

PREFABRICADOS DE HORMIGÓN
ANÁLISIS DE SISTEMAS APLICADOS A VIVIENDA

DOCENTE TUTOR ABEL MIÑOS
ESTUDIANTES VIVIANA PERDOMO | FABIANA RUOCCO



UNIVERSIDAD
DE LA REPÚBLICA
URUGUAY

Facultad de Arquitectura
Montevideo, 2015.

TABLA DE CONTENIDOS

Introducción	pág 03
Alcance	pág 03
Objetivos Generales y Particulares	pág 04
Metodología	pág 04
Marco Teórico	pág 05
Una definición	pág 05
Conceptos relacionados	pág 05
Clasificación	pág 06
Una recorrida en el tiempo	pág 08
La prefabricación en la construcción de vivienda	pág 10
Estudio de Casos	pág 11
Caso I. Cooperativa de Viviendas Covicordon	pág 12
Caso II. Proyecto Mburucuyá	pág 18
Caso III. Vivienda en Carrasco	pág 24
Una perspectiva diferente. La opinión de un referente del mercado local	pág 31
Entrevista al Arquitecto Cecilio Amarillo	pág 33
Conclusiones	pág 36
Bibliografía	pág 37

INTRODUCCIÓN

En la actualidad en Uruguay los sistemas constructivos más utilizados son los sistemas tradicionales, donde se utilizan técnicas artesanales elaboradas “in situ”. La cultura del prefabricado en nuestro país no es precisamente la más fuerte en el rubro de la construcción.

Si bien se reconoce un incremento, dentro de las últimas décadas en la utilización de estos sistemas, la distancia frente a países más desarrollados sigue siendo de significativa importancia.

Es claro que en estos países, los prefabricados utilizados refieren a estructuras livianas, de producción masiva. Estructuras que son aprobadas una y otra vez por una sociedad determinada. Estructuras que en realidad, hace ya muchos años, están instaladas en un imaginario colectivo.

En el ámbito local, es en vivienda social donde se han desarrollado sistemas constructivos no tradicionales, promovidos en parte por el Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente, *MVOTMA*, mientras que en el sector privado la elaboración y aplicación de estas soluciones para vivienda, ha sido invalidada por la inexistencia de un mercado demandante, que vuelva rentable esta alternativa.

Este hecho sumado a una fuerte tradición de construcción pesada, genera cierta incertidumbre o descontento a priori, respecto a los sistemas de construcción prefabricados.

El término prefabricado, continúa teniendo en algunos lugares, aunque cada vez en menor grado, una connotación despectiva, lo cual adelantaba el diseñador e ingeniero autodidacta Jean Prouvé, cuando decía que, *“...lo que se califica como prefabricado acaba asimilándose a edificio provisional. No obstante, la prefabricación conlleva, en la mayoría de los casos, un aumento en la calidad del producto, una reducción de desechos y un incremento en el grado de perfeccionamiento y seguridad de obra.”*[1]

ALCANCE

La opción del prefabricado como sistema aplicado a vivienda, es lo que nos lleva a reflexionar, el contenido que este trabajo presenta.

Expondremos entonces diferentes tecnologías, investigaremos acerca de la realidad de estas técnicas en nuestro país, su aplicabilidad, aceptación y desarrollo en el tiempo.

Nos interesa conocer las ventajas y desventajas de los sistemas estudiados, para formar un criterio propio de los métodos en cuestión.

[1] Peters, N. y Gössel, P. Prouvé. Colonia: Taschen, 2013. 96 p.

OBJETIVOS GENERALES

El presente es un trabajo de investigación, requisito curricular del Plan 2002 de la Facultad de Arquitectura, Universidad de la República. Tiene como objeto de estudio, *los sistemas constructivos prefabricados que incluyen hormigón*, en particular algunos de los tantos aplicados a vivienda.

El objetivo de este trabajo es generar conocimiento y aportar en la medida de lo posible, a un marco teórico existente desde donde se describe y evalúa el concepto de prefabricado, sus implicancias y los diferentes sistemas existentes.

La solución de prefabricado en Hormigón Armado ya existe en nuestro medio y es muy utilizada en construcciones destinadas al área industrial, lo que aquí nos interesa es su aplicación en proyectos a escala doméstica.

OBJETIVOS PARTICULARES

- Determinar un resultado a partir del análisis comparativo entre diferentes soluciones de prefabricado. Evaluar costos, procesos, actores y resultados de los mismos, sin intentar prefijar ninguno de los sistemas presentados como superior o preferible. Nos enfocaremos específicamente en el estudio de algunas tecnologías, con el fin de lograr conocer sus puntos fuertes y debilidades y a partir de allí intentaremos desarrollar conclusiones.
- Conocer condicionantes del prefabricado en el proceso proyectual. Revelar qué grado de flexibilidad y/o personalización se puede lograr en el diseño. Desarrollar el concepto de *customize* aplicado en arquitectura.
- Entender cuál es la posición del prefabricado en el mercado nacional. Aproximarnos a las empresas que desarrollan estos sistemas, para visualizar facilidades o dificultades que allí se presentan.

METODOLOGÍA

La metodología aplicada a esta investigación, se organizará bajo diferentes lineamientos:

- Uno primero enfocado al **estudio bibliográfico**, que nos permita una aproximación al tema. Conocer el desarrollo y la valoración que han adquirido algunos de estos sistemas en el tiempo.
- Uno segundo, que refiere al **estudio de casos**. Supone, la **recopilación de documentos**, tanto gráficos como escritos, que permitan comprender el sistema en cuestión. El estudio de cada caso, incluye la formulación de **entrevistas** a los responsables de los diferentes proyectos.
- Uno último que resulta del **análisis comparativo**, a partir de la evaluación de los sistemas estudiados. Valorando ventajas y desventajas entre los diferentes métodos de prefabricación.

MARCO TEÓRICO

En el presente capítulo desarrollaremos parte de los objetivos antes planteados. Un primer acercamiento que intenta describir y evaluar el concepto, relacionarlo con otros y clasificarlo. Consideraciones básicas y fundamentales para conocer el objeto de estudio y continuar con el lineamiento establecido en páginas anteriores.

UNA DEFINICIÓN.

“Se conoce como construcción industrializada al sistema constructivo basado en el diseño de producción mecanizado, de componentes y subsistemas elaborados en serie que, tras una fase de montaje, conforman todo o una parte de un edificio o construcción.

En un edificio prefabricado, las operaciones en la obra son esencialmente de montaje y no de elaboración”. [2]

La prefabricación como solución, puede no significar la totalidad del edificio, es decir puede tratarse de uno o varios elementos que sí lo sean, pero no necesariamente debe ser aplicada a todo el proyecto. Como veremos a continuación, el grado de prefabricación es efectivamente, uno entre los tantos parámetros, del que nos valemos para clasificar el sistema en cuestión.

CONCEPTOS RELACIONADOS.

Prefabricación e industrialización son conceptos diferentes que, cuando aplican a la arquitectura, se vuelven correlativos. La prefabricación para lograr sus propósitos basa su desarrollo en procesos de tipo industrial (obteniendo buenos acabados, dimensiones exactas, dentro de otros requerimientos); mientras que la industrialización es el enfoque del proceso de manufactura masiva a través del cual por el uso de tecnología se obtiene eficiencia y calidad del producto. Tanto es así que prefabricación e industrialización juegan en el mismo campo y enfocan a un objetivo en común: *reducir los tiempos de producción*.

La diferencia entre ambos, radica en que la prefabricación supone la elaboración de elementos de construcción fuera de su destino definitivo, tratándose de elementos que en la construcción tradicional se realizarían “in situ”. Mientras que, la industrialización, refiere a la utilización de tecnologías que sustituyen la habilidad del artesano por la de una máquina.

Como condiciones necesarias para que el fenómeno de *prefabricación – industrialización* se vuelva viable, podemos reconocer básicamente tres factores: innovación tecnológica, capitales de inversión y un mercado estable y continuo. Parecería evidente suponer que ambos conceptos necesitan del otro para su existencia.

[2] García Marquina, E. Estado del conocimiento teórico. En: Estudio-diagnóstico sobre las posibilidades del desarrollo de una edificación residencial industrializada dirigida a satisfacer las necesidades de vivienda pública y muy especialmente en alquiler en la Comunidad Autónoma del País Vasco. 2013.
Disponibile en: https://www.euskadi.eus/r41-18971/es/contenidos/informacion/industrializacion/es_industri/industrializacion.html. Fecha de consulta: 27/07/2015

Existe otro concepto que nos interesa desarrollar, que a diferencia de la industrialización (término que podemos vincular desde el origen con el prefabricado) se reconoce más como de tipo contemporáneo. El concepto *customize*, ha sido desarrollado por diferentes autores en este último tiempo.

“Customizar” es un verbo que no forma parte del diccionario de la Real Academia Española RAE pero que, sin embargo, tiene un uso bastante frecuente en nuestra lengua. Se trata justamente de la adaptación del término inglés *customize*, que refiere a modificar o construir de acuerdo a las especificaciones o las preferencias individuales.

Este concepto se vuelve casi necesario, luego de comprender el proceso por el cual el concepto de prefabricación y estandarización han transcurrido.

“La rígida estandarización de los proyectos habitacionales enfocados a grupos económicos medios... su construcción masiva en base a su alta demanda y la ausencia del arquitecto en su relación directa con el mandante, ya no se construye para un alguien específico: el cliente ha sido estandarizado.”[3]

Debido a la necesidad de viviendas en forma masiva en el período posterior a la Segunda Guerra Mundial se recurre durante décadas a la estandarización de las mismas, obteniendo un producto de similares características en cuanto al diseño, a tipologías, así como también a los materiales y tecnologías que se aplicaban.

En la prefabricación tal como hemos definido con anterioridad, es necesario que exista una cierta cantidad de elementos de producción en serie, masiva. Este hecho conlleva a que la estandarización se vuelva protagonista y la personalización sea considerablemente menor.

Nos interesa en este trabajo, reconocer si éste concepto aplica en las diferentes soluciones estudiadas. En caso de suceder, nos enfocaremos en visualizar las maneras mediante las que lo logra.

