

L'involucro negli impianti indoor

Claudio Renato Fantone
architetto

INTRODUZIONE

È noto come per la progettazione degli impianti sportivi, e in particolare modo di quelli «indoor», ci si debba riferire, in relazione ai requisiti funzionali e di sicurezza, a tipologie spaziali notevolmente vincolanti.

Nel caso specifico degli impianti «indoor» ad esempio sono presenti luci minime da coprire - da circa 9-10 m. a 24 m. di larghezza con rispettive altezze di 3,50 m. e 9 m. - che senza dubbio indirizzano alla scelta di appropriati schemi strutturali.

Questi schemi strutturali, pur se a prima vista «rigidi» dal punto di vista creativo, vanno però interpretati in funzione del sistema strutturale prescelto.

In altra parte della monografia vengono illustrati in dettaglio i sistemi strutturali in legno lamellare, in carpenteria metallica, in c.a. prefabbricato e le tensostrutture. Sappiamo che ciascuno dei sistemi citati possiede delle proprie caratteristiche e potenzialità espressive (basti pensare ai rapporti fra luce coperta e altezza e spessore delle travi e dei pilastri) che possono essere esaltate con l'abbinamento con gli altri elementi che compongono e che possono caratterizzare l'involucro intero.

Ad esempio un ambiente morfologicamente estremamente direzionale come quello per la corsa con misure volumetriche di circa $9 \times 3,50 \times 40-100$ m di lunghezza, indubbiamente si rivelerà facilmente «povero» dal punto di vista architettonico se non si interviene attraverso una idonea partitura della struttura, che ne conformerà il ritmo (sia interno che esterno) e una sapiente combinazione dei materiali opachi e trasparenti e/o traslucidi, che costituiscono il resto dell'involucro e che ne determineranno la «texture».

D'altra parte la qualità ambientale e spaziale interna verrà influenzata dalla posizione e dalle caratteristiche delle parti o degli elementi illuminanti: illuminazione zenitale, diffusa, o illuminazione diretta, proveniente prevalentemente da una esposizione a mezzogiorno, isolate o estese a seconda delle condizioni geografiche dell'intervento e conseguentemente delle scelte architettoniche del progettista.

Un altro importante aspetto che interessa la costruzione degli impianti indoor è rappresentato dalla scelta di materiali e manufatti idonei alla realizzazione delle tamponature verticali e/o orizzontali che possano essere montati con una certa rapidità e che abbiano delle intrinseche caratteristiche di finitura.

A tale scopo si è pensato di redigere una rassegna di alcuni di questi materiali, più o meno noti, cercando di illustrarne le caratteristiche dimensionali, le proprietà fisico-tecniche, il grado di finitura e le eventuali opere di manutenzione e infine le modalità di posa in opera (corredate soprattutto quest'ultime da immagini illustrative).

I manufatti selezionati con cui, per particolari esigenze o scelte progettuali si può realizzare la maggior parte dell'involucro, sono stati suddivisi nelle seguenti categorie: coperture e chiusure perimetrali trasparenti o traslucide, coperture e chiusure perimetrali opache, chiusure perimetrali opache e elementi di completamento costituiti da manufatti che, pur presentando caratteristiche tali da rientrare nella prima categoria, sembrano maggiormente adatti ad un impiego integrato con le tamponature.

Si aggiunge infine che la maggior parte dei materiali esaminati

è caratterizzata da una certa leggerezza, che ne facilita la messa in opera, e che sussiste un buon grado di compatibilità costruttiva e architettonica fra i manufatti stessi.

Coperture e chiusure perimetrali trasparenti o traslucide

FILM PLASTICO IN EFTE

Si tratta di un film in copolimero etilene-tetrafluoruro etilene che appartiene alla famiglia dei *teflon*.

I teli presentano una notevole resistenza all'invecchiamento (superiore ai 15 anni di esposizione continua agli agenti atmosferici) e alla grandine.

Le caratteristiche dei fluoropolimeri permettono di realizzare manufatti con peso variabile da 1 a 3,5 kg./mq., consentendo conseguentemente l'impiego di strutture portanti estremamente snelle, con ampie superfici trasparenti; l'utilizzo di tale manufatto è pertanto particolarmente indicato per quelle realizzazioni ove si desideri una elevata illuminazione naturale.

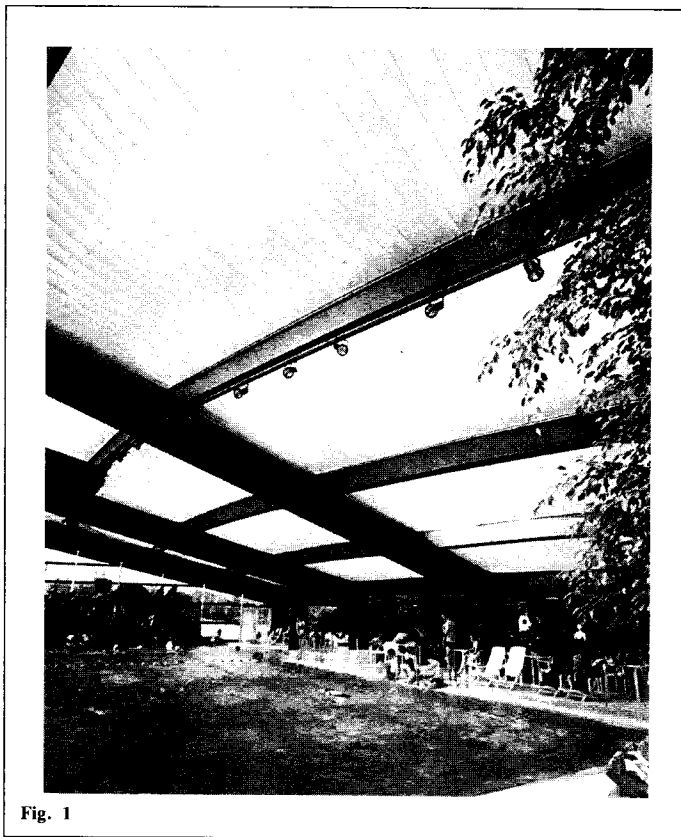


Fig. 1

Fig. 1: I pannelli in film plastico impiegati per la copertura di una piscina in Olanda.

Fig. 2: I pannelli possono essere prodotti in una varietà di forme: triangoli, rettangoli, trapezi e ottagoni.

Fig. 3: Particolari costruttivi dell'aggancio dei pannelli alla struttura.

FINITURA E MODALITÀ DI MANUTENZIONE

Il film, per sua natura trasparente, può essere prodotto, per realizzazioni di grandi superfici, anche colorato. Il film ininfiammabile è autopulente, in un ampio intervallo di temperatura che, nell'impiego permanente, va da 200 °C a 150 °C. La molecola polimerica è caratterizzata da una elevata stabilità contro gli agenti degradanti, piogge acide, radiazione solare e ultravioletta e acidi e solventi.

CARATTERISTICHE E PROPRIETÀ

I teli possono avere larghezze fino a 4 m. e qualsiasi lunghezza.

Proprietà termo-fisiche

peso specifico (s = 100 micron)	1,75 g./cmc. (DIN 53479)
permeabilità all'acqua (s = 100 micron)	35 cc./mq. 24h bar (DIN 53380)
permeabilità al vapore (s = 100 micron)	2 g./mq. 24h (ASTM E 96)
permeabilità al CO ₂ (s = 100 micron)	150 cc./mq. 24h bar (DIN 53380)
assorbimento d'acqua	0,029 % (ASTM D 570)
coeff. di conducibilità termica	2 Kcal m./h mq. °C
coeff. dilatazione termica lineare	11,3 × 10 ⁻⁵ mm./m.
trasparenza alla luce visibile	95% (s = 100 micron)
trasparenza alle radiazioni U.V.	92%
resistenza al fuoco	classe B1 (DIN 4102)

Proprietà meccaniche

durezza shore D	70
resistenza a rottura	40-46/Nmmq. (ASTM D 638)
allungamento a rottura	300% (DIN 53455)

MODALITÀ DI POSA IN OPERA

Per coprire superfici di piccole dimensioni il film viene pre-assemblato su profili in alluminio o legno in modo da realizzare dei telai chiusi di dimensione massima di 3 m. × 1,50 m.; impiegando la pellicola in doppio strato, con una intercapedine d'aria di 6 cm. si ottiene un coefficiente di trasmissione termica K pari a 3 W/mq.°K.

Al fine di impedire disassamenti e scorrimenti tra un pannello e l'altro, questi vengono vincolati perimetralmente fra loro tramite degli appositi profili in PVC rigido antiurto; ciascun pannello viene agganciato negli angoli alla sottostante struttura portante con particolari supporti ad incastro.

Per realizzare pannelli di maggiori dimensioni (ad esempio 3 × 6 m.) la pellicola viene messa in opera su specifici profili in alluminio dotati di un sistema di incastro con strisce in PVC rigido antiurto; il doppio strato di film viene tesato e messo in pre-tensione pneumaticamente tramite un piccolo elettroventilatore (potenza = 300W per superfici fino a 2000 mq.). Al fine di scaricare sulla struttura portante i carichi accidentali (vento e neve) trasmessi dalla copertura, viene posta al di sotto del film inferiore una orditura di cavetti di acciaio (Ø 3mm. circa). Qualora si desideri ottenere una elevata luminosità dell'ambiente, ma con luce diffusa, si può interporre tra le due pellicole un materassino di una speciale lana di vetro.

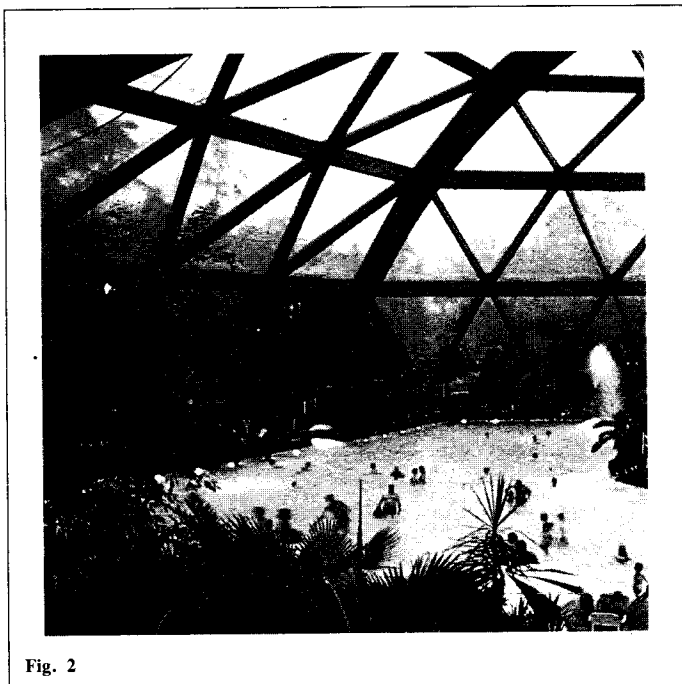


Fig. 2

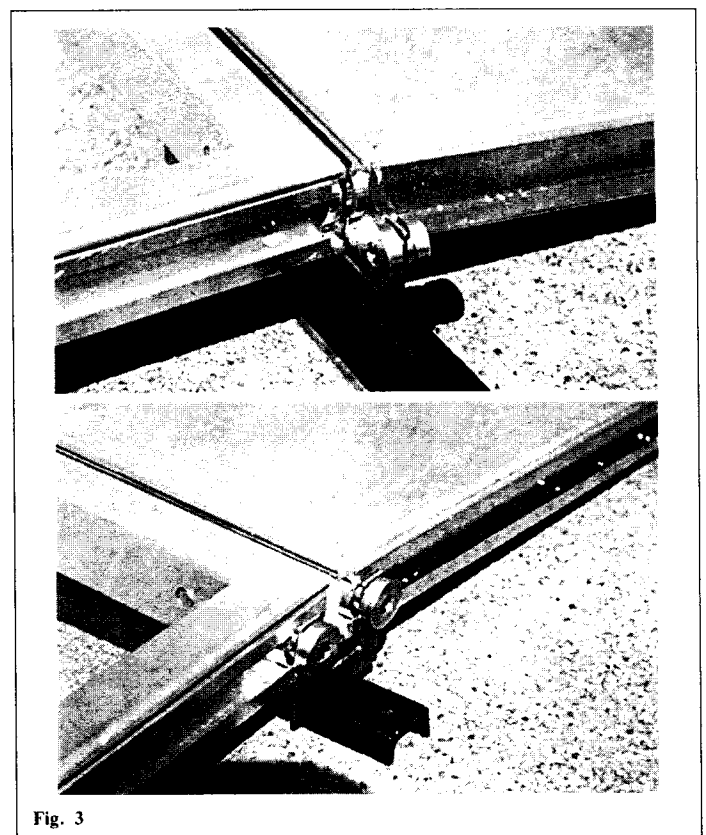
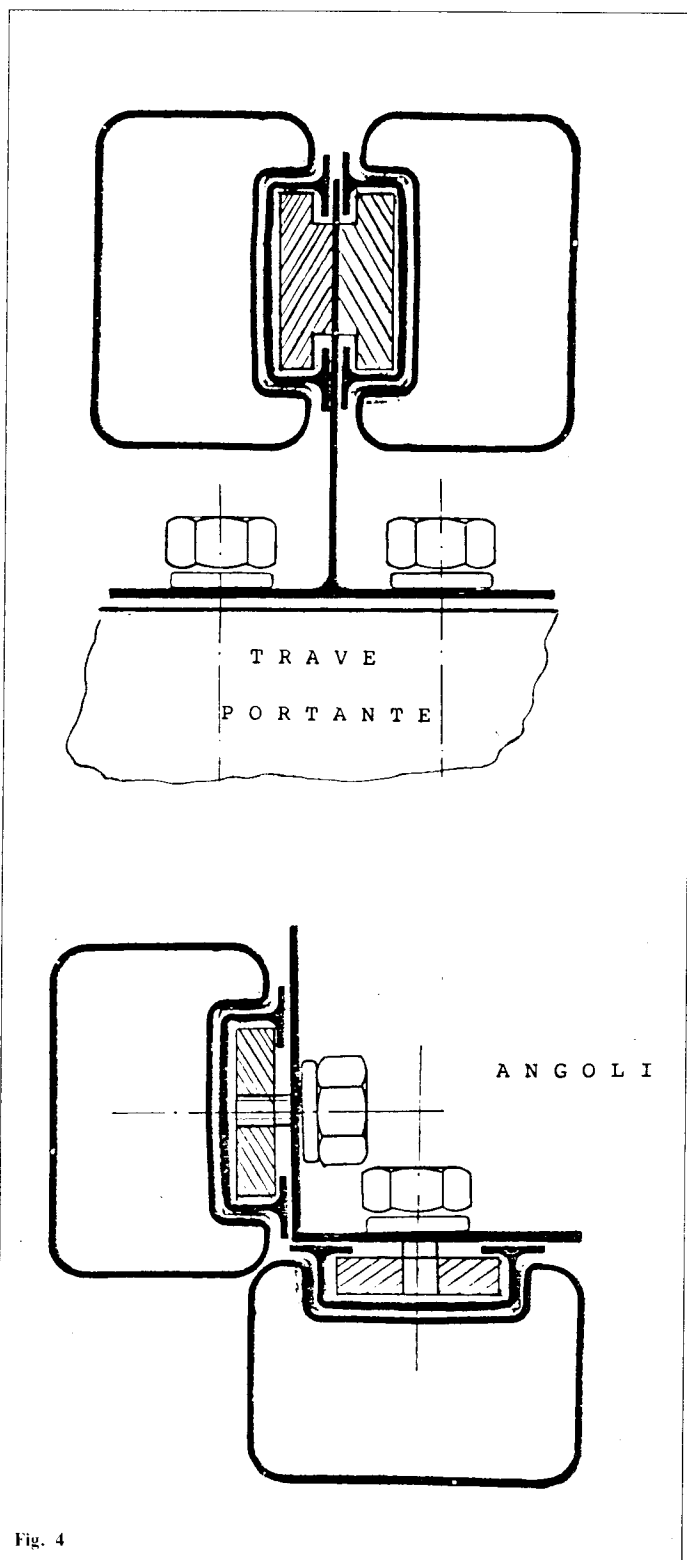


Fig. 3



MEMBRANA IN PVC

La membrana di copertura e di tamponamento viene confezionata su supporto in tessuto poliestere ad alta resistenza spalmato in PVC; è ignifugo, resistente agli agenti atmosferici e alla radiazione ultravioletta. Viene montata su diversi tipi di struttura ed è spesso amovibile, in parte o interamente, per consentire l'uso dell'impianto in ogni stagione climatica.

FINITURA E MODALITÀ DI MANUTENZIONE

La membrana è solitamente di colore bianco o verde; è autopulente.

Nelle strutture geodetiche, la membrana, non avendo punti di contatto diretto con la struttura zincata, non subisce i danni provocabili dalla corrosione esercitata dallo zinco; inoltre la condensa scivola all'interno del telo e, non trovando punti di contatto con la struttura interna, si raccoglie alla base del cordolo di fondazione.

CARATTERISTICHE E PROPRIETÀ

La membrana normale ha uno spessore medio di 0,60 mm. e un numero dei fili componenti da circa 9/9 a 12/12; può essere impiegata secondo le più svariate geometrie in relazione al tipo di struttura prescelto: struttura geodetica, struttura ad archi portanti in acciaio, tensostruttura in legno lamellare, pressostruttura.

Proprietà termo-fisiche

peso	700-900-1050 gr./mq.
coefficiente trasmissione calore K	5,3-5-4,9 Kcal./mq. h °C
resistenza al fuoco	classe 2 (CSE RF1/75 e RF3/77)

Proprietà meccaniche

resistenza alla trazione	3000-4400-5750 N/5 cm. (DIN 53354)
resistenza alla lacerazione	310-520-800 N (DIN 53356)

MODALITÀ DI POSA IN OPERA

Nelle strutture geodetiche (la cui tipologia può essere a cupola, a calotta o a tunnel) la copertura è formata dalla membrana agganciata in sospensione all'interno della struttura portante; il telo viene «tensionato» tramite catene e speciali dischi para-strappo. Staticamente la membrana appesa distribuisce i carichi direttamente ai nodi senza gravare sulle singole aste, non determinando pertanto sollecitazioni di presso-flessione sulle stesse.

Fig. 4

Fig. 4: Particolari costruttivi dell'aggancio dei pannelli alla struttura.

Fig. 5: Strutture geodetiche: particolare dell'aggancio del telo alla struttura a alla fondazione.

Fig. 6: Tensostrutture ad archi in legno lamellare: alcuni schemi tipologici e dimensionali di impianti sportivi.

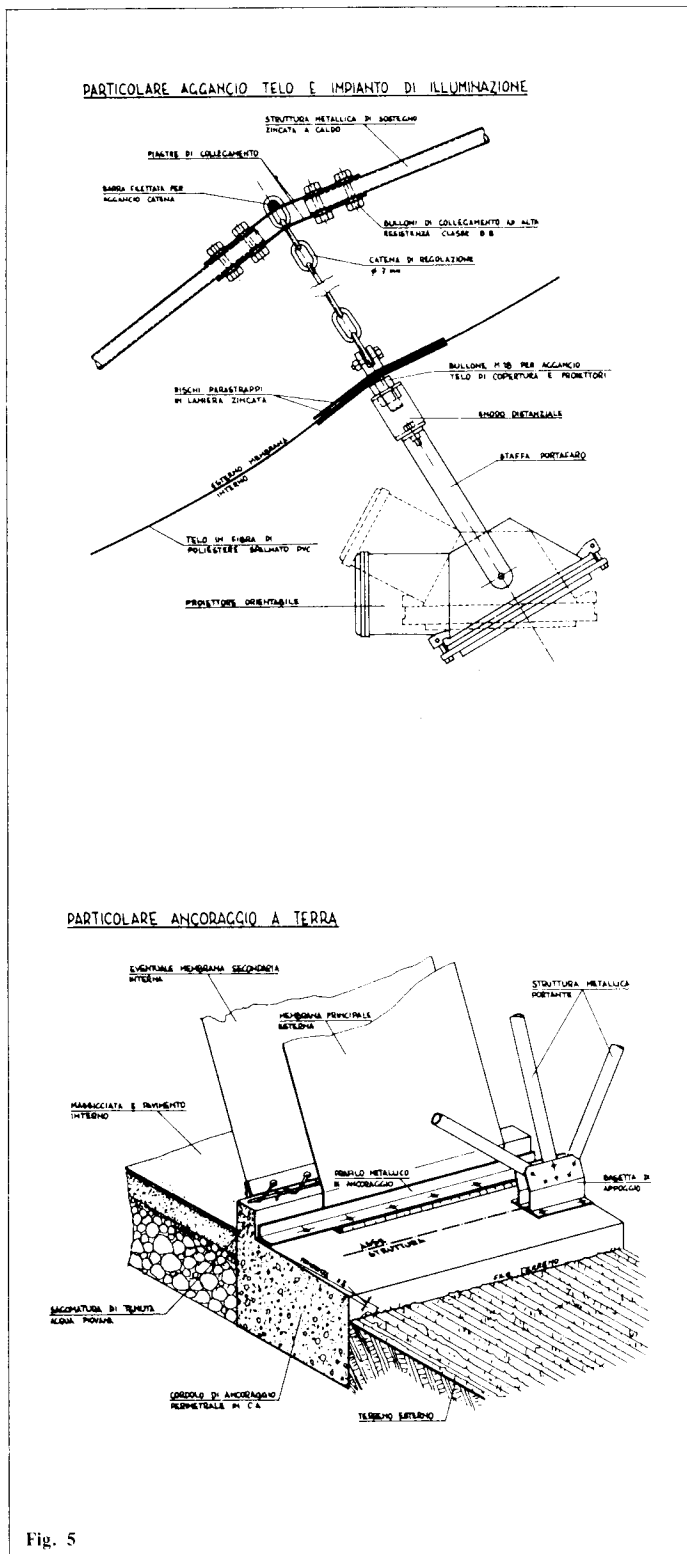


Fig. 5

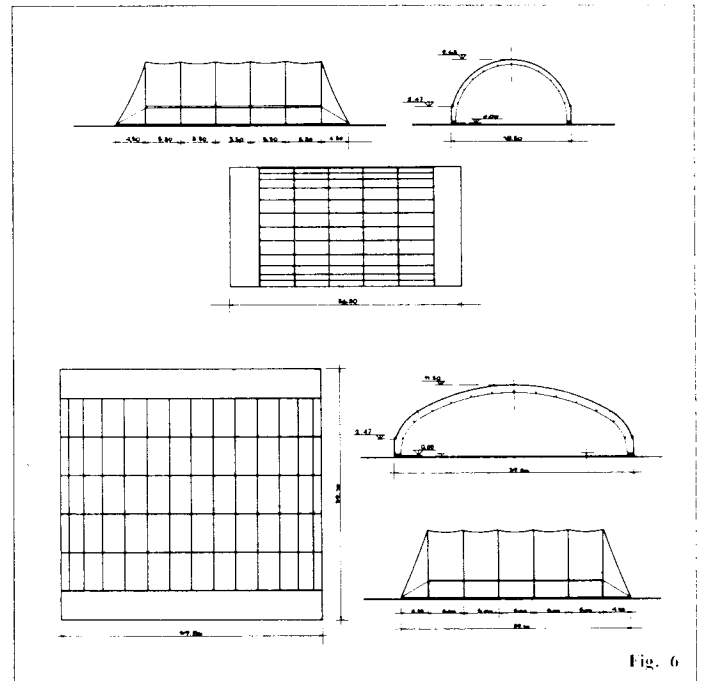


Fig. 6

Per garantire una migliore coibentazione è anche possibile installare un'altra membrana appena all'interno della prima.

I teli di tamponatura sono provvisti di sistema di sollevamento o di aperture laterali per garantire la ventilazione anche nei mesi caldi.

Nelle strutture ad archi portanti in acciaio, la membrana di copertura è posta all'esterno, mentre i teli di tamponatura longitudinali sono dotati di sistema a cuscinetti a sfera, consentendo l'uso dell'impianto in ogni condizione climatica.

Le tensostrutture prevedono l'azione combinata della membrana con sostegni in acciaio, alluminio o legno lamellare. Con le tensostrutture ad archi di legno lamellare si ottengono spazi a tunnel di rapida esecuzione.

In questo tipo di sistema costruttivo la geometria e la forma del telo vengono determinate in modo tale da realizzare membrane a forma di sella, ovvero determinate da due ordini di curvature opposte fra loro ortogonali, per conseguire uno stato di equilibrio. Il mantello può essere costituito da un telo singolo o doppio con intercapedine; la ventilazione laterale viene garantita da ampie fasce apribili alla base, con ante a volata oppure montate su binari scorrevoli.

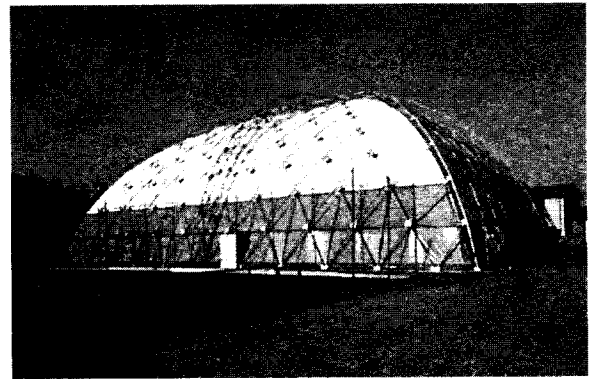
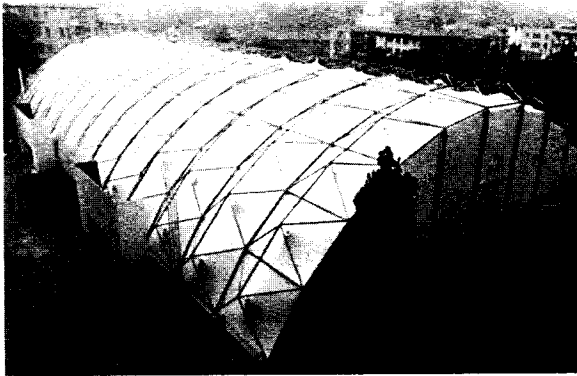


Fig. 7 (A)

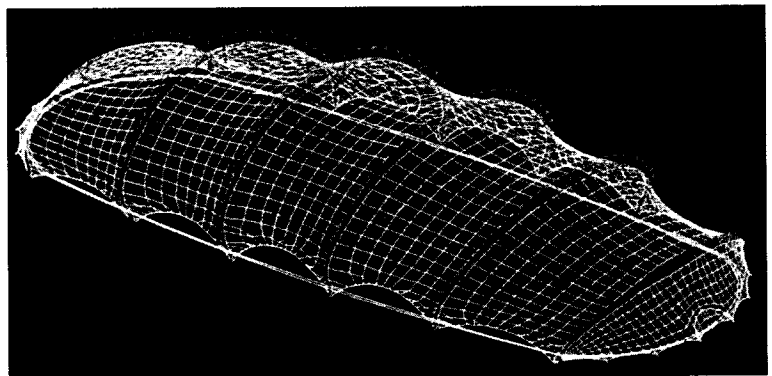
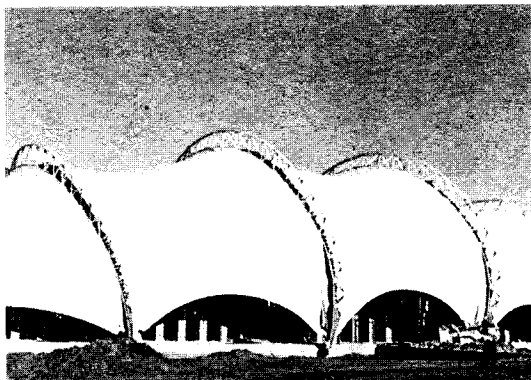


Fig. 7 (B)

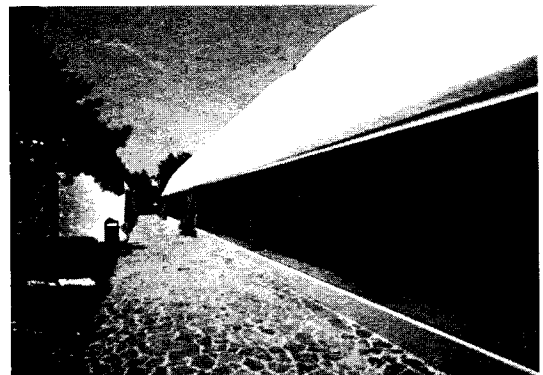


Fig. 7 (C)

Fig. 7: Esempi di impiego della membrana in strutture geodetiche (A), strutture ad archi portanti in acciaio (B) e tensostrutture ad archi in legno lamellare (C).

LASTRA RIGIDA IN PVC BI-ORIENTATO

Grazie al processo di bi-orientazione, la lastra, sottoposta a particolari condizioni di temperatura, viene stirata secondo le due direzioni ortogonali, subendo un riordinamento delle catene molecolari, con relativo accrescimento della loro coesione e della resistenza agli urti.

Le lastre che posseggono un trattamento anti U.V., presentano una buona resistenza alle aggressioni naturali (salsedine) e agli agenti chimici; inoltre essendo un composto senza l'aggiunta di supporti di trama o di fibra di vetro, per la sua omogeneità non presenta rischi di sfibramento né sfaldamento al gelo mostrando una notevole durabilità nel tempo; le lastre tipo cristallo neutro offrono una buona trasmissione luminosa.

Grazie alla leggerezza del manufatto (2 kg./mq.) si possono realizzare ampie superfici trasparenti o traslucide.

È utile aggiungere che le lastre sono curvabili a mano con un raggio minimo di curvatura (per il tipo a profilo grecato) di 2,50 m.

FINITURA E MODALITÀ DI MANUTENZIONE

Sono disponibili lastre con diversi profili: ondulato, grecato o nervato nei tipi cristallo neutro o fumè, traslucido naturale o bleu, diffusore avorio e opaco bianco, beige, verde e grigio. La manutenzione consiste in una periodica pulizia della copertura e delle grondaie.

CARATTERISTICHE E PROPRIETÀ

Le lastre hanno lunghezza standard fino a 8 m. (lunghezze superiori a richiesta) e fino a 12 m. per il tipo nervato, larghezze variabili a seconda del tipo di manufatto, comprese fra 87,4 cm. e 109 cm. e uno spessore di 1,2 mm..

Proprietà termo-fisiche

peso specifico	1,41 gr./CMC.
trasmissione luminosa	80% cristallo neutro 62% cristallo fumè 65% traslucido naturale 35% traslucido bleu 25% diffusore avorio
conduttività termica	0,14 W/m. °C (DIN 52612)
dilatazione termica	0,067 mm./m. °C (ASTM D 969)
temperatura max di esercizio	65 °C
resistenza al calore Vicat	75 °C (lastra cristallo), 82 °C (lastra traslucida e opaca) (ISO R 306)
resistenza al fuoco	classe 1

Proprietà meccaniche

resilienza in trazione	≤ 1500 KJ/mq. (DIN 53488)
tensione massima elastica	59 N/mmq.
resistenza a rottura	86,5 N/mmq.
modulo di elasticità	32000 ± 2000 N/CMQ. (ISO R 527)
allungamento a rottura	81% (ISO R 527)

MODALITÀ DI POSA IN OPERA

La posa si effettua sovrapponendo i bordi delle lastre sia longitudinali che laterali: in copertura, procedendo in senso inverso alla direzione della pioggia e dei venti dominanti; in tamponatura, procedendo dal basso verso l'alto, dopo aver installato la prima fila di lastre, si posano quelle superiori con il bordo inferiore sormontante quello superiore delle lastre precedenti.

La carpenteria di supporto può essere metallica o di legno. Al fine di garantire una migliore durata nel tempo delle lastre, è consigliato dipingere di bianco tutti i supporti a contatto con il PVC cristallo e i sormonti di PVC traslucido su materiali opachi di colore scuro.

Le lastre vengono tagliate in cantiere con mola da taglio con disco in acciaio, o con una sega a denti fini, mentre per i tagli in opera si può impiegare una piccola mola per marmisti e lattornieri.

I fori di fissaggio delle lastre devono avere un diametro di 2-3 mm. superiore a quello della vite o del gancio per consentire la dilatazione del PVC, il cui coefficiente varia, per l'appunto, da 2 a 3 mm. per metro lineare con un salto di temperatura di 40 °C.

In copertura le lastre devono essere sempre fissate su almeno tre appoggi. I sormonti trasversali variano in funzione del profilo prescelto e della pendenza, da un minimo di 140 mm. a un massimo di 200 mm. (in asse sui correnti con una rivettatura al centro della parte bassa della lastra); è consigliabile evitare i sormonti trasversali, quando si può disporre di lastre di 12 m. di lunghezza. Anche i sormonti longitudinali variano secondo il tipo di profilo da 1/2 onda a 2 onde.

Il fissaggio va effettuato in corrispondenza dei correnti, sulla sommità delle onde o delle nervature principali, inserendo il distanziatore sotto-onda metallico o in poliammide e applicando il cappellotto in acciaio galvanizzato o inossidabile; il fissaggio di alcune lastre nervate si completa con una rivettatura trasversale sui correntini di gronda e di sormonto. Per alcune pendenze, variabili secondo il profilo adottato (<15-25%) sono necessarie sigillature complementari con profilati espansi. I canali e le gronde non devono essere mai fissati direttamente alle lastre.

Sono disponibili una serie di accessori realizzati in lamiera di acciaio per ottenere colmi ventilati, scossaline di chiusura laterale e frontale e canali di gronda e sgocciolatoio.

Nelle tamponature le lastre vanno montate su più di due listelli, non superando l'interasse di 1,60 m., con sormonti trasversali di 100 mm. minimo e sormonti longitudinali solitamente di 2 onde.

Le lastre non vanno disposte a contatto diretto del suolo, ma devono avere le estremità lasciate libere per una lunghezza compresa fra i 50 cm. e i 200 cm., onde favorire lo sgocciolamento dell'acqua piovana verso l'esterno. Nella posa in opera delle lastre occorre lasciare uno spazio di almeno 10 mm. per consentire il movimento di dilatazione delle stesse e, qualora l'estremità inferiore delle lastre sia a una distanza dal suolo minore di 1,50 m., occorre dotarle di un sistema di protezione da eventuali danni provocabili da urti violenti.

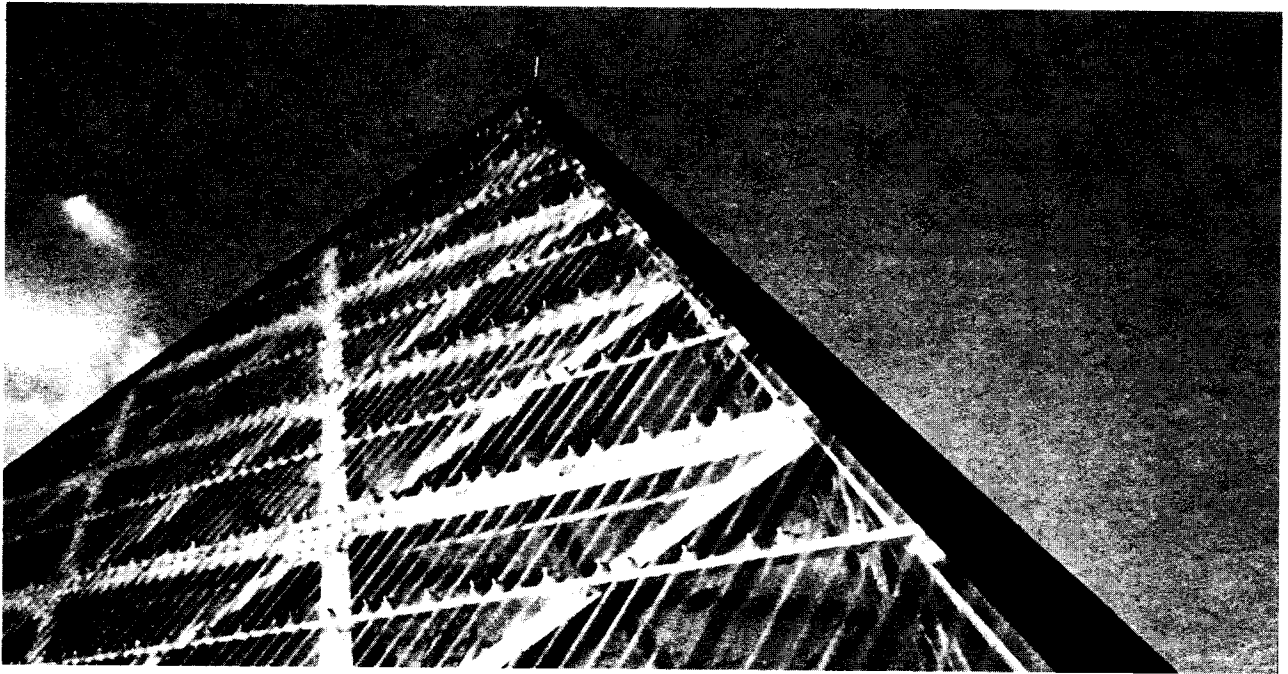
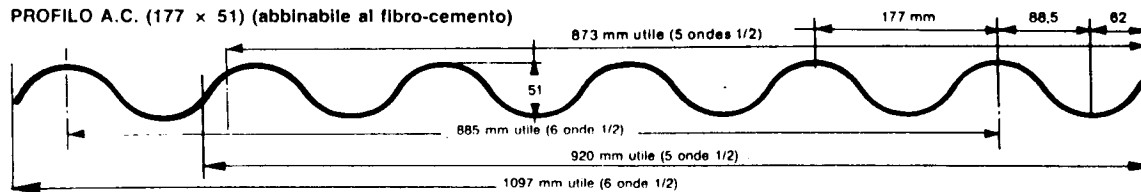


Fig. 8

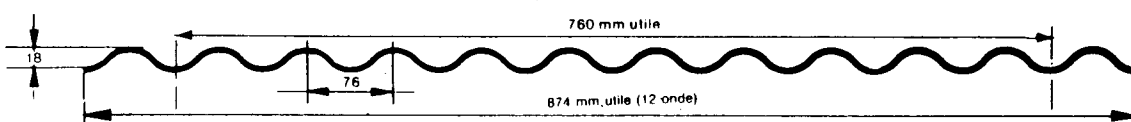
Fig. 8: Alcuni esempi di impiego.

