

Industrialización de la construcción para la vivienda social

Estudio de casos: España – Colombia

Bellanith Vargas Garzón¹

Facultad de Arquitectura, Diseño Industrial y Bellas Artes
Universidad Antonio Nariño

Fecha de recepción: 30/08/2007, Fecha de aceptación: 15/12/2007

Resumen

El artículo es el resultado de un estudio monográfico que acoge a la industrialización de la construcción como el motor de la innovación tecnológica, para dar respuesta a la necesidad de la vivienda; respuesta que se enfoca en la necesidad de proyectar una visión diferente de la vivienda, visión de un producto y no de un proceso, sin perder el horizonte de la habitabilidad.

Palabras clave

Industrialización de la construcción, España, Colombia.

Abstract

This article is the outcome of a monographic study that takes construction industrialization as the driving force for technological innovation in solving the lack of housing, that is, in fulfilling the need of a different outlook towards dwelling —a standpoint of a product and not of a process— without losing perspective on the issue of habitability.

Keywords

Construction industrialization, Spain, Colombia.

.....
¹Arquitecta, Candidata a Magíster en Medio Ambiente y Desarrollo.
bellanith.vargas@gmail.com

Introducción

Como decía Nadal² en los años 60's: "Hoy terminamos como empezamos el primer día: la industrialización no es en sí misma una solución, es el camino para resolver un problema determinado, un camino largo, pero cada día mejor definido...", y Colombia aunque ha recorrido un gran trecho con soluciones industrializadas puntuales, todavía no ha logrado crear y afianzar su propia ciencia y su propia técnica, porque, principalmente, se ha dirigido hacia los casos aislados del sector rural y a viviendas unifamiliares; y a nivel de ciudad, de vivienda multifamiliar, ha utilizado soluciones importadas, o mejor dicho, copiadas; en el momento en que Colombia genere como respuesta, a través de la industrialización de la construcción de la vivienda colectiva en altura, una tecnología de producto, se avanzará un paso hacia la industrialización.

Metodología

Se analizan algunas experiencias desarrolladas en España y en Colombia con diferentes sistemas constructivos industrializados para la edificación de viviendas, para así identificar los éxitos y los fracasos, las ventajas y las desventajas de los sistemas constructivos aplicados especialmente en Colombia, con el fin de fundamentar la necesidad de promover una nueva visión de la vivienda en Colombia.

Conceptos Generales

◆ La industrialización³

Según el RIBA, la industrialización se entiende "como una organización que aplica los mejores métodos y tecnologías al proceso integral de la demanda, diseño, fabricación y construcción", constituyendo un estado de desarrollo de la producción que lleva consigo una mentalidad nueva, diferente.

La definición "tecnológica", que tiene más ventajas y es más adecuada a la construcción es la expresada de forma algebraica (según la famosa ecuación de Blachère):

$$\text{INDUSTRIALIZACIÓN} = \text{MECANIZACIÓN} + \text{RACIONALIZACIÓN} + \text{AUTOMATIZACIÓN}$$



² Director del IETcc en 1966.

³ DEL AGUILA, Alfonso. "La Industrialización de la Edificación de Viviendas". Tomo 1.

La trilogía citada es una expresión clara del conjunto de medios fundamentales a los que hay que recurrir para la industrialización. Se entenderá que la mecanización es la mayor posible, la racionalización es de todo el proceso (proyecto, gestión y tecnologías) y la automatización está presente al máximo en todas las tareas, todo ello con el fin de hacer un mayor número de edificios, más baratos y de mayor calidad.

Una obra de construcción no tiene un mayor o menor grado de industrialización por la perfección de fabricación de todos o parte de los elementos constructivos que la componen, sino que ese grado lo fija la totalidad del hecho constructivo. La industrialización no implica el uso de materiales nuevos, sino es la forma de emplear los materiales lo que puede dar a los elementos resultantes el carácter de industrializados.

◆ Sistemas de construcción industrializada

Al entrar en la industrialización de la edificación se puede considerar el producto industrial de dos formas, bien que sea todo un edificio (sistema cerrado), o bien que sean sus partes (sistema abierto).

a) Sistemas Cerrados

La característica principal de los sistemas cerrados, es que los elementos que constituyen los edificios a que dan lugar no pueden intercambiarse con elementos procedentes de otras marcas. Dentro de este método se han desarrollado extensamente los sistemas de grandes paneles prefabricados de hormigón, los edificios realizados con encofrado-túnel y los módulos tridimensionales pesados (alrededor de 70 Ton) y ligeros.

Son todos ellos, sistemas aplicables a edificios de programa simple y duradero, como pudiera ser el de vivienda, por lo que se han llevado a la práctica muchísimas realizaciones en todo el mundo.



b) Sistemas abiertos o por componentes

La característica principal de la industrialización abierta o por componentes, es la de la *intercambiabilidad* o sea, el uso en un mismo edificio de componentes realizados en distintas fábricas y que se montan en obra, con uniones cada vez más universales y sencillas. Por ello, su puesta en marcha exige que dos convenios sean admitidos y aplicados:

—La intercambiabilidad, para que los elementos sean intercambiables, todos los participantes en el hecho arquitectónico deben ponerse de acuerdo, principalmente, en las elecciones de multimódulos y retículas modulares, dimensiones y tolerancias de fabricación y montaje.

—La compatibilidad de las juntas, aunque los elementos a combinar sean de distinta procedencia.

Se comprende fácilmente, que este sistema permitirá la ejecución de cualquier tipo de edificios, abriendo enormemente las posibilidades creativas y de aplicación.

◆ La prefabricación

La palabra prefabricación, etimológicamente significa *fabricar antes* y con este criterio la Asociación Italiana de la Prefabricación la define como “la fabricación industrial fuera de la obra de partes de la construcción aptas para ser utilizadas mediante distintas acciones de montaje”.



Se considera prefabricado a un elemento o a un sistema, que pudiendo ser realizado en obra, lo es en fábrica. Si no podemos efectuar dicha elección tendremos un elemento hecho “in situ”, o bien un “producto industrial”.

◆El déficit de vivienda en Colombia

En Colombia y Latinoamérica, la habitabilidad⁴ se encuentra afectada por la carencia de soluciones de construcción de viviendas prácticas, rápidas y flexibles,⁵ el Banco Mundial afirma que los países en vías de desarrollo presentan un proceso enorme de crecimiento demográfico y de urbanización acelerada (2004), con el 77% (4.466 millones) de habitantes.⁶

En el ámbito urbano colombiano, el déficit está distribuido en dos sectores,⁷ uno formal y el otro informal o autogestionado.⁸ En el sector formal se ubican los estratos con mayor capacidad adquisitiva, que pueden adquirir la vivienda con sus propios recursos, hasta los que son sujetos de créditos; éstos últimos acceden a programas de promoción pública o privada. Sector que constituye el 60% de la población colombiana.

En Colombia existen 11 millones de hogares, que ocupan 9,2 millones de viviendas; de las cuales 3,6 millones (27,7%) son en calidad de arriendo. Es decir, presenta un déficit de 1.946.590 viviendas, el 51% (991.653 viviendas) es el déficit de vivienda nueva y, el 49% restante es el déficit de mejoramiento de vivienda.

En Colombia, el déficit de vivienda en el sector formal se atiende a través de la política pública orientada a promover la gestión constructora del sector privado en la ejecución integral de los programas de vivienda de interés social.

Esta política actual de atención a la demanda de vivienda, está contribuyendo a que los sectores medios de la población accedan a una vivienda mínima y que el segmento más alto de los sectores bajos acceda por lo menos a una primera etapa de vivienda, que será completada por el beneficiario en forma progresiva, probablemente por autogestión. Además, está reactivando el sector construcción e industrial, generando empleo.

