

# RELAZIONE ILLUSTRATIVA

Ai sensi della Legge 5/11/71 n° 1086 (art. 4 – lettera b) e s.m.

## ALURAY SISTEMI SOLARI DI ASSEMBLAGGIO MEGAFIX 12° ONE SISTEMA MODULARE PER TETTO PIANO

0 0 4 1 3 S T E S D O 0 1 A

Committente: ALURAY S.r.l.

Via Noelle, 11  
38050 Ospedaletto (TN)

Ubicazione:

Destinatario: ALURAY S.r.l.

La presente relazione consta di n° 8 pagine inclusa la presente.

Pergine Valsugana, 29 aprile 2013

ORDINE DEGLI INGEGNERI  
DELLA PROV. DI TRENTO

— —  
dott.ing. LUCA CUCINO  
ISCRIZIONE ALBO N° 1999

## Descrizione dell'opera

### Introduzione

Il sistema Megafix 12° One è un sistema modulare per tetti piani che consente il rapido montaggio di sistemi solai. Si tratta di una struttura in alluminio che consente rapidità e semplicità di montaggio, ottimizzata per i carichi e sovraccarichi a cui in esercizio viene sottoposta con particolare riferimento a tutte le azioni che agiscono in genere su una copertura.

La qualità dei materiali e la tipologica delle sezioni permettono di minimizzare il numero di componenti impiegati, a tutto vantaggio della semplicità di montaggio, ed i pesi direttamente proporzionali al costo dell'opera.

Premesso quanto sopra, nei paragrafi che seguono vengono riportate:

- Le caratteristiche dei materiali impiegati;
- Le sezioni utilizzate e la tipologia strutturale necessaria;

