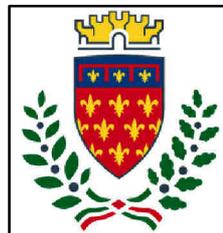




Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU



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

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 1: 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 01

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 accorpati 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 ai 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 01

Il LOTTO 01 accorpa 07 edificio scolastici della zona sud del territorio pratese.

L'intervento strutturale relativo alla realizzazione dei nuovi manufatti si ha solo in 03 degli edifici sopra indicati.

Nel dettaglio

- Scuola infanzia statale Paperino, via Giulio Pastore, 5 Prato
- Scuola primaria statale Valeria Crocini, via Fossi del Ferro, 17 Prato
- Nido Fiore, via Righi, 79 Prato

Gli interventi nello specifico analizzati sono i seguenti:

- Scuola infanzia statale Paperino : nel resede scolastico è progettata la realizzazione di un GAZEBO OTTAGONALE LIGNEO
- Scuola primaria statale Valeria Crocini: nel resede scolastico è progettata la realizzazione di una struttura in LEGNO COPERTA dimensioni fuori terra 900x500x300
- Nido Fiore: nel resede scolastico è progettata la realizzazione di un GAZEBO OTTAGONALE LIGNEO

DESCRIZIONE STRUTTURALE E RELAZIONE DI CALCOLO DEI MANUFATTI OGGETTO DI PROGETTAZIONE

3. 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.

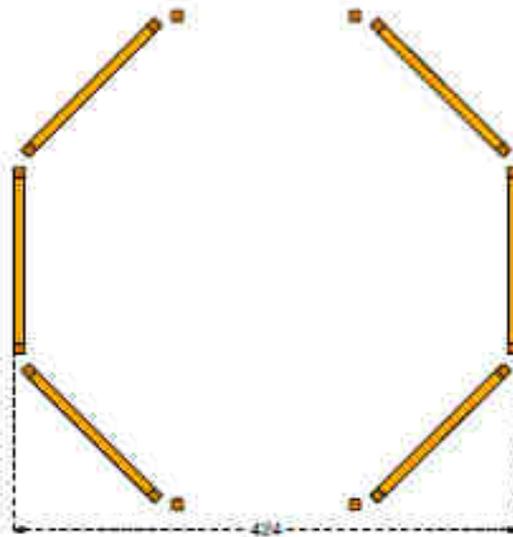
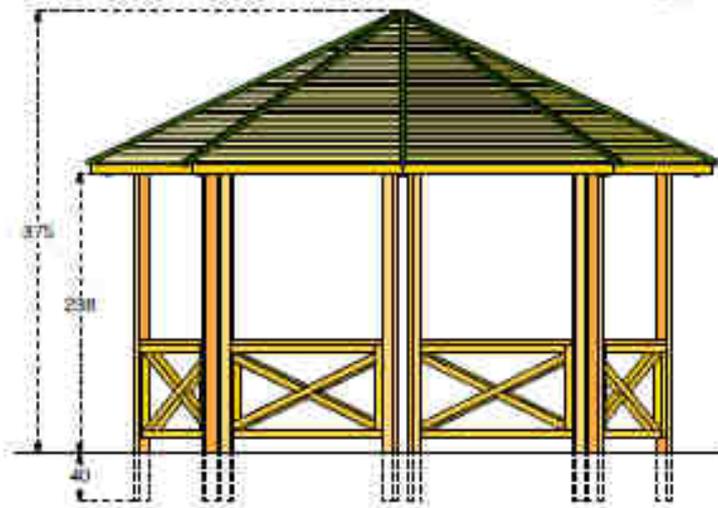
Alla base il gazebo ha un pavimento ligneo formato da listoni 3.5x14 appoggiati su megatelli 11.5x4.5.

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



3.1 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 θ : 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: C
- Tipologia edificio: legno a portali iperstatici in classe B

Coeff. C_1	0.05
Periodo T_1	0.1347
	4
Coeff. λ SLO	1.00
Coeff. λ SLD	1.00
Coeff. λ SLV	1.00
Rapporto di sovrarresistenza (α_u/α_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