4 La Habitabilidad Básica surge como un concepto para definir “el conjunto de cualidades de un asentamiento y una residencia..., capaces de garantizar la reproducción saludable y el morar próspero de sus pobladores”.

5 Según la Comisión Económica para América Latina, en la II Conferencia Mundial (CEPAL 1996), indicó que existe la necesidad de actuar sobre 25,7 millones de viviendas para rehabilitación, y de construir 27,9 millones de nuevas viviendas para solucionar el déficit, donde además define un valor medio de cinco personas por alojamiento.

6 J4. Tecnologías, materiales y soluciones latinoamericanas de bajo coste frente al problema de la vivienda y la habitabilidad básica. “Señas de Identidad del Hábitat Latinoamericano”. SALAS, Julián. IETCC-SIC. 10 de mayo de 2007.

7 J4. Tecnologías, materiales y soluciones latinoamericanas de bajo coste frente al problema de la vivienda y la habitabilidad básica. Raquel Barrionuevo de Machicao.

8 Sector de extrema pobreza, distribuido en áreas consolidadas o en proceso de consolidación, en zonas tugurizadas y urbano marginales de crecimiento espontáneo.

La industria de la construcción en España y Colombia

Antecedentes

◆ España

A grandes rasgos, las etapas de desarrollo de la industrialización de la vivienda europea muestran que se inicia con sistemas cerrados, como los grandes paneles, sistemas utilizados durante tres décadas, hasta que se identifican grandes inconvenientes de seguridad, de habitabilidad, de seguridad industrial y problemas ambientales. Por tanto, se inicia un proceso investigativo para desarrollar nuevos sistemas hasta llegar a los sistemas abiertos, hoy todavía en período de desarrollo y en búsqueda de nuevas innovaciones tecnológicas de materiales, sistemas y técnicas de construcción que permitan construir una vivienda como un producto, o mejor dicho, a través de muchos productos.

Al realizar la revisión del estado del arte sobre la industrialización de la construcción, se encontró una amplia e importante información de libros de la década de los 60's y de los 70's, pero con un vacío importante hasta finales de los 90's, cuando nuevamente se encuentran algunas referencias bibliográficas. Luego, al hacerse una comparación, la bibliografía de la primera generación, si se pudiera llamar así, es sumamente importante y se destacan los grandes avances tecnológicos de la época, los cuales son la base o el cimiento principal de lo que es hoy la industrialización de la construcción. Pero hay que destacar que desde los años 60's ya se estaban realizando importantes investigaciones sobre las aplicaciones de los hormigones para mejorar los sistemas constructivos.

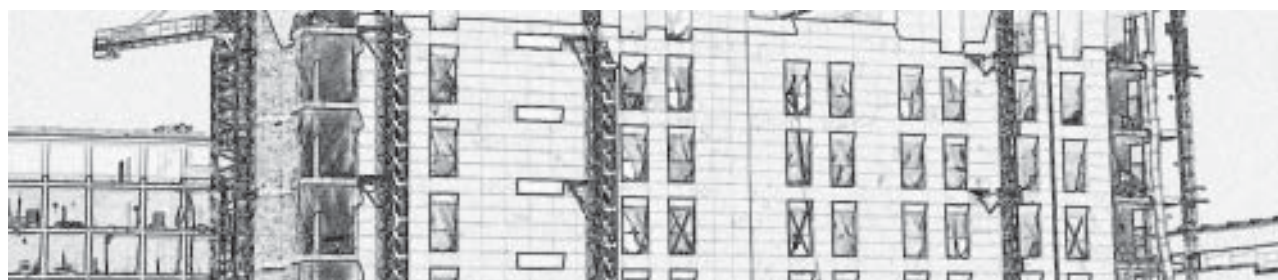
El sistema de los grandes paneles prefabricados en hormigón ha sufrido una gran evolución, desde un sistema cerrado monolítico hasta un sistema abierto integral con otros componentes prefabricados en hormigón. Esta evolución se debió a los graves

problemas presentados a finales de la década de los 60's y en la de los 70's, ya que ante una explosión o una falla estructural, el edificio sufría un colapso de "torre de naipes"; además el sistema presentaba problemas de humedad y de acústica, y por último, presentaba problemas térmicos. Estas fallas del sistema generaron la total restricción del uso de los sistemas monolíticos.

◆ Colombia

Al revisar los sistemas constructivos industrializados utilizados en Colombia se encontró que ha sido aplicado desde los años 90's como un sistema innovador para construir edificaciones de viviendas colectivas importantes potencializándose algunas empresas dedicadas a la prefabricación de módulos en hormigón. Pero, por qué en Colombia se utilizan sistemas de construcción industrializada que en la Unión Europea ya se restringió su uso? La respuesta es que al no ser aceptado en la U. E. se trasladan las empresas a otro mercado, mercado que no cuenta con un código técnico ni con normativa exigente a los requerimientos básicos de habitabilidad y seguridad, solo a los de sismoresistencia. Se convierte en una transferencia de mercado de productos, pero sin hacer antes una investigación de las implicaciones que llegarían a acontecer al utilizar estos sistemas en otros climas, con otras materias primas, con otras culturas, con otras necesidades.

Para evitar tantas transferencias de tecnología obsoleta debería potencializarse las redes de empresas, las redes de investigación a nivel internacional, las redes de cooperación no solo presupuestal sino de capacitación, de industrialización como un proceso de investigación y de desarrollo tecnológico.



La industria de la construcción en cifras

◆ España

En España, la producción interna de construcción en términos reales creció un 6% en el año 2005, lo que supone una aceleración respecto al 4% obtenido los tres años anteriores.⁹ Para el cálculo de este crecimiento se consideran englobados los diferentes subsectores que configuran la industria de la construcción y que se pueden agrupar en edificación y en obra civil.

Aunque las dos áreas están muy relacionadas entre sí por compartir a menudo el uso de los mismos factores productivos, se suelen analizar por separado. Así, el componente de obra civil se muestra como el más dinámico, con un crecimiento del 8,5%, superando así el 6% del año 2004; por su parte la edificación continuó su aceleración de los últimos ejercicios y experimentó un crecimiento del 5%. En el caso de la edificación residencial, se produjo una aceleración del 9% (5% en 2004).

El reparto de la actividad por subsectores revela que la edificación representa el 75,5% de la producción total en términos corrientes, frente al 24,5% de la obra civil. Estas cifras revelan que tanto la obra civil como la edificación residencial son un mercado muy dinámico con cabida para la innovación tecnológica.

⁹ PACIOS A., Antonia. "Optimización de sistemas de construcción "in situ" empleando hormigón autocompactante". S5. Hormigones estructurales especiales. 12, 13, 14 de marzo de 2007. Madrid: España.

◆ Colombia

En Colombia, desde el año 2002 se inició un proceso de recuperación notable de inversión sobre el PIB, crecimiento a una tasa de 6,99% anual de 2007. Auge inversor que se explica fundamentalmente por la política de seguridad democrática del actual gobierno. Para el periodo de 2001-2005 los renglones con mayor participación fueron edificaciones, maquinaria, equipo y obras civiles.

El sector edificador, representa 3,6% del PIB. La Dirección de Estudios Económicos de la Presidencia Nacional de la Cámara Colombiana de la Construcción (Camacol) estima un crecimiento de 6,4% en 2008, soportado por el buen momento de los principales indicadores y las expectativas positivas que estos generan. Por su parte, para la construcción se ha proyectado un crecimiento de 13,2% para el 2007 y de 9,3% para el 2008, la cual representa el 6,1% del PIB y el 5% del empleo (920.000 personas).

En Colombia el PIB muestra que el sector más destacado en cuanto a tasas de crecimiento es la construcción, en particular, por el comportamiento de obras civiles que resulta más dinámico que las edificaciones.

