

Studio Tecnico PARISI Ing. CESARE
Ingegnere Civile - Via Modena San Sperato 1/A – 89133 Reggio Calabria (RC)
Albo degli Ingegneri della provincia di Reggio Calabria sez.B n°124
Tel.3292225757-C.F.n. PRS CSR 81L 08H 224Z

**RELAZIONE DI CALCOLO DI UNA TENDA CON
STRUTTURA PORTANTE IN ALLUMINIO DI
LUNGHEZZA 32 m**



Committente: LUXURY CHARTER srl

Reggio Calabria, addì 9/03/2009

Parisi Ing. Cesare

INDICE

- 1. GENERALITA'**
- 2. SCOPO**
- 3. PRESCRIZIONI GENERALI**
- 4. NORMATIVA DI RIFERIMENTO**
- 5. CRITERI DI ANALISI DELLA SICUREZZA**
- 6. MATERIALI**
- 7. SEZIONI**
- 8. SCHEMATIZZAZIONE DI CALCOLO**
- 9. PROGRAMMA DI CALCOLO**
- 10. AZIONI**
- 11. COMBINAZIONI DI CALCOLO**
- 12. ASSEGNAZIONE DEI CARICHI**
- 13. RISULTATI ANALISI**
- 14. VERIFICA MEMBRATURE**
- 15. VERIFICA GIUNZIONI**
- 16. VERIFICA COLLEGAMENTI COL SUOLO**

1.GENERALITA'

Il presente documento ha in oggetto un capannone con struttura portante in alluminio e acciaio di proprietà della ditta LUXURY CHARTER srl.

Il capannone presenta uno sviluppo in pianta simmetrico che può essere racchiuso in un rettangolo delle dimensioni di 10.00 m x 32.00 m . L'elemento portante principale è costituito da un portale in alluminio ad arco, incernierato alla base ed avente distanza tra gli estradossi dei ritti pari a 10.00 m , altezza al piano di gronda 8.00 m, inclinazione delle falde di 16 ° e altezza di 9.55 m in corrispondenza del colmo. A cavallo dell'intersezione nei nodi superiori degli elementi principali del portale, vi sono degli elementi tubolari in acciaio di irrigidimento.

Sono presenti nove portali della tipologia appena descritta, collegati tra di essi con appositi elementi secondari, posti ad interasse di 4.00 m per uno sviluppo longitudinale complessivo di 32.00 m.

L'assenza di labilità sul lato lungo è garantito dalla presenza di traversi ed otto elementi di controventamento a croce di S.Andrea disposti in maniera simmetrica rispetto all'asse un asse longitudinale. Sul tetto sono presenti controventi di falda posti nelle prime due campate e nelle ultime due.

Sono inoltre presenti quale elementi di rinforzo una serie di tiranti in acciaio disposti esternamente sullo stesso piano dei singoli portali ed ancorati al terreno mediante aghi in acciaio.

Il collegamento tra le varie membrature avviene attraverso la presenza di elementi in acciaio zincato uniti ad innesto, resi solidali alle parti unite mediante bullonatura.

Sulla copertura viene posto un telo in PVC da 900 gr/m². Sono previsti anche dei teli sulla parte laterale, ma questi sono utilizzabili esclusivamente in condizioni meteo non particolarmente avverse e per tale motivo non saranno considerati direttamente nel calcolo.

L'ancoraggio al terreno avviene attraverso la presenza di piastre ed aghi in acciaio.

Nelle figure seguenti si riportano gli schemi di una sezione generica, figura 1.1, della testata, figura 1.2, un prospetto laterale, figura 1.3, una vista in pianta con evidenziata la copertura.

FIGURA 1.1: SEZIONE GENERICA

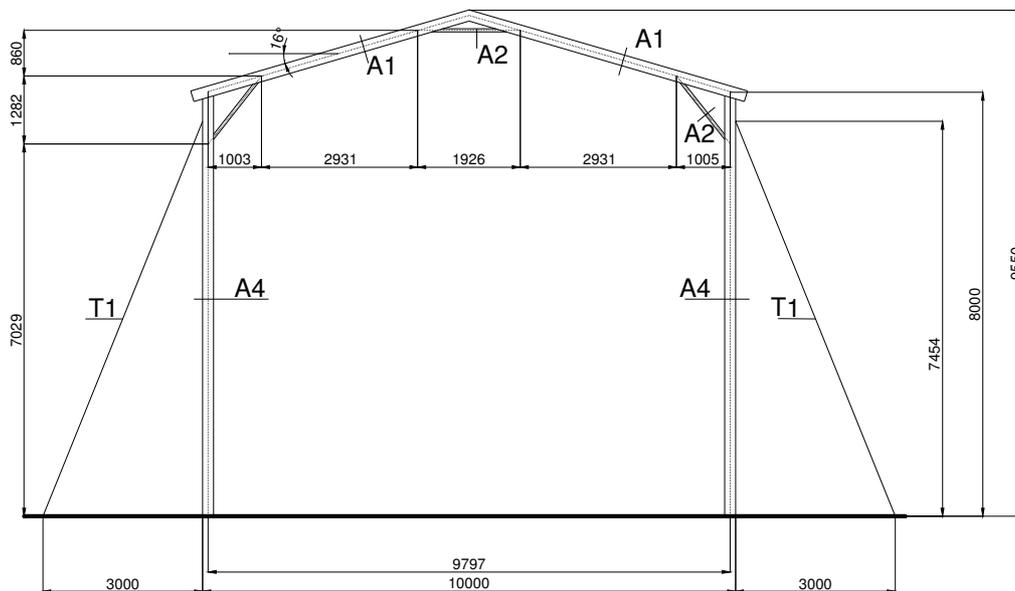


FIGURA 1.2: TESTATA

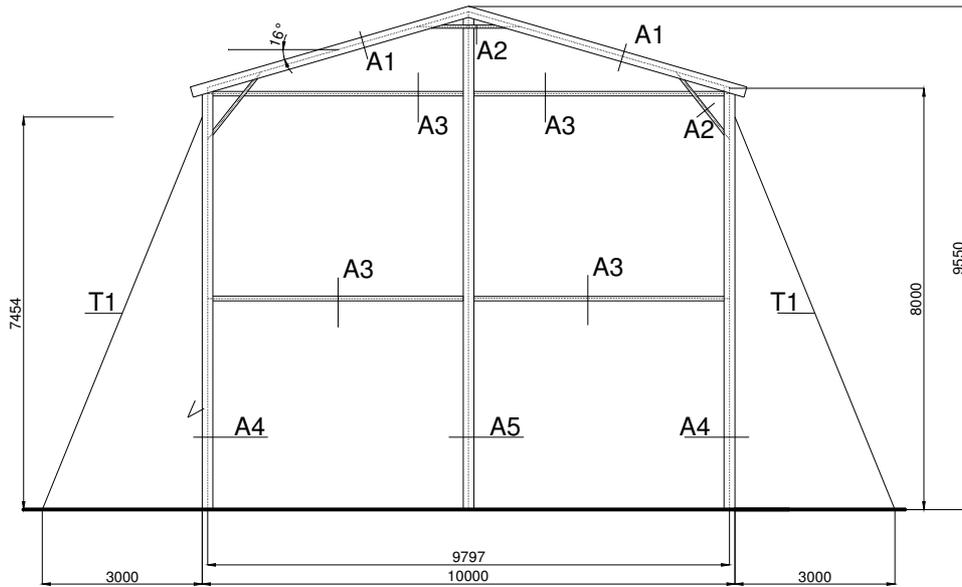


FIGURA 1.3: VISTA LATERALE-SCHEMA CONTROVENTATURE

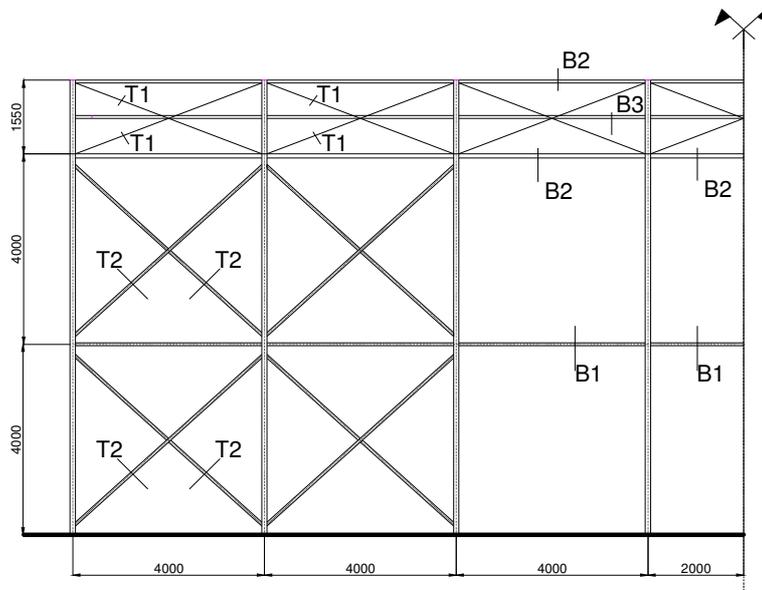
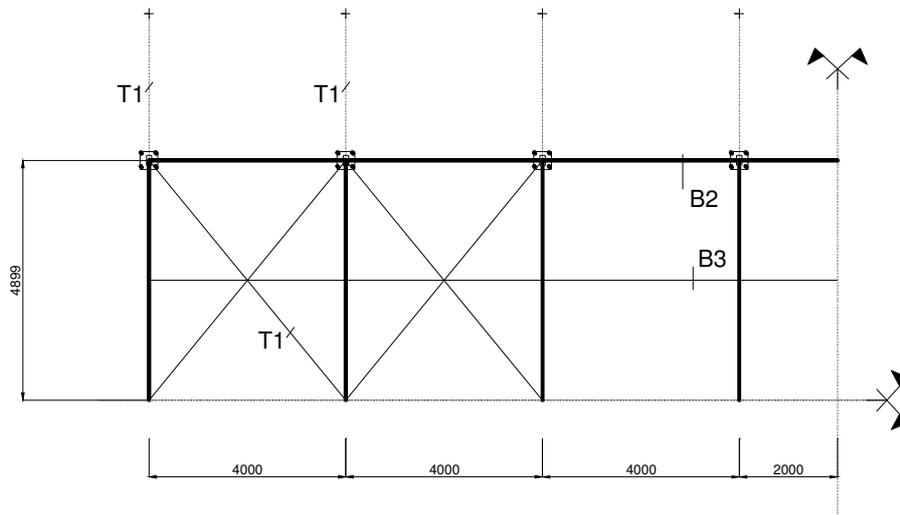


FIGURA 1.4: PIANTE DELLA COPERTURA-SCHEMA CONTROVENTATURE



2.SCOPO

Con il presente documento si vuole dimostrare la conformità statica della struttura in esame rispetto alle normative vigenti. In particolare verrà analizzata la rispondenza ai requisiti normativi nei confronti dell'azione del peso proprio, del carico da vento e del carico da neve.

3.PRESCRIZIONI GENERALI

I teli devono essere tesi di modo che non si formino sacche d'acqua in caso di pioggia. Se posti teli lateralmente al capannone, questi devono essere rimossi tempestivamente in caso di forte vento. Tale operazione può essere eseguita in maniera rapida agendo sulle zip poste appositamente sui teli. Il terreno di installazione deve essere pianeggiante e compatto. Tutti gli elementi uniti ad innesto devono essere verificati contro l'estrazione, i cavi devono essere tesi.

Le suddette prescrizioni devono essere oggetto di periodica verifica.

4.NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Si seguiranno le indicazioni della:

- UNI 10949 – APRILE 2001 “Tende, Strutture Tessili temporanee e/o itineranti”
- Testo Unico Norme Tecniche per le costruzioni 30 Marzo 2005
- UNI ENV 1991-1 – Eurocodice 1. Base di calcolo e azioni sulle strutture- Basi di Calcolo.
- UNI ENV 1991-2-3 – Eurocodice 1. Base di calcolo e azioni sulle strutture- Azioni sulle strutture- Carichi da neve
- UNI ENV 1991-2-4 – Eurocodice 1. Base di calcolo e azioni sulle strutture-Azioni del Vento.
- UNI ENV 1993 - Eurocodice 3. Progettazione delle strutture di acciaio.
- UNI ENV 1997-Eurocodice 7. Progettazione Geotecnica.
- UNI ENV 1999 - Eurocodice 9. Progettazione delle strutture in alluminio.

5.CRITERI DI ANALISI DELLA SICUREZZA

Viene adoperato il metodo semiprobabilistico agli stati limite. Verrà in particolare verificata la rispondenza della struttura nei confronti degli stati limite di esercizio e degli stati limite ultimi. Seguendo le specifiche UNI-10949 verrà effettuata la verifica allo stato limite di servizio con condizione di carico rara.

Azioni di calcolo per gli stati limite ultimi:

$$F_D = \gamma_g G_k + \gamma_{q1} Q_{1k} + \sum \gamma_{qi} \psi_{0i} Q_{ik} \quad [1]$$

G_k = valore caratteristico delle azioni permanenti;
 Q_{1k} = valore caratteristico dell'azione di base di ogni combinazione;
 Q_{ik} = valori caratteristici delle azioni variabili tra loro indipendenti;
 $\gamma_g = 1,4$ coefficiente di amplificazione carico (1,0 se il suo contributo aumenta la sicurezza);
 $\gamma_q = 1,5$ coefficiente di amplificazione carico (0 se il suo contributo aumenta la sicurezza);
 ψ_{0i} = coefficiente di combinazione allo stato limite ultimo da determinarsi sulla base di considerazioni statistiche (Si assume non minore di 0,7 per neve e vento).

Dalla formula [1] è stato escluso a priori il termine relativo alle forze di precompressione in quanto non presenti nella struttura in esame.

Azioni di calcolo per gli stati limite di servizio (condizione Rara):

$$F_D = G_k + Q_{1k} + \sum \psi_{0i} Q_{ik} \quad [2]$$

ψ_{0i} = coefficiente di combinazione allo stato limite di servizio, pari a 0.2 per vento e neve.

Più avanti, nelle condizioni di carico sono specificati, di volta, i valori dei coefficienti adottati.

Resistenze di calcolo agli stati limite

La resistenza di calcolo R_d offerte dalla struttura vengono determinati attraverso la combinazione dei valori caratteristici di resistenza propri del materiale utilizzato, e da dati geometrici relativi all'elemento considerato secondo la seguente formula:

$$R_d = \frac{R(X_k, a_k, \dots)}{\gamma_M} \quad [3]$$

R_d = resistenza di calcolo

R = resistenza caratteristica della membratura in esame

X_k = valori caratteristici della resistenza dei materiali

a_k = particolari dimensioni geometriche

γ_M = coefficiente parziale da applicare alle resistenze dipendente dal particolare stato limite considerato.

