

# NUEVO TIPO DE FORJADO TOTALMENTE PREFABRICADO

Por ANTONIO MAGRO MAS,  
Ingeniero de Caminos.

*En el presente artículo se hace la descripción de un nuevo tipo de forjado prefabricado, a base de hormigones vibrados y centrifugados, cuya colocación en obra estima el autor de gran sencillez y economía.*

Las tendencias modernas de la construcción se inclinan a la prefabricación de los distintos elementos que intervienen en las obras, y a su adaptación rápida, para reducir al mínimo el tiempo de su colocación en obra. El factor tiempo va siendo decisivo en las construcciones, sobre todo en las del tipo vivienda, afanándose la humanidad en facilitar soluciones de rapidez de construcción que, llevadas a la práctica, estimulen con las economías esta clase de construcciones, que llevan ritmo desfasado con las necesidades, y que constituyen un problema vital y sin solucionar en el mundo entero.

La prefabricación es perfecta, cuando es mecánica; el automatismo evita errores, y la uniformidad de los productos es la consecuencia más importante de una mecanización perfecta.

El forjado nuevo, que ha sido estudiado, mecanizado en su totalidad, permite una uniformidad de elementos, fundamentalmente exigibles como tales, que permite una adaptación a las obras, tal y conforme las

proyectó el constructor, sin que tales propiedades puedan ser alteradas por la aptitud o habilidad del personal que ha de colocarlas en obra. Este detalle es importantísimo, por evitar toda clase de personal especializado, factor de encarecimiento, unido a otro todavía de más interés y seguridad, cual es la dosificación perfecta de toda clase de materiales, exactamente controlados, y aplicados en las zonas que le corresponden con arreglo a la técnica.

Estas básicas ideas han sido las que prevalecen en la concepción del forjado, que vamos a detallar a continuación:

Los materiales del nuevo forjado son: el hormigón de gravilla y el hierro. Es un forjado de hormigón armado, dosificando áridos, cemento y agua, para exigir una carga de rotura elevada, que permite reducir secciones, hasta el límite que convenga, para su fácil adaptación a las estructuras concebidas, con consecuencia inmediata de reducir el peso propio al mínimo.

La mecanización estudiada es la centrifugación,

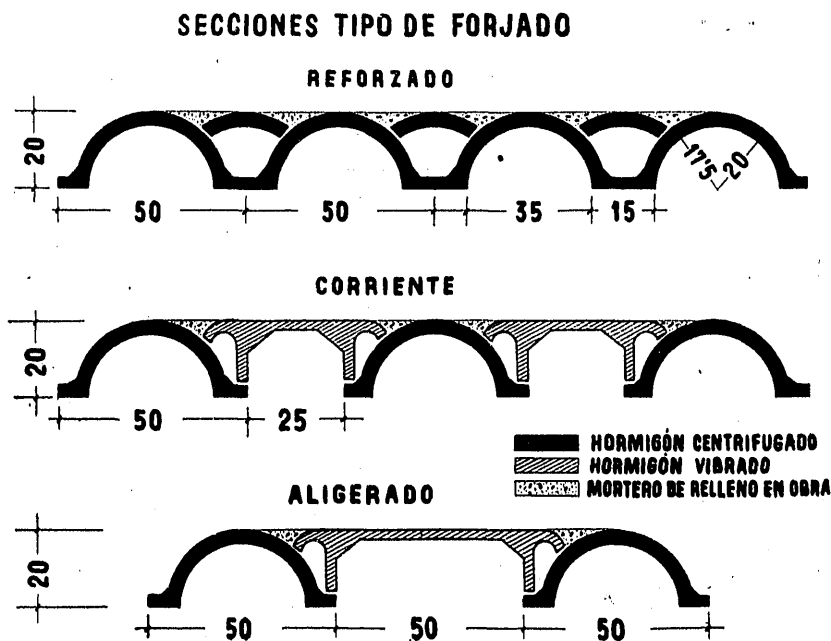


Figura 1.ª

que permite la uniformidad más precisa para los elementos más importantes; para los elementos secundarios, que por su forma más racional estudiada no se adapta prácticamente la centrifugación, se emplea la vibración.

