Studio Tecnico Dott. Ing. ANDREA LUCCHI
Via Bertarina n. 56 – 47121 FORLI'
Cell. 328.2477055
Codice Fiscale LCC NDR 76L18D705Y
Partita I.V.A. 03502050408

SIXTEMA

CALCOLO DI STRUTTURA SPAZIALE RETICOLARE METALLICA DA UTILIZZARE COME PIANO DI LAVORO O COME PIANO DI APPOGGIO, DENOMINATA:

"THEATART"

SIXTEMA S.r.l.
Loc. Mezzano Passone, 11
26846 Corno Giovine (LO) Italy
tel-fax +39 0377 69370 r.a.
info@sixtema-line.com
sixtema-line.com

1) PREMESSE:

La presente relazione di calcolo riguarda la verifica di stabilità di una struttura spaziale reticolare metallica a componenti prefabbricati in alluminio, da utilizzare sia come piano di lavoro o come piano di appoggio, dotata di impalcato con funzioni di piano di calpestio, che per altri scopi.

L'impalcato presenta una pianta a forma rettangolare di lati 2,00 ml. x 1,00 ml.
E' costituito da un telaio perimetrale in profilati metallici a sezione rettangolare cava articolata 40 x 23 x 3 mm. , sul bordo esterno superiore del profilato, esso presenta un elemento piatto di altezza 12 mm. e spessore 3 mm. con funzione di contenimento del piano di calpestio in plywood di uguale spessore (12 mm.).

Il pannello costituente l'impalcato poggia sulla struttura spaziale reticolare metallica che aperta completamente, presenta la dimensione di 1740 mm. x 870 mm.

L'altezza della struttura è variabile, sono infatti previste le configurazioni da 200 mm. , 400 mm. e 600 mm.; chiaramente ogni configurazione comporta una portata differente della struttura, ma in questo caso viene presa in considerazione quella peggiore, avente altezza massima pari a 60 cm.

La struttura reticolare spaziale presenta in pianta otto campi quadrati di lato 435 mm.

2) MATERIALI E NORMATIVA PRESA IN ESAME PER LA REDAZIONE DEL CALCOLO E VERIFICA DELLA STRUTTURA:

Le norme prese in considerazione nella presente relazione di calcolo sono le seguenti:

- UNI ENV 1993-1-1:2005 EUROCODICE 3, progettazione delle strutture in acciaio;

- UNI ENV 1999-1-1:2007 EUROCODICE 9, progettazione delle strutture in alluminio.

- UNI 8634 :1985 "Strutture di leghe di alluminio. Istruzioni per il calcolo e l'esecuzione".

- Decreto Ministeriale 14 Gennaio 2008 - Norme tecniche per le costruzioni.

I materiali utilizzati per la realizzazione delle strutture sono i seguenti:

- Impalcato in plywood dello spessore di 1,2 cm.

- Profilati metallici in alluminio a sezione circolare cava, utilizzati per la realizzazione della base a struttura reticolare in legha del tipo 6060 T5, nello specifico:

Tubi montanti: 14 x 2 mm.
Tubi diagonali: 12 x 1,5 mm.

- Profilati metallici in alluminio a sezione rettangolare cava, ottenuti per pressofusione, utilizzati per la realizzazione del telaio dell'impalcato, la cui geometria portante è rappresentata dal tubolare 40 x 23 x 3 mm.

3) VERIFICA DELL'IMPALCATO IN PLYWOOD:

Verifica della sezione di appoggio dell'impalcato in plywood sul capitello del montante Ø 14 mm. avente dimensioni di appoggio pari a 4,5 cm. x 4,5 cm.

Spessore dell'impalcato sottoposto a punzona mento: 12 mm.

Sezione di punzonamento: 21,60 cmq.

I valori caratteristici per impieghi strutturali EN 1058 per plywood di spessore pari a 12 mm. saranno pari a:

Resistenza a flessione: 205 Kg/cmq.

Resistenza al taglio: 22 Kg/cmq. (nel piano del pannello)
58 Kg/cmq. (nello spessore)

Resistenza di calcolo = X_d = $f_{m,y,d} = \frac{K_{\mathrm{mod}} X_k}{\gamma_M} = \frac{0{,}70x22Kg/cmq.}{1{,}4} =$ 11 Kg/cmq.

