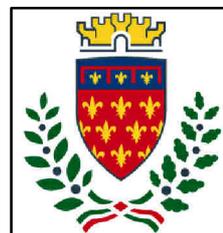




Finanziato  
dall'Unione europea  
NextGenerationEU



**PFC** Prato  
Forest  
City  
**comune di**  
**PRATO**  
Codice Fiscale: 84006890481

## Progetto

**PNRR - MISSIONE 5 - INCLUSIONE E COESIONE - COMPONENTE 2 - INVESTIMENTO 2.1 "INVESTIMENTI IN PROGETTI DI RIGENERAZIONE URBANA, VOLTI A RIDURRE SITUAZIONI DI EMARGINAZIONE E DEGRADO SOCIALE FINANZIATO DALL'UNIONE EUROPEA - NEXT GENERATION EU - PROGETTO DI RIGENERAZIONE URBANA RELATIVO A "RIQUALIFICAZIONE VERDE SCOLASTICO PER ATTIVITA' DIDATTICA OPEN AIR"**

## CUP

**C37H21001480001**

## Titolo

Relazione tecnica generale e relazione di calcolo

## Fase

**Progetto Esecutivo**

Servizio	<b>Servizio Urbanistica, Transizione Ecologica e Protezione Civile</b>
Dirigente del servizio	<b>Arch. Pamela Bracciotti</b>
Responsabile Unico del Procedimento	<b>Arch. Michela Brachi</b>

Progettisti delle opere architettoniche

**Arch. Massimo Fabbri - Ing. Alessandro Pazzagli**

Collaborazione

**Arch. Martina Melani - Arch. Gianni Balloni**

Forestazione urbana

**Dott. Agr. Paolo Bellocci - Arch. Antonella Perretta**

Coordinatore della sicurezza in fase di progettazione

**Geom. Andrea Landi**

Progettazione opere strutturali

**Ing. Silvia Paoletti**

Tecnico rilevatore

**Geom. David Cinalli**

Studi Geologici

**Dott. Geol. Luca Aiazzi**

Lotto 4:

S02

Scala:

**PNRR - MISSIONE 5 - INCLUSIONE E COESIONE - COMPONENTE 2 - INVESTIMENTO  
2.1 "INVESTIMENTI IN PROGETTI DI RIGENERAZIONE URBANA, VOLTI A RIDURRE  
SITUAZIONI DI EMARGINAZIONE E DEGRADO SOCIALE FINANZIATO DALL'UNIONE  
EUROPEA - NEXT GENERATION EU - PROGETTO DI RIGENERAZIONE URBANA  
RELATIVO A "RIQUALIFICAZIONE VERDE SCOLASTICO PER ATTIVITA' DIDATTICA  
OPEN AIR"**

**RELAZIONE GENERALE E RELAZIONE DI CALCOLO**

**LOTTO 04**

## 1. PREMESSA

La presente relazione tecnica costituisce parte integrante del Progetto Esecutivo relativo ad un intervento più ampio di INCLUSIONE E COESIONE - COMPONENTE 2 - INVESTIMENTO 2.1 "INVESTIMENTI IN PROGETTI DI RIGENERAZIONE URBANA, VOLTI A RIDURRE SITUAZIONI DI EMARGINAZIONE E DEGRADO SOCIALE FINANZIATO DALL'UNIONE EUROPEA - NEXT GENERATION EU - PROGETTO DI RIGENERAZIONE URBANA RELATIVO A "RIQUALIFICAZIONE VERDE SCOLASTICO PER ATTIVITA' DIDATTICA OPEN AIR" da eseguirsi all'intervento del Comune di Prato in resedi esterne di complessi scolastici esistenti.

Gli interventi sono relativi alla realizzazione di manufatti esterni fuori terra di varia natura, geometria e materiali costruttivi che variano a seconda del complesso scolastico considerato.

Trattasi di tettoie, pergolati, strutture coperte e/o scoperte in legno, acciaio e alluminio.

Sono collocate del giardino della scuola o in aree prospicienti l'edificio scolastico.

Gli interventi sono accorpatisi in vari lotti a seconda della zona di appartenenza e pertanto la presente relazione farà riferimento al lotto interessato ed alle scuole di specifico interesse.

Si riporta a chiarimento il dettaglio dei LOTTI interessati e delle scuole appartenenti nei singoli lotti.

### LOTTO 01

- Nido Ranocchio, via Meucci 6, angolo vicolo del Chiassarello, Prato
- Infanzia Fontanelle, via del Palasaccio, 7 Prato
- Scuola primaria e secondaria I grado statale Ivana Marcocci, via Ardengo Soffici, 30 Prato
- Scuola infanzia statale Paperino, via Giulio Pastore, 5 Prato
- Scuola primaria statale Valeria Crocini, via Fossi del Ferro, 17 Prato
- Scuola infanzia statale Le Badie, via Augusto Righi, 75/A Prato e Scuola primaria statale Le Fonti, via Louis Pasteur, 3 Prato
- Nido Fiore, via Righi, 79 Prato

### LOTTO 02

- Scuola secondaria I grado statale Convevole Da Prato, via Primo Maggio, 40 Prato
- Scuola infanzia statale Tobbiana, via Traversa Pistoiese, 17D Prato
- Scuola primaria statale Agostino Ammannati, via Del Chiasso, 2 Prato
- Scuola primaria statale Leonardo Da Vinci, via di Vergaio, 12 Prato
- Scuola infanzia statale Vergaio, via di Vergaio, 51 Prato
- Scuola primaria statale Laura Poli, via Mauro Miliotti, 4 Prato
- Scuola infanzia statale Cafaggio, via Roma, 317 Prato
- Scuola infanzia e primaria statale Carlo Collodi, via Del Purgatorio, 26 Prato

### LOTTO 03

- Scuola infanzia statale Ferrucci, via Francesco Ferrucci, 416 Prato
- Scuola infanzia statale Il Campino, via Giovanni Amendola, 46 Prato;
- Scuola primaria statale Fabrizio De Andrè, via Gino Capponi, 51 Prato;
- Scuola primaria statale Pizzidimonte, via Mugellese 58/59 Prato
- Nido La Querce, via Firenze 310, Prato;

- Scuola secondaria I grado statale Giovan Battista Mazzoni, via San Silvestro, 11 Prato

#### **LOTTO 04**

- Scuola primaria statale Luca D'Amico, via Visiana, 225 Prato
- Scuola infanzia e primaria statale Gandhi, via Renato Mannocci, 23 Prato
- Infanzia Galciana, Via Valori, 1 Prato
- Infanzia Maliseti, via Cefalonia, 12 e Nido Pan Di Ramerino, via Coppola 10, Prato
- Scuola infanzia e primaria statale Claudio Puddu, via Montalese, 239 Prato

#### **LOTTO 05**

- Scuola primaria statale Virginia Frosini e Scuola secondaria I grado statale Buricchi via Galcianese, 20 Prato
- Scuola infanzia e primaria statale Pietro Mascagni, via Arturo Toscanini, 6 Prato
- Scuola infanzia Statale Borgo e Nido Le Girandole, via San Paolo, 149 Prato
- Nido Borgo, via Paisiello, 2 Prato
- Scuola infanzia Statale Il Pino, via Galcianese, 20 Prato
- Scuola infanzia statale Chiesanuova, Via Enrico Toti, 40/41 Prato
- Scuola primaria statale Ciliani, via Tarò, 56 Prato

#### **LOTTO 06**

- Scuola infanzia e primaria statale Giuseppe Meucci – via Giovanni Marradi, 2 Prato
- Scuola secondaria I grado statale Enrico Fermi, via Evaristo Gherardi, Prato
- Infanzia Galilei via Ada Negri, 57 e Nido Astrolabio, via Bisenzio a San Martino snc, Prato
- Scuola primaria statale Puccini – via Clemente Guerra, 47 Prato
- Scuola infanzia statale Cilianuzzo – via del Cilianuzzo, 10 Prato
- Nido e Infanzia Corridoni, via Corridoni, 15 Prato

Non tutte le scuole appartenenti al Lotto analizzato sono interessata dalla realizzazione dei nuovi manufatti.

La presente relazione è relativa alla descrizione delle opere strutturali che riguardano i manufatto oggetto di nuova realizzazione.

I manufatti sono primariamente distinti in 'opera di minore rilevanza' ai sensi delle NTC 2018 e 'opera priva di rilevanza'.

Le opere di minore rilevanza sono state dimensionate ai sensi delle NTC e per le stesse si procederà ad uno specifico deposito sismico configurato come nuova costruzione.

Le opere prive di rilevanza sono sempre dimensionate ai sensi delle NCT però per le stesse si procederà alla redazione di un fascicolo di calcolo che verrà opportunamente depositato solo presso l'AC.

## 2. LOTTO 04

Il LOTTO 04 accorpa 05 edifici scolastici della zona est del territorio pratese.

L'intervento strutturale relativo alla realizzazione dei nuovi manufatti si ha in 04 degli edifici sopra indicati

Nel dettaglio

- Scuola primaria statale Luca D'Amico, via Visiana, 225 Prato
- Scuola infanzia e primaria statale Gandhi, via Renato Mannocci, 23 Prato
- Infanzia Galciana, Via Valori, 1 Prato
- Infanzia Maliseti, via Cefalonia, 12 e Nido Pan Di Ramerino, via Coppola 10, Prato
- Scuola infanzia e primaria statale Claudio Puddu, via Montalese, 239 Prato

Gli interventi nello specifico analizzati sono i seguenti:

- Scuola infanzia e primaria statale Gandhi: nel resede scolastico è progettata la realizzazione di una STRUTTURA DI ALLUMINIO COPERTA dimensioni fuori terra 600x400x295
- Infanzia Galciana: nel resede scolastico è progettata la realizzazione di un GAZEBO OTTAGONALE LIGNEO
- Infanzia Maliseti: nel resede scolastico è progettata la realizzazione di un GAZEBO OTTAGONALE LIGNEO
- Scuola infanzia e primaria statale Claudio Puddu: nel resede scolastico è progettata la realizzazione di una STRUTTURA DI ACCIAIO COPERTA composta da una tettoia e una pensilina

---

## DESCRIZIONE STRUTTURALE E RELAZIONE DI CALCOLO DEI MANUFATTI OGGETTO DI PROGETTAZIONE

### 3 STRUTTURA DI ALLUMINIO COPERTA

La tipologia di pergola prevista nel progetto è riconducibile ad un modello esistente sul mercato definita Eclettica.

Trattasi di una struttura con profili estrusi di alluminio ideale per proteggersi dal sole e dalla pioggia o attività scolastica all'aperto e quant'altro attività come relax, picnic, parchi giochi e socializzazione all'aperto. La struttura ha un ingombro fuori terra pari a 600x400 con altezza sotto trave pari a 2.95ml dal pavimento.

E' composta da 4 pilastri ciascuno composto da un profilo estruso di alluminio EN AW- 6005 A – T6.

I pilastri sono realizzati mediante profili estrusi in alluminio a forma quadrata dimensioni esterne 130x130 collegati alla base da piastre a scomparsa.

In testa i pilastri sono collegati da travi principali sagomate ingombro massimo della sezione 130x260 provviste già di canale per la raccolta delle acque.

La falda della struttura è poi realizzata mediante arcarecci sempre in profili estrusi di alluminio sezioni 80x52

La fondazione della struttura è realizzata mediante platea gettata in opera opportunamente dimensionata. Gli elementi verticali del gazebo sono vincolati alla platea di base mediante piastre di ancoraggio a scomparsa come da dettaglio esecutivo allegato.

I nodi di collegamento tra gli elementi sono semplici appoggi.

### 3.1 RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURA DI ALLUMINIO

Dal punto di vista strutturale l'intervento si configura come nuova costruzione ai sensi delle NTC 2018.

Il manufatto è stato dimensionato considerando la sovrastruttura incastrata alla base e sollecitata da vento, neve e sisma nelle combinazioni di carico previste dalla normativa.

Le sollecitazioni ricavate poi dalla verifica dinamica della sovrastruttura sono state poi applicate alla platea sottostante per il dimensionamento della stessa e per la verifica della portanza del terreno.

La sovrastruttura è stata dimensionata mediante l'ausilio di un modellatore strutturale Modest e sono stati sulla stessa applicati i carichi neve e vento come da normativa vigente.

Ipotesi progettuali comuni a tutti i manufatti dimensionati sono:

- $q=1$
- Classe III: Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi - SCUOLE

**Simbologia**

TCC = Tipo di combinazione di carico

SLU = Stato limite ultimo

SLU S = Stato limite ultimo (azione sismica)

SLE R = Stato limite d'esercizio, combinazione rara

SLE F = Stato limite d'esercizio, combinazione frequente

SLE Q = Stato limite d'esercizio, combinazione quasi permanente

SLD = Stato limite di danno

SLV = Stato limite di salvaguardia della vita

SLC = Stato limite di prevenzione del collasso

SLO = Stato limite di operatività

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

TCC	Ag	FO	TC*
SLO	0.5764	2.55	0.27
SLD	0.7013	2.54	0.27
SLV	1.6150	2.41	0.31

- Tipo di opera: Opera ordinaria
- Vita nominale  $V_N$ : 50.00
- Classe d'uso: classe III
- SL Esercizio: SLO-Pvr 81.00, SLD-Pvr 63.00
- SL Ultimi: SLV-Pvr 10.00, SLC-Pvr no
- Classe di duttilità: classe B
- Quota di riferimento: 0.00 <m>
- Altezza della struttura: 2.70 <m>
- Numero piani edificio: 1
- Coefficiente  $\theta$ : 0
- Edificio regolare in altezza: si

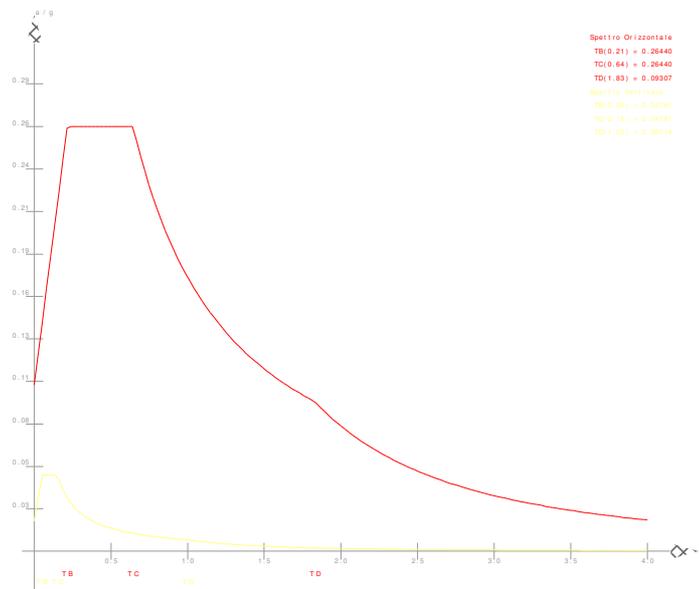
- Edificio regolare in pianta: si
- Forze orizzontali convenzionali per stati limite non sismici: 1.00%

**Dati di calcolo**

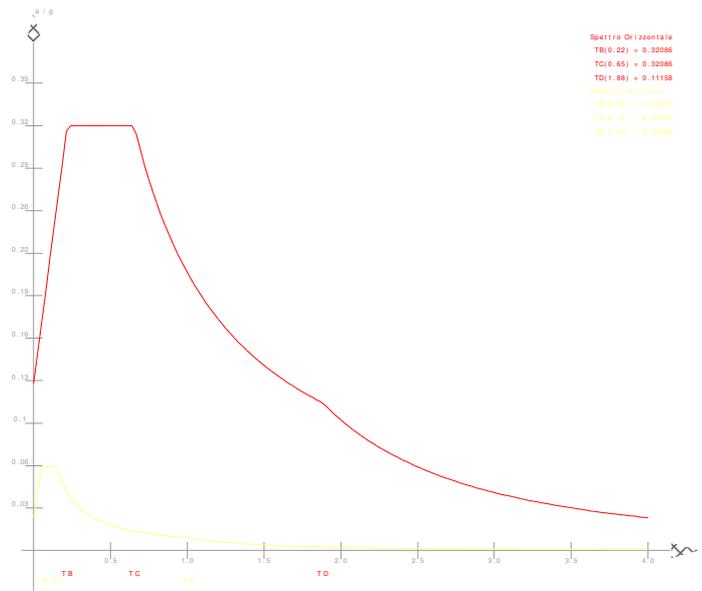
- Categoria del suolo di fondazione: C
- Tipologia edificio: acciaio a telaio con controventi concentrici a K ad un piano

Coeff. $C_1$	0.085
Periodo $T_1$	0.1790
	4
Coeff. $\lambda$ SLO	1.00
Coeff. $\lambda$ SLD	1.00
Coeff. $\lambda$ SLV	1.00
Rapporto di sovrarresistenza ( $\alpha_u/\alpha_1$ )	1.10
Fattore riduttivo ( $K_w$ )	1.00
Fattore di struttura ( $q$ )	1.00

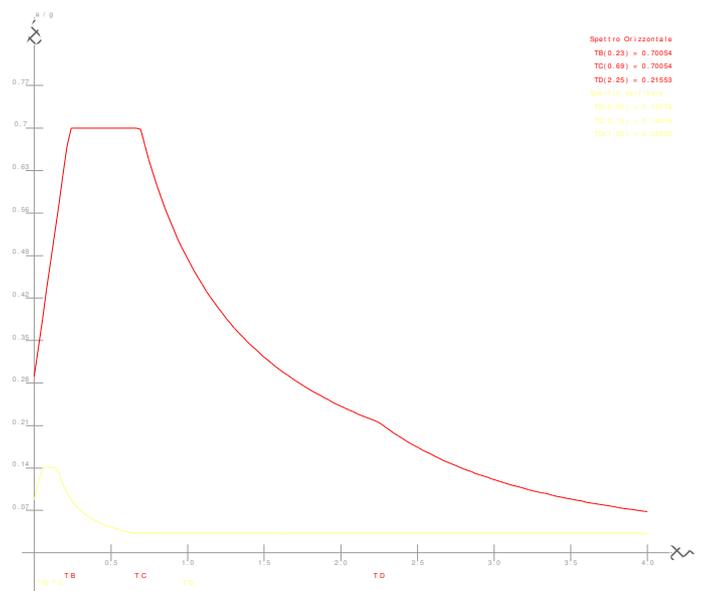
- Categoria topografica: T1 - Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media  $i \leq 15^\circ$
- Coeff. amplificazione topografica: 1.00
- Fattore di struttura per sisma verticale ( $q_v$ ): 1.50
- Modi da calcolare: 3
- Modi da considerare: tali da movimentare una percentuale di massa pari a 85.00%
- Smorzamento spettro: 5.00



**Figura numero 1: Spettro allo SLO**

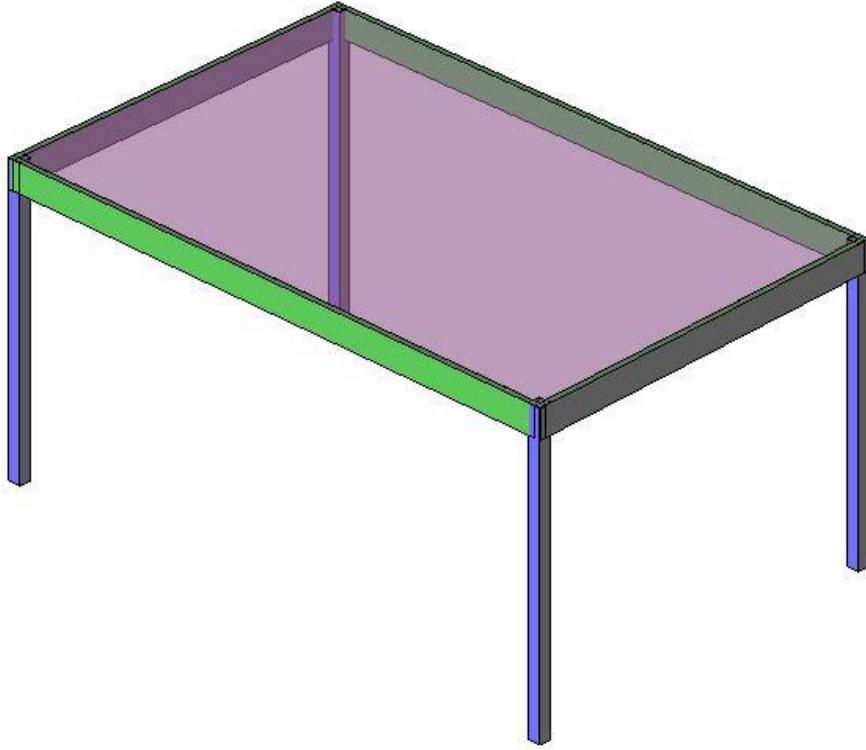


**Figura numero 2: Spettro allo SLD**



**Figura numero 3: Spettro allo SLV**

- Angolo di ingresso del sisma: 0.00 <grad>



### 3.2 RELAZIONE SUI MATERIALI

**Acciaio per c.a. in barre ad aderenza migliorata:**

Tensione di snervamento: **B450C**

$$f_{yk} \geq 4500 \text{ Kg/cm}^2$$

**Conglomerato cementizio armato per strutture di fondazione:** **C28/35**

Classe di consistenza S4, Dimensione max inerte < 24 mm  
 Resistenza di progetto a compressione:  $f_{cd} = 158.7 \text{ Kg/cm}^2$   
 Resistenza di progetto a trazione:  $f_{ctd} = 12.9 \text{ Kg/cm}^2$   
 Classe di esposizione XC2  
 Da tabella 4.1.III delle NTC condizioni ambientali ordinarie: copriferro  $\geq 25 \text{ mm}$

**Acciaio da carpenteria**

Tutti gli elementi dovranno avere un modulo di elasticità non inferiore a 206000 N/mmq.

**Profilati, larghi piatti, barre e lamiera**

**Acciaio tipo S 235** con le seguenti caratteristiche:

Tensione caratteristica di snervamento  $\geq 235 \text{ N/mmq}$   
 Tensione di rottura a trazione  $\geq 390 \text{ N/mmq}$   
 Allungamento percentuale a rottura per lamiera  $\geq 24\%$   
 Allungamento percentuale a rottura per barre, laminati, profilati e larghi piatti  $\geq 26\%$

**Bulloneria**

Classe 4.6

**ALLUMINIO DA ESTRUSIONE EN AW 6005 A**

**Caratteristiche fisiche**

massa volumica :	2,71	g / cm <sup>3</sup>	conducibilità termica a 20°C	- nello stato O: -nello stato T6:	2,09 1,72	W / cm °K W / cm °K
punto di fusione inferiore :	615	°C	coefficiente di dilatazione termica lineare	-tra 20° e 100°C: -tra 20° e 200°C: -tra 20° e 300°C:	23,2 · 10 <sup>-6</sup> 24,1 · 10 <sup>-6</sup> 25 · 10 <sup>-6</sup>	1 / °K 1 / °K 1 / °K
calore specifico tra 0° e 100°C:	897	J/Kg °K	resistività elettrica a 20°C	-nello stato O: -nello stato T6	3,14 3,85	μΩ · cm μΩ · cm
modulo di elasticità lineare E:	69000	N / mm <sup>2</sup>				
modulo elasticità tangenziale G:	26000	N / mm <sup>2</sup>				

**Composizione chimica secondo Norma Europea EN 573.3**

	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Cr	Zn	Ti	Altri		Al
									ciascuno	totale	
<b>EN AW-6005A</b>	0,5 ÷ 0,9	0,35 max	0,30 max	0,50 max (* )	0,4 ÷ 0,7	0,30 max (* )	0,20 max	0,10 max	0,05 max	0,15 max	resto
NOTA (* ) : ( Mn + Cr ) = 0,12 ÷ 0,50											

**Proprietà meccaniche minime, secondo Norma Europea EN 755.2**

Tipi di profilo	(1) stato fisico di fornitura	diametro D [mm] per tondi, o spess. S [mm] per barre, o spess. di parete e per profili		Carico di rottura a trazione R <sub>m</sub> [MPa]		Carico limite di elasticità R <sub>p0.2</sub> [MPa]		Allungamento		
				min	max	min	max	A % min	A <sub>50mm</sub> % min	
Barre piene	T6 (*)	D ≤ 25	S ≤ 25	270	-	225	-	10	8	
		25 ≤ D ≤ 50	25 ≤ S ≤ 50	270	-	225	-	8	-	
		50 ≤ D ≤ 100	50 ≤ S ≤ 100	260	-	215	-	8	-	
Tubi	T6 (*)	e ≤ 5		270	-	225	-	8	6	
		5 < e ≤ 10		260	-	215	-	8	6	
Profili aperti	T4 (*)	e ≤ 25		180	-	90	-	15	13	
		T6 (*)	e ≤ 5		270	-	225	-	8	6
			5 < e ≤ 10		260	-	215	-	8	6
Profili aperti	T6 (*)	10 < e ≤ 25		250	-	200	-	8	6	
		Profili cavi	T4 (*)	e ≤ 10		180	-	90	-	15
Profili cavi	T6 (*)			e ≤ 5		255	-	215	-	8
		5 < e ≤ 15		250	-	200	-	8	6	

### 3.3 RELAZIONE DI FONDAZIONE

Si fa riferimento alla caratterizzazione geologico tecnica delle Scuole Collodi in quanto il substrato ha caratteristiche di portanza inferiori rispetto a quello delle Scuole <convenevole da Prato.

Di seguito si procede al calcolo della tensione trasmessa dalla struttura astiforme alla platea di fondazione.

Dall'analisi delle reazioni vincolari alla base di ciascun elemento portante verticale si procede al dimensionamento della platea di fondazione ed al calcolo della tensione massima trasmessa da questa al terreno sottostante.

Si è proceduto ad una doppia verifica: la verifica STRU della platea e la verifica GEO con la quale si è ricavato il valore del carico massimo sul terreno da confrontare con il carico limite indicato nella relazione geologico-tecnica allegata alla presente pratica.

#### Reazioni vincolari

##### Simbologia

- Nodo = Numero del nodo
- R<sub>x</sub> = Reazione vincolare (forza) in dir. X
- CC = Numero della combinazione delle condizioni di carico elementari
- R<sub>y</sub> = Reazione vincolare (forza) in dir. Y
- R<sub>z</sub> = Reazione vincolare (forza) in dir. Z
- M<sub>x</sub> = Reazione vincolare (momento) intorno all'asse X
- M<sub>y</sub> = Reazione vincolare (momento) intorno all'asse Y
- M<sub>z</sub> = Reazione vincolare (momento) intorno all'asse Z

Nodo	Rx <kg>	CC	Ry <kg>	CC	Rz <kg>	CC	Mx <kgm>	CC	My <kgm>	CC	Mz <kgm>	CC
1 Max	559.52	1	416.54	7	942.85	7	522.96	7	702.54	1	0.00	7
1 Min.	-236.54	1	-379.52	7	304.60	7	-555.52	7	-418.76	1	0.00	7
2 Max	236.54	1	416.54	7	942.85	7	522.96	7	418.76	1	0.00	7
2 Min.	-559.52	1	-379.52	7	304.60	7	-555.52	7	-702.54	1	0.00	7
3 Max	559.52	1	379.52	7	942.85	7	555.52	7	702.54	1	0.00	7
3 Min.	-236.54	1	-416.54	7	304.60	7	-522.96	7	-418.76	1	0.00	7
4 Max	236.54	1	379.52	7	942.85	7	555.52	7	418.76	1	0.00	7
4 Min.	-559.52	1	-416.54	7	304.60	7	-522.96	7	-702.54	1	0.00	7

## VERIFICA GEO DELLA PLATEA

### CAPACITA' PORTANTE - METODO DI TERZAGHI GENERALIZZATO

APPROCCIO 2 (A1 + M1 + R3)

azioni incrementate, parametrici geotecnici invariati, resistenze ridotte

GammaG1 (*)	1,3
GammaG2 (*)	1,5
GammaQ (*)	1,5

### VERIFICA ALLO SLU DI TIPO GEOTECNICO CALCOLO DEL CARICO LIMITE INSIEME FONDAZIONE-TERRENO

#### Dati terreno

angolo d'attrito $\phi$	gradi	22
peso specifico 1	t/mc	1,70
peso specifico 2	t/mc	1,80
coesione $c'$	t/mq	0,00
inclinazione del pendio	gradi	0
profondità della falda dw	m	100
tipo di terreno	C/A	PD

#### Geometria fondazione

profondità di posa D	m	0,45
base B	m	1,00
lunghezza L (L>B)	m	1,00
eccentricità Eb	m	0,00
eccentricità EI	m	0,00
inclinazione del carico effettiva	gradi	0,00

#### Dati di calcolo

inclinazione del carico sismica	gradi	3,60
inclinazione del carico totale	gradi	3,60487
B" (= B o B')	m	1
L" (= L o L')	m	1
c" (= c o c*)	t/mq	0,00
$\phi$ " (= $\phi$ o $\phi$ *)	gradi	22
Nq		7,82
Ng		7,13

Nc		16,88
fq		1,404
fg		0,600
fc		1,463
iq		0,960
ig		0,836
ic		0,960
eq		1,000
eg		1,000
ec		1,000
<b>Risultati</b>		
qlim	t/mq	11
gammaR		1,00
<b>qRd</b>	<b>t/mq</b>	<b>11</b>
kwinkler	DaN/cm3	0,45

<b>PLATEA</b>					
<b>GEOMETRIA</b>					
Dimensioni	(cm)	<b>bx</b>	<b>by</b>	<b>Bx</b>	<b>By</b>
		13	13	60	60
H plinto	(cm)	20			
copriferro	(cm)	3			
d	(cm)	<b>17</b>			
<b>SOLLECITAZIONI - MATERIALI</b>					
Azioni agenti SLU (KN-KNm)		<b>Nsd</b>	<b>Msd x</b>	<b>Msd y</b>	
		9,43	5,23	7,03	
<b>PRESSIONI</b>					
Pressioni sul terreno	MPa	$\sigma_1$	$\sigma_2$	$\sigma_3$	$\sigma_4$
		<b>0,402</b>	<b>-0,035</b>	<b>0,077</b>	<b>-0,361</b>

La verifica GEO è soddisfatta in quanto  $0.402 < 1.1$ .