De ante mano reconocemos que la singularidad de los diseños, la individualización y la heterogeneidad de los consumidores, no fueron hasta ahora cuestiones que se vincularan o intentaran vincular con las tecnologías prefabricadas.

PREFABRICADOS DE HORMIGÓN. CLASIFICACIÓN.

Bajo los lineamientos planteados con anterioridad, nuestro enfoque estará dirigido específicamente a la prefabricación de elementos constructivos, que suponen la utilización total o parcial de hormigón armado. Es por esto, que el único parámetro que no tendremos en cuenta para describir una clasificación, será el que supone una distinción por materialidad.

[3] Aguayo González, Constanza. Personalización: la flexibilidad habitacional como respuesta arquitectónica : y su aplicación en vivienda colectiva de clase media en la comuna de San Miguel. Santiago de Chile: Facultad de Arquitectura y Urbanismo, 2012.

Disponible en: <http://repositorio.uchile.cl/handle/2250/112679?show=full>.

Fecha de consulta: 01/10/2015

Son muchos los autores que han desarrollado una clasificación de los elementos prefabricados, por lo general compartiendo el mismo criterio. Nos basaremos en la clasificación propuesta por el Arquitecto Esteban García Marquina en su documento “Estudio-diagnóstico sobre las posibilidades del desarrollo de una edificación residencial industrializada dirigida a satisfacer las necesidades de vivienda pública”. Esta categorización varía de acuerdo al aspecto que se considere, obteniendo el siguiente cuadro:

Según grado de prefabricación:

- Parcial: cuando se resuelve mediante el prefabricado parte del conjunto edificatorio (estructuras, cerramientos, instalaciones, etc).
- Integral: cuando se incorpora una tecnología de prefabricado en la totalidad del proceso constructivo, coincide con los sistemas cerrados que veremos a continuación.

Según apertura del sistema:

- Cerrado: se conciben el conjunto de las partes fundamentales de una obra. La misma queda prácticamente finalizada cuando estos se unen en sitio. Los elementos se fabrican conforme a especificaciones internas del propio sistema, siendo así incompatibles con otros tipos de sistemas.
- Abierto: cuando se produce/n parte/s de la obra. Que el sistema sea abierto, significa que se combinará con otro u otros sistemas, sean estos prefabricados o no, que los elementos tengan la misma procedencia o no, que permita un encargo particular, entre otras flexibilidades.

Según proceso de producción:

- A pie de obra.
- En planta móvil: planta que avanza a medida que avanza la obra.
- En planta fija: fuera de la obra, se han de trasladar luego los elementos prefabricados.

Según el peso de los elementos:

- Liviano: cuando puede ser levantado por hasta cuatro operarios manualmente, carga máxima que establece el límite: 200 kg.
- Pesado: las piezas deben ser manipuladas exclusivamente con apoyo mecánico.

Según forma y geometría:

- Lineales: vigas, pilares.
- Superficiales: losas.
- Volumétricas: dados

Desde otra perspectiva podemos señalar lo mencionado por algunos autores hace más de cuatro décadas, donde se establecía que “...el grado de prefabricación de un edificio, se puede valorar según la cantidad de elementos rechazables generados en la obra; cuanta mayor cantidad de residuos, menor índice de prefabricación presenta la construcción.”[4]

[4] Bertoni, G. Innovación en la prefabricación liviana en cemento. Aportes para su incorporación al diseño del hábitat contemporáneo. Santa Fe, 2013.

Disponible en:

http://www.academia.edu/5833226/Innovaci%C3%B3n_en_la_prefabricaci%C3%B3n_liviana_en_cemento._Aportes_para_su_incorporaci%C3%B3n_en_la_construcci%C3%B3n_del_h%C3%A1bitat

Fecha de consulta: 24/06/2015

UNA RECORRIDA EN EL TIEMPO.

Al realizar una recorrida a lo largo de la historia podemos encontrar distintos referentes de prefabricación debido al propósito de la sociedad de optimizar la eficiencia de los procesos productivos.

La aparición masiva de estos sistemas, recibe su gran impulso hace ya más de un siglo, debido a la alta necesidad de construir vivienda de forma numerosa, barata y rápida. Estas necesidades fueron originadas por las guerras, las migraciones y por la expansión de las ciudades durante mediados del siglo XIX.

Es así, que durante más de dos décadas, la prefabricación cimentada en sistemas de diseño cerrados, cuyos elementos característicos eran grandes paneles de hormigón, se fue desarrollando en Europa, especialmente en países como Noruega, Finlandia entre otros.

Las principales características que definen este sistema de construcción industrializada fueron las siguientes:

- Era imprescindible que existiera un determinado número mínimo de viviendas agrupadas para la utilización de sistemas prefabricados.
- Los proyectos debían ser lo más estandarizados posibles para evitar la variación de elementos.
- Se construían bloques de tipología lineal, de grandes fachadas, con el pretexto de evitar el cambio de las vías para las grúas-torre de montaje.
- Se dejaban luces mínimas de losas, para cumplir con los gálibos de transporte que condicionaron las medidas máximas del tamaño de las habitaciones..
- Se generaban plantas no flexibles debido a que la tabiquería también la conforman paneles portantes de hormigón en las tipologías estructurales cruzadas..

La industrialización se implantaba frente al proyectista como un instrumento económico de construcción, y el sistema constructivo como incompatible con la arquitectura. El hecho de tratar de modificar la manera de ejecutar los procesos, se asimilaba según los técnicos responsables de la época, a anular su competitividad.

Más allá de éstos y otros inconvenientes, arquitectos e ingenieros actuaron dominando las técnicas de los sistemas y los mismos mejoraron notoriamente.

“A partir de 1970, en los países de la Unión Europea, la demanda de viviendas en edificios en altura disminuyó, siendo sustituida por la edificación de viviendas unifamiliares de mayor calidad.” [5]

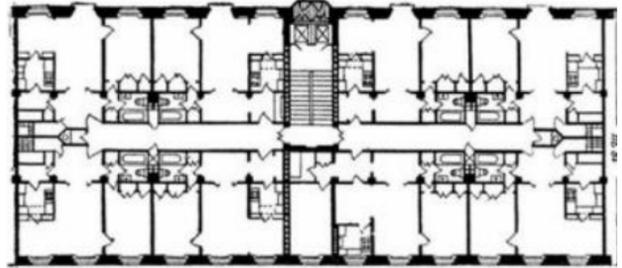
[5] Escrig Pérez, C. Evolución de los sistemas de construcción industrializados a base de Elementos Prefabricados de Hormigón. Barcelona: Universidad Politecnica de Catalunya. 7 p.

Disponible en:

<https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/8398/Evoluci%20n%20de%20los%20sistemas%20de%20construcci%20n%20industrializados%20a%20base%20de%20elementos%20prefabricados%20de%20hormig%20n.pdf?sequence=1>

Fecha de consulta: 06/07/2015

A continuación podemos ver [Figura 01] cómo se resolvía la gran demanda de viviendas con sistemas cerrados de prefabricación.



[Figura 01] Edificio Bolshaya Kaluzhskaya, Moscú. Construcción industrializada basada en diseños cerrados. Distribución en planta.

La prefabricación basada en sistemas cerrados de viviendas intentó evolucionar, buscando una producción con mayor variedad y flexibilidad. Este hecho dio lugar más tarde a los sistemas de prefabricación abierto, como vemos más adelante. [Figura 02]

Años después la construcción industrializada con sistemas cerrados de diseño quedó en desuso. La mayoría de las construcciones que habían utilizado este sistema fueron abandonados y demolidos.

La evolución que ha sufrido esta técnica a lo largo de todo un siglo, hace posible que en la actualidad, encontremos una extensa gama de posibilidades en las formas y tamaños de los elementos que se quieran construir, que de acuerdo a su finalidad pueden ser de hormigón armado o simple.

Es importante destacar el aporte que ha significado el fabricar este tipo de elementos, ya que ha permitido incorporar y desarrollar las técnicas de hormigón pretensado y postensado. Estas tecnologías se traducen en la posibilidad de salvar grandes luces con fiabilidad.



[Figura 02] Conjunto de Edificios "La Grande Borne", Paris. Construcción Industrializada. Inicio de la Prefabricación con Diseño Abierto.

LA PREFABRICACIÓN EN LA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDA.

La industrialización ha evolucionado mucho en los procesos de fabricación de componentes y materiales para la construcción.

Muchos de estos materiales innovadores que actualmente se aplican en la construcción de edificios, provienen de la investigación aeroespacial y militar, puesto que una vez “amortizadas” estas investigaciones, se buscan campos de aplicación en la industria.

Es quizá en el mundo de la construcción donde esta aplicación resulta más difícil, sobre todo debido a dos características del proceso constructivo:

1. El objeto arquitectónico es difícilmente estandarizado, tanto por su fundamento creativo como por ser un objeto que se debe adaptar a situaciones muy diversas y a veces poco previsibles.
2. A diferencia de lo que sucede en una fábrica, en el proceso de montaje difícilmente se puede controlar aspectos como las inclemencias del tiempo y sobre todo la calificación de los operarios. [6]

Ante este panorama, expondremos el estudio de algunos casos locales, que aplican a vivienda, una tecnología de construcción basada en un sistema prefabricado de hormigón, como cometido de nuestra investigación. Las escalas de los proyectos son diferentes, así como también los lineamientos de trabajo que ellos presentan.

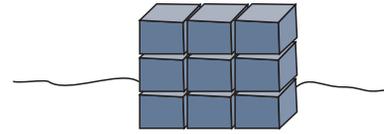
Los dos primeros casos refieren a necesidades de vivienda social en conjuntos, aquí los proyectos utilizan como es habitual tipologías que se repiten. En busca de tales objetivos, se construye la mayor cantidad de viviendas cuidando la relación costo-calidad, así como también aprovechando eficientemente los tiempos de obra. El tercer caso, por el contrario, trata de un cliente particular y que por consiguiente los recursos, las exigencias y los resultados (como veremos más adelante) son diferentes.

A continuación desarrollamos los tres casos mediante entrevistas con personas vinculadas a cada uno de los proyectos, que nos describen los procedimientos y tecnologías que se utilizaron.

[6] Alpuin S. et al. “Sistema de Prefabricación Pesada (H.A.)”. Montevideo: Facultad de Arquitectura Udelar, 2011. 26p.

