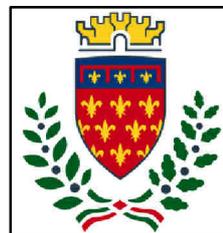




Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU



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 Bellocchi - 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 3:

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 03

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 03

Il LOTTO 03 accorpa 06 edificio scolastici della zona nord del territorio pratese.

L'intervento strutturale relativo alla realizzazione dei nuovi manufatti si ha in 01 degli edifici sopra indicati.

Nel dettaglio le scuole del LOTTO 03 sono:

- 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

Gli interventi nello specifico analizzati sono i seguenti:

- Scuola infanzia statale Il Campino: nel resede scolastico è progettata la realizzazione di una STRUTTURA DI ALLUMINIO COPERTA dimensioni fuori terra 600x400x295

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

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	0.5764	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 θ : 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: D
- 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. λ SLO	1.00
Coeff. λ SLD	1.00
Coeff. λ SLV	1.00
Rapporto di sovrarresistenza (α_u/α_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

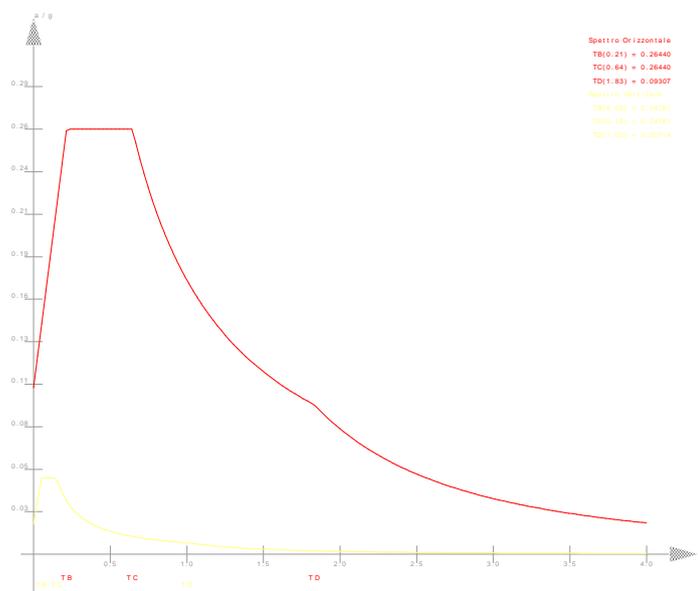


Figura numero 1: Spettro allo SLO

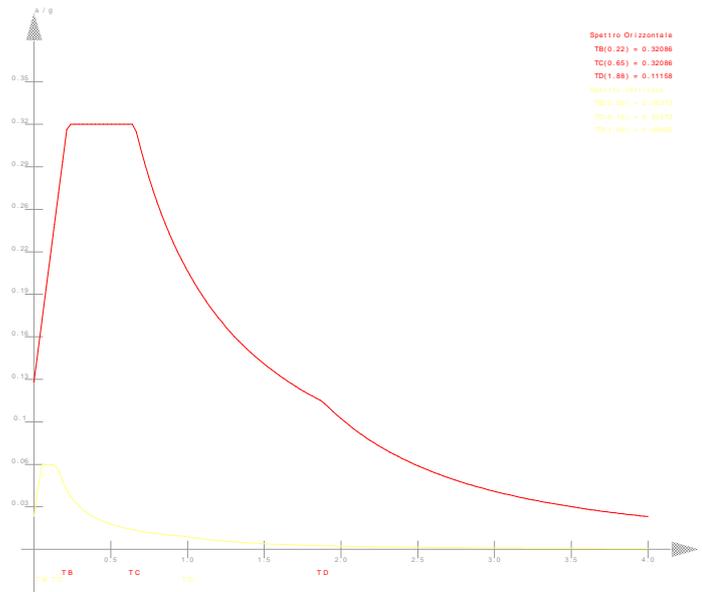


Figura numero 2: Spettro allo SLD

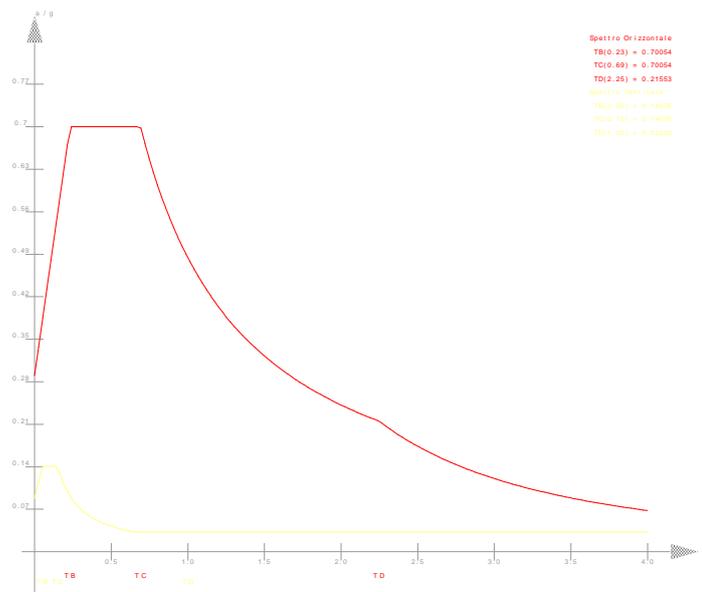
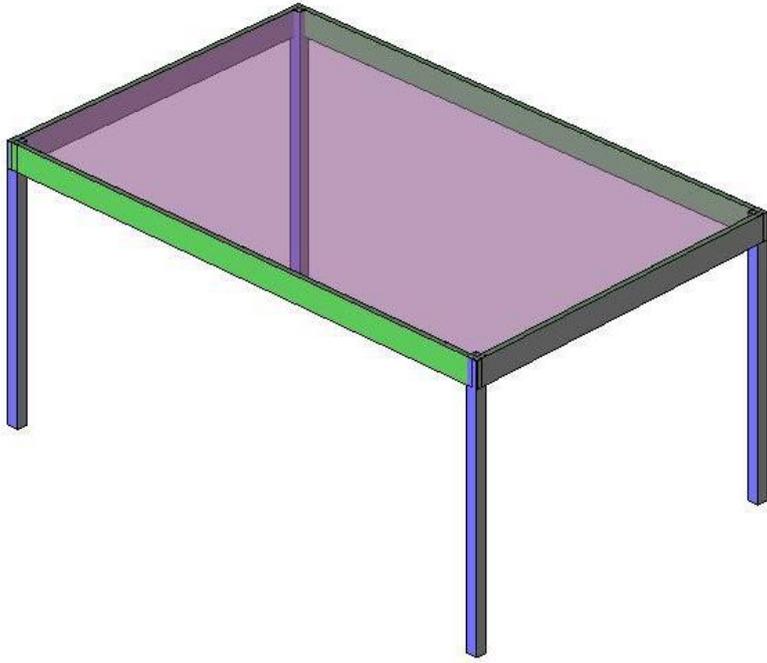