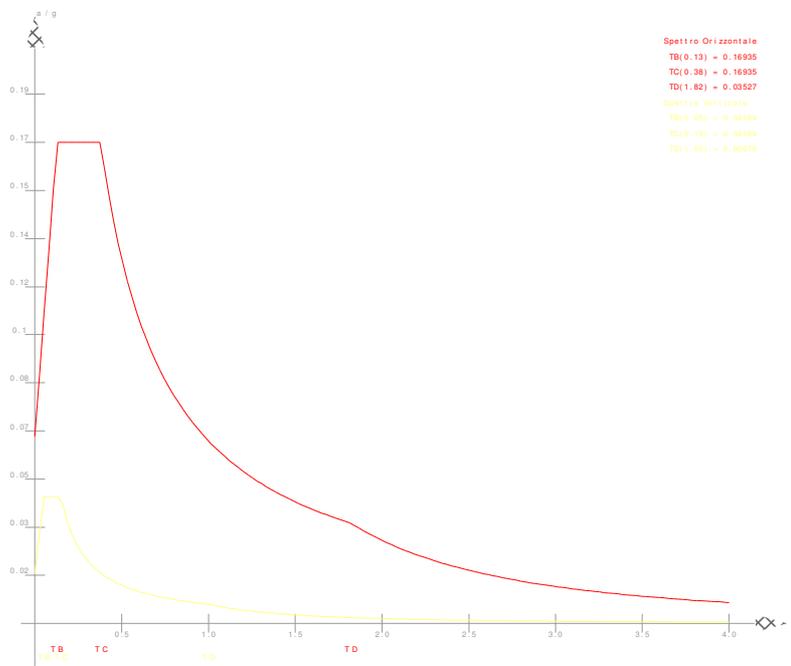


Figura numero 1: Spettro allo SLO

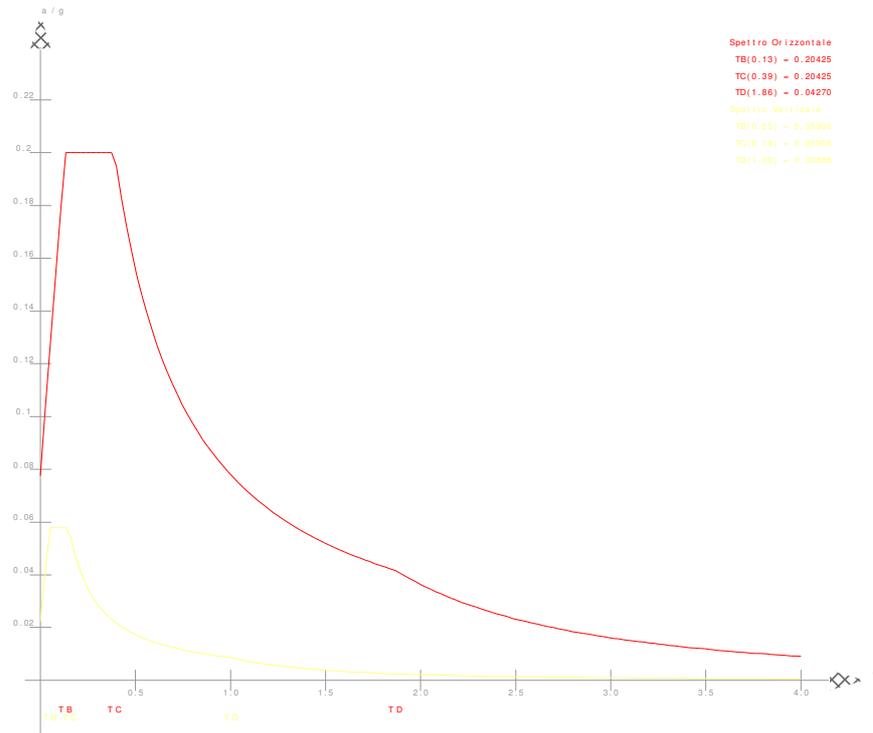


Figura numero 2: Spettro allo SLD

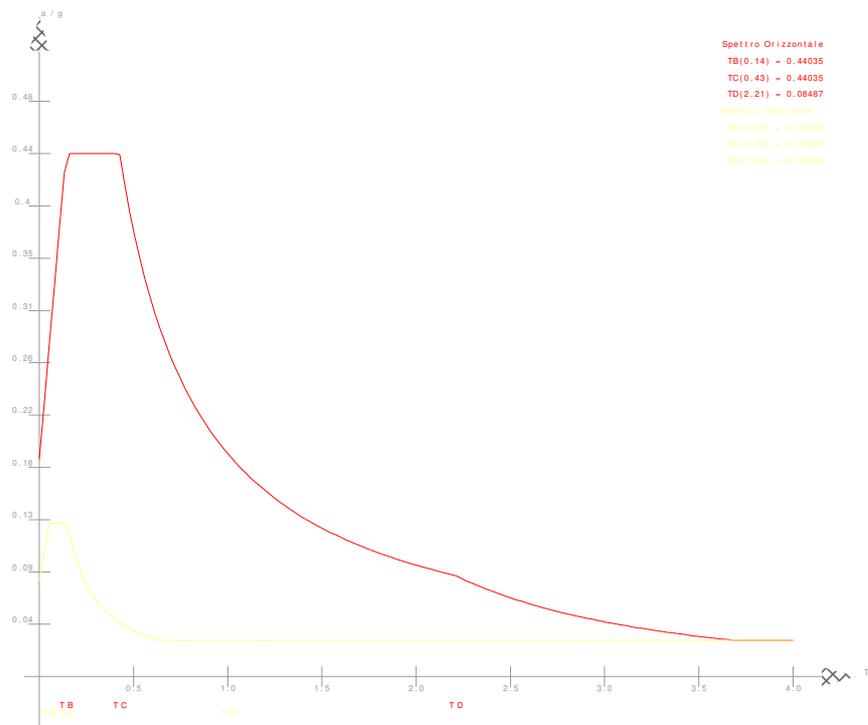
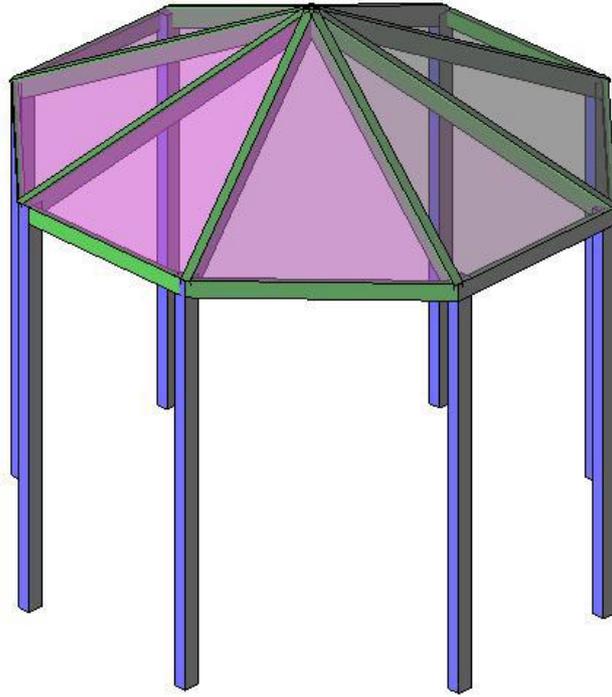


Figura numero 3: Spettro allo SLV

- Angolo di ingresso del sisma: 0.00 <grad>



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 ≥ 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

≥ 235 N/mmq

Tensione di rottura a trazione

≥ 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/mm2 e delle masse volumiche in kg/m3.

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	

3.3 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
5 Max	24.41	14	71.19	16	226.59	14	7.96	7	27.38	14	0.05	1
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

PLATEA					
GEOMETRIA					
Dimensioni	(cm)	bx	by	Bx	By
		18	18	30	30
H	(cm)	20			
copriferro	(cm)	3			
d	(cm)	17			
SOLLECITAZIONI - MATERIALI					
Azioni agenti SLU (KN-KNm)		Nsd	Msd_x	Msd_y	
		3	0,08	0,3	
PRESSIONI					
Pressioni sul terreno	MPa	σ_1	σ_2	σ_3	σ_4
		0,111	-0,039	0,071	-0,079

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	25
peso specifico 1	t/mc	1,90
peso specifico 2	t/mc	1,90
coesione c'	t/mq	0,02
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 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	1
L" (= L o L')	m	1
c" (= c o c*)	t/mq	0,02
fi" (= fi o fi*)	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

Risultati

qlim	t/mq	19
gammaR		1,00
qRd	t/mq	19
kwinkler	DaN/cm3	0,75

La pressione sul terreno risulta al massimo $0.11 < 1.9$ Mpa.

La portanza del terreno è calcolata sulla litografia più garantista.

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 2 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. \leftrightarrow Metodo n

N_{Ed} 2,40 0 kN
 M_{xEd} 0,1 0 kNm
 M_{yEd} 0,3 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

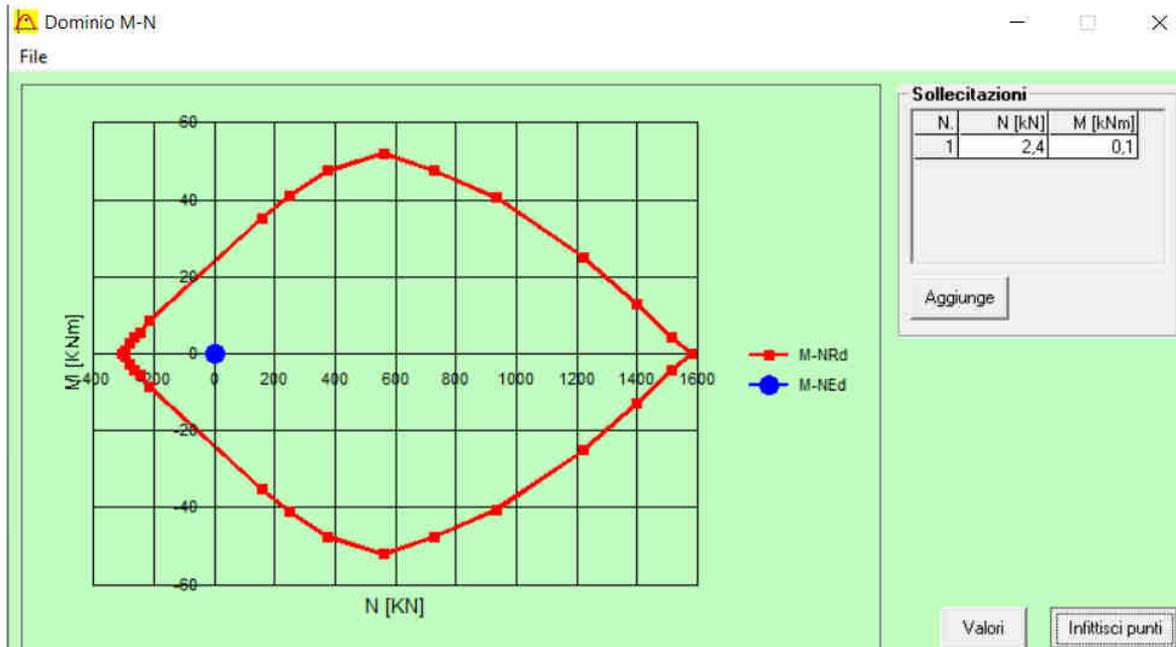
Tipo flessione
 Retta Deviata

N° rett. 100

Calcola MRd Dominio M-N
 L₀ 0 cm Col. modello
 M-curvatura
 Precompresso

Materiali
 B450C C28/35
 ε_{su} 67,5 ‰ ε_{c2} 2 ‰
 f_{yd} 391,3 N/mm² ε_{cu} 3,5 ‰
 E_s 200.000 N/mm² f_{cd} 15,87
 E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0,8
 ε_{syd} 1,957 ‰ σ_{c,adm} 11
 σ_{s,adm} 255 N/mm² τ_{co} 0,6667
 τ_{c1} 1,971

M_{xRd} 24,4 kN m
 σ_c -15,87 N/mm²
 σ_s 391,3 N/mm²
 ε_c 3,5 ‰
 ε_s 16,25 ‰
 d 17 cm
 x 3,013 x/d 0,1773
 δ 0,7