ESTUDIO DE CASOS

CASO I



MODELO: Cooperativa de Vivienda.

TECNOLOGÍA APLICADA: Losas pretensadas.

ALCANCE: Sistema aplicado parcialmente, se combina con solución tradicional.



[Figura 03] Planta de Ubicación

Una aproximación al proyecto. Vínculo contratista-subcontrato.

El emprendimiento comienza a generarse en el año 2000, quedando escriturado el préstamo en 2011. En este período el proyecto sufre diversas modificaciones, tanto por normativa, como por alteraciones que salen del alcance de la cooperativa.

Cuando se resuelve una solución en prefabricado, la dependencia hacia el subcontrato que lo realizará, se vuelve mucho más significativa en comparación con el método tradicional. Esta dependencia refiere, no solo a los tiempos, es decir al cumplimiento en fecha con lo pactado, sino también al proyecto. La formulación del proyecto comienza a depender de la oferta que exista en el mercado por parte de nuestro subcontrato.

Entrevista con la Arquitecta Elbia Palomeque.

El primer caso que se analiza es el proyecto originado para la Cooperativa de Viviendas COVICORDON, ubicado con la fachada principal frente a la Avda. Gonzalo Ramírez esquina Carlos de Viana. Se trata de 58 viviendas a construirse según el régimen de ayuda mutua, bajo la supervisión y asesoramiento del Instituto de Asistencia Técnica (IAT) Cedas.

¿Cómo se fundamenta la aplicación de un sistema prefabricado de concreto en la construcción de vivienda colectiva?

Según lo manifestado por la Arquitecta varios son los motivos que hacen a la solución del prefabricado una opción más que óptima, para desarrollar en programas de vivienda social y colectiva.

Reconoce como importantes ventajas, la garantía por parte del subcontrato de lograr elementos estructurales de alta **calidad**, en comparación con lo que resultaría trabajar con mano de obra benévola.

Elbia remarcó el hecho de que, a diferencia de años anteriores, la situación de empleo ha mejorado, disponiendo de menos tiempo por parte de los futuros usuarios para la construcción de vivienda. Es por ello que una **solución rápida** como la del prefabricado, más que apropiada es la indicada y la que debería aplicarse en Cooperativas de Viviendas.

Esto último significó un constante enfrentamiento, previo a la ejecución de obra, con la Federación Uruguaya de Cooperativas de Vivienda por Ayuda Mutua (FUCVAM), en donde existe una línea de pensamiento muy diferente.

Además de la virtud que significa en tiempo, la arquitecta, aseguró que elegir esta opción como solución de proyecto, **disminuye los riesgos** de trabajos en altura, ya que se trata de un edificio de varios pisos y permite la **minoración de elementos estructurales**, ya que a mayores luces, menor cantidad de pilares y vigas deberán proyectarse.

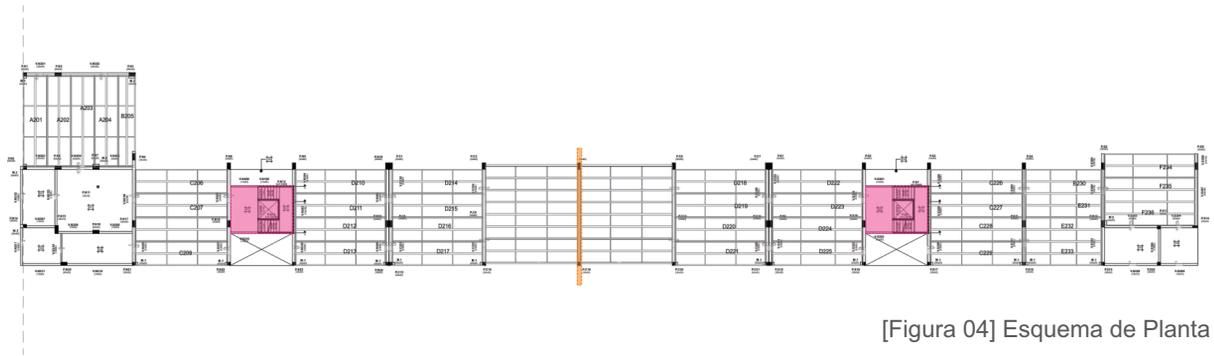
¿Cómo se podría definir el sistema aplicado en esta propuesta?

Las losas fabricadas por el subcontrato, pueden tener un ancho variable, llegando a un máximo de 2.5 metros y un largo tope de 12 metros. En comparación con otras empresas, se podría establecer que casi no existieron limitaciones de diseño, ya que contar con losas de ancho variable, significó una ventaja sustancial a la hora de proyectar el edificio.

La estructura del mismo se resuelve entonces, a partir de la **combinación de dos sistemas**:

- A. Hormigón Armado elaborado en sitio.
- B. Hormigón Prefabricado Pretensado.

En un principio, el proyecto define que todos los elementos estructurales de desarrollo lineal -pilares y vigas- se realizarán bajo el método tradicional. Mientras que, los elementos estructurales de desarrollo superficial -losas- serán prefabricados.



[Figura 04] Esquema de Planta

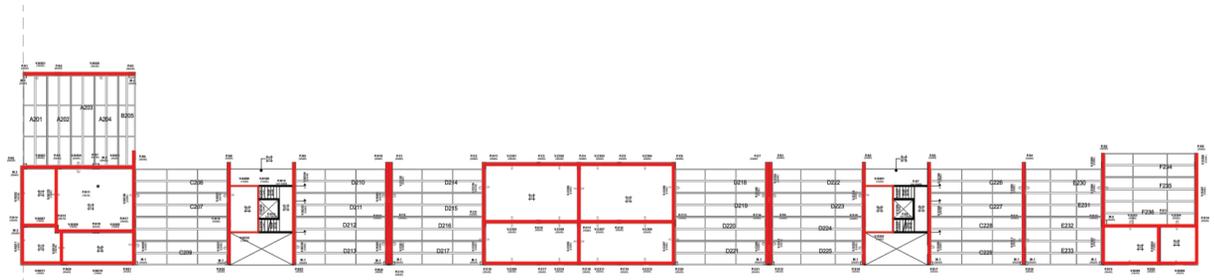
Esta solución se hace posible a partir de la determinación de una única junta de dilatación y trabajo, ubicada en sentido transversal al medio del edificio (línea naranja). Al existir una única junta, el edificio queda fraccionado en dos zonas.

Cada una de estas zonas está vinculada al suelo mediante un núcleo duro de circulaciones. Esta circulación vertical impide los desplazamientos en horizontal de la masa edilicia.

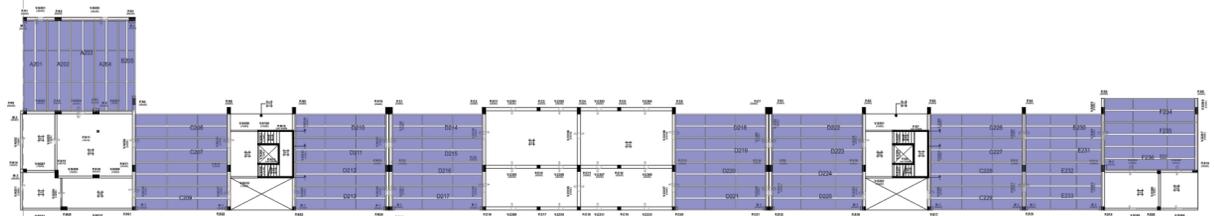
Posteriormente, a partir del estudio realizado por la propia ingeniería de prefabricados, se establece que las juntas de dilatación deben ser dos, puesto que, la distancia entre una y otra no debe superar los 25m.

Dos juntas, generan 3 fracciones, por lo que la zona central del edificio, que carece de circulación vertical, queda desvinculada. En consecuencia se resuelve que esta zona, se construirá con Hormigón Armado elaborado en sitio, de modo de evitar los grandes desplazamientos que el sistema de prefabricados genera.

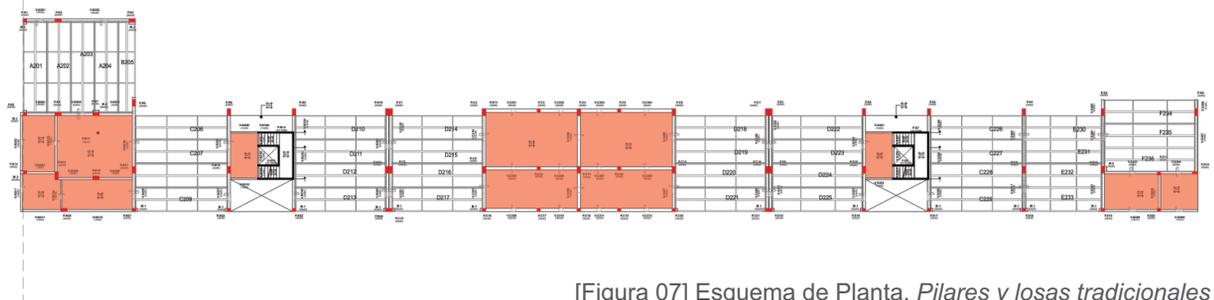
Por tanto, la nueva y definitiva formulación de tecnología aplicada para la planta será:



[Figura 05] Esquema de Planta. *Distribución de vigas tradicionales*



[Figura 06] Esquema de Planta. *Losas prefabricadas pretensadas*

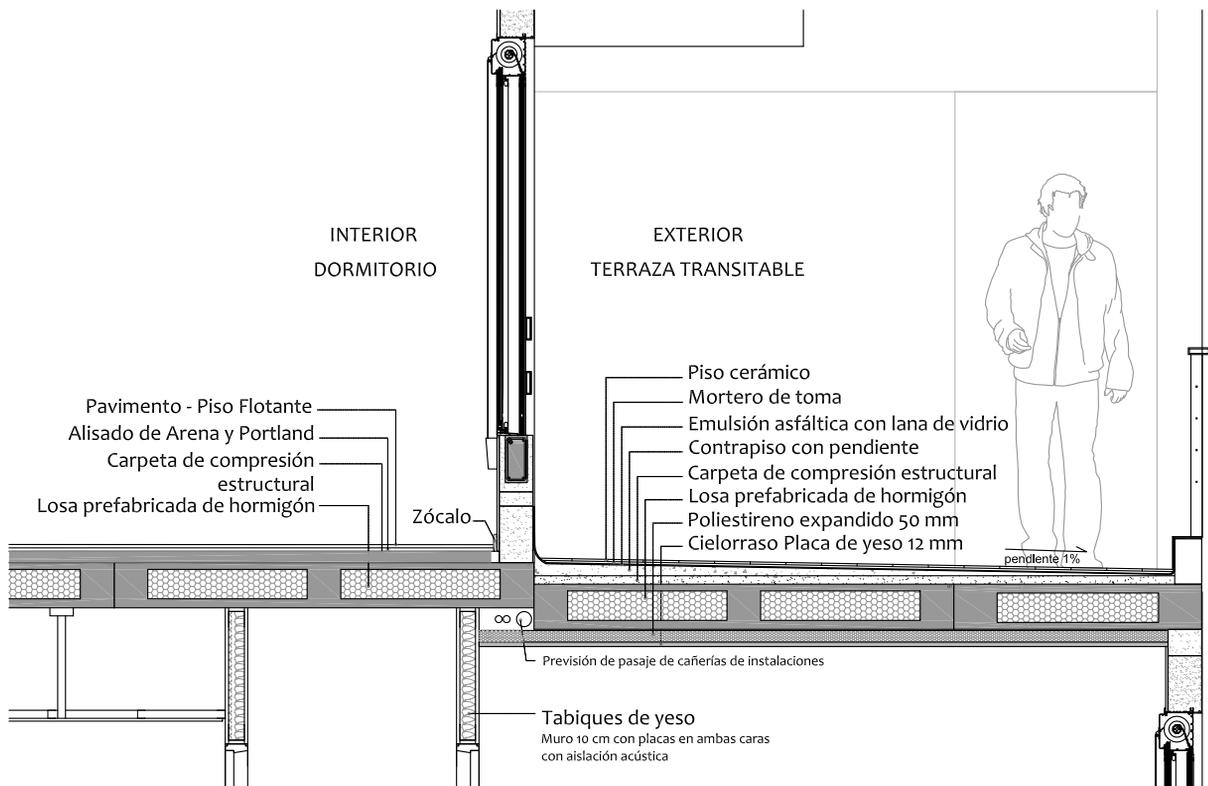


[Figura 07] Esquema de Planta. *Pilares y losas tradicionales*

La parte central y la esquina del edificio, se resuelven entonces con hormigón macizo elaborado en sitio, lo cual supone un “atraso” en los tiempos de obra. Es por ello, que se determina la elaboración de armaduras de pilares y vigas, a pie de obra, formando una cuadrilla con el capataz y la gente de la cooperativa.

Tal como se mencionó anteriormente, estamos frente a un proyecto que resuelve su estructura adaptando una solución mixta. Las losas prefabricadas podrían haber conformado los cerramientos de cubierta. No fue así por limitaciones propias de la empresa de fabricación, que no disponía de estos elementos.

El siguiente detalle expresa la mixtura de los sistemas, enseña al mismo tiempo como se resuelve el encuentro entre ambos.



[Figura 08] Corte Integral

La solución definida para muros, como la terminación de los cerramientos horizontales prefabricados, podría haber sido resuelta de diversas maneras.

La única limitante que se presentó en esa instancia, fue que al tratarse de losas que salvan grandes luces, la solución seleccionada para los cerramientos verticales, debía ser una solución medianamente liviana.

Valoraciones.

Podemos reconocer como ventajas de este sistema, antes que nada un aumento en la calidad de los elementos constructivos ejecutados. Claro está, que gran parte de la mano de obra utilizada en proyectos de cooperativa y ayuda mutua, es personal no calificado, que construye bajo el asesoramiento de un técnico responsable, pero que es incapaz de discernir si lo que está ejecutando realmente cumple con las condiciones mínimas de calidad.

La rapidez de la ejecución en obra, es significativamente superior que si se trabajara con un sistema tradicional, para las losas únicamente se requirió de un proceso de planificación y montaje.

Desde el lado de lo positivo, entendimos ventajoso y de gran importancia respecto a la mano de obra, que utilizando tecnologías como ésta, no solo se disminuye la exigencia física para con los operarios/usuarios. Sino que también, disminuye el grado de riesgo siempre presente en la ejecución de una obra. Y es, en casos como el recién expuesto, en donde esta valoración se potencia, ya que las cuestiones de seguridad son un aprendizaje permanente para el personal directo de obra. Un obrero con experiencia sin duda, desarrollará o debería desarrollar sus tareas en obra, con una precaución superior, ya que sus conocimientos acerca de la seguridad son otros.

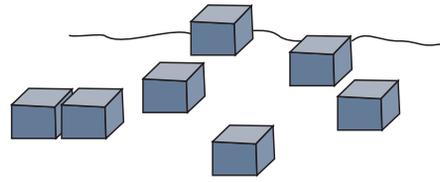
Como desventaja, debemos remarcar la fuerte dependencia que se genera en el proyecto hacia el subcontrato. Algunas cuestiones saldrán del alcance de la dirección de obra y los imprevistos o dificultades que allí se presenten serán propios de esa empresa.

CASO II

MODELO: Vivienda individual y reiterada.

TECNOLOGÍA APLICADA: Muros prefabricados.

ALCANCE: Sistema aplicado parcialmente, se combina con solución tradicional.



[Figura 09] Planta de Ubicación

Entrevista al estudio Cecilio Amarillo SC.

El caso que expondremos a continuación comparte con el anterior que, *solamente una parte de la solución constructiva* se resuelve a partir de la aplicación de un sistema prefabricado.

Enfocaremos la investigación a una de las diferentes obras, que el estudio tiene al día de hoy construidas. Se trata del Proyecto Mburucuyá, que comprende la construcción de 50 viviendas en el departamento de Canelones, financiado por el Banco Hipotecario del Uruguay, *BHU* en el año 2007.

En esta oportunidad el elemento prefabricado deja de ser la losa de hormigón, para cederle el lugar a los muros. Se trata de una tecnología prefabricada específica, desarrollada por el propio estudio, bajo el nombre de Deflorenca.

¿Cómo se podría definir el sistema?

Tal como nos explicaba en la entrevista Sebastián Amarillo, hijo del fundador del estudio, es un sistema de prefabricado abierto. Abierto porque admite la posibilidad de ser combinado con otros sistemas, sean éstos prefabricados o artesanales.

Esto significa que no existe, respecto a las terminaciones ninguna limitación al momento de optar entre tal o cual acabado. Por el contrario admite las diversas posibilidades que se dan en la construcción tradicional. Esto desde el punto de vista del concepto que hemos desarrollado con anterioridad, definiría al sistema como altamente customizable, al momento de seleccionar terminaciones.

¿Cómo se explica el sistema de producción utilizado por la empresa?

El método de producción es particularmente diferente al resto de los estudiados en el presente trabajo.

Es un caso en donde la planta de prefabricado se traslada e instala a pie de obra. Los paneles son construidos con materiales tradicionales racionalizados. La construcción de un panel tiene un tiempo estimado de dos días.

Es importante detenerse en esta particularidad, ya que como hemos definido, material prefabricado es aquel que se elabora en planta y luego se traslada a obra. En este caso la planta es la que se traslada a la obra. El proceso de elaboración de los paneles de muro se realiza en paralelo a diferentes actividades de obra. Podríamos catalogarlo como sistema prefabricado peculiar dentro de los que existen en el mercado.

El hecho de trasladar la planta de producción a la obra, significa un costo fijo importante, por tanto, el sistema se vuelve rentable solamente cuando se supera un número determinado de viviendas a construir.

Se estima que a partir de las 15 unidades de vivienda, se vuelve viable realizar la operación de traslado e instalación a sitio.



[Figura 10] Panel Muro

¿Existen otras condiciones previas para hacer posible el proyecto?

El paso siguiente a cumplir con el requisito de cantidades, será contar con el PPT (precio, proyecto y terreno), para comenzar a operar los paneles a pie de obra. Este proyecto previo también es requisito que define la viabilidad del sistema, es decir, si es aplicable o no al caso en particular.

Una de las limitaciones que este método sujeta, es el desarrollo en altura. Está principalmente pensado para viviendas, sin embargo es apto también para la construcción de edificios comerciales, industriales y locales de enseñanza entre otros.

El proyecto más alto construido hasta el día de hoy, supone una planta baja, más dos niveles (dúplex), para este caso en particular el espesor del panel tuvo que aumentar 1 cm en su capa portante.

¿Cuál es el intercambio que se produce con los clientes al momento de definir el anteproyecto?

El estudio Cecilio Amarillo SC asesora a sus clientes en algunas cuestiones que deberán tener en cuenta al momento de proyectar.

Para hacer viable la utilización de un sistema prefabricado, existirán siempre ajustes en la configuración del diseño. En este caso las dimensiones de las habitaciones se hacen coincidir con las del propio panel Deflorenca.

Esta coincidencia se hace posible debido a que el módulo no es fijo, lo que le otorga flexibilidad y libertad para adaptarse a diversos proyectos, siendo necesaria la coordinación entre las distintas piezas.

La empresa ofrece tipologías sencillas de 1, 2 y 3 dormitorios o dúplex, buscando facilitar y optimizar el sistema brindando rapidez y economía.

La flexibilidad que presenta, permitió ajustar el sistema al propio proyecto de Mburucuyá. Adoptó sus formas y dimensiones y las materializó. La clave del éxito está al momento de realizar el Proyecto Ejecutivo. Un mayor trabajo en el anteproyecto, significa un ahorro en tiempo al momento de ejecutar la obra.

¿Cuáles son las ventajas que presenta el muro prefabricado?

El muro resultante de este sistema es de óptimas propiedades, inmediatas y a mediano-largo plazo, compite con un muro de ladrillo tradicional respecto al grado de confortabilidad que genera al interior de la vivienda.

Los paneles presentan el tamaño total de la pared de cada ambiente, minimizando así, la cantidad de juntas exteriores. La panelería en general lleva incluidas las aberturas de aluminio, madera u otro material.

