

TENDENCIAS EN LA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS CON TECNOLOGÍAS INDUSTRIALIZADAS DENTRO DEL MARCO DE LA AGENDA SOSTENIBLE

Dra. Ing. Dembo Nancy¹, Dra. Arq. Hobaica María Elena², Dr. Ing. Rosales Luis³

¹Sector Tecnología, Escuela de Arquitectura Carlos Raúl Villanueva, Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad Central de Venezuela, nancydem1@gmail.com

²IDEC, Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad Central de Venezuela, hobaica@gmail.com

³ IDEC, Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad Central de Venezuela, luis.alvydas@gmail.com

RESUMEN

Se presenta una investigación de carácter documental cuyo objetivo es conocer la orientación tecnológica de los procesos de construcción utilizados en la producción de edificaciones de vivienda desde la perspectiva de la industrialización de la construcción y en el marco de la agenda sostenible. A partir de una muestra representativa de casos de estudio se busca identificar los cambios ocurridos en las tres últimas décadas en función de los avances tecnológicos y del cambio climático. La información obtenida y sistematizada en términos de caracterización de la vivienda, descripción del proceso productivo, grado de industrialización, estudio de factores bioclimáticos y de sostenibilidad, criterios de habitabilidad, pertinencia, flexibilidad, economía y gasto energético de las formas de producción consideradas, se utilizará para alimentar, en una siguiente etapa, una base de datos con información útil para la toma de decisiones, a la vez que abrirá nuevos campos de investigación en el tema de la producción de viviendas.

Palabras clave: Construcción industrializada, agenda sostenible, eficiencia energética, habitabilidad, estandarización.

1. INTRODUCCIÓN

El presente trabajo tiene como objeto esbozar la orientación tecnológica de los procesos de construcción industrializados utilizados en la producción de viviendas a nivel internacional, dentro de las pautas definidas en la agenda sostenible, a partir de la década de los ochenta, en el siglo XX. Será ese un momento fundamental, un *turnnigpoint* para el Sector Construcción debido a la irrupción del tema de la sustentabilidad como consecuencia de los cambios climáticos a nivel mundial atribuidos al uso indiscriminado de los combustibles fósiles debido al creciente consumo energético, que obliga a repensar las formas de diseñar y construir. Ejemplos concretos demuestran que existen nuevos planteamientos, nuevos materiales y nuevas técnicas orientadas en esa dirección.

Sin embargo, es necesario resaltar que las preocupaciones de orden ecológico y climático están más que todo dirigidas a las naciones más ricas y con mayor desarrollo tecnológico, donde a menudo los proyectos con énfasis en las preocupaciones ambientales y energéticas derivan en experiencias a costos elevados.

La industria de la construcción ha replanteado sus formas de producción al incorporar criterios de racionalidad energética tales como: el comportamiento higrotérmico, lumínico, acústico, de salubridad e impacto ambiental, de control de desperdicios, sin olvidar los aspectos económicos, de mantenimiento, seguridad y durabilidad.

Haciendo un poco de historia, es importante recordar que la industrialización de la construcción tuvo una gran oportunidad como consecuencia de las guerras mundiales, circunstancia que generó escasez de materiales y mano de obra, lo que incrementó los costos de construcción. Este hecho causó un creciente interés en el desarrollo de tecnologías que permitieron sistematizar la producción tanto de componentes de concreto armado como de acero, como un medio para reducir el alto costo de la mano de obra y disminuir la incidencia del costo de producción en cadena, generando plantas con una enorme rigidez. Como consecuencia se construyeron miles de viviendas con poca diversidad, abusando de las configuraciones lineales y generando monótonos urbanismos.

Una vez solventado el tema de la cantidad en la Europa de la posguerra, los sistemas de prefabricación, tal como fueron abordados en esta primera etapa de industrialización de la construcción, mostraron su agotamiento. Las aspiraciones desde la demanda comenzaron a exigir calidad y mayor diversidad de opciones. Las soluciones asociadas a los grandes bloques y las enormes concentraciones de unidades de habitación fueron desplazadas por la vivienda unifamiliar.

