

Sistemas constructivos no tradicionales

Modelos para armar

En madera, metal, poliestireno y PVC, distintas alternativas constructivas toman fuerza en el sector especialmente en los segundos pisos de viviendas tradicionales de albañilería y hormigón. Sus fabricantes destacan la velocidad de construcción, la estandarización de materiales, y la optimización de la mano de obra en terreno. Sin embargo, antes de iniciar un proyecto se deben analizar las fortalezas y debilidades de cada modalidad.

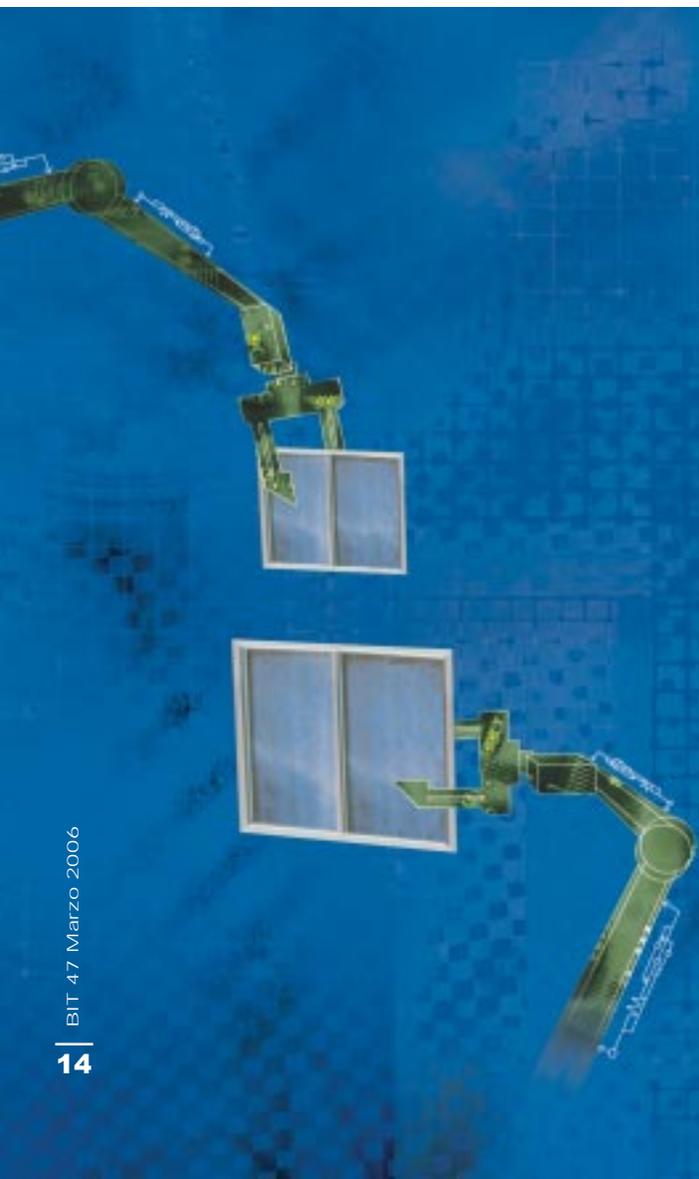
Claudia Ramírez F. y Marcelo Casares / Revista BIT

Parece simple. Listas, llegar y armar. Una variedad de elementos prefabricados permite montarlas rápidamente encajando sus piezas, tal como un mecano. Hablamos de casas construidas con sistemas no tradicionales -de materiales distintos a la albañilería y el hormigón- que entre sus cualidades cuentan una notable velocidad de construcción y reducidas cuadrillas para su elaboración.

El término «no tradicional» no es antojadizo. La División Técnica de Estudio y Fomento Habitacional del Ministerio de Vivienda y Urbanismo (MINVU), define estos sistemas constructivos 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 historia recién comienza, porque para dejar atrás la imagen de casas «precarias y provisionarias», las empresas de viviendas prefabricadas realizan inversiones en tecnología para elevar los estándares de confort como aislación térmica y acústica y resistencia al fuego, entre otros. Así, han logrado una interesante posición en diversos segmentos con viviendas en acero, madera, PVC y otros materiales, cuyos valores finales van desde las 500 a las 1.500 UF y más.