6.MATERIALI

ALLUMINIO:

Le membrature principali sono in alluminio strutturale del tipo EN-AW 6061/T6 e sono del tipo forgiati a caldo con assenza di saldature. In riferimento alla parte 3 della UNI –ENV 1999 – Eurocodice 9 si riportano i valori relativi al materiale.

EN- AW 6061-T6 profili estrusi con spessore minore di 25 mm		
0.2% Proof Strength (tabella 3.2b)	$f_{0,2}$	= 240 N/mm ²
Ultimate Strength (tabella 3.2b)	f_u	=260 N/mm ²
Modulo di Young (3.2.5)	E	=70000 N/mm ²
Coefficiente di Poisson (3.2.5)	ν	=0.25

Coefficiente di espansione termica (3.2.5)	α	$=23E-6 C^{-1}$
Densità di massa (3.2.5)	ρ	$=2700 Kg m^{-3}$

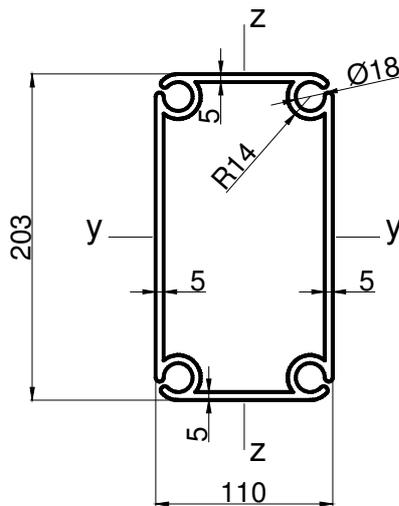
ACCIAIO:

Le parti in acciaio, cavi, tiranti, catene e piastre sono in acciaio del tipo S235 si riportano le caratteristiche del materiale con riferimento alla UNI-ENV 1993 – EUROCODICE 3

ACCIAIO S235		
Tensione di snervamento (tabella 3.1)	f_{by}	$= 235 N/mm^2$
Tensione di rottura (tabella 3.1)	f_u	$=2360 N/mm^2$
Modulo di Young (3.1.1)	E	$=2100000 N/mm^2$
Coefficiente di Poisson (3.1.1)	ν	$=0.30$
Coefficiente di espansione termica (3.1.1)	α	$=12E-6 C^{-1}$
Densità di massa (3.1.1)	ρ	$=7800 Kg m^{-3}$

7.SEZIONI

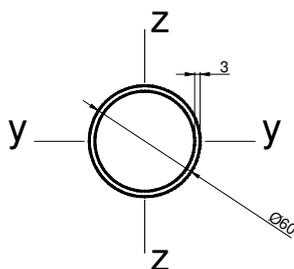
SEZIONE A1:



Materiale EN-AW 6061/T6

Caratteristiche geometriche	
Area totale	$A = 1842 mm^2$
Area netta	$A = 1002 mm^2$
Momento d'inerzia rispetto all'asse forte	$I_{yy} = 9111949 mm^4$
Modulo di resistenza rispetto all'asse forte	$W_{yy} = 85033 mm^3$
Momento d'inerzia rispetto all'asse debole	$I_{zz} = 2904984 mm^4$
Modulo di resistenza rispetto all'asse debole	$W_{zz} = 43099 mm^3$

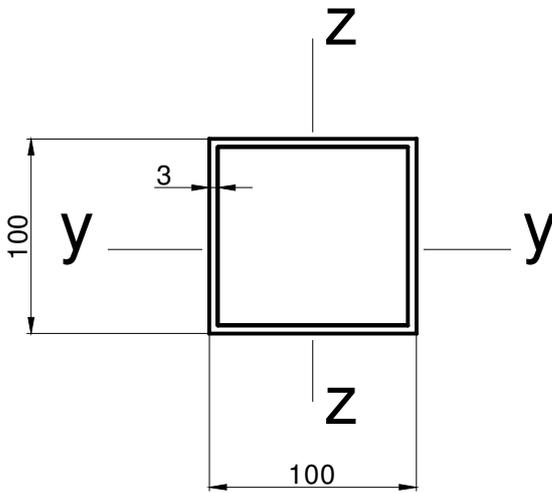
SEZIONE A2:



Materiale ACCIAIO S235

Caratteristiche geometriche	
Area totale	$A = 185 mm^2$
Momento d'inerzia rispetto all'asse forte	$I = 80675 mm^4$
Modulo di resistenza rispetto all'asse forte	$W = 2689 mm^3$

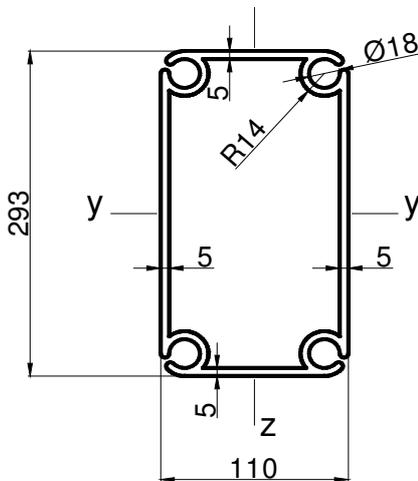
SEZIONE A3-B1:



Materiale EN-AW 6061/T6

<i>Caratteristiche geometriche</i>	
Area totale	$A = 1164 \text{ mm}^2$
Area netta	$A = 928 \text{ mm}^2$
Momento d'inerzia rispetto all'asse forte	$I_{yy} = 1675739 \text{ mm}^4$
Modulo di resistenza rispetto all'asse forte	$W_{yy} = 31617 \text{ mm}^3$
Momento d'inerzia rispetto all'asse debole	$I_{zz} = 1675739 \text{ mm}^4$
Modulo di resistenza rispetto all'asse debole	$W_{zz} = 31617 \text{ mm}^3$

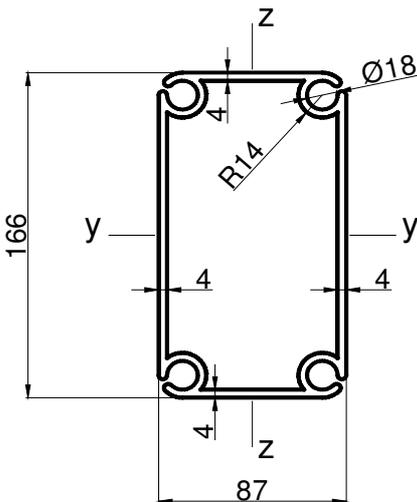
SEZIONE A4:



Materiale EN-AW 6061/T6

<i>Caratteristiche geometriche</i>	
Area totale	$A = 3160 \text{ mm}^2$
Area netta	$A = 1723 \text{ mm}^2$
Momento d'inerzia rispetto all'asse forte	$I_{yy} = 30471329 \text{ mm}^4$
Modulo di resistenza rispetto all'asse forte	$W_{yy} = 204311 \text{ mm}^3$
Momento d'inerzia rispetto all'asse debole	$I_{zz} = 4924518 \text{ mm}^4$
Modulo di resistenza rispetto all'asse debole	$W_{zz} = 70252 \text{ mm}^3$

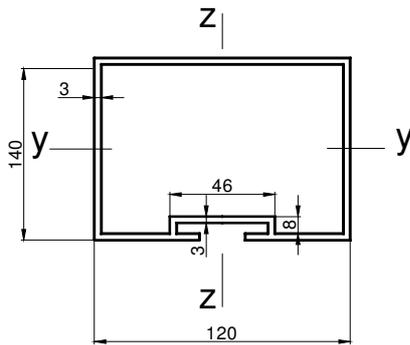
SEZIONE A5:



Materiale EN-AW 6061/T6

<i>Caratteristiche geometriche</i>	
Area totale	$A = 1482 \text{ mm}^2$
Area netta	$A = 958 \text{ mm}^2$
Momento d'inerzia rispetto all'asse forte	$I_{yy} = 5281304 \text{ mm}^4$
Modulo di resistenza rispetto all'asse forte	$W_{yy} = 62029 \text{ mm}^3$
Momento d'inerzia rispetto all'asse debole	$I_{zz} = 1552772 \text{ mm}^4$
Modulo di resistenza rispetto all'asse debole	$W_{zz} = 30029 \text{ mm}^3$

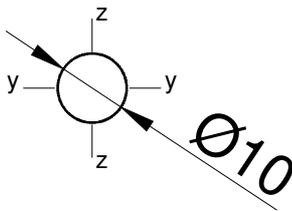
SEZIONE B2



Materiale EN-AW 6061/T6

<i>Caratteristiche geometriche</i>	
Area totale	$A = 1524 \text{ mm}^2$
Area netta	$A = 984 \text{ mm}^2$
Momento d'inerzia rispetto all'asse forte	$I_{yy} = 4032945 \text{ mm}^4$
Modulo di resistenza rispetto all'asse forte	$W_{yy} = 53269 \text{ mm}^3$
Momento d'inerzia rispetto all'asse debole	$I_{zz} = 3010781 \text{ mm}^4$
Modulo di resistenza rispetto all'asse debole	$W_{zz} = 44703 \text{ mm}^3$

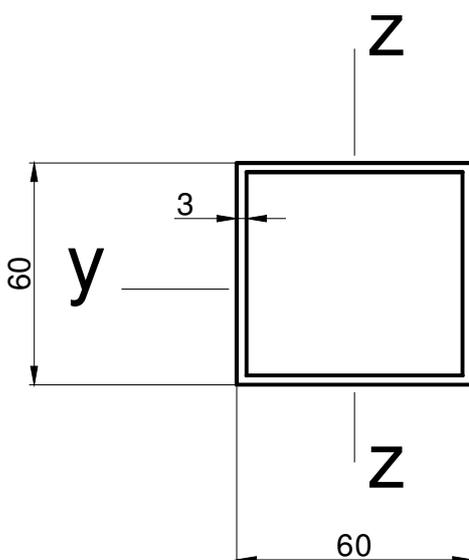
SEZIONE T1:



Materiale ACCIAIO S235

<i>Caratteristiche geometriche</i>	
Area totale	$A = \text{mm}^2$
Area netta	$A = \text{mm}^2$
Momento d'inerzia rispetto all'asse forte	$I_{yy} = \text{mm}^4$
Modulo di resistenza rispetto all'asse forte	$W_{yy} = \text{mm}^3$
Momento d'inerzia rispetto all'asse debole	$I_{zz} = \text{mm}^4$
Modulo di resistenza rispetto all'asse debole	$W_{zz} = \text{mm}^3$

SEZIONE T2



Materiale EN-AW 6061/T6

<i>Caratteristiche geometriche</i>	
Area totale	$A = 684 \text{ mm}^2$
Area netta	$A = 684 \text{ mm}^2$
Momento d'inerzia rispetto all'asse forte	$I_{yy} = 339481 \text{ mm}^4$
Modulo di resistenza rispetto all'asse forte	$W_{yy} = 11542 \text{ mm}^3$
Momento d'inerzia rispetto all'asse debole	$I_{zz} = 339481 \text{ mm}^4$
Modulo di resistenza rispetto all'asse debole	$W_{zz} = 11542 \text{ mm}^3$

8. SCHEMATIZZAZIONE DI CALCOLO

La struttura viene schematizzata agli elementi finiti considerando il telaio tridimensionale. Si effettua un'analisi del tipo elastico lineare. Le varie parti della struttura sono schematizzate con elementi finiti.

Il collegamento dei singoli portali con il terreno viene schematizzato con cerniere, e si trascura l'effetto di interazione terreno sovrastruttura. I tiranti e le controventature vengono considerati non reagenti a trazione.

9.PROGRAMMA DI CALCOLO

Per il calcolo si utilizzerà il programma, di affidabilità internazionalmente riconosciuta, SAP2000 v.10.0.7 (www.csiberkeley.com).

10.AZIONI

1)Peso Proprio

Il peso proprio della struttura è considerato automaticamente dal programma di calcolo.

2)Carico da Neve

Seguendo l'indicazione 6.2.5 della UNI 10949 viene preso in considerazione un' azione verticale convenzionale tipo "carico da neve" uniformemente distribuito sulla copertura e pari a 100 N/m².

3)Carico da Vento (6.2.4 UNI 10949)

Per altezze inferiori a 8 metri il carico da vento corrisponde ad una pressione applicata ortogonalmente alle superfici pari a 380 N/m². Per altezze comprese tra 8 m e 20 m il carico corrispondente è 520 N/m². Questi valori base devono essere moltiplicati per il coefficiente di pressione che si considera (6.2.4.2 UNI 10949) pari a 0.7 se l'azione è di depressione e 0.3 se pressione.

4)Carichi sismici (6.2.6)

Il carico sismico, data la flessibilità e l'esigua massa della tenda non viene preso in considerazione.

5)Carico PVC

Per carico PVC si intende esclusivamente il peso proprio del telo, il calcolo dell'azione membranale trasmessa da questo in concomitanza delle situazioni di carico precedenti verrà computato a parte.

Il carico dovuto al peso del PVC si assume pari a 20 N/m².

11.COMBINAZIONI DI CARICO

VERIFICA SLU

COMB1 Peso Proprio + Vento in depressione

$$1.0 * ((1)+(5)) + 1.5 * (0.7 * (3))$$

COMB2 Peso Proprio + Neve + Vento in Pressione

$$1.4 * ((1)+(5)) + 1.5 * ((2)) + 0.7 * (0.3 * (3))$$

VERIFICA SLE

COMB1 Peso Proprio + Vento in depressione

$$1.0 * ((1)+(5)) + 1.0 * (0.7 * (3))$$

COMB2 Peso Proprio + Vento in pressione

$$1.0 * ((1)+(5)) + 1.0 * (0.7 * (3))$$

Si verificheranno allo stato limite ultime le aste maggiormente caricate.

Lo stato limite di esercizio serve per valutare gli abbassamenti.

12.ASSEGNAZIONE DEI CARICHI

I carichi distribuiti per unità di area vengono trasmessi mediante azione membranale da parte dei teli in PVC, il criterio di ripartizione tra i vari elementi avviene considerando un modello semplificato con due funi di lunghezza equivalente agli assi baricentrici della superficie della parte di telo in esame e vincolate agli elementi di bordo. Ciò è in accordo con l'indicazione di cui al punto 6.3 della UNI 10949 che ammette procedure di calcolo semplificate per superfici minori di 50 m². Per ciascun elemento perimetrale del telo risulterà quindi un carico verticale ed uno orizzontale corrispondente al tiro della fune teorica.

La luce L dei cavi equivalenti si identificherà di volta con la prima maglia chiusa su cui il telo scarica azioni.