Metas en común

A lo largo de las próximas décadas, el sector de la construcción debe afrontar retos de carácter estratégico, como:

◆ Integración social y comunidades sostenibles: se deben construir edificios y ciudades más habitables, conservar el Patrimonio Cultural¹⁰ y crear ambientes urbanos que ayuden a aumentar la seguridad. Los procesos constructivos deben evolucionar para incrementar la seguridad de los propios trabajadores.

◆ Cambio climático y sostenibilidad: el sector de la construcción consume 40% de los recursos, genera el 40% de los residuos y produce el 35% de los gases de efecto invernadero, de forma que juega un importante papel en el camino hacia una sociedad sostenible. Es necesario reducir el impacto ambiental de los propios procesos y del hecho constructivo en su conjunto, usando de forma extensiva la I+D+i¹¹ y aumentando los incentivos a la innovación.

◆ Barreras e incentivos al despegue tecnológico: los agentes del sector no pueden ser los únicos responsables del incremento del uso de la tecnología y las innovaciones en la construcción. Hay que ver hasta dónde es posible que las compras públicas soporten y estimulen la I+D+i y cómo pueden ayudar los suministradores de material, equipo e instalaciones a mejorar la industria.

◆ Mejorar la competitividad: en Colombia la construcción tiene un 30% menos de productividad que la industria manufacturera tradicional, suponiendo la corrección de errores en obra un 15% de los costes, y su rendimiento es crítico para la competitividad y el crecimiento de la industria.

.....

¹⁰ El reciclaje de edificios mediante sistemas abiertos de construcción industrializada, es una importante opción para la rehabilitación de los inmuebles patrimoniales, y de aquellas edificaciones que, sin ser consideradas de patrimonio, cuentan con las mismas potencialidades.

¹¹ Investigación + Desarrollo + Innovación



Estudio de casos: proyectos en España y Colombia

◆ España

Sistema cerrado

Grandes paneles prefabricados de hormigón: 198 viviendas de protección oficial en Alcobendas, 1993

Descripción: Proyecto resultado de un concurso convocado en 1993 por el Instituto de la Vivienda de la Comunidad de Madrid, planteaba la realización de 1.500 residencias en distintos municipios de la región. Proyectista: Manuel de las Casas. Sistema completo: paneles estructurales, piezas ligeras de cerramiento, losas, vigas, dinteles y elementos especiales, pero puede combinarse con procedimientos tradicionales de construcción. **Estructura:** El edificio está estructurado por un sistema abierto que se compone de cuatro elementos: Paneles de hormigón armado destinados a elementos interiores portantes, preparados para recibir los forjados prefabricados del mismo taller. Su espesor es de 12 cm, 290 cm de altura y un máximo de 10 m de longitud. Paneles de hormigón armado, destinados a fachadas portantes y de arriostamiento, preparados para ser trasdosados con un tabique de cartón-yeso. Su espesor es de 12 cm y 290 cm de altura con una longitud máxima de 10 m. Forjado prefabricado pretensado, nervado con un intereje de 70 cm, un ancho de 210 cm y un canto de 26 cm. Piezas especiales de geometría variable que resuelven rampas de escaleras, panel sanitario, losas de ascensor, y otros. **Envolvente:** Los paneles de fachada se diseñaron de modo que explotaran al máximo las posibilidades que ofrecían la flexibilidad del sistema, tanto por su forma como en el uso del color. Las piezas de la fachada van trasdosadas con aislamiento de poliuretano, una cámara de aire de alrededor de 3,5 cm y tabiques de cartón-yeso de 13 mm montados sobre guías metálicas, que también son empleados para realizar las particiones de las viviendas y los falsos techos. Las uniones entre paneles se realizan con anclajes soldados, lo que le confiere rigidez instantánea al edificio y proporciona una gran velocidad de montaje. Los tabiques de cartón-yeso

trasdosan las fachadas y los techos, transformándose en una segunda piel que colabora en el aislamiento acústico y térmico, facilitando y racionalizando la aplicación de las instalaciones. La cubierta invertida está compuesta por una barrera de vapor de caucho líquido sobre el forjado; hormigón de pendiente aligerado, con un espesor mínimo de 6 cm; una capa de caucho butilo y aislante térmico en placas de poliestireno extrusionado protegidas con grava. **Distribución espacial:** Cuatro bloques de planta rectangular se desarrollan perpendicularmente a la vía de acceso. Hacia el interior de la parcela y con la misma altura —cinco pisos—, dos volúmenes lineales de menor longitud y otras dos pequeñas piezas a modo de torre completan el conjunto. Una banda de servicios, ocupada por cuartos de baño y zonas de almacenamiento, se adosa a esta “línea de carga”, de tal modo que lo que en principio sólo era un elemento necesario para la estabilidad del edificio se convierte en una auténtica espina dorsal que vertebra y ordena el funcionamiento del conjunto. De este modo, las cuatro viviendas por planta a las que da acceso cada núcleo de comunicaciones —excepto en las torres, en los que cada nivel está ocupado por una única unidad de residencia—, disponen de una configuración de “casa-pasillo”, con un esquema lineal de dependencias que se desarrollan a lo largo de la franja central de servicios. Además, esta distribución favorece la agrupación de los conductos de instalaciones en paquetes asociados a ese tabique central y a las cajas de escalera. **Ventajas:** Facilidad de ejecución. El carácter portante de los paneles supone una mejora sustancial del coeficiente superficie útil/superficie construida, ya que se eliminan los cuelgues de vigas y las mochetas de pilares. El diseño no se ha visto condicionado por el sistema constructivo, como se deduce de la cantidad de tipo de paneles. Existe una plena integración entre la imagen resultante del edificio, el mecanismo de montaje y, consecuentemente, su espíritu constructivo. Presenta una flexibilidad casi total en la organización de los alzados porque la empresa fabricante de los paneles no impuso modulaciones específicas. **Desventajas:** Moldes para los paneles sin modulación.

◆ Colombia

Sistema cerrado

Grandes paneles prefabricados de hormigón: vivienda multifamiliar o colectiva, Torres de San Agustín, Cali, Valle del Cauca. Proyecto de la Constructora Colpatria S.A.

Descripción: 128 viviendas con paneles prefabricados en hormigón. Los paneles son fabricados por CPA, única empresa en Cali, que distribuye prefabricados en hormigón. **Estructura:** El proyecto está estructurado por un sistema cerrado compuesto por paneles de hormigón armado. **Envolvente:** Los paneles conforman tanto los muros de cerramiento como de tabiquería, los forjados y la cubierta. Las uniones de los paneles son soldadas y luego son fundidas con hormigón especial. Luego se realizan las instalaciones eléctricas y sanitarias. **Distribución espacial:** El proyecto tiene dos pisos de parqueaderos, uno subterráneo y el otro a nivel, su estructura son elementos prefabricados en hormigón: pilares y vigas armados. Se localizaron al lado de las torres de forma independiente, ya que son dos estructuras diferentes. La cimentación de la torre es una placa flotante en hormigón armado. El proyecto se compone de cuatro torres de ocho plantas de forma rectangular. Cada torre con 32 viviendas, cuatro por piso iniciando en el nivel cero. Cada vivienda de 85 m² compuesta por tres habitaciones, dos baños, un estudio, sala comedor y cocina. **Ventajas:** Reducción de tiempos y costos de construcción al ser comparado con el sistema tradicional. Reducción de costos financieros y administrativos. Obra limpia. Control de calidad de procesos e insumos en planta. **Desventajas:** El diseño se ve condicionado por el sistema constructivo. Mínima flexibilidad. El proveedor o fabricante de los paneles es el único en la región, generando demoras por la demanda actual del producto. No hay oferta en el mercado debido a que sólo hay un proveedor, por consiguiente no hay exigencia de calidad del producto. Rechazo de los usuarios por falta de confianza a este sistema, especialmente por aparición de fisuras entre las juntas de muro-muro, muro-forjado y forjado-forjado. Problemas de acústica entre apartamentos.



