

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



## U.O. INFRASTRUTTURE SUD

### PROGETTO DEFINITIVO

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

FABBRICATI

FA04 - Pontecagnano locale consegne - Generale

Relazione di calcolo strutture di elevazione

SCALA:

-

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

NN1X    10    D    78    CL    FA0400    002    C

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

ITALFERR S.p.A.  
Gruppo Ferrovie dello Stato  
Direzione Generale  
UO Infrastrutture Sud  
Prof. Ing. Dario Tiberti  
Ordine degli Ingegneri Prov. di Napoli n. 10876

NN1X.1.0.D.78.CL.FA.04.0.0.002.C

n. Elab.:

## INDICE

1	PREMESSA .....	3
2	SCOPO DEL DOCUMENTO .....	3
3	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO.....	5
3.1	DOCUMENTI REFERENZIATI .....	5
3.2	DOCUMENTI CORRELATI .....	5
4	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI .....	6
4.1	CEMENTO ARMATO.....	6
4.1.1	CALCESTRUZZO .....	6
4.1.2	ACCIAIO D'ARMATURA IN BARRE TONDE AD ADERENZA MIGLIORATA.....	7
4.1.3	COPRIFERRO .....	8
5	TERRENO DI FONDAZIONE .....	9
6	ANALISI DEI CARICHI .....	9
6.1	PESO PROPRIO STRUTTURE .....	10
6.1.1	SOLAIO DI COPERTURA .....	10
6.1.2	STRUTTURA PRINCIPALE IN C.A. ....	10
6.2	CARICHI PERMANENTI NON STRUTTURALI .....	11
6.3	SOVRACCARICO ACCIDENTALE .....	11
6.4	AZIONE DELLA NEVE .....	12
6.5	AZIONE DEL VENTO .....	13
6.6	VARIAZIONI TERMICHE.....	17
6.7	EFFETTI AERODINAMICI ASSOCIATI AL PASSAGGIO DEI CONVOGLI .....	18
6.8	AZIONE SISMICA.....	19
7	MODELLO STRUTTURALE E COMBINAZIONI DI CARICO .....	28
7.1	CONSIDERAZIONI GENERALI SUL MODELLO DI CALCOLO .....	28
7.2	COMBINAZIONI DELLE AZIONI .....	40

Relazione di calcolo strutture di elevazione

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
NN1X	10 D 78	CL	FA 04 00 002	C	2 di 103

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 .....	59
8.3.2 VERIFICA A TAGLIO E TORSIONE .....	62
8.3.3 VERIFICA LIMITAZIONI ARMATURA .....	65
8.4 TRAVI INTERNE 30X50 .....	67
8.4.1 VERIFICA A FLESSIONE .....	69
8.4.2 VERIFICA A TAGLIO E TORSIONE .....	72
8.4.3 VERIFICA LIMITAZIONI ARMATURA .....	75
8.5 PILASTRI D'ANGOLO (30X60) .....	77
8.5.1 VERIFICA A FLESSIONE .....	78
8.5.2 VERIFICA LIMITAZIONI ARMATURA .....	85
8.6 PILASTRI INTERNI (30X60) .....	88
8.6.1 VERIFICA A FLESSIONE .....	89
8.6.2 VERIFICA LIMITAZIONI ARMATURA .....	95
8.7 VERIFICA DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI IN TERMINI DI CONTENIMENTO DEL DANNO AGLI ELEMENTI NON STRUTTURALI (SLO) .....	99
9 REAZIONI VINCOLARI .....	100
10 VERIFICHE AL FUOCO .....	101
10.1 RESISTENZA AL FUOCO: TRAVI .....	101
10.2 RESISTENZA AL FUOCO: PILASTRI .....	102
10.3 RESISTENZA AL FUOCO: SOLAI .....	102
11 CONCLUSIONI .....	103

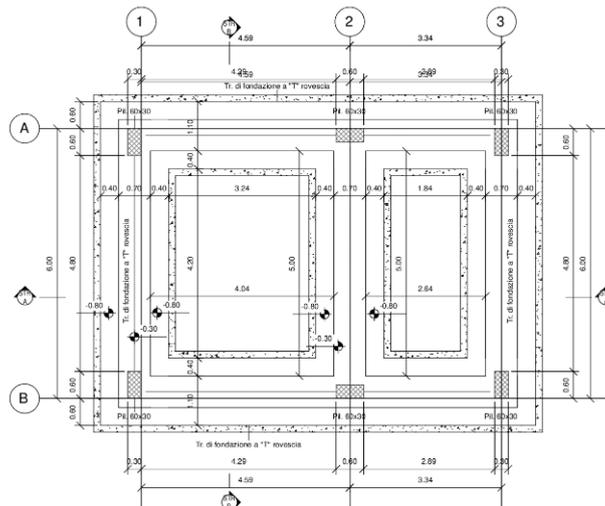
## 1 PREMESSA

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

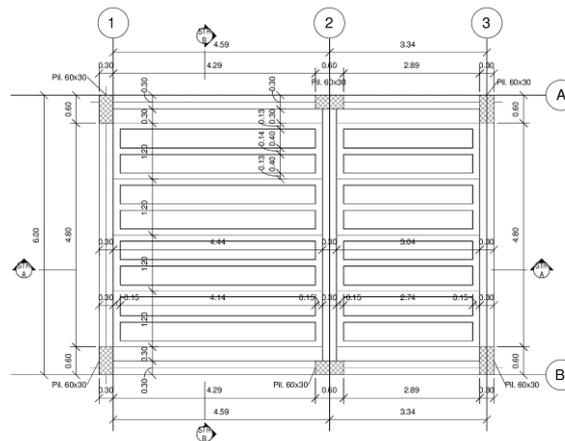
Nel presente elaborato viene calcolato il “Fabbricato Pontecagnano Locale Consegne”, di dimensioni pari a 8,76 x 6,37 m, che verrà realizzato all'interno della Stazione Pontecagnano al Km 4+230.

## 2 SCOPO DEL DOCUMENTO

Lo scopo del presente documento è quello di calcolare e verificare le strutture in elevazione del “Fabbricato Pontecagnano Locale Consegne”.

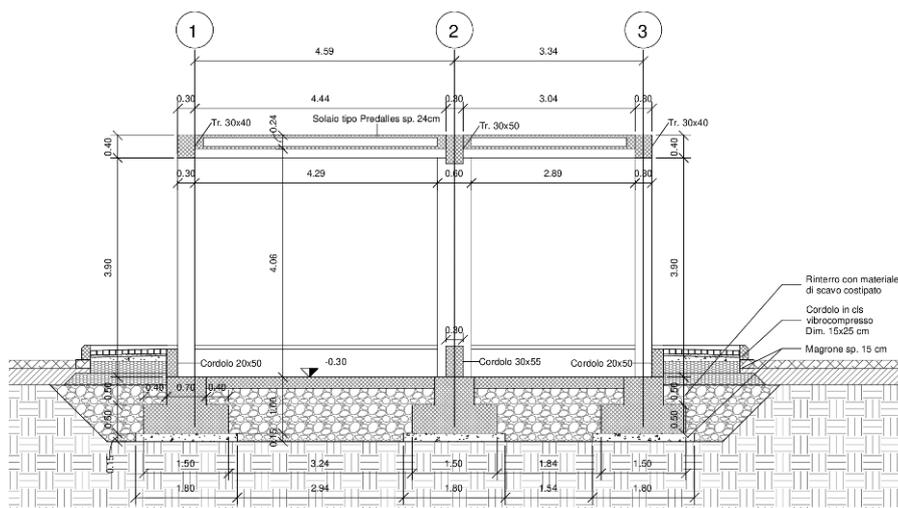


Carpenteria Fondazione  
1 : 50



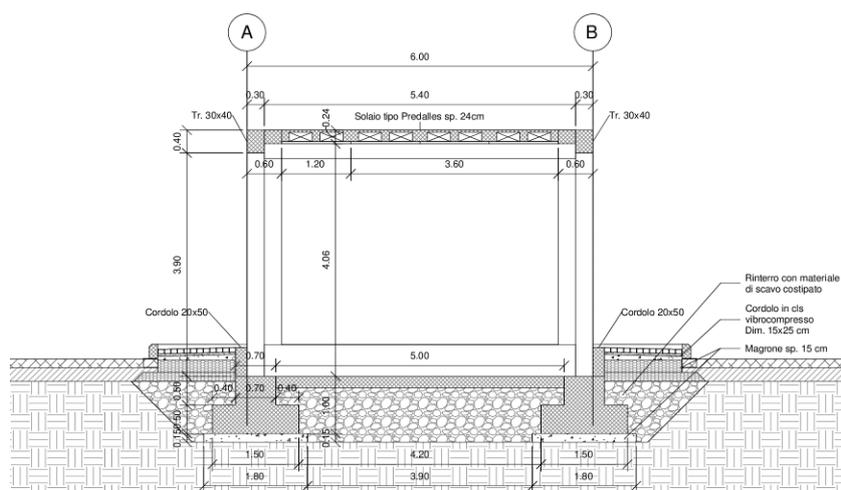
Carpenteria Copertura  
1 : 50

Figura 2-1 – Carpenteria Fondazione e Copertura.



Sezione STR A-A'

1 : 50



Sezione STR B-B'

1 : 50

Figura 2-2 – Sezione longitudinale e trasversale.

La struttura in pianta del fabbricato ha forma rettangolare avente le seguenti dimensioni 8.76 m x 6.37 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 mentre, parallelamente al lato lungo, è suddiviso in 2 campate di luce massima pari a 4.74 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 tralacci 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 3.34 m a 4.74 m. I pilastri hanno dimensione in pianta di 30x60 cm, le travi longitudinali hanno dimensioni 30x40 cm, le travi trasversali invece sono 30x50.

 <p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p><b>LINEA SALERNO - PONTECAGNANO AEROPORTO</b>  <b>COMPLETAMENTO METROPOLITANA DI SALERNO</b>  <b>TRATTA ARECHI - PONTECAGNANO AEROPORTO</b>  <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>  <b>Fabbricati – FA04 – Pontecagnano Locale Consegne - Generale</b></p>												
<p>Relazione di calcolo strutture di elevazione</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>NN1X</td> <td>10 D 78</td> <td>CL</td> <td>FA 04 00 002</td> <td>C</td> <td>5 di 103</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO	NN1X	10 D 78	CL	FA 04 00 002	C	5 di 103
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO								
NN1X	10 D 78	CL	FA 04 00 002	C	5 di 103								

Le fondazioni dell'edificio sono di tipo diretto, costituite da un graticcio di travi a T rovesce con spessore dell'anima pari a 70 cm, altezza di 100 cm larghezza suola pari a 150 cm e spessore della suola di 50 cm. Al di sotto delle fondazioni è previsto uno strato di magrone di spessore 10 cm debordante l'impronta delle fondazioni di 10 cm.

### **3 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO**

#### **3.1 DOCUMENTI REFERENZIATI**

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

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

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

#### **3.2 DOCUMENTI CORRELATI**

I documenti correlati sono:

- Rif. [6] Fabbricati – FA04 – Pontecagnano Locale Consegne - Generale - Carpenterie piante e sezioni      NN1X.1.0.D.78.BB.FA.04.0.0.001.

## 4 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

### 4.1 CEMENTO ARMATO

#### 4.1.1 Calcestruzzo

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

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

		Solaio in lastre predalles	Struttura in elevazione	Fondazioni
R <sub>ck</sub>	(N/mm <sup>2</sup> )	40	37	30
f <sub>ck</sub>	(N/mm <sup>2</sup> )	32	30	25
f <sub>cm</sub>	(N/mm <sup>2</sup> )	40	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> )	18,1	17,4	14,17
f <sub>ctm</sub>	(N/mm <sup>2</sup> )	3,02	2,94	2,56
f <sub>ctk</sub>	(N/mm <sup>2</sup> )	2,12	3,82	1,79
f <sub>ctd</sub>	(N/mm <sup>2</sup> )	1,41	1,40	1,19
f <sub>cfm</sub>	(N/mm <sup>2</sup> )	3,62	3,52	3,07
f <sub>cfk</sub>	(N/mm <sup>2</sup> )	2,54	2,46	2,15
E <sub>c</sub>	(N/mm <sup>2</sup> )	33346	33019	31476

Dove:

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

f<sub>ck</sub> = 0.83·R<sub>ck</sub> = Resistenza cilindrica caratteristica

Relazione di calcolo strutture di elevazione

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
NN1X	10 D 78	CL	FA 04 00 002	C	7 di 103

 $f_{cm} = f_{ck} + 8 \text{ (N/mm}^2\text{)} = \text{Resistenza cilindrica media a compressione}$ 
 $\alpha_{cc} = \text{Coefficiente per effetti a lungo termine e sfavorevoli: } \alpha_{cc} \text{ (t > 28gg)} = 0.85$ 
 $\gamma_c = 1.5$ ; 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%.

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

compressione

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

 $f_{ctk} = 0.7 \cdot f_{ctm} = \text{Resistenza cilindrica caratteristica a trazione}$ 
 $f_{ctd} = \frac{f_{ctk}}{\gamma_c} = \text{Resistenza di calcolo a trazione}$ 
 $f_{cfm} = 1.2 \cdot f_{ctm} = \text{Resistenza media a trazione per flessione}$ 
 $f_{cfk} = 0.7 \cdot f_{cfm} = \text{Resistenza cilindrica caratteristica a trazione}$ 
 $E_{cm} = 22000 \cdot \left( \frac{f_{cm}}{10} \right)^{0.3} = \text{Modulo Elastico}$ 

#### Coefficiente di Poisson:

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

#### Coefficiente di dilatazione termica:

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

#### **4.1.2 Acciaio d'armatura in barre tonde ad aderenza migliorata**

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

#### Resistenza a trazione – compressione:

 $f_{tk} = 540 \text{ N/mm}^2 = \text{Resistenza caratteristica di rottura}$ 
 $f_{yk} = 450 \text{ N/mm}^2 = \text{Resistenza caratteristica a snervamento}$ 
 $f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = 391.3 \text{ N/mm}^2 = \text{Resistenza di calcolo}$ 

dove:

Relazione di calcolo strutture di elevazione

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
NN1X	10 D 78	CL	FA 04 00 002	C	8 di 103

 $\gamma_s = 1.15 =$  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

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

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

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

## 5 TERRENO DI FONDAZIONE

Il terreno costituente il piano di posa dell'edificio in progetto è l'unità geotecnica L1, le cui caratteristiche fisiche e meccaniche, in accordo con quanto riportato nella relazione geotecnica, sono riepilogate in tabella:

### STAZIONE 3: Stazione di Pontecagnano

da pk	4+150
a pk	4+410

quota terreno	25.00 - 25.10	m s.l.m.
quota progetto	25.10 - 25.30	m s.l.m.

quota falda	8.50 - 9.00	m da p.c.
-------------	-------------	-----------

Unità geotecnica	da	a
	[m]	[m]
R	0.00	0.50 - 1.00
L1	0.50 - 1.00	7.50 - 8.50
GS*	7.50 - 8.50	19.50 - 22.00
S	19.50 - 22.00	30.50
GS	30.50	

## 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:

Relazione di calcolo strutture di elevazione

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
NN1X	10 D 78	CL	FA 04 00 002	C	10 di 103

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

## 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 ottenuto mediante muratura armata in blocchi architettonici facciavista, costituiti da blocchi semipieni in cls vibrocompresso e alleggerito (sp.30cm) + isolante esterno in polistirene (sp. 6 cm) + camera di ventilazione (sp 5 cm) + blocchi architettonici facciavista sp 8 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 ai cordoli di fondazione.

- 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>.

 <b>ITAFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>LINEA SALERNO - PONTECAGNANO AEROPORTO</b> <b>COMPLETAMENTO METROPOLITANA DI SALERNO</b> <b>TRATTA ARECHI - PONTECAGNANO AEROPORTO</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>Fabbricati – FA04 – Pontecagnano Locale Consegne - Generale</b>					
	Relazione di calcolo strutture di elevazione	COMMESSA NN1X	LOTTO 10 D 78	CODIFICA CL	DOCUMENTO FA 04 00 002	REV C

#### 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.

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 20 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	$0^\circ \leq \alpha \leq 30^\circ$	$30^\circ < \alpha < 60^\circ$	$\alpha \geq 60^\circ$
$\mu_i$	0,8	$0,8 \cdot \frac{(60 - \alpha)}{30}$	0,0

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

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

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

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

 <p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p><b>LINEA SALERNO - PONTECAGNANO AEROPORTO</b>  <b>COMPLETAMENTO METROPOLITANA DI SALERNO</b>  <b>TRATTA ARECHI - PONTECAGNANO AEROPORTO</b>  <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>  <b>Fabbricati – FA04 – Pontecagnano Locale Consegne - Generale</b></p>												
<p>Relazione di calcolo strutture di elevazione</p>	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>NN1X</td> <td>10 D 78</td> <td>CL</td> <td>FA 04 00 002</td> <td>C</td> <td>13 di 103</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO	NN1X	10 D 78	CL	FA 04 00 002	C	13 di 103
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO								
NN1X	10 D 78	CL	FA 04 00 002	C	13 di 103								

## 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 3, con altezza sul livello del mare pari a 30 m.

### 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
- $c_e$  - 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 75 anni.

### Coefficiente di esposizione:

Relazione di calcolo strutture di elevazione

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
NN1X	10 D 78	CL	FA 04 00 002	C	14 di 103

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 3, classe di rugosità del terreno C e categoria d'esposizione del sito II, il coefficiente di esposizione, per un'altezza massima del fabbricato di 4.35 m, risulta pari ad 1.85.

### 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 in relazione a quanto riassunto nelle figure seguenti:

3) Toscana, Marche, Umbria, Lazio, Abruzzo, Molise, Puglia, Campania, Basilicata, Calabria (esclusa la provincia di Reggio Calabria)

Zona	$v_{b,0}$ [m/s]	$a_0$ [m]	$k_a$ [1/s]
3	27	500	0.02
$a_s$ (altitudine sul livello del mare [m])			30
$T_R$ (Tempo di ritorno)			75
$v_b = v_{b,0}$ per $a_s \leq a_0$ $v_b = v_{b,0} + k_a (a_s - a_0)$ per $a_0 < a_s \leq 1500$ m			
$v_b$ ( $T_R = 50$ [m/s])			27.000
$\alpha_R$ ( $T_R$ )			1.02346
$v_b$ ( $T_R$ ) = $v_b \times \alpha_R$ [m/s]			27.633

$p$ (pressione del vento [N/mq]) = $q_b \cdot c_e \cdot c_p \cdot c_d$ $q_b$ (pressione cinetica di riferimento [N/mq]) $c_e$ (coefficiente di esposizione) $c_p$ (coefficiente di forma) $c_d$ (coefficiente dinamico)
---



### Pressione cinetica di riferimento

$$q_b = 1/2 \cdot \rho \cdot v_b^2 \quad (\rho = 1,25 \text{ kg/mc})$$

$q_b$ [N/mq]	477.25
--------------	--------

### Coefficiente di forma

E' il coefficiente di forma (o coefficiente aerodinamico), funzione della tipologia e della geometria della costruzione e del suo orientamento rispetto alla direzione del vento. Il suo valore può essere ricavato da dati suffragati da opportuna documentazione o da prove sperimentali in galleria del vento.

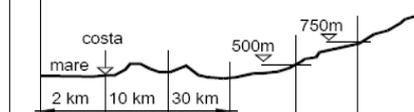
### Coefficiente dinamico

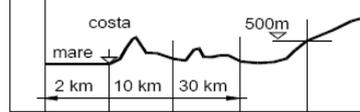
Esso può essere assunto cautelativamente pari ad 1 nelle costruzioni di tipologia ricorrente, quali gli edifici di forma regolare non eccedenti 80 m di altezza ed i capannoni industriali, oppure può essere determinato mediante analisi specifiche o facendo riferimento a dati di comprovata affidabilità.

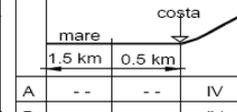
Relazione di calcolo strutture di elevazione

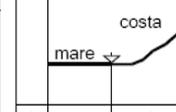
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
NN1X	10 D 78	CL	FA 04 00 002	C	15 di 103

Categoria di esposizione

ZONE 1,2,3,4,5						
						
A	--	IV	IV	V	V	V
B	--	III	III	IV	IV	IV
C	--	*	III	III	IV	IV
D	I	II	II	II	III	**
* Categoria II in zona 1,2,3,4 Categoria III in zona 5						
** Categoria III in zona 2,3,4,5 Categoria IV in zona 1						

ZONA 6					
					
A	--	III	IV	V	V
B	--	II	III	IV	IV
C	--	II	III	III	IV
D	I	I	II	II	III

ZONE 7,8			
			
A	--	--	IV
B	--	--	IV
C	--	--	III
D	I	II	*
* Categoria II in zona 8 Categoria III in zona 7			

ZONA 9		
		
A	--	I
B	--	I
C	--	I
D	I	I

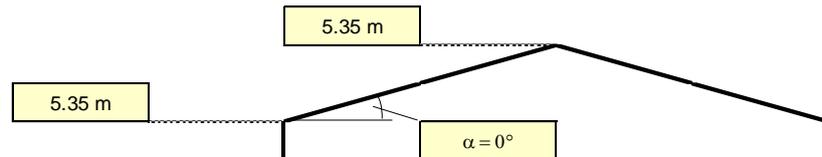
Zona	Classe di rugosità	$a_s$ [m]
3	C	30

$$c_e(z) = k_r^2 \cdot c_t \cdot \ln(z/z_0) [7 + c_t \cdot \ln(z/z_0)] \quad \text{per } z \geq z_{\min}$$

$$c_e(z) = c_e(z_{\min}) \quad \text{per } z < z_{\min}$$

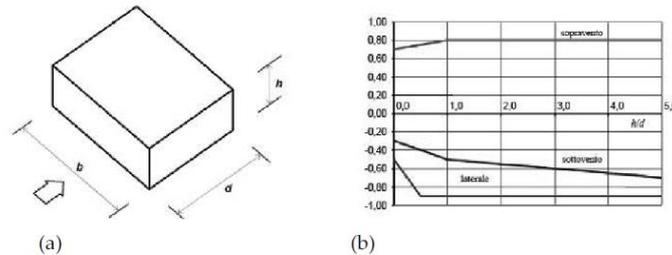
Cat. Esposiz.	$k_r$	$z_0$ [m]	$z_{\min}$ [m]	$c_t$
II	0.19	0.05	4	1

z [m]	$c_e$
$z \leq 4$	1.801
$z = 5.35$	1.969
$z = 5.35$	1.969



### 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 C3.3.1



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

Figura C3.3.2

Tabella C3.3.1: Edifici a pianta rettangolare:  $c_{pe}$  per facce sopravvento, sottovento e laterali

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

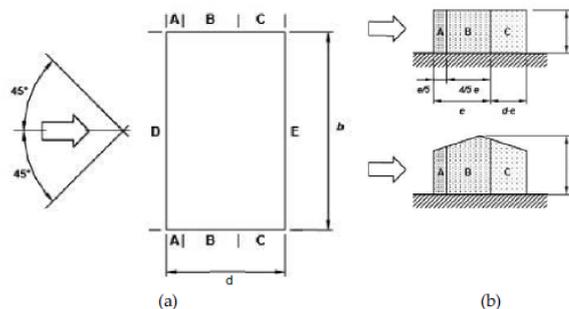
Relazione di calcolo strutture di elevazione

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
NN1X	10 D 78	CL	FA 04 00 002	C	16 di 103

COEFFICIENTI GLOBALI DI PRESSIONE		COEFFICIENTI GLOBALI DI PRESSIONE	
h	4.35 m	h	4.35 m
d	6 m	d	44 m
h/d	0.725	h/d	0.099
SOPRAVENTO	ce = 0.77	SOPRAVENTO	ce = 0.71
LATERALI	ce = -1.08	LATERALI	ce = -0.579
SOTTOVENTO	ce = -0.445	SOTTOVENTO	ce = -0.32
PRESSIONE DI PROGETTO VENTO Y		PRESSIONE DI PROGETTO VENTO Y	
qd	0.477 KN/m <sup>2</sup>	qd	0.477 KN/m <sup>2</sup>
ct	1.0	ct	1.0
ce	1.969	ce	1.969
SOPRAVENTO	pd= 0.726 KN/m <sup>2</sup>	SOPRAVENTO	pd= 0.667 KN/m <sup>2</sup>
LATERALI	pd= -1.014 KN/m <sup>2</sup>	LATERALI	pd= -0.544 KN/m <sup>2</sup>
SOTTOVENTO	pd= -0.418 KN/m <sup>2</sup>	SOTTOVENTO	pd= -0.3 KN/m <sup>2</sup>

### • Coefficienti locali

I coefficienti locali  $C_{pe,10}$  e di dettaglio  $C_{pe,1}$  da assumere sulle pareti di un edificio a pianta rettangolare sono riportati in Figura C3.3.3 e in Tabella C3.3.II, il valore della dimensione  $e$  è pari al minimo tra  $b$  e  $2h$ .



a) Schema planimetrico di riferimento

b) Suddivisione delle pareti verticali di edificio a pianta rettangolare in zone di uguale pressione (prospetti laterali)

Figura C3.3.3

Tabella C3.3.II - Edifici a pianta rettangolare:  $c_{pe}$  per facce sopravvento, sottovento e laterali.

Zona	A		B		C		D		E	
	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$								
h/d										
5	-1,2	-1,4	-0,8	-1,1	-0,5		+0,8	+1,0		-0,7
1	-1,2	-1,4	-0,8	-1,1	-0,5		+0,8	+1,0		-0,5
≤ 0,25	-1,2	-1,4	-0,8	-1,1	-0,5		+0,7	+1,0		-0,3

Relazione di calcolo strutture di elevazione

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
NN1X	10 D 78	CL	FA 04 00 002	C	17 di 103

COEFFICIENTI LOCALI		COEFFICIENTI LOCALI	
h	5.35 m	h	5.35 m
d	6 m	d	44 m
h/d	0.892	h/d	0.122
FASCIA A	ce = -1.40	FASCIA A	ce = -1.40
FASCIA B	ce = -1.1	FASCIA B	ce = -1.1
FASCIA C	ce = -0.5	FASCIA C	ce = -0.5
FASCIA D	ce = 1	FASCIA D	ce = 1
FASCIA E	ce = -0.3	FASCIA E	ce = -0.3
PRESSIONE DI PROGETTO VENTO X		PRESSIONE DI PROGETTO VENTO X	
qd	0.477 KN/m <sup>2</sup>	qd	0.477 KN/m <sup>2</sup>
ct	1.0	ct	1.0
ce	1.969	ce	1.969
FASCIA A	pd= -1.315 KN/m <sup>2</sup>	FASCIA A	pd= -1.315 KN/m <sup>2</sup>
FASCIA B	pd= -1.033 KN/m <sup>2</sup>	FASCIA B	pd= -1.033 KN/m <sup>2</sup>
FASCIA C	pd= -0.470 KN/m <sup>2</sup>	FASCIA C	pd= -0.470 KN/m <sup>2</sup>
FASCIA D	pd= 0.939 KN/m <sup>2</sup>	FASCIA D	pd= 0.939 KN/m <sup>2</sup>
FASCIA E	pd= -0.282 KN/m <sup>2</sup>	FASCIA E	pd= -0.282 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	$\pm 15$ °C
Strutture in c.a. e c.a.p. protette	$\pm 10$ °C
Strutture in acciaio esposte	$\pm 25$ °C
Strutture in acciaio protette	$\pm 15$ °C

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

## 6.7 EFFETTI AERODINAMICI ASSOCIATI AL PASSAGGIO DEI CONVOGLI

Il passaggio dei convogli ferroviari induce sulle superfici situate in prossimità della linea ferroviaria onde di pressione e depressione si considera l'effetto aerodinamico associato al passaggio dei treni. Tali prescrizioni si riscontrano al punto 5.2 della NTC2018 relativo ai ponti ferroviari. Le azioni possono essere schematizzate mediante carichi equivalenti agenti nelle zone prossime alla testa ed alla coda del treno, il cui valore viene determinato con riferimento alla seguente situazione:

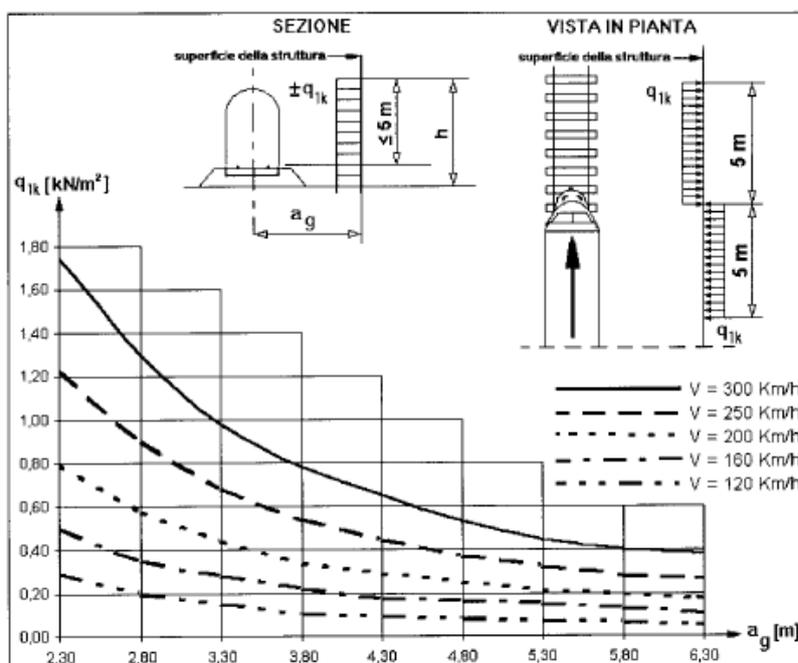
- Superfici verticali parallele al binario (5.2.2.7.1 – NTC2018):

il valore caratteristico dell'azione  $\pm q_{1k}$  agente ortogonalmente alla superficie verticale di facciata del fabbricato viene valutato in funzione della distanza  $a_g$  dall'asse del binario più vicino. Supponendo che la distanza minima da garantire da ostacolo fisso, quale può essere un fabbricato, in assenza di organi respingenti è:

$$a_g = 5.00 \text{ m};$$

a tale valore di  $a_g$  corrisponde il seguente valore dell'azione  $q_{1k}$  prodotta dal passaggio del convoglio, calcolata secondo quanto riportato nella figura successiva in base alla velocità  $V = 300 \text{ km/h}$  e con riferimento a treni con forme aerodinamiche sfavorevoli (a vantaggio di sicurezza):

$$q_{1k} = 0.70 \text{ kN/m}^2$$



Si considerano pertanto le condizioni di carico elementari:

**AerodA)** pressione dovuta al passaggio dei treni in arrivo (per una fascia di 5 m);

	<b>LINEA SALERNO - PONTECAGNANO AEROPORTO</b> <b>COMPLETAMENTO METROPOLITANA DI SALERNO</b> <b>TRATTA ARECHI - PONTECAGNANO AEROPORTO</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>Fabbricati – FA04 – Pontecagnano Locale Consegne - Generale</b>					
Relazione di calcolo strutture di elevazione	COMMESSA <b>NN1X</b>	LOTTO <b>10 D 78</b>	CODIFICA <b>CL</b>	DOCUMENTO <b>FA 04 00 002</b>	REV <b>C</b>	FOGLIO <b>19 di 103</b>

**AerodB)** pressione (fascia di 5 m) e depressione (fascia di 5 m) dovuti al passaggio dei treni in avanzamento.

## 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 – RFIDTCSIPSMAIFS001D

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;
- $T_C^*$  - Periodo d'inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

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

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>LINEA SALERNO - PONTECAGNANO AEROPORTO</b> <b>COMPLETAMENTO METROPOLITANA DI SALERNO</b> <b>TRATTA ARECHI - PONTECAGNANO AEROPORTO</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>Fabbricati – FA04 – Pontecagnano Locale Consegne - Generale</b>					
	Relazione di calcolo strutture di elevazione	COMMESSA NN1X	LOTTO 10 D 78	CODIFICA CL	DOCUMENTO FA 04 00 002	REV C

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 terreno su cui insiste la costruzione è stato assimilato ad un sottosuolo di *categoria E*.

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  $P_{VR}$ .

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 sovrarresistenza, 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

Relazione di calcolo strutture di elevazione

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
NN1X	10 D 78	CL	FA 04 00 002	C	21 di 103

$K_R$  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").

In base alla tabella 7.4.I delle NTC 2018, il coefficiente di comportamento  $q_0$  può essere valutato come segue:

$$q_0 = 3.0 \cdot \frac{\alpha_u}{\alpha_1}$$

Dall'analisi della rigidezza globale e dal tipologico della struttura si è rilevato come l'edificio in progetto è del tipo a **pendolo inverso intelaiato monopiano: struttura nella quali almeno il 50% della massa è nel terzo superiore dell'altezza della costruzione.**

Ai sensi delle NTC 2018 Par. 7.4.3.1 si deve adottare  $q_0 = 2.5$ .

#### 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 Y Z Mo Jpz  
<m> <m> <m> <kg> <kg\*mq>

-----  
1 22.07 2.85 4.35 274940.00 48441000.00

Mo <kg> Jpz <kg\*mq>

-----  
274940.00 48441000.00

Percentuale masse nel terzo superiore in direzione X = 73.50%

Percentuale masse nel terzo superiore in direzione Y = 73.50%

Area resistente a taglio totale = 4.32 <mq>

Area resistente a taglio pilastri = 4.32 <mq> (100.00 %)

Percentuale taglio assorbito dai pilastri per azioni in dir. X = 100.00% (glob. 100.00%)

Percentuale taglio assorbito dai pilastri per azioni in dir. Y = 100.00% (glob. 100.00%)

Essendo, poi, la struttura REGOLARE IN ALTEZZA si assume  $K_R=1.0$ .

Relazione di calcolo strutture di elevazione

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
NN1X	10 D 78	CL	FA 04 00 002	C	22 di 103

Pertanto il fattore di comportamento al quale si farà riferimento per la definizione dello spettro di progetto è  $q = 2.5$ .

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	

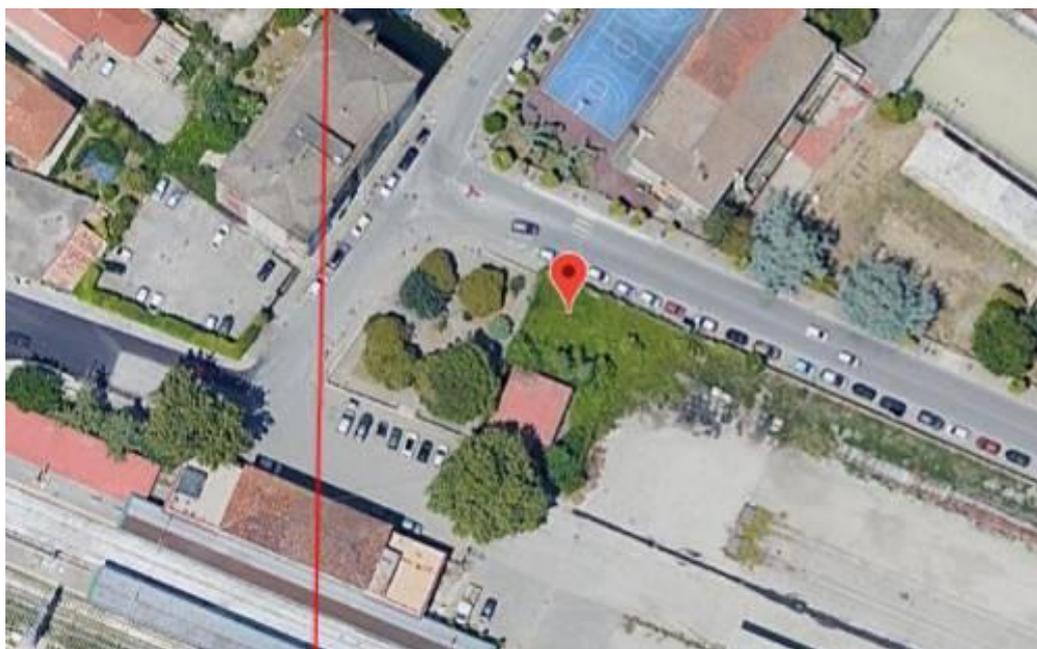
Si riporta di seguito il piazzale e le corrispondenti coordinate geografiche in cui è ubicato l'edificio lungo il tracciato di progetto.

Relazione di calcolo strutture di elevazione

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
NN1X	10 D 78	CL	FA 04 00 002	C	23 di 103

### Pontecagnano Locale Consegne

PROGRESSIVA [km]	LATITUDINE [-]	LONGITUDINE [-]	$a_g$ [g]	$F_0$ [-]	$T_c^*$ [s]
4+230	40.640665	14.873285	0.132	2.701	0.477



### 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	0.053	2.449	0.343
Danno (SLD)	113	0.064	2.513	0.370
Salvaguardia vita (SLV)	1068	0.132	2.700	0.477
Prevenzione collasso (SLC)	2193	0.160	2.781	0.519
Periodo di riferimento per l'azione sismica:	112.5			

 <b>ITAFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>LINEA SALERNO - PONTECAGNANO AEROPORTO</b> <b>COMPLETAMENTO METROPOLITANA DI SALERNO</b> <b>TRATTA ARECHI - PONTECAGNANO AEROPORTO</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>Fabbricati – FA04 – Pontecagnano Locale Consegne - Generale</b>					
	Relazione di calcolo strutture di elevazione	COMMESSA NN1X	LOTTO 10 D 78	CODIFICA CL	DOCUMENTO FA 04 00 002	REV C

Pertanto sono stati assunti i seguenti parametri sismici:

categoria	ag/g	F0 (-)	Tc* (s)
E	0,132	2,701	0,477

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.I – 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

Relazione di calcolo strutture di elevazione

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
NN1X	10 D 78	CL	FA 04 00 002	C	25 di 103

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

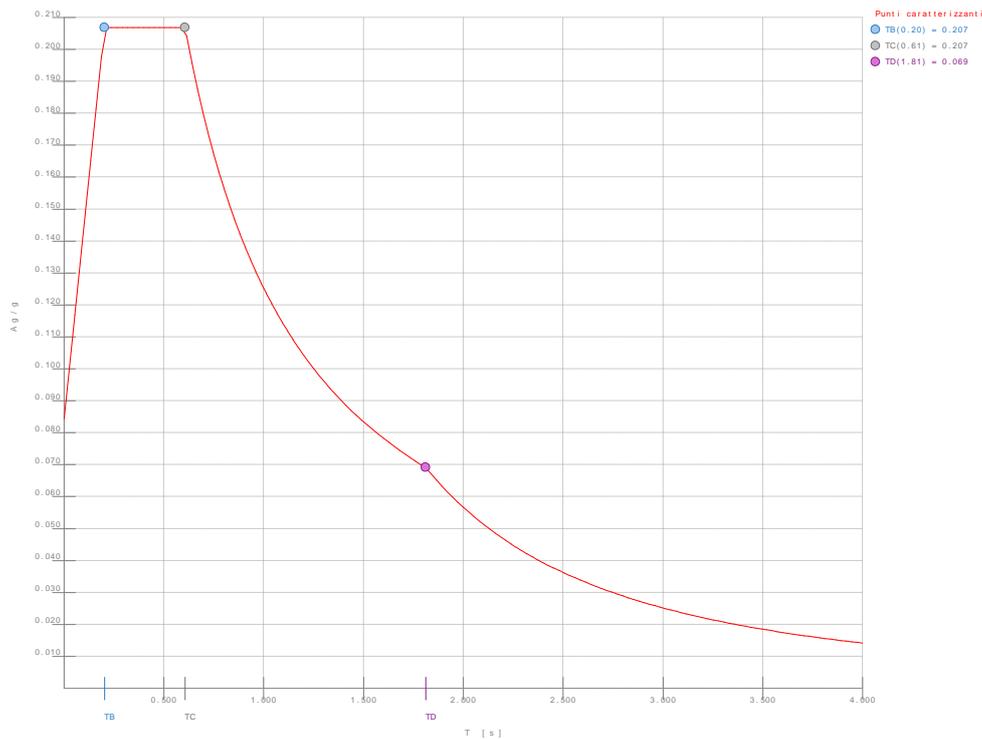
La risposta della struttura viene calcolata separatamente per ciascuna delle due componenti dell'azione sismica orizzontale; gli effetti sulla struttura, in termini di sollecitazioni e spostamenti, sono poi combinati applicando le seguenti espressioni:

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

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

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

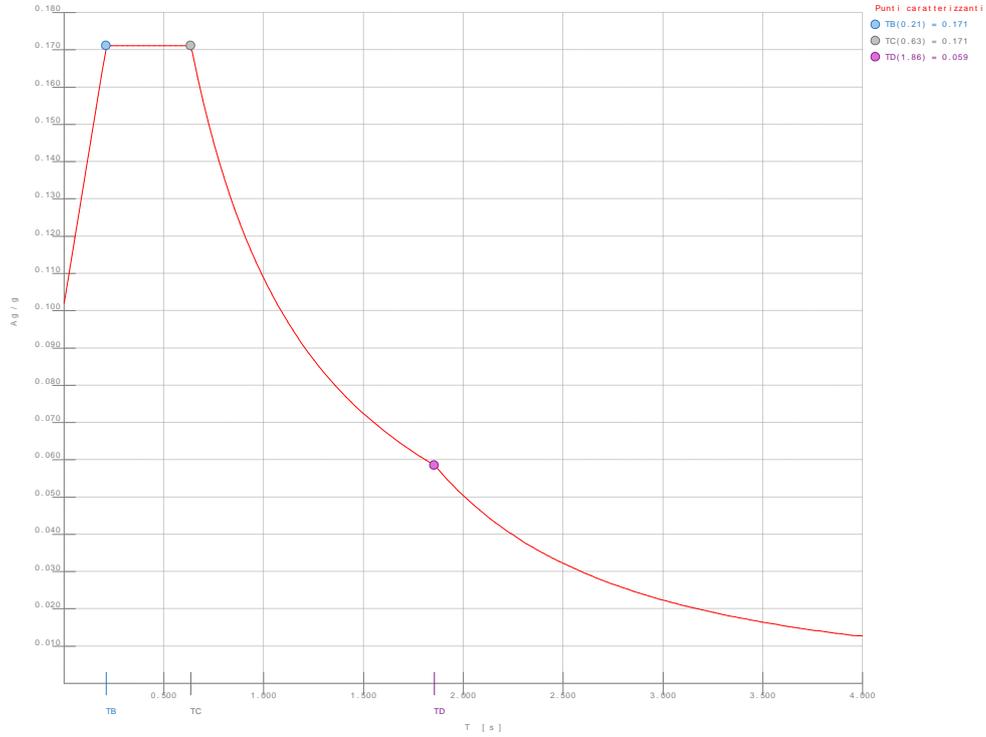
Si riportano di seguito i diagrammi degli spettri:



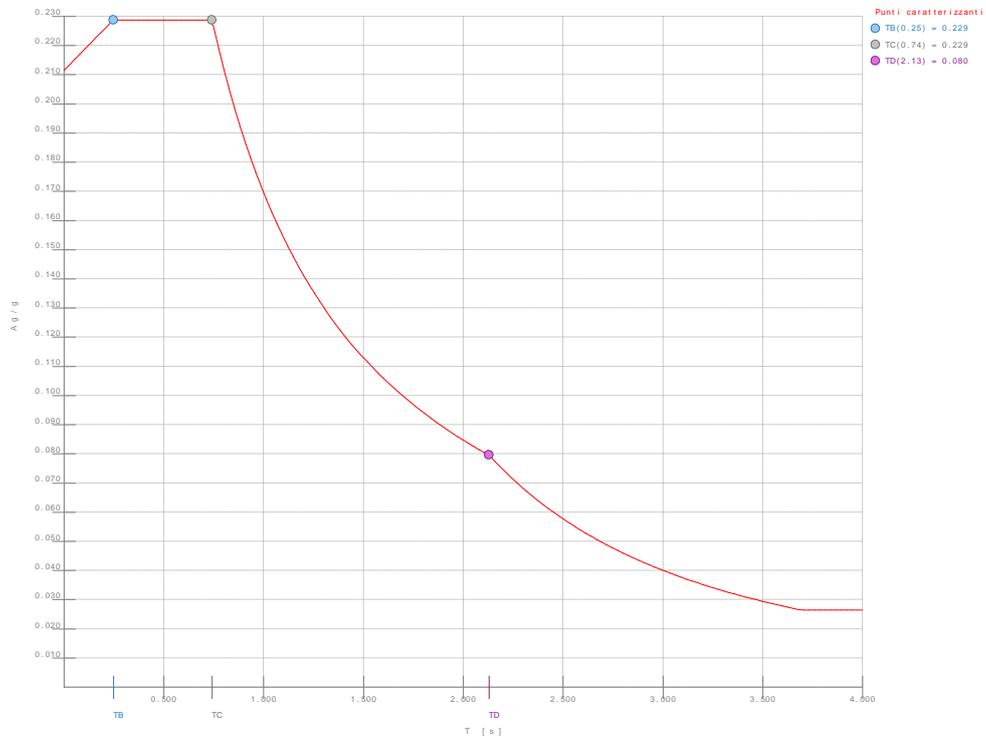
**Spettro SLO**

Relazione di calcolo strutture di elevazione

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
NN1X	10 D 78	CL	FA 04 00 002	C	26 di 103



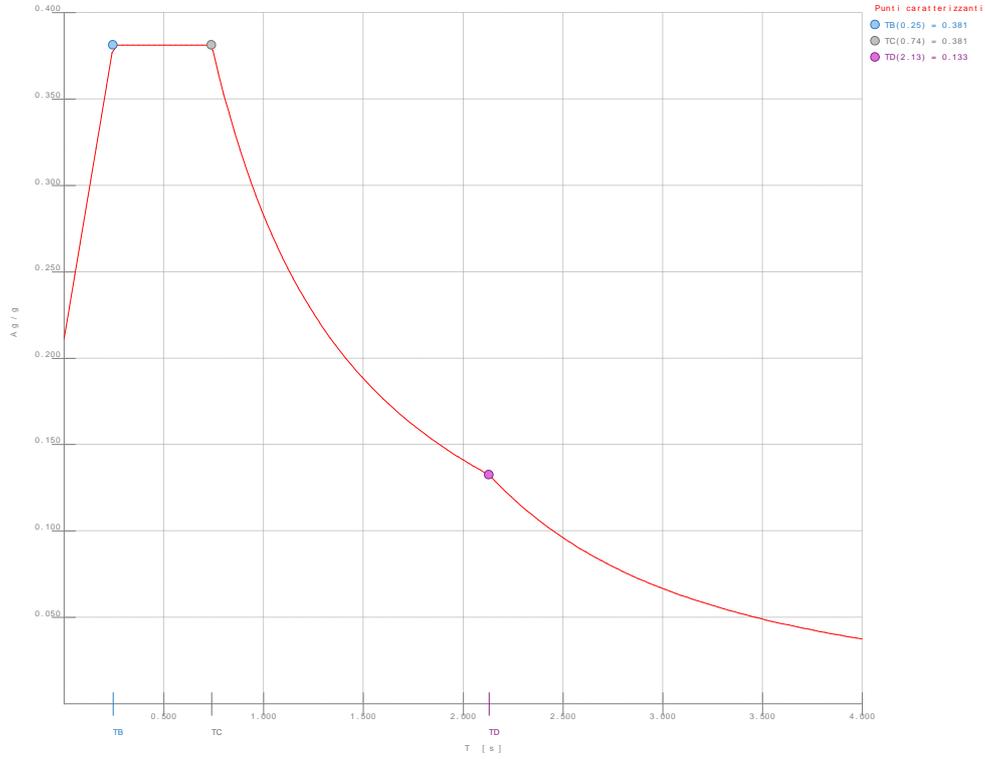
**Spettro SLD**



**Spettro SLV**

Relazione di calcolo strutture di elevazione

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
NN1X	10 D 78	CL	FA 04 00 002	C	27 di 103



**Spettro SND**

 <p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p><b>LINEA SALERNO - PONTECAGNANO AEROPORTO</b>  <b>COMPLETAMENTO METROPOLITANA DI SALERNO</b>  <b>TRATTA ARECHI - PONTECAGNANO AEROPORTO</b>  <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>  <b>Fabbricati – FA04 – Pontecagnano Locale Consegne - Generale</b></p>												
<p>Relazione di calcolo strutture di elevazione</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>NN1X</td> <td>10 D 78</td> <td>CL</td> <td>FA 04 00 002</td> <td>C</td> <td>28 di 103</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO	NN1X	10 D 78	CL	FA 04 00 002	C	28 di 103
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO								
NN1X	10 D 78	CL	FA 04 00 002	C	28 di 103								

## 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 travi rovesce.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Relazione di calcolo strutture di elevazione

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
NN1X	10 D 78	CL	FA 04 00 002	C	29 di 103

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

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

dove:

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

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

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

$E_{0/5}$      Mpa

$\nu_0$         0.3

B          mm

L          mm

$c_t$         1.566

Kw        0.0187 N/mm<sup>3</sup>

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.