Si fanno le seguenti ipotesi:

- 1) Gli spostamenti orizzontali vengono trascurati rispetto agli spostamenti verticali;
- 2) La pretensione dei teli viene trascurata;
- 3) La congruenza del sistema membrana è richiesta solo nel punto di mezzeria;
- 4) Le funi hanno una configurazione a parabola anche in regime elastico.
- 5) Tutti i punti di appoggio delle funi sono allineati su una ipotetica geodetica

Sulla base di queste ipotesi è possibile utilizzare il coefficiente di rigidezza (M. Majoweki, "Tensostrutture progetto e verifica", Assider 1985) così definito:

$$c_1 = \frac{K_1}{K_1+K_2} \quad c_2 = \frac{K_2}{K_1+K_2} \quad [4]$$

In cui i pedici si riferiscono alle due funi considerate. I coefficienti K_i valgono:

$$K_1 = \frac{E_1 A_1 f_1^2}{L_1^4} \quad K_2 = \frac{E_2 A_2 f_2^2}{L_2^4} \quad [5]$$

Dove:

-E_i Modulo di young del materiale

-A_i Area trasversale della generica fune

-f_i freccia della fune

-L_i Luce tra i punti di ancoraggio.

Il carico q per unità di superficie si ripartisce secondo le due funi con questa espressione:

$$q_1 = c_1 q \quad q_2 = c_2 q \quad [6]$$

Posto, data l'omogeneità del telo, E_i=E, f_i=f_m e A_i=A e combinando la [5] con la [4] :

$$c_1 = \frac{L_2^4}{L_1^4+L_2^4} \quad c_2 = \frac{L_1^4}{L_1^4+L_2^4} \quad [7]$$

Il termine f_m è ottenuto, cautelativamente, considerando il valore medio tra quelli ottenuti considerando lunghezze delle funi maggiorate di un'opportuna quantità rispetto alla luce sottesa. Il calcolo della generica freccia avviene mediante questa espressione:

$$f_i = \sqrt{\frac{3}{8} L_i (L_i - l_i)} \quad [7]$$

Nota la freccia si calcola il tiro nella generica fune con la seguente espressione:

$$H_i = \frac{q_i L_i^2}{8 f_m} \quad [8]$$

La reazione verticale vale:

$$p_i = \frac{q_i L_i}{2} \quad [9]$$

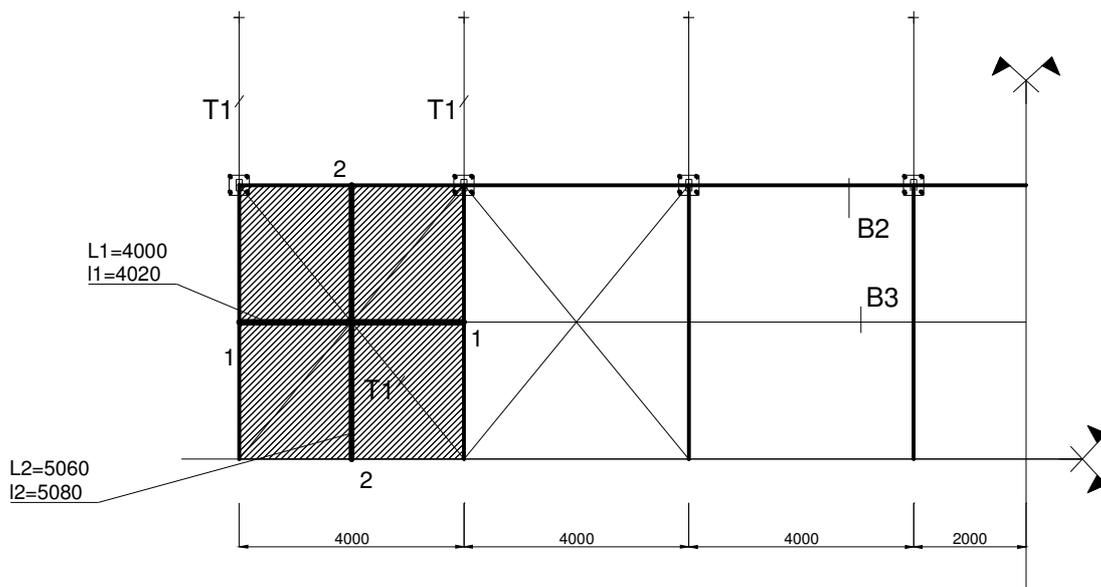
I valori di H e di p vengono poi applicati, rispettivamente, in direzione parallela alla superficie di falda verso l'interno della maglia di bordo ed in direzione ortogonale alla superficie (questa verso l'alto o il basso a seconda che il carico per unità di area sia di depressione o pressione).

In particolare:

- Caso in cui sul telo agisca una depressione: si considereranno due cavi equivalenti. Uno di luce pari a 5060 mm (corrispondente alla lunghezza della falda) e l'altro di luce pari a 4000 mm (interasse tra i portali).
- Caso in cui sul telo si registri una pressione: si considerano due cavi equivalenti, uno di luce pari a 2530 mm (interasse tra gli arcarecci) e l'altro di 4000 mm (interasse tra i portali).

CASO AZIONE DI DEPRESSIONE:

L'azione di depressione è data dal solo carico da vento (520 N/m^2). Vengono ricavate le azioni uniformemente distribuite sugli elementi di bordo come illustrato in figura (H verso l'interno, p verso l'alto)



1. Calcolo del coefficiente di ripartizione

$$c_1 = 0.72$$

$$c_2=0.28$$

2. Calcolo della freccia media

$$f_1=170 \text{ mm}$$

$$f_2=190 \text{ mm}$$

$$f_m=180 \text{ mm}$$

3. Calcolo dei tiri sugli elementi di bordo

$$H_1=4160 \text{ N/m}$$

$$H_2=2588 \text{ N/m}$$

4. Calcolo del carico verticale sugli elementi di bordo

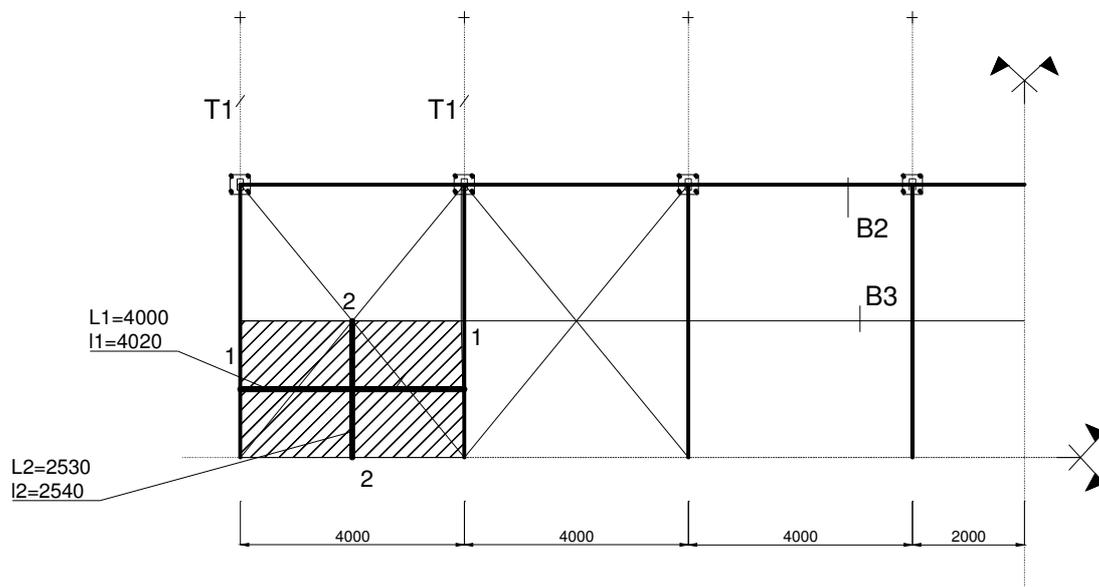
$$p_1=748 \text{ N/m}$$

$$p_2=366 \text{ N/m}$$

La combinazione coi coefficienti parziale viene fatta dal programma di calcolo.

CASO AZIONE DI PRESSIONE:

L'azione di pressione è data dal carico da vento, dal carico convenzionale "tipo neve" e dai teli di copertura. Vengono ricavate le azioni uniformemente distribuite sugli elementi di bordo (al netto dei coefficienti parziali) come illustrato in figura (H verso l'interno, p verso il basso)



1. Calcolo del coefficiente di ripartizione

$$c_1=0.14$$

$$c_2=0.86$$

2. Calcolo della freccia media

$$f_1=170 \text{ mm}$$

$$f_2=100 \text{ mm}$$

$$f_m=135 \text{ mm}$$

3. Calcolo dei tiri sugli elementi di bordo

Peso teli:

$$H_{1,\text{teli}}=43 \text{ N/m}$$

$$H_{2,\text{teli}}=106 \text{ N/m}$$

Neve:

$$H_{1,\text{neve}}=215 \text{ N/m}$$

$$H_{2,\text{neve}}=530 \text{ N/m}$$

Vento:

$$H_{1,\text{vento}}=1118 \text{ N/m}$$

$$H_{2,\text{vento}}=2756 \text{ N/m}$$

4. Calcolo del carico verticale sugli elementi di bordo (verso il basso)

Peso teli:

$$p_{1,\text{teli}}=5.6 \text{ N/m}$$

$$p_{2,\text{teli}}=21.8 \text{ N/m}$$

Neve:

$$p_{1,\text{neve}}=28 \text{ N/m}$$

$$p_{2,\text{neve}}=109 \text{ N/m}$$

Vento:

$$p_{1,\text{vento}}=145.6 \text{ N/m}$$

$$p_{2,\text{vento}}=566.8 \text{ N/m}$$

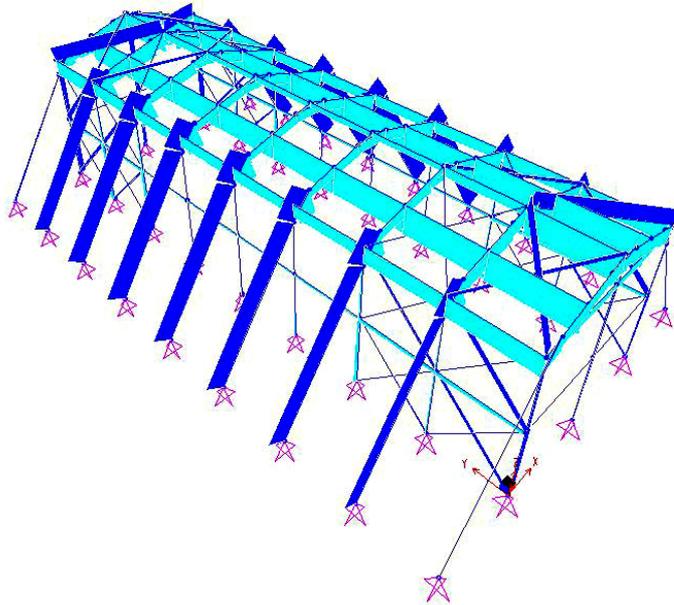
La combinazione coi coefficienti parziale viene fatta dal programma di calcolo.

13.RISULTATI ANALISI

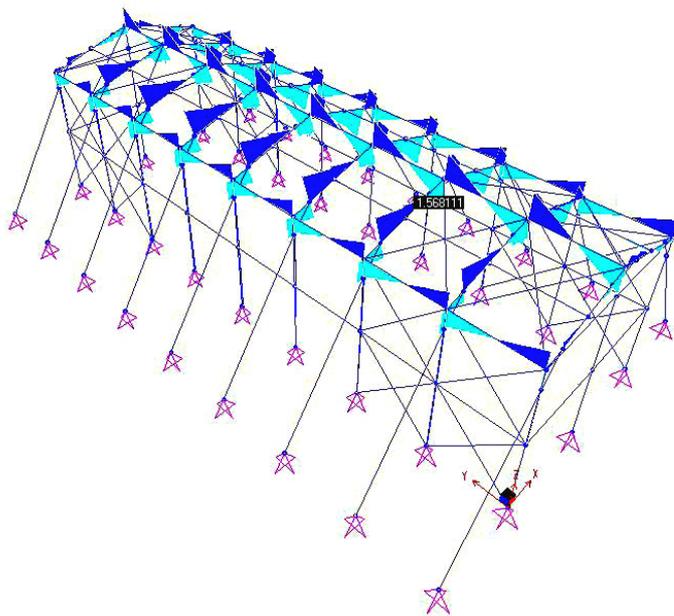
Le figure di seguito riportano l'andamento degli sforzi in termini d nelle varie sezioni.

SLU-COMBI

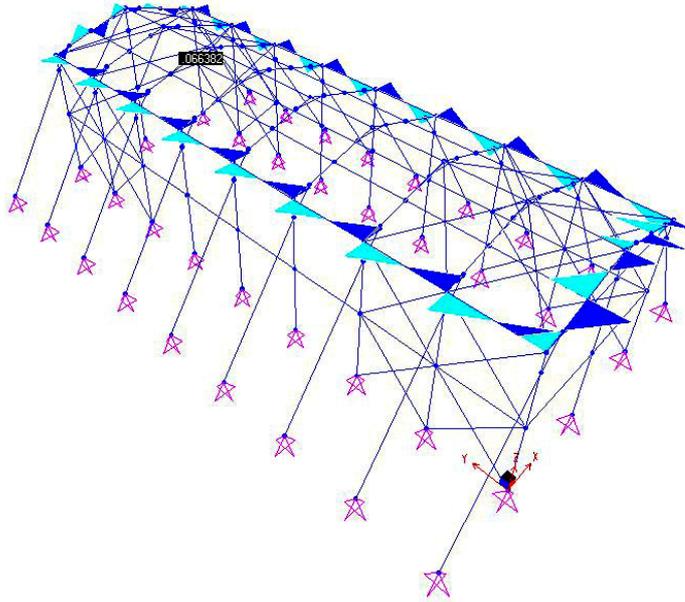
SFORZO NORMALE:



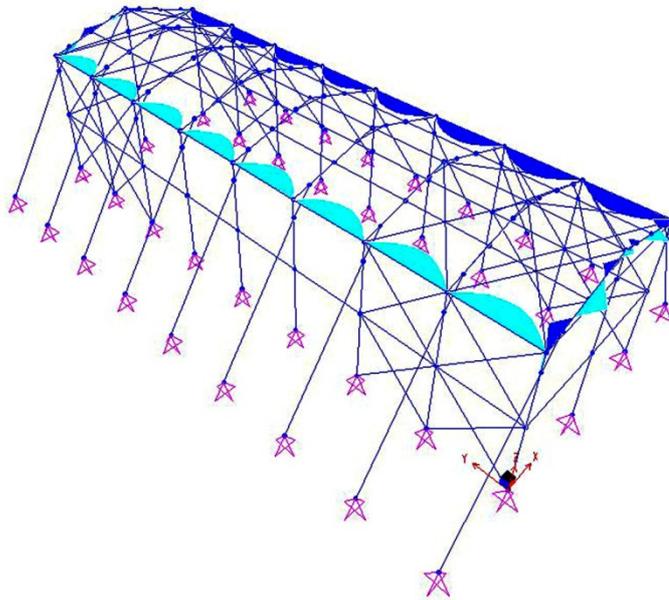
TAGLIO 2-2:



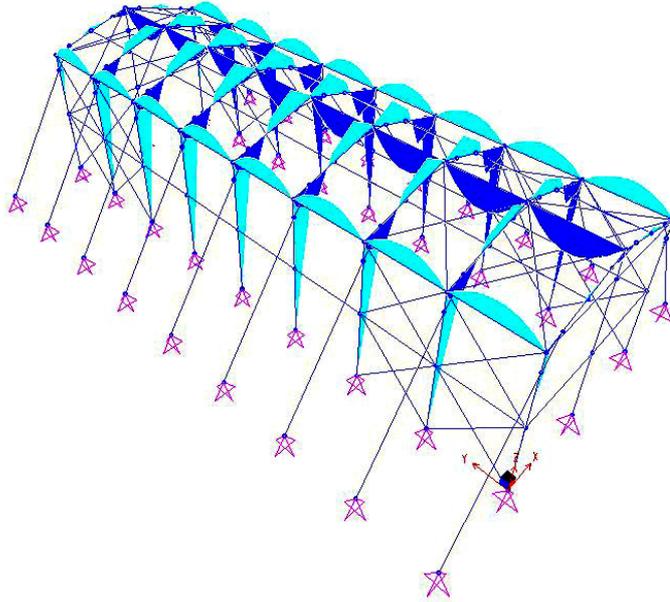
TAGLIO 3-3



MOMENTO FLETTENTE 2-2

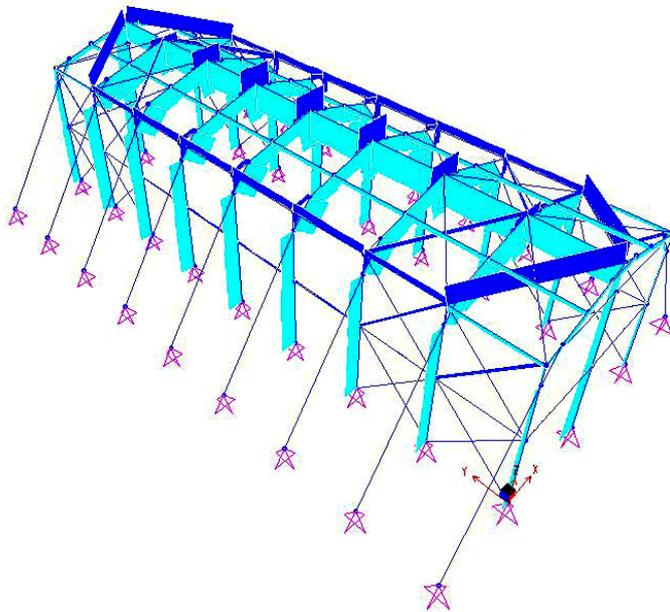


MOMENTO FLETTENTE 3-3

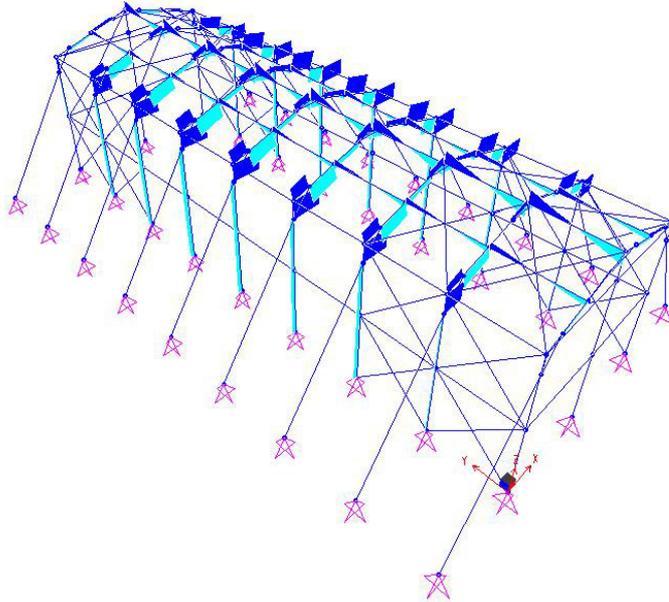


SLUCOMB2

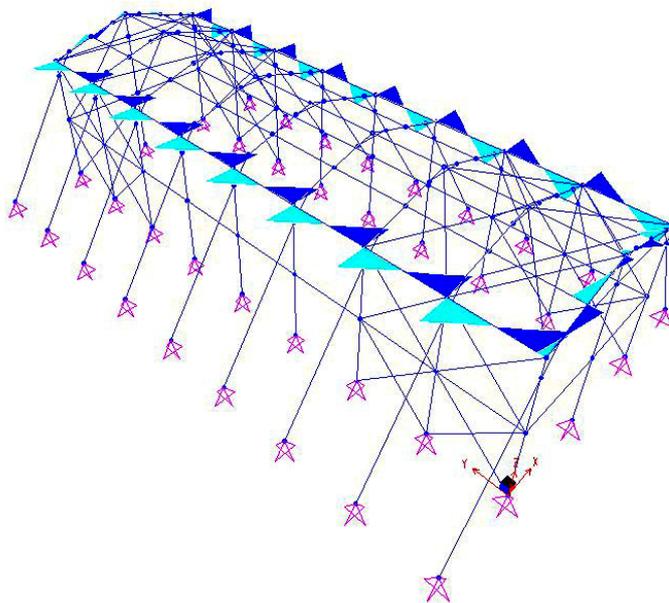
SFORZO NORMALE



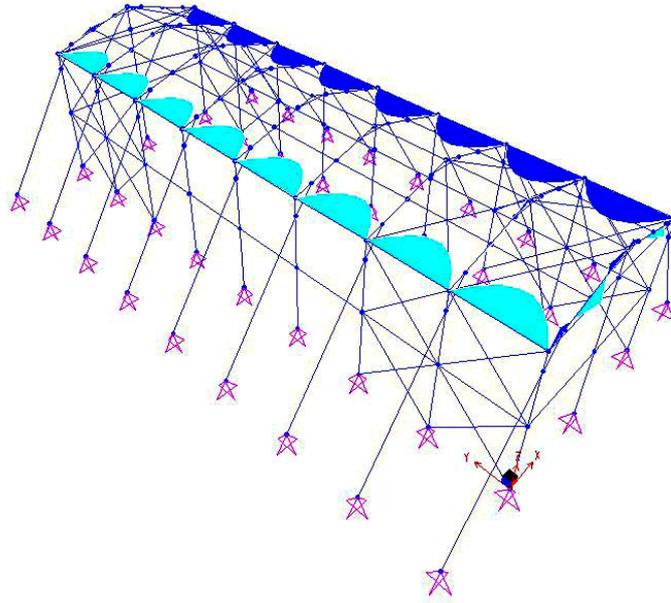
TAGLIO 2-2



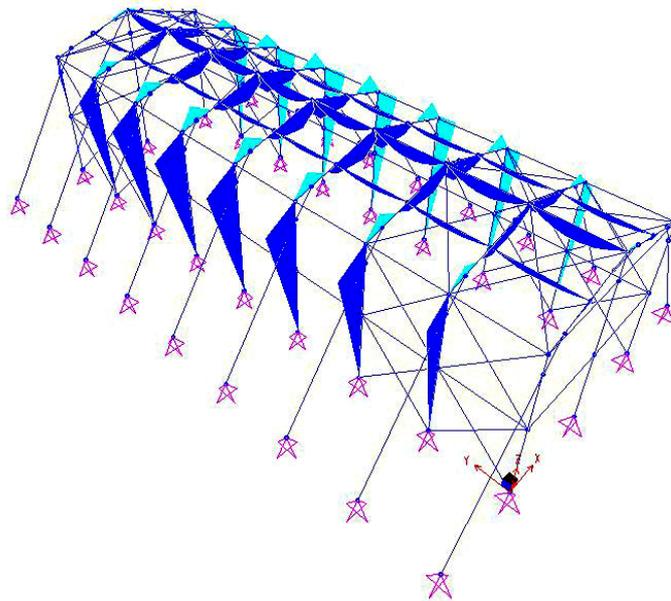
TAGLIO 3-3



MOMENTO FLETTENTE 2-2

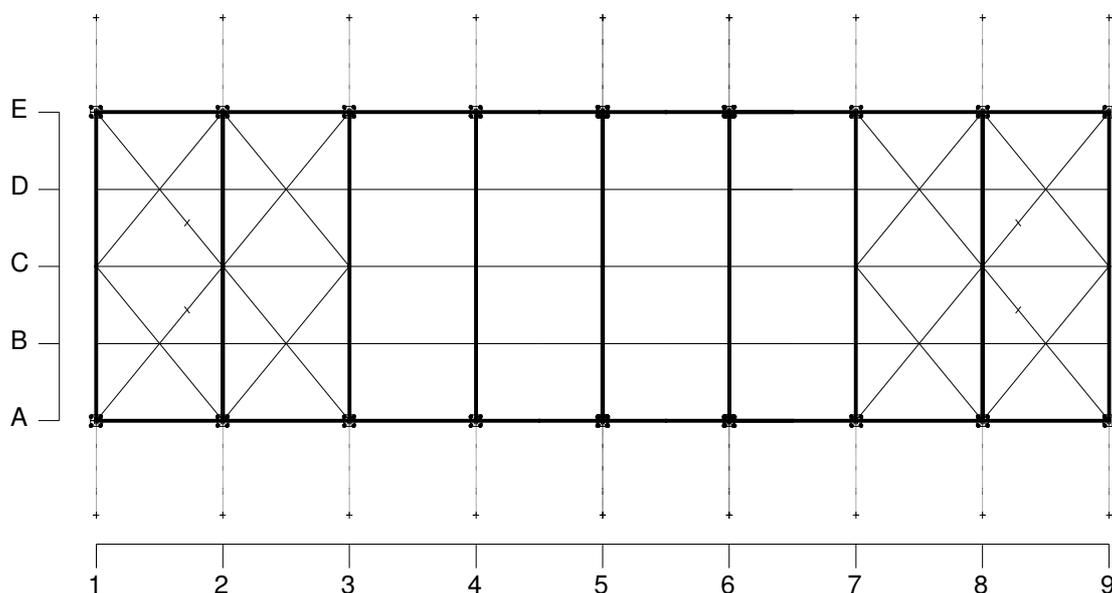


MOMENTO FLETTENTE 3-3



14. VERIFICA MEMBRATURE

La verifica viene effettuata in relazione alle parti più sollecitate, individuate dal grigliato in figura e le cui azioni sollecitanti sono riassunte in tabella.



PROFILO	RIFERIMENTO	COMB	N [KN]	V2 [KN]	V3 [KN]	M2 [KNm]	M3 [KNm]
A1	2 (2)	SLUCOMB1	-16.28	-3.45	-0.19	0.27	2.43
A1	4(2)	SLUCOMB1	-15.06	4.08	-0.06	0.09	3.41
A1	1(2)	SLUCOMB1	-9.45	1.03	-6.99	-3.14	0.84
A1	2(2)	SLUCOMB2	-19.98	3.51	-0.08	0.14	2.79
A1	4(2)	SLUCOMB2	-24.20	-5.25	0.03	0.05	5.08
A2	5(7)	SLUCOMB2	-16.45	0	0	0	0
A3	1(9)	SLUCOMB1	-3.49	0.08	0	0	0.10
A4	3(4)	SLUCOMB1	-3.05	-2.39	0.02	-0.04	-2.47
A4	4(1)	SLUCOMB2	-8.08	8.75	0.01	0.01	7.96
A5	5(2)	SLUCOMB2	-9.94	0	0	0	0
B1	B1-2(falda)	SLUCOMB1	-13.41	-0.15	0	0	0.15
B2	A1-2(falda)	SLUCOMB1	-8.43	2.20	5.43	-5.32	-2.16
B2	C1-2(falda)	SLUCOMB1	-11.80	3.28	0	0	3.21
B2	C2-3(falda)	SLUCOMB2	-13.01	3.05	0	0	2.99
T1	5(stralli)	SLUCOMB1	9.73	0	0	0	0
T2	1-2 (Crociera)	SLUCOMB1	2.28	0	0	0	0

VERIFICA elemento A1 2(2) slucomb1

Caratteristiche sezione:

Materiale alluminio EN-AW 6061/T6

B=110 mm

H=203 mm

t= 4 mm

Il profilo si colloca in classe 4 EC9 #5.4.4

Sollecitazioni

Azione assiale di progetto allo slu	Nd [kN]	=16.28
Momento di progetto allo slu sull'asse y	Myd [kNm]	=2.43
Momento di progetto allo slu sull'asse z	Mzd [kNm]	=0.27
Taglio di progetto allo slu sull'asse y	Vyd [kN]	=0.19
Taglio di progetto allo slu sull'asse z	Vzd [kN]	=3.45

Verifica instabilità aste alluminio secondo EC9 #5.9.3 e #5.9.4

Tensione di snervamento	f0 [N/mm ²]	=240.00
Modulo elastico #3.2.5	E [N/mm ²]	=70000.00
Fattore di sicurezza	gammaM1	=1.10
Area sezione	A [mm ²]	=2440.00
Inerzia sezione lungo y	Iy [mm ⁴]	=13656643.33
Inerzia sezione lungo z	Iz [mm ⁴]	=5271453.33
Inerzia sezione lungo y (effettiva)	Iye [mm ⁴]	=13198167.96
Inerzia sezione lungo z (effettiva)	Ize [mm ⁴]	=4181437.30
Modulo di resistenza effettivo lungo y	Wy [mm ³]	=127394.47
Modulo di resistenza effettivo lungo z	Wz [mm ³]	=65044.49
Raggio giratore d'inerzia lungo y	iy [mm]	=74.81
Raggio giratore d'inerzia lungo z	iz [mm]	=46.48
Lunghezza libera d'inflexione lungo y	L0y [mm]	=5206.00
Lunghezza libera d'inflexione lungo z	L0z [mm]	=2603.00
Snellezza massima	lambda_max	=69.59
Snellezza limite	lambda_l	=60.03
LambdaS=Lambda/lambda_l	lambda_S	=0.93
Coefficiente di riduzione chi	fhi	=1.02
Azione assiale resistente	Nrd [kN]	=234.25
Azione flettente resistente lungo y	Myrd [kNm]	=27.80
Azione flettente resistente lungo z	Mzrd [kNm]	=14.19

Verifica all'instabilità piana: Nd < Nrd

16.28 < 234.25 ok

Verifica a compressione ed azione flettente biassiale:

$(N_d/N_{rd}/\chi_{\min})^{0.8} + ((M_{yd}/M_{yrd})^{1.7} + (M_{zd}/M_{zrd})^{1.7})^{0.6} < 1$

0.28 < 1 ok

Verifica a taglio aste alluminio secondo EC9 #5.12.4

Resistenza caratteristica a taglio	fow [N/mm ²]	=240
Fattore di sicurezza	gammaM1	=1.10
Coefficiente di snellezza a taglio direzione y	lambda_dy	=1.04
Fattore di riduzione per instabilità per taglio lungo y	rho_y	=0.45
Taglio resistente in direzione y	Vrdy [kN]	=159
Coefficiente di snellezza a taglio direzione z	lambda_dz	=0.56
Fattore di riduzione per instabilità per taglio lungo z	rho_z	=0.65
Taglio resistente in direzione z	Vrdz [kN]	=124

Verifica a taglio lungo l'asse y: Vyd < Vrdy

0.19 < 159 ok (Vyd < 50% Vrdy non è necessaria la riduzione del momento resistente lungo y)

Verifica a taglio lungo l'asse z: Vzd < Vzrd

3.45 < 124 ok (Vzd < 50% Vzrd non è necessaria la riduzione del momento resistente lungo z)

VERIFICA elemento A1 4(2) slucomb1

Caratteristiche sezione

Materiale alluminio EN-AW 6061/T6

B=110 mm

H=203 mm

t= 4 mm

Il profilo si colloca in classe 4 (EC9 # 5.4.4)

Sollecitazioni

Azione assiale di progetto allo slu	Nd [kN]	=15.06
Momento di progetto allo slu sull'asse y	Myd [kNm]	=3.41
Momento di progetto allo slu sull'asse z	Mzd [kNm]	=0.09
Taglio di progetto allo slu sull'asse y	Vyd [kN]	=4.08
Taglio di progetto allo slu sull'asse z	Vzd [kN]	=0.06

Verifica instabilità aste alluminio secondo EC9 #5.9.3 e #5.9.4

Tensione di snervamento	f0 [N/mm ²]	=240.00
Modulo elastico 3.2.5	E [N/mm ²]	=70000.00
Fattore di sicurezza	gammaM1	=1.10
Area sezione	A [mm ²]	=2440.00
Inerzia sezione lungo y	Iy [mm ⁴]	=13656643.33
Inerzia sezione lungo z	Iz [mm ⁴]	=5271453.33
Inerzia sezione lungo y (effettiva)	Iye [mm ⁴]	=13198167.96
Inerzia sezione lungo z (effettiva)	Ize [mm ⁴]	=4181437.30
Modulo di resistenza effettivo lungo y	Wy [mm ³]	=127394.47
Modulo di resistenza effettivo lungo z	Wz [mm ³]	=65044.49
Raggio giratore d'inerzia lungo y	iy [mm]	=74.81
Raggio giratore d'inerzia lungo z	iz [mm]	=46.48
Lunghezza libera d'inflexione lungo y	L0y [mm]	=5206.00
Lunghezza libera d'inflexione lungo z	L0z [mm]	=2603.00
Snellezza massima	lambda_max	=69.59
Snellezza limite	lambda_l	=60.03
Lambda_S=Lambda/lambda_l	lambda_S	=0.93
Coefficiente di riduzione chi	phi	=1.02
Azione assiale resistente	Nrd [kN]	=234.25
Azione flettente resistente lungo y	Myrd [kNm]	=27.80
Azione flettente resistente lungo z	Mzrd [kNm]	=14.19

Verifica all'instabilità piana Nd < Nrd
15.06 < 234.25 ok

Verifica a compressione ed azione flettente biassiale
 $(N_d/N_{rd}/\chi_{\min})^{0.8} + ((M_{yd}/M_{yrd})^{1.7} + (M_{zd}/M_{zrd})^{1.7})^{0.6} < 1$
0.30 < 1 ok

Verifica a taglio aste alluminio secondo EC9 #5.12.4

Resistenza caratteristica a taglio	fow [N/mm ²]	=240
Fattore di sicurezza	gammaM1	=1.10
Coefficiente di snellezza a taglio direzione y	lambda_y	=1.04
Fattore di riduzione per instabilità per taglio lungo y	rho_y	=0.45
Taglio resistente in direzione y	Vrdy [kN]	=159
Coefficiente di snellezza a taglio direzione z	lambda_z	=0.56
Fattore di riduzione per instabilità per taglio lungo z	rho_z	=0.65
Taglio resistente in direzione z	Vrdz [kN]	=124

Verifica a taglio lungo l'asse y: Vyd < Vyrd
4.08 < 159 ok (Vyd < 50% Vyrd non è necessaria la riduzione del momento resistente lungo y)

Verifica a taglio lungo l'asse z: Vzd < Vzrd
0.06 < 124 ok (Vzd < 50% Vzrd non è necessaria la riduzione del momento resistente lungo z)

VERIFICA elemento A1 1(2) slucomb1

Caratteristiche sezione

Materiale alluminio EN-AW 6061/T6

B=110 mm

H=203 mm

t= 4 mm

Il profilo si colloca in classe 4 (EC9 # 5.4.4)

Sollecitazioni

Azione assiale di progetto allo slu	Nd [kN]	=9.45
Momento di progetto allo slu sull'asse y	Myd [kNm]	=0.84
Momento di progetto allo slu sull'asse z	Mzd [kNm]	=3.14
Taglio di progetto allo slu sull'asse y	Vyd [kN]	=1.03
Taglio di progetto allo slu sull'asse z	Vzd [kN]	=6.99

Verifica instabilità aste alluminio secondo EC9 #5.9.3 e #5.9.4

Tensione di snervamento	f0 [N/mm ²]	=240.00
Modulo elastico 3.2.5	E [N/mm ²]	=70000.00
Fattore di sicurezza	gammaM1	=1.10
Area sezione	A [mm ²]	=2440.00
Inerzia sezione lungo y	Iy [mm ⁴]	=13656643.33
Inerzia sezione lungo z	Iz [mm ⁴]	=5271453.33
Inerzia sezione lungo y (effettiva)	Iye [mm ⁴]	=13198167.96
Inerzia sezione lungo z (effettiva)	Ize [mm ⁴]	=4181437.30
Modulo di resistenza effettivo lungo y	Wy [mm ³]	=127394.47
Modulo di resistenza effettivo lungo z	Wz [mm ³]	=65044.49
Raggio giratore d'inerzia lungo y	iy [mm]	=74.81
Raggio giratore d'inerzia lungo z	iz [mm]	=46.48
Lunghezza libera d'inflexione lungo y	L0y [mm]	=5206.00
Lunghezza libera d'inflexione lungo z	L0z [mm]	=2603.00
Snellezza massima	lambda_max	=69.59
Snellezza limite	lambda_1	=60.03
Lambda_S=Lambda/lambda_1	lambda_S	=0.93
Coefficiente di riduzione chi	phi	=1.02
Azione assiale resistente	Nrd [kN]	=234.25
Azione flettente resistente lungo y	Myrd [kNm]	=27.80
Azione flettente resistente lungo z	Mzrd [kNm]	=14.19

Verifica all'instabilità piana Nd < Nrd
9.45 < 234.25 ok

Verifica a compressione ed azione flettente biassiale
 $(N_d/N_{rd}/\chi_{\min})^{0.8} + ((M_{yd}/M_{yrd})^{1.7} + (M_{zd}/M_{zrd})^{1.7})^{0.6} < 1$
0.34 < 1 ok

Verifica a taglio aste alluminio secondo EC9 #5.12.4

Resistenza caratteristica a taglio	fow [N/mm ²]	=240
Fattore di sicurezza	gammaM1	=1.10
Coefficiente di snellezza a taglio direzione y	lambda_y	=1.04
Fattore di riduzione per instabilità per taglio lungo y	rho_y	=0.45
Taglio resistente in direzione y	Vrdy [kN]	=159
Coefficiente di snellezza a taglio direzione z	lambda_z	=0.56
Fattore di riduzione per instabilità per taglio lungo z	rho_z	=0.65
Taglio resistente in direzione z	Vrdz [kN]	=124

Verifica a taglio lungo l'asse y: Vyd < Vyrd
1.03 < 159 ok (Vyd < 50% Vyrd non è necessaria la riduzione del momento resistente lungo y)

Verifica a taglio lungo l'asse z: Vzd < Vzrd
6.99 < 124 ok (Vzd < 50% Vzrd non è necessaria la riduzione del momento resistente lungo z)

VERIFICA elemento A1 2(2) slucomb2

Caratteristiche sezione

Materiale alluminio EN-AW 6061/T6

B=110 mm

H=203 mm

t= 4 mm

Il profilo si colloca in classe 4 (EC9 # 5.4.4)

Sollecitazioni

Azione assiale di progetto allo slu	Nd [kN]	=19.98
Momento di progetto allo slu sull'asse y	Myd [kNm]	=2.79
Momento di progetto allo slu sull'asse z	Mzd [kNm]	=0.14
Taglio di progetto allo slu sull'asse y	Vyd [kN]	=3.51
Taglio di progetto allo slu sull'asse z	Vzd [kN]	=0.08

Verifica instabilità aste alluminio secondo EC9 #5.9.3 e #5.9.4

Tensione di snervamento	f0 [N/mm ²]	=240.00
Modulo elastico 3.2.5	E [N/mm ²]	=70000.00
Fattore di sicurezza	gammaM1	=1.10
Area sezione	A [mm ²]	=2440.00
Inerzia sezione lungo y	Iy [mm ⁴]	=13656643.33
Inerzia sezione lungo z	Iz [mm ⁴]	=5271453.33
Inerzia sezione lungo y (effettiva)	Iye [mm ⁴]	=13198167.96
Inerzia sezione lungo z (effettiva)	Ize [mm ⁴]	=4181437.30
Modulo di resistenza effettivo lungo y	Wy [mm ³]	=127394.47
Modulo di resistenza effettivo lungo z	Wz [mm ³]	=65044.49
Raggio giratore d'inerzia lungo y	iy [mm]	=74.81
Raggio giratore d'inerzia lungo z	iz [mm]	=46.48
Lunghezza libera d'inflexione lungo y	L0y [mm]	=5206.00
Lunghezza libera d'inflexione lungo z	L0z [mm]	=2603.00
Snellezza massima	lambda_max	=69.59
Snellezza limite	lambda_1	=60.03
Lambda_S=Lambda/lambda_1	lambda_S	=0.93
Coefficiente di riduzione chi	phi	=1.02
Azione assiale resistente	Nrd [kN]	=234.25
Azione flettente resistente lungo y	Myrd [kNm]	=27.80
Azione flettente resistente lungo z	Mzrd [kNm]	=14.19

Verifica all'instabilità piana Nd < Nrd
19.98 < 234.25 ok

Verifica a compressione ed azione flettente biassiale
 $(N_d/N_{rd}/\chi_{\min})^{0.8} + ((M_{yd}/M_{yrd})^{1.7} + (M_{zd}/M_{zrd})^{1.7})^{0.6} < 1$
0.32 < 1 ok

Verifica a taglio aste alluminio secondo EC9 #5.12.4

Resistenza caratteristica a taglio	fow [N/mm ²]	=240
Fattore di sicurezza	gammaM1	=1.10
Coefficiente di snellezza a taglio direzione y	lambda_y	=1.04
Fattore di riduzione per instabilità per taglio lungo y	rho_y	=0.45
Taglio resistente in direzione y	Vrdy [kN]	=159
Coefficiente di snellezza a taglio direzione z	lambda_z	=0.56
Fattore di riduzione per instabilità per taglio lungo z	rho_z	=0.65
Taglio resistente in direzione z	Vrdz [kN]	=124

Verifica a taglio lungo l'asse y: Vyd < Vyrd
3.51 < 159 ok (Vyd < 50% Vyrd non è necessaria la riduzione del momento resistente lungo y)

Verifica a taglio lungo l'asse z: Vzd < Vzrd
0.08 < 124 ok (Vzd < 50% Vzrd non è necessaria la riduzione del momento resistente lungo z)

VERIFICA elemento A1 4(2) slucomb2

Caratteristiche sezione

Materiale alluminio EN-AW 6061/T6

B=110 mm

H=203 mm

t= 4 mm

Il profilo si colloca in classe 4 (EC9 # 5.4.4)

Sollecitazioni

Azione assiale di progetto allo slu	Nd [kN]	=24.20
Momento di progetto allo slu sull'asse y	Myd [kNm]	=5.08
Momento di progetto allo slu sull'asse z	Mzd [kNm]	=0.05
Taglio di progetto allo slu sull'asse y	Vyd [kN]	=5.25
Taglio di progetto allo slu sull'asse z	Vzd [kN]	=0.03

Verifica instabilità aste alluminio secondo EC9 #5.9.3 e #5.9.4

Tensione di snervamento	f0 [N/mm ²]	=240.00
Modulo elastico 3.2.5	E [N/mm ²]	=70000.00
Fattore di sicurezza	gammaM1	=1.10
Area sezione	A [mm ²]	=2440.00
Inerzia sezione lungo y	Iy [mm ⁴]	=13656643.33
Inerzia sezione lungo z	Iz [mm ⁴]	=5271453.33
Inerzia sezione lungo y (effettiva)	Iye [mm ⁴]	=13198167.96
Inerzia sezione lungo z (effettiva)	Ize [mm ⁴]	=4181437.30
Modulo di resistenza effettivo lungo y	Wy [mm ³]	=127394.47
Modulo di resistenza effettivo lungo z	Wz [mm ³]	=65044.49
Raggio giratore d'inerzia lungo y	iy [mm]	=74.81
Raggio giratore d'inerzia lungo z	iz [mm]	=46.48
Lunghezza libera d'inflexione lungo y	L0y [mm]	=5206.00
Lunghezza libera d'inflexione lungo z	L0z [mm]	=2603.00
Snellezza massima	lambda_max	=69.59
Snellezza limite	lambda_1	=60.03
Lambda_S=Lambda/lambda_1	lambda_S	=0.93
Coefficiente di riduzione chi	phi	=1.02
Azione assiale resistente	Nrd [kN]	=234.25
Azione flettente resistente lungo y	Myrd [kNm]	=27.80
Azione flettente resistente lungo z	Mzrd [kNm]	=14.19

Verifica all'instabilità piana Nd < Nrd
24.20 < 234.25 ok

Verifica a compressione ed azione flettente biassiale
 $(N_d/N_{rd}/\chi_{\min})^{0.8} + ((M_{yd}/M_{yrd})^{1.7} + (M_{zd}/M_{zrd})^{1.7})^{0.6} < 1$
0.44 < 1 ok

