

LA CONSTRUCTIBILIDAD UTILIZANDO HORMIGÓN PREFABRICADO

Pablo Gustavo A. Stumpf *, María Gabriela Durán *, Jorge Pagliero *

*Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Av. Vélez Sarsfield 1611, Córdoba, Argentina,
Te. +54(351)4740258, pablostumpfunc@gmail.com

Docentes Cátedra Tecnología de los Materiales de Construcción, F.C.E.F y N, U.N.C.

Palabras clave: Hormigón prefabricado, constructibilidad, modularización.

RESUMEN

Crear, innovar y emprender para contribuir al desarrollo tecnológico sustentable, resulta una competencia y un desafío necesario en la ingeniería actual. El hormigón prefabricado es un excelente componente para este desafío, ya que, estando en estado fresco, el hormigón, tiene consistencia y viscosidad capaz de colmar los moldes y lograr diseños creativos e innovadores y en estado endurecido adquiere resistencia y durabilidad. El hormigón prefabricado presenta algunas particularidades bien diferenciadas del hormigón in situ, una de ellas es favorecer la concreción de parámetros de calidad más estrictos permitiendo ahorrar tiempos y optimizar espacios en la obra, entre otras particularidades. Todo esto convierte al hormigón prefabricado en un excelente material para concretar creativos diseños. En la construcción, lograr definir procesos industriales que simplifiquen el desarrollo de la obra, da ventajas técnicas, económicas y ambientales. En este contexto se define a la constructibilidad como el uso óptimo del conocimiento y experiencia de construcción en la planificación, diseño, adquisiciones y manejos de operaciones de construcción. El siguiente trabajo muestra el aporte a la constructibilidad en numerosas experiencias de obras, utilizando hormigón prefabricado como material para la concreción de diseños relevantes en el medio, desarrollados para satisfacer diversas necesidades en distintos contextos.

INTRODUCCIÓN

Entre los diversos problemas que se deben enfrentar al momento de materializar una construcción se encuentra la falta de integración entre las etapas de definición, adquisición, diseño y construcción de un proyecto, ya que cada una de estas etapas en general, son realizadas por distintas entidades. Efectuando un análisis con una visión sistémica, el mejoramiento individual en cada una de estas etapas es un factor necesario, pero no suficiente para lograr las mejoras necesarias en la obra. También resulta conocido el hecho de que lograr una buena calidad en alguna de las etapas, resulta relevante, pero si se producen fallas en alguna, la incidencia en la obra puede ser nefasta. Para mejorar estos aspectos es necesario optimizar la constructibilidad, la cual la definimos en el contexto de este trabajo, según el concepto elaborado por Construction Industry Institute como: *“el uso óptimo del conocimiento y experiencia de construcción, en la planificación, diseño, adquisiciones y manejo de operaciones de construcción”*(1).

La participación del conocimiento tecnológico y la experiencia constructora en todas las actividades preliminares a la de la materialización de una obra, ayudan a una construcción más eficiente y eficaz, favoreciendo prever problemas que pueden acontecer en la obra para tomar así medidas que puedan solucionarlos en forma anticipada, durante la etapa de diseño o planificación.

Según Construction Industry Institute, la constructibilidad se sustenta en trece conceptos, siete están relacionados con la fase de diseño y adquisiciones y seis están vinculados con la fase de planificación conceptual de un proyecto. Entre ellos destacamos en el contexto de este trabajo, como se pueden lograr métodos constructivos eficientes, si estos están considerados como conductores en la etapa de diseño, especialmente si se pretende introducir modularizaciones y prefabricación del hormigón (1), (2).

La prefabricación del hormigón favorece la calidad en los proceso de selección, elaboración y curado, lo que asegura la uniformidad y calidad del producto final. También es relevante destacar las posibilidades de obtener formas y tamaños diversos gracias a la plasticidad y versatilidad del hormigón que permite romper con la monotonía en el diseño que presentan otros materiales (3). Si además el hormigón cumple y contribuye a la apariencia arquitectónica y acabado final de la estructura podemos decir que se trata de un Hormigón Arquitectónico

En el Manual de Diseño del “Architectural Precast Concrete” se destacan los siguientes criterios de diseño y especificaciones para la construcción de Hormigón Arquitectónico Prefabricado (4), (5).