Sistema abierto, integral, con alta flexibilidad

Sistema integrado en edificación *in situ*: encofrado integral con hormigón autocompactante, propuesta basada en el proyecto de 220 viviendas en el Pau de Vallecas.

Descripción: 220 viviendas en el PAU de Vallecas por la Empresa municipal de vivienda de Madrid. Sistema integrado en edificación “*in situ*”. Es una nueva propuesta de tecnología para un óptimo rendimiento en el proceso constructivo y en el diseño arquitectónico, ya que logra un estudio detallado del diseño modular arquitectónico y de los encofrados integrales. **Estructura:** Modifica el diseño no volumétrico de arquitectura convencional (estructura de pórticos con cerramiento y tabiquería) a una construcción modular. El sistema se ejecuta mediante encofrados “*mesa*” creando una estructura que aprovecha toda la capacidad portante de tabiques, separaciones y muros. Dado que el forjado se sustenta sobre toda la tabiquería la solución de losa adoptada dispone de espesores de 14 a 16 cm, cumpliendo con todas las exigencias básicas de seguridad, habitabilidad y durabilidad. El encofrado se inicia sobre una superficie, bien sea una cimentación en losa o forjado de un nivel inferior, sobre la que se acoplarán unos perfiles de tope que servirán para el replanteo de los cerramientos y tabiques. El proceso de colocación de armadura y colocación de las instalaciones eléctricas, hidráulicas y tabiques se agiliza al disponer de la plantilla y no será necesaria tanta medición y comprobación, consiguiendo en esta fase una reducción de tiempos importante en la valoración de la duración global. El último paso a seguir es el montaje del molde metálico. **Envolvente:** A pesar de que la experiencia en prefabricados mostraban mayor porosidad superficial al emplear encofrados metálicos, los acabados obtenidos en superficies lisas son de elevada calidad, de manera que en la mayoría de los casos no es necesario enlucir y se puede pintar di-

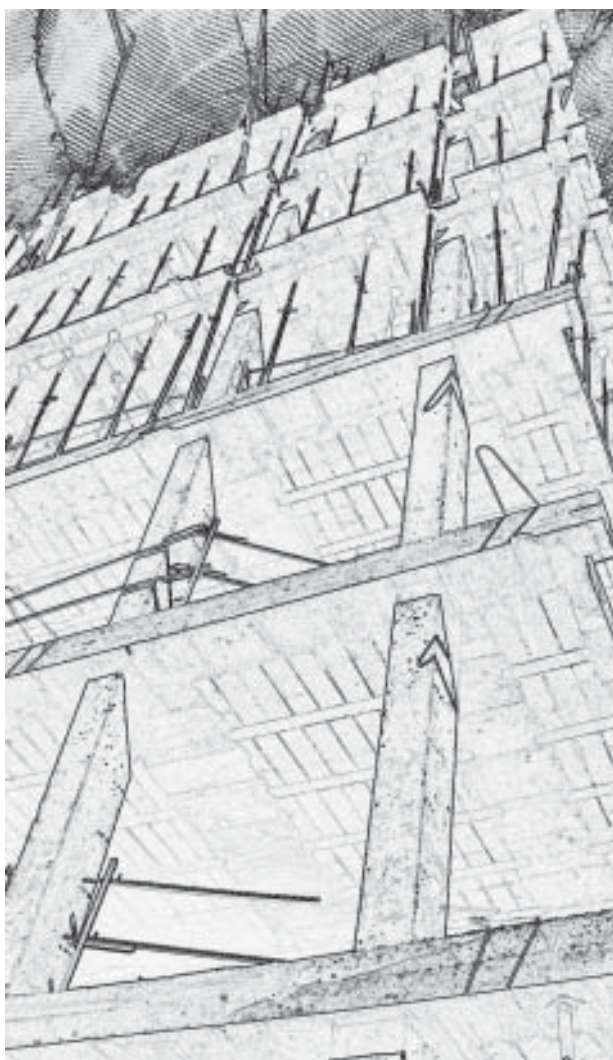
rectamente sobre el soporte de hormigón. **Distribución espacial:** Parte de un módulo básico que se repite, y un módulo especial de escaleras, las posibilidades de agrupación de módulos en configuraciones abiertas, en manzana cerrada, en estrella, son numerosas, ofreciendo una alta opción de flexibilidad. Busca una solución flexible de tabiquería industrializada realizada en hormigón y tabiquería industrializada de cartón-yeso, buscando satisfacer el mercado que demanda una mayor versatilidad. Cada planta de edificación tipo se realiza partiendo de uno o varios moldes de vivienda y molde de escalera, según la disposición adoptada en el proyecto arquitectónico. El sistema de encofrados integrales, dispone de todos los elementos especiales para la manipulación de armaduras, tableros de paneles o forjados, pasarelas de seguridad y puede adaptarse a cualquier configuración arquitectónica. **Ventajas:** El sistema de encofrados integrales está formado por elementos metálicos de rápida ejecución y ajuste preciso, que facilitan la instalación, de una sola vez de toda la obra gruesa, incluyendo las instalaciones. El sistema permite un gran rendimiento en la construcción, dada la velocidad, precisión y uniformidad y por lo tanto una gran calidad final. Prácticamente cualquier arquitectura se puede desarrollar. **Desventajas:** Todavía no se ha aplicado.



Sistema cerrado

Sistema túnel con formaleta Outinord, 416 viviendas, Torres de Monterrey en Bucaramanga, Santander.

Descripción: 416 viviendas plurifamiliares para vivienda de interés social (con poder adquisitivo) construidas por MARVAL S.A. Proyecto construido con el sistema túnel con formaleta Outinord. **Estructura:** El sistema túnel está catalogado como un sistema cerrado. El sistema de encofrado se ensambla con otro módulo conformando una especie de túnel. Posibilitando el vaciado monolítico en la dirección longitudinal del túnel. Los muros transversales se ejecutan posteriormente. Requiere grandes grúas para el izaje de los encofrados. Se basa en el principio de rotación diaria de los encofrados, acelerando el proceso de construcción. Los parqueaderos se construyeron como un sistema transicional, pilares y forjados construidos in situ. El sistema estructural está conformado por muros y placas macizas en concreto reforzado mediante mallas electrosoldadas de alta resistencia, fundidos monolíticamente en sitio. **Distribución espacial:** El proyecto se diseñó con dos pisos de parqueaderos y luego 13 pisos con las viviendas. Las torres están distribuidas linealmente con las fachadas orientadas hacia el espacio público comunal. **Envoltente:** Las fachadas se realizaron en el sistema tradicional, bloque de arcilla (ladrillo) a la vista. **Ventajas:** Compatibilidad con otros elementos constructivos. Reducción de tiempos y costos de construcción al compararse con el sistema tradicional. Buena aceptabilidad de los usuarios al combinar el sistema túnel con el sistema tradicional. Bajos costos por una alta productividad de la mano de obra. Estructura liviana. Buen comportamiento sísmico. Mínimos desperdicios. **Desventajas:** Poca flexibilidad en el diseño de la vivienda. Problemas de acústica entre apartamentos.