Relazione di calcolo strutture di elevazione

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
NN1X	10 D 78	CL	FA 04 00 002	C	30 di 103

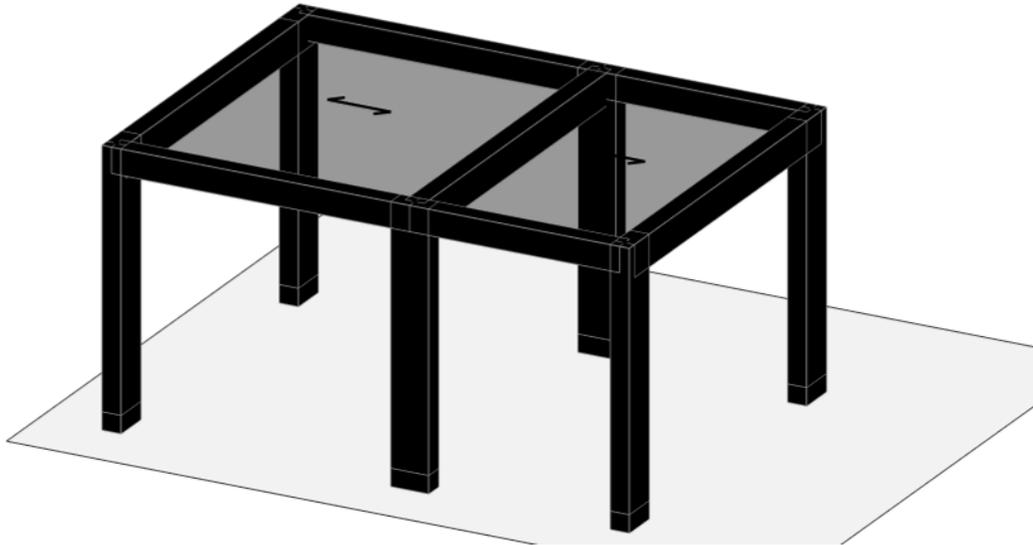


Figura 7.1-1 - Vista estrusa del modello.

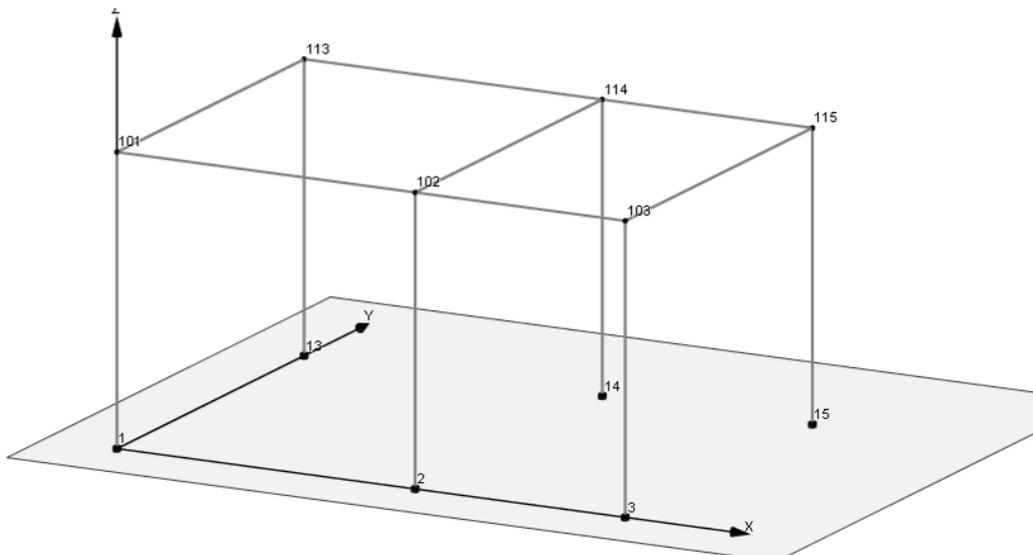


Figura 7.1-2 Numerazione nodi.

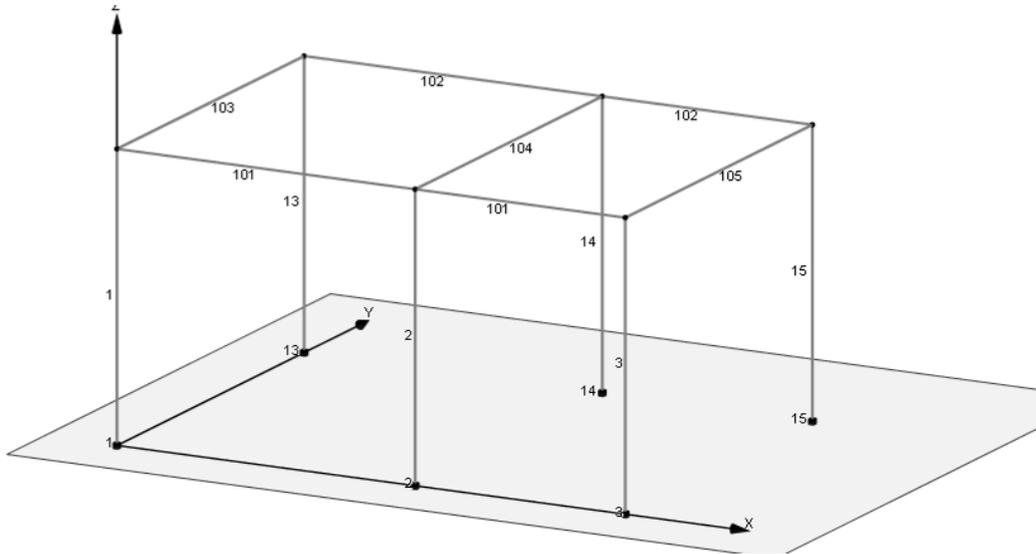


Figura 7.1-3 Modello di calcolo – numerazione aste.

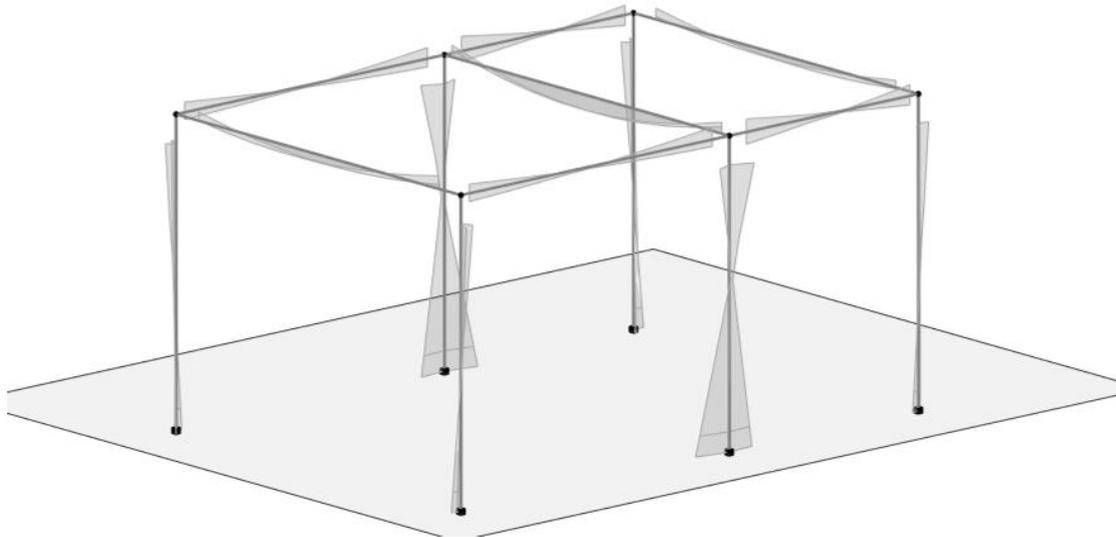


Figura 7.1-4 Diagramma dei momenti M3 – COMB\_INV\_SLV

Relazione di calcolo strutture di elevazione

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
NN1X	10 D 78	CL	FA 04 00 002	C	32 di 103

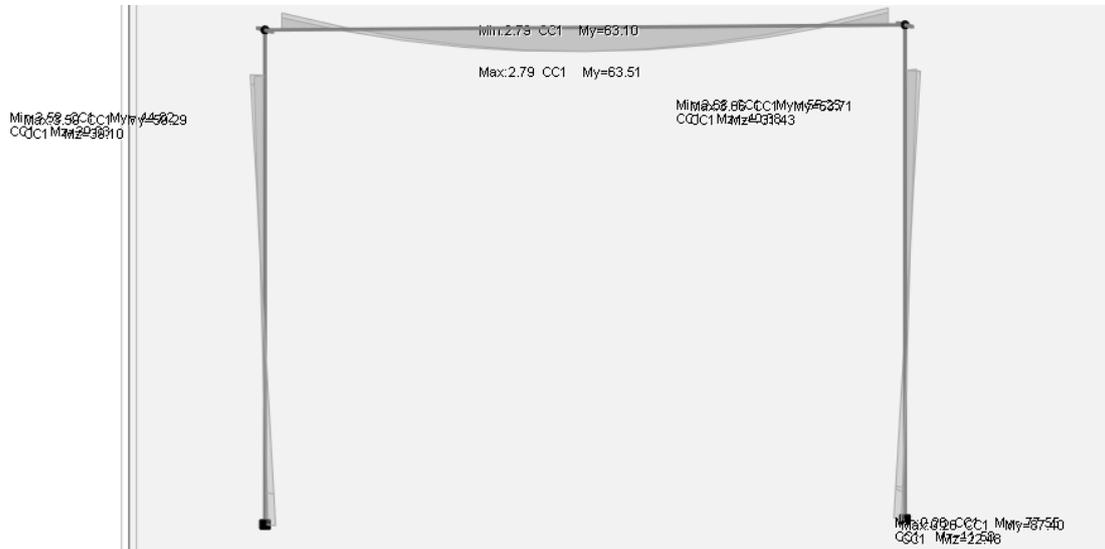


Figura 7.1-5 Diagramma dei momenti M3 - COMB\_INV\_SLV – Telaio interno

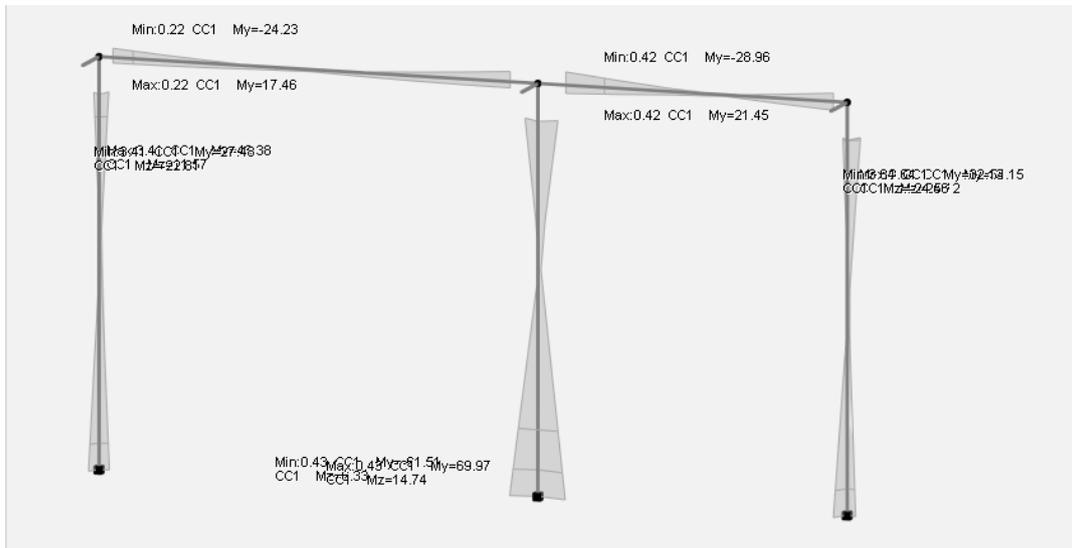


Figura 7.1-6 Diagramma dei momenti M3 - COMB\_INV\_SLV – Telaio di bordo

Relazione di calcolo strutture di elevazione

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
NN1X	10 D 78	CL	FA 04 00 002	C	33 di 103

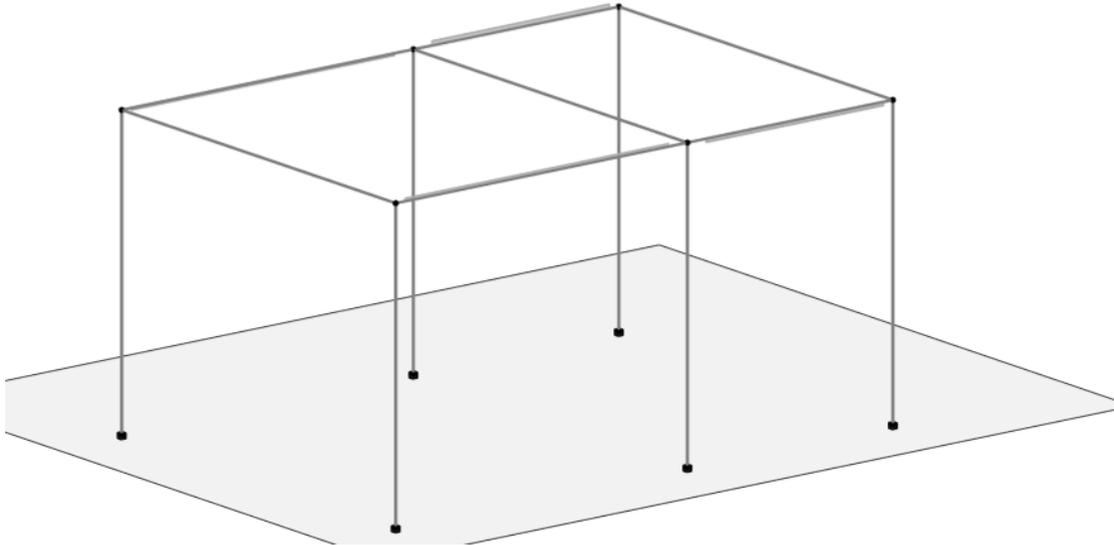


Figura 7.1-7 Diagramma della torsione  $T$  – COMB\_INV\_SLV.

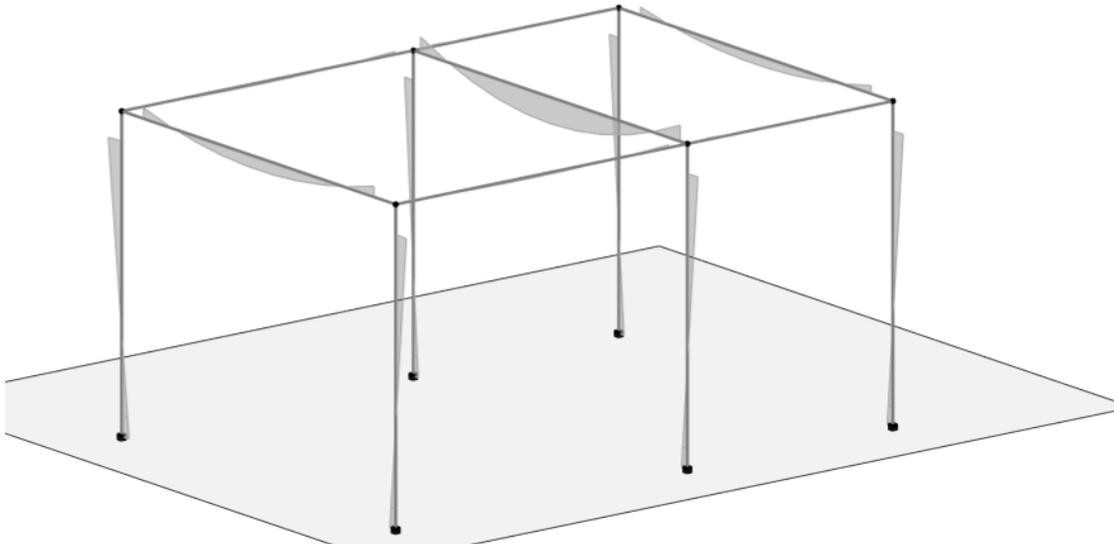


Figura 7.1-8 Diagramma dei momenti  $M3$  – COMB\_INV\_SLU

Relazione di calcolo strutture di elevazione

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
NN1X	10 D 78	CL	FA 04 00 002	C	34 di 103

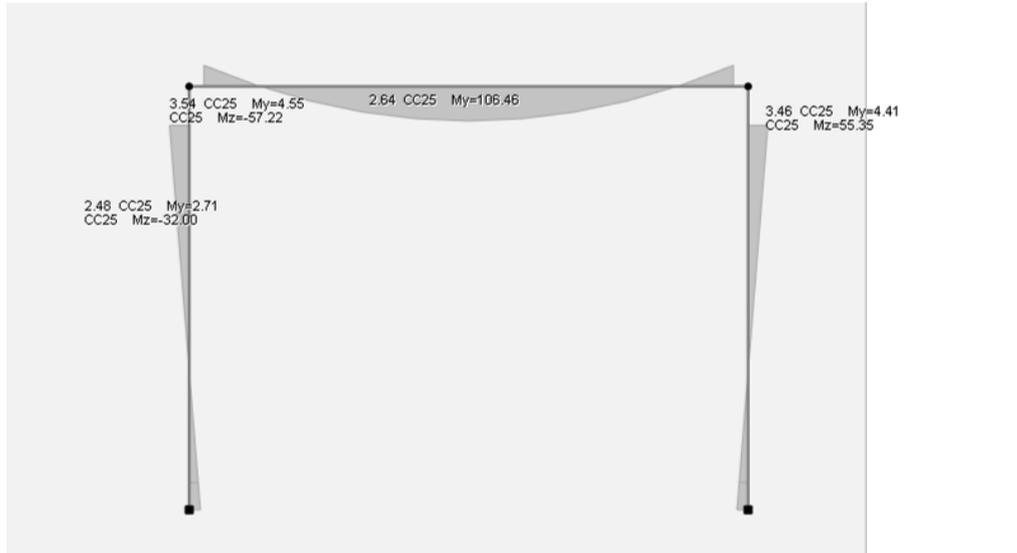


Figura 7.1-9 Diagramma dei momenti M3 – COMB\_INV\_SLU – Telaio interno.

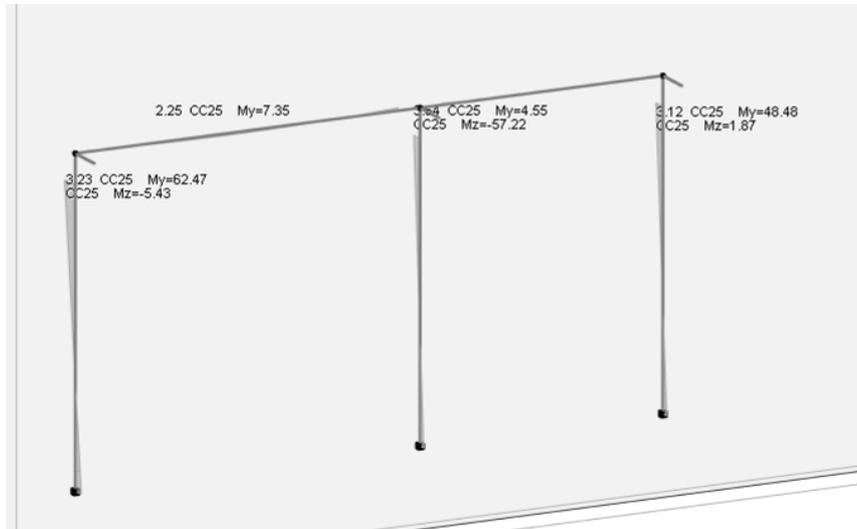


Figura 7.1-10 Diagramma dei momenti M3 – COMB\_INV\_SLU – Telaio di bordo.

Relazione di calcolo strutture di elevazione

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
NN1X	10 D 78	CL	FA 04 00 002	C	35 di 103

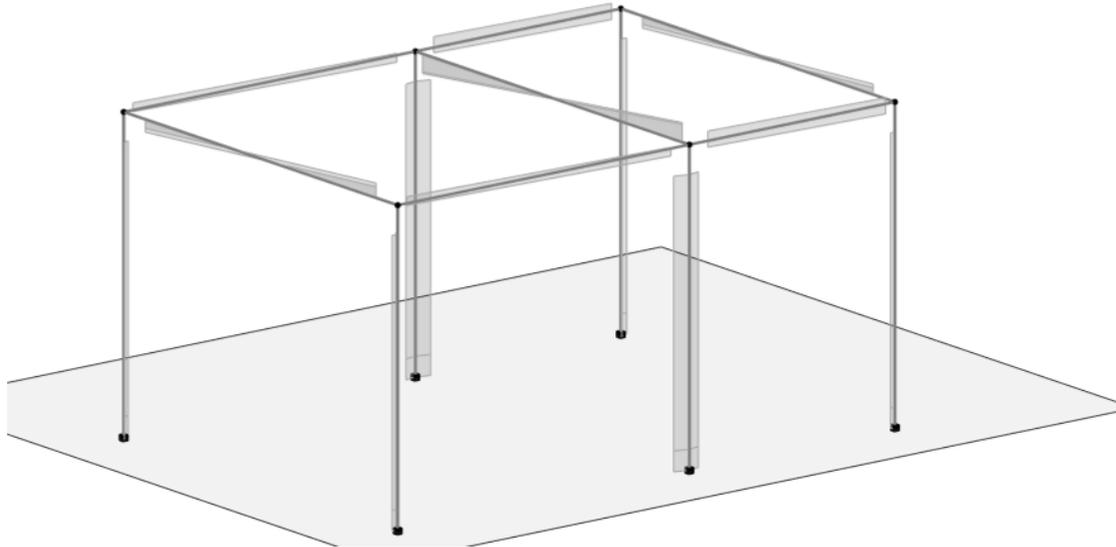


Figura 7.1-11 Diagramma del taglio V2 – COMB\_INV\_SLV.

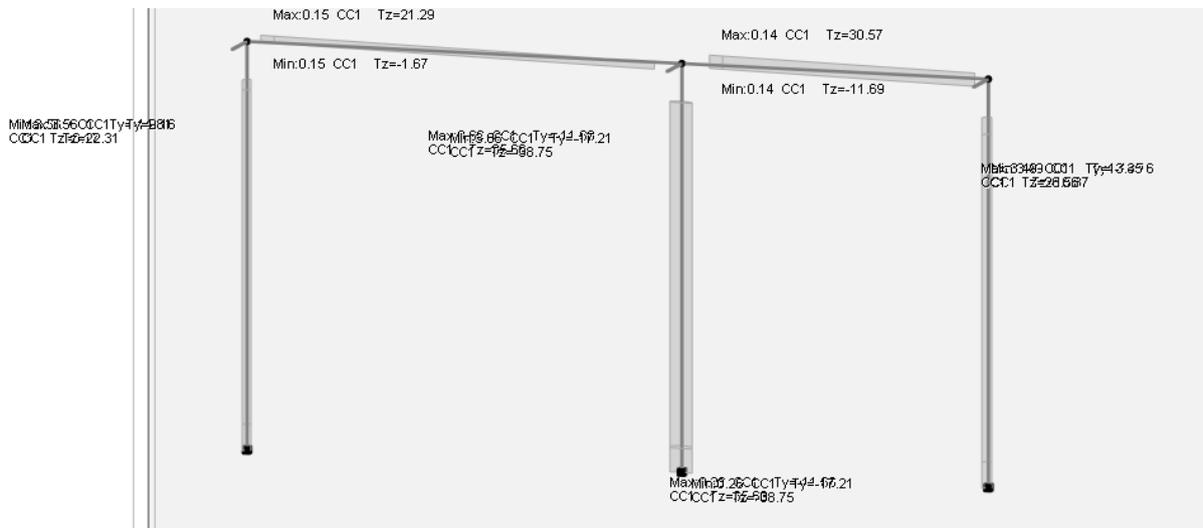


Figura 7.1-12 Diagramma del taglio V2 – COMB\_INV\_SLV – Telaio di bordo

Relazione di calcolo strutture di elevazione

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
NN1X	10 D 78	CL	FA 04 00 002	C	36 di 103

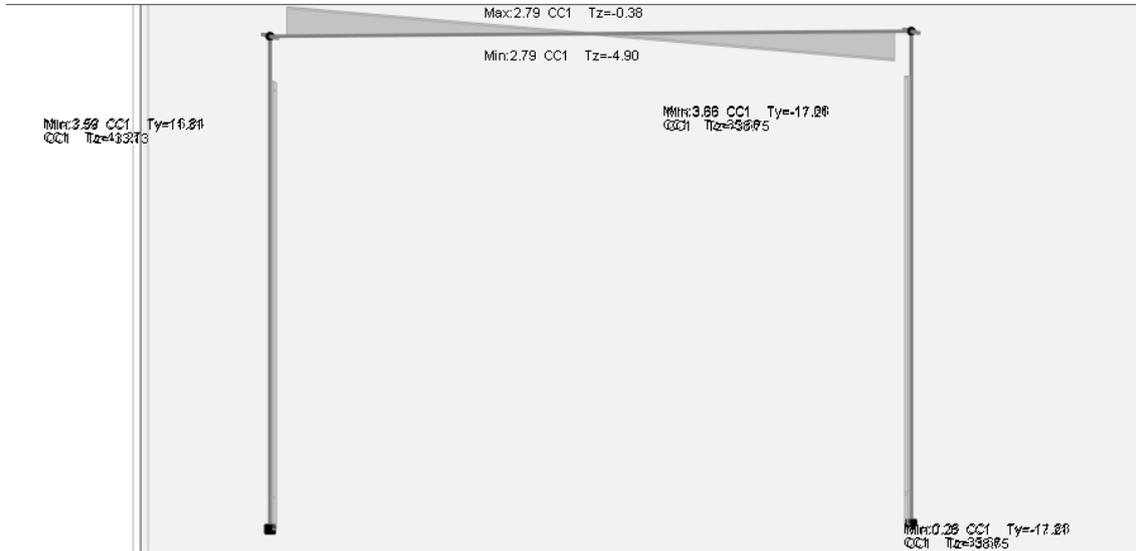


Figura 7.1-13 Diagramma del taglio V2 – COMB\_INV\_SLV – Telaio interno

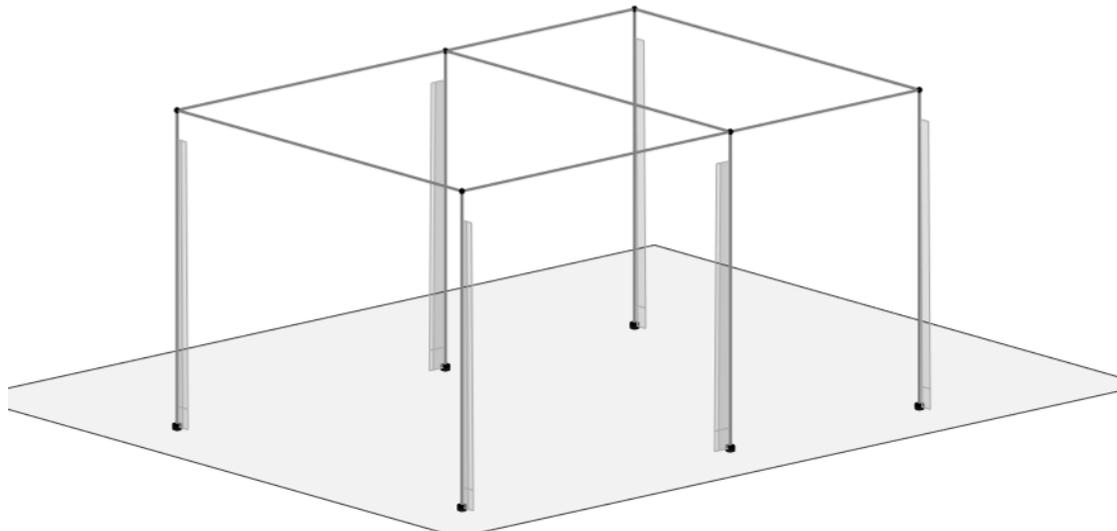


Figura 7.1-14 Diagramma dello sforzo assiale – COMB\_INV\_SLV

Relazione di calcolo strutture di elevazione

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
NN1X	10 D 78	CL	FA 04 00 002	C	37 di 103

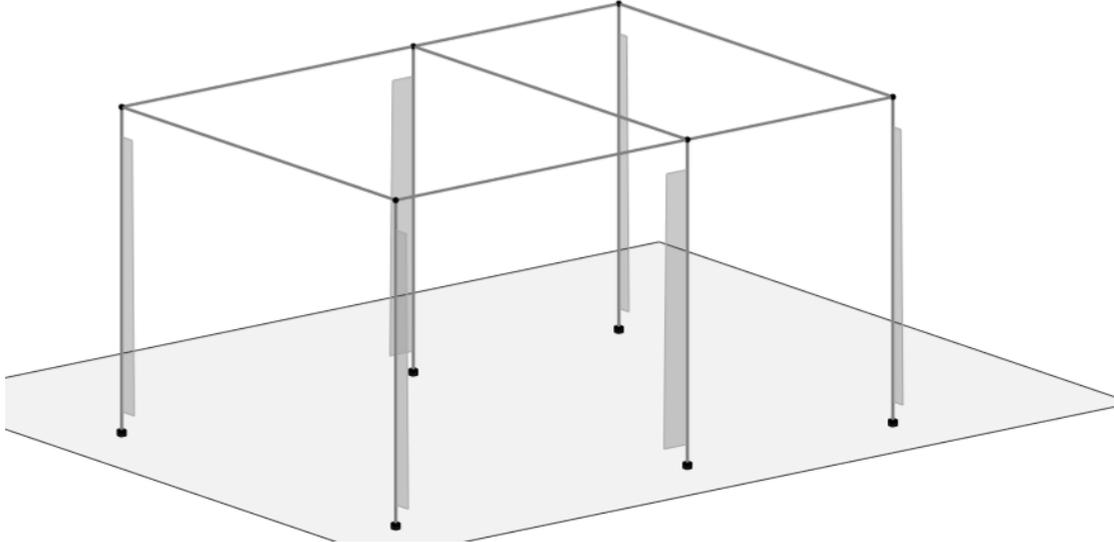


Figura 7.1-15 Diagramma dello sforzo assiale – COMB\_INV\_SLU

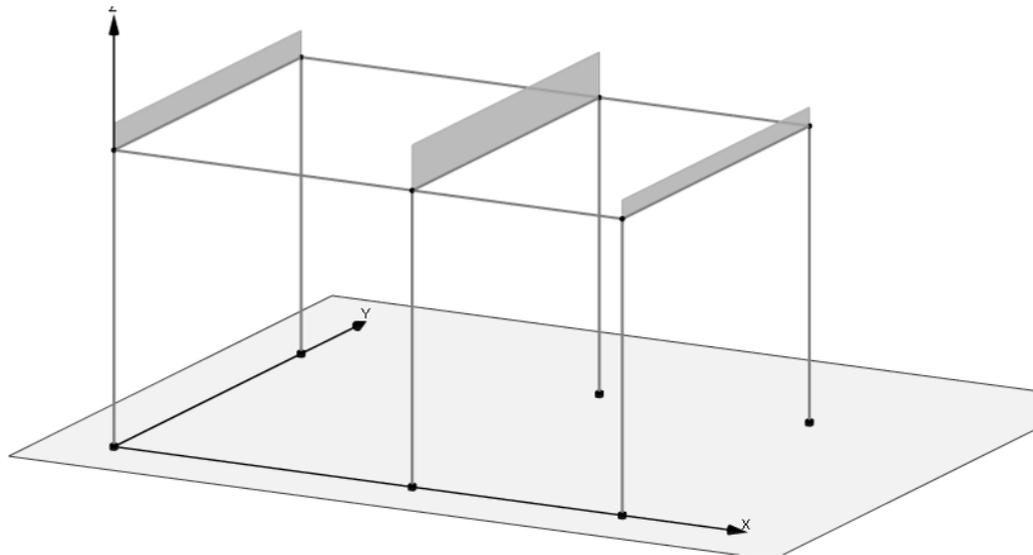
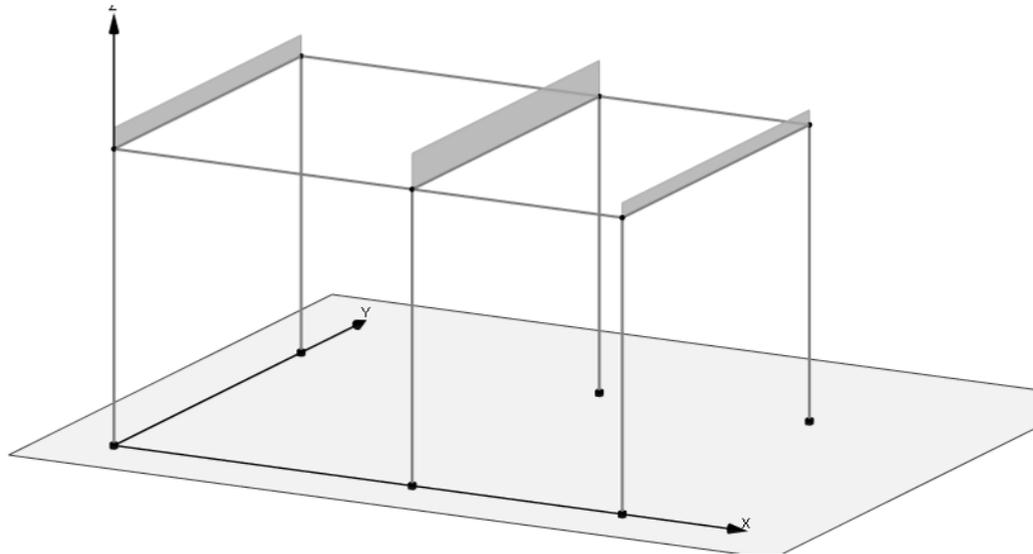


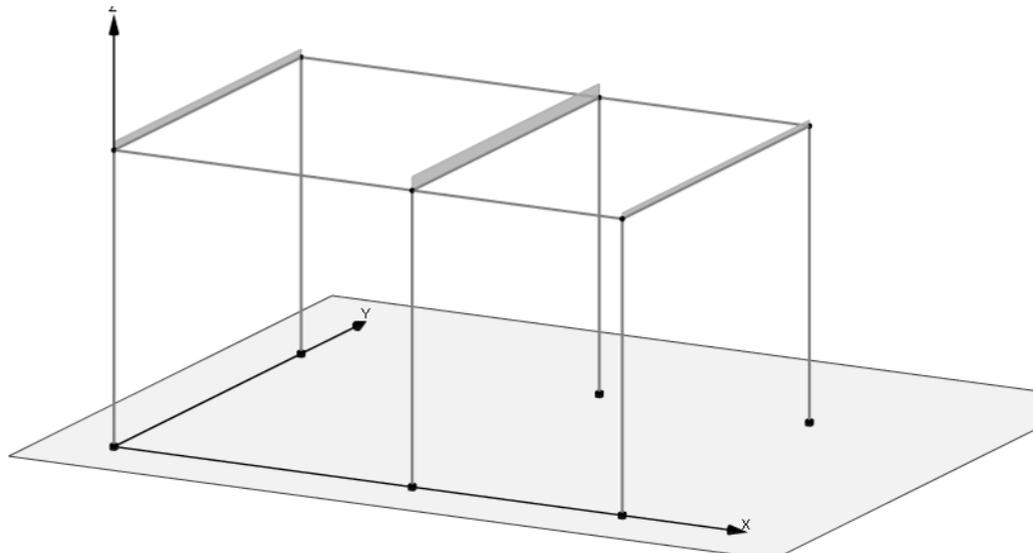
Figura 7.1-16 Schemi di carico - Permanenti solai

Relazione di calcolo strutture di elevazione

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
NN1X	10 D 78	CL	FA 04 00 002	C	38 di 103



*Figura 7.1-17 Schemi di carico – Peso portato dai solai*



*Figura 7.1-18 Schemi di carico - Accidentali copertura*

Relazione di calcolo strutture di elevazione

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
NN1X	10 D 78	CL	FA 04 00 002	C	39 di 103

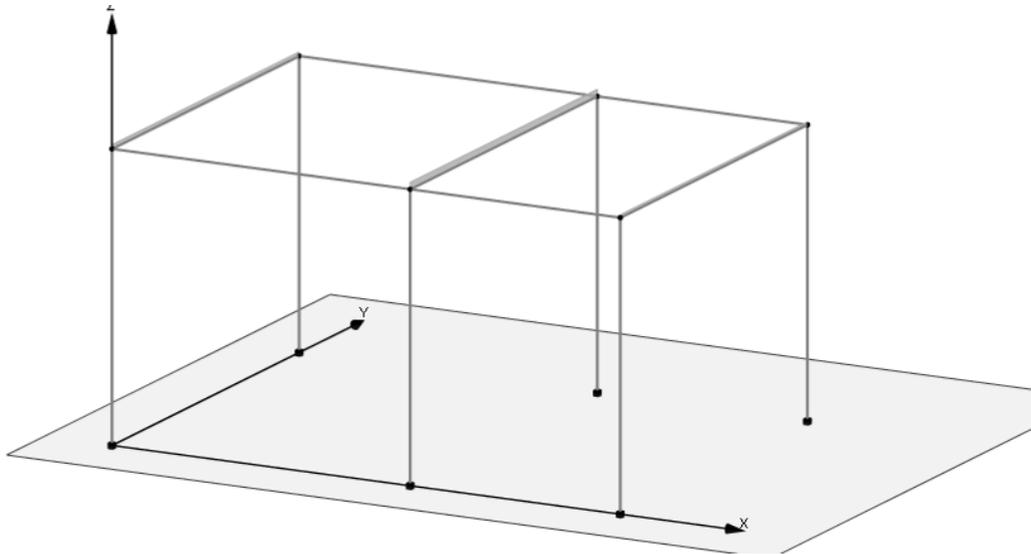


Figura 7.1-19 Schemi di carico - Accidentali neve solai

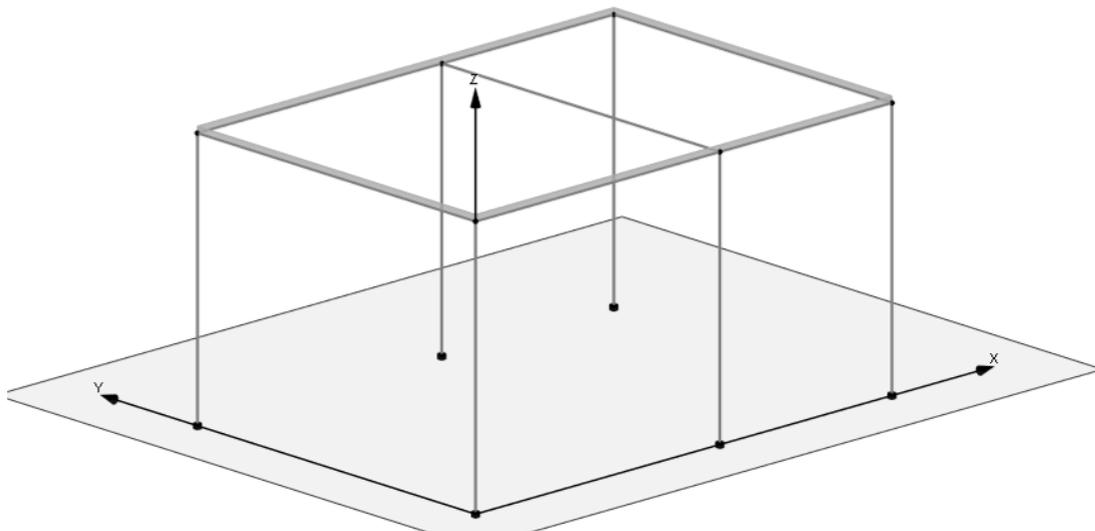


Figura 7.1-20 Schemi di carico – Tamponature copertura

 <b>ITAFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>LINEA SALERNO - PONTECAGNANO AEROPORTO</b> <b>COMPLETAMENTO METROPOLITANA DI SALERNO</b> <b>TRATTA ARECHI - PONTECAGNANO AEROPORTO</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>Fabbricati – FA04 – Pontecagnano Locale Consegne - Generale</b>					
	Relazione di calcolo strutture di elevazione	COMMESSA NN1X	LOTTO 10 D 78	CODIFICA CL	DOCUMENTO FA 04 00 002	REV C

## 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 corrispondente livello di azione

Relazione di calcolo strutture di elevazione

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
NN1X	10 D 78	CL	FA 04 00 002	C	41 di 103

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 SLV – SND – SLO:

CC	Commento	TCC	An.	Bk	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Mt	±S X	±S Y
1	Amb. 1 (SLU S) S M	SND	▼	L	1.00	1.00	1.00	0.00	0.20	0.00	1.00	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	0.20	0.00	1.00	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	0.20	0.00	1.00	0.00	0.00	1.00	1.00	0.30
4	Amb. 1 (SLU S) S M	SND	▼	L	1.00	1.00	1.00	0.00	0.20	0.00	1.00	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	0.20	0.00	1.00	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	0.20	0.00	1.00	0.00	0.00	1.00	1.00	-0.30
7	Amb. 1 (SLU S) S M	SND	▼	L	1.00	1.00	1.00	0.00	0.20	0.00	1.00	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	0.20	0.00	1.00	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	0.20	0.00	1.00	0.00	0.00	1.00	0.30	1.00
10	Amb. 1 (SLU S) S M	SND	▼	L	1.00	1.00	1.00	0.00	0.20	0.00	1.00	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	0.20	0.00	1.00	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	0.20	0.00	1.00	0.00	0.00	1.00	-0.30	1.00
13	Amb. 1 (SLU S) S -	SND	▼	L	1.00	1.00	1.00	0.00	0.20	0.00	1.00	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	0.20	0.00	1.00	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	0.20	0.00	1.00	0.00	0.00	-1.00	1.00	0.30
16	Amb. 1 (SLU S) S -	SND	▼	L	1.00	1.00	1.00	0.00	0.20	0.00	1.00	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	0.20	0.00	1.00	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	0.20	0.00	1.00	0.00	0.00	-1.00	1.00	-0.30
19	Amb. 1 (SLU S) S -	SND	▼	L	1.00	1.00	1.00	0.00	0.20	0.00	1.00	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	0.20	0.00	1.00	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	0.20	0.00	1.00	0.00	0.00	-1.00	0.30	1.00
22	Amb. 1 (SLU S) S -	SND	▼	L	1.00	1.00	1.00	0.00	0.20	0.00	1.00	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	0.20	0.00	1.00	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	0.20	0.00	1.00	0.00	0.00	-1.00	-0.30	1.00

- Combinazioni SLU – SLE

CC	Commento	TCC	An.	Bk	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Mt	±S X	±S Y
25	Amb. 2 (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
26	Amb. 2 (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
27	Amb. 2 (SLE F)	SLE F	▼	L	1.00	1.00	1.00	0.00	0.50	0.50	1.00	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	0.20	0.00	1.00	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	1.50	0.00	0.00	0.00	0.00
30	Amb. 3 (SLU)	SLU	▼	L	1.30	1.30	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	0.90	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	1.00	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	1.00	1.00	0.60	0.00	0.00	0.00	0.00
33	Amb. 3 (SLE F)	SLE F	▼	L	1.00	1.00	1.00	0.00	0.50	0.50	1.00	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00
34	Amb. 3 (SLE F)	SLE F	▼	L	1.00	1.00	1.00	0.00	0.50	0.50	1.00	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	0.20	0.00	1.00	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	1.50	1.50	0.00	1.50	0.00	0.00	0.00
37	Amb. 4 (SLU)	SLU	▼	L	1.30	1.30	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	0.00	0.90	0.00	0.00	0.00
38	Amb. 4 (SLE R)	SLE R	▼	L	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00
39	Amb. 4 (SLE R)	SLE R	▼	L	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	0.60	0.00	0.00	0.00
40	Amb. 4 (SLE F)	SLE F	▼	L	1.00	1.00	1.00	0.00	0.50	0.50	1.00	0.00	0.20	0.00	0.00	0.00
41	Amb. 4 (SLE F)	SLE F	▼	L	1.00	1.00	1.00	0.00	0.50	0.50	1.00	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	0.20	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Relazione di calcolo strutture di elevazione

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
NN1X	10 D 78	CL	FA 04 00 002	C	42 di 103

- 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 portato sola	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	Accidentale solai	19 D.M. 18 Variabili C	a sfavore	di base	<input type="checkbox"/>	QA			1.00	1.0	1.0	0.0	0.0	0.0	1.0
5	Accidentale neve	13 D.M. 18 Variabili N	a sfavore	di base	<input type="checkbox"/>	QA2			1.00	1.0	1.0	0.0	0.0	0.0	1.0
6	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
7	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
8	Vento X	11 D.M. 18 Variabili	a sfavore	ambigua	<input type="checkbox"/>		0	Massimizzata	1.00						
9	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.

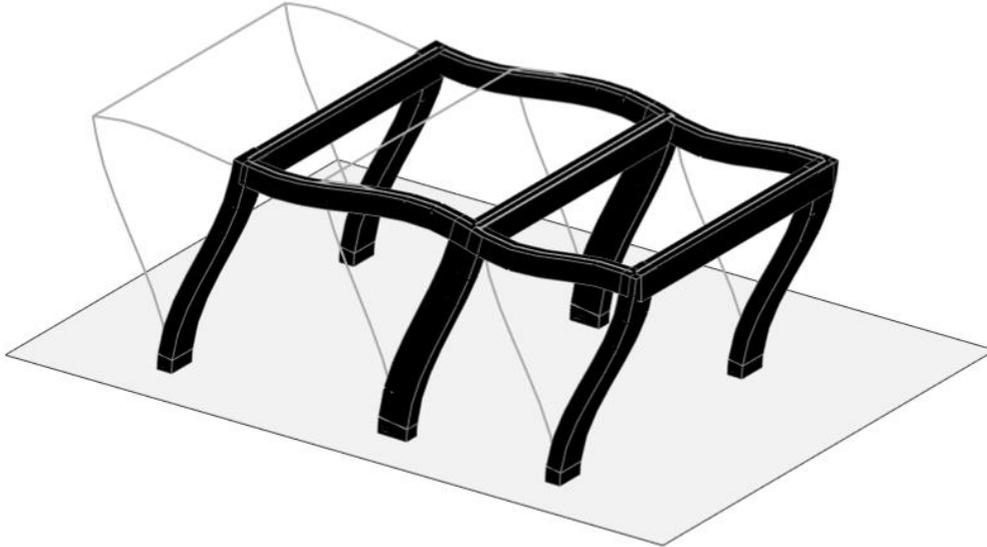
L'analisi a spettro di risposta viene eseguita usando la sovrapposizione dei modi, ricavati usando l'analisi agli autovettori. Per una data direzione di accelerazione, la risposta modale è calcolata su tutta la struttura per ciascuno dei modi di vibrazione: questi valori modali, per una data quantità 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.