El sistema desarrolla 3 tipos de muros:

1. Muros interiores.

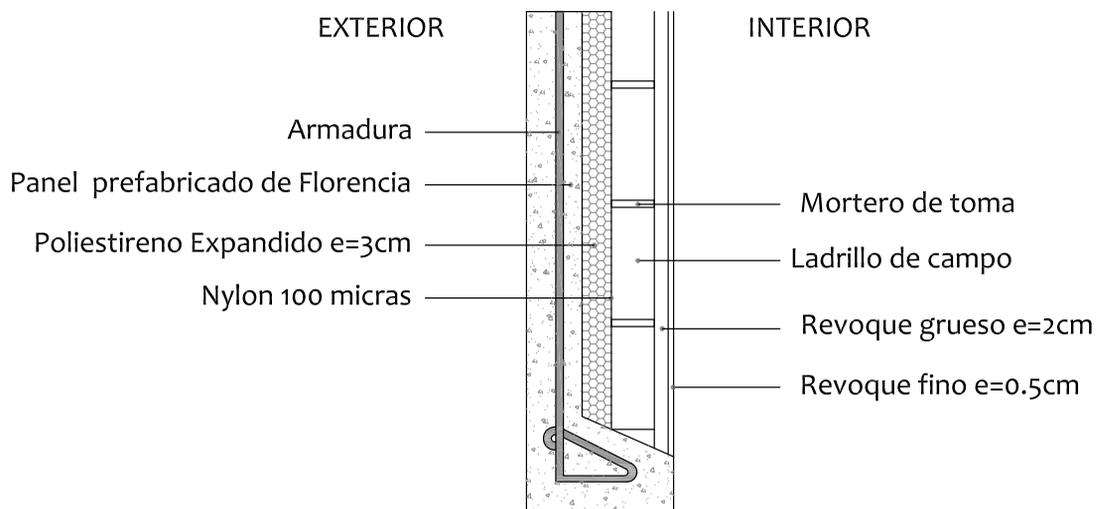
Tienen un ancho de 10 a 12 cm y tienen distintas composiciones:

- Un núcleo de hormigón de 6 a 8 cm de espesor
- Mitad ladrillo de campo y mitad hormigón o
- Dos ladrillos de campo.

2. Muros exteriores.

Tienen un ancho de 13 a 15cm y están compuestos por:

- Capa exterior de hormigón armado $d=2500\text{k/m}^3$ con mallaluz electrosoldada.
- Capa intermedia de poliestireno expandido con barrera de vapor de polietileno de 100 micas.
- Capa interior compuesta por malla electrosoldada, mortero de arena y cemento de albañilería que forma el revoque interior.

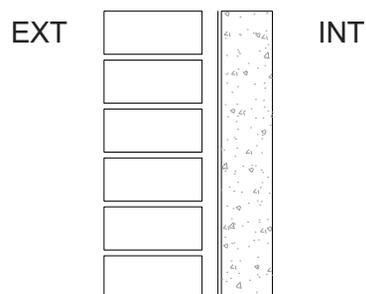


[Figura 11] Corte Integral

3. Panel sanitario.

Con la cara interior de terminación ladrillo, para poder picarlos y colocar todas las instalaciones necesarias para baños y cocinas.

También existen muros exteriores con terminación de ladrillo visto en la cara externa, lo cual le da una terminación diferente a la construcción y puede ser tomado en cuenta por el proyectista a la hora del diseño.



[Figura 12] Detalle esquemático de Muro

Otra de las ventajas se reconoce desde el punto de vista económico, el m² de construcción, se estima en un valor aproximado de USD 1080, incluyendo IVA y aportes sociales, excluyendo terreno e infraestructura.

De todas maneras debemos destacar, vislumbrando las propuestas que con frecuencia se manejan, que lamentablemente es incomparable con el muro de bloque a la hora de cotizar.

Esto último influye muchísimo en obras de carácter social, o en proyectos que apuntan a un sector social bajo o medio-bajo, en donde la economía es una de las mayores limitaciones.

Respecto a la mano de obra y usuarios.

La mano de obra especializada que implica este sistema, será: un capataz de producción, que controle y supervise la correcta construcción de los paneles y un capataz de montaje presente al momento de su instalación.

Una vez entregada la vivienda el usuario o propietario podrá si lo desea hacer algunas modificaciones en cuanto a terminaciones.

Respecto a las acciones de mantenimiento en el tiempo, propias del sistema, cabe señalar el relleno de la junta entre paneles, con silicona cada aproximadamente 2 o 3 años. Fuera de eso, se realizan las mismas acciones de mantenimiento que en una obra convencional.



[Figura 13] Proceso de construcción



[Figura 14] Obra terminada

Valoraciones.

El tiempo en la ejecución de obra, será ventaja fija y protagonista para cualquier sistema de prefabricado. En casos como este, en donde existe contratación de mano de obra, la disminución en tiempo de ejecución de obra, implica además una disminución en los costos de la misma, ya que se evita gran parte de los aportes sociales.

Se necesita menos personal directo y menos tiempo. Se trata de un resultado definitivamente más económico. Respecto a los materiales valorar, que a pesar de ser los mismos que se emplean en la construcción tradicional, la utilización en este sistema es de tipo racionalizada. De esta manera es como se optimizan los recursos.

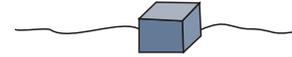
Los aspectos negativos que se pueden reconocer serían, antes que nada una limitación por parte de la propuesta arquitectónica, que debe superar cierto número de unidades a construir, para volver rentable el sistema. Justamente, el elevado costo fijo es el que provoca tal limitación.

Como hemos hecho referencia en páginas anteriores este costo fijo, refiere a la instalación de la planta a pie de obra, y al alto costo que significa trabajar con máquinas de gran porte, como en cualquier sistema de prefabricado. La maquinaria que se utiliza, tanto grúas como camiones de carga, suponen un alto pago por hora.

Un último aspecto que podemos señalar a partir de lo estudiado y lo manifestado por el arquitecto, es la discontinuidad permanente en la producción de este tipo. No es un mercado de demanda constante, por lo que la retribución económica hacia la empresa se vuelve demasiado inestable.

Específicamente para el Estudio Amarillo, esto último no significa una condición definitoria para trabajar. Ya que desarrollan sus proyectos de forma simultánea, en oficinas paralelas. Una encargada de proyectos en donde aplican soluciones de prefabricado, y otra de producción notoriamente mas constante, que desarrolla y aplica el modelo de construcción tradicional.

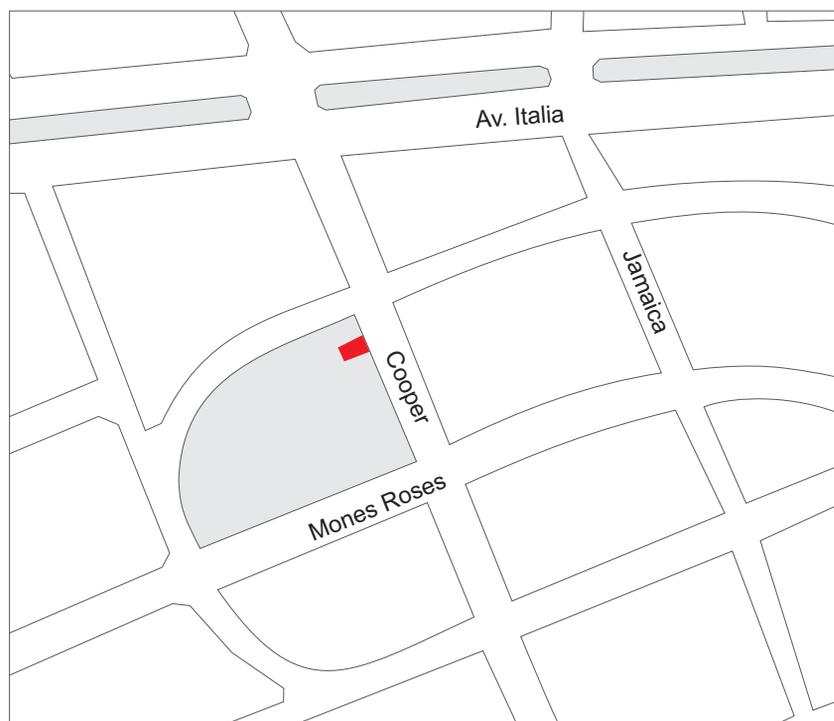
CASO III



MODELO: Vivienda individual y aislada.

TECNOLOGÍA APLICADA: Muros y losas prefabricados.

ALCANCE: Sistema de prefabricación total. Define la totalidad de la estructura.



[Figura 15] Planta de Ubicación

Visita a obra junto al Empresario Alfonso Cabaco.

El último ejemplo que se plantea, como bien especifica su título, trata de la vivienda aislada, única e individual. Difiere en varios aspectos con los casos anteriores presentados.

Se trata de un sistema de prefabricación total que desarrolla dos tipos de elementos, por un lado los estructurales, conformado por vigas y pilares. Por otro, los cerramientos horizontales y verticales, que no tienen capacidad portante. Definen el límite interior exterior, y son capaces de recibir cualquier tipo de terminación, al igual que en la construcción tradicional. Solamente dependerá de las especificaciones del proyecto.

El ejemplo que expondremos a continuación, es un proyecto de vivienda unifamiliar que se construyó en Carrasco en el presente año. Emplazado en la calle Cooper casi en su intersección con Costa Rica (padrón n° 169234). Las piezas de prefabricado fueron realizadas por la empresa Abby.

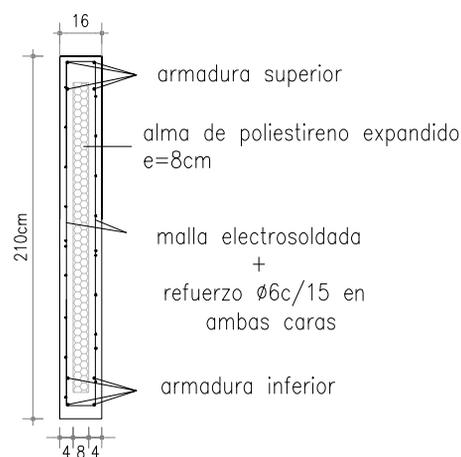
Esta empresa es de origen australiano, e instaló una de sus cedes en nuestro país en 2002. Comenzó realizando trabajos para el exterior, que respondían a programas de tipo industrial. A partir del 2010 comenzaron desarrollar el prefabricado a escala doméstica, en proyectos particulares según encargos específicos.

