

# CONSTRUCCIÓN INDUSTRIALIZADA PARA LA VIVIENDA SOCIAL EN CHILE: ANÁLISIS DE SU IMPACTO POTENCIAL

*Andrea Alvarado Duffau \**

## RESUMEN

La preocupación por proveer vivienda económica a un amplio espectro de la población, considerando además factores de sustentabilidad medio ambiental e innovación tecnológica, ha llevado a algunos países a implementar políticas habitacionales específicas para incentivar el uso “nuevas” tecnologías constructivas en la vivienda económica, tales como las viviendas industrializadas.

En este trabajo se investigan en la literatura internacional, tanto teórica como empírica, las ventajas y desventajas económicas de este tipo de construcción industrializada. Se realiza además un análisis para Chile de los potenciales efectos económicos de una aplicación más masiva de estos métodos de construcción industrializados, en cuanto a sus efectos sobre el mercado del trabajo y la plusvalía de las viviendas.

Por último se estima un modelo de precios hedónicos utilizando una metodología de corte transversal aplicada a los datos de la encuesta Casen 2006 para la Región Metropolitana, considerando a la materialidad de la vivienda como determinante de su valor. Al controlar por ubicación de la vivienda, su estado de mantención, el uso de subsidio habitacional, entre otros factores, se concluye de la estimación del modelo que la materialidad de “tabiquería forrada en madera u otra”, o prefabricada, afecta negativamente al valor de mercado de las viviendas.

*(Versión Preliminar)*

---

(\*) Economista, Universidad de Chile, M.A Ilades-Georgetown University. Consultora Independiente. Agradezco la valiosa colaboración a este trabajo de Rosa Meléndez. No obstante, el texto escrito es de mi exclusiva responsabilidad. Comentarios y correcciones son bienvenidos al correo electrónico [andrea.alvarado@duffau.cl](mailto:andrea.alvarado@duffau.cl)

(\*)

## **1. INTRODUCCIÓN.**

La preocupación de proveer vivienda a un precio accesible para una amplia población es una preocupación en todos los países. En muchos de estos las preocupaciones por el déficit de viviendas vienen dadas fundamentalmente por el alto precio del suelo y la construcción de las viviendas, mientras que en otros la preocupación fundamental radica en la escasa capacidad de ingresos y ahorros para la compra de viviendas de un porcentaje significativo de la población.

Frente a esta problemática, los países han seguido diferentes enfoques en sus políticas habitacionales, combinando adicionalmente y cada vez más dichas políticas con perspectivas de sustentabilidad medio ambiental e innovación tecnológica. Particularmente en este último campo, no son pocos los gobiernos que han implementado políticas específicas para incentivar la construcción de viviendas económicas usando “nuevas” tecnologías constructivas como lo son las viviendas industrializadas.

En Chile, la destrucción de viviendas causada por la ocurrencia del terremoto de febrero de 2010, que aumentó el déficit habitacional de 300 mil a 529 mil viviendas<sup>2</sup>, trajo nuevamente a la discusión pública la pertinencia de promover específicamente este tipo de construcción en la provisión de vivienda subsidiada por parte del Estado, como una forma más rápida y barata de abordar este déficit. Sin embargo, hasta ahora no se ha realizado una evaluación de los potenciales efectos que pudiera tener una política de esta índole en Chile, en cuanto a su eficacia, eficiencia y sus efectos en bienestar.

En el capítulo 2, se presenta una breve caracterización de los sistemas de construcción habitacional que van de lo más tradicional hasta lo completamente industrializado. En el capítulo 3 se hace una revisión bibliográfica de la literatura internacional, tanto teórica como empírica, que da cuenta de las ventajas y desventajas de la construcción de viviendas industrializadas, con énfasis en la vivienda social o de bajo valor. A continuación, se realiza una síntesis de la trayectoria de la construcción de viviendas industrializadas en Chile, además de una descripción detallada de la materialidad de las viviendas a nivel nacional, de acuerdo a diferentes clasificaciones relevantes para el análisis. Por último, los capítulos finales se presentan un modelo de precios hedónicos y su estimación con datos de la encuesta Casen 2006 para determinar el impacto que tienen las distintas materialidades en el precio de las viviendas.

## **2. CARACTERIZACIÓN GENERAL DE LA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS.**

La actividad de construcción en general, y de viviendas en particular, tiene características que hacen que su grado de industrialización sea de mayor dificultad que la mayoría de las otras actividades productivas.

En primer lugar, tiene la característica de ser nómada, es decir, con un emplazamiento cambiante de acuerdo a la ubicación de las obras. En segundo lugar, existe un número importante de agentes que intervienen en los

---

<sup>2</sup> Ver Informe MACH 29, Cámara Chilena de la Construcción, mayo 2010.

procesos de construcción de una vivienda en particular, los que además son crecientemente subcontratados haciendo que los controles de calidad del producto sean más dificultosos. Tercero, en general la construcción es una actividad que necesita ser bastante flexible a los requerimientos específicos de su demanda, particularmente en el segmento de construcción de viviendas, lo que a veces redundo en un menor grado de precisión o control de calidad del producto, además de ostentar tiempos de producción mucho más extendidos. Por último, la inversión en investigación y desarrollo es bastante más escasa que en otros sectores de igual relevancia para las economías<sup>3</sup>.

Respecto de los métodos constructivos utilizados en viviendas, éstos van desde lo más tradicional a lo completamente industrializado, existiendo una amplia gama intermedia con diferentes grados de industrialización de sus componentes y metodologías, y el tipo de materiales utilizados y la tecnología aplicada a éstos. La construcción más tradicional puede ser caracterizada a grandes rasgos, exceptuando la construcción en adobe, como aquella que utiliza materiales como ladrillos, cemento, madera, fierros, etc., además de mano de obra que trabaja de manera artesanal en la propia obra (*"in situ"*), tanto en la albañilería como en la carpintería, incluyendo terminaciones y elementos como puertas y ventanas. En el extremo opuesto, la construcción industrial de viviendas, conlleva la prefabricación de todos sus componentes en fábricas especializadas, los que conforman módulos completos (habitaciones) que luego son ensamblados, transportados y montados en el lugar de ubicación definitivo de la vivienda. Un ejemplo de la máxima expresión de la industrialización en la construcción de vivienda son las llamadas *"manufactured houses"* en Estados Unidos<sup>4</sup>.

Por último, entre estos dos extremos podemos encontrar métodos de construcción que son calificados como tradicionales, en el sentido que se realizan in situ, pero que utilizan técnicas de producción con un mayor grado de racionalización, y/o materiales con mayor incorporación de tecnología (paneles prefabricados de hormigón). Por su parte en un grado anterior a las viviendas industrializadas se encuentra la construcción de viviendas prefabricadas y las modularizadas, la que involucra la producción en fábrica de gran parte de los componentes de una vivienda, ya sea de elementos estructurales, como de tabiquerías y paneles, e incluso módulos, luego son ensamblados posteriormente junto a otros elementos prefabricados y materiales que se utilizan en la construcción en obra de la vivienda.

### **3. VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LAS VIVIENDAS INDUSTRIALIZADAS.**

Si bien existe una gran experiencia construcción industrializada de viviendas en algunos países europeos, para el análisis solo se cuenta con estadísticas de construcción y venta para este tipo de casas para los Estados Unidos. En consecuencia, la gran mayoría de la bibliografía teórica y empírica que existe referente a esta tipología de viviendas está referida a las *Manufactured Homes* de los Estados Unidos.

---

<sup>3</sup> Taranilla G. David, (2009).

<sup>4</sup> Si bien EEUU no es el país más referente de este tipo de construcción, como sí lo son Japón y los países escandinavos, existe más bases de datos disponibles al respecto para el análisis, y por lo mismo existen más trabajos de investigación relacionados.

En este capítulo se describen las ventajas y desventajas teóricas señaladas en distintos trabajos respecto de la construcción de casas industrializadas, y en algunos casos también referidos a las viviendas prefabricadas. Luego de ello se da cuenta de los resultados de distintos trabajos empíricos internacionales que evalúan las ventajas competitivas de esta tipología de viviendas.

### **3.1. VENTAJAS DE LAS VIVIENDAS INDUSTRIALIZADAS**

En la literatura internacional se señalan muchas ventajas asociadas a la construcción de viviendas prefabricadas e industrializadas respecto de los métodos tradicionales, especialmente cuando se piensa en su aplicación a la construcción de las viviendas de menor valor. Dentro de las ventajas más mencionadas son el ahorro de tiempo, los menores costos en insumos, y la optimización de los inventarios y los procesos de control. Lo que estas ventajas conllevan en definitiva es a un menor costo y por ende a un precio de venta más competitivo frente a otras alternativas constructivas. Ahora bien, en el caso específico de las viviendas prefabricadas también se indican ahorros de costos en relación a la construcción tradicional, aunque de todas formas menores que en caso de las viviendas industrializadas, y asociados básicamente a los componentes prefabricados y no al conjunto global del sistema constructivo, que finalmente no difiere demasiado de los métodos de construcción con ladrillos, cemento y hormigón.

A continuación se señalan una gran variedad de argumentos que respaldan la construcción de viviendas industriales, los cuales sin embargo en algunos casos pueden ser muy relativos o bien no han probado tener necesariamente un sustento empírico. Estos últimos aspectos se desarrollan en la sección subsiguiente que hace mención a las desventajas en la construcción industrializada de viviendas, y posteriormente de acuerdo a lo encontrado en la evidencia empírica a nivel internacional.

#### **Mayor Velocidad De Construcción.-**

En la medida que exista un mayor número de componentes prefabricados, idealmente la vivienda completa, la construcción posterior en el sitio mismo de la obra es más rápida y simple<sup>5</sup>. En el caso de que la vivienda sea hecha completamente a base de módulos, la construcción posterior implica básicamente la preparación del terreno y su urbanización, la construcción de los cimientos, y el ensamblaje de los distintos módulos que conformaran la vivienda. En tanto, en el caso de las viviendas prefabricadas, donde el volumen de componentes de la vivienda a ser construidos directamente en la obra son mucho mayores que en el caso de las viviendas industriales, de todas formas la construcción seca en la obra elimina los tiempos de espera de secado existentes en las construcciones de ladrillo y cemento.

En ambos casos, la construcción misma de los componentes prefabricados toma un menor tiempo que su elaboración tradicional en la obra, dado que estos se hacen como una producción en línea que involucra procesos simples y repetidos, los que además, particularmente en el caso de las viviendas industriales, pueden ser realizados de manera paralela disminuyendo las etapas críticas existentes cuando los procesos de construcción se realizan de manera secuencial en la obra.

---

<sup>5</sup> De hecho, en el caso de que la vivienda sea hecha completamente en base a módulos, la construcción posterior implica básicamente la preparación del terreno y su urbanización, la construcción de los cimientos, y el ensamblaje de los distintos módulos que conformaran la vivienda.

### **Menor Estacionalidad en la Construcción de Viviendas.-**

El hecho de que la mayor parte de las partes de las viviendas pre fabricadas, o bien la totalidad en el caso de las viviendas industrializadas, se realice en fábrica y por lo tanto no está sujeta a las condiciones climáticas, ello hace que la construcción de vivienda disminuya la estacionalidad tan característica de la actividad de la construcción y se mantenga un flujo de producción más constante durante el año.

### **Mayor Control De Los Procesos.-**

Los sistemas industrializados permiten un mayor y mejor control, y a un menor costo, de los procesos que involucra la construcción de la vivienda, especialmente en la etapa de fabricación de los módulos o elementos prefabricados que la conforman. Específicamente, permiten minimizar los costos causados por los retrasos a causa de malas condiciones climáticas, los costos causados por pérdidas de materiales que permanecen en las obras, y los costos causados por excesivos inventarios de materiales en las obras.

Por su parte, los procesos de control de calidad en la construcción prefabricada son más baratos que en los métodos de construcción tradicionales, ya que son centralizados y sobre unidades seriadas.

### **Menores Costo de la Mano de Obra y Aumento de Productividad. -**

La construcción tanto de viviendas industriales como de viviendas prefabricadas requiere de un menor número de trabajadores. Por un lado se necesita menos mano de obra especializada y un menor nivel de habilidades en comparación con construcción tradicional en obra<sup>6</sup>, y por otro, en los procesos de prefabricación en líneas de producción en serie requieren un menor número de trabajadores, comparados con los necesarios para realizar esas mismas labores en la construcción tradicional in situ. Todo ello hace que en la construcción industrializada de viviendas los salarios asociados sean menores pero a la vez que exista una mayor productividad de la mano de obra aumente<sup>7</sup>.

### **Menores Costos de Insumos.-**

La producción centralizada en fábrica de los componentes de la vivienda industrializada o prefabricada ofrece la oportunidad de alcanzar una mayor escala de producción tal que permita disminuir los costos unitarios de producción. A su vez, esta mayor escala de producción permite a su vez un mejor poder de negociación de precios de los insumos, y por lo tanto menores costos, ya que éstos pueden ser adquiridos directamente a los fabricantes en vez de comerciantes mayoristas o minoristas.

### **Menores Costos de Financiamiento. -**

Todos los proyectos inmobiliarios, así como también los de infraestructura, requieren de financiamiento durante su periodo de construcción, y por lo tanto el costo de este financiamiento es un ítem importante de sus costos. En el caso de las viviendas industrializadas y prefabricadas dichos costos son más bajos. El

---

<sup>6</sup> Como por ejemplo los trabajadores especialistas en carpintería.

<sup>7</sup> Sin embargo, estos menores sueldos se verían compensados por el hecho de que los trabajadores que se desempeñan en las fábricas tienen un empleo con mayor estabilidad durante todo el año.

periodo que abarca su construcción es menor comparado con los métodos tradicionales, lo que significa un menor lapso de tiempo durante el cual se requiere de crédito para el pago de salarios, equipamiento y gastos de operación, lo que finalmente redonda en un menor gasto de intereses.

### **Menor Probabilidad de Accidentes.-**

Dado que la construcción de viviendas industrializadas y prefabricadas requiere de un menor número de trabajadores in situ, disminuye por ende la congestión tradicional en el sitio de la construcción, lo que a su vez reduce la probabilidad de ocurrencia de accidentes. Esto perfectamente puede incidir en la contratación de seguros de accidentes del trabajo a un menor costo para la empresa, en la medida que el mercado de seguros pudiera distinguir esta característica individual del resto de la generalidad del sector.

### **Menor Impacto Ambiental de la Construcción.-**

Una consecuencia de usar un mayor número de elementos prefabricados en la construcción de viviendas, es que los efectos del proyecto sobre el medio ambiente se ven potencialmente disminuidos, tanto por un menor periodo de construcción en el lugar mismo de la obra, como por un menor nivel de desperdicio de materiales y emisión de CO<sub>2</sub> en la obra<sup>8</sup>.

### **Racionalización de los Procesos Constructivos.-**

La construcción industrializada de viviendas implica una mayor racionalización de todo el proceso constructivo, cuyo objetivo último es mejorar la productividad y rentabilidad. Parte esencial de este proceso de racionalización en la construcción industrializada es el énfasis que se pone en la fase de concepción y planificación de los proyectos, que luego permite una celeridad en la etapa de la construcción in situ. Si bien la racionalización de los procesos constructivos es aplicable también a la construcción tradicional<sup>9</sup>, la industrialización implica necesariamente la existencia de ésta.

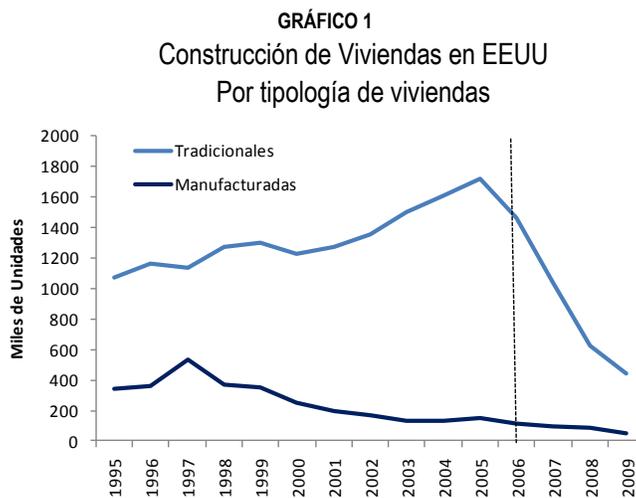
---

<sup>8</sup> No obstante, no se contrastan estos menores impactos producto de la construcción en obra, con los impactos que tiene la prefabricación de los componentes sobre el medio ambiente.

