  
 ε<sub>sm</sub> = Deformazione unitaria media dell'armatura (\*1000)  
 Wk = Apertura delle fessure  
 M = Momento flettente  
 MRd = Momento resistente allo stato limite ultimo  
 μφ = Valore di progetto della duttilità di curvatura  
 μφ<sub>c</sub> = Capacità della duttilità di curvatura  
 α<sub>c</sub> = Coefficiente di efficacia del confinamento  
 ω<sub>sd</sub> = Rapporto meccanico dell'armatura trasversale di confinamento all'interno della zona dissipativa  
 μφ<sub>d</sub> = Domanda della duttilità di curvatura  
 v<sub>d</sub> = Forza assiale adimensionalizzata di progetto  
 E<sub>syrd</sub> = Deformazione di snervamento dell'acciaio  
 b<sub>c</sub>/b<sub>0</sub> = Rapporto tra la larghezza minima della sezione trasversale lorda e la larghezza del nucleo confinato  
 Mz ver. = Momento flettente di verifica intorno all'asse Z  
 Nu = Sforzo normale ultimo  
 MRdy = Momento resistente allo stato limite ultimo intorno all'asse Y  
 MRdz = Momento resistente allo stato limite ultimo intorno all'asse Z  
 α = Angolo asse neutro a rottura  
 ε<sub>v</sub> = Deformazione nell'acciaio (\*1000)  
 Sic. = Sicurezza a rottura  
 AfT = Area di ferro tesa  
 AfC = Area di ferro compressa  
 σ<sub>c</sub> = Tensione nel calcestruzzo  
 σ<sub>f</sub> = Tensione nel ferro  
 X0 = Coordinata progressiva (dal nodo iniziale) dell'inizio del tratto  
 X1 = Coordinata progressiva (dal nodo iniziale) della fine del tratto  
 Staff. = Staffatura adottata  
 Br<sub>y</sub> = Numero bracci in dir. Y locale  
 Br<sub>z</sub> = Numero bracci in dir. Z locale  
 bw<sub>y</sub> = Larghezza membratura resistente al taglio in dir. Y  
 Vsdu<sub>y</sub> = Taglio agente in dir. Y  
 ctgθ<sub>y</sub> = Cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di calcestruzzo in dir. Y  
 VRsd<sub>y</sub> = Taglio ultimo lato armatura in dir. Y  
 VRcd<sub>y</sub> = Taglio ultimo lato calcestruzzo in dir. Y  
 bw<sub>z</sub> = Larghezza membratura resistente al taglio in dir. Z  
 Vsdu<sub>z</sub> = Taglio agente in dir. Z  
 ctgθ<sub>z</sub> = Cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di calcestruzzo in dir. Z

## Relazione di calcolo

VRsd<sub>z</sub> = Taglio ultimo lato armatura in dir. Z  
 VRcd<sub>z</sub> = Taglio ultimo lato calcestruzzo in dir. Z  
 Sic.T = Sicurezza a rottura per taglio  
 Nodo = Numero del nodo  
 Conf. = Nodo confinato  
     S = Si  
     N = No  
 F. = Identificativo faccia del nodo  
     Y+ = Faccia sul lato positivo Y locale pilastro  
     Z+ = Faccia sul lato positivo Z locale pilastro  
     Y- = Faccia sul lato negativo Y locale pilastro  
     Z- = Faccia sul lato negativo Z locale pilastro  
 Mod. = Modalità di verifica faccia  
     I = Interna  
     E = Esterna  
 Br. = Numero bracci  
 As1 = Area di ferro superiore delle travi incidenti sulla faccia  
 As2 = Area di ferro inferiore delle travi incidenti sulla faccia  
 Bj = Larghezza effettiva utile del nodo  
 Hjc = Distanza tra armature pilastro  
 Hjw = Distanza tra armature trave  
 Ash = Area totale della sezione della staffa  
 Vc = Taglio nel pilastro al di sopra del nodo  
 Vjbd = Taglio agente nel nucleo di calcestruzzo [7.4.6/7]  
 vd<sub>s</sub> = Sforzo normale normalizzato del pilastro superiore (%)  
 vd<sub>i</sub> = Sforzo normale normalizzato del pilastro inferiore (%)  
 VjbR = Resistenza a compressione del nucleo di calcestruzzo [7.4.8]  
 Afni = Azione di fessurazione sul nodo integro [7.4.10]  
 Rfni = Resistenza a fessurazione nodo integro [7.4.10]  
 Vjwd = Azione agente di trazione diagonale [7.4.11/12]  
 VjwR = Resistenza a trazione diagonale [7.4.11/12]  
 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  
 H = Altezza  
 Cf = Copriferro  
 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

### Pilastrata n. 1

Nodi: 1 101

#### Caratteristiche delle sezioni e dei materiali utilizzati

Sez. Tipo	B <cm>	H <cm>	Cf <cm>	Cls	Fck <daN/cmq>	Fctk <daN/cmq>	Fcd <daN/cmq>	Fctd <daN/cmq>	Tp	Fyk <daN/cmq>	Fyd <daN/cmq>
3R	30.00	50.00	6.00	C30/37	307.10	20.59	174.02	13.73	B450C	4500.00	3913.04

#### Stato limite ultimo - Verifiche a flessione/pressoflessione

Xg <m>	CC	TCC	El	Sez.	X <cm>	N <daN>	My <daNm>	My ver. <daNm>	Mz <daNm>	Mz ver. <daNm>	Nu <daN>	MRdy <daNm>	MRdz <daNm>	α <grad>	ε <sub>y</sub>	Sic.
0.007	SLV	1	3	0.00	-4031.88	10470.90		-1056.98	-4031.88	13929.30	-1429.35	348.75	11.18	1.331		
0.007	SLV	1	3	0.00	-4031.88	10470.90		-1056.98	-4031.88	13929.30	-1429.35	348.75	11.18	1.331		

Relazione di calcolo

3.65	7	SLV	1	3	365.00	-2663.13	-8526.58		-792.22		-2663.13	-13672.10	-1440.33	191.25	11.43	1.605
------	---	-----	---	---	--------	----------	----------	--	---------	--	----------	-----------	----------	--------	-------	-------

Stato limite d'esercizio - Verifiche tensionali

Xg <m>	CC	TCC	El	Sez.	X <cm>	N <daN>	Mz <daNm>	My <daNm>	AfT <cmq>	AfC <cmq>	$\sigma_c$ <daN/cmq>	$\sigma_f$ <daN/cmq>
0.00	38	SLE R	1	3	0.00	-7553.30	1248.81	2113.44	11.44	5.15	50.98	723.78
0.00	31	SLE R	1	3	0.00	-7640.33	153.04	4061.83	10.30	6.28	49.11	1035.09
0.00	28	SLE Q	1	3	0.00	-6739.67	102.54	1907.98	10.30	6.28	23.41	319.96
0.00	38	SLE R	1	3	0.00	-7553.30	1248.81	2113.44	11.44	5.15	50.98	723.78
0.00	31	SLE R	1	3	0.00	-7640.33	153.04	4061.83	10.30	6.28	49.11	1035.09
0.00	28	SLE Q	1	3	0.00	-6739.67	102.54	1907.98	10.30	6.28	23.41	319.96
3.65	38	SLE R	1	3	365.00	-6184.55	-699.87	-3628.52	10.30	6.28	57.59	1112.97
3.65	31	SLE R	1	3	365.00	-6271.58	-215.66	-4623.37	10.30	6.28	56.94	1333.74
3.65	28	SLE Q	1	3	365.00	-5370.92	-174.34	-3275.78	10.30	6.28	40.88	894.14

Stato limite d'esercizio - Verifiche a fessurazione

Xg <m>	CC	TCC	El	Sez.	X <cm>	N <daN>	My <daNm>	Mz <daNm>	c <mm>	s <mm>	K3	$s_{sm}$ <mm>	$\phi$	$A_s$ <cmq>	$A_{c\ eff}$ <cmq>	$\sigma_s$ <daN/cmq>	$\sigma_{sz}$ <daN/cmq>	$\epsilon_{sm}$	Wk <mm>
0.00	28	SLE Q	1	3	0.00	-6739.67	1907.98	102.54	49.00	182.00	0.13	233.54	20.00	8.29	822.22	319.96	1151.37	0.06	0.02
0.00	28	SLE Q	1	3	0.00	-6739.67	1907.98	102.54	49.00	182.00	0.13	233.54	20.00	8.29	822.22	319.96	1151.37	0.06	0.02
3.65	28	SLE Q	1	3	365.00	-5370.92	-3275.78	-174.34	49.00	182.00	0.13	235.94	20.00	10.30	1046.30	894.14	1549.65	0.17	0.07