Verifica a taglio aste alluminio secondo EC9 #5.12.4

Resistenza caratteristica a taglio	fow [N/mm ²]	=240
Fattore di sicurezza	gammaM1	=1.10
Coefficiente di snellezza a taglio direzione y	lambda_y	=1.04
Fattore di riduzione per instabilità per taglio lungo y	rho_y	=0.45
Taglio resistente in direzione y	Vrdy [kN]	=159
Coefficiente di snellezza a taglio direzione z	lambda_z	=0.56
Fattore di riduzione per instabilità per taglio lungo z	rho_z	=0.65
Taglio resistente in direzione z	Vrdz [kN]	=124

Verifica a taglio lungo l'asse y: Vyd < Vyrd
5.25 < 159 ok (Vyd < 50% Vyrd non è necessaria la riduzione del momento resistente lungo y)

Verifica a taglio lungo l'asse z: Vzd < Vzrd
0.03 < 124 ok (Vzd < 50% Vzrd non è necessaria la riduzione del momento resistente lungo z)

VERIFICA elemento A2 6(7) slucomb2

Caratteristiche sezione

Materiale acciaio Fe 360 EN 10025

Tubo con:

d=60 mm

t=2 mm

Il profilo si colloca in classe 1

Sollecitazioni

Azione assiale di progetto allo slu

Nd [kN] =16.45

Momento di progetto allo slu sull'asse y

Myd [kNm] =0

Momento di progetto allo slu sull'asse z

Mzd [kNm] =0

Taglio di progetto allo slu sull'asse y

Vyd[kN] =0

Taglio di progetto allo slu sull'asse z

Vzd[kN] =0

Verifica instabilità asta in acciaio secondo EC3 #5.1.4

Tensione di snervamento

f0 [N/mm²] =235.00

Modulo elastico 3.2.5

E [N/mm²] =200000.00

Fattore di sicurezza

gammaM1 =1.05

Area sezione

A [mm²] =185.00

Inerzia sezione

I [mm⁴] =80675.00

Lunghezza libera d'inflessione lungo y

LOy [mm] =1598.00

Lunghezza libera d'inflessione lungo z

LOz [mm] =1598.00

Sforzo normale critico

Ncr [N] =62361.00

LambdaS

lambdaS =0.83

Coefficiente di riduzione xsi

xsi =0.75

Azione assiale resistente

Nrd [kN] =31.05

Verifica all'instabilità piana

Nd < Nrd

16.45 < 31.05 ok

VERIFICA elemento A3 1(9) slucomb1

Caratteristiche sezione

Materiale alluminio EN-AW 6061/T6

B=100 mm

H=100 mm

t= 3 mm

Il profilo si colloca in classe 4 5.4.4

Sollecitazioni

Azione assiale di progetto allo slu	Nd [kN]	=3.49
Momento di progetto allo slu sull'asse y	Myd [kNm]	=0.10
Momento di progetto allo slu sull'asse z	Mzd [kNm]	=0.00
Taglio di progetto allo slu sull'asse y	Vyd [kN]	=0.08
Taglio di progetto allo slu sull'asse z	Vzd [kN]	=0.00

Verifica instabilità aste alluminio secondo EC9 #5.9.3 e #5.9.4

Tensione di snervamento	f0 [N/mm ²]	=240.00
Modulo elastico 3.2.5	E [N/mm ²]	=70000.00
Fattore di sicurezza	gammaM1	=1.10
Area sezione	A [mm ²]	=1164.00
Inerzia sezione lungo y	Iy [mm ⁴]	=1827092.00
Inerzia sezione lungo z	Iz [mm ⁴]	=1827092.00
Inerzia sezione lungo y (effettiva)	Iye [mm ⁴]	=1675739.13
Inerzia sezione lungo z (effettiva)	Ize [mm ⁴]	=1675739.13
Modulo di resistenza effettivo lungo y	Wy [mm ³]	=31617.39
Modulo di resistenza effettivo lungo z	Wz [mm ³]	=31617.39
Raggio giratore d'inerzia lungo y	iy [mm]	=39.62
Raggio giratore d'inerzia lungo z	iz [mm]	=39.62
Lunghezza libera d'inflexione lungo y	L0y [mm]	=3888.00
Lunghezza libera d'inflexione lungo z	L0z [mm]	=3888.00
Snellezza massima	lambda_max	=98.13
Snellezza limite	lambda_1	=59.27
Lambda_S=Lambda/lambda_1	lambda_S	=1.66
Coefficiente di riduzione chi	phi	=2.03
Azione assiale resistente	Nrd [kN]	=65.15
Azione flettente resistente lungo y	Myrd [kNm]	=6.90
Azione flettente resistente lungo z	Mzrd [kNm]	=6.90

Verifica all'instabilità piana: Nd < Nrd
3.49 < 65.15 ok

Verifica a compressione ed azione flettente biassiale:
 $(N_d/N_{rd}/\chi_{simin})^{0.8} + ((M_{yd}/M_{yrd})^{1.7} + (M_{zd}/M_{zrd})^{1.7})^{0.6} < 1$
0.26 < 1 ok

Verifica a taglio aste alluminio secondo EC9 #5.12.4

Resistenza caratteristica a taglio	fow [N/mm ²]	=240
Fattore di sicurezza	gammaM1	=1.10
Coefficiente di snellezza a taglio direzione y	lambda_y	=0.68
Fattore di riduzione per instabilità per taglio lungo y	rho_y	=0.65
Taglio resistente in direzione y	Vrdy [kN]	=85

Verifica a taglio lungo l'asse y: Vyd < Vyrd
0.08 < 85 ok (Vyd < 50% Vyrd non è necessaria la riduzione del momento resistente lungo y)

VERIFICA elemento A4 1(9) slucomb1

Caratteristiche sezione

Materiale alluminio EN-AW 6061/T6

B=110 mm

H=293 mm

t= 4 mm

Il profilo si colloca in classe 4 5.4.4

Sollecitazioni

Azione assiale di progetto allo slu	Nd [kN]	=3.05
Momento di progetto allo slu sull'asse y	Myd [kNm]	=2.47
Momento di progetto allo slu sull'asse z	Mzd [kNm]	=0.04
Taglio di progetto allo slu sull'asse y	Vyd [kN]	=2.39
Taglio di progetto allo slu sull'asse z	Vzd [kN]	=0.02

Verifica instabilità aste alluminio secondo EC9 #5.9.3 e #5.9.4

Tensione di snervamento	f0 [N/mm ²]	=240.00
Modulo elastico 3.2.5	E [N/mm ²]	=70000.00
Fattore di sicurezza	gammaM1	=1.10
Area sezione	A [mm ²]	=3160.00
Inerzia sezione lungo y	Iy [mm ⁴]	=33808543.33
Inerzia sezione lungo z	Iz [mm ⁴]	=7294893.33
Inerzia sezione lungo y (effettiva)	Iye [mm ⁴]	=30471328.77
Inerzia sezione lungo z (effettiva)	Ize [mm ⁴]	=4934517.79
Modulo di resistenza effettivo lungo y	Wy [mm ³]	=204311.85
Modulo di resistenza effettivo lungo z	Wz [mm ³]	=70252.62
Raggio giratore d'inerzia lungo y	iy [mm]	=103.44
Raggio giratore d'inerzia lungo z	iz [mm]	=48.05
Lunghezza libera d'inflexione lungo y	L0y [mm]	=8000.00
Lunghezza libera d'inflexione lungo z	L0z [mm]	=4000.00
Snellezza massima	lambda_max	=83.25
Snellezza limite	lambda_l	=60.25
Lambda_S=Lambda/lambda_l	lambda_S	=1.38
Coefficiente di riduzione chi	phi	=1.58
Azione assiale resistente	Nrd [kN]	=232.18
Azione flettente resistente lungo y	Myrd [kNm]	=44.58
Azione flettente resistente lungo z	Mzrd [kNm]	=15.33

Verifica all'instabilità piana Nd < Nrd
3.05 < 232.18 ok

Verifica a compressione ed azione flettente biassiale
 $(Nd/Nrd/xs_{imin})^{0.8} + ((Myd/Myrd)^{1.7} + (Mzd/Mzrd)^{1.7})^{0.6} < 1$
0.11 < 1 ok

Verifica a taglio aste alluminio secondo EC9 #5.12.4

Resistenza caratteristica a taglio	fow [N/mm ²]	=240
Fattore di sicurezza	gammaM1	=1.10
Coefficiente di snellezza a taglio direzione y	lambda_y	=1.5
Fattore di riduzione per instabilità per taglio lungo y	rho_y	=0.32
Taglio resistente in direzione y	Vrdy [kN]	=163
Coefficiente di snellezza a taglio direzione z	lambda_z	=0.56
Fattore di riduzione per instabilità per taglio lungo z	rho_z	=0.65
Taglio resistente in direzione z	Vrdz [kN]	=124

Verifica a taglio lungo l'asse y: Vyd < Vrdy
2.39 < 163 ok (Vyd < 50% Vrdy non è necessaria la riduzione del momento resistente lungo y)

Verifica a taglio lungo l'asse z: Vzd < Vrdz
0.02 < 124 ok (Vzd < 50% Vrdz non è necessaria la riduzione del momento resistente lungo z)

VERIFICA elemento A4 4(1) slucomb2

Caratteristiche sezione

Materiale alluminio EN-AW 6061/T6

B=110 mm

H=293 mm

t= 4 mm

Il profilo si colloca in classe 4 5.4.4

Sollecitazioni

Azione assiale di progetto allo slu	Nd [kN]	=8.08
Momento di progetto allo slu sull'asse y	Myd [kNm]	=7.96
Momento di progetto allo slu sull'asse z	Mzd [kNm]	=0.01
Taglio di progetto allo slu sull'asse y	Vyd [kN]	=8.75
Taglio di progetto allo slu sull'asse z	Vzd [kN]	=0.01

Verifica instabilità aste alluminio secondo EC9 #5.9.3 e #5.9.4

Tensione di snervamento	f0 [N/mm ²]	=240.00
Modulo elastico 3.2.5	E [N/mm ²]	=70000.00
Fattore di sicurezza	gammaM1	=1.10
Area sezione	A [mm ²]	=3160.00
Inerzia sezione lungo y	Iy [mm ⁴]	=33808543.33
Inerzia sezione lungo z	Iz [mm ⁴]	=7294893.33
Inerzia sezione lungo y (effettiva)	Iye [mm ⁴]	=30471328.77
Inerzia sezione lungo z (effettiva)	Ize [mm ⁴]	=4934517.79
Modulo di resistenza effettivo lungo y	Wy [mm ³]	=204311.85
Modulo di resistenza effettivo lungo z	Wz [mm ³]	=70252.62
Raggio giratore d'inerzia lungo y	iy [mm]	=103.44
Raggio giratore d'inerzia lungo z	iz [mm]	=48.05
Lunghezza libera d'inflexione lungo y	L0y [mm]	=8000.00
Lunghezza libera d'inflexione lungo z	L0z [mm]	=4000.00
Snellezza massima	lambda_max	=83.25
Snellezza limite	lambda_l	=60.25
Lambda_S=Lambda/lambda_l	lambda_S	=1.38
Coefficiente di riduzione chi	phi	=1.58
Azione assiale resistente	Nrd [kN]	=232.18
Azione flettente resistente lungo y	Myrd [kNm]	=44.58
Azione flettente resistente lungo z	Mzrd [kNm]	=15.33

Verifica all'instabilità piana Nd < Nrd
8.08 < 232.18 ok

Verifica a compressione ed azione flettente biassiale
 $(Nd/Nrd/xs_{imin})^{0.8} + ((Myd/Myrd)^{1.7} + (Mzd/Mzrd)^{1.7})^{0.6} < 1$
0.31 < 1 ok

Verifica a taglio aste alluminio secondo EC9 #5.12.4

Resistenza caratteristica a taglio	fow [N/mm ²]	=240
Fattore di sicurezza	gammaM1	=1.10
Coefficiente di snellezza a taglio direzione y	lambda_y	=1.5
Fattore di riduzione per instabilità per taglio lungo y	rho_y	=0.32
Taglio resistente in direzione y	Vrdy [kN]	=163
Coefficiente di snellezza a taglio direzione z	lambda_z	=0.56
Fattore di riduzione per instabilità per taglio lungo z	rho_z	=0.65
Taglio resistente in direzione z	Vrdz [kN]	=124

Verifica a taglio lungo l'asse y: Vyd < Vrdy
8.75 < 163 ok (Vyd < 50% Vrdy non è necessaria la riduzione del momento resistente lungo y)

Verifica a taglio lungo l'asse z: Vzd < Vrdz
0.01 < 124 ok (Vzd < 50% Vrdz non è necessaria la riduzione del momento resistente lungo z)

VERIFICA elemento A5 5(2) slucomb2

Caratteristiche sezione

Materiale alluminio EN-AW 6061/T6

B= 87 mm

H=166 mm

t= 3 mm

Il profilo si colloca in classe 4 5.4.4

Sollecitazioni

Azione assiale di progetto allo slu	Nd [kN]	=9.94
Momento di progetto allo slu sull'asse y	Myd [kNm]	=0.00
Momento di progetto allo slu sull'asse z	Mzd [kNm]	=0.00
Taglio di progetto allo slu sull'asse y	Vyd [kN]	=0.00
Taglio di progetto allo slu sull'asse z	Vzd [kN]	=0.00

Verifica instabilità aste alluminio secondo EC9 #5.9.3 e #5.9.4

Tensione di snervamento	f0 [N/mm2]	=240.00
Modulo elastico 3.2.5	E [N/mm2]	=70000.00
Fattore di sicurezza	gammaM1	=1.10
Area sezione	A [mm2]	=1482.00
Inerzia sezione lungo y	Iy [mm4]	=5515646.00
Inerzia sezione lungo z	Iz [mm4]	=2023411.50
Inerzia sezione lungo y (effettiva)	Iye [mm4]	=5281303.70
Inerzia sezione lungo z (effettiva)	Ize [mm4]	=1554774.47
Lunghezza libera d'inflessione lungo y	L0y [mm]	=9450.00
Lunghezza libera d'inflessione lungo z	L0z [mm]	=4000.00
Snellezza massima	lambdamax	=154.90
Snellezza limite	lambda1	=60.43
LambdaS=Lambda/lambda1	lambdaS	=1.79
Coefficiente di riduzione chi	fhi	=2.27
Azione assiale resistente	Nrd [kN]	=35.68
Azione flettente resistente lungo y	Myrd [kNm]	=13.53
Azione flettente resistente lungo z	Mzrd [kNm]	=6.56

Verifica all'instabilità piana Nd < Nrd
9.94 < 35.68 ok

VERIFICA elemento B1 - 2(falda) slucomb1

Caratteristiche sezione

Materiale alluminio EN-AW 6061/T6

B=100 mm

H=100 mm

t= 3 mm

Il profilo si colloca in classe 4 5.4.4

Sollecitazioni

Azione assiale di progetto allo slu	Nd [kN]	=13.41
Momento di progetto allo slu sull'asse y	Myd [kNm]	=0.15
Momento di progetto allo slu sull'asse z	Mzd [kNm]	=0.00
Taglio di progetto allo slu sull'asse y	Vyd [kN]	=0.15
Taglio di progetto allo slu sull'asse z	Vzd [kN]	=0.00