En esta edición presentamos una clasificación de los sistemas constructivos no tradicionales en el que se abordan los aspectos clave que inciden en la decisión de compra de un usuario. El tipo de casa (descripción / proceso), plazo de entrega (grado de industrialización y velocidad de construcción), precio y confort (cifras en recuadro «Sistemas a medida»), y mantención. Los sistemas se pre-



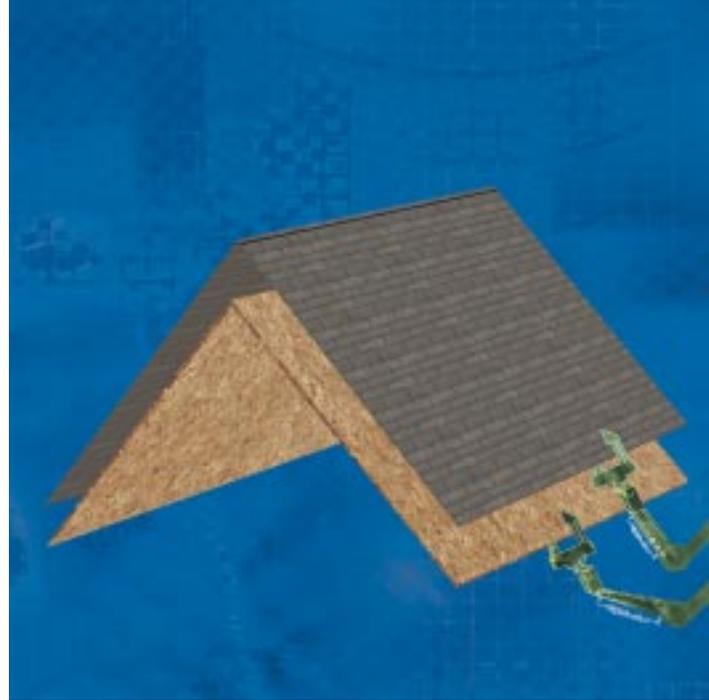


sentan considerando los niveles de industrialización como viviendas tridimensionales o modulares, panelizadas en fábrica o a pie de obra y los kits o paquetes de elementos realizados en planta o a pie de obra, según definición MINVU.

TIPOS DE VIVIENDAS

En viviendas modulares, cada vez es más común encontrar gigantescos depósitos emplazados en los terrenos de una obra, mini industrias que actúan como una segunda construcción. En efecto, la industrialización puede desarrollarse en planta o en terreno por medio de galpones acondicionados especialmente para generar una línea de producción de viviendas.

Es imprescindible recalcar que esta modalidad, definida 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», difiere de la prefabricación. Camilo Sánchez, jefe de la División Técnica de Estudio y Fomento Habitacional, aclara: «Las constructoras tradicionalmente montan líneas de prefabricados en obra para generar elementos de montaje. Mientras, una construcción completamente industrializada cuenta con viviendas modulares, verdaderas edificaciones hechas en fábrica». Los ejemplos de esta modalidad abundan en países del norte como Estados Unidos y Canadá, sin embargo en Chile la construcción modular es incipiente y focalizada en sectores que requieren alta velocidad de entrega y estandarización de los productos (ver recuadro Ejemplos modulares).



En un segundo nivel de industrialización están las viviendas panelizadas, 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» (ver VIF, SIP, CEA y Metalcon).

También hay novedades, porque las construcciones prefabricadas dan para todo. No sólo materiales tradicionales, también los innovadores combinados con los convencionales pueden estructurar una casa (ver RBS y Covintec).

Por último, no podemos olvidar que existen ejemplos interesantes de prefabricación en hormigón tradicional y hormigón celular, los que se analizarán en futuras ediciones.

1. MADERA: VIF

Descripción y proceso: Creado por Empresas Fourcade, que opera principalmente en el sur del país, el sistema de Viviendas Industrializadas Fourcade (VIF), «se dirige principalmente a la construcción de conjuntos habitacionales de primeras viviendas, tal como ocurre desde hace tiempo en países desarrollados del Hemisferio Norte», explica Wanderley Peláez, gerente de diseño inmobiliario de Empresas Fourcade.

El sistema está compuesto por una estructura de madera de pino radiata impregnada a presión y al vacío, aislación térmica, revestimientos tipo placas de OSB, yeso-cartón u otro. Para el panelizado de entresijos se utilizan elementos estructurales sofisticados de madera, como vigas tipo doble T y vigas laminadas.

La modalidad también se puede utilizar en segundos o terceros pisos en viviendas con primer piso de hormigón o albañilería.



VIF: Pino Radiata impregnado a presión más aislación térmica, placas OSB y yeso-cartón.

El panel VIF llega a la obra con instalaciones, recubrimientos y terminaciones.