No son significativas en cantidad las obras de vivienda construidas por esta empresa, su inserción el mercado local es relativamente reciente.

La empresa vende los elementos prefabricados y genera el proyecto de ingeniería partiendo de la base de arquitectura que entrega el cliente. Los detalles que incorporan otros materiales son elaborados por el cliente que los contrata.

Descripción del sistema.

El sistema que se utilizó específicamente en este proyecto, es el mismo que utilizan empresas como Flasur, Schmidt, Estructuras del Uruguay, entre otras. Básicamente se compone por una serie de placas aligeradas (mediante la incorporación de un núcleo de poliestireno expandido) que sirven para configurar la piel del edificio, sin tener capacidad portante. Es por eso que además de los paneles de muro y cubierta, se necesita un conjunto de vigas y pilares que asuman la función estructural. La diferencia con las empresas antes mencionadas, radica básicamente en su escala.



[Figura 16] Detalle. Placa de muro aligerada

Es importante destacar en este punto, que no todas las viviendas realizadas por Abby responden a este modelo. Mas bien, la mayoría de ellas se basan en un sistema de muro portante, por lo que se prescinde del conjunto de vigas y pilares.

La accesibilidad a ciertos documentos que se exponen en este trabajo, fue hecho definitorio para la selección del ejemplo.

¿Cómo se llega al sitio?

A la hora de trasladar las placas, se discrimina según tipo. Los paneles de muro y cubierta se transportan en camiones diferentes que las vigas y pilares, porque requieren de condiciones de transporte diferentes. Los paneles van en dirección casi vertical, apoyados en un caballete central metálico, que permite la colocación de 3 placas máximo a cada lado.

Es importante la coordinación y planificación de los camiones que llegarán a pie de obra. Por lo general se trata de predios normales insertos en espacios urbanos habitados. El espacio de recepción en comparación con otro tipo de programas es por lo general mas reducido. Muchas de las veces se hace necesario interrumpir la circulación vehicular de las calles adyacentes para proceder con el proceso de recepción y montaje.



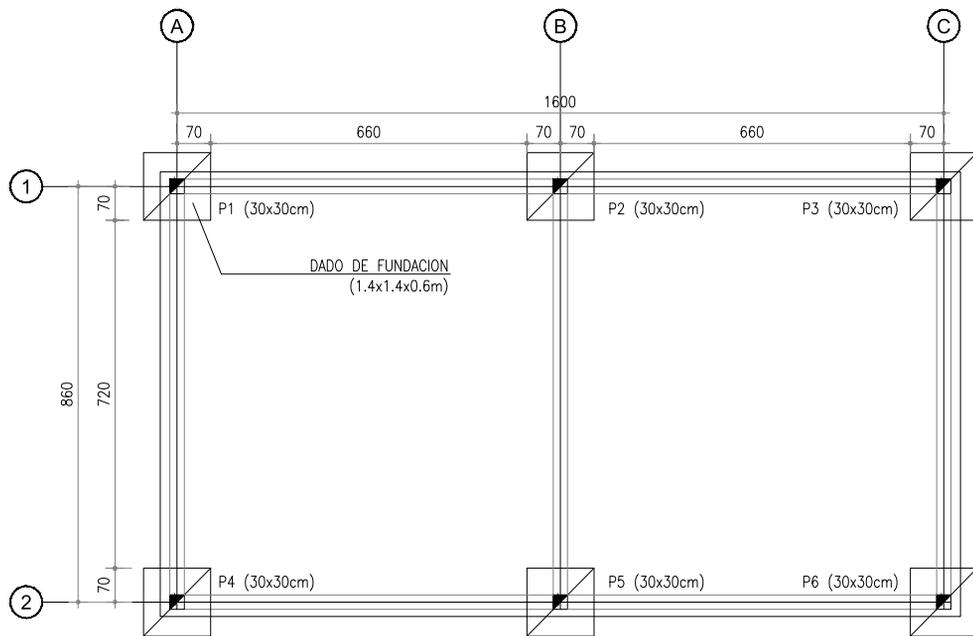
[Figura 17] Traslado de placas desde planta a obra

¿Cuáles son las condiciones que deben existir en sitio al momento de recibir los prefabricados?

Además de la planificación anteriormente mencionada, el requerimiento absoluto y necesario para comenzar con el montaje, es que las fundaciones estén construidas, tal y como se especifica en el proyecto.

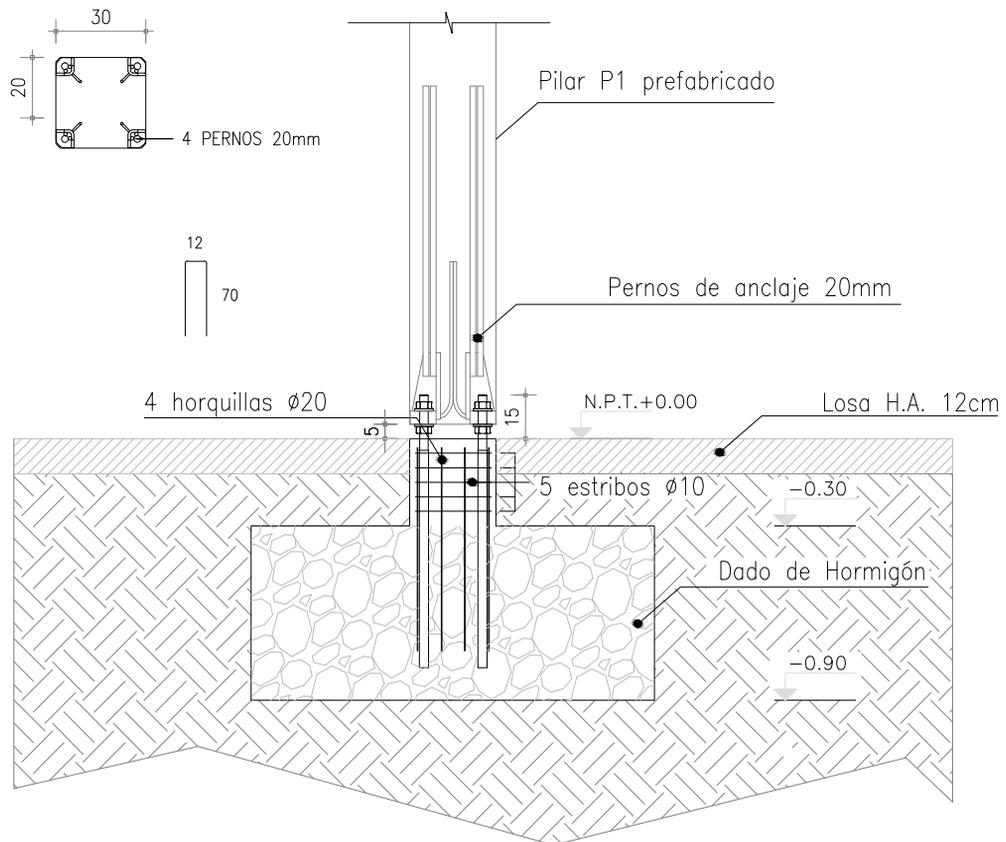
Para esta vivienda de 140 m², el sistema de fundación utilizado, fueron seis dados de hormigón de 1.40x1.40 de lado x0.60 de altura.

Claramente el suelo apto para fundar se encontraba en niveles no muy profundos. Respecto a esto, solamente destacar, la aplicabilidad del sistema en cualquier tipo de suelo, siempre que se responda con el sistema de fundación apropiado.



[Figura 17] Esquema. Planta de fundación

Los dados y vigas de arriostramiento se realizan “in situ”, a partir de lo establecido en el proyecto. La diferencia que se observa frente a la construcción tradicional, es la incorporación de los pernos de anclaje. Estos pernos actúan como elemento de vinculación y ajuste entre el nivel de fundación (hecho en sitio) y el/los niveles superiores (prefabricados). La cantidad y dimensión de los pernos es variable y dependerá específicamente de la escala del proyecto.



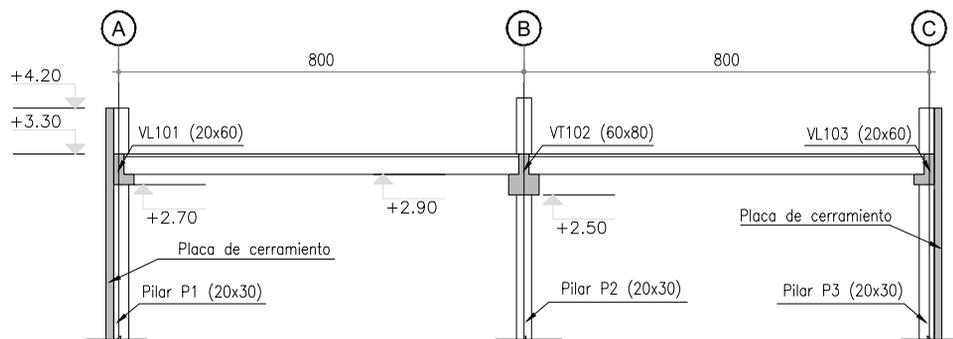
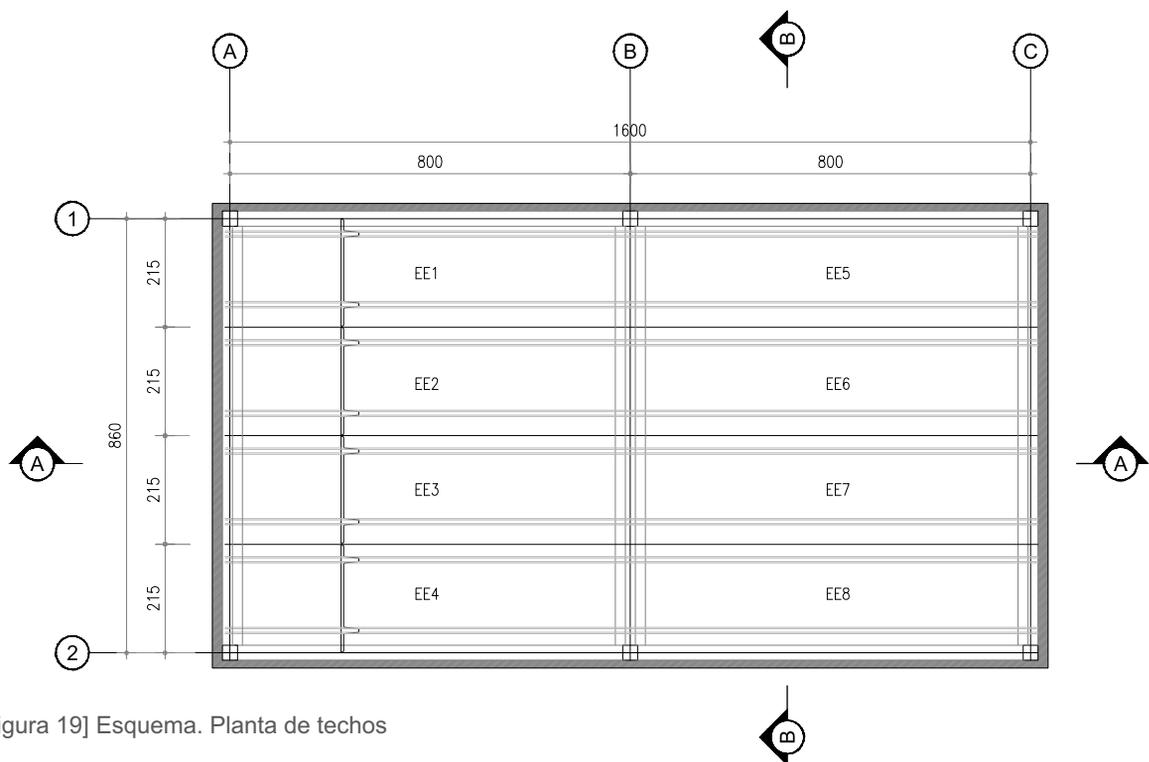
[Figura 18] Detalle. Arranque de pilar P1