Verifica instabilità aste alluminio secondo EC9 #5.9.3 e #5.9.4

Tensione di snervamento	f0 [N/mm ²]	=240.00
Modulo elastico 3.2.5	E [N/mm ²]	=70000.00
Fattore di sicurezza	gammaM1	=1.10
Area sezione	A [mm ²]	=1164.00
Inerzia sezione lungo y	Iy [mm ⁴]	=1827092.00
Inerzia sezione lungo z	Iz [mm ⁴]	=1827092.00
Inerzia sezione lungo y (effettiva)	Iye [mm ⁴]	=1675739.13
Inerzia sezione lungo z (effettiva)	Ize [mm ⁴]	=1675739.13
Modulo di resistenza effettivo lungo y	Wy [mm ³]	=31617.39
Modulo di resistenza effettivo lungo z	Wz [mm ³]	=31617.39
Raggio giratore d'inerzia lungo y	iy [mm]	=39.62
Raggio giratore d'inerzia lungo z	iz [mm]	=39.62
Lunghezza libera d'inflexione lungo y	L0y [mm]	=3888.00
Lunghezza libera d'inflexione lungo z	L0z [mm]	=3888.00
Snellezza massima	lambda_max	=98.13
Snellezza limite	lambda_1	=59.27
Lambda_S=Lambda/lambda_1	lambda_S	=1.66
Coefficiente di riduzione chi	phi	=2.03
Azione assiale resistente	Nrd [kN]	=65.15
Azione flettente resistente lungo y	Myrd [kNm]	=6.90
Azione flettente resistente lungo z	Mzrd [kNm]	=6.90

Verifica all'instabilità piana Nd < Nrd
13.41 < 65.15 ok

Verifica a compressione ed azione flettente biassiale
 $(N_d/N_{rd}/\chi_{simin})^{0.8} + ((M_{yd}/M_{yrd})^{1.7} + (M_{zd}/M_{zrd})^{1.7})^{0.6} < 1$
0.74 < 1 ok

Verifica a taglio aste alluminio secondo EC9 #5.12.4

Resistenza caratteristica a taglio	fow [N/mm ²]	=240
Fattore di sicurezza	gammaM1	=1.10
Coefficiente di snellezza a taglio direzione y	lambda_y	=0.68
Fattore di riduzione per instabilità per taglio lungo y	rho_y	=0.65
Taglio resistente in direzione y	Vrdy [kN]	=85

Verifica a taglio lungo l'asse y: Vyd < Vyrd
0.15 < 85 ok (Vyd < 50% Vyrd non è necessaria la riduzione del momento resistente lungo y)

VERIFICA elemento B2 A1-2(falda) slucomb1

Caratteristiche sezione

Materiale alluminio EN-AW 6061/T6

B=120 mm

H=140 mm

t= 3 mm

Il profilo si colloca in classe 4 5.4.4

Sollecitazioni

Azione assiale di progetto allo slu	Nd [kN]	=8.43
Momento di progetto allo slu sull'asse y	Myd [kNm]	=2.16
Momento di progetto allo slu sull'asse z	Mzd [kNm]	=5.32
Taglio di progetto allo slu sull'asse y	Vyd [kN]	=2.20
Taglio di progetto allo slu sull'asse z	Vzd [kN]	=5.43

Verifica instabilità aste alluminio secondo EC9 #5.9.3 e #5.9.4

Tensione di snervamento	f0 [N/mm ²]	=240.00
Modulo elastico 3.2.5	E [N/mm ²]	=70000.00
Fattore di sicurezza	gammaM1	=1.10
Area sezione	A [mm ²]	=1524.00
Inerzia sezione lungo y	Iy [mm ⁴]	=4582012.00
Inerzia sezione lungo z	Iz [mm ⁴]	=3616092.00
Inerzia sezione lungo y (effettiva)	Iye [mm ⁴]	=4032945.05
Inerzia sezione lungo z (effettiva)	Ize [mm ⁴]	=3010781.29
Modulo di resistenza effettivo lungo y	Wy [mm ³]	=53269.45
Modulo di resistenza effettivo lungo z	Wz [mm ³]	=44703.10
Raggio giratore d'inerzia lungo y	iy [mm]	=54.83
Raggio giratore d'inerzia lungo z	iz [mm]	=48.71
Lunghezza libera d'inflexione lungo y	L0y [mm]	=3888.00
Lunghezza libera d'inflexione lungo z	L0z [mm]	=3888.00
Snellezza massima	lambda_max	=79.82
Snellezza limite	lambda_l	=61.41
Lambda_S=Lambda/lambda_l	lambda_S	=1.30
Coefficiente di riduzione chi	phi	=1.46
Azione assiale resistente	Nrd [kN]	=118.61
Azione flettente resistente lungo y	Myrd [kNm]	=11.62
Azione flettente resistente lungo z	Mzrd [kNm]	=9.75

Verifica all'instabilità piana Nd < Nrd
8.43 < 118.61 ok

Verifica a compressione ed azione flettente biassiale
 $(Nd/Nrd/xs_{imin})^{0.8} + ((Myd/Myrd)^{1.7} + (Mzd/Mzrd)^{1.7})^{0.6} < 1$
0.81 < 1 ok

Verifica a taglio aste alluminio secondo EC9 #5.12.4

Resistenza caratteristica a taglio	fow [N/mm ²]	=240
Fattore di sicurezza	gammaM1	=1.10
Coefficiente di snellezza a taglio direzione y	lambda_y	=0.95
Fattore di riduzione per instabilità per taglio lungo y	rho_y	=0.5
Taglio resistente in direzione y	Vrdy [kN]	=91
Coefficiente di snellezza a taglio direzione z	lambda_z	=0.82
Fattore di riduzione per instabilità per taglio lungo z	rho_z	=0.58
Taglio resistente in direzione z	Vrdz [kN]	=90

Verifica a taglio lungo l'asse y: Vyd < Vrdy
2.20 < 91 ok (Vyd < 50% Vrdy non è necessaria la riduzione del momento resistente lungo y)

Verifica a taglio lungo l'asse z: Vzd < Vrdz
5.43 < 90 ok (Vzd < 50% Vrdz non è necessaria la riduzione del momento resistente lungo z)

VERIFICA elemento B2 c1-2(falda) slucomb1

Caratteristiche sezione

Materiale alluminio EN-AW 6061/T6

B=120 mm

H=140 mm

t= 3 mm

Il profilo si colloca in classe 4 5.4.4

Sollecitazioni

Azione assiale di progetto allo slu	Nd [kN]	=11.80
Momento di progetto allo slu sull'asse y	Myd [kNm]	=3.21
Momento di progetto allo slu sull'asse z	Mzd [kNm]	=0.00
Taglio di progetto allo slu sull'asse y	Vyd [kN]	=3.28
Taglio di progetto allo slu sull'asse z	Vzd [kN]	=0.00

Verifica instabilità aste alluminio secondo EC9 #5.9.3 e #5.9.4

Tensione di snervamento	f0 [N/mm ²]	=240.00
Modulo elastico 3.2.5	E [N/mm ²]	=70000.00
Fattore di sicurezza	gammaM1	=1.10
Area sezione	A [mm ²]	=1524.00
Inerzia sezione lungo y	Iy [mm ⁴]	=4582012.00
Inerzia sezione lungo z	Iz [mm ⁴]	=3616092.00
Inerzia sezione lungo y (effettiva)	Iye [mm ⁴]	=4032945.05
Inerzia sezione lungo z (effettiva)	Ize [mm ⁴]	=3010781.29
Modulo di resistenza effettivo lungo y	Wy [mm ³]	=53269.45
Modulo di resistenza effettivo lungo z	Wz [mm ³]	=44703.10
Raggio giratore d'inerzia lungo y	iy [mm]	=54.83
Raggio giratore d'inerzia lungo z	iz [mm]	=48.71
Lunghezza libera d'inflexione lungo y	L0y [mm]	=3888.00
Lunghezza libera d'inflexione lungo z	L0z [mm]	=3888.00
Snellezza massima	lambda_max	=79.82
Snellezza limite	lambda_1	=61.41
Lambda_S=Lambda/lambda_1	lambda_S	=1.30
Coefficiente di riduzione chi	phi	=1.46
Azione assiale resistente	Nrd [kN]	=118.61
Azione flettente resistente lungo y	Myrd [kNm]	=11.62
Azione flettente resistente lungo z	Mzrd [kNm]	=9.75

Verifica all'instabilità piana Nd < Nrd
11.80 < 118.61 ok

Verifica a compressione ed azione flettente biassiale
 $(N_d/N_{rd}/\chi_{simin})^{0.8} + ((M_{yd}/M_{yrd})^{1.7} + (M_{zd}/M_{zrd})^{1.7})^{0.6} < 1$
0.56 < 1 ok

Verifica a taglio aste alluminio secondo EC9 #5.12.4

Resistenza caratteristica a taglio	fow [N/mm ²]	=240
Fattore di sicurezza	gammaM1	=1.10
Coefficiente di snellezza a taglio direzione y	lambda_y	=0.95
Fattore di riduzione per instabilità per taglio lungo y	rho_y	=0.5
Taglio resistente in direzione y	Vrdy [kN]	=91

Verifica a taglio lungo l'asse y: Vyd < Vyrd
3.28 < 91 ok (Vyd < 50% Vyrd non è necessaria la riduzione del momento resistente lungo y)

VERIFICA elemento B2 C2-3(falda) slucomb2

Caratteristiche sezione

Materiale alluminio EN-AW 6061/T6

B=120 mm

H=140 mm

t= 3 mm

Il profilo si colloca in classe 4 5.4.4

Sollecitazioni

Azione assiale di progetto allo slu	Nd [kN]	=13.01
Momento di progetto allo slu sull'asse y	Myd [kNm]	=2.99
Momento di progetto allo slu sull'asse z	Mzd [kNm]	=0.00
Taglio di progetto allo slu sull'asse y	Vyd [kN]	=3.05
Taglio di progetto allo slu sull'asse z	Vzd [kN]	=0.00

Verifica instabilità aste alluminio secondo EC9 #5.9.3 e #5.9.4

Tensione di snervamento	f0 [N/mm ²]	=240.00
Modulo elastico 3.2.5	E [N/mm ²]	=70000.00
Fattore di sicurezza	gammaM1	=1.10
Area sezione	A [mm ²]	=1524.00
Inerzia sezione lungo y	Iy [mm ⁴]	=4582012.00
Inerzia sezione lungo z	Iz [mm ⁴]	=3616092.00
Inerzia sezione lungo y (effettiva)	Iye [mm ⁴]	=4032945.05
Inerzia sezione lungo z (effettiva)	Ize [mm ⁴]	=3010781.29
Modulo di resistenza effettivo lungo y	Wy [mm ³]	=53269.45
Modulo di resistenza effettivo lungo z	Wz [mm ³]	=44703.10
Raggio giratore d'inerzia lungo y	iy [mm]	=54.83
Raggio giratore d'inerzia lungo z	iz [mm]	=48.71
Lunghezza libera d'inflessione lungo y	L0y [mm]	=3888.00
Lunghezza libera d'inflessione lungo z	L0z [mm]	=3888.00
Snellezza massima	lambda_max	=79.82
Snellezza limite	lambda_1	=61.41
Lambda_S=Lambda/lambda_1	lambda_S	=1.30
Coefficiente di riduzione chi	phi	=1.46
Azione assiale resistente	Nrd [kN]	=118.61
Azione flettente resistente lungo y	Myrd [kNm]	=11.62
Azione flettente resistente lungo z	Mzrd [kNm]	=9.75

Verifica all'instabilità piana Nd < Nrd
13.01 < 118.61 ok

Verifica a compressione ed azione flettente biassiale
 $(N_d/N_{rd}/\chi_{simin})^{0.8} + ((M_{yd}/M_{yrd})^{1.7} + (M_{zd}/M_{zrd})^{1.7})^{0.6} < 1$
0.56 < 1 ok

Verifica a taglio aste alluminio secondo EC9 #5.12.4

Resistenza caratteristica a taglio	fow [N/mm ²]	=240
Fattore di sicurezza	gammaM1	=1.10
Coefficiente di snellezza a taglio direzione y	lambda_y	=0.95
Fattore di riduzione per instabilità per taglio lungo y	rho_y	=0.5
Taglio resistente in direzione y	Vrdy [kN]	=91

Verifica a taglio lungo l'asse y: Vyd < Vyrd
3.05 < 91 ok (Vyd < 50% Vyrd non è necessaria la riduzione del momento resistente lungo y)

VERIFICA elemento T1 5(stralli) slucomb1

Caratteristiche sezione

Materiale acciaio Fe 360 EN 10025
 $\Phi 10$ mm

Sollecitazioni

Azione assiale di progetto allo slu	Nd [kN] =9.73
Momento di progetto allo slu sull'asse y	Myd [kNm] =0.00
Momento di progetto allo slu sull'asse z	Mzd [kNm] =0.00
Taglio di progetto allo slu sull'asse y	Vyd[KN] =0.00
Taglio di progetto allo slu sull'asse z	Vzd[KN] =0.00

Verifica elementi tesi secondo EC3 #5.1.3

Tensione di snervamento	f0 [N/mm2] =235.00
Modulo elastico 3.2.5	E [N/mm2] =200000.00
Fattore di sicurezza	gammaM0 =1.05
Area sezione	A [mm2] =78.54
Azione assiale resistente	Npl,rd [kN] =17.58

Verifica membratura tesa Nd < Npl,rd
9.73 < 17.58 ok

VERIFICA elemento T2 1-2(crociera) slucomb1

Caratteristiche sezione

Materiale alluminio EN-AW 6061/T6
B=60 mm
H=60 mm
t= 3 mm

Sollecitazioni

Azione assiale di progetto allo slu	Nd [kN] =2.28
Momento di progetto allo slu sull'asse y	Myd [kNm] =0.00
Momento di progetto allo slu sull'asse z	Mzd [kNm] =0.00
Taglio di progetto allo slu sull'asse y	Vyd[KN] =0.00
Taglio di progetto allo slu sull'asse z	Vzd[KN] =0.00

Verifica membratura tesa EC9 #5.7.2

Tensione di snervamento	f0 [N/mm2] =240.00
Modulo elastico 3.2.5	E [N/mm2] =70000.00
Fattore di sicurezza	gammaM1 =1.10
Area sezione	A [mm2] =684.00
Azione assiale resistente	Nrd [kN] =149.24

Verifica membratura tesa: Nd < Nt,rd
2.28 < 149.24 ok

15.VERIFICA GIUNZIONI

Verifica del collegamento trave-colonna

Il collegamento viene effettuato mediante due piastre in acciaio che vengono unite ai due profili mediante dei bulloni, anch'essi in acciaio. Le caratteristiche delle piastre vengono mostrate in figura. Lo spessore è di 6 mm mentre i bulloni appartengono alla classe 4.8 ed hanno un diametro $d=20$ mm, il diametro dei fori è $d_0=23$ mm.