Se intentaba entonces combinar las ventajas de la industrialización, como proceso racional de producción, con el cumplimiento de las exigencias de habitabilidad. El cambio de paradigma involucraba un claro objetivo: “La oferta de la cantidad sería sustituida por la de calidad”.

Vale acotar que las experiencias que derivaron de este impulso por industrializar los procesos de producción fueron trasladadas a los países en vías de desarrollo que, por razones distintas a la devastación bélica, necesitaban activar la producción de viviendas. Esta transferencia tecnológica ha tenido devenires diversos en el tercer mundo, en ocasiones bajo el estricto patrón de la transferencia (Figura 1) y en otros, como inspiración a desarrollos locales endógenos. (Figura2)



Figura 1. Planta Corpoban. Traslado directo de



Figura 2. Del Sistema Clasp inglés al Siema

tecnologías foráneas (Fuente: propia)

venezolano (Fuente: propia)

El Arq. Alfredo Cilento, quien ha estudiado por décadas el problema de la vivienda, reafirma las ventajas del proceso de construcción progresiva para las regiones con déficits de urbanismo y el desarrollo de procesos constructivos sostenibles para lograr “producir más con menos”, e insiste: “Un enfoque tecnológico basado en la consideración del ciclo de vida de las edificaciones, exige innovar en cuanto a la constitución de materiales y componentes, plantea un adecuado transporte y reciclaje, facilidad de almacenamiento y colocación en obra, posibilidad de desmontaje y reúso de los materiales, bajo consumo energético y de energía incorporada, aprovechamiento y mejoramiento de recursos y técnicas locales, facilidad de producción local a pequeña escala, respeto a los valores culturales y ambientales locales y una relación favorable de calidad-precio”.(1)

En tal sentido, las consecuencias ambientales por el uso intensivo de la energía durante muchos años y la crisis energética mundial han despertado la conciencia internacional sobre la necesidad imperiosa de cambiar el modelo. Para implementar el nuevo modelo es esencial aprender a obtener energía, de forma económica y respetuosa con el ambiente, de fuentes alternativas. Así mismo, es fundamental usar eficientemente la energía proveniente de combustibles fósiles como el petróleo, lo cual implica no utilizarla en actividades innecesarias y lograr el mínimo consumo de energía posible. Desarrollar tecnologías y sistemas de vida y trabajo que ahorren energía es un aspecto primordial para alcanzar un auténtico desarrollo sostenible, término que quedó acuñado luego del Informe de la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, de 1987, conocido como Informe Brundtland.

El Informe Brundtland fue el primer intento de eliminar la confrontación entre desarrollo y sostenibilidad. Presentado en 1987 por la Comisión Mundial Para el Medio Ambiente y el Desarrollo de la ONU, al plantear que el rumbo tomado por la sociedad global estaba destruyendo el ambiente. Dicho documento postuló la protección ambiental como un problema global que debía considerar al desarrollo y al ambiente como inseparables. Este documento traza el concepto de desarrollo sostenible (o desarrollo sustentable), definido como aquel que satisface las necesidades del presente sin comprometer las necesidades de las futuras generaciones, a la vez que lo incorpora a todos los programas de la ONU.

2. TENDENCIAS DE LA CONSTRUCCIÓN INDUSTRIALIZADA

Bajo las pautas de una agenda sostenible no hay duda de que las tendencias en la industria de la construcción han sufrido un viraje y ahora las orientaciones que dominan difieren de aquellas que caracterizaron a la primera fase de industrialización. Sin embargo, hay un aspecto, el de la coordinación modular, que ha permanecido en el tiempo, dado que promueve una colaboración más abierta entre proyectistas, promotores, constructores y fabricantes. (Figura 3)

Tabla 1: Casos de estudio (Fuente: elaboración propia)