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 - 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	Ψ_{0j}	Ψ_{1j}	Ψ_{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
Neve (a quota ≤ 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 γ_F	EQU	A1 STR	A2 GEO
Carichi permanenti	favorevoli	γ_{G1}	0.9	1.0	1.0
	sfavorevoli		1.1	1.3	1.0
Carichi permanenti non strutturali ⁽¹⁾	favorevoli	γ_{G2}	0.8	0.8	0.8
	sfavorevoli		1.5	1.5	1.3
Carichi variabili	favorevoli	γ_{Qj}	0.0	0.0	0.0
	sfavorevoli		1.5	1.5	1.3

⁽¹⁾ 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

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

5	5 105 Min	0.00	-226.59	14	-6.23	7	-49.44	16	-24.41	14	0.39	1	-0.05	1
----------	------------------	-------------	----------------	-----------	--------------	----------	---------------	-----------	---------------	-----------	-------------	----------	--------------	----------

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
208 101 201 Max	14.46	157.77	15	0.04	1	2.39	13	49.52	7	33.46	15	0.22	1
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

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

CARATTERISTICHE DELLA SEZIONE RETTANGOLARE E DELL'ASTA

Base della sezione	b	180	[mm]
Altezza della sezione	h	90	[mm]
Lunghezza libera d'inflessione attorno a y - y	L_{0y}	2800	[mm]
Lunghezza libera d'inflessione attorno a z - z	L_{0z}	2800	[mm]
Distanza tra i ritegni torsionali	L_{LT}	2800	[mm]
Area della sezione	A	16200	[mm ²]
Momento d'inerzia y - y	I_y	10935000	[mm ⁴]
Momento d'inerzia z - z	I_z	43740000	[mm ⁴]
Modulo di resistenza y - y	W_y	243000	[mm ³]
Modulo di resistenza z - z	W_z	486000	[mm ³]
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	0,20	[-]
	k_y	2,113	[-]
	k_z	0,924	[-]
	$k_{c,y}$	0,299	[-]
	$k_{c,z}$	0,790	[-]
Tensioni limite di calcolo	$k_{c,y}f_{c,0,d}$	3,19	[MPa]
	$k_{c,z}f_{c,0,d}$	8,42	[MPa]

VERIFICA A PRESSOFLESSIONE - TENSOFFLESSIONE - TAGLIO		SLU	SOLLECITAZIONI
Massima forza di compressione	$N_{c,Sd}$	2,26 [kN]	2,26
Massima forza di trazione	$N_{t,Sd}$	0,00 [kN]	0,00
Massimo momento flettente	M_{Sd}	0,50 [kNm]	0,50
Massimo taglio	V_{Sd}	0,30 [kN]	0,30
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]	
Tasso di lavoro in compressione	$s_{c,0,d}/[k_{c,min}f_{c,0,d}]$	0,04 [-]	SI
Tasso di lavoro in trazione	$s_{t,0,d}/f_{t,0,d}$	0,00 [-]	SI
Tasso di lavoro a flessione	$s_{m,y,d}/f_{m,y,d}$	0,19 [-]	SI
Tasso di lavoro a pressoflessione	$s_{c,0,d}/[k_{c,min}f_{c,0,d}] + s_{m,y,d}/f_{m,y,d}$	0,24 [-]	SI
Tasso di lavoro a taglio	$t_d/f_{v,d}$	0,02 [-]	SI

VERIFICA DI FLESSO TORSIONE			
Momento d'inerzia torsionale	I_t	174960000 [mm ⁴]	
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 [-]	
Tasso di lavoro a flessione semplice	$s_{m,y,d}/[k_{crit,m} f_{m,y,d}]$	[-]	
Tasso di lavoro a pressoflessione	$s_{c,0,d}/[k_{c,min} f_{c,0,d}] + (s_{m,y,d}/[k_{crit,m} f_{m,y,d}])^2$	[-]	

VERIFICA TRAVE 208 puntone 70x140

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

CARATTERISTICHE DELLA SEZIONE RETTANGOLARE E DELL'ASTA			
Base della sezione	b	70	[mm]
Altezza della sezione	h	140	[mm]
Lunghezza libera d'inflessione attorno a y - y	L_{0y}	2800	[mm]
Lunghezza libera d'inflessione attorno a z - z	L_{0z}	2800	[mm]
Distanza tra i ritegni torsionali	L_{LT}	2800	[mm]
Area della sezione	A	9800	[mm ²]
Momento d'inerzia y - y	I_y	16006666,7	[mm ⁴]
Momento d'inerzia z - z	I_z	4001666,67	[mm ⁴]
Modulo di resistenza y - y	W_y	228666,667	[mm ³]
Modulo di resistenza z - z	W_z	114333,333	[mm ³]
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	0,20	[-]
	k_y	1,188	[-]
	k_z	3,122	[-]
	$k_{c,y}$	0,613	[-]
	$k_{c,z}$	0,188	[-]

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

VERIFICA A PRESSOFLESSIONE - TENSOFFLESSIONE - TAGLIO		SLU	SOLLECITAZIONI
Massima forza di compressione	$N_{c,Sd}$	1,60 [kN]	1,60
Massima forza di trazione	$N_{t,Sd}$	0,00 [kN]	0,00
Massimo momento flettente	M_{Sd}	0,50 [kNm]	0,50
Massimo taglio	V_{Sd}	0,50 [kN]	0,50
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]	
Tasso di lavoro in compressione	$s_{c,0,d}/[k_{c,min}f_{c,0,d}]$	0,08 [-]	SI
Tasso di lavoro in trazione	$s_{t,0,d}/f_{t,0,d}$	0,00 [-]	SI
Tasso di lavoro a flessione	$s_{m,y,d}/f_{m,y,d}$	0,20 [-]	SI
Tasso di lavoro a pressoflessione	$s_{c,0,d}/[k_{c,min}f_{c,0,d}] + s_{m,y,d}/f_{m,y,d}$	0,29 [-]	SI
Tasso di lavoro a taglio	$t_d/f_{v,d}$	0,05 [-]	SI
VERIFICA DI FLESSO TORSIONE			
Momento d'inerzia torsionale	I_t	16006667 [mm ⁴]	
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 [-]	
Tasso di lavoro a flessione semplice	$s_{m,y,d}/[k_{crit,m} f_{m,y,d}]$	[-]	
Tasso di lavoro a pressoflessione	$s_{c,0,d}/[k_{c,min}f_{c,0,d}] + (s_{m,y,d}/[k_{crit,m} f_{m,y,d}])^2$	[-]	

TRAVE DI BANCHINA nr. 101

SEZIONE 45x115

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

CARATTERISTICHE DELLA SEZIONE RETTANGOLARE E DELL'ASTA			
Base della sezione	b	45	[mm]
Altezza della sezione	h	115	[mm]
Lunghezza libera d'inflessione attorno a y - y	L_{0y}	2800	[mm]
Lunghezza libera d'inflessione attorno a z - z	L_{0z}	2800	[mm]
Distanza tra i ritegni torsionali	L_{LT}	2800	[mm]
Area della sezione	A	5175	[mm ²]
Momento d'inerzia y - y	I_y	5703281,25	[mm ⁴]
Momento d'inerzia z - z	I_z	873281,25	[mm ⁴]
Modulo di resistenza y - y	W_y	99187,5	[mm ³]
Modulo di resistenza z - z	W_z	38812,5	[mm ³]
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	0,20	[-]
	k_y	1,505	[-]

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

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

VERIFICA A PRESSOFLESSIONE - TENSOFFLESSIONE - TAGLIO		SLU	SOLLECITAZIONI
Massima forza di compressione	$N_{c,Sd}$	1,20 [kN]	1,20
Massima forza di trazione	$N_{t,Sd}$	0,00 [kN]	0,00
Massimo momento flettente	M_{Sd}	0,05 [kNm]	0,05
Massimo taglio	V_{Sd}	0,40 [kN]	0,40
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]	
Tasso di lavoro in compressione	$s_{c,0,d}/[k_{c,min}f_{c,0,d}]$	0,27 [-]	SI
Tasso di lavoro in trazione	$s_{t,0,d}/f_{t,0,d}$	0,00 [-]	SI
Tasso di lavoro a flessione	$s_{m,y,d}/f_{m,y,d}$	0,05 [-]	SI
Tasso di lavoro a pressoflessione	$s_{c,0,d}/[k_{c,min}f_{c,0,d}] + s_{m,y,d}/f_{m,y,d}$	0,32 [-]	SI
Tasso di lavoro a taglio	$t_d/f_{v,d}$	0,07 [-]	SI
VERIFICA DI FLESSO TORSIONE			
Momento d'inerzia torsionale	I_t	3493125 [mm ⁴]	
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 [-]	
Tasso di lavoro a flessione semplice	$s_{m,y,d}/[k_{crit,m} f_{m,y,d}]$	0,05 [-]	SI
Tasso di lavoro a pressoflessione	$s_{c,0,d}/[k_{c,min}f_{c,0,d}] + (s_{m,y,d}/[k_{crit,m} f_{m,y,d}])^2$	0,27 [-]	SI

4. STRUTTURA IN LEGNO COPERTA DIMENSIONI FUORI TERRA 900X500X300

Trattasi di una struttura lignea identificabile come gazebo a pianta rettangolare. Il manufatto ha dimensione fuori terra pari a 9.00mlx5.00ml altezza sotto travetto 3.00ml con leggera pendenza della copertura per consentire il regolare deflusso delle acque meteoriche.