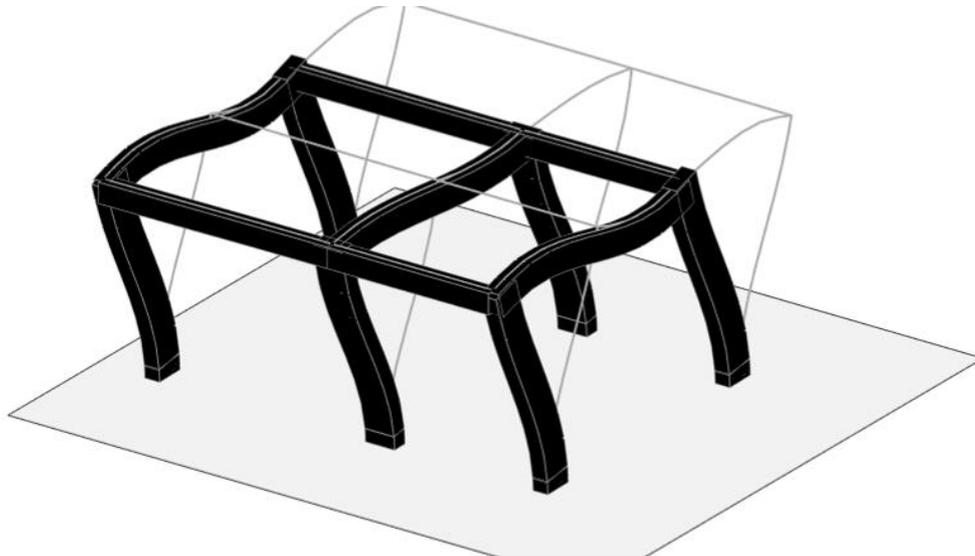
	Risultato	Cons.	T	%Mx	%My	%Jpz
<b>Totali:</b>				100.0	100.0	100.0
1	Modo n. 1	<input checked="" type="checkbox"/>	0.194	100.0	0.00	0.00
2	Modo n. 2	<input checked="" type="checkbox"/>	0.168	0.00	99.98	0.02
3	Modo n. 3	<input checked="" type="checkbox"/>	0.127	0.00	0.02	99.98

Relazione di calcolo strutture di elevazione

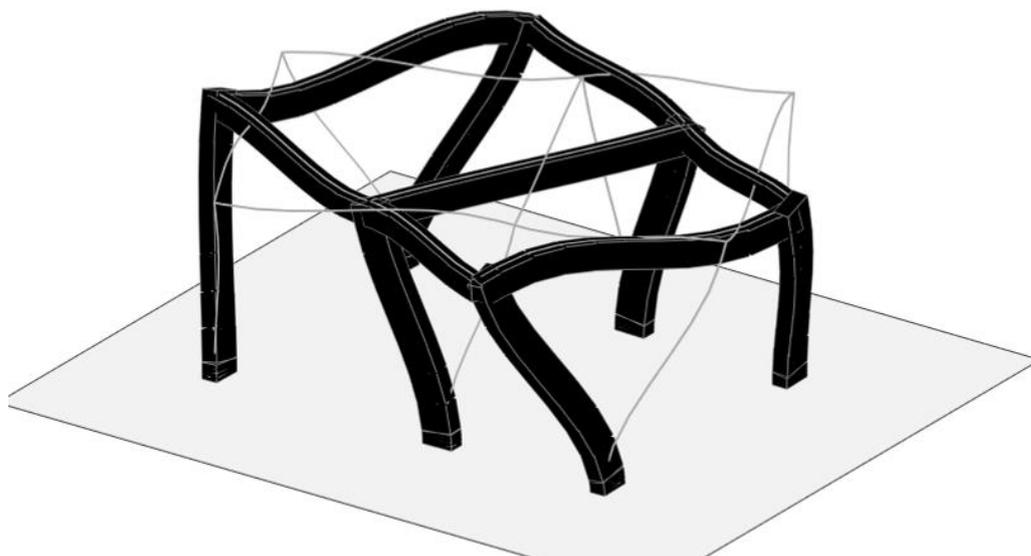
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
NN1X	10 D 78	CL	FA 04 00 002	C	43 di 103



*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  $L = 4.74$  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.

Relazione di calcolo strutture di elevazione

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
NN1X	10 D 78	CL	FA 04 00 002	C	45 di 103

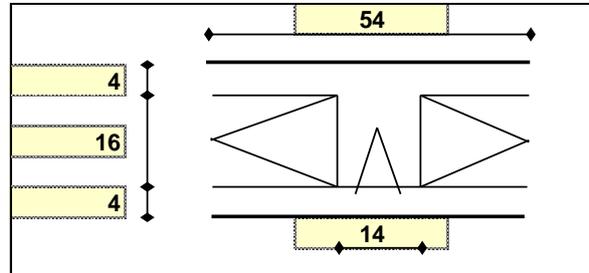
### Verifica di SLU a flessione

#### 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)

L max	4.74
Largh.	40
Largh.	
b min	
i max	

#### 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)

L	4.74
p.p. calc	328
p.p.	328
g1	0
g2	260
q	50
tot	638

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

x sx	36	36	x dx
Mg1 sx	-111	-111	Mg1 dx
Mg2 sx	-88	-88	Mg2 dx
Mq sx	-17	-17	Mq dx
Mtot sx	-215	-215	Mtot dx

#### Categoria del carico variabile

Cat. H Coperture	$\psi_0$	0.0
	$\psi_1$	0.0
	$\psi_2$	0.0

Relazione di calcolo strutture di elevazione

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
NN1X	10 D 78	CL	FA 04 00 002	C	46 di 103

**1: COMBINAZIONE ULTIMA**

<b>Momenti Max -</b>	-300	-300
<b>Momenti Max +</b>	1051	
<b>Tagli dx Max</b>	1141	
<b>Tagli sx Max</b>		1141
<b>Reazioni Max</b>	1141	1141
<b>Reazioni Max per fascia di un metro</b>	2113	2113

**2: COMBINAZIONE RARA**

<b>Momenti Max -</b>	-215	-215
<b>Momenti Max +</b>	752	
<b>Tagli dx Max</b>	817	
<b>Tagli sx Max</b>		817
<b>Reazioni Max</b>	817	817
<b>Reazioni Max per fascia di un metro</b>	1512	1512

**3: COMBINAZIONE QUASI PERMANENTE**

<b>Momenti Max -</b>	-198	-198
<b>Momenti Max +</b>	694	
<b>Tagli dx Max</b>	753	
<b>Tagli sx Max</b>		753
<b>Reazioni Max</b>	753	753
<b>Reazioni Max per fascia di un metro</b>	1394	1394

**4: COMBINAZIONE FREQUENTE**

<b>Momenti Max -</b>	-198	-198
<b>Momenti Max +</b>	694	
<b>Tagli dx Max</b>	753	
<b>Tagli sx Max</b>		753
<b>Reazioni Max</b>	753	753
<b>Reazioni Max per fascia di un metro</b>	1394	1394

**Materiali**

Calcestruzzo

 Classe **C30/37**

Acciaio

 Tipo **B450C**
**Dati geometrici**

Diametro delle barre longitudinali superiori (mm)

 $\phi$  **14** 14

Diametro delle barre longitudinali inferiori (mm)

 $\phi$  **14** 14

Relazione di calcolo strutture di elevazione

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
NN1X	10 D 78	CL	FA 04 00 002	C	47 di 103

**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
Momento sollecitante (daN*m)	Med	300	300
Momento resistente (daN*m)	Mrd	1194	1194
fattore di sicurezza	f	<b>3.98</b>	<b>3.98</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	215	215
	As tesa	1.54	1.54
	As compr	1.54	1.54
	y	6.19	6.19
	Jci	6657	6657
	$\sigma$ limite	3600	3600
	$\sigma$	732	732
fattore di sicurezza lato acciaio	f	<b>4.92</b>	<b>4.92</b>
	$\sigma$ limite	184.3	184.3
	$\sigma$	20.0	20.0
fattore di sicurezza lato cls	f	<b>9.22</b>	<b>9.22</b>

**3: VERIFICHE IN COMBINAZIONE QUASI PERMANENTE**

	B	14	14
	d	21.30	21.30
	h'	2.7	2.7
	M	198	198
	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
	$\sigma$	18.4	18.4
fattore di sicurezza lato cls	f	<b>7.50</b>	<b>7.50</b>

Relazione di calcolo strutture di elevazione

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
NN1X	10 D 78	CL	FA 04 00 002	C	48 di 103

**Armatura campate**

	$\phi$	$n$ .	$c$
	-	-	2.0
sup.	$\phi 14$	-	2.0
inf.	$\phi 14$	1	2.0
	-	-	2.0

 controllo armatura minima scelta: +1/12 p<sup>l</sup>2

sì

**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	154
MPa	fcd	13.92
MPa	fyd	391.3
N	Ned	0
Momento sollecitante (daN*m)	Med	1051
Momento resistente (daN*m)	Mrd	1241
fattore di sicurezza	f	<b>1.18</b>
Asse neutro (cm)	xc	2
Sforzo acciaio (daN/cm <sup>2</sup> .)	$\sigma_s$	3913
Sforzo calcestruzzo (daN/cm <sup>2</sup> .)	$\sigma_c$	-104.0
Deformazione acciaio	$\epsilon_s$	1.000%
Deformazione calcestruzzo	$\epsilon_c$	-0.099%
Campo di rottura	n.	2

**2: VERIFICHE IN COMBINAZIONE RARA**

	B	54
	d	21.3
	h'	0.0
	M	752
	As tesa	1.54
	As compr	0.00
	y	3.86
	Jci	8055
	$\sigma$ limite	3600
	$\sigma$	2444
fattore di sicurezza lato acciaio	f	<b>1.47</b>
	$\sigma$ limite	147.4
	$\sigma$	36.1
fattore di sicurezza lato cls	f	<b>4.09</b>

**3: VERIFICHE IN COMBINAZIONE QUASI PERMANENTE**

	B	54
	d	21.3
	h'	0.0
	M	694
	As tesa	1.54
	As compr	0.00
	y	3.86
	Jci	8055
	$\sigma$ limite	110.6
	$\sigma$	33.2
fattore di sicurezza lato cls	f	<b>3.33</b>
	$\sigma$	2252

**4: VERIFICHE IN COMBINAZIONE FREQUENTE**

	$\sigma$	2252
--	----------	------

Relazione di calcolo strutture di elevazione

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
NN1X	10 D 78	CL	FA 04 00 002	C	49 di 103

### 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

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

con

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

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

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

2: con fasce piene e barre longitudinali tese

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	
$\phi$	n.	n.	
sup.	$\emptyset 14$	1	1
inf.	$\emptyset 14$	1	1
Tagli resistenti sx (daN)	VRd	1770	
fascia piena (dall'asse dell'appoggio)	d1	-	
Tagli resistenti dx (daN)	VRd		1770
fascia piena (dall'asse dell'appoggio)	d2		-

### 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:

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

Verifiche di fessurazione			
CONDIZ. AMBIENTALI ORDINARIE			
<b>Appoggi</b>			
	diametro armature superiori	$\phi$	14
	combinazione frequente	$\sigma_s$	675
	<b>comb. frequente CONDIZ. AMBIENTALI ORDINARIE</b>	<b>f</b>	<b>2.86</b>
	combinazione quasi permanente	$\sigma_s$	675
	<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	$\sigma_s$	2252
	<b>comb. frequente CONDIZ. AMBIENTALI ORDINARIE</b>	<b>f</b>	<b>1.74</b>
	combinazione quasi permanente	$\sigma_s$	2252
	<b>comb. quasi perm. CONDIZ. AMBIENTALI ORDINARIE</b>	<b>f</b>	<b>1.38</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:

Relazione di calcolo strutture di elevazione

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
NN1X	10 D 78	CL	FA 04 00 002	C	51 di 103

**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

0.24

Freccia massima sez. fessurata (cm)

f max

1.50

Freccia massima combinata (cm)

f max

0.24

Freccia limite (cm)

f lim

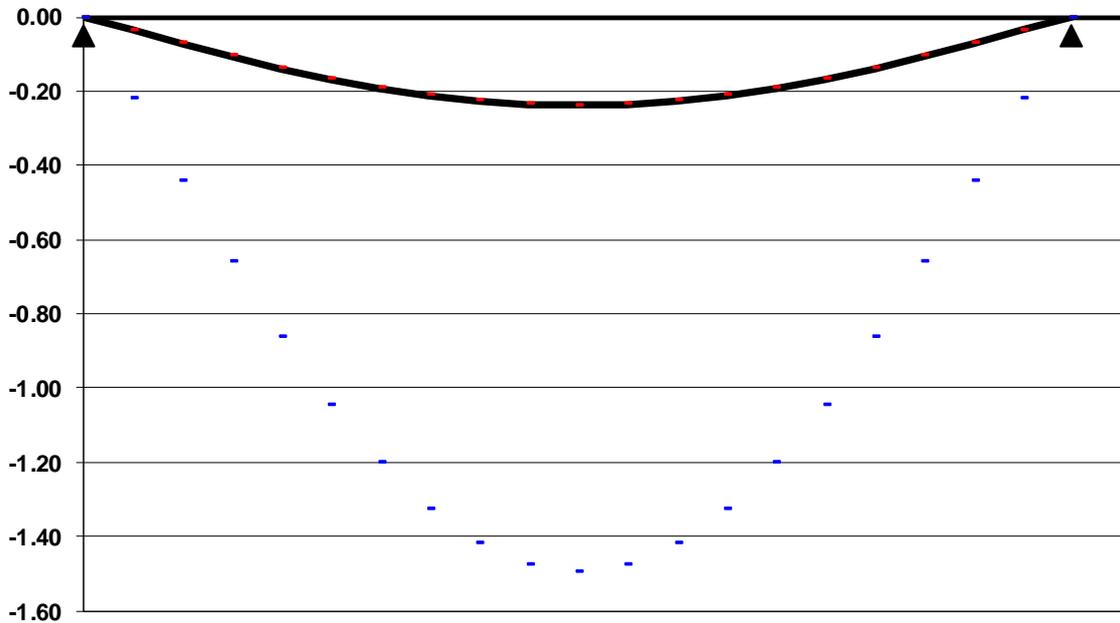
1.90

**Fattore di sicurezza**

f

**7.94**

**DEFORMATA COMBINAZIONE QUASI PERMANENTE**



— combinata    • sez. non fess.    • sez. fess.

## 8.2 VERIFICHE DEGLI ELEMENTI NON STRUTTURALI E DEGLI IMPIANTI

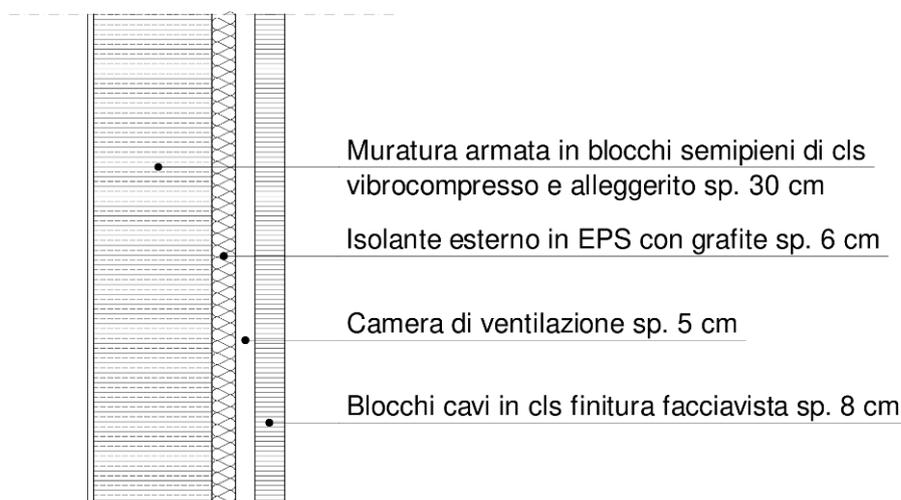
Al § 7.3.6 in Tab. 7.3.III le NTC 2018 specificano come per le costruzioni ricadenti in Classe d'Uso III sia necessario operare una verifica di stabilità per gli elementi NON Strutturali soggetti all'azione sismica valutata per lo SLV.

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, si assume che la funzione portante della parete sia svolta dal blocco in calcestruzzo prefabbricato interno, di spessore pari a 30 cm, il cui peso è pari a  $300 \text{ Kg/m}^2$ , desunto da schede tecniche di alcuni prefabbricatori.

A questo si aggiunge il peso del rivestimento esterno in blocchi architettonici facciavista di spessore 8 cm, pari a  $150 \text{ Kg/m}^2$ , 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 muratura esterna di spessore pari a 8 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:

$F_a$  = 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;

 <b>ITAFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>LINEA SALERNO - PONTECAGNANO AEROPORTO</b> <b>COMPLETAMENTO METROPOLITANA DI SALERNO</b> <b>TRATTA ARECHI - PONTECAGNANO AEROPORTO</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>Fabbricati – FA04 – Pontecagnano Locale Consegne - Generale</b>					
	Relazione di calcolo strutture di elevazione	COMMESSA NN1X	LOTTO 10 D 78	CODIFICA CL	DOCUMENTO FA 04 00 002	REV C

$W_a$  = peso dell'elemento;

$S_a$  = 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)

$q_a$  = fattore di comportamento dell'elemento non strutturale.

In assenza di specifiche determinazioni, per  $S_a$  e  $q_a$  si può fare utile riferimento a quanto riportato nella Circolare n.7/2019; in particolare, per il fattore di struttura  $q_a$  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  $S_a$  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  $a_g$  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;

$T_a$  = periodo fondamentale di vibrazione dell'elemento non strutturale;

$T_1$  = 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.

$a$ ,  $b$ ,  $a_p$  = parametri definiti in accordo con il primo periodo di vibrazione della costruzione  $T_1$ , 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.

Relazione di calcolo strutture di elevazione

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
NN1X	10 D 78	CL	FA 04 00 002	C	54 di 103

## PROGETTO TAMPONATURA

### DATI TAMPONATURA

H=	3.5	m	altezza tamponature
z=	1.75	m	quota baricentro
s=	30	cm	spessore blocco
L=	6	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> =	10500	kg	peso complessivo tamponatura (al netto delle aperture)
E=	20000	N/mm <sup>2</sup>	modulo elastico muratura
J=Ls <sup>3</sup> /12=	1.35E+10	mm <sup>4</sup>	momento d'inerzia muratura
K=3EJ/H <sup>3</sup> =	18892.128	N/mm	rigidezza
Ta=2π*√(m/k)=	0.1481	s	periodo d'oscillazione della tamponatura T = 2p (m/K) <sup>0.5</sup>

### DATI SISMICI

α=ag/g=	0.133		accelerazione su suolo di tipo A
F <sub>0</sub> =	2.697		
S <sub>s</sub> =	1.50		suolo C
St=	1.00		categoria topografica T1
S=S <sub>s</sub> *St=	1.50		
T1=	0.22	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	0.176	s	
bT1	0.308	s	

Relazione di calcolo strutture di elevazione

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
NN1X	10 D 78	CL	FA 04 00 002	C	55 di 103

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

Sa=	0.266		Accelerazione elemento non strutturale
Fh=W*Sa/q=	13.97	KN	Forza sismica complessiva agente sulla tamponatura
interasse armature	0.38	m	interasse armature orizzontali
FH i	5.31	KN	Forza sismica orizzontale agente sul traliccio i-esimo
MED = Fh x H / 8	3.98	KNxm	Momento flettente orizzontale
Interasse i=	6	m	Interasse tra i pilastri
Z	1.750	m	Altezza baricentro tamponatura dal piano di fondaz.
H	5.25	m	Altezza complessiva costruzione

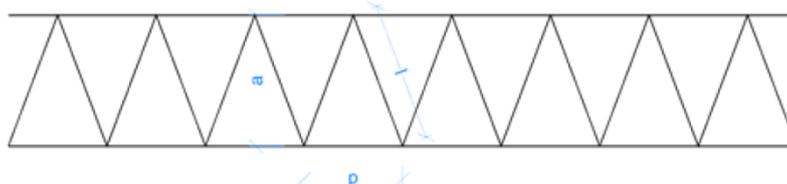
**MOMENTO RESISTENTE TRALICCIO**

fyk	450	N/mm <sup>2</sup>	
g s	1.15		
fyd	391.30	N/mm <sup>2</sup>	
a orizz	250	mm	
∅ orizz	8	mm	
Ares	50.27	mm <sup>2</sup>	
M <sub>RD</sub>	4.92	KNxm	
F.S. M <sub>RD</sub> /M <sub>ED</sub>	1.235	>	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



Relazione di calcolo strutture di elevazione

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
NN1X	10 D 78	CL	FA 04 00 002	C	56 di 103

### 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	-891.524	0	0	13.498	-5.555	-5.609
25	SLU	2.1	-891.524	0	0	0.029	7.648	-5.609
25	SLU	4.44	-891.524	0	0	-16.102	-11.141	-5.609
29	SLU	0.15	-891.524	0	0	13.821	-4.916	-5.687
29	SLU	2.15	-891.524	0	0	0.045	8.926	-5.687
29	SLU	4.44	-891.524	0	0	-15.78	-9.118	-5.687
30	SLU	0.15	-891.524	0	0	13.692	-5.172	-5.656
30	SLU	2.13	-891.524	0	0	0.04	8.413	-5.656
30	SLU	4.44	-891.524	0	0	-15.909	-9.927	-5.656
36	SLU	0.15	-891.524	0	0	18.7	-8.529	-6.085
36	SLU	2.15	-891.524	0	0	0.06	10.27	-6.085
36	SLU	4.44	-891.524	0	0	-21.198	-13.887	-6.085
37	SLU	0.15	-891.524	0	0	16.619	-7.34	-5.895
37	SLU	2.14	-891.524	0	0	0.056	9.219	-5.895
37	SLU	4.44	-891.524	0	0	-19.16	-12.789	-5.895
25	SLU	0.3	-891.524	0	0	11.869	-6.937	8.952
25	SLU	2.02	-891.524	0	0	0	3.271	8.952
25	SLU	3.19	-891.524	0	0	-8.072	-1.45	8.952
29	SLU	0.3	-891.524	0	0	15.091	-12.266	9.13
29	SLU	2.49	-891.524	0	0	0	4.236	9.13
29	SLU	3.19	-891.524	0	0	-4.85	2.531	9.13
30	SLU	0.3	-891.524	0	0	13.802	-10.135	9.059
30	SLU	2.28	-891.524	0	0	0.127	3.668	9.059
30	SLU	3.19	-891.524	0	0	-6.139	0.939	9.059
36	SLU	0.3	-891.524	0	0	17.365	-11.6	10.34
36	SLU	2.16	-891.524	0	0	0.047	4.612	10.34
36	SLU	3.19	-891.524	0	0	-9.512	-0.253	10.34
37	SLU	0.3	-891.524	0	0	15.166	-9.735	9.785
37	SLU	2.12	-891.524	0	0	0.012	4.056	9.785

Relazione di calcolo strutture di elevazione

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
NN1X	10 D 78	CL	FA 04 00 002	C	57 di 103

37	SLU	3.19	-891.524	0	0	-8.936	-0.732	9.785
----	-----	------	----------	---	---	--------	--------	-------

CC	TCC	X <m>	N <kN>	Ty <kN>	Mz <kNm>	Tz <kN>	My <kNm>	Mx <kNm>
26	SLE R	0.15	-594.349	0	0	9.78	-4.022	-4.014
26	SLE R	2.1	-594.349	0	0	0.021	5.542	-4.014
26	SLE R	4.44	-594.349	0	0	-11.67	-8.078	-4.014
31	SLE R	0.15	-594.349	0	0	9.995	-3.596	-4.065
31	SLE R	2.14	-594.349	0	0	0.033	6.393	-4.065
31	SLE R	4.44	-594.349	0	0	-11.455	-6.729	-4.065
32	SLE R	0.15	-594.349	0	0	9.909	-3.767	-4.045
32	SLE R	2.13	-594.349	0	0	0.028	6.052	-4.045
32	SLE R	4.44	-594.349	0	0	-11.541	-7.269	-4.045
38	SLE R	0.15	-594.349	0	0	13.247	-6.005	-4.331
38	SLE R	2.15	-594.349	0	0	0.043	7.289	-4.331
38	SLE R	4.44	-594.349	0	0	-15.067	-9.909	-4.331
39	SLE R	0.15	-594.349	0	0	11.86	-5.212	-4.204
39	SLE R	2.13	-594.349	0	0	0.04	6.588	-4.204
39	SLE R	4.44	-594.349	0	0	-13.708	-9.176	-4.204
26	SLE R	0.3	-594.349	0	0	8.604	-5.033	6.4
26	SLE R	2.02	-594.349	0	0	0	2.37	6.4
26	SLE R	3.19	-594.349	0	0	-5.846	-1.047	6.4
31	SLE R	0.3	-594.349	0	0	10.752	-8.586	6.519
31	SLE R	2.45	-594.349	0	0	0	2.975	6.519
31	SLE R	3.19	-594.349	0	0	-3.698	1.607	6.519
32	SLE R	0.3	-594.349	0	0	9.893	-7.165	6.471
32	SLE R	2.26	-594.349	0	0	0.093	2.621	6.471
32	SLE R	3.19	-594.349	0	0	-4.557	0.546	6.471
38	SLE R	0.3	-594.349	0	0	12.268	-8.142	7.326
38	SLE R	2.15	-594.349	0	0	0.034	3.26	7.326
38	SLE R	3.19	-594.349	0	0	-6.806	-0.249	7.326
39	SLE R	0.3	-594.349	0	0	10.803	-6.898	6.955
39	SLE R	2.11	-594.349	0	0	0.04	2.892	6.955
39	SLE R	3.19	-594.349	0	0	-6.422	-0.568	6.955

CC	TCC	X <m>	N <kN>	Ty <kN>	Mz <kNm>	Tz <kN>	My <kNm>	Mx <kNm>
27	SLE F	0.15	-297.175	0	0	9.751	-3.973	-3.377
27	SLE F	2.1	-297.175	0	0	0.019	5.535	-3.377
27	SLE F	4.44	-297.175	0	0	-11.699	-8.152	-3.377

Relazione di calcolo strutture di elevazione

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
NN1X	10 D 78	CL	FA 04 00 002	C	58 di 103

33	SLE F	0.15	-297.175	0	0	9.794	-3.888	-3.388
33	SLE F	2.1	-297.175	0	0	0.022	5.704	-3.388
33	SLE F	4.44	-297.175	0	0	-11.656	-7.882	-3.388
34	SLE F	0.15	-297.175	0	0	9.751	-3.973	-3.377
34	SLE F	2.1	-297.175	0	0	0.019	5.535	-3.377
34	SLE F	4.44	-297.175	0	0	-11.699	-8.152	-3.377
40	SLE F	0.15	-297.175	0	0	10.444	-4.37	-3.441
40	SLE F	2.11	-297.175	0	0	0.024	5.883	-3.441
40	SLE F	4.44	-297.175	0	0	-12.378	-8.518	-3.441
41	SLE F	0.15	-297.175	0	0	9.751	-3.973	-3.377
41	SLE F	2.1	-297.175	0	0	0.019	5.535	-3.377
41	SLE F	4.44	-297.175	0	0	-11.699	-8.152	-3.377
27	SLE F	0.3	-297.175	0	0	8.655	-5.125	5.379
27	SLE F	2.03	-297.175	0	0	0.004	2.367	5.379
27	SLE F	3.19	-297.175	0	0	-5.795	-0.991	5.379
33	SLE F	0.3	-297.175	0	0	9.085	-5.835	5.403
33	SLE F	2.11	-297.175	0	0	0.019	2.418	5.403
33	SLE F	3.19	-297.175	0	0	-5.365	-0.46	5.403
34	SLE F	0.3	-297.175	0	0	8.655	-5.125	5.379
34	SLE F	2.03	-297.175	0	0	0.004	2.367	5.379
34	SLE F	3.19	-297.175	0	0	-5.795	-0.991	5.379
40	SLE F	0.3	-297.175	0	0	9.388	-5.746	5.565
40	SLE F	2.07	-297.175	0	0	-0.011	2.537	5.565
40	SLE F	3.19	-297.175	0	0	-5.987	-0.832	5.565
41	SLE F	0.3	-297.175	0	0	8.655	-5.125	5.379
41	SLE F	2.03	-297.175	0	0	0.004	2.367	5.379
41	SLE F	3.19	-297.175	0	0	-5.795	-0.991	5.379

CC	TCC	X <m>	N <kN>	Ty <kN>	Mz <kNm>	Tz <kN>	My <kNm>	Mx <kNm>
28	SLE Q	0.15	0	0	0	9.747	-3.967	-3.301
28	SLE Q	2.1	0	0	0	0.019	5.534	-3.301
28	SLE Q	4.44	0	0	0	-11.703	-8.161	-3.301
35	SLE Q	0.15	0	0	0	9.747	-3.967	-3.301
35	SLE Q	2.1	0	0	0	0.019	5.534	-3.301
35	SLE Q	4.44	0	0	0	-11.703	-8.161	-3.301
42	SLE Q	0.15	0	0	0	9.747	-3.967	-3.301
42	SLE Q	2.1	0	0	0	0.019	5.534	-3.301
42	SLE Q	4.44	0	0	0	-11.703	-8.161	-3.301
28	SLE Q	0.3	0	0	0	8.661	-5.136	5.257

28	SLE Q	2.03	0	0	0	-0.009	2.366	5.257
28	SLE Q	3.19	0	0	0	-5.789	-0.984	5.257
35	SLE Q	0.3	0	0	0	8.661	-5.136	5.257
35	SLE Q	2.03	0	0	0	-0.009	2.366	5.257
35	SLE Q	3.19	0	0	0	-5.789	-0.984	5.257
42	SLE Q	0.3	0	0	0	8.661	-5.136	5.257
42	SLE Q	2.03	0	0	0	-0.009	2.366	5.257
42	SLE Q	3.19	0	0	0	-5.789	-0.984	5.257

### 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 2  $\Phi$  16
- Armatura inferiore 2  $\Phi$  16

#### 2) Campata:

- Armatura superiore 2  $\Phi$  16
- Armatura inferiore 2  $\Phi$  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

#### 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

Relazione di calcolo strutture di elevazione

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
NN1X	10 D 78	CL	FA 04 00 002	C	60 di 103

$c$  = momento fittizio in campata  
 $a$  = momento fittizio agli appoggi  
 TG = taglio da gerarchia delle resistenze  
 TGND = taglio non dissipativo limitante la gerarchia  
 $T$  = momento traslato per taglio  
 $e$  = eccentricità aggiuntiva in caso di compressione o pressoflessione  
 TCC = Tipo di combinazione di carico  
 SLU = Stato limite ultimo  
 SLU S = Stato limite ultimo (azione sismica)  
 SLE R = Stato limite d'esercizio, combinazione rara  
 SLE F = Stato limite d'esercizio, combinazione frequente  
 SLE Q = Stato limite d'esercizio, combinazione quasi permanente  
 SLD = Stato limite di danno  
 SLV = Stato limite di salvaguardia della vita  
 SLC = Stato limite di prevenzione del collasso  
 SLO = Stato limite di operatività  
 SLU I = Stato limite di resistenza al fuoco  
 SND = Stato limite di salvaguardia della vita (non dissipativo)  
 El = Elemento (asta) in cui viene effettuato il progetto/verifica (progressivo sul numero di aste)  
 Sez. = Numero della sezione  
 Crit. = Numero del criterio di progetto  
 $X$  = Coordinata progressiva rispetto al nodo iniziale  
 AFE S = Area di ferro effettiva totale presente nel punto di verifica, superiore  
 AFE I = Area di ferro effettiva totale presente nel punto di verifica, inferiore  
 AfEP S = Area di ferro effettiva parziale presente nella CC considerata, per la sollecitazione indicata, superiore  
 AfEP I = Area di ferro effettiva parziale presente nella CC considerata, per la sollecitazione indicata, inferiore  
 $M_y$  = Momento flettente intorno all'asse Y  
 $M_{Rdy}$  = Momento resistente allo stato limite ultimo intorno all'asse Y  
 Sic. = Sicurezza a rottura  
 $\sigma_{std}$  = Tensione di distacco della fibra di estremità (modo 1)  
 $\Delta\%$  = Incremento percentuale sicurezza  
 $\sigma_z \text{ sup}$  = Tensione nel ferro - superiore  
 $\sigma_z \text{ inf}$  = 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)  
 $b_w$  = Larghezza membratura resistente al taglio  
 $V_{sdu}$  = Taglio agente nella direzione del momento ultimo  
 $ctg\theta$  = Cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di calcestruzzo  
 $V_{Rsd}$  = Taglio ultimo lato armatura  
 $V_{Rcd}$  = Taglio ultimo lato calcestruzzo  
 $V_{rdu}$  = Taglio ultimo assorbibile dal solo calcestruzzo  
 Sic.T = Sicurezza a rottura per taglio  
 $c$  = Ricoprimento dell'armatura  
 $s$  = Distanza minima tra le barre  
 $K_3$  = Coefficiente di forma del diagramma delle tensioni prima della fessurazione  
 $s_{sm}$  = 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)  
 $W_k$  = Apertura delle fessure

Relazione di calcolo strutture di elevazione

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
NN1X	10 D 78	CL	FA 04 00 002	C	61 di 103

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  
 Eg = 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> >
3R		30.00	40.00	4.50	4.50	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	E1	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	-2887.71	-5366.28	1.858
4.44	1	SLV	1	444.00	4.02	4.02	4.02	4.02	-3588.82	-5366.28	1.495

Relazione di calcolo strutture di elevazione

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
NN1X	10 D 78	CL	FA 04 00 002	C	62 di 103

5.04	13	SLV	2	30.00	4.02	4.02	4.02	4.02	-4159.33	-5366.28	1.290
7.93	13	SLV	2	319.00	4.02	4.02	4.02	4.02	3073.24	5366.28	1.746

**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	38	SLE R	1	15.00	4.02	4.02	-600.52	464.51	-84.76	10.97
0.15	28	SLE Q	1	15.00	4.02	4.02	-396.73	306.88	-56.00	7.24
4.44	38	SLE R	1	444.00	4.02	4.02	-990.88	766.47	-139.86	18.09
4.44	28	SLE Q	1	444.00	4.02	4.02	-816.09	631.26	-115.19	14.90
5.04	31	SLE R	2	30.00	4.02	4.02	-858.59	664.14	-121.18	15.68
5.04	28	SLE Q	2	30.00	4.02	4.02	-513.55	397.24	-72.48	9.38
7.93	31	SLE R	2	319.00	4.02	4.02	295.39	-41.69	228.49	5.39
7.93	28	SLE Q	2	319.00	4.02	4.02	102.15	-14.42	79.01	1.87

**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>	$\Phi$	A <sub>s</sub> <cmq>	A <sub>c eff</sub> <cmq>	$\sigma_s$ <daN/cmq>	$\sigma_{sr}$ <daN/cmq>	$\epsilon_{sm}$	Wk <mm>
28	0.15	28	SLE Q	1	3	2	15.00	-396.73	37.00	210.00	0.15	218.25	16.00	4.02	422.35	306.88	2580.41	0.06	0.02
34	0.15	40	SLE F	1	3	2	15.00	-436.98	37.00	210.00	0.15	218.25	16.00	4.02	422.35	338.01	2580.41	0.07	0.02
64	4.44	28	SLE Q	1	3	2	444.00	-816.09	37.00	210.00	0.15	218.25	16.00	4.02	422.35	631.26	2580.41	0.12	0.05
70	4.44	40	SLE F	1	3	2	444.00	-851.82	37.00	210.00	0.15	218.25	16.00	4.02	422.35	658.90	2580.41	0.13	0.05
98	5.04	28	SLE Q	2	3	2	30.00	-513.55	37.00	210.00	0.15	218.25	16.00	4.02	422.35	397.24	2580.41	0.08	0.03
102	5.04	33	SLE F	2	3	2	30.00	-583.51	37.00	210.00	0.15	218.25	16.00	4.02	422.35	451.36	2580.41	0.09	0.03
139	7.93	28	SLE Q	2	3	2	319.00	102.15	37.00	210.00	0.15	218.25	16.00	4.02	422.35	79.01	2580.41	0.02	0.01
147	7.93	33	SLE F	2	3	2	319.00	141.20	37.00	210.00	0.15	218.25	16.00	4.02	422.35	109.22	2580.41	0.02	0.01

**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:

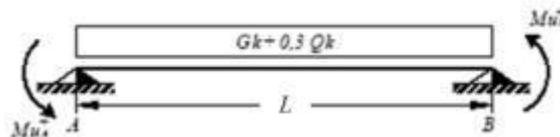
$$V_{Rcd} = 0.9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f'_{cd} \cdot (\text{ctg}\alpha + \text{ctg}\theta) / (1 + \text{ctg}^2\theta)$$

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:**

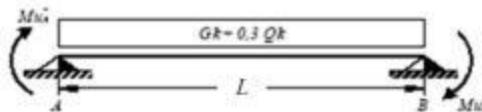


Il taglio è variabile linearmente lungo la trave ed è pari a:

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

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

• **2° Schema:**



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

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

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

Relazione di calcolo strutture di elevazione

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
NN1X	10 D 78	CL	FA 04 00 002	C	64 di 103

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:

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

$A_s$  area delle staffe;

$u_m$  perimetro medio del nucleo resistente;

$s$  passo delle staffe;

$\sum A_l$  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:  $a_l = \sum A_l / u_m$

$$a_s = A_s / s$$

Relazione di calcolo strutture di elevazione

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
NN1X	10 D 78	CL	FA 04 00 002	C	65 di 103

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 non è maggiore del taglio di calcolo ottenuto a valle dell'analisi strutturale mediante il MODEST ( $V_2=43.32$  kN) si procede alla verifica di resistenza considerando il seguente valore del taglio massimo:

$$V_{Ed-max} = 43.32 \text{ kN}$$

#### 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
TGND	0.15	0.55	0.40	ø8/ 5 2 br.	20.11	0.30	2854.61	1.52	38269.80	38269.80	38269.80	13.41
TGND	0.55	4.04	3.49	ø8/20 2 br.	5.03	0.30	2850.11	2.50	15710.70	28758.90	15710.70	5.51
TGND	4.04	4.44	0.40	ø8/ 5 2 br.	20.11	0.30	3050.11	1.52	38269.80	38269.80	38269.80	12.55
TGND	5.04	5.44	0.40	ø8/ 5 2 br.	20.11	0.30	4332.37	1.52	38269.80	38269.80	38269.80	8.83
TGND	5.44	7.53	2.09	ø8/20 2 br.	5.03	0.30	4132.37	2.50	15710.70	28758.90	15710.70	3.80
TGND	7.53	7.93	0.40	ø8/ 5 2 br.	20.11	0.30	4045.10	1.52	38269.80	38269.80	38269.80	9.46

Si adatteranno nelle zone d'appoggio, per un tratto pari ad 40 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

Relazione di calcolo strutture di elevazione

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
NN1X	10 D 78	CL	FA 04 00 002	C	66 di 103

### 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 ≥	20cm
120cm	b/h ≥	0.25
20cm	dsx ≤	h/2
20cm	ddx ≤	h/2

### 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)
fyk=	450	fyd=	391.30	D.M.(4.1.2.1.1.3)			

$$\text{Diametro min. armatura long.} \quad 16 \geq 14 \quad \text{D.M.(7.4.6.2.1)}$$

$$\text{Diametro staffe} \quad 8 \geq 6 \quad \text{D.M.(7.4.6.2.1)}$$

$$\text{N}^\circ \text{ braccia staffe} \quad 2$$

### Armatura longitudinale

In campata	n°ferri_tesi	2	As=	4.03cm <sup>2</sup>	As=	4.03cm <sup>2</sup>
	n°ferri_comp.	2	A's=	4.03cm <sup>2</sup>	A's=	4.03cm <sup>2</sup>
zona critica	n°ferri_tesi	2	As=	4.03cm <sup>2</sup>	As=	4.03cm <sup>2</sup>
	n°ferri_comp.	2	A's=	4.03cm <sup>2</sup>	A's=	4.03cm <sup>2</sup>

### Limitazioni Armatura longitudinale 7.4.6.2.1

In campata:	ρ <sub>comp</sub>	Arm. min.	Arm. max.	limitazioni	
	0.00336	3.7cm <sup>2</sup>	13.4cm <sup>2</sup>	.4/fyk < <(ρ <sub>comp</sub> + (3.5/fyk)	OK
	0.00336	1.0cm <sup>2</sup>		comp ≥ 0,25	OK
zona critica:	0.00336	3.7cm <sup>2</sup>	13.4cm <sup>2</sup>	1.4/fyk < <(ρ <sub>comp</sub> + (3.5/fy	OK
	0.00336	2.0cm <sup>2</sup>		comp ≥ 0,5	OK

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 INTERNE 30X50

Si riportano di seguito le verifiche strutturali della trave interna avente 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	-1114.4	0	0	127.042	-64.952	0
25	SLU	2.84	-1114.4	0	0	0.305	106.554	0
25	SLU	5.55	-1114.4	0	0	-127.042	-64.952	0
29	SLU	0.15	-1114.4	0	0	130.282	-66.562	0
29	SLU	2.84	-1114.4	0	0	0.313	109.318	0
29	SLU	5.55	-1114.4	0	0	-130.282	-66.562	0
30	SLU	0.15	-1114.4	0	0	128.986	-65.918	0
30	SLU	2.84	-1114.4	0	0	0.31	108.212	0
30	SLU	5.55	-1114.4	0	0	-128.986	-65.918	0
36	SLU	0.15	-1114.4	0	0	128.219	-68.067	0.328
36	SLU	2.88	-1114.4	0	0	0	106.633	0.328
36	SLU	5.55	-1114.4	0	0	-125.865	-61.71	0.328
37	SLU	0.15	-1114.4	0	0	127.748	-66.821	0.197
37	SLU	2.87	-1114.4	0	0	0	106.598	0.197
37	SLU	5.55	-1114.4	0	0	-126.336	-63.007	0.197

CC	TCC	X <m>	N <kN>	Ty <kN>	Mz <kNm>	Tz <kN>	My <kNm>	Mx <kNm>
26	SLE R	0.15	-742.936	0	0	90.844	-46.446	0
26	SLE R	2.84	-742.936	0	0	0.218	76.193	0
26	SLE R	5.55	-742.936	0	0	-90.844	-46.446	0
31	SLE R	0.15	-742.936	0	0	93.004	-47.519	0
31	SLE R	2.84	-742.936	0	0	0.223	78.036	0
31	SLE R	5.55	-742.936	0	0	-93.004	-47.519	0
32	SLE R	0.15	-742.936	0	0	92.14	-47.09	0
32	SLE R	2.84	-742.936	0	0	0.221	77.299	0
32	SLE R	5.55	-742.936	0	0	-92.14	-47.09	0
38	SLE R	0.15	-742.936	0	0	91.629	-48.523	0.219
38	SLE R	2.87	-742.936	0	0	0	76.245	0.219

Relazione di calcolo strutture di elevazione

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
NN1X	10 D 78	CL	FA 04 00 002	C	68 di 103

38	SLE R	5.55	-742.936	0	0	-90.059	-44.285	0.219
39	SLE R	0.15	-742.936	0	0	91.315	-47.692	0.131
39	SLE R	2.86	-742.936	0	0	0	76.222	0.131
39	SLE R	5.55	-742.936	0	0	-90.373	-45.149	0.131

CC	TCC	X <m>	N <kN>	Ty <kN>	Mz <kNm>	Tz <kN>	My <kNm>	Mx <kNm>
27	SLE F	0.15	-371.468	0	0	77.209	-39.437	0
27	SLE F	2.84	-371.468	0	0	0.185	64.795	0
27	SLE F	5.55	-371.468	0	0	-77.209	-39.437	0
33	SLE F	0.15	-371.468	0	0	77.641	-39.651	0
33	SLE F	2.84	-371.468	0	0	0.186	65.164	0
33	SLE F	5.55	-371.468	0	0	-77.641	-39.651	0
34	SLE F	0.15	-371.468	0	0	77.209	-39.437	0
34	SLE F	2.84	-371.468	0	0	0.185	64.795	0
34	SLE F	5.55	-371.468	0	0	-77.209	-39.437	0
40	SLE F	0.15	-371.468	0	0	77.366	-39.852	0.044
40	SLE F	2.86	-371.468	0	0	0	64.805	0.044
40	SLE F	5.55	-371.468	0	0	-77.052	-39.004	0.044
41	SLE F	0.15	-371.468	0	0	77.209	-39.437	0
41	SLE F	2.84	-371.468	0	0	0.185	64.795	0
41	SLE F	5.55	-371.468	0	0	-77.209	-39.437	0

CC	TCC	X <m>	N <kN>	Ty <kN>	Mz <kNm>	Tz <kN>	My <kNm>	Mx <kNm>
28	SLE Q	0.15	0	0	0	75.573	-38.596	0
28	SLE Q	2.84	0	0	0	0.181	63.428	0
28	SLE Q	5.55	0	0	0	-75.573	-38.596	0
35	SLE Q	0.15	0	0	0	75.573	-38.596	0
35	SLE Q	2.84	0	0	0	0.181	63.428	0
35	SLE Q	5.55	0	0	0	-75.573	-38.596	0
42	SLE Q	0.15	0	0	0	75.573	-38.596	0
42	SLE Q	2.84	0	0	0	0.181	63.428	0
42	SLE Q	5.55	0	0	0	-75.573	-38.596	0

 <p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p><b>LINEA SALERNO - PONTECAGNANO AEROPORTO</b> <b>COMPLETAMENTO METROPOLITANA DI SALERNO</b> <b>TRATTA ARECHI - PONTECAGNANO AEROPORTO</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b> <b>Fabbricati – FA04 – Pontecagnano Locale Consegne - Generale</b></p>												
<p>Relazione di calcolo strutture di elevazione</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>NN1X</td> <td>10 D 78</td> <td>CL</td> <td>FA 04 00 002</td> <td>C</td> <td>69 di 103</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO	NN1X	10 D 78	CL	FA 04 00 002	C	69 di 103
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO								
NN1X	10 D 78	CL	FA 04 00 002	C	69 di 103								

### 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 2  $\Phi$  20
- Armatura inferiore 2  $\Phi$  20 + 1  $\Phi$  16

#### 2) Campata:

- Armatura superiore 2  $\Phi$  20
- Armatura inferiore 2  $\Phi$  20 + 1  $\Phi$  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. 104

Nodi: 102 114

#### Simbologia

Caso	=Caso di verifica
Xg	=Coordinata progressiva (dal primo nodo) in cui viene effettuato il progetto/verifica
CC	=Combinazione delle condizioni di carico elementari
c	= momento fittizio in campata
a	= momento fittizio agli appoggi
TG	= taglio da gerarchia delle resistenze
TGND	= taglio non dissipativo limitante la gerarchia
T	= momento traslato per taglio
e	= eccentricità aggiuntiva in caso di compressione o pressoflessione
TCC	=Tipo di combinazione di carico
SLU	= Stato limite ultimo
SLU S	= Stato limite ultimo (azione sismica)
SLE R	= Stato limite d'esercizio, combinazione rara
SLE F	= Stato limite d'esercizio, combinazione frequente
SLE Q	= Stato limite d'esercizio, combinazione quasi permanente
SLD	= Stato limite di danno
SLV	= Stato limite di salvaguardia della vita
SLC	= Stato limite di prevenzione del collasso
SLO	= Stato limite di operatività

Relazione di calcolo strutture di elevazione

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
NN1X	10 D 78	CL	FA 04 00 002	C	70 di 103

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

$\sigma_{fda}$  = Tensione di distacco della fibra di estremità (modo I)

$\Delta\%$  = Incremento percentuale sicurezza

$\sigma_e$  sup = Tensione nel ferro - superiore

$\sigma_e$  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<sub>sm</sub> = Distanza media tra le fessure

$\Phi$  = 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

$\sigma_s$  = 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

Pg = Pi greco

Pr = Poligono regolare

Relazione di calcolo strutture di elevazione

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
NN1X	10 D 78	CL	FA 04 00 002	C	71 di 103

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> >
1R		30.00	50.00	4.50	4.50	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	E1	X <cm>	AfE S <cmq>	AfE I <cmq>	AfEP S <cmq>	AfEP I <cmq>	My <daNm>	MRdy <daNm>	Sic.
0.15	36	SLU	1	15.00	6.28	8.29	6.28	8.29	-6806.72	-10588.40	1.556
2.37	29	SLU	1	237.35	6.28	8.29	6.28	8.29	12025.10	13819.20	1.149
5.55	29	SLU	1	555.00	6.28	8.29	6.28	8.29	-6656.18	-10588.40	1.591

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

Xg <m>	CC	TCC	E1	X <cm>	AfE S <cmq>	AfE I <cmq>	My <daNm>	$\sigma_e$ sup <daN/cm <sup>2</sup> >	$\sigma_e$ inf <daN/cm <sup>2</sup> >	$\sigma_c$ <daN/cm <sup>2</sup> >
0.15	38	SLE R	1	15.00	6.28	8.29	-4852.28	1868.81	-425.98	45.19
0.15	28	SLE Q	1	15.00	6.28	8.29	-3859.55	1486.47	-338.82	35.94
2.37	31	SLE R	1	237.35	6.28	8.29	8584.01	-778.02	2534.33	76.11
2.37	28	SLE Q	1	237.35	6.28	8.29	6977.08	-632.38	2059.91	61.86
5.55	31	SLE R	1	555.00	6.28	8.29	-4751.91	1830.16	-417.16	44.25
5.55	28	SLE Q	1	555.00	6.28	8.29	-3859.55	1486.47	-338.82	35.94

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

Relazione di calcolo strutture di elevazione

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
NN1X	10 D 78	CL	FA 04 00 002	C	72 di 103

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>
35	0.15	28	SLE Q	1	1	1	15.00	-3859.55	35.00	210.00	0.16	216.91	20.00	6.28	518.04	1486.47	2167.00	0.29	0.11
41	0.15	40	SLE F	1	1	1	15.00	-3985.20	35.00	210.00	0.16	216.91	20.00	6.28	518.04	1534.87	2167.00	0.30	0.11
69	2.37	28	SLE Q	1	1	1	237.35	6977.08	35.00	105.00	0.16	169.73	20.00	8.29	521.88	2059.91	1709.67	0.66	0.19
73	2.37	33	SLE F	1	1	1	237.35	7168.08	35.00	105.00	0.16	169.73	20.00	8.29	521.88	2116.30	1709.67	0.69	0.20
111	5.55	28	SLE Q	1	1	1	555.00	-3859.55	35.00	210.00	0.16	216.91	20.00	6.28	518.04	1486.47	2167.00	0.29	0.11
115	5.55	33	SLE F	1	1	1	555.00	-3965.12	35.00	210.00	0.16	216.91	20.00	6.28	518.04	1527.13	2167.00	0.30	0.11

### 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:

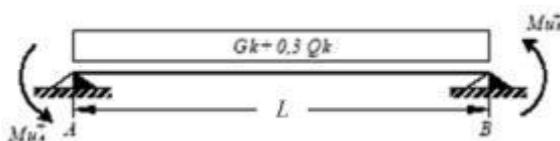
$$V_{Rcd} = 0.9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f'_{cd} \cdot (\text{ctg}\alpha + \text{ctg}\theta) / (1 + \text{ctg}^2\theta)$$

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:

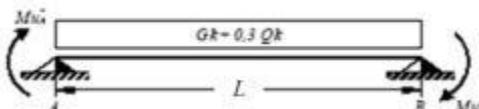


Il taglio è variabile linearmente lungo la trave ed è pari a:

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

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

• **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:

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

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.