### VERIFICA STRU DELLA PLATEA

Si considera una sezione della platea 40x40x20 in corrispondenza della quale vengono trasmesse le reazioni vincolari dei pilastri e si procede alla verifica stru della sezione

Verifica C.A. S.L.U. - File: \_ □ ×

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2018 ?

**Titolo:** \_\_\_\_\_

N° strati barre  Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	40	20

N°	As [cm²]	d [cm]
1	3,14	3
2	3,14	17

**Tipo Sezione**

Rettan.re  Trapezi

a T  Circolare

Rettangoli  Coord.

DXF

**Metodo di calcolo**

S.L.U.+  S.L.U.-

Metodo n

**Tipo flessione**

Retta  Deviala

**Calcola MRd** **Dominio M-N**

**L<sub>0</sub>**  cm **Col. modello**

**M-curvatura**

Precompresso

**Materiali**

**B450C**

$\epsilon_{su}$   ‰

$f_{yd}$   N/mm²

$E_s$   N/mm²

$E_s/E_c$

$\epsilon_{syd}$   ‰

$\sigma_{s,adm}$   N/mm²

**C28/35**

$\epsilon_{c2}$   ‰

$\epsilon_{cu}$

$f_{cd}$

$f_{cc}/f_{cd}$   [?]

$\sigma_{c,adm}$

$\tau_{co}$

$\tau_{c1}$

**P.to applicazione N**

Centro  Baricentro cls

Coord.[cm] xN  yN

**Tipo rottura**

Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

**M<sub>xRd</sub>**  kNm

$\sigma_c$   N/mm²

$\sigma_s$   N/mm²

$\epsilon_c$   ‰

$\epsilon_s$   ‰

d  cm

x  x/d   $\delta$

**Sollecitazioni**

S.L.U.  Metodo n

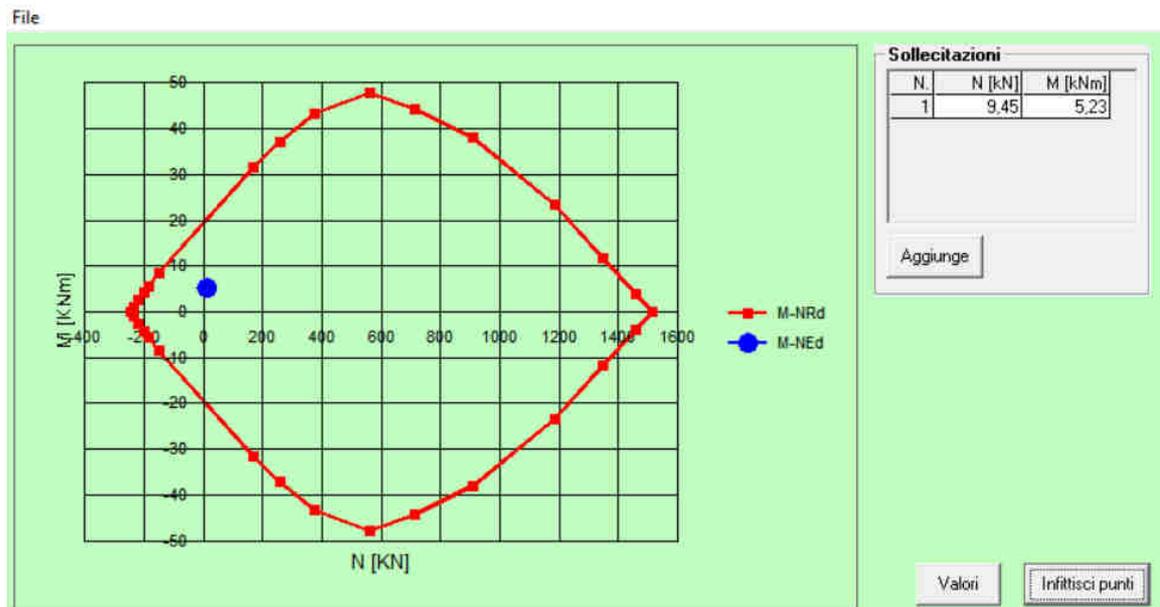
N<sub>Ed</sub>  kN

M<sub>xEd</sub>  kNm

M<sub>yEd</sub>  kNm

**Diagramma**

Dominio M-N



### 3.4 RELAZIONE DI CALCOLO

#### ANALISI DEI CARICHI

L' **ANALISI DEI CARICHI** per la determinazione delle forze statiche agenti sulla struttura in esame è stata effettuata in modo tale da pervenire alle condizioni più gravose nei confronti delle verifiche da effettuare.

I carichi d'esercizio assunti a base dei calcoli, oltre il peso proprio delle strutture portanti ed ai sovraccarichi permanenti conformemente alla destinazione specifica dei locali ed a quelli stabiliti dalle NTC 2018 sono stati i seguenti:

#### CARICHI VERTICALI DISTRIBUITI – STATO di PROGETTO

G+QPS+QPN		25	Kg/mq
VENTO	SOPR	27	Kg/mq
VENTO	SOTT	54	Kg/mq
CARICO NEVE	Qacc	80	Kg/mq

La determinazione delle caratteristiche della sollecitazione provocate nelle strutture è stata effettuata con i **METODI DELLA SCIENZA DELLE COSTRUZIONI**, basati sull'ipotesi dell'elasticità lineare dei materiali e cumulando le condizioni di carico nel modo più sfavorevole.

Tutte le verifiche di resistenza del legno sono state eseguite con l'applicazione del **METODO DEGLI STATI LIMITE** , tenendo conto delle condizioni più gravose possibili di carico.

Le caratteristiche delle azioni sollecitanti ricavate in base alle combinazioni, secondo quanto stabilito al **p.to 2.5.3 del D.M. 17.01.2018** risultano inferiori alle azioni resistenti per tutti gli stati limite previsti dal suddetto decreto

#### SLU - Combinazione fondamentale

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

#### SLE - Combinazione caratteristica (rara) – per tensioni ammissibili

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

#### SLE - Combinazione frequente - reversibili

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

#### SLE - Combinazione quasi permanente – a lungo termine

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

#### SLU – SLE - Combinazione sismica

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

#### SLU - Combinazione eccezionale

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

In carichi sopra definiti, una volta definiti e assegnati, vengono combinati (par. 2.5.3) a seconda della categoria dell'azione variabile, e fattorizzati (par. 2.6) a seconda che l'azione che esercita il carico sulla struttura sia a vantaggio o a svantaggio di sicurezza, come riportato nelle seguenti tabelle.

Categoria/Azione variabile	$\Psi_{0j}$	$\Psi_{1j}$	$\Psi_{2j}$
Categoria A – Ambienti ad uso residenziale	0.7	0.5	0.3
Categoria B – Uffici	0.7	0.5	0.3
Categoria C – Ambienti suscettibili di affollamento	0.7	0.7	0.6
Categoria D – Ambienti d uso commerciale	0.7	0.7	0.6
Categoria E – Biblioteche, archivi, magazzini e ambienti industriali	1.0	0.9	0.8
Categoria F – Rimesse e parcheggi (per autoveicoli di peso $\leq 30$ kN)	0.7	0.7	0.6
Categoria G – Rimesse e parcheggi (per autoveicoli di peso $> 30$ kN)	0.7	0.5	0.3
Categoria H – coperture accessibili per sola manutenzione	0.0	0.0	0.0
Categoria I – coperture praticabili	<i>Da valutarsi caso per caso</i>		
Categoria K – coperture per usi speciali (impianti, eliporti...)	<i>caso</i>		
Vento	0.6	0.2	0.0
Neve (a quota $\leq 1000$ m s.l.m.)	0.5	0.2	0.0
Neve (a quota $> 1000$ m s.l.m.)	0.7	0.5	0.2
Variazioni termiche	0.6	0.5	0.0

**Tab. 2.5.1 – Valori dei coefficienti di combinazione**

		Coefficiente $\gamma_F$	EQU	A1 STR	A2 GEO
Carichi permanenti	favorevoli	$\gamma_{G1}$	0.9	1.0	1.0
	sfavorevoli		1.1	1.3	1.0
Carichi permanenti non strutturali <sup>(1)</sup>	favorevoli	$\gamma_{G2}$	0.8	0.8	0.8
	sfavorevoli		1.5	1.5	1.3
Carichi variabili	favorevoli	$\gamma_{Qj}$	0.0	0.0	0.0
	sfavorevoli		1.5	1.5	1.3

<sup>(1)</sup> per i carichi permanenti non strutturali compiutamente definiti si possono utilizzare gli stessi coefficienti dei carichi permanenti

**Tab. 2.6.1 – Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni nelle verifiche SLU**

Nel modello strutturale , non avendo considerato la copertura come elemento rigido per la ripartizione dei carichi, le sollecitazioni sono state applicate direttamente sui vari elementi strutturali in funzione della propria area di influenza.

### 3.5 FASCICOLO DI CALCOLO

Ciascun elemento strutturale ligneo è stato dimensionato considerando le sollecitazioni ricavate dalla risoluzione dello schema statico.

Si riporta di seguito la tabella delle sollecitazioni agenti e la verifica del elementi principali più sollecitati secondo le NTC 2018.

#### Sollecitazioni aste

##### Simbologia

Asta	=	Numero dell'asta
N1	=	Nodo1
N2	=	Nodo2
X	=	Coordinata progressiva rispetto al nodo iniziale

N = Sforzo normale  
 CC = Numero della combinazione delle condizioni di carico elementari  
 Ty = Taglio in dir. Y  
 Mz = Momento flettente intorno all'asse Z  
 Tz = Taglio in dir. Z  
 My = Momento flettente intorno all'asse Y  
 Mx = Momento torcente intorno all'asse X

Asta	N1	N2	X <cm>	N <kg>	CC	Ty <kg>	CC	Mz <kgm>	CC	Tz <kg>	CC	My <kgm>	CC	Mx <kg m>	CC
1	1	101 Max	0.00	-304.60	7	416.54	7	522.96	7	236.54	1	702.54	1	0.00	7
1	1	101 Max	244.00	-204.20	7	416.54	7	460.85	7	236.54	1	158.38	1	0.00	7
<b>1</b>	<b>1</b>	<b>101 Min.</b>	<b>0.00</b>	<b>-942.85</b>	<b>7</b>	<b>-379.52</b>	<b>7</b>	<b>-555.52</b>	<b>7</b>	<b>-559.52</b>	<b>1</b>	<b>-418.76</b>	<b>1</b>	<b>0.00</b>	<b>7</b>
1	1	101 Min.	244.00	-842.45	7	-379.52	7	-403.06	7	-559.52	1	-662.69	1	0.00	7
2	2	102 Max	0.00	-304.60	7	416.54	7	522.96	7	559.52	1	418.76	1	0.00	7
2	2	102 Max	244.00	-204.20	7	416.54	7	460.85	7	559.52	1	662.69	1	0.00	7
2	2	102 Min.	0.00	-942.85	7	-379.52	7	-555.52	7	-236.54	1	-702.54	1	0.00	7
2	2	102 Min.	244.00	-842.45	7	-379.52	7	-403.06	7	-236.54	1	-158.38	1	0.00	7
3	3	103 Max	0.00	-304.60	7	379.52	7	555.52	7	236.54	1	702.54	1	0.00	7
3	3	103 Max	244.00	-204.20	7	379.52	7	403.06	7	236.54	1	158.38	1	0.00	7
3	3	103 Min.	0.00	-942.85	7	-416.54	7	-522.96	7	-559.52	1	-418.76	1	0.00	7
3	3	103 Min.	244.00	-842.45	7	-416.54	7	-460.85	7	-559.52	1	-662.69	1	0.00	7
4	4	104 Max	0.00	-304.60	7	379.52	7	555.52	7	559.52	1	418.76	1	0.00	7
4	4	104 Max	244.00	-204.20	7	379.52	7	403.06	7	559.52	1	662.69	1	0.00	7
4	4	104 Min.	0.00	-942.85	7	-416.54	7	-522.96	7	-236.54	1	-702.54	1	0.00	7
4	4	104 Min.	244.00	-842.45	7	-416.54	7	-460.85	7	-236.54	1	-158.38	1	0.00	7
101	101	102 Max	13.00	-161.50	1	0.00	7	0.00	7	587.93	14	251.99	1	0.00	7
101	101	102 Max	302.22									495.28	14		
101	101	102 Max	587.00	-161.50	1	0.00	7	0.00	7	-237.71	1	251.99	1	0.00	7
<b>101</b>	<b>101</b>	<b>102 Min.</b>	<b>13.00</b>	<b>-230.34</b>	<b>13</b>	<b>0.00</b>	<b>7</b>	<b>0.00</b>	<b>7</b>	<b>237.71</b>	<b>1</b>	<b>-731.51</b>	<b>1</b>	<b>0.00</b>	<b>7</b>
101	101	102 Min.	420.22									38.24	1		
101	101	102 Min.	587.00	-230.34	13	0.00	7	0.00	7	-587.93	13	-731.52	1	0.00	7
102	103	104 Max	13.00	-161.50	1	0.00	7	0.00	7	587.93	14	251.99	1	0.00	7
102	103	104 Max	302.22									495.28	14		
102	103	104 Max	587.00	-161.50	1	0.00	7	0.00	7	-237.71	1	251.99	1	0.00	7
102	103	104 Min.	13.00	-230.34	13	0.00	7	0.00	7	237.71	1	-731.51	1	0.00	7
102	103	104 Min.	420.22									38.24	1		
102	103	104 Min.	587.00	-230.34	13	0.00	7	0.00	7	-587.93	13	-731.52	1	0.00	7
103	101	103 Max	13.00	74.20	13	0.00	7	0.00	7	347.24	7	477.63	7	0.00	7
103	101	103 Max	269.75									62.14	3		
103	101	103 Max	387.00	74.20	13	0.00	7	0.00	7	346.73	16	477.63	7	0.00	7
103	101	103 Min.	13.00	-18.51	1	0.00	7	0.00	7	-335.77	15	-523.65	7	0.00	7
103	101	103 Min.	206.45									13.56	21		
103	101	103 Min.	387.00	-18.51	1	0.00	7	0.00	7	-347.24	7	-523.65	7	0.00	7
104	102	104 Max	13.00	74.20	13	0.00	7	0.00	7	347.24	7	477.63	7	0.00	7
104	102	104 Max	269.75									62.14	3		
104	102	104 Max	387.00	74.20	13	0.00	7	0.00	7	346.73	16	477.63	7	0.00	7

104 102 104 Min.	13.00	-18.51	1	0.00	7	0.00	7	-335.77	15	-523.65	7	0.00	7
104 102 104 Min.	206.45									13.56	21		
104 102 104 Min.	387.00	-18.51	1	0.00	7	0.00	7	-347.24	7	-523.65	7	0.00	7

**Aluminium Hollow Section - Extrude Tube - no weld**

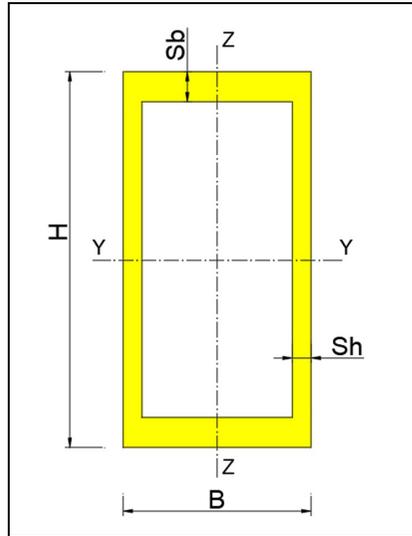
N - mm    Kg - cm

Input	
Alluminiumm	Class A
fo	2150 Kg/cm <sup>2</sup>
fu	1954,545455 Kg/cm <sup>2</sup>
γ/m1	1,1
γ/m2	1,25
Geometry	
B	13 cm
H	13 cm
Sb	0,3 cm
Sh	0,3 cm
Loads	
N	942 Kg
Ty	380 Kg
Tz	560 Kg
My	55552 Kg*cm
Mz	41876 Kg*cm

Verifica Sezione

**Output - Risultati**

Area	15,24 cm <sup>2</sup>
Iy	409,9052 cm <sup>4</sup>
Iz	409,9052 cm <sup>4</sup>
Wy	63,06233846 cm <sup>3</sup>
Wz	63,06233846 cm <sup>3</sup>
Wpl,y	72,594 mm <sup>3</sup>
Wpl,z	72,594 mm <sup>3</sup>



Reset OutPut

Spessori-Inerzie

Classificazione Sezione	
Classe	4

Fattore di riduzione	
ρc	0,685099359

Aeff	10,44 cm <sup>2</sup>
Avy	7,44 cm <sup>2</sup>
Avz	7,44 cm <sup>2</sup>

Sollecitazioni Resistenti	
Nc,Rd	20407,24145 Kg
VRd,y	10086,4266 Kg
VRd,z	10086,4266 Kg

Weff,y	44,16204502 cm <sup>3</sup>
Weff,z	44,16204502 cm <sup>3</sup>
McRd,y	86316,72436 Kg*cm
McRd,z	86316,72436 Kg*cm

**Coefficienti e Parametri**

β <sup>H</sup>	41,33333
β <sup>B</sup>	41,33333
β	41,33333

ε	1,078328
---	----------

	β <sub>1</sub>	β <sub>2</sub>	β <sub>3</sub>
Class A	11,86161	17,25324	23,72321
Class B			

β < β <sub>1</sub>	→ Class 1
β <sub>1</sub> < β < β <sub>2</sub>	→ Class 2
β <sub>2</sub> < β < β <sub>3</sub>	→ Class 3
β > β <sub>3</sub>	→ Class 4

**VERIFICHE**

Verifica N	
N Ed / Nc,Rd < 1	0,04616 OK

Verifica Vy	
Vy Ed / VRd < 1	0,037674 OK

Verifica Vz	
Vz Ed / VRd < 1	0,05552 OK

Verifica N - My - Mz	
N+ (My+Mz) < 1	0,869969 OK

$$\left( \frac{N_{Ed}}{\omega_0 N_{Rd}} \right)^{\psi} + \left[ \left( \frac{M_{y,Ed}}{\omega_0 M_{y,Rd}} \right)^{1,7} + \left( \frac{M_{z,Ed}}{\omega_0 M_{z,Rd}} \right)^{1,7} \right]^{0,6} \leq 1,00$$

**GUIDE - UTILIZZO DEL FOGLIO:**

**INPUT:**  
fo, fu - resistenze Elastica e Ultima Alluminio  
γm1, γm2- coeff. di sicurezza  
N - Axial Load - Compression - Sforzo Normale  
Ty - Shear along Y - Taglio parallelo a Y  
Tz - Shear along Z - Taglio parallelo a Z  
My - Bending around Y - Momento a Y  
Mz - Bending around Z - Momento a Z

**OUTPUT:**  
Classe - Class Section (1,2,3, or 4)  
ρc - Reduction Factor  
Nc,Rd - Cmpression Resistance  
Vrd,y - Shear Resistance Y  
Vrd,z - Shear Resistance Z  
McRd,y - Bending Resistance Y  
McRd,z - Bending Resistance Z

Weff,y Effective Elastic Modulus Y  
Weff,z Effective Elastic Modulus Z

Verifica: Soll / Resist < 1 -> OK  
Soll / Resist > 1 -> KO

EC9 -Tab. 6.2

	β <sub>1</sub> / ε	β <sub>2</sub> / ε	β <sub>3</sub> / ε
Class A	11	16	22
Class B	13	16,5	18

Classe A o B a seconda del Materiale  
Vedere EC9 tab 3.2 colonna BC. (Buckling Class)

$W_{eff,y}$	44,16204502	cm <sup>3</sup>
$W_{eff,z}$	44,16204502	cm <sup>3</sup>
$McRd,y$	86316,72436	Kg*cm
$McRd,z$	86316,72436	Kg*cm

Verifica N<1      **0,046160085** OK  
 Verifica Vy<1    **0,037674393** OK  
 Verifica Vz<1    **0,055520158** OK  
 Verifica (N+M)<1    **0,86996873** OK      vedi EC9 6.2.9.2

$\rho_c$	$\beta < \beta_3 \rightarrow$ Class 1, 2, 3	Vedi EC9 - 6.1.5
$\rho_c$ 0,685099	$\beta > \beta_3 \rightarrow$ Class 4	

$W_{eff}$	Mod. Elastico calcolato con spess. ridotto da $\rho_c$
-----------	--

### 6.2.4 Compression

(1)P The design value of the axial compression force  $N_{Ed}$  shall satisfy:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1,0 \quad (6.20)$$

(2) The design resistance for uniform compression  $N_{c,Rd}$  should be taken as the lesser of  $N_{u,Rd}$  and  $N_{c,Rd}$  where :

a) in sections with unfilled holes       $N_{u,Rd} = A_{net} f_u / \gamma_{M2}$       (6.21)

b) other sections       $N_{c,Rd} = A_{eff} f_o / \gamma_{M1}$       (6.22)

in which:

$A_{net}$  is the net section area, with deductions for unfilled holes and HAZ softening if necessary. See 6.2.2.2. For holes located in reduced thickness regions the deduction may be based on the reduced thickness, instead of the full thickness.

$A_{eff}$  is the effective section area based on reduced thickness allowing for local buckling and HAZ softening but ignoring unfilled holes.

### 6.2.6 Shear

(1)P The design value of the shear force  $V_{Ed}$  at each cross-section shall satisfy:

$$\frac{V_{Ed}}{V_{Rd}} \leq 1,0$$

$$V_{Rd} = A_v \frac{f_o}{\sqrt{3} \gamma_{M1}} \quad (6.29)$$

where  $A_v$  is the shear area, taken as:

a) For sections containing shear webs

$$A_v = \sum_{i=1}^n [(h_w - \sum d)(t_w)_i - (1 - \rho_{o,haaz})b_{haaz}(t_w)_i] \quad (6.30)$$

where:

$h_w$  is the depth of the web between flanges.

$b_{haaz}$  is the total depth of HAZ material occurring between the clear depth of the web between flanges. For sections with no welds,  $\rho_{o,haaz} = 1$ . If the HAZ extends the entire depth of the web

panel  $b_{haaz} = h_w - \sum d$

$t_w$  is the web thickness

**Aluminium Hollow Section - Extrude Tube - no weld**

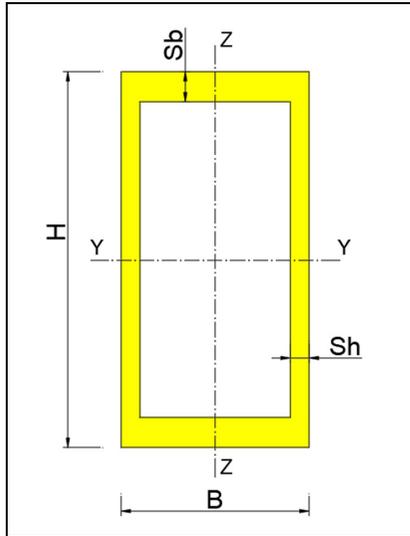
N - mm  Kg - cm

Input	
Alluminiumm	Class A
fo	2150 Kg/cm <sup>2</sup>
fu	1954,545455 Kg/cm <sup>2</sup>
γ/m1	1,1
γ/m2	1,25
Geometry	
B	6 cm
H	26 cm
Sb	0,3 cm
Sh	0,3 cm
Loads	
N	234 Kg
Ty	237 Kg
Tz	0 Kg
My	73100 Kg*cm
Mz	0 Kg*cm

Verifica Sezione

Output - Risultati

Area	18,84 cm <sup>2</sup>
Iy	1413,8212 cm <sup>4</sup>
Iz	134,7012 cm <sup>4</sup>
Wy	108,7554769 cm <sup>3</sup>
Wz	44,9004 cm <sup>3</sup>
Wpl,y	143,034 mm <sup>3</sup>
Wpl,z	48,834 mm <sup>3</sup>



Reset OutPut

Spessori-Inerzie

Classificazione Sezione	
Classe	4

Fattore di riduzione	
ρc	0,37187082

Aeff	7,01 cm <sup>2</sup>
Avy	3,24 cm <sup>2</sup>
Avz	15,24 cm <sup>2</sup>

Sollecitazioni Resistenti	
Nc,Rd	13693,63586 Kg
VRd,y	4392,4761 Kg
VRd,z	20660,9061 Kg

Weff,y	41,75144875 cm <sup>3</sup>
Weff,z	17,95925841 cm <sup>3</sup>
McRd,y	81605,10438 Kg*cm
McRd,z	35102,1869 Kg*cm

Classificazione Sezione	
Classe	4

Fattore di riduzione	
ρc	0,37187082

Aeff	7,01 cm <sup>2</sup>
Avy	3,24 cm <sup>2</sup>
Avz	15,24 cm <sup>2</sup>

Sollecitazioni Resistenti	
Nc,Rd	13693,63586 Kg
VRd,y	4392,4761 Kg
VRd,z	20660,9061 Kg

Coefficienti e Parametri	
--------------------------	--

β <sup>H</sup>	84,66667
β <sup>B</sup>	18
β	84,66667

ε	1,078328
---	----------

	β <sub>1</sub>	β <sub>2</sub>	β <sub>3</sub>
Class A	11,86161	17,25324	23,72321
Class B			

β < β <sub>1</sub>	→ Class 1
β <sub>1</sub> < β < β <sub>2</sub>	→ Class 2
β <sub>2</sub> < β < β <sub>3</sub>	→ Class 3
β > β <sub>3</sub>	→ Class 4

VERIFICHE

Verifica N	
N Ed / Nc,Rd < 1	0,017088 OK

Verifica Vy	
Vy Ed / VRd < 1	0,053956 OK

Verifica Vz	
Vz Ed / VRd < 1	0 OK

Verifica N - My - Mz	
N+ (My+Mz) < 1	0,898848 OK

$$\left( \frac{N_{Ed}}{\omega_0 N_{Rd}} \right)^{\psi} + \left[ \left( \frac{M_{y,Ed}}{\omega_0 M_{y,Rd}} \right)^{1,7} + \left( \frac{M_{z,Ed}}{\omega_0 M_{z,Rd}} \right)^{1,7} \right]^{0,6} \leq 1,00$$

GUIDE - UTILIZZO DEL FOGLIO:

**INPUT:**  
fo, fu - resistenze Elastica e Ultima Alluminio  
γm1, γm2- coeff. di sicurezza  
N - Axial Load - Compression - Sforzo Normale  
Ty - Shear along Y - Taglio parallelo a Y  
Tz - Shear along Z - Taglio parallelo a Z  
My - Bending around Y - Momento a Y  
Mz - Bending around Z - Momento a Z

**OUTPUT:**  
Classe - Class Section (1,2,3, or 4)  
ρc - Reduction Factor  
Nc,Rd - Cmpression Resistance  
Vrd,y - Shear Resistance Y  
Vrd,z - Shear Resistance Z  
McRd,y - Bending Resistance Y  
McRd,z - Bending Resistance Z

Weff,y Effective Elastic Modulus Y  
Weff,z Effective Elastic Modulus Z

Verifica: Soll / Resist < 1 -> OK  
Soll / Resist > 1 -> KO

EC9 -Tab. 6.2

	β <sub>1</sub> / ε	β <sub>2</sub> / ε	β <sub>3</sub> / ε
Class A	11	16	22
Class B	13	16,5	18

Classe A o B a seconda del Materiale  
Vedere EC9 tab 3.2 colonna BC. (Buckling Class)

$W_{eff,y}$	41,75144875	cm <sup>3</sup>
$W_{eff,z}$	17,95925841	cm <sup>3</sup>
$McRd,y$	81605,10438	Kg*cm
$McRd,z$	35102,1869	Kg*cm

Verifica N<1            **0,01708823** OK  
 Verifica Vy<1        **0,0539559** OK  
 Verifica Vz<1        **0** OK  
 Verifica (N+M)<1    **0,898848499** OK      vedi EC9 6.2.9.2

$\rho_c$	$\beta < \beta_3 \rightarrow$ Class 1, 2, 3	Vedi EC9 - 6.1.5
$\rho_c$	0,371871 $\beta > \beta_3 \rightarrow$ Class 4	

$W_{eff}$	Mod. Elastico calcolato con spess. ridotto da $\rho_c$
-----------	--

### 6.2.4 Compression

(1)P The design value of the axial compression force  $N_{Ed}$  shall satisfy:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1,0 \quad (6.20)$$

(2) The design resistance for uniform compression  $N_{c,Rd}$  should be taken as the lesser of  $N_{u,Rd}$  and  $N_{c,Rd}$  where :

a) in sections with unfilled holes  $N_{u,Rd} = A_{net} f_u / \gamma_{M2}$  (6.21)

b) other sections  $N_{c,Rd} = A_{eff} f_o / \gamma_{M1}$  (6.22)

in which:

$A_{net}$  is the net section area, with deductions for unfilled holes and HAZ softening if necessary. See 6.2.2.2. For holes located in reduced thickness regions the deduction may be based on the reduced thickness, instead of the full thickness.