Rodrigo Pinto, gerente general de Tecno Panel.

SIP: Alma de espuma rígida de EPS de 15 y 20 kg/m³.

Grado de industrialización: Los fabricantes lo definen como un sistema con alto grado de industrialización y premontaje. El panel que llega a la obra incluye los revestimientos, aislación térmica, protecciones contra la humedad, instalaciones sanitarias y eléctricas, e incluso las ventanas. Peláez destaca que esto disminuye considerablemente la mano de obra en terreno, puesto que «la construcción se reduce a un rápido montaje y algunas terminaciones posteriores». Eso sí, los proyectos exigen acuciosidad en la preparación de los radieres y las fundaciones compuestas de apoyos y zapatas.

Velocidad de construcción: Una casa de 80 m² se puede levantar en sólo 4 días.

Mantenimiento: La estructura del sistema no requiere mantenimiento. Ésta está más bien dirigida a los materiales utilizados en las terminaciones y revestimientos. Por ejemplo, si se trata de madera natural con barniz se requiere renovación periódica, en cambio si el revestimiento exterior es plástico, sólo necesita limpieza.

2. MADERA: SIP

Descripción y proceso: El Structural Insulate Panel (SIP) es elaborado por Tecno Panel, compañía perteneciente al consorcio Tecno en el que se encuentran además Tecno Fast Atco que provee módulos de madera para el sector de la minería, y Tecno Truss que elabora cerchas prefabricadas de madera.

Esta modalidad de origen norteamericano se define como «un sistema estructural autosoportante usado para la construcción, formado por un alma de espuma rígida de poliestireno expandido de alta densidad (EPS) en formatos de 15 y 20 kg/m³, pudiendo ser recubierto a cada lado por diversos materiales».

Los paneles estructurales cuentan con dos pieles de OSB, una interior y otra exterior, adheridas por un proceso especial al poliestireno. Estos paneles también se emplean en losas de entrepisos y cubiertas.

La panelería constructiva, que actúa como tabiquería y conserva el alma de poliestireno, puede recubrirse con yeso cartón en ambas caras o combinar fibrocemento y yeso cartón. Los paneles mixtos son aplicables en soluciones en que se requiere un comportamiento estructural sometido a solicitaciones de baja envergadura, casos en los que se combinan sustratos como OSB y yeso cartón, y OSB y fibrocemento.

Los paneles estructurales presentan de 1,22 a 2,44 metros de altura y en entrepisos pueden alcanzar luces de hasta 4,88 metros. Además, tienen un reducido peso de máximo 60 k para «facilitar la manipulación y a la vez disminuir las longitudes de fundación», comentan en la firma.

Las uniones se realizan verticalmente con soleras de madera de 9,5 mm y al radier por medio de perfilera de madera y acero de bajo espesor, de 0,85 mm a 1 milímetro. Al igual que el sistema de anclaje al piso, el anclaje a la cubierta se hace a través de una solera superior, que puede ser metálica o de madera.

Grado de industrialización: El SIP promueve llegar a la obra con los paneles cortados con vanos incluidos, de acuerdo con las medidas proyectadas, y listos para ensamblar. «No proveemos un panel sino una solución constructiva, que incluye un servicio de corte para aplicaciones específicas más un kit de elementos complementarios para montaje como soleras, tornillos, cerchas industrializadas, y planos de montaje», explica Rodrigo Pinto, gerente general de Tecno Panel.

Una fortaleza del SIP consiste en producir paneles de acuerdo con medidas estándar. El proceso industrial asegura que cada plancha de poliestireno contenga un adhesivo en base a polímeros de uretano, de alto poder aditivo sometido a un proceso de calentamiento a 126 °C. Las dosis están reguladas por un sistema computacional, que asegura la calidad y la homogeneidad del producto.

Tras el encolado del alma de poliestireno se agregan los revestimientos de ambas caras y un proceso de prensado prepara el panel para salir de la fábrica.

Velocidad de construcción: Entre las ventajas del sistema, Pinto destaca la velocidad de construcción. «Una cuadrilla de 4 personas más un supervisor tardan 2 días y medio en levantar dos casas de 60 m², con techumbre y costaneras incluidas. En total hablamos de 100 HH para construir 120 m², es decir, 0,8 HH/m²».

