

## RETOS Y ACTUALIDAD:

# Generalidades de la prefabricación en concreto

### Eduardo de J. Vidaud Quintana

Ingeniero Civil/Maestría en Ingeniería.

Su correo electrónico es: [evidaud@mail.imcyc.com](mailto:evidaud@mail.imcyc.com)

### Ingrid N. Vidaud Quintana

Ingeniero Civil/Doctorado en Ciencias.

Su correo electrónico es: [ingrid@fco.uo.edu.cu](mailto:ingrid@fco.uo.edu.cu)

La prefabricación hace referencia a la producción (en el sitio de la obra o fuera de ella) de los componentes de una estructura, mismos que después serán transportados, izados, montados y ensamblados en su lugar definitivo, para así conformar la estructura completa. Prefabricar implica reducir el proceso de ejecución de una obra a la operación de montaje mecánico de los elementos que se han elaborado previamente. Es una técnica que se ha desarrollado con elementos metálicos, cerámicos, de concreto u otros. A la prefabricación en concreto nos remite este escrito, que en su proceso tecnológico involucra no pocas referencias y precisiones.

Prefabricar elementos de concreto, según el maestro Eduardo Torroja, significa contar con una obra con carácter y retos totalmente diferentes a las tradicionales coladas *in situ*. La mezcla de concreto es vertida en moldes elaborados con los materiales más comunes (madera y acero), quedando así las piezas dispuestas para el curado, y para el posterior descimbrado; luego estarán listas para ser trasladadas al sitio de construcción.

Los antiguos constructores romanos utilizaron el concreto en sus colosales estructuras; muy pronto comenzaron a verter el material en moldes para construir su compleja red de acueductos, sistemas de drenaje, y túneles. Posteriormente, ya en la era moderna, al patentar Monier el concreto reforzado en 1867, este hito se

**LA IMPORTANCIA DE LA PREFABRICACIÓN DE PIEZAS DE CONCRETO ES NUESTRO TEMA EN ESTA OCASIÓN.**



Figura 1

Figura 2



Tensado del acero de refuerzo en elementos de concreto.

Fuente: <http://ocw.utm.my/course/view.php?id=55>



Edificios prefabricados de viviendas de 18 niveles en la ciudad de Santiago de Cuba. Construcciones edificadas con el sistema IMS, creado en Serbia, en la antigua Yugoslavia.

Fuente: [www.panoramio.com/photo/94901667](http://www.panoramio.com/photo/94901667)





## Ventajas del concreto prefabricado

### Punto de vista económico

- Uso repetitivo de moldes.
- Ahorro parcial o total de materiales para cimbras y andamios.
- Reducción en el tiempo de trabajo y mano de obra.
- Disminución considerable del consumo de cemento y concreto en obra.
- Mayor rapidez en el proceso constructivo, al dividir y simultanear las operaciones de fabricación con las de montaje.
- Grandes posibilidades de producir a gran escala, haciendo uso de la normalización, y la tipificación de los instrumentos y productos de la prefabricación.

### Punto de vista productivo

- Permite la organización del trabajo de tipo industrial.
- Posibilita mayores y mejores condiciones de trabajo para los obreros; con menos esfuerzo físico, y en condiciones higiénicas y de seguridad idóneas.
- Logra un aumento en la productividad y en la calidad de los elementos producidos.
- Eleva la calificación de la mano de obra.
- Evita las interrupciones durante la colocación del concreto en obra.
- Es posible el uso efectivo de las nuevas prácticas y avances de la tecnología del concreto (concreto autoconsolidable, concreto de alto desempeño, sofisticadas técnicas de curado).

### Punto de vista del proyecto

- Usando la técnica del concreto pretensado, se permite el logro de secciones más racionales en los elementos estructurales; incluso se pueden concebir espesores muy reducidos, imposibles de ejecutar en obra por los métodos tradicionales.
- Posibilidad de concebir menos cantidad de juntas de dilatación en el proyecto.
- Facilidad de ensayo de los elementos antes de su ubicación definitiva.
- Posibilita el uso de estructuras desmontables.
- Impulsar el uso del concreto pretensado y postensado (Fig. 1).

convirtió en premisa importante para el surgimiento del prefabricado de elementos de concreto reforzado.

Afirma la literatura que en 1891 una empresa francesa ya prefabricaba vigas de este material. En 1904 fue construido en Francia el primer edificio hecho con grandes paneles. Por otro lado y hacia 1905 comenzaron a construirse los edificios de paneles en Liverpool, Inglaterra. A partir de entonces, si bien no se generalizó por toda Inglaterra, fue acogida esta técnica por diferentes geografías, particularmente en Europa Oriental y Escandinavia.

Durante las primeras décadas del siglo XX, fueron estableciéndose condiciones concretas para la asimilación a gran escala de la técnica de la prefabricación. Edison, Atterbrury, May, Gropius, Le Corbusier y Ferret fueron algunos de los primeros que pusieron sus experiencias a disposición de la aplicación del prefabricado. Estos intentos se vieron obstaculizados por la limitada tecnología para el transporte y el montaje de los elementos prefabricados, y hasta por la desconfianza por parte de los especialistas en torno a la nueva técnica.