$A_{eff}$  is the effective section area based on reduced thickness allowing for local buckling and HAZ softening but ignoring unfilled holes.

### 6.2.6 Shear

(1)P The design value of the shear force  $V_{Ed}$  at each cross-section shall satisfy:

$$\frac{V_{Ed}}{V_{Rd}} \leq 1,0$$

$$V_{Rd} = A_v \frac{f_o}{\sqrt{3} \gamma_{M1}} \quad (6.29)$$

where  $A_v$  is the shear area, taken as:

a) For sections containing shear webs

$$A_v = \sum_{i=1}^n [(h_w - \sum d)(t_w)_i - (1 - \rho_{o,haz}) b_{haz} (t_w)_i] \quad (6.30)$$

where:

$h_w$  is the depth of the web between flanges.

$b_{haz}$  is the total depth of HAZ material occurring between the clear depth of the web between flanges. For sections with no welds,  $\rho_{o,haz} = 1$ . If the HAZ extends the entire depth of the web

panel  $b_{haz} = h_w - \sum d$

$t_w$  is the web thickness

**Aluminium Hollow Section - Extrude Tube - no weld**

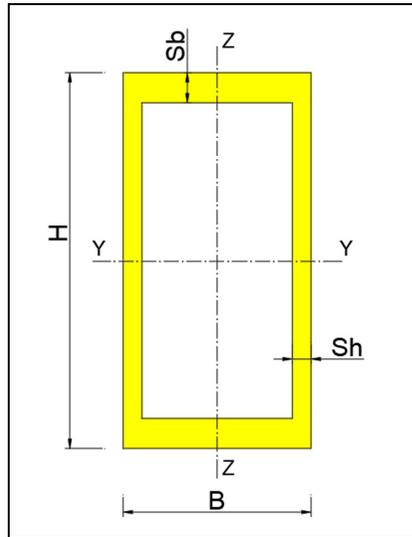
N - mm    Kg - cm

Input	
Alluminiumm	Class A
fo	2150 Kg/cm <sup>2</sup>
fu	1954,545455 Kg/cm <sup>2</sup>
γ/m1	1,1
γ/m2	1,25
Geometry	
B	5,2 cm
H	8 cm
Sb	0,3 cm
Sh	0,3 cm
Loads	
N	0 Kg
Ty	120 Kg
Tz	0 Kg
My	12000 Kg*cm
Mz	0 Kg*cm

Verifica Sezione

**Output - Risultati**

Area	7,56 cm <sup>2</sup>
Iy	66,5308 cm <sup>4</sup>
Iz	33,7148 cm <sup>4</sup>
Wy	16,6327 cm <sup>3</sup>
Wz	12,96723077 cm <sup>3</sup>
Wpl,y	20,226 mm <sup>3</sup>
Wpl,z	14,934 mm <sup>3</sup>



Reset OutPut

Spessori-Inerzie

Classificazione Sezione	
Classe	4

Fattore di riduzione	
ρc	0,978472357

Aeff	7,4 cm <sup>2</sup>
Avy	2,76 cm <sup>2</sup>
Avz	4,44 cm <sup>2</sup>

Sollecitazioni Resistenti	
Nc,Rd	14458,26336 Kg
VRd,y	3741,7389 Kg
VRd,z	6019,3191 Kg

Weff,y	16,31937661 cm <sup>3</sup>
Weff,z	12,73157324 cm <sup>3</sup>
McRd,y	31896,96337 Kg*cm
McRd,z	24884,4386 Kg*cm

Classificazione Sezione	
Classe	4

Fattore di riduzione	
ρc	0,978472357

Aeff	7,4 cm <sup>2</sup>
Avy	2,76 cm <sup>2</sup>
Avz	4,44 cm <sup>2</sup>

Sollecitazioni Resistenti	
Nc,Rd	14458,26336 Kg
VRd,y	3741,7389 Kg
VRd,z	6019,3191 Kg

**Coefficienti e Parametri**

β <sup>H</sup>	24,66667
β <sup>B</sup>	15,33333
β	24,66667

ε	1,078328
---	----------

	β <sub>1</sub>	β <sub>2</sub>	β <sub>3</sub>
Class A	11,86161	17,25324	23,72321
Class B			

β < β <sub>1</sub>	→ Class 1
β <sub>1</sub> < β < β <sub>2</sub>	→ Class 2
β <sub>2</sub> < β < β <sub>3</sub>	→ Class 3
β > β <sub>3</sub>	→ Class 4

**VERIFICHE**

Verifica N	
N Ed / Nc,Rd < 1	0 OK

Verifica Vy	
Vy Ed / VRd < 1	0,032071 OK

Verifica Vz	
Vz Ed / VRd < 1	0 OK

Verifica N - My - Mz	
N+ (My+Mz) < 1	0,368927 OK

$$\left( \frac{N_{Ed}}{\omega_0 N_{Rd}} \right)^{\psi} + \left[ \left( \frac{M_{y,Ed}}{\omega_0 M_{y,Rd}} \right)^{1,7} + \left( \frac{M_{z,Ed}}{\omega_0 M_{z,Rd}} \right)^{1,7} \right]^{0,6} \leq 1,00$$

**GUIDE - UTILIZZO DEL FOGLIO:**

**INPUT:**  
fo, fu - resistenze Elastica e Ultima Alluminio  
γm1, γm2- coeff. di sicurezza  
N - Axial Load - Compression - Sforzo Normale  
Ty - Shear along Y - Taglio parallelo a Y  
Tz - Shear along Z - Taglio parallelo a Z  
My - Bending around Y - Momento a Y  
Mz - Bending around Z - Momento a Z

**OUTPUT:**  
Classe - Class Section (1,2,3, or 4)  
ρc - Reduction Factor  
Nc,Rd - Cmpression Resistance  
Vrd,y - Shear Resistance Y  
Vrd,z - Shear Resistance Z  
McRd,y - Bending Resistance Y  
McRd,z - Bending Resistance Z

Weff,y Effective Elastic Modulus Y  
Weff,z Effective Elastic Modulus Z

Verifica: Soll / Resist < 1 -> OK  
Soll / Resist > 1 -> KO

EC9 -Tab. 6.2

	β <sub>1</sub> / ε	β <sub>2</sub> / ε	β <sub>3</sub> / ε
Class A	11	16	22
Class B	13	16,5	18

Classe A o B a seconda del Materiale  
Vedere EC9 tab 3.2 colonna BC. (Buckling Class)



#### **4. GAZEBO OTTAGONALE LIGNEO**

Trattasi di una struttura lignea ideale per proteggersi dal sole e dalla pioggia o attività scolastica all'aperto e quant'altro attività come relax, picnic, parchi giochi e socializzazione all'aperto. Il gazebo ha sezione ottagonale diametro 490cm ed altezza sotto trave 4.20ml.

E' composto da 8 pilastri ciascuno composto da due elementi verticali lignei sezione 9x9 ed è tutta realizzata in legno lamellare BS11/GLH24.

I pilastri sono collegati in testa da puntoni inclinati sezione 7x14 e travi di banchina a quota gronda formate con listoni 4.5x11.50.

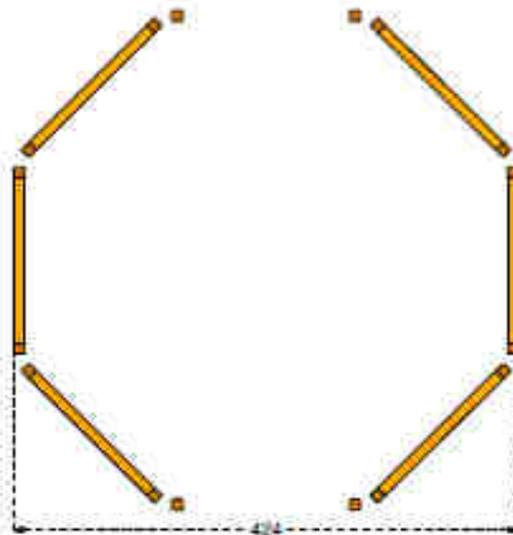
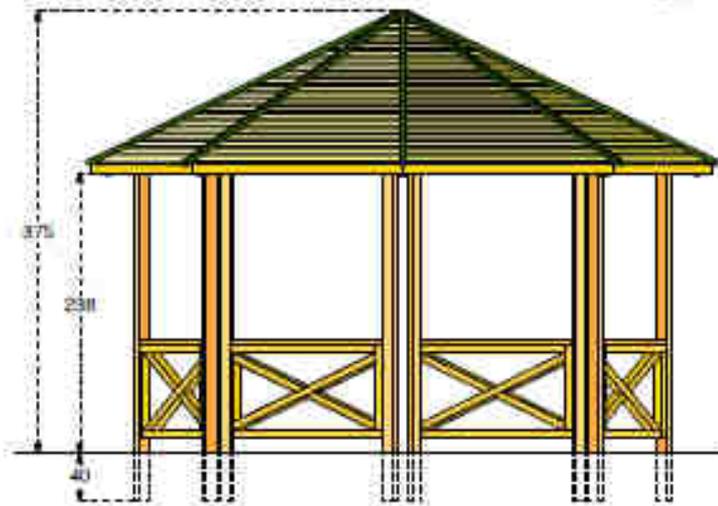
Alla base il gazebo ha un pavimento ligneo formato da listoni 3.5x14 appoggiati su megatelli 11.5x4.5.

La fondazione del gazebo è realizzata mediante platea gettata in opera opportunamente dimensionata. Gli elementi verticali del gazebo sono vincolati alla platea di base mediante piastre di ancoraggio metalliche a U come da dettaglio esecutivo allegato.

Internamente al gazebo sono fornite anche delle sedute anche queste lignee con relativo telaio di appoggio.

I nodi di collegamento tra gli elementi lignei sono realizzati mediante piastre metalliche a scomparsa e bulloni passanti.

Cod. 011197 GAZEBO OTTAGONALE YOUNG  
LEGNOLANDIA Rev. 0



#### 4.1 RELAZIONE DI CALCOLO GAZEBO OTTAGONALE

Dal punto di vista strutturale l'intervento si configura come nuova costruzione ai sensi delle NTC 2018.

Il manufatto è stato dimensionato considerando la sovrastruttura incastrata alla base e sollecitata da vento, neve e sisma nelle combinazioni di carico previste dalla normativa.

Le sollecitazioni ricavate poi dalla verifica dinamica della sovrastruttura sono state poi applicate alla platea sottostante per il dimensionamento della stessa e per la verifica della portanza del terreno.

La sovrastruttura è stata dimensionata mediante l'ausilio di un modellatore strutturale Modest e sono stati sulla stessa applicati i carichi neve e vento come da normativa vigente.

Ipotesi progettuali comuni a tutti i manufatti dimensionati sono:

- $q=1$
- Classe III: Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi - SCUOLE

##### Simbologia

TCC = Tipo di combinazione di carico

SLU = Stato limite ultimo

SLU S = Stato limite ultimo (azione sismica)

SLE R = Stato limite d'esercizio, combinazione rara

SLE F = Stato limite d'esercizio, combinazione frequente

SLE Q = Stato limite d'esercizio, combinazione quasi permanente

SLD = Stato limite di danno

SLV = Stato limite di salvaguardia della vita

SLC = Stato limite di prevenzione del collasso

SLO = Stato limite di operatività

$A_g$  = 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

TCC	$A_g$	FO	TC*
SLO	0.5491	2.57	0.26
SLD	0.6606	2.58	0.27
SLV	1.5270	2.40	0.31

- Tipo di opera: Opera ordinaria

- Vita nominale  $V_N$ : 50.00

- Classe d'uso: classe III

- SL Esercizio: SLO-Pvr 81.00, SLD-Pvr 63.00

- SL Ultimi: SLV-Pvr 10.00, SLC-Pvr no

- Classe di duttilità: classe B

- Quota di riferimento: 0.00 <m>

- Altezza della struttura: 3.75 <m>

- Numero piani edificio: 1

- Coefficiente  $\theta$ : 0

- Edificio regolare in altezza: si

- Edificio regolare in pianta: si

- Forze orizzontali convenzionali per stati limite non sismici: 1.00%
- Categoria del suolo di fondazione: B
- Tipologia edificio: legno a portali iperstatici in classe B

Coeff. $C_1$	0.05
Periodo $T_1$	0.1347
	4
Coeff. $\lambda$ SLO	1.00
Coeff. $\lambda$ SLD	1.00
Coeff. $\lambda$ SLV	1.00
Rapporto di sovrarresistenza ( $\alpha_u/\alpha_1$ )	--
Fattore riduttivo ( $K_w$ )	1.00
Fattore di struttura ( $q$ )	1.00

- Categoria topografica: T1 - Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media  $i \leq 15^\circ$
- Coeff. amplificazione topografica: 1.00
- Fattore di struttura per sisma verticale ( $q_v$ ): 1.50
- Modi da calcolare: 3
- Modi da considerare: tali da movimentare una percentuale di massa pari a 85.00%
- Smorzamento spettro: 5.00

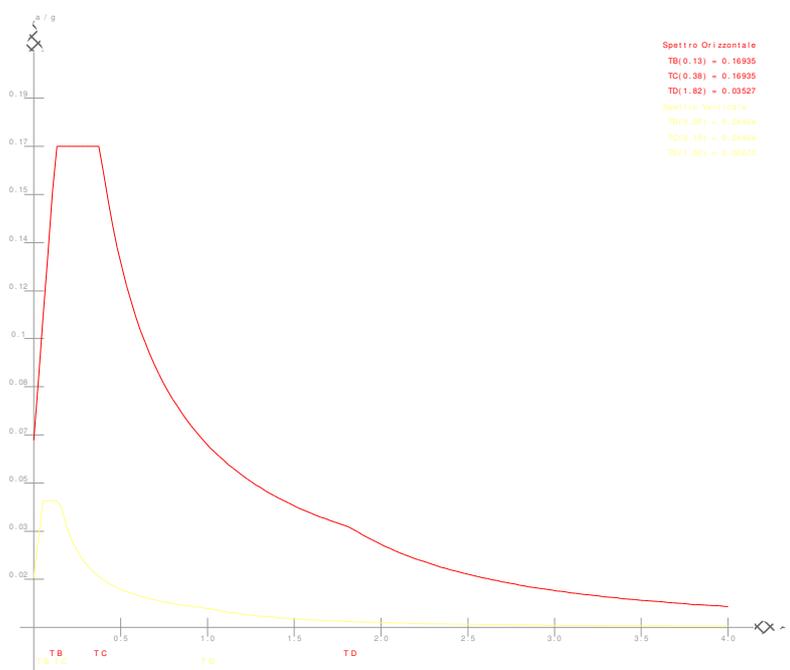
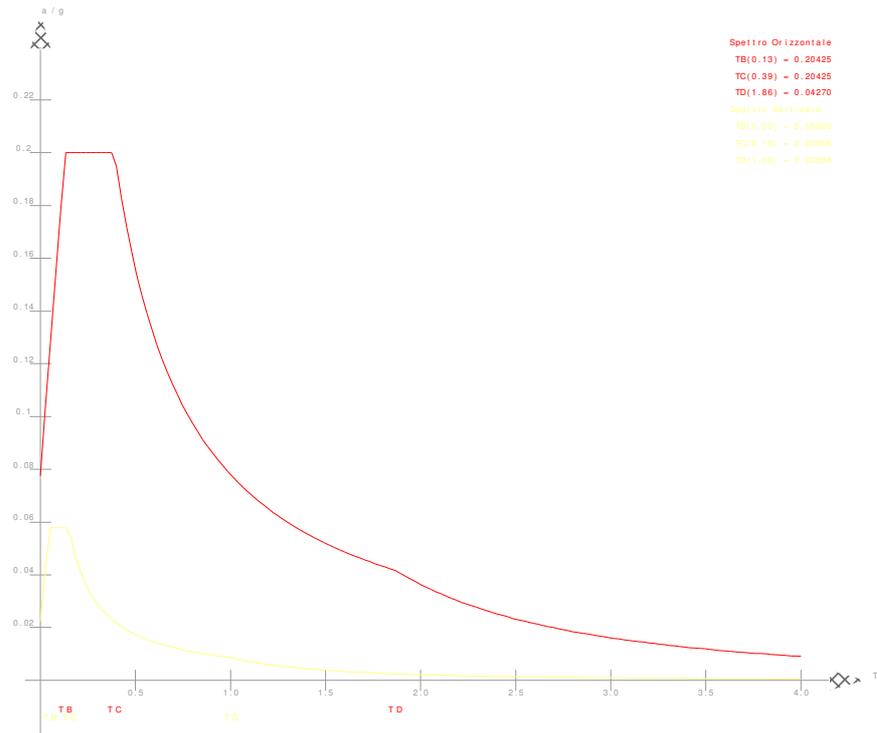
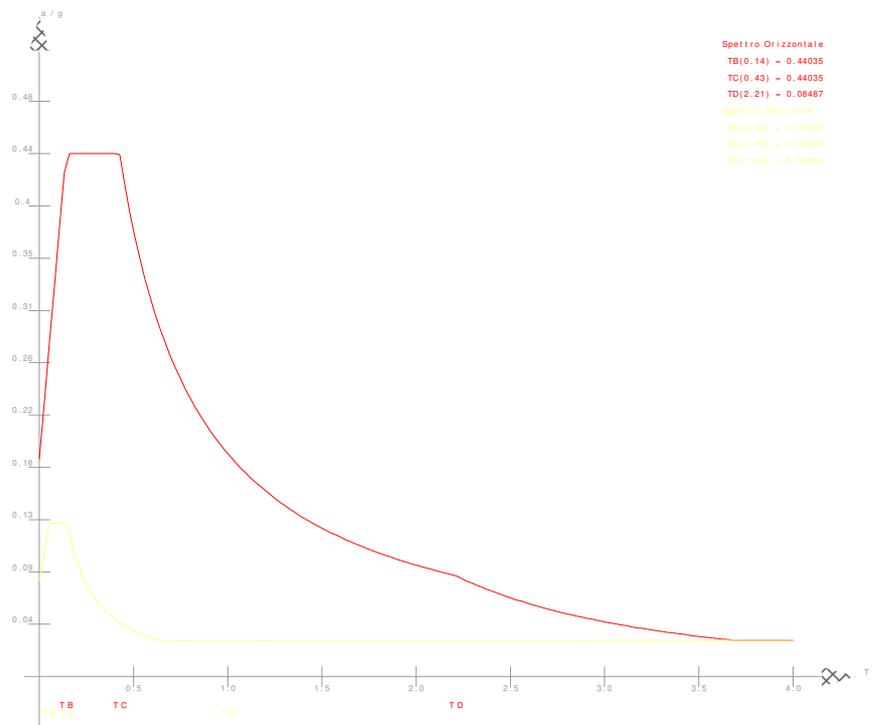


Figura numero 1: Spettro allo SLO

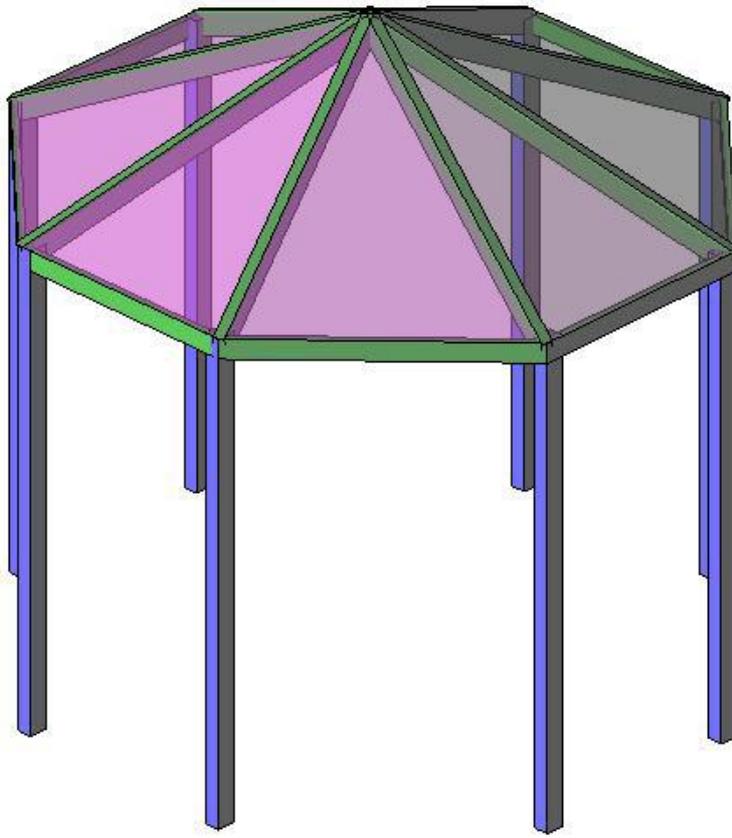


**Figura numero 2: Spettro allo SLD**



**Figura numero 3: Spettro allo SLV**

- Angolo di ingresso del sisma: 0.00 <grad>



## 4.2 RELAZIONE SUI MATERIALI

### Acciaio per c.a. in barre ad aderenza migliorata:

Tensione di snervamento:

**B450C**

$$f_{yk} \geq 4500 \text{ Kg/cm}^2$$

### Conglomerato cementizio armato per strutture di fondazione:

**C28/35**

Classe di consistenza S4,

Dimensione max inerte < 24 mm

Resistenza di progetto a compressione:

$$f_{cd} = 158.7 \text{ Kg/cm}^2$$

Resistenza di progetto a trazione:

$$f_{ctd} = 12.9 \text{ Kg/cm}^2$$

Classe di esposizione XC2

Da tabella 4.1.III delle NTC condizioni ambientali ordinarie:

copriferro  $\geq 25$  mm

### Acciaio da carpenteria

Tutti gli elementi dovranno avere un modulo di elasticità non inferiore a 206000 N/mmq.

### Profilati, larghi piatti, barre e lamiere

**Acciaio tipo S 235** con le seguenti caratteristiche:

Tensione caratteristica di snervamento

$\geq 235$  N/mmq

Tensione di rottura a trazione

$\geq 390$  N/mmq

Allungamento percentuale a rottura per lamiere

$\geq 24\%$

Allungamento percentuale a rottura per barre, laminati, profilati e larghi piatti

$\geq 26\%$

### Bulloneria

Classe 4.6

### LEGNO LAMELLARE

Valori caratteristici delle proprietà di resistenza e rigidità espressi in N/mm<sup>2</sup> e delle masse volumiche in kg/m<sup>3</sup>.

Classe di resistenza del legno lamellare		GL 24h	GL 28c	GL 32c
Resistenza alla flessione	$f_{m,g,k}$	24	28	36
Resistenza alla trazione	$f_{t,0,g,k}$	16,5	16,5	19
	$f_{t,90,g,k}$		0,5	
Resistenza alla pressione	$f_{c,0,g,k}$	24	24	26,5
	$f_{c,90,g,k}$	2,7	2,7	3,0
Resistenza al taglio	$f_{v,g,k}^a)$		2,5	
Modulo di elasticità	$E_{0,g,mean}^c)$	11.600	12.600	13.700
	$E_{90,g,mean}^c)$	390	390	420
Modulo di taglio	$G_{g,mean}^{b)c)}$	720	720	780
Masse volumiche	$\rho_{g,k}$	380	380	410

a) La resistenza caratteristica al taglio perpendicolare alla fibratura  $f_{g,R,k}$  può essere calcolata per tutte le classi di resistenza a  $1,0 \text{ N/mm}^2$ .  
 b) Il modulo di taglio relativo alla sollecitazione del taglio perpendicolare alla fibratura dev'essere assunto con  $G_{g,R,k} = 0,10 G_{g,mean}$   
 c) Per i valori caratteristici di riferimento di rigidità  $E_{g,0.05}$ ;  $E_{g,90,0.05}$  e  $G_{g,0.05}$  valgono i valori di calcolo  $E_{g,0.05} = 5/6 E_{g,0,mean}$ ;  $E_{g,90,0.05} = 5/6 E_{g,90,mean}$ ;  $G_{g,0.05} = 5/6 G_{g,mean}$

DIN 1052-1/A1: 1996-10	DIN 1052: 2008-10
BS 11	GL 24h1) GL 24c2)
BS 14	GL 28h1) GL 28c2)
BS 16	GL 32h1) GL 32c2)
BS 18	GL 36h1) GL 36c2)
1) h = struttura omogenea 2) c = struttura combinata	

### 4.3 RELAZIONE DI FONDAZIONE

Di seguito si procede al calcolo della tensione trasmessa dalla struttura astiforme a alla platea di fondazione.

Dall'analisi delle reazioni vincolari alla base di ciascun elemento portante verticale si procede al dimensionamento della platea di fondazione ed al calcolo della tensione massima trasmessa da questa al terreno sottostante.

Si è proceduto ad una doppia verifica: la verifica STRU della platea e la verifica GEO con la quale si è ricavato il valore del carico massimo sul terreno da confrontare con il carico limite indicato nella relazione geologico-tecnica allegata alla presente pratica.