Relazione di calcolo strutture di elevazione

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
NN1X	10 D 78	CL	FA 04 00 002	C	74 di 103

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:

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

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

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

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:

$$0,4 \leq ctg \theta \leq 2,5$$

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

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 non è maggiore del taglio di calcolo ottenuto a valle dell'analisi strutturale mediante il MODEST ( $V_2=130.28$  kN) si procede alla verifica di resistenza considerando il seguente valore del taglio massimo:

$$V_{Ed-max} = 130.28 \text{ kN}$$

#### 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
29 SLU	0.15	0.65	0.50	ø8/10 2 br.	10.05	0.30	13028.20	2.37	38242.00	38242.00	38242.00	2.94
TG	0.65	5.05	4.40	ø8/20 2 br.	5.03	0.30	11124.30	2.50	20136.20	36859.90	20136.20	1.81
29 SLU	5.05	5.55	0.50	ø8/10 2 br.	10.05	0.30	13028.20	2.37	38242.00	38242.00	38242.00	2.94

Relazione di calcolo strutture di elevazione

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
NN1X	10 D 78	CL	FA 04 00 002	C	75 di 103

Si adotteranno nelle zone d'appoggio, per un tratto pari ad 50 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.

### 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
altezza	h=	50cm
allargamento	dsx =	0cm
allargamento	ddx =	0cm
copriferro	c=	5cm

ok

ok

ok

ok

Valori max	Limit. geometriche 7.4.6.1.1	
30cm	$b \geq 20\text{cm}$	$b \leq 2l_p$
120cm	$b/h \geq 0.25$	
25cm	$dsx \leq h/2$	
25cm	$ddx \leq h/2$	

Relazione di calcolo strutture di elevazione

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
NN1X	10 D 78	CL	FA 04 00 002	C	76 di 103

### 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.	20	≥	14	D.M.(7.4.6.2.1)			
Diametro staffe	8	≥	6	D.M.(7.4.6.2.1)			
N° braccia staffe	2						

### Armatura longitudinale

In campata	n°ferri_tesi	3	As=	8.29cm <sup>2</sup>	As=	8.29cm <sup>2</sup>
	n°ferri_comp.	2	A's=	6.28cm <sup>2</sup>	A's=	6.28cm <sup>2</sup>
zona critica	n°ferri_tesi	2	As=	6.28cm <sup>2</sup>	As=	6.28cm <sup>2</sup>
	n°ferri_comp.	3	A's=	8.29cm <sup>2</sup>	A's=	8.29cm <sup>2</sup>

### Limitazioni Armatura longitudinale 7.4.6.2.1

In campata:	$\rho_{comp}$	Arm. min.	Arm. max.	limitazioni	
	0.00553	4.7cm <sup>2</sup>	17.9cm <sup>2</sup>	$1.4/f_{yk} < <(\rho_{comp} + (3.5/f_{yk}))$	OK
	0.00419	2.1cm <sup>2</sup>		$comp \geq 0,25$	OK
zona critica:	0.00419	4.7cm <sup>2</sup>	20.0cm <sup>2</sup>	$1.4/f_{yk} < <(\rho_{comp} + (3.5/f_{yk}))$	OK
	0.00553	3.1cm <sup>2</sup>		$comp \geq 0,5$	OK

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.

### 8.5 PILASTRI D'ANGOLO (30X60)

Si riportano di seguito le verifiche strutturali dei pilastri d'angolo aventi sezione rettangolare di dimensioni 30x60 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 =	142942	N		l limite	166.854
B=	300	mm		SNELLEZZA PILASTRO	
H=	600	mm		J min	1.35E+09 mm <sup>4</sup>
fcd=	17.40	N/mm <sup>2</sup>		r min	86.603 mm
n	0.0456			b	1
C	2.315			L0	4350 mm
Mtesta	54949000	Nxmm		l pilastro	50.229
Mpiede	89366000	Nxmm			
rm	0.6149				

La verifica risulta soddisfatta.

Relazione di calcolo strutture di elevazione

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
NN1X	10 D 78	CL	FA 04 00 002	C	78 di 103

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	3.26E-03	59705.40	0.00	2.59E-03	4.15	2.45E-03	79470.00	0.00	1.95E-03	2.85

$\Theta_x=0.00259 < 0.01$

### 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	-132.94	-2.649	3.865	-29.625	41.518	0

Relazione di calcolo strutture di elevazione

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
NN1X	10 D 78	CL	FA 04 00 002	C	79 di 103

25	SLU	0.28	-131.3	-2.649	3.123	-29.625	33.223	0
29	SLU	0	-138.39	-13.537	15.789	-31.194	43.717	0
29	SLU	0.28	-136.76	-13.537	11.999	-31.194	34.982	0
30	SLU	0	-136.21	-9.182	11.02	-30.566	42.837	0
30	SLU	0.28	-134.58	-9.182	8.449	-30.566	34.279	0
36	SLU	0	-152.34	-4.226	6.709	-52.67	84.181	-0.587
36	SLU	0.28	-150.7	-4.226	5.526	-52.67	69.433	-0.587
37	SLU	0	-144.58	-3.595	5.571	-43.452	67.115	-0.352
37	SLU	0.28	-142.94	-3.595	4.565	-43.452	54.949	-0.352
25	SLU	0	-131.3	-2.649	3.123	-29.625	33.223	0
25	SLU	3.67	-109.83	-2.649	-6.598	-29.625	-75.499	0
29	SLU	0	-136.76	-13.537	11.999	-31.194	34.982	0
29	SLU	3.67	-115.29	2.428	-8.386	-31.194	-79.498	0
30	SLU	0	-134.58	-9.182	8.449	-30.566	34.279	0
30	SLU	3.67	-113.11	0.397	-7.671	-30.566	-77.898	0
36	SLU	0	-150.7	-4.226	5.526	-52.67	69.433	-0.587
36	SLU	3.67	-129.23	-4.226	-9.984	-38.907	-98.611	-0.587
37	SLU	0	-142.94	-3.595	4.565	-43.452	54.949	-0.352
37	SLU	3.67	-121.47	-3.595	-8.63	-35.194	-89.366	-0.352

CC	TCC	X <m>	N <kN>	Ty <kN>	Mz <kNm>	Tz <kN>	My <kNm>	Mx <kNm>
26	SLE R	0	-96.475	-1.918	2.798	-21.153	29.646	0
26	SLE R	0.28	-95.216	-1.918	2.261	-21.153	23.723	0
31	SLE R	0	-100.11	-9.177	10.748	-22.199	31.112	0
31	SLE R	0.28	-98.85	-9.177	8.178	-22.199	24.896	0
32	SLE R	0	-98.656	-6.273	7.568	-21.781	30.525	0
32	SLE R	0.28	-97.397	-6.273	5.811	-21.781	24.427	0
38	SLE R	0	-109.41	-2.97	4.694	-36.517	58.088	-0.391
38	SLE R	0.28	-108.15	-2.97	3.863	-36.517	47.863	-0.391
39	SLE R	0	-104.23	-2.549	3.936	-30.372	46.711	-0.235
39	SLE R	0.28	-102.97	-2.549	3.222	-30.372	38.207	-0.235
26	SLE R	0	-95.216	-1.918	2.261	-21.153	23.723	0
26	SLE R	3.67	-78.701	-1.918	-4.778	-21.153	-53.91	0
31	SLE R	0	-98.85	-9.177	8.178	-22.199	24.896	0
31	SLE R	3.67	-82.335	1.466	-5.97	-22.199	-56.576	0
32	SLE R	0	-97.397	-6.273	5.811	-21.781	24.427	0
32	SLE R	3.67	-80.882	0.113	-5.493	-21.781	-55.51	0
38	SLE R	0	-108.15	-2.97	3.863	-36.517	47.863	-0.391
38	SLE R	3.67	-91.632	-2.97	-7.036	-27.342	-69.318	-0.391

Relazione di calcolo strutture di elevazione

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
NN1X	10 D 78	CL	FA 04 00 002	C	80 di 103

39	SLE R	0	-102.97	-2.549	3.222	-30.372	38.207	-0.235
39	SLE R	3.67	-86.46	-2.549	-6.133	-24.866	-63.155	-0.235

CC	TCC	X <m>	N <kN>	Ty <kN>	Mz <kNm>	Tz <kN>	My <kNm>	Mx <kNm>
27	SLE F	0	-88.004	-1.898	2.764	-18.427	25.824	0
27	SLE F	0.28	-86.744	-1.898	2.232	-18.427	20.665	0
33	SLE F	0	-88.731	-3.35	4.354	-18.636	26.118	0
33	SLE F	0.28	-87.471	-3.35	3.416	-18.636	20.9	0
34	SLE F	0	-88.004	-1.898	2.764	-18.427	25.824	0
34	SLE F	0.28	-86.744	-1.898	2.232	-18.427	20.665	0
40	SLE F	0	-90.59	-2.108	3.143	-21.5	31.513	-0.078
40	SLE F	0.28	-89.33	-2.108	2.553	-21.5	25.493	-0.078
41	SLE F	0	-88.004	-1.898	2.764	-18.427	25.824	0
41	SLE F	0.28	-86.744	-1.898	2.232	-18.427	20.665	0
27	SLE F	0	-86.744	-1.898	2.232	-18.427	20.665	0
27	SLE F	3.67	-70.229	-1.898	-4.733	-18.427	-46.961	0
33	SLE F	0	-87.471	-3.35	3.416	-18.636	20.9	0
33	SLE F	3.67	-70.956	-1.221	-4.971	-18.636	-47.495	0
34	SLE F	0	-86.744	-1.898	2.232	-18.427	20.665	0
34	SLE F	3.67	-70.229	-1.898	-4.733	-18.427	-46.961	0
40	SLE F	0	-89.33	-2.108	2.553	-21.5	25.493	-0.078
40	SLE F	3.67	-72.815	-2.108	-5.184	-19.665	-50.043	-0.078
41	SLE F	0	-86.744	-1.898	2.232	-18.427	20.665	0
41	SLE F	3.67	-70.229	-1.898	-4.733	-18.427	-46.961	0

CC	TCC	X <m>	N <kN>	Ty <kN>	Mz <kNm>	Tz <kN>	My <kNm>	Mx <kNm>
28	SLE Q	0	-86.987	-1.895	2.759	-18.1	25.366	0
28	SLE Q	0.28	-85.727	-1.895	2.229	-18.1	20.298	0
35	SLE Q	0	-86.987	-1.895	2.759	-18.1	25.366	0
35	SLE Q	0.28	-85.727	-1.895	2.229	-18.1	20.298	0
42	SLE Q	0	-86.987	-1.895	2.759	-18.1	25.366	0
42	SLE Q	0.28	-85.727	-1.895	2.229	-18.1	20.298	0
28	SLE Q	0	-85.727	-1.895	2.229	-18.1	20.298	0
28	SLE Q	3.67	-69.212	-1.895	-4.728	-18.1	-46.127	0
35	SLE Q	0	-85.727	-1.895	2.229	-18.1	20.298	0
35	SLE Q	3.67	-69.212	-1.895	-4.728	-18.1	-46.127	0
42	SLE Q	0	-85.727	-1.895	2.229	-18.1	20.298	0
42	SLE Q	3.67	-69.212	-1.895	-4.728	-18.1	-46.127	0

Relazione di calcolo strutture di elevazione

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
NN1X	10 D 78	CL	FA 04 00 002	C	81 di 103

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

- Armatura lati corti                      3 + 3  $\Phi$  20
- Armatura lato lungo                      2 + 2  $\Phi$  20

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 pilastri 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 -3 101

#### 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  
     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  
 $\Phi$  = Diametro della barra  
 A<sub>s</sub> = Area complessiva dei ferri nell'area di calcestruzzo efficace

Relazione di calcolo strutture di elevazione

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
NN1X	10 D 78	CL	FA 04 00 002	C	82 di 103

$A_{c\ eff}$  = 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)  
 $W_k$  = Apertura delle fessure  
 $M$  = Momento flettente  
 $MR_d$  = Momento resistente allo stato limite ultimo  
 $\mu\Phi$  = Valore di progetto della duttilità di curvatura  
 $M_z\ ver.$  = Momento flettente di verifica intorno all'asse Z  
 $N_u$  = Sforzo normale ultimo  
 $MR_{dy}$  = Momento resistente allo stato limite ultimo intorno all'asse Y  
 $MR_{dz}$  = Momento resistente allo stato limite ultimo intorno all'asse Z  
 $\alpha$  = Angolo asse neutro a rottura  
 $\epsilon_y$  = Deformazione nell'acciaio (\*1000)  
 $Sic.$  = Sicurezza a rottura  
 $A_{fT}$  = Area di ferro tesa  
 $A_{fC}$  = Area di ferro compressa  
 $\sigma_c$  = Tensione nel calcestruzzo  
 $\sigma_f$  = Tensione nel ferro  
 $X_0$  = Coordinata progressiva (dal nodo iniziale) dell'inizio del tratto  
 $X_1$  = Coordinata progressiva (dal nodo iniziale) della fine del tratto  
 $Staff.$  = Staffatura adottata  
 $Br_y$  = Numero bracci in dir. Y locale  
 $Br_z$  = Numero bracci in dir. Z locale  
 $b_{w,y}$  = Larghezza membratura resistente al taglio in dir. Y  
 $V_{sdu,y}$  = Taglio agente in dir. Y  
 $ctg\theta_{,y}$  = Cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di calcestruzzo in dir. Y  
 $VR_{sd,y}$  = Taglio ultimo lato armatura in dir. Y  
 $VR_{cd,y}$  = Taglio ultimo lato calcestruzzo in dir. Y  
 $b_{w,z}$  = Larghezza membratura resistente al taglio in dir. Z  
 $V_{sdu,z}$  = Taglio agente in dir. Z  
 $ctg\theta_{,z}$  = Cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di calcestruzzo in dir. Z  
 $VR_{sd,z}$  = Taglio ultimo lato armatura in dir. Z  
 $VR_{cd,z}$  = 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  
 $B_j$  = Larghezza effettiva utile del nodo

Relazione di calcolo strutture di elevazione

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
NN1X	10 D 78	CL	FA 04 00 002	C	83 di 103

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

Relazione di calcolo strutture di elevazione

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
NN1X	10 D 78	CL	FA 04 00 002	C	84 di 103

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>
2R		30.00	60.00	4.50	C30/37	307.10	20.59	174.02	13.73	B450C	4500.00	3913.04
2R		30.00	60.00	6.30	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	2	0.00	-6831.32	10289.50		908.02		-6831.32	29181.80	2872.55	22.50	6.99	2.839
0.00	7	SLV	1	2	0.00	-6831.32	10289.50		908.02		-6831.32	29181.80	2872.55	22.50	6.99	2.839
0.28	7	SLV	1	2	28.00	-6705.32	8921.59		776.96		-6705.32	29161.90	2873.96	22.50	7.00	3.272
0.28	7	SLV	2	2	0.00	-6705.32	8921.59		776.96		-6705.32	29161.90	2873.96	22.50	7.00	3.272
3.85	36	SLU	2	2	357.00	-12981.70	-9470.14		-956.16		-12981.70	-30149.10	-2802.37	202.50	6.64	3.181

**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	2	0.00	-10940.70	469.43	5808.77	18.85	12.57	47.31	746.98
0.00	28	SLE Q	1	2	0.00	-8698.70	275.94	2536.59	15.71	15.71	21.61	243.92
0.00	38	SLE R	1	2	0.00	-10940.70	469.43	5808.77	18.85	12.57	47.31	746.98
0.00	28	SLE Q	1	2	0.00	-8698.70	275.94	2536.59	15.71	15.71	21.61	243.92
0.28	38	SLE R	1	2	28.00	-10814.70	386.28	4786.30	15.71	15.71	38.93	558.55
0.28	28	SLE Q	1	2	28.00	-8572.70	222.87	2029.80	12.57	18.85	17.21	199.87
0.28	38	SLE R	2	2	0.00	-10814.70	386.28	4786.30	15.71	15.71	38.93	558.55
0.28	28	SLE Q	2	2	0.00	-8572.70	222.87	2029.80	12.57	18.85	17.21	199.87
3.85	38	SLE R	2	2	357.00	-9208.21	-673.88	-6657.13	18.85	12.57	56.71	990.32
3.85	28	SLE Q	2	2	357.00	-6966.20	-453.80	-4431.75	18.85	12.57	37.82	632.33

**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>rm</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	2	0.00	-8698.70	2536.59	275.94	54.00	86.00	0.13	195.13	20.00	12.57	878.71	221.35	221.35	827.62	0.04	0.01
0.00	28	SLE Q	1	2	0.00	-8698.70	2536.59	275.94	54.00	86.00	0.13	195.13	20.00	12.57	878.71	221.35	221.35	827.62	0.04	0.01
0.28	28	SLE Q	1	2	28.00	-8572.70	2029.80	222.87	54.00	86.00	0.13	195.13	20.00	12.57	878.71	136.63	702.63	702.63	0.03	0.01
0.28	28	SLE Q	2	2	0.00	-8572.70	2029.80	222.87	54.00	86.00	0.13	195.13	20.00	12.57	878.71	136.63	702.63	702.63	0.03	0.01
3.85	28	SLE Q	2	2	357.00	-6966.20	-4431.75	-453.80	54.00	86.00	0.13	192.51	20.00	15.71	1057.35	632.33	1124.04	1124.04	0.12	0.04

**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	0.64	ø8/10	2	2	36	SLU	0.60	422.61	2.50	20888.60	40096.70	0.30	5266.98	2.44	46321.80	46321.80	8.79
0.00	0.64	ø8/10	2	2	29	SLU	0.60	1353.67	2.50	20888.60	39926.50	0.30	3119.35	2.43	46206.90	46206.90	14.81
0.00	0.64	ø8/10	2	2	22 (TG)	SLV	0.60	1622.55	2.50	20888.60	39231.70	0.30	16839.70	2.41	45734.60	45734.60	2.72

Relazione di calcolo strutture di elevazione

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
NN1X	10 D 78	CL	FA 04 00 002	C	85 di 103

0.00	0.64	ø8/10	2	2	13 (TG)	SLV	0.60	6646.80	2.50	20888.60	39269.40	0.30	6302.59	2.41	45760.30	45760.30	3.14
0.64	3.21	ø8/20	2	2	36	SLU	0.60	422.61	2.50	10444.30	40050.90	0.30	5131.36	2.50	23720.90	45481.50	4.62
0.64	3.21	ø8/20	2	2	29	SLU	0.60	1196.34	2.50	10444.30	39880.70	0.30	3119.35	2.50	23720.90	45288.20	7.60
0.64	3.21	ø8/20	2	2	22 (TG)	SLV	0.60	1622.55	2.50	10444.30	39231.70	0.30	16839.70	2.50	23720.90	44551.20	1.41
0.64	3.21	ø8/20	2	2	13 (TG)	SLV	0.60	6646.80	2.50	10444.30	39269.40	0.30	6302.59	2.50	23720.90	44594.00	1.57
3.21	3.85	ø8/10	2	2	36	SLU	0.60	422.61	2.50	20888.60	39867.60	0.30	4168.85	2.43	46167.00	46167.00	11.07
3.21	3.85	ø8/10	2	2	22 (TG)	SLV	0.60	1622.55	2.50	20888.60	39231.70	0.30	16839.70	2.41	45734.60	45734.60	2.72
3.21	3.85	ø8/10	2	2	13 (TG)	SLV	0.60	6646.80	2.50	20888.60	39269.40	0.30	6302.59	2.41	45760.30	45760.30	3.14

**Caratteristiche nodi trave-pilastro**

Nodo	Conf.	Staff.	F.	Mod.	Br.	As1 <cmq>	As2 <cmq>	Bj <m>	Hjc <m>	Hjw <m>	Ash <cmq>
101	N	ø8/10	Y-E		4	4.02	4.02	0.45	0.17	0.31	8.04
			Z-E		4	6.28	6.28	0.30	0.47	0.41	10.05

5 staffe ø8 a 4 braccia

**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>
101	Y-	1	SLV	0.00	17308.80	0.00	1.75	57370.60	218637.00	225595.00	---	---
	Z-	1	SLV	0.00	27045.00	0.00	1.75	104190.00	126175.00	319823.00	---	---

**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;

 <p>GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>LINEA SALERNO - PONTECAGNANO AEROPORTO          COMPLETAMENTO METROPOLITANA DI SALERNO          TRATTA ARECHI - PONTECAGNANO AEROPORTO          PROGETTO DEFINITIVO          Fabbricati – FA04 – Pontecagnano Locale Consegne - Generale</p>					
<p>Relazione di calcolo strutture di elevazione</p>	<p>COMMESSA NN1X</p>	<p>LOTTO 10 D 78</p>	<p>CODIFICA CL</p>	<p>DOCUMENTO FA 04 00 002</p>	<p>REV C</p>	<p>FOGLIO 86 di 103</p>

- 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;
- 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:

Relazione di calcolo strutture di elevazione

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
NN1X	10 D 78	CL	FA 04 00 002	C	87 di 103

### Dati Geometrici

Pilastro:	Base	b=	30.0cm
	Altezza sez.	h=	60.0cm
	Copriferro	c=	5.0cm
	Altezza pil.	hp=	435.0cm
	Altezza libera	hl=	435.0cm

**OK**

<b>Lim. Geom. 7.4.6.1.2</b>	
b ≥	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)
fyk=	450	fyd=	391.30	D.M.(4.1.2.1.1.3)			

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

### Armatura longitudinale

n°ferri "b"	n°ferri "h"	
6	8	n°ferri_tot = 10
<i>tot sui due lati</i>	<i>tot sui due lati</i>	As+A's= 31.42cm <sup>2</sup>

### Limitazioni Armatura longitudinale 7.4.6.2.2

	Arm. min.	Arm. max.	limitazioni	
1.75%	18.0cm <sup>2</sup>	72.00cm <sup>2</sup>	1% ≤ ≤4%	<b>OK</b>

### Limitazioni Armatura longitudinale 4.1.6.1.2

	Arm. min.	Arm. max.	
	5.4	72	<b>OK</b>

Inter. Ferri "b"	12.0cm	<b>OK</b>	≤25	<b>OK</b>	≤12*Φlong. 24
Inter. Ferri "h"	18.0cm	<b>OK</b>	≤25	<b>OK</b>	≤12*Φlong. 24

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

## 8.6 PILASTRI INTERNI (30X60)

Si riportano di seguito le verifiche strutturali dei pilastri interni aventi sezione rettangolare di dimensioni 30x60 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 =	197946 N		l limite	141.827
B=	300 mm		SNELLEZZA PILASTRO	
H=	600 mm		J min	1.35E+09 mm <sup>4</sup>
fcd=	17.40 N/mm <sup>2</sup>		r min	86.603 mm
n	0.0632		b	1
C	2.315		L0	4350 mm
Mtesta	38987000 Nxmm		l pilastro	50.229
Mpiede	63343000 Nxmm			
rm	0.6155			

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	-191.66	23.939	-34.159	1.741	-2.1	0
25	SLU	0.28	-190.02	23.939	-27.456	1.741	-1.612	0
29	SLU	0	-197.98	24.573	-35.063	-3.058	10.36	0
29	SLU	0.28	-196.34	24.573	-28.183	-3.058	9.504	0
30	SLU	0	-195.45	24.32	-34.702	-1.138	5.376	0
30	SLU	0.28	-193.81	24.32	-27.892	-1.138	5.057	0
36	SLU	0	-204.87	44.274	-59.07	0.134	2.527	-0.587
36	SLU	0.28	-203.23	44.274	-46.674	0.134	2.565	-0.587
37	SLU	0	-199.58	36.14	-49.106	0.777	0.676	-0.352
37	SLU	0.28	-197.95	36.14	-38.987	0.777	0.894	-0.352
25	SLU	0	-190.02	23.939	-27.456	1.741	-1.612	0
25	SLU	3.67	-168.55	23.939	60.401	1.741	4.777	0
29	SLU	0	-196.34	24.573	-28.183	-3.058	9.504	0
29	SLU	3.67	-174.87	24.573	62	-3.058	-1.718	0
30	SLU	0	-193.81	24.32	-27.892	-1.138	5.057	0
30	SLU	3.67	-172.34	24.32	61.361	-1.138	0.88	0
36	SLU	0	-203.23	44.274	-46.674	0.134	2.565	-0.587
36	SLU	3.67	-181.76	16.749	65.305	0.134	3.056	-0.587
37	SLU	0	-197.95	36.14	-38.987	0.777	0.894	-0.352
37	SLU	3.67	-176.48	19.625	63.343	0.777	3.744	-0.352

CC	TCC	X <m>	N <kN>	Ty <kN>	Mz <kNm>	Tz <kN>	My <kNm>	Mx <kNm>
26	SLE R	0	-138.74	17.118	-24.426	1.262	-1.523	0
26	SLE R	0.28	-137.48	17.118	-19.633	1.262	-1.17	0
31	SLE R	0	-142.95	17.541	-25.029	-1.938	6.783	0
31	SLE R	0.28	-141.69	17.541	-20.117	-1.938	6.24	0
32	SLE R	0	-141.27	17.372	-24.788	-0.658	3.46	0
32	SLE R	0.28	-140.01	17.372	-19.924	-0.658	3.276	0
38	SLE R	0	-147.55	30.675	-41.033	0.19	1.561	-0.391
38	SLE R	0.28	-146.29	30.675	-32.444	0.19	1.614	-0.391
39	SLE R	0	-144.02	25.252	-34.39	0.619	0.327	-0.235
39	SLE R	0.28	-142.76	25.252	-27.32	0.619	0.5	-0.235
26	SLE R	0	-137.48	17.118	-19.633	1.262	-1.17	0

Relazione di calcolo strutture di elevazione

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
NN1X	10 D 78	CL	FA 04 00 002	C	90 di 103

26	SLE R	3.67	-120.97	17.118	43.19	1.262	3.46	0
31	SLE R	0	-141.69	17.541	-20.117	-1.938	6.24	0
31	SLE R	3.67	-125.18	17.541	44.257	-1.938	-0.871	0
32	SLE R	0	-140.01	17.372	-19.924	-0.658	3.276	0
32	SLE R	3.67	-123.49	17.372	43.83	-0.658	0.862	0
38	SLE R	0	-146.29	30.675	-32.444	0.19	1.614	-0.391
38	SLE R	3.67	-129.77	12.325	46.459	0.19	2.312	-0.391
39	SLE R	0	-142.76	25.252	-27.32	0.619	0.5	-0.235
39	SLE R	3.67	-126.25	14.242	45.152	0.619	2.771	-0.235

CC	TCC	X <m>	N <kN>	Ty <kN>	Mz <kNm>	Tz <kN>	My <kNm>	Mx <kNm>
27	SLE F	0	-124.43	14.568	-20.787	1.261	-1.545	0
27	SLE F	0.28	-123.17	14.568	-16.708	1.261	-1.192	0
33	SLE F	0	-125.27	14.652	-20.907	0.621	0.116	0
33	SLE F	0.28	-124.01	14.652	-16.805	0.621	0.29	0
34	SLE F	0	-124.43	14.568	-20.787	1.261	-1.545	0
34	SLE F	0.28	-123.17	14.568	-16.708	1.261	-1.192	0
40	SLE F	0	-126.19	17.279	-24.108	1.047	-0.928	-0.078
40	SLE F	0.28	-124.93	17.279	-19.27	1.047	-0.635	-0.078
41	SLE F	0	-124.43	14.568	-20.787	1.261	-1.545	0
41	SLE F	0.28	-123.17	14.568	-16.708	1.261	-1.192	0
27	SLE F	0	-123.17	14.568	-16.708	1.261	-1.192	0
27	SLE F	3.67	-106.65	14.568	36.756	1.261	3.436	0
33	SLE F	0	-124.01	14.652	-16.805	0.621	0.29	0
33	SLE F	3.67	-107.5	14.652	36.969	0.621	2.57	0
34	SLE F	0	-123.17	14.568	-16.708	1.261	-1.192	0
34	SLE F	3.67	-106.65	14.568	36.756	1.261	3.436	0
40	SLE F	0	-124.93	17.279	-19.27	1.047	-0.635	-0.078
40	SLE F	3.67	-108.41	13.609	37.41	1.047	3.207	-0.078
41	SLE F	0	-123.17	14.568	-16.708	1.261	-1.192	0
41	SLE F	3.67	-106.65	14.568	36.756	1.261	3.436	0

CC	TCC	X <m>	N <kN>	Ty <kN>	Mz <kNm>	Tz <kN>	My <kNm>	Mx <kNm>
28	SLE Q	0	-122.71	14.262	-20.35	1.261	-1.548	0
28	SLE Q	0.28	-121.45	14.262	-16.357	1.261	-1.195	0
35	SLE Q	0	-122.71	14.262	-20.35	1.261	-1.548	0
35	SLE Q	0.28	-121.45	14.262	-16.357	1.261	-1.195	0
42	SLE Q	0	-122.71	14.262	-20.35	1.261	-1.548	0

Relazione di calcolo strutture di elevazione

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
NN1X	10 D 78	CL	FA 04 00 002	C	91 di 103

42	SLE Q	0.28	-121.45	14.262	-16.357	1.261	-1.195	0
28	SLE Q	0	-121.45	14.262	-16.357	1.261	-1.195	0
28	SLE Q	3.67	-104.94	14.262	35.984	1.261	3.433	0
35	SLE Q	0	-121.45	14.262	-16.357	1.261	-1.195	0
35	SLE Q	3.67	-104.94	14.262	35.984	1.261	3.433	0
42	SLE Q	0	-121.45	14.262	-16.357	1.261	-1.195	0
42	SLE Q	3.67	-104.94	14.262	35.984	1.261	3.433	0

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

- Armatura lato corto                    3 + 3  $\Phi$  20
- Armatura lato lungo                    2 + 2  $\Phi$  20

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

## Pilastrata n. 2

Nodi: 2 -4 102

### 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
	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)

Relazione di calcolo strutture di elevazione

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
NN1X	10 D 78	CL	FA 04 00 002	C	92 di 103

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  
 $\Phi$  = 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  
 $\sigma_s$  = 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  
 M = Momento flettente  
 MRd = Momento resistente allo stato limite ultimo  
 $\mu\Phi$  = Valore di progetto della duttilità di curvatura  
 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  
 $\alpha$  = Angolo asse neutro a rottura  
 $\epsilon_y$  = Deformazione nell'acciaio (\*1000)  
 Sic. = Sicurezza a rottura  
 AfT = Area di ferro tesa  
 AfC = Area di ferro compressa  
 $\sigma_c$  = Tensione nel calcestruzzo  
 $\sigma_f$  = 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  
 ctg $\theta_{y}$  = 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  
 ctg $\theta_{z}$  = 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

Relazione di calcolo strutture di elevazione

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
NN1X	10 D 78	CL	FA 04 00 002	C	93 di 103

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

Relazione di calcolo strutture di elevazione

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
NN1X	10 D 78	CL	FA 04 00 002	C	94 di 103

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/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> >
2R		30.00	60.00	4.50	C30/37	307.10	20.59	174.02	13.73	B450C	4500.00	3913.04
2R		30.00	60.00	6.30	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	36(e)	SLU	1	2	0.00	-20486.70	252.71	445.58	-5907.04	-5907.04	-20486.70	1061.39	-14348.50	270.70	5.93	2.429
0.00	36(e)	SLU	1	2	0.00	-20486.70	252.71	445.58	-5907.04	-5907.04	-20486.70	1061.39	-14348.50	270.70	5.93	2.429
0.28	1	SLV	1	2	28.00	-10866.90	-8895.67		-2138.26		-10866.90	-26080.60	-6248.67	227.81	4.99	2.931
0.28	1	SLV	2	2	0.00	-10866.90	-8895.67		-2138.26		-10866.90	-26080.60	-6248.67	227.81	4.99	2.931
3.85	36(e)	SLU	2	2	357.00	-18234.40	304.24	396.60	6359.23	6359.23	-18234.40	1067.73	14160.20	89.30	6.09	2.229

**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/cm <sup>2</sup> >	σ <sub>f</sub> <daN/cm <sup>2</sup> >
0.00	38	SLE R	1	2	0.00	-14754.60	-4103.34	156.10	18.85	12.57	66.56	995.35
0.00	28	SLE Q	1	2	0.00	-12271.00	-2035.01	-154.80	18.85	12.57	33.26	347.99
0.00	38	SLE R	1	2	0.00	-14754.60	-4103.34	156.10	18.85	12.57	66.56	995.35
0.00	28	SLE Q	1	2	0.00	-12271.00	-2035.01	-154.80	18.85	12.57	33.26	347.99
0.28	38	SLE R	1	2	28.00	-14628.60	-3244.44	161.43	18.85	12.57	52.77	696.48
0.28	28	SLE Q	1	2	28.00	-12145.00	-1635.68	-119.49	15.71	15.71	26.49	234.38
0.28	38	SLE R	2	2	0.00	-14628.60	-3244.44	161.43	18.85	12.57	52.77	696.48
0.28	28	SLE Q	2	2	0.00	-12145.00	-1635.68	-119.49	15.71	15.71	26.49	234.38
3.85	38	SLE R	2	2	357.00	-13022.10	4520.20	229.31	18.85	12.57	73.88	1207.21
3.85	28	SLE Q	2	2	357.00	-10538.50	3455.76	330.72	18.85	12.57	57.71	918.69

**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>rm</sub> <mm>	Φ	A <sub>s</sub> <cmq>	A <sub>c eff</sub> <cmq>	σ <sub>s</sub> <daN/cm <sup>2</sup> >	σ <sub>sz</sub> <daN/cm <sup>2</sup> >	s <sub>sm</sub>	Wk <mm>
0.00	28	SLE Q	1	2	0.00	-12271.00	-154.80	-2035.01	54.00	157.33	0.13	223.50	20.00	15.71	1319.94	339.29	856.02	0.07	0.03

Relazione di calcolo strutture di elevazione

 COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV FOGLIO  
 NN1X 10 D 78 CL FA 04 00 002 C 95 di 103

0.00	28	SLE Q	1	2	0.00	-12271.00	-154.80	-2035.01	54.00	157.33	0.13	223.50	20.00	15.71	1319.94	339.29	856.02	0.07	0.03
0.28	28	SLE Q	1	2	28.00	-12145.00	-119.49	-1635.68	54.00	157.33	0.13	232.81	20.00	12.57	1173.03	215.62	744.75	0.04	0.02
0.28	28	SLE Q	2	2	0.00	-12145.00	-119.49	-1635.68	54.00	157.33	0.13	232.81	20.00	12.57	1173.03	215.62	744.75	0.04	0.02
3.85	28	SLE Q	2	2	357.00	-10538.50	330.72	3455.76	54.00	157.33	0.13	217.26	20.00	18.85	1466.41	897.82	1108.90	0.17	0.06

**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	0.64	ø8/12	2	2	29	SLU	0.60	2457.31	2.50	17407.20	40653.80	0.30	305.78	2.50	39534.90	46166.20	7.08
0.00	0.64	ø8/12	2	2	36	SLU	0.60	4427.43	2.50	17407.20	40737.90	0.30	13.38	2.50	39534.90	46261.70	3.93
0.00	0.64	ø8/12	2	2	1 (TG)	SLV	0.60	4536.86	2.50	17407.20	39658.70	0.30	12765.90	2.50	39534.90	45036.20	3.10
0.00	0.64	ø8/12	2	2	10 (TG)	SLV	0.60	7336.02	2.50	17407.20	39570.30	0.30	4566.10	2.50	39534.90	44935.70	2.37
0.00	0.64	ø8/12	2	2	22 (TG)	SLV	0.60	7339.83	2.50	17407.20	39591.10	0.30	4664.29	2.50	39534.90	44959.40	2.37
0.64	3.21	ø8/18	2	2	29	SLU	0.60	2457.31	2.50	11604.80	40608.00	0.30	305.78	2.50	26356.60	46114.20	4.72
0.64	3.21	ø8/18	2	2	36	SLU	0.60	4156.18	2.50	11604.80	40692.10	0.30	13.38	2.50	26356.60	46209.70	2.79
0.64	3.21	ø8/18	2	2	1 (TG)	SLV	0.60	4536.86	2.50	11604.80	39658.70	0.30	12765.90	2.50	26356.60	45036.20	2.06
0.64	3.21	ø8/18	2	2	10 (TG)	SLV	0.60	7336.02	2.50	11604.80	39570.30	0.30	4566.10	2.50	26356.60	44935.70	1.58
0.64	3.21	ø8/18	2	2	22 (TG)	SLV	0.60	7339.83	2.50	11604.80	39591.10	0.30	4664.29	2.50	26356.60	44959.40	1.58
3.21	3.85	ø8/12	2	2	29	SLU	0.60	2457.31	2.50	17407.20	40424.70	0.30	305.78	2.50	39534.90	45906.00	7.08
3.21	3.85	ø8/12	2	2	1 (TG)	SLV	0.60	4536.86	2.50	17407.20	39658.70	0.30	12765.90	2.50	39534.90	45036.20	3.10
3.21	3.85	ø8/12	2	2	10 (TG)	SLV	0.60	7336.02	2.50	17407.20	39570.30	0.30	4566.10	2.50	39534.90	44935.70	2.37
3.21	3.85	ø8/12	2	2	22 (TG)	SLV	0.60	7339.83	2.50	17407.20	39591.10	0.30	4664.29	2.50	39534.90	44959.40	2.37

**Caratteristiche nodi trave-pilastro**

Nodo	Conf.	Staff.	F.	Mod.	Br.	As1 <cmq>	As2 <cmq>	Bj <m>	Hjc <m>	Hjw <m>	Ash <cmq>
102	N	ø8/10	Y+	E	4	6.28	8.29	0.45	0.17	0.41	10.05
			Z+	I	4	4.02	4.02	0.30	0.47	0.31	8.04
			Z-	I	4	4.02	4.02	0.30	0.47	0.31	8.04

5 staffe ø8 a 4 braccia

**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>
102	Y+	1	SLV	0.00	27045.00	0.00	2.96	57370.60	731674.00	213215.00	34855.10	39338.20
	Z+	1	SLV	0.00	34617.60	0.00	2.96	130238.00	294373.00	338393.00	---	---
	Z-	1	SLV	0.00	34617.60	0.00	2.96	130238.00	294373.00	338393.00	---	---

**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;

Relazione di calcolo strutture di elevazione

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
NN1X	10 D 78	CL	FA 04 00 002	C	96 di 103

- 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;
- 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  $b_w + h_c/2$ .

Relazione di calcolo strutture di elevazione

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
NN1X	10 D 78	CL	FA 04 00 002	C	97 di 103

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 Ac;

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=	60.0cm
	Copriferro	c=	5.0cm
	Altezza pil.	hp=	435.0cm
	Altezza libera	hl=	435.0cm

**OK**

Lim. Geom. 7.4.6.1.2	
b ≥	25cm

Relazione di calcolo strutture di elevazione

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
NN1X	10 D 78	CL	FA 04 00 002	C	98 di 103

## 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)
fyk=	450	fyd=	391.30	D.M.(4.1.2.1.1.3)			

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

## Armatura longitudinale

n°ferri "b"	n°ferri "h"
6	8
<i>tot sui due lati</i>	<i>tot sui due lati</i>

$$n^{\circ}\text{ferri}_{\text{tot}} = 10$$

$$As+A's = 31.42\text{cm}^2$$

### Limitazioni Armatura longitudinale 7.4.6.2.2

	<b>Arm. min.</b>	<b>Arm. max.</b>	limitazioni	
1.75%	18.0cm <sup>2</sup>	72.00cm <sup>2</sup>	1% ≤ ≤4%	<b>OK</b>

### Limitazioni Armatura longitudinale 4.1.6.1.2

	<b>Arm. min.</b>	<b>Arm. max.</b>	
	5.4	72	<b>OK</b>

Inter. Ferri "b"	12.0cm	<b>OK</b>	≤25	<b>OK</b>	≤12*Φlong. 24
Inter. Ferri "h"	18.0cm	<b>OK</b>	≤25	<b>OK</b>	≤12*Φlong. 24

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

Relazione di calcolo strutture di elevazione

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
NN1X	10 D 78	CL	FA 04 00 002	C	99 di 103

### 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.

$$U1 = d_r = 0,0028 \text{ m} < 2 \cdot 0,01 \cdot h / 3 = 0,04 \cdot 2 / 3 = 0,0266 \text{ m.}$$

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

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>					<m>	<cm>					<m>	<cm>					<m>	<cm>		
1	-3	0.28	0.00	0.10	15	-3	101	4.07	0.21	0.52	18	2	-4	0.28	0.00	0.13	21	-4	102	4.07	0.21	0.51	15
3	-5	0.28	0.00	0.10	15	-5	103	4.07	0.21	0.52	15	13	-15	0.28	0.00	0.10	6	-15	113	4.07	0.21	0.52	3
14	-16	0.28	0.00	0.13	12	-16	114	4.07	0.21	0.51	3	15	-17	0.28	0.00	0.10	6	-17	115	4.07	0.21	0.51	6

Come si vede in tabella lo spostamento massimo 0.0028 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 - SLV (q = 2.5)

Nodo	CC	TCC	Fx <kN>	Fy <kN>	Fz <kN>	Mx <kNm>	My <kNm>	Mz <kNm>
1	1	SLV	12.953	30.025	105.065	-14.690	27.792	-0.721
1	1	SLV	-11.024	13.886	72.088	-55.400	-26.397	-0.777
13	1	SLV	14.815	-6.175	101.886	36.041	31.916	-0.721
13	1	SLV	-9.162	-22.313	68.909	-4.668	-22.273	-0.777
14	1	SLV	38.751	-11.684	135.492	26.934	97.417	-0.721
14	1	SLV	-35.656	-17.212	111.639	14.602	-86.768	-0.777
2	1	SLV	33.134	16.839	133.782	-13.767	83.672	-0.721
2	1	SLV	-41.273	11.311	109.929	-26.098	-100.513	-0.777
3	1	SLV	12.080	19.221	96.335	7.876	26.546	-0.721
3	1	SLV	-15.426	3.531	44.263	-31.663	-32.679	-0.777
15	1	SLV	14.158	-10.869	97.853	50.046	30.979	-0.721
15	1	SLV	-13.348	-26.560	45.781	10.508	-28.246	-0.777

### 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>
1	25	SLU	2.649	29.625	132.942	-41.518	3.865	0.000
13	25	SLU	2.649	-29.625	132.942	41.518	3.865	0.000
14	25	SLU	-1.741	-23.939	191.659	34.159	-2.100	0.000
2	25	SLU	-1.741	23.939	191.659	-34.159	-2.100	0.000
3	25	SLU	-0.908	24.293	106.687	-34.045	-1.210	0.000
15	25	SLU	-0.908	-24.293	106.687	34.045	-1.210	0.000

## 10 VERIFICHE AL FUOCO

Le verifiche di resistenza al fuoco sono state condotte secondo le prescrizioni dettate dal DM 16-02-2007 "Classificazione di resistenza al fuoco di prodotti ed elementi costruttivi di opere da costruzione" (GU n. 74 del 29-3-2007- Suppl. Ordinario n. 87);

Nello specifico si è proceduto per la classificazione della resistenza al fuoco delle varie parti della struttura tramite il metodo tabellare semplificato, tale metodo consente di omettere la verifica analitica di resistenza al fuoco della sezione adottando un opportuno copriferro baricentrico delle barre longitudinali in base alla funzione degli elementi portanti, della loro esposizione al calore e della Classe di capacità di prestazione R che si vuole garantire.

Tutte le zone: **R 120**

Si effettuerà la definizione del copriferro minimo da adottare in base alla classe di resistenza al fuoco **R** minima che dobbiamo garantire.