Fig. 9: Sezioni dei diversi tipi di profili: ondulato, grecato e nervato.

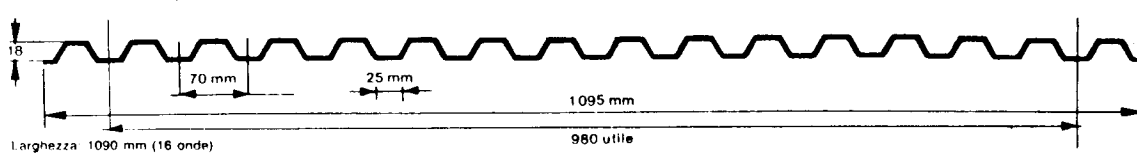
PROFILO A.C. (177 x 51) (abbinabile al fibro-cemento)



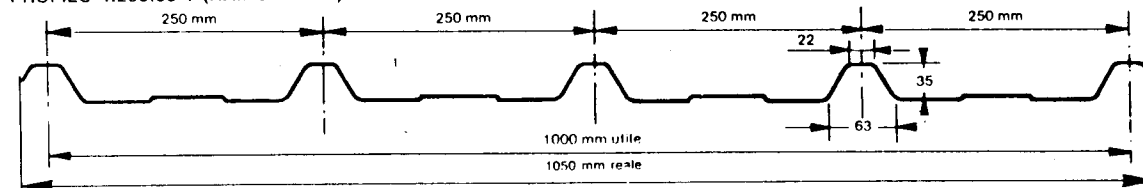
PROFILO T.O. (76 x 18) (abbinabile alla lamiera ondulata)



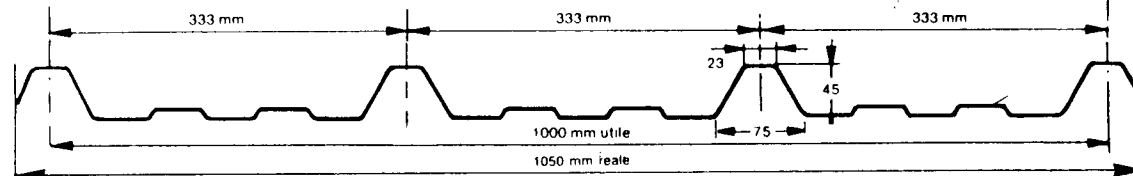
PROFILO GRECA (70 x 18) (uso universale)



PROFILO 4.250.35 T (HAIRONVILLE)



NERVESCO 3 x 333/45 (PAB)



EURO 92

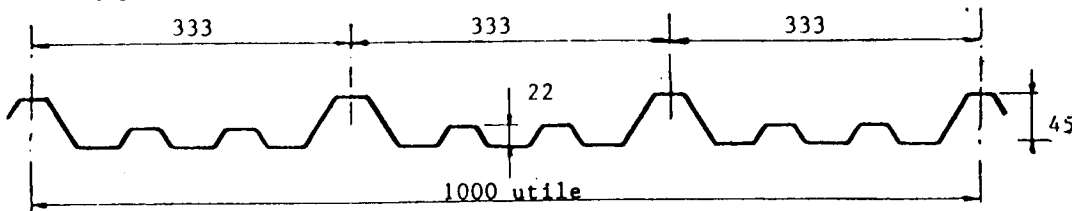


Fig. 9

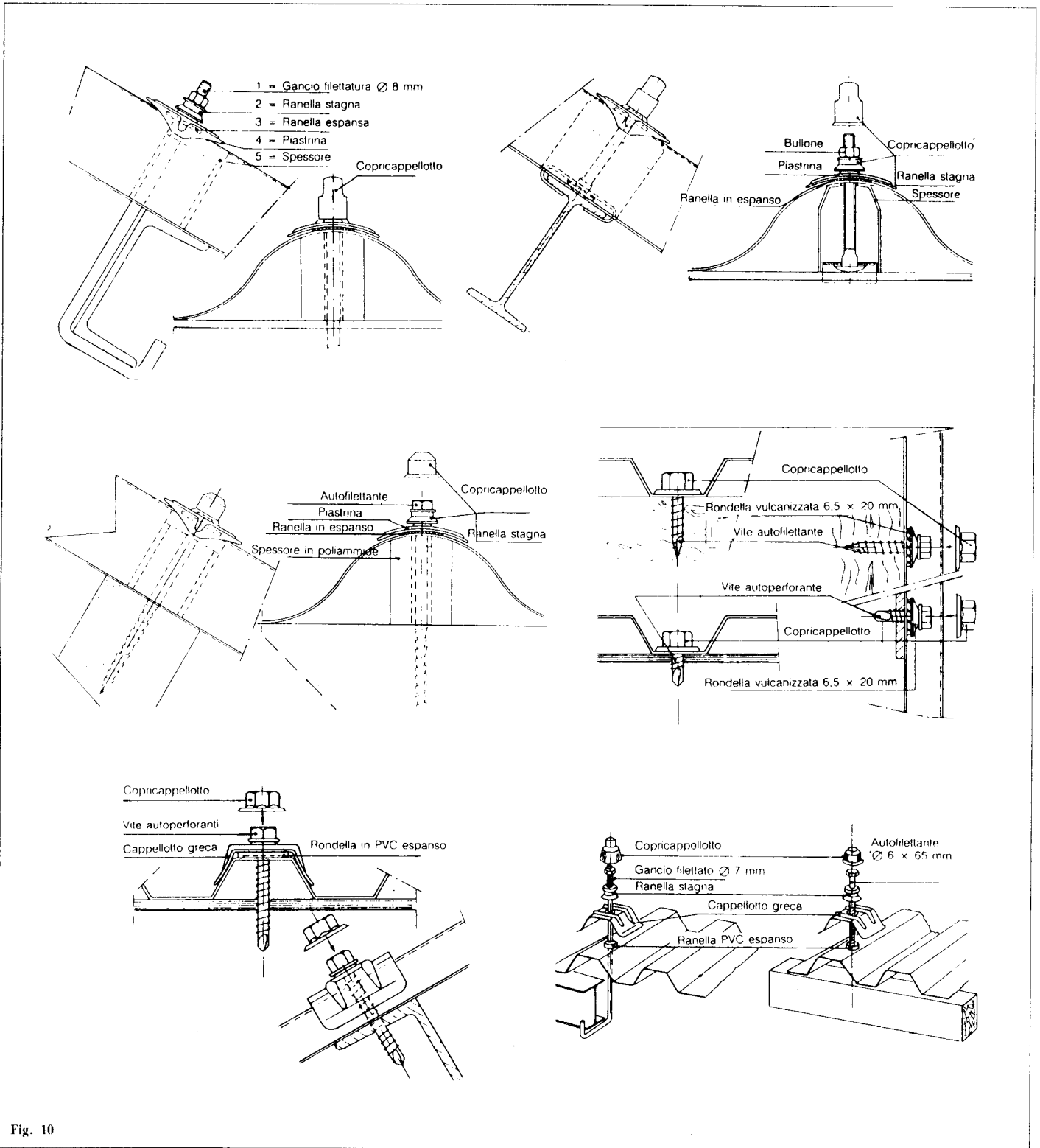
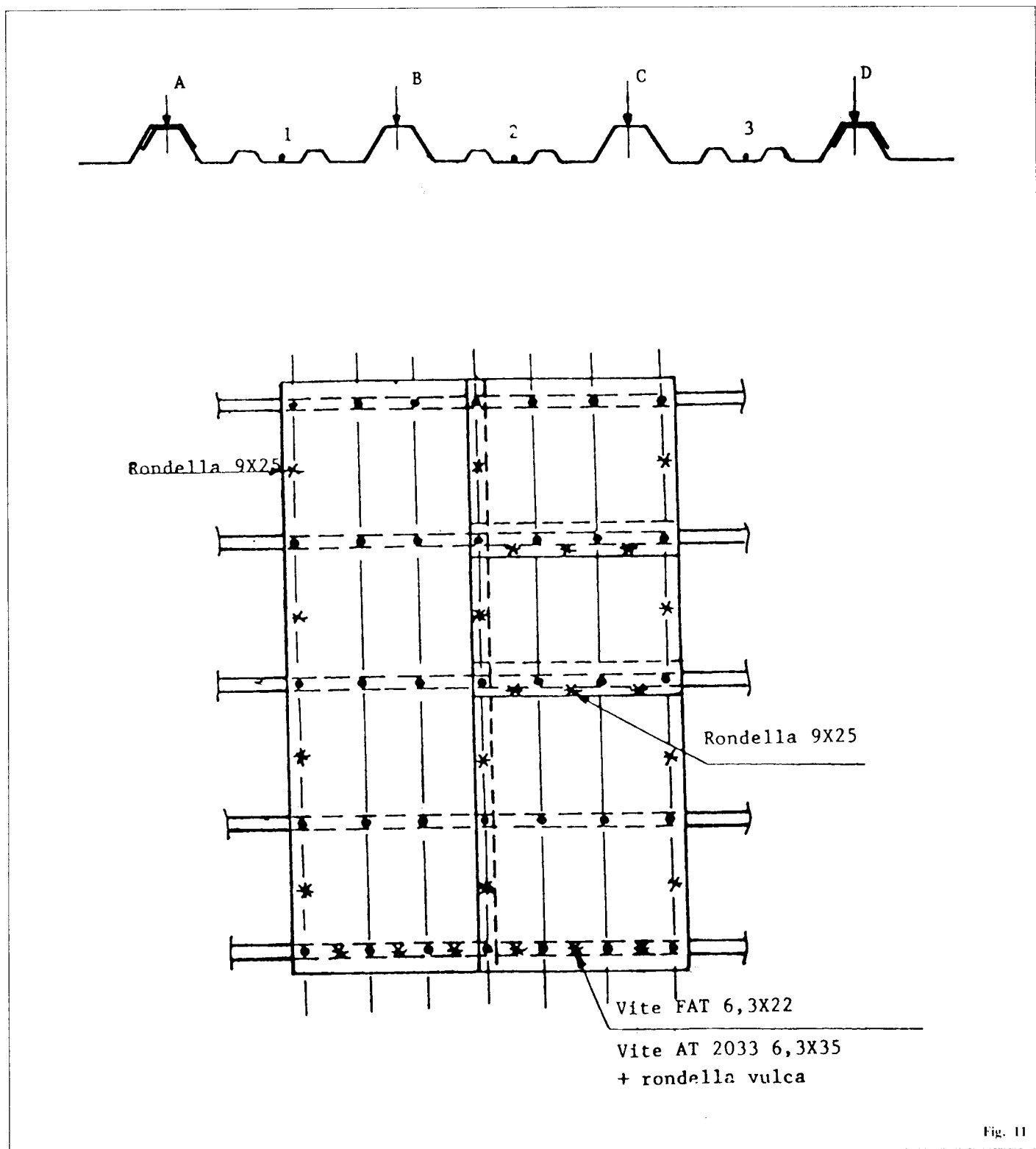


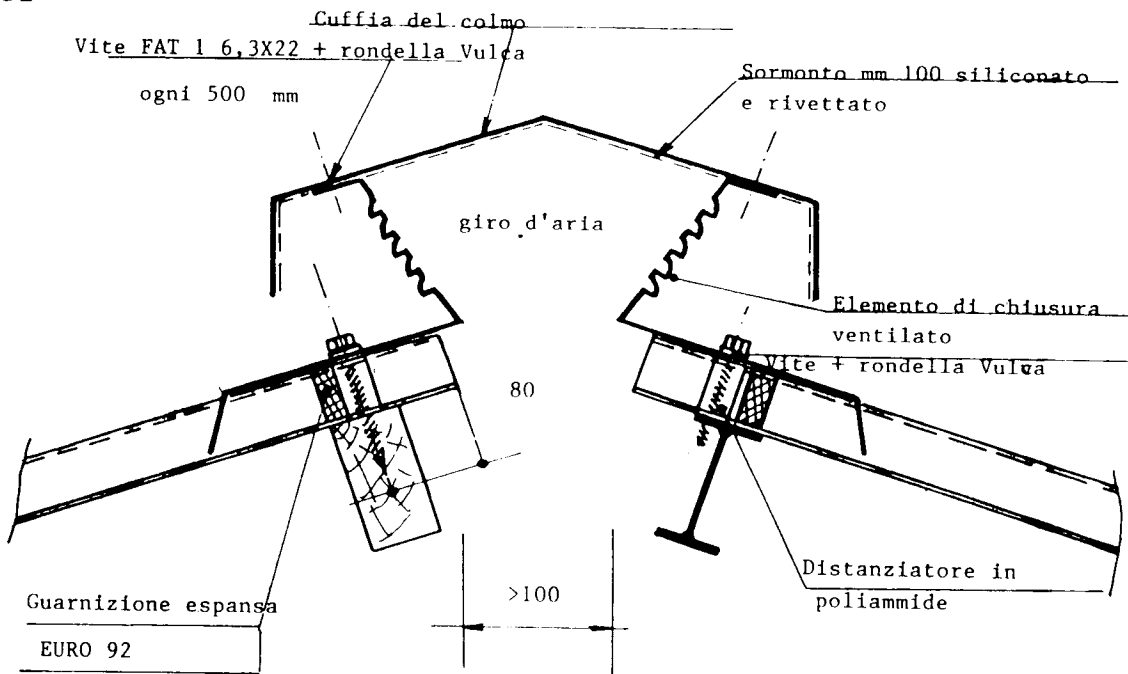
Fig. 10

Fig. 10: Particolari di fissaggio delle lastre su correnti o travetti in acciaio o in legno.

Fig. 11: Schema di ripartizione di fissaggio in copertura con un tipo di lastra nervata (euro '92).



A



B

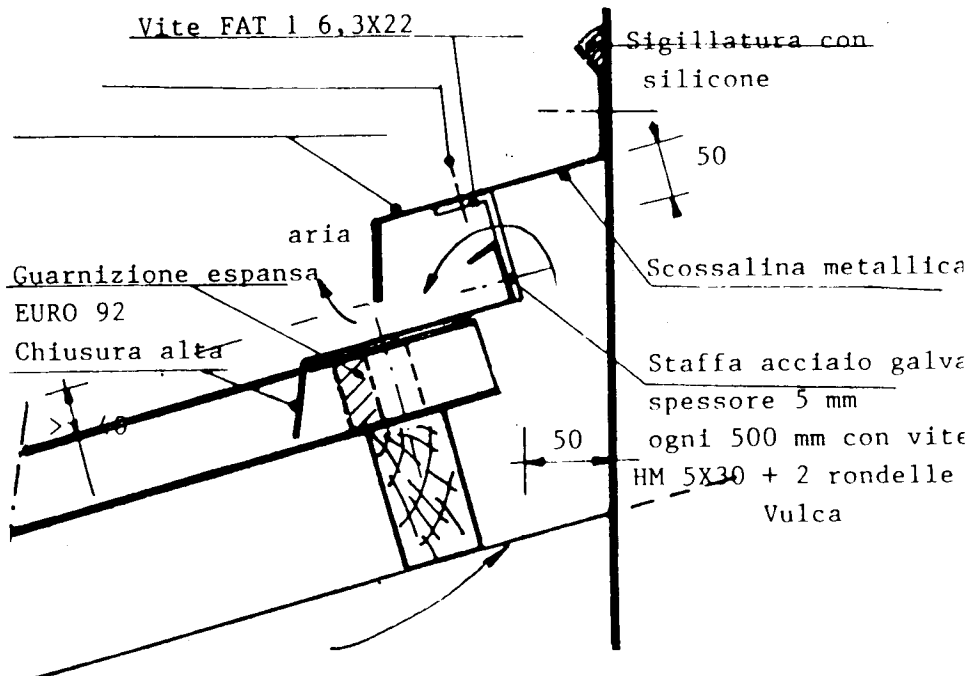
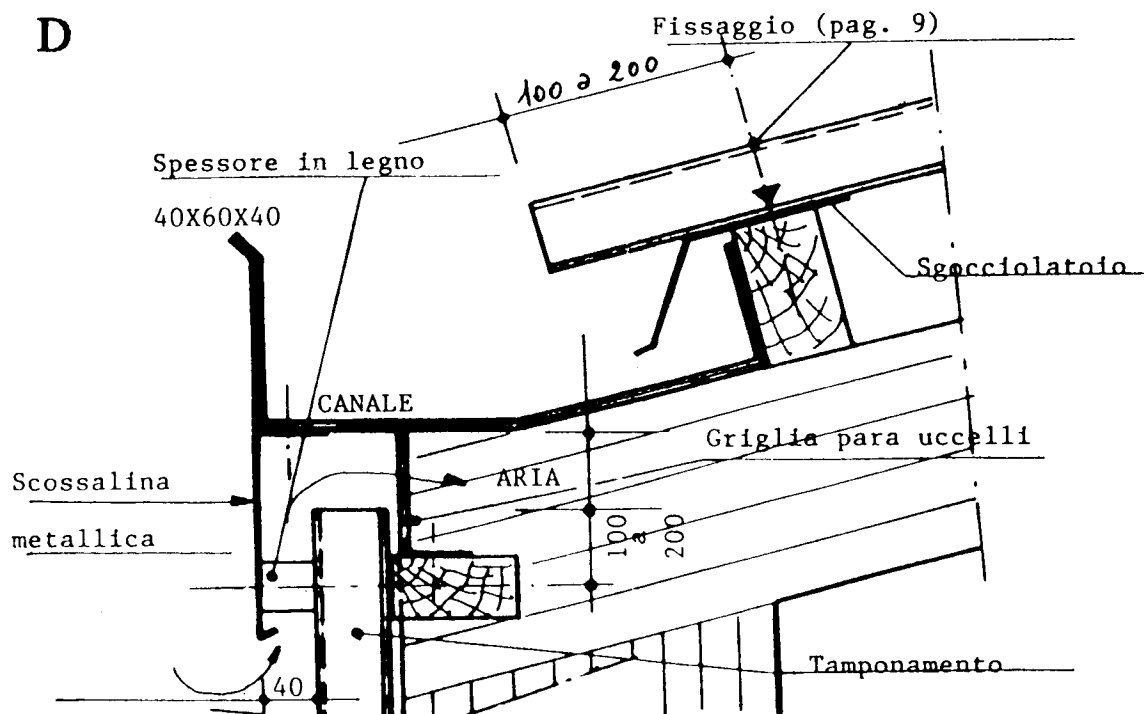
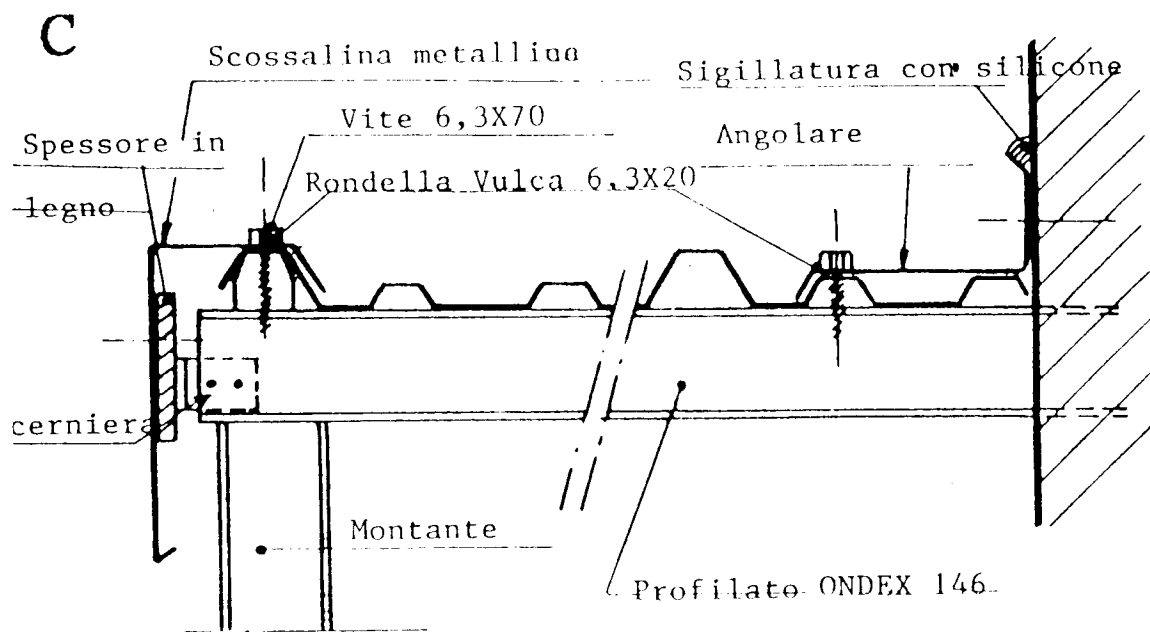


Fig. 12

Fig. 12: Particolari di colmo ventilato (A), di scossalina laterale (B) e frontale (C) e di canale di gronda e sgocciolatoio (D).



LASTRA IN METACRILATO PIANA E ONDULATA

È una lastra metacrilica ottenuta per estrusione (polimero a medio peso molecolare) nei tipi piana, ad alta qualità ottica o diffondente, oppure ondulata. Sono disponibili anche lastre piane ad alta resistenza e media rigidità e ad alta resistenza e buona rigidità, profili a «U» diffondenti, lastre ondulate antiurto trasparenti e diffondenti.

Con le lastre piane, a causa della leggerezza del manufatto, è possibile realizzare ampie superfici trasparenti, caratterizzate da un'ottima trasmissione della luce e da un elevato rapporto fra superficie trasparente e telaio.

L'impiego di profili a «U» diffondenti è consigliabile nella posa a parete doppia che consente un buon isolamento termico.

Le lastre ondulate, grazie alla loro forma, presentano una maggiore maneggevolezza e sicurezza e la loro flessibilità ne consente il montaggio sia in piano che a tunnel, più rapido ed economico.

Occorre aggiungere che l'alto coefficiente di dilatazione termica richiede elevati spessori dei telai per ampie superfici unitarie ed è inoltre riscontrabile una perdita di trasparenza nel tempo per l'azione combinata della luce e del calore. Le caratteristiche di resistenza alle intemperie e alle sollecitazioni meccaniche si mantengono inalterate nel tempo.

FINITURA E MODALITÀ DI MANUTENZIONE

Le lastre possono essere verniciate e decorate, ma con vernici ed inchiostri preferibilmente di natura acrilica.

La pulizia va effettuata solo con acqua e detersivi liquidi non aggressivi per il materiale (consigliabile strofinare con panno morbido imbevuto di antistatico). Rigature superficiali sono eliminabili con pasta abrasiva fine e quindi con adatti polish; eventuali incrinature delle lastre ondulate si arrestano praticando un foro di circa 1-2 mm. alle loro estremità; entrambi vengono poi otturati con adatti mastici (sealstik AE o AS) e comunque non abrasivi.

CARATTERISTICHE E PROPRIETÀ

Le lastre piane hanno dimensioni 200 × 300 cm. o 200 × 150 cm. e spessore variabile da 2 mm. a 12 mm.

Le lastre ondulate di formato standard 130 × 600 cm. hanno spessore variabile da 1,5 mm. a 2,3 mm.

Proprietà termo-fisiche

peso specifico	1,18-1,16 gr./cmc. (ASTM D 792)
trasmissione luminosa	90-92% (ASTM D 1003)
assorbimento d'acqua	0,30-0,36% (ASTM D 570)
conduttività termica	0,19 W/m. °C
dilatazione termica	70 × 10 ⁻⁶ °C (ASTM D 696)
resistività elettrica superficiale	> 10 ¹⁵ Ohm (ASTM D 257)
resistenza al fuoco	B2 (DIN 4102)

Proprietà meccaniche

modulo elastico a trazione	3300 MN/mq. (ASTM D 638)
durezza Rockwell	M98 (ASTM D 785)
modulo elastico a flessione	3300-2200 MN/mq. (ASTM D 790)
allungamento a rottura	5-30% (ASTM D 638)
resistenza a flessione	110-60 MN/mq. (ASTM D 790)
resistenza a compressione	120-60 MN/mq. (ASTM D 695)

Proprietà chimiche

reattività chimica	sensibile a solventi e sostanze organiche, gomma e PVC, plastificati, acido formico e acido citrico.
--------------------	--

MODALITÀ DI POSA IN OPERA

Le lastre piane vengono collegate fra loro e alla struttura sottostante con profilati metallici, in alluminio o in legno. È consigliabile un gioco di 3 mm. per metro lineare di lastra per consentire libere variazioni dimensionali.

Sono consigliabili guarnizioni di tenuta compatibili con il PMMA, come gomme in EDPM.

Occorre evitare guarnizioni in PVC plastificato, gomme ed espansi plastificati, stucchi e sigillanti che non abbiano un buon aggancio e che nell'indurimento sviluppano sostanze aggressive al PMMA; occorre, inoltre, accertarsi della avvenuta essiccazione delle eventuali verniciature della struttura portante prima dell'assemblaggio.

Le lastre ondulate, invece, vengono sovrapposte l'una sull'altra (da 100 mm. a 200 mm.) secondo la pendenza da realizzare: vengono fissate su arcarecci di vari profili con un passo di 1 m. massimo (su arcarecci di cemento viene interposta una lista di legno, feltro o materiale plastico adatto).

Fig. 13: Schemi di ancoraggio delle lastre ondulate:
 A) esempio di fissaggio con traversino continuo esterno con profilo a omega;
 B) esempio di fissaggio con traversino continuo esterno tubolare;
 C-D-E-F) esempio di fissaggio su arcarecci di vari profili senza traversino continuo esterno.

Fig. 14: Gancio filettato in ferro zincato per il fissaggio delle lastre ondulate: A) dado di serraggio; B) piastrina zincata; C) guarnizione in polietilene.

Fig. 15: Modalità di sovrapposizione di testa delle lastre ondulate.

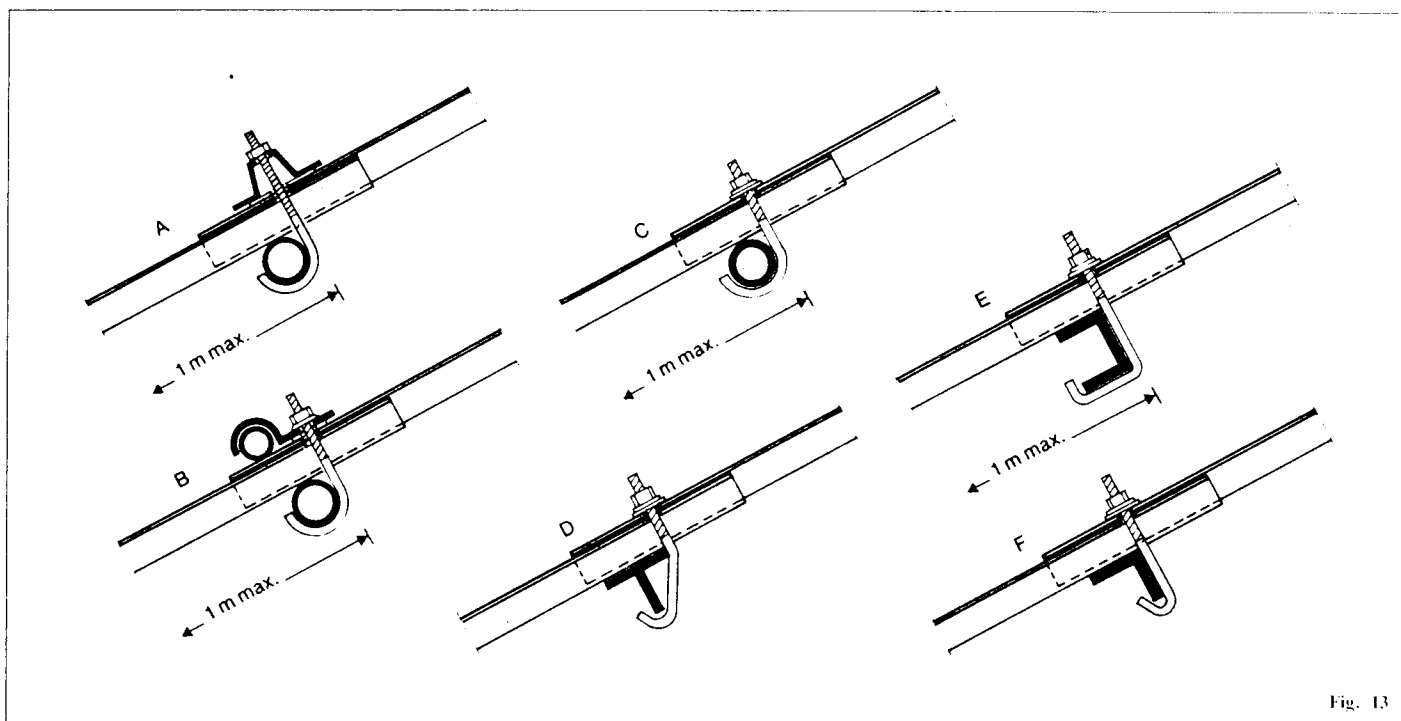


Fig. 13

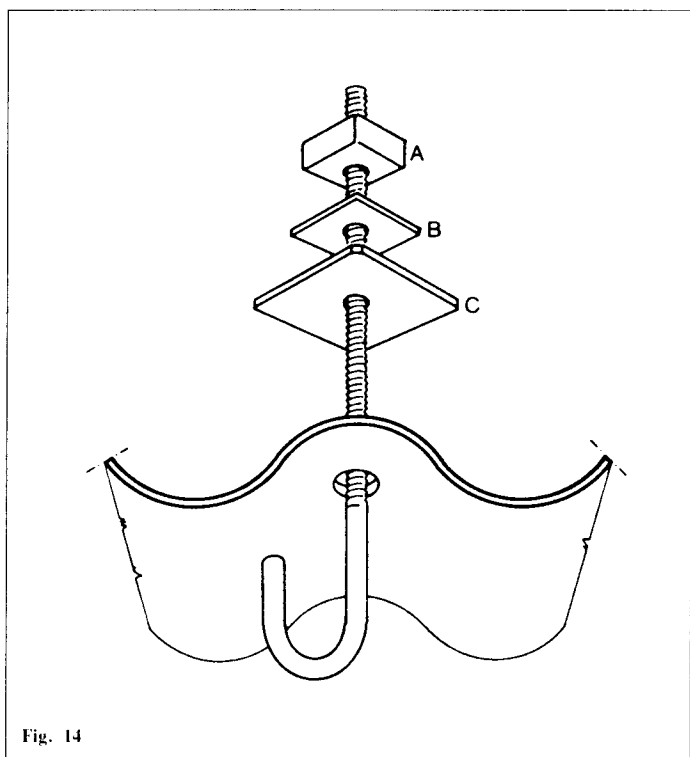


Fig. 14

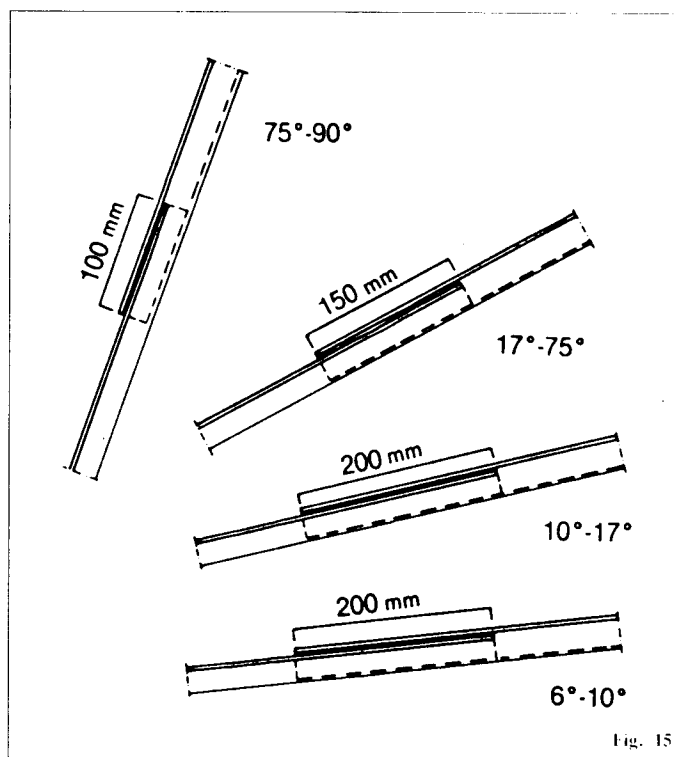


Fig. 15

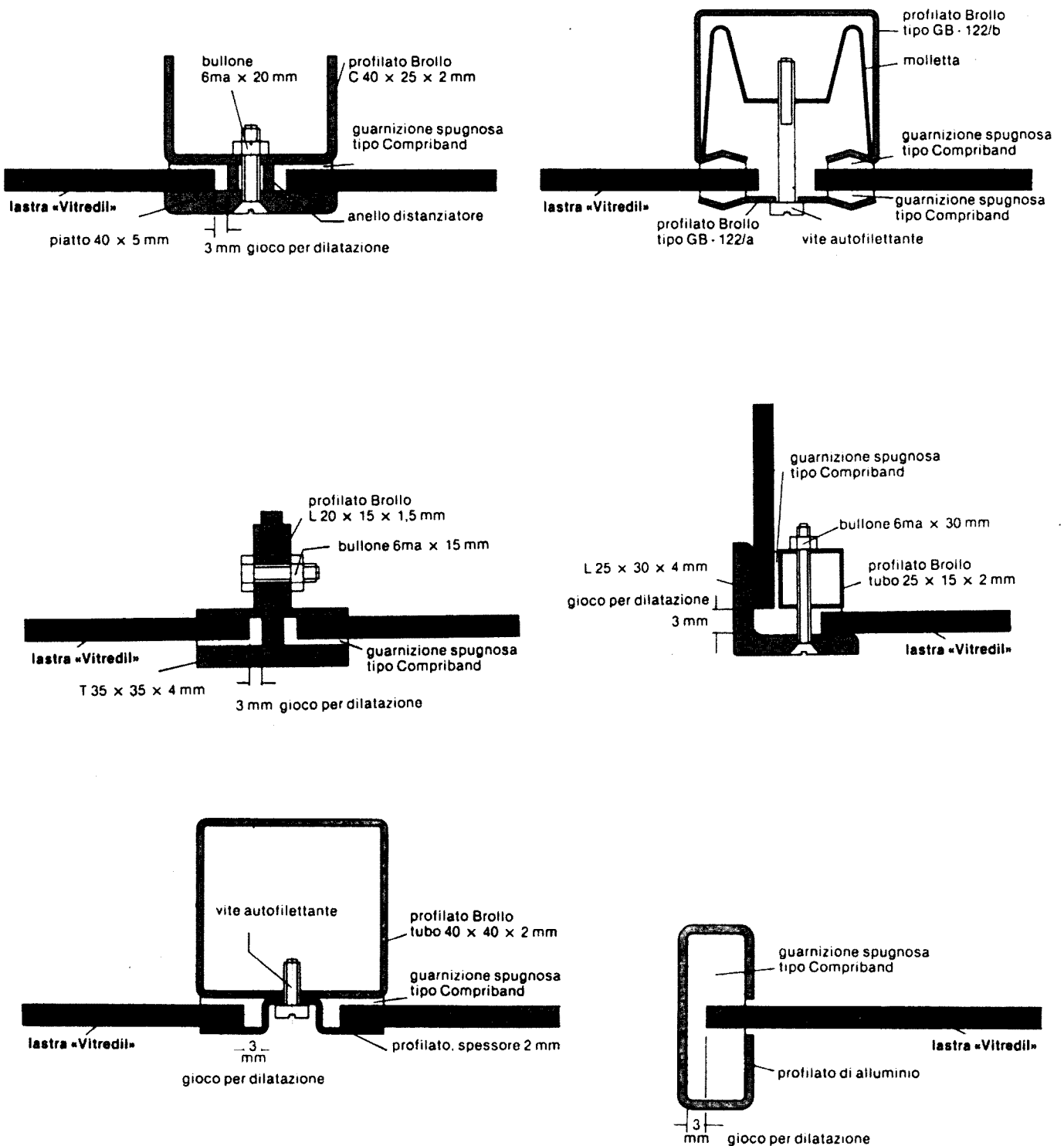


Fig. 16

Fig. 16: Schemi di montaggio delle lastre piane su telai metallici.

Fig. 17: Schemi di montaggio delle lastre piane su telai in alluminio.

Fig. 18: Schemi di montaggio delle lastre piane su telai in legno.