- 1.- Habidite
- 2.- Manubuild
- 3.- Indagsa
- 4.- Infiniski / contenedores reciclados
- 5.- Tetra estructura
- 6.- Toyota Home
- 7.- Prefabricados Pujol unifamiliar
- 8.- Prefabricados Pujol multifamiliar
- 9.- MarmolRadzinerPrefab
- 10.- Rocío Romero Prefabricados
- 11.- Sipromat
- 12.- IkeaBoklok
- 13.- Sancocho
- 14.- Concaprego
- 15.- Túnel
- 16.- Simix
- 17.- Viposa
- 18.- SP Carlos Becerra
- 19.- Ombúes casas prefabricadas
- 20.- Casa Alemana
- 21.- Kholer living homes
- 22.- Agro vivienda prefabricada
- 23.- CasaAntuco
- 24.- Sistema Modular / Mi casa prefab
- 25.- Ecohouse
- 26.- Tropicalum c.a.
- 27.- Petrocasa
- 28.- It-House
- 29.- M-House
- 30.- Crossbox

A fin de cubrir esta clasificación y partiendo de una identificación de rasgos variados, significativos e innovadores en cuanto a los aspectos de industrialización y sostenibilidad, se seleccionaron, en una primera instancia, 30 casos de estudio de 15 países, los cuales se numeraron como se muestra en la tabla 1.

Posteriormente, para cada uno, se elaboró una ficha técnica (Figura 4), que permite identificar los aspectos que se enumeran a continuación.



Figura 4: Ficha tipo (elaboración propia)

Características de la vivienda: con el fin de determinar si se trata de viviendas unifamiliares o multifamiliares, su diseño en planta, las áreas y sus relaciones, si las soluciones permiten ampliaciones o modificaciones, si se han respetado criterios de coordinación modular.

Proceso constructivo: con énfasis en el formato de los componentes, es decir, si se trata de elementos de pequeño, mediano o gran formato, si está orientado a sistemas estructurales de pórticos o de paredes portantes, si las uniones son secas o húmedas, cuáles son los materiales involucrados, si resuelve todos los componentes (sistema cerrado) o si incorpora elementos de la industria (sistema abierto), cuánto del proceso se realiza en fábrica y que operaciones se desplazan al sitio de la obra, qué equipos se requieren para el montaje, cómo se organiza el despacho, cómo se vincula, desde el punto de vista estructural, la edificación al terreno, cómo se resuelven las instalaciones, entre otros.

Factores bioclimáticos y de sostenibilidad. Se ha identificado el emplazamiento y ubicación de las viviendas, su vinculación con el clima exterior, los tipos de energía que utiliza y el potencial de poder incorporar energías renovables, así como técnicas pasivas de ahorro energético.

Criterios de habitabilidad: se analiza el comportamiento higrotérmico, acústico y lumínico de la vivienda, cómo han sido abordados los aspectos de salubridad e impacto ambiental, en qué medida se incorpora el equipamiento y si se ofrecen sistemas especiales asociados al confort.

Así mismo, se reconocen las consideraciones en torno a la seguridad y durabilidad de la vivienda y en la medida en que aparecen los datos, se determina la vigencia del sistema.

Sobre estos aspectos hemos encontrado lo siguiente:

2.1. CARACTERÍSTICAS DE LA VIVIENDA

En lo que concierne a las características de la vivienda, una de las tendencias que caracteriza a casi todos los casos estudiados es que el ensamblaje se hace en función de la adición de módulos tridimensionales. Estos módulos pueden ser ensamblados en fábrica o en sitio. La primera opción tiende a prevalecer en los países desarrollados y la tendencia es que estos módulos cada vez estén más acabados. Ejemplo de ello son: Habidite (1), Infiniski (4), Rocío Romero prefabricados (10), M-House(29).

Mientras algunos de los sistemas proponen la definición de los espacios internos y sugieren la ubicación de las particiones, como el caso de Toyota Homes (6) e IkeaBoklok (12), donde la incorporación del mobiliario es visto como un plus, otros optan por plantas libres dejando la opción al usuario para diseñar sus propios espacios, como los casos de los contenedores Cross-Box (30) e IT-House (28).