El forjado nuevo que hemos estudiado estriba, pues, en centrifugar hormigón de ciertas características, moldeándolo en elementos constructivos, que mecánicamente tengan resistencias adaptables y exigibles en los forjados corrientemente utilizados en la cons-

triángulos curvilíneos, constituyendo el asiento plano del pavimento (fig. 2.<sup>a</sup>).

Colocando los elementos principales a la separación de 25 cm., las piezas complementarias son  $\pi$ , que asientan sobre los patines de los elementos resistentes, solidarizándose al elemento, mediante los rellenos de mortero, de los triángulos, formando así el asiento plano del pavimento. La longitud normalizada de estas piezas auxiliares complementarias es la de 33 cm., y la de 16 como pieza especial.

### SECCIÓN TIPO DE LOS ELEMENTOS

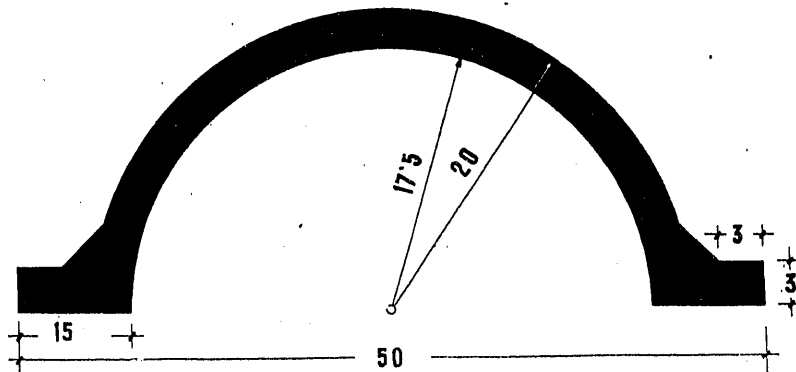


Figura 2.<sup>a</sup>

trucción, y, en vibrar hormigón, en elementos secundarios para completar el forjado, transportándolo, todo terminado, para su montaje en obra, sin necesidad de apeos ni medios auxiliares.

Los elementos principales del forjado tienen forma lobular, y se centrifugan por patijas. La figura 1.<sup>a</sup> da una idea clara de forma y dimensiones. El ancho de un elemento entre patines es de 50 cm.; la altura del lóbulo, es de 20 cm. Todos los elementos construídos hasta ahora tienen la sección indicada, variandó sólo la armadura, lo que permite la uniformidad de fabricación, unido a la flexibilidad de adaptación de construcción de elementos a toda clase de cargas que se soliciten. A pesar de ello, se han estudiado y tabulado los elementos para luces y cargas a base de cuatro tipos de armaduras.

Colocando las piezas a tope, las piezas complementarias del forjado son tejas de la misma curvatura que los elementos, las cuales se fabrican también por centrifugación. Las longitudes normalizadas para estas tejas es la de 50 cm., y la media teja de 25 cm. como pieza especial. Se solidariza en obra con los elementos principales mediante los rellenos de mortero de los

Separados los elementos a la distancia de 50 cm., las  $\pi$  complementarias asientan como en el caso anterior sobre los patines de los elementos, solidarizándose con ellos, por el relleno de mortero de los triángulos de contacto.

Con tan reducido número de elementos principales y secundarios, se consiguen realizar tres tipos de techos o forjados:

- Aligerados ..... Con separación de 50 cm.
- Corrientes ..... Con separación de 25 cm.
- Reforzados ..... Con elementos a tope.

Como cada elemento centrifugado principal se fabrica con cuatro tipos de armaduras, y pueden acoplarse en tres tipos de techos, se deduce la gran variedad que permite la utilización de este nuevo forjado.