Staffe - Verifiche armatura

X0 <m>	X1 <m>	Staff.	Br <sub>y</sub>	Br <sub>z</sub>	CC	TCC	bw <sub>y</sub> <m>	Vsdu <sub>y</sub> <daN>	ctg $\theta$ <sub>y</sub>	VRsd <sub>y</sub> <daN>	VRcd <sub>y</sub> <daN>	bw <sub>z</sub> <m>	Vsdu <sub>z</sub> <daN>	ctg $\theta$ <sub>z</sub>	VRsd <sub>z</sub> <daN>	VRcd <sub>z</sub> <daN>	Sic. T
0.00	0.61	ø10/ 7	2	2	29	SLU	0.50	142.31	2.04	38820.30	38820.20	0.30	3878.86	1.45	50416.70	50416.70	13.00
0.00	0.61	ø10/ 7	2	2	36	SLU	0.50	1421.24	2.04	38808.70	38808.70	0.30	2190.25	1.45	50398.80	50398.80	23.01
0.00	0.61	ø10/ 7	2	2	19 (TG)	SLV	0.50	1015.03	2.03	38602.00	38602.00	0.30	8880.53	1.44	50078.90	50078.90	5.64
0.00	0.61	ø10/ 7	2	2	13 (TG)	SLV	0.50	4664.43	2.03	38594.70	38594.70	0.30	3617.14	1.44	50067.50	50067.50	8.27
0.61	3.04	ø8/18	2	2	29	SLU	0.50	142.31	2.50	11850.60	33815.40	0.30	3719.17	2.50	21685.20	37126.80	5.83
0.61	3.04	ø8/18	2	2	36	SLU	0.50	1211.36	2.50	11850.60	33799.10	0.30	2190.25	2.50	21685.20	37108.90	9.78
0.61	3.04	ø8/18	2	2	19 (TG)	SLV	0.50	1015.03	2.50	11850.60	33546.40	0.30	8880.53	2.50	21685.20	36831.50	2.44
0.61	3.04	ø8/18	2	2	13 (TG)	SLV	0.50	4664.43	2.50	11850.60	33536.20	0.30	3617.14	2.50	21685.20	36820.20	2.54
3.04	3.65	ø8/10	2	2	29	SLU	0.50	142.31	2.50	21331.10	33667.50	0.30	3080.42	2.42	37814.30	37814.30	12.28
3.04	3.65	ø8/10	2	2	36	SLU	0.50	371.86	2.50	21331.10	33651.30	0.30	2190.25	2.42	37803.60	37803.60	17.26
3.04	3.65	ø8/10	2	2	19 (TG)	SLV	0.50	1015.03	2.50	21331.10	33546.40	0.30	8880.53	2.42	37734.60	37734.60	4.25
3.04	3.65	ø8/10	2	2	13 (TG)	SLV	0.50	4664.43	2.50	21331.10	33536.20	0.30	3617.14	2.42	37727.90	37727.90	4.57

Dettagli costruttivi per la duttilità

- $\alpha_e=0.17203$   $\omega_{nd}=0.36334$   $\mu\Phi_d=25.4682$   $v_d=0.037209$  CC=7  $E_{syr,d}=0.0018995$   $b_c/b_0=1.21951$   $\mu\Phi_c=37.7076$   $0.06251 \geq 0.03086$  [7.4.29]
- $\alpha_e=0.17203$   $\omega_{nd}=0.36334$   $\mu\Phi_d=26.0963$   $v_d=0.037209$  CC=7  $E_{syr,d}=0.0018995$   $b_c/b_0=1.42857$   $\mu\Phi_c=32.1894$   $0.06251 \geq 0.04405$  [7.4.29]

Caratteristiche nodi trave-pilastro

Nodo	Conf.	Staff.	F. Mod.	Br.	As1 <cmq>	As2 <cmq>	Bj <m>	Hjc <m>	Hjw <m>	Ash <cmq>
101N		ø10/10	Y-E	2	4.02	4.02	0.45	0.18	0.29	6.28
			Z-E	2	6.03	6.03	0.30	0.38	0.39	7.85

Verifiche nodi trave-pilastro

Nodo	F.	CC	TCC	Vc <daN>	Vjbd <daN>	Vds	Vdi	Vjbr <daN>	Afni <daN/mq>	Rfni <daN/mq>	Vjwd <daN>	VjwR <daN>
101Y-	1	SLV	0.00	17308.80	0.00	1.05	59348.90	195303.00	188401.00	17163.20	24586.40	
	19	SLV	0.00	17308.80	0.00	0.92	59348.90	195303.00	188401.00	17181.60	24586.40	
	Z-	1	SLV	0.00	25963.20	0.00	1.05	83528.10	240506.00	262675.00	---	---

Pilastrata n. 2

Nodi: 2 102

Caratteristiche delle sezioni e dei materiali utilizzati

Sez.	Tipo	B <cm>	H <cm>	Cf <cm>	Cls	Fck <daN/cmq>	Fctk <daN/cmq>	Fcd <daN/cmq>	Fctd <daN/cmq>	Tp	Fyk <daN/cmq>	Fyd <daN/cmq>
3R		30.00	50.00	6.00	C30/37	307.10	20.59	174.02	13.73	B450C	4500.00	3913.04

Stato limite ultimo - Verifiche a flessione/pressoflessione

Xg <m>	CC	TCC	El	Sez.	X <cm>	N <daN>	My <daNm>	My ver. <daNm>	Mz <daNm>	Mz ver. <daNm>	Nu <daN>	MRdy <daNm>	MRdz <daNm>	$\alpha$ <grad>	$\epsilon_y$	Sic.
0.00	7	SLV	1	3	0.00	-10551.30	-2700.71		-5467.52		-10551.30	-4020.19	-8145.23	263.67	7.66	1.490
0.00	7	SLV	1	3	0.00	-10551.30	-2700.71		-5467.52		-10551.30	-4020.19	-8145.23	263.67	7.66	1.490
3.65	7	SLV	1	3	365.00	-9182.57	-1518.86		6012.11		-9182.57	-2001.02	8122.14	92.81	9.17	1.349

Stato limite d'esercizio - Verifiche tensionali

Xg <m>	CC	TCC	El	Sez.	X <cm>	N <daN>	Mz <daNm>	My <daNm>	AfT <cmq>	AfC <cmq>	$\sigma_c$ <daN/cmq>	$\sigma_f$ <daN/cmq>
0.00	38	SLE R	1	3	0.00	-12899.50	-2343.17	2692.57	11.44	5.15	79.99	1104.67

Relazione di calcolo

0.00	31	SLE R	1	3	0.00	-13115.10	-3609.45	245.89	8.29	8.29	75.41	1335.92
0.00	28	SLE Q	1	3	0.00	-11886.70	-2057.70	125.50	8.29	8.29	42.08	525.54
0.00	38	SLE R	1	3	0.00	-12899.50	-2343.17	2692.57	11.44	5.15	79.99	1104.67
0.00	31	SLE R	1	3	0.00	-13115.10	-3609.45	245.89	8.29	8.29	75.41	1335.92
0.00	28	SLE Q	1	3	0.00	-11886.70	-2057.70	125.50	8.29	8.29	42.08	525.54
3.65	38	SLE R	1	3	365.00	-11530.70	3949.18	-1387.10	8.29	8.29	98.33	1817.21
3.65	31	SLE R	1	3	365.00	-11746.40	4346.85	-303.32	8.29	8.29	91.27	1841.56
3.65	28	SLE Q	1	3	365.00	-10518.00	3468.04	-219.74	8.29	8.29	72.43	1399.25

Stato limite d'esercizio - Verifiche a fessurazione

Xg <m>	CC	TCC	El	Sez.	X <cm>	N <daN>	My <daNm>	Mz <daNm>	c <mm>	s <mm>	K3	Sm <mm>	Φ	A <sub>s</sub> <cmq>	A <sub>s,eff</sub> <cmq>	σ <sub>s</sub> <daN/cmq>	σ <sub>sr</sub> <daN/cmq>	ε <sub>sm</sub>	Wk <mm>
0.00	28	SLE Q	1	3	0.00	-11886.70	125.50	-2057.70	49.00	191.01	0.13	242.56	20.00	8.29	882.11	525.54	1080.19	0.10	0.04
0.00	28	SLE Q	1	3	0.00	-11886.70	125.50	-2057.70	49.00	191.01	0.13	242.56	20.00	8.29	882.11	525.54	1080.19	0.10	0.04
3.65	28	SLE Q	1	3	365.00	-10518.00	-219.74	3468.04	49.00	191.01	0.13	242.59	20.00	8.29	882.35	1399.25	1434.17	0.32	0.13

