



**ilma**

*di Giorgio Fiorentini*  
Via Leonardo da Vinci, 1  
44011 ARGENTA (Fe)  
Tel. (+39) 0532/80.43.01  
Fax (+39) 0532/80.53.06  
info@ilma-stand.com  
www.ilma-stand.com

**ilma**

relazione di calcolo





Via Leonardo da Vinci n 1  
44011 Argenta (Ferrara)  
Tel 0532-804301 fax 0532-805306  
www.ilma-stand.com  
info@ilma-stand.com

**LIBRETTO STRUTTURA**  
**PALCO BELVEDERE 8x6m**



UNI EN ISO 3834-2  
SQ 11 719



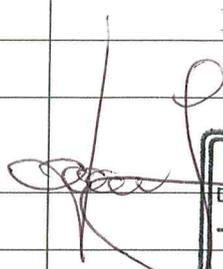
UNI EN ISO 9001  
5 0 100 3587 rev3

**DATA**

21/02/2012

**REDATTO E APPROV.**  
**UFFICIO TECNICO**

**REDATTO E APPROVATO**  
**RUT**

REV	DATA	OGGETTO REVISIONE	REDATTO E APPROVATO RUT
0	Giugno/2001	Prima emissione	
1	21/02/12	Aggiornamento per emissione nuovo DM	

ORDINE DEGLI  
INGEGNERI  
DELLA PROVINCIA  
DI FERRARA  
N. 1276 Albo  
dott. ing.  
**Giovanni Fiorentini**

**PALCO BELVEDERE COPERTO 8x6m**  
**Modulare 2x2m alto 80cm**  
**RIF. ORDINE N°187 DEL 23/11/12**

**PALCO BELVEDERE 8x6m**  
Altezza 80cm  
ARGENTA 27/11/12

## 1.1 LIBRETTO DI STRUTTURA

Il libretto di struttura comprende i seguenti documenti:

1.descrizione della struttura e del suo utilizzo.	Relazione tecnica illustrativa
2. uso e manutenzione della struttura	Uso e manutenzione della struttura
3.relazione di calcolo e verifica strutturale	Relazione di calcolo
4.disegni di progetto della struttura e di tutti i particolari	Disegni allegati alla relazione di calcolo
5.schema di montaggio della struttura	Schema di montaggio della struttura

**Progetto e costruzione** : Ditta I.L.M.A di Giorgio Fiorentini (P.I 00098900384) con sede in Argenta (Fe) Via Leonardo da Vinci n°1 (tel. 0532-804301).

**Calcoli strutturali:** Ing. Giovanni Fiorentini, Piazza Giovanni XXIII n°3 Argenta (Fe), iscritto all' Ordine degli Ingegneri della provincia di Ferrara al n°1275

## 1.2 DESCRIZIONE GENERALE DELL' OPERA E CRITERI GENERALI DI PROGETTAZIONE.

Il palco belvedere in oggetto è una struttura temporanea, destinata ad essere installata e smontata ripetutamente senza alterazioni, temporaneamente e per brevi o lunghi periodi di tempo per orchestre, e manifestazioni varie in cui sono presenti gruppi di persone.

La struttura metallica è una struttura prefabbricata e modulare costruita in officina meccanica esterna e assemblata completamente in opera, seguendo scrupolosamente lo schema di montaggio.

## 1.3 RELAZIONE TECNICA ILLUSTRATIVA

Il palco belvedere è una struttura metallica destinata ad essere installata e smontata ripetutamente senza alterazioni, temporaneamente e per brevi o lunghi periodi di tempo ed infine per molteplici scopi.

La base del palco è modulare a quadrati di mt.2x2 così da ottenere una superficie multiple del modulo base; eventualmente ampliabile in un secondo tempo in una superficie maggiore di dimensione e/o forma. Ogni 2.0 m., nelle due direzioni, è presente un piantone (P) di altezza 0.78 m realizzato in tubolare di sezione 40x40x2 mm., 4 boccole superiori (una per lato) e 4 inferiori, per l'ancoraggio delle travi reticolari (B-

C-D). Ogni piantone è dotato di una piastra di base 150x150x3 mm.; l'ancoraggio della piastra di base ai piantoni è realizzato con un albero di sollevamento regolabile 25 TpN5 x 250 realizzato in acciaio S275 trafilato tondo  $\phi$ 22 (diametro medio di rullatura).

Le capriate anteriori e posteriori ( B ) sono realizzate con un corrente superiore in tubolare di sezione 50x40x2 mm., ed uno inferiore in tubolare di sezione 40x40x2 mm., e da due diagonali in profilo ad U di sezione 40x40x40x3 mm.; alle quattro estremità dei correnti sono saldati quattro spinotti per l'ancoraggio alle boccole dei piantoni; l'altezza della trave è di 65 cm. mentre la lunghezza è di 1.930 m. più gli spinotti, per una lunghezza di 1.970 m. Le capriate intermedie (capriata speciale) parallele alla facciata ( C ) sono realizzate come le capriate anteriori ( B ) con l'unica differenza che il corrente superiore è realizzato con profilo ad  $\Omega$  di sezione 25x50x40x3 mm., per l'inserimento dei pannelli del pavimento. Le capriate normali, sia esterne che intermedie ( D ) sono realizzate come le capriate ( B ) con l'aggiunta, di due boccole in corrispondenza dell' attacco dei due diagonali nel corrente superiore; nelle boccole appena descritte sono inserite due travi intermedie (E) che fungono da rompitratta realizzate in tubolare di sezione 80x60x2 mm.

La ringhiera protettiva è realizzata da montanti aventi sezione resistente in tubolare di sezione 80x40x3mm, che si innestano mediante spinotti alle boccole esterne dei piantoni della base, e parapetti aventi ingombro pari a circa 1.0x2.0m. Ogni parapetto è costituito da tubo tondo  $\phi$ 40x3mm calandrato che si innesta mediante spinotti nelle corrispondenti boccole dei piantoni; completano la struttura del parapetto n°2 tubolari, di cui l' intermedio di sezione 60x20x1.5mm, e quello con funzione di battitacco di sezione 100x20x1.5mm. La pavimentazione in legno (spessore 1.8cm o in alternativa 2.8cm) è realizzata perpendicolarmente alla facciata anteriore ed è bloccata al corrente superiore della capriata (C) mediante bullonatura.

#### La copertura è così realizzata:

La copertura del palco è una struttura metallica da abbinare esclusivamente alla base del palco di cui costituisce parte integrante, destinata ad essere installata e smontata ripetutamente senza alterazioni, temporaneamente e per brevi o lunghi periodi di tempo ed infine per molteplici scopi.

Il collegamento tra i piantoni avviene tramite travi portanti del coperto. Come si può vedere dai disegni allegati il coperto è realizzato da tre travate frontali poste ad interasse di 3.50 m della lunghezza di 8.00 m, vincolate tramite spinotti alle travate laterali; queste ultime a sua volta sempre tramite spinotti sono

vincolate ai piantoni automontati, anteriori e posteriori.

Le travi frontali sono composte da tre elementi modulari:

Elemento f : lunghezza mt. 3.00, altezza cm.48, corrente inferiore e superiore in tubolare di sezione 40x40x2 mm., montante estremo esterno in tubolare di sezione 40x20x3 mm. con saldati gli spinotti di ancoraggio alle travi laterali, i montanti centrali sono realizzati in tubolare di sezione 50x40x2 mm.

Elemento i: lunghezza mt.2.00; altezza cm.48; corrente superiore ed inferiore in tubolare di sezione 40x40x2 mm.; montanti esterni in piatto 530x50x10 mm.; i montanti centrali sono realizzati in tubolare di sezione 50x40x2 mm.

Elemento l: lunghezza mt.4.00, altezza cm.48; corrente superiore ed inferiore in tubolare di sezione 40x40x2 mm.; montanti esterni in tubolare di sezione 530x50x10 mm, i montanti centrali sono realizzati in tubolare di sezione 50x40x2 mm.

Questi vengono assemblati per realizzare la lunghezza di 10.0 m. La giunzione fra due elementi avviene tramite due piatti 530x50x10 mm. e 4 bulloni M16.

Le travi laterali sono composte da due elementi modulari:

Elemento m: lunghezza mt.3.5; altezza cm.48; correnti superiore ed inferiore in tubolare di sezione 40x40x2 mm.; montante estremo esterno in tubolare di sezione 40x40x3 mm.; montante estremo interno piastra 530x50x10 mm.; i montanti centrali sono realizzati in tubolare di sezione 50x40x2 mm. Nel montante intermedio 40x40x2 mm. più vicino al tubolare di sezione 530x50x10 mm. sono saldati i 2 spinotti per l'ancoraggio al piantone (A).

Elemento m': lunghezza mt.3.5; altezza cm.48; correnti superiore ed inferiore in tubolare di sezione 40x40x2 mm.; montante estremo esterno in tubolare di sezione 40x40x3 mm.; montante estremo interno piastra 530x50x10 mm.; i montanti centrali sono realizzati in tubolare di sezione 50x40x2 mm. Nel montante estremo in tubolare di sezione 40x40x2 sono saldati due spinotti. I due elementi vengono quindi bullonati sempre mediante due piatti 530x50x10 mm e 4 bulloni M16, per ottenere la travata continua di 6.0 m.

Gli arcarecci (elementi n) sono costituiti da tubo  $\phi 40 \times 2$  dotato di boccole alle estremità per l'innesto nelle travi del coperto. I piantoni automontati (ELEMENTO F), sono realizzati nella parte inferiore da un tubolare di sezione 60x60x3 mm. entro cui scorre a cannocchiale un tubolare di sezione 50x50x3 mm. al quale sono saldate le boccole per l'ancoraggio delle travi di copertura; alla base del tubolare di sezione 60x60x3 mm. è realizzata la scatola di sollevamento meccanico

La sovrapposizione minima tra i due scatolari è di cm.25 e l'altezza massima del piantone di mt.4.65. Il collegamento tra i piantoni avviene tramite travi reticolari.

Per irrigidire il coperto si utilizzano tubolari in sezione 30x30x1.50 mm, che collegano le travate, il loro schema è indicato oltre.

#### **1.4 DICHIARAZIONE**

I calcoli sono stati effettuati a norma della scienza delle costruzioni applicando il metodo degli stati limite ed in rispetto del vigente regolamento nazionale: **Legge n°1086 del 05-11-1971** e successivi D.M. attuativi **Legge n°64 del 02-02-1974** e successivi D.M. attuativi **D.M 14-01-2008**, "Norme tecniche per le costruzioni". **Circolare 2 febbraio 2009**; "Istruzioni per l' applicazione delle Norme tecniche".

**D.M 09-01-1996**, "Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche".

**D.M 16-01-1996**, "Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi".

**D.M 16-01-1996**, "Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche".

**Circolare 4 luglio 1996**; "Istruzioni per l' applicazione delle Norme tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi".

**Norme CNR-UNI 10011**

**UNI-EN-13782**; "strutture temporanee, tende, sicurezza".

ILMA ha certificato il sistema di gestione qualità conformemente alla norma **UNI EN ISO 9001:2008**. presso **TUV italia**. certificato n° **50 100 3587 rev 3**, relativamente al campo di applicazione di: progettazione e fabbricazione di strutture metalliche e fornitura dei relativi componenti per capannoni, palchi tribune e piste da ballo.

#### **1.5 ELENCO DEI MATERIALI IMPIEGATI**

La relazione indica i materiali impiegati nella realizzazione e della struttura prefabbricata, nonché i valori caratteristici ed i coefficienti di sicurezza per ottenere i valori di calcolo.

**1.5.1 acciaio carpenteria:** Le caratteristiche dell' acciaio per la carpenteria è del tipo S235, conformi alle norme UNI EN 10025-2, UNI EN 10210-1, UNI EN 10219-1, in accordo alle prescrizioni del DM 14/01/08.

tipologia	S235
$f_{yk}$	235N/mm <sup>2</sup>
$f_{tk}$	360N/mm <sup>2</sup>
Coeff $\gamma_M$	1.05
Modulo elastica E.	210000 N/mm <sup>2</sup>
Coeff. Poisson $\nu$ .	0.3

**1.5.2 bulloni:** le viti ed i dadi impiegati nelle connessione sono del tipo ad alta resistenza rispettivamente di classe 8.8 e 8, in accordo alle prescrizioni del DM 14/01/08. Tutte le connessione sono del tipo "non precaricate".