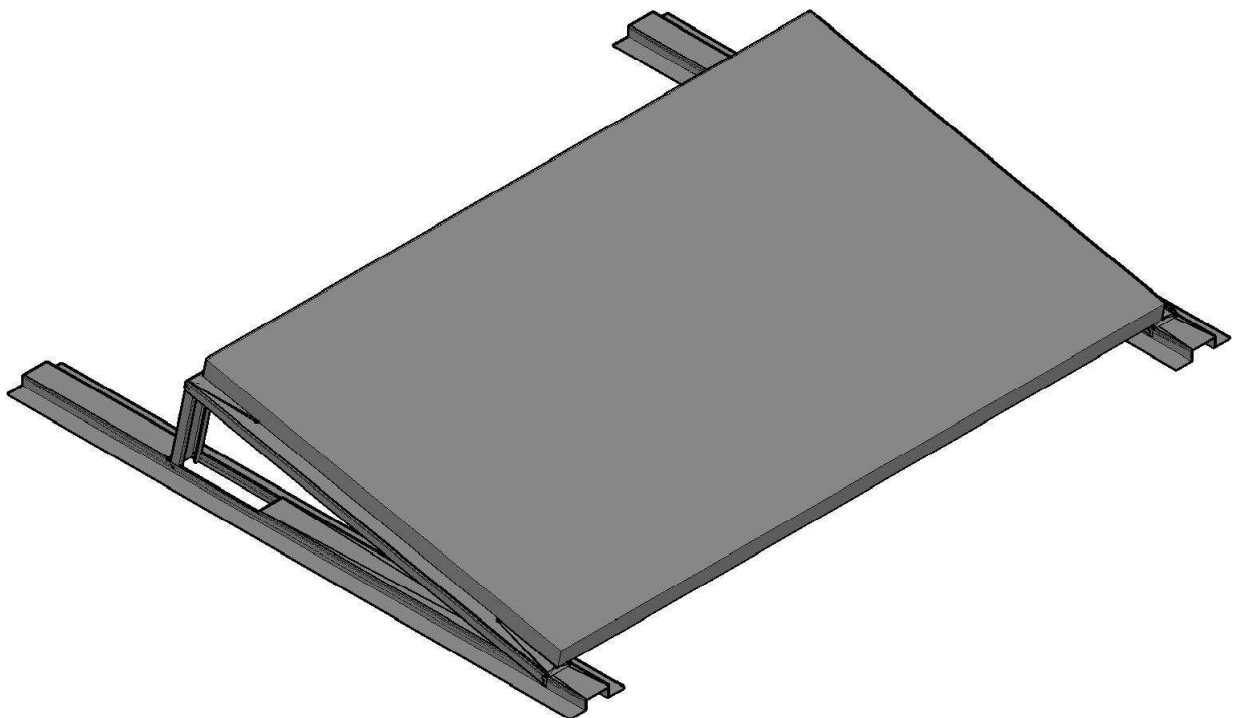
### Descrizione sintetica

Ogni telaio è realizzato con profili estrusi aperti in alluminio a realizzare una struttura ad arco a 3 cerniere ancorata poi mediante un elemento ripartitore alla struttura della copertura. I telai sono disposti trasversalmente a passo variabile a seconda delle esigenze di carico e della tipologia di impianto.

Trasversalmente la stabilità della struttura è garantita dall'ipotesi ragionevole di considerare il piano di copertura (costituito dai pannelli fotovoltaici fissati alla struttura mediante staffe) rigido.

Tutte le sezioni impiegate sono profili sottili aperti in alluminio estruso.

A titolo esemplificativo si riportano nel seguito una significativa assonometria della pensilina.



### Ipotesi ed assunzioni per la verifica strutturale

Sulla base del disegno esecutivo fornito dalla committente si è proceduto alla verifica della struttura.

Per la verifica strutturale sono state assunte le seguenti ipotesi progettuali:

- Lo schema geometrico utilizzato è quello della configurazione reale;
- Lo schema di distribuzione dei carichi utilizzato è quello della configurazione reale. Si assume per semplicità la condizione di carico corrispondente al tutto pieno.
- I materiali e le sezioni attribuiti agli elementi strutturali sono quelli riportati nelle specifiche di progetto fornite dalla Committente;

- La verifica è stata eseguita nel rispetto del D.M. 14.01.2008 NTC 2008 e delle istruzioni CNR-DT 208/2011 del novembre 2011;
- I carichi sono stati attribuiti secondo quanto riportato nei paragrafi successivi;
- I vincoli sono stati assegnati secondo quanto riportato nei paragrafi successivi;
- È stata eseguita una modellazione bidimensionale mediante software agli elementi finiti SAP2000.

## Documenti di riferimento

### Normative, raccomandazioni, linee guida

- [1] Legge 5 novembre 1971 n° 1086, “**Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica**” e relativi decreti attuativi;
- [2] CNR 10024/86, “**Analisi di strutture mediante elaboratore: impostazione e redazione delle relazioni di calcolo**”
- [3] D.M. 14 gennaio 2008 “**Norme tecniche per le Costruzioni**”
- [4] CIRC. 2 febbraio 2009, n. 617 “**Istruzioni per l'applicazione delle “Nuove norme tecniche per le costruzioni” di cui al D.M. 14 gennaio 2008**”;
- [5] Eurocodice 9 “**Progettazione delle strutture in alluminio**”;
- [6] CNR-DT 208/1011 “**Istruzioni per la Progettazione, l'Esecuzione ed il Controllo di Strutture in Alluminio**”

### Documenti di riferimento

- [I] Disegno costruttivo della pensilina a firma di Alurey S.r.l.
- [II] Disegni costruttivi delle sezioni impiegate a firma di Pasturi S.r.l.

### Bibliografia

1. Manuale dell'ingegnere, Nuovo Colombo, Ed. Hoepli;
2. SAP2000 11.0.0 – C&S.

## Elementi strutturali

### Materiali

In sede di progettazione per l'alluminio si assumono i seguenti valori delle proprietà del materiale:

MODULO ELASTICO	E	70000	N/mm <sup>2</sup>
MODULO DI ELASTICITA' TRASVERSALE	G	27000	N/mm <sup>2</sup>
COEFFICIENTE DI POISSON	$\nu$	0.3	
COEFFICIENTE DI ESPANSIONE TERMICA LINEARE	$\alpha$	23x10 <sup>6</sup>	°C <sup>-1</sup>
DENSITA'	$\rho$	2700	kg/m <sup>3</sup>

### Alluminio per prodotti estrusi e trafilati

Il materiale impiegato per la realizzazione di tutti gli elementi strutturali principali estrusi a sezione aperta, è alluminio Lega EN-AW 6060 T6 le cui caratteristiche meccaniche sono le seguenti:

<b>6060 T6</b>	[N/mm <sup>2</sup> ]
NORMA	

SPESSORE t	≤ 3 mm	
LIMITE ELASTICO	f <sub>0</sub>	150
RESISTENZA ULTIMA	f <sub>u</sub>	190
ALLUNGAMENTO A ROTTURA	A	8%
LIMITE ELASTICO TERMICAMENTE ALTERATO	f <sub>0,haz</sub>	60
RESISTENZA ULTIMA TERMICAMENTE ALTERATA	f <sub>u,haz</sub>	100
FATTORE HAZ LIMITE ELASTICO	ρ <sub>0,haz</sub>	0.40
FATTORE HAZ RESISTENZA ULTIMA	ρ <sub>u,haz</sub>	0.53
CLASSE DI INSTABILITA'	BC	A
ESPONENTE RAMBERG-OSGOOD	n <sub>p</sub>	20

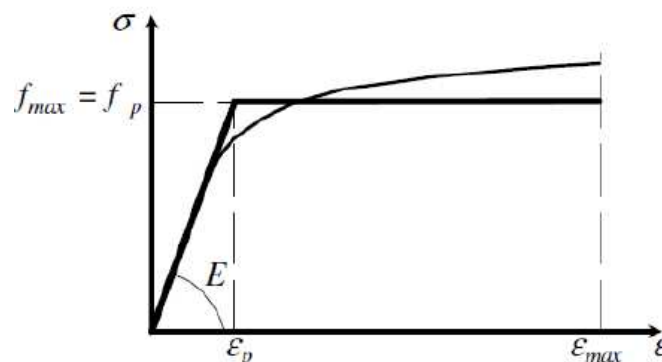
### Viteria e bulloneria

Tutti i collegamenti bullonati sono realizzati con viti inox ad alta resistenza di classe A2-80 e dadi di classe A2-80. I bulloni devono essere serrati in modo da ottenere le forze di precarico conformi a quanto previsto nel D.M. 14 gennaio 2008.

<b>CL. A2-80</b>		[N/mm <sup>2</sup> ]
TENSIONE DI SCOSTAMENTO DALLA PROPORZIONALITA'	R <sub>p0,2</sub>	600
TENSIONE DI ROTTURA	R <sub>m</sub>	800

### Modello analitico per i legami tensione-deformazione

Si assume il modello "elastico-perfettamente plastico" secondo quanto riportato nella seguente figura:



Il materiale rimane perfettamente elastico fino alla tensione limite elastica f<sub>p</sub> e, fino al valore di deformazione ε<sub>p</sub>, fino al valore di deformazione ε<sub>max</sub>, dovrebbero considerarsi deformazioni plastiche senza incrudimento (E<sub>1</sub>=0).

In assenza di più accurate determinazioni dei parametri di cui sopra, si possono assumere, per il modello considerato, i seguenti valori:

$$\begin{aligned}
 f_{max} = f_p = f_0 &= 150 \text{ N/mm}^2 \\
 \epsilon_{max} = 0.5 \epsilon_u &= 0.04 \\
 \epsilon_u &= 0.08 \\
 \epsilon_p = f_0/E &= 0.00214
 \end{aligned}$$

### Resistenza di calcolo

La resistenza di calcolo delle membrature R<sub>d</sub> si pone nella forma:

$$R_d = \frac{R_k}{\gamma_M}$$

dove

R<sub>k</sub> è il valore caratteristico della resistenza

γ<sub>M</sub> è il fattore parziale globale relativo al modello di resistenza adottato.

I coefficienti di sicurezza per la resistenza delle membrature e la stabilità sono riportati nella seguente tabella:

RESISTENZA DELLE SEZIONI	$\gamma_{M1}$	1.10
RESISTENZA ALL'INSTABILITA' DELLE MEMBRATURE	$\gamma_{M1}$	1.10
RESISTENZA A ROTTURA DI SEZIONI TRASVERSALI SOGGETTE A TRAZIONE	$\gamma_{M2}$	1.25
RESISTENZA DELLE SEZIONI NETTE IN CORRISPONDENZA DEI FORI	$\gamma_{M2}$	1.25
COEFFICIENTE PARZIALE DI SICUREZZA DEL MATERIALE PER I COLLEGAMENTI BULLONATI	$\gamma_{M2}$	1.25
COEFFICIENTE PARZIALE DI SICUREZZA DEL MATERIALE PER I COLLEGAMENTI SALDATI	$\gamma_{M2}$	1.25
COEFFICIENTE PARZIALE DI SICUREZZA DEL MATERIALE PER I DISPOSITIVI DI GIUNZIONE SPECIALI	$\gamma_{M3}$	1.50
COEFFICIENTE PARZIALE DI SICUREZZA DEL MATERIALE PER I COLLEGAMENTI A PERNO	$\gamma_{Mp}$	1.25
COEFFICIENTE PARZIALE DI SICUREZZA PER LA RESISTENZA ALLO SCORRIMENTO DEI GIUNTI AD ATTRITO	$\gamma_{Ms,ult}$	1.25
COEFFICIENTE PARZIALE DI SICUREZZA DEL MATERIALE PER I COLLEGAMENTI INCOLLATI	$\gamma_{Ma}$	$\geq 3.00$
COEFFICIENTE PARZIALE DI SICUREZZA DEL MATERIALE IN CASO DI INCENDIO	$\gamma_{M,fi}$	1.00

Per il calcolo della resistenza a taglio delle viti e dei chiodi, per il rifollamento delle piastre collegate e per il precarico dei bulloni, si adottano i fattori parziali  $\gamma_M$  indicati nella seguente tabella:

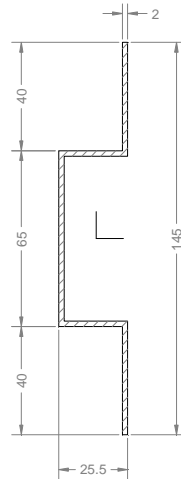
RESISTENZA DEI BULLONI	$\gamma_{M2}$	1.25
RESISTENZA DEI CHIODI		

### Caratteristiche sezionali

Si riportano nel seguito le caratteristiche geometriche delle sezioni dei profili impiegati per la realizzazione della struttura di alluminio:

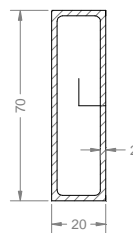
#### OMEGA145X25.5X2.0

DESCRIZIONE	SIMBOLO	U.M.	VALORE
MATERIALE			EN AW 6060 T6
AREA LORDA	$A_g$	mm <sup>2</sup>	384
MOMENTO D'INERZIA Y-Y	$I_y$	mm <sup>4</sup>	601407
MOMENTO D'INERZIA Z-Z	$I_z$	mm <sup>4</sup>	44035
MODULO DI RESISTENZA Y-Y	$W_y$	mm <sup>3</sup>	8295
MODULO DI RESISTENZA Z-Z	$W_z$	mm <sup>3</sup>	3165
MODULO RESISTENZA PLASTICO Y-Y	$W_{py}$	mm <sup>3</sup>	8295
MODULO RESISTENZA PLASTICO Z-Z	$W_{pz}$	mm <sup>3</sup>	3165
RAGGIO D'INERZIA Y-Y	$i_y$	mm	39.6
RAGGIO D'INERZIA Z-Z	$i_z$	mm	10.7
AREA A TAGLIO Z-Z	$A_z$	mm <sup>2</sup>	210
AREA A TAGLIO Y-Y	$A_y$	mm <sup>2</sup>	40
MOMENTO D'INERZIA TORSIONALE	$I_T$	mm <sup>4</sup>	415
COSTANTE D'INGOBBAMENTO	$I_w$	mm <sup>6</sup>	33524987
SPESSORE MIN	$s_{min}$	mm	2.0
SPESSORE MAX	$s_{max}$	mm	2.0