Gli elementi portanti della struttura di legno coperta 900x500 sono 08 pilastri verticali in legno tipo lamellare incollato BS11- GLH24 sezione 18x18, travi perimetrali e di collegamento sempre sezione 18x18 e travicelli di falda sezione 12x12 interasse 77cm con interposto doppio tavolato incrociato . Tutti gli elementi lignei sono in legno lamellare incollato tipo BS11-Glh24.

La fondazione della struttura è formata da una platea sezione 20cm appoggiata su 10 cm di magrone impostato a -40cm rispetto al piano di campagna.

La platea è armata con doppia rete elettrosaldada diam 12mm maglia 20x20.

I pilastri sono vincolati alla platea mediante dei piedini in acciaio regolabili composti da una piastra inferiore tassellata alla platea, un perno di regolazione centrale ed una piastra superiore di appoggio per il pilastro.

L'utilizzo del piede regolabile consente di vincolare il pilastro direttamente alla platea pur permettendo la posa della pavimentazione sotto l'elemento ligneo verticale.

In copertura il tavolato viene posto in opera in aggetto per la realizzazione di una gronda perimetrale di 30cm andante.

La copertura è poi completata con posa di guaina impermeabilizzante, manto e lattonerie.

I collegamenti tra i vari elementi portanti della struttura sono realizzati mediante staffe a scomparsa in acciaio, mentre l'aggancio dei travetti alle travi principali avviene mediante staffe a L.

4.1 RELAZIONE DI CALCOLO

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	0.5481	2.57	0.26
SLD	0.6588	2.58	0.27
SLV	1.5237	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: 2.80 <m>
- Numero piani edificio: 1
- Coefficiente θ : 0
- Edificio regolare in altezza: si
- Edificio regolare in pianta: si

Dati di calcolo

- Categoria del suolo di fondazione: C
- Tipologia edificio: legno a portali iperstatici in classe B ($q_0=1$)

Coeff. C_1	0.05
Periodo T_1	0.10823
Coeff. λ SLO	1.00
Coeff. λ SLD	1.00
Coeff. λ SLV	1.00
Rapporto di sovrarresistenza (α_u/α_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 (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

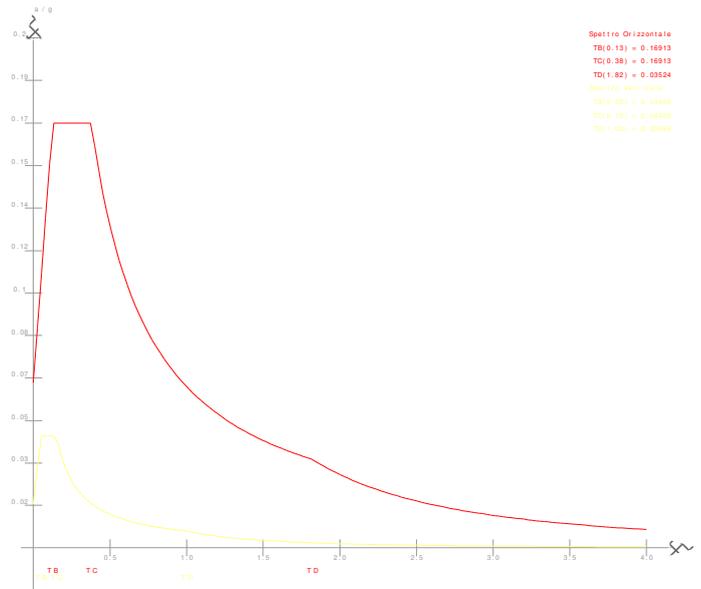


Figura numero 1: Spettro allo SLO

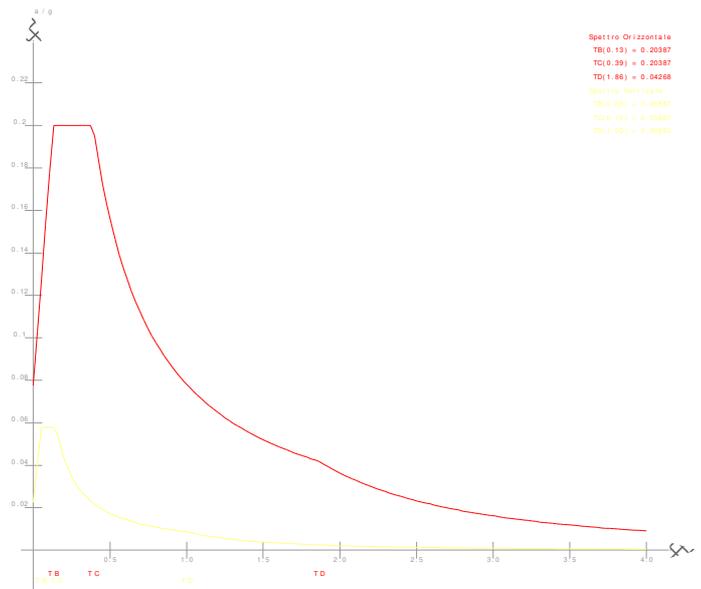


Figura numero 2: Spettro allo SLD

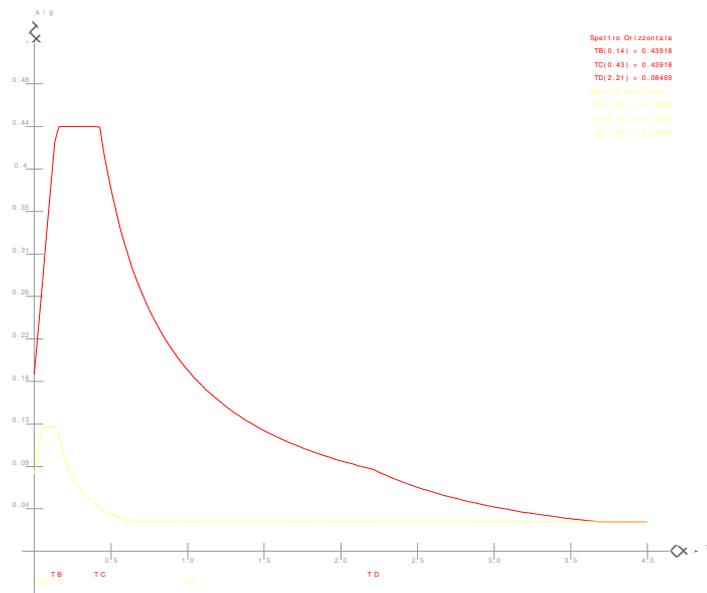
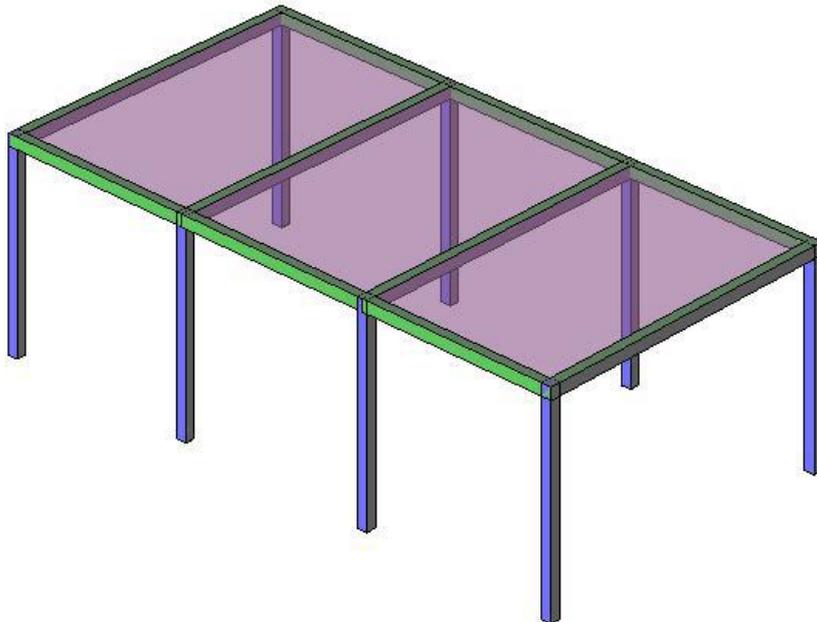