Figura numero 3: Spettro allo SLV

- 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 ³	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 ⁻⁶ 24,1 · 10 ⁻⁶ 25 · 10 ⁻⁶	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 ²				
modulo elasticità tangenziale G:	26000	N/ mm ²				

Composizione chimica secondo Norma Europea EN 573.3

	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Cr	Zn	Ti	Altri		Al
									ciascuno	totale	
EN AW-6005A	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 Rm [MPa]		Carico limite di elasticità R _{p0.2} [MPa]		Allungamento	
				min	max	min	max	A % min	A _{50mm} % 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
		10 < e ≤ 25		250	-	200	-	8	6
Profili cavi	T4 (*)	e ≤ 10		180	-	90	-	15	13
	T6 (*)	e ≤ 5		255	-	215	-	8	6
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 <convenevoli 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_x = Reazione vincolare (forza) in dir. X
- CC = Numero della combinazione delle condizioni di carico elementari
- R_y = Reazione vincolare (forza) in dir. Y
- R_z = Reazione vincolare (forza) in dir. Z
- M_x = Reazione vincolare (momento) intorno all'asse X
- M_y = Reazione vincolare (momento) intorno all'asse Y
- M_z = 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 ϕ	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 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
ϕ " (= ϕ o ϕ *)	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
Risultati		
qlim	t/mq	11
gammaR		1,00
qRd	t/mq	11
kwinkler	DaN/cm3	0,45