<sup>9</sup> Civit S.,A., González F.,D., (2006): "el concepto de racionalización en la construcción comprende el conjunto de métodos de producción, incluida la gestión y la tecnología, conducentes a mejorar la productividad y la rentabilidad. En este sentido, lo que realiza la racionalización en estos sistemas constructivos es disminuir el carácter de improvisación que se da de manera más general en la construcción en obra"

### 3.2. DESVENTAJAS DE LAS VIVIENDAS INDUSTRIALIZADAS

En Estados Unidos<sup>10</sup> se observa que en los últimos quince años la construcción de vivienda industrializada ha tenido una evolución persistentemente decreciente, en tanto que en las viviendas de construcción tradicional in situ se registra un periodo de incremento desde 1995, pero a partir de ese año, pero fundamentalmente desde 2007 se observa un descenso muy pronunciado de estas viviendas.



Fuente: Census Bureau, Departamento de Comercio de EE.UU

Las desventajas que se mencionan de la construcción de casas manufacturadas y prefabricadas provienen tanto de parte de factores de oferta, o de costos, como de factores de demanda. Sumada a éstas existen también argumentos críticos que relativizan las potenciales ventajas de la construcción más industrializada de viviendas.

#### **Existencia de Procesos Críticos que Afectan Rapidez de la Obra.-**

Dentro de los factores de oferta, cabe señalar que es posible que la rapidez en la construcción de la vivienda prefabricada no vaya acompañada por la rapidez de otros factores que influyen en la velocidad del desarrollo del proyecto como tal. Estos factores pueden referirse a la tramitación necesaria en las distintas instancias municipales y gubernamentales, y la tramitación para obtener la conexión a los servicios básicos y urbanización de los terrenos. Entre más largos y engorrosos sean estos trámites, más demoran los proyectos, y en consecuencia sus costos son mayores, lo que se aplica de igual forma tanto para las viviendas manufacturadas como para las viviendas de construcción convencional<sup>11</sup>.

#### **Inflexibilidad a Modificaciones del Proyecto.-**

En la medida que exista un mayor número de componentes prefabricados en la construcción de una vivienda, especialmente los elementos de mayor envergadura, se hace más necesario realizar un trabajo de

<sup>10</sup> Si bien existe una gran experiencia construcción industrializada de viviendas en algunos países europeos, solo se cuenta con estadísticas de construcción y venta para este tipo de casas para los Estados Unidos.

<sup>11</sup> De hecho, no es raro que suceda que incluso la construcción de viviendas bajo un sistema tradicional demore a veces menos que los trámites requeridos para su aprobación

planificación a priori con mucho mayor detalle y acuciosidad técnica, de manera que en la etapa de prefabricación queden bien definidos todos los detalles. Ello pues, una vez llevado a cabo esta etapa, existe una inflexibilidad relevante para modificar posteriormente los proyectos.

En otras palabras, si existen detalles que queden mal definidos en el trabajo de planificación previo, ello tendrá consecuencias negativas fabricación de la vivienda industrializada que serán difíciles de enfrentar posteriormente en la etapa de construcción o instalación. De hecho, por ser un método de fabricación en serie, una mala especificación en la etapa de planificación tiene consecuencias sobre el total de viviendas que hubieren utilizado estos componentes, y por lo tanto con un impacto sustancial en los costos posteriores.

### **Costos Fijos y Riesgo del Negocio.-**

El contexto natural en que se desenvuelve la actividad el sector de la construcción es uno de alta volatilidad, y por lo mismo altamente riesgoso, cuestión por la cual las empresas constructoras tienden a organizaciones más flexibles por obra y subcontratación de servicios, que les permita minimizar los costos fijos y por lo tanto sus riesgos. Sin embargo, y pese a que el contexto de mercado es el mismo, los efectos que tiene la volatilidad de la demanda inmobiliaria sobre los fabricantes de viviendas industrializadas y prefabricadas son mucho mayores en comparación con los constructores “tradicionales”, al tener importantes costos fijos asociados al funcionamiento permanente de las plantas donde se fabrican los componentes prefabricados de las viviendas<sup>12</sup>.

Una vez hechas las inversiones, estos mismos costos fijos llevan a la necesidad de alcanzar un nivel de producción mínimo que permita realmente alcanzar las necesarias economías de escala en la producción de los componentes prefabricados que rentabilicen y justifiquen las inversiones en planta. De hecho, una escala de producción menor a los niveles mínimos, puede acortar sustancialmente la diferencia en costos respecto de la construcción de viviendas tradicionales, haciendo dudosa su mejor relación precio / calidad.

De igual forma, frente a crisis económicas donde la demanda inmobiliaria cae de manera abrupta, el incentivo de estos productores es a mantener su producción y amortizar las inversiones, por lo que tienden a disminuir los precios de venta de las unidades existentes y de las que necesariamente deber seguir fabricando para costear al menos los gastos fijos. En tanto, en el caso de las viviendas de construcción tradicional, cuyos mayores costos son variables asociados a los proyectos de manera más específica, una caída de la demanda inmobiliaria afecta fundamentalmente el precio de las unidades que se encuentran en su etapa de construcción o en stock para la venta en ese momento. En suma, el precio de las casas industrializadas, y en menor medida de las casas prefabricadas, tendería a ser mucho más volátil que las viviendas tradicionales, tanto de las nuevas viviendas como de las usadas<sup>13</sup>.

### **Mayor Gasto por Inversión en I+D.-**

---

<sup>12</sup> Esto representa un eventual desincentivo a la construcción de viviendas industrializadas y una barrera natural a la entrada a esta actividad: *“There are substantial risks for all those involved in pioneering construction techniques. These inhibit take up and hence reduce the potential for improvements to be developed”*, Commission for Architecture and the Built Environment (CABE), (2004) *“Design and Modern Methodn of Construction”*

<sup>13</sup> No obstante, ante una caída de demanda los efectos sobre los costos de funcionamiento de las fabricas que producen los componentes prefabricados de las viviendas industrializadas pueden aminorarse en la medida que exista maquinaria arrendada, y con cierta flexibilidad en los contratos de arriendo de ésta.

En el caso específico de casas prefabricadas de madera, la experiencia de los países escandinavos, que son grandes productores de viviendas prefabricadas con esta materialidad, señala que para que este concepto de vivienda tenga el crecimiento y la aceptación que en ese país existe, el sector forestal debió invertir fuertemente en investigación y desarrollo de madera especialmente preparada para la construcción, que permitiera asegurar la calidad y durabilidad de las viviendas en el tiempo<sup>14</sup>. Ello por cuanto este material, que tiene características muy destacables como material constructivo, se ve afectado a la vez en el tiempo por patologías ataques de hongos, insectos, torceduras, etc., a la vez que presenta una mayor exposición a los riesgos de incendio. De esta forma, el control de estos factores y la minimización de los efectos que ellos puedan tener sobre la calidad y la duración de las viviendas construidas con madera, requiere de un flujo constante de recursos para invertir continuamente en investigación y desarrollo de productos que se adecuen a estos requerimientos.

### **Disponibilidad de Mano de Obra.-**

Ciertamente que un factor que ha impulsado la construcción de viviendas industrializadas en otros países son los altos niveles de salarios en el sector de la construcción. Por ello, en países con alta disponibilidad de mano de obra en el sector de la construcción, la producción tradicional de viviendas de manera más “artesanal” puede ser efectivamente más competitiva que la producción industrial de éstas, lo que hace poco probable que existan los incentivos económicos a que se reemplace la construcción en obra de las viviendas, por una que tenga la mayor parte de sus componentes prefabricados.

De esta forma, sólo un encarecimiento relativo de la mano de obra, que se refleje en un aumento de los salarios en relación al costo de financiamiento para la compra o arriendo de maquinaria, puede incentivar a las empresas constructoras a buscar una alternativa de producción de viviendas con mayor uso de maquinarias, tecnología y elementos prefabricados.

Sin embargo, cabe señalar que no necesariamente los trabajadores que se utilizan en la fabricación de las viviendas industrializadas requieren de un menor nivel de habilidades y por lo tanto tiene un menor salario. De hecho, el ensamblaje in situ de las viviendas industrializadas requiere de habilidades muy específicas que resultan claves para la calidad final del producto<sup>15</sup>, lo que requiere una capacitación específica a los trabajadores, cuyos sueldos por cierto no serán en ningún caso menores que los que se pagan en la construcción tradicional de albañilería.

### **Mayores Costos de Transporte.-**

La utilización de un gran número de componentes prefabricados en la construcción de una vivienda, y en el caso extremo la vivienda completa, que deben ser trasladados desde la fábrica hasta el sitio de ubicación definitivo de ésta, lleva a que el ítem de gasto en transporte sea uno de relevancia en los costos de construcción de las viviendas industrializadas y pre fabricadas, sea que éstos los asuman los fabricantes directamente o bien sean los compradores.

En este sentido, existe un *trade-off* entre menores costos salariales que se pudieran obtener al prefabricar los componentes de las viviendas en regiones geográficas más distintas pero donde existan menores costos

---

<sup>14</sup> Smith Ryan E. (2009).

<sup>15</sup> The Parliamentary Office of Science and Technology, UK, (2003).

laborales, y el costo asociado al transporte de estos componentes hasta la construcción o ubicación final de la vivienda.

### **Bajo enfoque al cliente o comprador de la vivienda.-**

Dentro de los factores de demanda que explican la menor penetración de este tipo de viviendas en otros países, cabe destacar la excesiva uniformidad o producción en serie de las casas manufacturadas, y en menor medida en las casas prefabricadas, cuestión que las hace ser poco atractivas para los potenciales compradores.

Esta uniformidad, sin embargo, es una característica relevante y deseada para poder disminuir los costos de fabricación en una producción en serie de los componentes prefabricados. De hecho, a mayor adaptación de la construcción a requerimientos particulares, y por lo tanto una menor utilización de elementos pre fabricados estandarizados, hacen que la construcción de la vivienda manufacturada deje de tener una diferencia de costos significativa en relación a la construcción tradicional.

En otras palabras, solo un conjunto mínimo de elementos prefabricados asegura, al menos en parte, que la construcción de la vivienda muestre una relación precio/calidad competitiva comparado con los métodos convencionales de construcción.

### **Calidad y acreditación.-**

La construcción de viviendas industrializadas en otros países ha tenido una historia plagada de éxitos pero también de fracasos, donde la existencia de muchos casos de viviendas que presentaron problemas de calidad llevó a las autoridades de esos países a emprender acciones para regular esta actividad.

Particularmente en Estados Unidos, donde la producción de casas industrializadas se inició con fuerza en el periodo post Segunda Guerra Mundial, en el transcurso de los años hubo una creciente preocupación por la calidad, la durabilidad, la salud y la seguridad de estas viviendas. Ello llevó a que en 1974 el Congreso de ese país elaborara la "*Federal Manufactured Housing Construction and Safety Standards Act*", que estableció un código de carácter nacional que regula los estándares de calidad, durabilidad, diseño y seguridad en la construcción de estas viviendas ("*HUD Code*")<sup>16</sup>. Por su parte, en el caso de las viviendas pre-fabricadas, en este país existen regulaciones para su construcción pero que solo son de carácter regional o local, y que, a diferencia del *HUD Code*, generalmente regulan los aspectos de diseño y funcionamiento de los materiales de la construcción, más que la prescripción de un tipo específico o una dimensión particular de un material que deba ser utilizado en la vivienda.

Por su parte, en el Reino Unido existe una acreditación de carácter voluntario para las empresas que fabrican viviendas industrializadas u otros métodos que incorporan tecnologías innovadoras ("*Modern Manufactured Construction*"), la cual es efectuada por "*The British Board of Agrément and BRE Certification*", en un proceso que demora cerca de un año y que cuesta alrededor de US\$ 150.000. El beneficio para las empresas que se certifican, aparte del efecto propaganda, es que éstas tendrían mayor facilidad para acceder a seguros de construcción e hipotecarios.

---

<sup>16</sup> Este código también regula los estándares de climatización, instalaciones sanitarias y eléctricas, y otros.

Con todo, la experiencia internacional muestra que para que este tipo de construcción de viviendas de carácter más industrializado tenga viabilidad y se desarrolle, parece necesario que exista un mecanismo obligatorio o acordado entre los diferentes agentes que conforman todo el proceso (inmobiliarias, constructoras, arquitectos, contratistas, fabricantes de productos, etc.), de manera que se establezca una estandarización o normalización de los productos (prefabricados) y la calidad de la construcción<sup>17</sup>.

### **Costos de financiamiento para la compra de viviendas.-**

El costo de financiamiento hipotecario representa un factor muy determinante del verdadero costo de acceso que tiene una familia para la compra de una vivienda. En el caso de sectores de menores ingresos, ello puede ser aun más determinante en circunstancias que son sectores que tienen un acceso al crédito aun más restringido y donde el pago de los dividendos constituye una fracción proporcionalmente elevada de sus ingresos.

En la experiencia de EEUU, los compradores de viviendas manufacturadas acceden a costos de créditos mayores y a menor plazo, producto de la percepción de los bancos de que estas casas tienen una menor vida útil (duración), y de que sus compradores tienen bajos ingresos y que por lo tanto son sujetos de crédito más riesgosos. Incluso, y debido a que estas casas pueden ser potencialmente trasladadas a otro sitio, los bancos no acceden fácilmente a entregar créditos hipotecarios para su compra, y solo otorgan créditos de consumo personales<sup>18</sup>, y aquellos que logran un crédito hipotecario en general se ven sujetos a condiciones mucho menos favorables comparadas con aquellos que compran casas de construcción tradicional. Esta situación ha hecho que se desarrolle un importante mercado donde son los propios fabricantes de estas viviendas los que otorgan créditos de manera directa a los compradores, aunque a un costo de crédito superior al del mercado financiero.

Por su parte, en el Reino Unido se observa una reticencia de las compañías de seguros, los bancos y organismos que otorgan créditos a financiar la compra de casas industrializadas. Éstos ven una mayor incertidumbre ante la probable existencia de un defecto en una línea de producción específica, ya que ello involucraría a muchas viviendas dada la producción masiva de estas, y lo más probable es que dicha falla no se notara en los primeros años. Esta incertidumbre genera cautela entre estos agentes, los que están más habituados, y por lo tanto sopesan de mejor forma, los riesgos de falla en los métodos de construcción tradicionales.

De esta forma, muchas de las características de las viviendas manufacturadas y prefabricadas que hacen posible que tengan precios más accesibles a la población de menores ingresos, se pueden ver contrarrestadas por los altos costos del crédito de financiamiento hipotecario al cual se accede para la compra de estas casas. El resultado de todo ello, es que el costo o precio efectivo que estas casas tienen para las familias que las compran no es muy distinto al costo de las casas tradicionales, pudiendo ser incluso mayor en algunos casos.