### 10.1 RESISTENZA AL FUOCO: TRAVI

Riportiamo di seguito il prospetto D.6.1 relativo alle Travi in calcestruzzo armato ordinario e precompresso:

Classe	Combinazioni possibili di b e a				b <sub>w</sub>
30	b = 80 / a = 25	120 / 20	160 / 15	200 / 15	80
60	b = 120 / a = 40	160 / 35	200 / 30	300 / 25	100
90	b = 150 / a = 55	200 / 45	300 / 40	400 / 35	100
120	b = 200 / a = 65	240 / 60	300 / 55	500 / 50	120
180	b = 240 / a = 80	300 / 70	400 / 65	600 / 60	140
240	b = 280 / a = 90	350 / 80	500 / 75	700 / 70	160

I valori di a devono essere non inferiori ai minimi di regolamento per le opere di c.a. e c.a.p. In caso di armatura pre-tesa aumentare i valori di a di 15 mm. In presenza di intonaco i valori di b e a ne possono tenere conto nella maniera indicata nella tabella D.5.1. Per ricoprimenti di calcestruzzo superiori a 50 mm prevedere una armatura diffusa aggiuntiva che assicuri la stabilità del ricoprimento.

### Classe di resistenza al fuoco R 120

Dal prospetto sopra si evince che per garantire la Classe R 120 è richiesta una larghezza minima delle travi pari a 300 mm con copriferro baricentrico pari a 55mm.

Relazione di calcolo strutture di elevazione

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
NN1X	10 D 78	CL	FA 04 00 002	C	102 di 103

## 10.2 RESISTENZA AL FUOCO: PILASTRI

Riportiamo di seguito il prospetto D.6.2 relativo ai Pilastri in calcestruzzo armato ordinario e precompresso:

Classe	Esposto su più lati		Esposto su un lato
30	B = 200 / a = 30	300 / 25-	160 / 25
60	B = 250 / a = 45	350 / 40	160 / 25
90	B = 350 / a = 50	450 / 40	160 / 25
120	B = 350 / a = 60	450 / 50	180 / 35
180	B = 450 / a = 70	-	230 / 55
240	-	-	300 / 70

I valori di a devono essere non inferiori ai minimi di regolamento per le opere di c.a. e c.a.p. In caso di armatura pre-tesa aumentare i valori di a di 15 mm. In presenza di intonaco i valori di a ne possono tenere conto nella maniera indicata nella tabella D.5.1. Per ricoprimenti di calcestruzzo superiori a 50 mm prevedere una armatura diffusa aggiuntiva che assicuri la stabilità del ricoprimento.

Si ricade nel caso di pilastri esposti su un lato.

### Classe di resistenza al fuoco R 120

Dal prospetto sopra si evince che per garantire la Classe R 120 avendo pilastri esposti su un lato, è richiesta una larghezza minima dei pilastri pari a 180 mm e un copriferro baricentrico pari a 35 mm.

## 10.3 RESISTENZA AL FUOCO: SOLAI

Riportiamo di seguito il prospetto D.5.1 relativo alle solette e solai in calcestruzzo armato:

Classe	30	60	90	120	180	240
Solette piene con armatura monodirezionale	H = 80 / a = 10	120 / 20	120 / 30	160 / 40	200 / 55	240 / 65
Solai misti di lamiera di acciaio con riempimento di calcestruzzo (1)	H = 80 / a = 10	120 / 20	120 / 30	160 / 40	200 / 55	240 / 65
Solai a travetti con alleggerimento (2)	H = 160 / a = 15	200 / 30	240 / 35	240 / 45	300 / 60	300 / 75
Solai a lastra con alleggerimento (3)	H = 160 / a = 15	200 / 30	240 / 35	240 / 45	300 / 60	300 / 75

I valori di a devono essere non inferiori ai minimi di regolamento per le opere di c.a. e c.a.p. In caso di armatura pre-tesa aumentare i valori di a di 15 mm. In presenza di intonaco i valori di H e a ne devono tenere conto nella seguente maniera: 10 mm di intonaco normale (definizione in D.4.1) equivale ad 10 mm di calcestruzzo; 10 mm di intonaco protettivo antincendio (definizione in D.4.1) equivale a 20 mm di calcestruzzo. Per ricoprimenti di calcestruzzo superiori a 50 mm prevedere una armatura diffusa aggiuntiva che assicuri la stabilità del ricoprimento.

(1) In caso di lamiera grecata H rappresenta lo spessore medio della soletta. Il valore di a non comprende lo spessore della lamiera. La lamiera ha unicamente funzione di cassero. In caso contrario la lamiera va protetta secondo quanto indicato in D.7.1

(2) Deve essere sempre presente uno strato di intonaco normale di spessore non inferiore a 20 mm ovvero uno strato di intonaco isolante di spessore non inferiore a 10 mm.

(3) In caso di alleggerimento in polistirene o materiali affini prevedere opportuni sfoghi delle sovrappressioni.

Relazione di calcolo strutture di elevazione

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV	FOGLIO
NN1X	10 D 78	CL	FA 04 00 002	C	103 di 103

### **Classe di resistenza al fuoco R 120**

Dal prospetto sopra si evince che per garantire la Classe R 120 per solai a travetti con alleggerimento, si deve avere uno spessore minimo pari a 240 mm ed un copri ferro baricentrico delle barre pari a 45 mm.

**Si adotta solaio a predalle 4+16+4.**

**Copri ferro baricentrico delle barre dei travetti ( $\varnothing 16$ ) = 40mm (predalle) + 8mm = 45mm.**

## **11 CONCLUSIONI**

Con la presente relazione si è proceduto al progetto e alla verifica delle strutture in elevazione allo stato limite ultimo e allo stato limite di esercizio del “Fabbricato Pontecagnano Locale Consegne”.

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

Fondazione Fabbricato	90 kg/m <sup>3</sup>
Pilastrini Fabbricato	220 kg/m <sup>3</sup>
Travi Fabbricato	130 kg/m <sup>3</sup>

**PONTECAGNANO LOCALE CONSEGNE - ALLEGATO TABULATI DI CALCOLO  
STRUTTURE IN ELEVAZIONE**

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 .....	4
Elenco vincoli aste .....	4
Elenco aste .....	5
Elenco tipi solai .....	5
Elenco solai .....	5
Carichi.....	6
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 portato solai Carichi distribuiti .....	7
Elenco carichi aste Condizione di carico n. 4: Accidentale solai Carichi distribuiti.....	7
Elenco carichi aste Condizione di carico n. 5: Accidentale neve Carichi distribuiti .....	7
Elenco carichi aste Condizione di carico n. 6: Variazione termica Carichi distribuiti .....	7
Elenco carichi aste Condizione di carico n. 7: Tamponature Carichi distribuiti .....	7
Elenco carichi aste Condizione di carico n. 8: Vento X Carichi distribuiti .....	8
Elenco carichi aste Condizione di carico n. 9: Vento Y Carichi distribuiti .....	8
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. ....	30
Verifiche e armature travi.....	34
Travata n. 101 .....	35
Travata n. 102 .....	36
Travata n. 103 .....	37
Travata n. 104 .....	37
Travata n. 105 .....	38
Verifiche e armature pilastrati.....	38
Pilastrata n. 1 .....	40
Pilastrata n. 2 .....	41
Pilastrata n. 3 .....	42
Pilastrata n. 13 .....	42
Pilastrata n. 14 .....	43
Pilastrata n. 15 .....	44

## 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<
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>		
-17	8.08	5.70	0.28	0	1	-16	4.74	5.70	0.28	0	1	-15	0.00	5.70	0.28	0	1	-5	8.08	0.00	0.28	0	1
-4	4.74	0.00	0.28	0	1	-3	0.00	0.00	0.28	0	1	1	0.00	0.00	0.00	0	2	2	4.74	0.00	0.00	0	2
3	8.08	0.00	0.00	0	2	13	0.00	5.70	0.00	0	2	14	4.74	5.70	0.00	0	2	15	8.08	5.70	0.00	0	2
101	0.00	0.00	4.35	1	1	102	4.74	0.00	4.35	1	1	103	8.08	0.00	4.35	1	1	113	0.00	5.70	4.35	1	1
114	4.74	5.70	4.35	1	1	115	8.08	5.70	4.35	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
- $\alpha$  = Coeff. di dilatazione termica

Mat.	Comm.	P	E	G	v	$\alpha$
		<daN/m<	<daN/cm<	<daN/cm<		
6	Calcestruzzo classe C28/35	2500	325881.00	148128.00	0.1	1.000000E-05

Relazione di calcolo

7	Calcestruzzo classe C30/37	2500	330194.00	150088.00	0.1	1.000000E-05
22	no peso	0.000000E+00	21000000.00	8000000.00	0.3	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	Travi 30x50 cm	R	T	C	30.00	50.00	7	1		
2	Pilastrini 30x60 cm	R	P	C	30.00	60.00	7	1		
3	Travi 30x40 cm	R	T	C	30.00	40.00	7	2		

**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)

## Relazione di calcolo

Tyf =Taglio in dir. Y locale nodo finale (0=sbloccato, 1=bloccato)  
 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/cmc>
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
						<grad>		<cm>	<cm>	<cm>	<cm>	<daN/cmc>
1	1	-3	2	1		90.00	55	0.00	0.00	-15.00	-15.00	
1	-3	101	2	1		90.00	55	0.00	0.00	-15.00	-15.00	
2	2	-4	2	1		0.00	55	0.00	0.00	0.00	0.00	
2	-4	102	2	1		0.00	55	0.00	0.00	0.00	0.00	
3	3	-5	2	1		90.00	55	0.00	0.00	-15.00	-15.00	
3	-5	103	2	1		90.00	55	0.00	0.00	-15.00	-15.00	
13	13	-15	2	1		90.00	55	0.00	0.00	15.00	15.00	
13	-15	113	2	1		90.00	55	0.00	0.00	15.00	15.00	
14	14	-16	2	1		0.00	55	0.00	0.00	0.00	0.00	
14	-16	114	2	1		0.00	55	0.00	0.00	0.00	0.00	
15	15	-17	2	1		90.00	55	0.00	0.00	15.00	15.00	
15	-17	115	2	1		90.00	55	0.00	0.00	15.00	15.00	
101	101	102	3	1		0.00	22	0.00	0.00	0.00	0.00	
101	102	103	3	1		0.00	22	0.00	0.00	0.00	0.00	
102	113	114	3	1		0.00	22	0.00	0.00	0.00	0.00	
102	114	115	3	1		0.00	22	0.00	0.00	0.00	0.00	
103	101	113	1	1		0.00	22	0.00	0.00	0.00	0.00	
104	102	114	1	1		0.00	22	0.00	0.00	0.00	0.00	
105	103	115	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	Solai copertura	UN	330.00	260.00	100.00	50.00	0.00	50.00	50.00	0.00	0.00	0.33	24.00	4.00	1

### Elenco solai

#### Simbologia

Sol. =Numero del solaio

## Relazione di calcolo

Ts = Numero del tipo solaio  
 Ord. = Orditura  
 Nodi = Nodi del solaio

Sol.	Ts	Ord. <grad>	Nodi
100	1	0.00	101 102 114 113
101	1	0.00	102 103 115 114

## 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 portato solai	2 D.M. 18 Permanenti non strutturali	S	--	--	--	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00
4	Accidentale solai	19 D.M. 18 Variabili Categoria H - Coperture accessibili per sola manutenzione	S	B	--	--	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00
5	Accidentale neve	13 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
6	Variazione termica	10 D.M. 18 Variabili Variazioni termiche	S	B	--	--	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00
7	Tamponature	2 D.M. 18 Permanenti non strutturali	S	--	--	--	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00
8	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
9	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	Travi 30x50 cm	1500.000000	Calcestruzzo classe C30/37	2500.00	375.00
2	Pilastrini 30x60 cm	1800.000000	Calcestruzzo classe C30/37	2500.00	450.00
3	Travi 30x40 cm	1200.000000	Calcestruzzo classe C30/37	2500.00	300.00

### 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

Relazione di calcolo

QA = Primo carico accidentale  
 QA2 = Secondo carico accidentale  
 QA3 = Terzo carico accidentale  
 QPS = Carico permanente strutturale  
 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
							<m>	<daN/m>	<m>	<daN/m>
103	101	113	S	100	QPS	ZG	0.00	782.10	5.70	782.10
104	102	114	S	101	QPS	ZG	0.00	551.10	5.70	551.10

Asta	N1	N2	E	NE	T	DC	Xi	Qi	Xf	Qf
							<m>	<daN/m>	<m>	<daN/m>
104	102	114	S	100	QPS	ZG	0.00	782.10	5.70	782.10
105	103	115	S	101	QPS	ZG	0.00	551.10	5.70	551.10

**Elenco carichi aste**

**Condizione di carico n. 3: Permanente portato solai**

**Carichi distribuiti**

Asta	N1	N2	E	NE	T	DC	Xi	Qi	Xf	Qf
							<m>	<daN/m>	<m>	<daN/m>
103	101	113	S	100	QPN	ZG	0.00	616.20	5.70	616.20
104	102	114	S	101	QPN	ZG	0.00	434.20	5.70	434.20

Asta	N1	N2	E	NE	T	DC	Xi	Qi	Xf	Qf
							<m>	<daN/m>	<m>	<daN/m>
104	102	114	S	100	QPN	ZG	0.00	616.20	5.70	616.20
105	103	115	S	101	QPN	ZG	0.00	434.20	5.70	434.20

**Elenco carichi aste**

**Condizione di carico n. 4: Accidentale solai**

**Carichi distribuiti**

Asta	N1	N2	E	NE	T	DC	Xi	Qi	Xf	Qf
							<m>	<daN/m>	<m>	<daN/m>
103	101	113	S	100	QA	ZG	0.00	237.00	5.70	237.00
104	102	114	S	101	QA	ZG	0.00	167.00	5.70	167.00

Asta	N1	N2	E	NE	T	DC	Xi	Qi	Xf	Qf
							<m>	<daN/m>	<m>	<daN/m>
104	102	114	S	100	QA	ZG	0.00	237.00	5.70	237.00
105	103	115	S	101	QA	ZG	0.00	167.00	5.70	167.00

**Elenco carichi aste**

**Condizione di carico n. 5: Accidentale neve**

**Carichi distribuiti**

Asta	N1	N2	E	NE	T	DC	Xi	Qi	Xf	Qf
							<m>	<daN/m>	<m>	<daN/m>
103	101	113	S	100	QA2	ZG	0.00	118.50	5.70	118.50
104	102	114	S	101	QA2	ZG	0.00	83.50	5.70	83.50

Asta	N1	N2	E	NE	T	DC	Xi	Qi	Xf	Qf
							<m>	<daN/m>	<m>	<daN/m>
104	102	114	S	100	QA2	ZG	0.00	118.50	5.70	118.50
105	103	115	S	101	QA2	ZG	0.00	83.50	5.70	83.50

**Elenco carichi aste**

**Condizione di carico n. 6: 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
			<°C>	<°C/m>	<°C/m>
1	1	-3	15.00		
2	-4	102	15.00		
13	13	-15	15.00		
14	-16	114	15.00		
101	101	102	15.00		
102	114	115	15.00		
105	103	115	15.00		

Asta	N1	N2	DT	Gy	Gz
			<°C>	<°C/m>	<°C/m>
1	-3	101	15.00		
3	3	-5	15.00		
13	-15	113	15.00		
15	15	-17	15.00		
101	102	103	15.00		
103	101	113	15.00		

Asta	N1	N2	DT	Gy	Gz
			<°C>	<°C/m>	<°C/m>
2	2	-4	15.00		
3	-5	103	15.00		
14	14	-16	15.00		
15	-17	115	15.00		
102	113	114	15.00		
104	102	114	15.00		

**Elenco carichi aste**

**Condizione di carico n. 7: Tamponature**

**Carichi distribuiti**

Asta	N1	N2	E	NE	T	DC	Xi	Qi	Xf	Qf
							<m>	<daN/m>	<m>	<daN/m>
101	101	102	S	--	M	ZG	0.00	200.00	4.74	200.00
102	113	114	S	--	M	ZG	0.00	200.00	4.74	200.00
103	101	113	S	--	M	ZG	0.00	200.00	5.70	200.00

Asta	N1	N2	E	NE	T	DC	Xi	Qi	Xf	Qf
							<m>	<daN/m>	<m>	<daN/m>
101	102	103	S	--	M	ZG	0.00	200.00	3.34	200.00
102	114	115	S	--	M	ZG	0.00	200.00	3.34	200.00
105	103	115	S	--	M	ZG	0.00	200.00	5.70	200.00

**Elenco carichi aste**

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

**Carichi distribuiti**

Asta	N1	N2	E	N	T	D	C	Xi	Qi	Xf	Qf	Asta	N1	N2	E	N	T	D	C	Xi	Qi	Xf	Qf
								<m>	<daN/m>	<m>	<daN/m>									<m>	<daN/m>	<m>	<daN/m>
1	-3	101	S	--	M	X	G	0.00	290.00	4.07	290.00	13	-15	113	S	--	M	X	G	0.00	290.00	4.07	290.00
103	101	113	S	--	M	Z	G	0.00	120.00	5.70	120.00	104	102	114	S	--	M	Z	G	0.00	80.00	5.70	80.00
105	103	115	S	--	M	Z	G	0.00	80.00	5.70	80.00												

**Elenco carichi aste**

**Condizione di carico n. 9: Vento Y**

**Carichi distribuiti**

Asta	N1	N2	E	N	T	D	C	Xi	Qi	Xf	Qf	Asta	N1	N2	E	N	T	D	C	Xi	Qi	Xf	Qf
								<m>	<daN/m>	<m>	<daN/m>									<m>	<daN/m>	<m>	<daN/m>
1	-3	101	S	--	M	Y	G	0.00	250.00	4.07	250.00	2	-4	102	S	--	M	Y	G	0.00	500.00	4.07	500.00
3	-5	103	S	--	M	Y	G	0.00	500.00	4.07	500.00	13	-15	113	S	--	M	Y	G	0.00	250.00	4.07	250.00
14	-16	114	S	--	M	Y	G	0.00	500.00	4.07	500.00	15	-17	115	S	--	M	Y	G	0.00	500.00	4.07	500.00
101	101	102	S	--	M	Z	G	0.00	160.00	4.74	160.00	101	102	103	S	--	M	Z	G	0.00	160.00	3.34	160.00
102	113	114	S	--	M	Z	G	0.00	160.00	4.74	160.00	102	114	115	S	--	M	Z	G	0.00	160.00	3.34	160.00
103	101	113	S	--	M	Z	G	0.00	160.00	5.70	160.00												

**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: Salerno LON. 14.87419 LAT. 40.64164
- Contenuto tra ID reticolo: 34098 33876 34099 33877

**Simbologia**

- TCC=Tipo di combinazione di carico
- SLU = Stato limite ultimo

## Relazione di calcolo

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)

$T_R$  = Periodo di ritorno <anni>

Ag =Accelerazione orizzontale massima al sito

Fo =Valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale

Tc\* =Periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale <sec>

S<sub>s</sub> =Coefficiente di amplificazione stratigrafica

C<sub>c</sub> =Coefficiente funzione della categoria del suolo

TCC	T <sub>R</sub>	Ag <g>	Fo	Tc*	S <sub>s</sub>	C <sub>c</sub>
SLO	68	0.0528	2.45	0.34	1.60	1.76
SLD	113	0.0638	2.51	0.37	1.60	1.71
SLV	1068	0.1322	2.70	0.48	1.60	1.54

- Edificio esistente: No
- Tipo di opera: Opera ordinaria
- Vita nominale V<sub>N</sub>: 75.00
- Classe d'uso: Classe III
- SL Esercizio: SLOPvr 81.00, SLDPvr 63.00
- SL Ultimi: SLVPvr 10.00, SLCPPvr No
- Struttura dissipativa: Si
- Classe di duttilità: Classe B
- Quota di riferimento: 0.00 <m>
- Altezza della struttura: 4.35 <m>
- Numero piani edificio: 1
- Coefficiente  $\theta$ : 0.00
- Edificio regolare in altezza: Si
- Edificio regolare in pianta: Si
- 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

L<sub>x</sub> =Dimensione del piano in dir. X

L<sub>y</sub> =Dimensione del piano in dir. Y

Ex =Eccentricità in dir. X

Ey =Eccentricità in dir. Y

Ea =Eccentricità complessiva

Imp.	L <sub>x</sub> <m>	L <sub>y</sub> <m>	Ex <m>	Ey <m>	Ea <m>
1	13.64	5.70	0.68	0.28	0.74

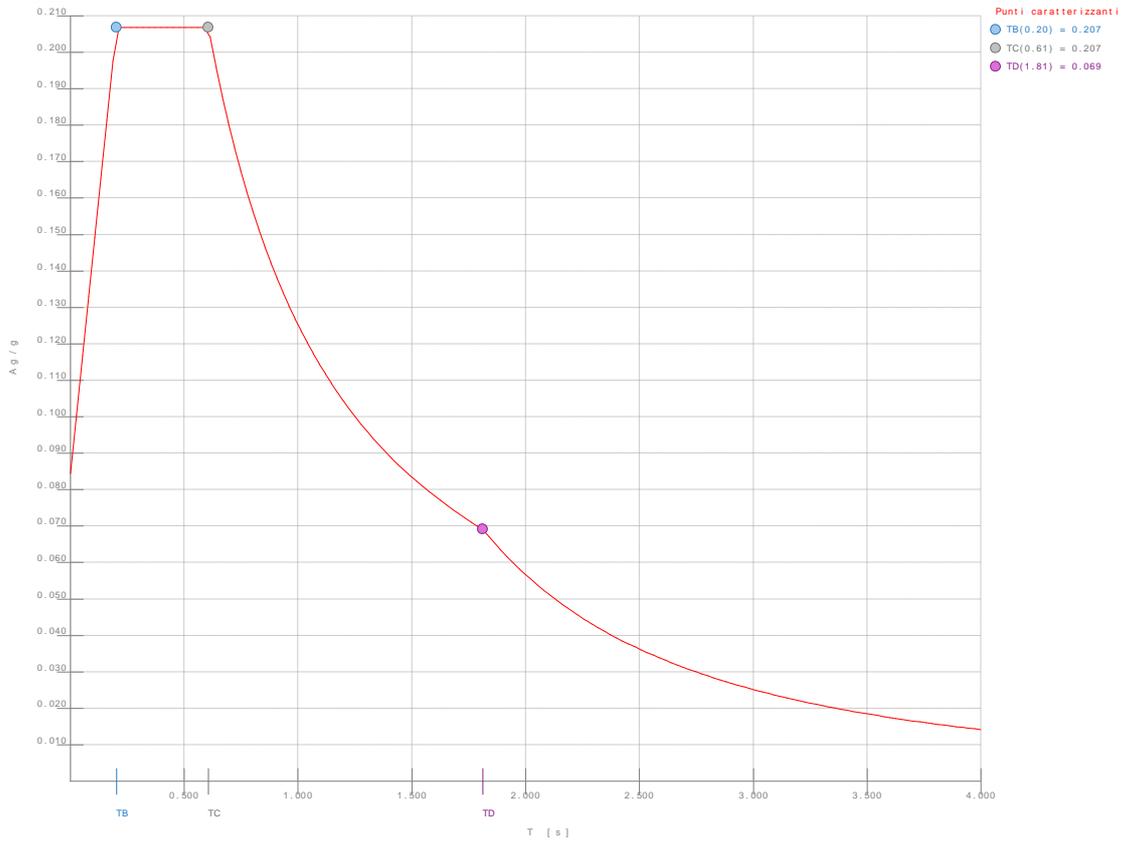
### Dati di calcolo

- Categoria del suolo di fondazione: E

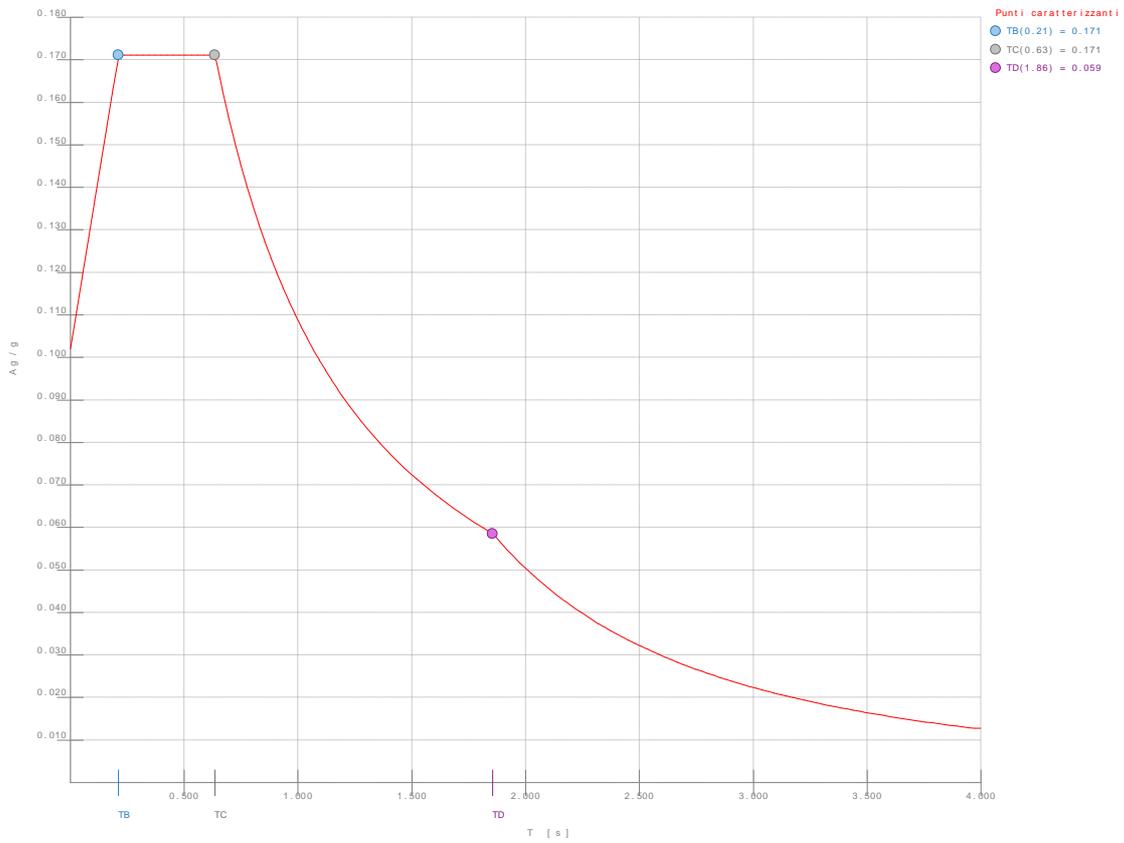
- Tipologia strutturale: c.a. a pendolo inverso intelaiata monopiano

Periodo T <sub>1</sub>	0.19389
Coeff. $\lambda$ SLO	1.00
Coeff. $\lambda$ SLD	1.00
Coeff. $\lambda$ SLV	1.00
Rapporto di sovreresistenza ( $\alpha_0/\alpha_1$ )	--
Valore di riferimento del fattore di struttura (q <sub>0</sub> )	2.50
Fattore riduttivo (K <sub>w</sub> )	1.00
Fattore riduttivo regolarità in altezza (KR)	1.00
Fattore di comportamento dissipativo (q)	2.50
Fattore di comportamento non dissipativo (q <sub>ND</sub> )	1.50
Fattore di comportamento per SLD (q <sub>D</sub> )	1.50

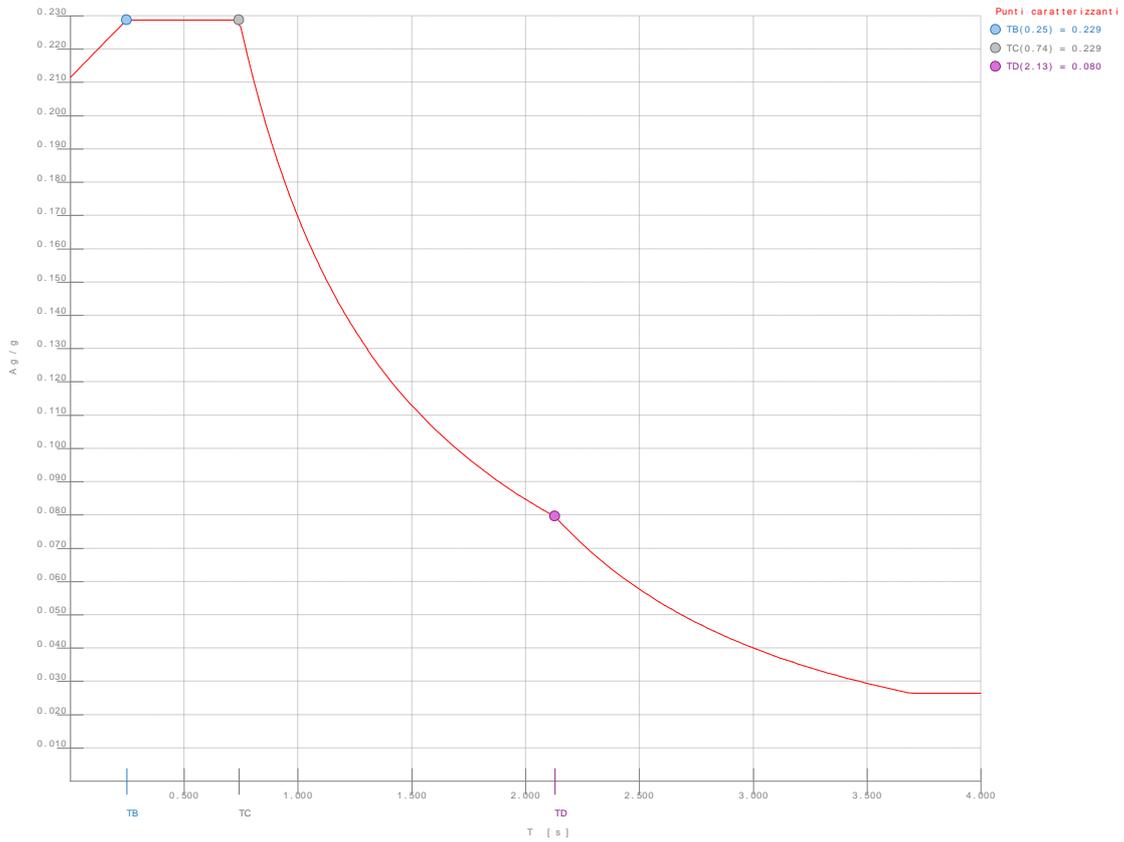
- Categoria topografica: T1 - Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media  $i \leq 15^\circ$
- Coeff. amplificazione topografica S<sub>T</sub>: 1.00
- Fattore di comportamento per sisma verticale (qv): 1.50
- Modalità di calcolo modi di vibrare: Autovalori
- Numero modi: 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%



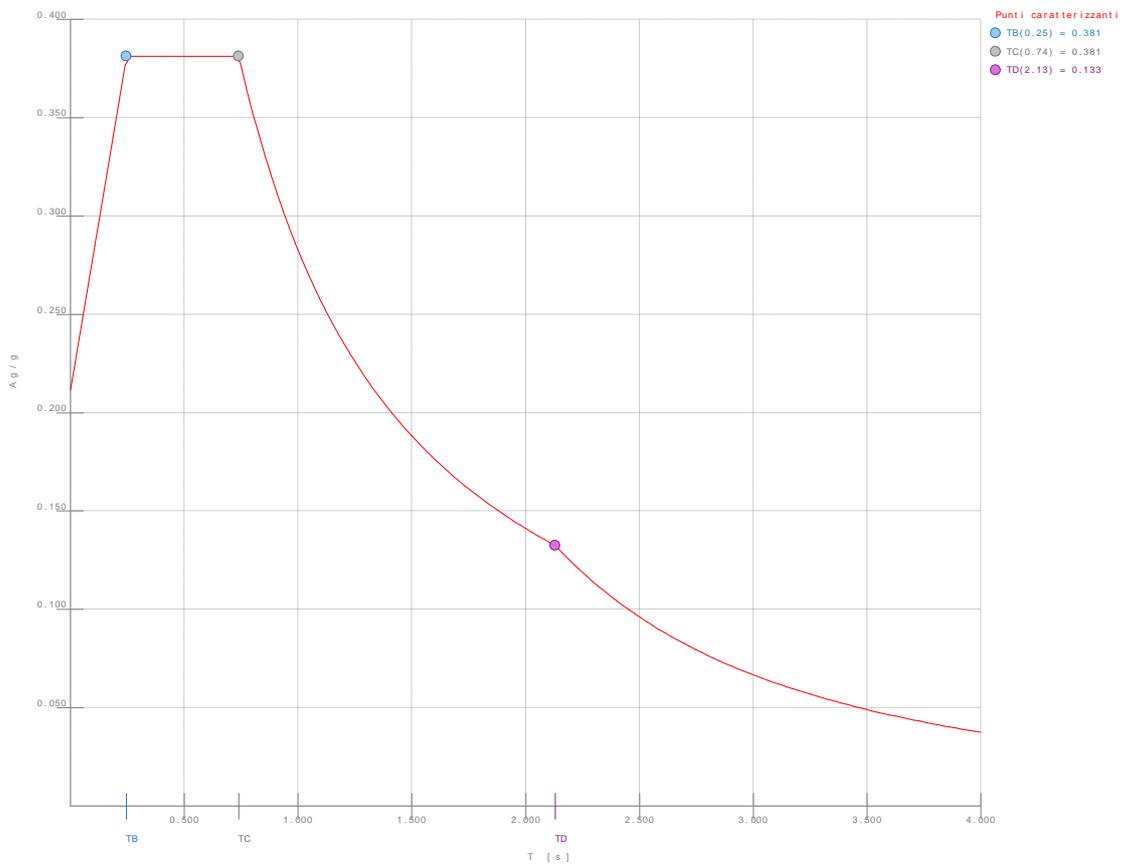
**Figura numero 1: Spettro SLO**



**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**

## Relazione di calcolo

### 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	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 portato solai	2S	--	--	--	--	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00
4	Accidentale solai	19S	B	B	--	--	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00
5	Accidentale neve	13S	B	B	--	--	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00
6	Variazione termica	10S	B	B	--	--	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00
7	Tamponature	2S	--	--	--	--	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00
8	Vento X	11S	A	A	0.00	M	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
9	Vento Y	11S	A	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				
19	D.M. 18 Variabili Categoria H - Coperture accessibili per sola manutenzione	Q	M	0.00	1.50	0.00	0.00	0.00	1.00
13	D.M. 18 Variabili Neve (a quota > 1000 m s.l.m.)	Q	M	0.00	1.50	0.70	0.50	0.20	0.00
10	D.M. 18 Variabili Variazioni termiche	Q	M	0.00	1.50	0.60	0.50	0.00	0.00
11	D.M. 18 Variabili Vento	Qv	B	0.00	1.50	0.60	0.20	0.00	0.00

### Ambienti di carico

#### Simbologia

N = Numero  
 Comm. = Commento  
 1 = Peso proprio  
 2 = Peso proprio solai  
 3 = Permanente portato solai  
 4 = Accidentale solai  
 5 = Accidentale neve  
 6 = Variazione termica

## Relazione di calcolo

7=Tamponature

8=Vento X

9=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	9	SLU	SLR	SLF	SLQ
1	Calcolo sismico	S	S	S	S	S	S	S	N	N	S	N	N	N
2	Calcolo statico	S	S	S	S	S	S	S	N	N	S	S	S	S
3	Vento da 0°	S	S	S	S	S	S	S	N	N	S	S	S	S
4	Vento da 90°	S	S	S	S	S	S	N	S	N	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	9	S
1	Amb. 1 (Sisma)	SLU S	1	1	1	$\Psi_2$	$\Psi_2$	$\Psi_2$	1	-----	-----	1
2	Amb. 2 (SLU)	SLU	$\gamma$ max	-----	-----	-----						
3	Amb. 2 (SLE R)	SLE R	1	1	1	1	1	1	1	-----	-----	-----
4	Amb. 2 (SLE F)	SLE F	1	1	1	$\Psi_1$	$\Psi_1$	$\Psi_1$	1	-----	-----	-----
5	Amb. 2 (SLE Q)	SLE Q	1	1	1	$\Psi_2$	$\Psi_2$	$\Psi_2$	1	-----	-----	-----
6	Amb. 3 (SLU)	SLU	$\gamma$ max	-----	-----							
7	Amb. 3 (SLU)	SLU	$\gamma$ max	$\Psi_0$ * $\gamma$ 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	1	1	$\Psi_0$	-----	-----
10	Amb. 3 (SLE F)	SLE F	1	1	1	$\Psi_1$	$\Psi_1$	$\Psi_1$	1	$\Psi_1$	-----	-----
11	Amb. 3 (SLE F)	SLE F	1	1	1	$\Psi_1$	$\Psi_1$	$\Psi_1$	1	$\Psi_2$	-----	-----
12	Amb. 3 (SLE Q)	SLE Q	1	1	1	$\Psi_2$	$\Psi_2$	$\Psi_2$	1	$\Psi_2$	-----	-----
13	Amb. 4 (SLU)	SLU	$\gamma$ max	-----	$\gamma$ max	-----						
14	Amb. 4 (SLU)	SLU	$\gamma$ max	-----	$\Psi_0$ * $\gamma$ max	-----						
15	Amb. 4 (SLE R)	SLE R	1	1	1	1	1	1	1	-----	1	-----
16	Amb. 4 (SLE R)	SLE R	1	1	1	1	1	1	1	-----	$\Psi_0$	-----
17	Amb. 4 (SLE F)	SLE F	1	1	1	$\Psi_1$	$\Psi_1$	$\Psi_1$	1	-----	$\Psi_1$	-----
18	Amb. 4 (SLE F)	SLE F	1	1	1	$\Psi_1$	$\Psi_1$	$\Psi_1$	1	-----	$\Psi_2$	-----
19	Amb. 4 (SLE Q)	SLE Q	1	1	1	$\Psi_2$	$\Psi_2$	$\Psi_2$	1	-----	$\Psi_2$	-----

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

Relazione di calcolo

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

CC	Comm.	TCC	An.	Bk	1	2	3	4	5	6	7	8	9	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	0.20	0.00	1.00	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	0.20	0.00	1.00	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	0.20	0.00	1.00	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	0.20	0.00	1.00	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	0.20	0.00	1.00	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	0.20	0.00	1.00	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	0.20	0.00	1.00	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	0.20	0.00	1.00	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	0.20	0.00	1.00	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	0.20	0.00	1.00	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	0.20	0.00	1.00	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	0.20	0.00	1.00	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	0.20	0.00	1.00	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	0.20	0.00	1.00	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	0.20	0.00	1.00	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	0.20	0.00	1.00	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	0.20	0.00	1.00	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	0.20	0.00	1.00	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	0.20	0.00	1.00	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	0.20	0.00	1.00	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	0.20	0.00	1.00	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	0.20	0.00	1.00	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	0.20	0.00	1.00	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	0.20	0.00	1.00	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	1.50	1.50	0.00	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	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
27	Amb. 2 (SLE F)	SLE F	L	N	1.00	1.00	1.00	0.00	0.50	0.50	1.00	0.00	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	0.20	0.00	1.00	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	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	1.50	1.50	0.90	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	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	1.00	1.00	0.60	0.00	0.00	0.00	0.00
33	Amb. 3 (SLE F)	SLE F	L	N	1.00	1.00	1.00	0.00	0.50	0.50	1.00	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00
34	Amb. 3 (SLE F)	SLE F	L	N	1.00	1.00	1.00	0.00	0.50	0.50	1.00	0.00	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	0.20	0.00	1.00	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	1.50	1.50	0.00	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	1.50	1.50	0.00	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	1.00	1.00	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00
39	Amb. 4 (SLE R)	SLE R	L	N	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	0.60	0.00	0.00	0.00
40	Amb. 4 (SLE F)	SLE F	L	N	1.00	1.00	1.00	0.00	0.50	0.50	1.00	0.00	0.20	0.00	0.00	0.00
41	Amb. 4 (SLE F)	SLE F	L	N	1.00	1.00	1.00	0.00	0.50	0.50	1.00	0.00	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	0.20	0.00	1.00	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	4.11	2.85	4.35	56853.30	697126.00

Totali masse impalcato

Mo <kg>	Jpz <kg*mq>
56853.30	697126.00

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>
------	----	----	--------------

Relazione di calcolo

1	1.00	1.00	8328.63
---	------	------	---------

**Totali forze sismiche**

<b>Mz</b>
<b>&lt;daNm&gt;</b>
8328.63

**Elenco forze sismiche di impalcato allo SLD**

Imp.	cx	cy	Mz <daNm>
1	1.00	1.00	6818.83

**Totali forze sismiche**

<b>Mz</b>
<b>&lt;daNm&gt;</b>
6818.83

**Elenco forze sismiche di impalcato allo SLV**

Imp.	cx	cy	Mz <daNm>
1	1.00	1.00	9279.60

**Totali forze sismiche**

<b>Mz</b>
<b>&lt;daNm&gt;</b>
9279.60

**Elenco forze sismiche di impalcato allo SND**

Imp.	cx	cy	Mz <daNm>
1	1.00	1.00	14219.80

**Totali forze sismiche**

<b>Mz</b>
<b>&lt;daNm&gt;</b>
14219.80

**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	15.37	75.40	0.00	0.00	0.00	100.00	0.00	0.00	0.00
2*	0.17	15.37	0.00	-75.39	0.00	0.00	0.00	99.98	0.00	0.02
3*	0.13	32.35	0.00	-1.01	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	99.98
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	20.20	20.20
2	18.64	18.64
3	16.15	16.15

**Stato limite di danno**

Modo	Sx	Sy
1	16.54	16.54
2	15.70	15.70

Relazione di calcolo

3	14.36	14.36
---	-------	-------

Stato limite di salvaguardia della vita

Modo	Sx	Sy
1	22.51	22.51
2	22.33	22.33
3	22.04	22.04

Domanda in duttilità di curvatura

Direzione X  $\mu_{EdX}=14.95$

Direzione Y  $\mu_{EdY}=17.06$

**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>					<m>	<cm>					<m>	<cm>					<m>	<cm>		
1	-3	0.28	0.00	0.10	15	-3	101	4.07	0.21	0.52	18	2	-4	0.28	0.00	0.13	21	-4	102	4.07	0.21	0.51	15
3	-5	0.28	0.00	0.10	15	-5	103	4.07	0.21	0.52	15	13	-15	0.28	0.00	0.10	6	-15	113	4.07	0.21	0.52	3
14	-16	0.28	0.00	0.13	12	-16	114	4.07	0.21	0.51	3	15	-17	0.28	0.00	0.10	6	-17	115	4.07	0.21	0.51	6

Min = 0.10

Max = 0.52

**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	SND	2168.89	7	SND	6341.80	36	SND	15233.90	19	SND	8887.96	13	SND	4743.10	19	SND	128.32		
1	Min	1	SND	-1789.81	19	SND	-2721.89	19	SND	5463.02	7	SND	-13961.10	7	SND	-4191.21	1	SND	-128.32		
2	Max	13	SND	6004.27	36	SND	4427.43	36	SND	20486.70	7	SND	1040.25	13	SND	15008.00	19	SND	128.32		
2	Min	1	SND	-6256.48	7	SND	47.70	1	SND	10327.70	36	SND	-5907.04	7	SND	-15317.60	1	SND	-128.32		
3	Max	13	SND	2202.92	36	SND	5927.48	36	SND	11794.00	7	SND	8954.86	13	SND	4791.65	19	SND	128.32		
3	Min	1	SND	-2329.79	7	SND	-2889.20	1	SND	3033.08	19	SND	-13171.90	7	SND	-4961.70	1	SND	-128.32		
13	Max	1	SND	2168.89	7	SND	2721.89	29	SND	13839.40	19	SND	13961.10	1	SND	4743.10	19	SND	128.32		
13	Min	13	SND	-1789.81	19	SND	-6341.80	7	SND	5463.02	7	SND	-8887.96	13	SND	-4191.21	1	SND	-128.32		
14	Max	1	SND	6004.27	19	SND	-47.70	36	SND	20124.50	7	SND	5110.27	1	SND	15008.00	19	SND	128.32		
14	Min	13	SND	-6256.48	7	SND	-2804.65	13	SND	10327.70	19	SND	-1040.25	13	SND	-15317.60	1	SND	-128.32		
15	Max	1	SND	2202.92	19	SND	2889.20	1	SND	11178.60	7	SND	13171.90	1	SND	4791.65	19	SND	128.32		
15	Min	13	SND	-2329.79	7	SND	-5898.24	13	SND	3033.08	19	SND	-8954.86	13	SND	-4961.70	1	SND	-128.32		