Mantenimiento: Depende de los recubrimientos que pueden ser planchas de OSB, yeso-cartón (en todos sus espesores), madera terciada, fibrocemento, acero galvanizado y tablero contrachapado. Tanto las instalaciones eléctricas como sanitarias se introducen en una caja vertical colocada a lo largo y ancho del panel. De esta manera una vez ensamblados, cada 60 cm se encuentra una bajada de piso a cielo donde se canaliza la instalación, luego se pueden agregar instalaciones por medio de orificios a los tabiques, sin romper ni picar las estructuras.



Jorge Rojas,
gerente comercial
de Louisiana Pacific.

3. CONSTRUCCIÓN ENERGITÉRMICA ASÍSMICA

Louisiana Pacific está presente en el país desde 1999 produciendo y comercializando tableros estructurales OSB (Oriented Strand Board, Tablero de Hojuela Orientada) y difundiendo el sistema de Construcción Energitérmica Asísmica (CEA). El tablero estructural LP OSB es certificado por la APA (Engineered Wood Association).

Descripción y proceso: «CEA consiste en entramados de vigas y pies derechos de madera o metal estructurados con tableros LP OSB, que conforman diafragmas rígidos, tanto en techos, muros y pisos. El sistema se complementa con placas de yeso cartón, aislación y diversos tipos de revestimiento exterior, ampliando la variedad arquitectónica y volumétrica de las viviendas y entregando más metros cúbicos por metro cuadrado. La conjugación de estos elementos permite entregar el más alto grado de confort al menor precio», comenta Jorge Rojas gerente comercial de Louisiana Pacific.

Grado de industrialización: Este sistema constructivo permite un grado de industrialización acorde a cada requerimiento pudiendo ser parcial (sólo estructura de muros) o total (casas 100% construidas en fábrica), privilegiando el confort acústico, térmico y, según los fabricantes, disminuyendo los costos de mano de obra.

Velocidad de construcción: Aseguran que es un 30% a 50% más veloz que los sistemas tradicionales de construcción, para grado de industrialización de 0% a 100% respectivamente.

Estándares: Según LP Corp, en Estados Unidos y Canadá un porcentaje importante de las casas se construyen íntegramente con estos materiales.

Según los estudios realizados por LP, una casa construida con el sistema CEA, revestida con vinyl siding y con estándares de calidad, resulta 30% más económica que una construida en albañilería, en condiciones similares de aislación y recubrimiento. (Los estudios se pueden solicitar en contacto@lpchile.co.cl). Además, el sistema permite mayor flexibilidad en los diseños arquitectónicos, incluyendo paredes curvas y recubrimientos como mármol, piedra, estucos y enchapes de ladrillos entre otros.

Otros productos desarrollados por LP son LP OSB Guard tablero estructural anti termitas y formación de hongos, los tableros para moldaje LP TOP Form, LP SmartSide para Revestimientos Exteriores, LP I-Joists Vigas 2T para estructurar pisos y techos, polímero para terrazas LP WeatherBest, y la membrana protectora LP HouseWrap, como barrera contra la humedad.

Mantenimiento: Dado que el sistema constructivo incorpora materiales de última generación y que cuentan con certificaciones APA y estándares ASTM, la mantención es casi nula, llegando a extremos como el siding de PVC con un bajo costo de mantención.

CONSTRUCCIÓN ENERGITÉRMICA ASÍSMICA

1. Etapa de Fundaciones



2. Etapa plataforma hormigón



3. Etapa estructura 1er piso



4. Vigas entre piso



5. Emplacado entre pisos



6. Muros estructurales 2do piso



7. Emplacado 2do piso



8. Cadena compuesta y cerchas



9. Antepecho y costaneras



10. Emplacado techumbre



11. Barreras de agua viento
Revestimiento techumbre
Instalación aislación

Fotografías e información, gentileza Louisiana Pacific



Proyecto en Peñalolén, Sistema Metalcon.

4. METAL: METALCON

Descripción y proceso: La modalidad Metalcon, desarrollada por Cintac, es en base a acero galvanizado liviano de espesores de 0,85, 1,0 y 1,6 mm anidables entre sí que forman un sistema tipo mecano para abordar todos los elementos de una construcción.

El sistema definido como «un conjunto de perfiles estructurales metálicos, livianos y galvanizados, que permiten diseñar diversas soluciones constructivas», desarrolló los elementos estructurales de una vivienda tales como muros soportantes, vigas, columnas, envigados de pisos, techumbres, mansardas, y segundos pisos, entre otros.