#### Datos sobre el peso de este nuevo forjado.

El metro lineal de elemento centrifugado cubica exactamente 18 litros. El metro lineal de piezas  $\pi$  para separación de elementos de 50 y 25 cm. cubican exac-

tamente 30 y 24 litros de hormigón; por último, el metro lineal de teja centrifugada, para forjados reforzados, o sea con elementos a tope, cubica 12 litros; en estas condiciones, se tiene:

*Forjado reforzado:*

$$2 \times 18 + 2 \times 12 = 60 \text{ litros por m.}^2.$$

*Forjado corriente:*

$$18 + 24 : 0,75 = 56 \text{ litros por m.}^2.$$

*Forjado aligerado:*

$$18 + 30 = 48 \text{ litros por m.}^2.$$

Con densidad para el hormigón de 2,2, los pesos son respectivamente de 132, 123 y 105 kilos por metro cuadrado, lo que se prefabrica del forjado, más el peso del hierro de la armadura.

En obra, hay que agregar el peso del mortero del relleno de triángulos, que representa, para cada tipo de forjado, 48, 32 y 24 kilos por metro cuadrado respectivamente, con lo cual, los pesos por metro cuadrado son los que siguen:

Forjado reforzado .....	180 kilos por m. <sup>2</sup> .
Forjado corriente .....	155 kilos por m. <sup>2</sup> .
Forjado aligerado .....	129 kilos por m. <sup>2</sup> .

**Datos sobre resistencias.**

El peso del hierro por metro cuadrado varía en las luces y cargas admisibles en cada tipo de forjado, se han tabulado en forma práctica de manejo las características que se resumen a continuación:

Armaduras	Luces — Metros	Cargas totales soportadas por metro lineal		Por metro cuadrado En forjado ligero		Por metro cuadrado En forjado corriente		Por metro cuadrado En forjado reforzado	
		Ayudadas	Empotradas	Ayudado	Empotrado	Ayudado	Empotrado	Ayudado	Empotrado
		Kilogramos	Kilogramos	Kilogramos	Kilogramos	Kilogramos	Kilogramos	Kilogramos	Kilogramos
A-1	2,50 a 4,00	600 a 235	900 a 354	600 a 235	900 a 354	900 a 350	1 350 a 530	1 200 a 470	1 800 a 708
A-2	3,00 a 4,00	500 a 195	750 a 293	500 a 195	750 a 293	750 a 292	1 130 a 440	1 000 a 390	1 500 a 584
A-3	4,00 a 5,50	440 a 168	655 a 250	440 a 168	655 a 250	660 a 292	830 a 375	880 a 336	1 310 a 500
A-4	4,50 a 6,00	480 o 205	710 a 305	480 a 205	710 a 305	720 a 305	1 060 a 460	960 a 410	1 420 a 610

El peso del hierro por m.<sup>2</sup> varía entre 3,10 Kg. en forjados ligeros con armadura A-1, hasta 16,50 Kg. en forjados reforzados con armadura A-4.

El peso del hierro por metro cuadrado varía entre 3,10 Kg. en forjados ligeros con armadura A-1, hasta 16,50 Kg. en forjados reforzados con armadura A-4.

**Casos de aplicación.**

*Cielo raso.* — Para el fácil manejo de los elementos principales centrifugados se disponen, en la fabricación, de parejas de agujeros de 5 cm. de diámetro, situados sobre los patines, y a un metro de separación, que permitirá pasar las barras de hierro, para el manejo entre varios obreros, y para el izado en obra, bien sea verticalmente, zafando el gancho de la grúa al pasador, o en forma inclinada u horizontal, utilizando un aparejo con dos pasadores.

Colocado en obra el elemento, la colocación de listones de madera en estos agujeros permitirá un perfecto y rápido clavazón de los elementos del cielo raso.

Otro sistema consiste en embutir tacos de madera en los patines de los elementos, donde poder clavar el cielo raso. Un tercer sistema es construir los elementos con cielo raso, lo que produce un ligero aumento de su peso propio.

*Forjados apoyados en vigas de carga o paredes.* — La entrega de los elementos principales del forjado, en vigas de carga o paredes, se macizan en obra o fuera de ella. Los elementos se facilitan desde fábrica, con tabiquillos de limitación de las entregas, que permiten en obra proceder a su macizamiento.