Figura numero 3: Spettro allo SLV

- Angolo di ingresso del sisma: 0.00 <grad>



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 $\geq 25 \text{ mm}$

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 $\geq 235 \text{ N/mm}^2$
 Tensione di rottura a trazione $\geq 390 \text{ N/mm}^2$
 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

LEGNO LAMELLARE

Valori caratteristici delle proprietà di resistenza e rigidità espressi in N/mm² e delle masse volumiche in kg/m³.

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 N/mm².

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 $E_{g,0,0.05}$; $E_{g,90,0.05}$ e $G_{g,0.05}$ valgono i valori di calcolo $E_{g,0,0.05} = 5/6 E_{g,0,mean}$; $E_{g,90,0.05} = 5/6 E_{g,90,mean}$; $G_{g,0.05} = 5/6 G_{g,mean}$

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

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 <kg m>	CC
1 Max	294.56	13	510.05	7	735.11	1	377.39	19	449.19	13	3.57	13
1 Min.	-289.75	1	-162.31	19	31.83	25	-699.16	7	-444.74	1	-3.57	1
2 Max	360.63	13	616.56	7	1105.63	7	226.10	19	510.33	13	3.57	13
2 Min.	-360.76	1	-13.66	19	695.26	31	-783.98	7	-510.45	1	-3.57	1
3 Max	360.76	13	616.56	19	1105.63	19	226.10	7	510.45	13	3.57	13
3 Min.	-360.63	1	-13.66	7	695.26	31	-783.98	19	-510.33	1	-3.57	1
4 Max	289.75	13	510.05	19	735.11	13	377.39	7	444.74	13	3.57	13
4 Min.	-294.56	1	-162.31	7	31.83	26	-699.16	19	-449.19	1	-3.57	1
5 Max	294.56	1	162.31	7	735.11	13	699.16	19	449.19	1	3.57	13
5 Min.	-289.75	13	-510.05	19	21.75	25	-377.39	7	-444.74	13	-3.57	1
6 Max	360.63	1	13.66	7	1105.63	19	783.98	19	510.33	1	3.57	13
6 Min.	-360.76	13	-616.56	19	688.54	32	-226.10	7	-510.45	13	-3.57	1
7 Max	360.76	1	13.66	19	1105.63	7	783.98	7	510.45	1	3.57	13
7 Min.	-360.63	13	-616.56	7	688.54	32	-226.10	19	-510.33	13	-3.57	1
8 Max	289.75	1	162.31	19	735.11	1	699.16	7	444.74	1	3.57	13
8 Min.	-294.56	13	-510.05	7	21.75	26	-377.39	19	-449.19	13	-3.57	1

VERIFICA GEO DELLA PLATEA

verifica a lungo termine in condizioni drenate

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	24
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 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	1
L'' (= L o L')	m	1
c'' (= c o c*)	t/mq	0,00
fi'' (= fi o fi*)	gradi	24
Nq		9,60
Ng		9,44
Nc		19,32
fq		1,445
fg		0,600
fc		1,497
iq		0,960
ig		0,850
ic		0,960
eq		1,000
eg		1,000
ec		1,000

Risultati

qlim	t/mq	15
gammaR		1,00

qRd	t/mq	15
------------	-------------	-----------

kwinkler	DaN/cm3	0,58
----------	---------	------

PLATEA					
GEOMETRIA					
Dimensioni	(cm)	bx	by	Bx	By
		18	18	45	45
H plinto	(cm)	20			
copriferro	(cm)	3			
d	(cm)	17			
SOLLECITAZIONI - MATERIALI					
Azioni agenti SLU (KN-KNm)		Nsd	Msd x	Msd y	
		11,1	7,85	5,1	
PRESSIONI					
Pressioni sul terreno	MPa	σ_1	σ_2	σ_3	σ_4
		1,000	0,239	-0,172	-0,934

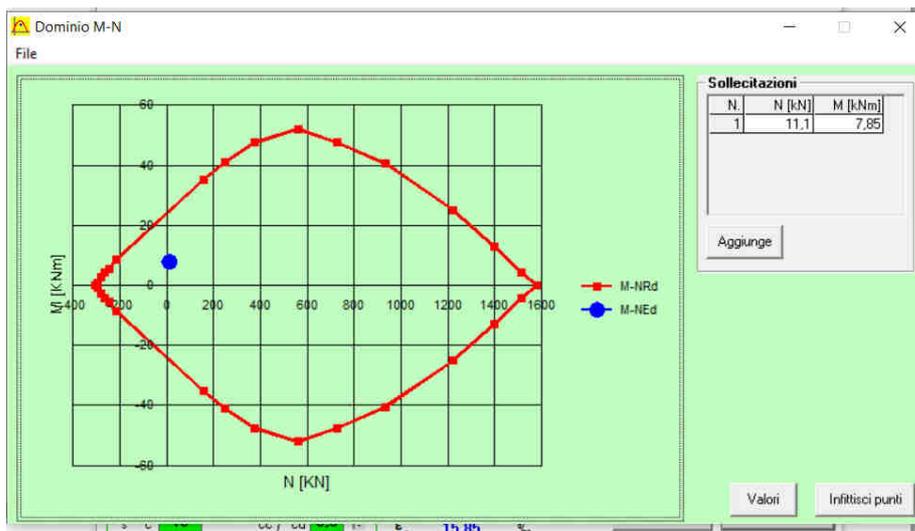
La verifica geo risulta soddisfatta in quanto $1,00 < 1.50$.

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.

The screenshot shows the 'Verifica C.A. S.L.U.' software interface. The main window displays various input and output parameters for a structural analysis. Key sections include:

- Titolo:** A text field for the section title.
- N° strati barre:** Set to 2, with a 'Zoom' button.
- Tables:**
 - Table 1: N°, b [cm], h [cm] (1, 40, 20)
 - Table 2: N°, As [cm²], d [cm] (1, 3.93, 3; 2, 3.93, 17)
- Sollecitazioni:** S.L.U. method selected. Values: N_{Ed} = 11.1 kN, M_{xEd} = 7.85 kNm, M_{yEd} = 5.10 kNm.
- P.to applicazione N:** Centro selected. xN = 0, yN = 0.
- Materiali:** B450C and C28/35. Properties: ϵ_{su} = 67.5‰, f_{yd} = 391.3 N/mm², E_s = 200.000 N/mm², E_s/E_c = 15, ϵ_{syd} = 1.957‰, $\sigma_{s,adm}$ = 255 N/mm², ϵ_{c2} = 2‰, ϵ_{cu} = 3.5‰, f_{cd} = 15.87, f_{cc}/f_{cd} = 0.8, $\sigma_{c,adm}$ = 11, τ_{co} = 0.6667, τ_{c1} = 1.971.
- Calcolo:** Metodo di calcolo: S.L.U.+, S.L.U.-, Metodo n. Tipo flessione: Retta, Deviata. N° rett. = 100.
- Output:** σ_c = -15.87 N/mm², σ_s = 391.3 N/mm², ϵ_c = 3.5‰, ϵ_s = 15.85‰, d = 17 cm, x = 3.075, x/d = 0.1809, δ = 0.7.
- Buttons:** Calcola MRd, Dominio M-N, 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	Ψ_{0j}	Ψ_{1j}	Ψ_{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
Neve (a quota ≤ 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 γ_F	EQU	A1 STR	A2 GEO
Carichi permanenti	favorevoli	γ_{G1}	0.9	1.0	1.0
	sfavorevoli		1.1	1.3	1.0
Carichi permanenti non strutturali ⁽¹⁾	favorevoli	γ_{G2}	0.8	0.8	0.8
	sfavorevoli		1.5	1.5	1.3
Carichi variabili	favorevoli	γ_{Qj}	0.0	0.0	0.0
	sfavorevoli		1.5	1.5	1.3