**Sollecitazioni aste**

**Simbologia**

Asta =Numero dell'asta

N1 =Nodo1

N2 =Nodo2

X =Coordinata progressiva rispetto al nodo iniziale

Relazione di calcolo

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	N	CC	Ty	CC	Mz	CC	Tz	CC	My	CC	Mx	CC	
			<cm>	<daN>		<daN>		<daNm>		<daN>		<daNm>		<daNm>		
1	1	-3	Max	0.00	-6513.36	19	1102.37	1	3191.61	13	1265.35	19	10289.50	7	84.30	7
1	1	-3	Max	28.00	-6387.36	19	1102.36	1	2776.81	13	1265.35	19	8921.59	7	84.30	7
1	1	-3	Min.	0.00	-10884.00	7	-1481.45	13	-2639.73	1	-4885.26	7	-5216.29	19	-84.30	19
1	1	-3	Min.	28.00	-10758.00	7	-1481.45	13	-2331.07	1	-4885.27	7	-4861.99	19	-84.30	19
1	-3	101	Max	0.00	-6387.36	19	1102.37	1	2776.81	13	1265.35	19	8921.59	7	84.30	7
1	-3	101	Max	367.00	-4735.86	19	1102.37	1	1714.63	1	1265.35	19	-218.16	19	84.30	7
1	-3	101	Min.	0.00	-10758.00	7	-1481.45	13	-2331.07	1	-4885.26	7	-4861.99	19	-84.30	19
1	-3	101	Min.	367.00	-9106.53	7	-1481.45	13	-2660.13	13	-4885.26	7	-9007.33	7	-84.30	19
2	2	-4	Max	0.00	-10992.90	1	2366.14	19	61.98	7	4127.31	1	9741.71	13	84.30	7
2	2	-4	Max	28.00	-10866.90	1	2366.15	19	198.11	7	4127.32	1	8656.68	13	84.30	7
2	2	-4	Min.	0.00	-13549.20	13	486.20	7	-4131.99	19	-3875.09	13	-10051.30	1	-84.30	19
2	2	-4	Min.	28.00	-13423.20	13	486.20	7	-3469.47	19	-3875.10	13	-8895.67	1	-84.30	19
2	-4	102	Max	0.00	-10866.90	1	2366.14	19	198.11	7	4127.31	1	8656.68	13	84.30	7
2	-4	102	Max	367.00	-9215.36	1	2366.14	19	5214.27	19	4127.31	1	6251.57	1	84.30	7
2	-4	102	Min.	0.00	-13423.20	13	486.20	7	-3469.47	19	-3875.09	13	-8895.67	1	-84.30	19
2	-4	102	Min.	367.00	-11771.70	13	486.20	7	1982.47	7	-3875.09	13	-5564.90	13	-84.30	19
3	3	-5	Max	0.00	-4426.34	1	1542.64	1	3097.88	13	1477.47	7	9617.39	19	84.30	7
3	3	-5	Max	28.00	-4300.34	1	1542.64	1	2701.47	13	1477.48	7	8361.17	19	84.30	7
3	3	-5	Min.	0.00	-9785.29	13	-1415.77	13	-3267.94	1	-4486.51	19	-5400.35	7	-84.30	19
3	3	-5	Min.	28.00	-9659.29	13	-1415.77	13	-2836.00	1	-4486.51	19	-4986.65	7	-84.30	19
3	-5	103	Max	0.00	-4300.34	1	1542.64	1	2701.47	13	1477.47	7	8361.17	19	84.30	7
3	-5	103	Max	367.00	-2648.84	1	1542.64	1	2825.49	1	1477.48	7	435.68	7	84.30	7
3	-5	103	Min.	0.00	-9659.29	13	-1415.77	13	-2836.00	1	-4486.51	19	-4986.65	7	-84.30	19
3	-5	103	Min.	367.00	-8007.79	13	-1415.77	13	-2494.43	13	-4486.51	19	-8104.31	19	-84.30	19
13	13	-15	Max	0.00	-6513.36	7	1102.37	13	3191.61	1	4885.26	19	5216.29	7	84.30	7
13	13	-15	Max	28.00	-6387.36	7	1102.36	13	2776.81	1	4885.27	19	4861.99	7	84.30	7
13	13	-15	Min.	0.00	-10884.00	19	-1481.45	1	-2639.73	13	-1265.35	7	-10289.50	19	-84.30	19
13	13	-15	Min.	28.00	-10758.00	19	-1481.45	1	-2331.07	13	-1265.35	7	-8921.59	19	-84.30	19
13	-15	113	Max	0.00	-6387.36	7	1102.37	13	2776.81	1	4885.26	19	4861.99	7	84.30	7
13	-15	113	Max	367.00	-4735.86	7	1102.37	13	1714.63	13	4885.26	19	9007.33	19	84.30	7
13	-15	113	Min.	0.00	-10758.00	19	-1481.45	1	-2331.07	13	-1265.35	7	-8921.59	19	-84.30	19
13	-15	113	Min.	367.00	-9106.53	19	-1481.45	1	-2660.13	1	-1265.35	7	218.16	7	-84.30	19
14	14	-16	Max	0.00	-10992.90	13	-486.20	19	4131.99	7	4127.31	13	9741.71	1	84.30	7
14	14	-16	Max	28.00	-10866.90	13	-486.20	19	3469.47	7	4127.32	13	8656.68	1	84.30	7
14	14	-16	Min.	0.00	-13549.20	1	-2366.14	7	-61.98	19	-3875.09	1	-10051.30	13	-84.30	19
14	14	-16	Min.	28.00	-13423.20	1	-2366.15	7	-198.11	19	-3875.10	1	-8895.67	13	-84.30	19
14	-16	114	Max	0.00	-10866.90	13	-486.20	19	3469.47	7	4127.31	13	8656.68	1	84.30	7
14	-16	114	Max	367.00	-9215.36	13	-486.20	19	-1982.47	19	4127.31	13	6251.56	13	84.30	7
14	-16	114	Min.	0.00	-13423.20	1	-2366.14	7	-198.11	19	-3875.09	1	-8895.67	13	-84.30	19
14	-16	114	Min.	367.00	-11771.70	1	-2366.14	7	-5214.27	7	-3875.09	1	-5564.90	1	-84.30	19
15	15	-17	Max	0.00	-4426.34	13	1542.64	13	3097.88	1	4486.51	7	5400.35	19	84.30	7
15	15	-17	Max	28.00	-4300.34	13	1542.64	13	2701.47	1	4486.51	7	4986.65	19	84.30	7
15	15	-17	Min.	0.00	-9785.29	1	-1415.77	1	-3267.94	13	-1477.47	19	-9617.39	7	-84.30	19
15	15	-17	Min.	28.00	-9659.29	1	-1415.77	1	-2836.00	13	-1477.48	19	-8361.17	7	-84.30	19
15	-17	115	Max	0.00	-4300.34	13	1542.64	13	2701.47	1	4486.51	7	4986.65	19	84.30	7
15	-17	115	Max	367.00	-2648.84	13	1542.64	13	2825.49	13	4486.51	7	8104.31	7	84.30	7
15	-17	115	Min.	0.00	-9659.29	1	-1415.77	1	-2836.00	13	-1477.47	19	-8361.17	7	-84.30	19
15	-17	115	Min.	367.00	-8007.79	1	-1415.77	1	-2494.43	1	-1477.48	19	-435.68	19	-84.30	19
101	101	102	Max	15.00	0.00	1	0.00	1	0.00	1	2201.72	13	2094.25	1	-215.62	19
101	101	102	Max	122.57									775.29	7		
101	101	102	Max	444.00	0.00	1	0.00	1	0.00	1	56.72	13	1956.64	13	-215.62	19
101	101	102	Min.	15.00	0.00	1	0.00	1	0.00	1	-252.22	1	-2887.71	13	-444.58	7
101	101	102	Min.	122.57									96.06	7		
101	101	102	Min.	444.00	0.00	1	0.00	1	0.00	1	-2397.22	1	-3588.82	1	-444.58	7
101	102	103	Max	30.00	0.00	1	0.00	7	0.00	7	3128.45	13	3132.23	1	674.51	19
101	102	103	Max	43.70									773.33	7		
101	102	103	Max	319.00	0.00	1	0.00	7	0.00	7	1683.45	13	2793.86	13	674.51	19
101	102	103	Min.	30.00	0.00	1	0.00	7	0.00	7	-1396.18	1	-4159.33	13	376.87	7
101	102	103	Min.	43.70									-1128.69	7		
101	102	103	Min.	319.00	0.00	1	0.00	7	0.00	7	-2841.18	1	-2990.75	1	376.87	7
102	113	114	Max	15.00	0.00	1	0.00	1	0.00	1	2201.72	1	2094.25	13	444.58	19
102	113	114	Max	122.57									775.29	19		
102	113	114	Max	444.00	0.00	1	0.00	1	0.00	1	56.72	1	1956.64	1	444.58	19
102	113	114	Min.	15.00	0.00	13	0.00	1	0.00	1	-252.22	13	-2887.71	1	215.62	7
102	113	114	Min.	122.57									96.03	19		
102	113	114	Min.	444.00	0.00	13	0.00	1	0.00	1	-2397.22	13	-3588.82	13	215.62	7
102	114	115	Max	30.00	0.00	19	0.00	7	0.00	7	3128.45	1	3132.23	13	-376.87	19
102	114	115	Max	43.70									773.33	19		

Relazione di calcolo

102	114	115	Max	319.00	0.00	19	0.00	7	0.00	7	1683.45	1	2793.86	1	-376.87	19
102	114	115	Min.	30.00	0.00	7	0.00	7	0.00	7	-1396.18	13	-4159.33	1	-674.51	7
102	114	115	Min.	43.70									-1128.69	19		
102	114	115	Min.	319.00	0.00	7	0.00	7	0.00	7	-2841.18	13	-2990.75	13	-674.51	7
103	101	113	Max	45.00	0.00	1	0.00	1	0.00	1	6726.21	7	1992.52	19	30.85	19
103	101	113	Max	381.82									4039.62	7		
103	101	113	Max	525.00	0.00	1	0.00	1	0.00	1	-2859.39	7	1992.52	7	30.85	19
103	101	113	Min.	45.00	0.00	1	0.00	1	0.00	1	2859.39	19	-7287.86	7	-30.85	7
103	101	113	Min.	187.60									737.23	19		
103	101	113	Min.	525.00	0.00	1	0.00	1	0.00	1	-6726.21	19	-7287.87	19	-30.85	7
104	102	114	Max	15.00	0.00	7	0.00	1	0.00	1	8327.12	19	-1781.04	7	47.81	19
104	102	114	Max	257.50									6448.67	7		
104	102	114	Max	555.00	0.00	7	0.00	1	0.00	1	-6787.48	19	-1781.04	19	47.81	19
104	102	114	Min.	15.00	0.00	7	0.00	1	0.00	1	6787.48	7	-5938.06	19	-47.81	7
104	102	114	Min.	257.50									6033.69	7		
104	102	114	Min.	555.00	0.00	7	0.00	1	0.00	1	-8327.12	7	-5938.06	7	-47.81	7
105	103	115	Max	45.00	0.00	1	0.00	1	0.00	1	5649.35	19	2427.33	7	23.36	19
105	103	115	Max	403.23									3596.43	19		
105	103	115	Max	525.00	0.00	1	0.00	1	0.00	1	-1920.25	19	2427.33	19	23.36	19
105	103	115	Min.	45.00	0.00	1	0.00	1	0.00	1	1920.25	7	-6522.53	19	-23.36	7
105	103	115	Min.	166.36									-293.51	7		
105	103	115	Min.	525.00	0.00	1	0.00	1	0.00	1	-5649.35	7	-6522.53	7	-23.36	7

Tipo di combinazione di carico: SND

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	-3	Max	0.00	-5463.02	19	1789.80	1	4743.10	13	2721.89	19	13961.10	7	128.32	7
1	1	-3	Max	28.00	-5337.02	19	1789.80	1	4135.81	13	2721.89	19	12185.40	7	128.32	7
1	1	-3	Min.	0.00	-11934.40	7	-2168.89	13	-4191.21	1	-6341.80	7	-8887.96	19	-128.32	19
1	1	-3	Min.	28.00	-11808.40	7	-2168.88	13	-3690.07	1	-6341.80	7	-8125.83	19	-128.32	19
1	-3	101	Max	0.00	-5337.02	19	1789.80	1	4135.81	13	2721.89	19	12185.40	7	128.32	7
1	-3	101	Max	367.00	-3685.52	19	1789.81	1	2878.52	1	2721.89	19	1863.49	19	128.32	7
1	-3	101	Min.	0.00	-11808.40	7	-2168.89	13	-3690.07	1	-6341.80	7	-8125.83	19	-128.32	19
1	-3	101	Min.	367.00	-10156.90	7	-2168.89	13	-3824.02	13	-6341.80	7	-11089.00	7	-128.32	19
2	2	-4	Max	0.00	-10327.70	1	2804.65	19	1040.25	7	6256.48	1	15008.00	13	128.32	7
2	2	-4	Max	28.00	-10201.70	1	2804.66	19	1053.61	7	6256.49	1	13326.80	13	128.32	7
2	2	-4	Min.	0.00	-14214.40	13	47.70	7	-5110.27	19	-6004.27	13	-15317.60	1	-128.32	19
2	2	-4	Min.	28.00	-14088.40	13	47.69	7	-4324.97	19	-6004.27	13	-13565.80	1	-128.32	19
2	-4	102	Max	0.00	-10201.70	1	2804.65	19	1053.61	7	6256.48	1	13326.80	13	128.32	7
2	-4	102	Max	367.00	-8550.18	1	2804.65	19	5968.09	19	6256.48	1	9395.53	1	128.32	7
2	-4	102	Min.	0.00	-14088.40	13	47.70	7	-4324.97	19	-6004.27	13	-13565.80	1	-128.32	19
2	-4	102	Min.	367.00	-12436.90	13	47.70	7	1228.66	7	-6004.26	13	-8708.87	13	-128.32	19
3	3	-5	Max	0.00	-3033.08	1	2329.79	1	4791.65	13	2889.20	7	13171.90	19	128.32	7
3	3	-5	Max	28.00	-2907.08	1	2329.79	1	4174.83	13	2889.21	7	11520.40	19	128.32	7
3	3	-5	Min.	0.00	-11178.50	13	-2202.92	13	-4961.70	1	-5898.24	19	-8954.86	7	-128.32	19
3	3	-5	Min.	28.00	-11052.50	13	-2202.93	13	-4309.36	1	-5898.24	19	-8145.88	7	-128.32	19
3	-5	103	Max	0.00	-2907.08	1	2329.79	1	4174.83	13	2889.20	7	11520.40	19	128.32	7
3	-5	103	Max	367.00	-1255.58	1	2329.79	1	4240.98	1	2889.20	7	2457.49	7	128.32	7
3	-5	103	Min.	0.00	-11052.50	13	-2202.92	13	-4309.36	1	-5898.24	19	-8145.88	7	-128.32	19
3	-5	103	Min.	367.00	-9401.05	13	-2202.92	13	-3909.92	13	-5898.24	19	-10126.10	19	-128.32	19
13	13	-15	Max	0.00	-5463.02	7	1789.81	13	4743.10	1	6341.80	19	8887.96	7	128.32	7
13	13	-15	Max	28.00	-5337.02	7	1789.80	13	4135.81	1	6341.80	19	8125.83	7	128.32	7
13	13	-15	Min.	0.00	-11934.40	19	-2168.89	1	-4191.21	13	-2721.89	7	-13961.10	19	-128.32	19
13	13	-15	Min.	28.00	-11808.40	19	-2168.88	1	-3690.07	13	-2721.89	7	-12185.40	19	-128.32	19
13	-15	113	Max	0.00	-5337.02	7	1789.81	13	4135.81	1	6341.80	19	8125.83	7	128.32	7
13	-15	113	Max	367.00	-3685.52	7	1789.81	13	2878.52	13	6341.80	19	11089.00	19	128.32	7
13	-15	113	Min.	0.00	-11808.40	19	-2168.89	1	-3690.07	13	-2721.89	7	-12185.40	19	-128.32	19
13	-15	113	Min.	367.00	-10156.90	19	-2168.89	1	-3824.02	1	-2721.89	7	-1863.49	7	-128.32	19
14	14	-16	Max	0.00	-10327.70	13	-47.70	19	5110.27	7	6256.48	13	15008.00	1	128.32	7
14	14	-16	Max	28.00	-10201.70	13	-47.69	19	4324.97	7	6256.49	13	13326.80	1	128.32	7
14	14	-16	Min.	0.00	-14214.40	1	-2804.65	7	-1040.25	19	-6004.27	1	-15317.60	13	-128.32	19
14	14	-16	Min.	28.00	-14088.40	1	-2804.66	7	-1053.61	19	-6004.27	1	-13565.80	13	-128.32	19
14	-16	114	Max	0.00	-10201.70	13	-47.70	19	4324.97	7	6256.48	13	13326.80	1	128.32	7
14	-16	114	Max	367.00	-8550.18	13	-47.70	19	-1228.66	19	6256.48	13	9395.53	13	128.32	7
14	-16	114	Min.	0.00	-14088.40	1	-2804.65	7	-1053.61	19	-6004.27	1	-13565.80	13	-128.32	19
14	-16	114	Min.	367.00	-12436.90	1	-2804.66	7	-5968.09	7	-6004.26	1	-8708.87	1	-128.32	19
15	15	-17	Max	0.00	-3033.08	13	2329.79	13	4791.65	1	5898.24	7	8954.86	19	128.32	7
15	15	-17	Max	28.00	-2907.08	13	2329.79	13	4174.83	1	5898.24	7	8145.88	19	128.32	7
15	15	-17	Min.	0.00	-11178.60	1	-2202.92	1	-4961.70	13	-2889.20	19	-13171.90	7	-128.32	19
15	15	-17	Min.	28.00	-11052.60	1	-2202.93	1	-4309.36	13	-2889.20	19	-11520.40	7	-128.32	19
15	-17	115	Max	0.00	-2907.08	13	2329.79	13	4174.83	1	5898.24	7	8145.88	19	128.32	7
15	-17	115	Max	367.00	-1255.58	13	2329.79	13	4240.98	13	5898.24	7	10126.10	7	128.32	7
15	-17	115	Min.	0.00	-11052.60	1	-2202.92	1	-4309.36	13	-2889.20	19	-11520.40	7	-128.32	19
15	-17	115	Min.	367.00	-9401.05	1	-2202.92	1	-3909.92	1	-2889.20	19	-2457.49	19	-128.32	19
101	101	102	Max	15.00	0.00	1	0.00	1	0.00	1	2854.61	13	3419.75	1	-160.31	19
101	101	102	Max	76.74									1046.61	7		
101	101	102	Max	444.00	0.00	1	0.00	1	0.00	1	709.61	13	3432.02	13	-160.31	19
101	101	102	Min.	15.00	0.00	1	0.00	1	0.00	1	-905.11	1	-4213.21	13	-499.89	7



Relazione di calcolo

15	15	-17	Max	0.00	-5152.63	14	1150.22	14	2253.49	2	3612.44	8	3199.22	20	61.54	8
15	15	-17	Max	28.00	-5026.63	14	1150.22	14	1966.95	2	3612.44	8	3030.27	20	61.54	8
15	15	-17	Min.	0.00	-9059.01	2	-1023.36	2	-2423.55	14	-603.40	20	-7416.27	8	-61.54	20
15	15	-17	Min.	28.00	-8933.01	2	-1023.36	2	-2101.49	14	-603.40	20	-6404.79	8	-61.54	20
15	-17	115	Max	0.00	-5026.63	14	1150.22	14	1966.95	2	3612.44	8	3030.27	20	61.54	8
15	-17	115	Max	367.00	-3375.12	14	1150.22	14	2119.84	14	3612.44	8	6852.86	8	61.54	8
15	-17	115	Min.	0.00	-8933.01	2	-1023.36	2	-2101.49	14	-603.40	20	-6404.79	8	-61.54	20
15	-17	115	Min.	367.00	-7281.50	2	-1023.36	2	-1788.78	2	-603.40	20	815.77	20	-61.54	20
101	101	102	Max	15.00	0.00	2	0.00	2	0.00	2	1876.20	14	1433.40	2	-248.65	20
101	101	102	Max	29.66									1438.77	2		
101	101	102	Max	444.00	0.00	2	0.00	2	0.00	2	-268.80	14	1221.01	14	-248.65	20
101	101	102	Min.	15.00	0.00	2	0.00	2	0.00	2	73.30	2	-2226.85	14	-411.55	8
101	101	102	Min.	29.66									-1741.56	2		
101	101	102	Min.	444.00	0.00	2	0.00	2	0.00	2	-2071.71	2	-2853.19	2	-411.55	8
101	102	103	Max	30.00	0.00	2	0.00	8	0.00	8	2528.30	14	2165.08	2	631.42	20
101	102	103	Max	316.44									624.30	23		
101	102	103	Max	319.00	0.00	2	0.00	8	0.00	8	1083.30	14	2026.59	14	631.42	20
101	102	103	Min.	30.00	0.00	2	0.00	8	0.00	8	-796.03	2	-3192.18	14	419.96	8
101	102	103	Min.	316.44									-519.62	23		
101	102	103	Min.	319.00	0.00	2	0.00	8	0.00	8	-2241.03	2	-2223.49	2	419.96	8
102	113	114	Max	15.00	0.00	2	0.00	2	0.00	2	1876.20	2	1433.40	14	411.55	20
102	113	114	Max	29.66									1438.77	14		
102	113	114	Max	444.00	0.00	2	0.00	2	0.00	2	-268.80	2	1221.01	2	411.55	20
102	113	114	Min.	15.00	0.00	14	0.00	2	0.00	2	73.30	14	-2226.85	2	248.65	8
102	113	114	Min.	29.66									-1741.57	14		
102	113	114	Min.	444.00	0.00	14	0.00	2	0.00	2	-2071.70	14	-2853.19	14	248.65	8
102	114	115	Max	30.00	0.00	20	0.00	8	0.00	8	2528.30	2	2165.08	14	-419.96	20
102	114	115	Max	316.44									624.30	11		
102	114	115	Max	319.00	0.00	20	0.00	8	0.00	8	1083.30	2	2026.59	2	-419.96	20
102	114	115	Min.	30.00	0.00	8	0.00	8	0.00	8	-796.03	14	-3192.18	2	-631.42	8
102	114	115	Min.	316.44									-519.62	11		
102	114	115	Min.	319.00	0.00	8	0.00	8	0.00	8	-2241.03	14	-2223.49	14	-631.42	8
103	101	113	Max	45.00	0.00	2	0.00	2	0.00	2	6159.55	8	632.53	20	22.53	20
103	101	113	Max	216.56									3571.39	20		
103	101	113	Max	525.00	0.00	2	0.00	2	0.00	2	-3426.05	8	632.53	8	22.53	20
103	101	113	Min.	45.00	0.00	2	0.00	2	0.00	2	3426.05	20	-5927.87	8	-22.53	8
103	101	113	Min.	216.56									1940.13	20		
103	101	113	Min.	525.00	0.00	2	0.00	2	0.00	2	-6159.55	20	-5927.88	20	-22.53	8
104	102	114	Max	15.00	0.00	8	0.00	2	0.00	2	8098.96	20	-2397.08	8	34.90	20
104	102	114	Max	265.65									6395.21	8		
104	102	114	Max	555.00	0.00	8	0.00	2	0.00	2	-7015.64	20	-2397.08	20	34.90	20
104	102	114	Min.	15.00	0.00	8	0.00	2	0.00	2	7015.64	8	-5322.02	20	-34.90	8
104	102	114	Min.	265.65									6189.95	8		
104	102	114	Min.	555.00	0.00	8	0.00	2	0.00	2	-8098.95	8	-5322.02	8	-34.90	8
105	103	115	Max	45.00	0.00	2	0.00	2	0.00	2	5102.69	20	1115.33	8	17.01	20
105	103	115	Max	201.43									3044.84	8		
105	103	115	Max	525.00	0.00	2	0.00	2	0.00	2	-2466.91	20	1115.33	20	17.01	20
105	103	115	Min.	45.00	0.00	2	0.00	2	0.00	2	2466.91	8	-5210.53	20	-17.01	8
105	103	115	Min.	201.43									1118.72	8		
105	103	115	Min.	525.00	0.00	2	0.00	2	0.00	2	-5102.69	8	-5210.53	8	-17.01	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	-3	Max	0.00	-6843.16	21	969.66	3	2892.13	15	781.06	21	9068.32	9	74.86	9
1	1	-3	Max	28.00	-6717.16	21	969.65	3	2514.48	15	781.07	21	7836.04	9	74.86	9
1	1	-3	Min.	0.00	-10554.20	9	-1348.74	15	-2340.24	3	-4400.98	9	-3995.14	21	-74.86	21
1	1	-3	Min.	28.00	-10428.20	9	-1348.74	15	-2068.74	3	-4400.98	9	-3776.44	21	-74.86	21
1	-3	101	Max	0.00	-6717.16	21	969.66	3	2514.48	15	781.06	21	7836.04	9	74.86	9
1	-3	101	Max	367.00	-5065.66	21	969.66	3	1489.90	3	781.06	21	-909.94	21	74.86	9
1	-3	101	Min.	0.00	-10428.20	9	-1348.74	15	-2068.74	3	-4400.98	9	-3776.44	21	-74.86	21
1	-3	101	Min.	367.00	-8776.73	9	-1348.74	15	-2435.40	15	-4400.98	9	-8315.54	9	-74.86	21
2	2	-4	Max	0.00	-11138.20	3	2211.86	21	-282.20	9	3716.38	3	8725.33	15	74.86	9
2	2	-4	Max	28.00	-11012.20	3	2211.87	21	-102.87	9	3716.39	3	7755.36	15	74.86	9
2	2	-4	Min.	0.00	-13403.90	15	640.48	9	-3787.82	21	-3464.16	15	-9034.94	3	-74.86	21
2	2	-4	Min.	28.00	-13277.90	15	640.48	9	-3168.49	21	-3464.17	15	-7994.35	3	-74.86	21
2	-4	102	Max	0.00	-11012.20	3	2211.86	21	-102.87	9	3716.38	3	7755.36	15	74.86	9
2	-4	102	Max	367.00	-9360.66	3	2211.86	21	4949.03	21	3716.38	3	5644.77	3	74.86	9
2	-4	102	Min.	0.00	-13277.90	15	640.48	9	-3168.49	21	-3464.16	15	-7994.35	3	-74.86	21
2	-4	102	Min.	367.00	-11626.40	15	640.49	9	2247.71	9	-3464.16	15	-4958.11	15	-74.86	21
3	3	-5	Max	0.00	-4732.03	3	1390.74	3	2771.02	15	1007.31	9	8433.18	21	74.86	9
3	3	-5	Max	28.00	-4606.03	3	1390.74	3	2417.14	15	1007.31	9	7308.61	21	74.86	9
3	3	-5	Min.	0.00	-9479.60	15	-1263.87	15	-2941.08	3	-4016.34	21	-4216.13	9	-74.86	21
3	3	-5	Min.	28.00	-9353.60	15	-1263.87	15	-2551.67	3	-4016.34	21	-3934.09	9	-74.86	21
3	-5	103	Max	0.00	-4606.03	3	1390.74	3	2417.14	15	1007.31	9	7308.61	21	74.86	9
3	-5	103	Max	367.00	-2954.53	3	1390.74	3	2552.34	3	1007.31	9	-237.26	9	74.86	9
3	-5	103	Min.	0.00	-9353.60	15	-1263.87	15	-2551.67	3	-4016.34	21	-3934.09	9	-74.86	21
3	-5	103	Min.	367.00	-7702.10	15	-1263.87	15	-2221.28	15	-4016.34	21	-7431.37	21	-74.86	21

Relazione di calcolo

13	13	-15	Max	0.00	-6843.16	9	969.66	15	2892.13	3	4400.98	21	3995.14	9	74.86	9
13	13	-15	Max	28.00	-6717.16	9	969.65	15	2514.48	3	4400.98	21	3776.44	9	74.86	9
13	13	-15	Min.	0.00	-10554.20	21	-1348.74	3	-2340.24	15	-781.06	9	-9068.32	21	-74.86	21
13	13	-15	Min.	28.00	-10428.20	21	-1348.74	3	-2068.74	15	-781.07	9	-7836.04	21	-74.86	21
13	-15	113	Max	0.00	-6717.16	9	969.66	15	2514.48	3	4400.98	21	3776.44	9	74.86	9
13	-15	113	Max	367.00	-5065.66	9	969.66	15	1489.90	15	4400.98	21	8315.54	21	74.86	9
13	-15	113	Min.	0.00	-10428.20	21	-1348.74	3	-2068.74	15	-781.06	9	-7836.04	21	-74.86	21
13	-15	113	Min.	367.00	-8776.73	21	-1348.74	3	-2435.40	3	-781.06	9	909.94	9	-74.86	21
14	14	-16	Max	0.00	-11138.20	15	-640.48	21	3787.82	9	3716.38	15	8725.33	3	74.86	9
14	14	-16	Max	28.00	-11012.20	15	-640.48	21	3168.49	9	3716.39	15	7755.36	3	74.86	9
14	14	-16	Min.	0.00	-13403.90	3	-2211.86	9	282.20	21	-3464.16	3	-9034.94	15	-74.86	21
14	14	-16	Min.	28.00	-13277.90	3	-2211.87	9	102.87	21	-3464.17	3	-7994.35	15	-74.86	21
14	-16	114	Max	0.00	-11012.20	15	-640.48	21	3168.49	9	3716.38	15	7755.36	3	74.86	9
14	-16	114	Max	367.00	-9360.66	15	-640.49	21	-2247.71	21	3716.38	15	5644.77	15	74.86	9
14	-16	114	Min.	0.00	-13277.90	3	-2211.86	9	102.87	21	-3464.16	3	-7994.35	15	-74.86	21
14	-16	114	Min.	367.00	-11626.40	3	-2211.86	9	-4949.03	9	-3464.16	3	-4958.11	3	-74.86	21
15	15	-17	Max	0.00	-4732.03	15	1390.74	15	2771.02	3	4016.34	9	4216.13	21	74.86	9
15	15	-17	Max	28.00	-4606.03	15	1390.74	15	2417.14	3	4016.34	9	3934.09	21	74.86	9
15	15	-17	Min.	0.00	-9479.60	3	-1263.87	3	-2941.08	15	-1007.31	21	-8433.18	9	-74.86	21
15	15	-17	Min.	28.00	-9353.60	3	-1263.87	3	-2551.67	15	-1007.31	21	-7308.61	9	-74.86	21
15	-17	115	Max	0.00	-4606.03	15	1390.74	15	2417.14	3	4016.34	9	3934.09	21	74.86	9
15	-17	115	Max	367.00	-2954.53	15	1390.74	15	2552.34	15	4016.34	9	7431.37	9	74.86	9
15	-17	115	Min.	0.00	-9353.60	3	-1263.87	3	-2551.67	15	-1007.31	21	-7308.61	9	-74.86	21
15	-17	115	Min.	367.00	-7702.10	3	-1263.87	3	-2221.28	3	-1007.31	21	237.26	21	-74.86	21
101	101	102	Max	15.00	0.00	3	0.00	3	0.00	3	2075.68	15	1838.39	3	-232.63	21
101	101	102	Max	430.14									1676.61	15		
101	101	102	Max	444.00	0.00	3	0.00	3	0.00	3	-69.32	15	1671.80	15	-232.63	21
101	101	102	Min.	15.00	0.00	3	0.00	3	0.00	3	-126.19	3	-2631.85	15	-427.57	9
101	101	102	Min.	430.14									-2688.03	15		
101	101	102	Min.	444.00	0.00	3	0.00	3	0.00	3	-2271.19	3	-3303.98	3	-427.57	9
101	102	103	Max	30.00	0.00	3	0.00	9	0.00	9	2896.17	15	2757.90	3	652.10	21
101	102	103	Max	60.86									658.33	9		
101	102	103	Max	319.00	0.00	3	0.00	9	0.00	9	1451.17	15	2496.90	15	652.10	21
101	102	103	Min.	30.00	0.00	3	0.00	9	0.00	9	-1163.90	3	-3785.00	15	399.28	9
101	102	103	Min.	60.86									-846.15	9		
101	102	103	Min.	319.00	0.00	3	0.00	9	0.00	9	-2608.90	3	-2693.80	3	399.28	9
102	113	114	Max	15.00	0.00	3	0.00	3	0.00	3	2075.68	3	1838.39	15	427.57	21
102	113	114	Max	430.14									1676.60	3		
102	113	114	Max	444.00	0.00	3	0.00	3	0.00	3	-69.32	3	1671.80	3	427.57	21
102	113	114	Min.	15.00	0.00	15	0.00	3	0.00	3	-126.19	15	-2631.85	3	232.63	9
102	113	114	Min.	430.14									-2688.03	3		
102	113	114	Min.	444.00	0.00	15	0.00	3	0.00	3	-2271.19	15	-3303.98	15	232.63	9
102	114	115	Max	30.00	0.00	21	0.00	9	0.00	9	2896.17	3	2757.90	15	-399.28	21
102	114	115	Max	60.86									658.33	21		
102	114	115	Max	319.00	0.00	21	0.00	9	0.00	9	1451.17	3	2496.90	3	-399.28	21
102	114	115	Min.	30.00	0.00	9	0.00	9	0.00	9	-1163.90	15	-3785.00	3	-652.10	9
102	114	115	Min.	60.86									-846.15	21		
102	114	115	Min.	319.00	0.00	9	0.00	9	0.00	9	-2608.90	15	-2693.80	15	-652.10	9
103	101	113	Max	45.00	0.00	3	0.00	3	0.00	3	6421.48	9	1261.16	21	27.41	21
103	101	113	Max	203.44									3767.84	21		
103	101	113	Max	525.00	0.00	3	0.00	3	0.00	3	-3164.12	9	1261.16	9	27.41	21
103	101	113	Min.	45.00	0.00	3	0.00	3	0.00	3	3164.12	21	-6556.50	9	-27.41	9
103	101	113	Min.	203.44									1459.92	21		
103	101	113	Min.	525.00	0.00	3	0.00	3	0.00	3	-6421.48	21	-6556.51	21	-27.41	9
104	102	114	Max	15.00	0.00	9	0.00	3	0.00	3	8200.77	21	-2122.18	9	42.45	21
104	102	114	Max	262.01									6416.77	9		
104	102	114	Max	555.00	0.00	9	0.00	3	0.00	3	-6913.83	21	-2122.17	21	42.45	21
104	102	114	Min.	15.00	0.00	9	0.00	3	0.00	3	6913.83	9	-5596.93	21	-42.45	9
104	102	114	Min.	262.01									6127.26	9		
104	102	114	Min.	555.00	0.00	9	0.00	3	0.00	3	-8200.77	9	-5596.92	9	-42.45	9
105	103	115	Max	45.00	0.00	3	0.00	3	0.00	3	5355.11	21	1721.14	9	20.65	21
105	103	115	Max	384.58									3275.98	21		
105	103	115	Max	525.00	0.00	3	0.00	3	0.00	3	-2214.49	21	1721.14	21	20.65	21
105	103	115	Min.	45.00	0.00	3	0.00	3	0.00	3	2214.49	9	-5816.33	21	-20.65	9
105	103	115	Min.	185.01									539.92	9		
105	103	115	Min.	525.00	0.00	3	0.00	3	0.00	3	-5355.11	9	-5816.33	9	-20.65	9

Tipo di combinazione di carico: SLU

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	-3	Max	0.00	-13294.20	25	-264.88	25	1578.94	29	-2962.45	25	8418.07	36	0.00	29
1	1	-3	Max	28.00	-13130.40	25	-264.88	25	1199.91	29	-2962.45	25	6943.31	36	0.00	29
1	1	-3	Min.	0.00	-15233.90	36	-1353.67	29	386.46	25	-5266.98	36	4151.77	25	-58.66	36
1	1	-3	Min.	28.00	-15070.10	36	-1353.67	29	312.29	25	-5266.98	36	3322.28	25	-58.66	36
1	-3	101	Max	0.00	-13130.40	25	-264.88	25	1199.91	29	-2962.45	25	6943.31	36	0.00	29
1	-3	101	Max	367.00	-10983.40	25	242.78	29	-659.80	25	-2962.45	25	-7549.92	25	0.00	29
1	-3	101	Min.	0.00	-15070.10	36	-1353.67	29	312.29	25	-5266.98	36	3322.28	25	-58.66	36
1	-3	101	Min.	367.00	-12923.20	36	-422.61	36	-998.42	36	-3890.73	36	-9861.09	36	-58.66	36

Relazione di calcolo

2	2	-4	Max	0.00	-19165.90	25	4427.43	36	-3415.90	25	174.10	25	1035.99	29	0.00	29
2	2	-4	Max	28.00	-19002.10	25	4427.43	36	-2745.60	25	174.10	25	950.37	29	0.00	29
2	2	-4	Min.	0.00	-20486.70	36	2393.93	25	-5907.04	36	-305.78	29	-209.96	25	-58.66	36
2	2	-4	Min.	28.00	-20322.90	36	2393.93	25	-4667.36	36	-305.78	29	-161.22	25	-58.66	36
2	-4	102	Max	0.00	-19002.10	25	4427.43	36	-2745.60	25	174.10	25	950.37	29	0.00	29
2	-4	102	Max	367.00	-16855.10	25	2457.31	29	6530.47	36	174.10	25	477.72	25	0.00	29
2	-4	102	Min.	0.00	-20322.90	36	2393.93	25	-4667.36	36	-305.78	29	-161.22	25	-58.66	36
2	-4	102	Min.	367.00	-18175.90	36	1674.93	36	6040.11	25	-305.78	29	-171.84	29	-58.66	36
3	3	-5	Max	0.00	-10668.70	25	90.78	25	310.25	29	-2429.26	25	9577.43	36	0.00	29
3	3	-5	Max	28.00	-10504.90	25	90.78	25	279.17	29	-2429.26	25	7917.74	36	0.00	29
3	3	-5	Min.	0.00	-11794.00	36	-111.00	29	-121.03	25	-5927.48	36	3404.51	25	-58.66	36
3	3	-5	Min.	28.00	-11630.20	36	-111.00	29	-95.61	25	-5927.47	36	2724.32	25	-58.66	36
3	-5	103	Max	0.00	-10504.90	25	90.78	25	279.17	29	-2429.26	25	7917.74	36	0.00	29
3	-5	103	Max	367.00	-8357.99	25	90.78	25	237.55	25	-2429.26	25	-6191.05	25	0.00	29
3	-5	103	Min.	0.00	-11630.20	36	-111.00	29	-95.61	25	-5927.48	36	2724.32	25	-58.66	36
3	-5	103	Min.	367.00	-9483.24	36	-111.00	29	-128.21	29	-3174.98	36	-8785.26	36	-58.66	36
13	13	-15	Max	0.00	-13294.20	25	-264.88	25	1578.94	29	3119.35	29	-450.01	36	0.00	29
13	13	-15	Max	28.00	-13130.40	25	-264.88	25	1199.91	29	3119.35	29	-153.00	36	0.00	29
13	13	-15	Min.	0.00	-13839.40	29	-1353.67	29	351.94	36	1060.75	36	-4371.66	29	-58.66	36
13	13	-15	Min.	28.00	-13675.60	29	-1353.67	29	273.63	36	1060.75	36	-3498.24	29	-58.66	36
13	-15	113	Max	0.00	-13130.40	25	-264.88	25	1199.91	29	3119.35	29	-153.00	36	0.00	29
13	-15	113	Max	367.00	-10983.40	25	242.78	29	-659.80	25	3119.35	29	7949.79	29	0.00	29
13	-15	113	Min.	0.00	-13675.60	29	-1353.67	29	273.63	36	1060.75	36	-3498.24	29	-58.66	36
13	-15	113	Min.	367.00	-11528.70	29	-279.66	36	-838.57	29	2437.00	36	6265.36	36	-58.66	36
14	14	-16	Max	0.00	-19165.90	25	-366.73	36	3506.34	29	455.44	36	1035.99	29	0.00	29
14	14	-16	Max	28.00	-19002.10	25	-366.73	36	2818.29	29	455.44	36	950.37	29	0.00	29
14	14	-16	Min.	0.00	-20124.50	36	-2457.31	29	933.75	36	-305.78	29	-826.74	36	-58.66	36
14	14	-16	Min.	28.00	-19960.70	36	-2457.31	29	831.07	36	-305.78	29	-699.22	36	-58.66	36
14	-16	114	Max	0.00	-19002.10	25	-366.73	36	2818.29	29	455.44	36	950.37	29	0.00	29
14	-16	114	Max	367.00	-16855.10	25	-2393.93	25	-5565.66	36	455.45	36	972.27	36	0.00	29
14	-16	114	Min.	0.00	-19960.70	36	-2457.31	29	831.07	36	-305.78	29	-699.22	36	-58.66	36
14	-16	114	Min.	367.00	-17813.70	36	-3119.23	36	-6200.03	29	-305.78	29	-171.84	29	-58.66	36
15	15	-17	Max	0.00	-10148.70	36	200.04	36	310.25	29	2537.46	29	2767.18	36	0.00	29
15	15	-17	Max	28.00	-9984.87	36	200.04	36	279.17	29	2537.46	29	2468.12	36	0.00	29
15	15	-17	Min.	0.00	-10688.60	29	-111.00	29	-332.56	36	-1068.09	36	-3556.16	29	-58.66	36
15	15	-17	Min.	28.00	-10524.80	29	-111.00	29	-276.54	36	-1068.08	36	-2845.67	29	-58.66	36
15	-17	115	Max	0.00	-9984.87	36	200.04	36	279.17	29	2537.46	29	2468.11	36	0.00	29
15	-17	115	Max	367.00	-7837.92	36	200.04	36	457.62	36	2537.46	29	6466.81	29	0.00	29
15	-17	115	Min.	0.00	-10524.80	29	-111.00	29	-276.54	36	-1068.09	36	-2845.67	29	-58.66	36
15	-17	115	Min.	367.00	-8377.81	29	-111.00	29	-128.21	29	1684.41	36	3599.07	36	-58.66	36
101	101	102	Max	15.00	-89152.40	25	0.00	36	0.00	36	0.00	36	1869.95	36	-560.93	25
101	101	102	Max	215.42									1027.00	36		
101	101	102	Max	444.00	-89152.40	25	0.00	36	0.00	36	-1578.00	29	-911.80	29	-560.93	25
101	101	102	Min.	15.00	-89152.40	25	0.00	25	0.00	25	1349.85	25	-852.93	36	-608.47	36
101	101	102	Min.	210.21									764.85	25		
101	101	102	Min.	444.00	-89152.40	25	0.00	25	0.00	25	-2119.75	36	-1388.75	36	-608.47	36
101	102	103	Max	30.00	-89152.40	25	0.00	25	0.00	25	1736.48	36	-693.70	25	1034.04	36
101	102	103	Max	216.22									461.17	36		
101	102	103	Max	319.00	-89152.40	25	0.00	25	0.00	25	-485.02	29	253.12	29	1034.04	36
101	102	103	Min.	30.00	-89152.40	25	0.00	25	0.00	25	1186.90	25	-1226.63	29	895.17	25
101	102	103	Min.	202.01									327.13	25		
101	102	103	Min.	319.00	-89152.40	25	0.00	25	0.00	25	-951.22	36	-145.02	25	895.17	25
102	113	114	Max	15.00	-89152.40	25	0.00	25	0.00	25	1751.57	36	-491.58	29	568.70	29
102	113	114	Max	202.53									1034.47	36		
102	113	114	Max	444.00	-89152.40	25	0.00	25	0.00	25	-1578.00	29	-911.80	29	568.70	29
102	113	114	Min.	15.00	-89152.40	25	0.00	25	0.00	25	1349.85	25	-614.96	36	479.22	36
102	113	114	Min.	210.21									764.85	25		
102	113	114	Min.	444.00	-89152.40	25	0.00	25	0.00	25	-2238.13	36	-1658.64	36	479.22	36
102	114	115	Max	30.00	-89152.40	25	0.00	25	0.00	25	1509.08	29	-693.70	25	-759.38	36
102	114	115	Max	190.36									434.72	36		
102	114	115	Max	319.00	-89152.40	25	0.00	25	0.00	25	-485.02	29	253.12	29	-759.38	36
102	114	115	Min.	30.00	-89152.40	25	0.00	25	0.00	25	1186.90	25	-1226.63	29	-913.05	29
102	114	115	Min.	202.01									327.13	25		
102	114	115	Min.	319.00	-89152.40	25	0.00	25	0.00	25	-1196.35	36	-334.77	36	-913.05	29
103	101	113	Max	45.00	-111440.00	25	0.00	29	0.00	29	9103.92	36	-4321.00	25	23.57	36
103	101	113	Max	304.98									5506.57	36		
103	101	113	Max	525.00	-111440.00	25	0.00	29	0.00	29	-7704.63	36	-2969.31	36	23.57	36
103	101	113	Min.	45.00	-111440.00	25	0.00	25	0.00	25	7828.27	25	-6327.59	36	0.00	29
103	101	113	Min.	284.42									5072.88	25		
103	101	113	Min.	525.00	-111440.00	25	0.00	25	0.00	25	-8260.27	29	-4563.23	29	0.00	29
104	102	114	Max	15.00	-111440.00	25	0.00	29	0.00	29	13028.20	29	-6495.21	25	32.81	36
104	102	114	Max	284.35									10931.80	29		
104	102	114	Max	555.00	-111440.00	25	0.00	29	0.00	29	-12586.50	36	-6171.04	36	32.81	36
104	102	114	Min.	15.00	-111440.00	25	0.00	25	0.00	25	12704.20	25	-6806.72	36	0.00	25
104	102	114	Min.	284.35									10655.40	25		
104	102	114	Min.	555.00	-111440.00	25	0.00	25	0.00	25	-13028.20	29	-6656.18	29	0.00	25
105	103	115	Max	45.00	-111440.00	25	0.00	29	0.00	29	7019.57	36	-3277.86	25	12.95	36
105	103	115	Max	284.42									4197.50	29		
105	103	115	Max	525.00	-111440.00	25	0.00	29	0.00	29	-5129.13	36	-1009.08	36	12.95	36

Relazione di calcolo

105	103	115	Min.	45.00	-111440.00	25	0.00	25	0.00	25	6074.35	25	-5546.15	36	0.00	29
105	103	115	Min.	284.42									4011.32	25		
105	103	115	Min.	525.00	-111440.00	25	0.00	25	0.00	25	-6362.35	29	-3437.28	29	0.00	29

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	-3	Max	0.00	-9647.55	26	-191.81	26	1074.79	31	-2115.34	26	5808.77	38	0.00	31
1	1	-3	Max	28.00	-9521.55	26	-191.81	26	817.84	31	-2115.34	26	4786.30	38	0.00	31
1	1	-3	Min.	0.00	-10940.70	38	-917.67	31	279.81	26	-3651.69	38	2964.57	26	-39.11	38
1	1	-3	Min.	28.00	-10814.70	38	-917.67	31	226.10	26	-3651.69	38	2372.28	26	-39.11	38
1	-3	101	Max	0.00	-9521.55	26	-191.81	26	817.84	31	-2115.34	26	4786.30	38	0.00	31
1	-3	101	Max	367.00	-7870.05	26	146.63	31	-477.84	26	-2115.34	26	-5391.02	26	0.00	31
1	-3	101	Min.	0.00	-10814.70	38	-917.67	31	226.10	26	-3651.69	38	2372.28	26	-39.11	38
1	-3	101	Min.	367.00	-9163.21	38	-296.96	38	-703.58	38	-2734.19	38	-6931.80	38	-39.11	38
2	2	-4	Max	0.00	-13874.10	26	3067.47	38	-2442.57	26	126.16	26	678.29	31	0.00	31
2	2	-4	Max	28.00	-13748.10	26	3067.47	38	-1963.27	26	126.16	26	624.04	31	0.00	31
2	2	-4	Min.	0.00	-14754.60	38	1711.80	26	-4103.34	38	-193.76	31	-152.35	26	-39.11	38
2	2	-4	Min.	28.00	-14628.60	38	1711.80	26	-3244.44	38	-193.76	31	-117.02	26	-39.11	38
2	-4	102	Max	0.00	-13748.10	26	3067.47	38	-1963.27	26	126.16	26	624.04	31	0.00	31
2	-4	102	Max	367.00	-12096.60	26	1754.06	31	4645.95	38	126.16	26	345.97	26	0.00	31
2	-4	102	Min.	0.00	-14628.60	38	1711.80	26	-3244.44	38	-193.76	31	-117.02	26	-39.11	38
2	-4	102	Min.	367.00	-12977.10	38	1232.47	38	4319.04	26	-193.76	31	-87.06	31	-39.11	38
3	3	-5	Max	0.00	-7777.86	26	65.65	26	199.96	31	-1737.89	26	6550.87	38	0.00	31
3	3	-5	Max	28.00	-7651.86	26	65.65	26	180.67	31	-1737.89	26	5411.26	38	0.00	31
3	3	-5	Min.	0.00	-8528.02	38	-68.87	31	-87.56	26	-4070.04	38	2435.59	26	-39.11	38
3	3	-5	Min.	28.00	-8402.02	38	-68.87	31	-69.18	26	-4070.03	38	1948.98	26	-39.11	38
3	-5	103	Max	0.00	-7651.86	26	65.65	26	180.67	31	-1737.89	26	5411.26	38	0.00	31
3	-5	103	Max	367.00	-6000.36	26	65.65	26	171.76	26	-1737.89	26	-4429.08	26	0.00	31
3	-5	103	Min.	0.00	-8402.02	38	-68.87	31	-69.18	26	-4070.04	38	1948.98	26	-39.11	38
3	-5	103	Min.	367.00	-6750.52	38	-68.87	31	-72.08	31	-2235.04	38	-6158.55	38	-39.11	38
13	13	-15	Max	0.00	-9647.55	26	-191.81	26	1074.79	31	2219.94	31	-496.74	38	0.00	31
13	13	-15	Max	28.00	-9521.55	26	-191.81	26	817.84	31	2219.94	31	-259.43	38	0.00	31
13	13	-15	Min.	0.00	-10011.00	31	-917.67	31	256.79	38	847.54	38	-3111.17	31	-39.11	38
13	13	-15	Min.	28.00	-9885.05	31	-917.67	31	200.32	38	847.54	38	-2489.58	31	-39.11	38
13	-15	113	Max	0.00	-9521.55	26	-191.81	26	817.84	31	2219.94	31	-259.43	38	0.00	31
13	-15	113	Max	367.00	-7870.05	26	146.63	31	-477.84	26	2219.94	31	5657.60	31	0.00	31
13	-15	113	Min.	0.00	-9885.05	31	-917.67	31	200.32	38	847.54	38	-2489.58	31	-39.11	38
13	-15	113	Min.	367.00	-8233.55	31	-201.66	38	-597.01	31	1765.04	38	4534.65	38	-39.11	38
14	14	-16	Max	0.00	-13874.10	26	-360.33	38	2502.87	31	313.72	38	678.29	31	0.00	31
14	14	-16	Max	28.00	-13748.10	26	-360.33	38	2011.73	31	313.72	38	624.04	31	0.00	31
14	14	-16	Min.	0.00	-14513.10	38	-1754.06	31	787.81	38	-193.76	31	-563.53	38	-39.11	38
14	14	-16	Min.	28.00	-14387.10	38	-1754.06	31	686.91	38	-193.76	31	-475.69	38	-39.11	38
14	-16	114	Max	0.00	-13748.10	26	-360.33	38	2011.73	31	313.72	38	624.04	31	0.00	31
14	-16	114	Max	367.00	-12096.60	26	-1711.80	26	-4002.74	38	313.72	38	675.67	38	0.00	31
14	-16	114	Min.	0.00	-14387.10	38	-1754.06	31	686.91	38	-193.76	31	-475.69	38	-39.11	38
14	-16	114	Min.	367.00	-12735.60	38	-2195.34	38	-4425.66	31	-193.76	31	-87.06	31	-39.11	38
15	15	-17	Max	0.00	-7431.15	38	138.49	38	199.96	31	1810.03	31	1678.87	38	0.00	31
15	15	-17	Max	28.00	-7305.15	38	138.49	38	180.67	31	1810.03	31	1512.64	38	0.00	31
15	15	-17	Min.	0.00	-7791.08	31	-68.87	31	-228.58	38	-593.67	38	-2536.69	31	-39.11	38
15	15	-17	Min.	28.00	-7665.08	31	-68.87	31	-189.80	38	-593.67	38	-2029.88	31	-39.11	38
15	-17	115	Max	0.00	-7305.15	38	138.49	38	180.67	31	1810.03	31	1512.64	38	0.00	31
15	-17	115	Max	367.00	-5653.65	38	138.49	38	318.47	38	1810.03	31	4612.92	31	0.00	31
15	-17	115	Min.	0.00	-7665.08	31	-68.87	31	-189.80	38	-593.67	38	-2029.88	31	-39.11	38
15	-17	115	Min.	367.00	-6013.58	31	-68.87	31	-72.08	31	1241.33	38	2701.09	38	-39.11	38
101	101	102	Max	15.00	-59434.90	26	0.00	38	0.00	38	1324.71	38	-359.62	31	-401.37	26
101	101	102	Max	215.06									728.89	38		
101	101	102	Max	444.00	-59434.90	26	0.00	38	0.00	38	-1145.53	31	-672.92	31	-401.37	26
101	101	102	Min.	15.00	-59434.90	26	0.00	26	0.00	26	977.97	26	-600.52	38	-433.06	38
101	101	102	Min.	210.18									554.19	26		
101	101	102	Min.	444.00	-59434.90	26	0.00	26	0.00	26	-1506.69	38	-990.88	38	-433.06	38
101	102	103	Max	30.00	-59434.90	26	0.00	26	0.00	26	1226.80	38	-503.30	26	732.57	38
101	102	103	Max	215.37									326.03	38		
101	102	103	Max	319.00	-59434.90	26	0.00	26	0.00	26	-369.80	31	160.72	31	732.57	38
101	102	103	Min.	30.00	-59434.90	26	0.00	26	0.00	26	860.42	26	-858.59	31	639.99	26
101	102	103	Min.	202.08									237.02	26		
101	102	103	Min.	319.00	-59434.90	26	0.00	26	0.00	26	-680.60	38	-104.71	26	639.99	26
102	113	114	Max	15.00	-59434.90	26	0.00	26	0.00	26	1245.78	38	-359.62	31	406.55	31
102	113	114	Max	202.90									733.85	38		
102	113	114	Max	444.00	-59434.90	26	0.00	26	0.00	26	-1145.53	31	-672.92	31	406.55	31
102	113	114	Min.	15.00	-59434.90	26	0.00	26	0.00	26	977.97	26	-441.87	38	346.89	38
102	113	114	Min.	210.18									554.19	26		
102	113	114	Min.	444.00	-59434.90	26	0.00	26	0.00	26	-1585.62	38	-1170.81	38	346.89	38
102	114	115	Max	30.00	-59434.90	26	0.00	26	0.00	26	1075.20	31	-503.30	26	-549.47	38
102	114	115	Max	191.12									308.46	38		
102	114	115	Max	319.00	-59434.90	26	0.00	26	0.00	26	-369.80	31	160.72	31	-549.47	38
102	114	115	Min.	30.00	-59434.90	26	0.00	26	0.00	26	860.42	26	-858.59	31	-651.91	31
102	114	115	Min.	202.08									237.02	26		

