

## LOS PRODUCTOS DEL VIDRIO

**Vidrios comerciales.** — Existen tres denominaciones de vidrios planos:

Vidrio ordinario.

Vidrio impreso.

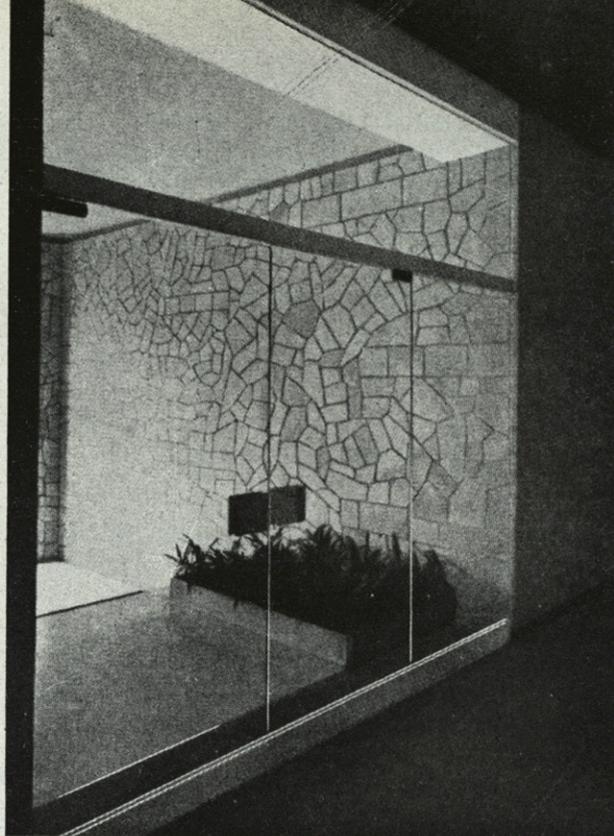
Luna de vidrio.

El primero comprende los productos transparentes procedentes de laminado cuya superficie no ha sufrido tratamiento alguno después del enfriado.

El vidrio impreso (catedral y decorativo) se obtiene por grabado de un dibujo (abujardado, estriado, mateado, escarchado, etc., etc.) sobre una de las caras, a veces las dos, durante la fase final de laminación.

Se entiende finalmente por luna el producto transparente y de superficies totalmente planas y paralelas obtenidas por acabado mecánico de una lámina en bruto en operaciones sucesivas que van desde la abrasión gruesa hasta el pulimento; todas ellas realizadas en frío.

Dentro de los productos comerciales ordinarios se encuentran también las placas de vidrio, cristalinas, vidrios armados y baldosas y bloques de vidrio para hormigón traslúcido.



## VIDRIOS PLANOS (1)

Denominación	Espesor en mm.	Dimensiones máximas aproximadas en m.	Peso en kg/m <sup>2</sup>
<i>Vidrio ordinario:</i>			
Cristal sencillo...	1,5 a 2,0	1,35 × 0,78	3,75 a 5,00
Idem semidoble...	2,4 a 2,75	2,16 × 1,10	6,00 a 6,85
Idem doble...	3,0 a 3,5	2,16 × 1,10	7,50 a 8,75
Vidrios gruesos y cristalinas...	3,5 a 5,5	2,70 × 2,10	8,75 a 13,80
<i>Vidrio impreso:</i>			
Dibujo normal...	3,5 a 4,5	2,52 × 1,20	8,75 a 11,20
Estriado grueso y ondulado...	3,5 a 8,0	2,52 × 1,20	8,75 a 20,00
Vidrio armado...	3,0 a 8,0	3,00 × 1,20	7,50 a 20,00
Baldosa grabada...	12,0 a 18,0		30,00 a 45,00
Luna de vidrio...	5,5 a 8,0	4,50 × 2,52	13,80 a 20,00

## VIDRIOS MOLDADOS PARA HORMIGON TRASLUCIDO (1)

Dimensiones en cm.	Altura en cm.	Peso por unidad en kg.
<i>Bloques para pisos:</i>		
Una cavidad 30 × 30.	2,5	4,00
Idem id. 25 × 25.....	2,5	2,77
Idem id. 20 × 20.....	4,3	2,10
Idem id. 15 × 15.....	5,0	1,30
Idem id. 10 × 10.....	5,0	0,85
Idem id. 12 (circular).	8,0	1,45
Idem id. 10 "	6,0	0,70
Idem id. 10 "	5,0	0,65
<i>Bloques para tabiques y cerramientos:</i>		
Una cavidad 20 × 20.	6,0	2,30
Idem id. 20 × 20...	4,0	2,60
Idem id. 20 × 20...	3,2	1,80
Idem id. 30,5 × 14,5.	3,35	1,80

(1) Dimensiones de productos españoles. No se incluyen baldosas de doble cavidad, las mejores, que aun no se encuentran en nuestro mercado; suelen sustituirse por dobles baldosas de cavidad sencilla.

**Vidrio templado.**—El vidrio templado (*tempered glass, cristallo temperato, etc.*), también denominado “vidrio enfriado” o “vidrio térmicamente endurecido”, es un producto nuevo obtenido por tratamiento térmico de los vidrios ordinarios.

El vidrio recocido (el recocido es siempre operación esencial) se calienta a una temperatura superior a la de recocido, por lo general cercana a la de reblandecimiento, y se somete luego a un rápido enfriado por medio de un chorro de aire, baño de aceite o diversas soluciones salinas. Como resultado de este brusco enfriamiento, las superficies exteriores del producto tratado quedan en régimen permanente de compresión, compensada con la aparición de tensiones de tracción en el interior de la masa. En el trabajo posterior de flexión, las tracciones que aparecen quedan parcialmente neutralizadas con estas compresiones iniciales y la resistencia del producto crece considerablemente. Un comportamiento en cierto modo análogo al del hormigón pretensado o al de los recientes paneles de madera tensada.

Las características esenciales de transparencia y poder transmisor de la luz no sufren alteración alguna en el tratamiento.

El vidrio templado se distingue del ordinario, simplemente recocido, por la presencia de varios dentados, ligeras marcas de mordaza, en uno o en todos de los bordes de la pieza; pero, ante todo, por su fractura especial: cuando comienza a romperse la superficie del vidrio, aunque sea en un solo punto aislado, las líneas de fractura se extienden por todo el producto, quebrándose en pequeños fragmentos. Esta cualidad, al hacer menos peligrosas las heridas, permite que se emplee como vidrio de seguridad, luna Securit, en toda clase de vehículos, junto con el otro tipo de vidrio securizado, el obtenido por interposición de una lámina de plástico entre otras dos de vidrio, que en modo alguno debe confundirse con el verdadero producto templado.

La resistencia mecánica del vidrio templado es extraordinaria. Según Littleton, debido al templado, una muestra de vidrio alcanza 17,8 kg./mm.<sup>2</sup>, mientras que la misma, sin tensión inicial, sólo soporta 4,6 kg./mm.<sup>2</sup>. El beneficio es aún mayor en la “resistencia a largo plazo”, porque la resistencia instantánea del vidrio disminuye con el paso del tiempo, no así las tensiones añadidas por temple. Los valores a “largo tiempo” son así, según este autor: 15,2 kg./mm.<sup>2</sup> frente a 2 kg./mm.<sup>2</sup>, con un incremento, para la pieza templada, del 66 por 100.

En opinión de A. G. H. Dietz, las resistencias comparadas del vidrio templado y el ordinario son:

Efecto de impacto .....	5 a 7 veces superior.
Resistencia mecánica.....	3 a 5 ”
Choque térmico .....	3 a 4 ”

A continuación se dan algunos datos más completos sobre características comparadas y dimensiones mecánicamente equivalentes que hablan de las posibilidades encerradas en este nuevo producto que halla actualmente gran aplicación en la ejecución de toda cla-

se de objetos, entre los que son ya conocidas las nuevas hojas para puertas y ventanas que, en su gran resistencia, permite la eliminación de todo bastidor o cerco, con su grato efecto estético.

De la técnica propia del temple se comprende que las piezas no pueden ser cortadas y sus dimensiones deben señalarse con anterioridad al tratamiento.

#### CARACTERISTICAS COMPARADAS DEL VIDRIO NORMAL Y EL VIDRIO TEMPLADO (1)

<i>Ensayo</i>	<i>Vidrio normal</i>	<i>Vidrio templado</i>
Módulo de ruptura... ..	460 kg/cm <sup>2</sup>	2.100 kg/cm <sup>2</sup>
<i>Carga de fractura para presión uniforme:</i>		
Piezas rectangulares		
30 × 30.....	1,25 kg/cm <sup>2</sup>	4,50 kg/cm <sup>2</sup>
Idem id. 45 × 45...	0,60	2,00
Idem id. 60 × 60...	0,25	1,00
<i>Carga de fractura para efecto de impacto:</i>		
(Altura crítica de caída para fractura; esfera de acero de 900 gramos) .....	20 cm.	150 cm.
<i>Resistencia al choque térmico:</i>		
(Diferencia de temperaturas hasta la fractura) .....	68°C.	240°C.

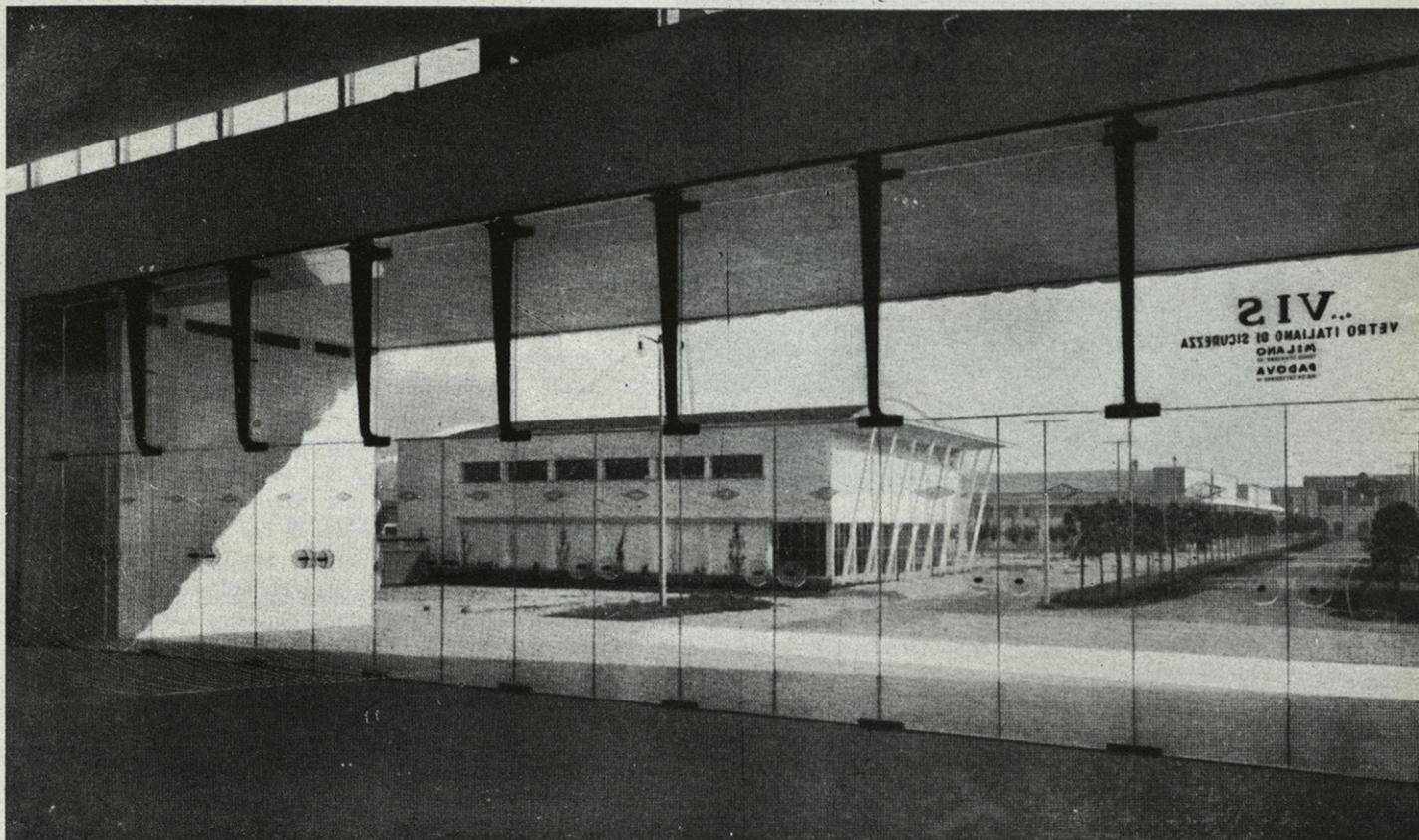
(Resistencia a fractura e impacto sobre piezas de 6,4 milímetros de grueso.)