*Forjados empotrados.* — En caso de empotramiento es forzoso apear los elementos centrifugados, embebiendo en los muros o vigas sólo las armaduras de aquéllos, previamente dejadas al descubierto en el tramo de entrega.

Los elementos principales centrifugados tienen unas características determinadas de resistencia a los mo-

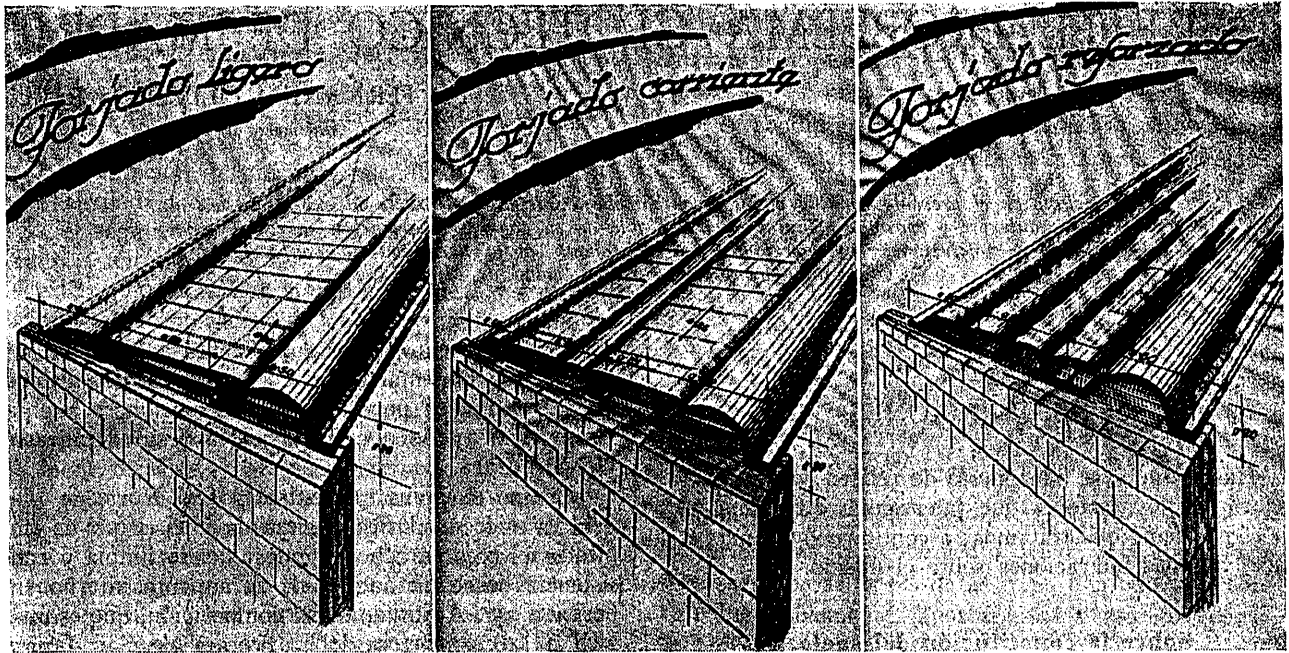


Figura 3.ª

mentos negativos. En casos de forjados empotrados, ha de conocerse la cuantía de esos momentos para suplir, si precisase, con armaduras adicionales a colocar en los espacios de los rellenos de solidarización, que completen los que realmente deban acusarse para las condiciones fijadas para el forjado.

Como conclusión a esta exposición del nuevo forjado, no hemos de insistir en la facilidad extraordinaria que representa su colocación en obra. Los pedidos del forjado con la anticipación que requiere el fraguado perfecto de los elementos componentes, puede lle-

vase en perfecta sincronía con el trabajo en obra de levantamiento de paredes y construcción de vigas de carga, para que, en el momento preciso, en un reducido número de horas proceder a la colocación total de los techos de un piso, con los medios auxiliares propios de la obra para el izado de las piezas, independizando, por decirse así, al constructor del molesto trabajo de los techos, con personal especializado; encofrados costosísimos y apeos de importancia grande, cuando se quiere llevar a estos forjados el hormigón armado fabricado *in situ*, total o parcialmente.