

# Tensostrutture per la realizzazione di grandi luci

Dott. Ing. Massimo Majowiecki,  
Bologna

Nel 1973 sono state realizzate anche in Italia diverse costruzioni di grande luce mediante l'impiego, sempre più diffuso, di funi ad alta resistenza, come elemento portante della copertura.

Sfruttando una delle peculiari caratteristiche dell'acciaio e cioè la sua elevata resistenza alla trazione, la fune di acciaio consente la realizzazione di luci notevoli, come quelle che saranno in seguito descritte, con un consumo di acciaio che è mediamente dell'ordine di 4 kg/m<sup>2</sup>.

Come termine di confronto del peso per metro di superficie coperta si pensi che le strutture spaziali più leggere arrivano mediamente ai 35 ÷ 50 kg/m<sup>2</sup>.

Vedremo ora, brevemente descritte, tre realizzazioni: nel campo sportivo, industriale e per il tempo libero.

## Piscina di Lugo (Ravenna)

A Lugo, in provincia di Ravenna, è in fase di ultimazione un complesso sportivo comunale.

In questa costruzione tre piscine, servizi, tribune per 150 persone ed una palestra sono sistemati sotto una copertura di circa 2 600 m<sup>2</sup> sostenuta da travi di funi di 57,40 m di luce libera, con interasse di 4,75 m. La tensostruttura realizzata è di tipo asimmetrico avendo gli ancoraggi a diverse quote.

La particolare distribuzione interna con le tribune disposte solo in uno dei lati minori, invitava ad utilizzare una struttura che, partendo dalla zona bassa dei servizi, si ancorasse, dopo aver superato la lunghezza del fabbricato, ad una quota superiore, in modo da permettere la sistemazione delle tribune stesse e la realizzazione del minimo volume d'aria da riscaldare.

Dalla figura 1 si può notare la disposizione geometrica delle 8 travi di funi e le quote dei relativi ancoraggi. Nel lato Est, dove trovano posto i servizi, i punti d'an-

coraggio delle funi portanti sono costantemente a quota +7 m, rispetto alla quota della pavimentazione esterna.

Nel lato Ovest, invece, i punti d'ancoraggio hanno quote variabili da 12,67 m a +16 m rispetto allo stesso riferimento.

La superficie risulta, così, incurvata anche trasversalmente come richiesto dal progetto architettonico.

Le funi stabilizzanti sono ancorate ad Est a quota +3,10 m, mentre ad Ovest sono ancorate a quota +4,40 m.

Con queste condizioni geometriche, sono state calcolate le strutture sottoposte alle varie situazioni di carico previste.

Nella tabella 1 sono illustrati i risultati ottenuti per la trave di funi n° 4.

Con gli sforzi massimi si sono dimensionate le funi, adottando un  $\phi$  44 per la fune portante ed un  $\phi$  32 per la fune stabilizzante.

Ambedue le funi sono di tipo spiroidale e zincate (200 g/m<sup>2</sup>). I tiranti diagonali sono realizzati con barre tonde  $\phi$  18 di acciaio tipo 1.

Le sollecitazioni indotte dalla tra-

ve di funi sono assorbite da cavalletti triangolari costituiti da pilastri in c.a. e da tiranti in acciaio Diwidag.

I pilastri della parte Est sono tutti uguali fra loro ed hanno una sezione variabile da 50 x 50 cm nelle zone terminali, a 70 x 70 cm in mezzeria.

Ad Ovest i pilastri, anch'essi variabili in sezione, sono variabili anche in altezza.

I tiranti esterni per ambedue le testate Est ed Ovest sono stati realizzati con barre  $\phi$  32 di acciaio St 80/105.

Queste barre trasmettono gli sforzi direttamente alle fondazioni dove sono annegate ed opportunamente ancorate.