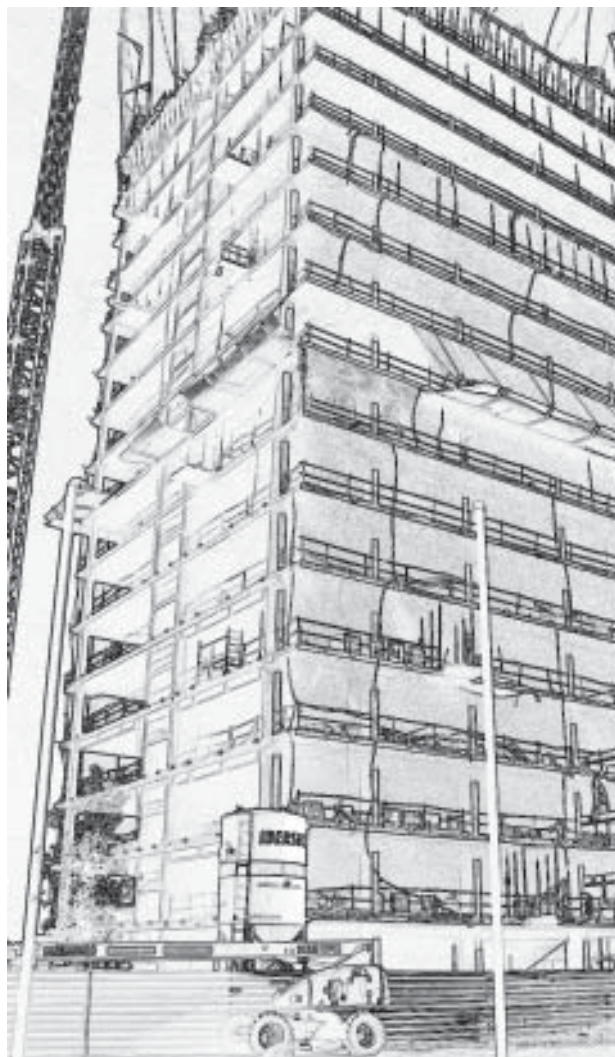


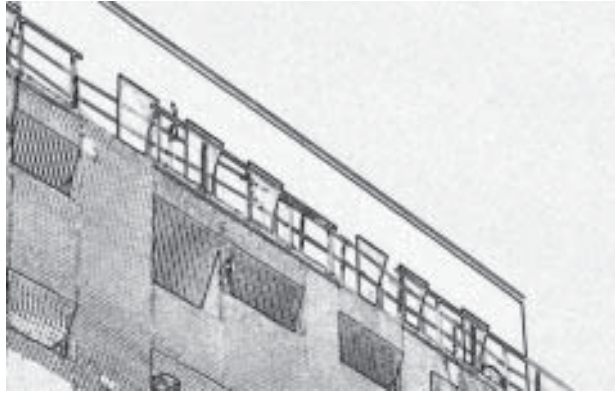
Sistema abierto integral

Prefabricado de estructura, 156 vivienda de protección social en Zabalzana

Descripción: 156 viviendas sociales en el sector 6 "Mariturri" de Zabalzana en Vitoria-Gasteiz. Proyecto que surge tras la I Beca de Investigación VI-SESA sobre Sistemas prefabricados de estructura en edificios de vivienda colectiva con criterios de sostenibilidad, industrialización y estandarización en el campo de las viviendas. Edificio totalmente industrializado. **Estructura:** La singularidad y lo ambicioso del proyecto radica en que se trata de un edificio de gran altura que se propone con un sistema estructural completamente prefabricado. La cimentación y los muros de contención (laterales) de los sótanos se desarrollaron "in situ" por la dificultad del terreno. La estructura de los dos sótanos y los siguientes ocho pisos se compone de: pilares, vigas, losas alveolares, forjados con viguetas pretensadas. Los puntos fijos (escaleras) son módulos prefabricados. **Envoltente:** Paneles de fachada prefabricados de hormigón. **Distribución espacial:** Edificio plurifamiliar de planta baja, ocho pisos tipo y altillo, destinado a albergar viviendas sociales. El programa se completa con locales en planta baja y parqueadero en dos sótanos. El edificio está absolutamente modulado optimizando al máximo luces estructurales, módulos de fachada, disposición y tipologías de cuartos húmedos, con objeto de simplificar y estandarizar el proceso de fabricación reduciendo el número de unidades diferentes. **Ventajas:** El proceso constructivo en obra se simplifica enormemente, favoreciendo la seguridad en las obras, reduciendo tiempos de construcción y alcanzando niveles de calidad muy elevados. El trabajo de investigación y desarrollo del proyecto se completa con el contacto directo con las empresas del sector, con objeto de establecer una toma de datos y analizar la capacidad de respuesta del mercado a este tipo de iniciativa. El salto a la total industrialización exige una estrecha colaboración desde el inicio del proyecto del edificio

entre todos los agentes que intervienen en el proceso constructivo de tal manera que el resultado final redunde en un edificio de gran calidad. **Desventajas:** La dificultad de encontrar empresas que ofrezcan una alta gama de estructuras prefabricadas en hormigón. La poca aceptación del usuario al sistema industrializado. El montaje se dificulta porque no es de fácil acceso el suministro de energía para las grúas. Los componentes prefabricados en hormigón no se pueden acopiar en el predio por la inseguridad.





◆ Colombia

Sistema abierto

Divisiones en módulos prefabricados, Servivienda, vivienda de interés social, Colombia, Ecuador, Honduras, Nicaragua y Perú.

Descripción: Emplea una tecnología de construcción basada en la utilización de módulos prefabricados a escala industrial con equipos convencionales. Los módulos son fabricados con materiales de corriente utilización en diversos medios. Para la fabricación se utiliza una formaleta sencilla, láminas y ángulos. Los elementos complementarios del sistema, pueden ser fabricados en diversos materiales y pueden ser adquiridos con diferentes proveedores según especificaciones determinadas previamente. **Estructura y envoltivo:** Se basa en la prefabricación de elementos de concreto livianos (1 1/4 pulgada de espesor), coordinados modularmente y de fácil manejo. La estructura comprende el ensamble de los módulos de concreto dentro de los perfiles de lámina galvanizada (calibre 26), conformando los cerramientos y distribuciones de la vivienda. Sobre la estructura vertical, se descarga la cubierta o la losa del segundo piso según sea el caso. La cimentación es "in situ", puede ser una retícula de vigas de fundación o con elementos prefabricados, o una losa vaciada sobre el terreno (placa flotante), dejando algunos elementos para las instalaciones complementarias. Con perfiles más largos, cerchas metálicas y plaquetas prefabricadas se pueden construir viviendas de dos pisos. Cada módulo tiene un peso de 70 kg. aproximadamente, no requiere maquinaria pesada. El concreto que se utili-

za debe tener una resistencia mínima de 210 kg/cm. El diseño de mezcla depende de los materiales y de la zona. Los módulos están compuestos por concreto macizo de 3,2 cm de espesor y 1,0 m x 1,0 m (las dimensiones efectivas son de 0,97 m X 0,97 m). La placa de entrepiso es prefabricada con refuerzo de malla electrosoldada, un recubrimiento y unos perfiles metálicos más largos. **Distribución espacial:** Existen mas de 60 modelos arquitectónicos estandarizados. Se puede tener viviendas desde 36 m² hasta 130 m². La vivienda de 36 m² presenta dos habitaciones, una sala, un baño y una cocina. **Ventajas:** Es un sistema constructivo completo porque incluye todos los componentes requeridos. Su producción puede ser realizada en diferentes sitios a la planta piloto, accediendo así a lugares muy apartados, a su vez se disminuyen los costos de transporte y de daños por este mismo. Con la fabricación se utilizan insumos de la zona, así como la mano de obra de la comunidad. La carga que transmite al suelo es mínima, aproximadamente 1 kg/cm², lo que facilita que en viviendas de un solo piso y en zonas de riesgo sísmico bajo, no necesiten elementos de anclaje. Usa elementos prefabricados producidos a escala industrial, permitiendo realizar obras de grandes volúmenes a relativo bajo costo. Ofrece una rapidez constructiva. **Desventajas:** Es un sistema limpio, que reduce los desperdicios y generación de escombros en obra. Con este sistema no se logran acabados de ninguna naturaleza. Hasta el momento este sistema no se encuentra contemplado explícitamente en las Normas colombianas de Diseño y Construcción Sismo Resistente (NSR-98). La falta de control y cuidado pueden generar desperdicios considerables de concreto en planta. Posibilidad de rotura de los módulos de concreto. Baja aceptación por el aspecto rústico terminado. Presenta bajo aislamiento térmico y acústico.