---

<sup>17</sup> Civit S. Albert-Josep et Al (2006)

<sup>18</sup> De acuerdo a estadísticas del Census Bureau, el año 1995 solo el 10% de las casas manufacturadas vendidas ese año en EEUU tenían un crédito hipotecario (real estate), cifra que habría subido a un 27% en 2009, siendo el resto adquirida con créditos personales. Ver <http://www.census.gov/const/mhs/sitebuiltvsmh.pdf>

### **Efecto sobre la plusvalía de las viviendas.-**

En la literatura se hace mención a muchos factores que influyen de manera simultánea sobre la conformación de los precios de mercado y la plusvalía de las viviendas<sup>19</sup>: la comunidad y calidad del barrio donde se ubica la vivienda, el precio inicial de compra, la antigüedad de la vivienda y su estado de mantención<sup>20</sup>; el equipamiento urbano en el entorno de ésta, la facilidad de acceso a medios de transporte públicos, y la extensión y calidad de redes a través de las cuales se efectúan las de viviendas usadas<sup>21</sup>, entre otras. Si bien la materialidad de la vivienda no está descrita como un factor directamente influyente sobre los precios de reventa o plusvalía, sí se relaciona con algunos de los elementos mencionados anteriormente. En primer lugar, en la experiencia de reventa de las casas manufacturadas en EEUU, se observa que, pese a que este tipo de viviendas se construye hace más de cuatro décadas, sus mercados de reventa son bastante débiles y poco profundos, siendo éste uno de los puntos más críticos que redundan en una pérdida de valor de estas viviendas y de riqueza para sus dueños. Ello sucede por imperfecciones del mercado de crédito, y por productos que históricamente tuvieron una calidad deficiente. Como consecuencia de ello, los inversionistas perciben un alto riesgo de tener en sus carteras de inversión en papeles de créditos o préstamos asociados a estas casas, impidiendo que exista un mercado de reventa dinámico, lo que afecta su plusvalía.

En segundo término, los costos de ampliación y mantención puede ser potencialmente mayores en las casas industrializadas, afectando con ello la plusvalía de estas viviendas. El costo total que la adquisición de una vivienda le implica a su comprador incluye aspectos relevantes, más allá del precio inicial, tales como la durabilidad y los costos de mantención, siendo estos últimos muy determinantes del valor de la vivienda en el tiempo. En efecto, una casa menos durable y/o que implique mayores costos de mantención, implica un mayor desembolso de dinero por unidad de tiempo en gastos de mantención al comprador de la vivienda, tal que la vivienda no pierda valor o plusvalía en el tiempo

### **3.3. EVIDENCIA EMPÍRICA Y CUALITATIVA**

Más allá de los planteamientos teóricos que postulan los promotores de uno y otro sistema constructivo, la experiencia práctica y la evidencia empírica señalan que en algunos casos existen ventajas absolutas de un sistema sobre otro, y que en otros casos, las ventajas que teóricamente se señalaban para las viviendas industrializadas son más bien relativas. A continuación se detallan algunos de estos factores donde se ha encontrado evidencia empírica con mayor detalle.

#### **Percepción cualitativa de las ventajas comparativas.-**

En una encuesta realizada por la Universidad de Texas a un grupo de 29 gerentes de grandes empresas constructoras a nivel nacional, y con amplia experiencia en la construcción de viviendas tradicionales,

---

<sup>19</sup> En este caso se entiende plusvalía al diferencial de valor entre el precio inicial de compra y el valor de mercado de la vivienda.

<sup>20</sup> A mayor antigüedad de la vivienda menor es su precio de reventa, lo que sin embargo puede ser compensado por mayores gastos en mantención. En efecto, estudios muestran que después de 10 años el efecto de los gastos en mantención superan al efecto de los años sobre el precio de la vivienda. Véase Jewell K. (2002).

<sup>21</sup> Una mayor extensión y articulación de éstas redes permite que se minimizen los costos de transacción asociados a la compra y venta de viviendas usadas, favoreciendo el valor de reventa de éstas.

industrializadas y prefabricadas,<sup>22</sup> se les solicito a los encuestados ordenar por importancia las posibles ventajas de la prefabricación y modularización de casas desde sus experiencias en la práctica, comparado con la construcción tradicional en obra. En los resultados se observó una concordancia que en los sistemas más industrializados los niveles de productividad y de seguridad generalmente eran más altos, los niveles de habilidad iguales, en tanto que los salarios eran más bajos.

Sin embargo, algo interesante de destacar de las respuestas de la encuesta es que los últimos lugares del ranking, aunque siempre con una apreciación de ventaja de la construcción industrializada frente a la construcción en obra de las viviendas, los ocuparon aspectos tales como el ahorro de empleo y el ahorro total de costos. En otras palabras, esos aspectos son los que presentan menor ventaja relativa en relación al sistema de construcción tradicional. Si bien estas respuestas no representan datos estadísticos certeros, dan una idea de que las principales ventajas que en teoría conlleva la producción de viviendas industrializadas, que son aquellas asociadas a un menor costo total de producción, no pareciesen tener tanto asidero al menos en la percepción práctica de gente ligada directamente a esta actividad.

En esta misma encuesta se les solicitó a los entrevistados listar cinco impedimentos que ellos ven para ocupar más extensivamente los sistemas de prefabricación y modularización en la construcción de viviendas. De éstos, el principal impedimento fue el volumen de trabajo de planificación de las obras que debe hacerse ex ante, y luego los requerimientos de coordinación que requiere el desarrollo de los proyectos, el transporte de los componentes prefabricados y la inflexibilidad de modificar posteriormente la obra. Estas percepciones prácticas dan cuenta de las desventajas enunciadas en la sección anterior de este estudio.

#### **Diferencia De Costos.-**

Existen varios trabajos para Estados Unidos donde se estima que los costos de construcción de las viviendas industrializadas no son solo menores, sino que aumentan menos que el de las viviendas de construcción convencional en obra. Estos estudios realizan cálculos de costos comparativos, a partir de estadísticas del Census Bureau aplicadas a las especificaciones constructivas, entre otras, de las viviendas manufacturadas y las viviendas de construcción in situ. El estudio de NAHB (1998) calculó que, para una vivienda de características homogéneas<sup>23</sup>, el costo de construcción de la casa manufacturada era un 42% menor que la casa tradicional in situ, y un 32% menos que la casa modularizada o prefabricada. Por su parte, Apgar et Al (2002)<sup>24</sup>, basándose en información de Freddie Mac, estimaron que el costo de construcción de las viviendas manufacturadas habría aumentado en la década de los 90's un 1,6% en tanto que las viviendas tradicionales lo habrían hecho en 2,9%.

En estimaciones para otros países, Pizarro et Al<sup>25</sup> calcularon los costos de construcción para el año 2003 para una tipología específica de vivienda social en Argentina construida de manera no tradicional<sup>26</sup> y la compararon con el costo de construcción de la misma vivienda pero con materiales como ladrillo y hormigón armado. El resultado de esta comparación fue que el costo total de la vivienda de construcción no tradicional fue un 13,8% superior que el costo de la vivienda de construcción tradicional. Por su parte, en un estudio realizado

---

<sup>22</sup> Haas C. et Al (2000).

<sup>23</sup> En cuanto a los cimientos y el tamaño de las viviendas.

<sup>24</sup> Apgar William, Calder Allegra, Collins Michael, Duda Mark, (2002).

<sup>25</sup> Pizarro, Nery F., Michelini, Rufino J. y Maldonado Noemí G. (2003)

<sup>26</sup> La vivienda del tipo industrializada examinada fue con fundación premoldeada de hormigón armado y estructura resistente de acero, cerramientos de paneles termoacústicos compuestos por chapa y poliuretano.

para España, Taranilla (2009) calculó que el costo de una vivienda industrializada<sup>27</sup> era en promedio entre 24% y 31% menor que la misma vivienda de construcción convencional.

Contrastando con los anteriores estudios, en las evaluaciones de un proyecto que creó un fondo financiado por el gobierno del Reino Unido para la construcción de viviendas industrializadas, se menciona que en algunos casos se habrían observado menores costos de construcción, pero que en general los costos habrían sido superiores entre un 7% a 10%<sup>28</sup> con respecto a haber realizado las mismas viviendas pero con métodos de construcción convencionales.

### **Aumento de la Productividad y Estabilidad Laboral.-**

La teoría indica que la construcción industrializada de vivienda conlleva un aumento de la productividad de los trabajadores empleados en dicha fabricación, como consecuencia de una disminución del empleo requerido, la existencia una producción en línea, y una mayor inversión en maquinarias y equipos. En efecto, de acuerdo a la realidad en otros países, los trabajadores en estas fábricas tiene un menor nivel de capital humano y menores sueldos, lo que conjuntamente con mayores inversiones en maquinaria y procesos de producción simples y repetitivos, hace que esta fuerza de trabajo aumente su productividad. Esto lleva como resultado a una mejor relación costo/ efectividad.

Sin embargo, la encuesta realizada por el Centro de Estudios de la Industria de la Construcción en Estados Unidos<sup>29</sup>, que indagó sobre las diferencias entre trabajadores de la construcción de viviendas prefabricadas y de viviendas tradicionales, concluyó que los gerentes de las empresas constructoras no percibían una diferencia significativa de productividad entre los trabajadores de un sistema de construcción u otro, a la vez que apreciaban que los trabajadores de viviendas prefabricadas percibían menores salarios<sup>30</sup>.

### **Diferencia y Volatilidad en Los Precios Iniciales de Venta.-**

En teoría, de existir una ventaja de costos en la construcción industrializada de viviendas, esto debiera observarse de igual forma en los precios iniciales de venta comparados con las de construcción convencional. Esto parece verificarse en las estadísticas del Departamento de Comercio de los EEUU, donde se observa que los precios de venta de las casas manufacturadas en este país habrían sido un 54% más bajo entre 1995 y 1999, un 56% menor entre 2000 y 2005, y un 53% más bajo entre 2005 y 2009 (ver Tabla 1). Por su parte, Barshani<sup>31</sup> estimó que el precio de venta del metro cuadrado de las viviendas industrializadas entre 2004 y 2008 en EEUU habría sido en promedio entre un 55% y 62% más barato que las viviendas de construcción tradicional<sup>32</sup>.

---

<sup>27</sup>Taranilla G. David, (2009)

<sup>28</sup> [www.housingcorp.gov.uk/upload/pdf/MMC\\_full\\_report.pdf](http://www.housingcorp.gov.uk/upload/pdf/MMC_full_report.pdf)

<sup>29</sup> Haas C., O'Connor J., Tucker R., Eickmann J., Fagerlund W. (2000)

<sup>30</sup> La hipótesis de los autores del informe es que menores salarios de los trabajadores de viviendas prefabricadas es consistente con una mayor estabilidad del empleo a lo largo del año, en comparación con la mayor estacionalidad que enfrentan los trabajadores de la construcción de viviendas tradicionales.

<sup>31</sup> Barshani A., T. S. Abdelhamid and M. Syal, (2004)

<sup>32</sup> Lamentablemente para este país no existe información oficial desagregada de precios para la categorización de viviendas prefabricadas, ya que las estadísticas de las viviendas de construcción tradicional ("on site") incluyen a las viviendas de construcción convencional y las viviendas modularizadas y prefabricadas

**TABLA 1**  
**Precio de venta viviendas (USD per square foot).**

|      | <b>Tradicionales (excl terreno<sup>a</sup>)</b> | <b>Manufacturadas<sup>b</sup></b> |
|------|---|-----------------------------------|
| 1995 | 62,45   | 28,32                             |
| 1996 | 64,38   | 29,24                             |
| 1997 | 66,81   | 30,54                             |
| 1998 | 67,83   | 31,52                             |
| 1999 | 67,7  | 30,88                             |
| 2000 | 70,43   | 32,00                             |
| 2001 | 71,93   | 32,57                             |
| 2002 | 75,68   | 32,81                             |
| 2003 | 79,21   | 34,41                             |
| 2004 | 85,13   | 36,33                             |
| 2005 | 90,63   | 39,94                             |
| 2006 | 91,99   | 40,86                             |
| 2007 | 92,51   | 41,80                             |
| 2008 | 88,31   | 42,95                             |
| 2009 | 83,89   | 43,01                             |

<sup>a</sup> Corresponde al precio de venta de la vivienda menos el precio estimado del terreno.

<sup>b</sup> Corresponde al precio de venta del fabricante.

Fuente: Census Bureau, Departamento de Comercio de EE.UU

Sin embargo, estos precios de venta no reflejan el desembolso total de dinero que realizan sus compradores, pues no incorporan los ítems de transporte y el ensamblaje e instalación de la vivienda, entre otros. Teniendo en cuenta esta falencia en las estadísticas de precios, la Universidad de Michigan calculó que el costo total por la compra de una casa manufacturada en 1991, teniendo en cuenta una amplia categoría de casas manufacturadas, se reducía a un 49,8% menos comparado con una vivienda tradicional de construcción in situ, reduciéndose marginalmente el diferencial calculado directamente de las cifras del Census Bureau.

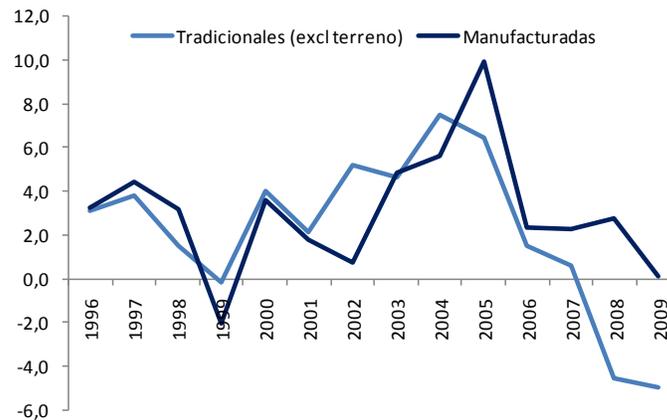
No obstante, y yendo un poco más allá en la crítica, algunos autores estiman que estas comparaciones de precios entre viviendas industrializadas y tradicionales en EEUU no son consistentes y en consecuencia estarían sesgadas, ya que el reglamento normativo que regula la construcción de casas manufacturadas (HUD Code) permite que la calidad construcción de este tipo de viviendas sea inherentemente de calidad inferior. Ello, dado que el HUD Code regula la fabricación de estas viviendas en función del desempeño de sus componentes y no de manera prescriptiva, lo que les da flexibilidad a los fabricantes de aplicar la normativa de la manera menos costosa.<sup>33</sup>

En relación a la mayor volatilidad que exhibirían los precios de venta de las viviendas manufacturadas ante los ciclos económicos del sector inmobiliario, ello no se constata en los ciclos económicos recientes de acuerdo a las cifras oficiales del instituto de estadísticas de ese país. En efecto, se observa que entre 2000 y 2005 las viviendas tradicionales de construcción in situ habrían tenido una evolución más positiva en los precios, en tanto que desde ese último año hasta 2009 la caída en el perfil de crecimiento de los precios habría sido menor en el caso de las viviendas manufacturadas (ver Gráfico 2).

---

<sup>33</sup> Vermeer K, Louie J., (1997).

**GRÁFICO 2**  
Variación anual precios mt<sup>2</sup> por tipo de vivienda



Fuente: Census Bureau, Departamento de Comercio de EE.UU

No obstante ello, no se pueden extraer conclusiones definitivas en cuanto a que no se observa en los datos una mayor volatilidad de precios en las casas industrializadas, pues en el simple cálculo de la variación anual de precios no se puede aislar la influencia que tienen otros factores relevantes sobre la volatilidad de éstos.<sup>34</sup>

#### **Dificultades y Costos de financiamiento para la compra de viviendas industrializadas.-**

En relación a lo difícil y costoso que resulta para los compradores de vivienda el acceder a créditos hipotecarios “normales” para la compra de viviendas manufacturadas, en su estudio West (2006) da cuenta de que en el año 2004 las solicitudes de créditos hipotecarios para este tipo de viviendas en los EEUU fueron rechazadas un 30% más de las veces en comparación a las solicitadas de créditos hipotecarios para compra de casas de construcción tradicional, para todos los niveles de ingresos de los compradores que postularon a estos créditos<sup>35</sup>.

**TABLA 2**  
Forma Adquisición Viviendas Industrializadas Nuevas EEUU

|                            | Años      |           |           |
|----------------------------|-----------|-----------|-----------|
|                            | 1995-1999 | 2000-2004 | 2005-2009 |
| <b>Crédito Hipotecario</b> | 85,5%     | 68,5%     | 63,8%     |
| <b>Créditos Personales</b> | 12,7%     | 27,5%     | 27,8%     |
| <b>Otros</b>               | 1,8%      | 4,0%      | 8,5%      |

Fuente: Census Bureau, Departamento de Comercio de EE.UU

<sup>34</sup> Factores de este tipo pueden ser el nivel las tasas de interés hipotecarias y de créditos personales (que son a través de los cuales se adquieren la mayor parte de las viviendas manufacturadas en EEUU), el levantamiento o imposición de restricciones de zoning que afecten a la vivienda industrializada, etc.