⁽¹⁾ 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

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 <kgm>	CC
1	1	101 Max	0.00	-31.83	25	510.05	7	377.39	19	289.75	1	449.19	13	3.57	1
1	1	101 Max	264.00	-3.64	25	510.05	7	647.38	7	289.75	1	320.20	1	3.57	1
1	1	101 Min.	0.00	-735.11	1	-162.31	19	-699.16	7	-294.56	13	-444.74	1	-3.57	13
1	1	101 Min.	264.00	-713.43	1	-162.31	19	-51.12	19	-294.56	13	-328.44	13	-3.57	13
2	2	102 Max	0.00	-695.26	31	616.56	7	226.10	19	360.76	1	510.33	13	3.57	1
2	2	102 Max	264.00	-673.58	31	616.56	7	843.73	7	360.76	1	441.96	1	3.57	1
2	2	102 Min.	0.00	-1105.63	7	-13.66	19	-783.98	7	-360.63	13	-510.45	1	-3.57	13
2	2	102 Min.	264.00	-1083.95	7	-13.66	19	190.04	19	-360.63	13	-441.73	13	-3.57	13
3	3	103 Max	0.00	-695.26	31	616.56	19	226.10	7	360.63	1	510.45	13	3.57	1
3	3	103 Max	264.00	-673.58	31	616.56	19	843.73	19	360.63	1	441.73	1	3.57	1
3	3	103 Min.	0.00	-1105.63	19	-13.66	7	-783.98	19	-360.76	13	-510.33	1	-3.57	13
3	3	103 Min.	264.00	-1083.95	19	-13.66	7	190.04	7	-360.76	13	-441.96	13	-3.57	13
4	4	104 Max	0.00	-31.83	26	510.05	19	377.39	7	294.56	1	444.74	13	3.57	1
4	4	104 Max	264.00	-3.64	26	510.05	19	647.38	19	294.56	1	328.44	1	3.57	1
4	4	104 Min.	0.00	-735.11	13	-162.31	7	-699.16	19	-289.75	13	-449.19	1	-3.57	13
4	4	104 Min.	264.00	-713.43	13	-162.31	7	-51.12	7	-289.75	13	-320.20	13	-3.57	13

5	5	105 Max	0.00	-21.75	25	162.31	7	699.16	19	289.75	13	449.19	1	3.57	1
5	5	105 Max	26.58					-2.07	30			13.15	30		
5	5	105 Max	264.00	6.44	25	162.31	7	51.12	7	289.75	13	320.20	13	3.57	1
5	5	105 Min.	0.00	-735.11	13	-510.05	19	-377.39	7	-294.56	1	-444.74	13	-3.57	13
5	5	105 Min.	26.58					-2.07	29			-9.69	29		
5	5	105 Min.	264.00	-713.43	13	-510.05	19	-647.38	19	-294.56	1	-328.44	1	-3.57	13
6	6	106 Max	0.00	-688.54	32	13.66	7	783.98	19	360.76	13	510.33	1	3.57	1
6	6	106 Max	264.00	-666.86	32	13.66	7	-190.04	7	360.76	13	441.96	13	3.57	1
6	6	106 Min.	0.00	-1105.63	19	-616.56	19	-226.10	7	-360.63	1	-510.45	13	-3.57	13
6	6	106 Min.	264.00	-1083.95	19	-616.56	19	-843.73	19	-360.63	1	-441.73	1	-3.57	13
7	7	107 Max	0.00	-688.54	32	13.66	19	783.98	7	360.63	13	510.45	1	3.57	1
7	7	107 Max	264.00	-666.86	32	13.66	19	-190.04	19	360.63	13	441.73	13	3.57	1
7	7	107 Min.	0.00	-1105.63	7	-616.56	7	-226.10	19	-360.76	1	-510.33	13	-3.57	13
7	7	107 Min.	264.00	-1083.95	7	-616.56	7	-843.73	7	-360.76	1	-441.96	1	-3.57	13
8	8	108 Max	0.00	-21.75	26	162.31	19	699.16	7	294.56	13	444.74	1	3.57	1
8	8	108 Max	26.58					-2.07	30			9.69	30		
8	8	108 Max	264.00	6.44	26	162.31	19	51.12	19	294.56	13	328.44	13	3.57	1
8	8	108 Min.	0.00	-735.11	1	-510.05	7	-377.39	19	-289.75	1	-449.19	13	-3.57	13
8	8	108 Min.	26.58					-2.07	29			-13.15	29		
8	8	108 Min.	264.00	-713.43	1	-510.05	7	-647.38	7	-289.75	1	-320.20	1	-3.57	13
101	101	102 Max	15.00	0.00	1	0.00	19	0.00	7	230.77	13	332.91	1	-28.17	13
101	101	102 Max	84.66									8.98	25		
101	101	102 Max	292.50	0.00	1	0.00	19	0.00	19	206.46	13	268.24	13	-28.17	13
101	101	102 Min.	15.00	0.00	1	0.00	7	0.00	19	-208.79	1	-338.42	13	-68.13	25
101	101	102 Min.	143.08									4.13	31		
101	101	102 Min.	292.50	0.00	1	0.00	7	0.00	7	-233.10	1	-280.21	1	-68.13	25
101	102	103 Max	7.50	0.00	1	0.00	19	0.00	27	150.87	13	191.27	1	3.14	13
101	102	103 Max	187.60									4.93	26		
101	102	103 Max	292.50	0.00	1	0.00	19	0.00	19	125.90	13	191.27	13	3.14	13
101	102	103 Min.	7.50	0.00	1	0.00	7	0.00	19	-125.90	1	-203.12	13	-3.14	1
101	102	103 Min.	149.75									2.97	39		
101	102	103 Min.	292.50	0.00	1	0.00	7	0.00	7	-150.87	1	-203.12	1	-3.14	1
101	103	104 Max	7.50	0.00	1	0.00	19	0.00	7	233.10	13	268.24	1	68.13	25
101	103	104 Max	215.05									8.98	26		
101	103	104 Max	285.00	0.00	1	0.00	19	0.00	19	208.79	13	332.91	13	68.13	25
101	103	104 Min.	7.50	0.00	1	0.00	7	0.00	19	-206.46	1	-280.21	13	28.17	1
101	103	104 Min.	156.35									4.13	31		
101	103	104 Min.	285.00	0.00	1	0.00	7	0.00	7	-230.77	1	-338.42	1	28.17	1
102	105	106 Max	15.00	0.00	1	0.00	19	0.00	7	230.77	1	332.91	13	68.13	25
102	105	106 Max	84.66									8.98	25		
102	105	106 Max	292.50	0.00	1	0.00	19	0.00	19	206.46	1	268.24	1	68.13	25
102	105	106 Min.	15.00	0.00	1	0.00	7	0.00	19	-208.79	13	-338.42	1	28.17	1
102	105	106 Min.	143.08									4.13	31		
102	105	106 Min.	292.50	0.00	1	0.00	7	0.00	7	-233.10	13	-280.21	13	28.17	1
102	106	107 Max	7.50	0.00	1	0.00	19	0.00	27	150.87	1	191.27	13	3.14	13
102	106	107 Max	187.60									4.93	26		
102	106	107 Max	292.50	0.00	1	0.00	19	0.00	19	125.90	1	191.27	1	3.14	13
102	106	107 Min.	7.50	0.00	1	0.00	7	0.00	19	-125.90	13	-203.12	1	-3.14	1
102	106	107 Min.	149.75									2.97	39		