Moltiplico la resistenza di calcolo per la sezione soggetta a punzonamento:

Tmax = 11 Kg/cmq. x 21,60 cmq. = 237,60 Kg.

Mentre considerando l'impalcato soggetto ad un sovraccarico accidentale pari 800 Kg/mq. (ovvero superiore a 500 Kg/mq. corrispondente al sovraccarico accidentale per i palchi, da normativa) ottengo:

T = 800 Kg/cmq. x 0,435 ml. x 0,435 ml. x 1,5 = 227,07 Kg.

Verificato poiché:

T/Tmax = 0,96 ≤ 1

4) ANALISI DEI CARICHI:

ANALISI DEI CARICHI:

Peso proprio del corrente di bordo:

P' = (2,00 ml. + 2,00 ml. + 0,92 ml.) x 1,5 Kg/ml. = 7,38 Kg.

Tale carico va ripartito su una superficie di 2,00 mq., ovvero:

Q' = 7,38 Kg. / 2 mq. = 3,69 Kg/mq.

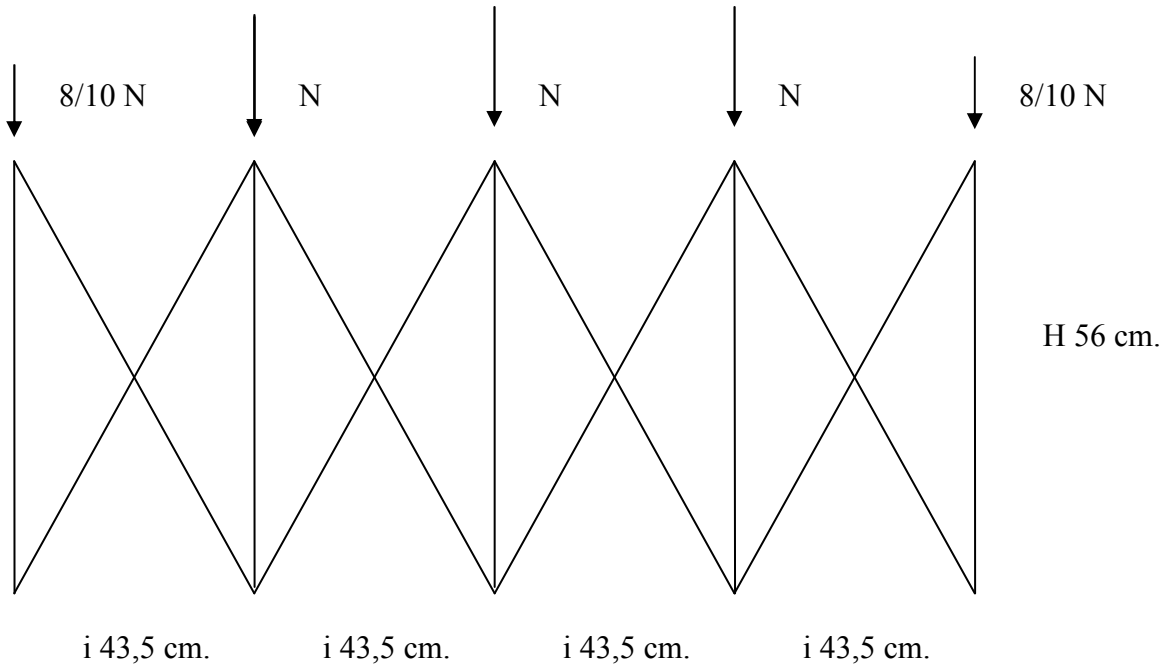
Peso proprio dell'impalcato in plywood di spessore 12 mm.:

Q'' = 10 Kg/mq.