Figura 5: SP Carlos Becerra (Fuente propia).



Figura 6: It House
(Web: www.tkithouse.com)

Cuando se aspira a mayor flexibilidad y a la posibilidad de integrar componentes del mercado, la opción suele ser sobre la base de sistemas de pórticos, como es el caso de las propuestas de Marmol-Radziner (9) y SP Carlos Becerra (18) (Figura 5).

Otra de las tendencias que surge con claridad es la del diseño personalizado. A diferencia de la producción de viviendas a partir de procesos industrializados de mediados del siglo XX, la vivienda a la medida o por encargo ha desplazado el concepto de vivienda tipo o modelos preestablecidos. Además, tiene un valor fundamental la posibilidad de modificarlas y/o ampliarlas. Es el caso de Ombúes (19) y de Kholer living homes (21). Las versiones personalizadas se entregan como un kit cuyo despacho ha sido organizado y programado para que la entrega se haga en un solo envío. Todo esto conlleva a que prevalezcan los sistemas orientados a producir viviendas unifamiliares sobre las multifamiliares.

En relación con la estética de la vivienda, algunos sistemas intentan reproducir las formas de lo que podríamos llamar la vivienda tradicional, con sus techos a dos aguas, tipo chalet, como un mecanismo de aceptación. Es el caso de Viposa (17), Sancocho (13), Sistema Modular (24) o Ecohouse (25). En contraste, otras tienden hacia una estética moderna como las de Marmol-Radziner (9), It-House (28) (Figura 6), o aquellas que privilegian la estética de la máquina, como es el caso de los containers de Cross-box (30) y M-House (29).

2.2. PROCESO CONSTRUCTIVO

Los procesos constructivos están orientados, por un lado, a resolver los elementos de soporte y por otro, los de fachada y particiones internas. Es así como veremos una clara predilección por los sistemas que combinan estructuras de acero con cerramientos de variados tipos, como SP Carlos Becerra (18) y It-House (28) (Figuras 5 y 6). Dentro de esta opción surgen también los sistemas que se ensamblan en estructuras tridimensionales en fábrica, como Marmol-Radziner (9), Kholer living homes (21) (Figura 7) y aquellos cuyos componentes en forma de kit son enviados al sitio de la obra para su ensamblaje, como Tetra estructura (5), Tropicalum (26) y Manubuild (2).



Figura 7: Kohler living home.

(Fuente web:<http://www.plataformaarquitectura.cl/cl/02-19893/kohler-livinghome-vivienda-prefabricada-y-sustentable>)

También en la orientación de los sistemas que permiten resolver estructuras de pórticos o esqueletos, encontraremos opciones de madera-acero como Rocío Romero (10) y EcoHouse (25) o de madera sola, como son los casos de Casa Antuco (23) e Ikea Boklok (12), que pueden visualizarse como reinterpretaciones del antiguo *balloonframe* que se popularizó en los EEUU a principios del siglo XX.

Por otra parte, están los sistemas que favorecen las estructuras de paredes portantes, como por ejemplo: Simix (16) (Figura 8), Túnel (15), Concaprego (14), Petrocasas (27), Indagsa (3) y Prefabricados Pujol (7 y 8). Vale acotar que los sistemas orientados a producir las estructuras de paredes portantes a partir de paneles de mediano o pequeño formato, mantienen su vigencia. En la búsqueda de menor peso para estas piezas, se recurre a geometrías bajo relieve como Viposa (17) o espesores pequeños que se logran por el apoyo de bastidores de acero rellenos de hormigón, como el sistema Sancocho (13).

Por último, han surgido las estructuras volumétricas de lámina de acero, como Crossbox (30) y Sipromat (11) o de aluminio, como M-House (29) (Figura 9), que en forma de cajas han pasado a ser una opción de módulos habitables, siendo que son estructuras autoportantes.