- *Criterios Generales de Aceptación*

El acabado final de la superficie del hormigón debe presentar un aspecto agradable, con mínimas variaciones de color y textura.

- *Criterios Generales de Diseño Arquitectónico*

Como el hormigón arquitectónico prefabricado está en contacto con otros materiales o elementos dentro de la edificación, un buen proyecto arquitectónico debe considerar el adecuado diseño de uniones y conexiones.

- *Criterios Generales de Diseño Estructural*

El diseño estructural de las unidades prefabricadas debe de considerar: la influencia de la forma en el diseño de moldes y encofrados, las propiedades estructurales del hormigón, el diseño de sistemas de conexión y sujeción, la determinación de cargas para su manipulación, transporte y colocación, diseño de refuerzos, y tolerancias.

- *Paneles de muestra*

Los paneles de muestra sirven para analizar y probar las técnicas constructivas, materiales, aplicación de acabados, técnicas de limpieza y reparación, variaciones de color y textura, entre otros, facilitando la selección de los mismos para una obra específica.

- *Repetición*

La repetición es un factor determinante para lograr la mayor economía en el desarrollo de unidades prefabricadas ya que de esta manera se reduce el alto costo de los moldes o encofrados.

- *Uniformidad*

Se requiere uniformidad en el color, acabado, etc. en los elementos colocados en una misma estructura

- *Especificaciones*

Las especificaciones deben definir parámetros de calidad claros y evaluables. Las especificaciones son un complemento escrito de los planos estructurales.

DESARROLLO

Se describen a continuación cuatro obras en donde se analiza el concepto de constructibilidad utilizando hormigón prefabricado que en algunos caso cumplen la función de arquitectónico.

Locales comerciales y de oficinas

Estudio BLTARQ – BARRERA, LOZADA

Obra

En esta obra se desarrollaron las fachadas de hormigón prefabricado del primer piso de los locales comerciales ubicados en la calle Luis de Tejada y Echenique, de la ciudad de Córdoba.

Constructibilidad

Se trabajó en forma conjunta con el estudio de arquitectura para lograr una composición de contraste entre diferentes materiales y a la vez alcanzar con las piezas de hormigón prefabricado el control del asoleamiento natural, contribuyendo al ahorro de energía necesario para acondicionar climáticamente el lugar, ya que en los días de verano se supera un muchas oportunidades temperaturas superiores a los 38 grados.

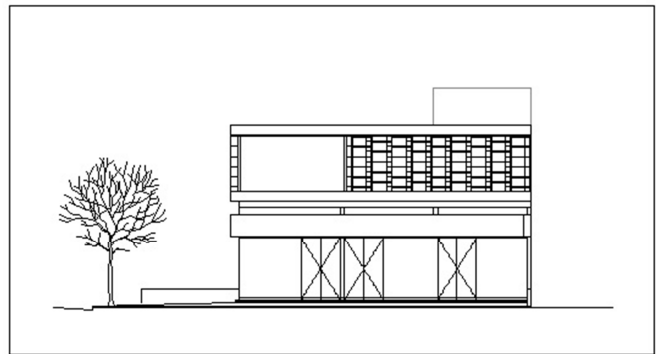


Figura 1 – Fachada oeste.

Las fachadas se encuentran orientadas al oeste como se ilustra en la figura 1 y otra al norte, figura 2, requiriendo un tratamiento especial y diferenciado en cada una, para lograr optimizar el asoleamiento en el invierno y contener los rayos del sol en el verano.