### Reazioni vincolari

#### Simbologia

Nodo	=	Numero del nodo
Rx	=	Reazione vincolare (forza) in dir. X
CC	=	Numero della combinazione delle condizioni di carico elementari
Ry	=	Reazione vincolare (forza) in dir. Y
Rz	=	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	Rx <kg>	CC	Ry <kg>	CC	Rz <kg>	CC	Mx <kgm>	CC	My <kgm>	CC	Mz <kgm>	CC
1 Max	5.51	1	55.88	16	128.79	7	-2.04	7	7.12	1	0.01	7
1 Min.	-30.42	13	4.25	7	-45.00	15	-20.18	16	-44.48	13	-5.45	13
2 Max	1.83	1	26.05	16	128.79	7	31.66	15	3.62	1	0.01	7

2 Min.	-29.22	13	4.25	7	-27.94	15	-12.70	7	-43.28	13	-5.95	13
3 Max	8.92	1	78.76	16	125.04	1	2.75	7	10.38	1	0.00	7
3 Min.	-11.01	13	-0.78	7	17.36	17	-56.37	16	-18.20	13	-5.61	16
4 Max	-2.17	1	6.72	7	125.04	1	166.74	15	-0.16	1	0.02	7
4 Min.	-13.79	13	-192.03	15	28.34	18	-8.68	7	-20.54	13	-5.82	15
<b>5 Max</b>	<b>24.41</b>	<b>14</b>	<b>71.19</b>	<b>16</b>	<b>226.59</b>	<b>14</b>	<b>7.96</b>	<b>7</b>	<b>27.38</b>	<b>14</b>	<b>0.05</b>	<b>1</b>
5 Min.	2.43	1	-6.23	7	115.11	1	-49.44	16	0.39	1	-5.62	14
6 Max	9.99	14	1.35	7	125.18	1	163.16	15	14.26	14	-0.02	1
6 Min.	-9.17	1	-188.26	15	31.73	18	-3.58	7	-10.63	1	-6.09	14
7 Max	24.08	14	-4.77	7	131.01	7	86.52	15	36.16	14	0.04	1
7 Min.	-1.50	1	-140.71	15	26.78	20	2.23	7	-3.35	1	-6.30	14
8 Max	25.96	14	-4.77	7	131.01	7	126.17	15	37.98	14	0.00	1
8 Min.	-5.93	1	-164.48	15	-8.70	16	2.23	7	-7.55	1	-6.08	14

### VERIFICA GEO DELLA PLATEA

<b>PLATEA</b>					
<b>GEOMETRIA</b>					
Dimensioni	(cm)	<b>bx</b>	<b>by</b>	<b>Bx</b>	<b>By</b>
		18	18	30	30
H	(cm)	20			
copriferro	(cm)	3			
d	(cm)	<b>17</b>			
<b>SOLLECITAZIONI - MATERIALI</b>					
Azioni agenti SLU (KN-KNm)		<b>Nsd</b>	<b>Msd<sub>x</sub></b>	<b>Msd<sub>y</sub></b>	
		3	0,08	0,3	
<b>PRESSIONI</b>					
Pressioni sul terreno	MPa	<b><math>\sigma_1</math></b>	<b><math>\sigma_2</math></b>	<b><math>\sigma_3</math></b>	<b><math>\sigma_4</math></b>
		<b>0,111</b>	<b>-0,039</b>	<b>0,071</b>	<b>-0,079</b>

### CAPACITA' PORTANTE - METODO DI TERZAGHI GENERALIZZATO

APPROCCIO 2 (A1 + M1 + R3)

azioni incrementate, parametrici geotecnici invariati, resistenze ridotte

GammaG1 (*)	1,3	gammaM
GammaG2 (*)	1,5	gammaR
GammaQ (*)	1,5	Kh sismico

### VERIFICA ALLO SLU DI TIPO GEOTECNICO

#### CALCOLO DEL CARICO LIMITE INSIEME FONDAZIONE-TERRENO

##### Dati terreno

angolo d'attrito fi	gradi	26
peso specifico 1	t/mc	1,70
peso specifico 2	t/mc	1,80
coesione c'	t/mq	0,00
inclinazione del pendio	gradi	0 ok

profondità della falda dw	m	100
tipo di terreno	C/A	PD
<b>Geometria fondazione</b>		
profondità di posa D	m	0,40
base B	m	1,00
lunghezza L (L>B)	m	1,00
eccentricità Eb	m	0,00
eccentricità Ei	m	0,00
inclinazione del carico effettiva	gradi	0,00
<b>Dati di calcolo</b>		
inclinazione del carico sismica	gradi	3,60
inclinazione del carico totale	gradi	3,60487
B" (= B o B')	m	1
L" (= L o L')	m	1
c" (= c o c*)	t/mq	0,00
fi" (= fi o fi*)	gradi	26
Nq		11,85
Ng		12,54
Nc		22,25
fq		1,487
fg		0,600
fc		1,533
iq		0,960
ig		0,861
ic		0,960
eq		1,000
eg		1,000
ec		1,000
<b>Risultati</b>		
qlim	t/mq	17
gammaR		1,00
qRd	t/mq	17
kwinkler	DaN/cm3	0,69

La verifica Geo della platea risulta soddisfatta in quanto  $0.11 < 1.7$  MPa.

#### VERIFICA STRU DELLA PLATEA

Si considera una sezione della platea 40x40x20 in corrispondenza della quale vengono trasmesse le reazioni vincolari dei pilastri e si procede alla verifica geo della sezione

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2018 ?

Titolo : \_\_\_\_\_

N° strati barre  Zoom

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	40	20	1	3,93	3
			2	3,93	17

**Tipo Sezione**  
 Rettan.re  Trapezi  
 a T  Circolare  
 Rettangoli  Coord.  
 DXF

**Sollecitazioni**  
 S.L.U.  Metodo n

N<sub>Ed</sub>  0 kN  
 M<sub>xEd</sub>  0 kNm  
 M<sub>yEd</sub>  0

**P.to applicazione N**  
 Centro  Baricentro cls  
 Coord.[cm] xN  yN

**Tipo rottura**  
 Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

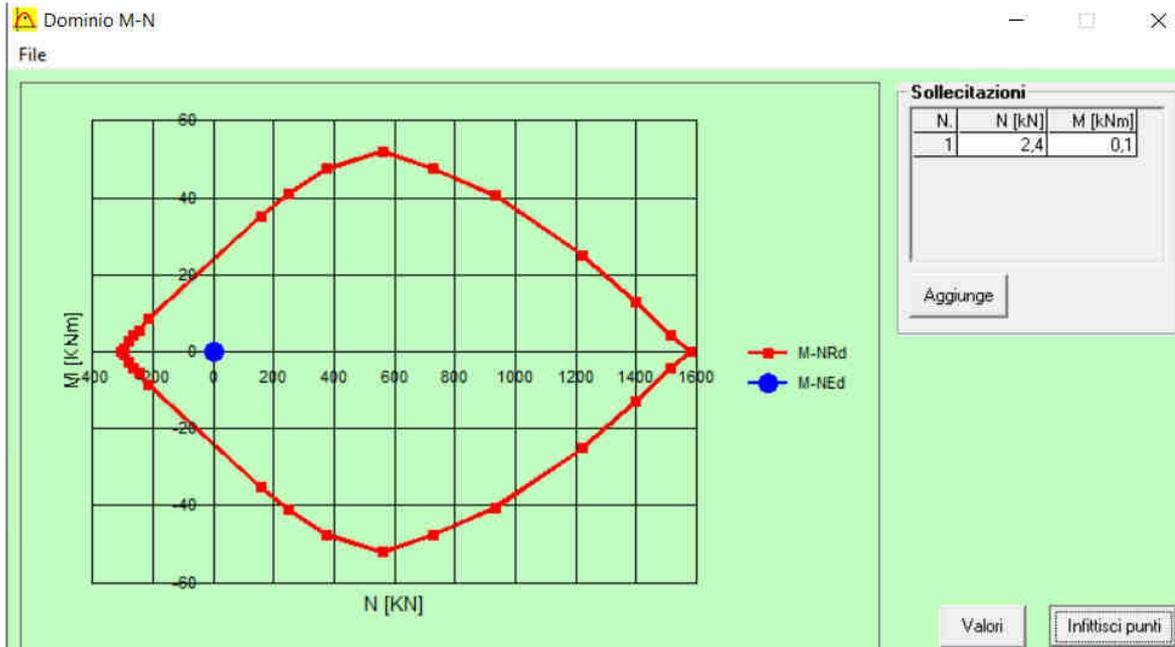
**Metodo di calcolo**  
 S.L.U.+  S.L.U.-  
 Metodo n

**Tipo flessione**  
 Retta  Deviata

**Materiali**  
 B450C C28/35  
 ε<sub>su</sub>  ‰ ε<sub>c2</sub>  ‰  
 f<sub>yd</sub>  N/mm² ε<sub>cu</sub>  ‰  
 E<sub>s</sub>  N/mm² f<sub>cd</sub>  ‰  
 E<sub>s</sub>/E<sub>c</sub>  f<sub>cc</sub>/f<sub>cd</sub>  ?  
 ε<sub>syd</sub>  ‰ σ<sub>c,adm</sub>   
 σ<sub>s,adm</sub>  N/mm² τ<sub>co</sub>   
 τ<sub>c1</sub>

M<sub>xRd</sub>  kN m  
 σ<sub>c</sub>  N/mm²  
 σ<sub>s</sub>  N/mm²  
 ε<sub>c</sub>  ‰  
 ε<sub>s</sub>  ‰  
 d  cm  
 x  x/d   
 δ

N° rett.   
 Calcola MRd Dominio M-N  
 L<sub>0</sub>  cm Col. modello  
 M-curvatura  
 Precompresso



#### 4.4 RELAZIONE DI CALCOLO

##### ANALISI DEI CARICHI

L' **ANALISI DEI CARICHI** per la determinazione delle forze statiche agenti sulla struttura in esame è stata effettuata in modo tale da pervenire alle condizioni più gravose nei confronti delle verifiche da effettuare.

I carichi d'esercizio assunti a base dei calcoli, oltre il peso proprio delle strutture portanti ed ai sovraccarichi permanenti conformemente alla destinazione specifica dei locali ed a quelli stabiliti dalle NTC 2018 sono stati i seguenti:

##### CARICHI VERTICALI DISTRIBUITI – STATO di PROGETTO

G+QPS+QPN		25	Kg/mq
VENTO	SOPR	27	Kg/mq
VENTO	SOTT	54	Kg/mq
CARICO NEVE	Qacc	80	Kg/mq

La determinazione delle caratteristiche della sollecitazione provocate nelle strutture è stata effettuata con i **METODI DELLA SCIENZA DELLE COSTRUZIONI**, basati sull'ipotesi dell'elasticità lineare dei materiali e cumulando le condizioni di carico nel modo più sfavorevole.

Tutte le verifiche di resistenza del legno sono state eseguite con l'applicazione del **METODO DEGLI STATI LIMITE** , tenendo conto delle condizioni più gravose possibili di carico.

Le caratteristiche delle azioni sollecitanti ricavate in base alle combinazioni, secondo quanto stabilito al **p.to 2.5.3 del D.M. 17.01.2018** risultano inferiori alle azioni resistenti per tutti gli stati limite previsti dal suddetto decreto

##### SLU - Combinazine fondamentale

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

##### SLE - Combinazine caratteristica (rara) – per tensioni ammissibili

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

##### SLE - Combinazine frequente - reversibili

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

##### SLE - Combinazine quasi permanente – a lungo termine

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

##### SLU – SLE - Combinazine sismica

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

##### SLU - Combinazine eccezionale

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

In carichi sopra definiti, una volta definiti e assegnati, vengono combinati (par. 2.5.3) a seconda della categoria dell'azione variabile, e fattorizzati (par. 2.6) a seconda che l'azione che esercita il carico sulla struttura sia a vantaggio o a svantaggio di sicurezza, come riportato nelle seguenti tabelle.

Categoria/Azione variabile	$\Psi_{0j}$	$\Psi_{1j}$	$\Psi_{2j}$
Categoria A – Ambienti ad uso residenziale	0.7	0.5	0.3
Categoria B – Uffici	0.7	0.5	0.3
Categoria C – Ambienti suscettibili di affollamento	0.7	0.7	0.6
Categoria D – Ambienti d uso commerciale	0.7	0.7	0.6
Categoria E – Biblioteche, archivi, magazzini e ambienti industriali	1.0	0.9	0.8
Categoria F – Rimesse e parcheggi (per autoveicoli di peso $\leq 30$ kN)	0.7	0.7	0.6
Categoria G – Rimesse e parcheggi (per autoveicoli di peso $> 30$ kN)	0.7	0.5	0.3
Categoria H – coperture accessibili per sola manutenzione	0.0	0.0	0.0
Categoria I – coperture praticabili	<i>Da valutarsi caso per caso</i>		
Categoria K – coperture per usi speciali (impianti, eliporti...)	<i>caso</i>		
Vento	0.6	0.2	0.0
Neve (a quota $\leq 1000$ m s.l.m.)	0.5	0.2	0.0
Neve (a quota $> 1000$ m s.l.m.)	0.7	0.5	0.2
Variazioni termiche	0.6	0.5	0.0

**Tab. 2.5.1 – Valori dei coefficienti di combinazione**

		Coefficiente $\gamma_F$	EQU	A1 STR	A2 GEO
Carichi permanenti	favorevoli	$\gamma_{G1}$	0.9	1.0	1.0
	sfavorevoli		1.1	1.3	1.0
Carichi permanenti non strutturali <sup>(1)</sup>	favorevoli	$\gamma_{G2}$	0.8	0.8	0.8
	sfavorevoli		1.5	1.5	1.3
Carichi variabili	favorevoli	$\gamma_{Qj}$	0.0	0.0	0.0
	sfavorevoli		1.5	1.5	1.3
<sup>(1)</sup> per i carichi permanenti non strutturali compiutamente definiti si possono utilizzare gli stessi coefficienti dei carichi permanenti					

**Tab. 2.6.1 – Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni nelle verifiche SLU**

Nel modello strutturale , non avendo considerato la copertura come elemento rigido per la ripartizione dei carichi, le sollecitazioni sono state applicate direttamente sui vari elementi strutturali in funzione della propria area di influenza.

#### 4.5 FASCICOLO DI CALCOLO

Ciascun elemento strutturale ligneo è stato dimensionato considerando le sollecitazioni ricavate dalla risoluzione dello schema statico.

Si riporta di seguito la tabella delle sollecitazioni agenti e la verifica del elementi principali più sollecitati secondo le NTC 2018.

#### Sollecitazioni aste

##### Simbologia

Asta	=	Numero dell'asta
N1	=	Nodo1
N2	=	Nodo2

X	=	Coordinata progressiva rispetto al nodo iniziale
N	=	Sforzo normale
CC	=	Numero della combinazione delle condizioni di carico elementari
Ty	=	Taglio in dir. Y
Mz	=	Momento flettente intorno all'asse Z
Tz	=	Taglio in dir. Z
My	=	Momento flettente intorno all'asse Y
Mx	=	Momento torcente intorno all'asse X

PILASTRI

Asta	N1	N2	X	N	CC	Ty	CC	Mz	CC	Tz	CC	My	CC	Mx	CC
			<cm>	<kg>		<kg>		<kgm>		<kg>		<kgm>		<kgm>	
1	1	101 Max	0.00	45.00	15	55.88	16	-2.04	7	30.42	13	7.12	1	5.45	13
1	1	101 Max	259.65					9.30	21			4.12	21		
1	1	101 Max	268.50	63.15	15	10.89	7	16.54	7	30.42	13	37.19	13	5.45	13
1	1	101 Min	0.00	-128.79	7	4.25	7	-20.18	16	-5.51	1	-44.48	13	-0.01	7
1	1	101 Min	128.08					18.88	13			-5.52	13		
1	1	101 Min	268.50	-114.83	7	-56.93	15	-20.48	15	-5.51	1	-7.67	1	-0.01	7
2	2	102 Max	0.00	27.94	15	26.05	16	31.66	15	29.22	13	3.62	1	5.95	13
2	2	102 Max	220.56					7.23	24			4.58	24		
2	2	102 Max	268.50	46.09	15	10.89	7	16.54	7	29.22	13	35.17	13	5.95	13
2	2	102 Min	0.00	-128.79	7	4.25	7	-12.70	7	-1.83	1	-43.28	13	-0.01	7
2	2	102 Min	58.06					35.52	13			-26.32	13		
2	2	102 Min	268.50	-114.83	7	-86.76	15	-55.31	15	-1.83	1	-1.30	1	-0.01	7
3	3	103 Max	0.00	-17.36	17	78.76	16	2.75	7	11.01	13	10.38	1	5.61	16
3	3	103 Max	188.95					19.41	13			2.61	13		
3	3	103 Max	268.50	0.19	13	6.72	7	9.36	7	11.01	13	11.37	13	5.61	16
3	3	103 Min	0.00	-125.04	1	-0.78	7	-56.37	16	-8.92	1	-18.20	13	-0.00	7
3	3	103 Min	236.22					5.47	22			-7.93	22		
3	3	103 Min	268.50	-111.07	1	-34.60	15	0.65	7	-8.92	1	-13.58	1	-0.00	7
4	4	104 Max	0.00	-28.34	18	6.72	7	166.74	15	13.79	13	-0.16	1	5.82	15
4	4	104 Max	268.50	-14.38	18	30.08	16	9.36	7	13.79	13	16.49	13	5.82	15
4	4	104 Min	0.00	-125.04	1	-192.03	15	-8.68	7	2.17	1	-20.54	13	-0.02	7
4	4	104 Min	268.50	-111.07	1	-0.78	7	-56.88	15	2.17	1	5.67	1	-0.02	7
5	5	105 Max	0.00	-115.11	1	71.19	16	7.96	7	-2.43	1	27.38	14	5.62	14
5	5	105 Max	86.82					1.41	23			1.06	23		
5	5	105 Max	268.50	-101.15	1	1.35	7	0.05	7	-2.43	1	-6.13	1	5.62	14

<b>5</b>	<b>5 105 Min</b>	<b>0.00</b>	<b>-226.59</b>	<b>14</b>	<b>-6.23</b>	<b>7</b>	<b>-49.44</b>	<b>16</b>	<b>-24.41</b>	<b>14</b>	<b>0.39</b>	<b>1</b>	<b>-0.05</b>	<b>1</b>
5	5 105 Min	175.03					13.14	16			-14.93	16		
5	5 105 Min	268.50	-208.44	14	-42.18	15	-9.62	15	-24.41	14	-38.16	14	-0.05	1
6	6 106 Max	0.00	-31.73	18	1.35	7	163.16	15	9.17	1	14.26	14	6.09	14
6	6 106 Max	268.50	-17.76	18	33.86	16	0.05	7	9.17	1	13.99	1	6.09	14
6	6 106 Min	0.00	-125.18	1	-188.26	15	-3.58	7	-9.99	14	-10.63	1	0.02	1
6	6 106 Min	268.50	-111.22	1	-6.23	7	-50.35	15	-9.99	14	-12.56	14	0.02	1
7	7 107 Max	0.00	-26.78	20	-4.77	7	86.52	15	1.50	1	36.16	14	6.30	14
7	7 107 Max	268.50	-12.82	20	80.83	16	5.02	16	1.50	1	0.68	1	6.30	14
7	7 107 Min	0.00	-131.01	7	-140.71	15	2.23	7	-24.08	14	-3.35	1	-0.04	1
7	7 107 Min	268.50	-117.04	7	-11.42	7	-17.76	7	-24.08	14	-28.49	14	-0.04	1
8	8 108 Max	0.00	8.70	16	-4.77	7	126.17	15	5.93	1	37.98	14	6.08	14
8	8 108 Max	268.50	26.85	16	57.06	16	-10.58	7	5.93	1	8.36	1	6.08	14
8	8 108 Min	0.00	-131.01	7	-164.48	15	2.23	7	-25.96	14	-7.55	1	0.00	1
8	8 108 Min	268.50	-117.04	7	-11.42	7	-23.49	15	-25.96	14	-31.72	14	0.00	1

**TRAVI**

Asta	N1	N2	X	N	CC	Ty	CC	Mz	CC	Tz	CC	My	CC	Mx	CC
			<cm>	<kg>		<kg>		<kgm>		<kg>		<kgm>		<kgm>	
101	101	102 Max	10.00	117.33	7	0.03	1	1.80	14	5.13	1	21.11	13	0.01	1
101	101	102 Max	26.69					0.01	7			2.00	7		
101	101	102 Max	150.00	117.33	7	0.03	1	0.02	1	2.23	1	3.73	1	0.01	1
101	101	102 Min	10.00	-105.15	15	-2.43	14	-0.02	1	-29.49	13	-1.47	1	-0.48	14
101	101	102 Min	26.69					-0.01	7			0.68	7		
101	101	102 Min	150.00	-105.15	15	-2.43	14	-1.60	14	-33.26	13	-22.82	13	-0.48	14
102	107	108 Max	10.00	111.44	7	0.02	1	1.02	13	30.38	14	4.17	1	0.01	1
102	107	108 Max	134.58					0.01	7			2.36	7		
102	107	108 Max	150.00	111.44	7	0.02	1	0.02	1	26.61	14	18.80	14	0.01	1
102	107	108 Min	10.00	-99.96	16	-1.52	13	-0.01	1	-2.41	1	-21.09	14	-0.73	13
102	107	108 Min	134.58					0.00	7			0.93	7		
102	107	108 Min	150.00	-99.96	16	-1.52	13	-1.11	13	-5.31	1	-1.28	1	-0.73	13
103	103	105 Max	13.00	111.18	1	-0.02	7	1.88	15	8.18	16	3.57	7	0.54	16
103	103	105 Max	135.34					-1.60	15			2.68	15		
103	103	105 Max	145.00	111.18	1	-0.02	7	-0.02	7	4.63	16	5.89	16	0.54	16
103	103	105 Min	13.00	-76.42	13	-2.84	15	0.00	7	-2.42	7	-2.56	16	0.00	7



207 102 201 Max	14.46	143.66	15	0.05	1	4.20	13	49.52	7	43.89	15	0.34	1
207 102 201 Max	83.35					0.44	23			14.75	23		
207 102 201 Max	241.40	124.59	15	0.05	1	1.29	13	37.27	16	-8.89	20	0.34	1
207 102 201 Min	14.46	-125.12	7	-1.28	13	-0.20	1	-8.92	15	-9.42	7	-3.10	13
207 102 201 Min	96.14					-0.10	7			10.66	7		
207 102 201 Min	241.40	-89.90	7	-1.28	13	-0.07	1	-35.64	7	-18.92	7	-3.10	13
<b>208 101 201 Max</b>	<b>14.46</b>	<b>157.77</b>	<b>15</b>	<b>0.04</b>	<b>1</b>	<b>2.39</b>	<b>13</b>	<b>49.52</b>	<b>7</b>	<b>33.46</b>	<b>15</b>	<b>0.22</b>	<b>1</b>
208 101 201 Max	19.00					2.26	15			33.54	15		
208 101 201 Max	241.40	138.69	15	0.04	1	2.20	13	49.70	16	5.47	16	0.22	1
208 101 201 Min	14.46	-125.12	7	-0.09	13	-0.13	1	3.51	15	-9.42	7	-1.29	13
208 101 201 Min	96.14					-0.05	7			10.66	7		
208 101 201 Min	241.40	-89.90	7	-0.09	13	-0.04	1	-35.64	7	-18.92	7	-1.29	13
209 103 201 Max	12.81	97.16	13	0.04	7	1.90	16	51.79	1	13.82	13	0.16	15
209 103 201 Max	96.29					0.13	1			16.44	1		
209 103 201 Max	247.97	79.92	13	0.04	7	1.34	16	67.70	14	24.98	14	0.16	15
209 103 201 Min	12.81	-127.08	1	-0.24	16	-0.09	7	17.83	17	-8.90	1	-0.40	7
209 103 201 Min	96.29					-0.01	1			12.53	1		
209 103 201 Min	247.97	-90.95	1	-0.24	16	0.01	7	-38.26	1	-20.89	1	-0.40	7
210 105 201 Max	12.81	-43.04	17	0.14	7	1.68	16	159.2	14	-2.37	1	1.50	15
210 105 201 Max	103.75					1.10	13			46.35	13		
210 105 201 Max	247.97	48.64	13	0.14	7	0.42	16	-35.42	1	-19.91	1	1.50	15
210 105 201 Min	12.81	-121.97	1	-0.53	16	-0.25	7	49.44	1	-23.20	14	-0.25	7
210 105 201 Min	96.60					-0.09	1			12.96	1		
210 105 201 Min	247.97	-85.53	1	-0.53	16	0.09	7	-99.72	13	-48.06	13	-0.25	7
211 107 201 Max	14.48	129.86	16	0.11	1	4.09	14	54.19	7	12.01	16	0.31	1
211 107 201 Max	103.90					0.05	7			16.22	7		
211 107 201 Max	250.03	114.35	16	0.11	1	0.12	1	62.74	15	14.44	15	0.31	1
211 107 201 Min	14.48	-127.16	7	-2.47	14	-0.23	1	17.26	20	-10.51	7	-0.24	1
211 107 201 Min	48.61					2.03	17			10.09	17		
211 107 201 Min	250.03	-90.76	7	-2.47	14	-1.78	13	-37.15	7	-19.19	7	-0.24	1
212 108 201 Max	14.48	151.30	16	-0.01	1	3.68	14	54.19	7	4.17	16	0.69	13
212 108 201 Max	103.90					0.09	7			16.22	7		
212 108 201 Max	250.03	135.79	16	-0.01	1	-0.02	1	63.15	15	7.58	15	0.69	13
212 108 201 Min	14.48	-127.16	7	-2.20	14	-0.10	1	17.53	20	-10.51	7	-0.31	1

212 108 201 Min	49.29			1.97 18		4.96 18		
212 108 201 Min	250.03	-90.76 7	-2.20 14	-1.56 13	-37.15 7	-19.19 7	-0.31 1	
223 106 201 Max	12.81	90.80 14	-0.06 7	3.86 15	52.44 1	5.08 14	0.25 7	
223 106 201 Max	96.60			0.09 1		16.91 1		
223 106 201 Max	247.97	74.51 14	-0.06 7	-0.09 7	59.26 13	-1.87 13	0.25 7	
223 106 201 Min	12.81	-121.97 1	-1.93 15	-0.05 7	13.72 18	-8.83 1	-0.81 15	
223 106 201 Min	42.55			2.11 17		2.29 17		
223 106 201 Min	247.97	-85.53 1	-1.93 15	-0.73 16	-38.42 1	-20.52 1	-0.81 15	
224 104 201 Max	12.81	13.95 14	0.04 7	3.39 15	51.79 1	10.27 14	0.40 7	
224 104 201 Max	96.29			0.01 1		16.44 1		
224 104 201 Max	247.97	-3.29 14	0.04 7	0.68 15	57.00 13	-3.24 17	0.40 7	
224 104 201 Min	12.81	-127.08 1	-1.15 15	-0.20 7	10.70 18	-8.90 1	-1.44 15	
224 104 201 Min	36.44			2.06 17		5.04 17		
224 104 201 Min	247.97	-90.95 1	-1.15 15	-0.11 7	-38.26 1	-20.89 1	-1.44 15	

**VERIFICA PILASTRO 02      sezione 90x90+90x90**

<b>CARATTERISTICHE DEL LEGNO</b>		
Coefficiente di sicurezza per il materiale	$\gamma_m$	<b>1,35</b>
Coefficiente $k_{mod}$	$k_{mod}$	<b>0,60</b>
		<b>BS11</b>
Flessione	$f_{m,k}$	<b>24,00</b>
Trazione parallela alla fibra	$f_{t,0,k}$	<b>19,20</b>
Trazione perpendicolare alla fibra	$f_{t,90,k}$	<b>0,50</b>
Compressione parallela alla fibra	$f_{c,0,k}$	<b>24,00</b>
Compressione perpendicolare alla fibra	$f_{c,90,k}$	<b>2,50</b>
Taglio	$f_{v,k}$	<b>3,50</b>
Modulo medio parallelo alla fibratura	$E_{0,mean}$	<b>11,50</b>
Modulo parallelo alla fibratura	$E_{0,05}$	<b>9,60</b>
Modulo medio perpendicolare alla fibratura	$E_{90,mean}$	<b>0,30</b>
Modulo di taglio medio	$G_{mean}$	<b>0,65</b>
Caratteristiche di sollecitazione	$\xi_{g/g}$	<b>1,00</b>

**CARATTERISTICHE DELLA SEZIONE RETTANGOLARE E DELL'ASTA**

Base della sezione	b	<b>180</b>	[mm]
Altezza della sezione	h	<b>90</b>	[mm]
Lunghezza libera d'inflessione attorno a y - y	$L_{0y}$	<b>2800</b>	[mm]
Lunghezza libera d'inflessione attorno a z - z	$L_{0z}$	<b>2800</b>	[mm]
Distanza tra i ritegni torsionali	$L_{LT}$	<b>2800</b>	[mm]
Area della sezione	A	16200	[mm <sup>2</sup> ]
Momento d'inerzia y - y	$I_y$	10935000	[mm <sup>4</sup> ]
Momento d'inerzia z - z	$I_z$	43740000	[mm <sup>4</sup> ]
Modulo di resistenza y - y	$W_y$	243000	[mm <sup>3</sup> ]
Modulo di resistenza z - z	$W_z$	486000	[mm <sup>3</sup> ]
Raggio d'inerzia y	$i_y$	25,98	[mm]
Raggio d'inerzia z	$i_z$	51,96	[mm]
Snellezze dell'elemento	$l_y$	107,77	[-]
	$l_z$	53,89	[-]
Tensioni critiche euleriane	$s_{c,crit,y}$	8,16	[MPa]
	$s_{c,crit,z}$	32,63	[MPa]
Snellezze relative dell'elemento	$l_{rel,y}$	1,715	[-]
	$l_{rel,z}$	0,858	[-]
Coefficienti di stabilità	$b_c$	<b>0,20</b>	[-]
	$k_y$	2,113	[-]
	$k_z$	0,924	[-]
	$k_{c,y}$	0,299	[-]
	$k_{c,z}$	0,790	[-]
Tensioni limite di calcolo	$k_{c,y}f_{c,0,d}$	<b>3,19</b>	[MPa]
	$k_{c,z}f_{c,0,d}$	<b>8,42</b>	[MPa]