Staffe - Verifiche armatura

X0 <m>	X1 <m>	Staff.	Br <sub>y</sub>	Br <sub>z</sub>	CC	TCC	bw <sub>y</sub> <cm>	Vsdu <sub>y</sub> <daN>	ctgθ <sub>y</sub>	VRsd <sub>y</sub> <daN>	VRcd <sub>y</sub> <daN>	bw <sub>z</sub> <cm>	Vsdu <sub>z</sub> <daN>	ctgθ <sub>z</sub>	VRsd <sub>z</sub> <daN>	VRcd <sub>z</sub> <daN>	Sic.T
0.00	0.61	ø10/6	2	2	36	SLV	0.50	2399.17	1.88	41782.50	41782.50	0.30	2760.11	1.31	53348.90	53348.90	17.42
0.00	0.61	ø10/6	2	2	29	SLV	0.50	4041.12	1.88	41813.60	41813.60	0.30	214.23	1.31	53397.80	53397.80	10.35
0.00	0.61	ø10/6	2	2	13	(TG) SLV	0.50	3288.95	1.85	41187.30	41187.30	0.30	7645.16	1.29	52410.80	52410.80	6.86
0.00	0.61	ø10/6	2	2	22	(TG) SLV	0.50	4815.01	1.85	41160.10	41160.10	0.30	3845.63	1.29	52367.80	52367.80	8.55
0.61	3.04	ø8/18	2	2	36	SLV	0.50	2399.17	2.50	11850.60	34717.50	0.30	2395.11	2.50	21685.20	38117.30	4.94
0.61	3.04	ø8/18	2	2	29	SLV	0.50	3721.74	2.50	11850.60	34757.90	0.30	214.23	2.50	21685.20	38161.50	3.18
0.61	3.04	ø8/18	2	2	13	(TG) SLV	0.50	3288.95	2.50	11850.60	33988.10	0.30	7645.16	2.50	21685.20	37316.40	2.84
0.61	3.04	ø8/18	2	2	22	(TG) SLV	0.50	4815.01	2.50	11850.60	33953.30	0.30	3845.63	2.50	21685.20	37278.20	2.46
3.04	3.65	ø8/10	2	2	36	SLV	0.50	2399.17	2.50	21331.10	34569.70	0.30	935.11	2.46	38402.80	38402.80	8.89
3.04	3.65	ø8/10	2	2	29	SLV	0.50	2444.24	2.50	21331.10	34610.00	0.30	214.23	2.46	38428.80	38428.80	8.73
3.04	3.65	ø8/10	2	2	13	(TG) SLV	0.50	3288.95	2.50	21331.10	33988.10	0.30	7645.16	2.44	38024.50	38024.50	4.97
3.04	3.65	ø8/10	2	2	22	(TG) SLV	0.50	4815.01	2.50	21331.10	33953.30	0.30	3845.63	2.43	38001.70	38001.70	4.43

Dettagli costruttivi per la duttilità

- α<sub>e</sub>=0.17931 ω<sub>nd</sub>=0.4239 μΦ<sub>d</sub>=26.0963 v<sub>d</sub>=0.051421 CC=7 E<sub>syrd</sub>=0.0018995 b<sub>c</sub>/b<sub>0</sub>=1.21951 μΦ<sub>c</sub>=31.0644 0.07601 >= 0.05826 [7.4.29]
- α<sub>e</sub>=0.17931 ω<sub>nd</sub>=0.4239 μΦ<sub>d</sub>=25.4682 v<sub>d</sub>=0.051421 CC=7 E<sub>syrd</sub>=0.0018995 b<sub>c</sub>/b<sub>0</sub>=1.42857 μΦ<sub>c</sub>=26.5184 0.07601 >= 0.07161 [7.4.29]

Caratteristiche nodi trave-pilastro

Nodo	Conf.	Staff.	F. Mod.	Br.	As1 <cmq>	As2 <cmq>	Bj <cm>	Hjc <cm>	Hjw <cm>	Ash <cmq>
102N		ø12/8	Y+E	2	6.03	8.04	0.45	0.18	0.39	13.57
			Z+I	2	4.02	4.02	0.30	0.38	0.29	11.31
			Z-I	2	4.02	4.02	0.30	0.38	0.29	11.31

Verifiche nodi trave-pilastro

Nodo	F.	CC	TCC	Vc <daN>	Vjbd <daN>	vd <sub>s</sub>	vd <sub>i</sub>	Vjbr <daN>	Afni <daN/mq>	Rfni <daN/mq>	Vjwd <daN>	VjwR <daN>	
102Y+		1	SLV	0.00	25963.20	0.00	3.61	58030.00	645450.00	302601.00	33618.90	53106.60	
		19	SLV	0.00	25963.20	0.00	3.44	58030.00	645450.00	302601.00	33664.70	53106.60	
		Z+	1	SLV	0.00	34617.60	0.00	3.61	103311.00	548715.00	508684.00	34617.60	44255.50
		Z-	1	SLV	0.00	34617.60	0.00	3.61	103311.00	548715.00	508684.00	34617.60	44255.50

Pilastrata n. 3

Nodi: 3 103

Caratteristiche delle sezioni e dei materiali utilizzati

Sez.	Tipo	B <cm>	H <cm>	Cf <cm>	Cls	Fck <daN/cmq>	Fctk <daN/cmq>	Fcd <daN/cmq>	Fctd <daN/cmq>	Tp	Fyk <daN/cmq>	Fyd <daN/cmq>
3R		30.00	50.00	6.00	C30/37	307.10	20.59	174.02	13.73	B450C	4500.00	3913.04

Stato limite ultimo - Verifiche a flessione/pressoflessione

Xg <m>	CC	TCC	El	Sez.	X <cm>	N <daN>	My <daNm>	My ver. <daNm>	Mz <daNm>	Mz ver. <daNm>	Nu <daN>	MRdy <daNm>	MRdz <daNm>	α <grad>	ε <sub>y</sub>	Sic.
0.00	22	SLV	1	3	0.00	-11415.00	2563.57		-5595.36		-11415.00	3653.78	-8259.11	275.63	7.82	1.467
0.00	22	SLV	1	3	0.00	-11415.00	2563.57		-5595.36		-11415.00	3653.78	-8259.11	275.63	7.82	1.467
3.65	22	SLV	1	3	365.00	-10046.30	-1569.17		6204.70		-10046.30	-1992.53	8205.16	92.81	9.08	1.319

Stato limite d'esercizio - Verifiche tensionali

Xg <m>	CC	TCC	El	Sez.	X <cm>	N <daN>	Mz <daNm>	My <daNm>	AfT <cmq>	AfC <cmq>	σ <sub>c</sub> <daN/cmq>	σ <sub>f</sub> <daN/cmq>
0.00	38	SLE R	1	3	0.00	-13633.40	-2460.63	2452.18	8.29	8.29	79.12	1070.90
0.00	31	SLE R	1	3	0.00	-13726.50	-3809.93	27.76	8.29	8.29	76.45	1396.36
0.00	28	SLE Q	1	3	0.00	-12392.20	-2158.94	-87.63	8.29	8.29	43.63	549.03
0.00	38	SLE R	1	3	0.00	-13633.40	-2460.63	2452.18	8.29	8.29	79.12	1070.90
0.00	31	SLE R	1	3	0.00	-13726.50	-3809.93	27.76	8.29	8.29	76.45	1396.36
0.00	28	SLE Q	1	3	0.00	-12392.20	-2158.94	-87.63	8.29	8.29	43.63	549.03

Relazione di calcolo

3.65	38	SLE R	1	3	365.00	-12264.60	4147.15	-974.37	8.29	8.29	96.56	1812.57
3.65	31	SLE R	1	3	365.00	-12357.70	4608.16	71.17	8.29	8.29	93.19	1931.65
3.65	28	SLE Q	1	3	365.00	-11023.50	3638.68	146.17	8.29	8.29	74.81	1454.92

Stato limite d'esercizio - Verifiche a fessurazione

Xg <m>	CC	TCC	El	Sez.	X <cm>	N <daN>	My <daNm>	Mz <daNm>	c <mm>	s <mm>	K3	s <sub>sm</sub> <mm>	Φ	A <sub>s</sub> <cmq>	A <sub>c eff</sub> <cmq>	σ <sub>s</sub> <daN/cmq>	σ <sub>sr</sub> <daN/cmq>	ε <sub>sm</sub>	Wk <mm>
0.00	28	SLE Q	1	3	0.00	-12392.20	-87.63	-2158.94	49.00	191.01	0.13	242.56	20.00	8.29	882.11	549.03	1090.28	0.11	0.04
0.00	28	SLE Q	1	3	0.00	-12392.20	-87.63	-2158.94	49.00	191.01	0.13	242.56	20.00	8.29	882.11	549.03	1090.28	0.11	0.04
3.65	28	SLE Q	1	3	365.00	-11023.50	146.17	3638.68	49.00	191.01	0.13	242.59	20.00	8.29	882.35	1454.92	1443.12	0.36	0.15