(1) H. G. DIETZ: Artículo citado.

#### CARACTERISTICAS COMPARADAS PARA ELEMENTOS DE IGUAL RESISTENCIA (2)

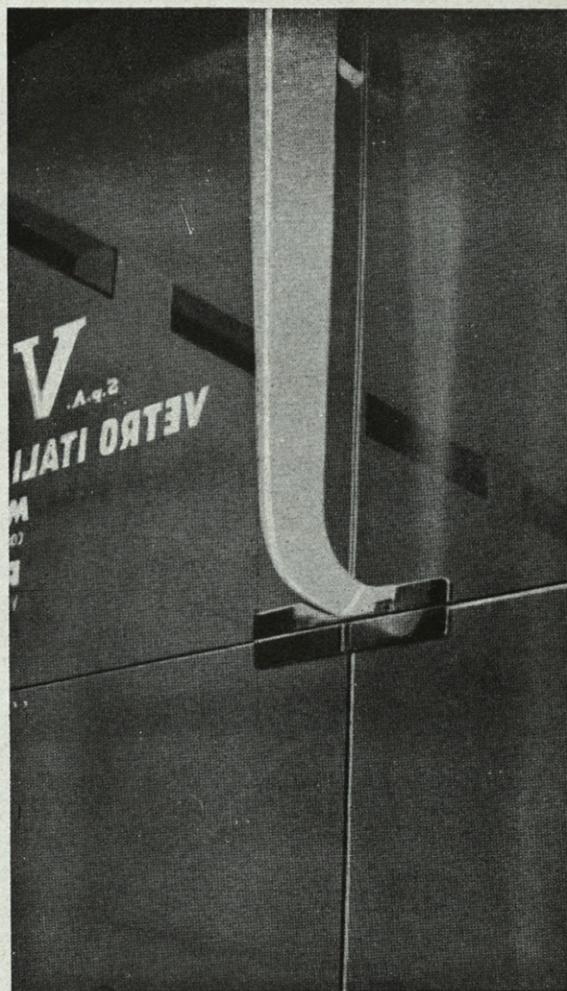
VIDRIO NORMAL		VIDRIO TEMPLADO		ECONOMÍA DE VIDRIO kg/m <sup>2</sup>
<i>Espesor en mm.</i>	<i>Peso en kg/m<sup>2</sup></i>	<i>Espesor equivalente en mm.</i>	<i>Peso en kg/m<sup>2</sup></i>	
10	24	6,5	16	8
13	32	8	20	12
16	40	9,5	24	16
19	48	11	28	20
22	56	13	32	24
25	64	16	40	24
28	72	19	48	24
31	80	19	48	32

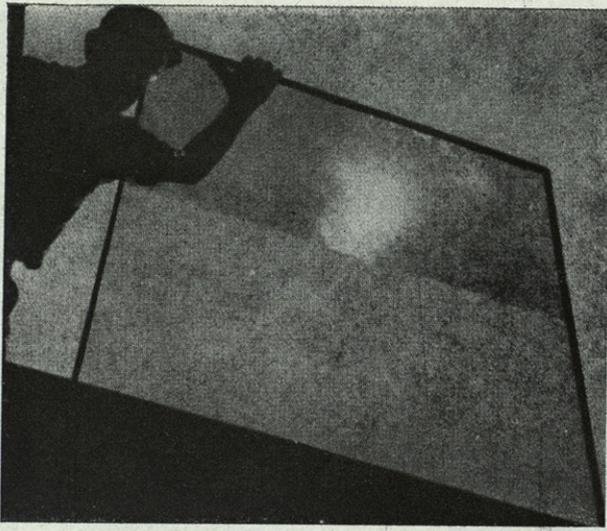
(2) Ensayos sobre muestra comercial y templada (Tuf Flex) de vidrios de la casa L. O. F.



*En la Feria de Padua se ha hecho un gran alarde de empleo de vidrio templado en la enorme vidriera de ingreso al recinto de la Exposición, compuesta de dos elementos: uno fijo, que forma la sobrepuerta, y el otro móvil, con las puertas de acceso.*

*Presenta esta obra la novedad del procedimiento de fijación de los témpanos de vidrio. Comúnmente se resuelve esto con una viga de metal que recibe el vidrio de arriba, y que a su vez aloja los mecanismos de sujeción y giro de las hojas practicables. Aquí se ha eliminado este elemento metálico, que se sustituye por unas antenas colgadas del dintel del vano y separadas del frente de cristal, que en su extremo libre reúnen el nudo de enlace de las cuatro láminas de vidrio. Durante la celebración de la Exposición con gran afluencia de público, que, naturalmente, hacía accionar de modo continuo el sistema, se pudo comprobar la eficacia del mismo.*





Fotografía, a contrasol, con interposición de un panel absorbente. La parte inferior, mateada con chorro de arena.

**Vidrios especiales.**—Ya en otro lugar nos hemos referido a la importancia que la composición química de vidrio tiene en su comportamiento frente a la transmisión de la luz, el calor o las radiaciones solares de efecto vital y microbiano, así como también repetidamente nos hemos referido a la inadecuación de los vidrios de composición usual, que por lo general carecen de resistencia al paso del frío y el calor, mientras que son sensiblemente opacos al paso de aquellas radiaciones vitales.

Una nueva y más perfeccionada tecnología química ha venido a crear productos nuevos de composición totalmente distinta y cuyo comportamiento se acerca (desde los puntos de vista de higiene y economía, consecuencia de sus mejores condiciones aislantes) a niveles hasta ahora no soñados.

La sílice vítrea o vidrio compuesto de sílice exclusivamente (también llamada, aunque con menor perfección, vidrio de cuarzo), el último vidrio de la serie de los silicatos y el más simple en cuanto a su constitución física y química se refiere, por su bajo coeficiente de dilatación, por su gran resistencia a los efectos mecánicos y cambios de temperatura y, en particular, por su suma transparencia a las radiaciones visible y ultravioleta, si no fuese por las dificultades de su fabricación (su alta temperatura de fusión, del orden de los 1.710° C., y la presencia de burbujas que requie-

ren su eliminación en vacío por fusión eléctrica) sería el material ideal en la mayoría de las aplicaciones del vidrio. Sin embargo, su inasequible coste le hace estar totalmente lejos del terreno de la edificación.

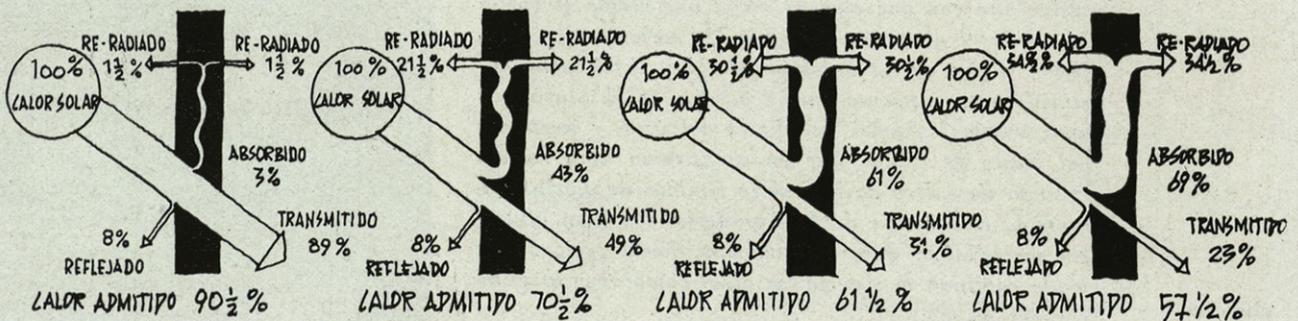
Como aproximación recientísima a este vidrio ideal está el desarrollo de un proceso nuevo (patente de H. P. Hood y M. E. Nordberg) que permite la obtención comercial del denominado VIDRIO DE SILICE DEL 96 por 100, que, en su fase final, contiene aproximadamente un 96 por 100 de sílice pura (el resto, B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) y que se aproxima a las excelentes cualidades del vidrio de cuarzo en cuanto a su comportamiento mecánico y acción vital.

Desde el punto de vista germicida, el desarrollo comercial de estos vidrios actínicos—tal como el VITAGLAS, que transmite hasta un 60 por 100 del espectro ultravioleta—no permite su comparación con los vidrios actualmente en uso sosa-cal-sílice, opacos para la radiación ultravioleta de la luz solar inferior a los 310 m  $\mu$  la de mayor efecto biológico; solamente su precio, aun elevado, hace que sus aplicaciones sean limitadas. El vidrio actínico pierde, es verdad, al cabo de un año, gran parte de su efecto característico, pero, no obstante, conserva de modo permanente una elevada permeabilidad a la radiación biológica para que merezca ser aplicado en ciertos casos (edificios sanitarios para infecciosos, etc.). La obra de I. Rosenfield sobre hospitales contiene algún que otro dato sobre este interesante aspecto biológico del vidrio, particularmente las experiencias realizadas durante la última guerra en Inglaterra por el doctor L. Bichbinder, y a la que remitimos al lector (1).

En el campo de la fabricación de nuevos vidrios de mayor resistencia a la transmisión térmica los progresos realizados en los últimos años han sido de consi-

(1) Los estudios sirven para confirmar el efecto biológico-germicida de los rayos solares, incluso cuando penetran a través de las superficies vidriadas de ventanas ordinarias. Efecto que es sensible no sólo para la radiación solar directa, sino también para la luz difusa del sol. Las experiencias realizadas en Inglaterra en la estación invernal, cuando la radiación solar es débil, han venido a comprobar el indiscutible efecto bactericida de la luz difusa del sol, aún filtrado a través de ventanas normales, lo que aconseja dotar de grandes superficies vidriadas a los edificios sanitarios.