Calcolato il baricentro del sistema dei bulloni si calcola il I_G (momento polare d'inerzia del sistema) e, attraverso la seguente formula:

$$V_{sd} = \sqrt{\left(\frac{N}{nb} - \frac{M}{I_g} y_{max}\right)^2 + \left(\frac{T}{nb} - \frac{M}{I_g} x_{max}\right)^2} \quad [10]$$

si ottiene la sollecitazione di taglio sul bullone più sollecitato.

La sollecitazione V_{sd} deve risultare minore del $\min(F_{v,Rd}; F_{b,Rd})$

Dove:

$$F_{v,Rd} = \frac{0.6 \cdot f_{ub} \cdot A_s}{\gamma_{Mb}} \quad [11]$$

$$F_{b,Rd} = \frac{2.5 \cdot \alpha \cdot f_u \cdot d \cdot t}{\gamma_{Mb}} \quad [12]$$

Caratteristiche

Profilati in alluminio EN-AW 6061/T6 (A1;A4)

Piastre in acciaio Fe 360 EN 10025

Bulloni in acciaio classe 4.8

Sollecitazioni sul sistema di bulloni che collega la piastra alla colonna

Azione assiale di progetto allo slu

N [kN] = 6.26

Momento di progetto allo slu

T [kN] = -8.75

Taglio di progetto allo slu

M [kNm] = -7.96

Verifica EC9 #6.5.5 EC3 #6.5.5

Tensione a rottura per trazione dei bulloni

f_{ub} [N/mm²] = 400.00

Tensione a rottura per trazione dell'alluminio

f_u [N/mm²] = 290.00

Tensione a rottura per trazione dell'acciaio

f_u [N/mm²] = 360.00

Diametro bulloni

d [mm] = 20.00

Area resistente dei bulloni

A [mm²] = 245.00

Diametro dei fori

d_0 [mm] = 23.00

Spessore piastra

t [mm] = 6.00

Momento polare d'inerzia

I_g [mm²] = 119320

Azione di taglio agente sul bullone più sollecitato

V_{sd} [kN] = 5.88

Azione di taglio resistente dovuta all'area del bullone

$F_{v,Rd}$ [kN] = 43.5

Azione resistente in caso di rifollamento

$F_{b,Rd}$ [kN] = 24.9

Verifica: $V_{sd} < \min(F_{v,Rd}; F_{b,Rd})$
5.88 < 24.9 ok

Sollecitazioni sul sistema di bulloni che collega la piastra alla trave

Azione assiale di progetto allo slu

N [kN] = 8.75

Momento di progetto allo slu
Taglio di progetto allo slu

T [kN] = 6.26
M [kNm] = -7.96

Verifica EC9 #6.5.5 EC3 #6.5.5

Tensione a rottura per trazione dei bulloni
Tensione a rottura per trazione dell'alluminio
Tensione a rottura per trazione dell'acciaio
Diametro bulloni
Area resistente dei bulloni
Diametro dei fori
Spessore piastra
Momento polare d'inerzia
Azione di taglio agente sul bullone più sollecitato
Azione di taglio resistente dovuta all'area del bullone
Azione resistente in caso di rifollamento

fub [N/mm²] =400.00
fu [N/mm²] =290.00
fu [N/mm²] =360.00
d [mm] =20.00
A [mm²] =245.00
d0 [mm] = 23.00
t [mm] =6.00
I_g [mm²] =83428.00
V_{sd} [kN] =8.75
F_{v,rd} [kN] =43.5
F_{b,rd} [kN] =24.9

Verifica: $V_{sd} < \min(F_{v,Rd}; F_{b,Rd})$
8.75 < 24.9 ok

Verifica a taglio sul collegamento di base tra giunzione e colonna

Il collegamento si effettua mediante un profilo in acciaio che si inserisce all'interno della sezione della colonna e viene collegato ad essa mediante 2 bulloni.

Caratteristiche

Profilato in alluminio EN-AW 6061/T6 (sezione A4)
Profilato interno in acciaio Fe 360 EN 10025
Bulloni in acciaio classe 4.8

Sollecitazioni sul sistema di bulloni che collega la piastra alla colonna

Azione assiale di progetto allo slu N [kN] = -8.08
Momento di progetto allo slu T [kN] = 0.00
Taglio di progetto allo slu M [kNm] =0.00

Verifica EC9 #6.5.5 EC3 #6.5.5

Tensione a rottura per trazione dei bulloni
Tensione a rottura per trazione dell'alluminio
Tensione a rottura per trazione dell'acciaio
Diametro bulloni
Area resistente dei bulloni
Diametro dei fori
Spessore profilato interno
Numero sezioni dei bulloni lavoranti
Azione di taglio agente sul bullone più sollecitato
Azione di taglio resistente dovuta all'area del bullone
Azione resistente in caso di rifollamento

fub [N/mm²] =400.00
fu [N/mm²] =290.00
fu [N/mm²] =360.00
d [mm] =20.00
A [mm²] =245.00
d0 [mm] = 23.00
t [mm] =3.00
n =4
V_{sd} [kN] = -2.02
F_{v,rd} [kN] =43.5
F_{b,rd} [kN] =24.9

Verifica: $V_{sd} < \min(F_{v,Rd}; F_{b,Rd})$
2.02 < 24.9 ok

Verifica a taglio sul collegamento di base tra giunzione e piastra di base

La giunzione alla base della colonna viene unita alla piastra di base mediante un bullone .

Caratteristiche

Profilato interno in acciaio Fe 360 EN 10025

Bulloni in acciaio classe 4.8

Sollecitazioni sul sistema di bulloni che collega la piastra alla colonna

Azione assiale di progetto allo sl	N [kN] = -8.08
Momento di progetto allo sl	T [kN] = 0.00
Taglio di progetto allo sl	M [kNm] =0.00

Verifica EC9 #6.5.5 EC3 #6.5.5

Tensione a rottura per trazione dei bulloni	fub [N/mm2] =400.00
Tensione a rottura per trazione dell'acciaio	fu [N/mm2] =360.00
Diametro bulloni	d [mm] =20.00
Area resistente dei bulloni	A [mm2] =245.00
Diametro dei fori	d0 [mm] = 23.00
Spessore profilato interno	t [mm] =3.00
Numero sezioni dei bulloni lavoranti	n = 2
Azione di taglio agente sul bullone più sollecitato	Vsd [kN] = -4.04
Azione di taglio resistente dovuta all'area del bullone	Fv,rd [kN] =43.5
Azione resistente in caso di rifollamento	Fb,rd [kN] =30.9

Verifica: $V_{sd} < \min(F_{v,Rd}; F_{b,Rd})$
4.04 < 30.9 ok

Verifica a taglio sul collegamento tra 2 elementi A5

La giunzione viene effettuata inserendo un profilato in acciaio forato all'interno delle sezioni A5 e viene collegato ad esso mediante 2 bulloni per parte .

Caratteristiche

Profilato in alluminio EN-AW 6061/T6 (sezione A5)

Profilato interno in acciaio Fe 360 EN 10025

Bulloni in acciaio classe 4.8

Sollecitazioni sul sistema di bulloni che collega la piastra alla colonna

Azione assiale di progetto allo sl	N [kN] = -9.94
Momento di progetto allo sl	T [kN] = 0.00
Taglio di progetto allo sl	M [kNm] =0.00

Verifica EC9 #6.5.5 EC3 #6.5.5

Tensione a rottura per trazione dei bulloni	fub [N/mm2] =400.00
Tensione a rottura per trazione dell'acciaio	fu [N/mm2] =360.00
Diametro bulloni	d [mm] =20.00
Area resistente dei bulloni	A [mm2] =245.00
Diametro dei fori	d0 [mm] = 23.00
Spessore profilato interno	t [mm] =3.00
Numero sezioni dei bulloni lavoranti	n = 4
Azione di taglio agente sul bullone più sollecitato	Vsd [kN] = -2.48
Azione di taglio resistente dovuta all'area del bullone	Fv,rd [kN] =43.5
Azione resistente in caso di rifollamento	Fb,rd [kN] =18.7

Verifica: $V_{sd} < \min(F_{v,Rd}; F_{b,Rd})$
2.48 < 18.7 ok

Verifica a taglio sul collegamento tra gli elementi A1 ed A2

Caratteristiche

Profilato in alluminio EN-AW 6061/T6 (sezione A1)

Profilato in acciaio Fe 360 EN 10025 (sezione A2)

Bulloni in acciaio classe 4.8

Sollecitazioni sul sistema di bulloni che collega la piastra alla colonna

Azione assiale di progetto allo slt N [kN] = -16.45

Momento di progetto allo slt T [kN] = 0.00

Taglio di progetto allo slt M [kNm] = 0.00

Verifica EC9 #6.5.5 EC3 #6.5.5

Tensione a rottura per trazione dei bulloni f_{ub} [N/mm²] = 400.00

Tensione a rottura per trazione dell'acciaio f_u [N/mm²] = 360.00

Diametro bulloni d [mm] = 16.00

Area resistente dei bulloni A [mm²] = 245.00

Diametro dei fori d_0 [mm] = 18.00

Spessore profilato interno t [mm] = 4.00

Numero sezioni dei bulloni lavoranti n = 2

Azione di taglio agente sul bullone più sollecitato V_{sd} [kN] = -8.23

Azione di taglio resistente dovuta all'area del bullone $F_{v,Rd}$ [kN] = 27.9

Azione resistente in caso di rifollamento $F_{b,Rd}$ [kN] = 25.4

Verifica: $V_{sd} < \min(F_{v,Rd}; F_{b,Rd})$
8.23 < 25.4 ok

Verifica a taglio sul collegamento tra 2 elementi A1 in testa

La giunzione viene effettuata inserendo un profilato in acciaio forato all'interno delle sezioni A5 e viene collegato ad esso mediante 2 bulloni per parte .

Caratteristiche

Profilato in alluminio EN-AW 6061/T6 (sezione A5)

Profilato interno in acciaio Fe 360 EN 10025

Bulloni in acciaio classe 4.8

Sollecitazioni sul sistema di bulloni che collega la piastra alla colonna

Azione assiale di progetto allo slt N [kN] = -24.00

Momento di progetto allo slt T [kN] = 4.00

Taglio di progetto allo slt M [kNm] = 0.00

Verifica EC9 #6.5.5 EC3 #6.5.5

Tensione a rottura per trazione dei bulloni f_{ub} [N/mm²] = 400.00

Tensione a rottura per trazione dell'acciaio f_u [N/mm²] = 360.00

Diametro bulloni d [mm] = 20.00

Area resistente dei bulloni A [mm²] = 245.00

Diametro dei fori d_0 [mm] = 23.00

Spessore profilato interno t [mm] = 3.00

Numero sezioni dei bulloni lavoranti n = 2

Azione di taglio agente sul bullone più sollecitato V_{sd} [kN] = 12.15

Azione di taglio resistente dovuta all'area del bullone $F_{v,Rd}$ [kN] = 43.5

Azione resistente in caso di rifollamento $F_{b,Rd}$ [kN] = 21.2

Verifica: $V_{sd} < \min(F_{v,Rd}; F_{b,Rd})$
12.15 < 21.8 ok

Verifica a taglio-trazione sul collegamento tra l'elemento B1 A4-5 e la colonna (sez A4)

La giunzione viene effettuata tramite una piastra in testa al profilo B1 collegata al profilo A4 mediante 2 bulloni .

Caratteristiche

Profilato in alluminio EN-AW 6061/T6 (sezione A1, B1)

Bulloni in acciaio classe 4.8

Sollecitazioni sul sistema di bulloni che collega la piastra alla colonna

Azione assiale di progetto allo sl	N [kN] = -3.83
Momento di progetto allo sl	T [kN] = 2.92
Taglio di progetto allo sl	M [kNm] =0.00

Verifica EC9 #6.5.5 EC3 #6.5.5

Tensione a rottura per trazione dei bulloni	fub [N/mm2] =400.00
Tensione a rottura per trazione dell'acciaio	fu [N/mm2] =360.00
Diametro bulloni	d [mm] =10.00
Area resistente dei bulloni	A [mm2] =59.00
Diametro dei fori	d0 [mm] = 12.00
Spessore piastra	t [mm] = 4.00
Numero sezioni dei bulloni lavoranti	n = 2
Azione di taglio agente sul bullone più sollecitato	Fv,sd [kN] = 1.46
Azione di trazione agente sul bullone più sollecitato	Ft,sd [kN] = 1.92
Azione di taglio resistente dovuta all'area del bullone	Fv,rd [kN] = 10.5
Azione resistente in caso di rifollamento	Fb,rd [kN] = 21.4
Azione resistente di trazione	Ft,rd [kN] = 15.7

Verifica: $F_{v,sd}/F_{v,Rd} + F_{t,sd}/(1.4*F_{t,Rd}) < 1$
0.226<1 ok

Verifica a taglio-trazione sul collegamento tra il controvento a croce di S.Andrea e la colonna (sez. A4)

La giunzione viene effettuata tramite una piastra in testa al controvento e la colonna .

Caratteristiche

Profilato in alluminio EN-AW 6061/T6 (sezione A1, T2)

Bulloni in acciaio classe 4.8

Sollecitazioni sul sistema di bulloni che collega la piastra alla colonna

Azione assiale di progetto allo sl	N [kN] = 2.28
Momento di progetto allo sl	T [kN] = 0.00
Taglio di progetto allo sl	M [kNm] =0.00

Verifica EC9 #6.5.5 EC3 #6.5.5

Tensione a rottura per trazione dei bulloni	fub [N/mm2] =400.00
Diametro bulloni	d [mm] =20.00
Area resistente dei bulloni	A [mm2] =245.00
Diametro dei fori	d0 [mm] = 12.00
Spessore piastra	t [mm] =4.00
Numero sezioni dei bulloni lavoranti	n = 1
Azione di taglio agente sul bullone più sollecitato	Fv,sd [kN] = 1.61
Azione di trazione agente sul bullone più sollecitato	Ft,sd [kN] = 1.61
Azione di taglio resistente dovuta all'area del bullone	Fv,rd [kN] =43.5
Azione resistente in caso di rifollamento	Fb,rd [kN] =21.2
Azione resistente di trazione	Ft,rd [kN] =65.3

Verifica: $F_{v,sd}/F_{v,Rd} + F_{t,sd}/(1.4*F_{t,Rd}) < 1$
0.093<1 ok

16. VERIFICA COLLEGAMENTI AL SUOLO