Staffe - Verifiche armatura

X0 <m>	X1 <m>	Staff.	Br <sub>y</sub>	Br <sub>z</sub>	CC	TCC	bw <sub>y</sub> <m>	Vsdu <sub>y</sub> <daN>	ctgθ <sub>y</sub>	VRsd <sub>y</sub> <daN>	VRcd <sub>y</sub> <daN>	bw <sub>z</sub> <m>	Vsdu <sub>z</sub> <daN>	ctgθ <sub>z</sub>	VRsd <sub>z</sub> <daN>	VRcd <sub>z</sub> <daN>	Sic.T
0.00	0.61	ø10/ 6	2	2	36	SLU	0.50	2520.33	1.88	41882.70	41882.70	0.30	2510.99	1.32	53506.40	53506.40	16.62
0.00	0.61	ø10/ 6	2	2	29	SLU	0.50	4222.42	1.89	41896.10	41896.10	0.30	10.02	1.32	53527.50	53527.50	9.92
0.00	0.61	ø10/ 6	2	2	1 (TG)	SLV	0.50	2911.66	1.85	41204.70	41204.70	0.30	7496.70	1.29	52438.20	52438.20	6.99
0.00	0.61	ø10/ 6	2	2	10 (TG)	SLV	0.50	4909.32	1.86	41224.20	41224.20	0.30	3493.61	1.29	52469.00	52469.00	8.40
0.61	3.04	ø8/18	2	2	36	SLU	0.50	2520.33	2.50	11850.60	34847.60	0.30	2145.99	2.50	21685.20	38260.00	4.70
0.61	3.04	ø8/18	2	2	29	SLU	0.50	3903.04	2.50	11850.60	34865.00	0.30	10.02	2.50	21685.20	38279.20	3.04
0.61	3.04	ø8/18	2	2	4 (TG)	SLV	0.50	2807.94	2.50	11850.60	33920.60	0.30	7479.39	2.50	21685.20	37242.30	2.90
0.61	3.04	ø8/18	2	2	1 (TG)	SLV	0.50	2911.66	2.50	11850.60	34010.30	0.30	7496.70	2.50	21685.20	37340.80	2.89
0.61	3.04	ø8/18	2	2	10 (TG)	SLV	0.50	4909.32	2.50	11850.60	34035.30	0.30	3493.61	2.50	21685.20	37368.20	2.41
3.04	3.65	ø8/10	2	2	36	SLU	0.50	2520.33	2.50	21331.10	34699.70	0.30	685.99	2.46	38486.80	38486.80	8.46
3.04	3.65	ø8/10	2	2	29	SLU	0.50	2625.54	2.50	21331.10	34717.10	0.30	10.02	2.47	38498.10	38498.10	8.12
3.04	3.65	ø8/10	2	2	1 (TG)	SLV	0.50	2911.66	2.50	21331.10	34010.30	0.30	7496.70	2.44	38039.00	38039.00	5.07
3.04	3.65	ø8/10	2	2	10 (TG)	SLV	0.50	4909.32	2.50	21331.10	34035.30	0.30	3493.61	2.44	38055.30	38055.30	4.35

Dettagli costruttivi per la duttilità

- α<sub>e</sub>=0.17931 ω<sub>rd</sub>=0.4239 μΦ<sub>d</sub>=26.0963 v<sub>d</sub>=0.052919 CC=19 E<sub>sy,rd</sub>=0.0018995 b<sub>c</sub>/b<sub>o</sub>=1.21951 μΦ<sub>c</sub>=30.1848 0.07601 >= 0.06097 [7.4.29]
- α<sub>e</sub>=0.17931 ω<sub>rd</sub>=0.4239 μΦ<sub>d</sub>=25.4682 v<sub>d</sub>=0.052919 CC=19 E<sub>sy,rd</sub>=0.0018995 b<sub>c</sub>/b<sub>o</sub>=1.42857 μΦ<sub>c</sub>=25.7675 0.07601 >= 0.07472 [7.4.29]

Caratteristiche nodi trave-pilastro

Nodo	Conf.	Staff.	F. Mod.	Br.	As1 <cmq>	As2 <cmq>	Bj <m>	Hjc <m>	Hjw <m>	Ash <cmq>
103N		ø12/ 8	Y+E	2	6.03	8.04	0.45	0.18	0.39	13.57
			Z+I	2	4.02	4.02	0.30	0.38	0.29	11.31
			Z-I	2	4.02	4.02	0.30	0.38	0.29	11.31

Verifiche nodi trave-pilastro

Nodo	F.	CC	TCC	Vc <daN>	Vjbd <daN>	vd <sub>s</sub>	vd <sub>i</sub>	Vjbr <daN>	Afni <daN/mq>	Rfni <daN/mq>	Vjwd <daN>	VjwR <daN>
103Y+	1	SLV	0.00	25963.20	0.00	3.87	58029.90	645453.00	302602.00	33546.40	53106.60	
	7	SLV	0.00	25963.20	0.00	3.68	58029.90	645453.00	302602.00	33598.90	53106.60	
	Z+	1	SLV	0.00	34617.60	0.00	3.87	103311.00	548715.00	508684.00	34617.60	44255.50
	Z-	1	SLV	0.00	34617.60	0.00	3.87	103311.00	548715.00	508684.00	34617.60	44255.50

Pilastrata n. 4

Nodi: 4 104

Caratteristiche delle sezioni e dei materiali utilizzati

Sez.	Tipo	B <cm>	H <cm>	Cf <cm>	Cls	Fck <daN/cmq>	Fctk <daN/cmq>	Fcd <daN/cmq>	Fctd <daN/cmq>	TP	Fyk <daN/cmq>	Fyd <daN/cmq>
3R		30.00	50.00	6.00	C30/37	307.10	20.59	174.02	13.73	B450C	4500.00	3913.04

Stato limite ultimo - Verifiche a flessione/pressoflessione

Xg <m>	CC	TCC	El	Sez.	X <cm>	N <daN>	My <daNm>	My ver. <daNm>	Mz <daNm>	Mz ver. <daNm>	Nu <daN>	MRdy <daNm>	MRdz <daNm>	α <grad>	ε <sub>y</sub>	Sic.
0.00	19	SLV	1	3	0.00	-4612.72	10863.10		994.64		-4612.72	14039.10	1425.25	11.25	11.08	1.294
0.00	19	SLV	1	3	0.00	-4612.72	10863.10		994.64		-4612.72	14039.10	1425.25	11.25	11.08	1.294
3.65	19	SLV	1	3	365.00	-3243.97	-8902.59		839.03		-3243.97	-13781.80	1435.47	168.75	11.32	1.550

Stato limite d'esercizio - Verifiche tensionali

Xg <m>	CC	TCC	El	Sez.	X <cm>	N <daN>	Mz <daNm>	My <daNm>	AfT <cmq>	AfC <cmq>	σ <sub>c</sub> <daN/cmq>	σ <sub>f</sub> <daN/cmq>
0.00	31	SLE R	1	3	0.00	-8222.00	-98.71	4977.77	10.30	6.28	57.99	1315.13
0.00	28	SLE Q	1	3	0.00	-7235.69	-145.17	2034.51	10.30	6.28	25.70	346.35
0.00	31	SLE R	1	3	0.00	-8222.00	-98.71	4977.77	10.30	6.28	57.99	1315.13
0.00	28	SLE Q	1	3	0.00	-7235.69	-145.17	2034.51	10.30	6.28	25.70	346.35
3.65	31	SLE R	1	3	365.00	-6853.25	208.66	-5141.79	10.30	6.28	62.53	1482.96
3.65	28	SLE Q	1	3	365.00	-5866.94	243.15	-3493.01	10.30	6.28	44.99	959.22

Stato limite d'esercizio - Verifiche a fessurazione

Xg <m>	CC	TCC	El	Sez.	X <cm>	N <daN>	My <daNm>	Mz <daNm>	c <mm>	s <mm>	K3	s <sub>sm</sub> <mm>	Φ	A <sub>s</sub> <cmq>	A <sub>c eff</sub> <cmq>	σ <sub>s</sub> <daN/cmq>	σ <sub>sr</sub> <daN/cmq>	ε <sub>sm</sub>	Wk <mm>
--------	----	-----	----	------	--------	---------	-----------	-----------	--------	--------	----	----------------------	---	----------------------	--------------------------	--------------------------	---------------------------	-----------------	---------

Relazione di calcolo

0.00	28	SLE Q	1	3	0.00	-7235.69	2034.51	-145.17	49.00	182.00	0.13	233.54	20.00	8.29	822.21	346.35	1128.38	0.07	0.03
0.00	28	SLE Q	1	3	0.00	-7235.69	2034.51	-145.17	49.00	182.00	0.13	233.54	20.00	8.29	822.21	346.35	1128.38	0.07	0.03
3.65	28	SLE Q	1	3	365.00	-5866.94	-3493.01	243.15	49.00	182.00	0.13	235.94	20.00	10.30	1046.30	959.22	1519.61	0.19	0.07

Staffe - Verifiche armatura

X0	X1	Staff.	Br <sub>y</sub>	Br <sub>z</sub>	CC	TCC	bw <sub>y</sub>	Vsdu <sub>y</sub>	ctgθ <sub>y</sub>	VRsd <sub>y</sub>	VRcd <sub>y</sub>	bw <sub>z</sub>	Vsdu <sub>z</sub>	ctgθ <sub>z</sub>	VRsd <sub>z</sub>	VRcd <sub>z</sub>	Sic.T
<m>	<m>						<m>	<daN>		<daN>	<daN>	<m>	<daN>		<daN>	<daN>	
0.00	0.61	ø10/ 6	2	2	29	SLV	0.50	113.45	1.85	41160.70	41160.70	0.30	4937.07	1.29	52368.70	52368.70	10.61
0.00	0.61	ø10/ 6	2	2	36	SLV	0.50	1151.16	1.85	41050.70	41050.70	0.30	2344.09	1.28	52194.90	52194.90	22.27
0.00	0.61	ø10/ 6	2	2	7 (TG)	SLV	0.50	1013.11	1.84	40880.70	40880.70	0.30	8925.87	1.28	51926.30	51926.30	5.82
0.00	0.61	ø10/ 6	2	2	1 (TG)	SLV	0.50	4622.10	1.84	40844.70	40844.70	0.30	4038.83	1.28	51869.30	51869.30	8.84
0.61	3.04	ø8/18	2	2	29	SLV	0.50	113.45	2.50	11850.60	33917.10	0.30	4617.70	2.50	21685.20	37238.50	4.70
0.61	3.04	ø8/18	2	2	36	SLV	0.50	941.29	2.50	11850.60	33776.80	0.30	2344.09	2.50	21685.20	37084.40	9.25
0.61	3.04	ø8/18	2	2	7 (TG)	SLV	0.50	1013.11	2.50	11850.60	33597.70	0.30	8925.87	2.50	21685.20	36887.70	2.43
0.61	3.04	ø8/18	2	2	19 (TG)	SLV	0.50	1080.42	2.50	11850.60	33637.00	0.30	8926.05	2.50	21685.20	36930.90	2.43
0.61	3.04	ø8/18	2	2	1 (TG)	SLV	0.50	4622.10	2.50	11850.60	33552.00	0.30	4038.83	2.50	21685.20	36837.60	2.56
3.04	3.65	ø8/10	2	2	29	SLV	0.50	113.45	2.50	21331.10	33769.30	0.30	3340.20	2.43	37881.20	37881.20	11.34
3.04	3.65	ø8/10	2	2	25	SLV	0.50	149.69	2.50	21331.10	33682.90	0.30	2344.09	2.42	37824.50	37824.50	16.14
3.04	3.65	ø8/10	2	2	7 (TG)	SLV	0.50	1013.11	2.50	21331.10	33597.70	0.30	8925.87	2.42	37768.40	37768.40	4.23
3.04	3.65	ø8/10	2	2	1 (TG)	SLV	0.50	4622.10	2.50	21331.10	33552.00	0.30	4038.83	2.42	37738.30	37738.30	4.62