<b>VERIFICA A PRESSOFLESSIONE - TENSOFFLESSIONE - TAGLIO</b>		<b>SLU</b>	<b>SOLLECITAZIONI</b>
Massima forza di compressione	$N_{c,Sd}$	2,26 [kN]	<b>2,26</b>
Massima forza di trazione	$N_{t,Sd}$	0,00 [kN]	<b>0,00</b>
Massimo momento flettente	$M_{Sd}$	0,50 [kNm]	<b>0,50</b>
Massimo taglio	$V_{Sd}$	0,30 [kN]	<b>0,30</b>
Tensione massima di compressione	$s_{c,0,d} = N_{c,Sd}/A$	0,14 [MPa]	
Tensione massima di trazione	$s_{t,0,d} = N_{t,Sd}/A$	0,00 [MPa]	
Tensione massima a flessione	$s_{m,y,d} = M_{Sd}/W_y$	2,06 [MPa]	
Tensione tangenziale massima	$t_d = 1,5 V_{Sd}/(b h)$	0,03 [MPa]	
<b>Tasso di lavoro in compressione</b>	$s_{c,0,d}/[k_{c,min}f_{c,0,d}]$	<b>0,04</b> [-]	<b>SI</b>
<b>Tasso di lavoro in trazione</b>	$s_{t,0,d}/f_{t,0,d}$	<b>0,00</b> [-]	<b>SI</b>
<b>Tasso di lavoro a flessione</b>	$s_{m,y,d}/f_{m,y,d}$	<b>0,19</b> [-]	<b>SI</b>
<b>Tasso di lavoro a pressoflessione</b>	$s_{c,0,d}/[k_{c,min}f_{c,0,d}] + s_{m,y,d}/f_{m,y,d}$	<b>0,24</b> [-]	<b>SI</b>
<b>Tasso di lavoro a taglio</b>	$t_d/f_{v,d}$	<b>0,02</b> [-]	<b>SI</b>

<b>VERIFICA DI FLESSO TORSIONE</b>			
Momento d'inerzia torsionale	$I_t$	174960000	[mm <sup>4</sup> ]
Tensione critica flesso torsionale	$S_{m,crit}$	852,75	[MPa]
Snellezza relativa a flesso torsione	$I_{rel,m}$	0,168	[-]
Coefficiente di svergolamento	$k_{crit,m}$	1,000	[-]
<b>Tasso di lavoro a flessione semplice</b>	$s_{m,y,d}/[k_{crit,m} f_{m,y,d}]$		[-]
<b>Tasso di lavoro a pressoflessione</b>	$s_{c,0,d}/[k_{c,min} f_{c,0,d}] + (s_{m,y,d}/[k_{crit,m} f_{m,y,d}])^2$		[-]

**VERIFICA TRAVE 208 puntone 70x140**

<b>CARATTERISTICHE DEL LEGNO</b>			
Coefficiente di sicurezza per il materiale	$\gamma_m$	<b>1,35</b>	
Coefficiente $k_{mod}$	$k_{mod}$	<b>0,60</b>	
		<b>BS11</b>	
Flessione	$f_{m,k}$	<b>24,00</b>	
Trazione parallela alla fibra	$f_{t,0,k}$	<b>19,20</b>	
Trazione perpendicolare alla fibra	$f_{t,90,k}$	<b>0,50</b>	
Compressione parallela alla fibra	$f_{c,0,k}$	<b>24,00</b>	
Compressione perpendicolare alla fibra	$f_{c,90,k}$	<b>2,50</b>	
Taglio	$f_{v,k}$	<b>3,50</b>	
Modulo medio parallelo alla fibratura	$E_{0,mean}$	<b>11,50</b>	
Modulo parallelo alla fibratura	$E_{0,05}$	<b>9,60</b>	
Modulo medio perpendicolare alla fibratura	$E_{90,mean}$	<b>0,30</b>	
Modulo di taglio medio	$G_{mean}$	<b>0,65</b>	
Caratteristiche di sollecitazione	$g_{q/g}$	<b>1,00</b>	

<b>CARATTERISTICHE DELLA SEZIONE RETTANGOLARE E DELL'ASTA</b>			
Base della sezione	$b$	<b>70</b>	[mm]
Altezza della sezione	$h$	<b>140</b>	[mm]
Lunghezza libera d'inflessione attorno a y - y	$L_{0y}$	<b>2800</b>	[mm]
Lunghezza libera d'inflessione attorno a z - z	$L_{0z}$	<b>2800</b>	[mm]
Distanza tra i ritegni torsionali	$L_{LT}$	<b>2800</b>	[mm]
Area della sezione	$A$	9800	[mm <sup>2</sup> ]
Momento d'inerzia y - y	$I_y$	16006666,7	[mm <sup>4</sup> ]
Momento d'inerzia z - z	$I_z$	4001666,67	[mm <sup>4</sup> ]
Modulo di resistenza y - y	$W_y$	228666,667	[mm <sup>3</sup> ]
Modulo di resistenza z - z	$W_z$	114333,333	[mm <sup>3</sup> ]
Raggio d'inerzia y	$i_y$	40,41	[mm]
Raggio d'inerzia z	$i_z$	20,21	[mm]
Snellezze dell'elemento	$l_y$	69,28	[-]
	$l_z$	138,56	[-]
Tensioni critiche euleriane	$S_{c,crit,y}$	19,74	[MPa]
	$S_{c,crit,z}$	4,93	[MPa]
Snellezze relative dell'elemento	$l_{rel,y}$	1,103	[-]
	$l_{rel,z}$	2,205	[-]

Coefficienti di stabilità	$b_c$	<b>0,20</b>	[-]
	$k_y$	1,188	[-]
	$k_z$	3,122	[-]
	$k_{c,y}$	0,613	[-]
	$k_{c,z}$	0,188	[-]

<b>Tensioni limite di calcolo</b>	$k_{c,y}f_{c,0,d}$	<b>6,54</b>	<b>[MPa]</b>
	$k_{c,z}f_{c,0,d}$	<b>2,00</b>	<b>[MPa]</b>

<b>VERIFICA A PRESSOFLESSIONE - TENSOFFLESSIONE - TAGLIO</b>		<b>SLU</b>	<b>SOLLECITAZIONI</b>
Massima forza di compressione	$N_{c,Sd}$	1,60 [kN]	<b>1,60</b>
Massima forza di trazione	$N_{t,Sd}$	0,00 [kN]	<b>0,00</b>
Massimo momento flettente	$M_{Sd}$	0,50 [kNm]	<b>0,50</b>
Massimo taglio	$V_{Sd}$	0,50 [kN]	<b>0,50</b>
Tensione massima di compressione	$s_{c,0,d} = N_{c,Sd}/A$	0,16 [MPa]	
Tensione massima di trazione	$s_{t,0,d} = N_{t,Sd}/A$	0,00 [MPa]	
Tensione massima a flessione	$s_{m,y,d} = M_{Sd}/W_y$	2,19 [MPa]	
Tensione tangenziale massima	$t_d = 1,5 V_{Sd}/(b h)$	0,08 [MPa]	
<b>Tasso di lavoro in compressione</b>	$s_{c,0,d}/[k_{c,min}f_{c,0,d}]$	<b>0,08</b> [-]	<b>SI</b>
<b>Tasso di lavoro in trazione</b>	$s_{t,0,d}/f_{t,0,d}$	<b>0,00</b> [-]	<b>SI</b>
<b>Tasso di lavoro a flessione</b>	$s_{m,y,d}/f_{m,y,d}$	<b>0,20</b> [-]	<b>SI</b>
<b>Tasso di lavoro a pressoflessione</b>	$s_{c,0,d}/[k_{c,min}f_{c,0,d}] + s_{m,y,d}/f_{m,y,d}$	<b>0,29</b> [-]	<b>SI</b>
<b>Tasso di lavoro a taglio</b>	$t_d/f_{v,d}$	<b>0,05</b> [-]	<b>SI</b>
<b>VERIFICA DI FLESSO TORSIONE</b>			
Momento d'inerzia torsionale	$I_t$	16006667 [mm <sup>4</sup> ]	
Tensione critica flessione torsionale	$s_{m,crit}$	82,91 [MPa]	
Snellezza relativa a flessione torsione	$l_{rel,m}$	0,538 [-]	
Coefficiente di svergolamento	$k_{crit,m}$	1,000 [-]	
<b>Tasso di lavoro a flessione semplice</b>	$s_{m,y,d}/[k_{crit,m} f_{m,y,d}]$	[-]	
<b>Tasso di lavoro a pressoflessione</b>	$s_{c,0,d}/[k_{c,min}f_{c,0,d}] + (s_{m,y,d}/[k_{crit,m} f_{m,y,d}])^2$	[-]	

**TRAVE DI BANCHINA nr. 101**
**SEZIONE 45x115**

<b>CARATTERISTICHE DEL LEGNO</b>			
Coefficiente di sicurezza per il materiale	$g_m$	<b>1,35</b>	
Coefficiente $k_{mod}$	$k_{mod}$	<b>0,60</b>	
		<b>BS11</b>	
Flessione	$f_{m,k}$	<b>24,00</b>	
Trazione parallela alla fibra	$f_{t,0,k}$	<b>19,20</b>	
Trazione perpendicolare alla fibra	$f_{t,90,k}$	<b>0,50</b>	
Compressione parallela alla fibra	$f_{c,0,k}$	<b>24,00</b>	
Compressione perpendicolare alla fibra	$f_{c,90,k}$	<b>2,50</b>	
Taglio	$f_{v,k}$	<b>3,50</b>	
Modulo medio parallelo alla fibratura	$E_{0,mean}$	<b>11,50</b>	
Modulo parallelo alla fibratura	$E_{0,05}$	<b>9,60</b>	
Modulo medio perpendicolare alla fibratura	$E_{90,mean}$	<b>0,30</b>	
Modulo di taglio medio	$G_{mean}$	<b>0,65</b>	
Caratteristiche di sollecitazione	$g_{q/g}$	<b>1,00</b>	

<b>CARATTERISTICHE DELLA SEZIONE RETTANGOLARE E DELL'ASTA</b>			
Base della sezione	$b$	<b>45</b>	[mm]
Altezza della sezione	$h$	<b>115</b>	[mm]
Lunghezza libera d'inflessione attorno a y - y	$L_{0y}$	<b>2800</b>	[mm]
Lunghezza libera d'inflessione attorno a z - z	$L_{0z}$	<b>2800</b>	[mm]
Distanza tra i ritegni torsionali	$L_{LT}$	<b>2800</b>	[mm]
Area della sezione	$A$	5175	[mm <sup>2</sup> ]
Momento d'inerzia y - y	$I_y$	5703281,25	[mm <sup>4</sup> ]
Momento d'inerzia z - z	$I_z$	873281,25	[mm <sup>4</sup> ]
Modulo di resistenza y - y	$W_y$	99187,5	[mm <sup>3</sup> ]
Modulo di resistenza z - z	$W_z$	38812,5	[mm <sup>3</sup> ]
Raggio d'inerzia y	$i_y$	33,20	[mm]
Raggio d'inerzia z	$i_z$	12,99	[mm]
Snellezze dell'elemento	$l_y$	84,34	[-]
	$l_z$	215,54	[-]
Tensioni critiche euleriane	$s_{c,crit,y}$	13,32	[MPa]
	$s_{c,crit,z}$	2,04	[MPa]
Snellezze relative dell'elemento	$l_{rel,y}$	1,342	[-]
	$l_{rel,z}$	3,430	[-]
Coefficienti di stabilità	$b_c$	<b>0,20</b>	[-]
	$k_y$	1,505	[-]

$k_z$	6,697	[-]
$k_{c,y}$	0,457	[-]
$k_{c,z}$	0,080	[-]

<b>Tensioni limite di calcolo</b>	$k_{c,y}f_{c,0,d}$	<b>4,88</b>	<b>[MPa]</b>
	$k_{c,z}f_{c,0,d}$	<b>0,86</b>	<b>[MPa]</b>

<b>VERIFICA A PRESSOFLESSIONE - TENSOFFLESSIONE - TAGLIO</b>		<b>SLU</b>	<b>SOLLECITAZIONI</b>
Massima forza di compressione	$N_{c,Sd}$	1,20 [kN]	<b>1,20</b>
Massima forza di trazione	$N_{t,Sd}$	0,00 [kN]	<b>0,00</b>
Massimo momento flettente	$M_{Sd}$	0,05 [kNm]	<b>0,05</b>
Massimo taglio	$V_{Sd}$	0,40 [kN]	<b>0,40</b>
Tensione massima di compressione	$s_{c,0,d} = N_{c,Sd}/A$	0,23 [MPa]	
Tensione massima di trazione	$s_{t,0,d} = N_{t,Sd}/A$	0,00 [MPa]	
Tensione massima a flessione	$s_{m,y,d} = M_{Sd}/W_y$	0,50 [MPa]	
Tensione tangenziale massima	$t_d = 1,5 V_{Sd}/(b h)$	0,12 [MPa]	
<b>Tasso di lavoro in compressione</b>	$s_{c,0,d}/[k_{c,min}f_{c,0,d}]$	<b>0,27</b> [-]	<b>SI</b>
<b>Tasso di lavoro in trazione</b>	$s_{t,0,d}/f_{t,0,d}$	<b>0,00</b> [-]	<b>SI</b>
<b>Tasso di lavoro a flessione</b>	$s_{m,y,d}/f_{m,y,d}$	<b>0,05</b> [-]	<b>SI</b>
<b>Tasso di lavoro a pressoflessione</b>	$s_{c,0,d}/[k_{c,min}f_{c,0,d}] + s_{m,y,d}/f_{m,y,d}$	<b>0,32</b> [-]	<b>SI</b>
<b>Tasso di lavoro a taglio</b>	$t_d/f_{v,d}$	<b>0,07</b> [-]	<b>SI</b>
<b>VERIFICA DI FLESSO TORSIONE</b>			
Momento d'inerzia torsionale	$I_t$	3493125 [mm <sup>4</sup> ]	
Tensione critica flessione torsionale	$s_{m,crit}$	41,71 [MPa]	
Snellezza relativa a flessione torsione	$l_{rel,m}$	0,759 [-]	
Coefficiente di svergolamento	$k_{crit,m}$	0,991 [-]	
<b>Tasso di lavoro a flessione semplice</b>	$s_{m,y,d}/[k_{crit,m} f_{m,y,d}]$	<b>0,05</b> [-]	<b>SI</b>
<b>Tasso di lavoro a pressoflessione</b>	$s_{c,0,d}/[k_{c,min}f_{c,0,d}] + (s_{m,y,d}/[k_{crit,m} f_{m,y,d}])^2$	<b>0,27</b> [-]	<b>SI</b>

## 5. STRUTTURA IN ACCIAIO SCOPERTA A LAMELLA 1000X400X300

Trattasi di una struttura in profili di acciaio scatolari posta nel resede dell'edificio ed a questi collegata.

La struttura è formata da portali collegati alla struttura esistente del fabbricati e non presenta una copertura fissa.

Per la geometria della stessa e per i carichi portati, la struttura si configura come 'opera priva di rilevanza' ai sensi del articolo 94 bis, comma 2, lettera c), del d.p.r. 380/2001 nonché dell'articolo 170 bis della l.r. 65/2014 e pertanto per la stessa si procederà alla redazione di un fascicolo esecutivo di calcolo senza procedere allo specifico deposito sismico presso l'ufficio competente della Regione toscana.

E' prevista di dimensioni fuori terra pari a 10.00x4.00 h 3.00ml.

Gli elementi portanti di ciascun portale sono 02 pilastri verticali realizzati con scatolari quadri in acciaio diam 150mm spessore 3mm , architrave con scatolare 150x150x3. Tutti gli elementi della struttura sono acciaio S235 JR.

La fondazione della struttura è formata da massetto armato di 15cm necessario per la posa della pavimentazione antitrauma.

I pilastri sono vincolati al plinto mediante piastra a bicchiere a scomparsa.

L'architrave è collegato ai pilastri mediante piastre saldate.

### 5.1 RELAZIONE DI CALCOLO

Dal punto di vista strutturale l'intervento si configura come 'opera priva di rilevanza' ai sensi delle NTC 2018, ma per esso si procede comunque al dimensionamento come da normativa.

Il manufatto è stato dimensionato considerando la sovrastruttura incastrata alla base e sollecitata da vento, neve e sisma nelle combinazioni di carico previste dalla normativa.

Le sollecitazioni ricavate poi dalla verifica dinamica della sovrastruttura sono state poi applicate alla platea sottostante per il dimensionamento della stessa e per la verifica della portanza del terreno.

La sovrastruttura è stata dimensionata mediante la risoluzione di vari schemi statici.

Ipotesi progettuali comuni a tutti i manufatti dimensionati sono:

- $q=1$
- Classe III: Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi - SCUOLE

Data la massa ridotta della struttura si ritiene progettualmente corretto procedere al dimensionamento della stessa ai soli carichi statici.

### 5.2 RELAZIONE SUI MATERIALI

**Acciaio per c.a. in barre ad aderenza migliorata:**

Tensione di snervamento:

**B450C**

$$f_{yk} \geq 4500 \text{ Kg/cm}^2$$

**Conglomerato cementizio armato per strutture di fondazione: C28/35**

Classe di consistenza S4,	Dimensione max inerte < 24 mm
Resistenza di progetto a compressione:	$f_{cd} = 158.7 \text{ Kg/cm}^2$
Resistenza di progetto a trazione:	$f_{ctd} = 12.9 \text{ Kg/cm}^2$
Classe di esposizione XC2	
Da tabella 4.1.III delle NTC condizioni ambientali ordinarie:	copriferro $\geq 25 \text{ mm}$

**Acciaio da carpenteria**

Tutti gli elementi dovranno avere un modulo di elasticità non inferiore a 206000 N/mmq.

**Profilati, larghi piatti, barre e lamiere**

**Acciaio tipo S 235** con le seguenti caratteristiche:

Tensione caratteristica di snervamento	$\geq 235 \text{ N/mmq}$
Tensione di rottura a trazione	$\geq 390 \text{ N/mmq}$
Allungamento percentuale a rottura per lamiere	$\geq 24\%$
Allungamento percentuale a rottura per barre, laminati, profilati e larghi piatti	$\geq 26\%$

**Bulloneria**

Classe 4.6

### 5.3 RELAZIONE DI FONDAZIONE

Di seguito si procede al calcolo della tensione trasmessa dal pilastro del portale zoppo al plinto di fondazione.

Si è proceduto ad una doppia verifica: la verifica STRU della platea e la verifica GEO con la quale si è ricavato il valore del carico massimo sul terreno da confrontare con il carico limite indicato nella relazione geologico-tecnica allegata alla presente pratica.

#### VERIFICA GEO DELLA PLATEA

APPROCCIO 2 (A1 + M1 + R3)

azioni incrementate, parametrici geotecnici invariati, resistenze ridotte

GammaG1 (*)	1,3	gammaM
GammaG2 (*)	1,5	gammaR
GammaQ (*)	1,5	Kh sismico

#### VERIFICA ALLO SLU DI TIPO GEOTECNICO

##### CALCOLO DEL CARICO LIMITE INSIEME FONDAZIONE-TERRENO

##### Dati terreno

angolo d'attrito $\phi$	gradi	25
peso specifico 1	t/mc	1,70
peso specifico 2	t/mc	1,80
coesione $c'$	t/mq	0,00
inclinazione del pendio	gradi	0 ok
profondità della falda dw	m	100
tipo di terreno	C/A	PD

##### Geometria fondazione

profondità di posa D	m	0,45
base B	m	1,00
lunghezza L (L>B)	m	1,00
eccentricità Eb	m	0,00
eccentricità EI	m	0,00
inclinazione del carico effettiva	gradi	0,00

##### Dati di calcolo

inclinazione del carico sismica	gradi	3,60
inclinazione del carico totale	gradi	3,60487
B" (= B o B')	m	1
L" (= L o L')	m	1
c" (= c o c*)	t/mq	0,00
$\phi$ " (= $\phi$ o $\phi^*$ )	gradi	25
Nq		10,66
Ng		10,88
Nc		20,72
fq		1,466
fg		0,600
fc		1,514
iq		0,960
ig		0,856
ic		0,960
eq		1,000

eg		1,000
ec		1,000
<b>Risultati</b>		
qlim	t/mq	17
gammaR		1,00
qRd	t/mq	17
kwinkler	DaN/cm3	0,66

<b><u>Massetto armato</u></b>					
<b><u>GEOMETRIA</u></b>					
Dimensioni	(cm)	<b>bx</b>	<b>by</b>	<b>Bx</b>	<b>By</b>
		15	15	35	35
H plinto	(cm)	15			
copriferro	(cm)	3			
d	(cm)	<b>12</b>			
<b><u>SOLLECITAZIONI - MATERIALI</u></b>					
Azioni agenti SLU (KN-KNm)		<b>Nsd</b>	<b>Msd x</b>	<b>Msd<sub>y</sub></b>	
		5,7	2,8		
<b><u>PRESSIONI</u></b>					
Pressioni sul terreno	MPa	$\sigma_1$	$\sigma_2$	$\sigma_3$	$\sigma_4$
		<b>0,468</b>	<b>0,468</b>	<b>-0,419</b>	<b>-0,419</b>

La verifica geo risulta soddisfatta in quanto  $0.47 < 1.70$ .

### VERIFICA STRU DELLA PLATEA

Si considera la sezione 40x40x15 del massetto armato in corrispondenza della quale vengono trasmesse le reazioni vincolari dei pilastri e si procede alla verifica geo della sezione.

FILE MATERIALI OPZIONI VISUALIZZA PROGETTO DEL NELL. ASSISTENZA NORMATIVA ITC 2010

TITOLO : \_\_\_\_\_

N° strati barre 2 Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	40	15

N°	As [cm²]	d [cm]
1	2,36	3
2	2,36	12

Tipo Sezione  
 Rettan.re  Trapezi  
 a T  Circolare  
 Rettangoli  Coord.  
 DXF

Sollecitazioni  
 S.L.U.  Metodo n

N<sub>Ed</sub> 5,70 0 kN  
 M<sub>xEd</sub> 2,800 0 kNm  
 M<sub>yEd</sub> 0 0

P.to applicazione N  
 Centro  Baricentro cls  
 Coord.[cm] xN 0 yN 0

Tipo rottura  
 Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

Metodo di calcolo  
 S.L.U.+  S.L.U.-  
 Metodo n

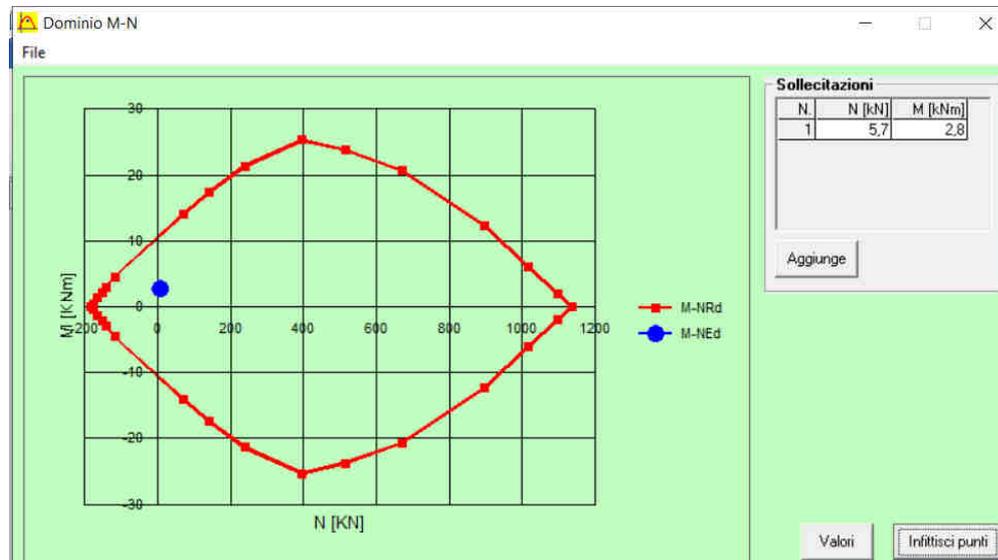
Tipo flessione  
 Retta  Deviate

N° rett. 100

Calcola MRd Dominio M-N  
 L<sub>0</sub> 0 cm Col. modello  
 M-curvatura  
 Precompresso

Materiali  
 B450C C28/35  
 ε<sub>su</sub> 67,5 ‰ ε<sub>c2</sub> 2 ‰  
 f<sub>yd</sub> 391,3 N/mm² ε<sub>cu</sub> 3,5 ‰  
 E<sub>s</sub> 200.000 N/mm² f<sub>cd</sub> 15,87  
 E<sub>s</sub>/E<sub>c</sub> 15 f<sub>cc</sub>/f<sub>cd</sub> 0,8 ?  
 ε<sub>syd</sub> 1,957 ‰ σ<sub>c,adm</sub> 11  
 σ<sub>s,adm</sub> 255 N/mm² τ<sub>co</sub> 0,6667  
 τ<sub>c1</sub> 1,971

M<sub>xRd</sub> 11,09 kN m  
 σ<sub>c</sub> -15,87 N/mm²  
 σ<sub>s</sub> 391,3 N/mm²  
 ε<sub>c</sub> 3,5 ‰  
 ε<sub>s</sub> 13,17 ‰  
 d 12 cm  
 x 2,519 x/d 0,21  
 δ 0,7024



## 5.4 RELAZIONE DI CALCOLO

### ANALISI DEI CARICHI

L' **ANALISI DEI CARICHI** per la determinazione delle forze statiche agenti sulla struttura in esame è stata effettuata in modo tale da pervenire alle condizioni più gravose nei confronti delle verifiche da effettuare.

I carichi d'esercizio assunti a base dei calcoli, oltre il peso proprio delle strutture portanti ed ai sovraccarichi permanenti conformemente alla destinazione specifica dei locali ed a quelli stabiliti dalle NTC 2018 sono stati i seguenti:

#### CARICHI VERTICALI DISTRIBUITI – STATO di PROGETTO

G+QPS+QPN		25	Kg/mq
VENTO	SOPR	27	Kg/mq
VENTO	SOTT	54	Kg/mq
CARICO NEVE	Qacc	80	Kg/mq

La determinazione delle caratteristiche della sollecitazione provocate nelle strutture è stata effettuata con i **METODI DELLA SCIENZA DELLE COSTRUZIONI**, basati sull'ipotesi dell'elasticità lineare dei materiali e cumulando le condizioni di carico nel modo più sfavorevole.

Tutte le verifiche di resistenza del legno sono state eseguite con l'applicazione del **METODO DEGLI STATI LIMITE** , tenendo conto delle condizioni più gravose possibili di carico.

Le caratteristiche delle azioni sollecitanti ricavate in base alle combinazioni, secondo quanto stabilito al **p.to 2.5.3 del D.M. 17.01.2018** risultano inferiori alle azioni resistenti per tutti gli stati limite previsti dal suddetto decreto

#### SLU - Combinazione fondamentale

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

#### SLE - Combinazione caratteristica (rara) – per tensioni ammissibili

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

#### SLE - Combinazione frequente - reversibili

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

#### SLE - Combinazione quasi permanente – a lungo termine

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

#### SLU – SLE - Combinazione sismica

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

#### SLU - Combinazione eccezionale

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

In carichi sopra definiti, una volta definiti e assegnati, vengono combinati (par. 2.5.3) a seconda della categoria dell'azione variabile, e fattorizzati (par. 2.6) a seconda che l'azione che esercita il

carico sulla struttura sia a vantaggio o a svantaggio di sicurezza, come riportato nelle seguenti tabelle.