Sistema abierto

S.3c. Sistema de construcción con componentes compatibles, mecano abierto, Dominó 21.



Descripción: El proyecto Dominó 21, es una propuesta pionera de mecano-abierto proyectado para construir viviendas colectivas y flexibles. Realizado durante dos años por un grupo de estudiantes de la ETSAM, con la colaboración de varias empresas. Emplea componentes de catálogo de diferentes marcas, y compatibles entre sí. Definiéndose un posible S.3c (Sistema de Construcción por Componentes Compatibles), encuadrándose dentro de la "industrialización abierta". El objetivo de Dominó 21 es conseguir viviendas colectivas muy adaptables a las necesidades del ocupante, y fáciles de modificar en el tiempo: con alta flexibilidad espacial, además todos los componentes materiales son homologados y garantizados por el fabricante. El reto del proyecto fue armar un edificio completo con sistemas no convencionales a partir de materiales y sistemas constructivos cedidos gratuitamente por empresas, un rompecabezas casi imposible de solucionar. **Estructura:** WISA tableros contrachapados suministró 400 m² de tablero contrachapado de abedul para los forjados de las tres plantas, casi enteras, de WISA-Multifloor. Fueron 86 tableros. Garnica Plywood tableros contrachapados, suministró 110 m² de tablero contrachapado estructural de chopo para el resto del cerramiento de forjados. De Madera, S. L. suministró 40 vigas de madera laminada de 6,5 metros de luz. T & T AGINCO, empresa especializada en uniones metálicas para estructuras de madera, ha tomado parte en el proyecto Dominó 21, resolviendo con su ingeniería y suministro, todos los nudos de unión. PAUL GAUTHIER realizó el montaje de las vigas de madera laminada que conforman las plantas del edificio y sus correspondientes forjados de viguetas TJI. URBANTECA suministró el pavimento de maderas nobles de acceso al edificio y de la terraza superior, permitiendo al arquitecto crear un diseño de fachada o de pavimento único, son piezas totalmente modulares facilitando su montaje. **Envoltente:** Módulos tridimensionales en vidrio. **Distribución espacial:** El volumen incluye 5 viviendas en sus 2 pisos superiores, estandarizadas y distintas. Además, se acondiciona un vestíbulo de exposición y recepción en parte de la planta baja, y un snack-bar en la cubierta transitable. También se reserva una superficie periférica complementaria (jardín, almacenamiento de componente, publicidad, etc.). **Ventajas:** Propone la vivienda como un producto más del mercado de consumo, donde la tecnología permite dar respuesta a la diversa realidad de hoy. El proyecto se logró con la colaboración de la empresa *Flexibilidad espacial*. **Desventajas:** Caso aislado.

Sistema abierto

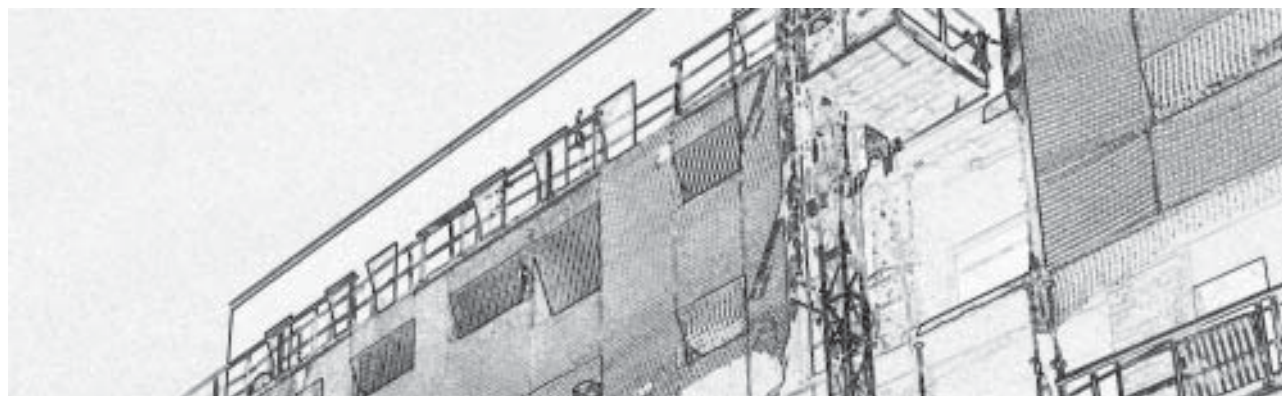
Divisiones en módulos prefabricados, Corpacasa, vivienda de interés social.

Descripción: El sistema fusiona tres elementos: Corpalosa: lámina colaborante para la construcción de entresijos. Perlines estructurales de lámina delgada. Corpatecho: Cubierta estructural.

Estructura: Estructura liviana de vigas y columnas elaboradas en perlines, placas de entresijo construidas con lámina colaborante y una cubierta metálica. Implementa accesorios adosados a las columnas, de tal manera que en obra se encajan las vigas en los accesorios y luego son empernados.

Envolvente: Materiales tradicionales como el ladrillo a la vista o el sistema de paneles. La cubierta de Corpatecho puede ocultarse o no con teja de barro. **Distribución espacial:** Existen diseños para edificaciones hasta de 3 pisos de altura. **Ventajas:** No requiere mano de obra especializada, ni equipos especializados para el izaje y montaje de los elementos. Da libertad en el manejo de los materiales para los muros exteriores y divisorios. El sistema de construcción es industrializado con elementos realizados en fábrica en línea. Lo que favorece el rendimiento en obra. La estructura obtenida por medio del sistema es liviana por lo cual no necesita estructuras de cimentación especial, ni de altas especificaciones. Este sistema de construcción de vivienda es en esencia un sistema estructural,

por lo cual no tiene requerimientos arquitectónicos especiales que limiten el desarrollo de los espacios dentro de la edificación. Corpacero ofrece los elementos cortados a la medida, por lo cual se garantiza el ajuste perfecto de los componentes del sistema. Lo anterior proporciona una obra limpia con un nivel de desperdicio nulo. El sistema no requiere la capacitación de personal para la construcción. **Desventajas:** El comportamiento dúctil de la estructura metálica debe ser manejado con los materiales y elementos de cerramiento a través de dilataciones que permitan el desplazamiento libre de la estructura. La placa de entresijo hace parte integral del sistema estructural de la vivienda. Las edificaciones construidas por este sistema tienen apariencia pesada, debido a la conformación estructural de sus elementos de lámina delgada, por lo cual las columnas pueden quedar por fuera de la superficie de los muros divisorios formando aristas. Para que el sistema de construcción sea competitivo se requieren proyectos con un volumen considerable de viviendas. Los elementos hacen parte integral del sistema. La ausencia de alguno de estos componentes en la construcción disminuye los rendimientos. La inclusión de componentes diferentes o de alternativas arquitectónicas especiales ofrecidas por la flexibilidad del sistema eleva los costos finales de la vivienda. Problemas de acústica entre apartamentos.