102 106	107 Min.	292.50	0.00	1	0.00	7	0.00	7	-150.87	13	-203.12	13	-3.14	1
102 107	108 Max	7.50	0.00	1	0.00	19	0.00	7	233.10	1	268.24	13	-28.17	13
102 107	108 Max	215.05									8.98	26		
102 107	108 Max	285.00	0.00	1	0.00	19	0.00	19	208.79	1	332.91	1	-28.17	13
102 107	108 Min.	7.50	0.00	1	0.00	7	0.00	19	-206.46	13	-280.21	1	-68.13	25
102 107	108 Min.	156.35									4.13	31		
102 107	108 Min.	285.00	0.00	1	0.00	7	0.00	7	-230.77	13	-338.42	13	-68.13	25
103 101	105 Max	15.00	0.00	1	0.00	13	0.00	1	582.44	7	146.64	19	2.43	13
103 101	105 Max	160.99									338.20	19		
103 101	105 Max	485.00	0.00	1	0.00	13	0.00	13	21.89	28	146.64	7	2.43	13
103 101	105 Min.	15.00	0.00	1	0.00	1	0.00	13	-11.81	27	-605.38	7	-2.43	1
103 101	105 Min.	210.04									15.97	31		
103 101	105 Min.	485.00	0.00	1	0.00	1	0.00	1	-582.44	19	-605.38	19	-2.43	1
104 102	106 Max	15.00	0.00	1	0.00	13	0.00	1	975.15	7	-114.20	19	1.27	13
104 102	106 Max	293.01									532.26	7		
104 102	106 Max	485.00	0.00	1	0.00	13	0.00	13	-599.89	32	-114.20	7	1.27	13
104 102	106 Min.	15.00	0.00	1	0.00	1	0.00	13	606.61	31	-823.24	7	-1.27	1
104 102	106 Min.	248.86									362.87	31		
104 102	106 Min.	485.00	0.00	1	0.00	1	0.00	1	-975.15	19	-823.24	19	-1.27	1
105 103	107 Max	15.00	0.00	1	0.00	13	0.00	1	975.15	19	-114.20	7	1.27	13
105 103	107 Max	293.01									532.26	19		
105 103	107 Max	485.00	0.00	1	0.00	13	0.00	13	-599.89	32	-114.20	19	1.27	13
105 103	107 Min.	15.00	0.00	1	0.00	1	0.00	13	606.61	31	-823.24	19	-1.27	1
105 103	107 Min.	248.86									362.87	31		
105 103	107 Min.	485.00	0.00	1	0.00	1	0.00	1	-975.15	7	-823.24	7	-1.27	1
106 104	108 Max	15.00	0.00	1	0.00	13	0.00	1	582.44	19	146.64	7	2.43	13
106 104	108 Max	160.99									338.20	7		
106 104	108 Max	485.00	0.00	1	0.00	13	0.00	13	21.89	28	146.64	19	2.43	13
106 104	108 Min.	15.00	0.00	1	0.00	1	0.00	13	-11.81	27	-605.38	19	-2.43	1
106 104	108 Min.	210.04									15.97	31		
106 104	108 Min.	485.00	0.00	1	0.00	1	0.00	1	-582.44	7	-605.38	7	-2.43	1

Verifica pilastro 18x18

CARATTERISTICHE DEL LEGNO

Coefficiente di sicurezza per il materiale	γ_m	1,35	
Coefficiente k_{mod}	K_{mod}	0,60	
		BS11	
Flessione	$f_{m,k}$	24,00	[MPa]
Trazione parallela alla fibra	$f_{t,0,k}$	19,20	[MPa]
Trazione perpendicolare alla fibra	$f_{t,90,k}$	0,50	[MPa]
Compressione parallela alla fibra	$f_{c,0,k}$	24,00	[MPa]
Compressione perpendicolare alla fibra	$f_{c,90,k}$	2,50	[MPa]
Taglio	$f_{v,k}$	3,50	[MPa]
Modulo medio parallelo alla fibratura	$E_{0,mean}$	11,50	[MPa]
Modulo parallelo alla fibratura	$E_{0,05}$	9,60	[MPa]
Modulo medio perpendicolare alla fibratura	$E_{90,mean}$	0,30	[MPa]

Modulo di taglio medio	G_{mean}	0,65	[MPa]
Caratteristiche di sollecitazione	$\gamma_{a/g}$	1,00	
<u>CARATTERISTICHE DELLA SEZIONE RETTANGOLARE E DELL'ASTA</u>			
Base della sezione	b	180	[mm]
Altezza della sezione	h	180	[mm]
Lunghezza libera d'inflessione attorno a y - y	L_{0y}	2800	[mm]
Lunghezza libera d'inflessione attorno a z - z	L_{0z}	2800	[mm]
Distanza tra i ritegni torsionali	L_{LT}	2800	[mm]
Area della sezione	A	32400	[mm ²]
Momento d'inerzia y - y	I_y	87480000	[mm ⁴]
Momento d'inerzia z - z	I_z	87480000	[mm ⁴]
Modulo di resistenza y - y	W_y	972000	[mm ³]
Modulo di resistenza z - z	W_z	972000	[mm ³]
Raggio d'inerzia y	i_y	51,96	[mm]
Raggio d'inerzia z	i_z	51,96	[mm]
Snellezze dell'elemento	λ_y	53,89	[-]
	λ_z	53,89	[-]
Tensioni critiche euleriane	$\sigma_{c,crit,y}$	32,63	[MPa]
	$\sigma_{c,crit,z}$	32,63	[MPa]
Snellezze relative dell'elemento	$\lambda_{rel,y}$	0,858	[-]
	$\lambda_{rel,z}$	0,858	[-]
Coefficienti di stabilità	β_c	0,20	[-]
	k_y	0,924	[-]
	k_z	0,924	[-]
	$k_{c,y}$	0,790	[-]
	$k_{c,z}$	0,790	[-]
	Tensioni limite di calcolo	$k_{c,y}f_{c,0,d}$	8,42
	$k_{c,z}f_{c,0,d}$	8,42	[MPa]

<u>VERIFICA A PRESSOFLESSIONE - TENSOFFLESSIONE - TAGLIO</u>		SLU	SOLLECITAZIONI
Massima forza di compressione	$N_{c,sd}$	11,06 [kN]	11,06
Massima forza di trazione	$N_{t,sd}$	0,00 [kN]	0,00
Massimo momento flettente	M_{sd}	7,84 [kNm]	7,84
Massimo taglio	V_{sd}	3,61 [kN]	3,61
Tensione massima di compressione	$\sigma_{c,0,d} = N_{c,sd}/A$	0,34 [MPa]	
Tensione massima di trazione	$\sigma_{t,0,d} = N_{t,sd}/A$	0,00 [MPa]	
Tensione massima a flessione	$\sigma_{m,y,d} = M_{sd}/W_y$	8,07 [MPa]	
Tensione tangenziale massima	$\tau_d = 1,5 V_{sd}/(b h)$	0,17 [MPa]	
Tasso di lavoro in compressione	$\sigma_{c,0,d}/[k_{c,min}f_{c,0,d}]$	0,04 [-]	SI

Tasso di lavoro in trazione	$\sigma_{t,0,d}/f_{t,0,d}$	0,00 [-]	SI
Tasso di lavoro a flessione	$\sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d}$	0,76 [-]	SI
Tasso di lavoro a pressoflessione	$\sigma_{c,0,d}/[k_c \cdot \min f_{c,0,d}] + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d}$	0,80 [-]	SI
Tasso di lavoro a taglio	$\tau_d/f_{v,d}$	0,11 [-]	SI