Nella figura 2 è illustrata la testata prefabbricata d'attacco fune portante-tiranti Diwidag che è stata fissata alla sommità dei pilastri tramite dei bolzoni annegati nel pilastro stesso.

## Progetto ed esecuzione

Committente: Comune di Lugo (RA).

Impresa: C.E.A.L.

Progettazione: Studio G.I.A.B.

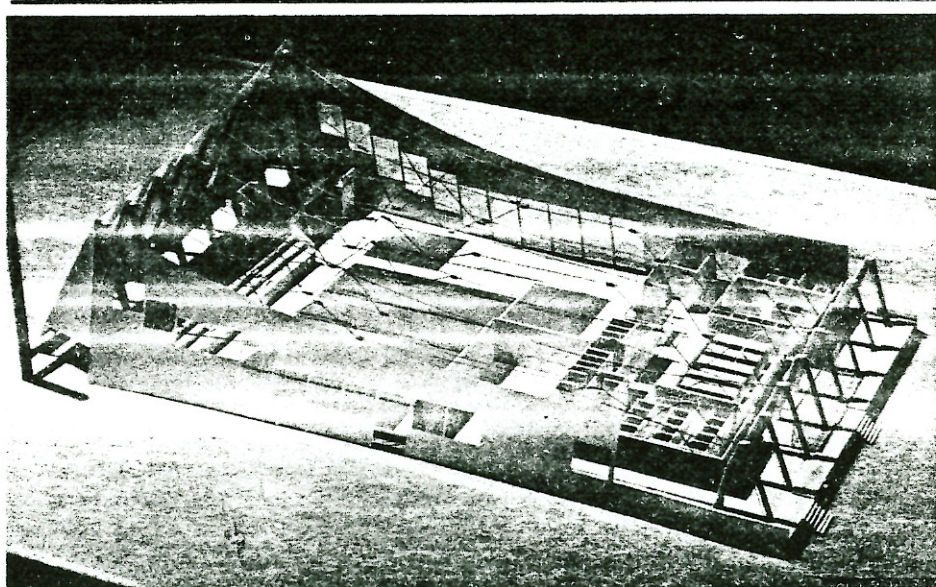


Fig. 1. Plastico della piscina di Lugo.