$f_{yb}$	649N/mm <sup>2</sup>
$f_{tb}$	800N/mm <sup>2</sup>
Coeff $\gamma_{M2}$	1.25

**1.5.3 processo di zincatura:** tutti i componenti della struttura metallica sono sottoposti a processo di zincatura a caldo secondo norme UNI 1461.

**1.5.4 Pannelli pavimentazione normali:** Pannello denominato commercialmente "marchio giallo 100 impieghi". Non è classificato come pannello ignifugo. Costituito da abete rosso e abete bianco, spessore complessivo di 27 m, peso di 12.5/13.00 Kg/m<sup>2</sup>.

**1.5.5 Pannelli pavimentazione classe di reazione al fuoco 1:** Pannelli di formato 18x2000x500 mm avente classe di reazione al fuoco 1 (uno), dello spessore di 18 mm. Colore marrone, di cui si allega copia di dichiarazione di conformità.

**1.5.6 I cavi di controventamento** Nastri in poliestere 100% ad alta tenacità. aventi carico di rottura di 50 KN, forniti dalla ditta Load-lok italia srl.

le caratteristiche sono elencate:

Spessore del nastro	1.6 mm
Larghezza del nastro	50 mm
carico rottura cricchetto	50 KN
carico di rottura gancio	50 KN
carico di rottura nastro	50 KN

**1.6.7 teli copertura/tamponamento:** Le caratteristiche dei teli impiegati nella costruzione sono di seguito elencate:

supporto	PES (DIN ISO 2076)
titolo del filato	1100 (EN ISO 2060)
armatura	tela 1/1 (DIN 61101)
tipo di spalmatura	PVC
peso totale	650 g/m <sup>2</sup> (EN ISO 2286-2)
resistenza trazione (or-trama)	2200/2100 N/50mm (DIN 53354)

resistenza lacerazione(or-tr)	170/170 N (DIN 53363)
adesione	16 N/cm (norme complan)
resistenza al freddo	-25°C (DIN 53361)
resistenza al caldo	70°C (norme complan)
solidità alla luce	>6 (DIN 54004)
resistenza alla piegatura	nessuna crepa dopo 100.000piegature (DIN 53359)
comportamento alla fiamma	ignifugo classe 2 D.M(26.06.84) (UNI9177)
finissaggio	laccato

#### **1.5.8. procedimento saldatura:**

ILMA ha certificato il sistema di gestione qualità dei propri processi di saldatura conformemente alla norma **UNI EN ISO 3834-2:2006**. presso **ECO certificazioni s.p.a.** certificato n° **SQ 11 719**.

ILMA ha qualificato tutti i propri saldatori secondo norma **UNI EN 287-1:2007**. Il livello di accettabilità delle saldature è il **livello D** della **UNI EN ISO 5817**.

#### **1.5.9. centro di trasformazione:**

Conformemente ai requisiti del DM 14 gennaio 2008, ILMA ha ottenuto presso il consiglio superiore dei lavori pubblici, attestato di denuncia dell' attività **di centro di trasformazione al numero n. 1944/12**.risultando così in possesso dei requisiti per la lavorazione dell' acciaio finalizzata alla: **OFFICINA PER LA PRODUZIONE DI CARPENTERIA METALLICA**.

### **1.6 USO E MANUTENZIONE DELLA STRUTTURA**

Si riportano le istruzioni e prescrizioni da seguire allo scopo di assicurare la funzionalità della struttura, sia in seguito alla prima installazione sia ripetutamente nel corso della sua vita utile, e allo scopo di soddisfare i requisiti di sicurezza previsti sia dalla legge sia dal progetto.

Detti requisiti di sicurezza sono volti a proteggere persone e oggetti da danni causati da progettazione, fabbricazione e funzionamento della struttura.

E' importante tener presente che poiché la struttura è temporanea e pertanto non è dotata di fondazione stabile sarà cura e responsabilità del allestitore provvedere alla sua posa ed assicurare la stabilità alle azioni esterne, valutando attentamente le condizioni del luogo di installazione.

E' inoltre responsabilità dell' allestitore accertare idoneità della struttura ai fini della sicurezza in relazione agli scopi dell' installazione della struttura, verificare l' integrità e funzionalità della struttura, ed infine approvare la struttura in seguito sia alla prima installazione che ripetutamente nel corso della vita della struttura (ogni volta che la struttura viene

montata). Si elencano le condizioni che devono essere soddisfatte per garantire la funzionalità della struttura, altre dipendono dal luogo di installazione e tipologia di utilizzo.

6.1 DESTINAZIONE DELLA STRUTTURA	strutture provvisorie e temporanee, per orchestre, e manifestazioni varie in cui sono presenti gruppi di persone.
6.2 LIVELLO DI PRESTAZIONE	vedere "azioni caratteristiche sul palco".
6.3.CONDIZIONI CLIMATICHE	stagione estiva in assenza di neve
6.4.COMPOSIZIONE PROPRIETA' E PRESTAZIONI MATERIALI	vedere "elenco materiali impiegati".
6.5.FORMA ELEMENTI E DETTAGLI COSTRUTTIVI	disegni allegati alla: "relazione di calcolo"
6.6.PIANO DI POSA DELLA STRUTTURA	Valutare attentamente le condizioni del piano di posa della struttura, nonché la sua stabilità, e idoneità agli sforzi derivanti dal montaggio ed utilizzo del palco. Valutare se opportuno disporre elementi di ripartizione o altri dispositivi (strutture di fondazione) tra piano di posa e piastra di base dei piantoni, al fine di garantire la stabilità del palco in esercizio ed allo stato limite ultimo: (verifiche scorrimento e alla capacità portante)

<p><b>6.7.VERIFICHE</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Verificare che tutti i piantoni del palco scarichino gli sforzi alle strutture di fondazione/ancoraggio.</li> <li>-Verificare che siano presenti tutti gli elementi e che risultino adeguatamente connessi o collegati tra loro</li> <li>-Verificare che la struttura risulti stabile sia localmente che a livello globale.</li> <li>-Bloccare tutti i pannelli del piano di calpestio alle capriate sottostanti mediante profili "fermapannelli", sia intermedi e terminali, mediante viti.</li> <li>-Accertarsi che tutti i bulloni presenti nei profili fermapannelli siano accoppiati con i rispettivi dadi, e che questi ultimi siano adeguatamente serrati.</li> <li>- Accertarsi che la pavimentazione sia stabile.</li> <li>-Accertarsi che tutte le coppiglie previste siano inserite onde evitare asportazione degli elementi. (in particolare gli elementi che costituiscono il parapetto, piantoni e trasversali)</li> </ul>
-----------------------------	--

### 1.7 AZIONI CARATTERISTICHE PALCO

Si riportano i valori caratteristici delle azioni previste agenti sul palco :

peso proprio della struttura	0.15 KN/m <sup>2</sup>
carico variabile agente sul piano	6.00 KN/m <sup>2</sup>
carico variabile agente sulla scala	4.00 KN/m <sup>2</sup>
spinta lungo il parapetto	1.00 KN/m

#### 1.7.1 peso proprio della struttura

Il peso proprio della struttura definito come carico uniformemente distribuito è pari a  $q=0.15 \text{ KN/m}^2$

#### 1.7.2 carico dovuto alla folla

Il carico dovuto alla presenza della folla viene computato mediante carico uniformemente distribuito pari a  $q=6.0 \text{ KN/m}^2$

#### 1.7.3 spinta agente sul parapetto

Il carico dovuto alla spinta sul parapetto viene computato mediante carico orizzontale lineare uniformemente distribuito pari a  $q=1.0\text{KN/m}$ .

Dal momento che i carichi orizzontali devono essere utilizzati per verifiche locali e non si sommano ai carichi utilizzati nelle verifiche della struttura nel suo insieme, non si considerano i coefficienti di combinazione.

#### *1.7.4 Azione sismica*

Data la temporaneità della struttura, al fatto che sia facilmente removibile e la circostanza secondo la quale il palco è montato per brevi periodi di tempo nel corso dell' anno, conformemente alle prescrizioni del DM 08, nel caso di strutture provvisorie, si omettono e non si prevedono azioni (e di conseguenza verifiche) sismiche, (periodo di progetto inferiore ai 2 anni).

Infatti il DM 2008 consente di omettere le verifiche sismiche per strutture provvisorie/temporanee (vita nominale <10anni).

#### *1.7.5 Azione dovuta al vento*

il valore della pressione statica equivalente dovuta alla azione del vento è suscettibile di variazioni, in funzione dalla zona di installazione, dalla topografia del terreno, e più in generale dalla categoria di esposizione del sito in cui è installato il palco.

Se l' installatore/proprietario del palco intende applicare integralmente il testo unico per le costruzioni attualmente in vigore (DM 14/1/2008), è necessario vincolare al suolo ogni piantone del palco almeno sul perimetro esterno. Al contrario facendo ricorso al buonsenso e ad una valutazione tecnica circostanziata da parte di tecnico competente, è sufficiente verificare che non siano presenti criticità sul luogo di installazione, e sul tipo di utilizzo del palco in relazione alle sue prestazioni, per appoggiare direttamente il palco alla pavimentazione/piano di posa.

Infatti l' azione del vento definita del citato DM08 è funzione della velocità caratteristica a 10m dal suolo, riferita ad un periodo di ritorno di 50 anni, e la pressione statica equivalente che si ottiene ha valori elevati che comporterebbe appunto il vincolamento dei piantoni a terra. Mentre il palco è allestito in prossimità del suolo in cui la velocità del vento assume valori contenuti, e soprattutto è allestito per periodi di tempo limitati (struttura temporanea), non comparabile pertanto con il periodo di ritorno della azione in questione.

### **1.8 RELAZIONE DI CALCOLO**

Si riportano i calcoli di verifica agli stati limite ultimi, per gli elementi ritenuti più significativi,

tenendo presente che le sezioni oggetto di verifica (salvo indicazioni differenti) appartengono al più alla classe 2.

La capacità di resistenza delle sezioni viene determinata mediante METODO ELASTICO (E).

L'analisi globale della struttura è condotta mediante METODO ELASTICO (E), per cui gli effetti delle azioni esterne vengono valutati nell'ipotesi che il legame tensione-deformazione del materiale sia indefinitamente lineare.

La verifica di resistenza pertanto consiste nel appurare che le sollecitazioni di calcolo per effetto dei carichi esterni sono inferiori alle resistenze di calcolo.

Conformemente alla norma i coefficienti di sicurezza sui materiali sono i seguenti:

$$R_d = R_k / \gamma_m$$

$$R_k = 235 \text{ N/mm}^2$$

$$\gamma_{M1} = 1.05$$

$$R_d = 224 \text{ N/mm}^2$$

Per le unioni, realizzate con bulloni, di tipo "non precaricate" il coefficiente di sicurezza è:

$$\gamma_{M1} = 1.25.$$

#### *1.8.1 Verifica capriate normali:*

Si riportano i diagrammi delle caratteristiche della sollecitazione per effetto dei carichi di calcolo applicati: Le travi intermedie trasmettono alle capriate normali una azione caratteristica pari a:

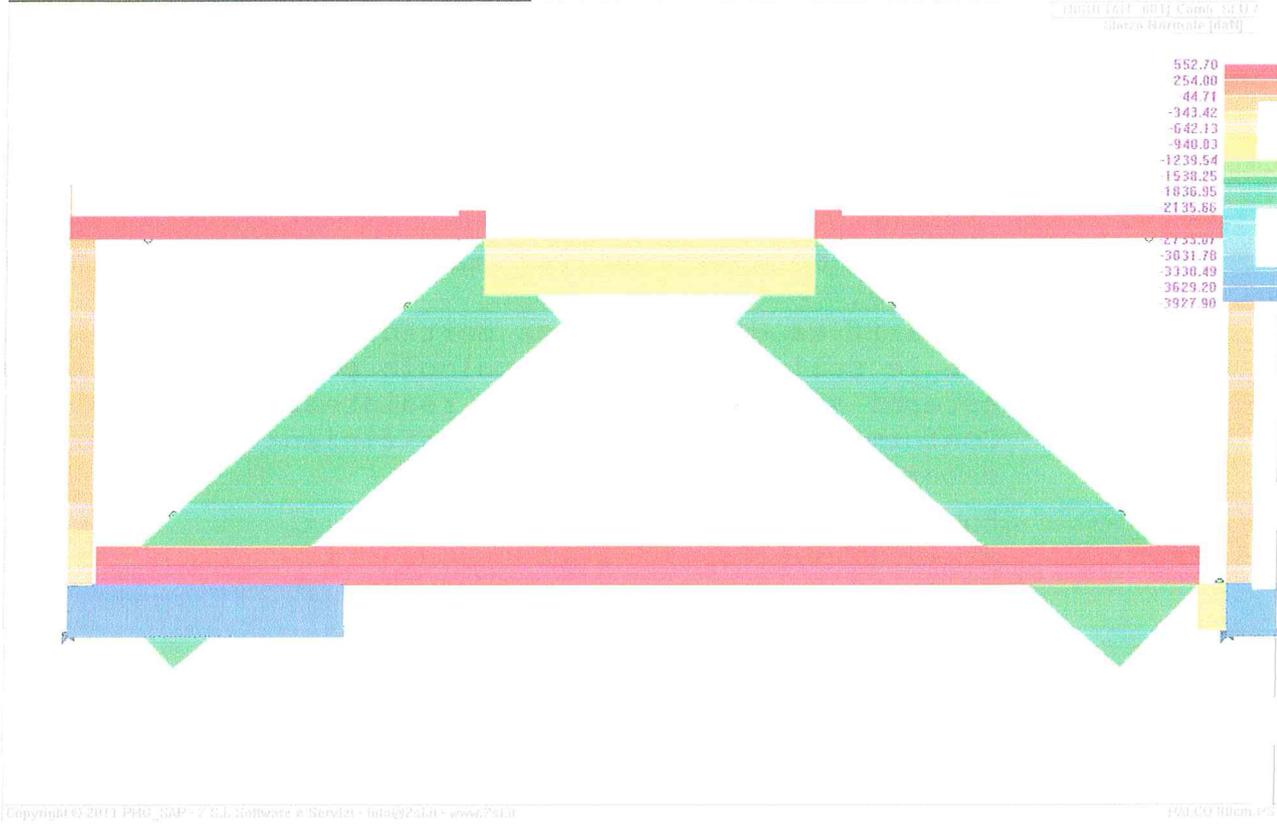
$$p_K = 1.3 \times 0.15 + 1.5 \times 6.0 = 9.1 \text{ KN/m}^2.$$

$$P_K = 9.19 \times 2 \times 0.66 = 12 \text{ KN}$$

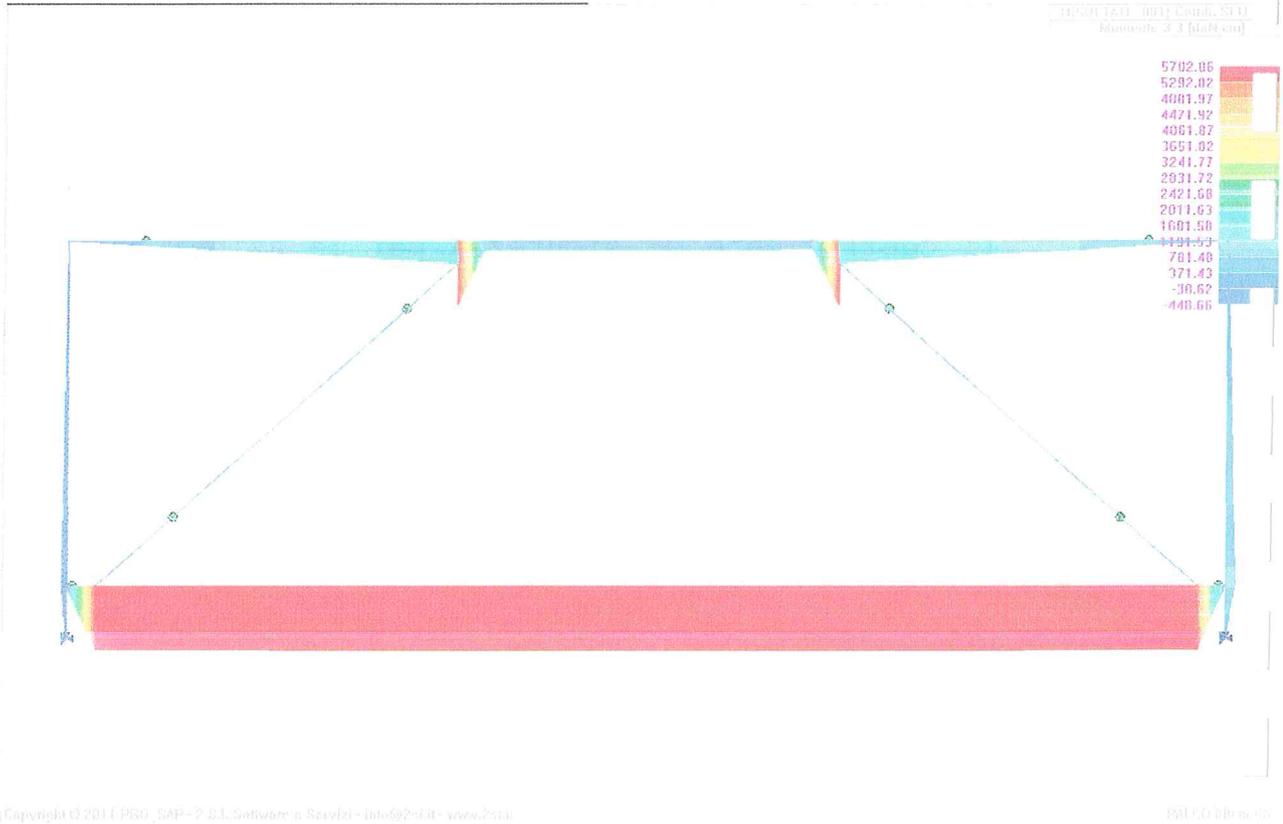
Il coefficiente di sicurezza per le azioni permanenti è assunto pari a :  $\gamma_g = 1.30$ .

Il coefficiente di sicurezza per le azioni variabili è assunto pari a :  $\gamma_q = 1.50$ .

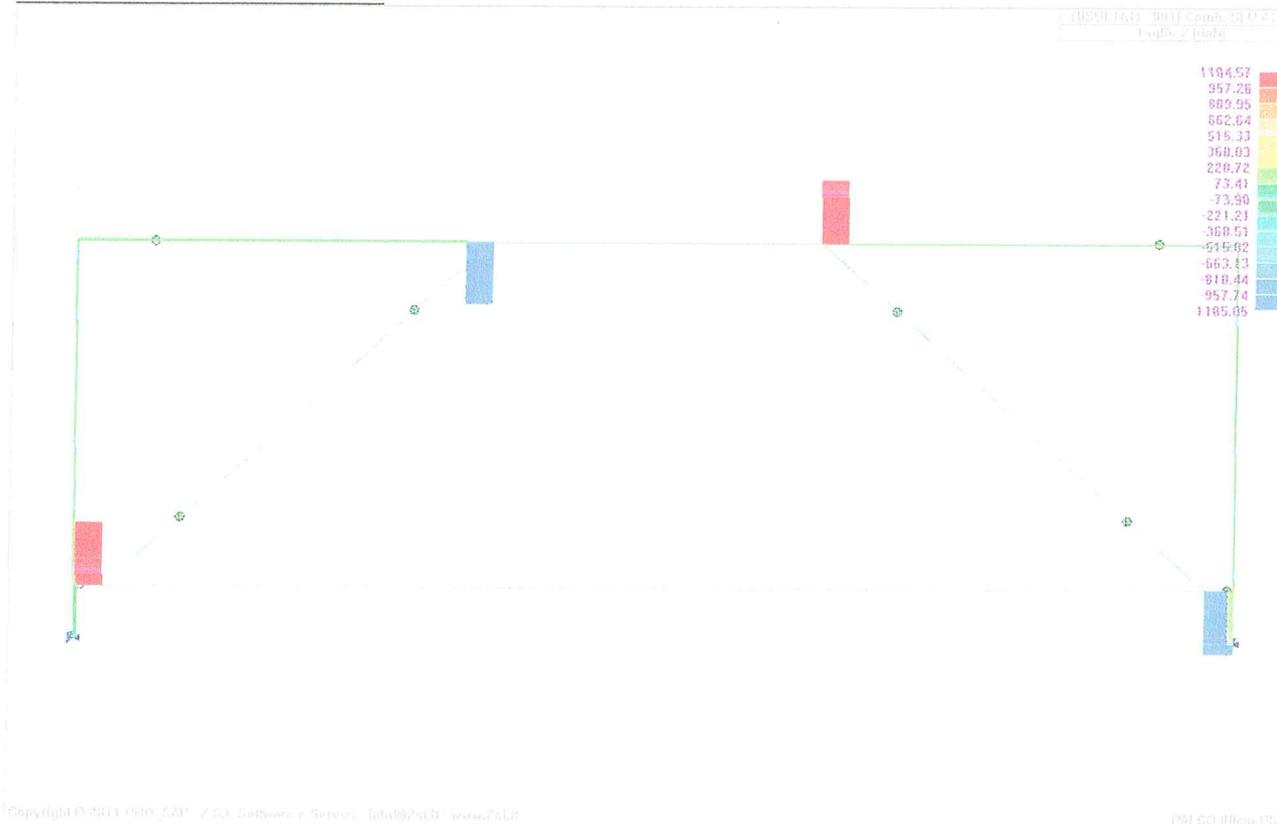
## DIAGRAMMA DI SFORZO NORMALE



## DIAGRAMMA DI MOMENTO FLETTENTE



## DIAGRAMMA DI TAGLIO



Si considera la verifica del corrente inferiore della capriata essendo maggiormente sollecitato; le sollecitazioni di calcolo massime sono:

$$N_{ED} = 6553 \text{ N}$$

$$M_{ED} = 570200 \text{ Nmm}$$

$$T_{ED} = 11045 \text{ N}$$

Poichè il profilo è un tubolare di sezione 40x40x2mm, pertanto in classe 1, si ha:

$$A = 3.04 \text{ cm}^2$$

$$J = 7.34 \text{ cm}^4$$

$$W_{e1} = 3.68 \text{ cm}^3$$

$$W_{p1} = 4.33 \text{ cm}^3$$

$$A_v = (3.04 \times 4) / 8 = 1.52 \text{ cm}^2$$

$$V_{c, RD} = [(152 \times 235) / (1.7320 \times 1.05)] \times 10^{-3} = 19.64 \text{ kN}$$

Poichè  $V_{ed} > 0.5V_{c, RD}$  è necessario tener conto di una tensione di snervamento ridotta.

La verifica a taglio è comunque soddisfatta dal momento che risulta:

$$T_{ED} / V_{c, RD} = 11 / 19.64 = 0.56 < 1$$

$$\rho = (2 \times 11 \cdot 10.93 / 19.641 - 1)^2 = 0.014$$

$$f_{y, red} = (1 - 0.014) \times f_{y, k} = 232 \text{ N/mm}^2$$

$$N_{p1, RD} = (304 \times 232) / 1.05 = 67169 \text{ N}$$

$$M_{c, RD} = M_{p1, RD} = (4336 \times 232) / 1.05 = 953920 \text{ Nmm} \quad 958049$$

$$n = 6553 / 67169 = 0.097$$

$$a = (314 - 2 \times 40 \times 2) / 314 = 0.49$$

$$M_{N, y, RD} = (958049 \times (1 - 0.097) / (1 - 0.5 \times 0.49)) = 1145852 \text{ Nmm}$$

La verifica è soddisfatta dal momento che risulta:

$$M_{ED}/M_{N,y, RD} + N_{ED}/N_{p1, RD} = 0.78 < 1$$

### 1.8.2 Verifica parapetto:

Come anticipato in relazione tecnica descrittiva il parapetto (ringhiera protettiva) del palco è costituita da montanti in tubolare di sezione 80x40x3mm, in cui si collegano mediante innesti a boccole/spinotti i parapetti; l'azione agente in corrispondenza dei montanti vale pertanto:

$$q_d = 1.5 \times 1.0 \times 2.0 = 3.0 \text{ KN}$$

$$M_{ED} = 3.0 \times 1 = 3.0 \text{ KNm}$$

$$W = 13.96 \text{ cm}^3$$

La verifica è soddisfatta in quanto essendo:

$$M_{C, RD} = 13960 \times 235 / 1.05 = 3.12 \text{ KNm}$$

$$M_{ED} / M_{C, RD} = 0.96 < 1$$

### 1.8.3 Verifica assito:

pannelli aventi spessore:  $s = 2.70 \text{ cm}$

$$q_d = 1.5 \times 6.10 = 9.15 \text{ KN/m}^2$$

Poiché ogni pannello appoggia alle estremità alle capriate speciali, e nel tratto intermedio alle travi intermedie, lo schema statico è di trave continua su tre appoggi (di luce pari a 65\_67\_65 cm). La massima sollecitazione è

$$M = 0.225 \text{ KN/m}$$

$$\sigma = \frac{6 \times 0.225}{50 \times 2.7^2} \times 10^3 = 3.7 \text{ N/mm}^2$$

pannelli aventi spessore:  $s = 1.80 \text{ cm}$

$$\sigma = \frac{6 \times 0.225}{50 \times 1.8^2} \times 10^3 = 8.3 \text{ N/mm}^2$$

## 1.9 PRECISAZIONI E PRESCRIZIONI PER L'USO

Poiché la struttura non è dotata di fondazione stabile ed è stata progettata e realizzata in relazione al suo uso specifico temporaneo, con il requisito essenziale della semplicità e rapidità del montaggio-smontaggio delle sue membrature, unite tra loro esclusivamente mediante bulloni ed innesti ad incastro, sarà cura e responsabilità dell'allestitore provvedere alla sua posa ed assemblaggio con la massima accuratezza e diligenza, attenendosi scrupolosamente alle istruzioni di assemblaggio in particolare la sommità dei piantoni collegati a cavi di controventamento saldamente ancorati in punti fissi posti nel piano di posa della struttura, come indicato nella figura.