Los muros o paneles estructurados en perfiles Metalcon se conforman por pies derechos equidistantes, con espaciamentos entre 400 y 600 mm más soleras superiores e inferiores. Por su parte, los paneles no estructurales se confeccionan a partir de las series 40 y/o 60 como mínimo y son revestidos por ambas caras con placas de yeso cartón u otro material no estructural de terminación. Los anclajes se realizan con clavos para pistolas distanciados a no más de 600 milímetros.

Actualmente esta compañía participa en el proyecto Nueva Calama impulsado por Codelco, División Chuquicamata, para integrar a los habitantes e instalaciones de servicio del campamento Chuquicamata a Calama, en la Segunda Región. «Las 2.700 casas tienen sus cerchas hechas completamente con nuestros sistemas y 240 se hicieron completamente con Metalcon más un acabado de OSB y revestimiento elastomérico», señala Pedro Pablo Olivera, gerente de venta de nuevos productos de Cintac.

Grado de industrialización: En el caso de Calama, la planta en terreno prefabricó los elementos mientras que la totalidad de las cerchas fueron despachadas desde Santiago. «La industrialización permite diseñar muros y tabiques de acuerdo con requerimientos particulares de dimensiones y aislación, entre otras propiedades». El grado de industrialización también influye en una mejor calidad en las terminaciones, «al milímetro», por el uso de planos que indican la ubicación de elementos prefabricados.

Velocidad de construcción: Los participantes del proyecto Nueva Calama destacan las fortalezas de esta modalidad. «La reducción de tiempo. Ya que se pueden lograr dos casas por día, lo que también se alcanza por otros sistemas pero que requieren más cuadrillas en terreno. En nuestras casas unos 30 maestros pueden hacer casi la mayoría de las partidas».

EJEMPLOS MODULARES

La sociedad chilena canadiense Tecnofast Atco, presente en el país desde 1996, cuenta con una planta de tres líneas de producción que elaboran 12 módulos diarios destinados a campamentos, hoteles y oficinas. En la fábrica se desarrolla la arquitectura, ingeniería y fabricación casi completa del módulo, que incluso puede incluir amoblado. «Realizamos una labor 'llave en mano' en la que se pretende prefabricar del 80 al 85% de una obra en la planta, es decir, el trabajo en terreno se reduce a montar los módulos, unirlos y hacer terminaciones mínimas», explica Rodrigo Prado, gerente comercial de la compañía.

Las estructuras deben cumplir con normas de transporte, por lo tanto llegan a 12 ó 14 m largo por 3,60 m ancho. Los módulos se estructuran en madera de pino seco al 12% más lana mineral para la aislación, planchas de yeso cartón y de OSB, y diversos revestimientos exteriores.

En este segmento destaca la rapidez, y abundan los ejemplos como el campamento minero de Collahuasi para 3.500 trabajadores, con una superficie de 30 mil m², que tardó apenas 8 meses en levantarse. Además, la empresa dispone de una flota de arriendo inmediato de 1.200 módulos estándar.

La velocidad tiene su precio. Un módulo cuesta en promedio unas 22 UF, los que pueden ser de uno y dos pisos, no sólo de madera sino de estructuras de acero prefabricadas e incluir la elaboración de un recinto que debe ofrecer condiciones de confort en zonas de altas exigencias climáticas.

Otro avance en industrialización lo representan las viviendas sociales. Covintec dispone de un módulo de 37 m² que puede entregarse ensamblado y dimensionado, listo para ser instalado y estucado en terreno.

www.tecnofast.cl





Metalcon: Perfiles estructurales metálicos livianos y galvanizados.

Pedro Pablo Olivera, gerente de venta de nuevos productos de Cintac.



Jaime Yarur, gerente general de Inmobiliaria Feyal.

RBS: Paneles de PVC rellenos con hormigón H20.

Caso: Este sistema también fue protagonista en el proyecto de ampliación de la casa del arquitecto Marco Gárate «La obra consistió en la transformación de una vivienda básica, de 32 a 99 m². En el primer piso se rescató parte del cascarón original de albañilería reforzada además de una ampliación en el sistema original pero con mayor altura. Sobre el primer nivel se montó la estructura de Metalcon, que adoptó las diferencias de alturas», explica el profesional. El sistema de acero galvanizado se utilizó en el segundo nivel de la vivienda en entresijos, muros y techumbre, estructurados a través de una placa de OSB. El revestimiento interior se realizó con placas de yeso cartón y en su exterior con madera machihembrada de pino oregón. Gárate concluye que «los elementos que se pueden diseñar son variados destacando la rapidez, precisión, limpieza, dimensiones y seguridad de la resistencia del sistema». El sistema es usado, según los fabricantes, en forma transversal en todo tipo de construcciones: Casas, edificios y ampliaciones, entre otros.