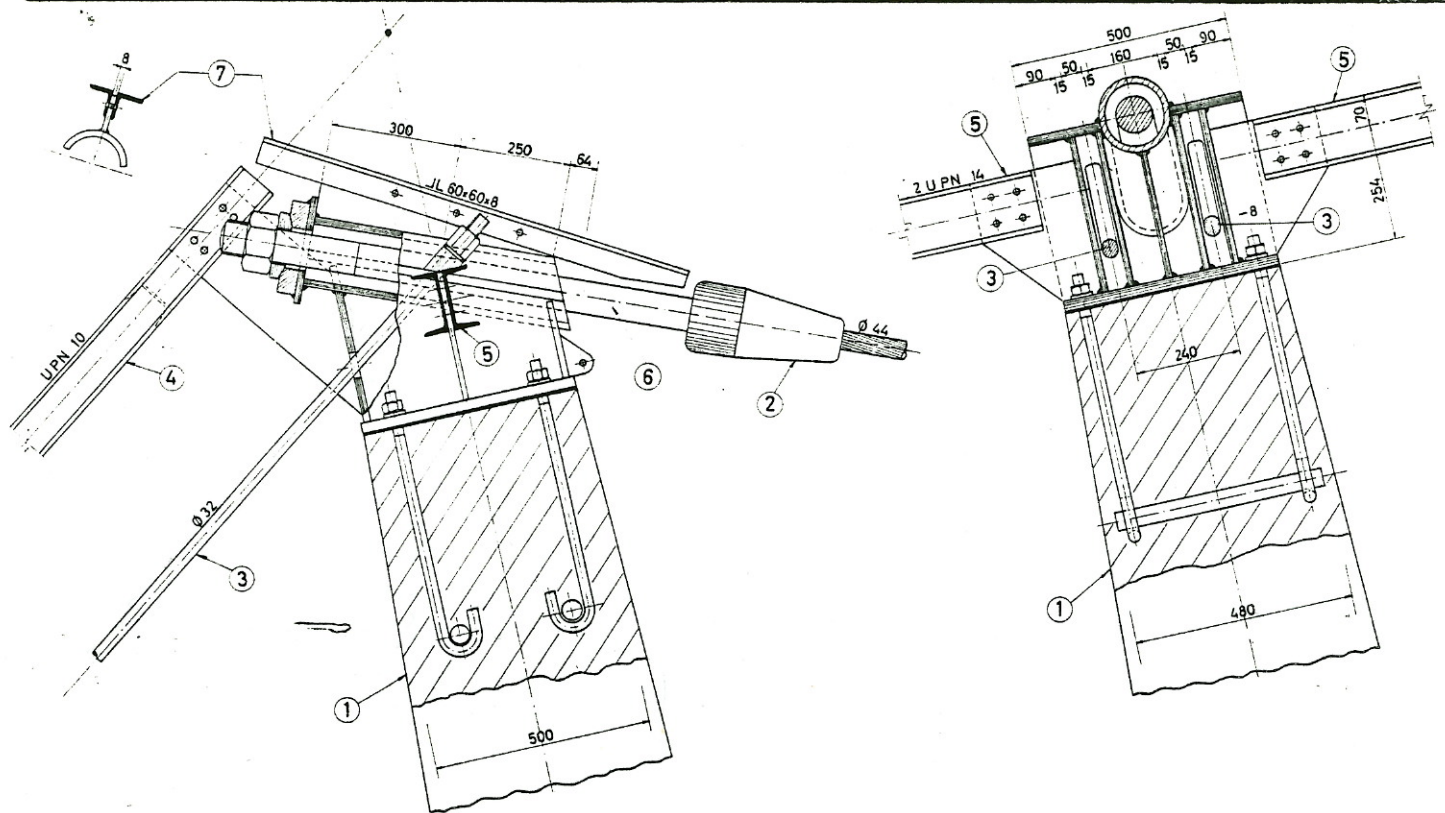


Fig. 2. Piscina di Lugo. Dispositivo prefabbricato per l'attacco delle funi portanti e dei tiranti Diwidag. (1) Colonna in c.a. (2) Manicotto del cavo portante. (3) Barra Diwidag. (4) Profilati formanti il lato inclinato del cavalletto. (5) Profilati colleganti le diverse colonne. (6) Asta filettata  $\varnothing 81$ . (7) Angolari da sistemare dopo la messa in tensione dei cavi.

Tabella degli sforzi nei cavi (vedere schema figura 3).

	Piscina di Lugo						Night-club di Sarmato					
<b>Dati principali:</b>												
Peso proprio . . . . .	30 kg/m <sup>2</sup>						50 kg/m <sup>2</sup>					
Neve . . . . .	90 kg/m <sup>2</sup>						90 kg/m <sup>2</sup>					
Vento (depressione) . . . . .	60 kg/m <sup>2</sup> (c = -0,8)						60 kg/m <sup>2</sup> (c = -0,4)					
Distanza tra cavi . . . . .	4,75 m						5,00 m					
<b>Luce:</b>												
- cavo portante . . . . .	$l_p = 57,40$ m						$l_p = 45,00$ m					
- cavo stabilizzatore . . . . .	$l_s = 52,45$ m						$l_s = 45,00$ m					
<b>Freccia:</b>												
- cavo portante . . . . .	$f_p = 3,40$ m						$f_p = 2,70$ m					
- cavo stabilizzatore . . . . .	$f_s = 4,15$ m						$f_s = 1,80$ m					
<b>Sforzi (in tonnellate) . . . . .</b>	$H_p$	$V_p$	$S_p$	$H_s$	$V_s$	$S_s$	$H_p$	$V_p$	$S_p$	$H_s$	$V_s$	$S_s$
<b>Carichi:</b>												
Peso proprio + neve . . . . .	64,42	16,74	66,56	1,80	0,52	1,87	70,28	17,32	72,38	7,95	1,58	8,11
Peso proprio . . . . .	48,76	11,55	50,11	21,54	6,82	22,60	43,54	9,68	44,60	18,23	4,05	18,67
Peso proprio + vento . . . . .	39,60	8,91	40,59	36,01	11,87	37,91	37,27	8,55	38,24	26,15	5,63	26,75