Después de la Segunda Guerra Mundial, se dieron las condiciones necesarias para la introducción de novedosos métodos de construcción, debido a las grandes áreas urbanas devastadas. Resurgió así la prefabricación a nivel mundial con el mismo impulso que mantiene hasta nuestros días. Entre los países que aplicaron esta técnica a gran escala, destacan la antigua Unión Soviética y Francia.

La prefabricación significó una revolución dentro de los esquemas clásicos de organización para la ejecución de obras y es una técnica que propicia una amplia gama de posibilidades al diseñador. Con ella se introducen nuevos métodos y procedimientos técnicos que significan considerables ahorros en la fuerza de trabajo y de materiales en general; apreciable reducción de los plazos de ejecución e incremento de la productividad, así como la humanización del

proceso, debido a las mejores condiciones de trabajo que se garantizan para los obreros.

Se atienden entonces tres puntos de vista para poder estudiar las ventajas de la prefabricación: económico, productivo, y de proyecto. En la Tabla 1 se presenta una síntesis de algunas de las ventajas asociadas a estos tres puntos de vista.

Disminuir considerablemente el fenómeno de la contracción es otra de las ventajas de la técnica de la prefabricación en estructuras de concreto. Esto se debe a la posibilidad de utilizar mejores procesos de vibrado para la compactación, al empleo de moldes modernos, a la aplicación de técnicas avanzadas con acondicionamiento térmico e higroscópico para la colocación, así como al desarrollo del curado a vapor o incluso en autoclave; aspectos que aseguran una mejor calidad en la terminación de las piezas.

Por otro lado, algunas fuentes insisten que, con el empleo de concreto prefabricado se propicia además una determinada flexibilidad estética y de diseño en el proyecto, así como también que los moldes en mejores condiciones y más pulidos permiten una mayor precisión en las dimensiones de las piezas. Por su parte, la fabricación en taller ofrece diversas ventajas pues con el empleo de agregados perfectamente uniformes y controlados, se facilita el uso de agregados diferentes en la superficie para mejorar el aspecto con indudables mejoras estéticas. Debido a esta variedad de texturas y colores, son diversas las opciones que se presentan, pudiéndose así imitar al granito, caliza, ladrillo o a otros productos. Algo similar ocurre con el diseño de espacios y formas, siendo más libre la concepción con el empleo del prefabricado.

Sin embargo, por significativas que sean sus ventajas, la técnica de la prefabricación también presenta limitaciones que de alguna manera son justificadas en la medida que el proyecto exija grandes volúmenes de construcción, y sobre todo una repetición del mismo tipo, forma y dimensiones de elementos. Entre estas limitaciones o desventajas, figuran como más significativas:

- Los inconvenientes para alcanzar un monolitismo completo en las estructuras, lo cual resulta en extremo importante en zonas de alto riesgo sísmico, como la Ciudad de México.
- La complejidad que muchas veces se presenta en las soluciones de las juntas, sobre todo para garantizar que lo considerado en el modelado estructural corresponda con lo que se logra realmente en obra.



Figura 3

Edificio de la Facultad de Psicología de la Universidad Autónoma del Estado de México (UAEM).

Fotografía cortesía del ing. David Rodríguez D.



Figura 4



Proceso de construcción del Centro Comercial Patriotismo en la Ciudad de México; edificación construida con piezas prefabricadas de la compañía mexicana SEPSA.

Fotografía cortesía del ing. David Rodríguez D.



- Empleo de equipos de izaje y de transportación que suelen ser muy costosos.
- La necesidad de establecer procesos de diseño (y/o de revisión estructural), establecidos mediante documentos informativos de proceso constructivo que consideren las varias etapas por las que pasa un elemento y/o una estructura prefabricada.
- La necesidad de una elevada inversión inicial con período de amortización muy largo para la construcción de las plantas de producción.

En general, es común clasificar a la prefabricación en dos tipos, atendiendo a sus características más singulares y a los principios que se apliquen para su concepción: prefabricación cerrada y prefabricación abierta.

La prefabricación cerrada tiene su idea original en los criterios desarrollados por Ford para su cadena de montaje y fabricación de sólo un tipo de automóvil. Se trata de tomar el proyecto y despiezarlo en elementos componentes, con dimensiones que permitan su posterior producción fabril, transporte y ensamblaje definitivo. En la prefabricación cerrada, el surtido de elementos componentes se obtiene a partir de la descomposición del proyecto original. Si bien este tipo de prefabricación propicia reducir los plazos de ejecución y aumentar la productividad; igualmente, se mencionan en la literatura algunas limitaciones entre las que figuran: la mínima "intercambiabilidad" entre piezas, mayor rigidez en el diseño, y por tanto cierta monotonía en la concepción arquitectónica.