Gráfica de penetración de la energía solar a través de una hoja de vidrio ordinario (6,4 mm.) y otras de material absorbente L. O. F. para distintos espesores (3,0; 6,4 y 7,0 mm.).



derable magnitud. Ya hemos referido algunos datos sobre el comportamiento, interesantísimo, de estos nuevos productos del vidrio.

Son vidrios, por lo general, de débil coloración pálida verdosa o azulada, que, sí visible desde el exterior, apenas es perceptible desde los locales en que se aplica. Utilizados primero en la realización de instalaciones especiales (torres observatorio de aviación, etc.),

pronto extendieron su uso hasta convertirlo hoy día en normal en los recientes edificios de los Estados Unidos.

De este tipo de vidrios absorbentes de las radiaciones caloríficas (rojo e infrarrojo) es el ya citado L. O. F. Heat Absorving, cuyo comportamiento, comparado con el vidrio comercial de la misma casa, no puede ser más interesante:

CARACTERISTICAS COMPARADAS DE VIDRIO NORMAL Y VIDRIO ABSORBENTE L. O. F.

MATERIAL	G r u e s o en mm.	TRANSMISIÓN		
		Luz visible	Radiación total	Inf.
Vidrio L. O. F. normal... ..	6,4	91	<b>89</b>	<b>85</b>
Idem íd. absorbente de calor... ..	3,2	80	49	28
Idem íd. íd. íd ... ..	6,4	70	31	9
Idem íd. íd. íd ... ..	9,5	62	<b>23</b>	<b>5</b>

Los paneles múltiples de vidrio que por la mecánica de la transmisión térmica (efecto de resistencia superficial) son ya excelentes, no sólo desde el punto de vista térmico, sino también fónico, encuentra aún nuevas posibilidades mediante la aplicación, por lo común limitada a la hoja externa, de estos materiales absorbentes que convierten al conjunto en un producto nuevo

transparente dotado de características aislantes, que en nada tiene que envidiar a la de los mejores muros.

Existen ya en el comercio multitud de vidrios especiales absorbentes del calor: el citado L. O. F. Heat Absorving, los SOLEX, AKLO, COOLITE, etc., que se aplican en la realización de los nuevos edificios (O. N. U., Lever House, etc.). Edificios que no pueden

*Pasadizo recubierto con tubos de vidrio del Corning Glass Center (Estados Unidos).*



ser enjuiciados si en su apreciación se prescinde de un hecho tan capital como es el de la aplicación de estos vidrios nuevos de comportamiento totalmente diferente de los hoy tradicionales.

**Vidrios electroconductores** —El vidrio a la temperatura ordinaria es un excelente aislante de la electricidad. Pero si se aplica en su superficie una ligera película de óxidos metálicos, puede lograrse una sección lo suficientemente conductora para transportar corrientes considerables a los voltajes ordinarios, pudiendo la energía eléctrica transmitida convertirse en calor, que puede hallar distintos usos:

Para el deshielo de parabrisas.

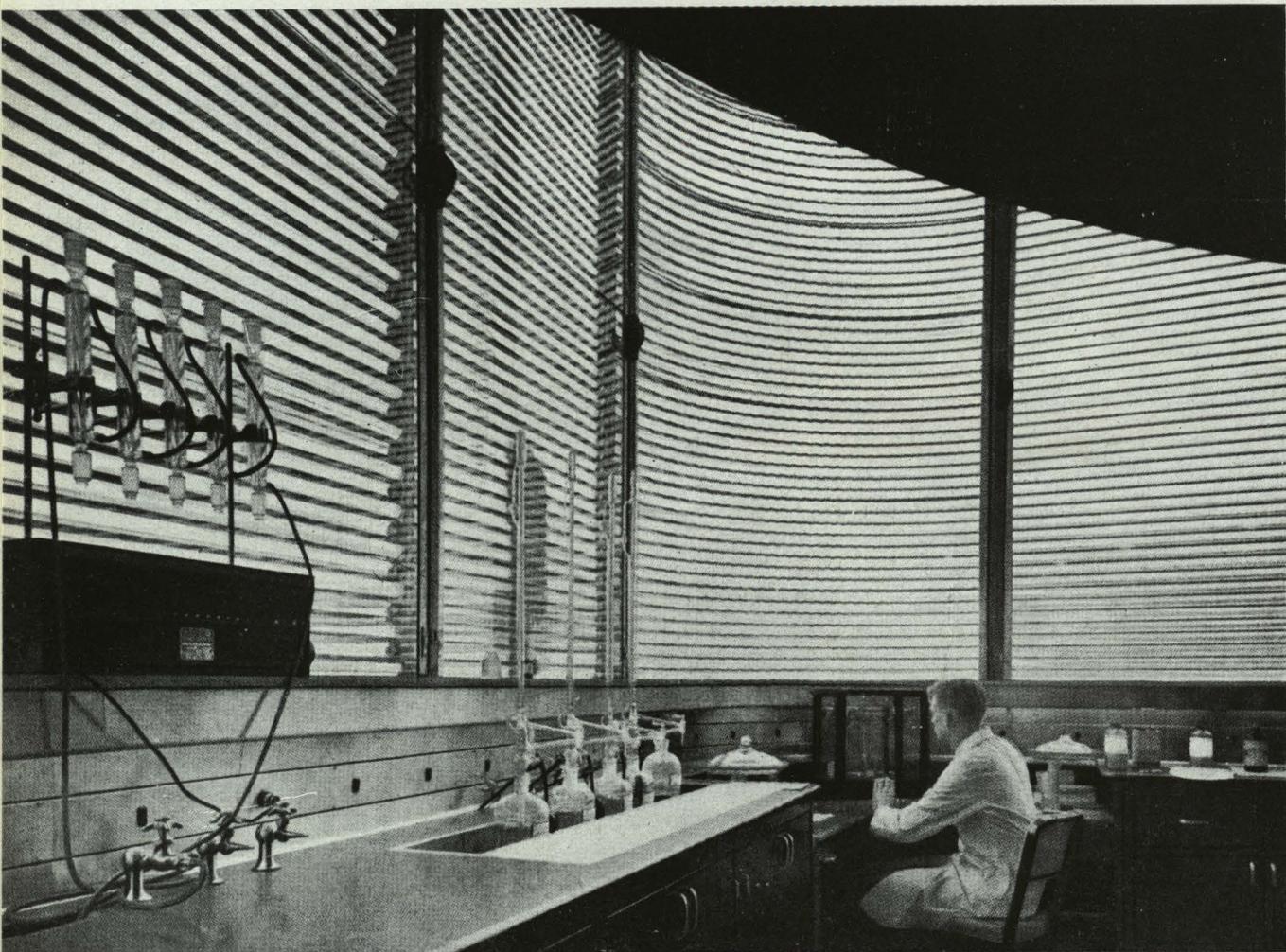
Para la reducción del "efecto frío" o "radiación fría" debido a la baja temperatura de la superficie de un cristal.

Como foco de calor radiante, etc., etc.

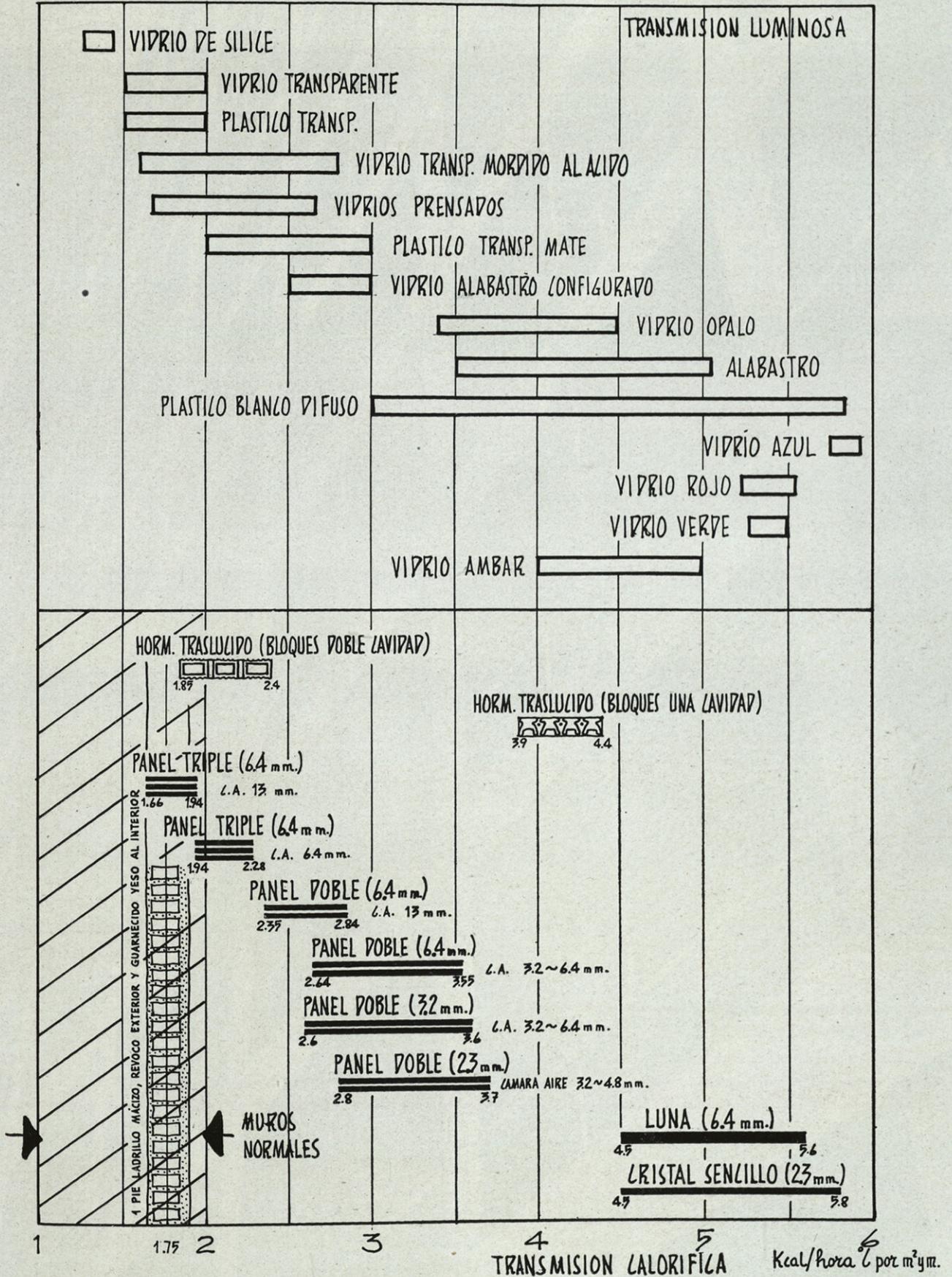
Una instalación experimental de este último género, primera aplicación de estos nuevos tipos de vidrios, es la realizada en la pequeña casa solar del M. I. T. (Massachusetts Institute of Technologie), de Boston, para suministrar calor radiante en los períodos de invierno de débil radiación solar donde ésta se muestra insuficiente para el mantenimiento de la temperatura requerida. El vidrio va colocado en la fachada sur, en forma de paneles dobles y triples, y la superficie electroconductora queda limitada a la parte alta de los huecos. Los paneles trabajan a una temperatura comprendida entre los 49° y 52° C., con un consumo de energía eléctrica del orden de los 80 a 110 Wat./m.<sup>2</sup>.