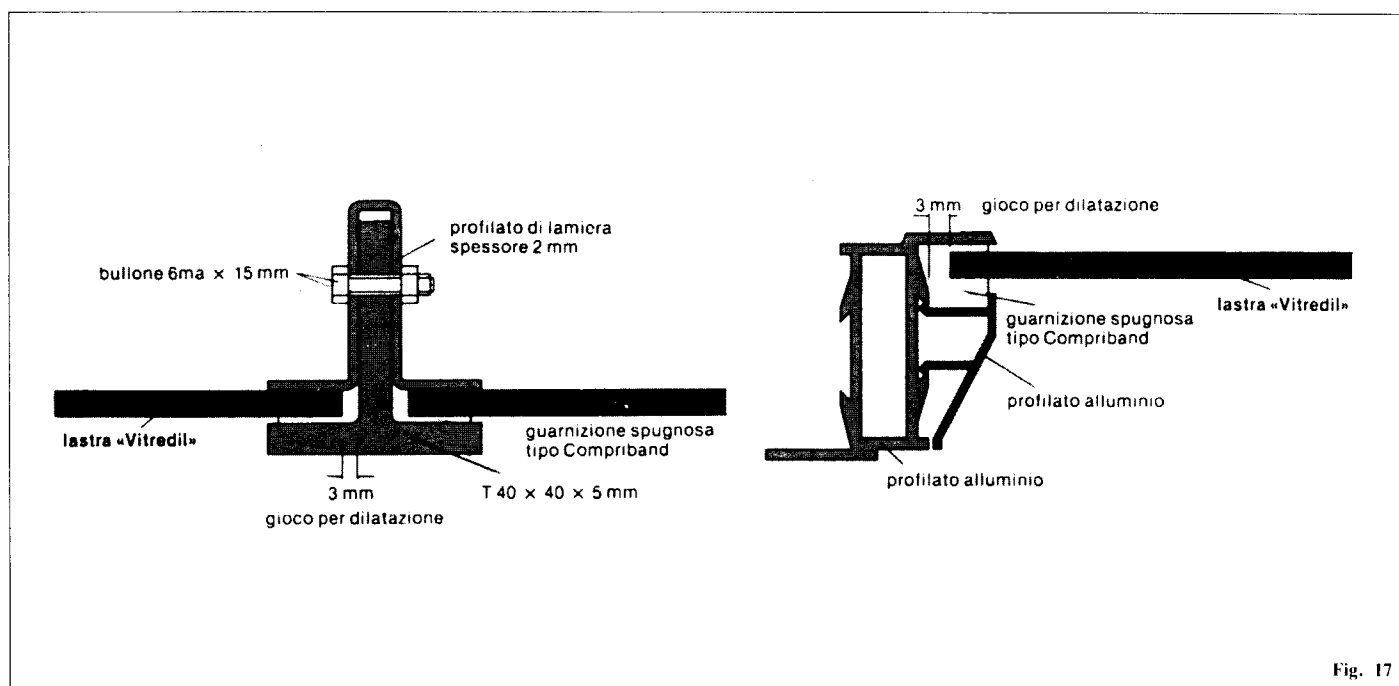


Fig. 17

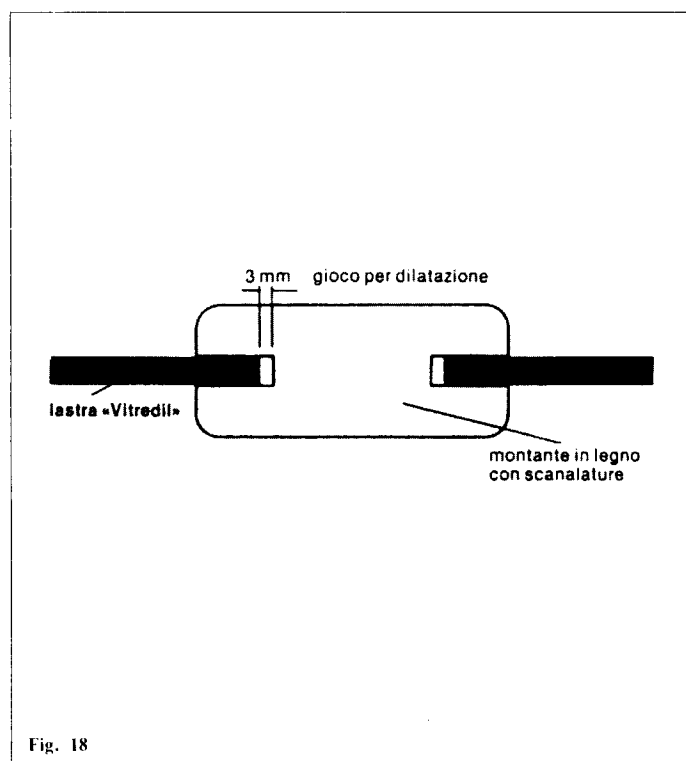


Fig. 18

LASTRA ALVEOLARE IN METACRILATO

È una lastra piana ottenuta per estrusione da polimeri metacrilici, caratterizzata da una elevata qualità di illuminazione insieme ad una bassa dispersione termica e ad una elevata rigidità. La leggerezza (circa 5 Kg. al metro quadro), unita alla resistenza per forma del manufatto, consente l'impiego di lastre di notevoli dimensioni, realizzando ampie superfici con elevata trasparenza, senza rischi di abbagliamento e con un alto rapporto fra superficie trasparente e telaio. Le lastre inoltre presentano una buona resistenza all'urto.

FINITURA E MODALITÀ DI MANUTENZIONE

Le lastre sono disponibili anche nei colori fumè e opale, con superficie liscia o gofrata. Per quanto concerne la manutenzione restano valide le stesse raccomandazioni indicate per le lastre piane e ondulate.

CARATTERISTICHE E PROPRIETÀ

Le lastre possono essere a doppia o tripla parete; hanno lunghezze standard di 600-700-750 cm. e larghezze variabili a seconda del tipo di lastra (98-105,3-120 cm.) con 16 mm. di spessore.

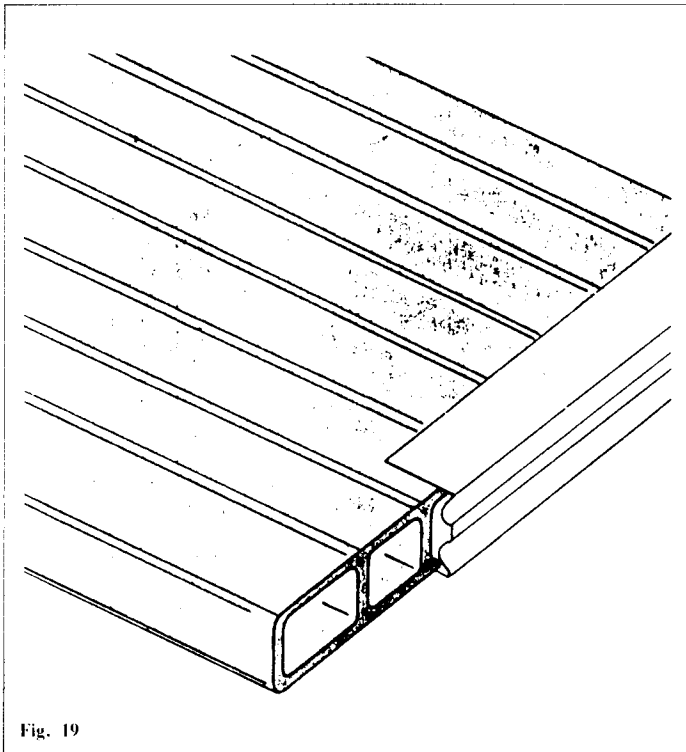


Fig. 19

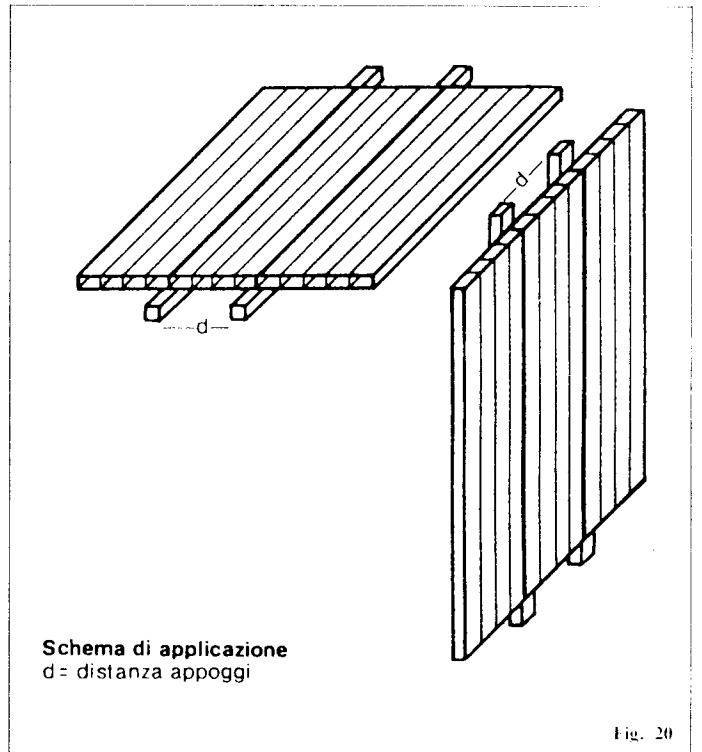


Fig. 20

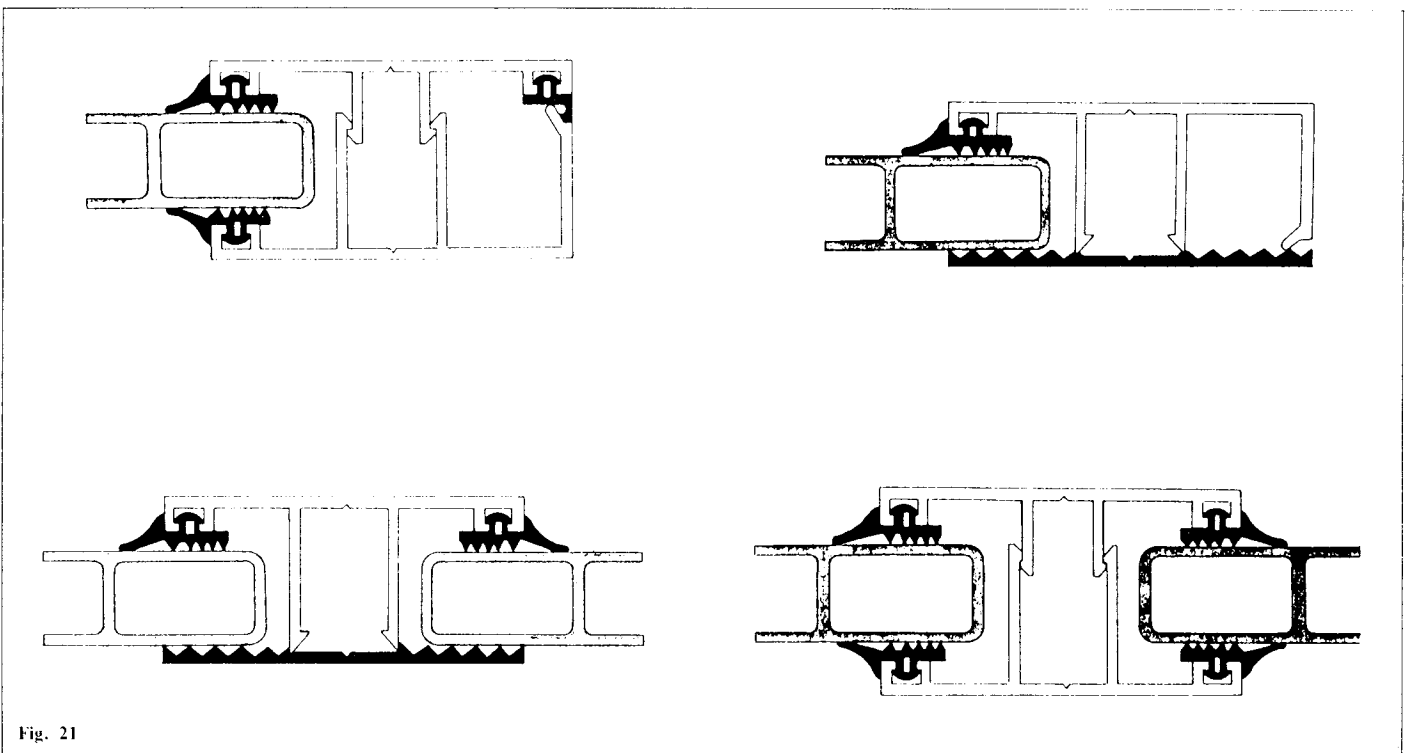


Fig. 21

Fig. 19: La chiusura delle testate delle lastre va eseguita con apposito profilo a «U» di alluminio con la sagoma tale da consentire la fuoriuscita dell'acqua di condensa.

Fig. 20: Le lastre vengono usualmente montate su profili posti lungo i bordi paralleli alle nervature delle lastre.

Fig. 21: Alcuni esempi di profili utilizzabili per il montaggio delle lastre.

Fig. 22: Fissaggio dei profili alla struttura. È consigliabile un gioco di circa 5 mm, su entrambi i lati della lastra.

Fig. 23: Sezioni trasversali delle lastre: le diverse forme geometriche conferiscono caratteristiche fisico-meccaniche differenti.

Proprietà termo-fisiche

trasmissione luminosa	73-83-86% (ASTM 1003/A)*
conduttività termica	0,19 W/m. °C (ASTM C 177)
dilatazione termica	70×10^{-6} °C (ASTM D 696)
coefficiente di scambio termico K	2,7-2,6 W/mq. K (ASTM C 236)
potere fonoisolante R (indice di valutazione da 150 a 500Hz)	22 dB
resistenza al fuoco	B2 (DIN 4102)

Proprietà meccaniche

modulo elastico a trazione	3300 MN/mq. (ASTM D 638)
durezza Rockwell	M98 (ASTM 785)
rigidità alla flessione	
— con appoggi paralleli alle nervature	550-580-560 N mq./m.*
— con appoggi ortogonali alle nervature	600-630-620 N mq./m.*

* Diverse forme geometriche conferiscono alle lastre caratteristiche fisico-meccaniche differenti.

MODALITÀ DI POSA IN OPERA

Le lastre devono essere installate nel senso del dislivello per facilitare la fuoriuscita di eventuale condensa: le testate superiore ed inferiore devono essere chiuse prima del montaggio con apposito profilo a «U» di alluminio; non vanno sigillate ermeticamente. È preferibile usare le lastre nella lunghezza standard e profili di alluminio con guarnizioni di tenuta per consentire libere dilatazioni e contrazioni. Si consiglia un gioco di circa 5 mm, su entrambi i lati della lastra.

I profilati collegano le lastre fra loro e alla struttura sottostante (in alluminio, acciaio o legno); quest'ultima deve essere sufficientemente rigida da resistere ai carichi previsti. Nei profili devono alloggiare le guarnizioni di tenuta; anche per le lastre nervate occorre evitare guarnizioni di tenuta e sigillanti non compatibili con il PMMA, come PVC plastificato, gomme ed espansi plastificati ecc..

Inoltre, anche in tal caso, prima del montaggio, ci si deve accertare dell'avvenuta essiccazione di eventuale verniciatura delle strutture portanti.

Poiché le lastre sono soggette a variazioni dimensionali a seguito di modificazioni di temperatura e di umidità relativa ambientale, se ne deve tener conto nel fissaggio delle lastre ai profili. A tal proposito non è consigliabile installare le lastre forandole e fissandole direttamente con viti.

Fissando i profili alla struttura con delle viti è opportuno che queste non vengano serrate troppo forte, onde consentire le naturali dilatazioni.

A causa del diverso coefficiente di dilatazione termica lineare tra le lastre e la struttura si devono consentire le variazioni dimensionali che generalmente si considerano di circa 5 mm/m.

Quando le lastre vengono montate in copertura, questa deve avere una pendenza di almeno 5°.

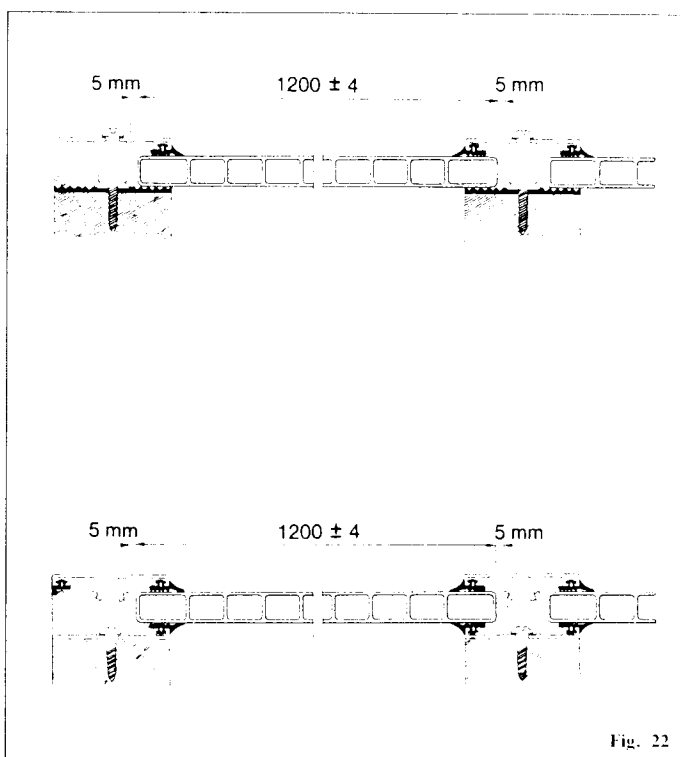


Fig. 22

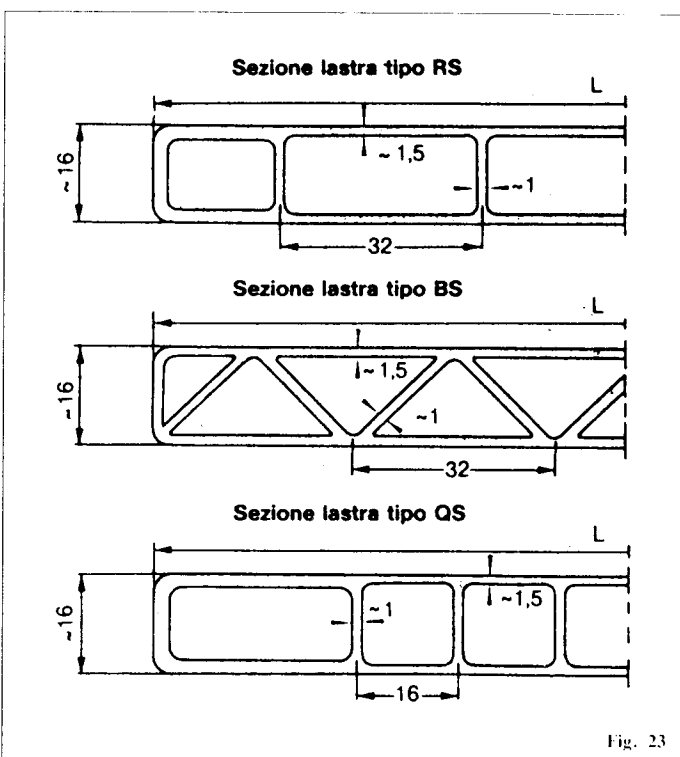


Fig. 23

LASTRA IN POLICARBONATO PIANA

Le lastre in policarbonato vengono prodotte per estrusione e posseggono elevata robustezza e durabilità nel tempo. Si tratta di strutture rigide, piane o curve, disponibili sia trasparenti che traslucide; le lastre trasparenti incolori sono stabilizzate alle radiazioni U.V.

Le lastre normali presentano una buona trasmissione luminosa, una buona resistenza alla grandine ed una buona resistenza agli agenti atmosferici. Grazie alla leggerezza del manufatto si possono realizzare ampie superfici trasparenti, con un elevato rapporto fra queste e il telaio.

È utile ricordare che l'alto coefficiente di dilatazione termica del materiale richiede considerevoli spessori dei telai e che, qualora sia richiesto l'impiego di lastre curve, sono possibili solo raggi di curvatura molto ampi, date le caratteristiche di durezza e resilienza del materiale.

FINITURA E MODALITÀ DI MANUTENZIONE

Sono disponibili lastre graffate che determinano elevatissima diffusione della luce, riducendo al minimo il riverbero nei tipi incolori e fumè, e lastre di color bronzo con trasmissione della luce pari al 50%, che risultano pertanto idonee per l'impiego nei climi caldi.

Le lastre possono essere pulite con un panno morbido o con una spugna, utilizzando acqua e sapone detergente neutro (anche alcool isopropilico o isobutilico). Spruzzi di vernice, grasso e sporco, possono essere eliminati prima che asciughino con un battuffolo imbevuto di nafta, kerosene, alcool denaturato o etere di petrolio.

Successivamente è opportuno sciacquare con acqua e sapone e asciugare con pelle scamosciata.

Non vanno usati detersivi abrasivi o molto alcalini; si eviti, inoltre, di raschiare le lastre e di usare benzolo, benzina, acetone, trielina e tetracloruro di carbonio.

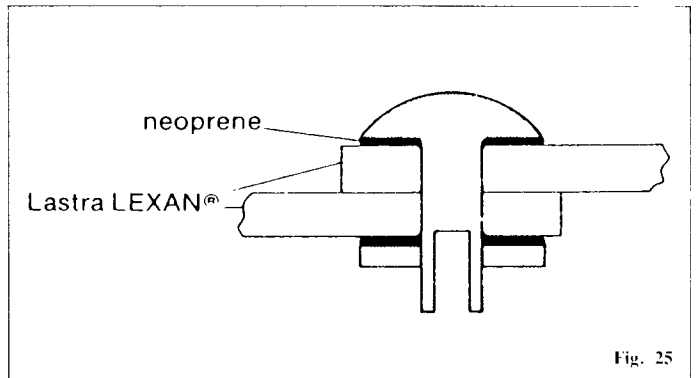


Fig. 25

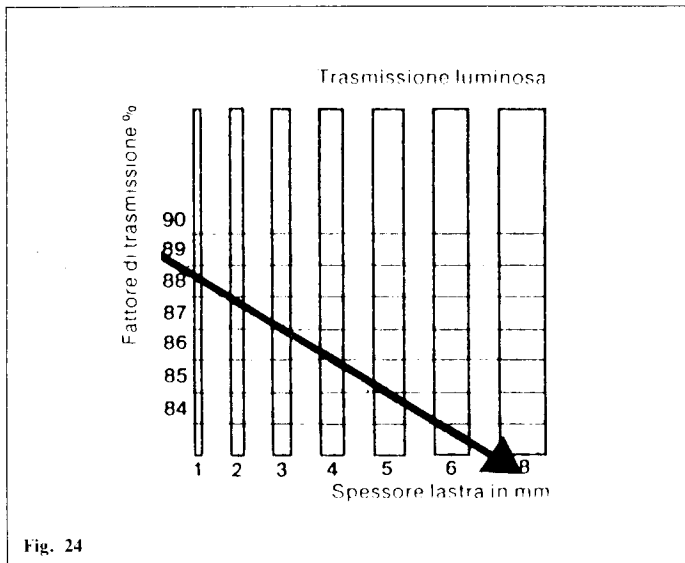


Fig. 24

CARATTERISTICHE E PROPRIETÀ

Le lastre hanno diversi formati standard, dal 700 × 900 mm. fino al 1700 × 3000 mm., con spessori variabili da 3 a 9,5 mm..

Proprietà termo-fisiche

peso specifico 1,20 gr./cmc. (DIN 53479)
 trasmissione luminosa 82-90%
 comportamento ai raggi U.V. opaco fino a 385 nm.
 assorbimento d'acqua (24h a 23° C) 10 mm. (DIN 53495)
 conduttività termica 0,21 W m.⁻¹ K (DIN 52612)
 dilatazione termica 6,7 × 10⁻⁵ m. m.⁻¹ C (nm 0304 1)
 resistività elettrica di volume 10¹⁶ Hom × cm. (DIN 53482)
 potere fonoisolante R da 25 dB (s = 4 mm.) a 34 dB (s = 12 mm.)
 resistenza al fuoco classe 0

Proprietà meccaniche

resistenza a trazione > 60 N/mmq. (DIN 53455)
 resistenza a flessione 100 N/mmq. (DIN 53452)
 resilienza (Charpy con intaglio) > 40 KJ/mq. (DIN 53453)
 modulo di elasticità 2500 N/mmq. (DIN 53457)
 allungamento a rottura > 100% (DIN 53455)
 durezza all'intaccatura 98 N/mmq. (10 sec.) - 93 N/mmq. (60 sec.) (DIN 53456)

Fig. 24: Diagramma della trasmissione luminosa in funzione dello spessore delle lastre.

Fig. 25: Fissaggio meccanico: è opportuno inserire rondelle di neoprene e alluminio fra i rivetti e le lastre per favorire la distribuzione dei carichi.

Al fine di evitare eventuali screpolature dovute a tensioni interne o a fattori ambientali si immette un pò di silicone liquido nel foro.

Fig. 26: Metodi di fissaggio con profilati metallici di lastre con vetratura semplice.

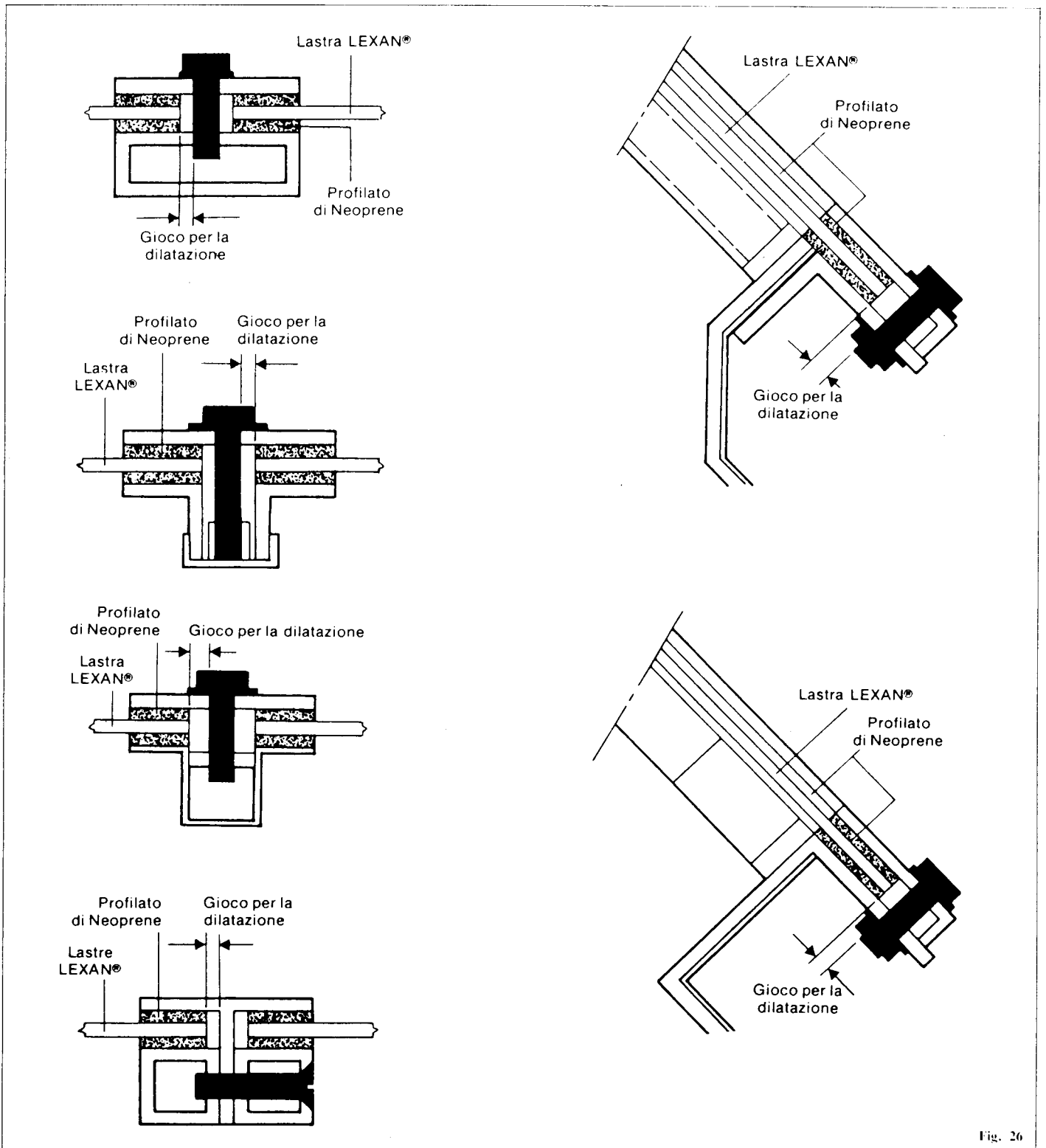


Fig. 26

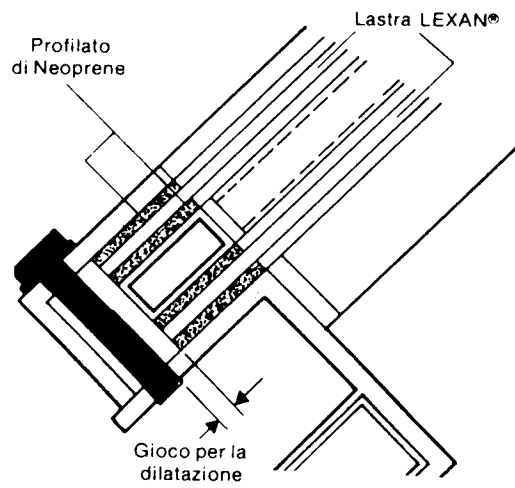
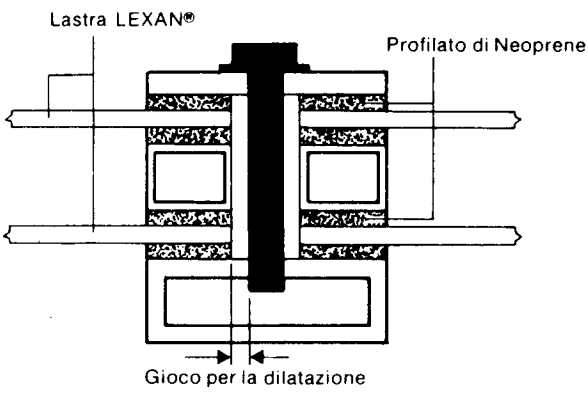
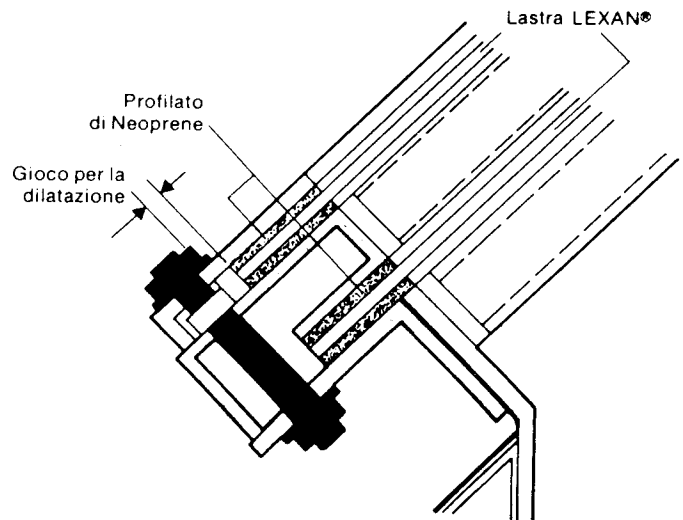
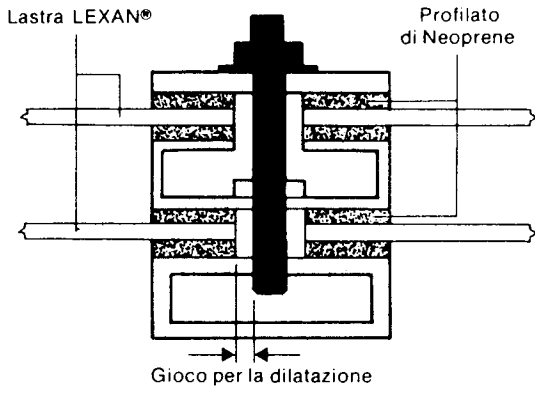
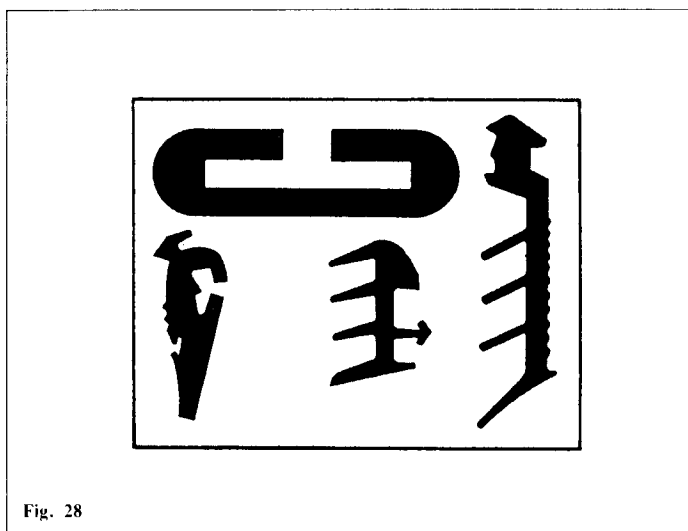


Fig. 27

Fig. 27: Metodi di fissaggio con profilati metallici di lastre a vetratura doppia.

Fig. 28: Alcuni esempi di profilati in gomma.

Fig. 29: Esempi di montaggio con profili in alluminio.



MODALITÀ DI POSA IN OPERA

Le lastre possono essere fissate in vari modi: con rivetti di solo alluminio dopo aver praticato fori leggermente maggiori per compensare dilatazioni e ritiri; con dadi e bulloni inossidabili, badando a non serrare eccessivamente i dadi; con saldatura semplice per piccole produzioni o prototipi; oppure con saldature ad ultrasuoni. Con questa tecnica si raggiungono, nelle zone di giunzione resistenze al taglio a trazione superiori del 70% di quella delle lastre.

Le lastre si tagliano con normali seghe a nastro, circolari o alternative, e si forano con normali punte di acciaio al carbonio. Le lastre vengono curvate a freddo con un raggio di curvatura che deve essere almeno 100 volte il suo spessore; in alternativa si può ricorrere alla termoformatura, ma poiché il raffreddamento è rapido, le lastre devono venir piegate velocemente e tolte dallo stampo rigide ma ancora calde.

Le lastre possono essere montate su telai in legno, alluminio, acciaio e PVC (normali e profilati), lasciando una battuta di inserimento di almeno 20 mm. di profondità, in modo da prevenire gli effetti della dilatazione termica.

Come materiale di tenuta si possono utilizzare composti di silicone, che offrono maggiore elasticità, consentendo un certo scorrimento della lastra senza perdita di adesione al telaio, o semplici guarnizioni e profili in gomma; questi ultimi, in grado di assorbire i movimenti di dilatazione della lastra, vengono montati a scatto sul profilato metallico.

Per impieghi particolari si può ricorrere a sigillanti siliconici combinati a profilati di gomma, che garantiscono una completa tenuta all'acqua. Sono da evitare siliconi a polimerizzazione amminica o benzammidica non compatibili con le lastre.

Infine poiché le lastre tendono ad accumulare elettricità statica, è consigliato un adeguato trattamento prima o dopo la lavorazione.

