

SISTEMA CONSTRUCTIVO INDUSTRIALIZADO PARA REHABILITACIÓN Y SOBREELEVACIÓN

Eje 1: Innovación en sistemas constructivos/estructurales

Artés Joan¹

Wadel Gerardo²

Martí Núria³

Wainberg Thomas⁴

¹ ETSA La Salle - URL y La Casa por el Tejado, Barcelona, España, joan.artes@lacasaporeltejado.eu

² ETSA La Salle - URL y La Casa por el Tejado, Barcelona, España, gerardofabian.wadel@salle.url.edu

³ ETSA La Salle URL, Barcelona, España, nuria.marti@salle.url.edu

⁴ ETSAB - UPC y La Casa por el Tejado, Barcelona, España, thomas.wainberg@lacasaporeltejado.eu

RESUMEN

La propuesta de un sistema para la rehabilitación y una nueva fabricación industrializada para sobreelevación que se presenta forma parte de la investigación realizada en el ámbito de una tesis doctoral de la Escuela Técnica Superior de Arquitectura La Salle de la Universidad Ramon Llull (ETSA La Salle - URL) dentro del marco del Plan de Doctorados Industriales de la Generalitat de Cataluña, que hace posible una colaboración formal entre los ámbitos académico y productivo, representado por el grupo de empresas La Casa por el Tejado.

La metodología de la tesis plantea una nueva manera de actuar en la renovación de la ciudad mejorando y completando los edificios de los ensanches urbanos que aún pueden crecer mediante el aprovechamiento de su volumen edificable remanente, se ha ensayado ya en quince proyectos construidos en Barcelona y en los próximos dos años lo hará también en otros tantos en esa ciudad, así como en Madrid, Pamplona y San Sebastián.

Las fincas en las que interviene son rehabilitadas, mejorándose la calidad de vida en ellas, así como ampliadas, generándose viviendas nuevas en zonas de alta demanda. En las actuaciones de sobreelevación, que adicionan entre una y tres plantas nuevas sobre edificios existentes centenarios, se emplean sistemas constructivos industrializados y ligeros. Esto implica el desarrollo detallado del proyecto ejecutivo y de producción industrial, así como la definición previa de la logística de transporte, izado y colocación. De esta forma la parte nueva del edificio se fabrica en taller, reduciéndose en un tercio el tiempo de una obra convencional, bajo la forma de módulos tridimensionales que se volverán a unir en el emplazamiento definitivo. En esta nueva parte sobreelevada se plantea una mejora en la calidad ambiental, evaluándose mediante la



Certificación Energética obligatoria obteniendo niveles de calificación A y B, y con una herramienta propia de ayuda y evaluación, Senda, que se aplica desde el inicio del proyecto permitiendo alcanzar reducciones de impacto ambiental del orden del 50% respecto de la construcción convencional.

El sistema constructivo industrializado está en proceso de actualización y mejora, para lo que se ha formulado el proyecto de I+D+i SEMA (Sistema de Edificación Modular Avanzada) presentado al programa de financiación español-argentino Iberoeka, habiéndose aprobado en Fase 1 Internacional. Asimismo y mediante el desarrollo de una tesis de máster en la Escuela Superior de Arquitectura de Barcelona, Universidad Politécnica de Cataluña (ETSAB-UPC), se estudia la adaptación del modelo constructivo y de gestión en un edificio del barrio de Ciudad Vieja, Montevideo, Uruguay.

PALABRAS CLAVES: REHABILITACIÓN - SOBREELEVACIÓN - ARQUITECTURA INDUSTRIALIZADA - CONSTRUCCIÓN OFFSITE - RENOVACIÓN URBANA

1. INTRODUCCIÓN

Cuando se reflexiona sobre la actualidad de las ciudades parece difícil creer que hace dos siglos albergaban tan solo un 3% de la población mundial. Luego de la revolución industrial y ya corriendo los inicios del siglo XX esta cifra ascendía a un 13%; en el año 2007, la población urbana alcanzó un 50% del total mundial. Este proceso progresivo y exponencial de concentración de individuos en las ciudades ha generado cambios importantes a diferentes escalas (social, económico, ambiental). Particularmente en España en los últimos veinte años este crecimiento metropolitano descontrolado ha ocupado más suelo en asentamientos urbanos que en los dos mil años anteriores.