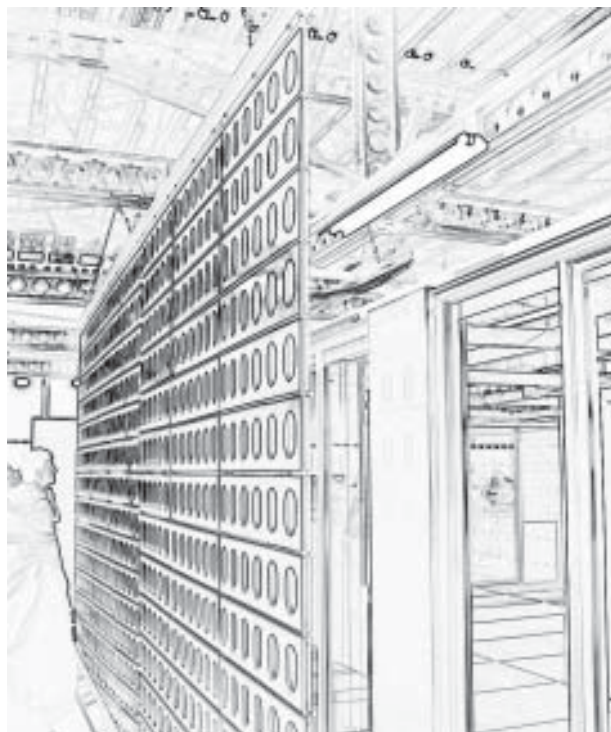
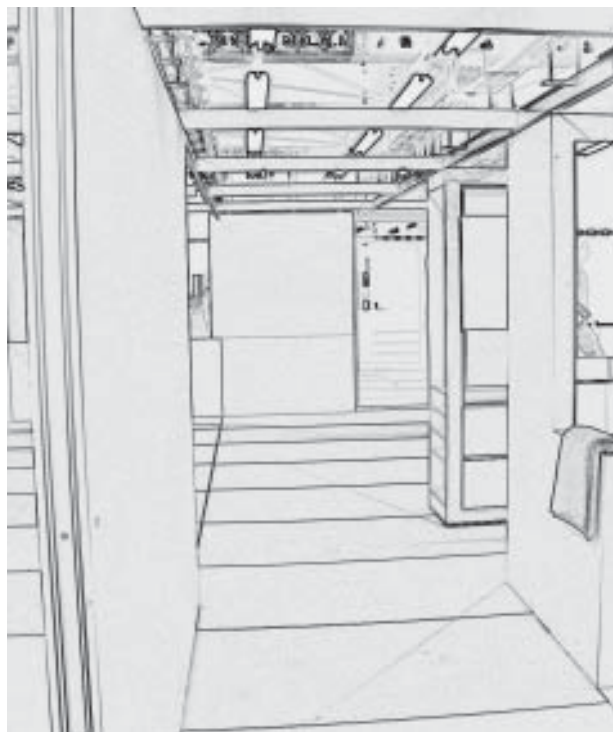


Sistema abierto

S.3c. Sistema de construcción con componentes compatibles, casa Barcelona.

Descripción: El proyecto propone un acercamiento radical a la vivienda básica, a las versiones más sencillas. Cada producto va a intentar ser más adaptable y más próximo a las posibilidades económicas y exigencias del comprador. El proyecto presenta una vivienda constituida por un espacio único en el que un tabique húmedo alimenta un baño y un mueble de cocina. La estructura, las instalaciones y los accesos están dispuestos de manera que son posibles muchas formas de colonización. En la raíz del proyecto se sitúa el concepto de perfectibilidad, entendido como aquella vivienda o elemento constructivo que permite su mejora u evolución por adición, sin tener que desechar ningún elemento existente. **Estructura:** El tabique móvil: la compartimentación aditiva y móvil. La adecuación de la vivienda a los diversos programas familiares y a su evolución exige la propuesta de un ta-

bique fácil de instalar y aún más de mover, que reúna las exigencias acústicas y de acabado que pide la vivienda. Su propuesta satisface plenamente los objetivos e incorpora a su sistema de tabajería móvil un mueble contenedor que amplía las prestaciones de la compartimentación. **Envolvente:** Fachada perfectible *Technal*. Persiana cerámica Lammax. Cemex y Preinco aportan un panel sándwich para formar la hoja intermedia de una fachada ventilada. *Roca Spy Rock* provee una celosía basada en piezas de gres porcelánico perforadas; y un sistema de ensamblaje de piezas de gres. **Distribución espacial:** 80 m² de un espacio único, diseñado para poder evolucionar hacia formas más complejas de ocupación mediante la adición de nuevos productos o componentes a partir de los existentes. Muebles de cocina capaces de formar una cocina mínima que puede ampliarse hasta convertirse en una lujosa cocina familiar. Sanitarios adecuados a los tamaños mínimos del aseo de la vivienda básica. **Ventajas:** Máxima flexibilidad. Sistema que ofrece desarrollo evolutivo del espacio. Utilización de componentes del mercado. **Desventajas:** El costo en los componentes. Caso único.



Conclusiones

En España las empresas están fomentando la investigación en utilización de nuevos hormigones para la prefabricación de componentes compatibles para construir integralmente un edificio, como VISESA en Vitoria-Gasteiz, entidad pública que potencializa la investigación y las nuevas propuestas de utilización del hormigón y siempre buscando espacios agradables que sean aceptados por la comunidad. Porque actual y generalmente, todos concluyen que todavía existe un rechazo al prefabricado en la construcción para viviendas.

De Europa deben valorarse las experiencias, los conceptos y las enseñanzas, de forma crítica y creativa para alcanzar la industrialización de la construcción teniendo en cuenta las condiciones específicas de Latinoamérica.

En Colombia, y en general Latinoamérica, la vivienda ha sido una de las necesidades prioritarias a solucionar, por lo que se han generado una gran variedad de tipologías, de investigaciones, y se ha llegado a definir sistemas de construcción para vivienda de interés social con un grado de industrialización leve, donde la integralidad del sistema no siempre es completa sino parcial y se ha dirigido específicamente a soluciones individuales.

El grado y tipo de industrialización ha llevado más la línea de los sistemas de cimentación elaborados "in situ" a través de la losa maciza y/o con vigas de cimentación; y los de prefabricación, en algunos sectores de vivienda colectiva de mayor envergadura, han desarrollado y logrado los sistemas de superestructura desde los artesanales (mampostería y pórticos), los híbridos (los más utilizados) y finalmente las grandes constructoras, están imponiendo en los últimos años, los industrializados desde prefabricados (grandes paneles) y la industrializada "in situ" (túnel, outinord).

En Colombia, la construcción de edificaciones para VIS (vivienda de interés social) se divide en un sistema de construcción independiente que se desarrolla para la cimentación y otro sistema de construcción para la estructura y la envolvente del edificio.

Algo que se destaca del estudio de casos, es que en España la construcción industrializada es apoyada por un gran número de empresas dedicadas a la producción de los elementos que requiere; mientras que en Colombia, son muy pocas las empresas dedicadas a cubrir las necesidades de este sector de la construcción.

Recomendaciones

Las políticas nacionales deben enfocarse hacia el apoyo, tanto de las empresas como de los centros de investigación, para realizar proyectos que trasciendan la vivienda mínima a la vivienda múltiple; no se puede continuar con el concepto de la vivienda, en pleno siglo XXI, como un lugar digno para vivir, sino debe lograr conceptualizarse como un lugar estimulante para proyectar al individuo, combinando residencia, producción y ocio.

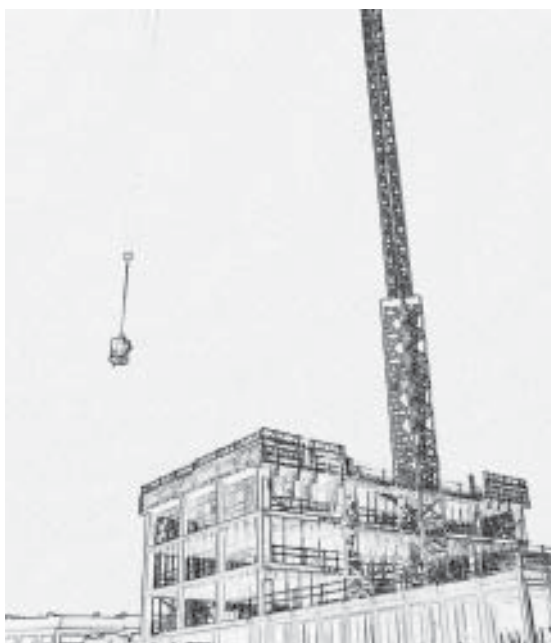
También debe enfocarse el plantear nuevos espacios o nuevos modelos que engloben diversas escalas, como serían las de la propia vivienda, las de la urbanización del colectivo y las de la ciudad. Entendiéndolo como un todo que busca extenderse a las propias estructuras urbanas como un desarrollo propio e innovador que favorezca a la ciudad, a un todo.