Relazione di calcolo

102	114	115	Min.	319.00	-59434.90	26	0.00	26	0.00	26	-844.02	38	-231.21	38	-651.91	31
103	101	113	Max	45.00	-74293.60	26	0.00	31	0.00	31	6439.55	38	-3084.90	26	15.72	38
103	101	113	Max	303.74									3908.25	38		
103	101	113	Max	525.00	-74293.60	26	0.00	31	0.00	31	-5506.69	38	-2183.78	38	15.72	38
103	101	113	Min.	45.00	-74293.60	26	0.00	26	0.00	26	5589.12	26	-4422.63	38	0.00	31
103	101	113	Min.	284.42									3622.00	26		
103	101	113	Min.	525.00	-74293.60	26	0.00	26	0.00	26	-5877.12	31	-3246.39	31	0.00	31
104	102	114	Max	15.00	-74293.60	26	0.00	31	0.00	31	9300.42	31	-4644.60	26	21.88	38
104	102	114	Max	284.35									7803.58	31		
104	102	114	Max	555.00	-74293.60	26	0.00	31	0.00	31	-9005.94	38	-4428.49	38	21.88	38
104	102	114	Min.	15.00	-74293.60	26	0.00	26	0.00	26	9084.42	26	-4852.28	38	0.00	26
104	102	114	Min.	284.35									7619.29	26		
104	102	114	Min.	555.00	-74293.60	26	0.00	26	0.00	26	-9300.42	31	-4751.91	31	0.00	26
105	103	115	Max	45.00	-74293.60	26	0.00	31	0.00	31	4976.07	38	-2345.24	26	8.63	38
105	103	115	Max	284.42									2993.96	31		
105	103	115	Max	525.00	-74293.60	26	0.00	31	0.00	31	-3715.77	38	-832.71	38	8.63	38
105	103	115	Min.	45.00	-74293.60	26	0.00	26	0.00	26	4345.92	26	-3857.42	38	0.00	31
105	103	115	Min.	284.42									2869.84	26		
105	103	115	Min.	525.00	-74293.60	26	0.00	26	0.00	26	-4537.92	31	-2451.52	31	0.00	31

Tipo di combinazione di carico: SLE F

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	-3	Max	0.00	-8800.36	27	-189.78	27	435.35	33	-1842.68	27	3151.28	40	0.00	33
1	1	-3	Max	28.00	-8674.36	27	-189.78	27	341.56	33	-1842.67	27	2549.30	40	0.00	33
1	1	-3	Min.	0.00	-9058.99	40	-334.96	33	276.36	27	-2149.95	40	2582.44	27	-7.82	40
1	1	-3	Min.	28.00	-8932.99	40	-334.96	33	223.22	27	-2149.95	40	2066.49	27	-7.82	40
1	-3	101	Max	0.00	-8674.36	27	-189.78	27	341.56	33	-1842.68	27	2549.30	40	0.00	33
1	-3	101	Max	367.00	-7022.86	27	-122.10	33	-473.30	27	-1842.68	27	-4696.13	27	0.00	33
1	-3	101	Min.	0.00	-8932.99	40	-334.96	33	223.22	27	-2149.95	40	2066.49	27	-7.82	40
1	-3	101	Min.	367.00	-7281.49	40	-210.82	40	-518.44	40	-1966.45	40	-5004.29	40	-7.82	40
2	2	-4	Max	0.00	-12442.80	27	1727.91	40	-2078.68	27	126.11	27	11.59	33	0.00	33
2	2	-4	Max	28.00	-12316.80	27	1727.91	40	-1670.78	27	126.11	27	28.98	33	0.00	33
2	2	-4	Min.	0.00	-12618.90	40	1456.78	27	-2410.83	40	62.13	33	-154.54	27	-7.82	40
2	2	-4	Min.	28.00	-12492.90	40	1456.78	27	-1927.01	40	62.13	33	-119.23	27	-7.82	40
2	-4	102	Max	0.00	-12316.80	27	1727.91	40	-1670.78	27	126.11	27	28.98	33	0.00	33
2	-4	102	Max	367.00	-10665.30	27	1465.23	33	3740.97	40	126.11	27	343.61	27	0.00	33
2	-4	102	Min.	0.00	-12492.90	40	1456.78	27	-1927.01	40	62.13	33	-119.23	27	-7.82	40
2	-4	102	Min.	367.00	-10841.40	40	1360.91	40	3675.59	27	62.13	33	257.01	33	-7.82	40
3	3	-5	Max	0.00	-7177.82	27	63.67	27	-27.80	33	-1529.52	27	2966.62	40	0.00	33
3	3	-5	Max	28.00	-7051.82	27	63.67	27	-17.50	33	-1529.52	27	2407.76	40	0.00	33
3	3	-5	Min.	0.00	-7327.85	40	36.77	33	-85.30	27	-1995.95	40	2143.57	27	-7.82	40
3	3	-5	Min.	28.00	-7201.85	40	36.77	33	-67.47	27	-1995.95	40	1715.30	27	-7.82	40
3	-5	103	Max	0.00	-7051.82	27	63.67	27	-17.50	33	-1529.52	27	2407.76	40	0.00	33
3	-5	103	Max	367.00	-5400.32	27	63.67	27	166.20	27	-1529.52	27	-3898.04	27	0.00	33
3	-5	103	Min.	0.00	-7201.85	40	36.77	33	-67.47	27	-1995.95	40	1715.30	27	-7.82	40
3	-5	103	Min.	367.00	-5550.35	40	36.77	33	117.43	33	-1628.95	40	-4243.93	40	-7.82	40
13	13	-15	Max	0.00	-8800.36	27	-189.78	27	435.35	33	1863.60	33	-2088.88	40	0.00	33
13	13	-15	Max	28.00	-8674.36	27	-189.78	27	341.56	33	1863.60	33	-1643.92	40	0.00	33
13	13	-15	Min.	0.00	-8873.06	33	-334.96	33	271.75	40	1589.12	40	-2611.76	33	-7.82	40
13	13	-15	Min.	28.00	-8747.06	33	-334.96	33	218.06	40	1589.11	40	-2089.96	33	-7.82	40
13	-15	113	Max	0.00	-8674.36	27	-189.78	27	341.56	33	1863.60	33	-1643.92	40	0.00	33
13	-15	113	Max	367.00	-7022.86	27	-122.10	33	-473.30	27	1863.60	33	4749.45	33	0.00	33
13	-15	113	Min.	0.00	-8747.06	33	-334.96	33	218.06	40	1589.12	40	-2089.96	33	-7.82	40
13	-15	113	Min.	367.00	-7095.56	33	-191.76	40	-497.13	33	1772.62	40	4524.86	40	-7.82	40
14	14	-16	Max	0.00	-12442.80	27	-1186.48	40	2090.73	33	163.63	40	11.59	33	0.00	33
14	14	-16	Max	28.00	-12316.80	27	-1186.48	40	1680.47	33	163.63	40	28.98	33	0.00	33
14	14	-16	Min.	0.00	-12570.60	40	-1465.23	33	1747.72	40	62.13	33	-236.78	40	-7.82	40
14	14	-16	Min.	28.00	-12444.60	40	-1465.23	33	1415.51	40	62.13	33	-190.96	40	-7.82	40
14	-16	114	Max	0.00	-12316.80	27	-1186.48	40	1680.47	33	163.63	40	28.98	33	0.00	33
14	-16	114	Max	367.00	-10665.30	27	-1456.78	27	-3612.33	40	163.63	40	409.55	40	0.00	33
14	-16	114	Min.	0.00	-12444.60	40	-1465.23	33	1415.51	40	62.13	33	-190.96	40	-7.82	40
14	-16	114	Min.	367.00	-10793.10	40	-1553.48	40	-3696.91	33	62.13	33	257.01	33	-7.82	40
15	15	-17	Max	0.00	-7108.48	40	78.24	40	-27.80	33	1543.95	33	-1320.67	40	0.00	33
15	15	-17	Max	28.00	-6982.48	40	78.24	40	-17.50	33	1543.95	33	-1022.98	40	0.00	33
15	15	-17	Min.	0.00	-7180.46	33	36.77	33	-113.50	40	1063.21	40	-2163.79	33	-7.82	40
15	15	-17	Min.	28.00	-7054.46	33	36.77	33	-91.60	40	1063.21	40	-1731.48	33	-7.82	40
15	-17	115	Max	0.00	-6982.48	40	78.24	40	-17.50	33	1543.95	33	-1022.98	40	0.00	33
15	-17	115	Max	367.00	-5330.98	40	78.24	40	195.54	40	1543.95	33	3934.81	33	0.00	33
15	-17	115	Min.	0.00	-7054.46	33	36.77	33	-91.60	40	1063.21	40	-1731.48	33	-7.82	40
15	-17	115	Min.	367.00	-5402.96	33	36.77	33	117.43	33	1430.21	40	3552.44	40	-7.82	40
101	101	102	Max	15.00	-29717.50	27	0.00	40	0.00	40	1044.44	40	-388.80	33	-337.74	27
101	101	102	Max	210.87									588.26	40		
101	101	102	Max	444.00	-29717.50	27	0.00	40	0.00	40	-1165.61	33	-788.23	33	-337.74	27
101	101	102	Min.	15.00	-29717.50	27	0.00	27	0.00	27	975.09	27	-436.98	40	-344.07	40
101	101	102	Min.	209.63									553.48	27		
101	101	102	Min.	444.00	-29717.50	27	0.00	27	0.00	27	-1237.84	40	-851.82	40	-344.07	40
101	102	103	Max	30.00	-29717.50	27	0.00	27	0.00	27	938.80	40	-512.45	27	556.45	40



Relazione di calcolo

14	-16	114	Min.	367.00	-10493.50	28	-1426.17	28	-3598.37	28	126.11	28	343.33	28	0.00	28
15	15	-17	Max	0.00	-7105.82	28	63.43	28	-85.03	28	1504.52	28	-2108.52	28	0.00	28
15	15	-17	Max	28.00	-6979.82	28	63.43	28	-67.27	28	1504.52	28	-1687.26	28	0.00	28
15	15	-17	Min.	0.00	-7105.82	28	63.43	28	-85.03	28	1504.52	28	-2108.52	28	0.00	28
15	15	-17	Min.	28.00	-6979.82	28	63.43	28	-67.27	28	1504.52	28	-1687.26	28	0.00	28
15	-17	115	Max	0.00	-6979.82	28	63.43	28	-67.27	28	1504.52	28	-1687.26	28	0.00	28
15	-17	115	Max	367.00	-5328.31	28	63.43	28	165.53	28	1504.52	28	3834.31	28	0.00	28
15	-17	115	Min.	0.00	-6979.82	28	63.43	28	-67.27	28	1504.52	28	-1687.26	28	0.00	28
15	-17	115	Min.	367.00	-5328.31	28	63.43	28	165.53	28	1504.52	28	3834.31	28	0.00	28
101	101	102	Max	15.00	0.00	28	0.00	28	0.00	28	974.75	28	-396.73	28	-330.10	28
101	101	102	Max	209.56									553.40	28		
101	101	102	Max	444.00	0.00	28	0.00	28	0.00	28	-1170.25	28	-816.09	28	-330.10	28
101	101	102	Min.	15.00	0.00	28	0.00	28	0.00	28	974.75	28	-396.73	28	-330.10	28
101	101	102	Min.	209.56									553.40	28		
101	101	102	Min.	444.00	0.00	28	0.00	28	0.00	28	-1170.25	28	-816.09	28	-330.10	28
101	102	103	Max	30.00	0.00	28	0.00	28	0.00	28	866.13	28	-513.55	28	525.69	28
101	102	103	Max	203.40									236.64	28		
101	102	103	Max	319.00	0.00	28	0.00	28	0.00	28	-578.87	28	-98.45	28	525.69	28
101	102	103	Min.	30.00	0.00	28	0.00	28	0.00	28	866.13	28	-513.55	28	525.69	28
101	102	103	Min.	203.40									236.64	28		
101	102	103	Min.	319.00	0.00	28	0.00	28	0.00	28	-578.87	28	-98.45	28	525.69	28
102	113	114	Max	15.00	0.00	28	0.00	28	0.00	28	974.75	28	-396.73	28	330.10	28
102	113	114	Max	209.57									553.40	28		
102	113	114	Max	444.00	0.00	28	0.00	28	0.00	28	-1170.25	28	-816.09	28	330.10	28
102	113	114	Min.	15.00	0.00	28	0.00	28	0.00	28	974.75	28	-396.73	28	330.10	28
102	113	114	Min.	209.57									553.40	28		
102	113	114	Min.	444.00	0.00	28	0.00	28	0.00	28	-1170.25	28	-816.09	28	330.10	28
102	114	115	Max	30.00	0.00	28	0.00	28	0.00	28	866.13	28	-513.55	28	-525.69	28
102	114	115	Max	203.40									236.64	28		
102	114	115	Max	319.00	0.00	28	0.00	28	0.00	28	-578.87	28	-98.45	28	-525.69	28
102	114	115	Min.	30.00	0.00	28	0.00	28	0.00	28	866.13	28	-513.55	28	-525.69	28
102	114	115	Min.	203.40									236.64	28		
102	114	115	Min.	319.00	0.00	28	0.00	28	0.00	28	-578.87	28	-98.45	28	-525.69	28
103	101	113	Max	45.00	0.00	28	0.00	28	0.00	28	4792.80	28	-2647.67	28	0.00	28
103	101	113	Max	284.42									3103.66	28		
103	101	113	Max	525.00	0.00	28	0.00	28	0.00	28	-4792.80	28	-2647.67	28	0.00	28
103	101	113	Min.	45.00	0.00	28	0.00	28	0.00	28	4792.80	28	-2647.67	28	0.00	28
103	101	113	Min.	284.42									3103.66	28		
103	101	113	Min.	525.00	0.00	28	0.00	28	0.00	28	-4792.80	28	-2647.67	28	0.00	28
104	102	114	Max	15.00	0.00	28	0.00	28	0.00	28	7557.30	28	-3859.55	28	0.00	28
104	102	114	Max	284.35									6342.75	28		
104	102	114	Max	555.00	0.00	28	0.00	28	0.00	28	-7557.30	28	-3859.55	28	0.00	28
104	102	114	Min.	15.00	0.00	28	0.00	28	0.00	28	7557.30	28	-3859.55	28	0.00	28
104	102	114	Min.	284.35									6342.75	28		
104	102	114	Min.	555.00	0.00	28	0.00	28	0.00	28	-7557.30	28	-3859.55	28	0.00	28
105	103	115	Max	45.00	0.00	28	0.00	28	0.00	28	3784.80	28	-2047.60	28	0.00	28
105	103	115	Max	284.42									2494.14	28		
105	103	115	Max	525.00	0.00	28	0.00	28	0.00	28	-3784.80	28	-2047.60	28	0.00	28
105	103	115	Min.	45.00	0.00	28	0.00	28	0.00	28	3784.80	28	-2047.60	28	0.00	28
105	103	115	Min.	284.42									2494.14	28		
105	103	115	Min.	525.00	0.00	28	0.00	28	0.00	28	-3784.80	28	-2047.60	28	0.00	28

**Criteri di progetto utilizzati**

**Pilastrini in c.a.**

<b>Generali</b>		
<b>Parametri di progetto</b>		
Pilastro prefabbricato		No
Progettazione dell'armatura con sollecitazioni più gravose		Si
Disaccoppia sovreresistenza		No
Limita fattore di sovreresistenza al massimo valore di struttura		No
Tipo verifica di stabilità		
-Per N*Ω-M e per N-c*M (standard)		Si
-Per N*Ω-c*M (doppia)		No
-Per N*Ω (sforzo normale e momento nullo)		No
-Per c*M (momento e sforzo normale nullo)		No
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

Relazione di calcolo

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	LC2
-Fattore di confidenza	1.20
-Tipo di calcestruzzo	C30/37
-Rck calcestruzzo	370.00
-Modulo elastico <daN/cm <sup>2</sup> >	330194.00
-Resistenza caratteristica cilindrica (Fck)	307.10
-Resistenza caratteristica a trazione (Fctk)	20.59
-Resistenza media (Fcm) <daN/cm <sup>2</sup> >	387.10
-Resistenza media a trazione (Fctm) <daN/cm <sup>2</sup> >	29.42
- $\sigma$ amm. calcestruzzo <daN/cm <sup>2</sup> >	115.00
- $\tau_{c0}$ <daN/cm <sup>2</sup> >	6.90
- $\tau_{c1}$ <daN/cm <sup>2</sup> >	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	LC2
-Fattore di confidenza	1.20
-Tipo di acciaio	B450C
-Modulo elastico <daN/cm <sup>2</sup> >	2060000.00
-Tensione caratteristica di snervamento (Fyk) <daN/cm <sup>2</sup> >	4500.00
-Tensione media di snervamento (Fym) <daN/cm <sup>2</sup> >	4500.00
-Sigma amm. acciaio <daN/cm <sup>2</sup> >	2600.00
-Sigma amm. reti e tralicci <daN/cm <sup>2</sup> >	2600.00
-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

Relazione di calcolo

<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>	4.50
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	No
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 $\tau c_0$ 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>	
Elenco diametri staffe 7 <mm>	
Mantieni diametro costante nell'interpiano	Si
Passi staffe	5.00
-Minimo <cm>	Si
-Massimo <cm>	30.00
-Incremento <cm>	2.00
Tipo di minimizzazione staffatura	
-Minimizza il numero delle staffe	
-Minimizza il peso delle staffe	x
Max distanza fra ferri non collegati <cm>	20.00

Relazione di calcolo

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
Collegamenti ferri	
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>	
Gruppo di esigenza	
-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
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
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

Relazione di calcolo

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/cm $^2$ >	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. interfero 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
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

Relazione di calcolo

<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

Specifici	1	2
<b>Materiali</b>		
-Considera come elemento esistente	No	No
-Calcestruzzo		
-Livello di conoscenza	LC2	LC2
-Fattore di confidenza	1.20	1.20
-Tipo di calcestruzzo	C30/37	C30/37
-Rck calcestruzzo	370.00	370.00
-Modulo elastico <daN/cmq>	330194.00	330194.00
-Resistenza caratteristica cilindrica (Fck)	307.10	307.10
-Resistenza caratteristica a trazione (Fctk)	20.59	20.59
-Resistenza media (Fcm) <daN/cmq>	387.10	387.10
-Resistenza media a trazione (Fctm) <daN/cmq>	29.42	29.42
-σ amm. calcestruzzo <daN/cmq>	115.00	115.00
-τc0 <daN/cmq>	6.90	6.90
-τc1 <daN/cmq>	20.30	20.30
-Riduci Fcd per tutte le verifiche secondo il D.M. 18	Si	Si
-γc per stati limite ultimi		
-Automatico	x	x
-Pari a		
-Acciaio		
-Livello di conoscenza	LC2	LC2
-Fattore di confidenza	1.20	1.20
-Tipo di acciaio	B450C	B450C
-Modulo elastico <daN/cmq>	2060000.00	2060000.00
-Tensione caratteristica di snervamento (Fyk) <daN/cmq>	4500.00	4500.00
-Tensione media di snervamento (Fym) <daN/cmq>	4500.00	4500.00
-Sigma amm. acciaio <daN/cmq>	2600.00	2600.00
-Sigma amm. reti e tralicci <daN/cmq>	2600.00	2600.00
-Allungamento per verifiche di duttilità (Agt) <%>	4.00	4.00
-γs per stati limite ultimi		
-Automatico	x	x
-Pari a		
-Coeff. di omogeneizzazione	15.00	15.00
<b>Parametri per analisi pushover</b>		
Numero fibre	200.00	200.00
Fattore di confinamento nucleo interno	1.00	1.00
Fattore di incrudimento acciaio <%>	0.10	0.10
<b>Parametri per verifiche di duttilità</b>		
Considera rotazione massima di esercizio per determinare SLO e SLD	No	No
Modalità di calcolo luce di taglio Lv		
-Lv=L/2	x	x
-Lv=M/V		
-Lv=Punto di nullo del momento flettente		
Capacità di rotazione alla corda al collasso		
-Formula C8A.6.1 con fattore di riduzione pari a		
-Formula C8A.6.5	x	x
Sforzo normale di verifica per analisi pushover		
-Gravitazionale		
-Dal calcolo	x	x
<b>Parametri di calcolo</b>		
Progetto a pressoflessione	Si	Si
-Per tutte le travi		
-Solo per travi inclinate	x	x
-Min. angolo per pressoflessione <grad>	10.00	10.00
-Compressione massima senza progetto a pressoflessione <%>	10.00	10.00
Progetto a torsione	No	No
-Trazione senza progetto a torsione<%>		
Armatura secondo Circ. 65 del 10/04/97	No	No
Parametri di progetto secondo il D.M. 18		
Elemento dissipativo	Si	Si
Trascura gerarchia	No	No
Limita verifica a taglio ad elemento non dissipativo	No	Si
Elemento secondario	No	No

Relazione di calcolo

Sollecitazioni dissipative amplificate per elementi di fondazione	No	Si
Escludi dal calcolo sovreresistenza per pilastri incidenti	No	No
Sollecitazioni complanari ad eventuali elementi bidimensionali	No	No
Copriferro teorico superiore <cm>	4.50	4.50
Copriferro teorico inferiore <cm>	4.50	4.50
Min. momento fittizio agli appoggi	No	No
-Denominatore		
Min. momento fittizio in campata	No	No
-Denominatore		
Incremento percentuale momento in campata <%>	10.00	10.00
Usa taglio max per traslazione momento (S.L.)	Si	Si
Limitare momento traslato al valore max di appoggio (S.L.)	No	No
Limitare momento traslato al valore max di campata (S.L.)	No	No
Taglio da momento resistente in fondazione (S.L.)	No	No
Tipo di progetto in doppia armatura (T.A.)		
-Tensioni pari ai valori amm.		
-Tensioni pari ai valori amm. con AfComp/AfTesa minore o pari a	1.00	1.00
-Con AfComp/AfTesa pari a		
<b>Parametri di progettazione armatura</b>		
Max differenza fra diametri per unificazioni	2.00	2.00
Max distanza fra barre per unificazioni <m>	1.00	1.00
Denominatore per individuazione zona di campata	32.00	32.00
Fattore di copertura appoggi (0+1)	0.00	0.00
Fattore di riduzione per ancoraggio ferri	1.00	1.00
Minimizzazione momenti resistenti di appoggio (stati limite D.M. 18)	Si	Si
-Tolleranza di copertura da sovrapposizione <%>	10.00	0.00
Tipo di distribuzione armatura eccedente in fase di verifica		
-Ripartita proporzionalmente per flessione, torsione e taglio	x	x
-Tutta agente per flessione		
-Tutta agente per taglio		
<b>Armatura a flessione</b>		
Elenco diametri ferri longitudinali 1 <mm>	16	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 differenza fra diametri nella trave	8.00	8.00
Max differenza fra diametri ferri accoppiati	4.00	4.00
Reggistaffe superiori		
-Numero		
-Automatico		x
-Pari a	2.00	
-Max mutua distanza <cm>		
-Diametro		
-Automatico	x	x
-Pari a <mm>		
-Minimo <mm>		
Reggistaffe inferiori		
-Numero		
-Automatico		x
-Pari a	2.00	
-Max mutua distanza <cm>		
-Diametro		
-Automatico	x	x
-Pari a <mm>		
-Minimo <mm>		
<b>Armatura a taglio</b>		
Scorrimento (T.A.)		
-Percentuale assorbita dalle staffe <%>	100.00	100.00
-Percentuale assorbita dai ferri piegati <%>	0.00	0.00
-Percentuale assorbita dai ferri di parete <%>	0	0
-Considerare il valore relativo alle staffe come minimo percentuale da adottare	No	No
Variabilità staffe		
-Staffe uguali a passo costante		
-Staffe diverse in tre parti della trave in funzione delle zone critiche	x	x
-Staffe diverse in tre parti della trave in funzione di un multiplo dell'altezza pari a		
Variabilità staffe ala		
-Passi uguali a passi anima	x	x
-Passi multipli di passi anima		
-Passi indipendenti da passi anima		
Min. lunghezza tratto centrale come multiplo dell'altezza della trave	1.10	1.10
Elenco diametri staffe 1 <mm>	8	8
Elenco diametri staffe 2 <mm>		

Relazione di calcolo

Elenco diametri staffe 3 <mm>		
Elenco diametri staffe 4 <mm>		
Elenco diametri staffe 5 <mm>		
Elenco diametri staffe 6 <mm>		
Elenco diametri staffe 7 <mm>		
Elenco numero bracci staffe 1	2	2
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	5.00
-Massimo <cm>	20.00	20.00
-Incremento <cm>	5.00	5.00
Elementi costanti		
-Diametro	Si	Si
-Passo	No	No
-Bracci	Si	Si
Tipo di minimizzazione staffatura		
-Minimizza il numero delle staffe	x	x
-Minimizza il peso delle staffe		
Raffittimento staffe all'estremità della trave	No	No
-Passo non superiore a		
Lunghezza max del tratto di calcolo scorrimento		
-Pari al tratto in cui $\tau > \tau_0$	x	x
-Pari a <cm>		
-Come multiplo dell'altezza pari a		
<b>Armatura a taglio e torsione</b>		
Elenco diametri ferri piegati 1 <mm>	12	12
Elenco diametri ferri piegati 2 <mm>	14	14
Elenco diametri ferri piegati 3 <mm>	16	16
Elenco diametri ferri piegati 4 <mm>	18	18
Elenco diametri ferri piegati 5 <mm>	20	20
Elenco diametri ferri piegati 6 <mm>		
Elenco diametri ferri piegati 7 <mm>		
Angolo di piegatura <grad>	45.00	45.00
Posizione primo punto di piegatura		
-Pari al multiplo dell'altezza		
-Distanza <cm>	5.00	5.00
Interasse punti di piegatura		
-Pari al multiplo dell'altezza		
-Distanza <cm>	25.00	25.00
Tipo di ferri piegati		
-Solo sagomati		
-Solo cavallotti		
-Sia sagomati che cavallotti	x	x
Ferri di parete	Si	Si
-Max distanza fra le barre <cm>	30.00	30.00
Elenco diametri ferri di parete 1 <mm>	12	12
Elenco diametri ferri di parete 2 <mm>	14	14
Elenco diametri ferri di parete 3 <mm>	16	16
Elenco diametri ferri di parete 4 <mm>	18	18
Elenco diametri ferri di parete 5 <mm>	20	20
Elenco diametri ferri di parete 6 <mm>		
Elenco diametri ferri di parete 7 <mm>		
Elenco diametri staffe orizzontali 1 <mm>	6	6
Elenco diametri staffe orizzontali 2 <mm>	8	8
Elenco diametri staffe orizzontali 3 <mm>		
Elenco diametri staffe orizzontali 4 <mm>		
Elenco diametri staffe orizzontali 5 <mm>		
Elenco diametri staffe orizzontali 6 <mm>		
Elenco diametri staffe orizzontali 7 <mm>		
<b>Parametri di disegno</b>		
Risvolto ferri superiori	Si	Si
-Pari a <cm>	25.00	25.00
-Pari all'altezza della trave		
-Pari alla minima altezza delle travi incidenti		
Risvolto ferri inferiori	Si	Si
-Pari a <cm>	25.00	25.00
-Pari all'altezza della trave		
-Pari alla minima altezza delle travi incidenti		
Risvolto ferri laterali	Si	Si
-Pari a <cm>	25.00	25.00
-Pari alla larghezza della trave		
Magrone	Si	Si
-Allargamento laterale <cm>	0.00	0.00
-Altezza <cm>	20.00	20.00

Relazione di calcolo

<b>Dati per progettazione interattiva sezioni</b>		
Copriferro reale al bordo staffa <cm>	2.50	2.50
Diametro staffa teorica <mm>	8.00	8.00
Distanza fra ferri su più strati <cm>	1.00	1.00
Integrare lo scorrimento lungo il tratto	Si	Si
-Lunghezza del tratto <m>	1.00	1.00
<b>Dati per progettazione agli stati limite</b>		
Gruppo di esigenza		
-Ambiente poco aggressivo	x	x
-Ambiente moderatamente aggressivo		
-Ambiente molto aggressivo		
Usa dominio N-M per flessioni rette	Si	Si
-Ricerca della sicurezza con sforzo normale costante		
-Ricerca della sicurezza con eccentricità costante	x	x
Controllo rapporto X/D	Si	Si
Barre da considerare tese per verifiche a taglio		
-Solo le barre con deformazione percentuale rispetto alla barra più tesa non inferiore al <%>	30.00	30.00
-Tutte le barre in trazione		
<b>Dati per verifiche di resistenza al fuoco</b>		
-Tempo di verifica (REI) <minuti>	120.00	120.00
Dimensione MESH <cm>	2.00	2.00
-Passo di calcolo <secondi>	10.00	10.00
-Temperatura ambiente <C°>	20.00	20.00
-Coeff. di convezione a temperatura ambiente <W/mq K>	9.00	9.00
Calcestruzzo		
-Tipo di aggregati	SILICEI	SILICEI
Massa volumica a secco <daN/mc>	2300.00	2300.00
-Umidità iniziale <%>	3.00	3.00
-Fattore di interpolazione conducibilità	0.50	0.50
<b>Dati per verifiche FRP</b>		
Rinforzo longitudinale		
Tipo di fibra/resina		
-Vetro/Epossidica		
-Arammidica/Epossidica		
-Carbonio/Epossidica	x	x
Resistenza caratteristica ( $f_{fk}$ ) <daN/cm <sup>2</sup> >	49000.00	49000.00
Modulo elastico ( $E_c$ ) <daN/cm <sup>2</sup> >	2500000.00	2500000.00
Deformazione caratteristica a rottura per trazione ( $\epsilon_{fk}$ ) <%>	2.00	2.00
Spessore equivalente ( $t_f$ ) <mm>	0.17	0.17
Sistemi di rinforzo		
-Preformati		
-Impregnati in situ	x	x
Rinforzo trasversale		
Tipo di fibra/resina		
-Vetro/Epossidica		
-Arammidica/Epossidica		
-Carbonio/Epossidica	x	x
Resistenza caratteristica ( $f_{fk}$ ) <daN/cm <sup>2</sup> >	49000.00	49000.00
Modulo elastico ( $E_c$ ) <daN/cm <sup>2</sup> >	2500000.00	2500000.00
Deformazione caratteristica a rottura per trazione ( $\epsilon_{fk}$ ) <%>	2.00	2.00
Spessore equivalente ( $t_f$ ) <mm>	0.17	0.17
Sistemi di rinforzo		
-Preformati		
-Impregnati in situ	x	x
Modalità di carico		
-Lungo termine	x	x
-Ciclico		
Coeff. parziale SLU di distacco ( $\gamma_{fd}$ )	1.50	1.50
Fattore di conversione ambientale ( $\eta_a$ )	0.95	0.95
Raggio di arrotondamento spigoli ( $r_c$ ) <cm>	2.00	2.00
Coeff. condizione di carico ( $K_g$ )	1.25	1.25

**Verifiche e armature travi**

**Simbologia**

Caso	= Caso di verifica
Xg	= Coordinata progressiva (dal primo nodo) in cui viene effettuato il progetto/verifica
CC	= Combinazione delle condizioni di carico elementari
c	= momento fittizio in campata
a	= momento fittizio agli appoggi
TG	= taglio da gerarchia delle resistenze
TGND	= taglio non dissipativo limitante la gerarchia
T	= momento traslato per taglio
e	= eccentricità aggiuntiva in caso di compressione o pressoflessione
TCC	= Tipo di combinazione di carico
SLU	= Stato limite ultimo

# Relazione di calcolo

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  
 $s_{rm}$  = 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  
 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

### 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> >
3	R	30.00	40.00	4.50	4.50	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	X	AfE S	AfE I	AfEP S	AfEP I	My	MRdy	Sic.
----	----	-----	----	---	-------	-------	--------	--------	----	------	------

Relazione di calcolo

<cm>	<cm>	<cmq>	<cmq>	<cmq>	<cmq>	<daNm>	<daNm>				
0.15	13	SLV	1	15.00	4.02	4.02	4.02	4.02	-2887.71	-5366.28	1.858
4.44	1	SLV	1	444.00	4.02	4.02	4.02	4.02	-3588.82	-5366.28	1.495
5.04	13	SLV	2	30.00	4.02	4.02	4.02	4.02	-4159.33	-5366.28	1.290
7.93	13	SLV	2	319.00	4.02	4.02	4.02	4.02	3073.24	5366.28	1.746

Stato limite d'esercizio - Verifiche tensionali

Xg	CC	TCC	El	X	AfE S	AfE I	My	$\sigma_f$ sup	$\sigma_f$ inf	$\sigma_c$
<cm>				<cm>	<cmq>	<cmq>	<daNm>	<daN/cmq>	<daN/cmq>	<daN/cmq>
0.15	38	SLE R	1	15.00	4.02	4.02	-600.52	464.51	-84.76	10.97
0.15	28	SLE Q	1	15.00	4.02	4.02	-396.73	306.88	-56.00	7.24
4.44	38	SLE R	1	444.00	4.02	4.02	-990.88	766.47	-139.86	18.09
4.44	28	SLE Q	1	444.00	4.02	4.02	-816.09	631.26	-115.19	14.90
5.04	31	SLE R	2	30.00	4.02	4.02	-858.59	664.14	-121.18	15.68
5.04	28	SLE Q	2	30.00	4.02	4.02	-513.55	397.24	-72.48	9.38
7.93	31	SLE R	2	319.00	4.02	4.02	295.39	-41.69	228.49	5.39
7.93	28	SLE Q	2	319.00	4.02	4.02	102.15	-14.42	79.01	1.87

Stato limite d'esercizio - Verifiche a fessurazione

Caso	Xg	CC	TCC	El	Sez.	Crit.	X	My	c	s	K3	S <sub>rm</sub>	Φ	A <sub>s</sub>	A <sub>c eff</sub>	σ <sub>s</sub>	σ <sub>sr</sub>	ε <sub>sm</sub>	Wk
	<cm>						<cm>	<daNm>	<mm>	<mm>		<mm>		<cmq>	<cmq>	<daN/cmq>	<daN/cmq>		<mm>
28	0.15	28	SLE Q	1	3	2	15.00	-396.73	37.00	210.00	0.15	218.25	16.00	4.02	422.35	306.88	2580.41	0.06	0.02
34	0.15	40	SLE F	1	3	2	15.00	-436.98	37.00	210.00	0.15	218.25	16.00	4.02	422.35	338.01	2580.41	0.07	0.02
64	4.44	28	SLE Q	1	3	2	444.00	-816.09	37.00	210.00	0.15	218.25	16.00	4.02	422.35	631.26	2580.41	0.12	0.05
70	4.44	40	SLE F	1	3	2	444.00	-851.82	37.00	210.00	0.15	218.25	16.00	4.02	422.35	658.90	2580.41	0.13	0.05
98	5.04	28	SLE Q	2	3	2	30.00	-513.55	37.00	210.00	0.15	218.25	16.00	4.02	422.35	397.24	2580.41	0.08	0.03
102	5.04	33	SLE F	2	3	2	30.00	-583.51	37.00	210.00	0.15	218.25	16.00	4.02	422.35	451.36	2580.41	0.09	0.03
139	7.93	28	SLE Q	2	3	2	319.00	102.15	37.00	210.00	0.15	218.25	16.00	4.02	422.35	79.01	2580.41	0.02	0.01
147	7.93	33	SLE F	2	3	2	319.00	141.20	37.00	210.00	0.15	218.25	16.00	4.02	422.35	109.22	2580.41	0.02	0.01

Staffe - Verifiche armatura

CC	X0	X1	Lung.	Staff.	AfE St.	bw	Vsdu	ctgθ	VRsd	VRcd	Vrdu	Sic.T
	<cm>	<cm>	<cm>		<cmq/m>	<cm>	<daN>		<daN>	<daN>	<daN>	
TGND	0.15	0.55	0.40	ø8/ 5 2 br.	20.11	0.30	2854.61	1.52	38269.80	38269.80	38269.80	13.41
TGND	0.55	4.04	3.49	ø8/20 2 br.	5.03	0.30	2850.11	2.50	15710.70	28758.90	15710.70	5.51
TGND	4.04	4.44	0.40	ø8/ 5 2 br.	20.11	0.30	3050.11	1.52	38269.80	38269.80	38269.80	12.55
TGND	5.04	5.44	0.40	ø8/ 5 2 br.	20.11	0.30	4332.37	1.52	38269.80	38269.80	38269.80	8.83
TGND	5.44	7.53	2.09	ø8/20 2 br.	5.03	0.30	4132.37	2.50	15710.70	28758.90	15710.70	3.80
TGND	7.53	7.93	0.40	ø8/ 5 2 br.	20.11	0.30	4045.10	1.52	38269.80	38269.80	38269.80	9.46

Travata n. 102

Nodi: 113 114 115

Caratteristiche delle sezioni e dei materiali utilizzati

Sez.	Tipo	B	H	Cf sup	Cf inf	Cls	Fck	Fctk	Fcd	Fctd	Tp	Fyk	Fyd
		<cm>	<cm>	<cm>	<cm>		<daN/cmq>	<daN/cmq>	<daN/cmq>	<daN/cmq>		<daN/cmq>	<daN/cmq>
3	R	30.00	40.00	4.50	4.50	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	X	AfE S	AfE I	AfEP S	AfEP I	My	MRdy	Sic.
<cm>				<cm>	<cmq>	<cmq>	<cmq>	<cmq>	<daNm>	<daNm>	
0.15	1	SLV	1	15.00	4.02	4.02	4.02	4.02	-2887.71	-5366.28	1.858
4.44	13	SLV	1	444.00	4.02	4.02	4.02	4.02	-3588.82	-5366.28	1.495
5.04	1	SLV	2	30.00	4.02	4.02	4.02	4.02	-4159.33	-5366.28	1.290
7.93	1	SLV	2	319.00	4.02	4.02	4.02	4.02	3073.24	5366.28	1.746

Stato limite d'esercizio - Verifiche tensionali

Xg	CC	TCC	El	X	AfE S	AfE I	My	$\sigma_f$ sup	$\sigma_f$ inf	$\sigma_c$
<cm>				<cm>	<cmq>	<cmq>	<daNm>	<daN/cmq>	<daN/cmq>	<daN/cmq>
0.15	38	SLE R	1	15.00	4.02	4.02	-441.87	341.80	-62.37	8.07
0.15	28	SLE Q	1	15.00	4.02	4.02	-396.73	306.88	-56.00	7.24
4.44	38	SLE R	1	444.00	4.02	4.02	-1170.81	905.65	-165.25	21.38
4.44	28	SLE Q	1	444.00	4.02	4.02	-816.09	631.26	-115.19	14.90
5.04	31	SLE R	2	30.00	4.02	4.02	-858.59	664.14	-121.18	15.68
5.04	28	SLE Q	2	30.00	4.02	4.02	-513.55	397.24	-72.48	9.38
7.93	31	SLE R	2	319.00	4.02	4.02	295.39	-41.69	228.49	5.39
7.93	28	SLE Q	2	319.00	4.02	4.02	102.15	-14.42	79.01	1.87

Stato limite d'esercizio - Verifiche a fessurazione

Caso	Xg	CC	TCC	El	Sez.	Crit.	X	My	c	s	K3	S <sub>rm</sub>	Φ	A <sub>s</sub>	A <sub>c eff</sub>	σ <sub>s</sub>	σ <sub>sr</sub>	ε <sub>sm</sub>	Wk
	<cm>						<cm>	<daNm>	<mm>	<mm>		<mm>		<cmq>	<cmq>	<daN/cmq>	<daN/cmq>		<mm>
30	0.15	28	SLE Q	1	3	2	15.00	-396.73	37.00	210.00	0.15	218.25	16.00	4.02	422.35	306.88	2580.41	0.06	0.02
36	0.15	40	SLE F	1	3	2	15.00	-405.25	37.00	210.00	0.15	218.25	16.00	4.02	422.35	313.47	2580.41	0.06	0.02
66	4.44	28	SLE Q	1	3	2	444.00	-816.09	37.00	210.00	0.15	218.25	16.00	4.02	422.35	631.26	2580.41	0.12	0.05
72	4.44	40	SLE F	1	3	2	444.00	-887.81	37.00	210.00	0.15	218.25	16.00	4.02	422.35	686.74	2580.41	0.13	0.05
100	5.04	28	SLE Q	2	3	2	30.00	-513.55	37.00	210.00	0.15	218.25	16.00	4.02	422.35	397.24	2580.41	0.08	0.03
104	5.04	33	SLE F	2	3	2	30.00	-583.51	37.00	210.00	0.15	218.25	16.00	4.02	422.35	451.36	2580.41	0.09	0.03
141	7.93	28	SLE Q	2	3	2	319.00	102.15	37.00	210.00	0.15	218.25	16.00	4.02	422.35	79.01	2580.41	0.02	0.01
149	7.93	33	SLE F	2	3	2	319.00	141.20	37.00	210.00	0.15	218.25	16.00	4.02	422.35	109.22	2580.41	0.02	0.01

**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
TGND	0.15	0.55	0.40	ø8/ 5 2 br.	20.11	0.30	2854.61	1.52	38269.80	38269.80	38269.80	13.41
TGND	0.55	4.04	3.49	ø8/20 2 br.	5.03	0.30	2850.11	2.50	15710.70	28758.90	15710.70	5.51
TGND	4.04	4.44	0.40	ø8/ 5 2 br.	20.11	0.30	3050.11	1.52	38269.80	38269.80	38269.80	12.55
TGND	5.04	5.44	0.40	ø8/ 5 2 br.	20.11	0.30	4332.37	1.52	38269.80	38269.80	38269.80	8.83
TGND	5.44	7.53	2.09	ø8/20 2 br.	5.03	0.30	4132.37	2.50	15710.70	28758.90	15710.70	3.80
TGND	7.53	7.93	0.40	ø8/ 5 2 br.	20.11	0.30	4045.10	1.52	38269.80	38269.80	38269.80	9.46

**Travata n. 103**

Nodi: 101 113

**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>
1	R	30.00	50.00	4.50	4.50	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.
0.45	7	SLV	1	45.00	6.28	6.28	6.28	6.28	-7287.86	-10589.80	1.453
2.55	36	SLU	1	255.00	6.28	6.28	6.28	6.28	6057.23	10589.80	1.748
5.25	19	SLV	1	525.00	6.28	6.28	6.28	6.28	-7287.87	-10589.80	1.453

**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>
0.45	38	SLE R	1	45.00	6.28	6.28	-4422.63	1706.52	-415.12	43.20
0.45	28	SLE Q	1	45.00	6.28	6.28	-2647.67	1021.63	-248.52	25.86
2.55	38	SLE R	1	255.00	6.28	6.28	4299.07	-403.52	1658.85	41.99
2.55	28	SLE Q	1	255.00	6.28	6.28	3414.06	-320.45	1317.35	33.35
5.25	31	SLE R	1	525.00	6.28	6.28	-3246.39	1252.66	-304.72	31.71
5.25	28	SLE Q	1	525.00	6.28	6.28	-2647.67	1021.63	-248.52	25.86