Mantención: La resistencia a la corrosión de los perfiles está dada por la cantidad de zinc con que se recubre al acero, en el caso de Metalcon es G 90, es decir una calidad Premium que asegura que la cantidad del zinc proteja al acero fácilmente durante la vida útil de la vivienda.

5. ROYAL BUILDING SYSTEMS (RBS)

Descripción y proceso: La Inmobiliaria Feyal ejerce la representación de este sistema canadiense en el país, que es considerado tradicional por la Ordenanza, pero que cuenta con un innovador proceso de construcción.

Actualmente, desarrolla un conjunto habitacional de más de 1.100 casas en Buín que va desde las 352 a las 990 UF, con superficies entre 36,6 y 53 m².

La modalidad básicamente consiste en paneles de PVC rellenos de hormigón armado. «La idea es utilizar como moldaje permanente el PVC y aprovechar las características estructurales del hormigón», explica Jaime Yarur, gerente general de Inmobiliaria Feyal.

El sistema se constituye por paneles y conectores tipo mecano hechos de PVC con ensambles machihembrados de alturas regulables. Los paneles están disponibles en diversos tamaños ya que son fabricados linealmente, y transportados desde Argentina donde se encuentra la planta más cercana.

La prefabricación permite que en obra tan sólo se rellenen los paneles con un hormigón especial, más fino que el tradicional, H20 de cono 10 ó 12 y grano de 1/2 pulgada, lo que permite obtener mayor fluidez en el compuesto, dejando para el curado una óptima hermeticidad y permitiendo la salida de la humedad por la parte superior.

El relleno se realiza primero hasta la altura de las ventanas y posteriormente hasta el nivel de la cubierta, golpeando o «maceteando» el borde de los paneles para que el hormigón se extienda sin burbujas entre los canales de comunicación.

En la parte superior de los muros se colocan estructuras de fierro para apuntalarlos y formar una especie de «regla» donde luego se montarán los segundos pisos, generalmente de perfiles de acero galvanizado. Entre los beneficios está el uso de un tipo especial de PVC con propiedades ignífugas y tratamiento UV. En cuanto a espesores hay muros de 64, 100, y 150 mm en Argentina, y de 200 y 250 mm en Canadá. Los más gruesos pueden incluir un aislante inyectado.

Velocidad de construcción: Las cuadrillas pueden alcanzar alto rendimiento, apenas 6 hombres levantan una vivienda básica de 36 m² en 4 días.

Mantención: El recubrimiento puede ser todo tipo de marmolinas de exteriores, pinturas de poliuretano o simplemente el PVC del panel a la vista, que tan sólo requiere lavado. Las instalaciones eléctricas y sanitarias van dentro de los paneles de manera de asegurar terminaciones eficientes.

6. COVINTEC

Descripción y proceso: El sistema estructural de la compañía Covintec es utilizado en Estados Unidos, México y Centroamérica. Consiste en una estructura tridimensional de alambre calibre #14 (2,03 mm), electrosoldado en cada punto de contacto, compuesto por armaduras verticales (escalerillas), cuya principal característica es su forma de diagonales continuas en toda la altura del panel. Las armaduras se unen a lo ancho por alambres horizontales calibre #14 (2.03mm) electrosoldado en cada punto de contacto.

Entre armaduras se incorpora un alma compuesta de prismas de poliestireno expandido (EPS) de una densidad mínima de 10 kg/m³. El poliestireno es autoextinguible, lo que permite quemar e introducir las tuberías de las instalaciones fácilmente sin dejar nada a la vista.

La retícula de alambre permanece completamente separada en 9,5 mm del poliestireno para permitir una correcta cobertura del mortero aplicado a cada cara del panel después de su montaje.

Pero vamos paso a paso. En primer lugar se ancla el panel a la fundación, losa o estructura de soporte mediante fierros de 8 mm inyectados a una distancia que puede variar entre 20 a 60 cm según cálculo. Luego se amarra el fierro con grapas por ambas caras para obtener una estructura básica de 1,22 metros. «Lo que determina la capacidad estructural del panel es la cantidad de alambre que tiene incorporado», señala Alvaro Mery, gerente general de Covintec. Así, el Panel Estructural presenta 3,1 kg/m² de alambre, el Máster 2,8 y el Panel Light 2,5 kg/m² de alambre. Tras estucar los paneles ya amarrados, se monta la cubierta de dos maneras. Por medio de una canal metálica colocada sobre el muro con unos espárragos de fierro o través de un hormigón de gravilla como coronamiento superior del panel.