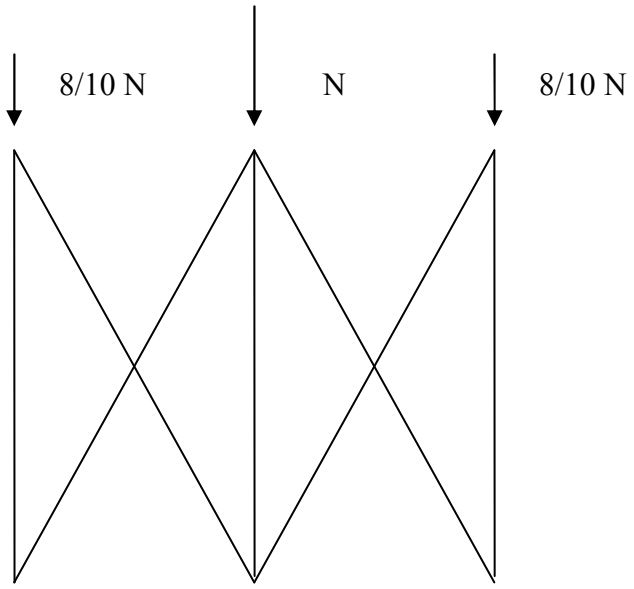
Va inoltre considerato un carico accidentale pari a 800 Kg/mq.
Qtot = (3,69 Kg/mq. + 10 Kg/mq. + 800 Kg/mq.) x 1,5 = 1220,54 Kg/mq.

5) Verifica della struttura spaziale reticolare in profilati metallici a sezione circolare cava:

Considero il modulo centrale della struttura reticolare, cioè quello soggetto a carico maggiore:



Poichè la struttura è simmetrica considero un solo modulo che sarà analizzato con il seguente schema statico:



Il carico agente verticalmente sui montanti centrali sarà pari a:

N' = 1220,54 Kg/mq. x 0,435 ml. x 0,435 ml. = 230,96 Kg.

Mentre gli elementi montanti di bordo saranno sollecitati da un carico pari a:

N'' = 1220,54 Kg/mq. x 0,435 ml. x 0,435 ml. x 8 / 10 = 184,76 Kg.

I montanti più sollecitati sono quindi quelli centrali, sottoposti ad un carico verticale pari a:

N' = 230,96 Kg.

L'azione di compressione di calcolo sarà pari a:

N= 230,96 Kg. = N'

Si esegue la verifica ai sensi della norma UNI 8634 : 1985 "Strutture di leghe di alluminio. Istruzioni per il calcolo e l'esecuzione".

Le caratteristiche meccaniche del profilato utilizzato sono:

L = 56 cm. (altezza libera di inflessione con elemento di altezza totale 60 cm.)

A = 0,753 cmq. J = 0,139 cm^4 W = 0,199 cmc. i = 0,43 cm. λ = 130,23

La verifica di sicurezza dell'asta si effettua nell'ipotesi che la sua sezione trasversale sia uniformemente compressa, controllando che risulti:

$$\frac{\sigma_c}{\sigma} \geq v$$

Dove:

$\sigma_c = K_1 N_c / A$ è la tensione critica corrispondente alla forza N_c che provoca l'inflessione laterale dell'asta compressa nel piano longitudinale.

$\sigma = N / A$ è la tensione assiale di compressione media nella sezione dell'asta corrispondente al carico assiale N effettivamente presente.

v è il coefficiente di sicurezza adottato, in questo caso 1 poiché il carico è già stato incrementato con coefficiente 1,5 come da D.M. 14 Gennaio 2008.

Essendo:

K_1 un fattore di riduzione che tiene conto della forma della sezione trasversale; esso assume il valore 1 per le sezioni simmetriche rispetto all'asse ortogonale al piano di inflessione e valori minori di 1 per quelle non simmetriche; in questo caso è 1.

N_c la forza che provoca l'inflessione laterale per un'asta con sezione simmetrica rispetto all'asse ortogonale al piano di inflessione.

La valutazione della tensione critica σ_c si effettua con riferimento a due curve critiche:

curva **a** per le leghe da trattamento termico

curva **b** per le leghe da incrudimento

il prospetto 21° della norma UNI 8634 : 1985, fornisce i valori adimensionali $\overline{N}$ della tensione critica ottenuta dalle curve **a** e **b** essendo:

$$\overline{N} = \frac{N_c}{Af_d}$$

In funzione del rapporto di snellezza:

$$\overline{\lambda} = \lambda / \lambda_d$$

Dove:

$\lambda_d = \pi\sqrt{\frac{E}{f_d}}$ è la snellezza convenzionale di proporzionalità.