La herencia resultante de este crecimiento acelerado y expansivo son las actuales ciudades difusas. Este modelo de crecimiento ha resultado en un desenfrenado consumo de suelo; consumo de materiales y energía provocados tanto por la planificación de los usos del suelo, como por los medios de transporte, y la dinámica de consumo que tiende a hacerlo todo obsoleto en un tiempo récord; una explotación y desestructuración de los sistemas del entorno más allá de su capacidad de carga; y por lo tanto una insostenibilidad que tiene que corregirse. La Unión Europea a través de su Comité Económico y Social y el Ministerio de Vivienda español advierten de los inconvenientes de la urbanización difusa, dispersa o desordenada. Frente a este modelo proponen la ciudad compacta para reducir el impacto ambiental, evitar la segregación social y la ineficiencia económica derivada de los elevados costes energéticos, de construcción y de mantenimiento de las infraestructuras.

Respondiendo a esta necesidad de ciudad compacta, compleja y eficiente, se plantea un nuevo urbanismo que atiende a conceptos ecológicos y basa su estrategia de ordenación urbana a tres niveles: altura, superficie y subterráneo, con coherencia vertical y horizontal para conseguir mayor autosuficiencia y habitabilidad. En ciudades ya consolidadas este nuevo planteamiento se traduce en intervenir en lo edificado, tanto en la readaptación y rehabilitación del patrimonio inmobiliario existente como en reinterpretar la ciudad por capas.



En términos de sostenibilidad la rehabilitación es la solución óptima, ya que requiere mucha menos energía que la nueva construcción, conservando, recuperando y regenerando lo construido. Además ahorra los costes de urbanización y de construcción de servicios y equipamientos a la población, así como los vinculados a la extensión de infraestructuras de movilidad. Intervenir en la ciudad consolidada reconociendo el concepto de los niveles acontece por proponer la sobreelevación de edificios reinterpretando las envolventes y su relación con el entorno tanto a nivel de paisaje de ciudad como de sistemas sostenibles e infraestructuras. Teniendo en consideración la ciudad compacta, el urbanismo ecológico, la construcción sostenible y la rehabilitación, se propone una nueva manera de construir y consolidar la ciudad. Esta visión ambiental que reconoce la necesidad de renovar y redensificar los centros urbanos se postula como el camino a seguir.

En contraposición con el este modelo, las urbes latinoamericanas continúan atravesando su proceso de expansión de forma muy rápida y caótica. Las ciudades se extienden sin límite a través de asentamientos formales e informales. Los problemas que este tipo de crecimiento acarrea están a la vista; ineficiencia de las estructuras viales, servicios públicos que no logran cubrir todo el territorio, desigualdades sociales muy marcadas y ruptura social; entre otras consecuencias. La aplicación del modelo de La Casa por el Tejado esta siendo estudiado en ciudades latinoamericanas como Buenos Aires, Montevideo (en colaboración con el estudio TIMB, como se expone más adelante) o Lima.

2. DESARROLLO

La Casa por el Tejado es el producto de la evolución de un estudio de arquitectos que, basándose en la idea de construir sobre construido donde la normativa lo permite y en una metodología propia –cómo detectar, gestionar y desarrollar proyectos de edificabilidad no utilizada- se dedica a la rehabilitación y ampliación de edificios centenarios en Barcelona, Madrid, Pamplona y San Sebastián.