Infine data la temporaneità della struttura, e dal momento che non si è a conoscenza delle caratteristiche geologiche e geotecniche del piano di posa e del luogo

di installazione sarà cura e responsabilità del committente provvedere alla valutazione ed adeguatezza delle strutture di fondazione e/o piano di posa della struttura.

#### 1.10 VERIFICHE DI DURABILITA' E MANUTENZIONE

Si raccomanda di effettuare le verifiche riportate in occasione del primo montaggio e ripetutamente nei montaggi successivi nel corso della vita della struttura, per controllare il mantenimento nel tempo delle caratteristiche strutturali all'atto della costruzione.

<p><b>10.1 MISURE PROTETTIVE PARTICOLARI</b></p>	<p>-non accatastare elementi costitutivi in acciaio: travi, colonne, correnti, particolari vari, se ancora bagnati da acqua, per contrastare insorgenza della ossidazione.</p>
<p><b>10.2 MANUTENZIONE DURANTE LA VITA UTILE DELLA STRUTTURA</b></p>	<p>verifica annuale dello stato della zincatura, verifica della rettilineità/deformazioni elementi costitutivi, verifica dello stato dei teli.</p> <p>-verifica della presenza di deformazioni permanenti per gli elementi strutturali.</p> <p>In presenza di deformazioni permanenti/plastiche è necessario prendere provvedimenti, vietando l'utilizzo dell'elemento strutturale. Infatti l'eccessiva deformazione è un segnale importante di decadenza della rigidità del materiale, con conseguente abbattimento della capacità portante.</p> <p>-verifica integrità delle saldature</p>

<p><b>10.3 CONTROLLO PANNELLI PIANO DI CALPESTIO.</b></p>	<p>Controllare l' integrità e funzionalità di ogni pannello di calpestio sia in occasione di un montaggio sia in occasione di uno smontaggio. Si consiglia periodicamente di ripristinare il film protettivo di ogni pannello per evitare assorbimento di acqua/umidità, che può compromettere la stabilità e resistenza del pannello stesso. Pannelli danneggiati o deformati devono essere sostituiti con nuovi.</p>
---	--

## 2.1 COPERTURA DEL PALCO

Come descritto nella relazione tecnica illustrativa la copertura è una struttura metallica temporanea, da abbinare esclusivamente alla base del palco, dal momento che quest' ultimo costituisce la struttura di controventamento a garanzia della stabilità della copertura agli effetti del vento.

Per il calcolo di verifica e di stabilità si fa pertanto riferimento alla UNI-EN-13782 "strutture temporanee, tende, sicurezza", dal momento che la copertura costituisce esclusivamente un riparo dal sole e dagli eventi atmosferici di modesta entità.

## 2.2 AZIONI CARATTERISTICHE SULLA COPERTURA

Si riportano i valori caratteristici delle azioni agenti sulla struttura:

peso proprio della struttura coperto	0.10 KN/m <sup>2</sup>
carico variabile agente sul coperto	0.10 KN/m <sup>2</sup>
carico dovuto al vento	28.0 m/sec
azione sismica	non prevista
carico dovuto neve	non previsto

### 2.2.1 peso proprio struttura metallica

Il peso proprio della struttura definito come carico uniformemente distribuito è pari a  $q=0.10 \text{ KN/m}^2$

### 2.2.2 Azione vento

Dal momento che l' altezza della struttura è inferiore a 5m (con pilastri alti sia 3m che 3.5m), e la luce è uguale a 10m, l' azione del vento è pari a:

$p=0.30 \text{ KN/mq}$ .

Per quanto riguarda coefficienti di forma si ha:

Il coefficiente di forma per le superfici sopravvento vale:  $c_p=+0.8$

Il coefficiente di forma per le superfici sottovento vale:  $c_p = -0.4$

Il coefficiente di forma per la pressione interna si assume  $c_p = \pm 0.2$

coefficienti di combinazione:  $\psi_{0j} = 0.6$ ,  $\psi_{1j} = 0.2$ ,  $\psi_{2j} = 0.0$   
per valori superiori a 28 m/sec è necessario abbassare la copertura o in alternativa collegare ogni piantone della copertura mediante un tirante ad un punto fisso del piano di posa della struttura.

### 2.2.3 Azione variabile sul coperto

Si considera agente un carico variabile verticale sul coperto di intensità pari a 0.10KN/m<sup>2</sup> come modellazione del carico dovuto alla azione della pioggia.

coefficienti di combinazione:  $\psi_{0j} = 0.5$ ,  $\psi_{1j} = 0.2$ ,  $\psi_{2j} = 0.0$

### 2.2.4 Azione sismica

Conformemente alle prescrizioni della norma, alla esiguità delle azioni permanenti (peso proprio), e al fatto che la struttura è temporanea, si esegue la verifica di stabilità agli effetti delle azioni orizzontali prendendo in considerazione l'azione del vento. Del resto il DM 2008 consente di omettere le verifiche sismiche per strutture provvisorie/temporanee (vita nominale <10anni). In ogni caso le sollecitazioni per effetto del vento sono maggiori di quelle dovute ad un eventuale sisma.

### 2.2.5 combinazioni di carico

Le combinazioni delle azioni caratteristiche per ottenere le azioni di calcolo applicate alla struttura sono di seguito illustrate:

- 1)  $\gamma_G \cdot G_k + \gamma_F \cdot Q_{k,N} + \gamma_F \cdot \psi_{0j} \cdot Q_{k,V}$  per l'azione agente sul coperto.
- 2)  $\gamma_G \cdot G_k + \gamma_F \cdot Q_{k,V} + \gamma_F \cdot \psi_{0j} \cdot Q_{k,N}$  per l'azione del vento.

con le seguenti precisazioni riguardo i coefficienti di combinazione conformemente alla UNI si ha:

$\gamma_G = 1.35$  coeff per azioni permanenti sfavorevoli

$\gamma_G = 1.00$  coeff per azioni permanenti favorevoli

$\gamma_F = 1.20$  coeff per unica azione variabile

$G_k$  valore caratteristico delle azioni permanenti

$Q_{k,i}$  valore caratteristico di generica azione

variabile (i=N per azione variabile sul coperto, i=V per il vento)

## 2.3 COPERTURA DEL PALCO

Si riportano i calcoli di verifica agli stati limite ultimi, per gli elementi ritenuti più significativi, tenendo presente che le sezioni oggetto di verifica

(salvo indicazioni differenti) appartengono alla classe 3.

La capacità di resistenza delle sezioni viene determinata mediante METODO ELASTICO (E).

### 2.3.1 travata del coperto

Si esegue la verifica di sicurezza per la travata centrale. Elementi ( f + l + f )

$$i = 3.50 \text{ m}$$

$$L = 10.0 \text{ m}$$

tub 40x40x2;

$$A=3.04 \text{ cm}^2$$

$$J=7.33 \text{ cm}^4$$

$$p=1.30 \times 0.10 + 1.50 \times 0.10 = 0.28 \text{ KN/m}^2$$

$$q=0.28 \times 3.5 = 0.98 \text{ KN/m}$$

$$M_{ED} = (1/8) \times 0.98 \times 8^2 = 7.84 \text{ KNm}$$

Eseguita una sezione di Ritter in corrispondenza della mezzeria si ottiene lo sforzo di compressione:

$$S_{ED} = 7.84 / 0.48 = 16.4 \text{ KN}$$

Poiché la verifica più gravosa risulta quella relativa alla stabilità, si ha:

$$N_{cr} = (9.8 \times 210000 \times 73300) / 500^2 = 603405 \text{ N}$$

Essendo  $H=500\text{mm}$  la lunghezza libera di inflsione del corrente superiore compresso.

$$\lambda = (304 \times 235) / 603405^{1/2} = 0.34$$

$$\phi = 0.5 \times (1 + 0.21 \times (0.34 - 0.2) + 0.34^2) = 0.57$$

coefficiente di riduzione:

$$\chi = 1 / ((0.57 + (0.57^2 - 0.34^2)^{1/2}) = 0.97$$

$$N_{b, RD} = (0.97 \times 304 \times 235) / 1.1 = 62997 \text{ N}$$

Pertanto la verifica è soddisfatta risultando:

$$R_{ED} / N_{b, RD} = 16400 / 62997 = 0.26 < 1$$

### 2.3.2 Verifica dei piantoni

Nella valutazione della snellezza si considera  $\beta=0.8$  essendo la base incastrata, e la sommità fissa per la presenza dei controventi.

Sez. tub. 50x50x3

$$J=20.85 \text{ cm}^4$$

$$W=8.33 \text{ cm}^3$$

$$A=5.64 \text{ cm}^2$$

$$i=1.92 \text{ cm}$$

$$l=370 \text{ cm}$$

$$\lambda=154$$

la tensione critica euleriana in funzione della snellezza vale:

$$\sigma(\lambda) = 86 \text{ N/mm}^2$$

$$N_{cr} = 86 \times 564 = 48504 \text{ N}$$

$$\lambda = (564 \times 235 / 48504)^{1/2} = 1.65$$

$$\phi = 0.5 \times (1 + 0.21 \times (1.65 - 0.2) + 1.65^2) = 2.01$$

il fattore di riduzione vale:

$$\chi = 1 / (2.01 + ((2.01^2 - 1.65^2)^{1/2})) = 0.31$$

$$N_{b,Rd} = 0.31 \times (564 \times 235) / 1.1 = 37352 \text{ N}$$

Lo sforzo normale agente nei piantoni di sostegno del coperto vale:

$$N_{Ed} = 0.28 \times 4 \times (6.03 / 2 + 2) = 5.6 \text{ KN}$$

La verifica è soddisfatta essendo:

$$N_{Ed} / N_{b,Rd} = 0.11 < 1$$

### 2.3.3 Verifica arcareccio n

$$\phi 40 \times 2 \text{ mm}$$

$$W_x = 2.26 \text{ cm}^3$$

$$l = 3.5 \text{ cm}$$

$$q = 0.28 \times 0.67 = 0.18 \text{ KN/m}$$

$$M_{ED} = (1/8) \times 0.18 \times 3.5^2 = 0.27 \text{ KNm}$$

$$M_{RD} = ((2260 \times 235) \times 1.1) 10^{-6} = 0.48 \text{ KNm}$$

La verifica è soddisfatta essendo:

$$M_{ED} / M_{RD} = 0.56 < 1$$

## 2.4 USO E MANUTENZIONE DELLA COPERTURA

VEDI paragrafo 1.6 pag7.