Figura 8: Sistema de paredes portantes Simix (fuente propia)



Figura 9: Sistema M House de láminas de aluminio (Web: www.m-house.org)

Tanto si el módulo se ensambla en fábrica o si se arma en sitio a partir de componentes, la clave sigue siendo las uniones. En la mayoría de los casos estudiados se utilizan uniones

por soldadura o apernadas. La tabla 2 muestra un resumen de las variables analizadas para cada sistema.

Tabla 2: Variables referidas al diseño de la vivienda y al proceso constructivo(Fuente propia)

1 no.	2 sistema	3 modulación	4 unifamiliar	5 multifamiliar	6 progresiva o transformable	7 componentes no estructurales	8 componentes estructurales	9 sistema cerrado	10 sistema abierto	11 materiales	12 estructura sismo resistente
01	habidite	x	x	x	x	x	x	x		celda de acero recubierta con concreto	x
02	manubuild	x		x		x	x		x	estructura tubular de acero	x
03	indagsa		x	x		x	x		x	paneles concreto armado	x
04	infiniski	x	x	x	x	x	x		x	contenedores maritimos de acero	x
05	tetra estructura	x	x			x	x	x		estructura de acero y tetrapanel	x
06	toyotahomes	x	x		x	x	x		x	estructura de acero	x
07	pujol unifamiliar	x	x			x	x		x	columnas vigas y losas de concreto armado paneles sadwich de hormigon	
08	pujol multifamiliar	x		x		x	x		x	columnas vigas, losas y paredes concreto armado	
09	marmolradziner prefab	x		x	x	x	x		x	módulos de estructura de acero complementados con losacero	x
10	rocío romero prefabricados	x	x			x	x		x	componentes a base de conglomerados de madera, tubulares de acero y acabados en lámina de acero	x
11	sipromat	x	x		x		x		x	componentes a base de lámina de acero corrugada	x
12	ikeaboklok	x	x	x	x	x	x		x	paneles a base de componentes de madera reciclada conocidos como living board	x
13	sancocho	x	x		x	x	x	x		componentes de concreto armado con marcos de acero y tubulares de acero	x
14	concaprego	x	x	x		x	x	x		componentes de concreto armado con marcos de acero y tubulares de acero	x
15	túnel	x	x	x			x		x	concreto armado	x
16	simix	x		x		x	x	x		concreto armado. paredes vaciadas en	x

										sitio y losas y tabiques prefabricados	
17	viposa	x	x		x	x	x	x		concreto armado. componentes prefabricados de paredes portantes y losas	x
18	sparlos becerra	x	x		x		x		x	acero y madera	x
19	ombúes	x	x		x	x	x		x	acero liviano galvanizado y paneles multicapa	x
20	casa alemana	x	x	x	x	x	x		x	acero y paneles tipo sandwich	x
21	kholer-living homes	x	x			x	x		x	perfiles de acero reciclado, lámina de acero y paneles tipo sándwich	x
22	agro-vivienda prefabricadas	x		x		x	x		x	estructura de acero. fachadas con paneles de vidrio y aluminio y acabados en terracota	x
23	antuco	x	x			x	x		x	componentes de madera	x
24	sistema modular mi casa prefabricada	x	x		x	x	x	x		paneles de concreto armado con marcos de acero. vigas de techo en madera	x
25	ecohouse	x	x		x	x	x		x	acero más paneles de madera laminada parales de madera con paneles de madera laminada	x
26	tropicalum	x	x		x	x	x		x	estructura de acero bloques de concreto racionalizados machimbreado de madera	x
27	petrocasa	x	x	x	x	x	x		x	perfiles policloruro de vinilo rellenos de concreto tubulares de acero paneles machimbreados	x
28	it-house	x	x	x	x	x	x		x	componentes de aluminio para columnas, vigas, losas y cruces de san andrés.	x
29	m-house	x	x	x	x	x	x		x	paneles de aluminio corrugado con aislamiento térmico	x
30	crossbox	x	x				x		x	lamina de acero corrugado	x