PLATEA					
GEOMETRIA					
Dimensioni	(cm)	bx	by	Bx	By
		13	13	60	60
H plinto	(cm)	20			
copriferro	(cm)	3			
d	(cm)	17			
SOLLECITAZIONI - MATERIALI					
Azioni agenti SLU (KN-KNm)		Nsd	Msd x	Msd y	
		9,43	5,23	7,03	
PRESSIONI					
Pressioni sul terreno	MPa	σ_1	σ_2	σ_3	σ_4
		0,402	-0,035	0,077	-0,361

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 geo 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

Sollecitazioni
 S.L.U. Metodo n

N_{Ed} kN
 M_{xEd} kNm
 M_{yEd}

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

Tipo rottura
 Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

M_{xRd} kNm

σ_c N/mm²
 σ_s N/mm²
 ε_c ‰
 ε_s ‰
 d cm
 x x/d
 δ

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

Tipo flessione
 Retta Deviata

N° rett.

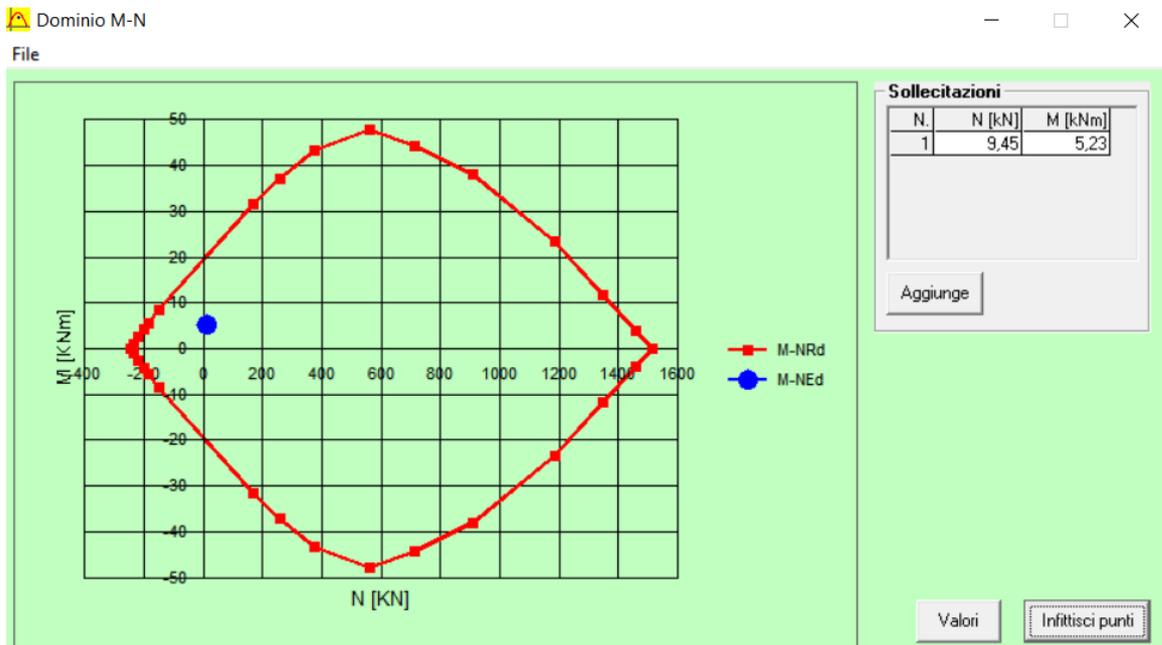
Calcola MRd

L₀ cm

Precompresso

Materiali

ε_{su} ‰ ε_{c2} ‰
 f_{yd} N/mm² ε_{cu} ‰
 E_s N/mm² f_{cd} ‰
 E_s/E_c f_{cc}/f_{cd} [?]
 ε_{syd} ‰ σ_{c,adm}
 σ_{s,adm} N/mm² τ_{co}
 τ_{c1}