<sup>35</sup> De hecho, el autor encontró que las solicitudes de créditos hipotecarios para casas industrializadas por parte de personas con ingresos bastante por encima de la media tuvieron una tasa de rechazo superior que las personas de ingresos bajo la media que postularon a créditos hipotecarios para una vivienda de construcción tradicional.

En cuanto a las familias que acceden a créditos hipotecarios en el sistema financiero para financiar la compra de viviendas industrializadas, algunas estimaciones señalan que estos créditos tendrían en promedio una tasa de interés 3% mayor comparado con los créditos hipotecarios para casas de construcción tradicional<sup>36</sup>. Por su parte, West (2006) estimó que de los créditos hipotecarios que se otorgan para la compra de viviendas industrializadas en Estados Unidos, el 50% de estos tiene una tasa de interés 3% superior a los Bonos del Tesoro, cuestión que ocurre en solo el 11% de los casos de créditos hipotecarios para viviendas de construcción tradicional.

Por último, Apgar et Al. (2004)<sup>37</sup> dan cuenta que el costo de los créditos que se obtienen para la compra de viviendas industrializadas directamente de los fabricantes, resultan ser entre 2% a 5% más elevados que los obtenidos para la compra de estas viviendas pero a través de un crédito hipotecario normal.

### **Plusvalía de las Vivienda Industrializadas.-**

Algunos estudios empíricos respaldan el argumento de que la plusvalía de las viviendas construidas con métodos convencionales es mayor que la de las viviendas industrializadas. Utilizando la información de la American Housing Survey (AHS) del Ministerio de Vivienda y Desarrollo Urbano de EEUU, Jewell (2002) estimó la diferencia entre la tasa de apreciación de valor de las viviendas manufacturadas y las de construcción tradicional, controlando por las diferencias de tamaño, ubicación regional, cambios en la calidad de los barrios, hacinamiento, gastos de mantención, y otros, y determinó que las viviendas convencionales tenían una apreciación anual un 4% superior a las viviendas manufacturadas. Por su parte, Apgar et Al (2002) estimaron que entre 1990 y 2000 el precio de venta de las viviendas manufacturadas se habría incrementado 7,5% en términos reales, en tanto que el de las viviendas tradicionales habría aumentado 8,2%.

Sin embargo, autores como West<sup>38</sup> también señalan que existe una creciente evidencia que sugiere que las casas manufacturadas se aprecian de igual forma que las tradicionales pero bajo circunstancias correctas, como su ubicación, la calidad de la mantención, etc., y en ese contexto no se observarían en promedio tasas de apreciación distintas de las que observan las viviendas convencionales en EEUU<sup>39</sup>.

Respecto de los factores que influirían sobre la mayor plusvalía, se vio que la mantención de las viviendas es un aspecto muy relevante al momento de hablar de viviendas públicas y de viviendas industrializadas. En el primer caso, existen muchos estudios empíricos que revelan que las viviendas sociales reciben en general muy poca mantención en el tiempo, provocándose no sólo la desvalorización de las mismas, sino que incluso el deterioro general de los barrios y finalmente llegar incluso al abandono<sup>40</sup>. En el caso de las viviendas industrializadas, en tanto, estudios para EEUU muestran que los dueños de estas casas, comparado con los de las viviendas de construcción tradicional, están menos dispuestos a contratar servicios por reparaciones mayores y mejoras en sus viviendas, y en caso de hacerlo lo realizan ellos mismos<sup>41</sup>.

---

<sup>36</sup> Apgar et Al. (2002)

<sup>37</sup> Apgar et Al. (2002) señalan que en el año 2000 solo el 22% de las casas manufacturadas que se vendían en EEUU accedían a un crédito hipotecario tradicional y el resto lo hacía a través de créditos personales (consumo) o directamente a través de los fabricantes de estas casas.

<sup>38</sup> West S., (2006).

<sup>39</sup> Si bien de todas formas se observa que la varianza en la apreciación de las viviendas manufacturadas es mayor.

<sup>40</sup> Dunowicz, R., Hasse, R., (2005).

<sup>41</sup> Vermeer K, Louie J., (1997).

En este contexto, Jewell (2002) estimó que en EEUU la apreciación de las casas manufacturadas respondía positivamente y en mayor grado a los gastos en mantención comparado con el efecto sobre las casas tradicionales. Así, el mayor impacto marginal sobre el valor de la vivienda que tienen los gastos de mantención en las viviendas industrializadas, resulta coherente con un nivel más bajo de la calidad de mantención en que en general se encuentran éstas últimas.

Además de ello, estudios para otros países dan cuenta de que, aun existiendo muchas tipologías de casas industrializadas y prefabricadas y por ende diferentes requerimientos de mantención asociados a éstas, cuando las familias no invierten en la mantención de sus viviendas ello tendría un efecto negativo mayor sobre el valor o plusvalía de las viviendas en el caso de las tipologías industrializadas. No obstante ello, esto no necesariamente se relaciona con la existencia de un deterioro más acelerado de esta tipología de viviendas, pues estos estudios no aíslan el hecho de que el menor ingreso de las familias que viven en viviendas de tipo industrializadas sea en si mismo un factor que afecta negativamente la plusvalía de las viviendas.

## **4. LA VIVIENDA INDUSTRIALIZADA EN CHILE.**

### **4.1. BREVE HISTORIA**

En Chile, hasta mediados del siglo pasado la construcción de viviendas industrializadas o prefabricadas se daba principalmente en la tipología de segundas viviendas con fines de tipo recreacional, siendo las experiencias de la Corporación de la Vivienda (CORVI), dependiente de del Ministerio de Vivienda y Urbanismo, el primer hito relevante de la construcción de casas industrializadas a principio de la década de los sesenta. En aquel entonces, desde este organismo se organizaron concursos y seminarios para promover técnicas no tradicionales para la construcción de viviendas sociales industrializadas, lo que sin embargo sólo llegó a cristalizarse en una escasa producción de estas tipologías de viviendas durante esa década.<sup>42</sup>

Estas experiencias iniciales llevaron a que durante el gobierno de Salvador Allende se construyeran los llamados “Departamentos de Ejecución Directa”, los cuales se hicieron a partir de elementos prefabricados livianos de madera para viviendas de 1 o 2 pisos. Sin embargo, esta experiencia no fue exitosa. En la evaluación posterior de dichas viviendas por parte de la CORVI, se detectó un importante porcentaje de casas que presentaban deterioros luego de tres años de uso, en tanto que la docena de empresas que se habían montado para la fabricación de los paneles prefabricados se desmantelaron en el transcurso de los años setenta por falta de oferta de trabajo.

Paralelamente, en el año 1971 se instaló en Chile una planta de prefabricados de hormigón para viviendas en altura, la KPD donada por la URSS tras el terremoto de 1971, la que pasó a manos de la Armada durante el Gobierno Militar, intentando sin mayor éxito mantener su capacidad de producción de unas 400 viviendas.

---

<sup>42</sup> Para mayores referencias ver Bravo L., (1996).

Actualmente las viviendas que se construyen en Chile con sistemas constructivos industrializados emplean materiales como la madera, metal, polietileno, PVC, paneles de hormigón y otros, los cuales se aplican especialmente en los segundos pisos de viviendas tradicionales de albañilería y hormigón. Si bien en las regiones de la VIII al sur tienen una mayor aplicación en el mercado habitacional, los métodos constructivos industrializados tienen una baja presencia en la construcción de viviendas a nivel nacional.

La División Técnica de Estudio y Fomento Habitacional del Ministerio de Vivienda y Urbanismo (MINVU), define a los sistemas constructivos en términos generales como “los que presentan condiciones estructurales que no pueden determinarse total o parcialmente por los métodos tradicionales de cálculo; o cuando su montaje en obra se efectúe por procedimientos especialmente diseñados; y cuando se empleen nuevos materiales o éstos se combinen en forma diferente a la consultada en la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones”.

La vivienda industrializada, que difiere de la prefabricación, se define por el MINVU como “aquella en que se emplea un sistema constructivo constituido por elementos y/o componentes dimensionalmente coordinados, producidos industrialmente, siguiendo diseños tipificados y procedimientos en su mayor parte mecanizados y utilizando controles de calidad en las etapas de fabricación y montaje”. Las viviendas panelizadas, en tanto, están constituidas por un set de paneles prefabricados, más un kit de elementos y planos de ejecución. Las construcciones prefabricadas son “aquellas que en su totalidad o parcialmente emplean un sistema constructivo constituido por elementos y/o componentes dimensionalmente coordinados, que se fabrican o arman antes de su montaje en obra o fábrica, y que pueden producirse y colocarse por métodos tradicionales conocidos de la construcción”.

## **4.2. ANÁLISIS DE LA MATERIALIDAD DE LAS VIVIENDAS SOCIALES EN CHILE**

El establecimiento de políticas públicas que incentivan la construcción de viviendas sociales industrializadas, utilizando para ello subsidios, exenciones impositivas, fondos o garantías estatales especiales, entre otros, ha sido y es actualmente un tema de debate en muchos países. Muchos gobiernos se han mostrado muy entusiastas con promover estos métodos constructivos como una forma de enfrentar la creciente demanda por vivienda, y en particular, en el campo de la vivienda social. Sin embargo, a excepción de algunos países, en la mayoría se observa que la construcción de viviendas industrializadas o mediante métodos de prefabricación y modularización es bastante baja comparado con los métodos tradicionales in situ, y pese al entusiasmo de sus promotores, las evaluaciones comparativas aun no están del todo claras para los investigadores.

Si bien no existen antecedentes cuantitativos respecto del volumen de viviendas construidas en Chile con métodos más industrializados, podemos asimilar esta tipología a la categoría denominada como vivienda de madera o tabique forrado (por ambos lados), para la cual si existen estadísticas comparativas con significación estadística a nivel nacional y regional dadas por la Encuesta de Caracterización Socioeconómica del año 2006 (CASEN 2006). Esta asimilación a la categoría de viviendas industrializada o prefabricada no es antojadiza, toda vez que en Chile una vivienda de madera con revestimiento se construye en general mediante métodos de prefabricación, al igual que la viviendas de paneles.

En Chile, la mayor proporción de viviendas existentes (53%) son de albañilería de ladrillo, bloque de cemento o piedra que constituyen métodos convencionales de construcción en obra, siguiéndole después las viviendas de tabique forrado en madera u otro material (28,2%) (Ver Tabla 3). Si bien existen otras materialidades para el caso de la construcción de techos y pisos, y que todas ellas conjuntamente definen una calidad global la vivienda y por ende afectan su precio, las estadísticas desarrolladas en esta sección solo se referirán a la materialidad de los muros externos, pues ésta define principalmente el tipo constructivo de la vivienda.<sup>43</sup>

**TABLA 3**  
Porcentaje viviendas por zona según tipo de materialidad muros exteriores

|   | Urbano | Rural  | Total  |
|---|--------|--------|--------|
| <b>De acero u hormigón armado</b>                                 | 9,7%   | 1,5%   | 8,6%   |
| <b>Albañilería de ladrillo, bloque de cemento o piedra.</b>       | 58,0%  | 20,0%  | 53,0%  |
| <b>Tabique forrado por ambas caras (madera u otro)</b>            | 24,5%  | 53,2%  | 28,2%  |
| <b>Adobe</b>  | 3,3%   | 12,7%  | 4,5%   |
| <b>Tabique sin forro interior (madera u otro)</b>                 | 4,2%   | 11,7%  | 5,2%   |
| <b>Barro, quincha, pirca u otro artesanal tradicional.</b>        | 0,0%   | 0,5%   | 0,1%   |
| <b>Material de desecho y/o reciclaje (cartón, lata, ... etc.)</b> | 0,0%   | 0,1%   | 0,0%   |
| <b>Otro</b>   | 0,0%   | 0,0%   | 0,0%   |
| <b>Sin dato</b>   | 0,3%   | 0,3%   | 0,3%   |
| <b>Total</b>  | 100,0% | 100,0% | 100,0% |

Fuente: Mideplan, CASEN 2006

Sin embargo, el tipo de materialidad prevaleciente difiere tratándose de las zonas en que éstas se ubican. En las aéreas urbanas los porcentajes de viviendas de construcción tradicional aumenta marginalmente respecto al promedio nacional, lo que contrasta diametralmente con lo que se observa en las zonas rurales, donde existe una prevalencia de las viviendas de tabique forrado ( 53,2%), en tanto que las viviendas de albañilería alcanzan a solo 20,0%. Cabe destacar que, de acuerdo a los datos de la CASEN 2006, en las áreas rurales existía un importante porcentaje de casas de materialidad de adobe (12,7%), cifra que no obstante se estima que cayó drásticamente como consecuencia del terremoto de febrero de 2010.

**TABLA 4**  
Viviendas Sociales

|                    | RM    | Resto País | Total |
|--------------------|-------|------------|-------|
| <b>Zona Urbana</b> | 46,4% | 53,6%      | 100%  |
|                    | 98,7% | 84,8%      | 90,7% |
| <b>Zona Rural</b>  | 6,0%  | 94,0%      | 100%  |
|                    | 1,3%  | 15,2%      | 9,3%  |
| <b>Total</b>       | 42,6% | 57,4%      | 100%  |
|                    | 100%  | 100%       | 100%  |

Fuente: Mideplan, CASEN 2006

<sup>43</sup> Para la construcción de un índice de conservación global de vivienda, Desormeaux y Piguillen (2003) ponderan en un 50% el estado de conservación de los muros externos.

Ahora bien, en relación a las viviendas que han sido adquiridas con algún subsidio del Estado (“viviendas sociales”), y que representan el 39,6% de las viviendas a nivel nacional, el 90,7% de ellas se ubica en zonas urbanas, y están construidas predominantemente en albañilería de ladrillo, bloque de cemento o piedra (66,6%), y luego en tabique forrado (22,1%) (Ver Tabla 5). De hecho, comparadas con las viviendas privadas, aquellas construidas con algún tipo de beneficio estatal presentan un mayor porcentaje de construcción en albañilería tradicional de ladrillo o piedra, y un menor porcentaje en el resto de las materialidades, perfil que se ha mantenido constante en los últimos 15 años.

**TABLA 5**  
Viviendas Nivel Nacional: Material predominante en muros

|   | Viviendas Sector Privado | Viviendas Sociales | Total |
|---|--------------------------|--------------------|-------|
| <b>De acero u hormigón armado</b>                           | 8,7%                     | 7,2%               | 8,6%  |
| <b>Albañilería de ladrillo, bloque de cemento o piedra.</b> | 48,0%                    | 66,6%              | 53,0% |
| <b>Tabique forrado por ambas caras</b>                      | 31,8%                    | 22,1%              | 28,2% |
| <b>Adobe</b>  | 5,3%                     | 0,8%               | 4,5%  |
| <b>Tabique sin forro interior</b>                           | 5,7%                     | 3,1%               | 5,2%  |
| <b>Otros</b>  | 0,5%                     | 0,2%               | 0,4%  |
| <b>Total</b>  | 100%                     | 100%               | 100%  |

Fuente: Mideplan, CASEN 2006

Respecto del estado de conservación de los muros de las viviendas sociales para el total áreas urbanas del país, las cifras muestran que las de materialidad de tabique forrado exhiben un mayor porcentaje de viviendas deterioradas que las categorías superiores de acuerdo a la clasificación de la Encuesta Casen. En efecto, el mayor porcentaje en un buen o aceptable estado de conservación corresponde a las viviendas de acero u hormigón armado (98,4%), siguiéndole de cerca las viviendas de albañilería tradicional (97,3%). En el caso de las viviendas de tabique forrado, esta cifra alcanza a 88,5% (Ver Tabla 6).