Velocidad de construcción y grado de industrialización: Los fabricantes destacan la rapidez del sistema que en sólo 3 minutos puede producir 3 m² de muro aislado y estucado, aseguran que esto se traduce en 50% de ahorro de tiempo respecto de los sistemas tradicionales. El sistema no requiere mano de obra especializada ya que se trata de un trabajo de «carpintería sencilla», en el que un equipo de dos maestros puede hacer 40 m² diarios, incluyendo todas las faenas de afianzamiento y amarre de los paneles, lo que equivale a una vivienda social.



Alvaro Mery,
gerente general de Covintec.

Covintec: Estructura tridimensional
de alambre electrosoldado más alma de EPS.

Otro beneficio es la versatilidad ya que se usan en diversos sitios y con diferentes diseños como muros curvos, cubiertas planas e inclinadas, arcos, y ventanas de medio punto, entre otros.

El sistema además permite industrializar el proceso constructivo. «Por una parte un panel montado significa 3 m² instalados de estructura, aislación térmica y acústica contenidas en un solo producto, en una partida y en una faena. Además la organización del trabajo permite realizar el montaje de muros y tabiques de una vivienda para después colocar la techumbre sin necesidad de que los muros estén estucados. De esta manera, los estucadores pueden



VIF SIP CEA METALCON RBS COVINTEC

SISTEMAS A MEDIDA

A continuación presentamos un cuadro comparativo que contiene medidas de confort habitacional como aislamiento térmico y acústico, y resistencia al fuego, entre otros.

Ventajas y desventajas por un lado y otro, los números hablan por sí solos. Basta que vea y compare.

SISTEMA	MATERIALES	AISLACIÓN ACÚSTICA	AISLACIÓN TÉRMICA	RESISTENCIA AL FUEGO (F)	VELOCIDAD DE CONSTRUCCIÓN	COSTOS	PROYECTO
1. VIF www.fourcade.cl	Panelizado y estructurado en madera de pino radiata.	Sin ensayos, se rigen por el listado del MINVU para alcanzar 45 dB (A) en muros medianeros.	Sin ensayos.	Paneles estructurales F-15 Paneles para DFL N°2 y F-30 no DFL N°2, envigados de piso y cielo F-30.	La construcción de 80 m ² demora 4 días.	Una casa de 80 m ² cuesta aproximadamente 8 UF/m ² .	Diversos obras en el sur.
2. SIP www.tecnopanel.cl	Poliestireno Expandido de Alta Densidad recubierto a ambas caras.	Paneles estructurales de 75 mm de espesor con 20 mm de yeso cartón en ambas caras, 46 dB (A).	Equivalente a un muro de albañilería de 20 cm estucado por ambas caras.	Paneles de 75 mm de espesor con 20 mm de yeso cartón en ambas caras dan F60.	Una cuadrilla de 4 maestros más un supervisor tardan 2 días y medio en construir una casa de 60 m ² .	Casas de 500 a 3.000 UF, dependiendo de los recubrimientos.	Santiago y zona sur.
3. CEA www.lpcorp.com	Pies derechos en madera o metal, tableros estructurales LP OSB, lana mineral, polítileno y planchas yeso-cartón en el interior.	Muro 131 mm, 52 dB (A). Muro 116 mm, 48 dB(A).	Muro CEA 1.87 U	Piso, F-120 Muros, F-15, F-30, F-60	30% respecto de la construcción en albañilería con iguales estándares de confort habitacional.	30% respecto de la construcción en albañilería con iguales estándares de confort habitacional.	Los Colonos del Llanquihue, Bahía Catalina - Puente Alto, Cajón - Temuco, Casas Buín.
4. Metalcon www.cintac.cl	Estructura de acero galvanizado liviano.	Varía según tipo y cantidad de aislante.	Con aislación térmica de 20 mm 1,8 U, de 50 mm 0,58 U y de 70 mm 0,46 U.	F-60	Una cuadrilla de 30 maestros hace 2 casas por día.	Competitivo en todos los segmentos, similar al m ² de albañilería y media UF sobre la estructura de madera.	Nueva Calama y en diversas regiones.
5. RBS www.feyal.cl	Paneles de PVC rellenos de hormigón H20.	45 dB (A) con aislante.	-----	F-60	6 maestros, levantan una casa de 36 m ² en 4 días.	Casas de 352 a 990 UF.	Buín, Colina, Puente Alto, Alto Auspicio, Ancud y Quellón.
6. Covintec www.covintec.cl	Estructura tridimensional de alambre calibre #14 electrosoldado, compuesto por armaduras verticales.	2,5 cm de estuco por cara proveen 45 dB (A).	2,5 cm de estuco por cara aíslan 0,72 U	F-90, con 50 mm de poliestireno.	Un muro significa 3 m ² aislados y estucados	Muros estructurales de 0,75 a 1 UF. Tabiquería 0,5 a 0,7 UF.	Valparaíso, Santiago y regiones.