Verifiche trave 18x18

CARATTERISTICHE DEL LEGNO			
Coefficiente di sicurezza per il materiale	γ_m	1,35	
Coefficiente k_{mod}	k_{mod}	0,60	
		BS11	
Flessione	$f_{m,k}$	24,00	
Trazione parallela alla fibra	$f_{t,0,k}$	19,20	
Trazione perpendicolare alla fibra	$f_{t,90,k}$	0,50	
Compressione parallela alla fibra	$f_{c,0,k}$	24,00	
Compressione perpendicolare alla fibra	$f_{c,90,k}$	2,50	
Taglio	$f_{v,k}$	3,50	
Modulo medio parallelo alla fibratura	$E_{0,mean}$	11,50	
Modulo parallelo alla fibratura	$E_{0,05}$	9,60	
Modulo medio perpendicolare alla fibratura	$E_{90,mean}$	0,30	
Modulo di taglio medio	G_{mean}	0,65	
Caratteristiche di solleciatazione	$\gamma_{a/g}$	1,00	
CARATTERISTICHE DELLA SEZIONE RETTANGOLARE E DELL'ASTA			
Base della sezione	b	180	[mm]
Altezza della sezione	h	180	[mm]
Lunghezza libera d'inflessione attorno a y - y	L_{0y}	4850	[mm]
Lunghezza libera d'inflessione attorno a z - z	L_{0z}	4850	[mm]
Distanza tra i ritegni torsionali	L_{LT}	4850	[mm]
Area della sezione	A	32400	[mm ²]
Momento d'inerzia y - y	I_y	87480000	[mm ⁴]
Momento d'inerzia z - z	I_z	87480000	[mm ⁴]
Modulo di resistenza y - y	W_y	972000	[mm ³]
Modulo di resistenza z - z	W_z	972000	[mm ³]
Raggio d'inerzia y	i_y	51,96	[mm]
Raggio d'inerzia z	i_z	51,96	[mm]
Snellezze dell'elemento	λ_y	93,34	[-]
	λ_z	93,34	[-]
Tensioni critiche euleriane	$\sigma_{c,crit,y}$	10,88	[MPa]

Snellezze relative dell'elemento	$\sigma_{c,crit,z}$	10,88	[MPa]
	$\lambda_{rel,y}$	1,486	[-]
	$\lambda_{rel,z}$	1,486	[-]
Coefficienti di stabilità	β_c	0,20	[-]
	k_y	1,722	[-]
	k_z	1,722	[-]
	$k_{c,y}$	0,386	[-]
	$k_{c,z}$	0,386	[-]

Tensioni limite di calcolo	$k_{c,y}f_{c,0,d}$	4,11	[MPa]
	$k_{c,z}f_{c,0,d}$	4,11	[MPa]

VERIFICA A PRESSOFLESSIONE - TENSOFFLESSIONE - TAGLIO		SLU	SOLLECITAZIONI
Massima forza di compressione	$N_{c,sd}$	0,00 [kN]	0,00
Massima forza di trazione	$N_{t,sd}$	0,00 [kN]	0,00
Massimo momento flettente	M_{sd}	8,24 [kNm]	8,24
Massimo taglio	V_{sd}	9,75 [kN]	9,75
Tensione massima di compressione	$\sigma_{c,0,d} = N_{c,sd}/A$	0,00 [MPa]	
Tensione massima di trazione	$\sigma_{t,0,d} = N_{t,sd}/A$	0,00 [MPa]	
Tensione massima a flessione	$\sigma_{m,y,d} = M_{sd}/W_y$	8,48 [MPa]	
Tensione tangenziale massima	$\tau_d = 1,5 V_{sd}/(b h)$	0,45 [MPa]	
Tasso di lavoro in compressione	$\sigma_{c,0,d}/[k_{c,min}f_{c,0,d}]$	0,00 [-]	SI
Tasso di lavoro in trazione	$\sigma_{t,0,d}/f_{t,0,d}$	0,00 [-]	SI
Tasso di lavoro a flessione	$\sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d}$	0,79 [-]	SI
Tasso di lavoro a pressoflessione	$\sigma_{c,0,d}/[k_{c,min}f_{c,0,d}] + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d}$	0,79 [-]	SI
Tasso di lavoro a taglio	$\tau_d/f_{v,d}$	0,29 [-]	SI

VERIFICA DI FLESSO TORSIONE			
Momento d'inerzia torsionale	I_t	349920000	[mm ⁴]
Tensione critica flessione torsionale	$\sigma_{m,crit}$	246,16	[MPa]
Snellezza relativa a flessione torsione	$\lambda_{rel,m}$	0,312	[-]
Coefficiente di svergolamento	$k_{crit,m}$	1,000	[-]
Tasso di lavoro a flessione semplice	$\sigma_{m,y,d}/[k_{crit,m} f_{m,y,d}]$		[-]
Tasso di lavoro a pressoflessione	$\sigma_{c,0,d}/[k_{c,min}f_{c,0,d}] + (\sigma_{m,y,d}/[k_{crit,m} f_{m,y,d}])^2$		[-]

Verifiche travetto 12x12

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

CARATTERISTICHE DELLA SEZIONE RETTANGOLARE E DELL'ASTA			
Base della sezione	b	120	[mm]
Altezza della sezione	h	120	[mm]
Lunghezza libera d'inflessione attorno a y - y	L_{0y}	3000	[mm]
Lunghezza libera d'inflessione attorno a z - z	L_{0z}	3000	[mm]
Distanza tra i ritegni torsionali	L_{LT}	3000	[mm]
Area della sezione	A	14400	[mm ²]
Momento d'inerzia y - y	I_y	17280000	[mm ⁴]
Momento d'inerzia z - z	I_z	17280000	[mm ⁴]
Modulo di resistenza y - y	W_y	288000	[mm ³]
Modulo di resistenza z - z	W_z	288000	[mm ³]
Raggio d'inerzia y	i_y	34,64	[mm]
Raggio d'inerzia z	i_z	34,64	[mm]
Snellezze dell'elemento	λ_y	86,60	[-]
	λ_z	86,60	[-]
Tensioni critiche euleriane	$\sigma_{c,crit,y}$	12,63	[MPa]
	$\sigma_{c,crit,z}$	12,63	[MPa]
Snellezze relative dell'elemento	$\lambda_{rel,y}$	1,378	[-]
	$\lambda_{rel,z}$	1,378	[-]
Coefficienti di stabilità	β_c	0,20	[-]

k_y	1,558	[-]
k_z	1,558	[-]
$k_{c,y}$	0,438	[-]
$k_{c,z}$	0,438	[-]

Tensioni limite di calcolo	$k_{c,y}f_{c,0,d}$	4,67	[MPa]
	$k_{c,z}f_{c,0,d}$	4,67	[MPa]

VERIFICA A PRESSOFLESSIONE - TENSOFFLESSIONE - TAGLIO		SLU	SOLLECITAZIONI
Massima forza di compressione	$N_{c,sd}$	0,00 [kN]	0,00
Massima forza di trazione	$N_{t,sd}$	0,00 [kN]	0,00
Massimo momento flettente	M_{sd}	1,60 [kNm]	1,60
Massimo taglio	V_{sd}	2,10 [kN]	2,10
Tensione massima di compressione	$\sigma_{c,0,d} = N_{c,sd}/A$	0,00 [MPa]	
Tensione massima di trazione	$\sigma_{t,0,d} = N_{t,sd}/A$	0,00 [MPa]	
Tensione massima a flessione	$\sigma_{m,y,d} = M_{sd}/W_y$	5,56 [MPa]	
Tensione tangenziale massima	$\tau_d = 1,5 V_{sd}/(b h)$	0,22 [MPa]	
Tasso di lavoro in compressione	$\sigma_{c,0,d}/[k_{c,min}f_{c,0,d}]$	0,00 [-]	SI
Tasso di lavoro in trazione	$\sigma_{t,0,d}/f_{t,0,d}$	0,00 [-]	SI
Tasso di lavoro a flessione	$\sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d}$	0,52 [-]	SI
Tasso di lavoro a pressoflessione	$\sigma_{c,0,d}/[k_{c,min}f_{c,0,d}] + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d}$	0,52 [-]	SI
Tasso di lavoro a taglio	$\tau_d/f_{v,d}$	0,14 [-]	SI
VERIFICA DI FLESSO TORSIONE			
Momento d'inerzia torsionale	I_t	69120000 [mm ⁴]	
Tensione critica flessione torsionale	$\sigma_{m,crit}$	265,30 [MPa]	
Snellezza relativa a flessione torsione	$\lambda_{rel,m}$	0,301 [-]	
Coefficiente di svergolamento	$k_{crit,m}$	1,000 [-]	
Tasso di lavoro a flessione semplice	$\sigma_{m,y,d}/[k_{crit,m} f_{m,y,d}]$	[-]	
Tasso di lavoro a pressoflessione	$\sigma_{c,0,d}/[k_{c,min}f_{c,0,d}] + (\sigma_{m,y,d}/[k_{crit,m} f_{m,y,d}])^2$	[-]	

IL tecnico
SILVIA PAOLETTI
 ingegnere

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