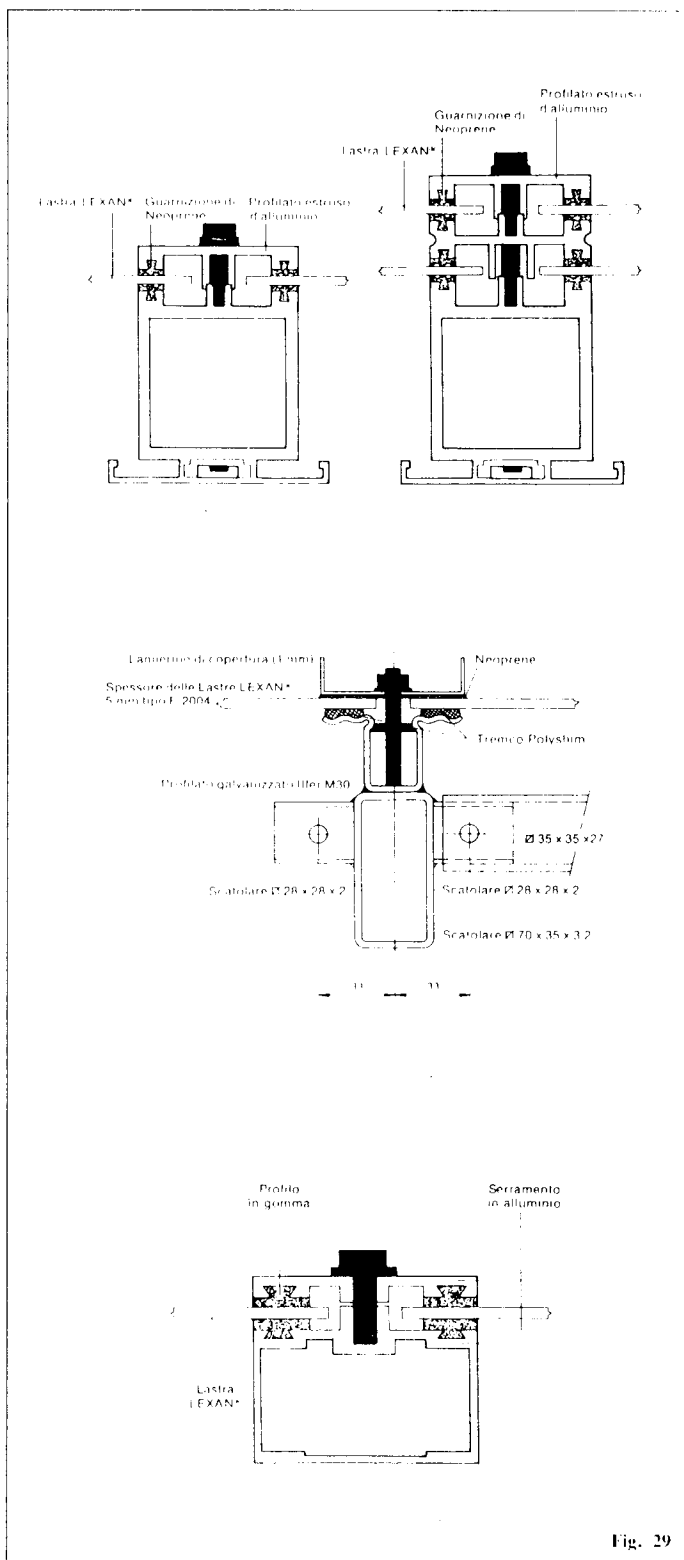


Fig. 29

LASTRA ALVEOLARE IN POLICARBONATO

Le lastre in policarbonato alveolare sono prodotte per estrusione, sia colorate che trasparenti. Le lastre presentano una discreta trasmissione luminosa rimanendo stabili ai raggi U.V.; grazie alla materia di base, il policarbonato *lexan*, ed alla particolare struttura geometrica, sono caratterizzate da una buona resistenza alla grandine (la resilienza rimane invariata da -40 a +120 °C), da una buona resistenza agli agenti atmosferici e da un buon isolamento termico (K varia in funzione dello spessore da 4,2 a 2,6 W/mq. °K).

Infatti la struttura multiparete crea, attraverso i canali interni (le cui estremità vengono generalmente saldate a caldo), una serie di camere d'aria il cui effetto termoisolante è notevole; inoltre, uno dei lati delle lastre è protetto contro le radiazioni U.V.. Il materiale è fornito sia sotto forma di strutture rigide piane, a doppia o tripla parete, sia in lastre ondulate a doppia parete, sia, infine, in profili alveolari leggermente convessi a forma di «U».

La leggerezza del manufatto - da 800 gr. (s = 4 mm.) a 2,8 Kg (s = 16mm.) al metro quadro - consente di realizzare ampie superfici trasparenti che risultano opache all'infrarosso oltre i 500 nm., riducendo al minimo le perdite di calore per radiazione.

FINITURA E MODALITÀ DI MANUTENZIONE

Sono disponibili lastre nella tonalità color bronzo che attenuano l'abbagliamento riducendo la trasmissione luminosa del 70%, risultando pertanto idonee per l'impiego nei climi caldi.

Le lastre estruse a forma di «U» possono essere di colore neutro, opalino, fumè e verde.

Le lastre ondulate possono essere traslucide, opache, color grigio cemento, rosso mattone e testa di moro.

Le lastre vengono lavate con una soluzione di sapone detergente neutra e risciacquate con acqua tiepida. Si evitino detergenti abrasivi o fortemente alcalini.

Nella eventualità di sporco persistente si utilizzino panni morbidi o spugne. In ogni caso vanno evitate spazzole, pagliette di ferro o strumenti affilati; parimenti sconsigliabile adoperare *Butil Cellosolve* o alcool isopropilico.

CARATTERISTICHE E PROPRIETÀ

Le lastre di lunghezza standard di 6 m. (disponibili fino a 12 m.) hanno larghezza 210 cm. e 250 cm. con spessori da 4 mm. a 16 mm.; esistono inoltre pannelli piani con sagomature positivo-negativo nel senso della lunghezza, che consentono l'incastro delle lastre tra di loro con una semplice operazione di montaggio a scatto. Hanno un peso di circa 2 Kg./mq., uno spessore di 10 mm. e una larghezza di 600 mm..

Le lastre a «U» hanno larghezze di 320 mm. e 640 mm., spessore 10 mm. e lunghezze fino a 12 m. e oltre.

Proprietà termo-fisiche

peso specifico	1,20 gr./cmc. (DIN 53479)
trasmissione luminosa	76-83%
indice di rifrazione nD25	1,59 (DIN 53491)
assorbimento d'acqua (per 24h a 23 °C)	10 mgr. (DIN 53495)
permeabilità acqua (s = 1 mm.)	> 2,28 gr./mq. (DIN 53122)
coefficiente dilatazione termica	$6,7 \times 10^{-5}$ m./m. °C (0304/1)
conduttività termica	0,21 W/m. °K (DIN 52612)
resistenza al calore Vicat	145-150 °C (DIN 53460)
resistenza al fuoco	classe B1 (DIN 4102)

Proprietà meccaniche

resistenza a trazione allo snervamento	> 60 N/mmq. (DIN 53455)
resistenza a trazione a rottura	> 70 N/mmq. (DIN 53455)
allungamento allo snervamento	6-8% (DIN 53455)
allungamento a rottura	> 100% (DIN 53455)
modulo elasticità	2300 N/mmq. (DIN 53457)
resilienza Izod con intaglio (s = 3 mm. a temperatura ambiente)	600-800 J/m. (ASTM D 256)

MODALITÀ DI POSA IN OPERA

Le lastre vengono montate in modo che il lato protetto contro le radiazioni U.V. sia rivolto verso l'esterno.

Nel caso di coperture inclinate o di finestrate, le nervature devono essere verticali per favorire il deflusso della condensa. A tale scopo vengono praticati dei fori nel profilato a «U» inferiore, per consentire la circolazione d'aria.

Le lastre si tagliano con normali seghe a nastro, circolari o alternative, e si forano con opportune punte elicoidali per metalli.

I fori devono distare almeno 40 mm. dal bordo della lastra ed il diametro deve essere maggiore di quello dei bulloni, per consentire la dilatazione termica del metallo.

Le lastre possono essere incollate ad altri materiali plastici, vetri, metallici, attraverso l'impiego di adesivi compatibili. Nel caso di lastre piane, il telaio va sigillato con cura per evitare l'ingresso di eccessiva umidità e polvere.

Le lastre alveolari hanno coefficienti di dilatazione termica maggiori dei profilati d'uso comune, e pertanto si dovrà lasciare un gioco per la loro dilatazione, allo scopo di evitare rigonfiamenti e sollecitazioni termiche; tale gioco deve essere previsto sia in altezza che in lunghezza. La battuta di inserimento della lastra deve inoltre comprendere almeno 18 mm. di incastro.

Il montaggio a secco è realizzato con guarnizioni di gomma inserite a scatto elastico nei profilati, ed è consigliato nei casi in cui la dilatazione della lastra può superare il limite di elasticità del sigillante. Le guarnizioni generalmente usate sono di neoprene o elastomeri EPT o EDPM.

Nel caso delle lastre convesse sagomate a «U», invece, si ricorre ad un particolare profilo a omega (o quadrato) in acciaio zincato e plastificato che assicura il perfetto accoppiamento e l'assorbimento di ogni eventuale deformazione. La ridotta larghezza modulare di questo tipo di lastre e la loro leggerezza (2,2 Kg./mq.) consentono un facile e rapido assemblaggio a scatto.

Fig. 30: Schema generale di installazione delle lastre.

Fig. 31: Nel montaggio va previsto il gioco per la dilatazione delle lastre in relazione al loro spessore.

Fig. 32: La profondità della battuta (R) è la somma della profondità dell'incastro (G) e del gioco per la dilatazione termica.

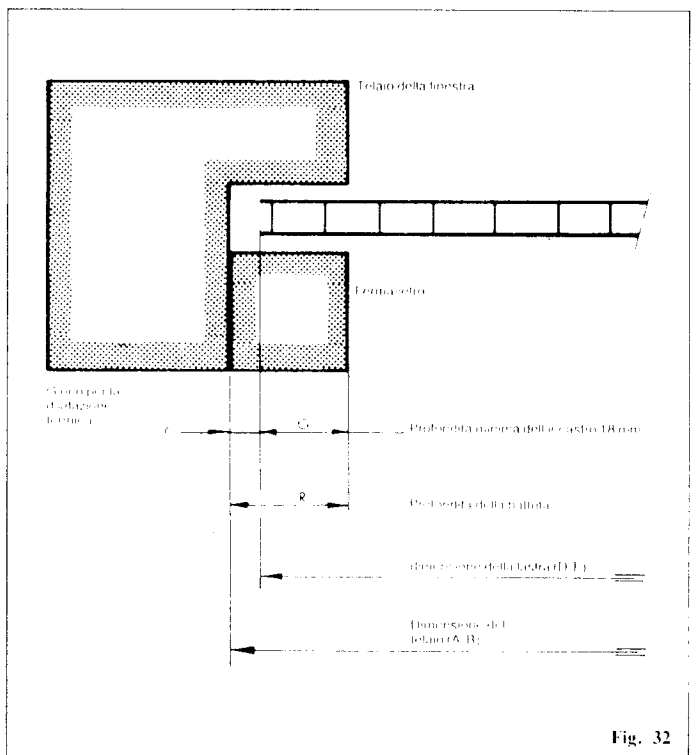
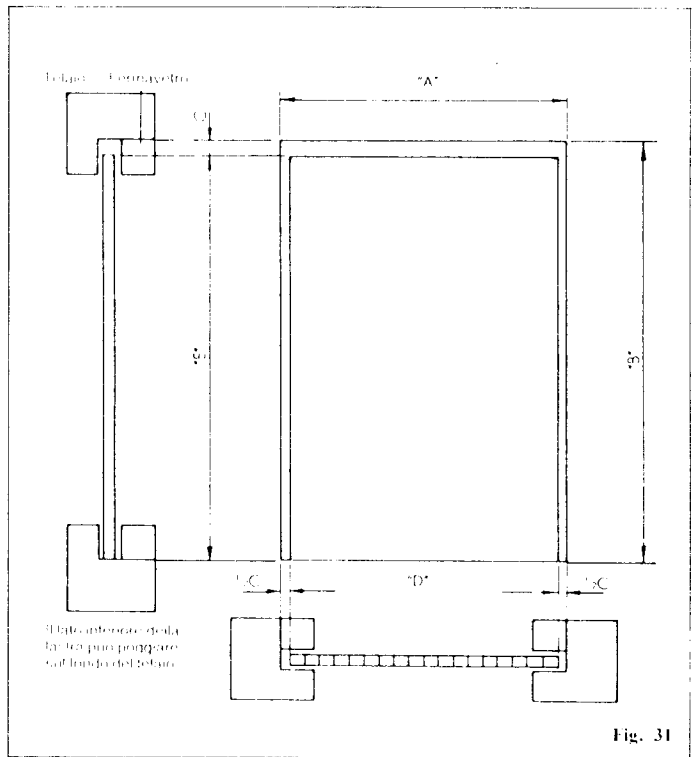
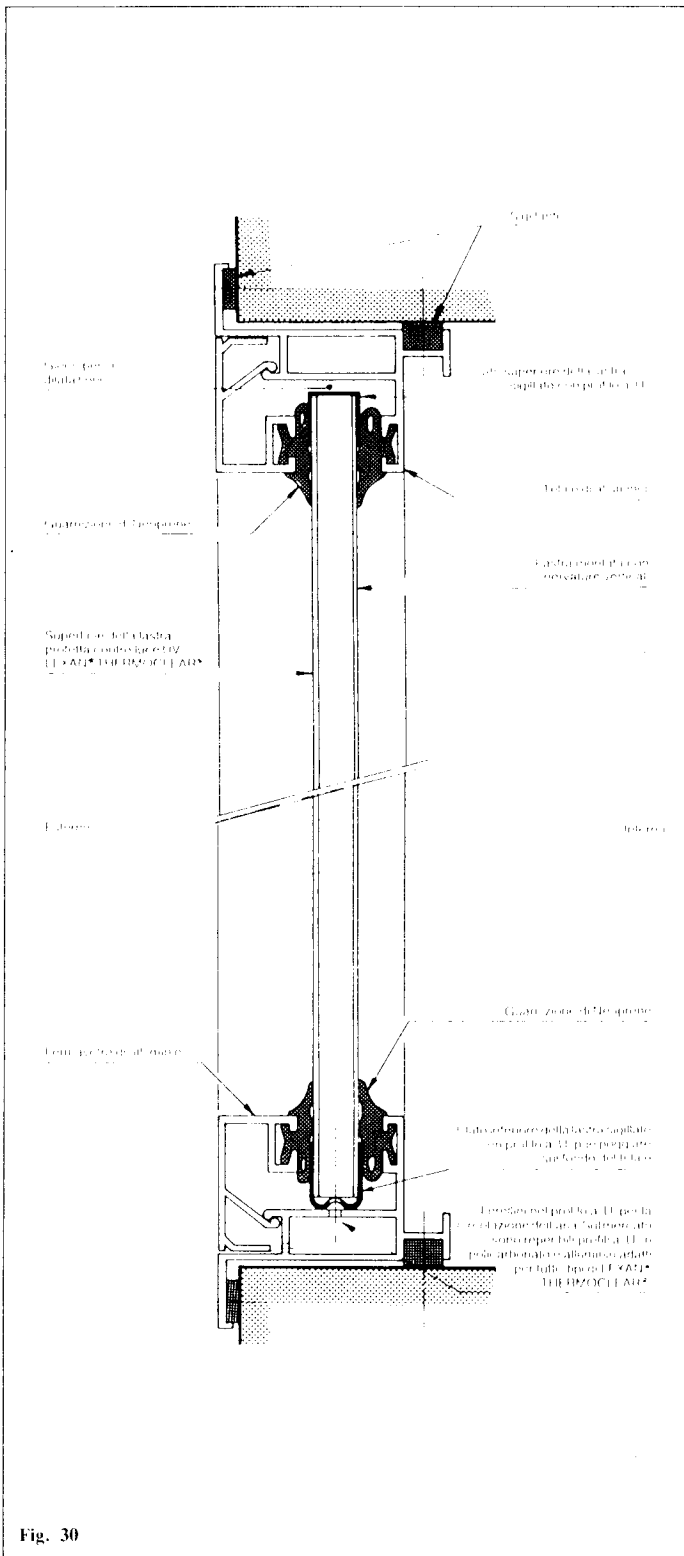


Fig. 30

Fig. 32

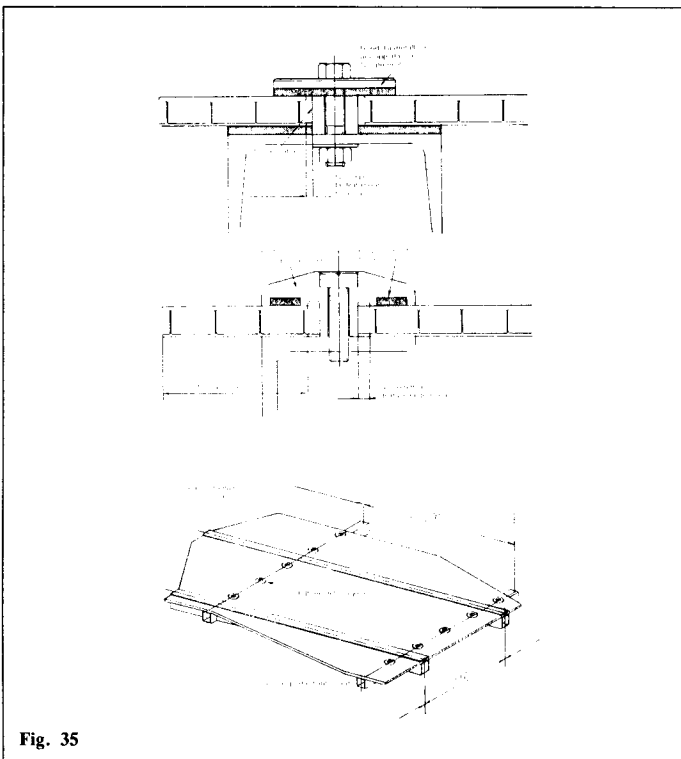
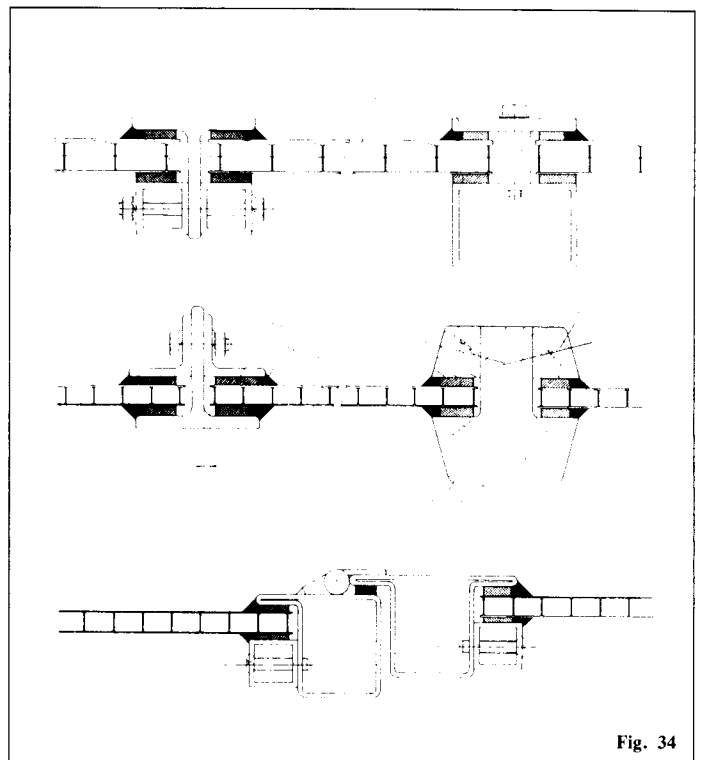
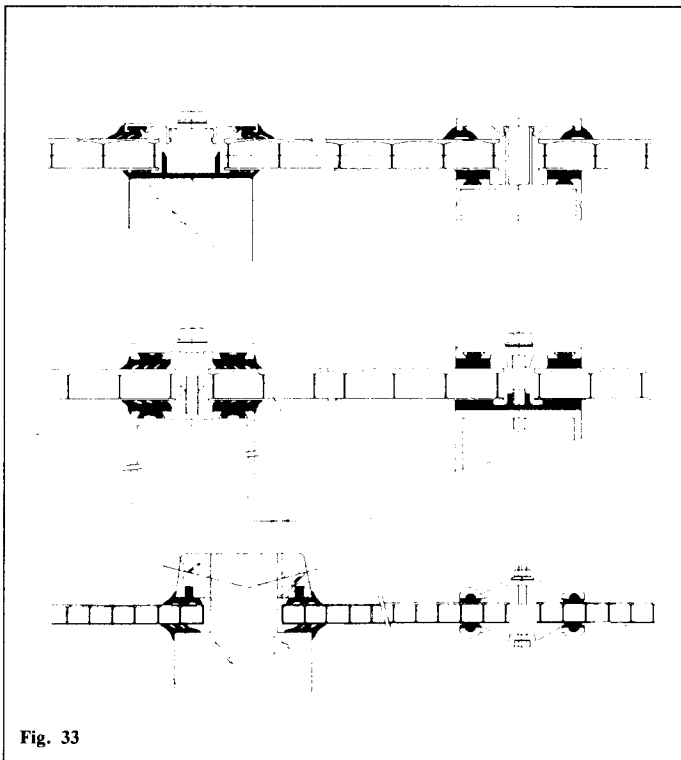


Fig. 33: Esempi di montaggio a secco.

Fig. 34: Esempi di montaggio con sigillanti.

Fig. 35: Montaggio con bottoni di fissaggio in alluminio o nylon compatibili con le lastre.

Fig. 36: Esempi di tamponature e di coperture realizzate con lastre a «U» (Polyù).

Fig. 37: Schema di assemblaggio di copertura con lastre a «U» (Polyù):

1) lastra di 650 mm. di larghezza; 2) montante quadrato di giunzione; 3) profilo superiore in alluminio; 4) profilo inferiore in alluminio; 5) profilo laterale in alluminio; 6) tassello in PE espanso; 7) tassello in PE espanso.

Fig. 38: Schema di assemblaggio di tamponatura con lastre a «U» (Polyù):

1) lastra; 2) montante a omega; 3) profilo superiore in alluminio; 4) profilo inferiore in alluminio; 5) profilo inferiore in alluminio con banchina coprimuretto; 6) profilo laterale in alluminio; 7) guarnizione a contatto; 8) tassello in PE espanso.

Inoltre, i montanti, trovandosi sempre all'interno delle tamponature, impediscono la formazione di ponti termici.

Quando non è richiesto o non è possibile il montaggio a secco, si può ricorrere all'impiego di normali telai metallici o di legno, insieme con sigillanti non indurenti o con nastri sigillanti. Per questo scopo sono adatti nastri di politene.

Il sigillante deve tollerare un certo movimento senza perdita di adesione al telaio o alle lastre; sono pertanto idonei i sigillanti silicnici e quelli polisulfurici mono o bi-componenti e vanno invece evitati sigillanti silicnici a polimerizzazione amminica o benzamminica.

È possibile il fissaggio delle lastre anche con bulloni o rondelle. I bulloni non devono venire serrati tanto da danneggiare irrimediabilmente le lastre o da impedirne la dilatazione termica. Il gioco per la dilatazione dipenderà dall'ampiezza delle escursioni termiche e dalla distanza tra i fori.

Usando rondelle metalliche di grande diametro, accoppiate con neoprene, e inserendo dei distanziatori fra la rondella e il profilato di supporto, si evita di serrare eccessivamente il bullone e si ripartisce la sollecitazione di compressione su una superficie relativamente ampia.

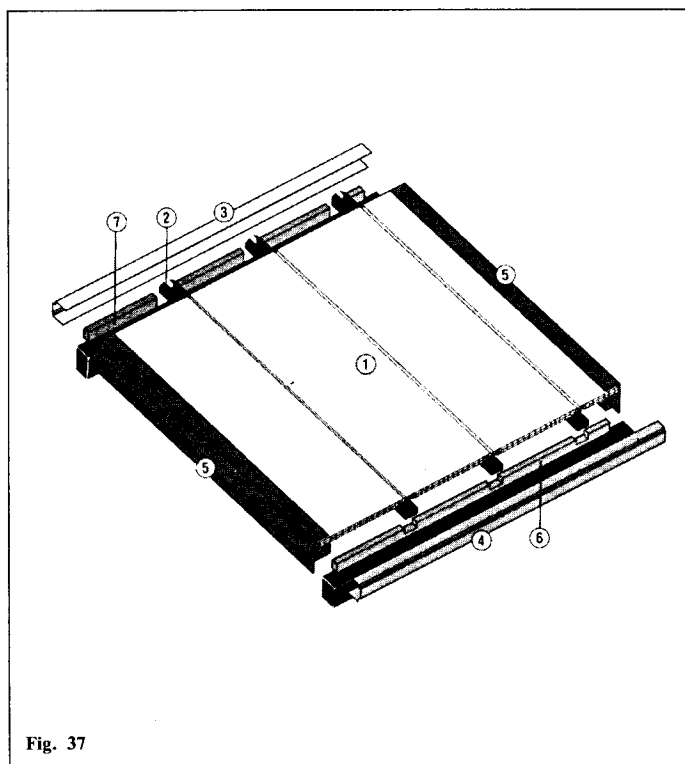
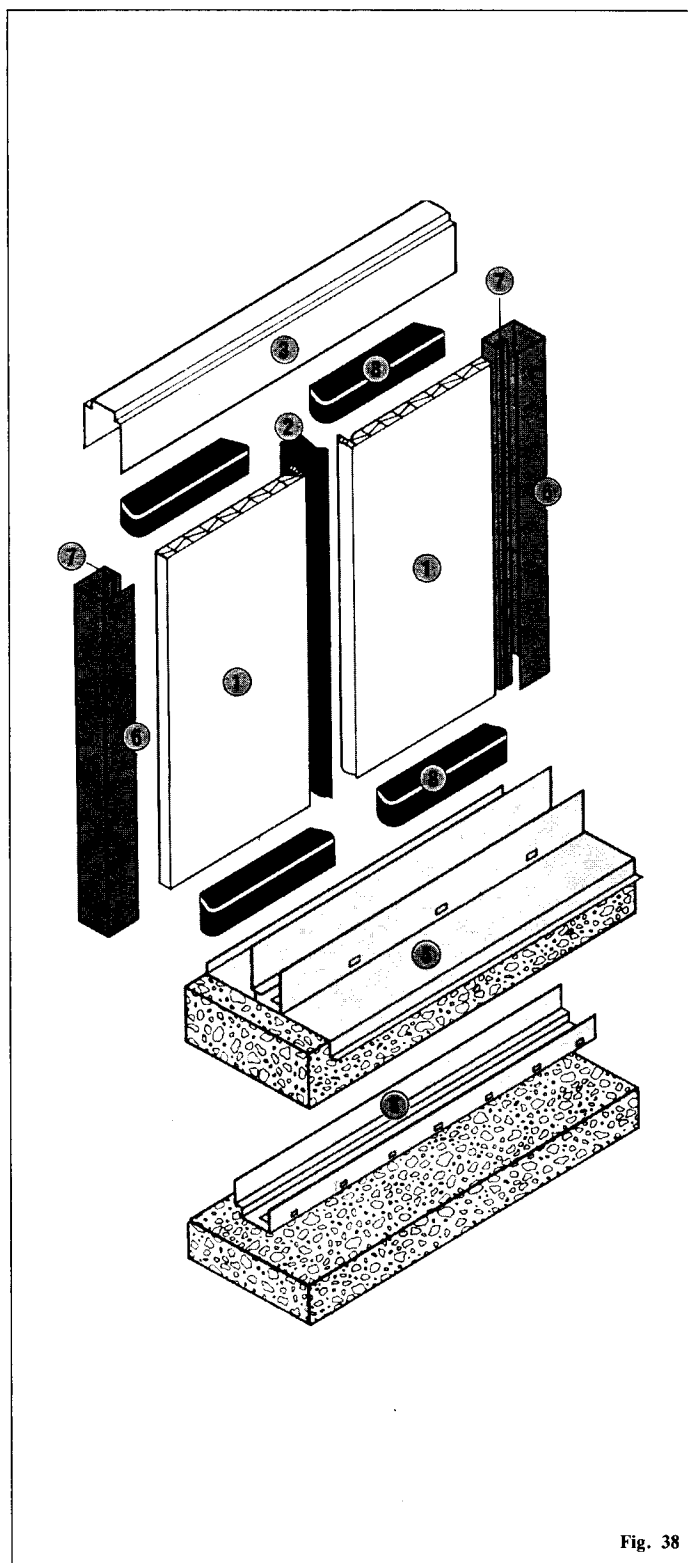


Fig. 37

Fig. 38

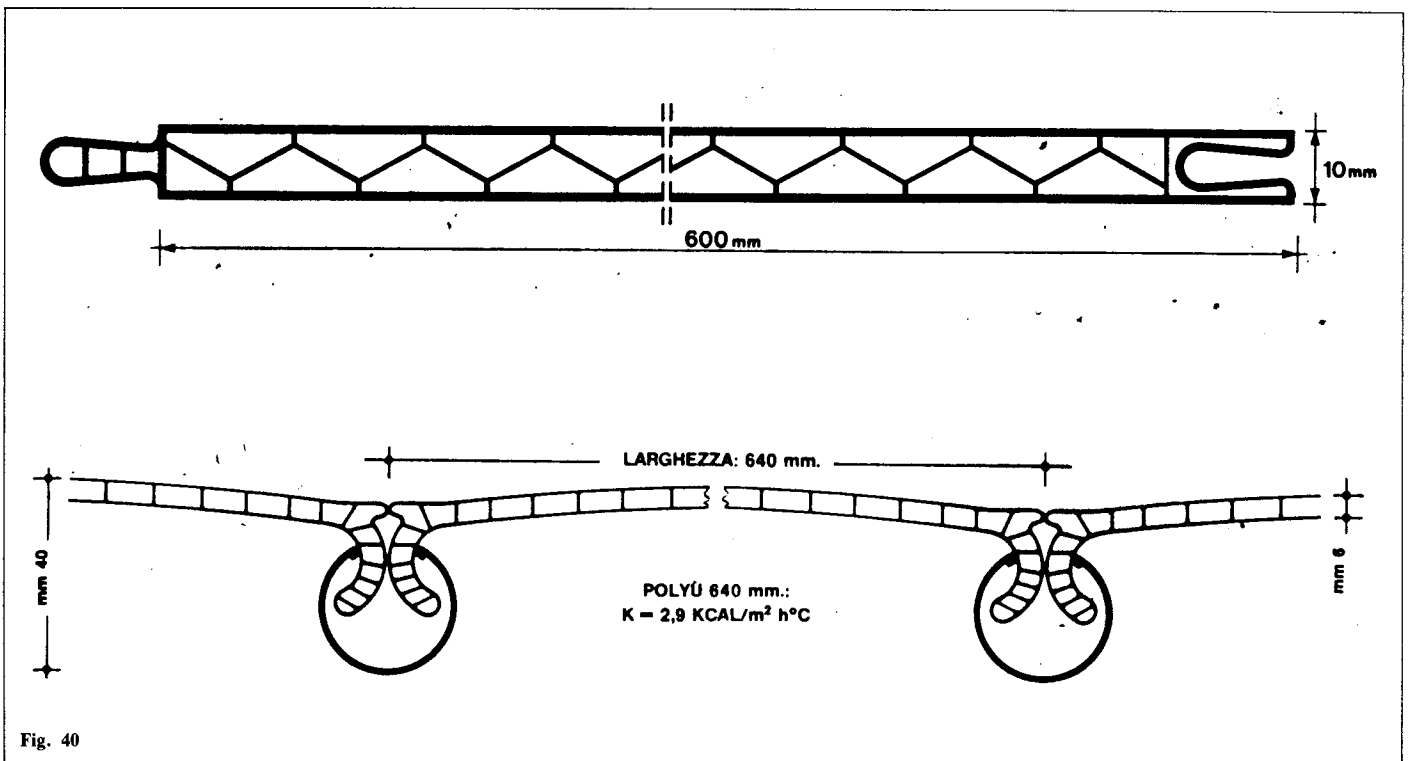
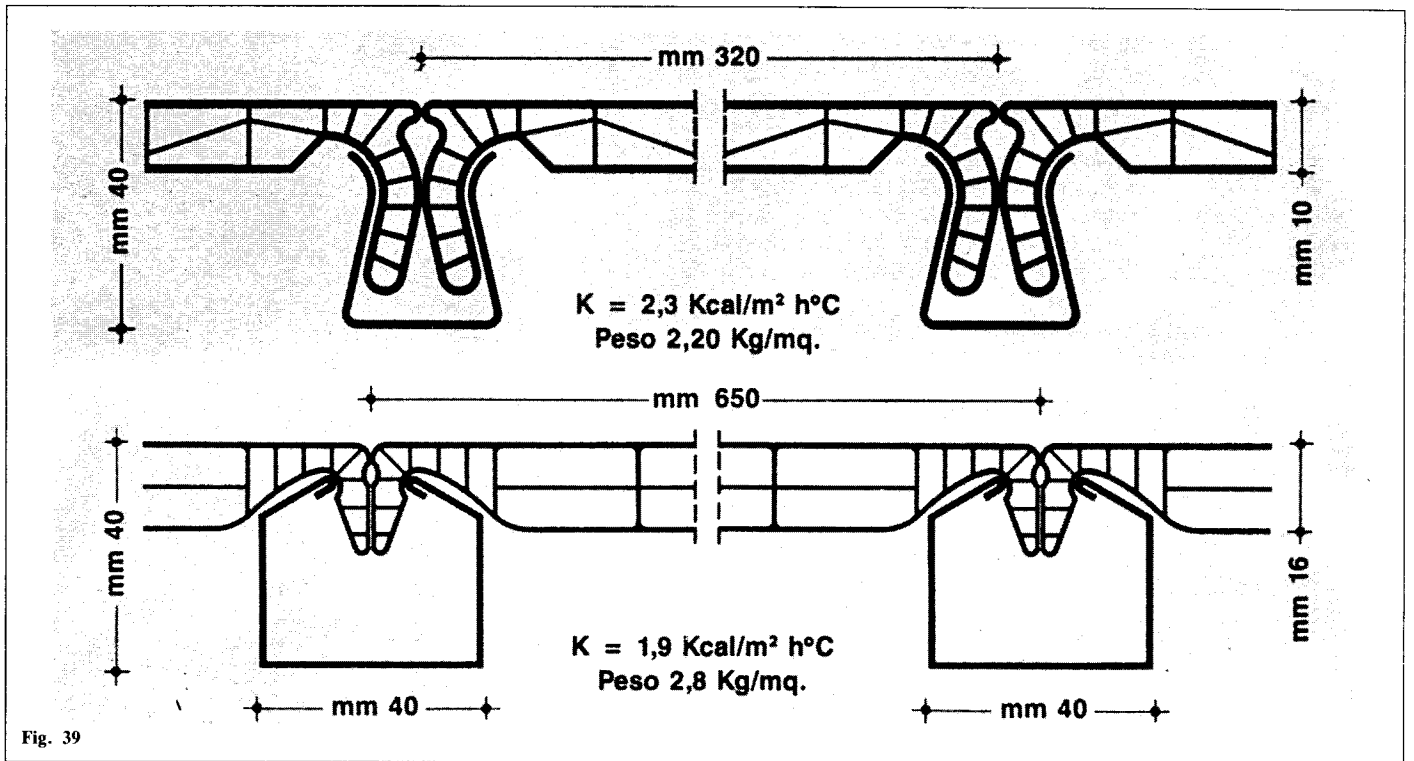


Fig. 39: Sezioni di lastre a «U» con montanti a omega o quadrati Polyù).

Fig. 40: Sezioni di lastra ad incastro maschio-femmina e di lastra per superfici curve.

Fig. 41: Pannelli di parete in lamiera di alluminio: sezione verticale di parete: 1) nodo inferiore; 2) nodo inferiore finestra; 3) nodo superiore finestra; 4) nodo di copertura con profilo curvo (luxalon).

Coperture e chiusure perimetrali opache

PANNELLI METALLICI SANDWICH

Sono pannelli monolitici composti, impiegati per la realizzazione sia di pareti esterne che di coperture.

Sono costituiti da un supporto interno (solitamente in lamiera metallica) che funge anche da elemento di finitura, un elemento di tenuta in lastra metallica (acciaio, acciaio inox, alluminio e rame per le coperture), uno strato protettivo esterno (ottenibile con preverniciatura o zincatura), e uno strato isolante ottenuto con resina espansa, in genere poliuretano, di densità pari a circa 40 Kg/mc., i cui componenti miscelati e iniettati fra i due supporti preriscaldati, reagiscono fra di loro, si espandono e solidificano ancorandosi alle facce interne dei supporti estremi. Inoltre speciali profili in PVC inseriti lungo i bordi dei pannelli proteggono il materiale isolante dal contatto con l'aria, evitano distacchi durante la manipolazione dei pannelli e incrementano la resistenza meccanica. I bordi longitudinali presentano nervature (nelle coperture) o attacchi di tipo maschio-femmina (nelle pareti), garantendo la tenuta del giunto.

Il manufatto presenta discrete caratteristiche meccaniche, una buona durabilità agli agenti atmosferici, nonché un buon comportamento termico che lo rendono valido anche in climi particolarmente aggressivi.

FINITURA E MODALITÀ DI MANUTENZIONE

I supporti esterni in lamiera di acciaio sono protetti con una preverniciatura eseguita sui materiali base prima della loro sagomatura e secondo il ciclo: sgrassaggio-trattamento con prodotti fosfo-sgrassanti-applicazione di una mano di primer-cottura a forno a 250 °C-applicazione di una mano di vernice a finire e nuova cottura a forno.

I supporti esterni realizzati in lamiera di acciaio zincato vengono «grecati» a freddo su treni di profilatura a rulli con spessore standard di 0,6 mm.; per una protezione maggiore contro gli agenti atmosferici, viene realizzata una preverniciatura a fuoco, in funzione del grado di protezione desiderato, con resina poliestere (per condizioni ambientali medie) o poliuretaniche (per condizioni massime).

Anche i supporti esterni in lamiera di alluminio, peraltro di elevata resistenza alla corrosione atmosferica, possono essere preverniciati.

Gli elementi possono presentare superfici esterne lisce o a buccia di arancia (alluminio 0,7 mm.) con una vasta gamma di colori; esistono inoltre pannelli con finitura esterna in rame.

Nell'impiego dell'alluminio e dell'acciaio non inox e non preverniciato, è opportuno evitare tutti i contatti bimetallici.

I pannelli non richiedono una particolare pulizia.