2.4.1 destinazione della struttura	copertura provvisorie e temporanee, per copertura palco
2.4.2 livello di prestazione	vedere "azioni caratteristiche sulla copertura".
2.4.3 composizione proprietà e prestazioni materiali	vedere "elenco materiali impiegati".
2.4.4 forma elementi e dettagli costruttivi	disegni allegati alla: "relazione di calcolo"
2.4.5 esposizione del sito al vento	Fino 28 m/sec; oltre questa velocità è necessario abbassare la struttura o aumentare gli ancoraggi
2.4.6 durata dell'impiego	Stagione estiva
2.4.7 altezza dello strato di neve	<u>La struttura non sopporta carichi di neve.</u>
2.4.8 piano di posa della struttura	Valutare attentamente le condizioni del piano di posa del capannone, nonché la sua stabilità, e idoneità agli sforzi derivanti dal montaggio ed utilizzo del capannone

2.4.9 formazione di sacche d' acqua nella copertura, e pretensione telo coperto.	Controllare che la membrana di copertura sia in adeguato stato di pretensione e ben stesa, per evitare formazione di sacche d' acqua. In caso contrario ripristinare la configurazione originaria del coperto, smaltendo l' acqua dal sopra il coperto, ricontrollando l' aggancio del telo alle strutture perimetrali, e verificando che il telo sia in tensione. Evitare di forare il telo
2.4.10 efficienza dispositivi ancoraggio al suolo	Verificare che gli ancoraggi siano presenti e siano appropriati.
2.4.11 efficienza dei giunti	Verificare l' integrità dei i giunti e che non siano deformati
2.4.12 efficienza dei controventi	Verificare che i tiranti di controvento siano presenti, correttamente collegati, e in tensione.
2.4.13 mantenimento integrità teli	evitare di trascinare i teli anche se all' interno del sacco di contenimento
2.4.14 controllo ossidazione/ruggine	verificare che gli elementi strutturali, principali/secondari non abbiano processi di ossidazione
2.4.15 Serraggio delle viti	Controllare che siano presenti tutte le viti e che risultino adeguatamente serrate.

## 2.5 PRECISAZIONI E PRESCRIZIONI PER L'USO

Poiché la struttura non è dotata di fondazione stabile ed è stata progettata e realizzata in relazione al suo uso specifico temporaneo, con il requisito essenziale della semplicità e rapidità del montaggio-smontaggio delle sue membrature, unite tra loro esclusivamente mediante bulloni ed innesti ad incastro, sarà cura e responsabilità dell' allestitore provvedere alla sua posa ed assemblaggio con la massima accuratezza e diligenza, attenendosi scrupolosamente alle istruzioni di assemblaggio in particolare la sommità dei piantoni collegati a cavi di controventamento saldamente ancorati in punti fissi posti nel piano di posa della struttura, come indicato nella figura.

Infine data la temporaneità della struttura, e dal momento che non si è a conoscenza delle caratteristiche geologiche e geotecniche del piano di posa e del luogo di installazione sarà cura e responsabilità del committente provvedere alla valutazione ed adeguatezza

delle strutture di fondazione e/o piano di posa della struttura.

## 2.6 VERIFICHE DI DURABILITA'

Si raccomanda di effettuare le verifiche riportate in occasione del primo montaggio e ripetutamente nei montaggi successivi nel corso della vita della struttura, per controllare il mantenimento nel tempo delle caratteristiche strutturali all'atto della costruzione. Vedi anche USO E MANUTENZIONE DELLA STRUTTURA.

### 2.6.1. MISURE PROTETTIVE PARTICOLARI

-non accatastare elementi costitutivi in acciaio: travi, colonne, correnti particolari vari, e lamiere, se ancora bagnati da acqua, per contrastare insorgenza della ossidazione.  
-evitare di trascinare i teli per terra, anche se all'interno dell'apposito sacco, per evitare formazione di abrasioni bruciature, screpolature e rotture.  
-controventare sempre la struttura al suolo, con gli appositi tiranti, con le appropriate zavorre; come definito in relazione di calcolo. In caso di vento superiore a 28 m/sec è necessario abbassare la struttura  
-evitare di tenere montata la struttura nella stagione invernale, in caso contrario utilizzare accorgimenti come riscaldamento dell'interno (in modo tale che la temperatura esterna della superficie della copertura sia  $>2^{\circ}\text{C}$ ), puntellamenti della struttura, o infine rimozione telo del coperto, previo abbassamento del coperto.

<p>2.6.2. MANUTENZIONE DURANTE LA VITA PREVISTA</p>	<p>verifica della presenza di deformazioni permanenti per gli elementi strutturali.  In presenza di deformazioni permanenti/plastiche è necessario prendere provvedimenti, vietando l' utilizzo dell' elemento strutturale. Infatti l' eccessiva deformazione è un segnale importante di decadenza della rigidezza del materiale, con conseguente abbattimento della capacità portante.  -verifica integrità delle saldature  -verifica dello stato dei teli.</p>
---	---

### 3.1 CONTENITORI STRUTTURE

I contenitori utilizzati per lo stivaggio/trasporto della struttura sono costruiti con tubolari quadri di sezione 60x40x2 mm/80x40x3 mm, e occhielli utilizzati per il sollevamento in piatto 23x10mm. Durante lo stivaggio è necessario disporre la merce in modo regolare, e in modo tale che il baricentro complessivo coincida quanto più possibile con il centro del contenitore, e che i supporti risultino così ugualmente carichi.

Ogni contenitore è stato calcolato per sopportare un carico massimo di 30KN (ossia 30Q), ripartito equamente nei quattro occhielli di sollevamento. Si declina qualsiasi responsabilità per danni a cose o persone causati dalla movimentazione dei contenitori, che devono essere gestiti esclusivamente da personale adeguatamente formato. I contenitori non devono essere sovrapposti o impilati

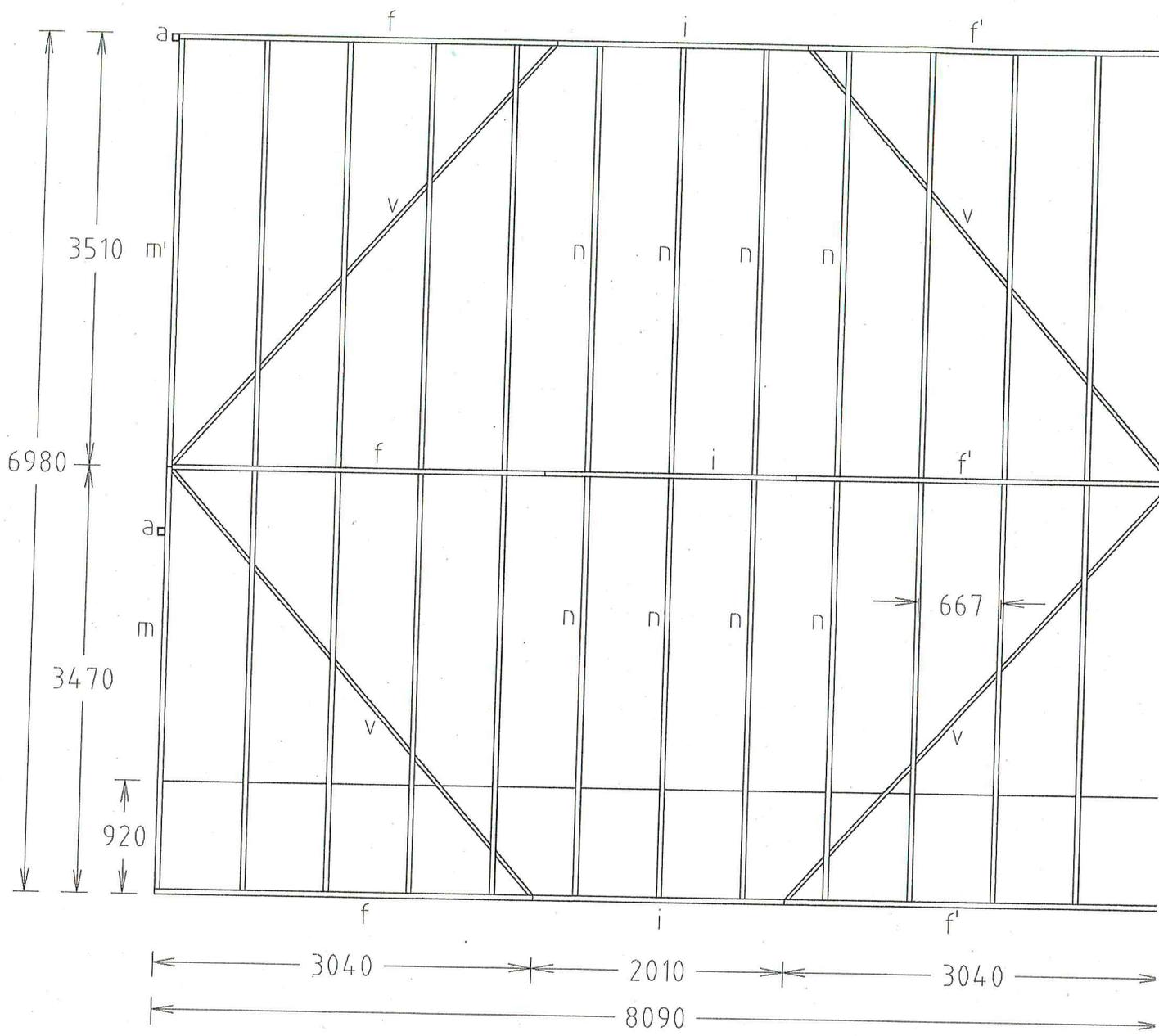
Argenta 27/11/12

L'ingegnere calcolatore  
Ing. Giovanni Fiorentini

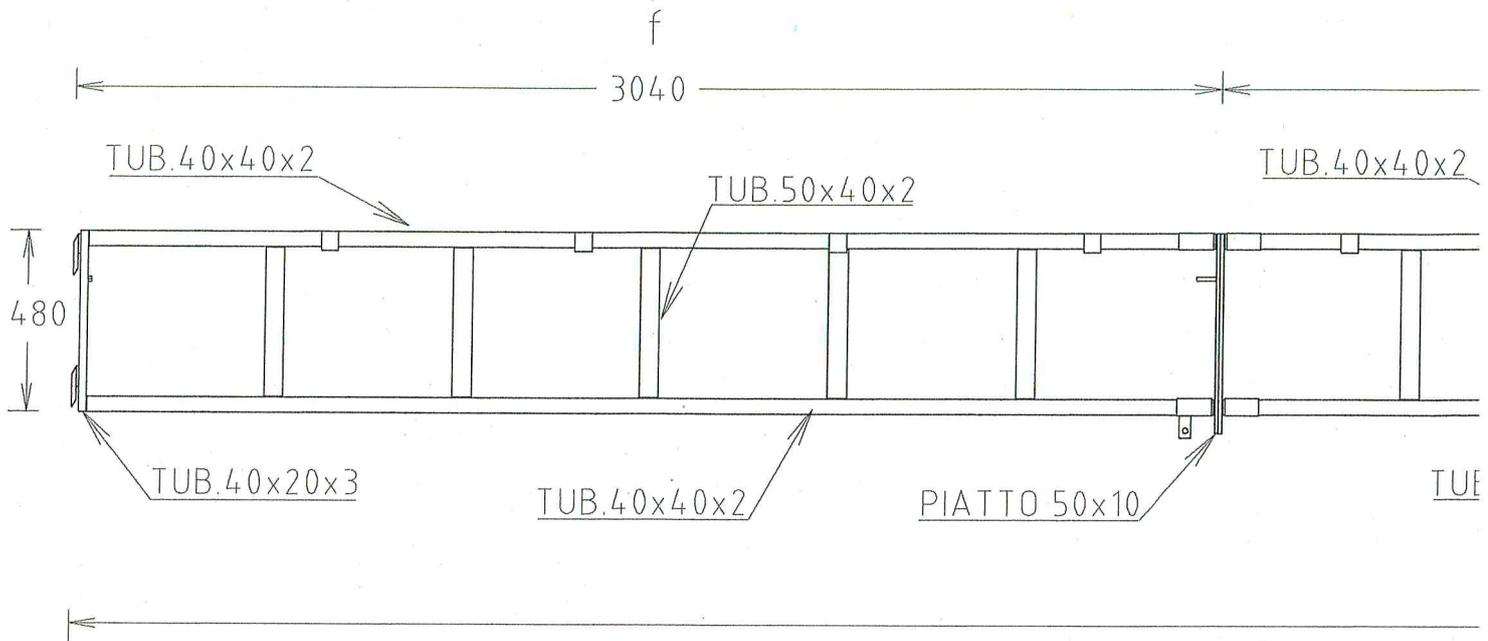


ORDINE DEGLI INGEGNERI DELLA PROVINCIA DI FERRARA  
n. 1275 Albo  
dott. ing. Giovanni Fiorentini