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	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	Da valutarsi caso per caso		
Categoria K – coperture per usi speciali (impianti, eliporti...)	caso		
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

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
1	1	101 Min.	0.00	-942.85	7	-379.52	7	-555.52	7	-559.52	1	-418.76	1	0.00	7
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
101	101	102 Min.	13.00	-230.34	13	0.00	7	0.00	7	237.71	1	-731.51	1	0.00	7
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

IL tecnico
SILVIA PAOLETTI
 ingegnere

Aluminium Hollow Section - Extrude Tube - no weld

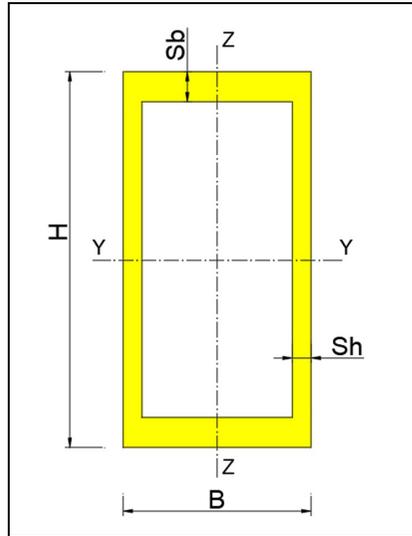
N - mm Kg - cm

Input	
Alluminiumm	Class A
fo	2150 Kg/cm ²
fu	1954,545455 Kg/cm ²
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 ²
Iy	409,9052 cm ⁴
Iz	409,9052 cm ⁴
Wy	63,06233846 cm ³
Wz	63,06233846 cm ³
Wpl,y	72,594 mm ³
Wpl,z	72,594 mm ³



Reset OutPut

Spessori-Inerzie

Classificazione Sezione	
Classe	4

Fattore di riduzione	
ρc	0,685099359

Aeff	10,44 cm ²
Avy	7,44 cm ²
Avz	7,44 cm ²

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

Weff,y	44,16204502 cm ³
Weff,z	44,16204502 cm ³
McRd,y	86316,72436 Kg*cm
McRd,z	86316,72436 Kg*cm

Coefficienti e Parametri

β ^H	41,33333
β ^B	41,33333
β	41,33333

ε	1,078328
---	----------

	β ₁	β ₂	β ₃
Class A	11,86161	17,25324	23,72321
Class B			

β < β ₁	→ Class 1
β ₁ < β < β ₂	→ Class 2
β ₂ < β < β ₃	→ Class 3
β > β ₃	→ 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 ₁ / ε	β ₂ / ε	β ₃ / 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)

Aluminium Hollow Section - Extrude Tube - no weld

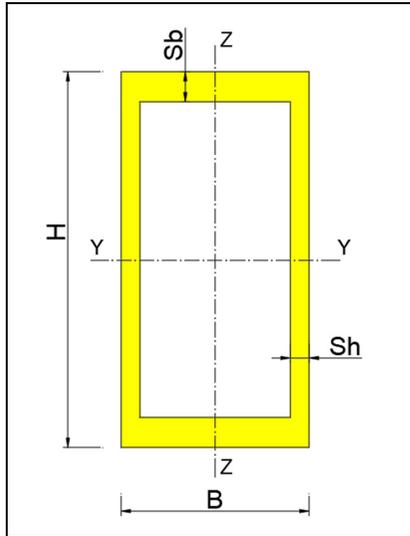
N - mm Kg - cm

Input	
Alluminiumm	Class A
fo	2150 Kg/cm ²
fu	1954,545455 Kg/cm ²
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 ²
Iy	1413,8212 cm ⁴
Iz	134,7012 cm ⁴
Wy	108,7554769 cm ³
Wz	44,9004 cm ³
Wpl,y	143,034 mm ³
Wpl,z	48,834 mm ³