Por este procedimiento se han alcanzado hasta temperaturas de 180° C., para utilizar la superficie de los huecos como únicos paneles radiantes del edificio.

El revestimiento, a base de una película de óxido metálico, dicese ser tan permanente como el propio vidrio y su espesor tan liviano (15 a 20 millonésimas de pulgada), que no reduce en forma sensible la necesaria transmisión luminosa.



100% 90 80 70 60 50 40 30 20 10 0





**Fibra y lana de vidrio.**—El vidrio puede ser hilado en forma de filamentos extraordinariamente ligeros que adquieren una gran flexibilidad y elevada resistencia mecánica a la extensión considerablemente superior a la del material de que deriva, a cuyas características se aproxima a medida que aumenta la sección del hilado.

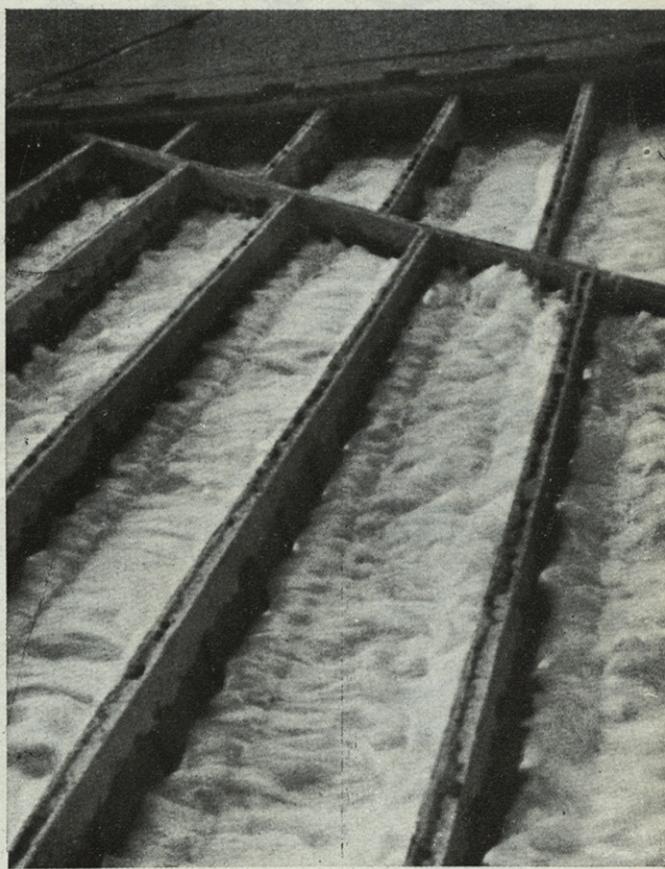
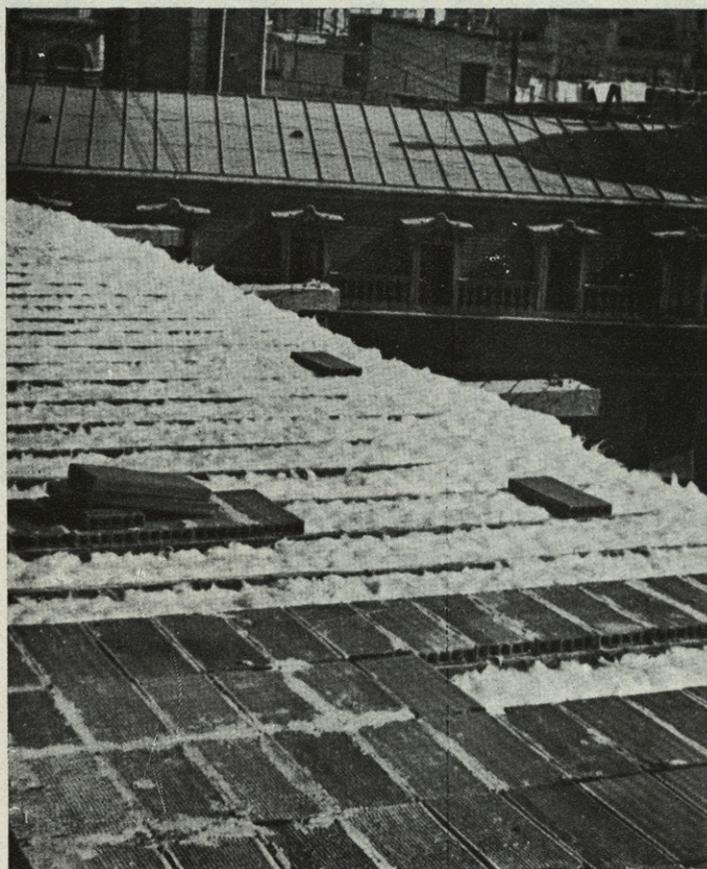
Los productos de fibra y lana de vidrio—manteniendo las características de resistencia a los organismos, agentes químicos, temperatura y deterioro, propios del vidrio—tienen como peculiar característica su gran resistencia a la transmisión térmica que le convierte en uno de los productos aislantes más eficaces.

Para la lana de vidrio la conductibilidad calorífica es aproximadamente de 0,033 Kcal/hora °C. por m<sup>2</sup>

ra de vapor, generalmente en forma de hoja o papel asfáltico que se coloca sobre aquélla (*obligadamente del lado más caliente de la pared*: interior del local en los usos normales).

La fibra de vidrio puede ser empleada en forma de producto continuo (mantas y tejidos) o en diversos aglomerados de fibras cortas entrelazadas, con aglomerante a base de resinas sintéticas. He aquí reseñadas algunas de estas formas:

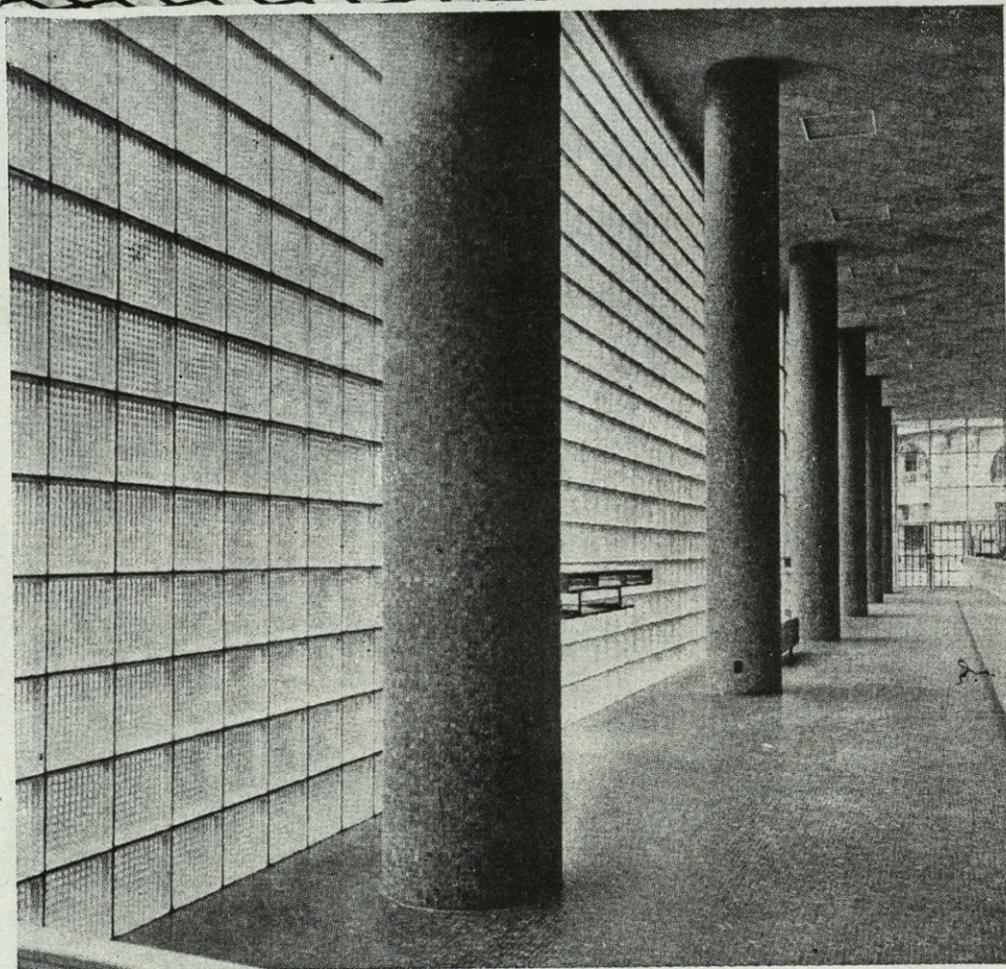
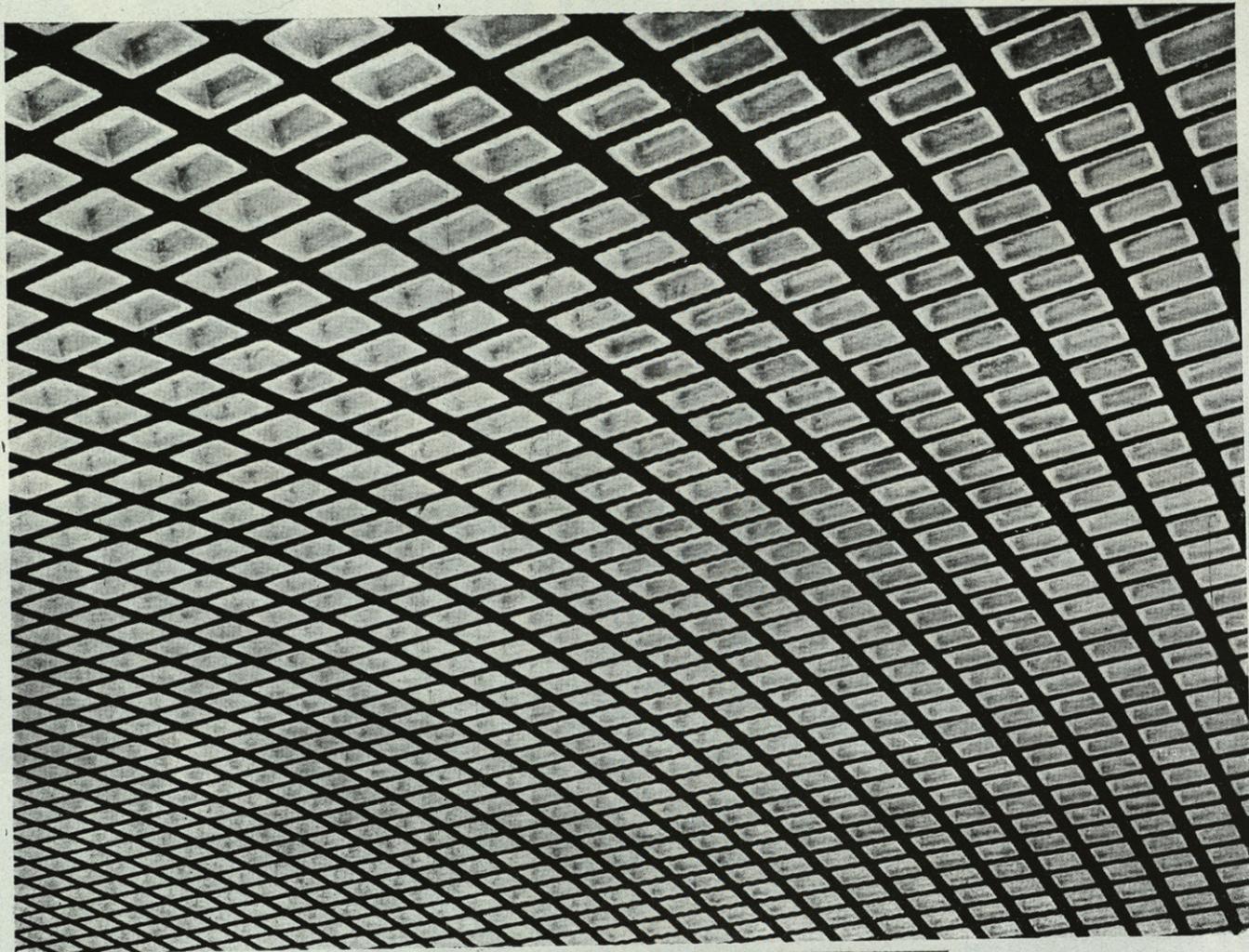
- 1.<sup>a</sup> Mantas y tejidos realizados con fibras largas con o sin resinas aglomerantes, frecuentemente arrolladas sobre un lienzo o papel asfáltico, también película de aluminio, que sirve luego, al extenderlo, de la necesaria barrera de vapor.



y m. inferior a la de los restantes aislantes comerciales (corcho, 0,04 a 0,06; espuma de vidrio, 0,05 a 0,07; serrín de madera, 0,07; madera en revestimientos interiores, 0,12, etc.). Su peso específico (mantas de lana de vidrio) es aproximadamente de 95 kg./m.<sup>3</sup>.