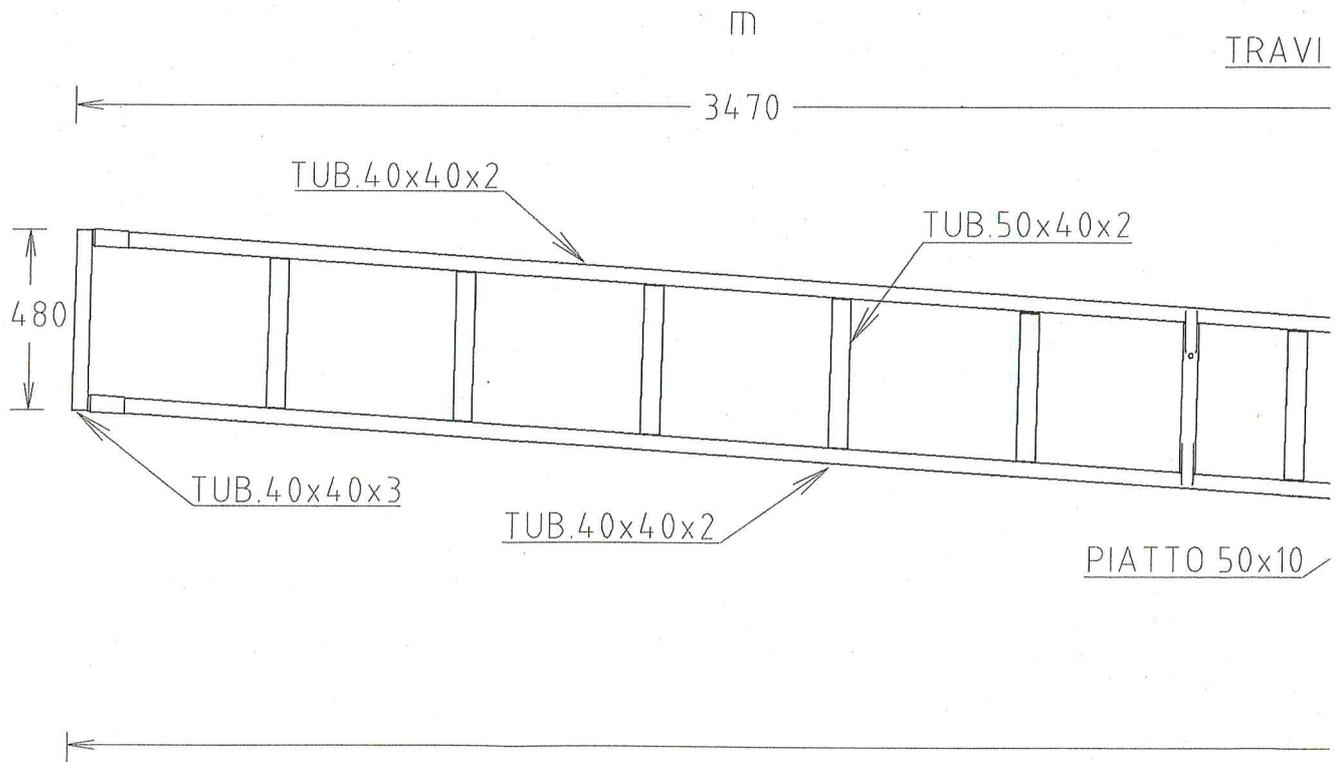
COPERTURA VISTA DALL'ALTO Scala 1:50



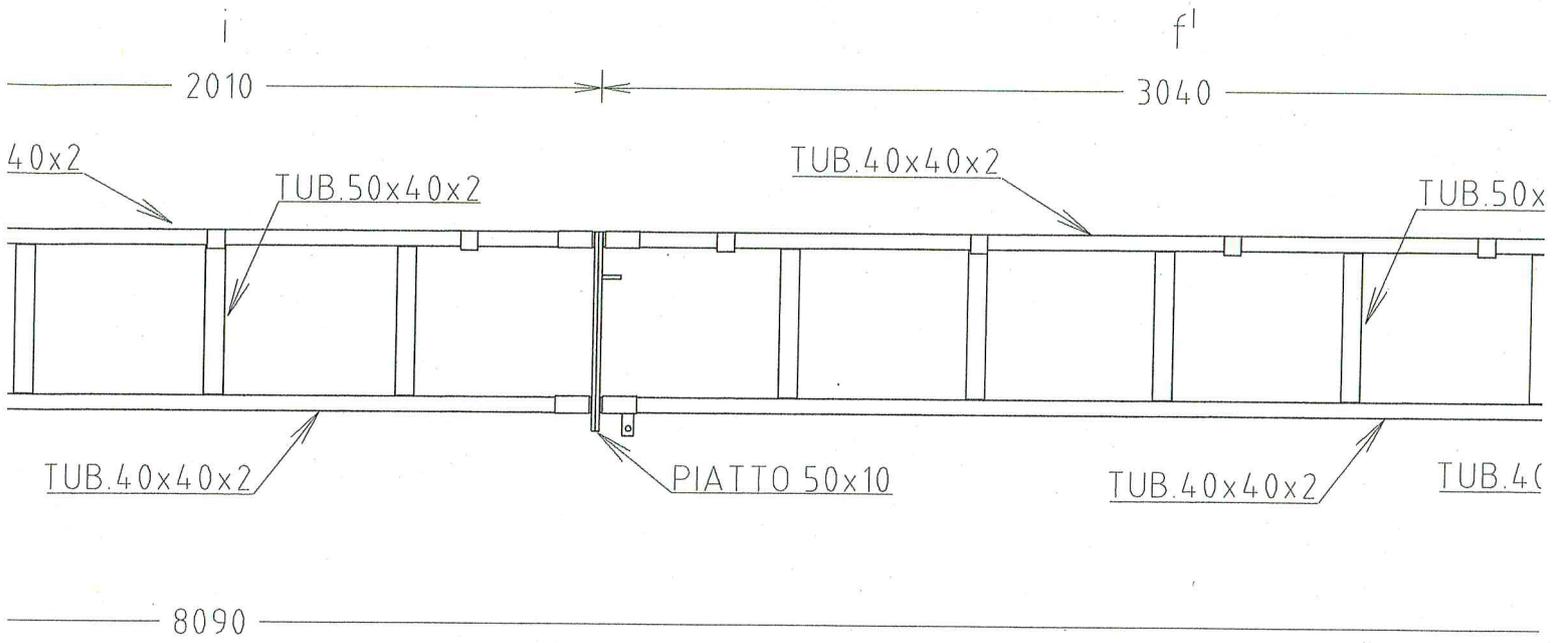
TR/



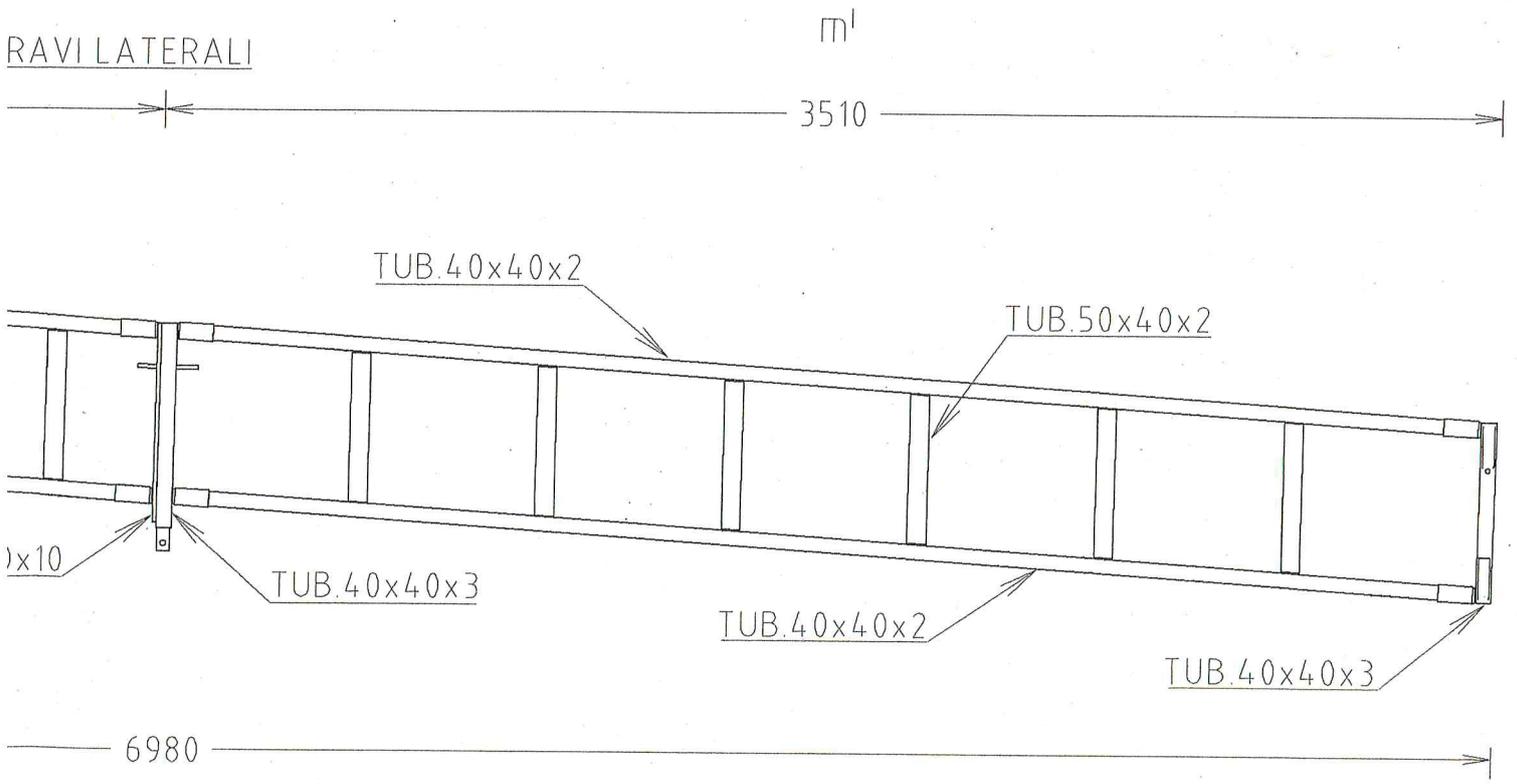
TRAVI



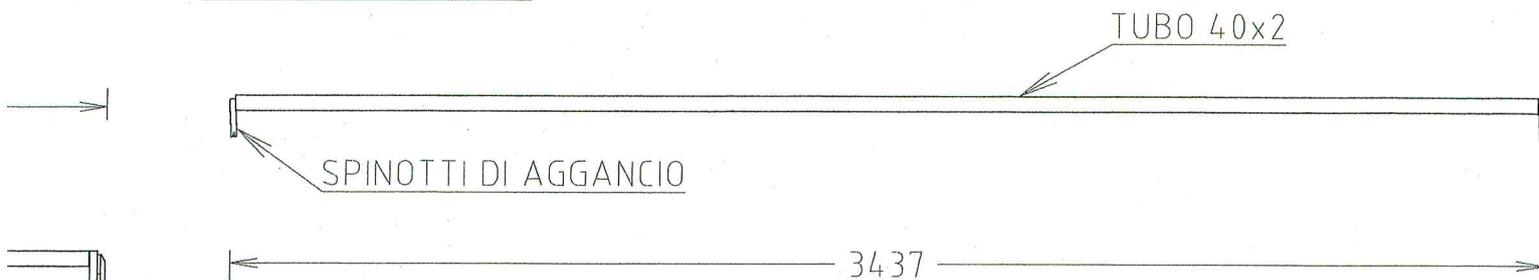
TRAVI FRONTALI



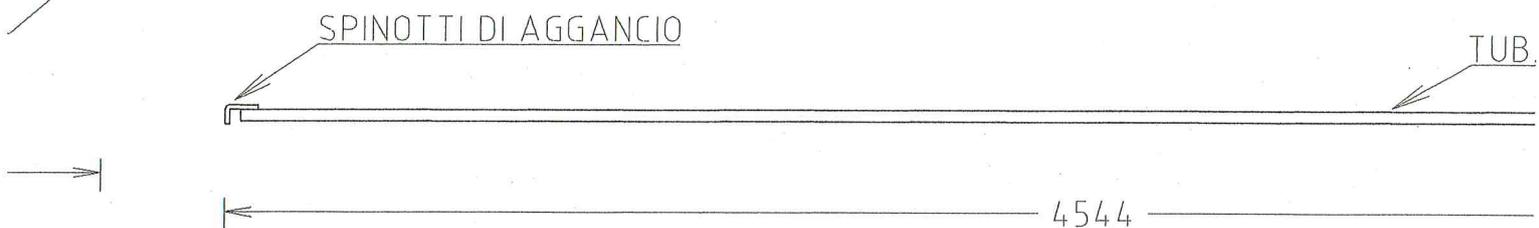
TRAVI LATERALI



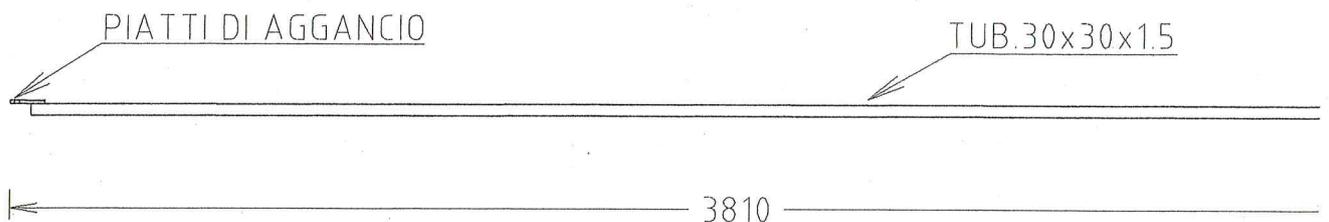
ELEMENTO n  
CORRENTE COPERTO



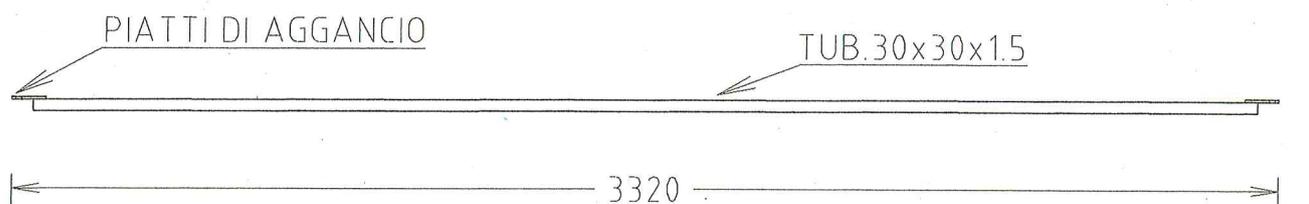