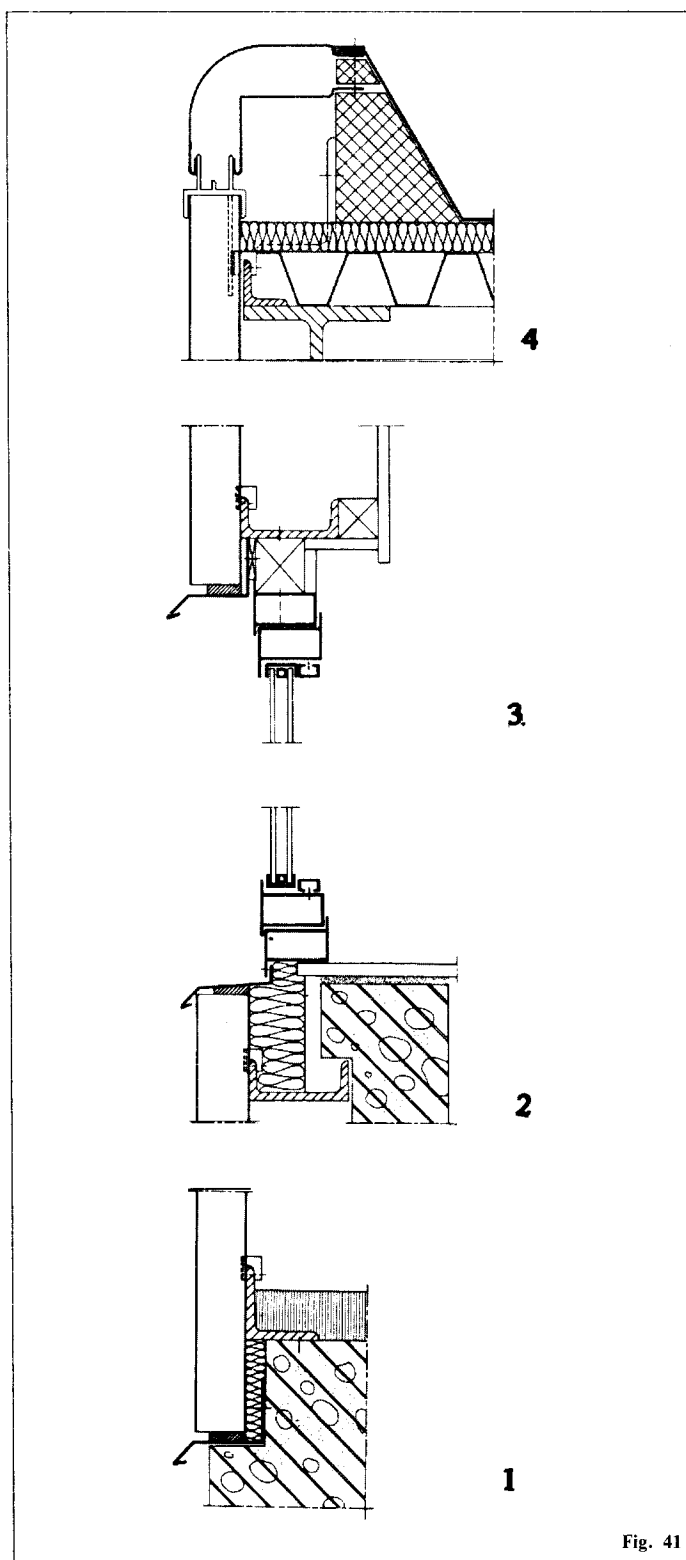


Fig. 41

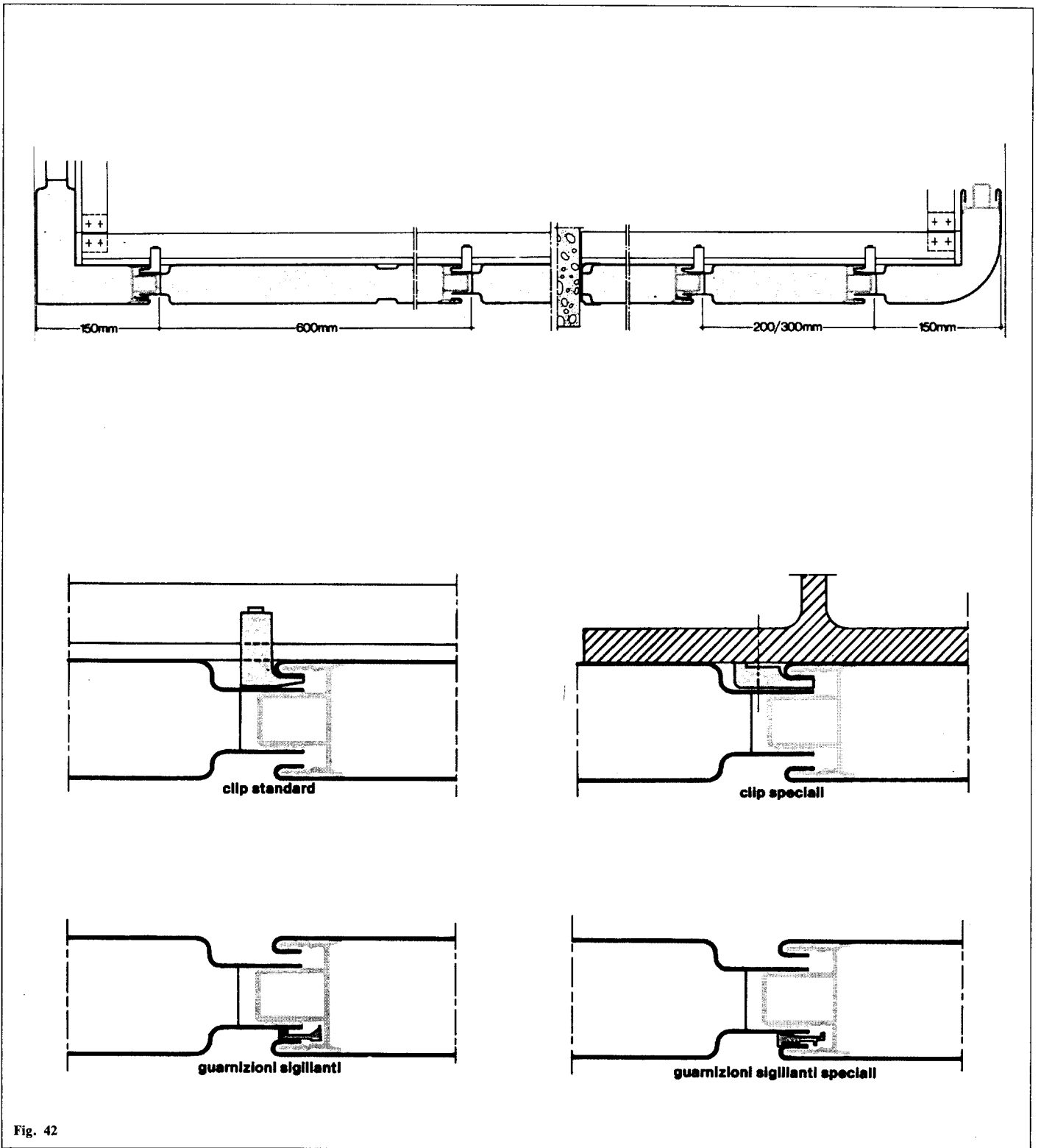


Fig. 42

Fig. 42: Pannelli di parete in lamiera di alluminio: sezione orizzontale e alcuni tipi di giunto (luxalon).

Fig. 43: Particolari di montaggio dei pannelli bi-modulari e di alcuni elementi speciali: calotte a 1/8 di sfera, elementi angolari curvi e finestrate ovoidali (luxalon).

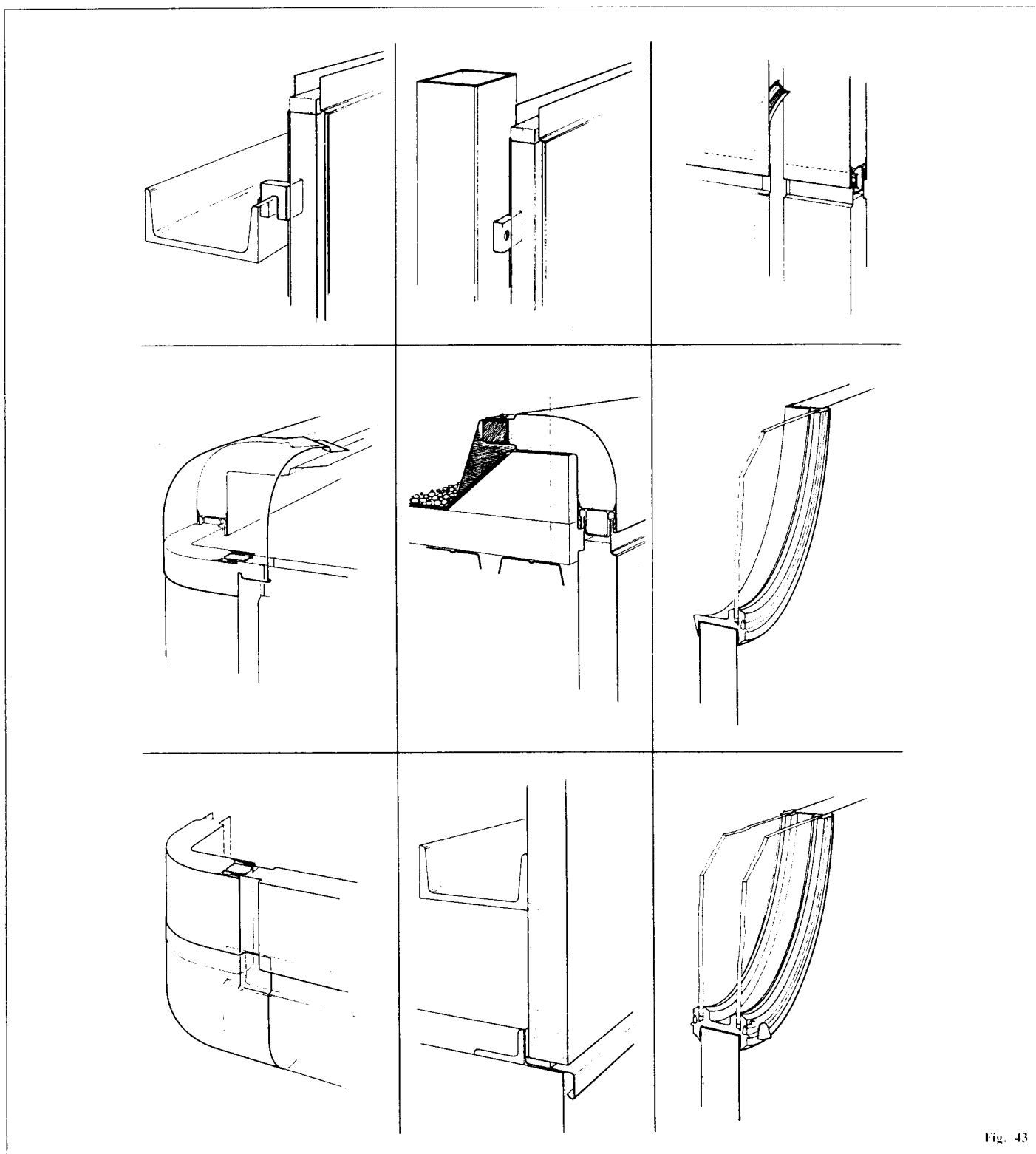


Fig. 43

CARATTERISTICHE E PROPRIETÀ

I materiali adottati per la realizzazione degli elementi di tenuta sono soggetti ai fenomeni di dilatazione e contrazione termica, causati dalle variazioni della temperatura, che vanno pertanto considerati in fase di progettazione e di costruzione.

Con un salto termico di 100 °C si hanno i seguenti coefficienti di dilatazione nei materiali impiegati:

acciaio	1,1 mm./m
alluminio	2,3 mm./m
rame	1,7 mm./m

I pannelli hanno uno spessore della lastra esterna solitamente compreso fra 0,6 e 10 mm., mentre quello della lastra interna è di 0,5 mm.; lo spessore complessivo dei pannelli varia da 35 mm. a 100 mm., mentre la larghezza è usualmente di 600 mm. o 900 mm.; il peso dei pannelli varia da 11,80 Kg./mq. (s = 35 mm.) a 12,80 Kg./mq. (s = 60 mm.) con lamiera di acciaio e da 7 Kg./mq. (s = 35 mm.) a 8Kg./mq. (s = 50 mm.) con lamiera di alluminio.

Proprietà termo-fisiche

densità isolamento	40 Kg./mc.
conducibilità termica	0,020 Kcal./m h °C (pannelli in acciaio) 0,022 Kcal./m h °C (pannelli in alluminio)
coefficiente trasmissione termica	0,39 Kcal./mq. h °C (s = 50 mm. pannelli in acciaio) 0,57 Kcal./mq. h °C (s = 35 mm. pannelli in acciaio) 0,22 Kcal./mq. h °C (s = 100 mm. pannelli in all.) 0,30 Kcal./mq. h °C (s = 60 mm. pannelli in all.) 0,35 Kcal./mq. h °C (s = 50 mm. pannelli in all.) 0,57 Kcal./mq. h °C (s = 35 mm. pannelli in all.)
resistenza al fuoco	classe 1

Proprietà meccaniche (pannelli in acciaio)

resistenza alla compressione	1,5 Kg./cmq.
resistenza alla rottura	4 Kg./cmq.
resistenza al taglio	1 Kg./cmq.

MODALITÀ DI POSA IN OPERA

I pannelli, una volta tolto l'imballaggio, non devono essere lasciati alla esposizione prolungata di un lato al sole, perché può provocare normali dilatazioni della lamiera.

Occorre, nelle operazioni di taglio e foratura, ripulire le superfici della limatura che provocherebbe formazione di ruggine. È sconsigliato l'uso di utensili rotativi a disco che tagliano per fusione danneggiando la zincatura e la preverniciatura.

In copertura la distanza massima fra gli appoggi viene ovviamente determinata in funzione del tipo e dello spessore del pannello prescelto, nonché dei carichi gravanti sui pannelli. Questi ultimi vengono fissati alla sottostruttura, solitamente costituita di elementi lineari, mediante foratura sulla parte alta delle greche e con successivo inserimento di viti autofilettanti completate da rondelle di tenuta, cappellotti in acciaio e guarnizioni in *ruberglass*.

Particolare attenzione va riposta nei punti critici di discontinuità, come le linee di gronda e di colmo, dei bordi laterali o degli attacchi con superfici verticali. Si consiglia di adottare pendenze di falda superiori al 7%.

Nelle tamponature la leggerezza che caratterizza il manufatto consente a due uomini di poter facilmente maneggiare un pannello di 10 m di lunghezza, senza l'aiuto di attrezzature di sollevamento. I pannelli vengono giuntati o mediante foratura dell'aletta del lato femmina (affinché il fissaggio resti nascosto l'ala da forare è quella adiacente al supporto di baraccatura), conseguente inserimento di viti autofilettanti e applicazione di guarnizioni di tenuta sui giunti tra due pannelli, oppure con morsetti brevettati (*luxalon*) che consentono di abolire fori, rivetti o viti, rendendo invisibile il fissaggio.

Quest'ultimo tipo di giunzione (maschio-femmina) consente di compensare le tolleranze della costruzione, aggiungendo o togliendo 3 mm per giunto e, al tempo stesso, non crea ponti termici.

Oltre ai pannelli standard sono disponibili elementi di aggiustaggio, pannelli d'angolo (a spigolo vivo o arrotondato) e pannelli con aperture ovalizzate in neoprene per finestrate fissate, a vetro semplice o doppio, o con aperture atte ad accogliere serramenti completi sia apribili che fissi.

Particolarmente interessante per le possibilità compositive offerte risulta il sistema bi-modulare *luxalon*, che prevede un giunto maschio-femmina anche sulle testate dei pannelli oltre che lungo i lati.

Conseguentemente i pannelli possono essere disposti sia orizzontalmente che verticalmente e le finestrate possono essere posizionate liberamente nell'ambito del pannello.

Anche questo sistema si completa con pannelli di aggiustaggio (disponibili con modulo di 300 mm. e 200 mm.) e speciali raccordi.

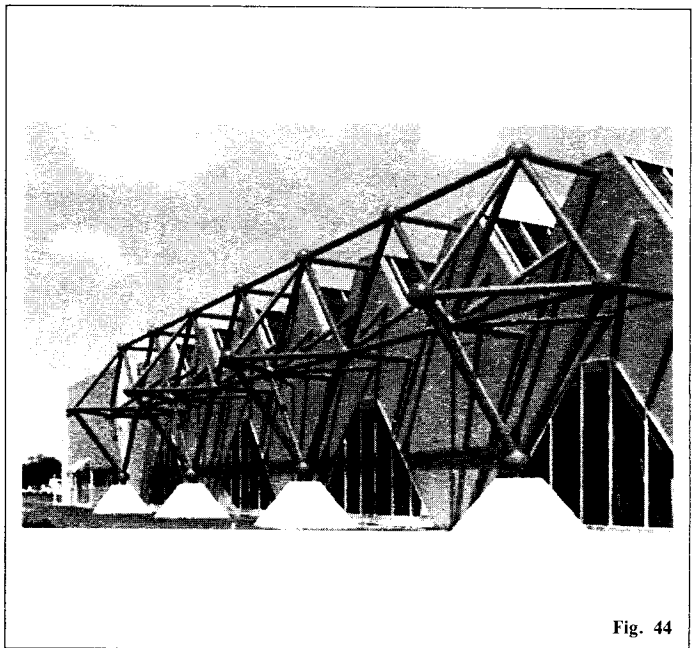


Fig. 44

Fig. 44: Esempio di versatilità dei sistemi di facciata con pannelli di alluminio (luxalon).

Fig. 45: Particolare di colmo 1) pannello di copertura; 2) vite auto-filettante; 3) colmo standard; 4) coibentazione; 5) sottocolmo; 6) baraccatura di copertura; 7) struttura portante (Elcom System).

Fig. 46: Particolare di convesa: 1) pannello di copertura; 2) accessori di fissaggio; 3) arcareccio di copertura; 4) convesa coibentata; 5) struttura portante; 6) griglia para-foglie (Elcom System).

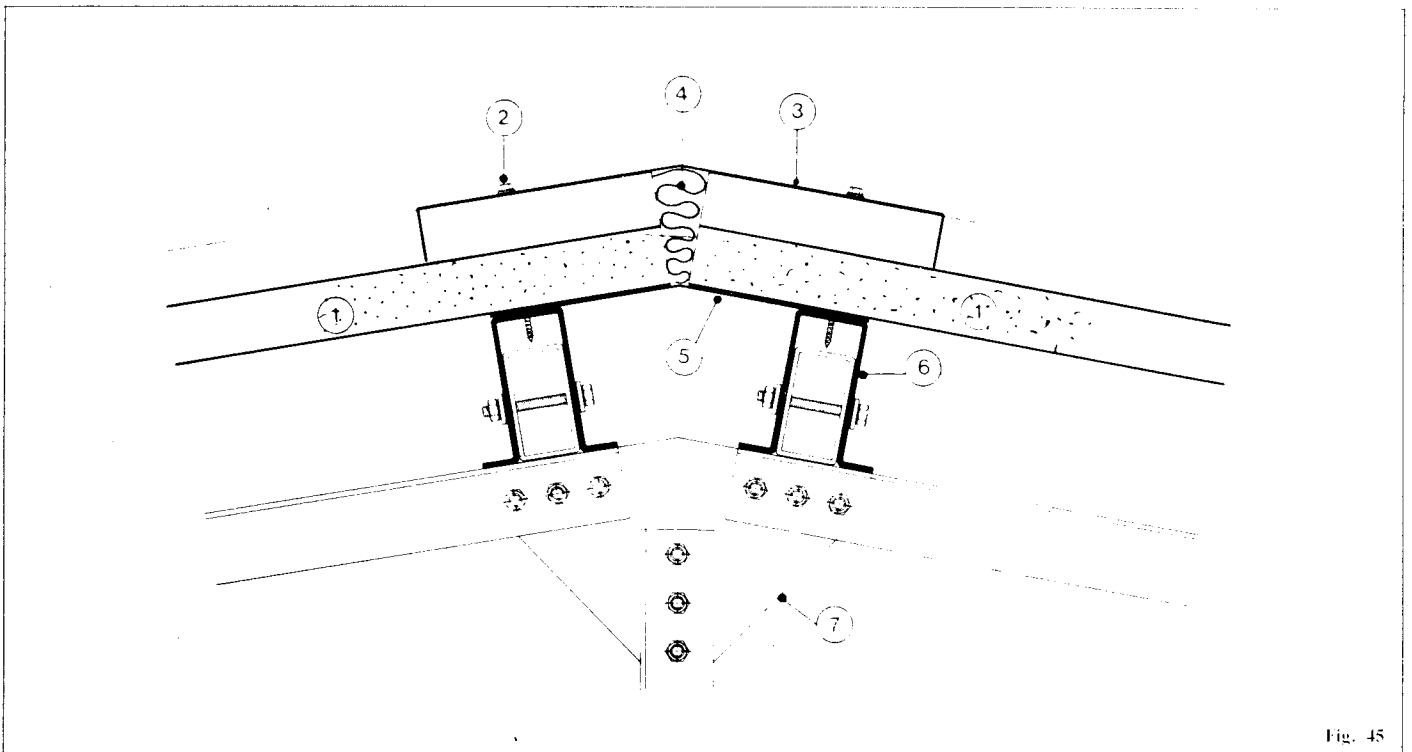


Fig. 45

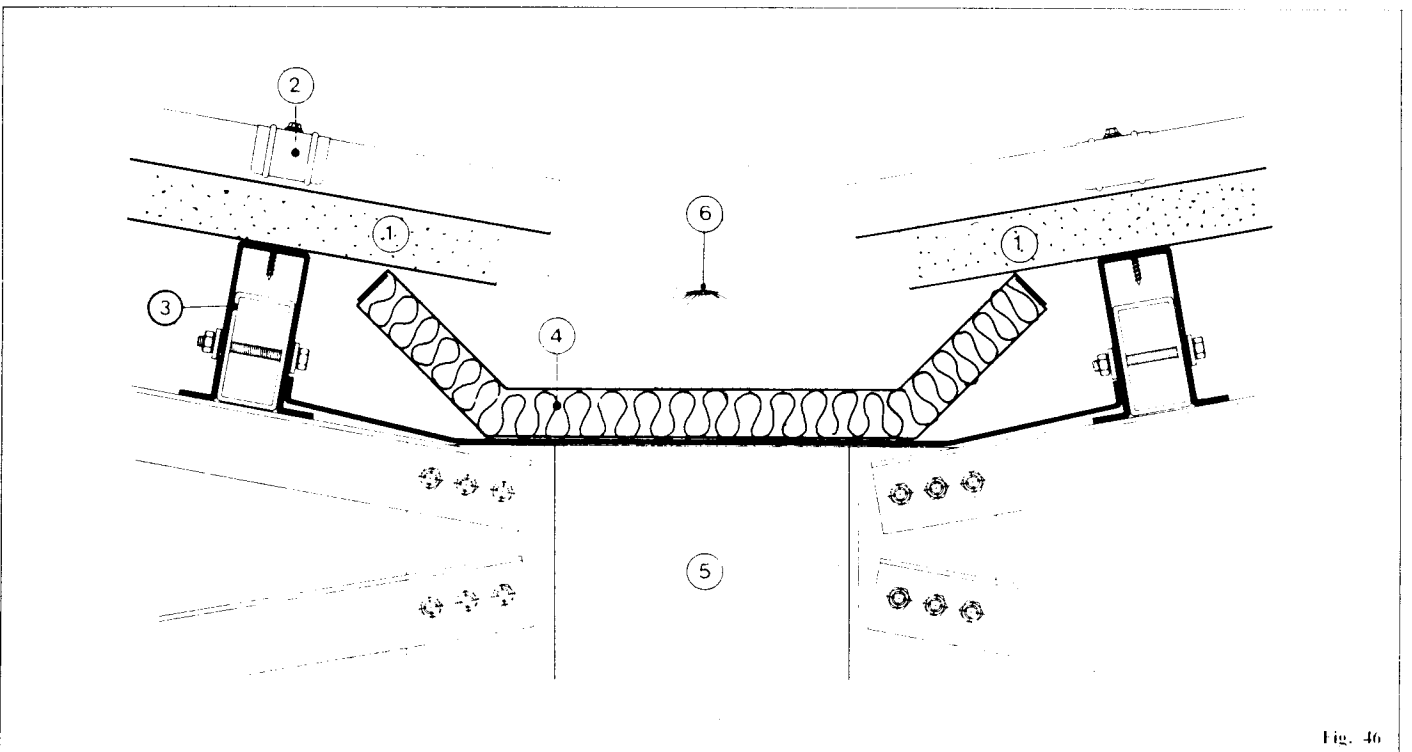


Fig. 46

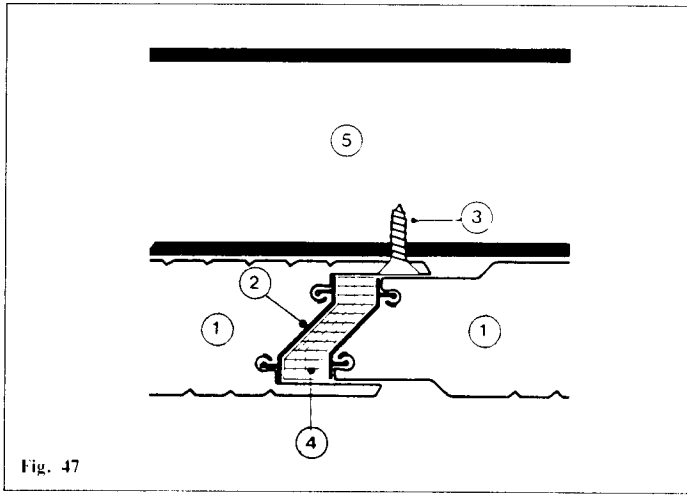


Fig. 47

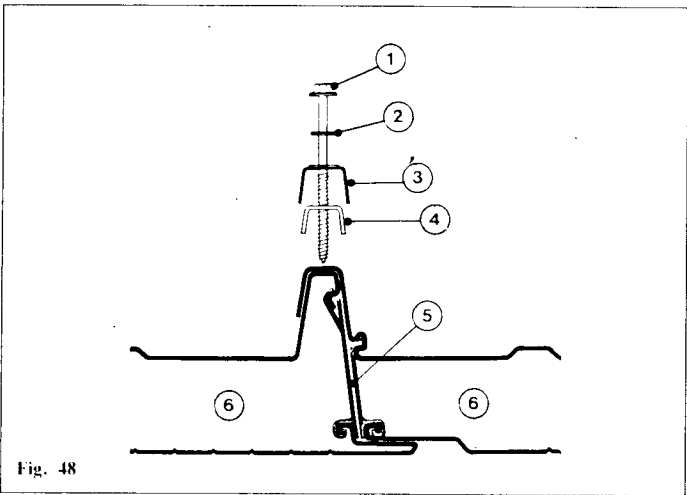


Fig. 48

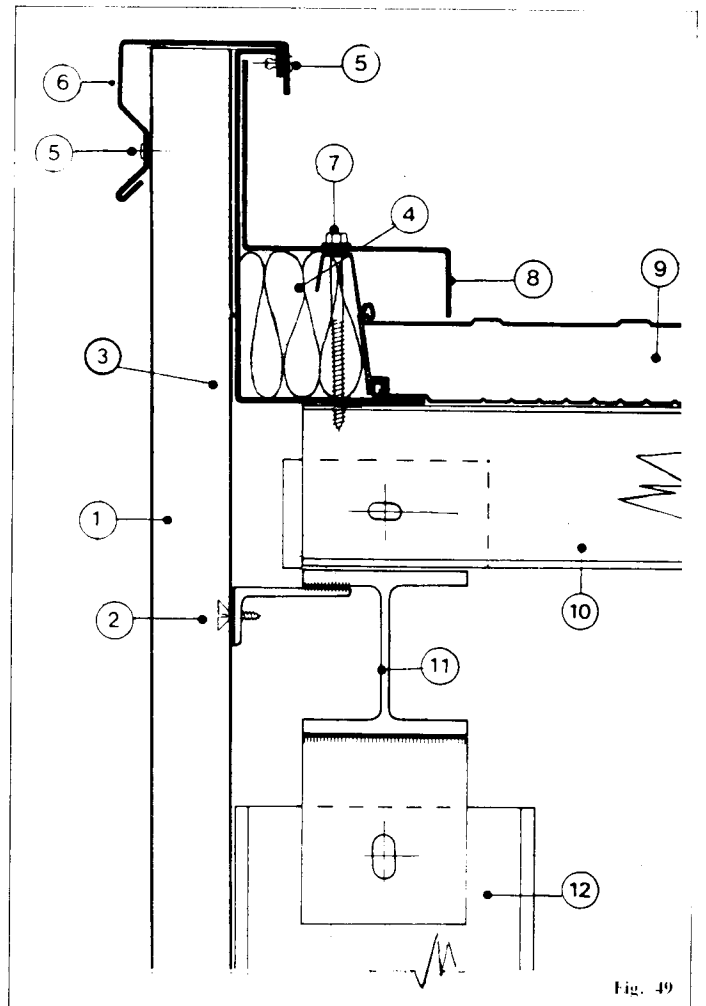


Fig. 49

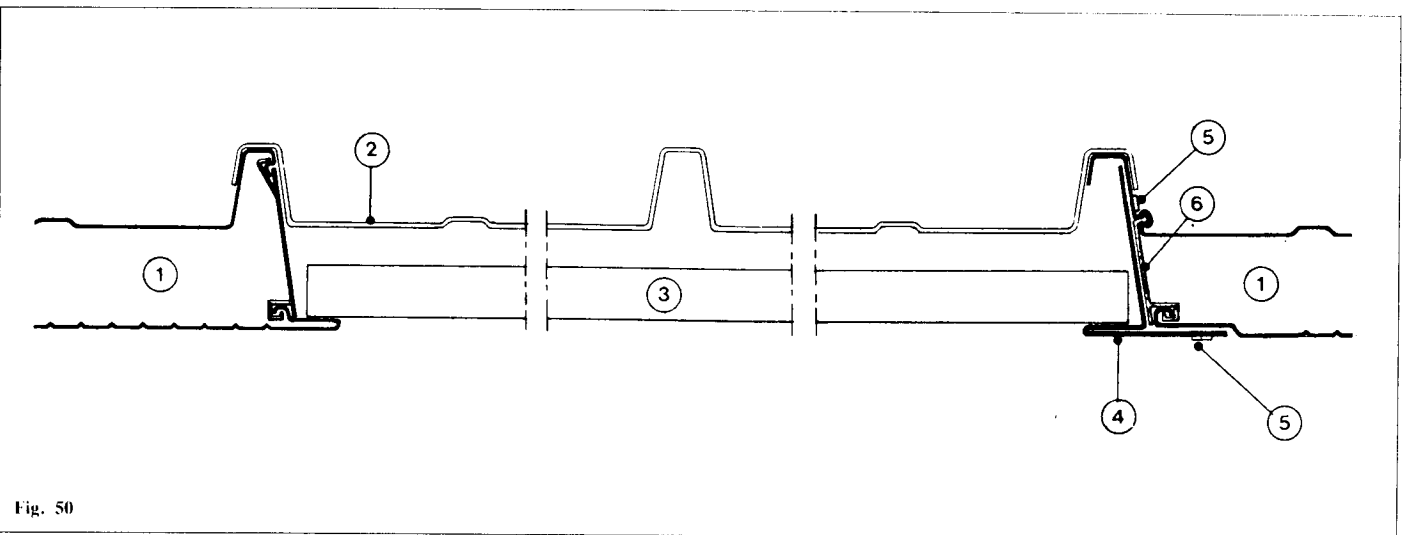


Fig. 50

Fig. 47: Particolare giunto di parete: 1) pannello di parete; 2) listelli di tenuta in PVC; 3) vite autoraschiante; 4) guarnizione; 5) arcareccio (Elcom System).

Fig. 48: Particolare giunto: 1) vite autofilettante; 2) rondella in neoprene; 3) cappellotto; 4) guarnizione; 5) listelli di tenuta in PVC; 6) pannello di copertura (Elcom System).

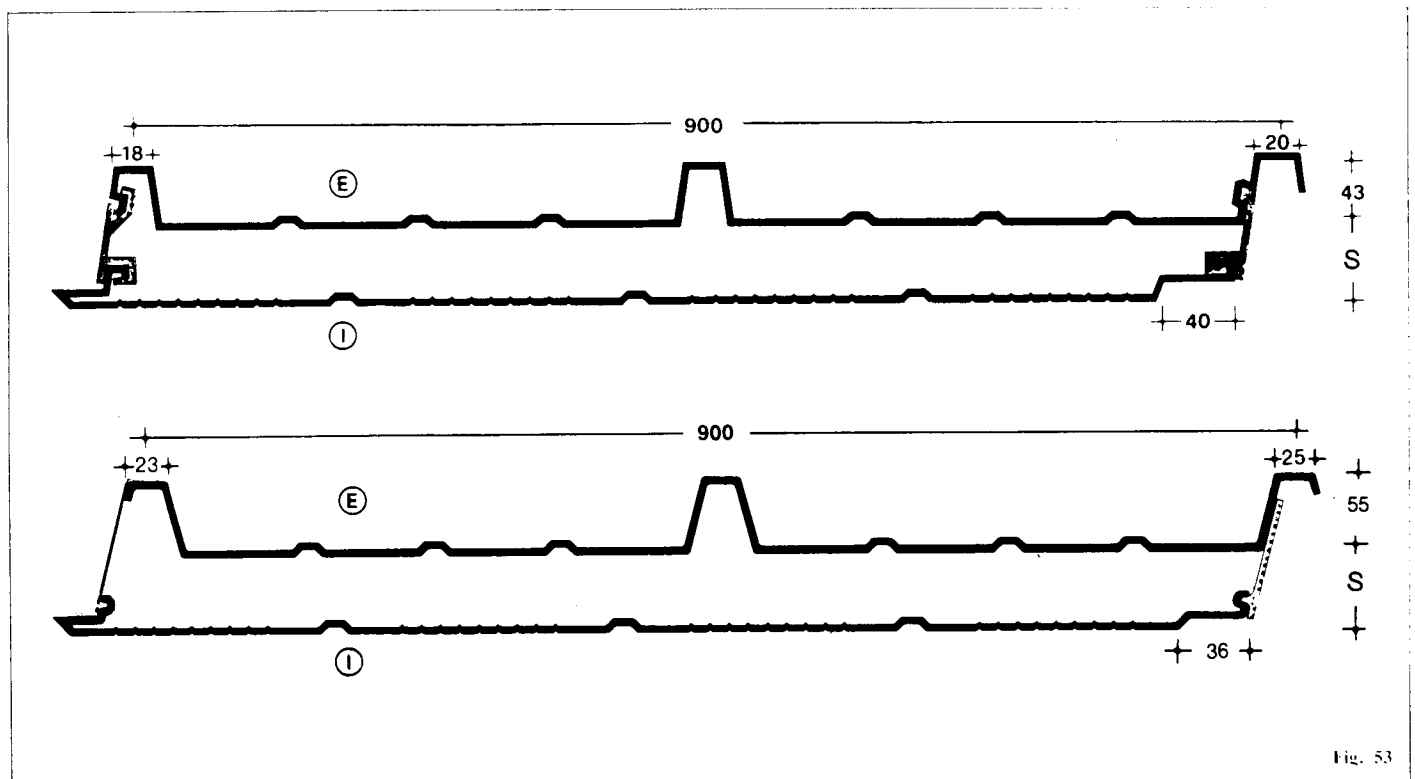
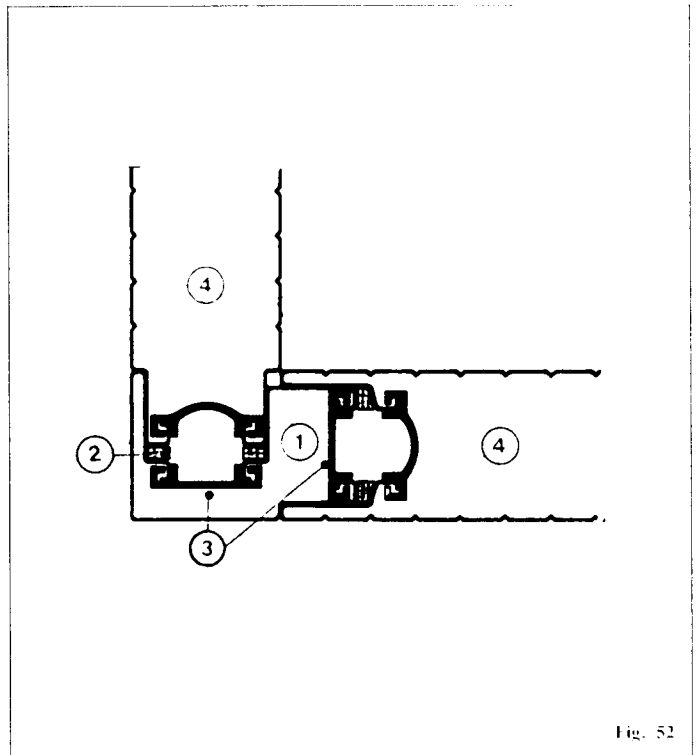
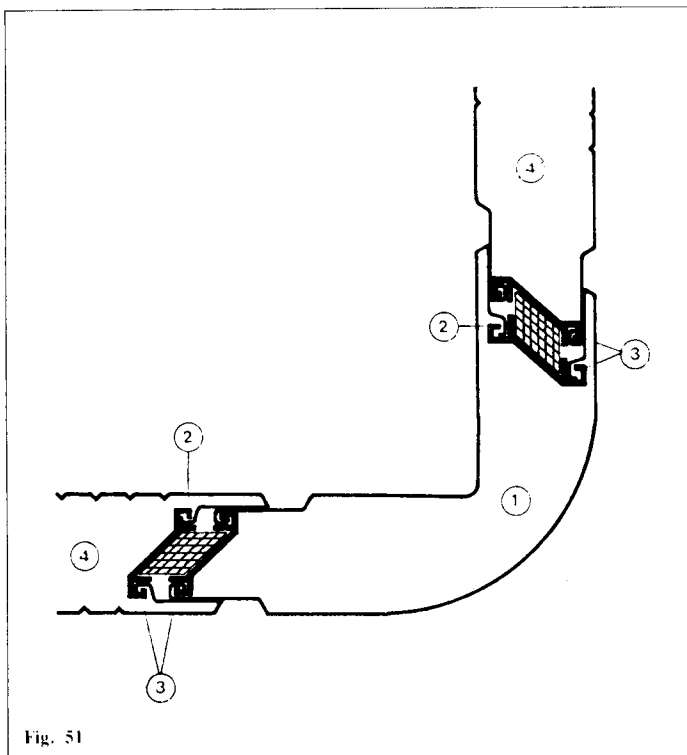
Fig. 49: Particolare di raccordo parete-copertura: 1) pannello di parete; 2) vite autoraschiante; 3) scossalina di chiusura; 4) isolamento; 5) rivetto; 6) cappellotto di chiusura; 7) vite autofilettante; 8) scossalina di falda; 9) parete di copertura; 10) baraccatura di copertura; 11) trave di testata; 12) struttura portante (Elcom System).