2.3. FACTORES BIOCLIMÁTICOS

Los sistemas analizados muestran una interconexión bien pensada con el ambiente exterior. Anteriormente, durante la primera era de la construcción industrializada, tanto en climas cálidos como moderados, se imponía la creación demicroclimas en los espacios internos de las viviendas sin tomar en cuenta el clima del sitio. Hoy en día ésta pareciera ser la excepción, al generalizarse la intención de la utilización cada vez más eficiente de las condiciones naturales, mediante una concepción ecológica que supere el uso exclusivo de los medios mecánicos (calefacción, aire acondicionado).

Los sistemas estudiados muestran el uso de una variedad de técnicas pasivas de bajo impacto que sustituyen o complementan sistemas de climatización activos. Todo parece indicar que esta es una clara tendencia para el ahorro de energía y la reducción de la contaminación, tanto en el caso de los sistemas que consumen muy poca energía del tipo radiativos, evaporativos, o de tubos enterrados, como en los que usan energías renovables como la solar o la eólica, no contaminantes. El diseño frecuentemente permite la incorporación de accesorios como la recolección de aguas pluviales o la inclusión de paneles fotovoltaicos y solares. Varios ejemplos lo certifican, el prototipo Casa Alemana (20)(Figura10), M-House (29), IT-House (28), Agrovivienda Prefabricada (22) uOmbues casas prefabricadas (19).



Figuras 10. La casa alemana (Fuente propia)

Aunque pareciera que hay un aumento en la variedad y composición de los materiales utilizados, aún quedan muchos aspectos por resolver. Muchos de los materiales usados en la prefabricación, como el concreto, el acero, algunos plásticos, etc., necesitan grandes cantidades de energía para su fabricación y consumen recursos no renovables, alterando el ambiente a su alrededor.

Sin embargo, las viviendas analizadas en su mayoría logran un buen nivel de aislamiento por usar paredes tipo sándwich que incluyen materiales naturales de baja energía incorporada, como madera, corcho, polietileno, además de incorporar acabados compuestos por ingredientes naturales. Ejemplo de ello son Indagsa (3), Pujol (7 y 8), Marmol-Radziner (9), Sipromat (11), Habidite (1), entre otras. Otros sistemas optan por el uso de materiales de bajo impacto energético por sus propiedades, como la madera, fibrocemento, o su combinación con concreto ligero o liviano.

2.4. CRITERIOS DE HABITABILIDAD

Para conocer el comportamiento de la vivienda se examina su *transparencia* u *opacidad* frente a las solicitaciones ambientales, así como su capacidad de almacenamiento de calor, ganancias y pérdidas térmicas, acústicas e iluminación, durabilidad, salubridad y seguridad, además de su costo y la relación de este con el grado de calidad. Los aspectos de durabilidad, salubridad y seguridad, conjuntamente con los económicos cierran el ciclo de las exigencias esenciales para la viabilidad de la vivienda industrializada de hoy (Figura 11).

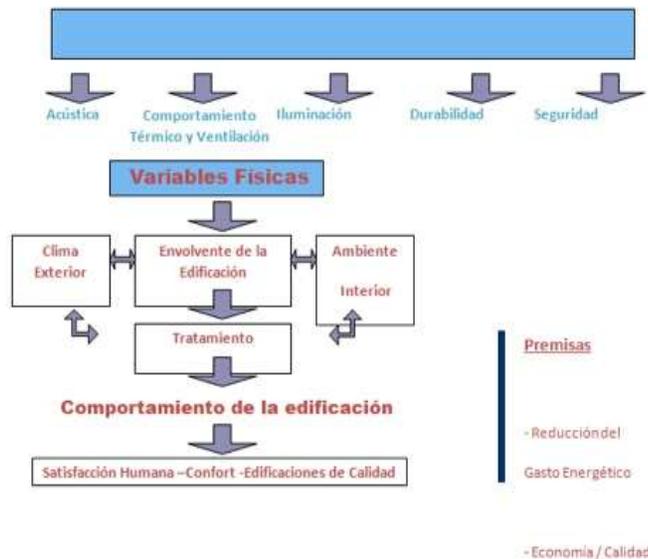


Figura 11: Exigencias de habitabilidad (Fuente: elaboración propia)

Asimismo, se plantean elementos más sencillos de desensamblar o deconstruir al final de su vida útil para su reutilización y un mayor control en la gestión sobre los procesos y los materiales, tanto en la gestión de residuos generados, como en la eliminación de productos tóxicos.