La *fibra de vidrio* no absorbe más humedad que la que puede ser retenida por efecto superficial sobre los filamentos, pero esta condensación es, no obstante, suficiente para reducir notablemente la resistencia térmica. Como en la forma usual de trenzados y lana ofrece, además, escasa resistencia al paso de vapor de agua, si en el interior de la masa del aislamiento se alcanza la temperatura de rocío (función de las condiciones de temperatura y humedad de los ambientes a uno y otro lado de aquélla, así como del espesor de la pared aislante), se producen humedades de condensación, por lo que usualmente se aplica combinada con una barre-

- 2.<sup>a</sup> Lana suelta y aglomerados granulares para relleno de cámaras y espacios muertos (para proyectar con pistola).
- 3.<sup>a</sup> Paneles aislantes rígidos mediante aglutinantes de resinas diversas, recubiertos por una superficie (tejados y terrazas) con tejido asfáltico o emulsión de este producto que la haga totalmente impermeable al agua.
- 4.<sup>a</sup> Bloques aislantes para cámaras frías y usos especiales, también aglomerados con resinas y totalmente cerrados en todo su contorno por una fuerte y poco permeable película asfáltica.
- 5.<sup>a</sup> Piezas sueltas de diversas formas también aglomeradas con resinas, para formar aislamiento de motores, conductos y canalizaciones (frío y calor, sonido, vibraciones, etc.).



*Una bóveda de luz  
y un cerramiento  
traslúcido. El muro,  
en este último, ha  
dejado de ser es-  
tructura para con-  
vertirse en simple  
membrana de pro-  
tección y aisla-  
miento.*

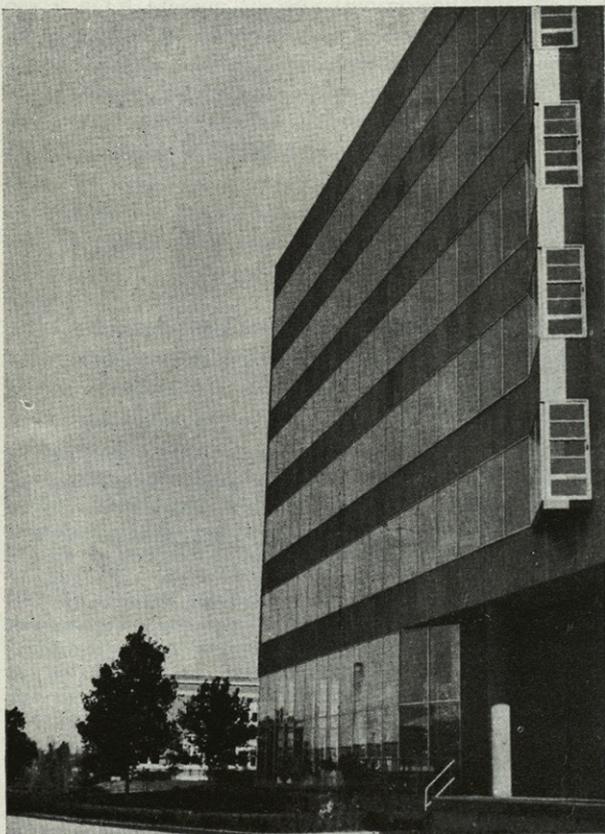
**Vidrio celular.**—El vidrio celular (*foamglass*) es otra de las más recientes aplicaciones del viejo producto, especialmente adecuada a la realización de paredes aislantes.

El producto, como la lana de vidrio, ofrece todas las características de incombustibilidad, resistencia al deterioro, acción química, organismos, etc., peculiares del vidrio, junto con una notable resistencia térmica, del orden ya indicado de las 0,05 a 0,07 Kcal/hora °C. por m.<sup>2</sup> y m. (para temperaturas comprendidas entre los 10 y los 150° C.), así como una total impermeabilidad al paso del vapor de agua y la humedad, característica que no presentaba la lana de vidrio. Esta impermeabilidad al agua es debida a la no permeabilidad del producto y al hecho de que las células que se originan en la solidificación de la masa fundida son individuales, interconectadas. Su peso oscila entre límites muy bajos, usualmente entre los 140 a 180 kg./m.<sup>3</sup>.

Se emplea en forma de paneles para revestimientos interiores de fábricas compuestas, paneles *sandwich* o revestimientos interiores de techos y cubiertas. Una de sus más típicas y señaladas aplicaciones está en la formación del "cuerpo" de esos paneles *sandwich*, que se revisten al interior y exterior con materiales diversos apropiados al uso de la pared (cerámica, madera, metales, etc.).

Peso específico...	1.500 Kg/m <sup>3</sup>
Coefficiente de dil. lineal...	$29 \times 10^{-6}$ por °C.
Coefficiente de transmisión térmica...	0,186 Kcal/hora °C. por m <sup>2</sup> y m. (2).
Módulo de elasticidad (flexión)...	120.000 Kg/cm <sup>2</sup>
Resistencia a la extensión...	1.700 Kg/cm <sup>2</sup>
Idem a la compresión...	1.750 Kg/cm <sup>2</sup>
Idem a la flexión...	2.250 Kg/cm <sup>2</sup>

- (1) Datos de ALBERT G. H. DIETZ: *Potentialities of glass in building*.  
 (2) Madera en exteriores, 0,18; cartón de amianto, 0,19.



**Cristal plástico.**—Recientemente la fibra de vidrio ha venido a emplearse con extraordinario éxito como elemento de refuerzo de varios productos plásticos para venir a formar un combinado fibroso de estructura análoga a la de un tejido leñoso, pero con la especial característica de ser al mismo tiempo traslúcido.

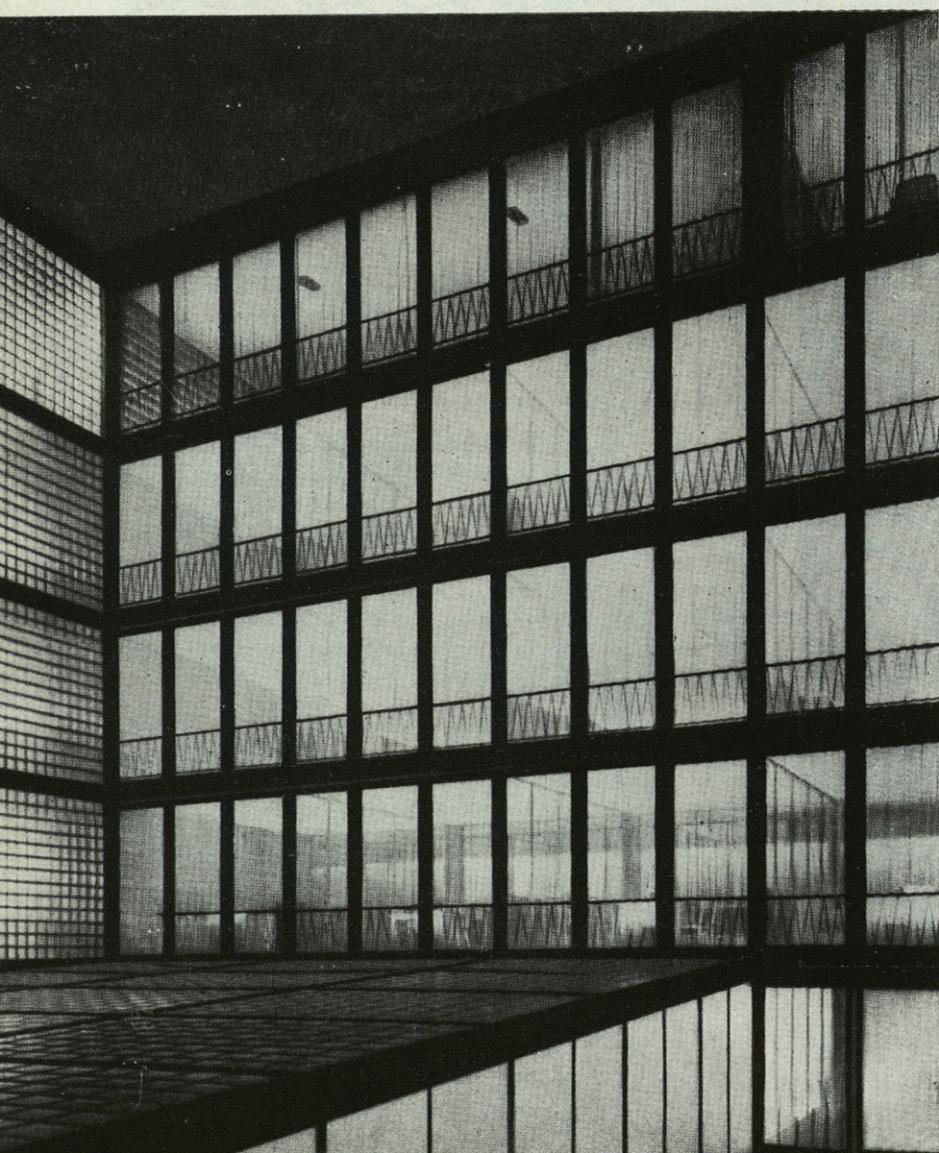
Su reducido peso específico, su notabilísima resistencia a la humedad y a los ácidos (según la resistencia de los plásticos que se empleen, normalmente a base de resinas de *poliesteres*) y en particular su notabilísima resistencia mecánica le convierten en un producto excelente y de insospechado porvenir. La combinación cristal-plástico, a causa de la alta resistencia de la fibra de vidrio (resistencia que, como ya se ha dicho, es muy superior a la que ofrece el material de que deriva y que en muchos casos se acerca e incluso sobrepasa a la de los mejores filamentos metálicos), junto con las peculiaridades propias de los modernos plásticos, forma un material excelente para la arquitectura. Recientemente, y con el mayor éxito se ha aplicado a la construcción de ligeras y resistentes lanchas monobloques por el ejército norteamericano.