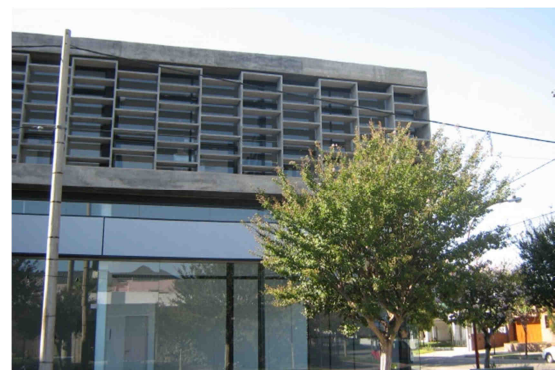
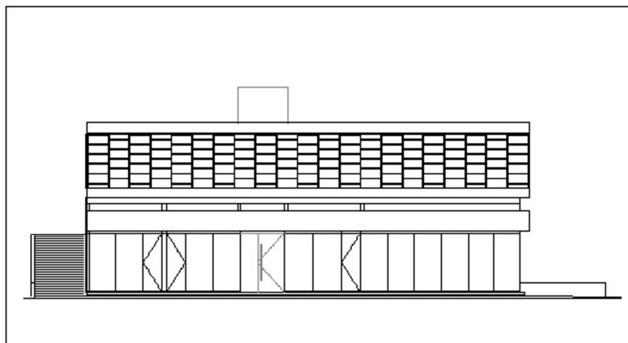


Figura 2 – Fachada norte.

Se contemplaron dos modelos de pieza prefabricada para desarrollar el sistema de parasoles, un modelo recto en sus líneas verticales para la fachada que da al norte y uno contemplando la inclinación del lado vertical para la fachada que da al oeste, auto portantes en forma de U invertida, vinculados entre sí por medio de extremos roscados y adheridas con morteros epoxi, figuras 3 y 4.

La fachada norte tuvo un total de 116 módulos, 10 de los cuales tenían una pata larga para contemplar la situación de los extremos, esta se desarrolló con dos moldes. La fachada oeste se utilizó 50 módulos con 10 módulos especiales y se desarrolló con un molde.

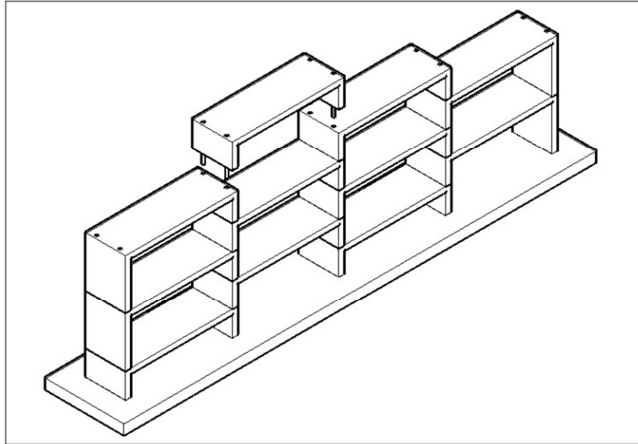


Figura 3 – Croquis colocación de piezas.



Figura 4 – Colocación de piezas HºP.

Edificio en Altura

Estudio Arquitecto Víctor Hugo Nicola

Obra

Torres de edificio de 8 y 5 pisos, ubicada en la calle Sucre N° 1430 del barrio de Alta Córdoba, ciudad de Córdoba con frente de balcones de hormigón prefabricado.

Constructibilidad

El propósito en esta obra era lograr una conjunción en la fachada entre el ladrillo visto y el hormigón arquitectónico. El hormigón, que aparece en los frentes de balcones debía tener líneas horizontales y la forma curva en los extremos como se muestra en las figuras 5 y 6, lo que resultaba difícil de materializar con un hormigón in situ y una construcción tradicional.



Figura 5 – Fachada patios internos.



Figura 6 – Fachada sobre calle Sucre.

Los módulos de hormigón prefabricado, para satisfacer las medidas necesarias, se desarrollaron con dos moldes regulables, como se ilustra en la figura 7 y un molde en fibra de vidrio para dar la forma curva de la pieza en los extremos. Las piezas prefabricadas además, cumplían la función de ser el encofrado del hormigón de la losa, como se muestra en la figura 8, esta doble función requería organizar el servicio de entrega con el tiempo necesario para materializar el encofrado de las losas.