Gli sforzi dovuti alla neve, al peso proprio e al vento non sono simultanei.



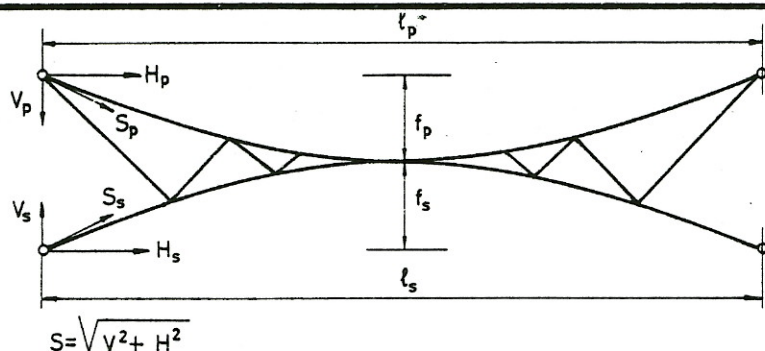


Fig. 3. Schema statico di una coppia di cavi in una tensostruttura del tipo descritto nell'articolo (vedere la tabella della pagina precedente).

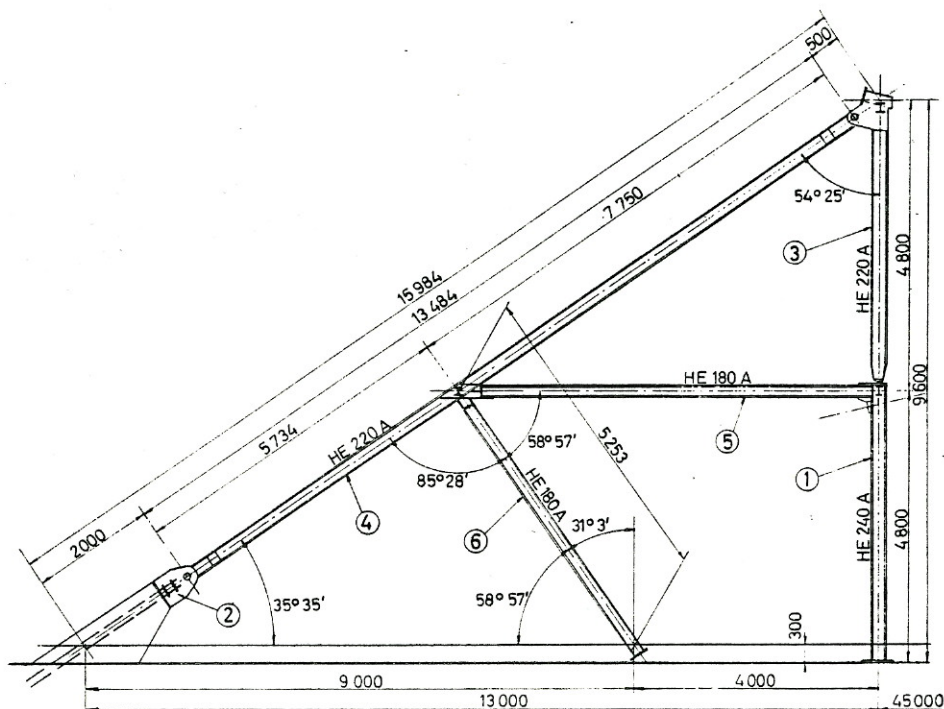


Fig. 4. Night-club di Sarmato. Sistema reticolare di ancoraggio delle funi. (1) Parte inferiore del montante dotato di attacco della fune stabilizzante. (2) Attacco del tirante inclinato alle barre ancorate alla fondazione. (3) Biella sulla cui sommità è ancorata la fune portante (vedi fig. 5). (4) Tirante inclinato. (5) Tirante orizzontale. (6) Puntone inclinato.

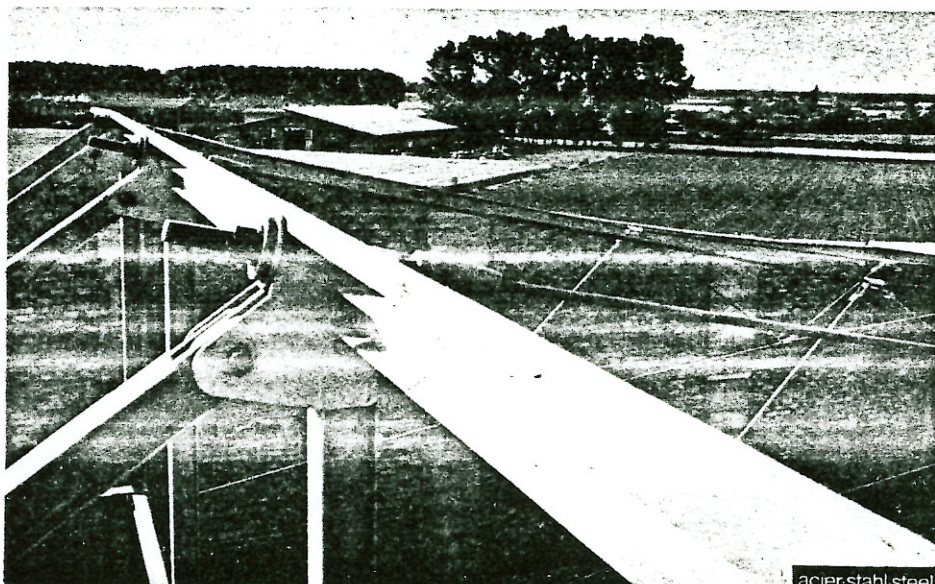


Fig. 5. Night-club di Sarmato. Attacco della fune portante sulla sommità della biella del sistema reticolare (vedi fig. 4).

Consulenza strutturale: Ing. M. Majowiecki.

Tensostrutture: Jawerth-Interstatik.  
Manto di copertura: Robertson Italiana.

Funi speciali: T.E.C.I.

### Night-club (Piacenza)

Questo fabbricato di 53 x 45 m, costruito a Sarmato, in provincia di Piacenza, è stato realizzato con otto telai interamente metallici.

La trave orizzontale, di 45 m di luce, è costituita da una fune portante  $\phi$  44 spiroidale, da 91 fili elementari di 4 mm di diametro con  $\sigma_2 = 150 \text{ kg/mm}^2$  e carico di rottura nominale di 171,6 t, e da una fune stabilizzante  $\phi$  28 (91 x 2,55) con carico nominale di rottura di 69,75 t.

I diagonali sono in tondo del  $\phi$  18.

Gli sforzi massimi per le varie situazioni di carico sono riportati nella tabella.

Il sistema d'ancoraggio, in questo caso, come risulta dalle figure 4 e 5 è composto da una struttura reticolare in profilati ad ali larghe. Il montante verticale in HEA è realizzato in due parti distinte: una parte superiore funzionante a biella (HEA 220) ed una parte inferiore che riceve l'attacco della fune stabilizzante.