**TABLA 6**  
Viviendas sociales en áreas urbanas: estado de conservación por tipología constructiva

|   | Bueno | Aceptable | Malo  | Total |
|---|-------|-----------|-------|-------|
| <i>De acero u hormigón armado</i>                                 | 85,0% | 13,4%     | 1,6%  | 100%  |
| <i>Albañilería de ladrillo, bloque de cemento o piedra.</i>       | 83,3% | 14,0%     | 2,7%  | 100%  |
| <i>Tabique forrado por ambas caras (madera u otro)</i>            | 57,4% | 30,9%     | 11,5% | 100%  |
| <i>Adobe</i>  | 44,1% | 29,6%     | 25,7% | 100%  |
| <i>Tabique sin forro interior (madera u otro)</i>                 | 24,8% | 39,5%     | 35,6% | 100%  |
| <i>Barro, quincha, pirca u otro artesanal tradicional.</i>        |       |           |       |       |
| <i>Material de desecho y/o reciclaje (cartón, lata, ... etc.)</i> |       |           |       |       |
| <i>Otro</i>   |       |           |       |       |
| <i>Sin dato</i>   | 47,3% | 19,9%     | 26,5% | 100%  |
| <b>Total</b>  | 76,7% | 17,9%     | 5,3%  | 100%  |

Fuente: Mideplan, CASEN 2006

En una mirada complementaria a la anterior, llama la atención que dentro de las viviendas con muros en mal estado de conservación, que afortunadamente corresponden solo un 5,3% del total de las viviendas sociales, son las de tabique forrado las que detentan la mayoría de estas construcciones (41,2%), pese a dar cuenta de

sólo del 22,1% de las viviendas sociales (Tabla 7). Por su parte, las viviendas de construcción de albañilería tradicional dan cuenta del 35,8% de las viviendas sociales con muros en mal estado de conservación, lo que sin embargo puede ser matizado por el hecho que el 66,6% de las viviendas sociales están construidas con esta materialidad..

**TABLA 7**  
**Viviendas sociales en áreas urbanas: preponderancia de tipología constructiva por categoría de calificación del estado conservación**

|   | Bueno  | Aceptable | Malo   | Total  |
|---|--------|-----------|--------|--------|
| <i>De acero u hormigón armado</i>                           | 8,6%   | 5,8%      | 2,4%   | 7,8%   |
| <i>Albañilería de ladrillo, bloque de cemento o piedra.</i> | 76,0%  | 54,8%     | 35,8%  | 70,0%  |
| <i>Tabique forrado por ambas caras (madera u otro)</i>      | 14,2%  | 32,7%     | 41,2%  | 19,0%  |
| <i>Adobe</i>  | 0,2%   | 0,7%      | 2,1%   | 0,4%   |
| <i>Tabique sin forro interior (madera u otro)</i>           | 0,8%   | 5,8%      | 17,5%  | 2,6%   |
| Sin dato  | 0,1%   | 0,2%      | 1,1%   | 0,2%   |
| Total   | 100,0% | 100,0%    | 100,0% | 100,0% |

Fuente: Mideplan ,CASEN 2006

### 4.3. PREFERENCIAS POR LA MATERIALIDAD DE LAS VIVIENDAS

Como ya se comentó en la sección anterior, las viviendas en Chile se han construido mayoritariamente con métodos tradicionales en obra y utilizando preferentemente albañilería. Por ello no es raro que la mayor cercanía de la población con estos métodos constructivos sea una de las razones que expliquen las marcadas preferencias, y por lo tanto valoración y disposición a pagar, que la personas tienen respecto de este tipo de materialidad al momento de evaluar la adquisición de sus viviendas<sup>44</sup>.

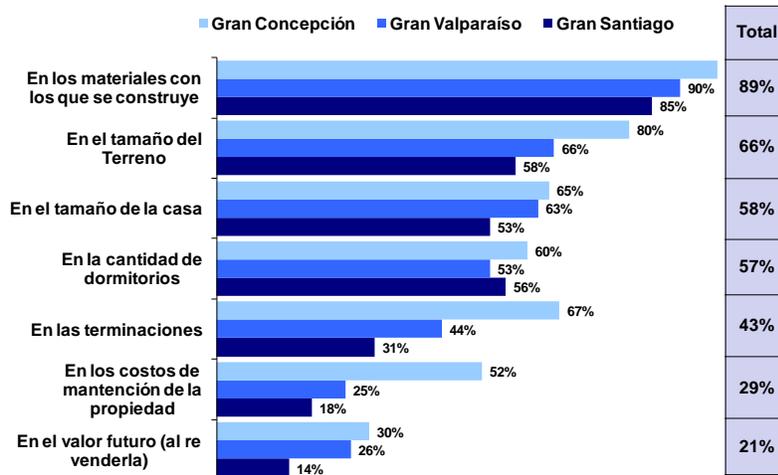
En efecto, en una encuesta de percepción realizada por GEMINES en el mes de junio de 2010 a familias de los grupos socioeconómicos D y DE<sup>45</sup>, a los que se enfoca preferentemente los subsidios habitacionales en Chile, se concluyó que la materialidad de las viviendas es el aspecto más valorado al momento de elegir una vivienda nueva (Ver Gráfico 3), siendo las viviendas de albañilería de ladrillo las que recibe el mayor porcentaje de las preferencias (77%) (Ver Gráfico 4). Por su parte, la valoración de la madera como material de construcción de viviendas recibe una mayor valoración en las zonas del sur del país, en las cuales existe una mayor familiaridad y disponibilidad de este material. Por último, las casas prefabricadas con paneles, muestran el menor porcentaje de valoración en dicha encuesta.

<sup>44</sup> Esta situación también se observa en países tales como el Reino Unido, donde una encuesta MORI del año 2001 dio cuenta que 69% de los encuestados opinaban que la construcción tradicional de albañilería en ese país tenía una mejor relación precio calidad. Ver) "Desing and Modern Method of Construction", Commission for Architecture and the Built Environment (CABE), (2004

<sup>45</sup> La encuesta se realizó a un total de 768 personas, mediante entrevistas presenciales, y cubrió al Gran Santiago, Gran Valparaíso y Gran Concepción.

GRÁFICO 3

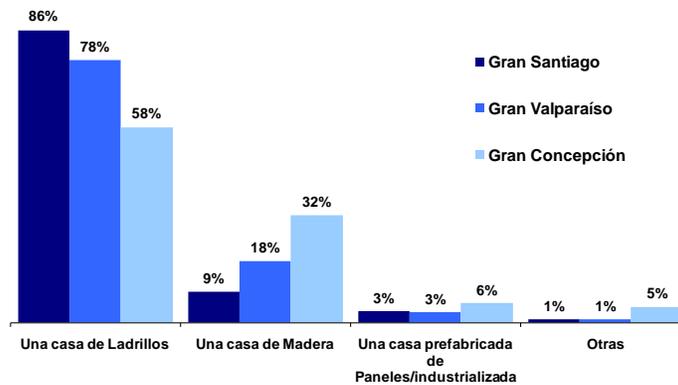
¿Cuáles son las cosas más importantes en que se fijaría al momento de elegir su casa nueva?



Fuente: GEMINES Market Research

GRÁFICO 4

Según lo que sabe o conoce ¿Cuál es el MEJOR tipo de Casa?



Fuente: GEMINES Market Research

Una estimación gruesa de la mayor valorización de las casas albañilería tradicional que arrojaron los resultados de esta encuesta es a través del cálculo del ingreso compensatorio, el que en términos simples refleja el aumento de ingreso con que un comprador debiese ser compensado ante un cambio de precios relativos entre sus alternativas de consumo, en este caso de consumo de viviendas de distinta materialidad. La expresión para el cálculo del ingreso compensatorio viene dado por la siguiente expresión:

$$\Delta IT = (P_{2CL} - P_{1CL}) * CL_1 + (Q_{2CL} - Q_{1CL}) * P_{2CL} + (P_{2CM} - P_{1CM}) * CM_1 + (Q_{2CM} - Q_{1CM}) * P_{2CM}$$

Donde,

$\Delta IT$  = Ingreso Compensatorio expresado como el porcentaje del precio global de la vivienda,

$CL_t$  = numero de viviendas de albañilería consumida en  $t$ ,

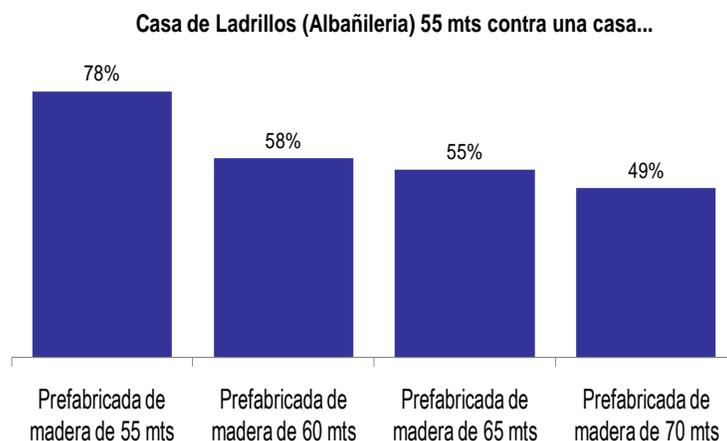
$CM_t$  = numero de viviendas prefabricadas de madera consumida en  $t$ , y

$P_{tCL}$  y  $P_{tCM}$  = precios en  $t$  de las casa de albañilería y prefabricada de madera.

En dicha encuesta se tanteó la disposición a cambiar su preferencia de consumo al grupo que prefería vivienda de albañilería tradicional (78% del total), comparando una casa de albañilería tradicional de 55 mts<sup>2</sup> contra una casa prefabricada de madera de 55, 60, 65 y 70 mts<sup>2</sup>.<sup>46</sup> De acuerdo a las respuestas obtenidas (Ver Gráfico 5), es posible estimar en términos gruesos que el ingreso compensatorio para este grupo producto de la disminución del precio del mt<sup>2</sup> de la casa prefabricada de madera<sup>47</sup>, corresponde al 20% del valor total de la vivienda como máximo.

GRÁFICO 5

Y si le ofrecieran una casa Prefabricada de madera de... ¿Cuál escogería?  
(Sub muestra: sólo quienes escogerían una casa de ladrillos (albañilería))



Fuente: GEMINES Market Research

<sup>46</sup> El cambio en los precios alternativos se calcula a partir del cambio en el precio del mt<sup>2</sup>, para lo cual suponemos que un aumento en el tamaño de la casa prefabricada de madera no implica un aumento del precio global de esta.

<sup>47</sup> La disminución del precio del mts<sup>2</sup> de la casa prefabricada de madera se calculo en -21,4% tomando como referencia que el porcentaje final de personas que prefieren la casa de albañilería se iguala con el porcentaje de las que prefieren casa de madera cuando la casa de madera ofrecida es de 70 mts<sup>2</sup> y la de albañilería es de 55 mts<sup>2</sup>. En este sentido, el ingreso compensatorio estimado es para el última persona que cambia su preferencia desde casa de albañilería a casa prefabricada de madera cuando esta última tiene un tamaño de 70 mts<sup>2</sup>.

La marcada preferencia de compradores de vivienda por la construcción tradicional de albañilería en Chile observa de esta encuesta, y también en parte en las cifras de la Casen, refleja directamente los aspectos de valoración de la demanda, y no necesariamente los aspectos de la calidad constructiva de cada una de las materialidades, si bien sí lo podría estar indicando de manera indirecta. De hecho, es probable que exista un conjunto de potenciales razones que explican este escenario tales como un conservadurismo de los compradores, constructores, y centros de enseñanza profesional respecto de productos y métodos constructivos distintos a los tradicionales, una falta de calidad comparable de otros métodos constructivos en relación a los tradicionales, lo que a su vez puede obedecer a un carácter estructural o bien a una falta de innovación en dichos materiales alternativos, a una falta de marketing y estrategias de venta de parte de los productores de dichos materiales, etc.

En todo caso, en lo que respecta al interés de este trabajo, no importa testear hipótesis específicas que expliquen estas diferencias de preferencias entre las distintas materialidades de la vivienda en Chile, sino más bien explorar si diferencias en estas materialidades son un factor relevante que influye en la plusvalía de las viviendas, particularmente de las viviendas sociales.

## **5. ESTIMACIÓN DEL IMPACTO DE LA MATERIALIDAD EN LA PLUSVALÍA DE LA VIVIENDA EN CHILE**

La adquisición de una vivienda representa un desembolso de dinero muy relevante para las familias, y particularmente para las de menores ingresos con poca capacidad de ahorro y acumular activos durante su vida, por lo que la política pública de vivienda social debiera tratar de proteger esta inversión, al menos para este que “activo” o riqueza de las familias no pierda su valor en el tiempo. Después de que el foco de las políticas públicas de vivienda social estuviera puesto principalmente en la provisión del mayor número de soluciones habitacionales posible para la población de menores recursos, no tan sólo en Chile sino que en la mayoría de los países, la preocupación actual se enfoca de manera creciente sobre la calidad y durabilidad de las viviendas sociales<sup>48</sup>, y por ende de la plusvalía de las viviendas sociales, dado sus efectos sobre la calidad de los barrios y el bienestar de sus habitantes.

En este contexto, cabe preguntarse si un determinado método constructivo de la vivienda social, específicamente una vivienda de tipo industrializada, tendría más o menos probabilidades o perspectivas de perder su valor en el tiempo, pues lo que en principio pudiera ser una exitosa política gubernamental para proveer viviendas a un menor costo termina siendo lo contrario. Para responder a esta pregunta en este capítulo del trabajo se desarrolla una estimación de precios hedónicos con el objeto de determinar el impacto que tienen variados factores, incluyendo la materialidad de la vivienda, sobre el precio de la misma para el caso chileno.

---

<sup>48</sup> Ver Rodríguez et Al (2005).

## 5.1. MODELO TEÓRICO

El modelo de precios hedónicos desarrollado por Rosen (1974) sostiene que los bienes son valorados por la utilidad que brindan sus atributos o características. En tal sentido, los precios implícitos de los atributos son revelados a los agentes económicos a partir de los precios observados de los productos diferenciados y de las cantidades y calidades de los atributos asociados a ellos. Así, esta metodología plantea que en el mercado se demandan y ofrecen productos con un conjunto de atributos, obteniéndose una función de precios al igualar la oferta y la demanda de tales atributos.

Sin embargo, la interpretación de los coeficientes de las regresiones hedónicas dependerá del tipo de supuestos que se utilicen: (i) si los consumidores son idénticos (en cuanto a ingresos y gustos), pero los oferentes difieren entre ellos, la regresión hedónica resultante se va a asemejar a lo que es una demanda; (ii) si los oferentes son idénticos, en términos de su estructura de costos, y los demandantes son diferentes, los parámetros estimados serán una aproximación de la estructura de la oferta, (iii) si los consumidores y los oferentes son heterogéneos, es decir, tienen distintas distribuciones, los coeficientes estimados de las regresiones hedónicas deben interpretarse como los precios de equilibrio de esos atributos. Al respecto, este último caso representará los resultados obtenidos en esta investigación.

En ese sentido, bajo el supuesto que los precios “sombra” son precios de equilibrio entre demandantes y oferentes de atributos, el modelo de precios hedónicos permite estimar la ecuación siguiente:

$$\text{Precio de Vivienda} = \beta X + \varepsilon$$

, donde X es el vector de atributos y  $\varepsilon$  son las características no observables. De este modo, el precio hedónico de cada atributo será el coeficiente asociado al atributo, es decir, el coeficiente  $\beta_i$ .

En este estudio se empleará la encuesta CASEN del año 2006 con la finalidad de estimar los determinantes del precio de las viviendas, con un énfasis específico en aquellas que fueron adquiridas con ayuda de algún programa habitacional del Estado. Para ello se estimará en primer término un modelo para todas las viviendas de la zona urbana de la Región Metropolitana<sup>49</sup>, especificando una variable dummy para medir el impacto que tiene sobre el precio de arriendo el hecho de que la vivienda haya sido adquirida con algún subsidio del Programa Habitacional. Luego de ello, se segmentará la muestra para estimar el modelo exclusivamente para las viviendas que fueron adquiridas con algún Programa Habitacional y otro para las viviendas del mercado inmobiliario privado, de manera de estimar si estos bienes (vivienda social versus vivienda privada) constituyen o no bienes homogéneos en cuanto a las características o atributos que afectan a su precio.