Categoria/Azione variabile	$\Psi_{0j}$	$\Psi_{1j}$	$\Psi_{2j}$
Categoria A – Ambienti ad uso residenziale	0.7	0.5	0.3
Categoria B – Uffici	0.7	0.5	0.3
Categoria C – Ambienti suscettibili di affollamento	0.7	0.7	0.6
Categoria D – Ambienti d uso commerciale	0.7	0.7	0.6
Categoria E – Biblioteche, archivi, magazzini e ambienti industriali	1.0	0.9	0.8
Categoria F – Rimesse e parcheggi (per autoveicoli di peso $\leq 30$ kN)	0.7	0.7	0.6
Categoria G – Rimesse e parcheggi (per autoveicoli di peso $> 30$ kN)	0.7	0.5	0.3
Categoria H – coperture accessibili per sola manutenzione	0.0	0.0	0.0
Categoria I – coperture praticabili	<i>Da valutarsi caso per caso</i>		
Categoria K – coperture per usi speciali (impianti, eliporti...)	<i>Da valutarsi caso per caso</i>		
Vento	0.6	0.2	0.0
Neve (a quota $\leq 1000$ m s.l.m.)	0.5	0.2	0.0
Neve (a quota $> 1000$ m s.l.m.)	0.7	0.5	0.2
Variazioni termiche	0.6	0.5	0.0

**Tab. 2.5.1** – Valori dei coefficienti di combinazione

		Coefficiente $\gamma_F$	EQU	A1 STR	A2 GEO
Carichi permanenti	favorevoli	$\gamma_{G1}$	0.9	1.0	1.0
	sfavorevoli		1.1	1.3	1.0
Carichi permanenti non strutturali <sup>(1)</sup>	favorevoli	$\gamma_{G2}$	0.8	0.8	0.8
	sfavorevoli		1.5	1.5	1.3
Carichi variabili	favorevoli	$\gamma_{Qj}$	0.0	0.0	0.0
	sfavorevoli		1.5	1.5	1.3

<sup>(1)</sup> per i carichi permanenti non strutturali compiutamente definiti si possono utilizzare gli stessi coefficienti dei carichi permanenti

**Tab. 2.6.1** – Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni nelle verifiche SLU

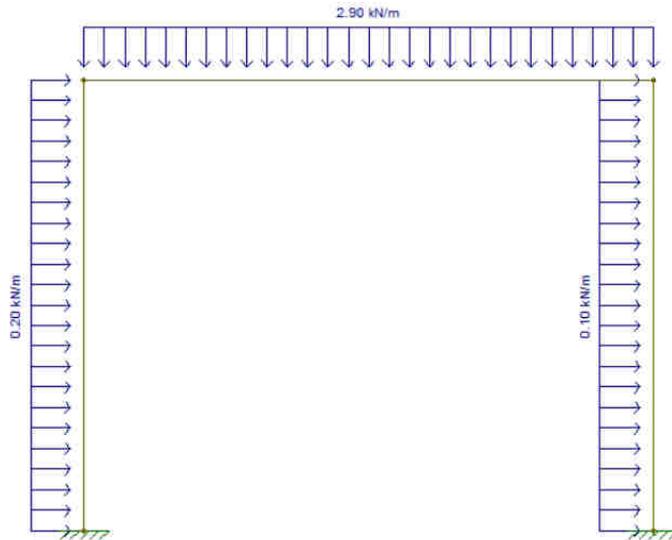
Nel modello strutturale , non avendo considerato la copertura come elemento rigido per la ripartizione dei carichi, le sollecitazioni sono state applicate direttamente sui vari elementi strutturali in funzione della propria area di influenza.

## 5.5 FASCICOLO DI CALCOLO

Ciascun elemento del portale zoppo è stato dimensionato considerando le sollecitazioni ricavate dalla risoluzione dello schema statico.

Si riporta di seguito la tabella delle sollecitazioni agenti e la verifica del elementi principali più sollecitati secondo le NTC 2018.

Si considera il portale carico da carico uniforme sull'architrave dovuto alla neve e sui pilastri corrispondente al carico vento.



Le sollecitazioni ricavate dallo schema statico sono le seguenti:

PILASTRO

$N=570\text{Kg}$

$M=280\text{Kgml}$

$T=130\text{Kg}$

ARCHITRAVE

$N=130\text{Kg}$

$M=280\text{Kgml}$

$T=570\text{Kg}$

Si allegano verifiche degli elementi di acciaio.

## **6        STRUTTURA DI ACCIAIO COPERTA - TETTOIA**

La tettoia in acciaio coperta prevista nel progetto è una struttura assemblata composta da elementi in acciaio scatolari.

Trattasi di una struttura con profili in acciaio scatolari sezione 180x180x4 nei pilastri e travi principali e arcarecci rompitratto sempre in elementi di acciaio scatolari 120x120x3.

La struttura ha un ingombro fuori terra pari a 500x700 con altezza sotto trave pari a 3.10m sotto trave con pendenza minima del 3% per lo smaltimento delle acque meteoriche.

E' composta da 6 pilastri ciascuno composto da un profilo in acciaio scatolare sezione 180x180x4 collegati al plinto di base da piastre a cappuccio, com da esecutivo allegato.

In testa i pilastri sono collegati da travi principali scatolari sezione 18x18x4.

La falda della struttura è poi realizzata mediante arcarecci sempre in profili scatolari sezione 120x120x3 e pannello in lamiera grecata superiore.

La fondazione della struttura è realizzata mediante plinti isolati collegati da cordoli perimetrali sezione 20x20 gettati in opera opportunamente dimensionata. I nodi di collegamento tra gli elementi sono semplici appoggi.

## 6.1 RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURA ACCIAIO COPERTA – TETTOIA 500X700

Dal punto di vista strutturale l'intervento si configura come nuova costruzione ai sensi delle NTC 2018.

Il manufatto è stato dimensionato considerando la sovrastruttura incastrata alla base e sollecitata da vento, neve e sisma nelle combinazioni di carico previste dalla normativa.

Le sollecitazioni ricavate poi dalla verifica dinamica della sovrastruttura sono state poi applicate alla platea sottostante per il dimensionamento della stessa e per la verifica della portanza del terreno.

La sovrastruttura è stata dimensionata mediante l'ausilio di un modellatore strutturale Modest e sono stati sulla stessa applicati i carichi neve e vento come da normativa vigente.

Ipotesi progettuali comuni a tutti i manufatti dimensionati sono:

- $q=1$
- Classe III: Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi - SCUOLE

### Simbologia

TCC = Tipo di combinazione di carico

SLU = Stato limite ultimo

SLU S = Stato limite ultimo (azione sismica)

SLE R = Stato limite d'esercizio, combinazione rara

SLE F = Stato limite d'esercizio, combinazione frequente

SLE Q = Stato limite d'esercizio, combinazione quasi permanente

SLD = Stato limite di danno

SLV = Stato limite di salvaguardia della vita

SLC = Stato limite di prevenzione del collasso

SLO = Stato limite di operatività

$A_g$  = 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

TCC	$A_g$	FO	TC*
SLO	0.5053	2.52	0.25
SLD	0.6149	2.54	0.27
SLV	1.4628	2.42	0.30

- Tipo di opera: Opera ordinaria

- Vita nominale  $V_N$ : 50.00

- Classe d'uso: classe III

- SL Esercizio: SLO-Pvr 81.00, SLD-Pvr 63.00

- SL Ultimi: SLV-Pvr 10.00, SLC-Pvr no

- Classe di duttilità: classe B

- Quota di riferimento: 0.00 <m>

- Altezza della struttura: 2.70 <m>

- Numero piani edificio: 1

- Coefficiente  $\theta$ : 0

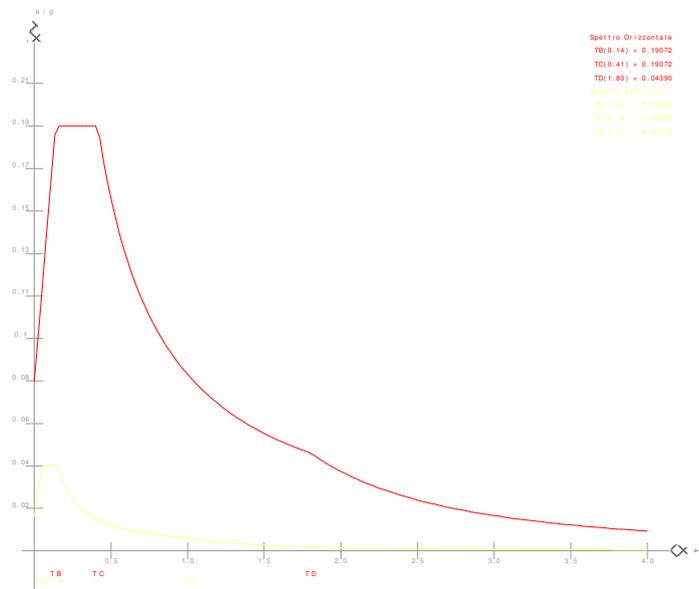
- Edificio regolare in altezza: si
- Edificio regolare in pianta: si
- Forze orizzontali convenzionali per stati limite non sismici: 1.00%

**Dati di calcolo**

- Categoria del suolo di fondazione: C
- Tipologia edificio: acciaio a telaio con controventi concentrici a K ad un piano

Coeff. $C_1$	0.085
Periodo $T_1$	0.1790
	4
Coeff. $\lambda$ SLO	1.00
Coeff. $\lambda$ SLD	1.00
Coeff. $\lambda$ SLV	1.00
Rapporto di sovrarresistenza ( $\alpha_u/\alpha_1$ )	1.10
Fattore riduttivo ( $K_w$ )	1.00
Fattore di struttura (q)	1.00

- Categoria topografica: T1 - Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media  $i \leq 15^\circ$
- Coeff. amplificazione topografica: 1.00
- Fattore di struttura per sisma verticale (qv): 1.50
- Modi da calcolare: 3
- Modi da considerare: tali da movimentare una percentuale di massa pari a 85.00%
- Smorzamento spettro: 5.00



**Figura numero 1: Spettro allo SLO**

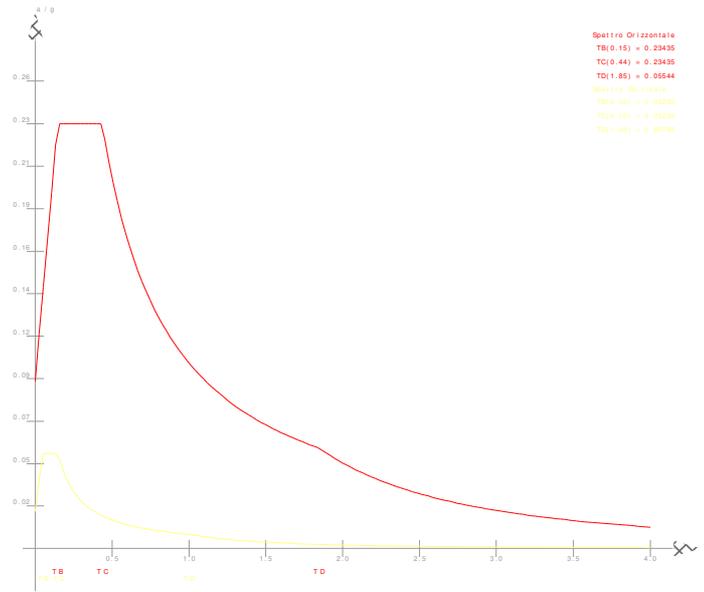


Figura numero 2: Spettro allo SLD

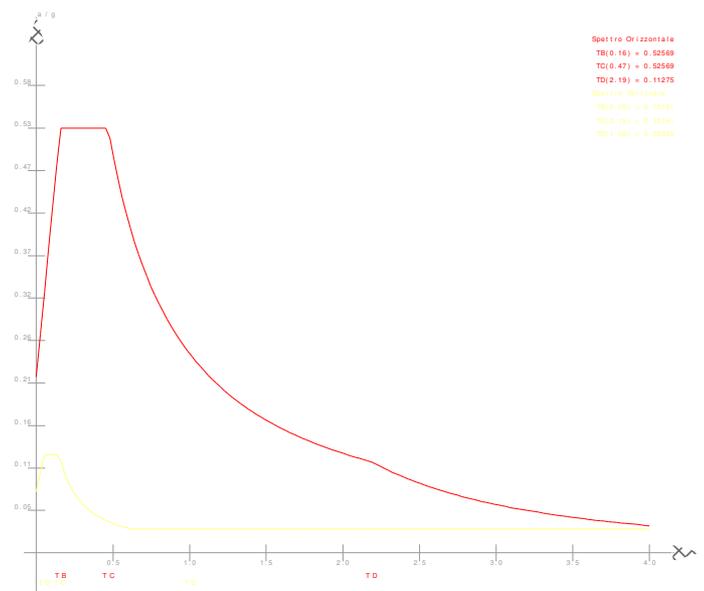


Figura numero 3: Spettro allo SLV

- Angolo di ingresso del sisma: 0.00 <grad>

## 6.2 RELAZIONE SUI MATERIALI

### Acciaio per c.a. in barre ad aderenza migliorata:

Tensione di snervamento:

**B450C**

$$f_{yk} \geq 4500 \text{ Kg/cm}^2$$

### Conglomerato cementizio armato per strutture di fondazione:

**C28/35**

Classe di consistenza S4,

Dimensione max inerte < 24 mm

Resistenza di progetto a compressione:

$$f_{cd} = 158.7 \text{ Kg/cm}^2$$

Resistenza di progetto a trazione:

$$f_{ctd} = 12.9 \text{ Kg/cm}^2$$

Classe di esposizione XC2

Da tabella 4.1.III delle NTC condizioni ambientali ordinarie:

copriferro  $\geq 25$  mm

### **Acciaio da carpenteria**

Tutti gli elementi dovranno avere un modulo di elasticità non inferiore a 206000 N/mmq.

### **Profilati, larghi piatti, barre e lamiera**

**Acciaio tipo S 235** con le seguenti caratteristiche:

Tensione caratteristica di snervamento

$\geq 235$  N/mmq

Tensione di rottura a trazione

$\geq 390$  N/mmq

Allungamento percentuale a rottura per lamiera

$\geq 24\%$

Allungamento percentuale a rottura per barre, laminati, profilati e larghi piatti

$\geq 26\%$

### **Bulloneria**

Classe 4.6

## 6.3 RELAZIONE DI FONDAZIONE

Si fa riferimento alla caratterizzazione geologico tecnica delle Scuole Puddu .

Di seguito si procede al calcolo della tensione trasmessa dalla struttura astiforme a alla platea di fondazione.

Dall'analisi delle reazioni vincolari alla base di ciascun elemento portante verticale si procede al dimensionamento della platea di fondazione ed al calcolo della tensione massima trasmessa da questa al terreno sottostante.

Si è proceduto ad una doppia verifica: la verifica STRU della platea e la verifica GEO con la quale si è ricavato il valore del carico massimo sul terreno da confrontare con il carico limite indicato nella relazione geologico-tecnica allegata alla presente pratica.

### Reazioni vincolari

#### Simbologia

Nodo = Numero del nodo

Rx = Reazione vincolare (forza) in dir. X

CC = Numero della combinazione delle condizioni di carico

elementari  
 Ry = Reazione vincolare (forza) in dir. Y  
 Rz = 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	Rx	CC	Ry	CC	Rz	CC	Mx	CC	My	CC	Mz	CC
	<kg>		<kg>		<kg>		<kgm>		<kgm>		<kgm>	
1 Max	218.93	1	230.01	7	796.75	16	377.88	7	366.65	1	0.56	7
1 Min.	-113.11	1	-192.36	7	262.43	7	-418.30	7	-262.98	1	-0.56	7
2 Max	205.62	1	237.34	7	1441.77	16	389.85	7	352.53	1	7.36	7
2 Min.	-265.49	1	-199.68	7	539.64	7	-430.27	7	-426.68	1	-7.36	7
3 Max	167.82	1	182.61	7	552.96	13	290.30	7	311.78	1	11.81	7
3 Min.	-213.77	1	-144.96	7	87.12	1	-330.72	7	-370.81	1	-11.81	7
4 Max	218.93	1	192.36	7	796.75	15	418.30	7	366.65	1	0.56	7
4 Min.	-113.11	1	-230.01	7	262.43	7	-377.88	7	-262.98	1	-0.56	7
5 Max	205.62	1	199.68	7	1441.77	15	430.27	7	352.53	1	7.36	7
5 Min.	-265.49	1	-237.34	7	539.64	7	-389.85	7	-426.68	1	-7.36	7
6 Max	167.82	1	144.96	7	552.96	13	330.72	7	311.78	1	11.81	7
6 Min.	-213.77	1	-182.61	7	87.12	1	-290.30	7	-370.81	1	-11.81	7

## VERIFICA GEO DEL PLINTO

### CAPACITA' PORTANTE - METODO DI TERZAGHI GENERALIZZATO

APPROCCIO 2 (A1 + M1 + R3)

azioni incrementate, parametrici geotecnici invariati, resistenze ridotte

GammaG1 (\*) 1,3 gammaM  
 GammaG2 (\*) 1,5 gammaR  
 GammaQ (\*) 1,5 Kh sismico

### VERIFICA ALLO SLU DI TIPO GEOTECNICO

#### CALCOLO DEL CARICO LIMITE INSIEME FONDAZIONE-TERRENO

##### Dati terreno

angolo d'attrito fi gradi 27  
 peso specifico 1 t/mc 1,70  
 peso specifico 2 t/mc 1,80  
 coesione c' t/mq 0,00  
 inclinazione del pendio gradi 0 ok  
 profondità della falda dw m 100  
 tipo di terreno C/A PD

##### Geometria fondazione

profondità di posa D m 0,40  
 base B m 0,50  
 lunghezza L (L>B) m 0,50  
 eccentricità Eb m 0,00  
 eccentricità EI m 0,00  
 inclinazione del carico effettiva gradi 0,00

**Dati di calcolo**

inclinazione del carico sismica	gradi	3,60
inclinazione del carico totale	gradi	3,60487
B" (= B o B')	m	0,5
L" (= L o L')	m	0,5
c" (= c o c*)	t/mq	0,00
fi" (= fi o fi*)	gradi	27
Nq		13,20
Ng		14,47
Nc		23,94
fq		1,509
fg		0,600
fc		1,551
iq		0,960
ig		0,866
ic		0,960
eq		1,000
eg		1,000
ec		1,000

**Risultati**

qlim	t/mq	16
gammaR		1,00
qRd	t/mq	16
kwinkler	DaN/cm3	0,66

<b>PLINTI</b>						
<b>GEOMETRIA</b>						
Dimensioni	(cm)	<b>bx</b>	<b>by</b>	<b>Bx</b>	<b>By</b>	<input type="text" value="sp 10 cr"/>
		18	18	50	50	
H plinto	(cm)	20				
copriferro	(cm)	3				
d	(cm)	<b>17</b>				
<b>SOLLECITAZIONI - MATERIALI</b>						
Azioni agenti SLU (KN-KNm)		<b>Nsd</b>	<b>Msd x</b>	<b>Msd y</b>	<b>Mediam. Tozzo</b> Meccanismo tirante- puntone; non necessita verifica a taglio	
		14,45	3,9	3,52		
<b>PRESSIONI</b>						
Pressioni sul terreno	MPa	$\sigma_1$	$\sigma_2$	$\sigma_3$	$\sigma_4$	
		<b>0,441</b>	<b>0,058</b>	<b>0,017</b>	<b>-0,367</b>	

La verifica GEO è soddisfatta in quanto  $0.441 < 1.6$

### VERIFICA STRU DEL PLINTO 50X50X20

Si considera la sezione del plinto 50x50x20 in corrispondenza della quale vengono trasmesse le reazioni vincolari dei pilastri e si procede alla verifica della sezione

Titolo : \_\_\_\_\_

N° strati barre  Zoom

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	50	20	1	2,36	3
			2	2,36	17

Sollecitazioni

S.L.U.  Metodo n

N<sub>Ed</sub>   kN  
 M<sub>xEd</sub>   kNm  
 M<sub>yEd</sub>

P.to applicazione N

Centro  Baricentro cls  
 Coord.[cm] xN  yN

Tipo rottura

Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

M<sub>xRd</sub>  kN m

σ<sub>c</sub>  N/mm²  
 σ<sub>s</sub>  N/mm²  
 ε<sub>s</sub>  ‰  
 ε<sub>s</sub>  ‰  
 d  cm  
 x  x/d   
 δ

Materiali

B450C C28/35

ε<sub>cu</sub>  ‰ ε<sub>c2</sub>  ‰  
 f<sub>yd</sub>  N/mm² ε<sub>cu</sub>  ‰  
 E<sub>s</sub>  N/mm² f<sub>cd</sub>  ‰  
 E<sub>s</sub>/E<sub>c</sub>  f<sub>cc</sub>/f<sub>cd</sub>  ?  
 ε<sub>syd</sub>  ‰ σ<sub>c,adm</sub>   
 σ<sub>s,adm</sub>  N/mm² τ<sub>co</sub>   
 τ<sub>cl</sub>

Metodo di calcolo

S.L.U.+  S.L.U.-  
 Metodo n

Tipo flessione

Retta  Deviata

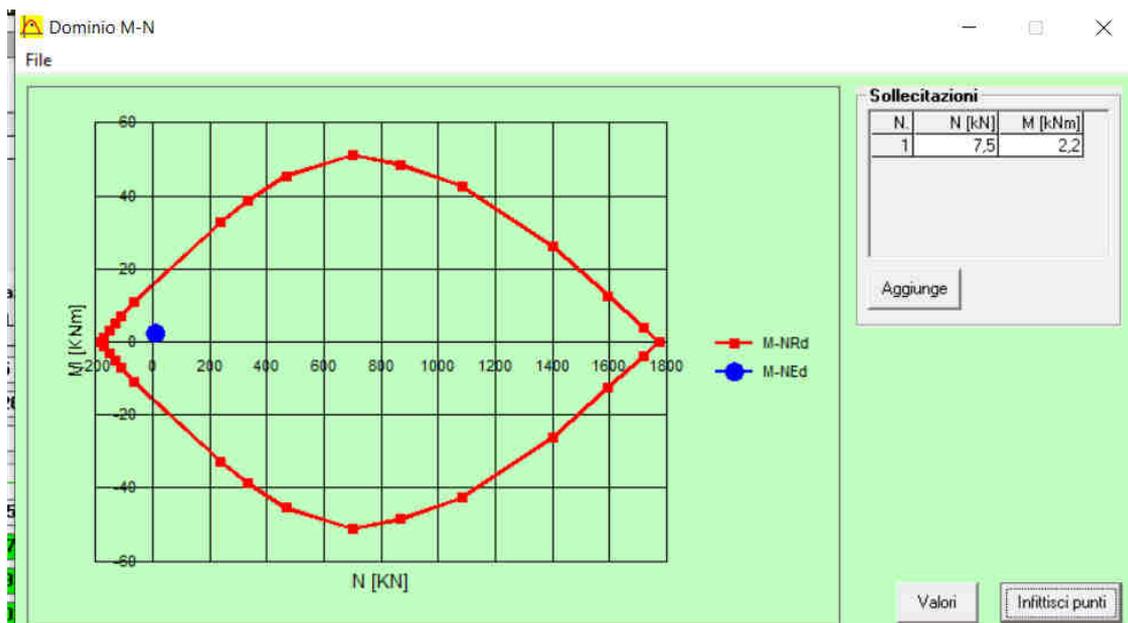
N° rett.

Calcola MRd Dominio M-N

L<sub>0</sub>  cm Col. modello

M-curvatura

Precompresso



## 6.4 RELAZIONE DI CALCOLO

### ANALISI DEI CARICHI

L' **ANALISI DEI CARICHI** per la determinazione delle forze statiche agenti sulla struttura in esame è stata effettuata in modo tale da pervenire alle condizioni più gravose nei confronti delle verifiche da effettuare.

I carichi d'esercizio assunti a base dei calcoli, oltre il peso proprio delle strutture portanti ed ai sovraccarichi permanenti conformemente alla destinazione specifica dei locali ed a quelli stabiliti dalle NTC 2018 sono stati i seguenti:

#### CARICHI VERTICALI DISTRIBUITI – STATO di PROGETTO

G+QPS+QPN		50	Kg/mq
VENTO	SOPR	27	Kg/mq
VENTO	SOTT	54	Kg/mq
CARICO NEVE	Qacc	80	Kg/mq

La determinazione delle caratteristiche della sollecitazione provocate nelle strutture è stata effettuata con i **METODI DELLA SCIENZA DELLE COSTRUZIONI**, basati sull'ipotesi dell'elasticità lineare dei materiali e cumulando le condizioni di carico nel modo più sfavorevole.

Tutte le verifiche di resistenza del legno sono state eseguite con l'applicazione del **METODO DEGLI STATI LIMITE** , tenendo conto delle condizioni più gravose possibili di carico.

Le caratteristiche delle azioni sollecitanti ricavate in base alle combinazioni, secondo quanto stabilito al **p.to 2.5.3 del D.M. 17.01.2018** risultano inferiori alle azioni resistenti per tutti gli stati limite previsti dal suddetto decreto

#### SLU - Combinazione fondamentale

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

#### SLE - Combinazione caratteristica (rara) – per tensioni ammissibili

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

#### SLE - Combinazione frequente - reversibili

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

#### SLE - Combinazione quasi permanente – a lungo termine

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

#### SLU – SLE - Combinazione sismica

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

#### SLU - Combinazione eccezionale

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

In carichi sopra definiti, una volta definiti e assegnati, vengono combinati (par. 2.5.3) a seconda della categoria dell'azione variabile, e fattorizzati (par. 2.6) a seconda che l'azione che esercita il carico sulla struttura sia a vantaggio o a svantaggio di sicurezza, come riportato nelle seguenti tabelle.

Categoria/Azione variabile	$\Psi_{0j}$	$\Psi_{1j}$	$\Psi_{2j}$
Categoria A – Ambienti ad uso residenziale	0.7	0.5	0.3
Categoria B – Uffici	0.7	0.5	0.3
Categoria C – Ambienti suscettibili di affollamento	0.7	0.7	0.6
Categoria D – Ambienti d uso commerciale	0.7	0.7	0.6
Categoria E – Biblioteche, archivi, magazzini e ambienti industriali	1.0	0.9	0.8
Categoria F – Rimesse e parcheggi (per autoveicoli di peso $\leq 30$ kN)	0.7	0.7	0.6
Categoria G – Rimesse e parcheggi (per autoveicoli di peso $> 30$ kN)	0.7	0.5	0.3
Categoria H – coperture accessibili per sola manutenzione	0.0	0.0	0.0
Categoria I – coperture praticabili	<i>Da valutarsi caso per caso</i>		
Categoria K – coperture per usi speciali (impianti, eliporti...)	<i>caso</i>		
Vento	0.6	0.2	0.0
Neve (a quota $\leq 1000$ m s.l.m.)	0.5	0.2	0.0
Neve (a quota $> 1000$ m s.l.m.)	0.7	0.5	0.2
Variazioni termiche	0.6	0.5	0.0

**Tab. 2.5.1** – Valori dei coefficienti di combinazione

		Coefficiente $\gamma_F$	EQU	A1 STR	A2 GEO
Carichi permanenti	favorevoli	$\gamma_{G1}$	0.9	1.0	1.0
	sfavorevoli		1.1	1.3	1.0
Carichi permanenti non strutturali <sup>(1)</sup>	favorevoli	$\gamma_{G2}$	0.8	0.8	0.8
	sfavorevoli		1.5	1.5	1.3
Carichi variabili	favorevoli	$\gamma_{Qj}$	0.0	0.0	0.0
	sfavorevoli		1.5	1.5	1.3

<sup>(1)</sup> per i carichi permanenti non strutturali compiutamente definiti si possono utilizzare gli stessi coefficienti dei carichi permanenti

**Tab. 2.6.1** – Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni nelle verifiche SLU

Nel modello strutturale , non avendo considerato la copertura come elemento rigido per la ripartizione dei carichi, le sollecitazioni sono state applicate direttamente sui vari elementi strutturali in funzione della propria area di influenza.

## 6.5 FASCICOLO DI CALCOLO

Ciascun elemento strutturale di acciaio è stato dimensionato considerando le sollecitazioni ricavate dalla risoluzione dello schema statico.

Si riporta di seguito la tabella delle sollecitazioni agenti e la verifica del elementi principali più sollecitati secondo le NTC 2018.