Il tirante inclinato in HEA 220 è incernierato al vertice e trasmette gli sforzi alle fondazioni tramite tondi d'acciaio.

Il tirante orizzontale, che trasmette gli sforzi della fune stabilizzante, è un HEA 180, come il puntone inclinato.

La copertura è stata realizzata con lamine d'acciaio zincate di 95 mm d'altezza e 8/10 di spessore, appoggiate con una luce di 5 m corrispondenti all'interasse delle tensostrutture.

Le pareti sono costituite da pannelli sandwich di lamiera, zincata all'interno e colorata di bianco all'esterno.

### Progetto ed esecuzione

Committente: S.I.R.

Progettazione: Dott. Ing. M. Majowiecki.

Direzione lavori: Dott. Ing. Magnani.

Impresa: Casaccio & Luppi.

Tensostrutture: Jawerth - Interstatik - T.E.C.I.

Manto di copertura e pareti: Robertson Italiana.



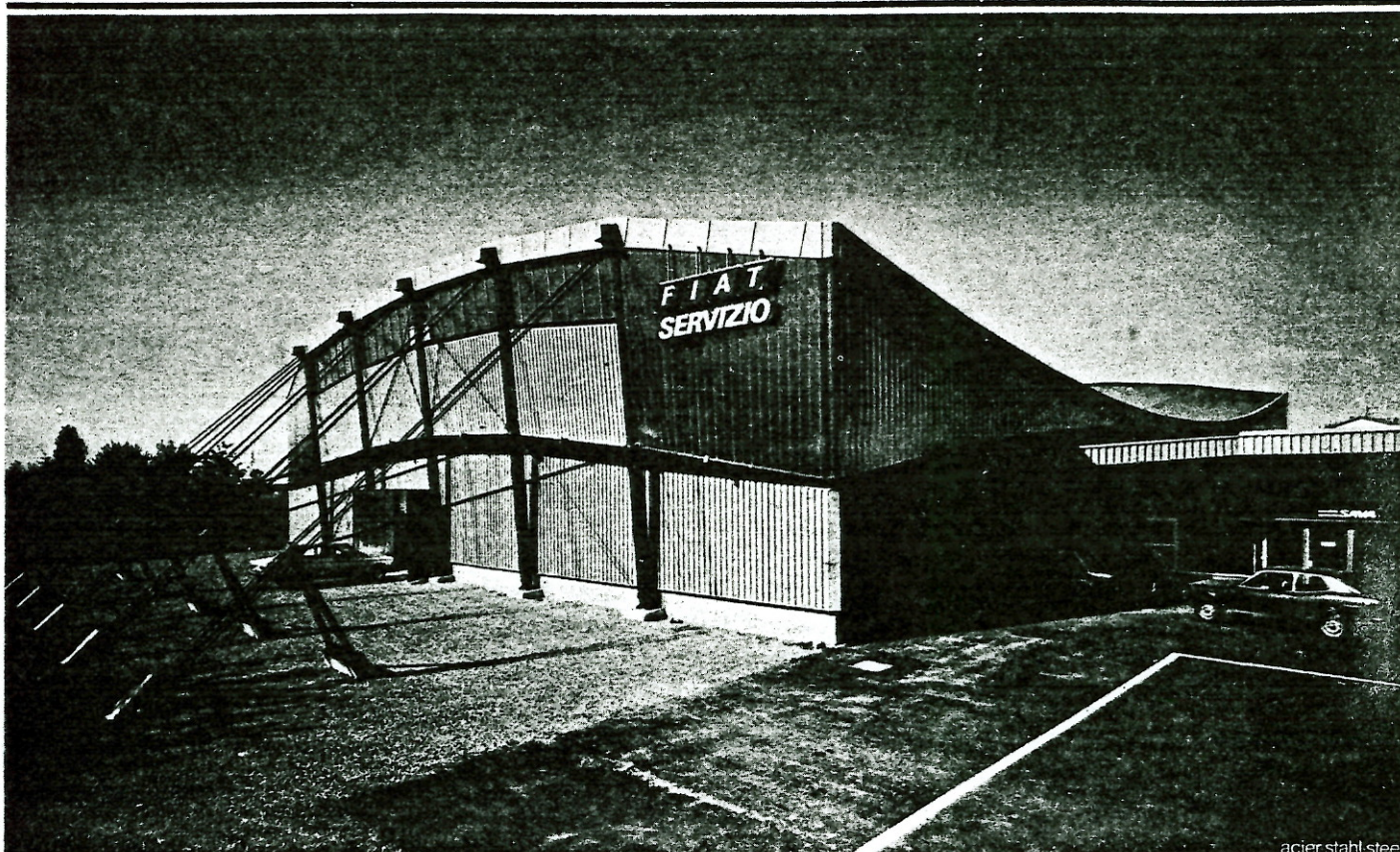