A continuación se presenta la descripción de las variables incluidas en la estimación:

---

<sup>49</sup> Se considera que una muestra representativa corresponde a la información de viviendas propias en la RM, puesto que del total de viviendas que fueron adquiridas con algún programa habitacional en Chile, el 46% se encuentra ubicado en la RM, mientras que, en las demás regiones el porcentaje de este tipo de viviendas es mínimo. Además, se considera solo a las viviendas urbanas de la RM, dado que el 99% de las viviendas adquiridas con algún tipo de programa habitacional en la RM se ubican en la zona urbana.

## VARIABLE DEPENDIENTE ( $P_{arr}$ )<sup>50</sup>

Con la finalidad de estimar el precio de la vivienda en Chile, usaremos como variable proxy el precio de alquiler de la vivienda que aparece reportado en la encuesta CASEN. Para ello empleamos la variable “alquiler imputado”<sup>51</sup> que en dicha encuesta corresponde a la pregunta “¿cuánto paga de alquiler? o ¿cuánto le costaría?”. Para los fines de la estimación del modelo econométrico, a esta variable se le denominará “Precio de Alquiler de la Vivienda”, y será transformada en logaritmo.

## VARIABLES EXPLICATIVAS ( $X_i$ ):

En la estimación de precios hedónicos se probarán distintas variables que potencialmente pudieran afectar el precio de arriendo de las viviendas, utilizando la mayoría de las veces variables dummies para su estimación:

Materialidad de la vivienda (**Mat**): El objeto principal de la estimación econométrica del modelo será rescatar el impacto que tienen los distintos tipos de materialidades de las viviendas sobre el precio de arriendo de éstas. Dicha materialidad será medida a través del reporte que hace la CASEN 2006 sobre el material predominante en los muros exteriores de las viviendas<sup>52</sup>, el cual puede ser de “1: Acero u hormigón armado”, “2: Albañilería de ladrillo”, “3: Bloque de cemento o piedra”, “4: Tabique forrado por ambas caras (madera u otro)”, “5: Adobe”, “6: Tabique sin forro interior (madera u otro)”, “7: Barro, quincha, pirca u otro artesanal tradicional”, “8: Material de desecho y/o reciclaje (cartón, lata, ... etc.)” y “9:Otro”.

Programa habitacional (**d\_Prog**): Si la vivienda fue adquirida con alguna de las siguientes alternativas se considera que recibió ayuda de algún programa habitacional:

TABLA 8  
Programas habitacionales (\*)

|    |   |
|----|---|
| 1. | Vivienda Social Dinámica sin Deuda (vivienda)       |
| 2. | Fondo Solidario de Vivienda (certificado)           |
| 3. | Vivienda Básica (vivienda)                          |
| 4. | Vivienda básica Adulto Mayor (comodato)             |
| 5. | Subsidio Vivienda 1ª Etapa (certificado)            |
| 6. | Subsidio Vivienda Progresiva 2ª Etapa (certificado) |
| 7. | Vivienda Progresiva 1ª Etapa (vivienda)             |

<sup>50</sup> Si bien la variable de interés de este estudio debiese ser el valor de venta de la vivienda, pues esta representa una variable influida por factores de largo plazo que no necesariamente afectan el valor de arriendo de la misma en el corto plazo, se optó usar esta última que es reportada por la encuesta CASEN dada la riqueza y representatividad de esta encuesta.

<sup>51</sup> La muestra representativa usada para la estimación del modelo corresponde a hogares propietarios de vivienda, dado que no es posible establecer confiablemente la muestra de viviendas sociales, es decir viviendas que hayan recibido algún subsidio del Estado para su adquisición, en el caso de los hogares arrendatarios. Por estas razones, la variable a explicar  $y_i$  en la estimación del modelo es el arriendo imputado, y no el arriendo pagado, pese a que esta última es una variable más objetiva del precio de mercado del arriendo. El sesgo de utilizar al arriendo imputado en vez del arriendo pagado como variable endógena en la estimación de modelos de precios hedónicos no es aun concluyente en la bibliografía internacional (Malpezzi 2003).

<sup>52</sup> Para este estudio se considerará que es el material predominante en los muros exteriores lo que define fundamentalmente la materialidad global de la vivienda, ya que son los muros los que involucran el mayor volumen de insumos y gasto en materiales constructivos en una vivienda tipo, en relación a los materiales que se ocupan en la fabricación del techo y el piso de la vivienda.

8. Subsidio Rural
9. Subsidio Hab. Título I (cert. Nvo Sist. o Gral Unificado)
10. Subsidio Vivienda Básica (certificado)
11. Leasing Habitacional
12. PET
13. Lote con Servicios
14. Otro beneficio

(\*) No se consideraron como parte de las viviendas sociales a aquellas que tuvieron subsidios de renovación urbana y para zonas de conservación patrimonial, debido a que sus montos son individualmente menores y no constituyen vivienda social propiamente tal (enfocada a la población más vulnerable).

Fuente: Mideplan, CASEN 2006

Ubicación (**C**): Considerando que el valor del arriendo de la vivienda tiene una estrecha relación con el entorno de la vivienda o su ubicación de la misma dentro de la ciudad, se empleará una variable dummy por grupos de comunas de la RM<sup>53</sup> con la finalidad de analizar el mencionado efecto sobre el valor del arriendo<sup>54</sup>.

Las comunas de la RM fueron agrupadas, tomando como criterio el nivel de ingreso autónomo promedio por comuna reportado en la CASEN (ver Tabla 9).

**TABLA 9**  
Grupos Comunas RM, según ingreso promedio autónomo hogares, CASEN 2006

| Menor que \$400000 | \$400000 a \$500000 | \$500000 a \$600000 | \$600000 a \$700000 | \$700000 a \$9000000 | \$900000 a \$2000000 | Mayor que \$2000000 |
|--------------------|---------------------|---------------------|---------------------|----------------------|----------------------|---------------------|
| Paine              | San Bernardo        | Pudahuel            | Huechuraba          | La Florida           | Lo Barnechea         | Vitacura            |
| Lampa              | Buín                | Colina              | Cerrillos           | Santiago             | Providencia          | Las Condes          |
| Alhue              | El Bosque           | San José De Maipo   | Est Central         | Calera De Tango      | Niñoa                |                     |
| San Pedro          | Melipilla           | San Joaquín         | Quilicura           | Talagante            | La Reina             |                     |
| Maria Pinto        | Recoleta            | Macul               | Curacavi            | Maipú                | San Miguel           |                     |
|                    | Tiltil              | Pedro Aguirre Cerda | Pirque              | La Cisterna          |                      |                     |
|                    | La Granja           | Quinta Normal       | Independencia       | Peñalolén            |                      |                     |
|                    | Padre Hurtado       | Peñaflor            |                     | Puente Alto          |                      |                     |
|                    | Isla De Maipo       | Conchalí            |                     |                      |                      |                     |
|                    | Lo Espejo           | El Monte            |                     |                      |                      |                     |
|                    | San Ramón           | Renca               |                     |                      |                      |                     |
|                    | Cerro Navia         | Lo Prado            |                     |                      |                      |                     |

Fuente: Mideplan, CASEN 2006

Tipo de Vivienda (**Tipo\_Viv**): Tomando como referencia otras estimaciones realizadas para el caso chileno, se incorpora la variable dummy tipo de vivienda, ya sea "casa"<sup>55</sup> o "departamento".

<sup>53</sup> Se descarto el uso de la variable "decil de ingreso" en que se ubica el hogar como variable proxy del entorno, pues esta guarda alta colinealidad con la variable construida de grupos de comunas, que se construyo precisamente en función de los ingresos autónomos de los hogares.

<sup>54</sup> No es posible estimar variables dummies para cada una de las comunas, pues la encuesta CASEN no tiene representatividad estadística a nivel de las comunas.

<sup>55</sup> En esta categoría se incluyen las siguientes clasificaciones de la CASEN: casa, casa en cité, casa en condominio.

Años de antigüedad (**Años**): La variable años de antigüedad representa la “edad” de una vivienda en el año 2006. De modo, que al referido año 2006 se le restó el año en que la familia adquirió o recibió la vivienda o subsidio.

Tamaño de la Vivienda (**Tam<sub>j</sub>**): Con la finalidad de medir el impacto del tamaño de la vivienda sobre su precio, se construyeron 5 tipologías de tamaños de vivienda del siguiente modo:

**TABLA 10**  
Descripción de Tamaños de Viviendas

|         |  |
|---------|--|
| Tamaño1 | Si la vivienda posee piezas con funciones múltiples: estar-comer-dormir-cocinar.   |
| Tamaño2 | Si la vivienda posee una habitación, un baño, un living-comedor y una cocina, y además no posee piezas múltiples.  |
| Tamaño3 | Si la vivienda posee dos habitaciones, un baño, un living-comedor y una cocina, y además no posee piezas múltiples.  |
| Tamaño4 | Si la vivienda posee dos habitaciones y dos baños, un living-comedor y una cocina, y además no posee piezas múltiples.   |
| Tamaño5 | Si la vivienda posee más de dos habitaciones y más de dos baños, uno o más de un living-comedor y una o más de una cocina, y además no posee piezas múltiples. |

Fuente: Elaboración propia en base a CASEN 2006

Tipo de programa (**Tipo\_Prog<sub>j</sub>**): Para el caso en que se estiman el modelo aplicado únicamente a la muestra de viviendas sociales se incorpora además la variable dummy “tipo de programa”, la cual distingue entre tres tipos de programas de subsidios habitacionales, entre aquellos que otorgan un mayor monto de subsidio ligados a programas de viviendas progresivas o sin deuda, de aquellos programas de subsidios complementarios (subsidio general) para la adquisición de una casa. La agrupación de los distintos programas aparece en la Tabla 11.

**TABLA 11**  
**Agrupación Programas Subsidios Habitacionales**

|         |  |
|---------|--|
| Grupo 1 | Vivienda Social Dinámica sin Deuda (vivienda)            |
|         | Fondo Solidario de Vivienda (certificado)                |
|         | Subsidio Vivienda 1ª Etapa (certificado)                 |
|         | Subsidio Vivienda Progresiva 2ª Etapa (certificado)      |
|         | Vivienda Progresiva 1ª Etapa (vivienda)                  |
| Grupo 2 | Subsidio Hab.Título I (cert. Nvo Sist. o Gral Unificado) |
|         | Subsidio Vivienda Básica (certificado)                   |
|         | Vivienda Básica (vivienda)                               |
| Grupo 3 | Vivienda básica Adulto Mayor (comodato)                  |
|         | Subsidio Rural   |
|         | Leasing Habitacional                                     |
|         | PET  |
|         | Lote con Servicios                                       |
|         | Otro beneficio   |

Fuente: Elaboración propia en base a CASEN 2006

Índice de Calidad Actual de la Vivienda (**I\_Cal<sub>j</sub>**): Para procurar consistencia e insesgamiento en la estimación de los restantes parámetros del modelo de precios hedónicos, se controlará por un índice de

calidad de la vivienda, compuesto por su materialidad (techos, muros y pisos) y su estado de conservación (bueno, aceptable, malo).

TABLA 12  
Tipo de material predominante en muros, piso y techo de la vivienda

| Material predominante en muros exteriores de la vivienda      |
|---|
| 1 Acero u hormigón armado                                     |
| 2 Albañilería de ladrillo, bloque de cemento o piedra         |
| 3 Tabique forrado por ambas caras (madera u otro)             |
| 4 Adobe   |
| 5 Tabique sin forro interior (madera u otro)                  |
| 6 Barro, quincha, pirca u otro artesanal tradicional.         |
| 7 Material de desecho y/o reciclaje (cartón, lata, ... etc.)  |
| 8 Otro  |
| Material predominante en el piso de la vivienda               |
| 1 Radier revestido (parquet, cerámica, tabla, linóleo, ...)   |
| 2 Radier no revestido   |
| 3 Tabla o parquet sobre soleras o vigas                       |
| 4 Madera, plástico o pastelones directamente sobre tierra     |
| 5 Piso de tierra  |
| Material predominante en el techo de la vivienda              |
| 1 Teja, tejuela, losa de hormigón con cielo interior          |
| 2 Zinc o pizarreño con cielo interior                         |
| 3 Zinc, pizarreño, teja, tejuela o madera, sin cielo interior |
| 4 Fonolita  |
| 5 Paja, coirón, totora o caña                                 |
| 6 Desecho (plásticos, latas, etc.)                            |

Fuente: Mideplan, CASEN 2006

El *Índice de Calidad* se construyó siguiendo la misma metodología de Desormeaux et Al (2003)<sup>56</sup>, y toma la siguiente expresión:

$$Indice_i = \frac{I_i - \bar{I}}{\sigma_i} \quad \text{i: es cada vivienda en la muestra}$$

Donde:  $I_i$  es el Índice de calidad para cada vivienda,  $\bar{I}$  es el Índice promedio.

Este  $Indice_i$  nos indica la diferencia de la calidad de una vivienda; en relación a la calidad promedio de las viviendas consideradas en la muestra, normalizado por su desviación estándar.

Por su parte,  $I_i$  se calcula del siguiente modo:

$$I_i = \sum_{j=1}^3 P_i^j * Mat_i^j * Est_i^j, \quad \text{j : "1: muro", "2: techo" y "3:piso"}$$

Donde:  $Mat_i^j$  es el material predominante en cada j,  $Est_i^j$  es estado de conservación en cada j, y  $P_i^j$  es el porcentaje aproximado promedio asignado en el costo total de edificación de una vivienda<sup>57</sup>.

<sup>56</sup> Desormeaux, et Al (2003)

<sup>57</sup> Estos porcentajes fueron tomados Desormeaux et Al.(2003).

En tal sentido, en la medida que  $I_i$  es más pequeño significa que los materiales de la vivienda son de mayor calidad y/o su estado de conservación en más alto.

En la Tabla 13 aparece una descripción más detallada de la calidad y estado de conservación de las viviendas por tipología de materialidad para la muestra considerada. Así, para la muestra completa se observa que la vivienda tipo es de albañilería, con un piso de radier revestido, y con un techo de zinc o pizarreño con cielo interior, a la vez que el estado de conservación es bueno o aceptable.