ELEMENTO v  
DIAGONALE COPERTO



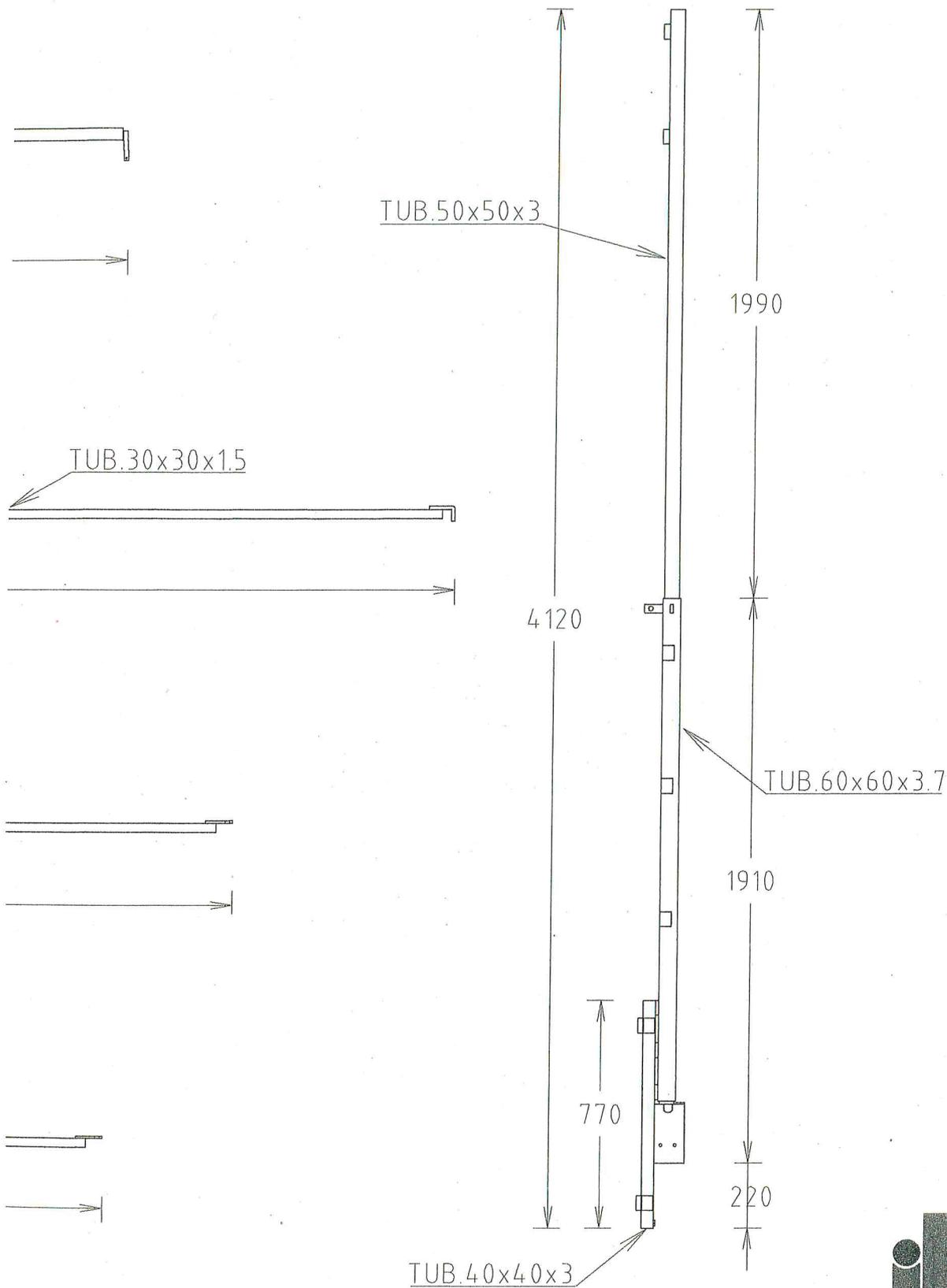
ELEMENTO s  
DIAGONALE PARETE



ELEMENTO t  
DIAGONALE PARETE



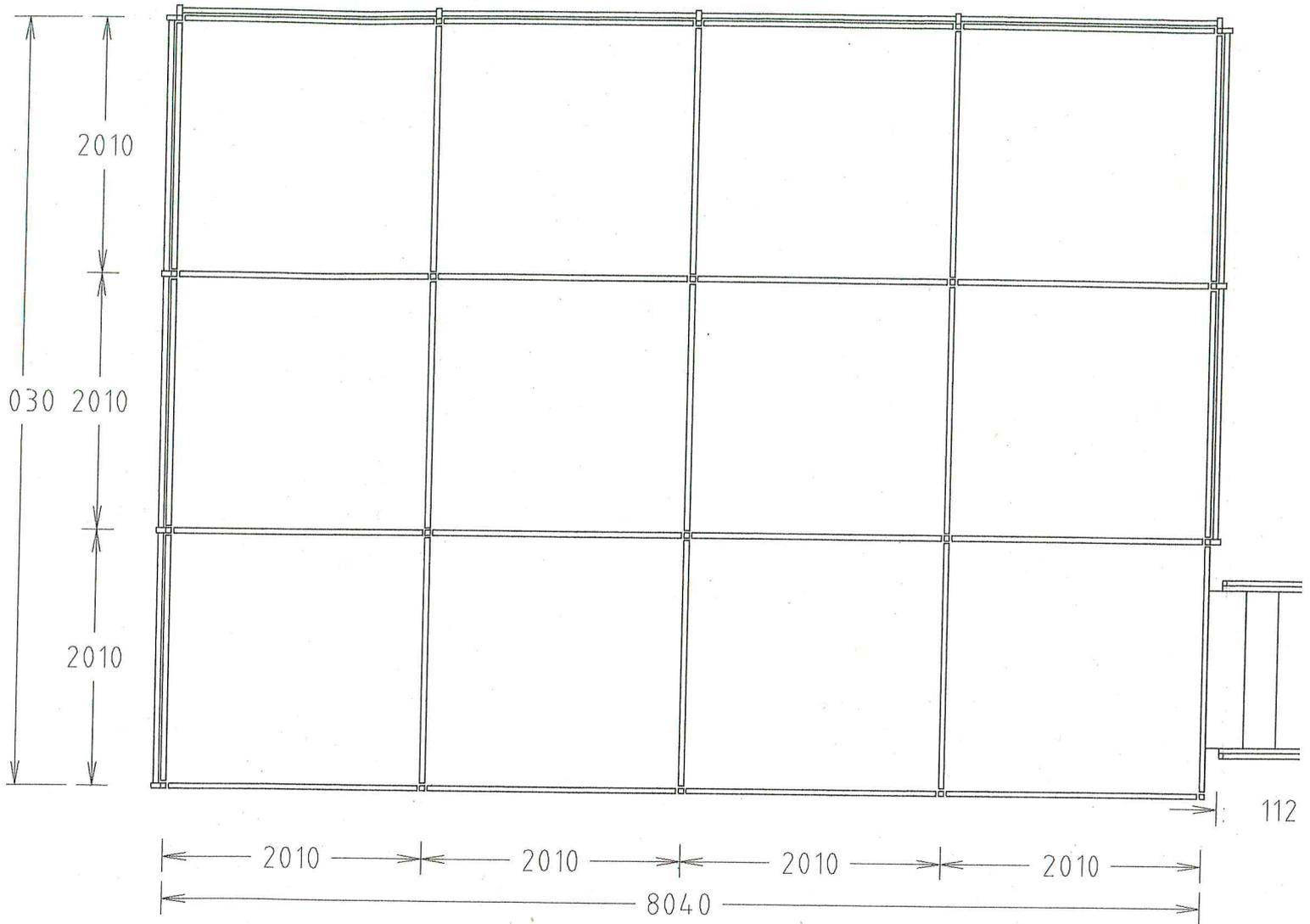
ELEMENTO a  
PIANTONE AUTOMONTANTE



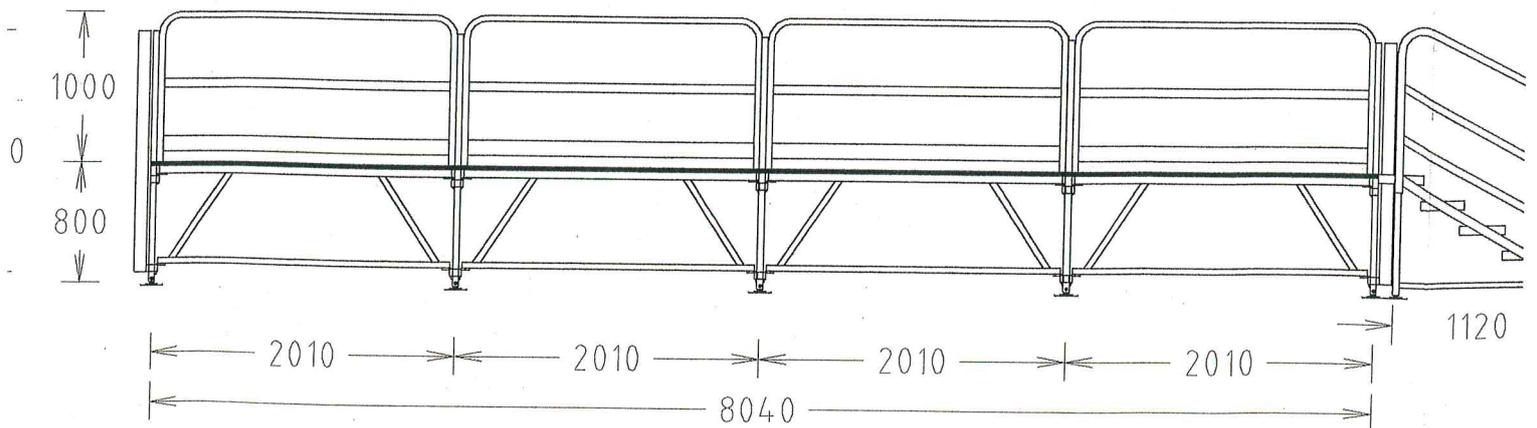
UFFICIO TECNICO  
via Leonardo da Vinci 1 ARGENTA(Fe)  
tel.0532-804301 fax 0532-805306  
info@ilma-stand.it