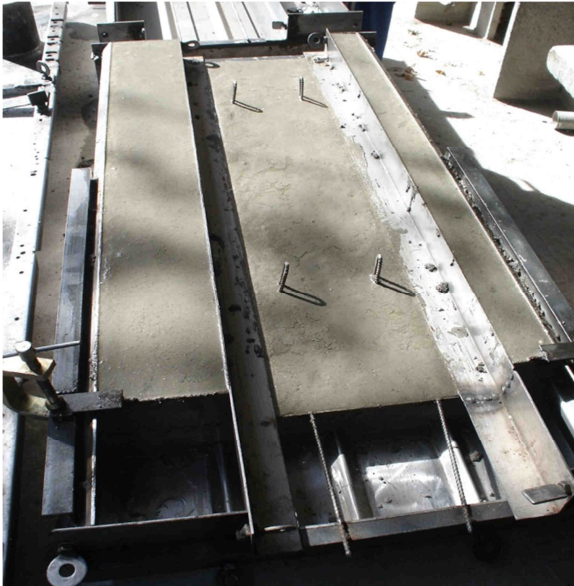


Figura 7 – Molde metálico regulable.



Figura 8 – Pieza como encofrado de losa.

Se optimizó el uso de las piezas prefabricadas, ya que no solo cumplió la función de hormigón arquitectónico sino también, se empleó como encofrado. De la armadura del módulo, se dispusieron ganchos para ser tomados a la armadura principal de losa. La pieza contemplaba insertos metálicos para sujetar luego las barandas, figuras 5, 7 y 8.

Se logró una adecuada planificación, gracias a la coordinación entre la empresa constructora, el proveedor del hormigón prefabricado y el estudio de arquitectura.

Establecimiento educativo – Escuelas Pías

Arquitecto Estudio BBGOOO - Manavella, Boffi, Leyría

Obra

Ampliación de escuelas Pías, ubicada en la calle Lima esq. Jacinto Ríos ciudad de Córdoba. Detalles especiales y circulación vertical.



Figura 9 – Fachada Escuela Pías.



Figura 10 – Antepechos fachada Escuela Pías.

Constructibilidad

La ampliación de la Escuela se realizó con un sistema prefabricado hormigón de grandes piezas. También se utilizó el hormigón prefabricado para complementar los detalles y terminaciones de fachada, figura 9 y 10, y para la construcción de la circulación vertical, figura 11.



Figura 11 – Escalera principal.



Figura 12 – Antepecho, disposición de la carpintería.

Para organizar la expresión de las fachadas se trabajó en forma conjunta con el estudio de arquitectura. El proyecto contemplaba tres líneas horizontales, dos materializadas por los antepechos y la tercera línea con el remate superior. La pieza prefabricada para el antepecho exterior, dos de las líneas, debía contemplar la terminación redondeada como premisa de diseño, como se ilustra en la figura 10, una pendiente para el escurrimiento natural del agua y una parte plana para contener la carpintería de aluminio, figura 12, de esta manera se optimizó la función de la pieza de hormigón prefabricado arquitectónico, como pre marco de la carpintería y mediante un inserto metálico se organizó además, la fijación de la reja. El remate superior, que se observa en la figura 9, se materializó con un mayor diámetro, a diferencia de los antepechos para equilibrar la expresión de fachada.

El proceso de ejecución de la escalera principal fue totalmente prefabricado lo que contemplaba la estructura metálica y los peldaños prefabricados de hormigón, luego armada en obra, con la incorporación al prefabricado de un granito con un doble acabado como antideslizante, figura 11. Declarada Obra del Año por el Colegio de Arquitectos de la Provincia de Córdoba en el año 1998.

Viviendas Colectivas - Plan de Vivienda Barrio Smata II

GESA Consultora – Empresa ITEM

Obra

Quinientas viviendas familiares de dos dormitorios desarrolladas en 5 etapas y edificios de tres pisos de altura, ubicada en calle Rio Negro. Piezas prefabricadas para organizar la estandarización de la obra.

Constructibilidad

La vivienda tenía una serie de elementos que la dirección técnica y la empresa planteo organizarlos en forma prefabricada, estas fueron desagües pluviales, terminaciones de

puertas y ventanas, remate superior del tanque de agua y estufa en la fachada principal además de los techos prefabricados.



Figura 13 – Fachada vivienda Bº Smata.



Figura 14 – Armado de estufas.

En los edificios se organizó el sistema de asadores en los balcones de cada uno de los pisos.