Es precisamente a partir de estas limitaciones que surge la prefabricación abierta, con la idea inicial de que era necesario encontrar un sistema de prefabricación que permitiera dar respuesta a diferentes programas arquitectónicos con un mínimo de elementos. Se conoce como prefabricación abierta aquella en que, partiendo de un sistema único de elementos tipificados se pueden obtener diferentes soluciones para una misma propuesta arquitectónica, u ofrecer también soluciones desde este sistema a diferentes propuestas. Es conocida también como prefabricación por sistemas, por catálogos, o por componentes.

En la prefabricación abierta las piezas tienen mayores posibilidades de "intercambiabilidad"; se flexibiliza entonces el proceso de diseño lográndose soluciones funcionales y hay mejores expresiones formales con lo que se evita la monotonía en las urbanizaciones. Así, la prefabricación abierta es un modo de construir que consti-



Figura 5

Figura 6



40

Edificio de Seguridad Pública del Estado de Morelos..

Fotografía cortesía del ing. David Rodríguez D.



Puente de la bahía de Biloxi en el estado de Mississippi (EUA). La estructura tiene 6 carriles de circulación vehicular, así como un carril adicional para peatones y para ciclistas de casi 3.7 metros.

[www.pci.org/Project\\_Resources/Project\\_Profiles/Profile\\_Pages/US\\_90\\_Bridge\\_Over\\_Biloxi\\_Bay](http://www.pci.org/Project_Resources/Project_Profiles/Profile_Pages/US_90_Bridge_Over_Biloxi_Bay)



tuye un salto en el desarrollo de la industrialización en la construcción. Su principal diferencia con la prefabricación cerrada es de concepción.

La prefabricación cerrada se sustenta en un proyecto ya concebido para llegar a los elementos componentes necesarios; mientras que la abierta, parte de elementos convenientemente estudiados con los cuales puede llegarse a distintas soluciones de un mismo proyecto o de varios.

El éxito de una obra prefabricada depende del grado de cumplimiento de las exigencias en cada una de las etapas por las que esta transita. Pueden establecerse claramente cuatro etapas fundamentales: la fabricación de las piezas o elementos prefabricados; el transporte a la obra; el almacenamiento de las piezas en el área de la obra, y finalmente, el montaje de los elementos.

Los productos prefabricados de concreto responden a una amplia gama que podrían organizarse según elementos componentes de sistemas prefabricados para estructuras, productos agrícolas, elementos de sostenimiento de tierras, productos para instalaciones hidráulicas y sanitarias, entre otros.

Un espectro diverso de sistemas prefabricados estructurales se exhiben actualmente por todo el mundo; todos y cada uno de ellos con sus particularidades, propias de cada país o región en el que surgen y se han desarrollado. Muchos países -fundamentalmente en desarrollo- han potenciado sus ventajas para fortalecer las construcciones sociales, entre las que destacan los sectores habitacional (Fig. 2) y educacional (Fig. 3), así como comercial (Figuras 4 y 5), seguridad (Fig. 6) y de salud.

Pueden mencionarse como piezas prefabricadas desde soportes, vigas o arcos, hasta sistemas de piso o conjuntos laminares, cuyas dimensiones por proyecto están estrechamente relacionadas con los medios mecánicos, de transporte, montaje y ensamblaje que se dispongan.

Los productos agrícolas con base en concreto prefabricado son diseñados para larga vida útil y resistente en condiciones ambientales extremas. Destacan entre ellos los silos para almacenamiento de alimentos, comederos para el ganado, tableros de concreto para una extensa variedad de edificaciones agrícolas, entre otros.

En general, las estructuras de concreto tienen en la prefabricación un provechoso porvenir. Potenciar las ventajas de esta técnica, así como reducir sus limitantes, a partir de estudios cada vez más certeros con soluciones más racionales y seguras, es la meta de los especialistas. Todo ello en aras de llegar a alcanzar, sino se ha logrado aún, las formas y tipos estructurales óptimos. **C**

#### REFERENCIAS:

- Maspons. R., et al., *Prefabricación*, Editorial Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría, Cuba, 1967.
- PCI Journal, "Designing with Precast and Prestressed Concrete", Precast/Prestressed Concrete Institute.
- Torroja E., *Razón y ser de los tipos estructurales*, Instituto de la Construcción y del Cemento, Consejo Superior de Investigaciones Científicas, España, 1957.
- [http://es.wikipedia.org/wiki/Precast\\_concrete](http://es.wikipedia.org/wiki/Precast_concrete), "Precast concrete" vista Octubre, 2013.



Figura 7

Complejo residencial Paramount, en San Francisco, Ca; edificado en 39 niveles (128 metros de altura) por Charles Pankow Builders. Constituye uno de los edificios prefabricados más altos construidos en una zona de alta sismicidad.

Fuente: <http://triaxialdevelopment.com/2009/09/the-paramount-san-francisco-california/>



Figura 8



Torre prefabricada Hearst, diseñada por la prestigiosa compañía Skidmore, Owings & Merrill (SOM). Es uno de los edificios más altos de la ciudad de la ciudad de Charlotte (EUA). Tiene 46 pisos.

Fuente: [http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Charlotte\\_hearst\\_tower.jpg](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Charlotte_hearst_tower.jpg)