**TUBO70X20X2.0**

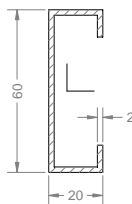
DESCRIZIONE	SIMBOLO	U.M.	VALORE
MATERIALE			EN AW 6060 T6
AREA LORDA	$A_g$	mm <sup>2</sup>	344
MOMENTO D'INERZIA Y-Y	$I_y$	mm <sup>4</sup>	191977
MOMENTO D'INERZIA Z-Z	$I_z$	mm <sup>4</sup>	24335
MODULO DI RESISTENZA Y-Y	$W_y$	mm <sup>3</sup>	5485
MODULO DI RESISTENZA Z-Z	$W_z$	mm <sup>3</sup>	2434
MODULO RESISTENZA PLASTICO Y-Y	$W_y$	mm <sup>3</sup>	5485
MODULO RESISTENZA PLASTICO Z-Z	$W_z$	mm <sup>3</sup>	2434
RAGGIO D'INERZIA Y-Y	$i_y$	mm	23.6
RAGGIO D'INERZIA Z-Z	$i_z$	mm	8.4
AREA A TAGLIO Z-Z	$A_z$	mm <sup>2</sup>	280
AREA A TAGLIO Y-Y	$A_y$	mm <sup>2</sup>	80
MOMENTO D'INERZIA TORSIONALE	$I_T$	mm <sup>4</sup>	69682
COSTANTE D'INGOBBAMENTO	$I_w$	mm <sup>6</sup>	6877193
SPESSORE MIN	$S_{min}$	mm	2.0
SPESSORE MAX	$S_{max}$	mm	2.0



**C60X20X2.0**

DESCRIZIONE	SIMBOLO	U.M.	VALORE
MATERIALE			EN AW 6060 T6
AREA LORDA	$A_g$	mm <sup>2</sup>	214
MOMENTO D'INERZIA Y-Y	$I_y$	mm <sup>4</sup>	105990
MOMENTO D'INERZIA Z-Z	$I_z$	mm <sup>4</sup>	10910
MODULO DI RESISTENZA Y-Y	$W_y$	mm <sup>3</sup>	3533
MODULO DI RESISTENZA Z-Z	$W_z$	mm <sup>3</sup>	816
MODULO RESISTENZA PLASTICO Y-Y	$W_y$	mm <sup>3</sup>	3533
MODULO RESISTENZA PLASTICO Z-Z	$W_z$	mm <sup>3</sup>	816
RAGGIO D'INERZIA Y-Y	$i_y$	mm	22.3
RAGGIO D'INERZIA Z-Z	$i_z$	mm	7.1
AREA A TAGLIO Z-Z	$A_z$	mm <sup>2</sup>	104

AREA A TAGLIO Y-Y	$A_y$	mm <sup>2</sup>	48
MOMENTO D'INERZIA TORSIONALE	$I_T$	mm <sup>4</sup>	285
COSTANTE D'INGOBBAMENTO	$I_w$	mm <sup>6</sup>	10487111
SPESSORE MIN	$S_{min}$	mm	2.0
SPESSORE MAX	$S_{max}$	mm	2.0



**NOTA BENE: I calcoli sono stati eseguiti secondo le regole della Scienza delle Costruzioni, nel rispetto delle Norme vigenti in materia e delle regole di buona tecnica.**

**Informativa ai sensi dell'art. 13 D.Lgs. 196/2003:**

Dichiaro di essere informato, ai sensi e per gli effetti di cui all'art. 13 del D.Lgs. 196/2003, che i dati personali raccolti saranno trattati, con strumenti cartacei e con strumenti informatici, esclusivamente nell'ambito del procedimento per il quale la presente dichiarazione viene resa.

Pergine Valsugana, 29 aprile 2013

**IL PROGETTISTA DELLE STRUTTURE**

**IL DIRETTORE LAVORI**

ORDINE DEGLI INGEGNERI  
DELLA PROV. DI TRENTO  
— —  
dott.ing. LUCA CUCINO  
ISCRIZIONE ALBO N° 1999

## Sommario

Descrizione dell'opera .....	2
Introduzione .....	2
Descrizione sintetica .....	2
Ipotesi ed assunzioni per la verifica strutturale.....	2
Documenti di riferimento .....	3
Normative, raccomandazioni, linee guida .....	3
Documenti di riferimento .....	3
Bibliografia .....	3
Elementi strutturali .....	3
Materiali .....	3
Alluminio per prodotti estrusi e trafilati .....	3
Viteria e bulloneria .....	4
Modello analitico per i legami tensione-deformazione .....	4
Resistenza di calcolo .....	4
Caratteristiche sezionali.....	5
Sommario .....	i