Dettagli costruttivi per la duttilità

- α<sub>e</sub>=0.17931 ω<sub>nd</sub>=0.4239 μΦ<sub>d</sub>=25.4682 v<sub>d</sub>=0.038976 CC=19 E<sub>sy,r,d</sub>=0.0018995 b<sub>c</sub>/b<sub>0</sub>=1.21951 μΦ<sub>c</sub>=40.9834 0.07601 >= 0.03398 [7.4.29]
- α<sub>e</sub>=0.17931 ω<sub>nd</sub>=0.4239 μΦ<sub>d</sub>=26.0963 v<sub>d</sub>=0.038976 CC=19 E<sub>sy,r,d</sub>=0.0018995 b<sub>c</sub>/b<sub>0</sub>=1.42857 μΦ<sub>c</sub>=34.9858 0.07601 >= 0.0478 [7.4.29]

Caratteristiche nodi trave-pilastro

Nodo	Conf.	Staff.	F.	Mod.	Br.	As1	As2	Bj	Hjc	Hjw	Ash
						<cmq>	<cmq>	<m>	<m>	<m>	<cmq>
104N		ø12/ 8	Y+E		2	4.02	4.02	0.45	0.18	0.29	11.31
			Z-E		2	6.03	6.03	0.30	0.38	0.39	13.57

Verifiche nodi trave-pilastro

Nodo	F.	CC	TCC	Vc	Vjbd	Vds	vd <sub>i</sub>	VjbR	Afni	Rfni	Vjwd	VjwR
				<daN>	<daN>			<daN>	<daN/mq>	<daN/mq>	<daN>	<daN>
104Y+	1	SLV	0.00	17308.80	0.00	1.26	58029.70	210597.00	339123.00	---	---	---
Z-	1	SLV	0.00	25963.20	0.00	1.26	82648.60	248589.00	453904.00	---	---	---

Pilastrata n. 5

Nodi: 5 105

Caratteristiche delle sezioni e dei materiali utilizzati

Sez.	Tipo	B	H	Cf	Cls	Fck	Fctk	Fcd	Fctd	Tp	Fyk	Fyd
		<cm>	<cm>	<cm>		<daN/cmq>	<daN/cmq>	<daN/cmq>	<daN/cmq>		<daN/cmq>	<daN/cmq>
3R		30.00	50.00	6.00	C30/37	307.10	20.59	174.02	13.73	B450C	4500.00	3913.04

Stato limite ultimo - Verifiche a flessione/pressoflessione

Xg	CC	TCC	El	Sez.	X	N	My	My ver.	Mz	Mz ver.	Nu	MRdy	MRdz	α	ε <sub>y</sub>	Sic.
<m>					<cm>	<daN>	<daNm>	<daNm>	<daNm>	<daNm>	<daN>	<daNm>	<daNm>	<grad>		
0.00	19	SLV	1	3	0.00	-4031.88	-10470.90		-1056.98		-4031.88	-13929.30	-1429.35	191.25	11.18	1.331
0.00	19	SLV	1	3	0.00	-4031.88	-10470.90		-1056.98		-4031.88	-13929.30	-1429.35	191.25	11.18	1.331
3.65	19	SLV	1	3	365.00	-2663.13	8526.58		-792.22		-2663.13	13672.10	-1440.33	348.75	11.43	1.605

Stato limite d'esercizio - Verifiche tensionali

Xg	CC	TCC	El	Sez.	X	N	Mz	My	AfT	AfC	σ <sub>c</sub>	σ <sub>t</sub>
<m>					<cm>	<daN>	<daNm>	<daNm>	<cmq>	<cmq>	<daN/cmq>	<daN/cmq>
0.00	38	SLE R	1	3	0.00	-7553.30	1248.81	-2113.44	11.44	5.15	50.98	723.78
0.00	28	SLE Q	1	3	0.00	-6739.67	102.54	-1907.98	10.30	6.28	23.41	319.96
0.00	38	SLE R	1	3	0.00	-7553.30	1248.81	-2113.44	11.44	5.15	50.98	723.78
0.00	28	SLE Q	1	3	0.00	-6739.67	102.54	-1907.98	10.30	6.28	23.41	319.96
3.65	38	SLE R	1	3	365.00	-6184.55	-699.87	3628.52	10.30	6.28	57.59	1112.97
3.65	28	SLE Q	1	3	365.00	-5370.92	-174.34	3275.78	10.30	6.28	40.88	894.13

Stato limite d'esercizio - Verifiche a fessurazione

Xg	CC	TCC	El	Sez.	X	N	My	Mz	c	s	K3	s <sub>sm</sub>	Φ	A <sub>s</sub>	A <sub>c off</sub>	σ <sub>i</sub>	σ <sub>sr</sub>	ε <sub>sm</sub>	Wk
<m>					<cm>	<daN>	<daNm>	<daNm>	<mm>	<mm>		<mm>		<cmq>	<cmq>	<daN/cmq>	<daN/cmq>		<mm>
0.00	28	SLE Q	1	3	0.00	-6739.67	-1907.98	102.54	49.00	182.00	0.13	233.54	20.00	8.29	822.22	319.96	1151.37	0.06	0.02
0.00	28	SLE Q	1	3	0.00	-6739.67	-1907.98	102.54	49.00	182.00	0.13	233.54	20.00	8.29	822.22	319.96	1151.37	0.06	0.02
3.65	28	SLE Q	1	3	365.00	-5370.92	3275.78	-174.34	49.00	182.00	0.13	235.94	20.00	10.30	1046.30	894.14	1549.65	0.17	0.07

Staffe - Verifiche armatura

X0	X1	Staff.	Br <sub>y</sub>	Br <sub>z</sub>	CC	TCC	bw <sub>y</sub>	Vsdu <sub>y</sub>	ctgθ <sub>y</sub>	VRsd <sub>y</sub>	VRcd <sub>y</sub>	bw <sub>z</sub>	Vsdu <sub>z</sub>	ctgθ <sub>z</sub>	VRsd <sub>z</sub>	VRcd <sub>z</sub>	Sic.T
<m>	<m>						<m>	<daN>		<daN>	<daN>	<m>	<daN>		<daN>	<daN>	
0.00	0.61	ø10/ 6	2	2	25	SLV	0.50	107.58	1.85	41017.00	41017.00	0.30	2190.25	1.28	52141.60	52141.60	23.81
0.00	0.61	ø10/ 6	2	2	36	SLV	0.50	1421.24	1.85	41068.20	41068.20	0.30	2190.25	1.28	52222.60	52222.60	23.84

Relazione di calcolo

0.00	0.61	ø10/ 6	2	2	7(TG)	SLV	0.50	1015.03	1.84	40840.30	40840.30	0.30	8880.53	1.28	51862.30	51862.30	5.84
0.00	0.61	ø10/ 6	2	2	1(TG)	SLV	0.50	4664.43	1.84	40832.30	40832.30	0.30	3617.14	1.28	51849.60	51849.60	8.75
0.61	3.04	ø8/18	2	2	25	SLU	0.50	107.58	2.50	11850.60	33733.80	0.30	2190.25	2.50	21685.20	37037.20	9.90
0.61	3.04	ø8/18	2	2	36	SLU	0.50	1211.36	2.50	11850.60	33733.80	0.30	2190.25	2.50	21685.20	37108.90	9.78
0.61	3.04	ø8/18	2	2	7(TG)	SLV	0.50	1015.03	2.50	11850.60	33546.40	0.30	8880.53	2.50	21685.20	36831.50	2.44
0.61	3.04	ø8/18	2	2	1(TG)	SLV	0.50	4664.43	2.50	11850.60	33536.20	0.30	3617.14	2.50	21685.20	36820.20	2.54
3.04	3.65	ø8/10	2	2	25	SLU	0.50	107.58	2.50	21331.10	33586.00	0.30	2190.25	2.42	37760.70	37760.70	17.24
3.04	3.65	ø8/10	2	2	36	SLU	0.50	371.86	2.50	21331.10	33651.30	0.30	2190.25	2.42	37803.60	37803.60	17.26
3.04	3.65	ø8/10	2	2	7(TG)	SLV	0.50	1015.03	2.50	21331.10	33546.40	0.30	8880.53	2.42	37734.60	37734.60	4.25
3.04	3.65	ø8/10	2	2	1(TG)	SLV	0.50	4664.43	2.50	21331.10	33536.20	0.30	3617.14	2.42	37727.90	37727.90	4.57