He aquí las características más señaladas de este nuevo y extraordinario producto para muestras de alta concentración de fibras (1):

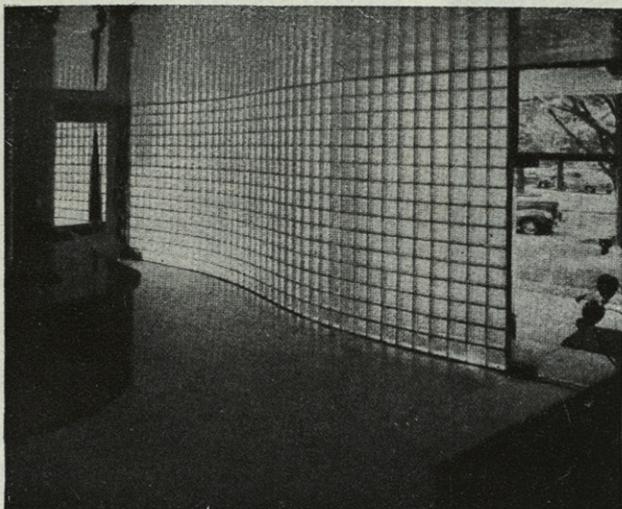
Su transmisibilidad luminosa depende del grueso y de la proporción de la materia fibrosa. Viene a ser un 79 por 100 para hojas incoloras, 60 por 100 para amarillas, 53 a 56 por 100 para el azul y algo menor del 30 por 100 para algunos verdes.

La manufactura del producto no puede ser más fácil cuando se emplean resinas de poliesteres que parten de un estado inicial líquido al que fácilmente se puede incorporar la fibra de vidrio. La sencillez de las operaciones de moldeo y elaboración, así como la resistencia y flexibilidad del producto permiten pensar en una gama variadísima de usos y aplicaciones con un reducido y simple equipo técnico y con un poco menos que improvisado taller.

En construcción se está aplicando en forma especial en la manufactura de planchas onduladas para lucernarios y cubiertas, huecos de ventanas, y en tabiques y revestimientos interiores con fines muchas veces exclusivamente decorativos, por su agradable aspecto. De este tipo es el nuevo producto *Alsynite* (E.E. U.U.), nueva forma de cristal estructural, no quebradizo, permanente y ligero, que puede ser cerrado, cortado con tijeras, taladrado, clavado, etc.



*La casa de vidrio en Dusseldorf, construída para reunir en un solo edificio las varias ramas que conciernen a la industria vidriera. La estructura es de dos muros laterales de hormigón armado y de ocho soportes de hierro en el interior. La fachada consiste en una serie de pilones que permiten la subdivisión de cierres metálicos de sección  $5 \times 10$  cm., a los cuales se fija previamente la carpintería, de modo que el conjunto se recibe en la obra general al mismo tiempo y una vez que aquélla está terminada.*



**Hormigón traslúcido.**—Una de las aplicaciones más corrientes del vidrio en arquitectura es en la forma conocida con el nombre de "hormigón traslúcido", como aplicación de una serie de ladrillos o bloques de vidrio para construir témpanos ligeros de grandes dimensiones y débil espesor, de alta transmisibilidad luminosa. Su aplicación es relativamente reciente: 1931.

Los bloques pueden tener formas muy variadas, desde la simple baldosa sensiblemente plana y el vulgar pavés de concavidad única hasta los más recientes bloques de doble concavidad con cámara estanca de aire. Por sus cualidades, estos últimos, aun no fabricados en España, son los de mayor interés y casi los de único uso en países como los Estados Unidos, donde la arquitectura de hormigón traslúcido halla tan extenso campo.

La resistencia del conjunto vidrio-cemento-acero está garantizada por la sensible equivalencia de sus módulos de elasticidad y dilatación.

La resistencia mecánica de los bloques de vidrio es relativamente elevada, del orden de los 28 a 42 kg/cm<sup>2</sup>, cifra muy superior a la de muchas de las fábricas usuales. Sin embargo, por lo general no se acostumbra a utilizar los bloques en forma que transmitan otras cargas que no sea el peso propio de los cerramientos traslúcidos. Como asimismo se aconseja en utilizaciones normales no pasar de 15 a 20 m<sup>2</sup> o de los 6 metros como longitud máxima sin apoyo intermedio y junta elástica de dilatación (asfalto), particularmente para los elementos muy expuestos a fuertes sollicitaciones termométricas. También es práctica normal el reforzar el panel traslúcido por medio de una viga de borde, que según todas las experiencias refuerza notablemente la resistencia del conjunto.

El cálculo de las fábricas de hormigón traslúcido no ofrece ninguna particularidad, y puede acometerse con los procedimientos clásicos en el hormigón. Únicamente parece aconsejable no sobrepasar del coeficiente 900 kg/cm<sup>2</sup> para trabajo del hierro.

El tratamiento superficial de los bloques de vidrio para hormigón traslúcido puede variar entre límites muy distintos: desde los bloques totalmente transparentes (no fabricados en nuestro país) hasta los traslúcidos, pasando por los de superficie prismática.

Tanto el aspecto como su comportamiento luminoso está íntimamente ligado a este tratamiento superficial, que, como tal, merece la máxima atención para alcanzar del producto todas sus escondidas posibilidades.

Los bloques prismáticos o bloques direccionales son efectivos en la reducción de brillos y deslumbramientos y en la mejor distribución luminosa de los espacios interiores. Generalmente se aplican combinados con techos reflectores, de modo que orienten la luz hacia éstos desde donde se reflejan, hasta alcanzar el fondo de las piezas. La combinación de la ventana baja practicable y abierta a las vistas y el paisaje, con bloques direccionales en su parte superior hasta alcanzar el nivel del techo, es ya corriente en muchos edificios escolares, oficinas y fábricas por su excelente resultado. En otro lugar de esta misma revista se encuentran datos muy precisos sobre esta disposición ya típica.

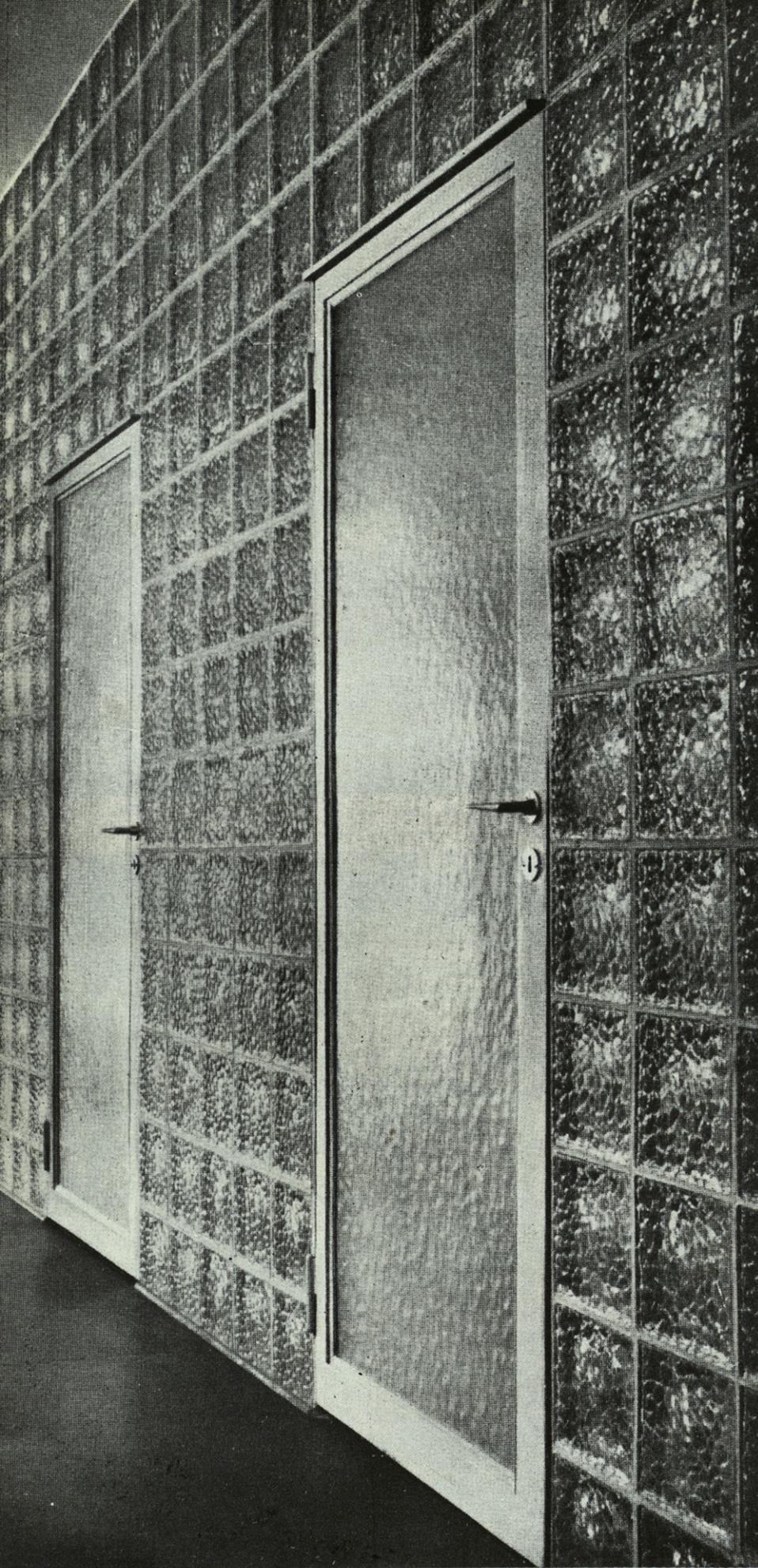
Para que la aplicación sea efectiva es preciso contar con techos continuos y sin ninguna obstrucción (vigas, conductos de aire, etc.) y de alto poder reflector, preferiblemente a base de tonos claros y acabado mate. Los techos acústicos, por lo general, satisfacen este cometido, y vienen así a cumplir un doble papel.

También se aplican los bloques direccionales para cambiar el ángulo horizontal (azimut) del sol.