La evolución de la arquitectura siempre ha buscado que las edificaciones sean más livianas, más claras, libres, artísticas y a su vez satisfagan una necesidad espacial, exigiendo condiciones de economía y tiempo de la producción de elementos constructivos, convirtiéndose en un producto industrializado y dejando de ser un proceso de industrialización.

Así, como se identificó que en Colombia se han desarrollado bastantes experiencias a los largo de las tres últimas décadas, las cuales han solucionado en algunas partes la necesidad prioritaria de la vivienda; se recomienda iniciar procesos de creación de redes de transferencia de conocimientos y experiencias del Sur para el Sur. El siguiente paso, podría considerarse, sería lograr focalizar y encauzar los esfuerzos, a través de esta red, para iniciar un avance en los sistemas de construcción industrializada para vivienda de protección social en la urbe y densificada en edificaciones con mayor altura.

La solución inicial requiere que la voluntad política de los gobiernos se enfoque hacia la ciudad como "un potencial sinérgico indispensable para el progreso"; hacia la investigación de nuevas tecnologías, materiales y conocimientos teóricos prácticos suficientes; y hacia la industrialización de la construcción y los materiales.

En Colombia la vivienda se entiende como un proceso, en contraposición de Europa, un producto. Convirtiéndose en el principal aspecto diferenciador de cómo enfrentarse al problema de la vivienda, además, Colombia presenta una fuerte influencia de tecnologías importadas o copiadas de Europa que afectan y distorsionan los procesos y modelos reales, ya que no han sufrido un análisis y un diagnóstico de la aplicabilidad, la aceptabilidad y de la efectividad de éstas.



Referencias

- ◆ Araujo, R. (1995) Hormigón Prefabricado y Construcción en Altura. En: *Revista Tectónica 5 Prefabricado. Hormigón II*. España: 1995. Págs. 4-13.
- ◆ Reyes, J. M. (1985) S3C, Prototipos de Vivienda Construidos por componente Compatibles. En: *Revista Informes de la Construcción. IETcc*. Vol. 37, No. 373. Agosto-Septiembre, 1985. Madrid, España. Págs. 5 a 25.
- ◆ CEMCO XVI, Curso de Estudios Mayores de la Construcción. *Nuevas Tendencias de la Construcción: El enfoque por objetivos y prestaciones*". Seminario S4 2004. IETcc-CSIC. Fernández, M. *Diseño de hormigones con características especiales, presente y futuro*. Catedrático ETSI Universidad Politécnica de Madrid.
- ◆ CEMCO XVII. (2007) Seminario S4, *Industrialización y prefabricación de elementos estructurales de hormigón*. 5, 6, 7 de marzo.
- ◆ CEMCO XVII. (2007) Seminario S5, *Hormigones estructurales especiales*. 12, 13, 14 de marzo.
- ◆ CEMCO XVII. (2007) Jornada J4. *Tecnologías, materiales y soluciones latinoamericanas frente al problema de la vivienda y la habitabilidad básica*. 10 y 11 de mayo.
- ◆ CICCIP. (2004) *Recomendaciones para el Proyecto, Ejecución y Montaje de Elementos Prefabricados*. Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos - Asociación Científico-Técnica del Hormigón Estructural. Madrid. Serie Estructuras y Edificación E-10.
- ◆ *Constitución Política de Colombia* (1991). Políticas nacionales que buscan satisfacer las necesidades básicas insatisfechas.
- ◆ Del Águila, A. (2006) *La Industrialización de la Edificación de Viviendas*. Tomo I: Sistemas. Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid - ETSAM. Madrid, España.
- ◆ Del Águila, A. (2006) *La Industrialización de la Edificación de viviendas*. Tomo II: Componentes. Ed. Mairea libros. Escuela Técnica Superior de Arquitectura. Madrid, España.
- ◆ De las Casas, M. (1995) *Viviendas de Protección Oficial en Alcobendas*. En: *Revista Tectónica 5 Prefabricado. Hormigón II*. Págs. 22-33.
- ◆ González, J. M., J. I. de Llorens & O. Pons. (2003) *Construir amb prefabricats de formigó 2003*. Departament de Construccions Arquitectòniques I. ETSAB. UPC.
- ◆ Grinda, E. (1995) *El Hormigón Armado*. En: *Tectónica 3 "in situ". Hormigón I*. España. Págs. 4-13.
- ◆ Jurado, E. J., (1995), La Historia de Aquí. En: *Tectónica 5 prefabricado. Hormigón II*. España. Págs. 14-21.
- ◆ MAVDT-UN-HABITAT-FIRST INITIATIVE-UANDES. *La Financiación de la Vivienda y el Hábitat: una Estrategia contra la Pobreza*. Bogotá: Noviembre de 2006.

Vivienda de Interés Social: Inventario de sistemas constructivos. Universidad de los Andes; Alcaldía Mayor; Metrovivienda empresa industrial y comercial del Distrito Capital. Bogotá: Uniandes, 2000. - 286 p. Conferencias del curso de Especialización en Cooperación para el Desarrollo del Tercer y Cuarto Mundo de la ETSAM. Ier semestre de 2007.

◆ Paricio, I. (1995) *El Hueco en la Fachada*. Tectónica 4 El Hueco España: . Págs. 4-21.

◆ Patón, V. (1995) *Una Historia Superficial*. En: Tectónica 1 Fachadas ligeras, Envoltentes I. España. Págs. 4 - 9.

◆ Pérez Arnal, I., (1995), *Encofrados, Moldes y Acabados*. Tectónica 3 "in situ". Hormigón I. España. Págs. 14-31.

◆ Quintanás, C., (1995), *Cerramientos Pesados*. Tectónica 2 Cerramientos pesados - Envoltentes II. España: 1995. Págs. 12-27.

◆ Rodríguez, J. et all. (1995), *La Imposible levedad del Muro*. Tectónica 1 Fachadas ligeras: Envoltentes I. España: 1995. Págs. 10-21.

◆ Salas, J. *Mejora de Barrios Precarios en Latinoamérica. Tecnologías para Vivienda de Interés Social 6*. (2005) Ed. Escala. Bogotá, Colombia.

◆ Salas, J., Oteiza, I., & Colavidas, F. Compiladores. (2006) *Hacia una Manualística Universal de Habitabilidad Básica*. Catálogo de 223 fichas de componentes, servicios e instalaciones de muy bajo coste. Universidad Politécnica de Madrid, Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid. Madrid. España.

◆ Salas, J. (1982) Curso Monográfico sobre: *Aspectos Prácticos de la Industrialización de la Construcción a Base de Elementos de Hormigón*. Universidad Metropolitana de Caracas (Venezuela), IETcc - CSIC. Madrid, España.

◆ Salas, J. (2000) *La Industrialización Posible de la Vivienda Latinoamericana. Tecnologías para Vivienda de Interés Social 5*. Ed. Escala. Bogotá.

◆ Seco, E. (1995) *La Unión en Arquitectura*. Tectónica 7 Junta seca. Dossier Construcción 1. España. Págs. 4-19.

◆ <http://www.metrovivienda.gov.co>

◆ <http://www.dnp.gov.co>

◆ <http://www.icpc.org.co>

◆ <http://www.camacol.gov.co>