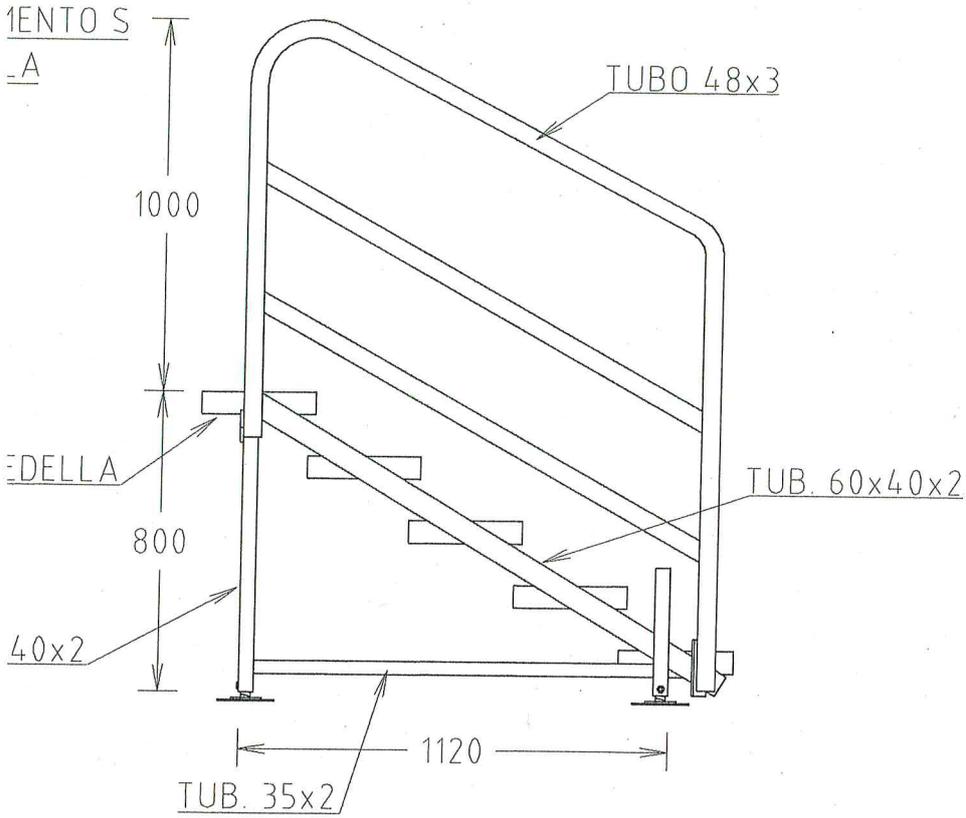
PLANIMETRIA scala 1:50



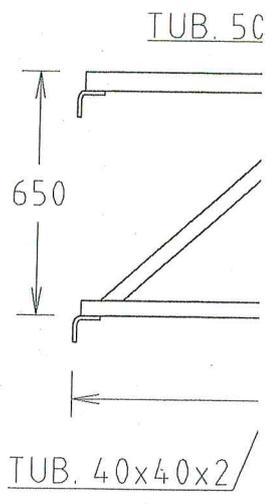
PROSPETTO FRONTALE scala 1:50



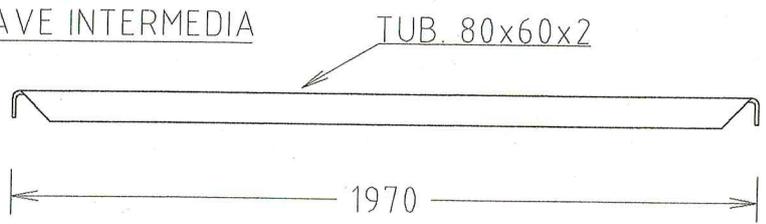




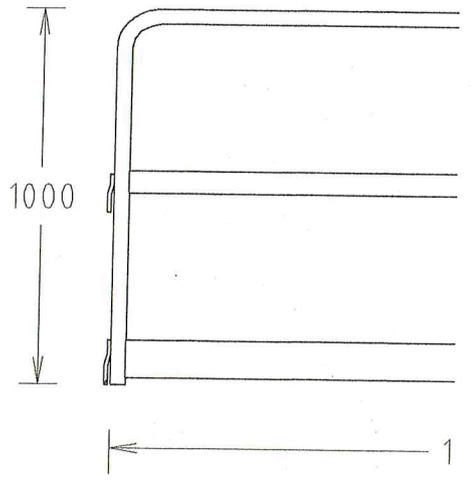
ELEMENTO B  
CAPRIATA ANTI



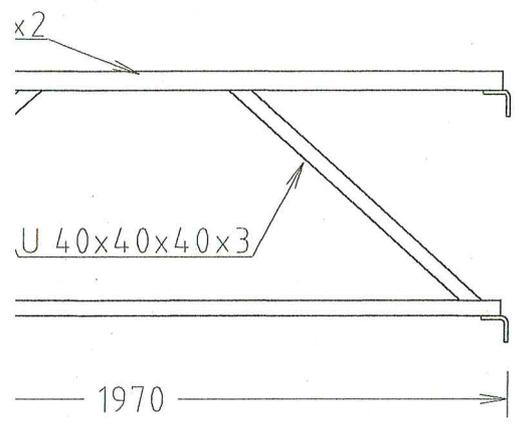
ELEMENTO E  
TRAVE INTERMEDIA



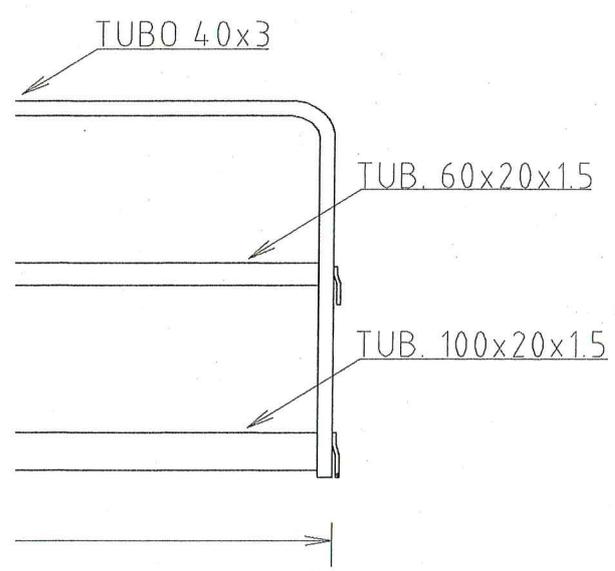
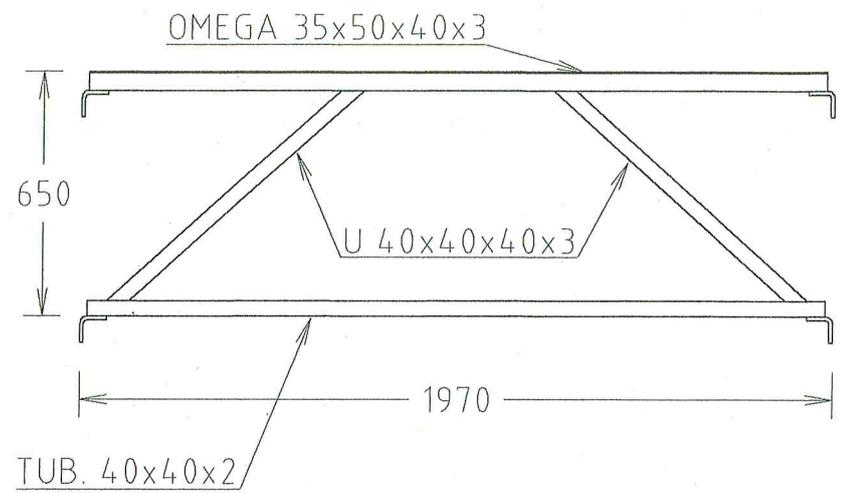
ELEMENTO F  
RINGHIERA



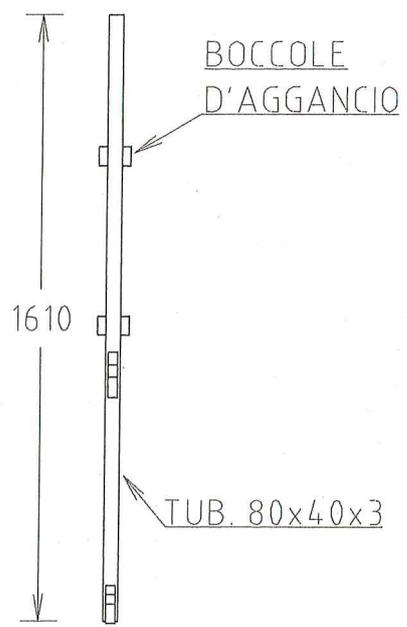
RE



ELEMENTO C  
CAPRIATA SPECIALE



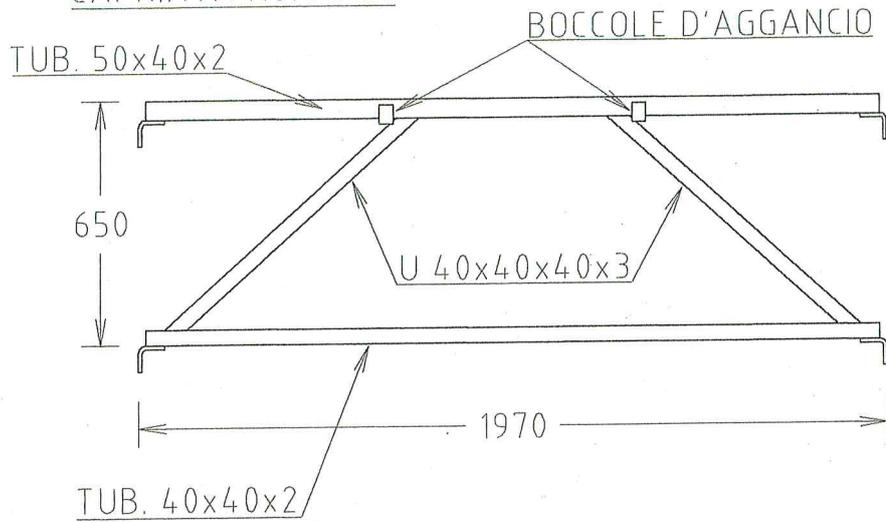
ELEMENTO G  
PIANTONE RINGHIERA  
CENTRALE



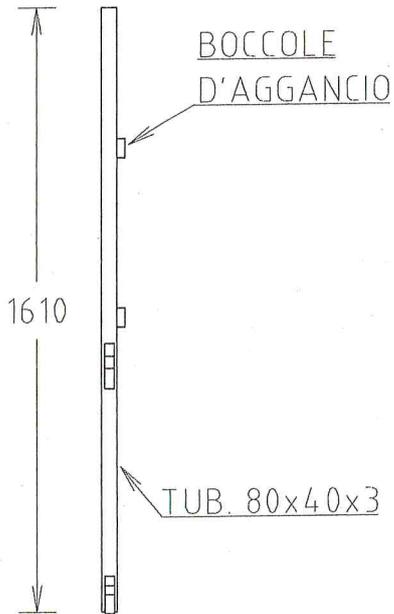
ELEMENTO H  
PIANTONE RI  
LATERALE



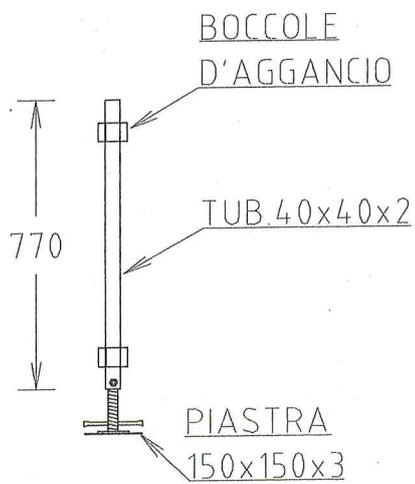
ELEMENTO D  
CAPRIATA NORMALE



ELEMENTO H  
LINEA RINGHIERA  
ORIZZONTALE



ELEMENTO P  
PIANTONE A VITE



UFFICIO TECNICO  
via Leonardo da Vinci 1 ARGENTA(Fe)  
tel.0532-804301 fax 0532-805306  
info@ilma-stand.it