Algunos de estos sistemas cuidan más las exigencias de seguridad (resistencia frente a sismos y fenómenos naturales), que aspectos como el desensamblaje y la reutilización de materiales o la gestión de residuos y la eliminación de productos tóxicos. Son aquellos enfocados en una industrialización de grandes paneles, que busca resolver problemas colectivos de vivienda, como por ejemplo el sistema de paredes portantes Simix (16)(Figura8).

Uno de los aspectos más complejos es el referido a costos y precios. Si bien se observa un claro avance en la industrialización de las edificaciones, ello no se traduce en un precio más asequible para la mayoría, tal y como se refleja en casi todos los ejemplos seleccionados,

cuyo carácter único y personalizado para clientes específicos, dificulta una economía mayor.

3. CONCLUSIONES

Aunque la vivienda industrializada todavía no resulta significativamente más barata que la producida a partir de construcción convencional, se podría afirmar que hay un porvenir para este tipo de edificaciones, siempre que se acojan a los nuevos conceptos de calidad y eficiencia energética, en un marco sustentable. Esto queda de manifiesto en las propuestas de más reciente data, como Casa Alemana (20), M-House (29), IT-House (28), Agrovivienda Prefabricada (22) y OmbuesCasas Prefabricadas (19), entre otras. En la medida en que los criterios de habitabilidad y sostenibilidad formen parte de los criterios básicos, la competitividad del sistema se amplía, desde la perspectiva de las exigencias de la demanda actual de vastos sectores sociales, condicionada crecientemente por una ética de poco impacto ambiental, sin menoscabo de la calidad de vida. Lo anterior recibe un impulso adicional si se considera una reducción de la brecha entre costos iniciales y costos globales que considere los gastos de usufructo a lo largo del período de uso de la vivienda.

Estos valores de una arquitectura sostenible sin menoscabo de la calidad de vida, si bien determinan el diseño, no reducen los grados de libertad técnica desde las perspectivas de las características de las viviendas y los procesos constructivos. Los procesos de industrialización mantienen intactas las posibilidades técnicas formales, en cuanto a que el ensamblaje se sigue haciendo básicamente en función de la adición de módulos tridimensionales, en fábrica o en sitio, independientemente de la flexibilidad en la personalización de las propuestas.

Sin embargo, a pesar de la creciente tendencia a cubrir una demanda de diseños confortables y de poco consumo energético, se mantiene una propensión a usar materiales de elevada energía incorporada, como concreto, acero, plásticos, etc. Esto es así por la dificultad de los materiales más ecológicos de competir en costos iniciales y oferta de mercado con los materiales tradicionales de construcción, los cuales presentan además beneficios incuestionables en términos de robustez, durabilidad, seguridad, etc. Lo anterior no contraviene la tendencia a minimizar su uso mediante propuestas de poco peso, basados en elementos delgados y compuestos, como ocurre en sistemas como Indagsa (3), Pujol (7 y 8), Marmol-Radziner (9), Sipromat (11), Habidite (1). Otros sistemas optan por el uso de materiales de bajo impacto energético por sus propiedades, como la madera, siempre que esta provenga de fuentes renovables (Casa Antuco (23) e Ikea Boklok (12)).