Fig. 50: Particolare di inserimento lucernario: 1) pannello di copertura; 2) lastra traslucida superiore; 3) lastra traslucida inferiore; 4) pressopiegato longitudinale di sostegno; 5) fissaggio; 6) listello di tenuta in PVC (Elcom System).

Fig. 51: Particolare angolo arrotondato: 1) angolo speciale; 2) guarnizione; 3) listelli di tenuta in PVC; 4) pannello di parete (Elcom System).

Fig. 52: Particolare angolo schiumato: 1) angolo isolato; 2) guarnizione; 3) listelli di tenuta in PVC; 4) pannello di parete (Elcom System).

Fig. 53: Pannelli per copertura in lamiera di acciaio; lo spessore varia da 35 mm. a 60 mm. (Elcom System).



Chiusure perimetrali opache

PANNELLI IN GRC

Sono pannelli costituiti da cemento rinforzato con fibre di vetro (*glass reinforced concrete*). Il GRC è un materiale composito ottenuto interponendo fibre di vetro alcalino-resistenti in un impasto di malta liquida o di conglomerato cementizio. Mentre quest'ultimo garantisce la buona resistenza a compressione, le fibre di vetro, disposte nelle zone sottoposte a trazione, assicurano un rinforzo omogeneo assorbendo le tensioni strutturali e impedendo le fessurazioni.

I pannelli possono essere costruiti nella forma monostrato o a doppio strato. I pannelli monostrato, solitamente di 10-15 mm. di spessore, possono avere nervature di rinforzo incorporate o possono essere muniti di un telaio in lamiera metallica protetta in cui sono già predisposti gli elementi di connessione alla struttura principale. La cavità dei pannelli consente un agevole inserimento di materiali isolanti in modo da ottenere elementi a sandwich con un valore del K dell'ordine di 0,4 Kcal/mq. h °C. I pannelli vengono impiegati per la loro versatilità, leggerezza (40-60 Kg./mq.) e libertà di formabilità, unite a caratteristiche meccaniche discrete e di ottima durabilità agli agenti atmosferici, in tutte le opere di tamponamento (il GRC non viene considerato come un elemento portante strutturale); il manufatto risulta particolarmente valido soprattutto quando siano richieste particolari soluzioni architettoniche di facciata, creativamente e funzionalmente sagomate, sia per edifici nuovi che per interventi di recupero e ristrutturazione, permettendo inoltre di coprire ampie superfici (circa 6 x 2 m.) con una bassa incidenza di giunti.

FINITURA E MODALITÀ DI MANUTENZIONE

È possibile ottenere un'ampia gamma di finiture superficiali. I pannelli possono essere prodotti con una superficie esterna trattata con graniglie, che possono subire diverse operazioni quali la sabbiatura, la lavatura, ecc.; oppure la miscela di conglomerato può essere variamente colorata in pasta o verniciata, realizzando superfici ad alto e basso rilievo. La colorazione in pasta, mediante pigmenti, consente di mantenere l'aspetto inalterato nel tempo, non richiedendo operazioni di manutenzione tramite verniciatura.

Qualora il pannello venga verniciato è opportuno impiegare vernici a base acrilica compatibili con il cemento.

Il GRC può essere facilmente abbinato ad un rivestimento in pietra calcarea o granito oppure può assumere l'aspetto di un pannello metallico. La manutenzione e il grado di resistenza agli agenti atmosferici dipenderanno per lo più dal tipo di finitura superficiale adottata, mentre la configurazione del pannello influirà sul convogliamento delle acque piovane determinando anche il grado di pulizia del pannello stesso.

È da rilevare inoltre che la struttura portante in acciaio dei pannelli fornisce una adeguata superficie di supporto per l'applicazione delle finiture interne, determinando la possibilità di installare le tubazioni degli impianti nello spessore del pannello.

CARATTERISTICHE E PROPRIETÀ

La composizione normale del GRC (essa varia in funzione dei requisiti di resistenza e delle proprietà fisiche richieste) è basata su un rapporto aggregato/cemento di 1:1,3, un rapporto acqua/cemento di 0,4 :1,00 e un 5% del peso dell'impasto complessivo di contenuto di fibra di vetro alcalino-resistente.

Il processo di fabbricazione del GRC può essere a spruzzo o a premiscelazione, a seconda che la fibra (30-40 mm. di lunghezza) venga aggiunta all'impasto cementizio e immessa nello stampo mediante spruzzatura, oppure venga premiscelata in fase di impasto, in una quantità pari a 3-3,5 % del peso e con lunghezze dai 12 ai 24 mm., e gettata in cassero a vibrazione; in quest'ultimo caso lo spessore medio può essere di 12-50 mm.

Successivamente viene svolta una compattazione manuale con appositi rulli e, infine, vengono ancorati alla «pelle» di GRC gli elementi metallici di fissaggio del pannello alla struttura. Poiché nel processo a spruzzo si ottiene una distribuzione bidimensionale ma uniforme delle fibre, mentre nel processo a premiscelazione la distribuzione è tridimensionale ma casuale, le lastre realizzate, a parità di spessore, con il primo metodo presentano resistenza meccanica e resistenza all'urto notevolmente superiori a quelle ottenute con il secondo.

Proprietà termo-fisiche

densità	1,9-2,1 Tonn./mc.
coefficiente dilatazione termica	7,2-11,1 x 10 ⁻⁶ /°C
conduttività termica	0,5-1,0 W/m. °C
coefficiente di trasmissione termica K	0,82 Kcal./mq. h °C (ASTM C 236)
gelività	nessun effetto negativo dopo 25 cicli a +20 °C e -10 °C
permeabilità all'acqua (S = 8mm)	0,02-0,04 ml./mq. min. (BS 473/550)
potere fonoisolante R	23 dB a 125Hz-40 dB a 4000Hz
resistenza al fuoco	incombustibile (BS 476 parte 4)

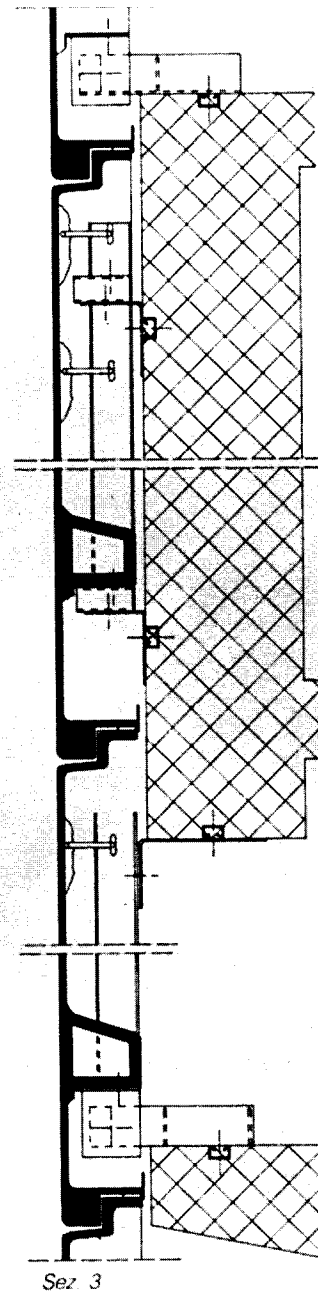
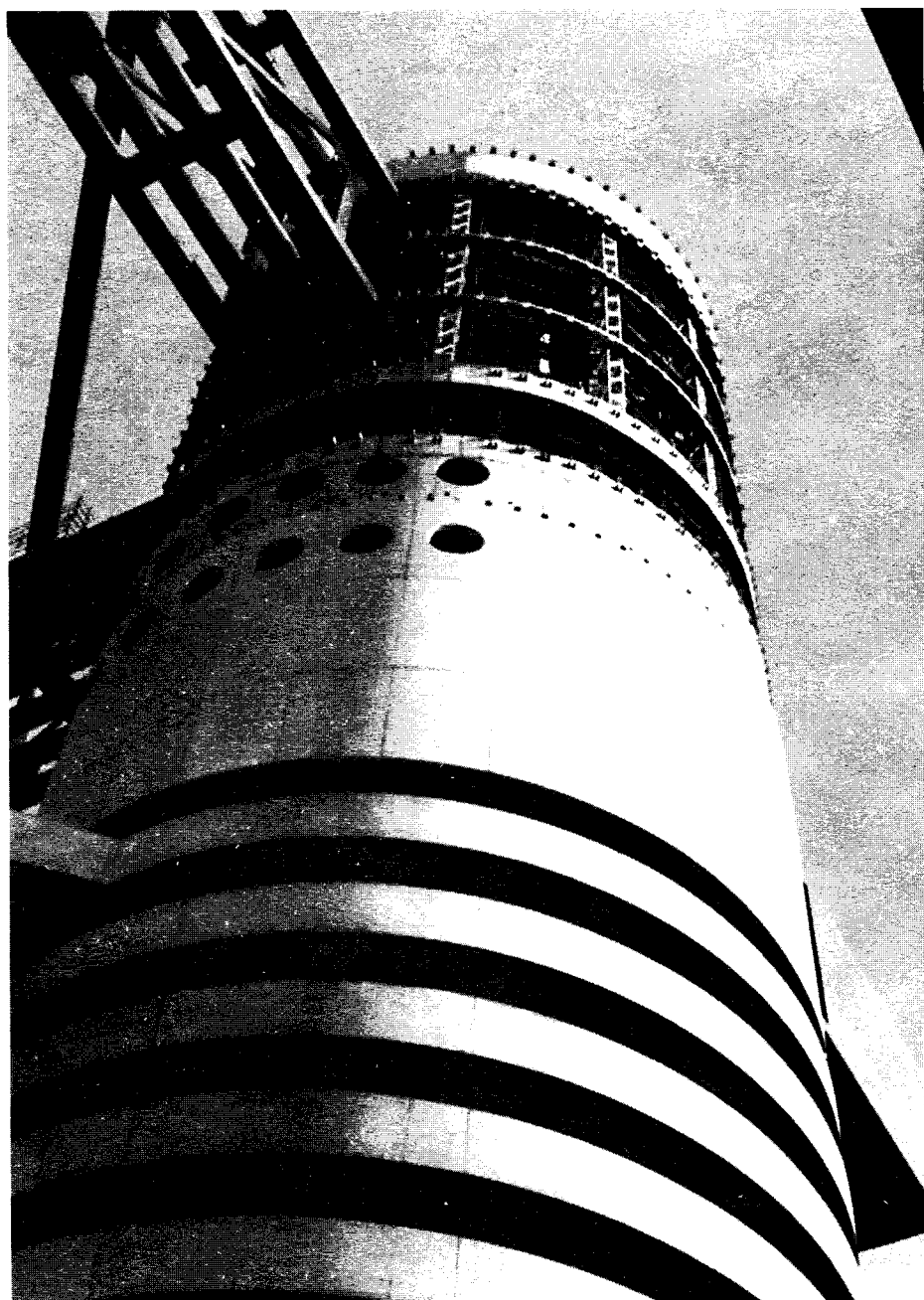
Proprietà meccaniche

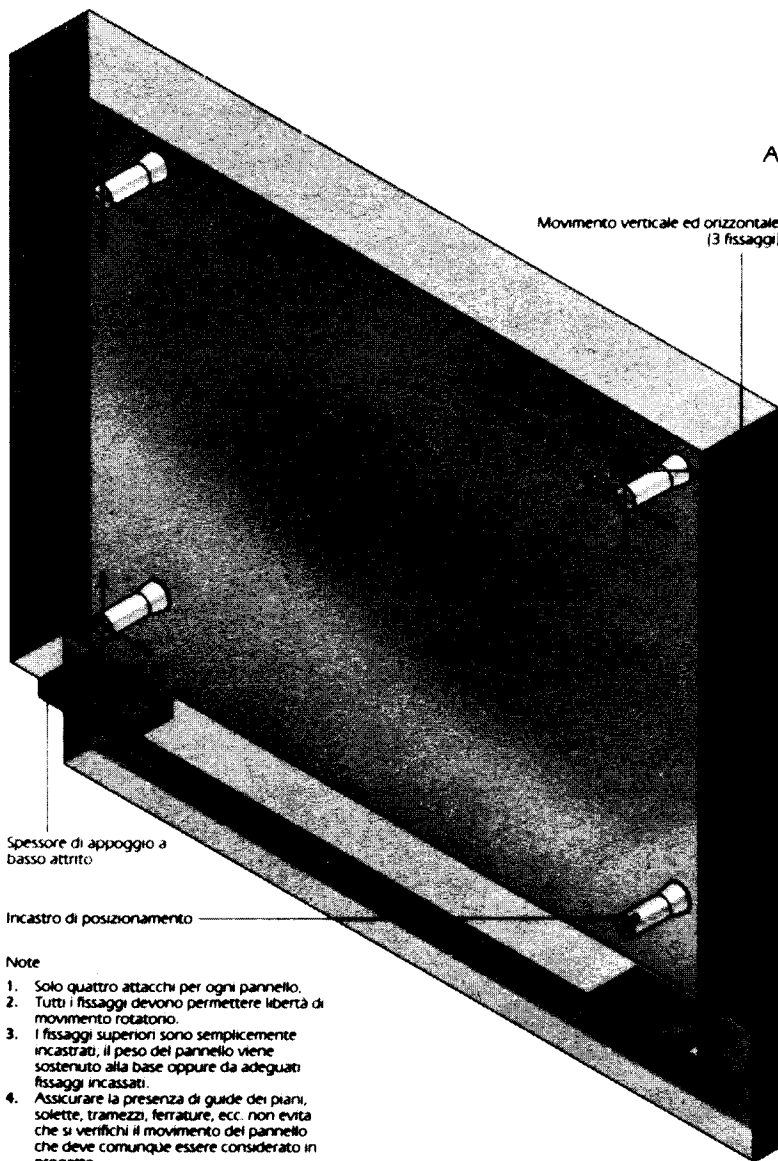
resistenza a compressione	50-80 N/mmq.
resistenza a trazione	8-11 N/mmq.
resistenza a flessione	21-31 N/mmq.
resistenza al taglio	10-17 N/mmq. (lungo il piano) 30-55 N/mmq. (ortogonale al piano)
resilienza Izod	10-25 N/mm./mmq.
modulo di elasticità	10-20 KN/mmq.
rapporto di Poisson	0,20-0,25

MODALITÀ DI POSA IN OPERA

La leggerezza dei pannelli consente sensibili economie, permettendo la riduzione delle dimensioni delle strutture verticali di fondazione, soprattutto laddove le caratteristiche dei terreni potrebbero creare difficoltà con l'uso di altri materiali. L'esiguo spessore del manufatto rende indispensabile rinforzi ottenuti con nervature tu-

Fig. 54: Sistema di tamponamento in GRC adottato per le torri dello stadio Meazza S. Siro di Milano. A lato sezione verticale tipica.

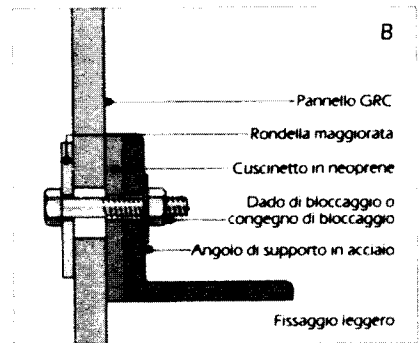




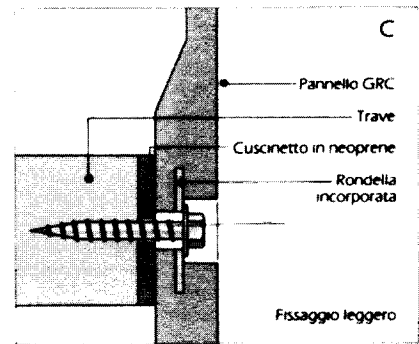
Note

1. Solo quattro attacchi per ogni pannello.
2. Tutti i fissaggi devono permettere libertà di movimento rotatorio.
3. I fissaggi superiori sono semplicemente incastrati, il peso del pannello viene sostenuto alla base oppure da adeguati fissaggi incassati.
4. Assicurare la presenza di guide dei piani, solette, tramezzi, ferrature, ecc. non evita che si verifichi il movimento del pannello che deve comunque essere considerato in progetto.

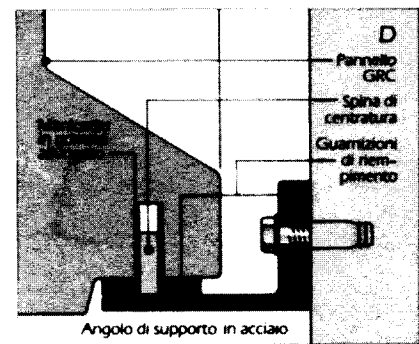
A



B



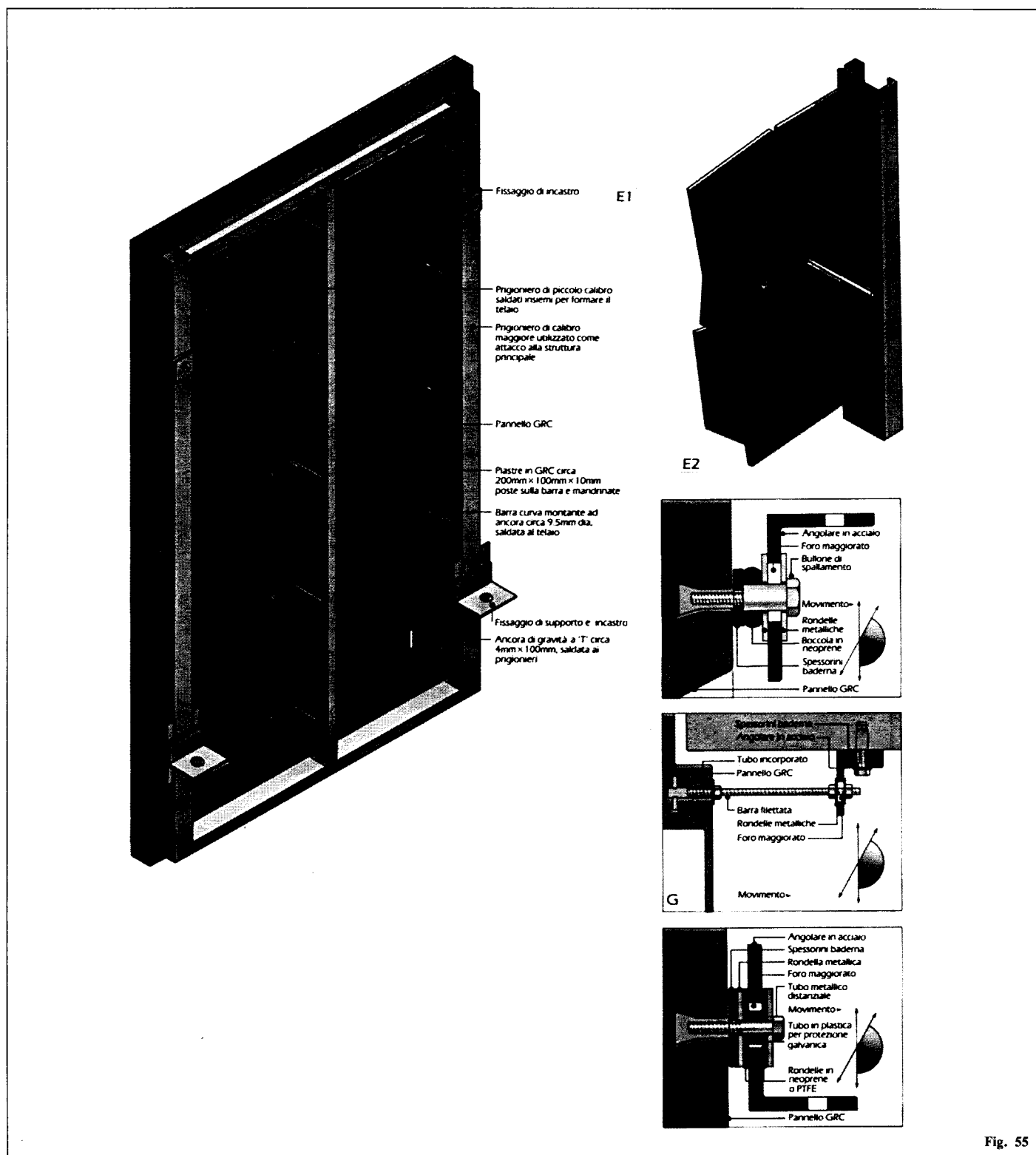
C



D

Fig. 55

Fig. 55: Sistemi di fissaggio dei pannelli:
 A) principi generali per pannelli monostrato nervati e pannelli sandwich.
 B) fissaggio con rondelle maggiorate.
 C) dettaglio della rondella incorporata.
 D) fissaggio con perno di riferimento.
 E1) disposizione tipica del telaio a prigionieri.
 E2) fissaggio con telaio a prigionieri.
 F) fissaggio a boccola resiliente.
 G) fissaggio ad asta flessibile.
 H) staffa scorrevole.



bolari in GRC oppure con elementi metallici (telaio metallico con tondi di ancoraggio flessibili saldati o profilati con tondi collegati tramite asolature).

Occorre evitare una connessione rigida tra pannello e struttura dell'edificio e facilitare il libero movimento delle parti a contatto per non sottoporre il pannello a tensioni non volute.

I pannelli sono generalmente sostenuti per mezzo di due punti di attacco inferiori e due superiori (gli attacchi intermedi sono da evitare), dei quali uno di quelli inferiori fornisce una posizione fissa, mentre gli altri tre punti consentono il movimento.

La libertà di movimento non deve essere bloccata in nessun modo. A tale fine il sistema di collegamento dovrà essere provvisto di opportune asolature necessarie a consentire i movimenti termici e igrometrici. Sono preferibili elementi di fissaggio in acciaio inox o in metalli non ferrosi.

Nei pannelli la «pelle» in GRC trasmette i carichi al telaio, realizzato con profili di serie, tramite ancoraggi flessibili, in genere formati da una barra tonda in acciaio da 9 mm. piegata a forma di elle, con la punta del lato corto rivolta verso il centro del pannello e l'altro braccio della barra saldato al telaio metallico.

I pannelli vengono o agganciati direttamente alla struttura per

mezzo dei montanti verticali o, più comunemente, sistemando sul telaio due sostegni o agganci che trasferiscono i carichi agli elementi orizzontali o diagonali che a loro volta trasferiscono i carichi ai punti di vincolo. Le finestre vengono assemblate direttamente al suddetto telaio.

I giunti orizzontali fra i pannelli devono presentare una tenuta all'acqua per «forma» e una tenuta all'aria ottenuta con spugna di apposito materiale a cellule aperte.

I giunti verticali possono essere realizzati o tramite sigillatura, o con guarnizioni o con sistema «maschio-femmina» (consigliabile in quanto più economico e non presenta problemi di manutenzione).

Lo spessore minimo del sigillante dovrà essere di 15 mm. o pari a un valore di almeno 4 volte il movimento termico previsto per il pannello. Al fine di garantire l'allineamento e la verticalità della facciata è consigliabile rispettare una distanza minima tra struttura primaria e pannello in GRC di:

- 25 mm. per montaggio su struttura metallica senza protezione ignifuga;
- 40 mm. per montaggio su struttura metallica con protezione ignifuga;
- 50 mm. per montaggio su struttura in c.a. realizzata in opera.

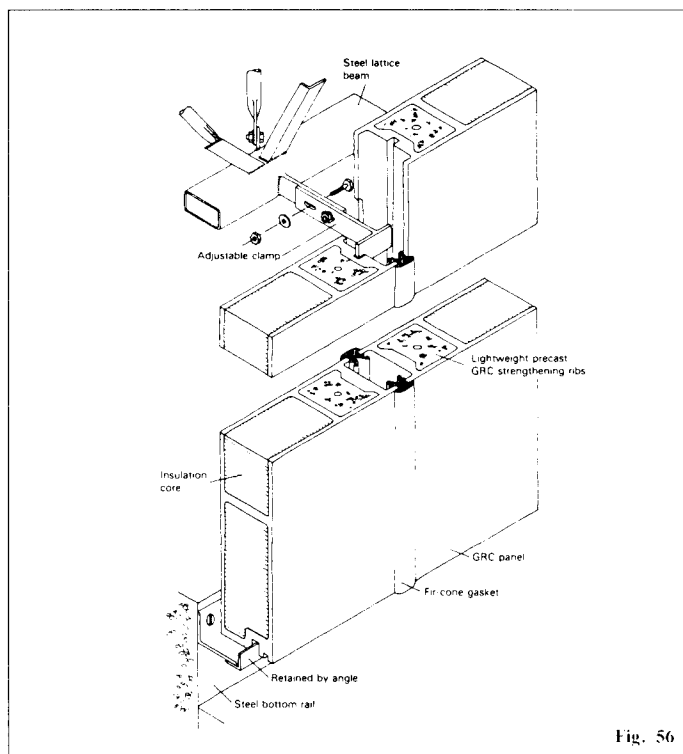


Fig. 56

Fig. 56: Sistema di giunto con guarnizioni (fabbrica UOP Fragrance, Tadworth, Surrey, architetti: Piano & Rogers) (fonte: A.J. Brookes, Cladding of, Construction press, New York, 1983).

Fig. 57: Tipologie dei blocchi «splittati».

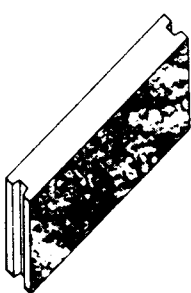
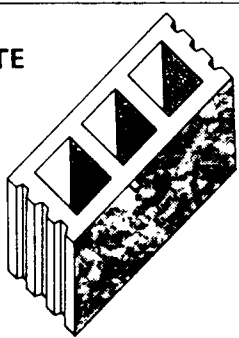
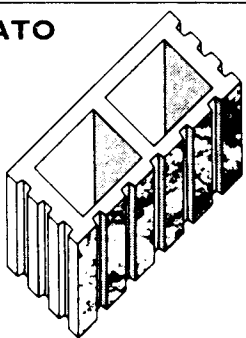
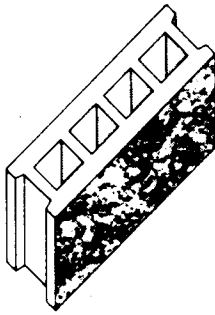
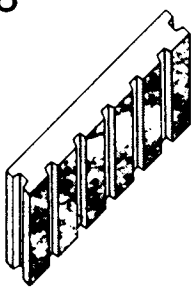
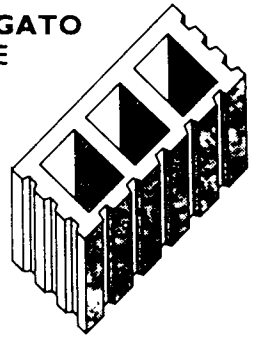
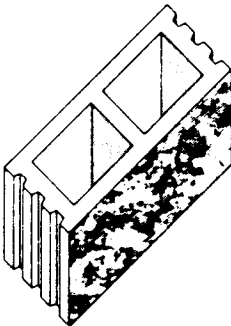
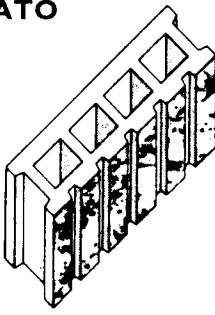
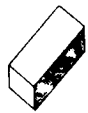
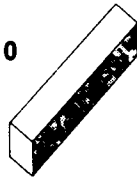
BLOCCHI DI ARGILLA ESPANSA «FACCIA-VISTA»

I blocchi vengono confezionati utilizzando un conglomerato cementizio a struttura più chiusa a base di argilla espansa ed inerte naturale di diversa densità e composizione, con una curva granulometrica che varia da 0 a 4 mm..

I blocchi sono «additivati» con prodotti idrorepellenti che consentono alla muratura di respirare pur impedendo la pe-

netrazione dell'acqua piovana sulla faccia opposta del blocco. È necessario utilizzare additivi idrofughi (tipo stearato di zinco o calcio in percentuale dell'1,5% rispetto al legante e diluito con acqua al 100%) anche nelle malte di allettamento al fine di estendere la funzione idrorepellente all'intera muratura.

Il manufatto presenta un buon comportamento termico e acustico, una buona resistenza meccanica e al fuoco. La ricca serie di pezzi e di elementi speciali ne consente una ampia casistica di soluzioni di impiego anche in zona sismica.

<p>BS/7</p>  <p>Dimensioni S 7 H 19 L 49</p>	<p>BSP/20 PORTANTE</p>  <p>Dimensioni S 19,5 H 19 L 49</p>	<p>BR/22 RIGATO</p>  <p>Dimensioni S 22 H 19 L 49</p>
<p>BS/15</p>  <p>Dimensioni S 15 H 19 L 49</p>	<p>BR/5 RIGATO</p>  <p>Dimensioni S 5 H 19 L 49</p>	<p>BRP/22 RIGATO PORTANTE</p>  <p>Dimensioni S 22 H 19 L 49</p>
<p>BS/20</p>  <p>Dimensioni S 19,5 H 19 L 49</p>	<p>BR/15 RIGATO</p>  <p>Dimensioni S 15 H 19 L 49</p>	<p>MS</p>  <p>Dimensioni S 11 11 H 7,5 9 L 24 24</p> <p>LINGOTTO S10</p>  <p>Dimensioni S 9,5 H 10 L 49</p>

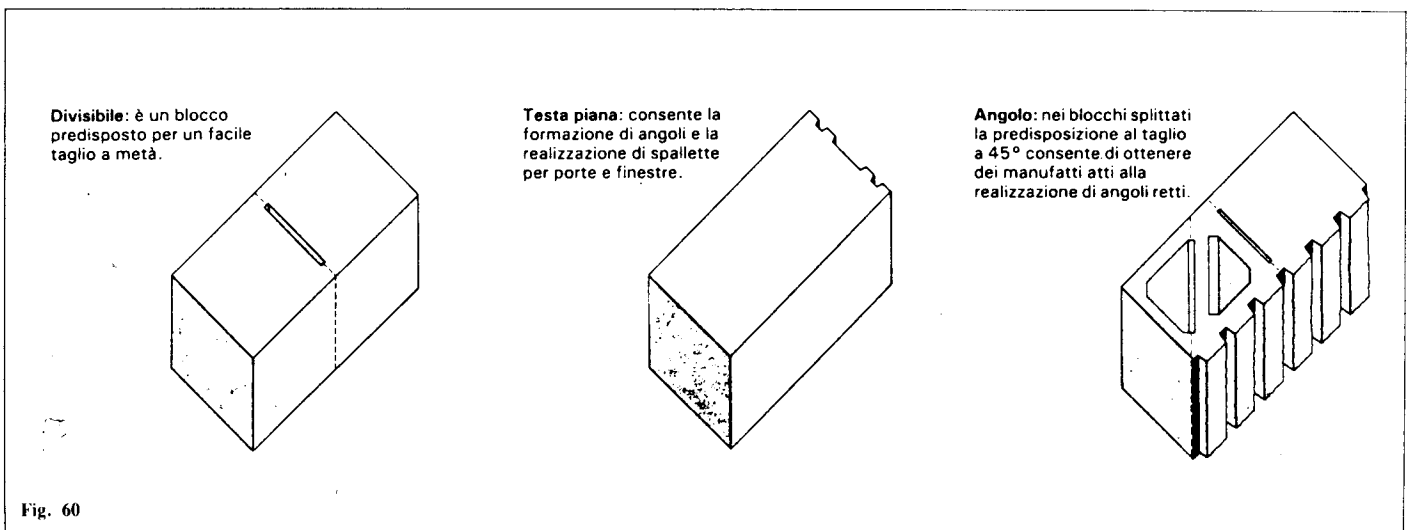
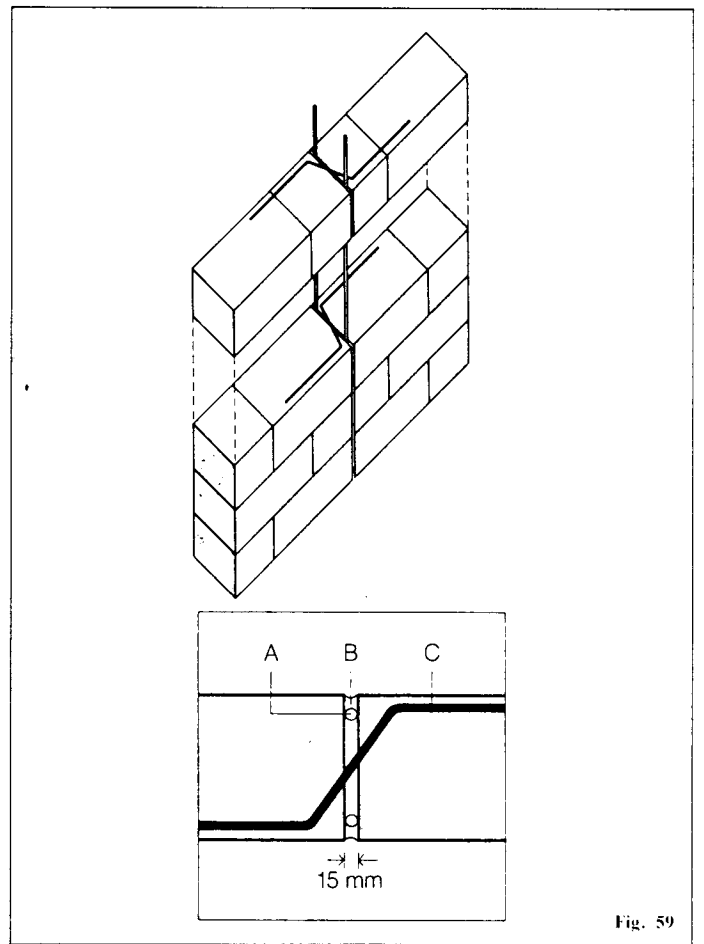
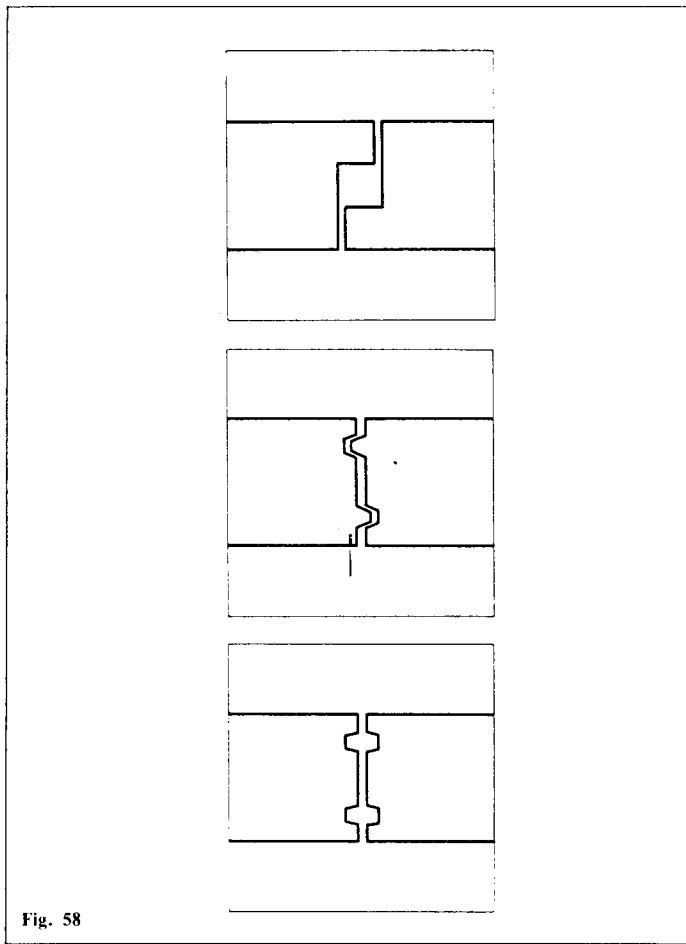