Fig. 6. La Concessionaria FIAT a San Giovanni in Persiceto.

acier stahl steel

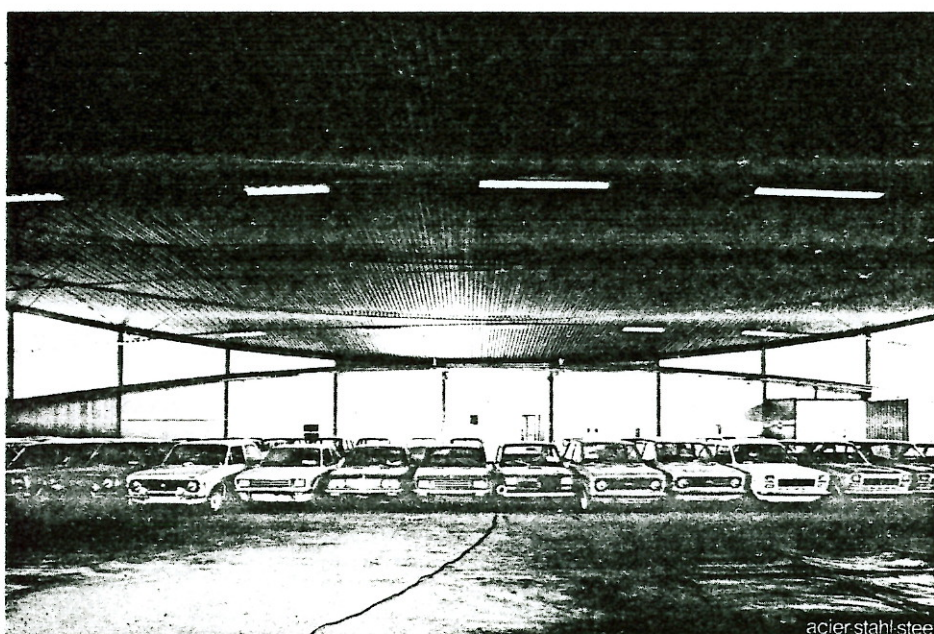


Fig. 7. Vista interna del salone di esposizione nel gran capannone della Concessionaria FIAT. La copertura è realizzata in lamiera zincata.

acier stahl steel

#### Concessionaria FIAT-S.A.R.E.

Questa costruzione di 50 m di luce libera, costruzione già presentata nel n. 12 della rivista *Acciaio* del 1972 [1], allora in corso di costruzione, è stata completata con la copertura in lamiera zincata, coibentata ed impermeabilizzata nonché tamponata con lamiera Sandwich e vetri U-glass (figg. 6 e 7).

Nella parte anteriore sono stati costruiti gli uffici aventi ossatura e copertura metalliche.

#### BIBLIOGRAFIA

- [1] M. Majowiecki, « Nuova concessionaria FIAT a S. Giovanni in Persiceto (Bologna) », *acciaio*, n. 12-1972, pagg. 625-630.