### Sollecitazioni aste

#### Simbologia

Asta	=	Numero dell'asta
N1	=	Nodo1
N2	=	Nodo2
X	=	Coordinata progressiva rispetto al nodo iniziale

N = Sforzo normale  
 CC = Numero della combinazione delle condizioni di carico elementari  
 Ty = Taglio in dir. Y  
 Mz = Momento flettente intorno all'asse Z  
 Tz = Taglio in dir. Z  
 My = Momento flettente intorno all'asse Y  
 Mx = Momento torcente intorno all'asse X

Asta	N1	N2	X	N	CC	Ty	CC	Mz	CC	Tz	CC	My	CC	Mx	CC
			<cm>	<kg>		<kg>		<kgm>		<kg>		<kgm>		<kgm>	
1	1	101 Max	0.00	-262.43	7	230.01	7	377.88	7	113.11	1	366.65	1	0.56	7
1	1	101 Max	310.00	-186.12	7	230.01	7	294.74	7	113.11	1	87.67	1	0.56	7
1	1	101 Min.	0.00	-796.75	16	-192.36	7	-418.30	7	-218.93	1	-262.98	1	-0.56	7
1	1	101 Min.	310.00	-697.54	16	-192.36	7	-218.43	7	-218.93	1	-312.02	1	-0.56	7
2	2	102 Max	0.00	-539.64	7	237.34	7	389.85	7	265.49	1	352.53	1	7.36	7
2	2	102 Max	310.00	-463.33	7	237.34	7	305.48	7	265.49	1	396.34	1	7.36	7
<b>2</b>	<b>2</b>	<b>102 Min.</b>	<b>0.00</b>	<b>-1441.77</b>	<b>16</b>	<b>-199.68</b>	<b>7</b>	<b>-430.27</b>	<b>7</b>	<b>-205.62</b>	<b>1</b>	<b>-426.68</b>	<b>1</b>	<b>-7.36</b>	<b>7</b>
2	2	102 Min.	310.00	-1342.56	16	-199.68	7	-229.17	7	-205.62	1	-284.90	1	-7.36	7
3	3	103 Max	0.00	-87.12	1	182.61	7	290.30	7	213.77	1	311.78	1	11.81	7
3	3	103 Max	310.00	-10.81	1	182.61	7	235.38	7	213.77	1	291.88	1	11.81	7
3	3	103 Min.	0.00	-552.96	13	-144.96	7	-330.72	7	-167.82	1	-370.81	1	-11.81	7
3	3	103 Min.	310.00	-453.75	13	-144.96	7	-159.07	7	-167.82	1	-208.47	1	-11.81	7
4	4	104 Max	0.00	-262.43	7	192.36	7	418.30	7	113.11	1	366.65	1	0.56	7
4	4	104 Max	310.00	-186.12	7	192.36	7	218.43	7	113.11	1	87.67	1	0.56	7
4	4	104 Min.	0.00	-796.75	15	-230.01	7	-377.88	7	-218.93	1	-262.98	1	-0.56	7
4	4	104 Min.	310.00	-697.54	15	-230.01	7	-294.74	7	-218.93	1	-312.02	1	-0.56	7
5	5	105 Max	0.00	-539.64	7	199.68	7	430.27	7	265.49	1	352.53	1	7.36	7
5	5	105 Max	310.00	-463.33	7	199.68	7	229.17	7	265.49	1	396.34	1	7.36	7
5	5	105 Min.	0.00	-1441.77	15	-237.34	7	-389.85	7	-205.62	1	-426.68	1	-7.36	7
5	5	105 Min.	310.00	-1342.56	15	-237.34	7	-305.48	7	-205.62	1	-284.90	1	-7.36	7
6	6	106 Max	0.00	-87.12	1	144.96	7	330.72	7	213.77	1	311.78	1	11.81	7
6	6	106 Max	310.00	-10.81	1	144.96	7	159.07	7	213.77	1	291.88	1	11.81	7
6	6	106 Min.	0.00	-552.96	13	-182.61	7	-290.30	7	-167.82	1	-370.81	1	-11.81	7
6	6	106 Min.	310.00	-453.75	13	-182.61	7	-235.38	7	-167.82	1	-208.47	1	-11.81	7
101	101	102 Max	20.00	-31.06	7	22.18	7	32.33	7	546.35	14	138.66	1	0.22	7
101	101	102 Max	187.09									286.64	13		
101	101	102 Max	400.00	-31.06	7	22.18	7	51.95	7	-192.12	1	-26.21	1	0.22	7
101	101	102 Min.	20.00	-124.73	15	-22.18	7	-32.33	7	133.76	1	-286.15	1	-0.22	7
101	101	102 Min.	116.15					-3.30	1			-33.26	1		
101	101	102 Min.	400.00	-124.73	15	-22.18	7	-51.95	7	-683.40	13	-438.55	13	-0.22	7
101	102	103 Max	10.00	30.84	1	49.78	7	72.20	7	513.42	14	70.74	1	9.64	7
101	102	103 Max	169.29									97.09	14		
101	102	103 Max	260.00	30.84	1	49.78	7	52.26	7	54.33	1	233.03	1	9.64	7
101	102	103 Min.	10.00	-76.78	1	-49.78	7	-72.20	7	35.30	1	-331.28	1	-9.64	7
101	102	103 Min.	217.79					-3.64	3			-44.67	3		
101	102	103 Min.	260.00	-76.78	1	-49.78	7	-52.26	7	-307.49	1	-269.50	1	-9.64	7
102	104	105 Max	20.00	-31.06	7	22.18	7	32.33	7	546.35	14	138.66	1	0.22	7
102	104	105 Max	187.09									286.64	13		

102	104	105	Max	400.00	-31.06	7	22.18	7	51.95	7	-192.12	1	-26.21	1	0.22	7
102	104	105	Min.	20.00	-124.73	16	-22.18	7	-32.33	7	133.76	1	-286.15	1	-0.22	7
102	104	105	Min.	116.15					-3.30	1			-33.26	1		
102	104	105	Min.	400.00	-124.73	16	-22.18	7	-51.95	7	-683.40	13	-438.55	13	-0.22	7
<b>102</b>	<b>105</b>	<b>106</b>	<b>Max</b>	<b>10.00</b>	<b>30.84</b>	<b>1</b>	<b>49.78</b>	<b>7</b>	<b>72.20</b>	<b>7</b>	<b>513.42</b>	<b>14</b>	<b>70.74</b>	<b>1</b>	<b>9.64</b>	<b>7</b>
102	105	106	Max	169.29									97.09	14		
102	105	106	Max	260.00	30.84	1	49.78	7	52.26	7	54.33	1	233.03	1	9.64	7
102	105	106	Min.	10.00	-76.78	1	-49.78	7	-72.20	7	35.30	1	-331.28	1	-9.64	7
102	105	106	Min.	217.79					-3.64	3			-44.67	3		
102	105	106	Min.	260.00	-76.78	1	-49.78	7	-52.26	7	-307.49	1	-269.50	1	-9.64	7
103	101	104	Max	20.00	-18.83	1	14.93	7	34.33	7	176.24	7	245.02	7	3.76	7
103	101	104	Max	60.87					10.97	9			78.86	9		
103	101	104	Max	480.00	-18.83	1	14.93	7	34.33	7	63.00	7	245.02	7	3.76	7
103	101	104	Min.	20.00	-24.47	13	-14.93	7	-34.33	7	-63.00	7	-305.22	7	-3.76	7
103	101	104	Min.	60.87					-10.97	9			-96.89	9		
103	101	104	Min.	480.00	-24.47	13	-14.93	7	-34.33	7	-176.24	7	-305.22	7	-3.76	7
104	102	105	Max	20.00	-18.83	1	6.26	7	14.40	7	177.08	7	246.96	7	1.50	7
104	102	105	Max	59.59					4.63	9			79.48	9		
104	102	105	Max	480.00	-18.83	1	6.26	7	14.40	7	63.84	7	246.96	7	1.50	7
104	102	105	Min.	20.00	-24.47	13	-6.26	7	-14.40	7	-63.84	7	-307.17	7	-1.50	7
104	102	105	Min.	59.59					-4.63	9			-98.71	9		
104	102	105	Min.	480.00	-24.47	13	-6.26	7	-14.40	7	-177.09	7	-307.17	7	-1.50	7
105	103	106	Max	20.00	-18.83	1	20.16	7	46.37	7	152.47	7	190.35	7	2.95	7
105	103	106	Max	98.76					11.84	9			63.16	9		
105	103	106	Max	480.00	-18.83	1	20.16	7	46.37	7	39.23	7	190.35	7	2.95	7
105	103	106	Min.	20.00	-24.47	13	-20.16	7	-46.37	7	-39.23	7	-250.55	7	-2.95	7
105	103	106	Min.	98.76					-11.84	9			-49.45	9		
105	103	106	Min.	480.00	-24.47	13	-20.16	7	-46.37	7	-152.47	7	-250.55	7	-2.95	7

Si allegano le verifiche degli elementi strutturali di acciaio principali.

## VERIFICHE DI RESISTENZA E STABILITA' PER PROFILI CAVI A SEZIONE QUADRA - RETTANGOLARE

Dati INPUT				Dati OUTPUT																
Caratteristiche acciaio				Dati geometrici																
Qualità acciaio:	UNI EN 10210 S 275 H			Dimensione lati		Spessore	Classe della sezione	Area sezione trasversale	Momenti di inerzia		Momenti resistenti elastici		Momenti resistenti plastici		Massa per unità di lunghezza	Superf. per unità di lunghezza	Lunghezza per tonnellata			
$f_{yk} =$	275	[Mpa]		H	B	T	3	A	$I_{yy}$	$I_{zz}$	$W_{elyy}$	$W_{elzz}$	$W_{plyy}$	$W_{plzz}$	M	As	L/1t			
$f_{tk} =$	430	[Mpa]		[mm]	[mm]	[mm]		[cm <sup>2</sup> ]	[cm <sup>4</sup> ]	[cm <sup>4</sup> ]	[cm <sup>3</sup> ]	[cm <sup>3</sup> ]	[cm <sup>3</sup> ]	[cm <sup>3</sup> ]	[kg/m]	[m <sup>2</sup> /m]	[m]			
				180,0	180,0	4,0		27,99	1440,21	1440,21	160,02	160,02	184,32	184,32	21,97	0,71	45,51			
Geometria sezione				Verifiche secondo NTC2018 - §4.2																
H =	180,0	[mm]		Verifica a trazione (4.2.4.1.2.1)				$N_{pl,Rd} =$	733,03		$N_{Ed} / N_{pl,R} =$									
B =	180,0	[mm]		Verifica a compressione (4.2.4.1.2.2)				$N_{c,Rd} =$	733,03		$N_{Ed} / N_{c,Rd} =$		0,02	verifica soddisfatta						
t =	4,0	[mm]		Verifica a flessione retta (4.2.4.1.2.3 - 4.2.4.1.2.6)				$M_{c,y,Rd} =$	41,91		$M_{y,Ed} / M_{c,y,Rd} =$		0,10	verifica soddisfatta						
				Verifica a flessione retta (4.2.4.1.2.3 - 4.2.4.1.2.6)				$M_{c,z,Rd} =$	41,91		$M_{z,Ed} / M_{c,z,Rd} =$		0,10	verifica soddisfatta						
				Verifica a taglio (4.2.4.1.2.4)				$V_{c,Rd} =$	211,61		$V_{Ed} / V_{c,Rd} =$		0,01	verifica soddisfatta						
Sollecitazioni agenti				Verifica a presso/tenso-flessione retta (4.2.4.1.2.7 - 4.2.4.1.2.9)				Sez. Classe 1-2	$M_{N,y,Rd} =$			$M_{Ed} / M_{N,y,Rd} =$								
$N_{Ed} =$	-14,42	[kN]						Sez. Classe 3	$M_{N,z,Rd} =$			$M_{Ed} / M_{N,z,Rd} =$								
$V_{Ed} =$	2,00	[kN]						Sez. Classe 3	$ \sigma_{x,My,Ed}  =$	32,02		$f_{yd} =$		261,90	verifica soddisfatta					
$M_{y,Ed} =$	4,30	[kNm]						Sez. Classe 3	$ \sigma_{x,Mz,Ed}  =$	30,15		$f_{yd} =$		261,90	verifica soddisfatta					
$M_{z,Ed} =$	4,00	[kNm]		Verifica a presso/tenso-flessione biassiale (4.2.4.1.2.8 - 4.2.4.1.2.9)				Sez. Classe 1-2	$M_{N,y,Rd} =$			$(M_{y,Ed} / M_{N,y,Rd})^\alpha + (M_{z,Ed} / M_{N,z,Rd})^\beta =$								
$\psi_y =$	1,00	[kNm]		Verifica a presso/tenso-flessione biassiale (4.2.4.1.2.8 - 4.2.4.1.2.9)				Sez. Classe 1-2	$M_{N,z,Rd} =$			$(M_{y,Ed} / M_{N,y,Rd})^\alpha + (M_{z,Ed} / M_{N,z,Rd})^\beta =$								
$\psi_z =$	1,00	[kNm]		Verifica a presso/tenso-flessione biassiale (4.2.4.1.2.8 - 4.2.4.1.2.9)				Sez. Classe 3	$ \sigma_{x,Ed}  =$	57,02		$f_{yd} =$		261,90	verifica soddisfatta					
 <p style="font-size: small; margin: 0;">Fondazione <b>Promozione Acciaio</b> CRESCERE L'ACCIAIO, CRESCERE IL PAESE.</p>				Verifica stabilità membrature compresse (4.2.4.1.3.1)				$N_{b,Rd} =$	490,17		$\chi_{min} =$	0,67		$N_{Ed} / N_{b,Rd} =$		0,03	verifica soddisfatta			
				Verifica stabilità membrature presso-inflesse (4.2.4.1.3.3)				$\frac{N_{Ed} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_{min} \cdot f_{yk} \cdot A} + \frac{M_{y,eq,Ed} \cdot \gamma_{M1}}{f_{yk} \cdot W_y \cdot \left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}\right)} + \frac{M_{z,eq,Ed} \cdot \gamma_{M1}}{f_{yk} \cdot W_z \cdot \left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}\right)} = 0,18$												

## VERIFICHE DI RESISTENZA E STABILITA' PER PROFILI CAVI A SEZIONE QUADRA - RETTANGOLARE

Dati INPUT				Dati OUTPUT																
Caratteristiche acciaio				Dati geometrici																
Qualità acciaio:	UNI EN 10210 S 275 H			Dimensione lati			Spessore	Classe della sezione	Area sezione trasversale	Momenti di inerzia		Momenti resistenti elastici		Momenti resistenti plastici		Massa per unità di lunghezza	Superf. per unità di lunghezza	Lunghezza per tonnellata		
	$f_{yk}$	275	[Mpa]	H	B	T	3	A	$I_{yy}$	$I_{zz}$	$W_{elyy}$	$W_{elzz}$	$W_{plyy}$	$W_{plzz}$	M	As	L/1t			
	$f_{tk}$	430	[Mpa]	[mm]	[mm]	[mm]		[cm <sup>2</sup> ]	[cm <sup>4</sup> ]	[cm <sup>4</sup> ]	[cm <sup>3</sup> ]	[cm <sup>3</sup> ]	[cm <sup>3</sup> ]	[cm <sup>3</sup> ]	[kg/m]	[m <sup>2</sup> /m]	[m]			
			180,0	180,0	4,0	27,99		1440,21	1440,21	160,02	160,02	184,32	184,32	21,97	0,71	45,51				
Geometria sezione				Verifiche secondo NTC2018 - §4.2																
H =	180,0	[mm]	Verifica a trazione (4.2.4.1.2.1)					$N_{pl,Rd} =$	733,03						$N_{Ed} / N_{pl,Rd} =$	0,00	verifica soddisfatta			
B =	180,0	[mm]	Verifica a compressione (4.2.4.1.2.2)					$N_{c,Rd} =$	733,03						$N_{Ed} / N_{c,Rd} =$					
t =	4,0	[mm]	Verifica a flessione retta (4.2.4.1.2.3 - 4.2.4.1.2.6)					$M_{c,y,Rd} =$	41,91						$M_{y,Ed} / M_{c,y,Rd} =$	0,02	verifica soddisfatta			
Lunghezza e vincoli asta			$\beta_y =$	2,00	[-]	Verifica a taglio (4.2.4.1.2.4)					$M_{c,z,Rd} =$	41,91						$M_{z,Ed} / M_{c,z,Rd} =$	0,02	verifica soddisfatta
			$\beta_z =$	2,00	[-]						$V_{c,Rd} =$	211,61						$V_{Ed} / V_{c,Rd} =$	0,00	verifica soddisfatta
Sollecitazioni agenti			Verifica a presso/tenso-flessione retta (4.2.4.1.2.7 - 4.2.4.1.2.9)					Sez. Classe 1-2	$M_{N,y,Rd} =$						$M_{Ed} / M_{N,y,Rd} =$					
$N_{Ed} =$	0,30	[kN]						Sez. Classe 3	$M_{N,z,Rd} =$						$M_{Ed} / M_{N,z,Rd} =$					
$V_{Ed} =$	0,50	[kN]						$ \sigma_{x,My,Ed}  =$	6,36						$f_{yd} =$	261,90	verifica soddisfatta			
$M_{y,Ed} =$	1,00	[kNm]						$ \sigma_{x,Mz,Ed}  =$	5,11						$f_{yd} =$	261,90	verifica soddisfatta			
$M_{z,Ed} =$	0,80	[kNm]	Verifica a presso/tenso-flessione biassiale (4.2.4.1.2.8 - 4.2.4.1.2.9)					Sez. Classe 1-2	$M_{N,y,Rd} =$	$(M_{y,Ed} / M_{N,y,Rd})^\alpha + (M_{z,Ed} / M_{N,z,Rd})^\beta =$										
$\psi_y =$	1,00	[kNm]						Sez. Classe 3	$M_{N,z,Rd} =$						$f_{yd} =$	261,90	verifica soddisfatta			
$\psi_z =$	1,00	[kNm]	Verifica stabilità membrature compresse (4.2.4.1.3.1)					$N_{b,Rd} =$	568,17	$\chi_{min} =$	0,78						$N_{Ed} / N_{b,Rd} =$			
 <p style="font-size: small; margin: 0;">Fondazione Promozione Acciaio CRESCERE L'ACCIAIO, CRESCERE IL PAESE.</p>			Verifica stabilità membrature presso-inflesse (4.2.4.1.3.3)					$\frac{N_{Ed} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_{min} \cdot f_{yk} \cdot A} + \frac{M_{y,eq,Ed} \cdot \gamma_{M1}}{f_{yk} \cdot W_y \cdot \left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}\right)} + \frac{M_{z,eq,Ed} \cdot \gamma_{M1}}{f_{yk} \cdot W_z \cdot \left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}\right)} =$												

## VERIFICHE DI RESISTENZA E STABILITA' PER PROFILI CAVI A SEZIONE QUADRA - RETTANGOLARE

Dati INPUT			Dati OUTPUT															
Caratteristiche acciaio			Dati geometrici															
Qualità acciaio:	UNI EN 10210 S 275 H		Dimensione lati		Spessore	Classe della sezione	Area sezione trasversale	Momenti di inerzia		Momenti resistenti elastici		Momenti resistenti plastici		Massa per unità di lunghezza	Superf. per unità di lunghezza	Lunghezza per tonnellata		
$f_{yk} =$	275	[Mpa]	H	B	T	3	A	$I_{yy}$	$I_{zz}$	$W_{elyy}$	$W_{elzz}$	$W_{plyy}$	$W_{plzz}$	M	As	L/1t		
$f_{tk} =$	430	[Mpa]	[mm]	[mm]	[mm]		[cm <sup>2</sup> ]	[cm <sup>4</sup> ]	[cm <sup>4</sup> ]	[cm <sup>3</sup> ]	[cm <sup>3</sup> ]	[cm <sup>3</sup> ]	[cm <sup>3</sup> ]	[kg/m]	[m <sup>2</sup> /m]	[m]		
			120,0	120,0	3,0		13,94	316,93	316,93	52,82	52,82	61,02	61,02	10,95	0,47	91,36		
Geometria sezione			Verifiche secondo NTC2018 - §4.2															
H =	120,0	[mm]	Verifica a trazione (4.2.4.1.2.1)				$N_{pl,Rd} =$	365,19					$N_{Ed} / N_{pl,Rd} =$	0,00	verifica soddisfatta			
B =	120,0	[mm]	Verifica a compressione (4.2.4.1.2.2)				$N_{c,Rd} =$	365,19					$N_{Ed} / N_{c,Rd} =$	0,00	verifica soddisfatta			
t =	3,0	[mm]	Verifica a flessione retta (4.2.4.1.2.3 - 4.2.4.1.2.6)				$M_{c,y,Rd} =$	13,83					$M_{y,Ed} / M_{c,y,Rd} =$	0,47	verifica soddisfatta			
$\beta_y =$	1,00	[-]	Verifica a flessione retta (4.2.4.1.2.3 - 4.2.4.1.2.6)				$M_{c,z,Rd} =$	13,83					$M_{z,Ed} / M_{c,z,Rd} =$	0,00	verifica soddisfatta			
$\beta_z =$	1,00	[-]	Verifica a taglio (4.2.4.1.2.4)				$V_{c,Rd} =$	105,42					$V_{Ed} / V_{c,Rd} =$	0,06	verifica soddisfatta			
Sollecitazioni agenti			Verifica a presso/tenso-flessione retta (4.2.4.1.2.7 - 4.2.4.1.2.9)				Sez. Classe 1-2	$M_{N,y,Rd} =$					$M_{Ed} / M_{N,y,Rd} =$					
$N_{Ed} =$	0,00	[kN]					Sez. Classe 3	$M_{N,z,Rd} =$					$M_{Ed} / M_{N,z,Rd} =$					
$V_{Ed} =$	6,80	[kN]	Verifica a presso/tenso-flessione biassiale (4.2.4.1.2.8 - 4.2.4.1.2.9)				Sez. Classe 3	$ \sigma_{x,My,Ed}  =$	123,05					$f_{yd} =$	261,90	verifica soddisfatta		
$M_{y,Ed} =$	6,50	[kNm]					Sez. Classe 3	$ \sigma_{x,Mz,Ed}  =$					$f_{yd} =$	261,90	verifica soddisfatta			
$M_{z,Ed} =$	0,00	[kNm]	Verifica a presso/tenso-flessione biassiale (4.2.4.1.2.8 - 4.2.4.1.2.9)				Sez. Classe 1-2	$M_{N,y,Rd} =$	$(M_{y,Ed} / M_{N,y,Rd})^\alpha + (M_{z,Ed} / M_{N,z,Rd})^\beta =$									
$\psi_y =$	1,00	[kNm]					Sez. Classe 3	$M_{N,z,Rd} =$					$f_{yd} =$	261,90	verifica soddisfatta			
$\psi_z =$	1,00	[kNm]	Verifica stabilità membrature compresse (4.2.4.1.3.1)				$N_{b,Rd} =$	260,66	$\chi_{min} =$	0,71	$N_{Ed} / N_{b,Rd} =$		0,00	verifica soddisfatta				
 <p style="font-size: small; margin: 0;">Fondazione <b>Promozione Acciaio</b> CRESCERE L'ACCIAIO, CRESCERE IL PAESE.</p>			Verifica stabilità membrature presso-inflesse (4.2.4.1.3.3)				$\frac{N_{Ed} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_{min} \cdot f_{yk} \cdot A} + \frac{M_{y,eq,Ed} \cdot \gamma_{M1}}{f_{yk} \cdot W_y \cdot \left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}\right)} + \frac{M_{z,eq,Ed} \cdot \gamma_{M1}}{f_{yk} \cdot W_z \cdot \left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}\right)} = 0,35$										verifica soddisfatta	

## **7        STRUTTURA DI ACCIAIO COPERTA - PENSILINA**

In corrispondenza dell'accesso alla scuola è prevista la realizzazione di una pensilina pedonale coperta utile per l'accesso all'ingresso larghezza 2.60ml, altezza massima 2.40ml.

La struttura in progetto coperta prevista nel progetto è una struttura assemblata composta da elementi in acciaio scatolari.

Trattasi di una struttura con profili in acciaio scatolari sezione 180x180x4 nei pilastri e travi principali e arcarecci rompitratto sempre in elementi di acciaio scatolari 120x120x3.

La struttura una larghezza pari a 2.60ml con altezza massima pari a 2.40ml e pendenza minima del 3% per lo smaltimento delle acque meteoriche.

La pensilina è una struttura modulare formata da portali principali composti da 02 pilastri in acciaio sezione 180x180x4 e trave di collegamento 180x180x4.

I portali, ad interasse di circa 5.00ml sono poi collegati da travi perimetrali di gronda sezione 180x180x4 e da un arcareccio rompitratto centrale sezione 120x120x3.

La falda della struttura è poi completata con pannello in lamiera grecata superiore.

La fondazione della struttura è realizzata mediante plinti isolati collegati da cordoli perimetrali sezione 20x20 gettati in opera opportunamente dimensionata. I nodi di collegamento tra gli elementi sono semplici appoggi.

### **7.1 RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURA ACCIAIO COPERTA – PENSILINA**

Dal punto di vista strutturale l'intervento si configura come nuova costruzione ai sensi delle NTC 2018.

Il manufatto, in quanto altezza massima pari a 2.40ml si considera con una opera priva di rilevanza e per la stessa si procede ad una verifica pseudostatica.

Ciascun portale è stato dimensionato considerando la sovrastruttura incastrata alla base e sollecitata da vento, neve e sisma nelle combinazioni di carico previste dalla normativa.

Le sollecitazioni ricavate poi dalla risoluzione dello schema statico sono state poi applicate ai plinti sottostanti per il dimensionamento degli stessi e per la verifica della portanza del terreno.

### 3.2 RELAZIONE SUI MATERIALI

**Acciaio per c.a. in barre ad aderenza migliorata:**

Tensione di snervamento: **B450C**

$$f_{yk} \geq 4500 \text{ Kg/cm}^2$$

**Conglomerato cementizio armato per strutture di fondazione:** **C28/35**

Classe di consistenza S4, Dimensione max inerte < 24 mm  
 Resistenza di progetto a compressione:  $f_{cd} = 158.7 \text{ Kg/cm}^2$   
 Resistenza di progetto a trazione:  $f_{ctd} = 12.9 \text{ Kg/cm}^2$   
 Classe di esposizione XC2  
 Da tabella 4.1.III delle NTC condizioni ambientali ordinarie: copriferro  $\geq 25 \text{ mm}$

**Acciaio da carpenteria**

Tutti gli elementi dovranno avere un modulo di elasticità non inferiore a 206000 N/mmq.

**Profilati, larghi piatti, barre e lamiera**

**Acciaio tipo S 235** con le seguenti caratteristiche:

Tensione caratteristica di snervamento  $\geq 235 \text{ N/mmq}$   
 Tensione di rottura a trazione  $\geq 390 \text{ N/mmq}$   
 Allungamento percentuale a rottura per lamiera  $\geq 24\%$   
 Allungamento percentuale a rottura per barre, laminati, profilati e larghi piatti  $\geq 26\%$

**Bulloneria**

Classe 4.6

### 6.6 RELAZIONE DI FONDAZIONE

Si fa riferimento alla caratterizzazione geologico tecnica delle Scuole Puddu .

Di seguito si procede al calcolo della tensione trasmessa dalla struttura astiforme a alla platea di fondazione.

Dall'analisi delle reazioni vincolari alla base di ciascun elemento portante verticale si procede al dimensionamento della platea di fondazione ed al calcolo della tensione massima trasmessa da questa al terreno sottostante.

Si è proceduto ad una doppia verifica: la verifica STRU della platea e la verifica GEO con la quale si è ricavato il valore del carico massimo sul terreno da confrontare con il carico limite indicato nella relazione geologico-tecnica allegata alla presente pratica.