Fig. 58: *Esempi di giunti possibili.*

Fig. 59: *Giunto verticale di dilatazione con le armature di collegamento disposte in modo alternato e particolare della sigillatura del giunto.*

Fig. 60: *Alcuni elementi speciali.*

Fig. 61: *Posa a parete doppia, con intercapedine minima di 3 cm., con staffe o tralicci di collegamento.*

Fig. 62: *Posa a parete singola con giunti allineati e con l'inserimento del traliccio piatto zincato.*

Fig. 63: *Posa in opera del dispositivo di drenaggio in parete singola.*

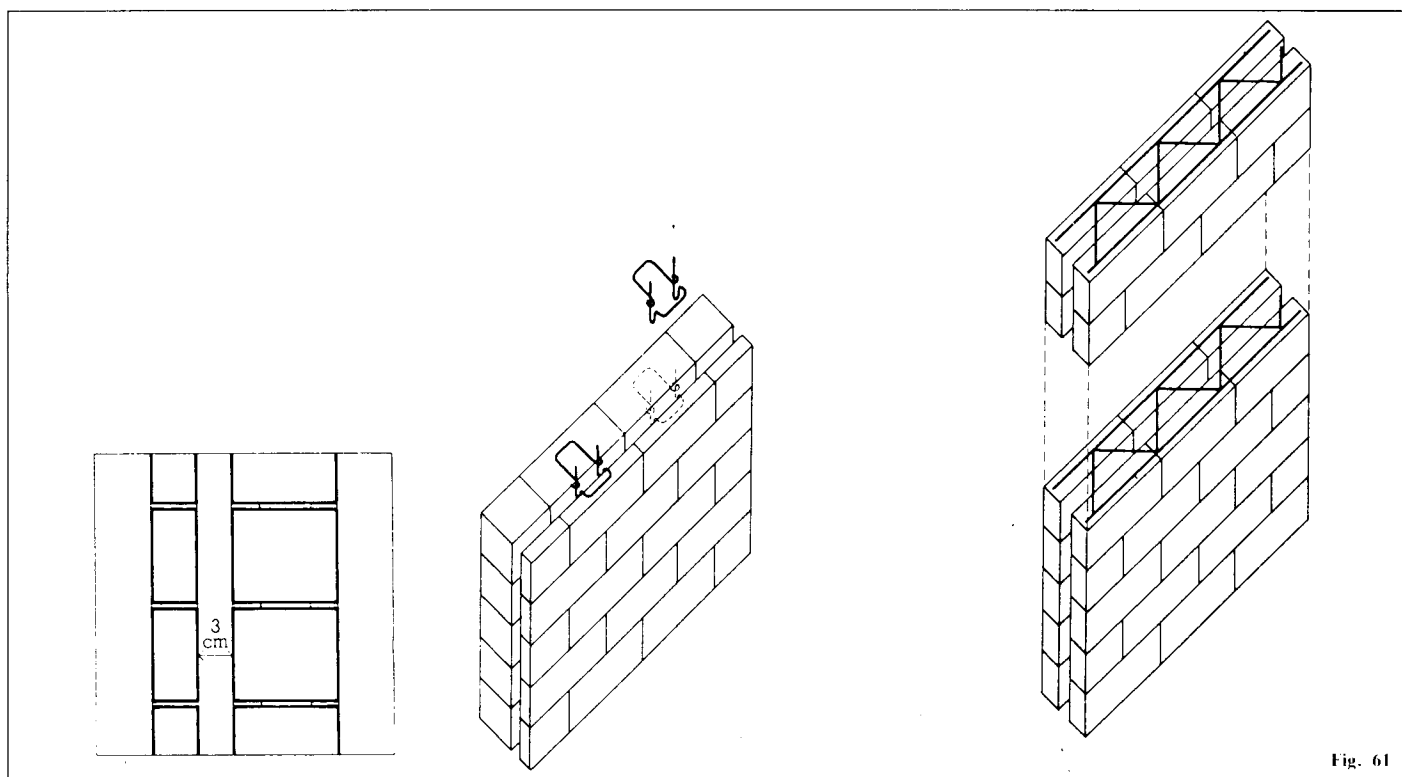


Fig. 61

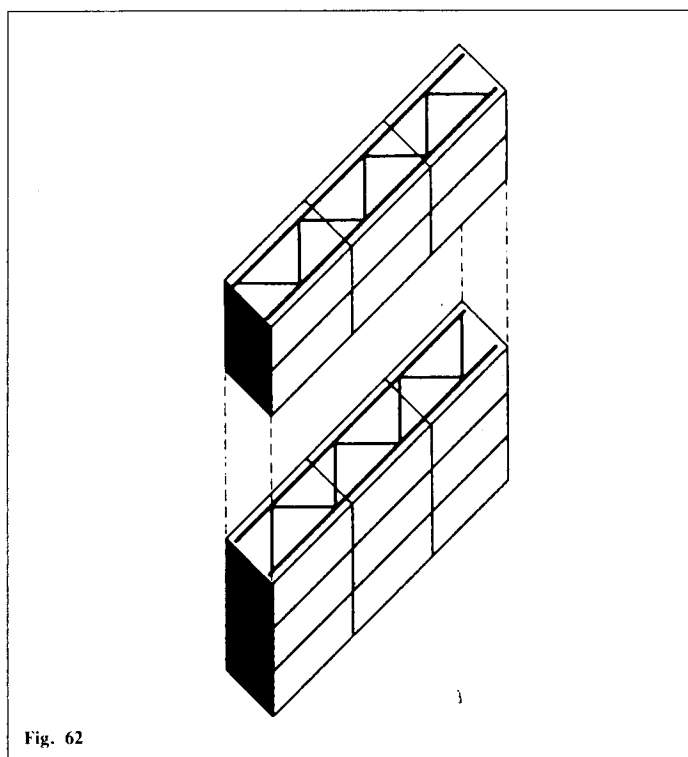


Fig. 62

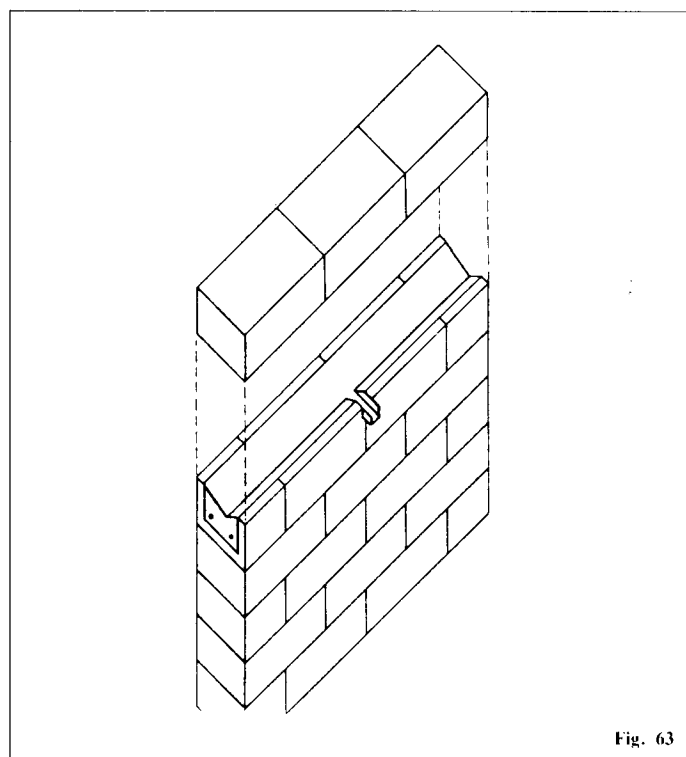


Fig. 63

FINITURA E MODALITÀ DI MANUTENZIONE

Esiste in commercio una vasta gamma di blocchetti «facciavista», di diversa colorazione (bianco, grigio, antracite, rosso, rosa antico, nocciola, giallo, rosa scuro) e trattamento superficiale fra cui alcuni di particolare effetto estetico, costituiti dai blocchi «splittati», dalla superficie corrugata, ottenuti a spacco da un blocco doppio.

I blocchi «facciavista» vengono colorati nell'impasto: per scelte estetiche e/o in situazioni climatiche particolarmente severe possono essere applicate una o due mani di vernice trasparente o colorata.

Nel caso si impieghino all'interno blocchi «facciavista», le murature possono essere intonacate e verniciate; in ogni caso le vernici vanno applicate all'esterno con pennello o rullo, mentre all'interno si può utilizzare anche il sistema a spruzzo.

È possibile confezionare anche malte dello stesso colore dei blocchi con l'aggiunta di idonei coloranti.

L'uso di una malta troppo fluida o affioramenti di «salnitro» dopo la posa in opera richiedono una pulitura delle superfici della muratura finita e asciutta con una soluzione di acido cloridrico in acqua, seguita da una pulitura con una spazzola di saggina a secco.

CARATTERISTICHE E PROPRIETÀ

I blocchi per tamponatura esterna hanno lunghezza di 49-50 cm., altezza di 19,5 cm. e spessore variabile, a seconda del tipo di impiego e della finitura, compreso fra 13,5 cm. e 29,5 cm.; sono inoltre disponibili una serie di pezzi speciali: gli elementi divisibili, nella cui sezione mediana è predisposto un taglio per consentire la divisione in due mezzi blocchi; gli elementi «testa piana», che servono per eseguire gli angoli e le spallette; gli elementi «mazzetta», che consentono di ricavare una particolare sagomatura per l'inserimento dei telai degli in-

fissi; gli elementi «angolo», predisposti al taglio a 45° per realizzare murature rifinite superficialmente ad angolo retto (ad esempio con i blocchi «splittati»); gli elementi per la realizzazione dei cordoli e degli architravi.

MODALITÀ DI POSA IN OPERA

In riferimento all'orditura della muratura i blocchi possono essere posati con giunti sfalsati o, per fini architettonici, si può ricorrere alla posa con giunti sovrapposti. Nel primo caso la legatura del muro è ovviamente assicurata dallo sfalsamento dei blocchi, mentre nel secondo caso (talvolta anche nel primo, in presenza di particolari sollecitazioni statiche) è necessario predisporre, ogni due o tre corsi di malta, un traliccio piatto o una leggera armatura metallica, per assicurare la continuità dei collegamenti fra i manufatti.

I giunti dovranno avere profilo tale da favorire il deflusso rapido dell'acqua piovana evitando il ristagno della stessa; si consiglia di prevedere ai piedi della muratura o in corrispondenza dei cordoli strutturali un opportuno drenaggio per la fuoriuscita di eventuali infiltrazioni.

In base alle modalità di posa in opera i blocchetti possono essere suddivisi in due categorie:

a) blocchi tradizionali: sono dotati di apposite fasce di allettamento orizzontali (i blocchi vengono montati con le camere d'aria rivolte verso il basso) e di incavi «scorrimalta» verticali per facilitare e rendere più razionale la stesura della malta di collegamento. Si formano quindi giunti orizzontali e verticali;

b) blocchi ad incastro: sono dotati di appositi «scorrimalta» orizzontali e di incastri verticali a battuta «maschio-femmina» per facilitare le operazioni di allineamento e risparmiare mano d'opera nella posa.

Si raccomanda per qualsiasi modalità di posa in opera la realizzazione di una serie di giunti di controllo per consentire la dilatazione e il ritiro della muratura; tali giunti andranno eseguiti tramite l'inserimento di materiale di tenuta (filotene), sigillatura con elastomero e spezzoni metallici a «Z» disposti nei letti di malta per garantire la continuità del collegamento.

I giunti di controllo vanno eseguiti nelle murature continue ogni 4-5 m. per spessori di muro sino a 15 cm. e ogni 6-7 m. per spessori di muro oltre i 15 cm., in corrispondenza di variazioni di altezza, nei punti di variazione di spessore murario, in corrispondenza dei «sotto-finestra», ove venga richiesto un solo giunto laterale per larghezze fino a 1,50m. e in corrispondenza di pilastri, travi, corree o di altre strutture eterogenee.

Nelle murature non portanti, con specchiature di notevoli dimensioni, sono spesso richieste strutture di irrigidimento orizzontali (corree gettate negli idonei blocchi «architrave») e verticali (getti nelle cavità passanti dei blocchi a due fori).

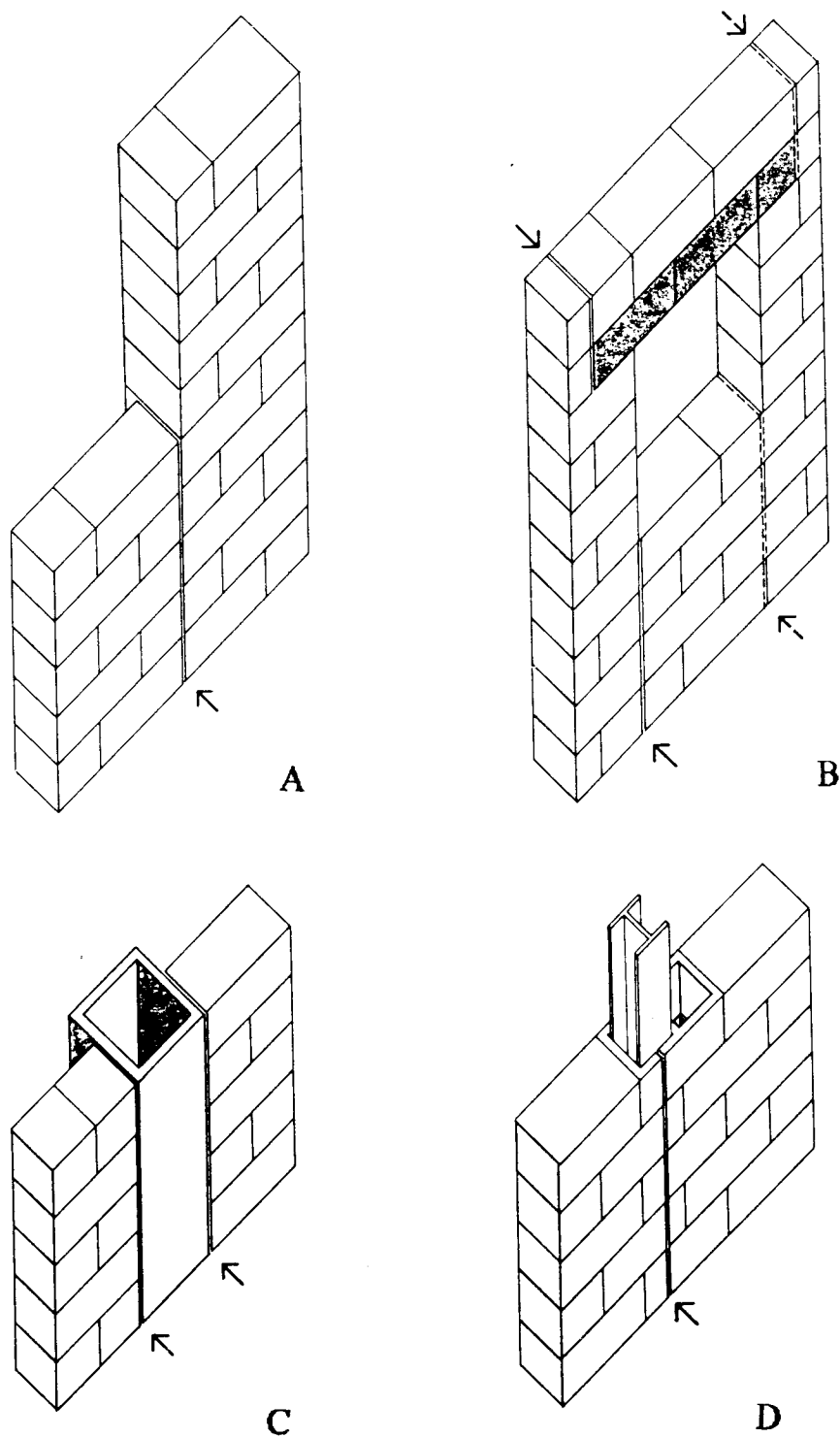
Proprietà termo-fisiche

densità	1500-1800 Kg./mc.
conducibilità termica	0,40-0,62 cal/m. h °C
permeabilità al vapore	6-9
potere fonoisolante	45-54 dB
coefficiente di trasmissione termica K	0,97-0,81 Kcal/mq. h °C
resistenza al fuoco	120-180 minuti

Proprietà meccaniche

resistenza a compressione	55-40 Kg./cmc.
---------------------------	----------------

Fig. 64: Giunto di controllo in corrispondenza di variazioni di altezza o di spessore della muratura (A), di finestre (B), di una canna fumaria (C) e dell'attacco con un pilastro di ferro (D).



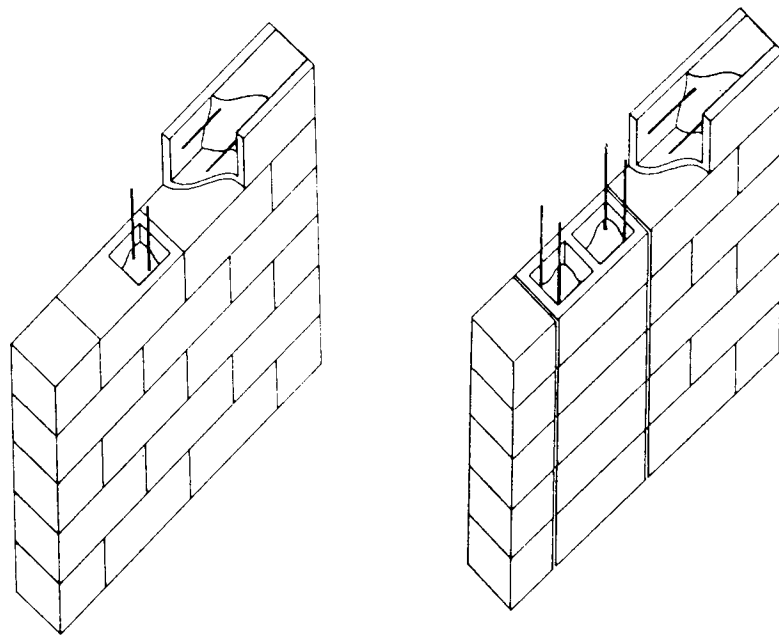


Fig. 65

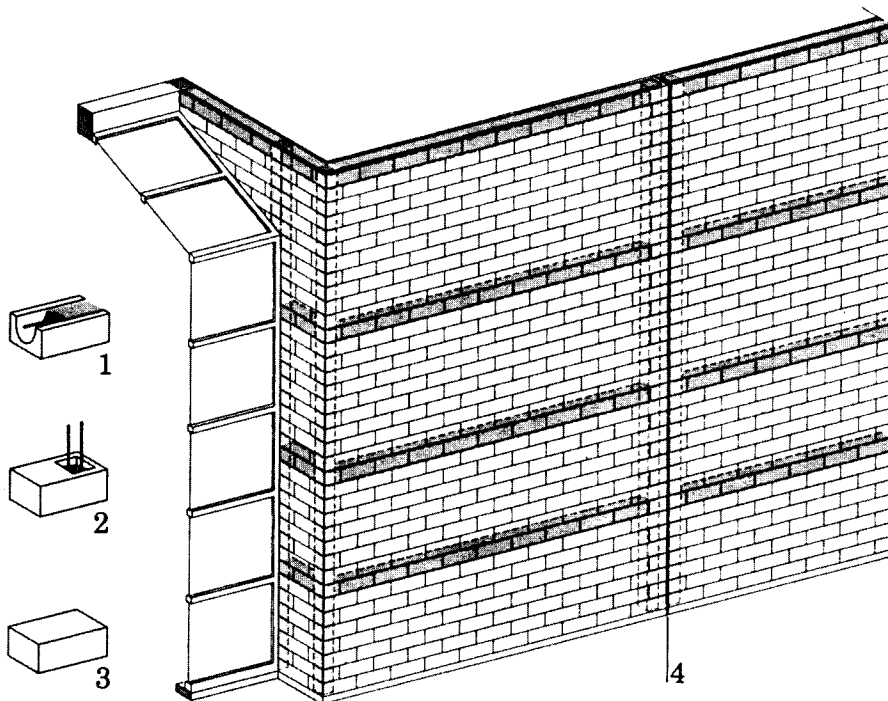


Fig. 66

Fig. 65: Strutture di irrigidimento orizzontale e verticale con elementi speciali.

Fig. 66: Esempio di realizzazione di strutture di irrigidimento con elementi a canaletta (1) e con elementi cavi (2), usati come cassero che si integrano agli elementi standard.

Elementi di completamento

LUCERNAI

I lucernai, le cupole e i tunnel vengono soprattutto utilizzati in quelle situazioni nelle quali siano richieste l'illuminazione e l'areazione dall'alto. Per tale ragione possono essere sia trasparenti che traslucidi, sia semplici che a parete doppia, sia fissi che apribili, manualmente, elettricamente e con martineti a gas. Essi sono disponibili in una gamma piuttosto vasta di forme, dimensioni e colori.

I lucernai e le cupole possono essere prodotti sia in metacrilato normale e antiurto (*plexiglas, perspex, ecc.*) che in policarbonato non alveolare (*lexan, makrolon*) attraverso il termostampaggio di lastre di materiale colato di diversi spessori.

I tunnel invece possono essere prodotti sia attraverso la curvatura a caldo che attraverso la curvatura a freddo di lastre di policarbonato o di metacrilato. La curvatura a caldo fornisce un manufatto esente da tensioni, mentre la curvatura a freddo induce un certo grado di tensione la cui entità dipende dal raggio di curvatura richiesto, dallo spessore della lastra e dal modulo elastico del polimero utilizzato.

I manufatti presentano una buona trasmissione luminosa, rimanendo stabili ai raggi U.V., una buona resistenza alla grandine e agli agenti atmosferici. È riscontrabile inoltre un buon isolamento termico per i lucernai e le cupole a doppia e tripla parete e una buona adattabilità con sistemi di apertura per consentire la ventilazione naturale e conseguente «effetto camino».

FINITURA E MODALITÀ DI MANUTENZIONE

La gamma dei colori standard offre il trasparente incolore e l'opalino diffusore, mentre sono fornibili a richiesta per elevate quantità i colori fumè grigio e bronzo. I manufatti in policarbonato richiedono una periodica manutenzione per la pulizia e per il trattamento antistatico; scarsa è la manutenzione per quelli in metacrilato.

CARATTERISTICHE E PROPRIETÀ

Le cupole, a parete semplice, doppia o tripla, possono essere a base quadrata, rettangolare o circolare con dimensioni minime dell'apertura rispettivamente di 45 × 45 cm., 45 × 70 cm. e Ø45 e massime di 270 × 270 cm., 170 × 265 cm. e Ø270.

I lucernai continui, a parete semplice o doppia, hanno lunghezze modulari di 180-185 cm, con sottomoduli di 30 cm., e larghezze di apertura da 50 cm. a 220 cm.

Le cupole autoportanti, a parete semplice o doppia, hanno diametri di apertura da circa Ø400 a Ø750.

Le cupole a spicchi termostampati hanno diametri da Ø350 a Ø1000.

I tunnel termoformati hanno un modulo preformato di 90 cm. e larghezze di apertura da 100 cm. a 300 cm.

I tunnel centinati, a parete semplice, doppia o tripla, hanno lunghezza modulare da 50 cm. a 400 cm.

Per le proprietà termo-fisiche e meccaniche si rimanda a quelle dei materiali di base metacrilato e policarbonato.

I coefficienti di trasmissione termica k dei lucernai sono i seguenti:

parete semplice = 4,8 cal./mq h °C

parete doppia = 2,03 cal./mq h °C

parete tripla = 1,53 cal./mq h °C

MODALITÀ DI POSA IN OPERA

I lucernai e le cupole vengono posti in opera attraverso l'impiego di pluviali, supporti, guarnizioni, profilati e basamenti. Generalmente i pluviali e i profilati sono realizzati in acciaio pressostampato (calandrati e a tenuta stagna). I supporti sono in acciaio zincato e i basamenti sono in resina poliestere rinforzata con fibra di vetro o in profilato di alluminio elettrosaldato.

Le cupole a spicchi termostampati vengono tra loro collegate tramite profilati di acciaio pressopiegati fissati a una struttura portante di base (in acciaio zincato pressostampato di 2 mm. di spessore); sulla sommità della cupola viene montato un lucernaio circolare fisso o apribile con comando elettrico.

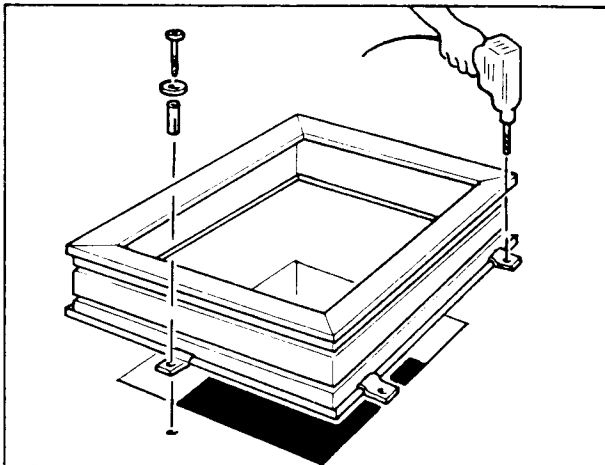
Vengono prodotte anche cupole a spicchi curvati a caldo, componibili e autoportanti grazie alla presenza di costolature d'irrigidimento realizzate in fase di stampaggio.

I lucernai possono essere montati sia isolati che in serie. In quest'ultimo caso essi sono affiancati l'uno all'altro e sono sostenuti da una orditura di gronde in acciaio zincato pressopiegato a forte spessore.

Anche per i tunnel con curvatura a caldo vengono ricavate in fase di stampaggio delle costolature di irrigidimento che rendono superflue in fase di montaggio le centine metalliche (luce minima 1 m. - luce massima 2,4 m.). Si evita in tal modo la formazione di ponti termici e quindi la presenza di zone di probabile formazione di condensa.

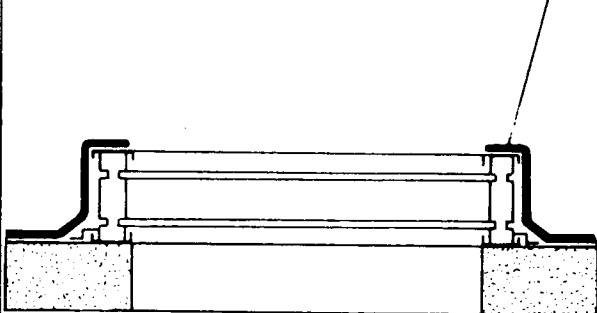
Per i tunnel con curvatura a freddo si ricorre invece a centine di lega di alluminio estrusa, protetta sia per deposizione elettrolitica (anodizzazione) che con vernici a polvere epossidica.

BASAMENTO IN PROFILATO DI ALLUMINIO

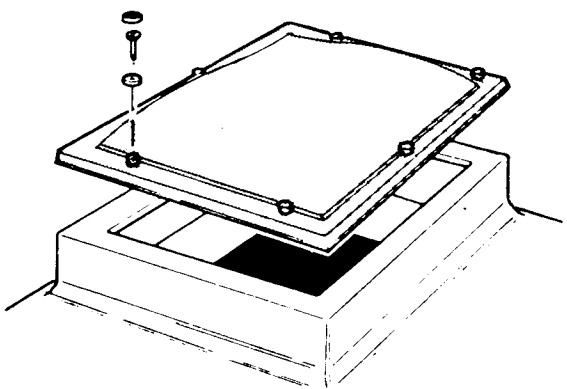


Fissaggio basamento alla soletta

Manto impermeabilizzazione



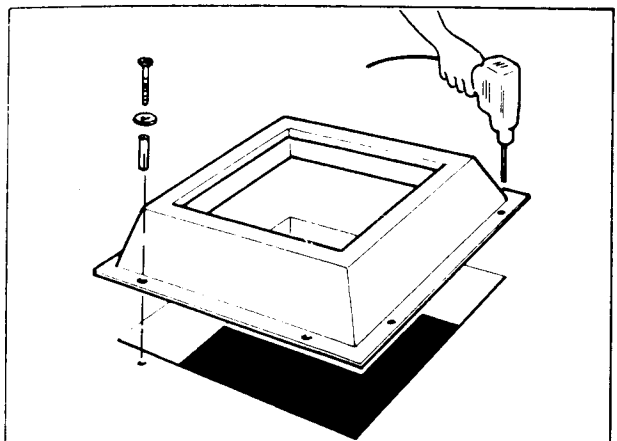
Posatura manto impermeabilizzazione



Fissaggio del cupolino

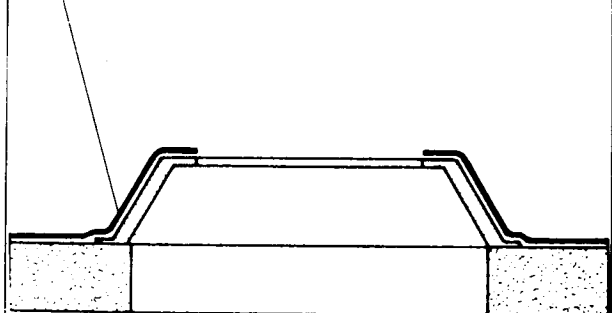
Fig. 67

BASAMENTO IN VETRORESINA

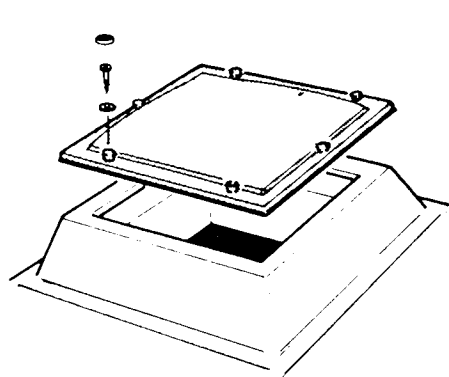


Fissaggio basamento alla soletta

Manto impermeabilizzazione



Posatura manto impermeabilizzazione



Fissaggio del cupolino

Fig. 68

Fig. 67: Schema di montaggio di un lucernario isolato su basamento in profilato di alluminio.

Fig. 68: Schema di montaggio di lucernaio isolato su basamento in vetroresina (L&G Pancaldi).

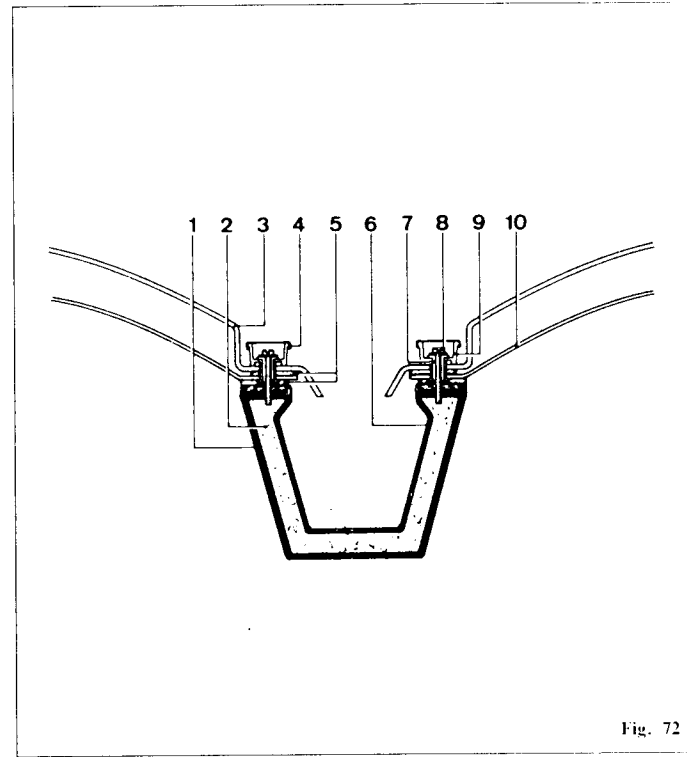
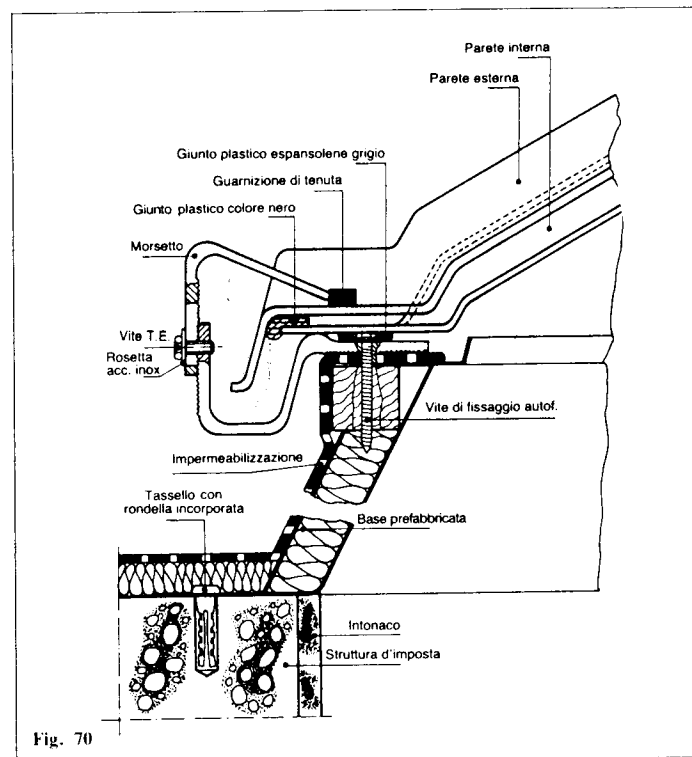
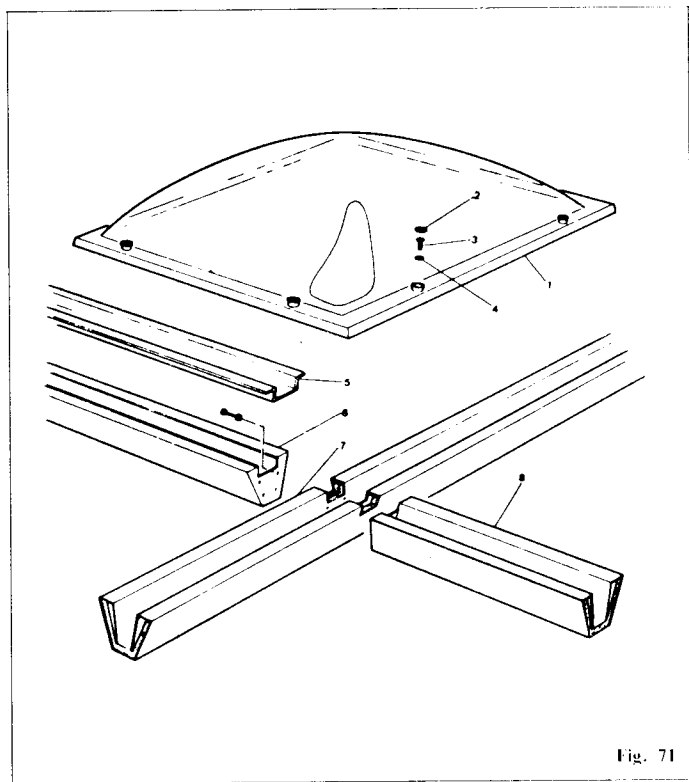
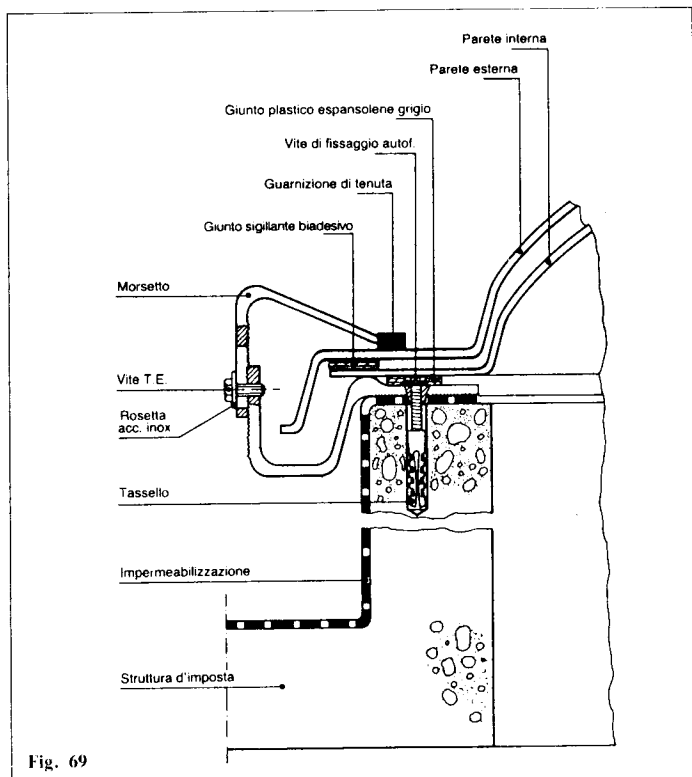
Fig. 69: Fissaggio di cupola monoblocco su muretto in calcestruzzo (Caoduro).