(*) U, Watts por metro cuadrado K

Fuente: Empresas del sector.

ejecutar su faena sin depender de factores climáticos y los carpinteros pueden avanzar con la colocación de techumbres», comenta Mery. **Mantenimiento:** Requiere baja mantención, ya que en definitiva, se trata de un muro cuyo revestimiento es el estuco, tal como podría ser el de otros muros tradicionales, pero que además incorpora en su alma poliestireno expandido de densidad mínima 10 Kg/m³, el que actúa como barrera térmica e impide el paso de la humedad, lo que evita la generación de hongos que afecten la pintura de la vivienda.

Caso: Como en todos los sistemas, la práctica es valiosa. El constructor civil Alfred Richter, de la Empresa Constructora Queyén,

cuenta su experiencia con Covintec en Curauma, Valparaíso. «La empresa fue contratada para la construcción de 111 viviendas entre UF 1.200 y UF 2.400. El mandante buscaba una solución de segundo piso rápida, económica y con aspecto sólido (no tabiquería). En forma conjunta estudiamos el sistema para usarlo en los segundos pisos y frontones de las casas. El Covintec sería utilizado como elemento estructural de las viviendas por lo que se solicitó un estudio, más las bases de cálculo al fabricante y el apoyo de un ingeniero». Tras esta experiencia el profesional recomienda tomar las precauciones recomendadas por el fabricante en aspectos tales como

estructura y humedad. Además, sugiere utilizar el sistema como relleno de estructuras principales, «para elementos decorativos o secundarios su eficiencia es notable», agrega que la rapidez es relativa al uso, «comparado con la tradicional albañilería reforzada y estucada obviamente es más ágil, pero la máxima velocidad se obtiene cuando es utilizado como relleno de vanos», asegura.

CONCLUSIONES

Al momento del balance entre las cualidades de estos sistemas, Francis Pfenniger, del IC, destaca que «responden de manera más eficiente que los materiales tradicionales, tienen menos estructura, son más dúctiles y elásticas, y absorben los esfuerzos sísmicos de mejor manera. Sus uniones son más simples y universales».

Si se habla de beneficios se debe distinguir calidad y estándar. Camilo Sánchez aclara que «En cuanto a aislación térmica o acústica, por ejemplo, no es que un producto se comporte mejor que otro sino que cumplen los requisitos mínimos a menor costo. No es que los sistemas industrializados sean más acústicos y más térmicos, sino que cumplen los requisitos con menos inversión».

Un desafío a superar consiste en la resistencia cultural que han encontrado los fabricantes de éstos en el país. «La construcción

industrializada en madera en Chile se ha desarrollado principalmente en el mercado de casas unifamiliares a pedido, es decir, las típicas casas prefabricadas que principalmente se destinan a segunda vivienda. Esto considerando que la cultura constructiva local ha privilegiado por años la construcción 'sólida' de hormigón y albañilería», señala Wanderley Peláez, gerente de diseño inmobiliario de Empresas Fourcade. Jaime Yarur, de Inmobiliaria Feyal, coincide: «Al comienzo encontramos resistencia hacia el producto, especialmente porque se creía que eran casas de plástico».

Para Pfenniger hay un tema de fondo. «No estoy de acuerdo con la terminología de sistema 'liviano o ligero' porque se ha tendido a transformar en peyorativo. En medios de comunicación, por ejemplo, se dice que se quemó una casa de material ligero como diciendo se quemó una casa mala».

Pero atención, porque todo depende. Y los precios también. Si bien en general estos sistemas no tradicionales presentan costos más bajos no se deben sacar conclusiones apresuradas. Pfenniger asegura que «la discusión es equívoca porque la obra gruesa nunca sobrepasa el 40% de la construcción. Se trata de un fragmento y en él las diferencias no son muy dramáticas, aunque existen ventajas comparativas entre sistemas». **B**