**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> <cm²>	A <sub>c</sub> eff <cm²>	σ <sub>s</sub> <daN/cm²>	σ <sub>sr</sub> <daN/cm²>	ε <sub>sm</sub>	Wk <mm>
31	0.45	28	SLE Q	1	1	1	45.00	-2647.67	35.00	210.00	0.16	216.04	20.00	6.28	518.04	1021.63	2134.44	0.20	0.07
37	0.45	40	SLE F	1	1	1	45.00	-2962.06	35.00	210.00	0.16	216.04	20.00	6.28	518.04	1142.94	2134.44	0.22	0.08
65	2.55	28	SLE Q	1	1	1	255.00	3414.06	35.00	210.00	0.16	216.04	20.00	6.28	518.04	1317.35	2134.44	0.26	0.09
71	2.55	40	SLE F	1	1	1	255.00	3530.75	35.00	210.00	0.16	216.04	20.00	6.28	518.04	1362.38	2134.44	0.26	0.10
106	5.25	28	SLE Q	1	1	1	525.00	-2647.67	35.00	210.00	0.16	216.04	20.00	6.28	518.04	1021.63	2134.44	0.20	0.07
110	5.25	33	SLE F	1	1	1	525.00	-2726.82	35.00	210.00	0.16	216.04	20.00	6.28	518.04	1052.17	2134.44	0.20	0.08

**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
TG	0.45	0.95	0.50	ø8/10 2 br.	10.05	0.30	9639.31	2.37	38242.00	38242.00	38242.00	3.97
TG	0.95	4.75	3.80	ø8/20 2 br.	5.03	0.30	8640.80	2.50	20136.20	36859.90	20136.20	2.33
TG	4.75	5.25	0.50	ø8/10 2 br.	10.05	0.30	9639.31	2.37	38242.00	38242.00	38242.00	3.97

**Travata n. 104**

Nodi: 102 114

**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>
1	R	30.00	50.00	4.50	4.50	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	36	SLU	1	15.00	6.28	8.29	6.28	8.29	-6806.72	-10588.40	1.556
2.37	29	SLU	1	237.35	6.28	8.29	6.28	8.29	12025.10	13819.20	1.149
5.55	29	SLU	1	555.00	6.28	8.29	6.28	8.29	-6656.18	-10588.40	1.591

**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	38	SLE R	1	15.00	6.28	8.29	-4852.28	1868.81	-425.98	45.19
0.15	28	SLE Q	1	15.00	6.28	8.29	-3859.55	1486.47	-338.82	35.94
2.37	31	SLE R	1	237.35	6.28	8.29	8584.01	-778.02	2534.33	76.11
2.37	28	SLE Q	1	237.35	6.28	8.29	6977.08	-632.38	2059.91	61.86
5.55	31	SLE R	1	555.00	6.28	8.29	-4751.91	1830.16	-417.16	44.25
5.55	28	SLE Q	1	555.00	6.28	8.29	-3859.55	1486.47	-338.82	35.94

**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> <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>
35	0.15	28	SLE Q	1	1	1	15.00	-3859.55	35.00	210.00	0.16	216.91	20.00	6.28	518.04	1486.47	2167.00	0.29	0.11
41	0.15	40	SLE F	1	1	1	15.00	-3985.20	35.00	210.00	0.16	216.91	20.00	6.28	518.04	1534.87	2167.00	0.30	0.11
69	2.37	28	SLE Q	1	1	1	237.35	6977.08	35.00	105.00	0.16	169.73	20.00	8.29	521.88	2059.91	1709.67	0.66	0.19
73	2.37	33	SLE F	1	1	1	237.35	7168.08	35.00	105.00	0.16	169.73	20.00	8.29	521.88	2116.30	1709.67	0.69	0.20
111	5.55	28	SLE Q	1	1	1	555.00	-3859.55	35.00	210.00	0.16	216.91	20.00	6.28	518.04	1486.47	2167.00	0.29	0.11
115	5.55	33	SLE F	1	1	1	555.00	-3965.12	35.00	210.00	0.16	216.91	20.00	6.28	518.04	1527.13	2167.00	0.30	0.11

**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	13028.20	2.37	38242.00	38242.00	38242.00	2.94
TG	0.65	5.05	4.40	ø8/20 2 br.	5.03	0.30	11124.30	2.50	20136.20	36859.90	20136.20	1.81
29 SLU	5.05	5.55	0.50	ø8/10 2 br.	10.05	0.30	13028.20	2.37	38242.00	38242.00	38242.00	2.94

**Travata n. 105**

Nodi: 103 115

**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	4.50	4.50	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.
0.45	19	SLV	1	45.00	6.28	6.28	6.28	6.28	-6522.53	-10589.80	1.624
2.39	29	SLU	1	239.26	6.28	6.28	6.28	6.28	4617.29	10589.80	2.293
5.25	7	SLV	1	525.00	6.28	6.28	6.28	6.28	-6522.53	-10589.80	1.624

**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/cmq>	σ <sub>f</sub> inf <daN/cmq>	σ <sub>c</sub> <daN/cmq>
0.45	38	SLE R	1	45.00	6.28	6.28	-3857.42	1488.43	-362.07	37.68
0.45	28	SLE Q	1	45.00	6.28	6.28	-2047.60	790.09	-192.19	20.00
2.39	31	SLE R	1	239.26	6.28	6.28	3293.39	-309.13	1270.79	32.17
2.39	28	SLE Q	1	239.26	6.28	6.28	2743.58	-257.52	1058.64	26.80
5.25	31	SLE R	1	525.00	6.28	6.28	-2451.52	945.95	-230.11	23.95
5.25	28	SLE Q	1	525.00	6.28	6.28	-2047.60	790.09	-192.19	20.00

**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> <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>
31	0.45	28	SLE Q	1	1	1	45.00	-2047.60	35.00	210.00	0.16	216.04	20.00	6.28	518.04	790.09	2134.44	0.15	0.06
37	0.45	40	SLE F	1	1	1	45.00	-2381.93	35.00	210.00	0.16	216.04	20.00	6.28	518.04	919.09	2134.44	0.18	0.07
67	2.39	28	SLE Q	1	1	1	239.26	2743.58	35.00	210.00	0.16	216.04	20.00	6.28	518.04	1058.64	2134.44	0.21	0.08
71	2.39	33	SLE F	1	1	1	239.26	2815.16	35.00	210.00	0.16	216.04	20.00	6.28	518.04	1086.26	2134.44	0.21	0.08
109	5.25	28	SLE Q	1	1	1	525.00	-2047.60	35.00	210.00	0.16	216.04	20.00	6.28	518.04	790.09	2134.44	0.15	0.06
113	5.25	33	SLE F	1	1	1	525.00	-2100.74	35.00	210.00	0.16	216.04	20.00	6.28	518.04	810.60	2134.44	0.16	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
TG	0.45	0.95	0.50	ø8/10 2 br.	10.05	0.30	8631.31	2.37	38242.00	38242.00	38242.00	4.43
TG	0.95	4.75	3.80	ø8/20 2 br.	5.03	0.30	7842.81	2.50	20136.20	36859.90	20136.20	2.57
TG	4.75	5.25	0.50	ø8/10 2 br.	10.05	0.30	8631.31	2.37	38242.00	38242.00	38242.00	4.43

**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)

## Relazione di calcolo

---

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
$s_{sm}$	= 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
M	= Momento flettente
MRd	= Momento resistente allo stato limite ultimo
$\mu\Phi$	= Valore di progetto della duttilità di curvatura
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
$\alpha$	= Angolo asse neutro a rottura
$\epsilon_y$	= Deformazione nell'acciaio (*1000)
Sic.	= Sicurezza a rottura
AfT	= Area di ferro tesa
AfC	= Area di ferro compressa
$\sigma_c$	= Tensione nel calcestruzzo
$\sigma_f$	= 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
$Br_y$	= 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 = 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]
$vd_s$	= 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 I = Sezione a I L = Sezione a L Ldx = L destra Om. = Omega Pg = Pi greco Pr = Poligono regolare

Relazione di calcolo

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 -3 101

**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>
2R		30.00	60.00	4.50	C30/37	307.10	20.59	174.02	13.73	B450C	4500.00	3913.04
2R		30.00	60.00	6.30	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	2	2	0.00	-6831.32	10289.50		908.02		-6831.32	29181.80	2872.55	22.50	6.99	2.839
0.007	SLV	1	2	2	0.00	-6831.32	10289.50		908.02		-6831.32	29181.80	2872.55	22.50	6.99	2.839
0.287	SLV	1	2	2	28.00	-6705.32	8921.59		776.96		-6705.32	29161.90	2873.96	22.50	7.00	3.272
0.287	SLV	2	2	2	0.00	-6705.32	8921.59		776.96		-6705.32	29161.90	2873.96	22.50	7.00	3.272
3.8536	SLU	2	2	2	357.00	-12981.70	-9470.14		-956.16		-12981.70	-30149.10	-2802.37	202.50	6.64	3.181

**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>ε</sub> <daN/cm²>
0.0038	SLE R	1	2	2	0.00	-10940.70	469.43	5808.77	18.85	12.57	47.31	746.98
0.0028	SLE Q	1	2	2	0.00	-8698.70	275.94	2536.59	15.71	15.71	21.61	243.92
0.0038	SLE R	1	2	2	0.00	-10940.70	469.43	5808.77	18.85	12.57	47.31	746.98
0.0028	SLE Q	1	2	2	0.00	-8698.70	275.94	2536.59	15.71	15.71	21.61	243.92
0.2838	SLE R	1	2	2	28.00	-10814.70	386.28	4786.30	15.71	15.71	38.93	558.55
0.2828	SLE Q	1	2	2	28.00	-8572.70	222.87	2029.80	12.57	18.85	17.21	199.87
0.2838	SLE R	2	2	2	0.00	-10814.70	386.28	4786.30	15.71	15.71	38.93	558.55
0.2828	SLE Q	2	2	2	0.00	-8572.70	222.87	2029.80	12.57	18.85	17.21	199.87
3.8538	SLE R	2	2	2	357.00	-9208.21	-673.88	-6657.13	18.85	12.57	56.71	990.32
3.8528	SLE Q	2	2	2	357.00	-6966.20	-453.80	-4431.75	18.85	12.57	37.82	632.33

**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>rm</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>
0.0028	SLE Q	1	2	2	0.00	-8698.70	2536.59	275.94	54.00	86.00	0.13	195.13	20.00	12.57	878.71	221.35	827.62	0.04	0.01
0.0028	SLE Q	1	2	2	0.00	-8698.70	2536.59	275.94	54.00	86.00	0.13	195.13	20.00	12.57	878.71	221.35	827.62	0.04	0.01
0.2828	SLE Q	1	2	2	28.00	-8572.70	2029.80	222.87	54.00	86.00	0.13	195.13	20.00	12.57	878.71	136.63	702.63	0.03	0.01
0.2828	SLE Q	2	2	2	0.00	-8572.70	2029.80	222.87	54.00	86.00	0.13	195.13	20.00	12.57	878.71	136.63	702.63	0.03	0.01
3.8528	SLE Q	2	2	2	357.00	-6966.20	-4431.75	-453.80	54.00	86.00	0.13	192.51	20.00	15.71	1057.35	632.33	1124.04	0.12	0.04

**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	0.64	ø8/10	2	2	36	SLU	0.60	422.61	2.50	20888.60	40096.70	0.30	5266.98	2.44	46321.80	46321.80	8.79
0.00	0.64	ø8/10	2	2	29	SLU	0.60	1353.67	2.50	20888.60	39926.50	0.30	3119.35	2.43	46206.90	46206.90	14.81
0.00	0.64	ø8/10	2	2	22 (TG)	SLV	0.60	1622.55	2.50	20888.60	39231.70	0.30	16839.70	2.41	45734.60	45734.60	2.72
0.00	0.64	ø8/10	2	2	13 (TG)	SLV	0.60	6646.80	2.50	20888.60	39269.40	0.30	6302.59	2.41	45760.30	45760.30	3.14
0.64	3.21	ø8/20	2	2	36	SLU	0.60	422.61	2.50	10444.30	40050.90	0.30	5131.36	2.50	23720.90	45481.50	4.62
0.64	3.21	ø8/20	2	2	29	SLU	0.60	1196.34	2.50	10444.30	39880.70	0.30	3119.35	2.50	23720.90	45288.20	7.60
0.64	3.21	ø8/20	2	2	22 (TG)	SLV	0.60	1622.55	2.50	10444.30	39231.70	0.30	16839.70	2.50	23720.90	44551.20	1.41
0.64	3.21	ø8/20	2	2	13 (TG)	SLV	0.60	6646.80	2.50	10444.30	39269.40	0.30	6302.59	2.50	23720.90	44594.00	1.57
3.21	3.85	ø8/10	2	2	36	SLU	0.60	422.61	2.50	20888.60	39867.60	0.30	4168.85	2.43	46167.00	46167.00	11.07
3.21	3.85	ø8/10	2	2	22 (TG)	SLV	0.60	1622.55	2.50	20888.60	39231.70	0.30	16839.70	2.41	45734.60	45734.60	2.72
3.21	3.85	ø8/10	2	2	13 (TG)	SLV	0.60	6646.80	2.50	20888.60	39269.40	0.30	6302.59	2.41	45760.30	45760.30	3.14

**Caratteristiche nodi trave-pilastro**

Nodo	Conf.	Staff.	F.	Mod.	Br.	As1 <cmq>	As2 <cmq>	Bj <m>	Hjc <m>	Hjw <m>	Ash <cmq>
101	N	ø8/10	Y-E		4	4.02	4.02	0.45	0.17	0.31	8.04
			Z-E		4	6.28	6.28	0.30	0.47	0.41	10.05

**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>
101	Y-	1	SLV	0.00	17308.80	0.00	1.75	57370.60	218637.00	225595.00	---	---
	Z-	1	SLV	0.00	27045.00	0.00	1.75	104190.00	126175.00	319823.00	---	---

**Pilastrata n. 2**

Nodi: 2 -4 102

**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>
2	R	30.00	60.00	4.50	C30/37	307.10	20.59	174.02	13.73	B450C	4500.00	3913.04
2	R	30.00	60.00	6.30	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	36(e)	SLU	1	2	0.00	-20486.70	252.71	445.58	-5907.04	-5907.04	-20486.70	1061.39	-14348.50	270.70	5.93	2.429
0.00	36(e)	SLU	1	2	0.00	-20486.70	252.71	445.58	-5907.04	-5907.04	-20486.70	1061.39	-14348.50	270.70	5.93	2.429
0.28	1	SLV	1	2	28.00	-10866.90	-8895.67		-2138.26		-10866.90	-26080.60	-6248.67	227.81	4.99	2.931
0.28	1	SLV	2	2	0.00	-10866.90	-8895.67		-2138.26		-10866.90	-26080.60	-6248.67	227.81	4.99	2.931
3.85	36(e)	SLU	2	2	357.00	-18234.40	304.24	396.60	6359.23	6359.23	-18234.40	1067.73	14160.20	89.30	6.09	2.229

**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>z</sub> <daN/cmq>
0.00	38	SLE R	1	2	0.00	-14754.60	-4103.34	156.10	18.85	12.57	66.56	995.35
0.00	28	SLE Q	1	2	0.00	-12271.00	-2035.01	-154.80	18.85	12.57	33.26	347.99
0.00	38	SLE R	1	2	0.00	-14754.60	-4103.34	156.10	18.85	12.57	66.56	995.35
0.00	28	SLE Q	1	2	0.00	-12271.00	-2035.01	-154.80	18.85	12.57	33.26	347.99
0.28	38	SLE R	1	2	28.00	-14628.60	-3244.44	161.43	18.85	12.57	52.77	696.48
0.28	28	SLE Q	1	2	28.00	-12145.00	-1635.68	-119.49	15.71	15.71	26.49	234.38
0.28	38	SLE R	2	2	0.00	-14628.60	-3244.44	161.43	18.85	12.57	52.77	696.48
0.28	28	SLE Q	2	2	0.00	-12145.00	-1635.68	-119.49	15.71	15.71	26.49	234.38
3.85	38	SLE R	2	2	357.00	-13022.10	4520.20	229.31	18.85	12.57	73.88	1207.21
3.85	28	SLE Q	2	2	357.00	-10538.50	3455.76	330.72	18.85	12.57	57.71	918.69

**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	2	0.00	-12271.00	-154.80	-2035.01	54.00	157.33	0.13	223.50	20.00	15.71	1319.94	339.29	856.02	0.07	0.03
0.00	28	SLE Q	1	2	0.00	-12271.00	-154.80	-2035.01	54.00	157.33	0.13	223.50	20.00	15.71	1319.94	339.29	856.02	0.07	0.03
0.28	28	SLE Q	1	2	28.00	-12145.00	-119.49	-1635.68	54.00	157.33	0.13	232.81	20.00	12.57	1173.03	215.62	744.75	0.04	0.02
0.28	28	SLE Q	2	2	0.00	-12145.00	-119.49	-1635.68	54.00	157.33	0.13	232.81	20.00	12.57	1173.03	215.62	744.75	0.04	0.02
3.85	28	SLE Q	2	2	357.00	-10538.50	330.72	3455.76	54.00	157.33	0.13	217.26	20.00	18.85	1466.41	897.82	1108.90	0.17	0.06

**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	0.64	ø8/12	2	2		29	SLV	0.60	2457.31	2.50	17407.20	40653.80	0.30	305.78	2.50	39534.90	46166.20	7.08
0.00	0.64	ø8/12	2	2		36	SLV	0.60	4427.43	2.50	17407.20	40737.90	0.30	13.38	2.50	39534.90	46261.70	3.93
0.00	0.64	ø8/12	2	2	1(TG)	SLV	0.60	4536.86	2.50	17407.20	39658.70	0.30	12765.90	2.50	39534.90	45036.20	3.10	
0.00	0.64	ø8/12	2	2	10(TG)	SLV	0.60	7336.02	2.50	17407.20	39570.30	0.30	4566.10	2.50	39534.90	44935.70	2.37	
0.00	0.64	ø8/12	2	2	22(TG)	SLV	0.60	7339.83	2.50	17407.20	39591.10	0.30	4664.29	2.50	39534.90	44959.40	2.37	
0.64	3.21	ø8/18	2	2		29	SLV	0.60	2457.31	2.50	11604.80	40608.00	0.30	305.78	2.50	26356.60	46114.20	4.72
0.64	3.21	ø8/18	2	2		36	SLV	0.60	4156.18	2.50	11604.80	40692.10	0.30	13.38	2.50	26356.60	46209.70	2.79
0.64	3.21	ø8/18	2	2	1(TG)	SLV	0.60	4536.86	2.50	11604.80	39658.70	0.30	12765.90	2.50	26356.60	45036.20	2.06	
0.64	3.21	ø8/18	2	2	10(TG)	SLV	0.60	7336.02	2.50	11604.80	39570.30	0.30	4566.10	2.50	26356.60	44935.70	1.58	
0.64	3.21	ø8/18	2	2	22(TG)	SLV	0.60	7339.83	2.50	11604.80	39591.10	0.30	4664.29	2.50	26356.60	44959.40	1.58	
3.21	3.85	ø8/12	2	2		29	SLV	0.60	2457.31	2.50	17407.20	40424.70	0.30	305.78	2.50	39534.90	45906.00	7.08
3.21	3.85	ø8/12	2	2	1(TG)	SLV	0.60	4536.86	2.50	17407.20	39658.70	0.30	12765.90	2.50	39534.90	45036.20	3.10	
3.21	3.85	ø8/12	2	2	10(TG)	SLV	0.60	7336.02	2.50	17407.20	39570.30	0.30	4566.10	2.50	39534.90	44935.70	2.37	
3.21	3.85	ø8/12	2	2	22(TG)	SLV	0.60	7339.83	2.50	17407.20	39591.10	0.30	4664.29	2.50	39534.90	44959.40	2.37	

**Caratteristiche nodi trave-pilastro**

Nodo	Conf.	Staff.	F.	Mod.	Br.	As1 <cmq>	As2 <cmq>	Bj <m>	Hjc <m>	Hjw <m>	Ash <cmq>
102	N	ø8/10	Y+E		4	6.28	8.29	0.45	0.17	0.41	10.05
			Z+I		4	4.02	4.02	0.30	0.47	0.31	8.04
			Z-I		4	4.02	4.02	0.30	0.47	0.31	8.04

**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>
102	Y+	1	SLV	0.00	27045.00	0.00	2.96	57370.60	731674.00	213215.00	34855.10	39338.20
	Z+	1	SLV	0.00	34617.60	0.00	2.96	130238.00	294373.00	338393.00	---	---
	Z-	1	SLV	0.00	34617.60	0.00	2.96	130238.00	294373.00	338393.00	---	---

**Pilastrata n. 3**

Nodi: 3 -5 103

**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>
2R		30.00	60.00	4.50	C30/37	307.10	20.59	174.02	13.73	B450C	4500.00	3913.04
2R		30.00	60.00	6.30	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	2	0.00	-4901.01	9617.39		1047.37		-4901.01	28875.90	2894.85	22.50	7.10	3.000
0.00	19	SLV	1	2	0.00	-4901.01	9617.39		1047.37		-4901.01	28875.90	2894.85	22.50	7.10	3.000
0.28	19	SLV	1	2	28.00	-4775.01	8361.17		917.76		-4775.01	28855.80	2896.40	22.50	7.11	3.448
0.28	19	SLV	2	2	0.00	-4775.01	8361.17		917.76		-4775.01	28855.80	2896.40	22.50	7.11	3.448
3.85	36(e)	SLU	2	2	357.00	-9541.74	-8464.02	-8464.02	148.79	207.53	-9541.74	-31166.50	769.64	174.38	8.84	3.682

**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	2	0.00	-8528.02	6.60	6550.87	15.71	15.71	43.59	876.99
0.00	28	SLE Q	1	2	0.00	-7105.82	-85.03	2108.52	15.71	15.71	15.75	183.69
0.00	38	SLE R	1	2	0.00	-8528.02	6.60	6550.87	15.71	15.71	43.59	876.99
0.00	28	SLE Q	1	2	0.00	-7105.82	-85.03	2108.52	15.71	15.71	15.75	183.69
0.28	38	SLE R	1	2	28.00	-8402.02	14.27	5411.26	15.71	15.71	36.37	682.32
0.28	28	SLE Q	1	2	28.00	-6979.82	-67.27	1687.26	15.71	15.71	12.62	151.42
0.28	38	SLE R	2	2	0.00	-8402.02	14.27	5411.26	15.71	15.71	36.37	682.32
0.28	28	SLE Q	2	2	0.00	-6979.82	-67.27	1687.26	15.71	15.71	12.62	151.42
3.85	38	SLE R	2	2	357.00	-6795.52	112.07	-5932.55	18.85	12.57	41.36	842.11
3.85	28	SLE Q	2	2	357.00	-5373.31	159.19	-3683.86	18.85	12.57	27.47	500.37

**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 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	2	0.00	-7105.82	2108.52	-85.03	54.00	86.00	0.13	192.51	20.00	15.71	1057.35	165.11	886.63	0.03	0.01
0.00	28	SLE Q	1	2	0.00	-7105.82	2108.52	-85.03	54.00	86.00	0.13	192.51	20.00	15.71	1057.35	165.11	886.63	0.03	0.01
0.28	28	SLE Q	1	2	28.00	-6979.82	1687.26	-67.27	54.00	86.00	0.13	195.13	20.00	12.57	878.75	100.03	753.89	0.02	0.01
0.28	28	SLE Q	2	2	0.00	-6979.82	1687.26	-67.27	54.00	86.00	0.13	195.13	20.00	12.57	878.75	100.03	753.89	0.02	0.01
3.85	28	SLE Q	2	2	357.00	-5373.31	-3683.86	159.19	54.00	86.00	0.13	192.51	20.00	15.71	1057.35	500.37	1202.95	0.10	0.03

**Staffe - Verifiche armatura**

X0	X1	Staff.	Br <sub>y</sub>	Br <sub>z</sub>	CC	TCC	bw <sub>r,y</sub>	Vsdu <sub>r,y</sub>	ctgθ <sub>r,y</sub>	VRsd <sub>r,y</sub>	VRcd <sub>r,y</sub>	bw <sub>r,z</sub>	Vsdu <sub>r,z</sub>	ctgθ <sub>r,z</sub>	VRsd <sub>r,z</sub>	VRcd <sub>r,z</sub>	Sic.T
<m>	<m>						<cm>	<daN>		<daN>	<daN>	<cm>	<daN>		<daN>	<daN>	
0.00	0.64	ø8/10	2	2	36	SLU	0.60	33.40	2.50	20888.60	39676.80	0.30	5927.48	2.43	46037.70	46037.70	7.77
0.00	0.64	ø8/10	2	2	29	SLU	0.60	111.00	2.50	20888.60	39541.90	0.30	2537.46	2.42	45946.00	45946.00	18.11
0.00	0.64	ø8/10	2	2	27 (TG)	SLV	0.60	2010.81	2.50	20888.60	39162.20	0.30	16495.50	2.41	45687.10	45687.10	2.77
0.00	0.64	ø8/10	2	2	21 (TG)	SLV	0.60	6830.21	2.50	20888.60	39201.60	0.30	5869.28	2.41	45714.00	45714.00	3.06
0.64	3.21	ø8/20	2	2	36	SLU	0.60	33.40	2.50	10444.30	39631.00	0.30	5656.23	2.50	23720.90	45004.70	4.19
0.64	3.21	ø8/20	2	2	29	SLU	0.60	111.00	2.50	10444.30	39496.10	0.30	2537.46	2.50	23720.90	44851.40	9.35
0.64	3.21	ø8/20	2	2	27 (TG)	SLV	0.60	2010.81	2.50	10444.30	39162.20	0.30	16495.50	2.50	23720.90	44472.30	1.44
0.64	3.21	ø8/20	2	2	21 (TG)	SLV	0.60	6830.21	2.50	10444.30	39201.60	0.30	5869.28	2.50	23720.90	44517.10	1.53
3.21	3.85	ø8/10	2	2	36	SLU	0.60	33.40	2.50	20888.60	39447.70	0.30	3731.23	2.42	45881.90	45881.90	12.30
3.21	3.85	ø8/10	2	2	29	SLU	0.60	111.00	2.50	20888.60	39312.80	0.30	2537.46	2.41	45789.90	45789.90	18.05
3.21	3.85	ø8/10	2	2	27 (TG)	SLV	0.60	2010.81	2.50	20888.60	39162.20	0.30	16495.50	2.41	45687.10	45687.10	2.77
3.21	3.85	ø8/10	2	2	21 (TG)	SLV	0.60	6830.21	2.50	20888.60	39201.60	0.30	5869.28	2.41	45714.00	45714.00	3.06

**Caratteristiche nodi trave-pilastro**

Nodo	Conf.	Staff.	F.	Mod.	Br.	As1	As2	Bj	Hjc	Hjw	Ash
						<cmq>	<cmq>	<cm>	<cm>	<cm>	<cmq>
103	N	ø8/13	Y+E		4	4.02	4.02	0.45	0.17	0.31	6.03
			Z-E		4	6.28	6.28	0.30	0.47	0.41	8.04

**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>
103	Y+	1	SLV	0.00	17308.80	0.00	0.86	57370.50	218638.00	169197.00	17189.70	23602.90
	Z-	1	SLV	0.00	27045.00	0.00	0.86	104190.00	126176.00	255859.00	---	---

**Pilastrata n. 13**

Relazione di calcolo

Nodi: 13 -15 113

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>
2R		30.00	60.00	4.50	C30/37	307.10	20.59	174.02	13.73	B450C	4500.00	3913.04
2R		30.00	60.00	6.30	C30/37	307.10	20.59	174.02	13.73	B450C	4500.00	3913.04

Stato limite ultimo - Verifiche a flessione/pressoflessione

Xg <cm>	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	2	0.00	-6831.32	-10289.50		908.02		-6831.32	-29181.70	2872.55	157.50	6.99	2.839
0.00	19	SLV	1	2	0.00	-6831.32	-10289.50		908.02		-6831.32	-29181.70	2872.55	157.50	6.99	2.839
0.28	19	SLV	1	2	28.00	-6705.32	-8921.59		776.96		-6705.32	-29161.90	2873.96	157.50	7.00	3.272
0.28	19	SLV	2	2	0.00	-6705.32	-8921.59		776.96		-6705.32	-29161.90	2873.96	157.50	7.00	3.272
3.85	19	SLV	2	2	357.00	-5098.82	8518.80		-894.16		-5098.82	28907.40	-2892.44	337.50	7.09	3.392

Stato limite d'esercizio - Verifiche tensionali

Xg <cm>	CC	TCC	El	Sez.	X <cm>	N <daN>	Mz <daNm>	My <daNm>	AfT <cmq>	AfC <cmq>	σ <sub>c</sub> <daN/cmq>	σ <sub>ε</sub> <daN/cmq>
0.00	31	SLE R	1	2	0.00	-10011.00	1074.79	-3111.17	15.71	15.71	38.64	443.30
0.00	28	SLE Q	1	2	0.00	-8698.70	275.94	-2536.59	15.71	15.71	21.61	243.92
0.00	31	SLE R	1	2	0.00	-10011.00	1074.79	-3111.17	15.71	15.71	38.64	443.30
0.00	28	SLE Q	1	2	0.00	-8698.70	275.94	-2536.59	15.71	15.71	21.61	243.92
0.28	31	SLE R	1	2	28.00	-9885.05	817.84	-2489.58	15.71	15.71	29.65	312.53
0.28	28	SLE Q	1	2	28.00	-8572.70	222.87	-2029.80	12.57	18.85	17.21	199.87
0.28	31	SLE R	2	2	0.00	-9885.05	817.84	-2489.58	15.71	15.71	29.65	312.53
0.28	28	SLE Q	2	2	0.00	-8572.70	222.87	-2029.80	12.57	18.85	17.21	199.87
3.85	31	SLE R	2	2	357.00	-8278.55	-610.23	5435.61	18.85	12.57	47.37	794.51
3.85	28	SLE Q	2	2	357.00	-6966.20	-453.80	4431.75	18.85	12.57	37.82	632.33

Stato limite d'esercizio - Verifiche a fessurazione

Xg <cm>	CC	TCC	El	Sez.	X <cm>	N <daN>	My <daNm>	Mz <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>
0.00	28	SLE Q	1	2	0.00	-8698.70	-2536.59	275.94	54.00	86.00	0.13	195.13	20.00	12.57	878.72	221.35	827.62	0.04	0.01
0.00	28	SLE Q	1	2	0.00	-8698.70	-2536.59	275.94	54.00	86.00	0.13	195.13	20.00	12.57	878.72	221.35	827.62	0.04	0.01
0.28	28	SLE Q	1	2	28.00	-8572.70	-2029.80	222.87	54.00	86.00	0.13	195.13	20.00	12.57	878.72	136.63	702.63	0.03	0.01
0.28	28	SLE Q	2	2	0.00	-8572.70	-2029.80	222.87	54.00	86.00	0.13	195.13	20.00	12.57	878.72	136.63	702.63	0.03	0.01
3.85	28	SLE Q	2	2	357.00	-6966.20	4431.75	-453.80	54.00	86.00	0.13	192.51	20.00	15.71	1057.35	632.33	1124.04	0.12	0.04

Staffe - Verifiche armatura

X0 <cm>	X1 <cm>	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	0.64	ø8/10	2	2	29	SLU	0.60	1353.67	2.50	20888.60	39926.50	0.30	3119.35	2.43	46206.90	46206.90	14.81
0.00	0.64	ø8/10	2	2	10 (TG)	SLV	0.60	1622.55	2.50	20888.60	39231.70	0.30	16839.70	2.41	45734.60	45734.60	2.72
0.00	0.64	ø8/10	2	2	1 (TG)	SLV	0.60	6646.80	2.50	20888.60	39269.40	0.30	6302.60	2.41	45760.30	45760.30	3.14
0.64	3.21	ø8/20	2	2	29	SLU	0.60	1196.34	2.50	10444.30	39880.70	0.30	3119.35	2.50	23720.90	45288.20	7.60
0.64	3.21	ø8/20	2	2	10 (TG)	SLV	0.60	1622.55	2.50	10444.30	39231.70	0.30	16839.70	2.50	23720.90	44551.20	1.41
0.64	3.21	ø8/20	2	2	1 (TG)	SLV	0.60	6646.80	2.50	10444.30	39269.40	0.30	6302.60	2.50	23720.90	44594.00	1.57
3.21	3.85	ø8/10	2	2	29	SLU	0.60	199.28	2.50	20888.60	39697.40	0.30	3119.35	2.43	46051.70	46051.70	14.76
3.21	3.85	ø8/10	2	2	36	SLU	0.60	279.66	2.50	20888.60	39682.40	0.30	2399.50	2.43	46041.50	46041.50	19.19
3.21	3.85	ø8/10	2	2	10 (TG)	SLV	0.60	1622.55	2.50	20888.60	39231.70	0.30	16839.70	2.41	45734.60	45734.60	2.72
3.21	3.85	ø8/10	2	2	1 (TG)	SLV	0.60	6646.80	2.50	20888.60	39269.40	0.30	6302.60	2.41	45760.30	45760.30	3.14

Caratteristiche nodi trave-pilastro

Nodo	Conf.	Staff.	F. Mod.	Br.	As1 <cmq>	As2 <cmq>	Bj <cm>	Hjc <cm>	Hjw <cm>	Ash <cmq>
113	N	ø8/13	Z+E	4	6.28	6.28	0.30	0.47	0.41	8.04
			Y-E	4	4.02	4.02	0.45	0.17	0.31	6.03

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>
113	Z+	1	SLV	0.00	27045.00	0.00	1.65	104190.00	126175.00	255858.00	---	---
	Y-	1	SLV	0.00	17308.80	0.00	1.65	57370.60	218636.00	169197.00	17080.80	23602.90
		7	SLV	0.00	17308.80	0.00	1.53	57370.60	218636.00	169197.00	17097.50	23602.90

Pilastrata n. 14

Nodi: 14 -16 114

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>
2R		30.00	60.00	4.50	C30/37	307.10	20.59	174.02	13.73	B450C	4500.00	3913.04
2R		30.00	60.00	6.30	C30/37	307.10	20.59	174.02	13.73	B450C	4500.00	3913.04

Stato limite ultimo - Verifiche a flessione/pressoflessione

Xg <cm>	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	13	SLV	1	2	0.00	-10992.90	-10051.30		2609.76		-10992.90	-25491.40	6689.01	129.38	4.86	2.538
0.00	13	SLV	1	2	0.00	-10992.90	-10051.30		2609.76		-10992.90	-25491.40	6689.01	129.38	4.86	2.538

Relazione di calcolo

0.28	13	SLV	1	2	28.00	-10866.90	-8895.67		2138.26		-10866.90	-26080.60	6248.67	132.19	4.99	2.931	
0.28	13	SLV	2	2	0.00	-10866.90	-8895.67		2138.26		-10866.90	-26080.60	6248.67	132.19	4.99	2.931	
3.85	29	(e)	SLU	2	2	357.00	-17545.60	-141.26	-381.62	-5954.30	-5954.30	-17545.60	-1069.65	-14102.60	269.30	6.13	2.370

Stato limite d'esercizio - Verifiche tensionali

Xg	CC	TCC	El	Sez.	X	N	Mz	My	AfT	AfC	σc	σt	
<m>					<cm>	<daN>	<daNm>	<daNm>	<cmq>	<cmq>	<daN/cmq>	<daN/cmq>	
0.00	31	SLE	R	1	2	0.00	-14295.30	2502.87	678.29	18.85	12.57	44.50	495.05
0.00	28	SLE	Q	1	2	0.00	-12271.00	2035.01	-154.80	18.85	12.57	33.26	347.99
0.00	31	SLE	R	1	2	0.00	-14295.30	2502.87	678.29	18.85	12.57	44.50	495.05
0.00	28	SLE	Q	1	2	0.00	-12271.00	2035.01	-154.80	18.85	12.57	33.26	347.99
0.28	31	SLE	R	1	2	28.00	-14169.30	2011.73	624.04	15.71	15.71	35.92	326.68
0.28	28	SLE	Q	1	2	28.00	-12145.00	1635.68	-119.49	15.71	15.71	26.49	234.38
0.28	31	SLE	R	2	2	0.00	-14169.30	2011.73	624.04	15.71	15.71	35.92	326.68
0.28	28	SLE	Q	2	2	0.00	-12145.00	1635.68	-119.49	15.71	15.71	26.49	234.38
3.85	26	SLE	R	2	2	357.00	-12141.60	-4147.86	333.36	18.85	12.57	68.78	1113.28
3.85	28	SLE	Q	2	2	357.00	-10538.50	-3455.76	330.72	18.85	12.57	57.71	918.69

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</sub> eff	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	2	0.00	-12271.00	-154.80	2035.01	54.00	157.33	0.13	223.47	20.00	15.71	1319.46	339.29	856.02	0.07	0.03
0.00	28	SLE	Q	1	2	0.00	-12271.00	-154.80	2035.01	54.00	157.33	0.13	223.47	20.00	15.71	1319.46	339.29	856.02	0.07	0.03
0.28	28	SLE	Q	1	2	28.00	-12145.00	-119.49	1635.68	54.00	157.33	0.13	232.77	20.00	12.57	1172.51	215.62	744.75	0.04	0.02
0.28	28	SLE	Q	2	2	0.00	-12145.00	-119.49	1635.68	54.00	157.33	0.13	232.77	20.00	12.57	1172.51	215.62	744.75	0.04	0.02
3.85	28	SLE	Q	2	2	357.00	-10538.50	330.72	-3455.76	54.00	157.33	0.13	217.29	20.00	18.85	1466.85	897.82	1108.90	0.17	0.06

Staffe - Verifiche armatura

X0	X1	Staff.	Br <sub>y</sub>	Br <sub>z</sub>	CC	TCC	bw <sub>y,z</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>						<mm>	<daN>		<daN>	<daN>	<mm>	<daN>		<daN>	<daN>	
0.00	0.64	ø8/10	2	2	36	SLU	0.60	637.98	2.50	20888.60	40693.70	0.30	455.44	2.46	46722.80	46722.80	32.74
0.00	0.64	ø8/10	2	2	29	SLU	0.60	2457.31	2.50	20888.60	40653.80	0.30	305.78	2.46	46696.10	46696.10	8.50
0.00	0.64	ø8/10	2	2	13 (TG)	SLV	0.60	4536.86	2.50	20888.60	39658.70	0.30	12765.90	2.43	46025.40	46025.40	3.61
0.00	0.64	ø8/10	2	2	22 (TG)	SLV	0.60	7336.02	2.50	20888.60	39570.30	0.30	4566.10	2.42	45965.30	45965.30	2.85
0.00	0.64	ø8/10	2	2	10 (TG)	SLV	0.60	7339.83	2.50	20888.60	39591.10	0.30	4664.29	2.42	45979.50	45979.50	2.85
0.64	3.21	ø8/20	2	2	36	SLU	0.60	2562.98	2.50	10444.30	40647.90	0.30	455.45	2.50	23720.90	46159.50	4.08
0.64	3.21	ø8/20	2	2	13 (TG)	SLV	0.60	4536.86	2.50	10444.30	39658.70	0.30	12765.90	2.50	23720.90	45036.20	1.86
0.64	3.21	ø8/20	2	2	22 (TG)	SLV	0.60	7336.02	2.50	10444.30	39570.30	0.30	4566.10	2.50	23720.90	44935.70	1.42
0.64	3.21	ø8/20	2	2	10 (TG)	SLV	0.60	7339.83	2.50	10444.30	39591.10	0.30	4664.29	2.50	23720.90	44959.40	1.42
3.21	3.85	ø8/10	2	2	36	SLU	0.60	3044.23	2.50	20888.60	40464.60	0.30	455.45	2.45	46569.30	46569.30	6.86
3.21	3.85	ø8/10	2	2	13 (TG)	SLV	0.60	4536.86	2.50	20888.60	39658.70	0.30	12765.90	2.43	46025.40	46025.40	3.61
3.21	3.85	ø8/10	2	2	22 (TG)	SLV	0.60	7336.02	2.50	20888.60	39570.30	0.30	4566.10	2.42	45965.30	45965.30	2.85
3.21	3.85	ø8/10	2	2	10 (TG)	SLV	0.60	7339.83	2.50	20888.60	39591.10	0.30	4664.29	2.42	45979.50	45979.50	2.85

Caratteristiche nodi trave-pilastro

Nodo	Conf.	Staff.	F.	Mod.	Br.	As1	As2	Bj	Hjc	Hjw	Ash
						<cmq>	<cmq>	<mm>	<mm>	<mm>	<cmq>
114N		ø8/10	Z+	I	4	4.02	4.02	0.30	0.47	0.31	8.04
			Y-	E	4	6.28	8.29	0.45	0.17	0.41	10.05
			Z-	I	4	4.02	4.02	0.30	0.47	0.31	8.04

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>
114Z+	1	SLV	0.00	34617.60	0.00	3.01	130238.00	294372.00	338393.00	---	---	---
	Y-	1	SLV	0.00	27045.00	0.00	3.01	57370.70	731672.00	213215.00	34839.50	39338.20
		13	SLV	0.00	27045.00	0.00	2.96	57370.70	731672.00	213215.00	34855.10	39338.20
	Z-	1	SLV	0.00	34617.60	0.00	3.01	130238.00	294372.00	338393.00	---	---

Pilastrata n. 15

Nodi: 15 -17 115

Caratteristiche delle sezioni e dei materiali utilizzati

Sez.	Tipo	B	H	Cf	Cl <sub>s</sub>	Fck	Fctk	Fcd	Fctd	TP	Fyk	Fyd
		<cm>	<cm>	<cm>		<daN/cmq>	<daN/cmq>	<daN/cmq>	<daN/cmq>		<daN/cmq>	<daN/cmq>
2R		30.00	60.00	4.50	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	7	SLV	1	2	0.00	-4901.01	-9617.39		1047.37		-4901.01	-19892.00	2340.94	157.50	8.87	2.070
0.00	7	SLV	1	2	0.00	-4901.01	-9617.39		1047.37		-4901.01	-19892.00	2340.94	157.50	8.87	2.070
0.28	7	SLV	1	2	28.00	-4775.01	-8361.17		917.76		-4775.01	-19867.30	2339.58	157.50	8.88	2.378
0.28	7	SLV	2	2	0.00	-4775.01	-8361.17		917.76		-4775.01	-19867.30	2339.58	157.50	8.88	2.378
3.85	7	SLV	2	2	357.00	-3168.51	7655.66		-734.79		-3168.51	19979.50	-1661.01	343.13	9.92	2.607

Stato limite d'esercizio - Verifiche tensionali

Xg	CC	TCC	El	Sez.	X	N	Mz	My	AfT	AfC	σc	σt
<m>					<cm>	<daN>	<daNm>	<daNm>	<cmq>	<cmq>	<daN/cmq>	<daN/cmq>

Relazione di calcolo

0.00	31	SLE R	1	2	0.00	-7791.08	199.96	-2536.69	10.05	10.05	23.86	323.59
0.00	28	SLE Q	1	2	0.00	-7105.82	-85.03	-2108.52	10.05	10.05	18.20	227.14
0.00	31	SLE R	1	2	0.00	-7791.08	199.96	-2536.69	10.05	10.05	23.86	323.59
0.00	28	SLE Q	1	2	0.00	-7105.82	-85.03	-2108.52	10.05	10.05	18.20	227.14
0.28	31	SLE R	1	2	28.00	-7665.08	180.67	-2029.88	10.05	10.05	19.06	218.88
0.28	28	SLE Q	1	2	28.00	-6979.82	-67.27	-1687.26	10.05	10.05	14.32	171.02
0.28	31	SLE R	2	2	0.00	-7665.08	180.67	-2029.88	10.05	10.05	19.06	218.88
0.28	28	SLE Q	2	2	0.00	-6979.82	-67.27	-1687.26	10.05	10.05	14.32	171.02
3.85	26	SLE R	2	2	357.00	-6045.36	165.19	4255.29	12.06	8.04	37.83	847.37
3.85	31	SLE R	2	2	357.00	-6058.58	-65.19	4431.92	14.07	6.03	36.98	872.15
3.85	28	SLE Q	2	2	357.00	-5373.31	159.19	3683.86	12.06	8.04	33.10	729.84

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 eff</sub>	σ <sub>s</sub>	σ <sub>sz</sub>	ε <sub>sm</sub>	w <sub>k</sub>
<m>					<cm>	<daN>	<daNm>	<daNm>	<mm>	<mm>		<mm>		<cmq>	<cmq>	<daN/cmq>	<daN/cmq>		<mm>
0.00	28	SLE Q	1	2	0.00	-7105.82	-2108.52	-85.03	54.00	88.00	0.13	202.35	16.00	10.05	964.49	227.14	1116.99	0.04	0.02
0.00	28	SLE Q	1	2	0.00	-7105.82	-2108.52	-85.03	54.00	88.00	0.13	202.35	16.00	10.05	964.49	227.14	1116.99	0.04	0.02
0.28	28	SLE Q	1	2	28.00	-6979.82	-1687.26	-67.27	54.00	88.00	0.13	202.35	16.00	10.05	964.49	133.25	918.51	0.03	0.01
0.28	28	SLE Q	2	2	0.00	-6979.82	-1687.26	-67.27	54.00	88.00	0.13	202.35	16.00	10.05	964.49	133.25	918.51	0.03	0.01
3.85	28	SLE Q	2	2	357.00	-5373.31	3683.86	159.19	54.00	88.00	0.13	202.42	16.00	10.05	965.33	729.84	1610.68	0.14	0.05

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	0.64	ø8/12	2	2	29	SLU	0.60	111.00	2.50	17407.20	39541.90	0.30	2537.46	2.50	39534.90	44903.50	15.58
0.00	0.64	ø8/12	2	2	36	SLU	0.60	200.04	2.50	17407.20	39476.00	0.30	1068.09	2.50	39534.90	44828.60	37.01
0.00	0.64	ø8/12	2	2	19 (TG)	SLV	0.60	1539.27	2.50	17407.20	39162.20	0.30	11639.10	2.50	39534.90	44472.30	3.40
0.00	0.64	ø8/12	2	2	13 (TG)	SLV	0.60	4993.88	2.50	17407.20	39201.60	0.30	4321.35	2.50	39534.90	44517.10	3.49
0.64	3.21	ø8/18	2	2	29	SLU	0.60	111.00	2.50	11604.80	39496.10	0.30	2537.46	2.50	26356.60	44851.40	10.39
0.64	3.21	ø8/18	2	2	36	SLU	0.60	200.04	2.50	11604.80	39430.10	0.30	1128.16	2.50	26356.60	44776.60	23.36
0.64	3.21	ø8/18	2	2	19 (TG)	SLV	0.60	1539.27	2.50	11604.80	39162.20	0.30	11639.10	2.50	26356.60	44472.30	2.26
0.64	3.21	ø8/18	2	2	13 (TG)	SLV	0.60	4993.88	2.50	11604.80	39201.60	0.30	4321.35	2.50	26356.60	44517.10	2.32
3.21	3.85	ø8/12	2	2	29	SLU	0.60	111.00	2.50	17407.20	39312.80	0.30	2537.46	2.50	39534.90	44643.30	15.58
3.21	3.85	ø8/12	2	2	36	SLU	0.60	200.04	2.50	17407.20	39246.90	0.30	1609.41	2.50	39534.90	44568.50	24.56
3.21	3.85	ø8/12	2	2	19 (TG)	SLV	0.60	1539.27	2.50	17407.20	39162.20	0.30	11639.10	2.50	39534.90	44472.30	3.40
3.21	3.85	ø8/12	2	2	13 (TG)	SLV	0.60	4993.88	2.50	17407.20	39201.60	0.30	4321.35	2.50	39534.90	44517.10	3.49

Caratteristiche nodi trave-pilastro

Nodo	Conf.	Staff.	F. Mod.	Br.	As1	As2	Bj	Hjc	Hjw	Ash
					<cmq>	<cmq>	<m>	<m>	<m>	<cmq>
115N		ø8/13	Y+E	4	4.02	4.02	0.45	0.18	0.31	6.03
			Z+E	4	6.28	6.28	0.30	0.48	0.41	8.04

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>
115Y+	1	SLV	0.00	17308.80	0.00	0.91		58689.40	202821.00	169197.00	17183.00	23602.90
	13	SLV	0.00	17308.80	0.00	0.86		58689.40	202821.00	169197.00	17189.70	23602.90
Z+	1	SLV	0.00	27045.00	0.00	0.91		105069.00	121785.00	255859.00	---	---