Fig. 70: Fissaggio di lucernario continuo su base prefabbricata e base prefabbricata alla copertura in cls. (Caoduro).

Fig. 71: Montaggio dei lucernai disposti in serie:

1) lucernario; 2) coperchio; 3) vite fissaggio coperchio; 4) rondella; 5) pluviale centrale; 6) gronda trasversale centrale; 7) gronda longitudinale; 8) gronda trasversale esterna (L&G Pancaldi).

Fig. 72: Lucernai disposti in serie: sezione di attacco alla gronda: 1) supporto in acciaio zincato; 2) coibentazione in poliuretano espanso; 3) parete esterna in plexiglas; 4) coperchio in moplen nero; 5) guarnizione in polietilene a celle chiuse; 6) fodera in alluminio; 7) boccola in acciaio zincato; 8) vite autofilettante; 9) contenitore vite in acrilico pressofuso; 10) parete interna in plexiglas (L&G Pancaldi).



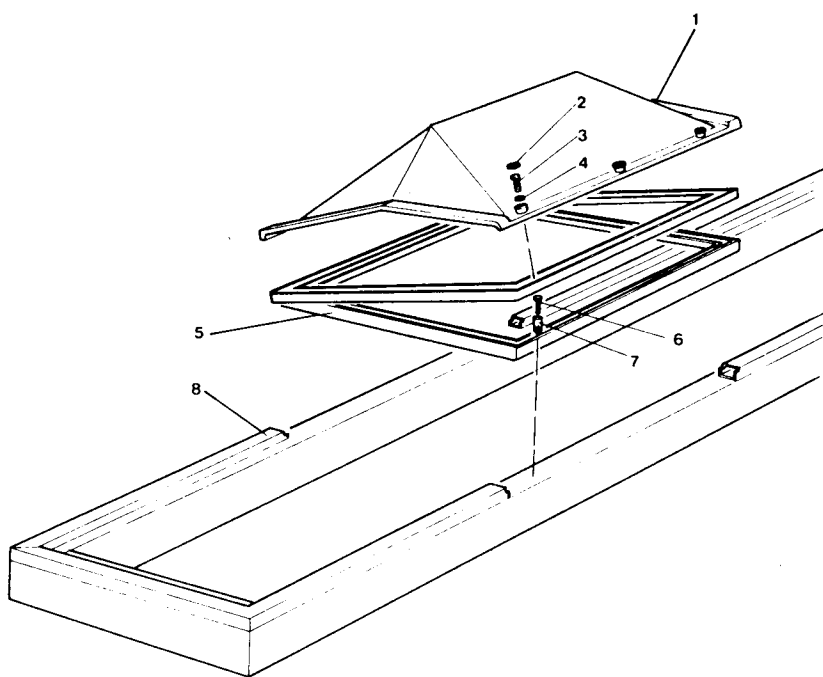
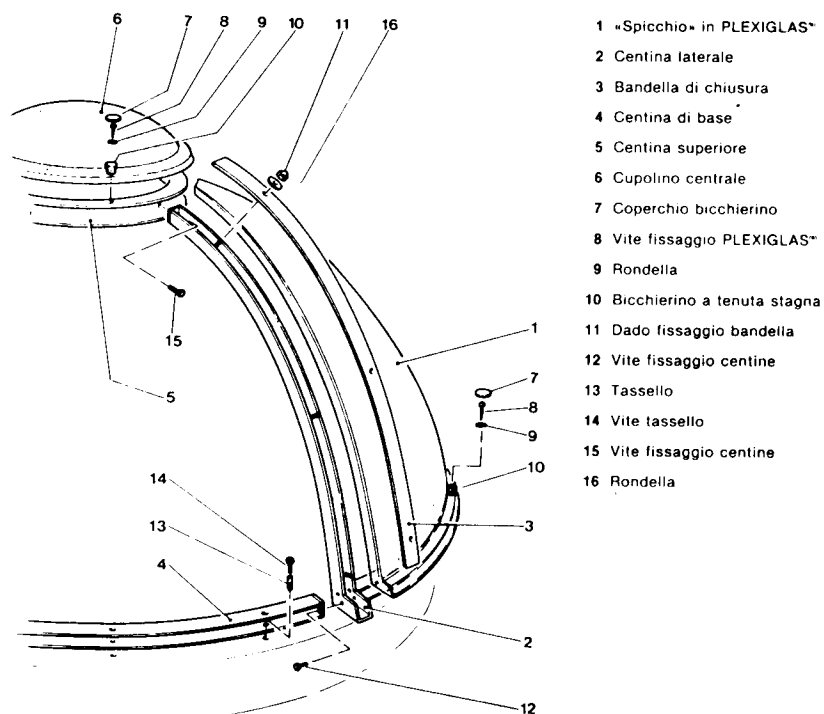


Fig. 73



- 1 «Spicchio» in PLEXIGLAS™
- 2 Centina laterale
- 3 Bandella di chiusura
- 4 Centina di base
- 5 Centina superiore
- 6 Cupolino centrale
- 7 Coperchio bicchierino
- 8 Vite fissaggio PLEXIGLAS™
- 9 Rondella
- 10 Bicchierino a tenuta stagna
- 11 Dado fissaggio bandella
- 12 Vite fissaggio centine
- 13 Tassello
- 14 Vite tassello
- 15 Vite fissaggio centine
- 16 Rondella

Fig. 74

Fig. 73: *Lucernario a modulo continuo: caratteristiche dimensionali e schema di montaggio: 1) lucernario; 2) tappo tenuta protezione vite; 3) vite fissaggio lucernario; 4) rondella; 5) telaio apertura (manuale, elettrica, antincendio); 6) vite fissaggio telaio; 7) tassello; 8) tubolare di livellamento (L&G Pancaldi).*

Fig. 74: *Montaggio delle cupole a spicchi termostampati e centinati (L&G Pancaldi).*

LA STRA IN U-GLAS

L'U-Glas è un vetro profilato di tipo incolore (sia normale che armato) dalla caratteristica forma a «U», prodotto e commercializzato in barre di varia lunghezza. Grazie alla sua struttura rigida e alla sua sezione viene reso autoportante, consentendo così la realizzazione di superfici vetrate, piane o curve, con il minimo indispensabile di intelaiature.

Gli elementi sono caratterizzati da una elevata resistenza meccanica per forma (idonea pertanto in zone ventose) e da un buon controllo dell'irraggiamento solare (con conseguente limitazione di luce e di calore) in grado di fornire ampie superfici di luce diffusa.

Può essere montato sia a parete semplice che a parete doppia; quest'ultima viene consigliata per il buon isolamento termico ottenibile. Il manufatto è perfettamente integrabile con infissi apribili.

FINITURA E MODALITÀ DI MANUTENZIONE

Vengono prodotti anche alcuni tipi di barre per funzioni specifiche quali la maggior protezione dalla luce o una migliore conservazione del calore o una maggiore resistenza agli urti (idonee per gli impianti sportivi); per esigenze estetiche sono disponibili nei colori ametista, topazio e bronzo. L'U-Glas non necessita di particolare manutenzione tranne l'accortezza di verificare di tanto in tanto le condizioni del sigillante utilizzato.

CARATTERISTICHE E PROPRIETÀ

I profilati di vetro a «U» hanno larghezze modulari (comprendenti dei 2 mm. di fuga) di 234-264-333-500 mm., una profon-

Proprietà termo-fisiche

coefficiente di trasmissione luminosa	89% (parete singola) 81% (parete doppia)
coefficiente di trasmissione termica K	5,7 Kcal/mq h °C (parete singola) 2,8 Kcal/mq h °C (parete doppia)
dilatazione termica	$75-85 \times 10^{-7}/^{\circ}\text{K}$
conduttività termica	0,81 W/m. °K
potere fonoisolante R	29 dB (parete singola)
(da 100 a 3200 Hz)	38-44 dB (parete doppia)

Proprietà meccaniche

resistenza a compressione	700-800 N/mmq.
modulo elastico	60000-70000 N/mmq.
durezza secondo Mohs	6-7

tà della costa di 41-60 mm. e uno spessore di 6-7 mm. e possono avere altezze, senza rompitratta, fino a 7 m.

MODALITÀ DI POSA IN OPERA

I profili vengono normalmente posati a parete singola (a pettine o a greca) oppure a parete doppia in telai di alluminio con sezione a «U».

Tra i telai e le barre vanno applicate delle guarnizioni (bande elastiche a cellule chiuse resistenti agli agenti atmosferici) su cui posare le barre di vetro che devono distare dal telaio stesso circa 5 mm. necessari alla sigillatura.

L'interspazio fra una barra e l'altra, normalmente di 2-3 mm. per le pareti verticali e di 4 mm. in quelle inclinate fino a 10°, è sufficiente ad assicurare l'indipendenza degli elementi che andranno comunque sigillati con un mastice plastico.

La larghezza delle fughe viene fissata mediante un distanziatore che verrà rimosso prima della sigillatura. Nei telai laterali occorre lasciare una presa interna di 15 mm.; dopo il montaggio di circa 8-10 barre occorre verificare la messa a piombo dell'ultima rispetto alla quale verranno poi fissate le precedenti. La lastra alla fine della vetrata verrà installata come penultima e viceversa. Al termine della posa vanno sigillate tutte le fughe dall'interno e dall'esterno con un sigillante elastico.

I profilati di vetro possono essere montati anche in senso orizzontale tramite l'impiego di supporti angolari da fissare sui telai laterali.

Nel montaggio a parete doppia, dopo aver posato 8-10 barre a parete semplice, vanno contrapposte e fissate le altre barre con una guarnizione o un cordolo di gommapiuma.

Il prodotto, che ha una buona stabilità dimensionale, può essere tagliato alle misure di impiego tramite la semplice rotellina del vetraio.

Nella posa a parete doppia, onde eliminare eventuale condensazione durante il montaggio delle barre, è consigliabile forare, in corrispondenza, il telaio inferiore e superiore per consentire una circolazione d'aria fra i due vetri; i fori di 4-5 mm. di diametro devono essere fatti sulla fuga di ogni seconda lastra e una volta conseguito l'effetto tappati.

Le barre specifiche impiegabili negli impianti sportivi (*profilati K 22/60/7*) devono essere montate a parete doppia e ad una distanza da terra di almeno 1,75 m.; la loro lunghezza dovrà essere compresa fra 2,75 m. e 3,25 m. e gli interstizi fra le barre andranno riempiti con profilati soffici in PVC, mentre per il riempimento laterale fra le barre e il telaio si adopereranno strisce di gomma piuma dura.

In particolari aree geografiche o in presenza di vaste superfici vetrate, si ricorre generalmente a una struttura metallica quale rompitratta.

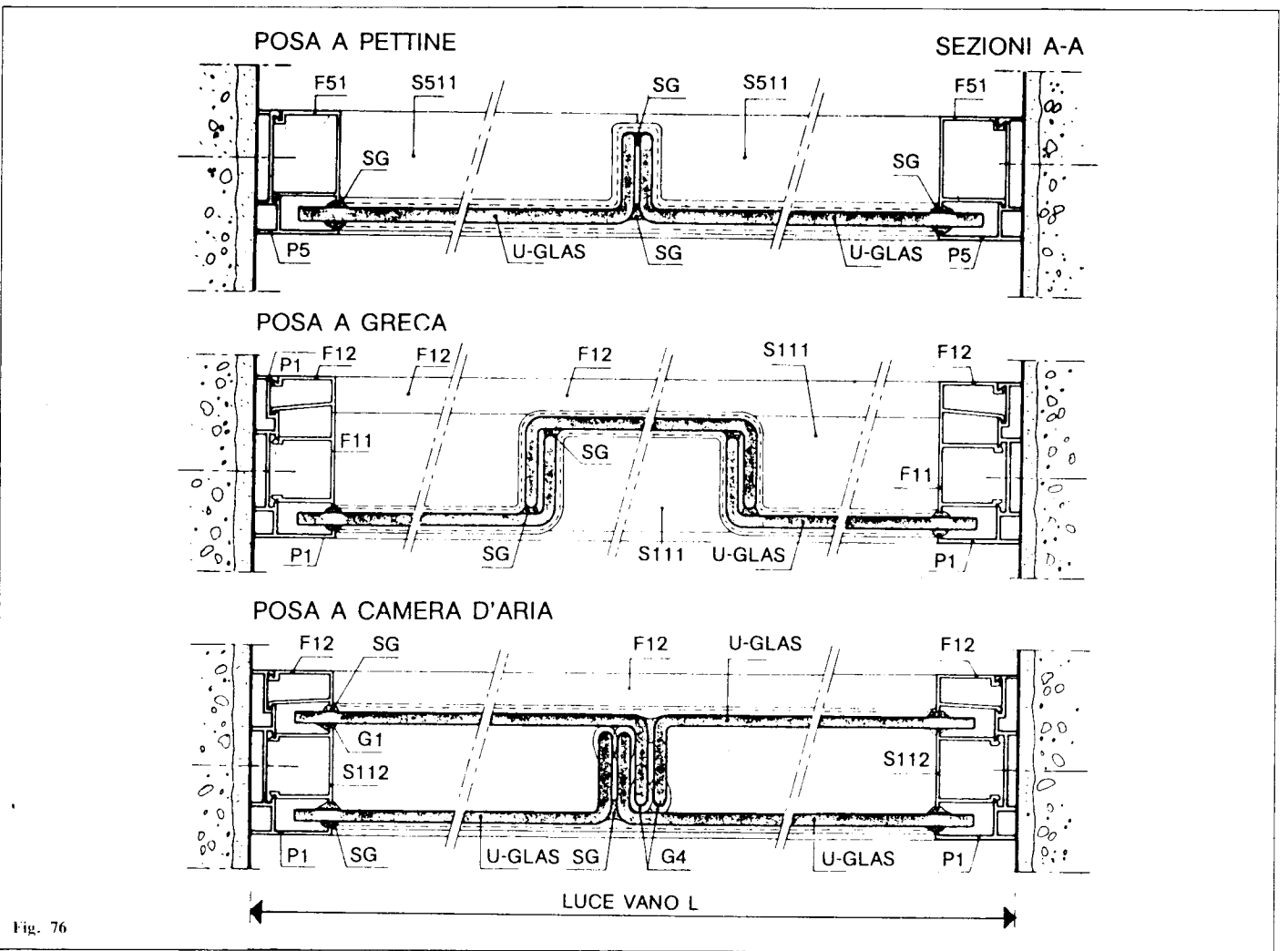
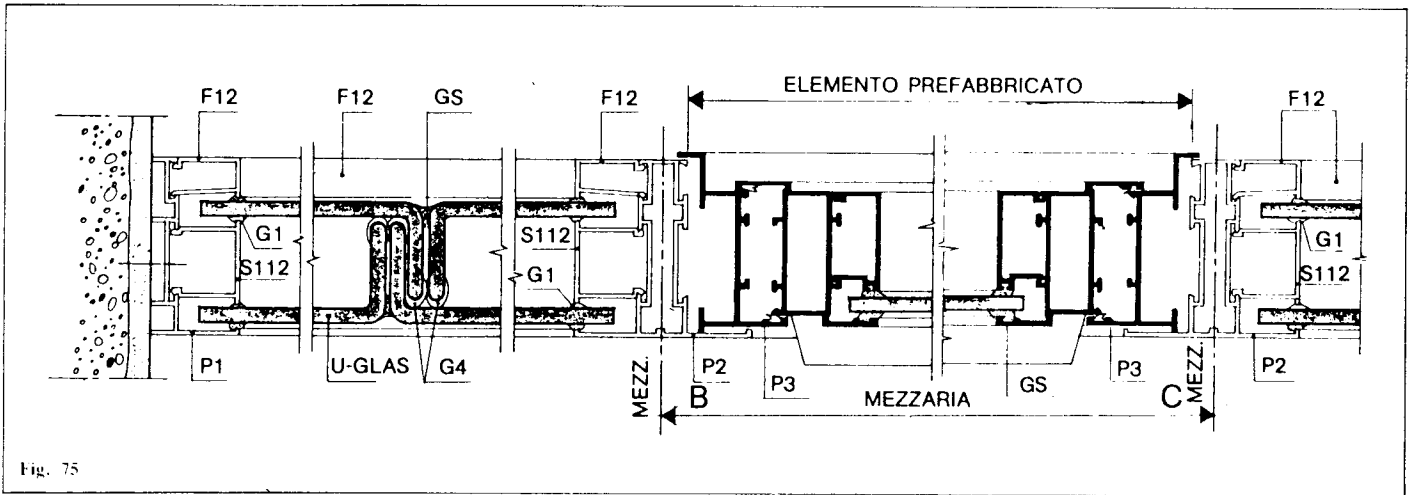


Fig. 75: Esempio di inserimento di un infisso in una parete di «U-Glas» a camera d'aria (Saint Gobain).

Fig. 76: Posa in opera delle barre, a pettine, a greca e a camera d'aria, con l'impiego di profili in alluminio: sezioni orizzontali (Saint Gobain).

Fig. 77: Posa in opera delle barre speciali per impianti sportivi. Sezioni orizzontale e verticale (Pragotecnica).

Fig. 78: Caratteristiche dimensionali delle barre e dei telai secondo il montaggio a parete singola e doppia: sezioni orizzontali e verticali (Pragotecnica).

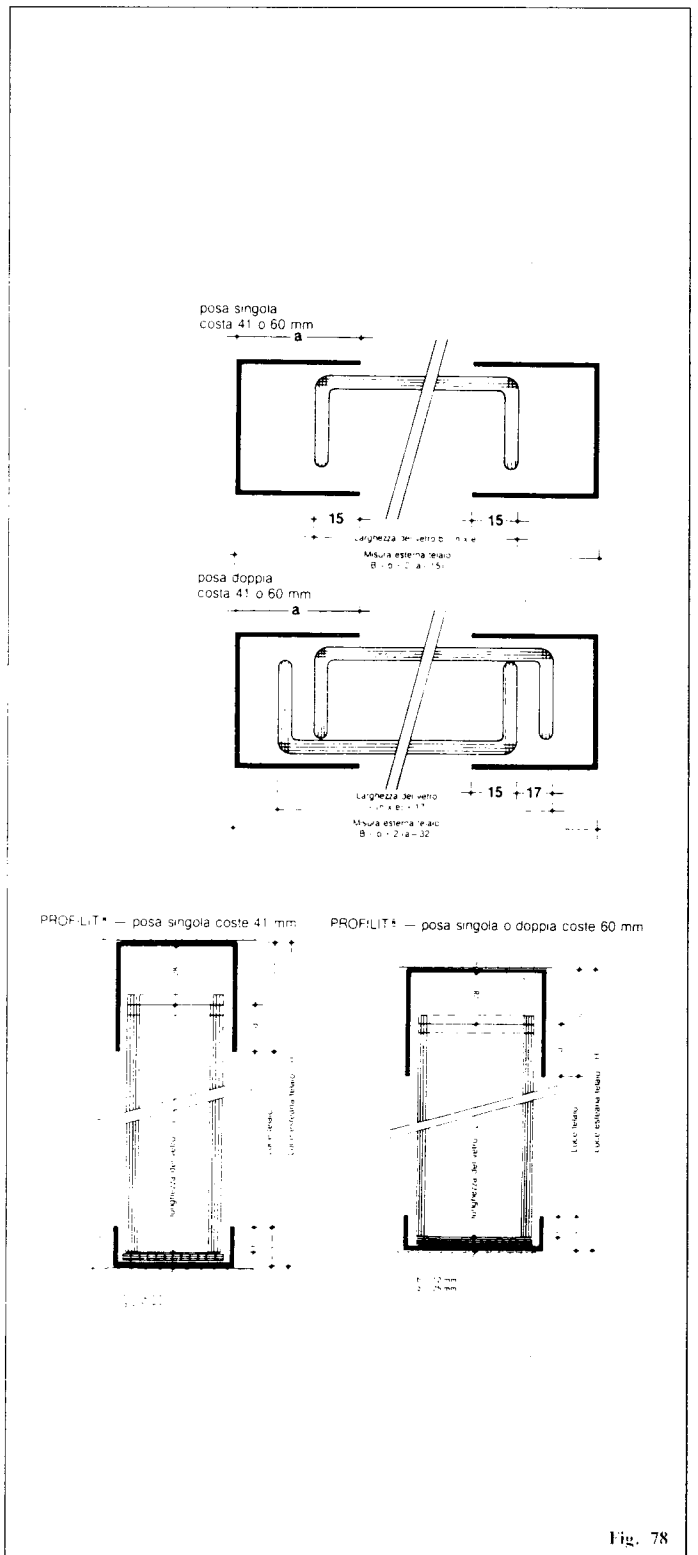
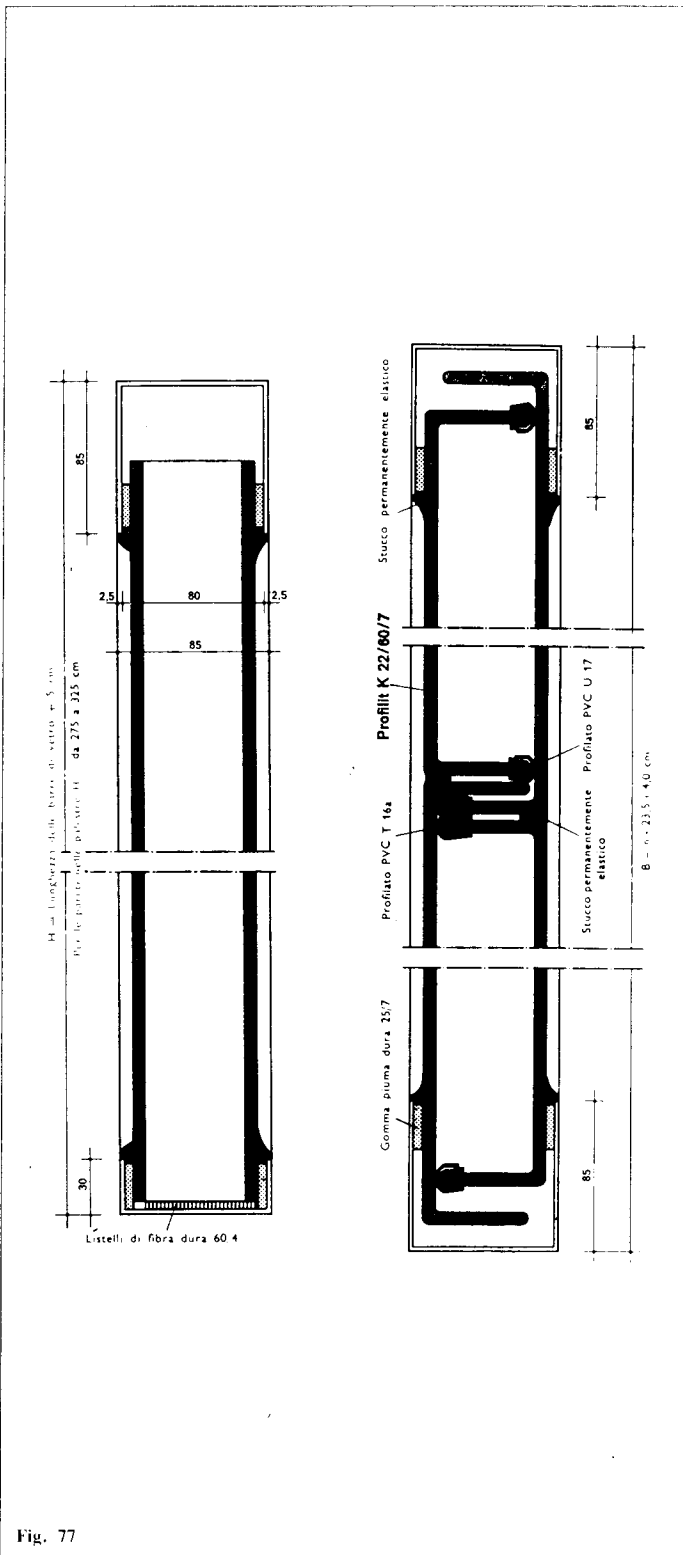


Fig. 77

Fig. 78

VETROMATTONONE

I mattoni di vetro vengono prodotti per stampaggio in «colata continua», da una fusione entro stampi e controstampi, al termine del quale i pezzi ottenuti vengono fra loro accoppiati, per realizzare degli elementi a camera d'aria stagna, e in seguito sottoposti a ricottura per un opportuno raffreddamento del prodotto che permette di eliminare tensioni residue interne e di aumentarne pertanto la resistenza.

Con tali elementi collegati fra loro da un opportuno reticolo in cemento armato si realizzano ampie superfici diffondenti sia verticali che orizzontali, sia piane che curve. Buono risulta il loro potere fonoisolante e termoisolante.

FINITURA E MODALITÀ DI MANUTENZIONE

I mattoni di vetro vengono prodotti in una vasta gamma di colori (satinato, rosa, turchese, siena, bronzo, grigio, azzurro, blu) e di finiture superficiali.

Se è stata eseguita una corretta messa in opera il prodotto non richiede una particolare manutenzione.

CARATTERISTICHE E PROPRIETÀ

Gli elementi hanno forma quadrata o rettangolare; quelli quadrati possono essere di 19, 24 o 30 cm. di lato per le tamponature verticali e di 14,5 cm. o 20 cm. di lato per le tamponature orizzontali con spessore di 8 o 10 cm.; quelli rettangolari sono di 11,5 x 24 x 8 cm.; esistono anche elementi angolari.

Proprietà termo-fisiche

trasmissione luminosa	65%
coefficiente di trasmissione termica	2,5 Kcal./mq. h °C
potere fonoisolante R (a 1000 Hz)	40 dB
resistenza al fuoco	REI 15 e RE 60

MODALITÀ DI POSA IN OPERA

Innanzitutto, dato l'elevato modulo elastico del vetro, occorre sempre considerare le superfici di vetrocemento, sia in fase progettuale che in fase esecutiva, come semplicemente appoggiate e non incastrate alla struttura perimetrale. Ciò comporta l'inserimento fra pannello di vetrocemento e struttura di appoggio di un materiale che favorisca lo scorrimento (ad esempio una striscia di cartongfetro).

I pannelli vanno comunque installati a completo disarmo e stagionatura avvenuta della struttura di sostegno; fra questa e le testate laterali e superiori va inserito polistirolo espanso o altro materiale elastico in grado di consentire la dilatazione dei pannelli. Il giunto perimetrale, qualora sia richiesta una tenuta all'acqua, va sigillato con silicone o mastice di asfalto o cemento plastico.

I pannelli, che possono venire anche prefabbricati, vanno montati a giunto non sfalsato per consentire ovviamente l'armatura degli stessi. Solitamente si raccomanda per pareti verticali un giunto di minimo 1 cm. e per tamponature orizzontali un giunto di almeno 3 cm.; nel primo caso si impiegano come armatura tondini di ferro del Ø4 o Ø6, mentre nel secondo anche ferri del Ø8 e del Ø10. Per la realizzazione dei giunti si possono utilizzare dei distanziatori di plastica i cui quadri di allineamento vengono successivamente rotti a presa parzialmente conclusa. Si impiega calcestruzzo dosato a 350 Kg. di cemento a bassa resistenza x mc. di sabbia fine lavata, mista a ghiaietto setacciato (2 parti di sabbia ed una di ghiaietto) e ad acqua (140 litri).

Al fine di contrastare il fenomeno del ritiro del cemento, bisogna tenere bagnati i pannelli durante l'indurimento per almeno quattro giorni consecutivi prima della stagionatura normale.

Comunque vengono consigliate campiture non superiori ai 13 metri quadri.

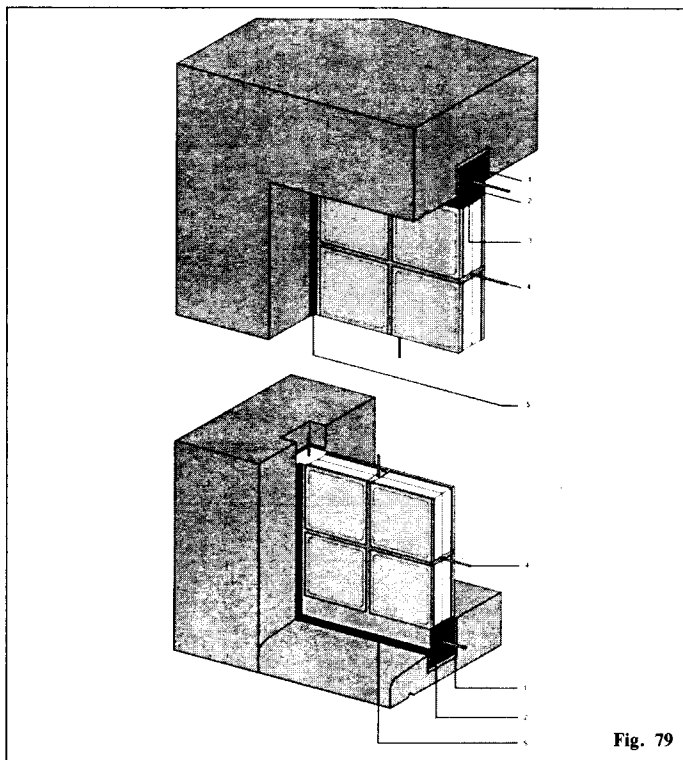


Fig. 79

Fig. 79: Sezione assonometrica:

- 1) giunto di scorrimento (cartonfeltro bitumato);
- 2) calcestruzzo;
- 3) strato soffice per espansione pannello (polistirolo espanso);
- 4) tondino di ferro;
- 5) sigillatura (silicone, mastice di asfalto, cemento plastico).

Fig. 80: A) Esempio di appoggio per strutture orizzontali.

B1) Particolare del giunto di dilatazione in strutture verticali.

$$S = h \times l \leq 13 \text{ mq.}$$

$$l \leq 7,5 \text{ mq.}$$

B2) Particolare del giunto di dilatazione in strutture verticali.

$$S = h \times l \leq 13 \text{ mq.}$$

$$l \leq 6 \text{ mq.}$$

C) Particolari appoggi superiori.

D) Particolari appoggi inferiori.

- 1) giunto di scorrimento (cartonfeltro);
- 2) strato soffice per espansione pannello (polistirolo espanso);
- 3) sigillatura (silicone, mastice di asfalto, cemento plastico).

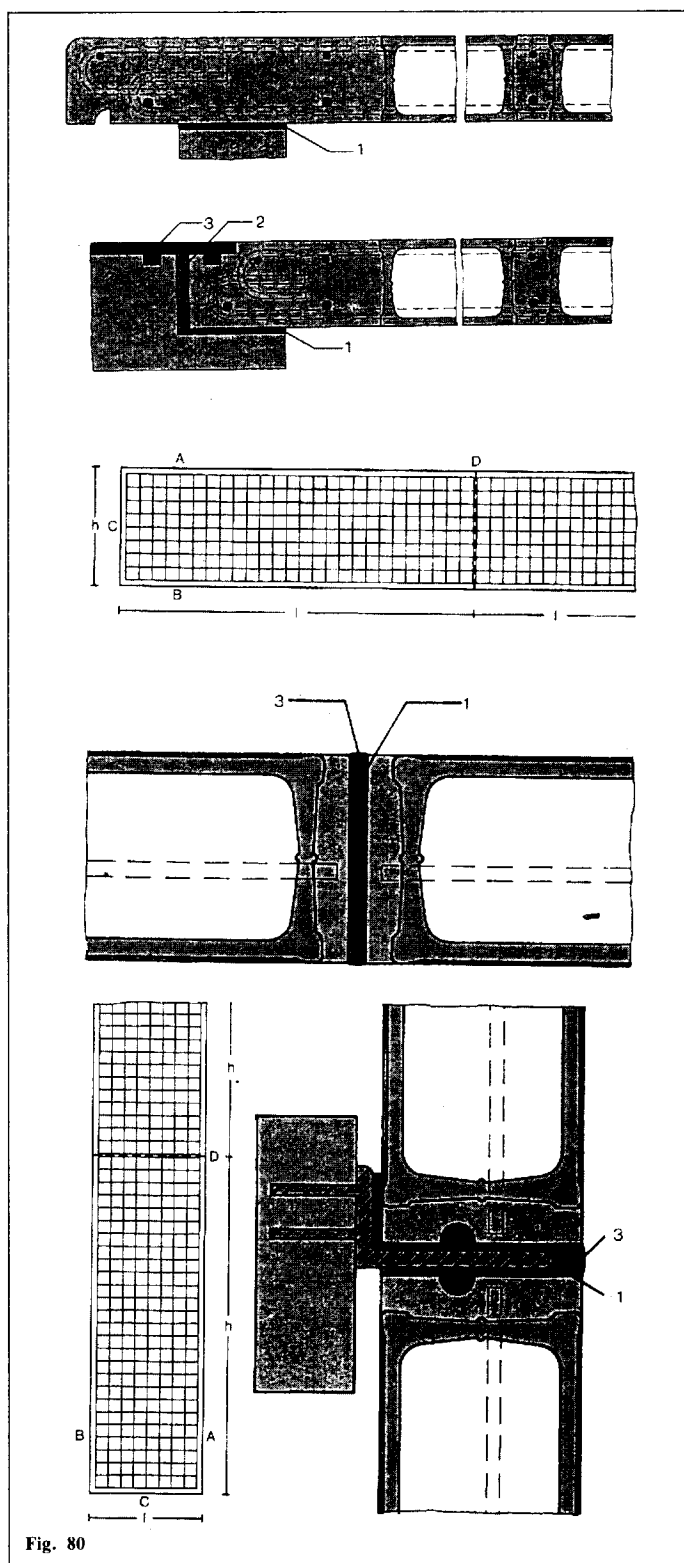


Fig. 80

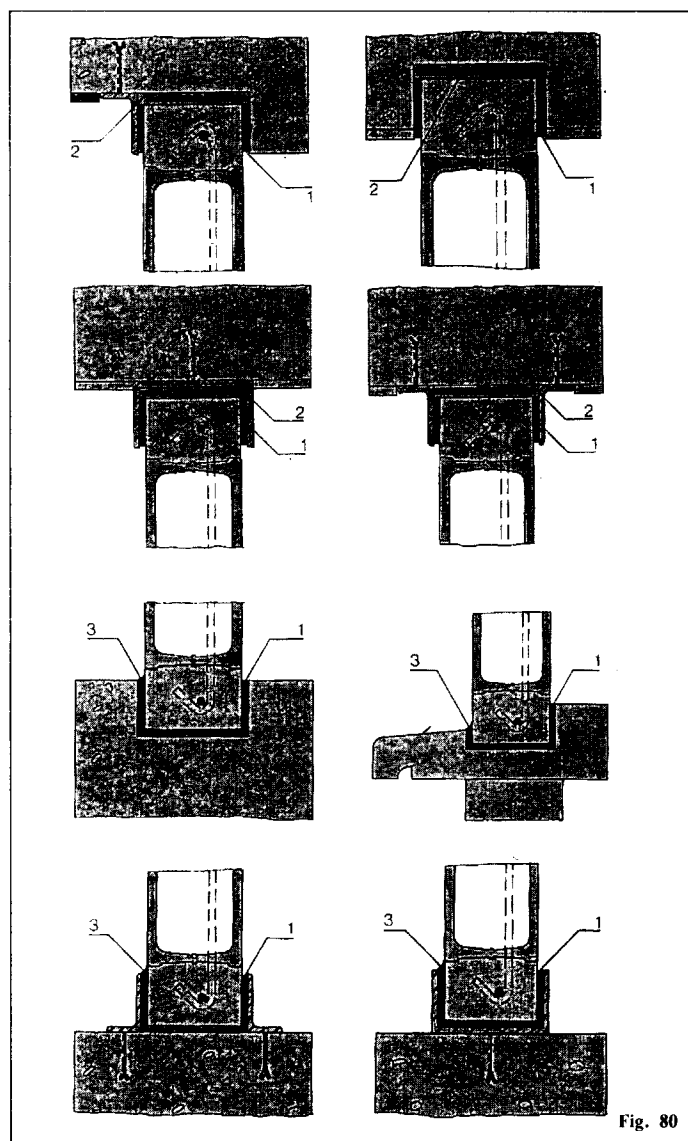


Fig. 80

Si ringraziano, per la documentazione tecnico-illustrativa gentilmente concessa, le seguenti ditte: ADRIAPLAST S.p.A. (lastra rigida in PVC bi-orientato), CANOBBIO S.p.A. (membrana in PVC), CAODURO S.p.A. (lucernai), ELCOM SYSTEM S.p.A. (pannelli metallici sandwich), FABBRICA PISANA SAINT GOBAIN S.p.A. (U-Glas), FIDENZA VETRARIA S.p.A. (vetromattone), GENERAL ELECTRIC PLASTICS ITALIA S.p.A. (lastre in policarbonato), HUNTER DOUGLAS ITALIA S.p.A. (pannelli metallici sandwich), L&G PANCALDI s.n.c. (lucernai), LATERLITE SUD S.p.A. (blocchi di argilla espansa «facciavista»), LECA SISTEMI S.p.A. (blocchi di argilla espansa «facciavista»), OCM VALMA S.p.A. (pannelli in GRC), PATI S.p.A. (film in ETFE), POLYÜ ITALIANA s.r.l. (lastre in policarbonato), PRAGOTECA S.p.A. (U-Glas e vetromattone).