¿Podría reconocer alguna limitación respecto al sistema?

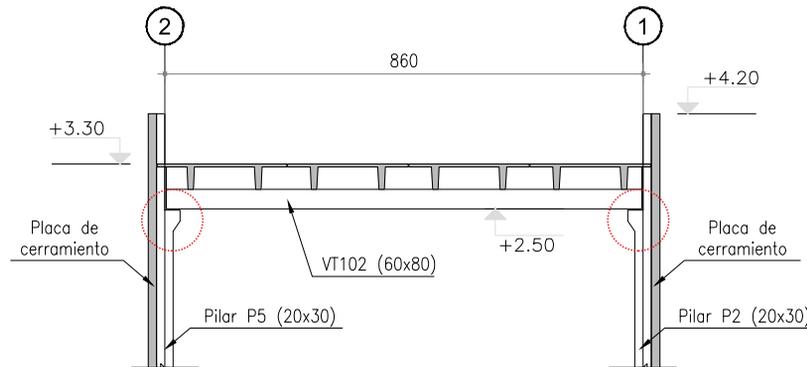
Realmente no existen muchas limitaciones respecto al diseño, se trata de un sistema portante, capaz de sostenerse por si mismo en reiterados niveles. A diferencia del ejemplo anterior, este sistema puede concebir edificios de mayor altura. Tiene las mismas limitaciones que el sistema tradicional respecto a las luces que puede salvar, a mayores luces, mayores vigas. Si se reconoce una limitación en lo que tiene que ver con la linealidad del sistema. Es una tecnología que no admite la línea curva, por consiguiente las formas orgánicas.

¿Cómo es el proceso de montaje?

Una vez posicionados en el nivel 0.00 se procede a montar los elementos prefabricados que provee la empresa. Las primeras piezas en instalar son los pilares que se vinculan al fuste de fundación a través de la platina con sus respectivos pernos (ver figura 18).



Luego de colocados y nivelados los elementos estructurales verticales, se procede con la instalación de las vigas. Las vigas apoyan en los pilares tal y como se muestra en la siguiente figura.



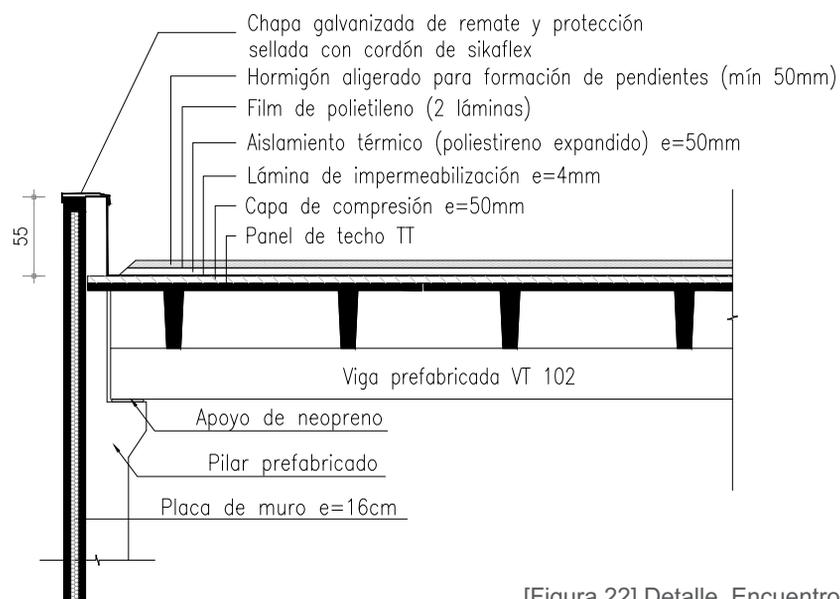
[Figura 21] Esquema. Corte BB

Hasta ahí los elementos portantes. A partir de este momento se inicia el montaje de los elementos de cierre, tanto de cubierta como de muro.

Se observa en el corte AA como los paneles de techo apoyan y descargan su peso propio sobre las vigas. Las vigas tendrán una sección L si se ubican en los extremos, y una sección T si se trata de una viga central, ya que debe recibir el apoyo de la cubierta por ambos lados.

¿Cómo se resuelve la impermeabilización de la cubierta?

El criterio y las capas que se aplican luego de posicionada la cubierta, son las mismas que en la construcción tradicional. Sin embargo la conformación del pretil es bien diferente. Como se observa en la figura 22, la mitad del pretil está conformado por la misma placa de muro que continua sobre el nivel de cubierta, en este caso unos 55cm. La otra mitad, por la continuación de una parte del pilar, que sube la misma altura. En los espacios entre pilares se levanta un falso muro para lograr un pretil de ancho constante en todo su recorrido.



[Figura 22] Detalle. Encuentro muro|cubierta

Valoraciones.

Como se expresa en las ilustraciones, este sistema, si bien tiene cualidades propias que lo diferencian, presenta varios puntos de contacto con la construcción tradicional. Ya sea por la escala, por las terminaciones que permite, como por las resoluciones en los encuentros.

Respecto a la valoración económica, podemos determinar a partir de las viviendas visitadas que se trata de un cliente particular, de nivel económico medio, medio-alto, ya que por su ubicación (todas están emplazadas en Carrasco), por su escala y por la diversidad de terminaciones, se vuelve un hecho notable.

No cualquier cliente puede acceder a este tipo de vivienda. Además para lograr el proyecto, no solo interviene la empresa Abby sino que también hace falta el trabajo de un arquitecto o estudio particular que se haga cargo del diseño de lo que se pretende construir.

Respecto a los tiempos de construcción, son notablemente mas cortos. Este ejemplo en particular, se logró montar en nueve días, evitando gran parte del costo que significa, los aportes sociales de la mano de obra.

Como última apreciación podemos destacar la desventaja que se desprende del hecho de utilizar maquinaria de gran porte para el traslado y el montaje de los elementos prefabricados. Necesariamente debe existir una adecuada planificación y coordinación de tareas para evitar cualquier tipo de inconveniente.

UNA PERSPECTIVA DIFERENTE
LA OPINIÓN DE UN REFERENTE DEL MERCADO LOCAL

PROPÓSITO

A partir de las aproximaciones antes presentadas, nos parece oportuno trasponer la mirada desde un órgano gestor y evaluativo, que entienda de la aplicabilidad de estos sistemas en el mercado nacional.

Para ello, la realización de una última entrevista, de naturaleza diferente a las anteriores, que no trata de la presentación de una tecnología en particular, sino mas bien, de proporcionar una visión global de lo que acontece con las tecnologías del prefabricado en nuestro país.

El Arquitecto Cecilio Amarillo, en representación de la Cámara de la Construcción del Uruguay, como parte integrante del Consejo desde el año 1992, fue el amablemente responsable de responder algunas de nuestras cuestiones.

Para un mejor entendimiento citaremos las preguntas, con sus respectivas respuestas, tal como fueron acontecidas en la entrevista, para una posterior evaluación, en conjunto con el total desarrollado en este trabajo, a modo de conclusiones.

Es importante aclarar que para el Arquitecto resulta más oportuno hablar de Sistemas Constructivos No Tradicionales (SCNT), más que prefabricados, ya que así es como lo manejan en el organismo en cuestión.

ENTREVISTA AL ARQUITECTO CECILIO AMARILLO

La utilización de Sistemas Constructivos No tradicionales, en lo que respecta a su aplicación en vivienda, ¿ha incrementado en los últimos 10 años?

Sí, se ha incrementado la utilización de SCNT con hormigón en los últimos años, no sólo en la actividad pública, sino y principalmente en la actividad privada. No tengo datos numéricos para apoyar esta afirmación, pero es un dato certero evidentemente a partir de los proyectos que se han emprendido.

¿Son muchas las empresas que utilizan actualmente, soluciones de este tipo para el mercado de vivienda uruguayo?

Sí, hay varias empresas que están utilizando SCNT en la actualidad, de hecho el Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente MVOTMA extiende el DAT (Documento de aptitud técnica). Este documento *“es el trámite que permite a las empresas y/o personas físicas la presentación de propuestas de sistemas constructivos no tradicionales, ante el MVOTMA para su aprobación, para la construcción de viviendas de interés social.*

Si la propuesta es aprobada se obtiene el DAT, que será requerido para adoptar soluciones con sistemas constructivos no tradicionales en los Programas de Vivienda del MVOTMA.”[8]

En la actualidad son ocho las empresas que lo tienen, y hay otras que están por obtenerlo. Este documento es necesario para construir programas financiados o apoyados por el MVOTMA como Cooperativas, o Viviendas de interés social. De estas ocho empresas, únicamente una utiliza hormigón en la tecnología, el sistema Deflorenia. El resto utilizan otros materiales.