Quindi risulta:

$\sigma = N / A = 230{,}96 \text{ Kg.} / 0{,}753 cmq. =$ 306,72 Kg/cmq.

$\lambda_d = \pi\sqrt{\frac{E}{f_d}} = \pi\sqrt{\frac{700000}{1450}} =$ 69,03

$\overline{\lambda} = \lambda / \lambda_d = 130{,}23 / 69{,}03 =$ 1,9

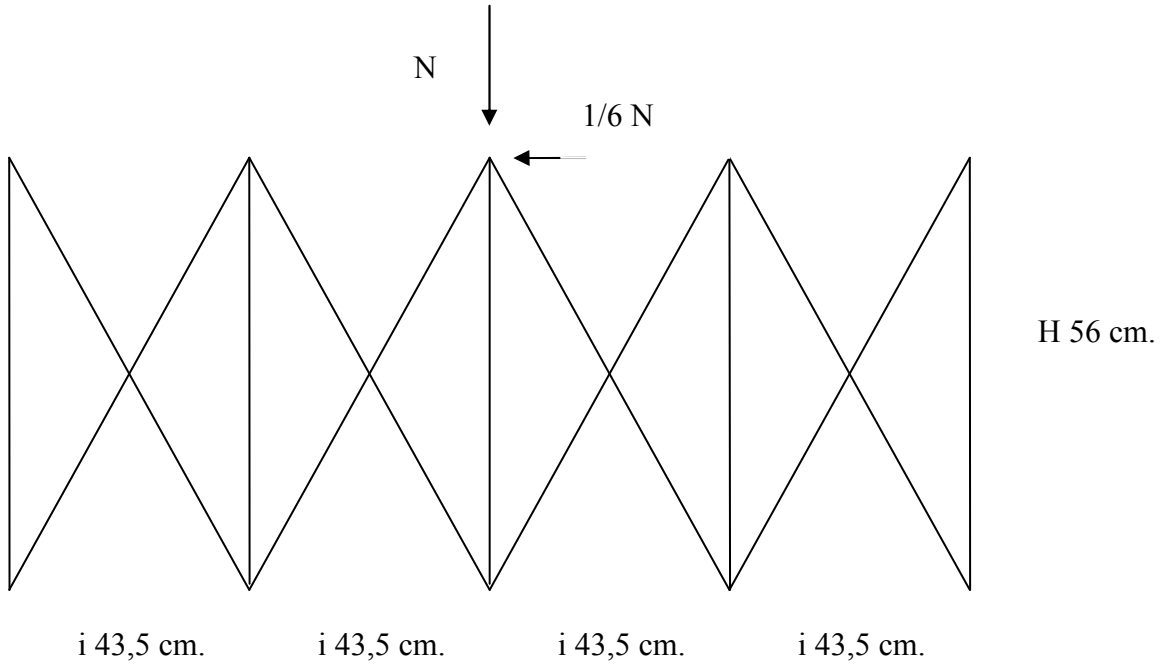
$\overline{N} = \frac{N_c}{Af_d} =$ 0,2495 da cui: $N_c = \overline{N} A f_d = 0{,}2495 x 0{,}753 x 1450 = 272{,}42$

$\sigma_c = K_1 N_c / A = 1 x 272{,}42 / 0{,}753 =$ 361,78 Kg/cmq.

$\frac{\sigma_c}{\sigma} = \frac{361{,}78 Kg / cmq.}{306{,}72 Kg / cmq.} = 1{,}19 \geq v = 1$ VERIFICATO

6) Verifica con spinta laterale:

Viene ora verificata la diagonale più sollecitata della struttura con una forza laterale orizzontale ipotizzata ad 1/6 del carico sopportato dal montante corrispondente:



Il diagonale più sollecitato sarà quindi sottoposto ad una sollecitazione di compressione pari a:

F = (230,96 Kg./ 6) / cos 54°= 65,49 Kg.

Si passa ora ad analizzare la resistenza all'instabilità flessionale del profilato Ø 12 mm. spessore 1,5 mm.

L'azione di compressione di calcolo sarà pari a:

N = 65,49 Kg. = F

Si esegue la verifica ai sensi della norma UNI 8634 : 1985 "Strutture di leghe di alluminio. Istruzioni per il calcolo e l'esecuzione".