**TABLA 13**  
Materialidad y estado de conservación de la vivienda tipo,  
Viviendas de la Zona Urbana RM.

|  |       | <b>Material</b> | <b>Estado<br/>Conservación</b> |
|--|-------|-----------------|--------------------------------|
| Muestra completa                               | Muro  | 2,06            | 1,22                           |
|  | Piso  | 1,24            | 1,26                           |
|  | Techo | 1,71            | 1,27                           |
| Viviendas Adquiridas SIN Programa Habitacional | Muro  | 2,09            | 1,23                           |
|  | Piso  | 1,30            | 1,24                           |
|  | Techo | 1,67            | 1,25                           |
| Viviendas Adquiridas CON Programa Habitacional | Muro  | 2,02            | 1,22                           |
|  | Piso  | 1,16            | 1,28                           |
|  | Techo | 1,76            | 1,29                           |

Fuente: Elaboración propia en base a CASEN 2006

## 6. ESTIMACIÓN DEL MODELO

### 6.1. FORMA FUNCIONAL DE LA ESTIMACIÓN E INTERPRETACIÓN DE PARÁMETROS.

De acuerdo a las variables descritas anteriormente, el primer modelo a estimar con la muestra que incluye a la totalidad de las viviendas es el siguiente:

**ECUACIÓN 1**

$$\log P_{arr} = \beta_0 + \beta_1 Mat_j + \beta_2 d_{prog} + \beta_3 Años + \beta_4 Tipo_{viv} + \beta_5 ICal + \beta_6 C_j + \beta_7 Tam_j + \beta_8 Tipo\_Prog_j + \varepsilon$$

Por su parte, para el caso de la estimación aplicada solo a la muestra de viviendas sociales, el modelo a estimar excluye la variable dummy asociado a vivienda con subsidio y además incluye aquellas que indican el tipo de programa de subsidio ( $Tipo\_Prog_j$ )

Se optó por estimar un modelo log lineal, desechándose el modelo en niveles, dada la disparidad de escalas de las variables dependientes que se produce en la estimación de modelos lineales y el hecho que la interpretación de sus parámetros no es consistente con el principio económico de la valoración marginal

decreciente<sup>58</sup>. También se desechó a priori la estimación de un modelo cuadrático, dado el problema de sesgo en la estimación de los parámetros presente por construcción en este tipo de modelos.<sup>59</sup>

Para evitar colinealidad entre las variables dicotómicas, en las estimaciones se omitió una de estas variables en cada grupo de estas variables dummies  $X_j$ . Las variables omitidas fueron  $Mat_2$ , para la materialidad de las viviendas,  $Tam_3$ , para el tamaño de la vivienda, y  $C_5$  para grupos de comunas<sup>60</sup>. Estas variables quedaron como referenciales y, consecuentemente, los resultados deben ser interpretados como la diferencia sobre el valor del arriendo (en porcentaje) del efecto de la variable  $X$  del grupo  $j$  en relación a que esa vivienda observara la característica de referencia. Así por ejemplo, en el caso de la materialidad de la vivienda ( $Mat_j$ ) el coeficiente estimado de la materialidad de tabiquería forrada, debe ser entendido como la diferencia del impacto porcentual que tiene esta materialidad en relación a la materialidad de albañilería sobre el cambio porcentual en el precio de arriendo. De igual forma, el coeficiente estimado para cada grupo de comunas ( $C_j$ ), se entiende como la diferencia del impacto porcentual que tiene la ubicación de la vivienda en ese grupo de comunas sobre el cambio porcentual en el precio de arriendo, en relación a que la misma vivienda estuviera en el grupo de comunas 5 de referencia. Por último, el coeficiente para el tamaño de la vivienda ( $Tam_j$ ), representará la diferencia del impacto porcentual sobre el precio de arriendo del cambio porcentual en el tamaño de la vivienda en relación al tamaño promedio ( $Tam_3$ ).

Para expresar los resultados de las estimaciones de una forma que resulte de mayor comprensión, se calculará el impacto porcentual (IP), expresado en porcentaje, de cada una de estas variables sobre la variación del precio del arriendo de las viviendas. Dado que la variable dependiente (precio de arriendo) está expresada en logaritmo, los coeficientes que acompañan a las variables continuas en el modelo (antigüedad, índice de calidad) corresponden a semi elasticidades, por lo que el impacto porcentual (IP) de cada una de ellas quedará expresado matemáticamente de la siguiente forma:

ECUACIÓN 2 
$$IP_j = 100 * \hat{\beta}_j$$

Sin embargo, los coeficientes de las variables dicotómicas (dummies) no pueden ser interpretados de la misma forma, para lo cual, siguiendo la metodología de Kennedy (1981)<sup>61</sup>, una vez estimado los regresores  $\hat{\beta}_j$ , este  $IP$  se estima de la siguiente forma:

ECUACIÓN 3 
$$IP_j = 100 * \left[ \exp \left( \hat{\beta}_j - 0,5 Var \left( \hat{\beta}_j \right) \right) - 1 \right]$$

Por último, el precio marginal, o precio sombra, es el valor adicional en el precio de arriendo de la vivienda por cada unidad adicional de una variable; es simplemente el valor del IP expresado en pesos. El precio marginal ( $PM_j$ ) puede estimarse como:

<sup>58</sup> Para una completa revisión de las ventajas de estimación de esta forma funcional para los modelos de precios hedónicos véase Malpezzi (2002).

<sup>59</sup> Taylor, L.O. (2003)..

<sup>60</sup> La elección de las variables referenciales fue realizada de acuerdo a los siguientes criterios:  $Mat_2$  (albañilería) porque que ésta representa la materialidad de la vivienda tipo o promedio para la muestra general de las viviendas del área urbana de la Región Metropolitana,  $Tam_1$  porque representa el menor tamaño,  $C_5$  porque las familias de este grupo de comunas exhiben el ingreso familiar autónomo promedio para el total de la muestra.

<sup>61</sup> Kennedy, P.E. (1981)

ECUACIÓN 4

$$PM_j = IP_j * PR/100$$

donde *PR* es el precio de referencia. Es decir, en el caso de las variables continuas, *PR* el precio promedio del arriendo de la vivienda para toda la muestra, y en el caso de las variables dummies o dicotómicas, *PR* es el precio del arriendo promedio de la vivienda de albañilería tradicional en el grupo de comunas C<sub>2</sub>.

## 6.2. RESULTADOS DE LA ESTIMACIÓN

La estimación de los modelos planteados tiene en general un bajo ajuste, medido por su R<sup>2</sup>, de lo que se concluye que existen variables omitidas en el modelo que explican el precio de arriendo de las viviendas en el sector urbano de la RM. Sin embargo, debido a que la estimación se hizo sobre un modelo log lineal y a que la aplicación de los tests RESET descartó la existencia de variables omitidas relevantes, salvo en un caso que se comentará más adelante, ello nos permite asegurar que las variables omitidas no están correlacionada con aquellas variables incluidas en el modelo, por lo que los parámetros estimados son insesgados y su interpretación como precio sombra de la característica económica *j* sigue siendo válida. Se aplicaron además los test de multicolinealidad descartándose la existencia de ésta.

Los resultados de los modelos estimados se muestran en las tablas a continuación:

TABLA 14  
 Toda la Muestra (RM zona Urbana)

| Variables    | Modelo A           |            | Modelo B           |            |
|--------------|--------------------|------------|--------------------|------------|
|              | ln_arr             |            | ln_arr             |            |
| Años         | -0.00240           | (0.00213)  |                    |            |
| Tipo_Viv1    | 0.208              | (0.139)    |                    |            |
| d_Prog       | <b>-0.233***</b>   | (0.0675)   | <b>-0.231***</b>   | (0.0638)   |
| l_Cal        | <b>-0.00136***</b> | (0.000453) | <b>-0.00125***</b> | (0.000459) |
| Tam1         | <b>0.284***</b>    | (0.086)    | <b>0.261***</b>    | (0.0766)   |
| Tam2         | -0.0503            | (0.0921)   |                    |            |
| Tam4         | <b>0.352**</b>     | (0.146)    | 0.265              | (0.163)    |
| Tam5         | <b>0.889***</b>    | (0.138)    | <b>0.939***</b>    | (0.127)    |
| Mat1         | 0.124              | (0.127)    |                    |            |
| Mat3         | <b>-0.178**</b>    | (0.0697)   | <b>-0.249***</b>   | (0.0879)   |
| Mat4         | -0.234             | (0.212)    |                    |            |
| Mat5         | <b>-0.524*</b>     | (0.272)    | <b>-0.549**</b>    | (0.228)    |
| C7           | <b>0.552**</b>     | (0.230)    | <b>0.509**</b>     | (0.215)    |
| C6           | <b>0.516***</b>    | (0.106)    | <b>0.497***</b>    | (0.108)    |
| C4           | 0.0586             | (0.105)    | 0.0543             | (0.105)    |
| C3           | 0.152              | (0.0947)   | 0.117              | (0.0905)   |
| C2           | -0.00652           | (0.0901)   | -0.0215            | (0.0922)   |
| C1           | -0.243             | (0.149)    | -0.192             | (0.150)    |
| Constant     | <b>11.15***</b>    | (0.180)    | <b>11.29***</b>    | (0.0761)   |
| Observations | 39,222             |            | 39,290             |            |
| R-squared    | 0.260              |            | 0.260              |            |

Errores estándar entre paréntesis  
 \*\*\* p<0.01, \*\* p<0.05, \* p<0.1

En la primera estimación (modelo A), que se hace sobre la muestra completa (ver Tabla 14), se observa que los parámetros estimados de las variables de años de antigüedad y la caracterización de la vivienda como casa o departamento no resultaron significativos al 95%, por lo que no es posible asegurar que estas características sean determinantes en el precio de arriendo de la vivienda.

Algunos grupos de comunas no resultaron significativas a la hora de determinar una influencia de la ubicación de la vivienda en dichas comunas en relación al grupo de comunas de referencia (C5). Específicamente, el grupo de comunas C1, C2, C3, y C4, es decir todas las comunas con ingreso familiar menor al ingreso promedio del grupo de comunas C5, no presenta una influencia individual en el precio de arriendo de la vivienda. Por su parte, el grupo de comunas de mayores ingresos, C6 y C7, muestran un diferencial significativo y positivo sobre el precio de arriendo.

Con una clara contundencia en la estimación, el hecho de que una vivienda haya sido adquirida con ayuda de algún programa de subsidio habitacional, señalado por el parámetro de  $d_{Prog}$ , tiene una influencia negativa sobre el precio de arriendo de la vivienda. Por su parte, el indicador estimado de la calidad actual de la vivienda resulta significativo y con el signo esperado, indicando que a mayor sea este índice (menor calidad), su valor marginal se vuelve negativo, indicando que a medida que empeora la calidad actual de la vivienda (estado de conservación de todos sus componentes), ello influye negativamente sobre su precio de arriendo.

Ahora bien, la estimación del parámetro de la materialidad con que está construida vivienda, que es la materia de interés de este estudio, señala que existe una diferencia negativa del material 3 (tabique forrado en madera u otros) con respecto al material 2 (albañilería de ladrillos, cemento, piedra) en cuanto a su valoración específica. Es decir, el valor marginal asociado a la materialidad de la vivienda es menor en el caso de la vivienda de tabique forrado con madera u otro comparado con la vivienda de albañilería, y mucho menor en el caso de la vivienda de tabique sin forrar. No se constató significancia estadística de los parámetros asociados a la materialidad de adobe y acero u hormigón armado.

Dada la significancia y el signo negativo del parámetro estimado para la caracterización de vivienda social representada por la variable dummy  $d_{Prog}$ , se estimó separadamente los mismos modelos anteriores pero para la muestra de viviendas sociales y para la muestra de viviendas del mercado inmobiliario privado tradicional. Con esta segmentación, en la estimación para la muestra de viviendas sin subsidios habitacionales (mercado inmobiliario privado, modelo C) se obtuvieron casi los mismos parámetros significativos que en los dos modelos anteriores (ver Tabla 15). Sin embargo, en esta estimación se vuelven significativas las dummies asociadas a las comunas del grupo C1 y C2, que son las comunas bajo el promedio del ingreso medio familiar de la muestra, mostrando un impacto marginal negativo de acuerdo a lo esperado.

TABLA 15  
Viviendas SIN Subsidio Habitacional, M°Inmob.Priv.  
(RM zona Urbana)

| Variables    | Modelo C           |            | Modelo D           |            |
|--------------|--------------------|------------|--------------------|------------|
|              | In_arr             |            | In_arr             |            |
| Años         | -0.00261           | (0.00195)  |                    |            |
| Tipo_Viv1    | <b>0.116*</b>      | (0.0672)   | 0.0787             | (0.0727)   |
| I_Cal        | <b>-0.00237***</b> | (0.000634) | <b>-0.00273***</b> | (0.000757) |
| Tam1         | <b>0.255**</b>     | (0.110)    | <b>0.233**</b>     | (0.104)    |
| Tam2         | -0.0730            | (0.110)    |                    |            |
| Tam4         | 0.0929             | (0.215)    |                    |            |
| Tam5         | <b>0.697***</b>    | (0.118)    | <b>0.715***</b>    | (0.126)    |
| Mat1         | <b>0.201**</b>     | (0.0811)   | <b>0.211***</b>    | (0.0782)   |
| Mat3         | <b>-0.176*</b>     | (0.0912)   | <b>-0.263**</b>    | (0.126)    |
| Mat4         | -0.135             | (0.234)    |                    |            |
| Mat5         | -0.695             | (0.478)    |                    |            |
| C7           | <b>0.620***</b>    | (0.168)    | <b>0.648***</b>    | (0.151)    |
| C6           | <b>0.475***</b>    | (0.113)    | <b>0.495***</b>    | (0.0937)   |
| C4           | -0.0712            | (0.122)    |                    |            |
| C3           | -0.0221            | (0.0937)   |                    |            |
| C2           | <b>-0.156*</b>     | (0.0919)   | <b>-0.129*</b>     | (0.0737)   |
| C1           | <b>-0.568**</b>    | (0.234)    | <b>-0.485**</b>    | (0.222)    |
| Constant     | <b>11.36***</b>    | (0.0881)   | <b>11.30***</b>    | (0.0845)   |
| Observations | 14,439             |            | 14,481             |            |
| R-squared    | 0.310              |            | 0.296              |            |

Errores estándar entre paréntesis  
\*\*\* p<0.01, \*\* p<0.05, \* p<0.1

En este mercado privado de viviendas sin subsidio estatal, el material 1 (acero u hormigón armado) tiene un impacto positivo sobre el precio de arriendo respecto de la vivienda construida en albañilería tradicional, que en la estimación general no tenía significancia estadística, y el material 3 (tabique forrado) continua teniendo un valor marginal negativo.

El modelo D, por su parte, muestra la misma estimación del modelo C pero sin las variables que no resultaron significativas estadísticamente. En este caso, el ajuste estadístico global del modelo disminuye, por lo resulta más adecuada la estimación del modelo C.

Por último, la estimación del modelo general pero para la muestra formada exclusivamente por viviendas con subsidios estatales (modelo E), se observa que se pierde significancia en la estimación de la mayoría de los parámetros, incluyendo los asociados al tipo de materialidad de las viviendas (ver Tabla 16). Lo más relevante, sin embargo, es que el ajuste del modelo medido por el R<sup>2</sup> (ajuste global del modelo) cae de manera drástica, y los test RESET dan cuenta de omisión de variables en el modelo. De esta forma se observa que los factores fundamentales que explican o conforman el precio de las viviendas sociales difieren de los que definen los precios de arriendo en el mercado inmobiliario privado, y por lo tanto, conforman mercados inmobiliarios segmentados. Con todo, dado que el ajuste del modelo resulto ser muy bajo, no nos

es posible concluir si el tipo de materialidad en la construcción de la vivienda social afecta su precio de arriendo.

TABLA 16  
Viviendas CON Subsidio Habitacional (RM zona Urbana)

| Variables    | Modelo E        |            |
|--------------|-----------------|------------|
|              | ln_arr          |            |
| Años         | 0.00140         | (0.00289)  |
| Tipo_Viv1    | 0.337           | (0.232)    |
| I_Cal        | -0.000269       | (0.000703) |
| Tam2         | <b>0.225**</b>  | (0.0927)   |
| Tam3         | -0.0408         | (0.125)    |
| Tam4         | <b>0.737***</b> | (0.222)    |
| Tam5         | <b>1.216***</b> | (0.163)    |
| Mat1         | -0.0151         | (0.236)    |
| Mat3         | -0.138          | (0.0919)   |
| Mat4         | 0.211           | (0.137)    |
| Mat5         | -0.424          | (0.259)    |
| C7           | -0.431          | (0.638)    |
| C6           | <b>0.519***</b> | (0.186)    |
| C4           | 0.210           | (0.188)    |
| C3           | <b>0.333**</b>  | (0.166)    |
| C2           | 0.130           | (0.138)    |
| C1           | 0.0685          | (0.165)    |
| Tipo_Prog2   | 0.113           | (0.125)    |
| Tipo_Prog3   | 0.0444          | (0.136)    |
| Constant     | <b>10.61***</b> | (0.255)    |
| Observations | 9,671           |            |
| R-squared    | 0.099           |            |

Errores estándar entre paréntesis  
**\*\*\* p<0.01, \*\* p<0.05, \* p<0.1**

Ahora bien, los coeficientes estimados en los modelos anteriores representan, como ya dijimos, el impacto porcentual (*IP*) de un cambio porcentual en la característica *j* de la vivienda en relación a la característica *j* de referencia; de acuerdo a las ecuaciones 2 y 3. Sin embargo, al multiplicar dicho impacto porcentual (*IP*) por el valor de arriendo promedio de la vivienda de referencia (de albañilería tradicional, en el grupo de comunas 5, de tamaño 3), se obtienen el mismo impacto porcentual pero en términos del valor de arriendo. Es decir, se obtiene el precio marginal o precio sombra de cada característica *j* en términos de su efecto sobre el precio del arriendo. Como se observa de la Tabla 17, el impacto porcentual sobre el precio del arriendo de la vivienda de la materialidad de tabique forrado en vez de albañilería tradicional es negativo y en torno a 16,5%, lo que traducido a valor en pesos equivale a un menor precio de arriendo de \$14,089 en el caso de la muestra completa y de \$17,487 en el mercado exclusivamente de viviendas sin subsidios, ambas cifras en valores a pesos de 2006.