#### VERIFICA GEO DEL PLINTO

**CAPACITA' PORTANTE - METODO DI TERZAGHI GENERALIZZATO**

APPROCCIO 2 (A1 + M1 + R3)

azioni incrementate, parametrici geotecnici invariati, resistenze ridotte

GammaG1 (*)	1,3	gammaM
GammaG2 (*)	1,5	gammaR

GammaQ (\*) 1,5 Kh sismico

**VERIFICA ALLO SLU DI TIPO GEOTECNICO  
CALCOLO DEL CARICO LIMITE INSIEME FONDAZIONE-TERRENO**

**Dati terreno**

angolo d'attrito fi	gradi	27
peso specifico 1	t/mc	1,70
peso specifico 2	t/mc	1,80
coesione c'	t/mq	0,00
inclinazione del pendio	gradi	0 ok
profondità della falda dw	m	100
tipo di terreno	C/A	PD

**Geometria fondazione**

profondità di posa D	m	0,40
base B	m	0,50
lunghezza L (L>B)	m	0,50
eccentricità Eb	m	0,00
eccentricità El	m	0,00
inclinazione del carico effettiva	gradi	0,00

**Dati di calcolo**

inclinazione del carico sismica	gradi	3,60
inclinazione del carico totale	gradi	3,60487
B" (= B o B')	m	0,5
L" (= L o L')	m	0,5
c" (= c o c*)	t/mq	0,00
fi" (= fi o fi*)	gradi	27
Nq		13,20
Ng		14,47
Nc		23,94
fq		1,509
fg		0,600
fc		1,551
iq		0,960
ig		0,866
ic		0,960
eq		1,000
eg		1,000
ec		1,000

**Risultati**

qlim	t/mq	16
gammaR		1,00
qRd	t/mq	16
kwinkler	DaN/cm3	0,66

<b>PLINTI</b>					
<b>GEOMETRIA</b>					
Dimensioni	(cm)	<b>bx</b>	<b>by</b>	<b>Bx</b>	<b>By</b>

		15	15	40	40
H plinto (cm)		20			
copriferro (cm)		3		Sezione in Y PARZIALIZZATA!	
d (cm)		17		(Usare Gelfi x calcolo pressioni sul terreno)	
<b>SOLLECITAZIONI - MATERIALI</b>					
Azioni agenti SLU (KN-KNm)		<b>Nsd</b>	<b>Msd x</b>	<b>Msd y</b>	<b>Mediam. Tozzo</b>
		7,5	2,2	0	Meccanismo tirante-puntone; non necessita verifica a taglio
<b>PRESSIONI</b>					
Pressioni sul terreno (MPa)		$\sigma_1$	$\sigma_2$	$\sigma_3$	$\sigma_4$
		0,260	0,260	-0,207	-0,207

La verifica GEO è soddisfatta in quanto  $0.26 < 1.6$

**VERIFICA STRU DEL PLINTO 50X50X20**

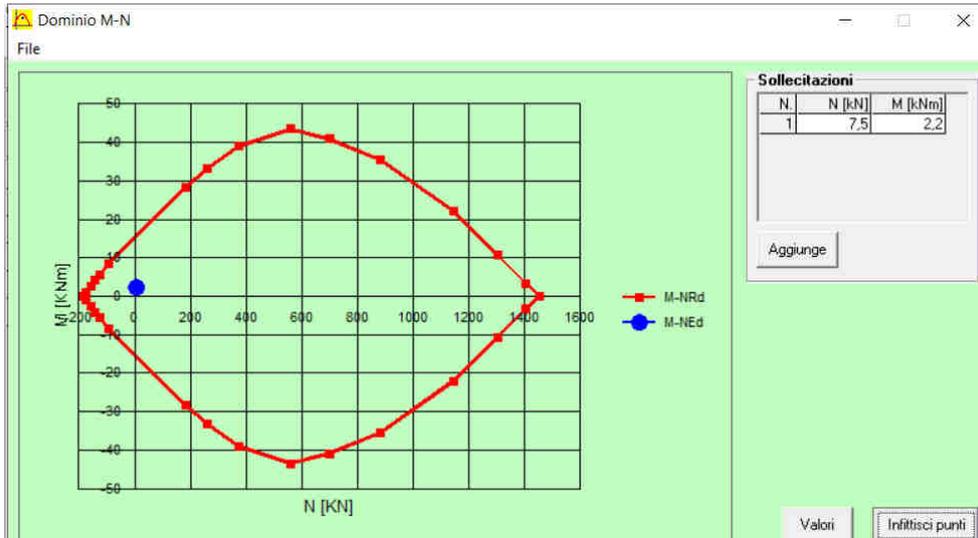
Si considera la sezione del plinto 40x40x20 in corrispondenza della quale vengono trasmesse le reazioni vincolari dei pilastri e si procede alla verifica della sezione

The screenshot displays a software interface for structural analysis. Key sections include:

- Table 1 (Left):**

N*	b [cm]	h [cm]
1	40	20
- Table 2 (Middle):**

N*	As [cm²]	d [cm]
1	2,36	3
2	2,36	17
- Materials (Bottom Left):**
  - B450C:  $E_{su} = 67,5$ ‰,  $f_{yd} = 391,3$  N/mm²,  $E_s = 200.000$  N/mm²,  $E_s/E_c = 15$ ,  $E_{syd} = 1.957$ ‰,  $\sigma_{s,adm} = 255$  N/mm²
  - C28/35:  $E_{c2} = 2$ ‰,  $E_{cu} = 3,5$ ,  $f_{cd} = 15,87$ ,  $f_{cc}/f_{cd} = 0,8$ ,  $\sigma_{c,adm} = 11$ ,  $\tau_{co} = 0,6667$ ,  $\tau_{c1} = 1,971$
- Section Data (Top Right):**
  - Tipo Sezione: Rettan.re (selected), Trapezi, a T, Circolare, Rettangoli, Coord., DXF
  - File: [Diagram showing a rectangular section with dimensions and reinforcement layout]
- Calculation Parameters (Bottom Right):**
  - Metodo di calcolo: S.L.U.+ (selected), S.L.U.-, Metodo n
  - Tipo flessione: Retta (selected), Deviata
  - N\* rett.: 100
  - Calcola MRd, Dominio M-N, Col. modello, M-curvatura
  - Precompresso: [ ]
- Other Parameters (Center):**
  - N\* strati barre: 2
  - P.to applicazione N: Centro (selected), Baricentro cls, Coord.[cm]
  - M xRd: 15,99 kN m
  - $\sigma_c = -15,87$  N/mm²,  $\sigma_s = 391,3$  N/mm²
  - $\epsilon_c = 3,5$ ‰,  $\epsilon_s = 19,99$ ‰
  - d: 17 cm, x: 2,533, x/d: 0,149,  $\delta = 0,7$



## 6.7 RELAZIONE DI CALCOLO

### ANALISI DEI CARICHI

L' **ANALISI DEI CARICHI** per la determinazione delle forze statiche agenti sulla struttura in esame è stata effettuata in modo tale da pervenire alle condizioni più gravose nei confronti delle verifiche da effettuare.

I carichi d'esercizio assunti a base dei calcoli, oltre il peso proprio delle strutture portanti ed ai sovraccarichi permanenti conformemente alla destinazione specifica dei locali ed a quelli stabiliti dalle NTC 2018 sono stati i seguenti:

#### CARICHI VERTICALI DISTRIBUITI – STATO di PROGETTO

G+QPS+QPN		50	Kg/mq
VENTO	SOPR	27	Kg/mq
VENTO	SOTT	54	Kg/mq
CARICO NEVE	Qacc	80	Kg/mq

La determinazione delle caratteristiche della sollecitazione provocate nelle strutture è stata effettuata con i **METODI DELLA SCIENZA DELLE COSTRUZIONI**, basati sull'ipotesi dell'elasticità lineare dei materiali e cumulando le condizioni di carico nel modo più sfavorevole.

Tutte le verifiche di resistenza del legno sono state eseguite con l'applicazione del **METODO DEGLI STATI LIMITE**, tenendo conto delle condizioni più gravose possibili di carico.

Le caratteristiche delle azioni sollecitanti ricavate in base alle combinazioni, secondo quanto stabilito al **p.to 2.5.3 del D.M. 17.01.2018** risultano inferiori alle azioni resistenti per tutti gli stati limite previsti dal suddetto decreto

**SLU - Combinazine fondamentale**

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

**SLE - Combinazine caratteristica (rara) – per tensioni ammissibili**

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

**SLE - Combinazine frequente - reversibili**

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

**SLE - Combinazine quasi permanente – a lungo termine**

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

**SLU – SLE - Combinazine sismica**

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

**SLU - Combinazine eccezionale**

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

In carichi sopra definiti, una volta definiti e assegnati, vengono combinati (par. 2.5.3) a seconda della categoria dell'azione variabile, e fattorizzati (par. 2.6) a seconda che l'azione che esercita il carico sulla struttura sia a vantaggio o a svantaggio di sicurezza, come riportato nelle seguenti tabelle.

Categoria/Azione variabile	$\Psi_{0j}$	$\Psi_{1j}$	$\Psi_{2j}$
Categoria A – Ambienti ad uso residenziale	0.7	0.5	0.3
Categoria B – Uffici	0.7	0.5	0.3
Categoria C – Ambienti suscettibili di affollamento	0.7	0.7	0.6
Categoria D – Ambienti d uso commerciale	0.7	0.7	0.6
Categoria E – Biblioteche, archivi, magazzini e ambienti industriali	1.0	0.9	0.8
Categoria F – Rimesse e parcheggi (per autoveicoli di peso ≤ 30 kN)	0.7	0.7	0.6
Categoria G – Rimesse e parcheggi (per autoveicoli di peso > 30 kN)	0.7	0.5	0.3
Categoria H – coperture accessibili per sola manutenzione	0.0	0.0	0.0
Categoria I – coperture praticabili	<i>Da valutarsi caso per caso</i>		
Categoria K – coperture per usi speciali (impianti, eliporti...)	<i>caso</i>		
Vento	0.6	0.2	0.0
<b>Neve (a quota ≤ 1000 m s.l.m.)</b>	0.5	0.2	0.0
Neve (a quota > 1000 m s.l.m.)	0.7	0.5	0.2
Variazioni termiche	0.6	0.5	0.0

**Tab. 2.5.1 – Valori dei coefficienti di combinazione**

		Coefficiente $\gamma_F$	EQU	A1 STR	A2 GEO
Carichi permanenti	favorevoli	$\gamma_{G1}$	0.9	1.0	1.0
	sfavorevoli		1.1	1.3	1.0
Carichi permanenti non strutturali <sup>(1)</sup>	favorevoli	$\gamma_{G2}$	0.8	0.8	0.8
	sfavorevoli		1.5	1.5	1.3
Carichi variabili	favorevoli	$\gamma_{Qj}$	0.0	0.0	0.0
	sfavorevoli		1.5	1.5	1.3

<sup>(1)</sup> per i carichi permanenti non strutturali compiutamente definiti si possono utilizzare gli stessi coefficienti dei carichi permanenti

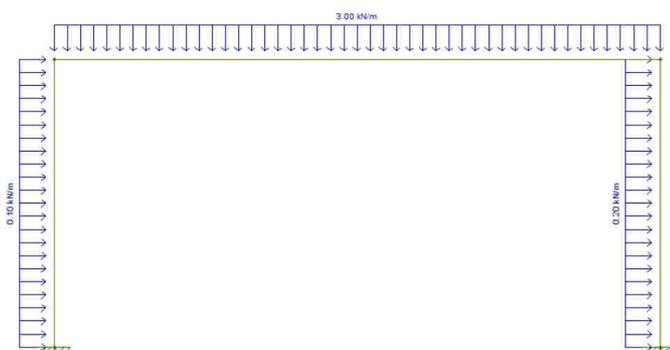
**Tab. 2.6.1 – Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni nelle verifiche SLU**

Nel modello strutturale , non avendo considerato la copertura come elemento rigido per la ripartizione dei carichi, le sollecitazioni sono state applicate direttamente sui vari elementi strutturali in funzione della propria area di influenza.

## 6.8 FASCICOLO DI CALCOLO

Ciascun elemento strutturale di acciaio è stato dimensionato considerando le sollecitazioni ricavate dalla risoluzione dello schema statico.

Schema portale di collegamento



Le sollecitazioni di verifica degli elementi portanti sono:

PILASTRO 180x180x4

N=750Kg

T=360 Kg

M=510Khml

TRAVE 180x180x4

N=310Kg

T=750 Kg

M=510Kgml

ARCARECCIO 120x120x3

T=680 Kg

M=650Kgml

Si allega specifiche verifiche.

Il tecnico  
**SILVIA PAOLETTI**  
 ingegnere

## VERIFICHE DI RESISTENZA E STABILITA' PER PROFILI CAVI A SEZIONE QUADRA - RETTANGOLARE

Dati INPUT				Dati OUTPUT																		
Caratteristiche acciaio				Dati geometrici																		
Qualità acciaio:	UNI EN 10210 S 275 H			Dimensione lati			Classe della sezione	Area sezione trasversale	Momenti di inerzia			Momenti resistenti elastici		Momenti resistenti plastici		Massa per unità di lunghezza	Superf. per unità di lunghezza	Lunghezza per tonnellata				
	$f_{yk}$	275	[Mpa]	H	B	T			A	$I_{yy}$	$I_{zz}$	$W_{elyy}$	$W_{elzz}$	$W_{plyy}$	$W_{plzz}$				M	As	L/1t	
	$f_{tk}$	430	[Mpa]	[mm]	[mm]	[mm]			[cm <sup>2</sup> ]	[cm <sup>4</sup> ]	[cm <sup>4</sup> ]	[cm <sup>3</sup> ]	[cm <sup>3</sup> ]	[cm <sup>3</sup> ]	[cm <sup>3</sup> ]				[kg/m]	[m <sup>2</sup> /m]	[m]	
			150,0	150,0	3,0	3	17,54	629,98	629,98	84,00	84,00	96,52	96,52	13,77	0,59	72,61						
Geometria sezione				Verifiche secondo NTC2018 - §4.2																		
H =	150,0	[mm]	Verifica a trazione (4.2.4.1.2.1)				$N_{pl,Rd} =$	459,47								$N_{Ed} / N_{pl,R} =$						
B =	150,0	[mm]					Verifica a compressione (4.2.4.1.2.2)				$N_{c,Rd} =$	459,47								$N_{Ed} / N_{c,Rd} =$	0,02	verifica soddisfatta
t =	3,0	[mm]	Verifica a flessione retta (4.2.4.1.2.3 - 4.2.4.1.2.6)								$M_{c,y,Rd} =$	22,00								$M_{y,Ed} / M_{c,y,Rd} =$	0,23	verifica soddisfatta
$\beta_y =$	2,00	[-]					Verifica a taglio (4.2.4.1.2.4)				$M_{c,z,Rd} =$	22,00								$M_{z,Ed} / M_{c,z,Rd} =$	0,00	verifica soddisfatta
$\beta_z =$	2,00	[-]									Verifica a presso/tenso-flessione retta (4.2.4.1.2.7 - 4.2.4.1.2.9)				$V_{c,Rd} =$	132,64						
Sollecitazioni agenti				Verifica a presso/tenso-flessione retta (4.2.4.1.2.7 - 4.2.4.1.2.9)		Sez. Classe 1-2	$M_{N,y,Rd} =$								$M_{Ed} / M_{N,y,Rd} =$							
$N_{Ed} =$	-7,50	[kN]	Verifica a presso/tenso-flessione biassiale (4.2.4.1.2.8 - 4.2.4.1.2.9)			Sez. Classe 3	$M_{N,z,Rd} =$								$M_{Ed} / M_{N,z,Rd} =$							
$V_{Ed} =$	3,60	[kN]			Verifica stabilità membrature compresse (4.2.4.1.3.1)		Sez. Classe 1-2	$ \sigma_{x,M_y,Ed}  =$	64,99								$f_{yd} =$	261,90	verifica soddisfatta			
$M_{y,Ed} =$	5,10	[kNm]	Verifica stabilità membrature presso-inflesse (4.2.4.1.3.3)				Sez. Classe 3	$ \sigma_{x,M_z,Ed}  =$	4,28								$f_{yd} =$	261,90	verifica soddisfatta			
$M_{z,Ed} =$	0,00	[kNm]			Verifica stabilità membrature presso-inflesse (4.2.4.1.3.3)		Sez. Classe 1-2	$M_{N,y,Rd} =$								$(M_{y,Ed} / M_{N,y,Rd})^\alpha + (M_{z,Ed} / M_{N,z,Rd})^\beta =$						
$\psi_y =$	1,00	[kNm]	Verifica stabilità membrature presso-inflesse (4.2.4.1.3.3)				Sez. Classe 3	$M_{N,z,Rd} =$								$f_{yd} =$	261,90	verifica soddisfatta				
$\psi_z =$	1,00	[kNm]			Verifica stabilità membrature presso-inflesse (4.2.4.1.3.3)		Verifica stabilità membrature compresse (4.2.4.1.3.1)		$N_{b,Rd} =$	330,29	$\chi_{min} =$	0,72			$N_{Ed} / N_{b,Rd} =$	0,02	verifica soddisfatta					
 <p style="font-size: small; margin: 0;">Fondazione Promozione Acciaio CRESCERE L'ACCIAIO, CRESCERE IL PAESE.</p>				Verifica stabilità membrature presso-inflesse (4.2.4.1.3.3)			$\frac{N_{Ed} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_{min} \cdot f_{yk} \cdot A} + \frac{M_{y,eq,Ed} \cdot \gamma_{M1}}{f_{yk} \cdot W_y \cdot \left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}\right)} + \frac{M_{z,eq,Ed} \cdot \gamma_{M1}}{f_{yk} \cdot W_z \cdot \left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}\right)} = 0,20$											verifica soddisfatta				

## VERIFICHE DI RESISTENZA E STABILITA' PER PROFILI CAVI A SEZIONE QUADRA - RETTANGOLARE

Dati INPUT				Dati OUTPUT														
Caratteristiche acciaio				Dati geometrici														
Qualità acciaio:	UNI EN 10210 S 275 H			Dimensione lati		Spessore	Classe della sezione	Area sezione trasversale	Momenti di inerzia		Momenti resistenti elastici		Momenti resistenti plastici		Massa per unità di lunghezza	Superf. per unità di lunghezza	Lunghezza per tonnellata	
	$f_{yk}$ =	275	[Mpa]	H	B	T	3	A	$I_{yy}$	$I_{zz}$	$W_{elyy}$	$W_{elzz}$	$W_{plyy}$	$W_{plzz}$	M	As	L/1t	
	$f_{tk}$ =	430	[Mpa]	[mm]	[mm]	[mm]		[cm <sup>2</sup> ]	[cm <sup>4</sup> ]	[cm <sup>4</sup> ]	[cm <sup>3</sup> ]	[cm <sup>3</sup> ]	[cm <sup>3</sup> ]	[cm <sup>3</sup> ]	[kg/m]	[m <sup>2</sup> /m]	[m]	
			150,0	150,0	3,0	17,54		629,98	629,98	84,00	84,00	96,52	96,52	13,77	0,59	72,61		
Geometria sezione				Verifiche secondo NTC2018 - §4.2														
H =	150,0	[mm]	Verifica a trazione (4.2.4.1.2.1)				$N_{pl,Rd} =$	459,47					$N_{Ed} / N_{pl,R} =$					
B =	150,0	[mm]	Verifica a compressione (4.2.4.1.2.2)				$N_{c,Rd} =$	459,47					$N_{Ed} / N_{c,Rd} =$	0,01	verifica soddisfatta			
t =	3,0	[mm]	Verifica a flessione retta (4.2.4.1.2.3 - 4.2.4.1.2.6)				$M_{c,y,Rd} =$	22,00					$M_{y,Ed} / M_{c,y,Rd} =$	0,23	verifica soddisfatta			
Lunghezza e vincoli asta			Verifica a flessione retta (4.2.4.1.2.3 - 4.2.4.1.2.6)				$M_{c,z,Rd} =$	22,00					$M_{z,Ed} / M_{c,z,Rd} =$	0,00	verifica soddisfatta			
L =	5,00	[m]	Verifica a taglio (4.2.4.1.2.4)				$V_{c,Rd} =$	132,64					$V_{Ed} / V_{c,Rd} =$	0,06	verifica soddisfatta			
$\beta_y =$	1,00	[-]	Verifica a taglio (4.2.4.1.2.4)															
$\beta_z =$	1,00	[-]																
Sollecitazioni agenti				Verifica secondo NTC2018 - §4.2														
$N_{Ed} =$	-3,10	[kN]	Verifica a presso/tenso-flessione retta (4.2.4.1.2.7 - 4.2.4.1.2.9)															Sez. Classe 1-2
$V_{Ed} =$	7,50	[kN]					Sez. Classe 3	$M_{N,z,Rd} =$					$M_{Ed} / M_{N,z,Rd} =$					
$M_{y,Ed} =$	5,10	[kNm]	Verifica a presso/tenso-flessione biassiale (4.2.4.1.2.8 - 4.2.4.1.2.9)				Sez. Classe 3	$ \sigma_{x,M_y,Ed}  =$	62,48					$f_{yd} =$	261,90	verifica soddisfatta		
$M_{z,Ed} =$	0,00	[kNm]					Sez. Classe 3	$ \sigma_{x,M_z,Ed}  =$	1,77					$f_{yd} =$	261,90	verifica soddisfatta		
$\psi_y =$	1,00	[kNm]	Verifica a presso/tenso-flessione biassiale (4.2.4.1.2.8 - 4.2.4.1.2.9)				Sez. Classe 1-2	$M_{N,y,Rd} =$					$(M_{y,Ed} / M_{N,y,Rd})^\alpha + (M_{z,Ed} / M_{N,z,Rd})^\beta =$					
$\psi_z =$	1,00	[kNm]					Sez. Classe 3	$M_{N,z,Rd} =$										$f_{yd} =$
 <p style="font-size: small; margin: 0;">Fondazione <b>Promozione Acciaio</b> CRESCERE L'ACCIAIO, CRESCERE IL PAESE.</p>			Verifica stabilità membrature compresse (4.2.4.1.3.1)				$N_{b,Rd} =$	318,25	$\chi_{min} =$	0,69	$N_{Ed} / N_{b,Rd} =$	0,01	verifica soddisfatta					
			Verifica stabilità membrature presso-inflesse (4.2.4.1.3.3)				$\frac{N_{Ed} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_{min} \cdot f_{yk} \cdot A} + \frac{M_{y,eq,Ed} \cdot \gamma_{M1}}{f_{yk} \cdot W_y \cdot \left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}\right)} + \frac{M_{z,eq,Ed} \cdot \gamma_{M1}}{f_{yk} \cdot W_z \cdot \left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}\right)} = 0,18$											verifica soddisfatta

## VERIFICHE DI RESISTENZA E STABILITA' PER PROFILI CAVI A SEZIONE QUADRA - RETTANGOLARE

Dati INPUT				Dati OUTPUT																		
Caratteristiche acciaio				Dati geometrici																		
Qualità acciaio:	UNI EN 10210 S 275 H			Dimensione lati			Classe della sezione	Area sezione trasversale	Momenti di inerzia			Momenti resistenti elastici		Momenti resistenti plastici		Massa per unità di lunghezza	Superf. per unità di lunghezza	Lunghezza per tonnellata				
	H	B	T	A	I <sub>yy</sub>	I <sub>zz</sub>			W <sub>elyy</sub>	W <sub>elzz</sub>	W <sub>plyy</sub>	W <sub>plzz</sub>	M	As	L/1t							
	[mm]	[mm]	[mm]	[cm <sup>2</sup> ]	[cm <sup>4</sup> ]	[cm <sup>4</sup> ]			[cm <sup>3</sup> ]	[cm <sup>3</sup> ]	[cm <sup>3</sup> ]	[cm <sup>3</sup> ]	[kg/m]	[m <sup>2</sup> /m]	[m]							
f <sub>yk</sub> =	275	[Mpa]		120,0	120,0	3,0	3	13,94	316,93	316,93	52,82	52,82	61,02	61,02	10,95	0,47	91,36					
f <sub>tk</sub> =	430	[Mpa]																				
Geometria sezione				Verifiche secondo NTC2018 - §4.2																		
H =	120,0	[mm]		Verifica a trazione (4.2.4.1.2.1)				N <sub>pl,Rd</sub> =	365,19								N <sub>Ed</sub> / N <sub>pl,R</sub> =					
B =	120,0	[mm]		Verifica a compressione (4.2.4.1.2.2)				N <sub>c,Rd</sub> =	365,19								N <sub>Ed</sub> / N <sub>c,Rd</sub> =	0,01	verifica soddisfatta			
t =	3,0	[mm]		Verifica a flessione retta (4.2.4.1.2.3 - 4.2.4.1.2.6)				M <sub>c,y,Rd</sub> =	13,83								M <sub>y,Ed</sub> / M <sub>c,y,Rd</sub> =	0,37	verifica soddisfatta			
Lunghezza e vincoli asta				Verifica a taglio (4.2.4.1.2.4)				M <sub>c,z,Rd</sub> =	13,83								M <sub>z,Ed</sub> / M <sub>c,z,Rd</sub> =	0,00	verifica soddisfatta			
L =	5,00	[m]	Verifica a presso/tenso-flessione retta (4.2.4.1.2.7 - 4.2.4.1.2.9)					V <sub>c,Rd</sub> =	105,42								V <sub>Ed</sub> / V <sub>c,Rd</sub> =	0,07	verifica soddisfatta			
β <sub>y</sub> =	1,00	[-]						Verifica a presso/tenso-flessione biassiale (4.2.4.1.2.8 - 4.2.4.1.2.9)				M <sub>N,y,Rd</sub> =								M <sub>Ed</sub> / M <sub>N,y,Rd</sub> =		
β <sub>z</sub> =	1,00	[-]	Verifica a presso/tenso-flessione retta (4.2.4.1.2.7 - 4.2.4.1.2.9)				M <sub>N,z,Rd</sub> =												M <sub>Ed</sub> / M <sub>N,z,Rd</sub> =			
Sollecitazioni agenti							Verifica a presso/tenso-flessione biassiale (4.2.4.1.2.8 - 4.2.4.1.2.9)				σ <sub>x,M<sub>y,Ed</sub></sub>   =	98,77								f <sub>yd</sub> =	261,90	verifica soddisfatta
N <sub>Ed</sub> =	-3,10	[kN]	Verifica a presso/tenso-flessione biassiale (4.2.4.1.2.8 - 4.2.4.1.2.9)								σ <sub>x,M<sub>z,Ed</sub></sub>   =	2,22								f <sub>yd</sub> =	261,90	verifica soddisfatta
V <sub>Ed</sub> =	7,50	[kN]					Verifica a presso/tenso-flessione biassiale (4.2.4.1.2.8 - 4.2.4.1.2.9)				M <sub>N,y,Rd</sub> =								(M <sub>y,Ed</sub> / M <sub>N,y,Rd</sub> ) <sup>α</sup> + (M <sub>z,Ed</sub> / M <sub>N,z,Rd</sub> ) <sup>β</sup> =			
M <sub>y,Ed</sub> =	5,10	[kNm]	Verifica a presso/tenso-flessione biassiale (4.2.4.1.2.8 - 4.2.4.1.2.9)								M <sub>N,z,Rd</sub> =								f <sub>yd</sub> =	261,90	verifica soddisfatta	
M <sub>z,Ed</sub> =	0,00	[kNm]					Verifica a presso/tenso-flessione biassiale (4.2.4.1.2.8 - 4.2.4.1.2.9)				σ <sub>x,Ed</sub>   =	98,77								f <sub>yd</sub> =	261,90	verifica soddisfatta
ψ <sub>y</sub> =	1,00	[kNm]	Verifica a presso/tenso-flessione biassiale (4.2.4.1.2.8 - 4.2.4.1.2.9)								Verifica stabilità membrature compresse (4.2.4.1.3.1)				N <sub>b,Rd</sub> =	191,70	χ <sub>min</sub> =	0,52	N <sub>Ed</sub> / N <sub>b,Rd</sub> =	0,02	verifica soddisfatta	
ψ <sub>z</sub> =	1,00	[kNm]					Verifica a presso/tenso-flessione biassiale (4.2.4.1.2.8 - 4.2.4.1.2.9)				Verifica stabilità membrature presso-inflesse (4.2.4.1.3.3)				$\frac{N_{Ed} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_{min} \cdot f_{yk} \cdot A} + \frac{M_{y,eq,Ed} \cdot \gamma_{M1}}{f_{yk} \cdot W_y \cdot \left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}\right)} + \frac{M_{z,eq,Ed} \cdot \gamma_{M1}}{f_{yk} \cdot W_z \cdot \left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}\right)} = 0,30$					verifica soddisfatta		

Firmato da:

**PAOLETTI SILVIA**

codice fiscale PLTSLV74M65G999E

num.serie: 123211585690230571860533369402341071990

emesso da: ArubaPEC S.p.A. NG CA 3

valido dal 29/02/2020 al 01/03/2023