¿Cuál es la mayor dificultad que reconocen las empresas en el mercado local?

Existen dos situaciones distintas, la actividad pública y la privada. En la primera el MVOTMA tiene instalado y funcionando el sistema de DAT que ya consideramos y que a mi entender funciona correctamente. Debería de alguna manera ampliarse esta lista de empresas para dar mayores opciones de elección.

En la actividad privada al no existir más que el control de cumplir con requisitos de las intendencias, las empresas son libres de adoptar los sistemas que deseen, no veo ningún impedimento para desarrollar esta actividad.

[8] “www.portal.gub.uy/tramites”. Solicitud de Documento de Aptitud Técnica (DAT) para Sistema Constructivo No Tradicional.

¿La población como futuro usuario de la vivienda, siente algún tipo de rechazo hacia las Soluciones Constructivas No Tradicionales?

Existía hace no pocos años el preconceito de que el “prefabricado” era una construcción “barata” que se utilizaba para vivienda de interés social exclusivamente. Hace pocos años, la actividad privada comenzó a consumir estos sistemas en grupos jóvenes de nivel cultural medio- alto que los conocía del exterior y hoy el uso de éstos está consolidado en todo el país.

La necesidad del Estado de construir más viviendas a menor costo, asegurando un nivel de calidad razonable hizo que hoy el uso de las SCNT se haya incorporado a la construcción de viviendas de Interés Social sin trabas y con fluidez.

Si tuviéramos que realizar una valoración. ¿Es realmente ventajoso la utilización de estos sistemas?

Para contestar esta pregunta habría que definir ciertas variables, cantidad de viviendas, plazos, existencia de materiales y mano de obra en el lugar a construir, si es necesario hacer obras de infraestructura, entre otras cosas, para ver la incidencia de la construcción en la totalidad del proyecto.

Las exigencias estructurales serán factor condicionante, ya que definirá desde el comienzo que sistema pueden seleccionar y si es viable sistema tradicional o SCNT.

El arquitecto e inversor deben evaluar el programa considerando estos factores y definir que sistema cumple mejor estos requisitos, si la construcción tradicional o un SCNT.

¿Cuál es a su entender, la mayor limitación de estas tecnologías al momento de diseñar, si la tiene?

Cualquier diseño se puede hacer con los SCNT. Un tema que es muy importante a considerar, pero que no los descalifica, es un diseño eficiente de las juntas entre cerramientos.

Tal vez podríamos establecer como limitación mas “común” de estos sistemas (y no significa que todos la tengan) es la capacidad estructural. Hay sistemas que no admiten más de una o dos plantas.

La calidad arquitectónica que resulta, ¿es peor, igual o mejor a la que se consigue con la obra tradicional?

La calidad de la mano de obra de la construcción tradicional ha disminuido en los últimos diez años debido al incremento de operarios en la industria. De aproximadamente 28.000 operarios en el año 2002 pasó a 73.000 en el 2012. Esto significa que ingresaron al sector operarios con un nivel de capacitación bajo o muy bajo.

Esta situación ha jugado a favor de la elección de los SCNT. De cualquier manera es razonable pensar que cuando se cuenta con un proyecto ejecutivo bien estudiado en un SCNT, con cerramientos que vienen con un acabado de planta, el producto debería ser de mejor calidad desde el punto de vista geométrico a la terminación que se realiza a mano en obra.

CONCLUSIONES

Como inmediato reconocer que un sistema prefabricado o uno tradicional, puede resultar más o menos conveniente dependiendo siempre de cada caso en particular, no existe un criterio a priori que lo defina. Resultará inevitablemente de un estudio de situación específico. Como mencionaba el Arquitecto Amarillo, son muchos los factores que intervienen para esta valoración.

A partir de la investigación realizada, destacamos algunas cuestiones:

La “customización” en el diseño del proyecto, cuando se trata de tecnologías prefabricadas si existe. Su escala será resultado de los recursos con los que se cuente. Observamos que en el caso 3, el destinatario de la vivienda se comporta como un cliente, mientras que en los anteriores se acerca más al perfil de usuario. El cliente del último caso, sin lugar a dudas cuenta con otros recursos, sus pretensiones y exigencias serán diferentes al momento de generar el diseño de la vivienda. Teniendo siempre presente limitaciones y ventajas que acompañan a la tecnología utilizada. En los casos 1 y 2 se reconoce un grado de customization diferente, pero aún así existente. Para obras que apuntan a un sector económico medio, medio-bajo, la intervención del futuro usuario al momento de diseño es evidentemente nula. La tecnología se aplica y desarrolla de la manera más óptima posible. El concepto de *customize*, comienza a existir y a desarrollarse en la etapa de terminaciones, en un espacio interior dado.

Establecer que utilizar una tecnología de prefabricado es garantía de una mayor calidad en la construcción, es relativo y dependerá de muchos factores. Primero y principal de los controles y exigencias con los que cumpla la empresa que fabrica el material. Estos criterios deben valer al momento de elaboración, manipulación y puesta en obra (montaje).

También depende de la opción con la que se compare. Es decir, ¿mayor calidad respecto a qué? Se pueden lograr iguales o mejores resultados, aplicando tecnologías tradicionales, si se trabaja con mano de obra calificada o altamente calificada. Lamentablemente, no es la situación más frecuente en los últimos tiempos, aunque bien, no generalizaremos.

Se reconoce un imaginario común en las cuatro entrevistas realizadas, respecto al incremento de la utilización de estas tecnologías a escala doméstica. Que exista este incremento, no es garantía para las empresas, que sea redituable su desarrollo. Si hacemos una comparación con épocas anteriores, se hace evidente este aumento. Sin embargo sigue siendo una categoría inestable, puesto que el mercado local es inestable. No existe una demanda constante que asegure la ausencia de pérdidas para una inversión inicial tan alta.

BIBLIOGRAFÍA

[1] Aguayo González, Constanza. Personalización: la flexibilidad habitacional como respuesta arquitectónica : y su aplicación en vivienda colectiva de clase media en la comuna de San Miguel. Santiago de Chile: Facultad de Arquitectura y Urbanismo, 2012.

Disponible en: <http://repositorio.uchile.cl/handle/2250/112679?show=full>.

Fecha de consulta: 01/10/2015

[2] Alpuin S. et al. "Sistema de Prefabricación Pesada (H.A.)". Montevideo: Facultad de Arquitectura Udelar, 2011. 26p.

[3] Amarillo, C. [Registro fotográfico] . Montevideo, 2015.

Disponible en: cecilioamarillo.com.uy/obras

Fecha de consulta: 29/09/2015

[4] Amarillo, C. Sistema Deflorenca URUGUAY. Montevideo, 2015.

Disponible en: cecilioamarillo.com.uy/prefabricado

Fecha de consulta: 29/09/2015

[5] Bertoni, G. Innovación en la prefabricación liviana en cemento. Aportes para su incorporación al diseño del hábitat contemporáneo. Santa Fe, 2013.

Disponible en http://www.academia.edu/5833226/Innovaci%C3%B3n_en_la_prefabricaci%C3%B3n_liviana_en_cemento._Aportes_para_su_incorporaci%C3%B3n_en_la_construcci%C3%B3n_del_h%C3%A1bitat

Fecha de consulta: 24/06/2015

[6] Escrig Pérez, C. Evolución de los sistemas de construcción industrializados a base de Elementos Prefabricados de Hormigón. Barcelona: Universidad Politecnica de Catalunya. 7 p.

Disponible en:

<https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/8398/Evoluci%20n%20de%20los%20sistemas%20de%20construcci%20n%20industrializados%20a%20base%20de%20elementos%20prefabricados%20de%20hormig%20n.pdf?sequence=1>

Fecha de consulta: 06/07/2015

[7] García Marquina, E. Estado del conocimiento teórico. En: Estudio-diagnóstico sobre las posibilidades del desarrollo de una edificación residencial industrializada dirigida a satisfacer las necesidades de vivienda pública y muy especialmente en alquiler en la Comunidad Autónoma del País Vasco. 2013.

Disponible en: [https://www.euskadi.eus/r41-](https://www.euskadi.eus/r41-18971/es/contenidos/informacion/industrializacion/es_industri/industrializacion.html)

[18971/es/contenidos/informacion/industrializacion/es_industri/industrializacion.html](https://www.euskadi.eus/r41-18971/es/contenidos/informacion/industrializacion/es_industri/industrializacion.html)

Fecha de consulta: 27/07/2015

[8] Gómez Muñoz, D. Estudio Comparativo entre Distintas Metodologías de Industrialización de la Copnstrucción de Viviendas. Barcelona: Ingeniería de la Construcción, 2008. 147p.

[9] Intendencia de Montevideo. Sistema de Información Geográfica.
Disponible en: <http://sig.montevideo.gub.uy/>
Fecha de consulta: 05/08/15

[10] López del Corral, J. 156 Viviendas Industrializadas en Vitoria-Gasteiz. En: Informes de la Construcción 61 (513): 102-109, 2009

[11] Novas Cabrera. J. Sistemas Constructivos Prefabricados Aplicables a la Construcción de Edificaciones en Paises en Desarrollo. Madrid: Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, 2010. 62p.

[12] Peters, N. y Gössel, P. Prouve. Colonia: Taschen, 2013. 96 p.

[13] Salas, J. De los Sistemas de Prefabricación cerrada a la Industrialización sutil de la edificación: algunas claves del cambio tecnológico. Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja. En Informes de la Construcción 60 (512): 19-34, 2008

[14] Uruguay. Ministerio de Vivienda y Ordenamiento Territorial del Medio Ambiente. Dirección Nacional de Vivienda. Solicitud de Documento de Aptitud Técnica (DAT) para Sistema Constructivo No Tradicional.
Disponible en: www.portal.gub.uy/trámites
Fecha de consulta: 07/08/15