Dettagli costruttivi per la duttilità

- $\alpha_e=0.17931$   $\omega_{rd}=0.4239$   $\mu\Phi_d=25.4682$   $v_d=0.037209$   $CC=19$   $E_{s,y,d}=0.0018995$   $b_c/b_0=1.21951$   $\mu\Phi_c=42.9288$   
0.07601 >= 0.03086 [7.4.29]
- $\alpha_e=0.17931$   $\omega_{rd}=0.4239$   $\mu\Phi_d=26.0963$   $v_d=0.037209$   $CC=19$   $E_{s,y,d}=0.0018995$   $b_c/b_0=1.42857$   $\mu\Phi_c=36.6465$   
0.07601 >= 0.04405 [7.4.29]

Caratteristiche nodi trave-pilastro

Nodo	Conf.	Staff.	F. Mod.	Br.	As1	As2	Bj	Hjc	Hjw	Ash
					<cmq>	<cmq>	<m>	<m>	<m>	<cmq>
105N		ø12/ 8	Z+E	2	6.03	6.03	0.30	0.38	0.39	13.57
			Y-E	2	4.02	4.02	0.45	0.18	0.29	11.31

Verifiche nodi trave-pilastro

Nodo	F. CC	TCC	Vc	Vjbd	vd <sub>s</sub>	vd <sub>i</sub>	Vjbr	Afni	Rfni	Vjwd	Vjwr
			<daN>	<daN>			<daN>	<daN/mq>	<daN/mq>	<daN>	<daN>
105Z+	1	SLV	0.00	25963.20	0.00	0.95	82648.80	248587.00	453902.00	---	---
	Y-	1	SLV	0.00	17308.80	0.00	58030.10	210593.00	339122.00	---	---

Pilastrata n. 6

Nodi: 6 106

Caratteristiche delle sezioni e dei materiali utilizzati

Sez.	Tipo	B	H	Cf	Cls	Fck	Fctk	Fcd	Fctd	TP	Fyk	Fyd
		<cm>	<cm>	<cm>		<daN/cmq>	<daN/cmq>	<daN/cmq>	<daN/cmq>		<daN/cmq>	<daN/cmq>
3R		30.00	50.00	6.00	C30/37	307.10	20.59	174.02	13.73	B450C	4500.00	3913.04

Stato limite ultimo - Verifiche a flessione/pressoflessione

Xg	CC	TCC	El	Sez.	X	N	My	My ver.	Mz	Mz ver.	Nu	MRdy	MRdz	α	ε <sub>y</sub>	Sic.
<m>					<cm>	<daN>	<daNm>	<daNm>	<daNm>	<daNm>	<daN>	<daNm>	<daNm>	<grad>		
0.00	19	SLV	1	3	0.00	-10551.30	-2700.71		5467.52		-10551.30	-4020.19	8145.23	96.33	7.66	1.490
0.00	19	SLV	1	3	0.00	-10551.30	-2700.71		5467.52		-10551.30	-4020.19	8145.23	96.33	7.66	1.490
3.65	19	SLV	1	3	365.00	-9182.57	-1518.86		-6012.11		-9182.57	-2001.02	-8122.14	267.19	9.17	1.349

Stato limite d'esercizio - Verifiche tensionali

Xg	CC	TCC	El	Sez.	X	N	Mz	My	AfT	AfC	σ <sub>c</sub>	σ <sub>f</sub>
<m>					<cm>	<daN>	<daNm>	<daNm>	<cmq>	<cmq>	<daN/cmq>	<daN/cmq>
0.00	38	SLE R	1	3	0.00	-12899.50	2343.17	2692.57	11.44	5.15	79.99	1104.67
0.00	28	SLE Q	1	3	0.00	-11886.70	2057.70	125.50	8.29	8.29	42.08	525.54
0.00	38	SLE R	1	3	0.00	-12899.50	2343.17	2692.57	11.44	5.15	79.99	1104.67
0.00	28	SLE Q	1	3	0.00	-11886.70	2057.70	125.50	8.29	8.29	42.08	525.54
3.65	38	SLE R	1	3	365.00	-11530.70	-3949.18	-1387.10	8.29	8.29	98.33	1817.21
3.65	28	SLE Q	1	3	365.00	-10518.00	-3468.04	-219.74	8.29	8.29	72.43	1399.25

Stato limite d'esercizio - Verifiche a fessurazione

Xg	CC	TCC	El	Sez.	X	N	My	Mz	c	s	K3	s <sub>mm</sub>	φ	A <sub>s</sub>	A <sub>c eff</sub>	σ <sub>s</sub>	σ <sub>sr</sub>	ε <sub>sm</sub>	Wk
<m>					<cm>	<daN>	<daNm>	<daNm>	<mm>	<mm>		<mm>		<cmq>	<cmq>	<daN/cmq>	<daN/cmq>		<mm>
0.00	28	SLE Q	1	3	0.00	-11886.70	125.50	2057.70	49.00	191.01	0.13	242.59	20.00	8.29	882.35	525.54	1080.19	0.10	0.04
0.00	28	SLE Q	1	3	0.00	-11886.70	125.50	2057.70	49.00	191.01	0.13	242.59	20.00	8.29	882.35	525.54	1080.19	0.10	0.04
3.65	28	SLE Q	1	3	365.00	-10518.00	-219.74	-3468.04	49.00	191.01	0.13	242.56	20.00	8.29	882.11	1399.25	1434.17	0.32	0.13

Staffe - Verifiche armatura

X0	X1	Staff.	Br <sub>y</sub>	Br <sub>z</sub>	CC	TCC	bw <sub>y</sub>	Vsdu <sub>y</sub>	ctgθ <sub>y</sub>	VRsd <sub>y</sub>	VRcd <sub>y</sub>	bw <sub>z</sub>	Vsdu <sub>z</sub>	ctgθ <sub>z</sub>	VRsd <sub>z</sub>	VRcd <sub>z</sub>	Sic.T
<m>	<m>						<m>	<daN>		<daN>	<daN>	<m>	<daN>		<daN>	<daN>	
0.00	0.61	ø10/ 6	2	2	36	SLU	0.50	2399.17	1.88	41782.50	41782.50	0.30	2760.11	1.31	53348.90	53348.90	17.42
0.00	0.61	ø10/ 6	2	2	1(TG)	SLV	0.50	3288.95	1.85	41187.30	41187.30	0.30	7645.16	1.29	52410.80	52410.80	6.86
0.00	0.61	ø10/ 6	2	2	10(TG)	SLV	0.50	4815.01	1.85	41160.10	41160.10	0.30	3845.63	1.29	52367.80	52367.80	8.55
0.61	3.04	ø8/18	2	2	36	SLU	0.50	2399.17	2.50	11850.60	34717.50	0.30	2395.11	2.50	21685.20	38117.30	4.94
0.61	3.04	ø8/18	2	2	25	SLU	0.50	2399.17	2.50	11850.60	34738.80	0.30	133.97	2.50	21685.20	38140.60	4.94
0.61	3.04	ø8/18	2	2	1(TG)	SLV	0.50	3288.95	2.50	11850.60	33988.20	0.30	7645.16	2.50	21685.20	37316.40	2.84
0.61	3.04	ø8/18	2	2	10(TG)	SLV	0.50	4815.01	2.50	11850.60	33953.40	0.30	3845.63	2.50	21685.20	37278.20	2.46
3.04	3.65	ø8/10	2	2	36	SLU	0.50	2399.17	2.50	21331.10	34569.70	0.30	935.11	2.46	38402.80	38402.80	8.89
3.04	3.65	ø8/10	2	2	29	SLU	0.50	2673.48	2.50	21331.10	34571.80	0.30	53.72	2.46	38404.10	38404.10	7.98
3.04	3.65	ø8/10	2	2	1(TG)	SLV	0.50	3288.95	2.50	21331.10	33988.20	0.30	7645.16	2.44	38024.50	38024.50	4.97
3.04	3.65	ø8/10	2	2	10(TG)	SLV	0.50	4815.01	2.50	21331.10	33953.40	0.30	3845.63	2.43	38001.80	38001.80	4.43

Dettagli costruttivi per la duttilità

Relazione di calcolo

-  $\alpha_e=0.17931$   $\omega_{nd}=0.4239$   $\mu\Phi_d=26.0963$   $v_d=0.051421$   $CC=19$   $E_{syr,d}=0.0018995$   $b_c/b_0=1.21951$   $\mu\Phi_c=31.0644$   
 0.07601 >= 0.05826 [7.4.29]  
 -  $\alpha_e=0.17931$   $\omega_{nd}=0.4239$   $\mu\Phi_d=25.4682$   $v_d=0.051421$   $CC=19$   $E_{syr,d}=0.0018995$   $b_c/b_0=1.42857$   $\mu\Phi_c=26.5184$   
 0.07601 >= 0.07161 [7.4.29]