Reset OutPut

Spessori-Inerzie

Classificazione Sezione	
Classe	4

Fattore di riduzione	
ρc	0,37187082

Aeff	7,01 cm ²
Avy	3,24 cm ²
Avz	15,24 cm ²

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

Weff,y	41,75144875 cm ³
Weff,z	17,95925841 cm ³
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 ²
Avy	3,24 cm ²
Avz	15,24 cm ²

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

Coefficienti e Parametri

β ^H	84,66667
β ^B	18
β	84,66667

ε	1,078328
---	----------

	β ₁	β ₂	β ₃
Class A	11,86161	17,25324	23,72321
Class B			

β < β ₁	→ Class 1
β ₁ < β < β ₂	→ Class 2
β ₂ < β < β ₃	→ Class 3
β > β ₃	→ 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 ₁ / ε	β ₂ / ε	β ₃ / 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)

Aluminium Hollow Section - Extrude Tube - no weld

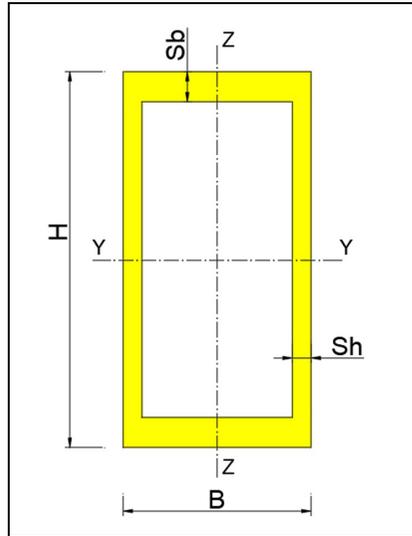
N - mm Kg - cm

Input	
Alluminiumm	Class A
fo	2150 Kg/cm ²
fu	1954,545455 Kg/cm ²
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 ²
Iy	66,5308 cm ⁴
Iz	33,7148 cm ⁴
Wy	16,6327 cm ³
Wz	12,96723077 cm ³
Wpl,y	20,226 mm ³
Wpl,z	14,934 mm ³



Reset OutPut

Spessori-Inerzie

Classificazione Sezione	
Classe	4

Fattore di riduzione	
ρc	0,978472357

Aeff	7,4 cm ²
Avy	2,76 cm ²
Avz	4,44 cm ²

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

Weff,y	16,31937661 cm ³
Weff,z	12,73157324 cm ³
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 ²
Avy	2,76 cm ²
Avz	4,44 cm ²

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

Coefficienti e Parametri

β ^H	24,66667
β ^B	15,33333
β	24,66667

ε	1,078328
---	----------

	β ₁	β ₂	β ₃
Class A	11,86161	17,25324	23,72321
Class B			

β < β ₁	→ Class 1
β ₁ < β < β ₂	→ Class 2
β ₂ < β < β ₃	→ Class 3
β > β ₃	→ 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 ₁ / ε	β ₂ / ε	β ₃ / 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)

d is the diameter of holes along the shear plane
 n is the number of webs.

6.2.9.2 Hollow sections and solid cross-sections

(1) Hollow sections and solid cross-sections should satisfy the following criterion:

$$\left[\frac{N_{Ed}}{\alpha_0 N_{Rd,j}} \right]^\psi + \left[\left(\frac{M_{y,Ed}}{\alpha_0 M_{y,Rd}} \right)^{1,7} + \left(\frac{M_{x,Ed}}{\alpha_0 M_{x,Rd}} \right)^{1,7} \right]^{0,6} \leq 1,00 \quad (6.43)$$

where $\psi = 1,3$ for hollow sections and $\psi = 2$ for solid cross-sections. Alternatively ψ may be taken as $\alpha_y \alpha_z$ but $1 \leq \psi \leq 1,3$ for hollow sections and $1 \leq \psi \leq 2$ for solid cross-sections.

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