Como continuación de esta investigación documental, sus autores se plantean sistematizar de forma operativa mediante una base de datos computarizada los atributos de los ejemplos presentados, así como muchos otros casos que se han recopilado y otros que se recopilarán. El objetivo es contar con una herramienta de información que pueda crecer ilimitadamente y que incorpore y sistematice todos los criterios de valoración sobre las tendencias actuales en materia de edificaciones habitacionales y su proyección futura, generando así

instrumentos en el campo de la investigación y el desarrollo tecnológico de la construcción, de utilidad para la toma de decisiones, tanto en organismos públicos como privados.

4. REFERENCIAS

- (1) Acosta, D., & Cilento, A. (2005). Sostenibilidad, ciclo de vida e innovación en la construcción de los asentamientos humanos. *Caracas: Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción, Universidad Central de Venezuela, IDEC-UCV.*
- (2) Blacherè, Gerard (1978). *Saber Construir: Habitabilidad, durabilidad y economía de los edificios.* Editores Técnicos Asociados, s.a., Barcelona España
- (3) Revista “Informes de la construcción”. Volumen 61, No.513, enero-marzo 2009. Instituto de ciencias de la construcción Eduardo Torroja España. p.33
- (4) www.infiniski.com
- (5) www.rocioromero.com / www.una-clad.com
- (6) www.m-house.org/
- (7) Revista “Informes de la construcción”. Volumen 61, No.513, enero-marzo 2009. Instituto de ciencias de la construcción Eduardo Torroja España. p.39
- (8) www.boklok.com
- (9) <http://blog.is-arquitectura.es/2011/01/22/crossbox-casa-modular-prefabricada-en-francia>
- (10) www.tkithouse.com/
- (11) www.MarmolRadzinerPrefab/DesertHouse
- (12) Carlos Becerra/IDEC
- (13) <http://Casaprefabricadas.npage.eu/index.html>
- (14) <http://plataformaarquitectura.cl/Kholer-livinghome-vivienda-prefabricada-y-sustentable>
- (15) Dembo, N.(2012). *Industrializar en la abundancia. Tecnología y construcción en la Venezuela petrolera de la segunda mitad del siglo XX.* Saarbrücken. Editorial Académica Española. p.293
- (16) Catálogo Sistema Sancocho. OTIP c.a. Caracas
- (17) <http://www.casasantuco.com.mx>
- (18) <http://constructoramodular.blogspot.com/>
- (19) www.steel framing.es/quienes_somos.html
- (20) <http://www.tetramodular.com>
- (21) <http://www.tropicalum.com>
- (22) Revista “Informes de la construcción”. Volumen 61, No.513, enero-marzo 2009. Instituto de ciencias de la construcción Eduardo Torroja España. p.47
- (23) Dembo, N.(2012). *Industrializar en la abundancia. Tecnología y construcción en la Venezuela petrolera de la segunda mitad del siglo XX.* Saarbrücken. Editorial Académica Española. p.27
- (24) <http://www.sistematumel.com>
- (25) Dembo, N.(2012). *Industrializar en la abundancia. Tecnología y construcción en la Venezuela petrolera de la segunda mitad del siglo XX.* Saarbrücken. Editorial Académica Española. p.27
- (26) <http://www.sistematumel.com>
- (27) <http://www.sistematumel.com>

- (28) Catálogo Concaprego OTIP c.a. Caracas
- (29) <http://www.petrocas.com.ve>
- (30) Revista “Informes de la construcción”. Volumen 61, No.513, enero-marzo
- (31) 2009. Instituto de ciencias de la construcción Eduardo Torroja España. p.58
- (32) Revista “Informes de la construcción”. Volumen 61, No.513, enero-marzo
- (33) 2009. Instituto de ciencias de la construcción Eduardo Torroja.
- (34) España.p.101.
- (35) González, A. Perdomo, M. (2008). Tecnología constructiva Sipromat: pasado
- (36) presente y futuro.Revista Tecnología y Construcción v.24 n.2 Caracas. pp. 59-72
- (37) <http://lacasaalemana.com>
- (38) <http://inhabitat.com/award-winning-agro-housing-apartments--for-china/>