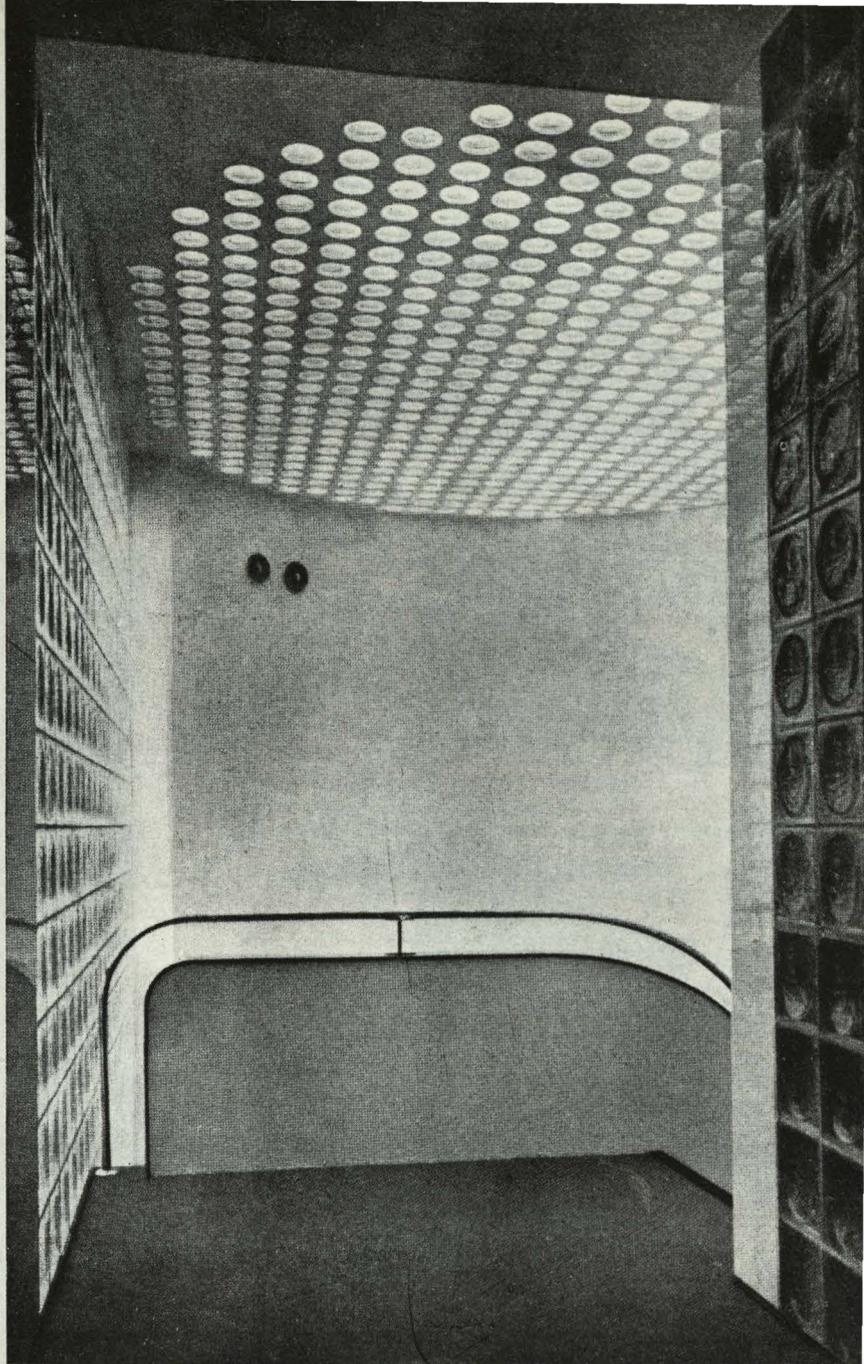
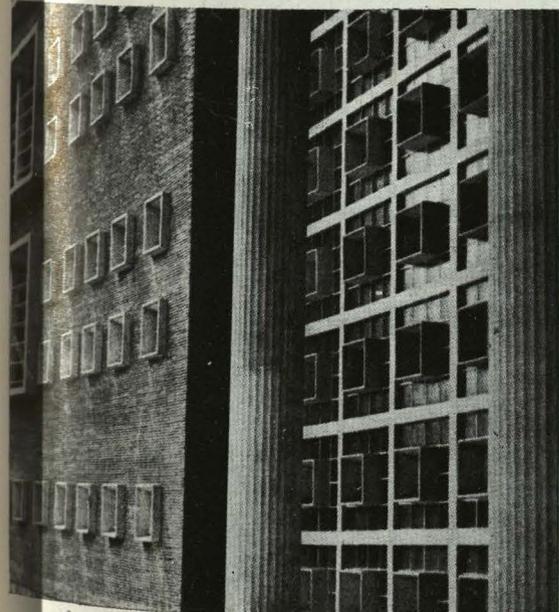
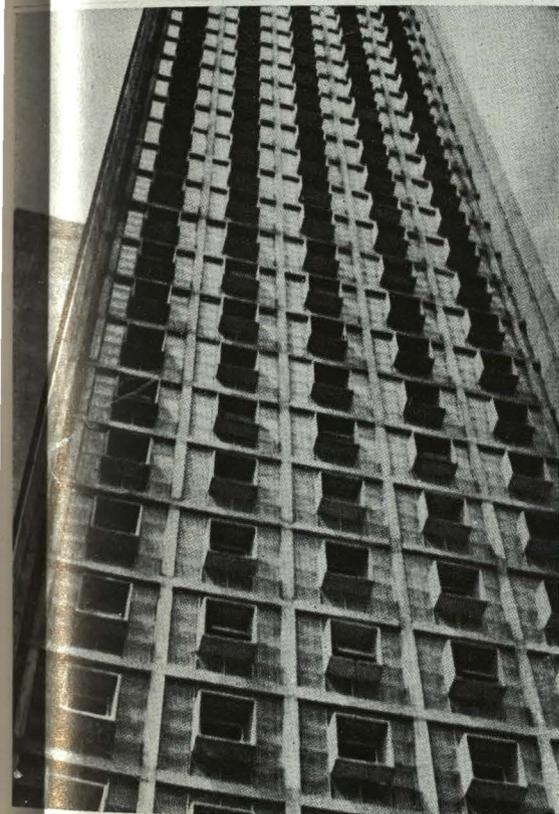
Los bloques direccionales suelen ir marcados al exterior con una flecha u otro símbolo, para indicar en todo momento su correcta posición en obra.

Los bloques difusores se emplean cuando se trata de alcanzar una homogénea iluminación y un total aislamiento de vistas. El interés principal debe de residir en el diseño y acabado de la superficie de los bloques, que permita alcanzar calidades gratas, desprovistas de esa sensación de "frialdad" de muchos artificiosos diseños, totalmente ilógicos e inadecuados a su empleo. Se requiere, como ya apuntábamos en otro lugar, un espíritu amplio de colaboración entre fabricantes, técnicos y artistas para lograr modelos de fácil aplicación. El ejemplo de la nueva casa del vidrio de Dusseldorf, de la que se publica alguna fotografía, es interesante en este sentido.

En otro lugar hemos hablado de las características aislantes de las construcciones de hormigón traslúcido, que, por lo general, oscila dentro de límites muy aceptables. La conductibilidad térmica puede variar entre 1,5 y 1,95 Kcal/hora °C. por m<sup>2</sup> y m. para cerramientos interiores (bloques de doble cavidad y cavidad sencilla, respectivamente), a 1,8 a 2,3 Kcal/hora °C. por m<sup>2</sup> y m. para cerramientos al exterior, en la hipótesis de una supuesta velocidad de viento exterior de 24 km/hora aproximadamente; cifras que, como vemos, son muy próximas a las de los buenos tipos de fábricas.

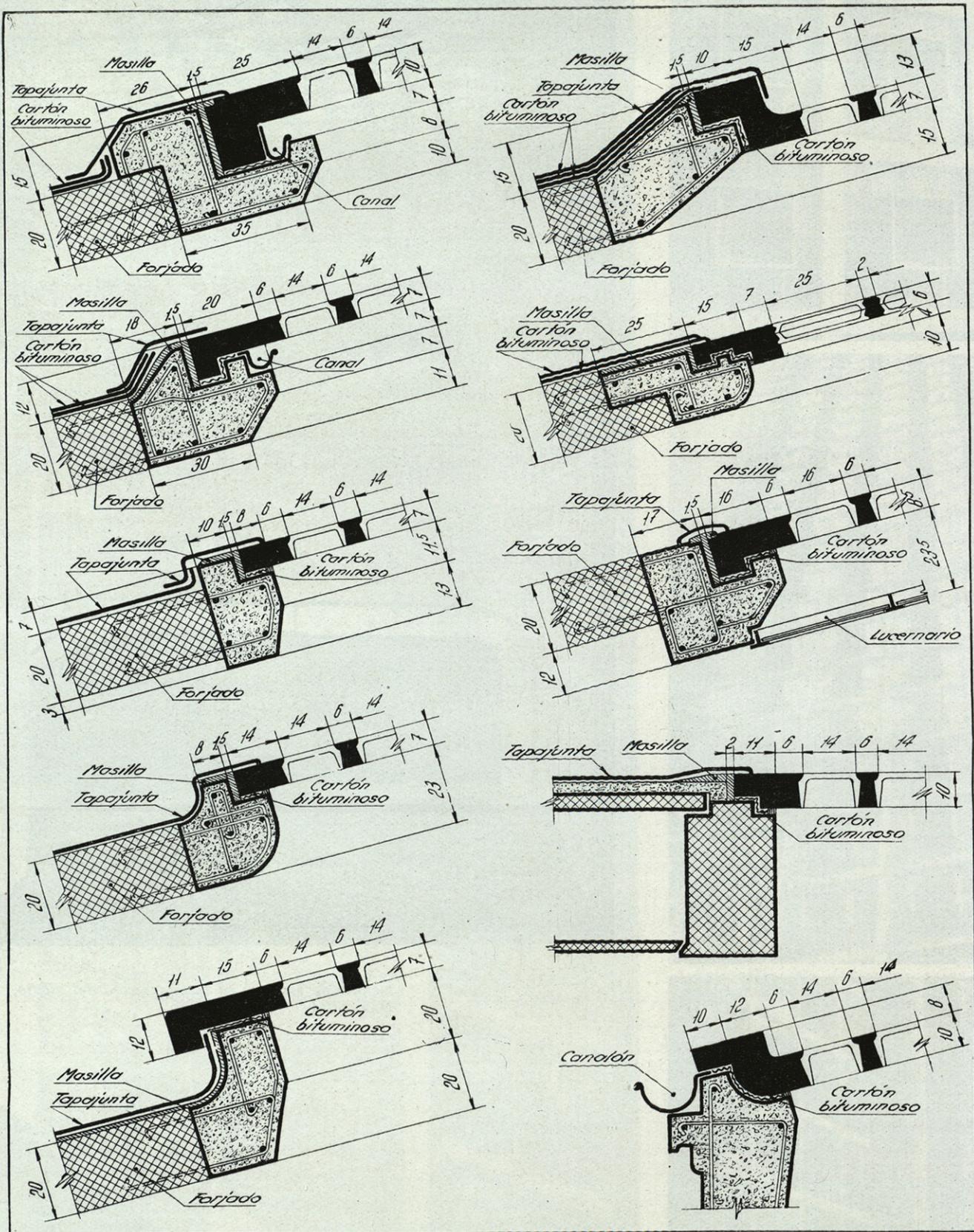


*Fotografía que dedicamos a los que niegan toda posibilidad expresiva en el hormigón traslúcido. El arquitecto no se ha servido de esas "pastillas achocolatadas" del peor gusto, producidas por el "arte" de industriales irresponsables; su labor empezó tal vez antes, en el diseño de los bloques. Que aquel espaciador de máquina de escribir que la Olivetti encargara un día a un arquitecto italiano, sirva a todos—industriales y artistas, arquitecto y cliente—de meditación en mutuo beneficio. Espíritu universal de cooperación humana frente al sentido individualista del hombre universal (ingeniero, pintor, arquitecto) del Renacimiento. Porque la cooperación no va en contra de la personal individualidad. Detalle de aseos en la nueva casa del vidrio. Dusseldorf.*

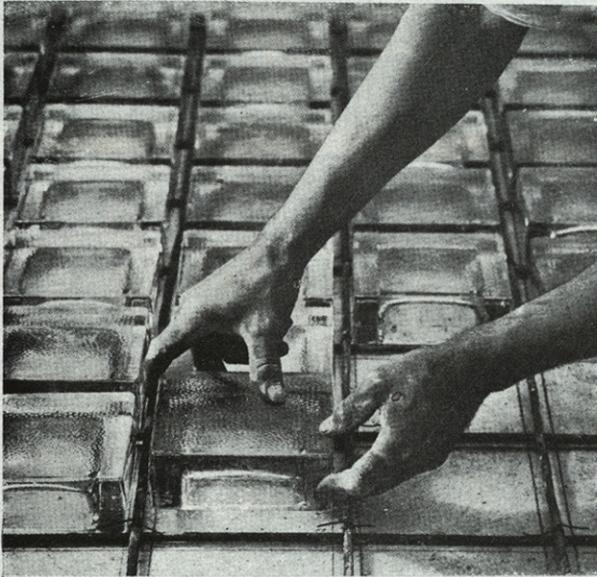


*Detalle de escalera en la nueva casa del vidrio,  
Dusseldorf.*

*El hormigón traslúcido, como nuevo medio de  
expresión plástica en la Escuela Nacional del  
Magisterio, de la capital mejicana. Arquitecto,  
Mario Pani.*



Detalles constructivos en obras de hormigón traslúcido (bloques de una cavidad).