Caratteristiche nodi trave-pilastro

Nodo	Conf.	Staff.	F.	Mod.	Br.	As1	As2	Bj	Hjc	Hjw	Ash
						<cmq>	<cmq>	<m>	<m>	<m>	<cmq>
106N		ø12/ 8	Z+	I	2	4.02	4.02	0.30	0.38	0.29	11.31
			Y-	E	2	6.03	8.04	0.45	0.18	0.39	13.57
			Z-	I	2	4.02	4.02	0.30	0.38	0.29	11.31

Verifiche nodi trave-pilastro

Nodo	F.	CC	TCC	Vc	Vjbd	vd <sub>s</sub>	vd <sub>i</sub>	Vjbr	Afni	Rfni	Vjwd	VjwR
				<daN>	<daN>			<daN>	<daN/mq>	<daN/mq>	<daN>	<daN>
106Z+	1	SLV		0.00	34617.60	0.00	3.53	103311.00	548714.00	508683.00	34617.60	44255.50
	Y-	1	SLV	0.00	25963.20	0.00	3.53	58030.10	645448.00	302601.00	33640.20	53106.60
		7	SLV	0.00	25963.20	0.00	3.44	58030.10	645448.00	302601.00	33664.70	53106.60
	Z-	1	SLV	0.00	34617.60	0.00	3.53	103311.00	548714.00	508683.00	34617.60	44255.50

Pilastrata n. 7

Nodi: 7 107

Caratteristiche delle sezioni e dei materiali utilizzati

Sez.	Tipo	B	H	Cf	Cls	Fck	Fctk	Fcd	Fctd	TP	Fyk	Fyd
		<cm>	<cm>	<cm>		<daN/cmq>	<daN/cmq>	<daN/cmq>	<daN/cmq>		<daN/cmq>	<daN/cmq>
3R		30.00	50.00	6.00	C30/37	307.10	20.59	174.02	13.73	B450C	4500.00	3913.04

Stato limite ultimo - Verifiche a flessione/pressoflessione

Xg	CC	TCC	El	Sez.	X	N	My	My ver.	Mz	Mz ver.	Nu	MRdy	MRdz	α	ε <sub>y</sub>	Sic.
<m>					<cm>	<daN>	<daNm>	<daNm>	<daNm>	<daNm>	<daN>	<daNm>	<daNm>	<grad>		
0.00	10	SLV	1	3	0.00	-11415.00	2563.57		5595.36		-11415.00	3653.78	8259.11	84.38	7.82	1.467
0.00	10	SLV	1	3	0.00	-11415.00	2563.57		5595.36		-11415.00	3653.78	8259.11	84.38	7.82	1.467
3.65	10	SLV	1	3	365.00	-10046.30	-1569.17		-6204.70		-10046.30	-1992.53	-8205.16	267.19	9.08	1.319

Stato limite d'esercizio - Verifiche tensionali

Xg	CC	TCC	El	Sez.	X	N	Mz	My	AfT	AfC	σ <sub>c</sub>	σ <sub>f</sub>
<m>					<cm>	<daN>	<daNm>	<daNm>	<cmq>	<cmq>	<daN/cmq>	<daN/cmq>
0.00	38	SLE R	1	3	0.00	-13633.40	2460.63	2452.18	8.29	8.29	79.12	1070.90
0.00	28	SLE Q	1	3	0.00	-12392.20	2158.94	-87.63	8.29	8.29	43.63	549.03
0.00	38	SLE R	1	3	0.00	-13633.40	2460.63	2452.18	8.29	8.29	79.12	1070.90
0.00	28	SLE Q	1	3	0.00	-12392.20	2158.94	-87.63	8.29	8.29	43.63	549.03
3.65	38	SLE R	1	3	365.00	-12264.60	-4147.15	-974.37	8.29	8.29	96.56	1812.57
3.65	28	SLE Q	1	3	365.00	-11023.50	-3638.68	146.17	8.29	8.29	74.81	1454.92

Stato limite d'esercizio - Verifiche a fessurazione

Xg	CC	TCC	El	Sez.	X	N	My	Mz	c	s	K3	s <sub>sm</sub>	φ	A <sub>s</sub>	A <sub>s,eff</sub>	σ <sub>s</sub>	σ <sub>ss</sub>	ε <sub>sm</sub>	Wk
<m>					<cm>	<daN>	<daNm>	<daNm>	<mm>	<mm>		<mm>		<cmq>	<cmq>	<daN/cmq>	<daN/cmq>		<mm>
0.00	28	SLE Q	1	3	0.00	-12392.20	-87.63	2158.94	49.00	191.01	0.13	242.59	20.00	8.29	882.35	549.03	1090.28	0.11	0.04
0.00	28	SLE Q	1	3	0.00	-12392.20	-87.63	2158.94	49.00	191.01	0.13	242.59	20.00	8.29	882.35	549.03	1090.28	0.11	0.04
3.65	28	SLE Q	1	3	365.00	-11023.50	146.17	-3638.68	49.00	191.01	0.13	242.56	20.00	8.29	882.11	1454.92	1443.12	0.36	0.15

Staffe - Verifiche armatura

X0	X1	Staff.	Br <sub>y</sub>	Br <sub>z</sub>	CC	TCC	bw <sub>y</sub>	Vsdu <sub>y</sub>	ctgθ <sub>y</sub>	VRsd <sub>y</sub>	VRcd <sub>y</sub>	bw <sub>z</sub>	Vsdu <sub>z</sub>	ctgθ <sub>z</sub>	VRsd <sub>z</sub>	VRcd <sub>z</sub>	Sic.T
<m>	<m>						<m>	<daN>		<daN>	<daN>	<m>	<daN>		<daN>	<daN>	
0.00	0.61	ø10/ 6	2	2	36	SLU	0.50	2520.33	1.88	41882.70	41882.70	0.30	2510.99	1.32	53506.40	53506.40	16.62
0.00	0.61	ø10/ 6	2	2	25	SLU	0.50	2520.33	1.88	41875.00	41875.00	0.30	91.87	1.32	53494.40	53494.40	16.61
0.00	0.61	ø10/ 6	2	2	13(TG)	SLV	0.50	2911.66	1.85	41204.70	41204.70	0.30	7496.70	1.29	52438.20	52438.20	6.99
0.00	0.61	ø10/ 6	2	2	22(TG)	SLV	0.50	4909.32	1.86	41224.20	41224.20	0.30	3493.61	1.29	52469.00	52469.00	8.40
0.61	3.04	ø8/18	2	2	36	SLU	0.50	2520.33	2.50	11850.60	34847.60	0.30	2145.99	2.50	21685.20	38260.00	4.70
0.61	3.04	ø8/18	2	2	25	SLU	0.50	2520.33	2.50	11850.60	34837.60	0.30	91.87	2.50	21685.20	38249.10	4.70
0.61	3.04	ø8/18	2	2	16(TG)	SLV	0.50	2807.94	2.50	11850.60	33920.60	0.30	7479.39	2.50	21685.20	37242.30	2.90
0.61	3.04	ø8/18	2	2	13(TG)	SLV	0.50	2911.66	2.50	11850.60	34010.30	0.30	7496.70	2.50	21685.20	37340.80	2.89
0.61	3.04	ø8/18	2	2	22(TG)	SLV	0.50	4909.32	2.50	11850.60	34035.30	0.30	3493.61	2.50	21685.20	37368.20	2.41
3.04	3.65	ø8/10	2	2	36	SLU	0.50	2520.33	2.50	21331.10	34699.70	0.30	685.99	2.46	38486.80	38486.80	8.46
3.04	3.65	ø8/10	2	2	29	SLU	0.50	2734.50	2.50	21331.10	34662.40	0.30	173.71	2.46	38462.70	38462.70	7.80
3.04	3.65	ø8/10	2	2	13(TG)	SLV	0.50	2911.66	2.50	21331.10	34010.30	0.30	7496.70	2.44	38039.00	38039.00	5.07
3.04	3.65	ø8/10	2	2	22(TG)	SLV	0.50	4909.32	2.50	21331.10	34035.30	0.30	3493.61	2.44	38055.30	38055.30	4.35

Dettagli costruttivi per la duttilità

-  $\alpha_e=0.17931$   $\omega_{nd}=0.4239$   $\mu\Phi_d=26.0963$   $v_d=0.052919$   $CC=7$   $E_{syr,d}=0.0018995$   $b_c/b_0=1.21951$   $\mu\Phi_c=30.1848$   
 0.07601 >= 0.06097 [7.4.29]  
 -  $\alpha_e=0.17931$   $\omega_{nd}=0.4239$   $\mu\Phi_d=25.4682$   $v_d=0.052919$   $CC=7$   $E_{syr,d}=0.0018995$   $b_c/b_0=1.42857$   $\mu\Phi_c=25.7675$   
 0.07601 >= 0.07472 [7.4.29]

Caratteristiche nodi trave-pilastro

Nodo	Conf.	Staff.	F.	Mod.	Br.	As1	As2	Bj	Hjc	Hjw	Ash
------	-------	--------	----	------	-----	-----	-----	----	-----	-----	-----