TABLA 17

Impacto porcentual y valoración marginal sobre el precio de arriendo de las características de las viviendas (\*).

|                  | Impacto Porcentual (%) |               |                          |               | Precios Marginales (\$ 2006) |                |                          |                |
|------------------|------------------------|---------------|--------------------------|---------------|------------------------------|----------------|--------------------------|----------------|
|                  | Toda la Muestra        |               | Muestra Solo Viv.Privada |               | Toda la Muestra              |                | Muestra Solo Viv.Privada |                |
|                  | Modelo A               | Modelo B      | Modelo C                 | Modelo D      | Modelo A                     | Modelo B       | Modelo C                 | Modelo D       |
| <b>Años</b>      | -0,24                  |               | -0,26                    |               | -205                         |                | -277                     |                |
| <b>Tipo_Viv1</b> | 21,94                  |               | 12,05                    | 7,90          | 18.722                       |                | 12.777                   | 8.382          |
| <b>d_Prog</b>    | <b>-20,96</b>          | <b>-20,79</b> |                          |               | <b>-17.892</b>               | <b>-19.312</b> |                          |                |
| <b>l_Cal</b>     | <b>-0,14</b>           | <b>-0,13</b>  | <b>-0,24</b>             | <b>-0,27</b>  | <b>-116</b>                  | <b>-107</b>    | <b>-251</b>              | <b>-290</b>    |
| <b>Tam1</b>      | <b>32,41</b>           | <b>29,44</b>  | <b>28,27</b>             | <b>25,56</b>  | <b>27.656</b>                | <b>25.127</b>  | <b>29.983</b>            | <b>27.108</b>  |
| <b>Tam2</b>      | -5,31                  |               | -7,60                    |               | -4.530                       |                | -8.062                   |                |
| <b>Tam4</b>      | <b>40,68</b>           | 28,62         | 7,89                     |               | <b>34.720</b>                | 24.428         | 8.372                    |                |
| <b>Tam5</b>      | <b>140,96</b>          | <b>153,69</b> | <b>99,38</b>             | <b>102,80</b> | <b>120.303</b>               | <b>131.162</b> | <b>105.409</b>           | <b>109.040</b> |
| <b>Mat1</b>      | 12,29                  |               | 21,86                    | 23,11         | 10.491                       |                | 23.188                   | 24.517         |
| <b>Mat3</b>      | <b>-16,51</b>          | <b>-22,34</b> | <b>-16,49</b>            | <b>-23,73</b> | <b>-14.089</b>               | <b>-19.068</b> | <b>-17.487</b>           | <b>-25.174</b> |
| <b>Mat4</b>      | -22,62                 |               | -14,99                   |               | -19.307                      |                | -15.897                  |                |
| <b>Mat5</b>      | <b>-42,94</b>          | <b>-43,73</b> | -55,48                   |               | <b>-36.643</b>               | <b>-37.320</b> | -58.847                  |                |
| <b>C7</b>        | <b>69,14</b>           | <b>62,56</b>  | <b>83,29</b>             | <b>89,00</b>  | <b>59.005</b>                | <b>53.392</b>  | <b>88.341</b>            | <b>94.405</b>  |
| <b>C6</b>        | <b>66,59</b>           | <b>63,42</b>  | <b>59,78</b>             | <b>63,33</b>  | <b>56.832</b>                | <b>54.127</b>  | <b>63.405</b>            | <b>67.174</b>  |
| <b>C4</b>        | 5,45                   | 5,00          | -7,56                    |               | 4.653                        | 4.267          | -8.022                   |                |
| <b>C3</b>        | 15,90                  | 11,95         | -2,61                    |               | 13.565                       | 10.201         | -2.773                   |                |
| <b>C2</b>        | -1,05                  | -2,54         | <b>-14,80</b>            | <b>-12,34</b> | -898                         | -2.170         | <b>-15.703</b>           | <b>-13.090</b> |
| <b>C1</b>        | -22,44                 | -18,39        | <b>-44,86</b>            | <b>-39,93</b> | -19.150                      | -15.697        | <b>-47.587</b>           | <b>-42.352</b> |

(\*) Aparecen destacados en negrilla solo los valores derivados de los parámetros que son significativos en las estimaciones.

Si se hace el supuesto que el valor del arriendo imputado utilizado en la estimación del modelo se asemeja al valor del arriendo efectivo de dicha propiedad, y que el valor de dicho arriendo guarda una relación proporcional al valor de mercado de esa propiedad<sup>62</sup>, en ese caso entonces, es posible concluir que los efectos estimados de las distintas características de la vivienda sobre su precio de arriendo son directamente aplicables al valor del inmueble o su plusvalía. Así, para determinar el precio de mercado de dichas viviendas se calculó dicho valor como una anualidad, cuyas cuotas son equivalentes al valor del arriendo y por un periodo de 30 años, que es la vida útil promedio que se considera para los inmuebles habitacionales<sup>63</sup>.

De este cálculo se obtuvo que, para la muestra general de viviendas en la Región Metropolitana, la materialidad de tabique forrado tienen un precio sombra negativo en torno a un millón de pesos, en relación a la materialidad de albañilería tradicional, de acuerdo a los precios del mercado inmobiliario en 2006. En la misma muestra, la materialidad de adobe tiene un precio sombra aun más negativo en torno a 2,5 millones de pesos (ver Tabla 18, modelos A y B). En la muestra de viviendas sin subsidios, en tanto, el precio sombra negativo de la materialidad de tabique forrado aumenta en magnitud, a 1,2 millones de pesos, y la materialidad de hormigón armado presenta un precio sombra positivo sobre el asociado al de albañilería tradicional, en torno a 1,5 millones de pesos al año 2006 (ver Tabla 18, modelos C y D).

<sup>62</sup> Esto implica suponer que la tasa de capitalización del valor de las viviendas es constante para viviendas que exhiben el mismo set de características.

<sup>63</sup> La tasa de interés utilizada para este cálculo fue de 5,13%, correspondiente a la tasa de interés reajutable para colocaciones de más de tres años del sistema financiero en el año 2006, de acuerdo a estadísticas del Banco Central de Chile.

TABLA 18

Precio sombra (a valores de venta) de las características de las viviendas.  
(\$ de 2006)

|           | Toda la Muestra   |                   | Muestra Solo Viv.Privada |                   |
|-----------|-------------------|-------------------|--------------------------|-------------------|
|           | Modelo A          | Modelo B          | Modelo C                 | Modelo D          |
| Años      | -13.916           | 0                 | -18.809                  | 0                 |
| Tipo_Viv1 | 1.272.011         | 0                 | <b>868.101</b>           | 569.479           |
| d_Prog    | <b>-1.215.609</b> | <b>-1.205.319</b> | 0                        | 0                 |
| I_Cal     | <b>-7.886</b>     | <b>-7.248</b>     | <b>-17.079</b>           | <b>-19.673</b>    |
| Tam1      | <b>1.879.003</b>  | <b>1.707.163</b>  | <b>2.037.081</b>         | <b>1.841.753</b>  |
| Tam2      | -307.777          | 0                 | -547.729                 | 0                 |
| Tam4      | <b>2.358.950</b>  | 1.659.649         | 568.816                  | 0                 |
| Tam5      | <b>8.173.533</b>  | <b>8.911.308</b>  | <b>7.161.625</b>         | <b>7.408.320</b>  |
| Mat1      | 712.748           | 0                 | <b>1.575.389</b>         | <b>1.665.696</b>  |
| Mat3      | <b>-957.231</b>   | <b>-1.295.492</b> | <b>-1.188.059</b>        | <b>-1.710.332</b> |
| Mat4      | -1.311.712        | 0                 | -1.080.092               | 0                 |
| Mat5      | <b>-2.489.545</b> | <b>-2.535.545</b> | -3.998.126               | 0                 |
| C7        | <b>4.008.884</b>  | <b>3.627.519</b>  | <b>6.002.033</b>         | <b>6.413.976</b>  |
| C6        | <b>3.861.251</b>  | <b>3.677.424</b>  | <b>4.307.826</b>         | <b>4.563.882</b>  |
| C4        | 316.135           | 289.899           | -545.012                 | 0                 |
| C3        | 921.651           | 693.045           | -188.389                 | 0                 |
| C2        | -61.017           | -147.403          | <b>-1.066.874</b>        | <b>-889.337</b>   |
| C1        | -1.301.059        | -1.066.458        | <b>-3.233.107</b>        | <b>-2.877.426</b> |

(\*) Aparecen destacados en negrilla solo los valores derivados de los parámetros que son significativos en las estimaciones.

En suma, las estimaciones del modelo de precios hedónicos planteados en este trabajo para la muestra global de las viviendas en de la zona urbana de la RM y para una muestra exclusiva para las viviendas sin subsidio, dan cuenta de la existencia de una valoración marginal negativa, o precio sombra negativo, que tendría una vivienda de tabiquería (prefabricada, industrializada, modularizada) sobre su valor de mercado, en relación a que la misma vivienda fuera de albañilería tradicional, *ceteris paribus* las demás características del inmueble tales como ubicación, tamaño, estado de conservación, etc.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aguirre C., D'Alençon R., Justiniano C., Faverio F., (2006) "Lineamientos Generales Para la Terminación y Ampliación de las Viviendas Sociales Dinámicas Sin Deuda", DIPUC, Universidad Católica de Chile.

Apgar W., Calder A., (2005), "The Dual Mortgage Market: The Persistence of Discrimination in Mortgage Lending", Joint Center for Housing Studies of Harvard University.

Apgar W., Calder A., Collins M., Duda M., (2002) "An Examination of Manufactured Housing as a Community- and Asset-Building Strategy", The Ford Foundation and the Joint Center for Housing Studies of Harvard University

Apgar W., Calder A., Fauth G., (2004) "Credit, Capital and Communities: The Implications of the Changing Mortgage Banking Industry for Community Based Organizations", The Ford Foundation and the Joint Center for Housing Studies of Harvard University.

Aroca P., Paredes D., (2008) "Metodología Para Estimar Un Índice Regional De Costo De Vivienda En Chile", Cuadernos de Economía, Vol. 45, N° 131, pp. 129-143, 2008.

Barshani A.,T. S.Abdelhamid and M.Syal, (2004) "Manufactures Housing Construction Value using the Analitical Hierarchy Process", Proceedings of the 12<sup>th</sup> Annual Conference of the International Group of Lean Construction, Denmark, 3-6 August 2004.

Brachinger H 2003 "Statistical Theory of Hedonic Price Indices",

Bravo Luis, (1996) "Vivienda Social Industrializada: La Experiencia chilena 1960 1995", Boletín INVI N° 28, Agosto.

Civit S. Albert-Josep, González F.David, (2006-2007) "Construcción Industrializada Aplicada Al Caso De Vivienda De Protección Oficial", Anales de Construcciones y Materiales Avanzados. Vol 6.

Commission for Architecture and the Built Environment (CABE), (2004) "Desing and Modern Method of Construction", en [www.housingcorp.gov.uk/upload/pdf/MMC\\_full\\_report.pdf](http://www.housingcorp.gov.uk/upload/pdf/MMC_full_report.pdf)

Correa C., "La Vivienda Social en Ecuador", en <http://mastersuniversitaris.upc.edu/tecnologiaarquitectura/tesis/Correa.pdf>

Desormeaux D., Piguillem F. (2003). "Precios Hedónicos e Índices de Precios de Viviendas", Documento de Trabajo, Gerencia de Estudios, Cámara Chilena de la Construcción.

Dunowicz, R., Hasse, R., (2005) "Diseño y Gestión de la Vivienda Social", Revista INVI, agosto, año/vol. 20, número 054, Universidad de Chile..

Greene Margarita., Fuentes Pablo , (2006) "Rehabilitación De Bloques De Vivienda Básica: Construcción De Casa, Comunidad y Barrio".

Haas C., O'Connor J., Tucker R., Eickmann J., Fagerlund W., (2000) "Prefabrication and preassembly trends and effects on the construction workforce", Center for Construction Industry Studies Report No. 14 The University of Texas at Austin.

Jewell Kevin, (2002) "Appreciation in Manufactured Housing A Fresh Look at the Debate and the Data", Consumers Union Southwest Regional Office.

Kennedy, P.E. (1981) "Estimation with correctly interpreted dummy variables in semi-logarithmic equations". American Economic Review 71:801.

Malpezzi S., (2002) "Hedonic Pricing Models: A Selective and Applied Review", Wisconsin-Madison CULER working papers 02-05, University of Wisconsin Center for Urban Land Economic Research.

NAHB Research Center, Inc., (1998) "Factory And Site-Built Housinga Comparison For The 21st Century",

Oczkowsky, E., (1994) "A Hedonic Price Function For Australian Premium Table Wine", Australian Journal of Agriculture Economics, Vol. 38. N°1.

Pan W., Gibb A., Dainty A., (2005) "Offsite Modern Methods Of Construction In Housebuilding Perspectives And Practices Of Leading UK Housebuilders", Loughborough University, UK.

Pizarro N., Michelini R. y Maldonado N. (2003) "Evaluación Económica y De Inversión En Viviendas De Interés Social". Centro Regional de Desarrollos Tecnológicos para la Construcción, Sismología e Ingeniería Sísmica (CeReDeTeC), Universidad Tecnológica Nacional, Mendoza, Argentina.

Quiroga B., (2005) "Precios Hedónicos ara la Valoración de Viviendas Sociales en la RM de Stgo", Universidad Católica de Chile.

Revista BIT N°47, (2006) "Sistemas Constructivos No Tradicionales, Modelos Para Armar", Marzo.

Rodríguez A., Sugranyes A. (Edit), (2005) "Los Con Techo: Un Desafío Para La Política De Vivienda Social", Ediciones SUR.

Rosen S., (1974) "Hedonic Prices and Implicit Markets: Product Differentiation in Pure Competition", The Journal of Political Economy, Vol. 82, No. 1.

Salazar M. Verónica, (2008) "Proyectos que buscan hacer de la vivienda de madera, una vivienda de calidad: Chile apuesta por la construcción en madera", Revista de la construcción, Vol. 7, Núm. 1, pp. 114-116, Pontificia Universidad Católica de Chile"

Smith Ryan E., (2009) "History of Prefabrication: A Cultural Survey", Center for Integrated Design and Construction, University of Utah.

Taranilla G. David, (2009) "Estudio Comparativo de Viabilidad Económica y Comercial de Promociones de Viviendas: Sistema Convencional y Sistema Industrializado de Acero Ligero", Universidad Politécnica De Cataluña.

Taylor, L.O. (2003). "The Hedonic Method" . Cap. 10 en "Primer in Nonmarket Valuation", pag 331-394, editado por P. Champ, T. Brown y K. Boyle. Boston, Mass.: Kluwer.

The Parliamentary Office of Science and Technology, UK, (2003) "Modern methods of house building UK", Postnote N°209, December.

Troncoso J., Aguirre M., Manríquez P., Mundigo D., (2008) "Influencia Del Calibre, Mercado De Destino Y Mes De Comercialización En El Precio De Exportación De La Palta Hass: Un Enfoque Hedónico" . Cienc. Inv. Agr. [online]., vol.35, n.3.

U.S. Department of Housing and Urban Development, (1998) "Factory And Site-Built Housing", Oct.

Vermeer K., Louie J., (1997) "The Future of Manufactured Housing", Joint Center for Housing Studies, Harvard University.

West Sean, (2006) "Manufactured Housing Finance and the Secondary Market", Community Development Investment Review, Federal Reserve Bank Of San Francisco, June.