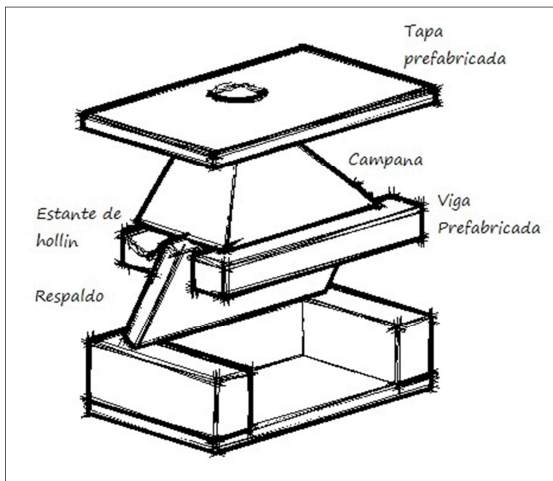


Figura 15 – Esquema de piezas de Hº P.

La sistematización de elementos constructivos, facilitan la organización y los avances de obra. La estufa (6), volumen sobresaliente de fachada, figura 13 y 14 estuvo constituido por 5 piezas prefabricadas para luego ser llevadas a obra para el armado correspondiente. Contemplaba la pieza campana, estante de hollín, viga dintel vista, placa respaldo con ladrillos incorporados y la tapa superior con la resolución para sostener luego el caño chimenea, figura 15 y 16. El módulo de las molduras de borde superior de puertas y ventanas, se desarrollaron a medida para facilitar su colocación en obra, de esta manera se evitaba el corte, figura 17.



Figura 16 – Molde de campana.



Figura 17 – Molde de molduras y respaldo.

Se generó una sistematización en la logística de materiales a obra, contando para ello un camión con una grúa incorporada, el material fue acopiado sobre palets y depositado en los distintos frentes de trabajo.

CONSIDERACIONES FINALES

- El desarrollo sustentable de la construcción y la constructibilidad son favorecidas cuando se logra organizar conjuntamente con el estudio y la empresa constructora, el plan de avance de la provisión de las piezas de hormigón prefabricado y el acopio de los materiales, ordenando también de esta manera, el flujo de fondos económicos y ahorrando recursos humanos en su proceso constructivo en obra.

- El trabajo conjunto entre el diseñador y el productor de hormigón prefabricado permite abordar soluciones creativas, no solo desde el punto de vista arquitectónico sino también en relación a la flexibilidad o la polifuncionalidad de las piezas de hormigón prefabricado favoreciendo la difusión del material.

- La eficiencia en la producción de hormigón prefabricado se logra esencialmente: organizando los tiempos de provisión y entrega de materiales, produciendo la menor cantidad de moldes y reutilizando los moldes con otras medidas, en distintos elementos de diversas obras.

- La relación, comunicación e integración entre los actores que intervienen en las distintas etapas vinculadas con la definición, adquisición, diseño y construcción de una obra es fundamental en las construcciones sustentables.

- La manipulación de las piezas prefabricadas de hormigón o la colocación mediante equipamientos livianos, deben contemplarse con antelación a la implementación de su utilización.

AGRADECIMIENTOS

A la empresa Stumpf Premoldeados S.R.L, por permitir hacer posible el desarrollo de estos desafíos.

A la Arquitecta Edda B. Pallavicini, por sus aportes en los diseños y por su cuota en los desarrollos.

A los Arquitectos e Ingenieros que hicieron viable estas materializaciones.

REFERENCIAS

- (1) Alfredo Serpell - Administración de Operaciones de Construcción – 2da edición – 2002.
- (2) Construction Industry Institute, Constructability Concepts File, Bureau of Engineering Research, The University of Texas at Austin, Agosto 1987.
- (3) Christian Escrig Pérez - “Evolución de los sistemas de construcción industrializados a base de elementos prefabricados de hormigón”.
- (4) http://www.icpa.org.ar/publico/files/hormigon_arquitectonico.pdf.
- (5) Architectural Precast Concrete – Third edition – Prestressed Concrete Institute - 2007
- (6) Norberto Mario Muzio – La Chimenea – 5ª Edición – Editorial Contemporánea SRL - 1961
 - Tectónica 2 – Envolventes (II) Cerramientos pesados: aplacados y paneles – Editorial ATC Ediciones – 1995 – Madrid.
 - Tectónica 5 – Prefabricados – Editorial ATC Ediciones – 1995 – Madrid.