## PREPARACION DE PANELES DE HORMIGON TRASLUCIDO

Las dimensiones de los paneles no deben ser excesivas, no mayores de  $2 \text{ m}^2$  en pesos que oscilarán de 50 a 80 kgs/m<sup>2</sup>, según el modelo de difusión.

Es necesario disponer de un número de matrices suficiente para no tener que desencofrar demasiado pronto.

Las matrices para la ejecución de los paneles podrán ser de dos tipos:

- a) Enyesado.—La superficie del yeso deberá quedar perfectamente lisa y plana, pudiendo dotarla de cierta dureza una vez seca, frotándola con serrín embebido en una solución de alumbre al 20 %.
- b) Moldes.—Pueden ser de cemento, escayola o madera.

### EJECUCION DE LOS PANELES

- 1.º Engrasado.
- 2.º Colocación de los difusores.
- 3.º Primera capa de hormigón.—Se vierte la primera capa de hormigón (de un centímetro de espesor si son placas para pisos, y la mitad de la altura del difusor si es para tabiques).
- 4.º Colocación de las armaduras.—Se cuidará que en ninguno de sus puntos rocen el vidrio.
- 5.º Segunda capa de hormigón.—Se verterá inmediatamente hasta que enrase con la cara superior del panel.
- 6.º Acabado de la superficie.
- 7.º Curado.—Ultimado el fraguado (transcurridas unas ocho horas después del hormigonado), se cubre el panel con una capa de agua y se mantiene sumergido durante un tiempo que varía según la calidad del cemento, pero nunca inferior a cuatro días. Al curado del panel inundado le sigue un segundo período de una semana de duración de curado al aire, cuidando de regar y mantener húmeda la superficie y protegido del sol.
- 8.º Separación del molde.

### COMPOSICION DEL HORMIGON

De manera general, la mezcla a emplear para los nervios del hormigón traslúcido será la siguiente:

- 1 volumen de cemento Portland 250/315.
- 1 — de cal perfectamente apagada.
- 4 volúmenes de arena lavada (variedad en diámetros inferiores a 1 mm. a 3 mm. máximo).

El amasado se efectuará con la menor cantidad posible de agua.

### COLOCACION DE LOS PANELES EN LA OBRA

Al fabricar cada panel se habrá dejado sobresalir, en forma de gancho, las armaduras en los cantos que corresponda unir con otros paneles; en los otros bordes se habrán realizado al mismo tiempo que el panel y, solidariamente, los nervios de hormigón perimetrales. En estas condiciones, el montaje de los paneles en la obra se efectuará por hiladas horizontales. Se observará siempre el principio fundamental del hormigón traslúcido: Independencia del borde perimetral del tabique o piso de hormigón traslúcido de la obra de fábrica. Esto se obtiene con una junta de dilatación en todo el contorno no inferior a dos centímetros. La base de los tabiques se hará independiente con una capa asfáltica de un milímetro antes de efectuar el asiento.

*Detalle de ventana en el nuevo rascacielos de aluminio ALCOA, actualmente en construcción, Pittsburgh. Provisitas de paneles dobles con hoja externa de material absorbente. Huecos reversibles para la más fácil limpieza desde el interior. Juntas cerco-hoja herméticas mediante perfiles especiales tubulares en caucho sintético.*

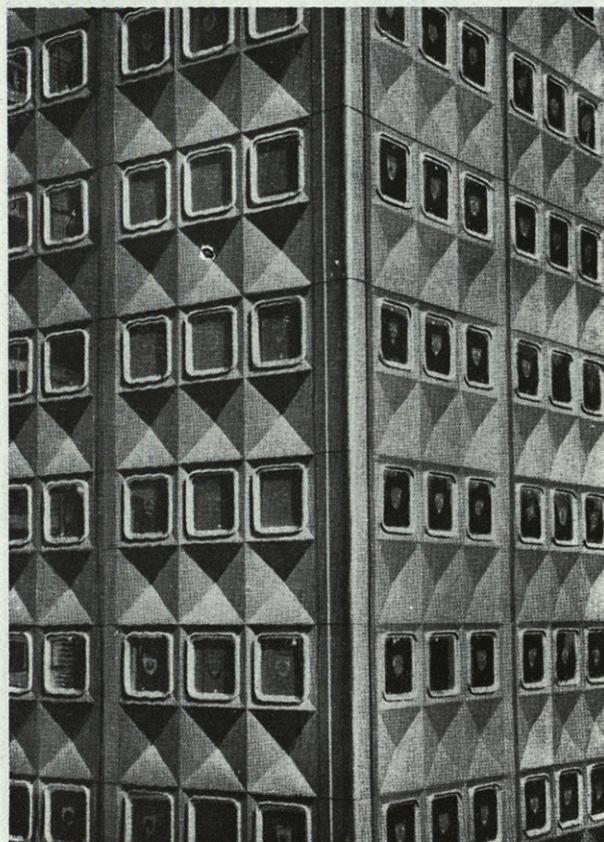


**Paneles múltiples de vidrio.**—Representan, ya lo hemos indicado repetidamente a lo largo de este artículo, una de las mayores conquistas del vidrio en la realización de huecos realmente abiertos a la visión y eficazmente opacos en su transmisión calorífica. Las soluciones hasta hoy en uso de dobles ventanas o ventanas con doble bastidor (uno de ellos practicable para la limpieza de los depósitos inevitables del interior), pueden considerarse relegadas por esta nueva técnica de ejecución de vidrios aislantes, que en su montaje para nada difieren de los vidrios usuales. La ejecución de nuevos y originales tipos de juntas elásticas, que reducen a cero toda infiltración, acompañan a esta nueva técnica de realización de huecos más perfectos.

Como ya se ha indicado, el poder aislante de una lámina sencilla es muy limitado, y su resistencia a la transmisión térmica viene dada principalmente por su efecto de "resistencia superficial". También se ha indicado el poco valor que representa el aumento de grosor en la lámina vidriada. La utilización de varias hojas de vidrio, normalmente dos y tres, origina cuatro a seis cambios de calor (aire a vidrio o viceversa), con el consiguiente efecto sobre la resistencia del panel. Resistencia que viene incrementada porque dos o cuatro (según sea panel doble o triple) de los cambios de calor se realizan en un espacio estanco, con velocidad de aire nula, esto es, en las mejores condiciones de aislamiento.

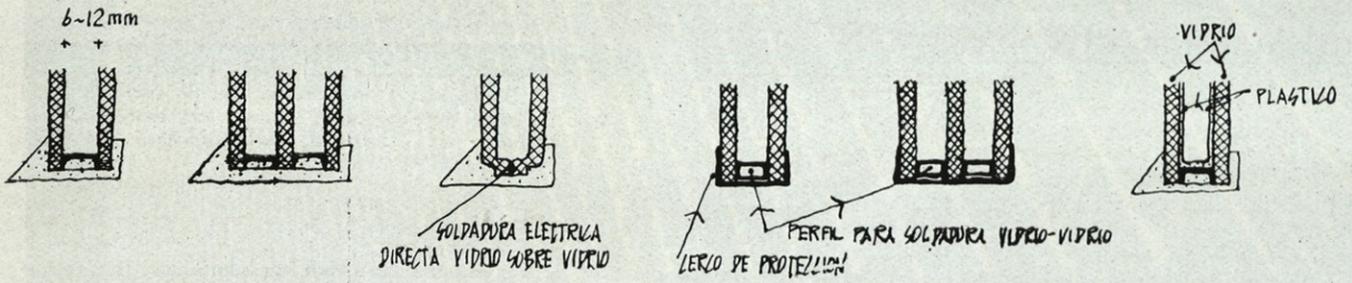
Se han dado anteriormente datos relativos al valor aislante de los paneles de vidrios en función del número y espesor de las hojas y la separación o dimensiones de las cámaras de aire.

Como complemento damos los relativos a los paneles THERMOPANE, de la casa L. O. F.:



*Resistencia a la transmisión del calor de paneles múltiples de vidrio. Datos relativos a los paneles THERMOPANE, de la casa L. O. F., calculados para temperaturas de  $-18^{\circ}\text{C}$ . y  $21^{\circ}\text{C}$ . y velocidades de 25 y 0,5 Km/hora al exterior e interior, respectivamente. (Vidrio ordinario.)*

Número de hojas	Espesor en mm.	COEFICIENTE DE TRANSMISIÓN DE CALOR EN KCAL./HORA/M <sup>2</sup> /°C.	
		Para cámara de aire de 6 mm.	Para cámara de aire de 12 mm.
1	3	5,6 (sin cámara)	
1	6	5,25 (sin cámara)	
2	3	3,05	2,8
2	6	2,8	2,6
3	3	2,05	1,8
3	6	1,09	1,7



La condensación de vapor de agua en el interior del panel y el depósito de polvo está eliminada por la estanqueidad absoluta de las juntas. Estas son, por lo general, patentadas, realizadas con perfiles metálicos —de aleación especial— soldados entre vidrio y vidrio. De este tipo son los Thermopanes antes citados. Otras juntas, las de los paneles TWINDOW, de la Pittsburgh Plate Glass, llevan además de la propia junta estanca un junquillo exterior que protege al panel. Los paneles LUSTRATERME, en fin, llevan las superficies interiores del panel recubiertas de una ligera película de plástico transparente, que se extiende por el material que forma la junta para delimitar un hermético espacio interior.

Actualmente se están ensayando juntas muy intere-

santes realizadas por soldadura continua (eléctrica) de los mismos bordes del vidrio. Este procedimiento interesantísimo se ha ensayado ya con pleno éxito en paneles de un tamaño máximo de  $1,20 \times 0,75$  m. Finalmente, existen tipos de juntas estancas realizables a pie de obra mediante piezas especiales con unión elástica.

La utilización de vidrios especiales resistentes al calor, en la hoja exterior de los paneles, aumenta de forma sensible la resistencia del conjunto, hasta el extremo de conseguir tipos cuyo aislamiento nada difiere del de los mejores muros en cuanto a la transmisión de calor o sonido se refiere. La importancia que estos nuevos tipos de cerramientos, realmente aislantes, pueden tener sobre la evolución de la forma arquitectónica, de siempre ligada al tamaño de la ventana, no pueden en su trascendencia ser ciertamente apreciados.