Relazione di calcolo

					<cmq>	<cmq>	<m>	<m>	<m>	<cmq>
107N	ø12/ 8	Z+I	2		4.02	4.02	0.30	0.38	0.29	11.31
		Y-E	2		6.03	8.04	0.45	0.18	0.39	13.57
		Z-I	2		4.02	4.02	0.30	0.38	0.29	11.31

Verifiche nodi trave-pilastro

Nodo	F.	CC	TCC	Vc <daN>	Vjbd <daN>	vd <sub>s</sub>	vd <sub>i</sub>	VjBR <daN>	Afni <daN/mq>	Rfni <daN/mq>	Vjwd <daN>	VjwR <daN>
107Z+	1	SLV		0.00	34617.60	0.00	3.93	103311.00	548714.00	508683.00	34617.60	44255.50
	Y-	1	SLV	0.00	25963.20	0.00	3.93	58030.00	645451.00	302602.00	33530.50	53106.60
		19	SLV	0.00	25963.20	0.00	3.68	58030.00	645451.00	302602.00	33598.90	53106.60
	Z-	1	SLV	0.00	34617.60	0.00	3.93	103311.00	548714.00	508683.00	34617.60	44255.50

Pilastrata n. 8

Nodi: 8 108

Caratteristiche delle sezioni e dei materiali utilizzati

Sez.	Tipo	B <cm>	H <cm>	Cf <cm>	Cls	Fck <daN/cm²>	Fctk <daN/cm²>	Fcd <daN/cm²>	Fctd <daN/cm²>	TP	Fyk <daN/cm²>	Fyd <daN/cm²>
3R		30.00	50.00	6.00	C30/37	307.10	20.59	174.02	13.73	B450C	4500.00	3913.04

Stato limite ultimo - Verifiche a flessione/pressoflessione

Xg <m>	CC	TCC	El	Sez.	X <cm>	N <daN>	My <daNm>	My ver. <daNm>	Mz <daNm>	Mz ver. <daNm>	Nu <daN>	MRdy <daNm>	MRdz <daNm>	α <grad>	ε <sub>y</sub>	Sic.
0.00	7	SLV	1	3	0.00	-4612.72	-10863.10		994.64		-4612.72	-14039.10	1425.25	168.75	11.08	1.294
0.00	7	SLV	1	3	0.00	-4612.72	-10863.10		994.64		-4612.72	-14039.10	1425.25	168.75	11.08	1.294
3.65	7	SLV	1	3	365.00	-3243.97	8902.59		839.03		-3243.97	13781.80	1435.47	11.25	11.32	1.550

Stato limite d'esercizio - Verifiche tensionali

Xg <m>	CC	TCC	El	Sez.	X <cm>	N <daN>	Mz <daNm>	My <daNm>	AfT <cmq>	AfC <cmq>	σ <sub>c</sub> <daN/cm²>	σ <sub>f</sub> <daN/cm²>
0.00	38	SLE R	1	3	0.00	-7471.29	984.08	-2260.46	8.29	8.29	46.79	660.26
0.00	28	SLE Q	1	3	0.00	-7235.69	-145.17	-2034.51	10.30	6.28	25.70	346.35
0.00	38	SLE R	1	3	0.00	-7471.29	984.08	-2260.46	8.29	8.29	46.79	660.26
0.00	28	SLE Q	1	3	0.00	-7235.69	-145.17	-2034.51	10.30	6.28	25.70	346.35
3.65	38	SLE R	1	3	365.00	-6102.54	-253.69	3880.94	10.30	6.28	49.61	1086.77
3.65	28	SLE Q	1	3	365.00	-5866.94	243.15	3493.01	10.30	6.28	44.99	959.22

Stato limite d'esercizio - Verifiche a fessurazione

Xg <m>	CC	TCC	El	Sez.	X <cm>	N <daN>	My <daNm>	Mz <daNm>	c <mm>	s <mm>	K3	s <sub>sm</sub> <mm>	φ	A <sub>s</sub> <cmq>	A <sub>c eff</sub> <cmq>	σ <sub>s</sub> <daN/cm²>	σ <sub>sr</sub> <daN/cm²>	ε <sub>sm</sub>	Wk <mm>
0.00	28	SLE Q	1	3	0.00	-7235.69	-2034.51	-145.17	49.00	182.00	0.13	233.54	20.00	8.29	822.21	346.35	1128.38	0.07	0.03
0.00	28	SLE Q	1	3	0.00	-7235.69	-2034.51	-145.17	49.00	182.00	0.13	233.54	20.00	8.29	822.21	346.35	1128.38	0.07	0.03
3.65	28	SLE Q	1	3	365.00	-5866.94	3493.01	243.15	49.00	182.00	0.13	235.94	20.00	10.30	1046.30	959.22	1519.61	0.19	0.07

Staffe - Verifiche armatura

X0 <m>	X1 <m>	Staff.	Br <sub>y</sub>	Br <sub>z</sub>	CC	TCC	bw <sub>y</sub> <m>	Vsdu <sub>y</sub> <daN>	ctgθ <sub>y</sub>	VRsd <sub>y</sub> <daN>	VRcd <sub>y</sub> <daN>	bw <sub>z</sub> <m>	Vsdu <sub>z</sub> <daN>	ctgθ <sub>z</sub>	VRsd <sub>z</sub> <daN>	VRcd <sub>z</sub> <daN>	Sic. T
0.00	0.61	ø10/ 6	2	2	36	SLU	0.50	1151.16	1.85	41050.70	41050.70	0.30	2344.09	1.28	52194.90	52194.90	22.27
0.00	0.61	ø10/ 6	2	2	19 (TG)	SLV	0.50	1013.11	1.84	40880.70	40880.70	0.30	8925.87	1.28	51926.30	51926.30	5.82
0.00	0.61	ø10/ 6	2	2	13 (TG)	SLV	0.50	4622.10	1.84	40844.70	40844.70	0.30	4038.83	1.28	51869.30	51869.30	8.84
0.61	3.04	ø8/18	2	2	36	SLU	0.50	941.29	2.50	11850.60	33776.80	0.30	2344.09	2.50	21685.20	37084.40	9.25
0.61	3.04	ø8/18	2	2	25	SLU	0.50	149.69	2.50	11850.60	33830.80	0.30	2344.09	2.50	21685.20	37143.70	9.25
0.61	3.04	ø8/18	2	2	19 (TG)	SLV	0.50	1013.11	2.50	11850.60	33597.70	0.30	8925.87	2.50	21685.20	36887.70	2.43
0.61	3.04	ø8/18	2	2	7 (TG)	SLV	0.50	1080.42	2.50	11850.60	33637.00	0.30	8926.05	2.50	21685.20	36930.90	2.43
0.61	3.04	ø8/18	2	2	13 (TG)	SLV	0.50	4622.10	2.50	11850.60	33552.00	0.30	4038.83	2.50	21685.20	36837.60	2.56
3.04	3.65	ø8/10	2	2	36	SLU	0.50	108.09	2.50	21331.10	33628.90	0.30	2344.09	2.42	37788.90	37788.90	16.12
3.04	3.65	ø8/10	2	2	29	SLU	0.50	185.92	2.50	21331.10	33596.60	0.30	1667.35	2.42	37767.70	37767.70	22.65
3.04	3.65	ø8/10	2	2	19 (TG)	SLV	0.50	1013.11	2.50	21331.10	33597.70	0.30	8925.87	2.42	37768.40	37768.40	4.23
3.04	3.65	ø8/10	2	2	13 (TG)	SLV	0.50	4622.10	2.50	21331.10	33552.00	0.30	4038.83	2.42	37738.30	37738.30	4.62

Dettagli costruttivi per la duttilità

- α<sub>e</sub>=0.17931 ω<sub>rd</sub>=0.4239 μΦ<sub>d</sub>=25.4682 v<sub>d</sub>=0.038976 CC=7 E<sub>sy, d</sub>=0.0018995 b<sub>c</sub>/b<sub>0</sub>=1.21951 μΦ<sub>c</sub>=40.9834  
0.07601 >= 0.03398 [7.4.29]
- α<sub>e</sub>=0.17931 ω<sub>rd</sub>=0.4239 μΦ<sub>d</sub>=26.0963 v<sub>d</sub>=0.038976 CC=7 E<sub>sy, d</sub>=0.0018995 b<sub>c</sub>/b<sub>0</sub>=1.42857 μΦ<sub>c</sub>=34.9858  
0.07601 >= 0.0478 [7.4.29]

Caratteristiche nodi trave-pilastro

Nodo	Conf.	Staff.	F.	Mod.	Br.	As1 <cmq>	As2 <cmq>	Bj <m>	Hjc <m>	Hjw <m>	Ash <cmq>
108N		ø12/ 8	Y+E		2	4.02	4.02	0.45	0.18	0.29	11.31
			Z+E		2	6.03	6.03	0.30	0.38	0.39	13.57

Verifiche nodi trave-pilastro

Nodo	F.	CC	TCC	Vc <daN>	Vjbd <daN>	vd <sub>s</sub>	vd <sub>i</sub>	VjBR <daN>	Afni <daN/mq>	Rfni <daN/mq>	Vjwd <daN>	VjwR <daN>

Relazione di calcolo

---

108	Y+	1SLV	0.00	17308.80	0.00	1.38	58029.70	210597.00	339123.00	---	---
	Z+	1SLV	0.00	25963.20	0.00	1.38	82648.60	248589.00	453904.00	---	---