Le caratteristiche meccaniche del profilato utilizzato sono:

L = 74,10 cm. A = 0,494 cmq. J = 0,0695 cm^4 W = 0,115 cmc. i = 0,375 cm.

λ Lambda = 197,60

La verifica di sicurezza dell'asta si effettua nell'ipotesi che la sua sezione trasversale sia uniformemente compressa, controllando che risulti:

$$\frac{\sigma_c}{\sigma} \geq v$$

Dove:

$\sigma_c = K_1 N_c / A$ è la tensione critica corrispondente alla forza N_c che provoca l'inflessione laterale dell'asta compressa nel piano longitudinale.

$\sigma = N / A$ è la tensione assiale di compressione media nella sezione dell'asta corrispondente al carico assiale N effettivamente presente.

v è il coefficiente di sicurezza adottato, in questo caso 1 poiché il carico è già stato incrementato con coefficiente 1,5 come da D.M. 14 Gennaio 2008.

Essendo:

K_1 un fattore di riduzione che tiene conto della forma della sezione trasversale; esso assume il valore 1 per le sezioni simmetriche rispetto all'asse ortogonale al piano di inflessione e valori minori di 1 per quelle non simmetriche; in questo caso è 1.

N_c la forza che provoca l'inflessione laterale per un'asta con sezione simmetrica rispetto all'asse ortogonale al piano di inflessione.

La valutazione della tensione critica σ_c si effettua con riferimento a due curve critiche:

curva **a** per le leghe da trattamento termico

curva **b** per le leghe da incrudimento

il prospetto 21° della norma UNI 8634 : 1985, fornisce i valori adimensionali $\overline{N}$ della tensione critica ottenuta dalle curve **a** e **b** essendo:

$$\overline{N} = \frac{N_c}{Af_d}$$

In funzione del rapporto di snellezza:

$$\overline{\lambda} = \lambda / \lambda_d$$

Dove:

$\lambda_d = \pi \sqrt{\frac{E}{f_d}}$ è la snellezza convenzionale di proporzionalità.

Quindi risulta:

$\sigma = N / A = 78{,}59 Kg. / 0{,}494 cmq. =$ 159,08 Kg/cmq.

$$\lambda_d = \pi\sqrt{\frac{E}{f_d}} = \pi\sqrt{\frac{700000}{1450}} = 69{,}03$$

$$\overline{\lambda} = \lambda / \lambda_d = 197{,}60 / 69{,}03 = 2{,}86$$

$$\overline{N} = \frac{N_c}{Af_d} = 0{,}1104$$ da cui: $$N_c = \overline{N}Af_d = 0{,}1104x0{,}494x1450 = 79{,}08$$

$$\sigma_c = K_1 N_c / A = 1x65{,}49 / 0{,}494 = 160{,}08$$ Kg/cmq.

$$\frac{\sigma_c}{\sigma} = \frac{160{,}08 Kg/cmq.}{132{,}57 Kg/cmq.} = 1{,}21 \geq v = 1$$ VERIFICATO

7) CONCLUSIONI:

Il sottoscritto Dott. Ing. Andrea Lucchi, Ingegnere Libero Professionista con Studio Professionale in Forlì, via Bertarina n. 56, Iscritto all'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Forlì-Cesena al n. 2098/A,

CERTIFICA

Che la struttura reticolare metallica prefabbricata a componenti scatolari e tubolari in alluminio a sezione circolare cava e rettangolare, delle dimensioni planimetriche 2,00 x 1,00 ml. , prodotta dalla Ditta SIXTEMA S.r.l. con sede in Località Mezzano Passone n. 11, Corno Giovine (LO), con denominazione prodotto "THEATART" è in grado di sopportare le sollecitazioni derivanti da un carico accidentale uniformemente distribuito di 800 Kg/m^2.

L'Ingegnere Calcolatore

ORDINE INGEGNERI PROV. FORLI'-CESENA
INGEGNERE
ANDREA LUCCHI
N° 2098 / A
Settori civile, ambientale, industriale, dell'informazione

Dott. Ing. Andrea Lucchi n. 2098/A
Ordine degli Ingegneri della
Provincia di Forlì-Cesena

Forlì, 20/12/2010