Fig. 1: Plaza Letamendi 29, antes y después de la intervención



Fig 2: Plaza Letamendi 29, viviendas nuevas

Y lo hace desde una visión alternativa a lo que usualmente se entiende como crecimiento de la ciudad, esto es su extensión casi ilimitada, proponiendo la redensificación de los centros urbanos y la renovación de sus edificios (Fig. 1 y 2). Optimizando infraestructuras existentes, no necesitando suelo ni movilidad adicionales. Disminuyendo el impacto ambiental de la edificación. Se trata de un modelo con beneficios para los vecinos, la ciudad y los inversores: los primeros ven su edificio puesto al día y revalorizado, gracias a las obras que supone la compra del derecho de



vuelo. La segunda ve mejorado su paisaje urbano, por medio de las intervenciones que se hacen finca a finca, en las que se igualan alturas construidas, desaparecen medianeras, se renuevan fachadas, se incorporan cubiertas ajardinadas, etc. Los terceros obtienen una renta interesante por el capital invertido en los proyectos, ya que los áticos nuevos son un producto escaso, muy buscado y con valor estable.

2.1 Metodología de rehabilitación y sobreelevación para edificios existentes.

Los proyectos consisten, por una parte, en la creación de áticos sobre edificios existentes y, por la otra, en la puesta al día de esas fincas. En efecto, como parte de la adquisición del dominio de 'suelo en altura' necesario para la ubicación del ático nuevo, se realizan obras de obras de mejora en la parte existente del edificio. La mayoría de los edificios con posibilidades de ser remontados, detectados en los estudios técnicos desarrollados en Barcelona y otras ciudades de España, han sido construidos hace cien años o más. Esta antigüedad, combinada con acciones de mantenimiento y rehabilitación habitualmente escasas o inadecuadas, hace que muchas de estas fincas presenten problemas importantes. Sus principales deficiencias pueden agruparse en el deterioro de los sistemas constructivos, la falta de seguridad para las personas, la obsolescencia de las instalaciones, los impedimentos de uso de espacios, las barreras para personas con discapacidad y la pérdida de la estética original. La intervención propone realizar algunas mejoras en esas seis áreas, dentro de las posibilidades económicas de cada operación y de llegar a acuerdos con la comunidad de propietarios.

2.2 Sistema constructivo industrializado para ampliación y obra nueva

El sistema constructivo que se emplea en la sobreelevación se basa en módulos tridimensionales de estructura de perfiles de acero que permiten la fabricación a medida y en taller de las plantas nuevas, excepto las partes que es necesario realizar en el edificio existente donde será colocado, como la estructura de transición, juntas, terminaciones, algunas instalaciones, etc.

El proceso de construcción industrializada del edificio tiene tres fases muy definidas (Fig. 3): construcción en la finca, fabricación en taller y terminaciones otra vez en la finca. Las dos primeras tienen lugar en paralelo, ahorrándose así tiempo de obra, mientras que la tercera, que comienza una vez que los módulos han llegado a obra en camión y han sido instalados con la ayuda de una grúa, puede tener lugar mientras se realizan las tareas de mejora en el resto del edificio. Este procedimiento, además de ahorrar dos tercios del tiempo habitual de obra (cuatro meses en lugar de doce, o más), reduce significativamente las molestias para los vecinos, ya que las tareas que se realizan en el edificio se han reducido a las mínimas posibles.



Fig. 3: Esquema de las intervenciones en el edificio y la construcción en taller

La estructura de los módulos está conformada por un bastidor tridimensional de perfiles de acero soldados entre sí, que recibe un forjado de madera laminada u hormigón sobre chapa colaborante, sobre la que se asientan los pavimentos y las paredes, formadas por un núcleo de panel sándwich de chapa de acero con alma de lana de roca. La cubierta, fachadas, carpinterías, particiones, instalaciones y acabados son diversas y pueden modificarse con gran libertad, adaptándose a cada proyecto. Este sistema industrializado, a diferencia otras patentes de construcción modular, tiene la particularidad de que la edificación se realiza completamente en taller, atornillando provisionalmente los módulos entre ellos, para formar edificios de una hasta cuatro o, en ocasiones, más plantas. Una vez acabado y habiéndose dejado sin terminar las juntas de pavimentos, impermeabilizaciones, revestimientos, instalaciones, etc., es transportado en módulos hasta su emplazamiento.



Fig. 4: Arquitectura industrializada, estructura y cerramientos



Fig 5: Arquitectura industrializada, módulos terminados

La última fase, las terminaciones del ático, consiste en la conexión de las instalaciones, la terminación de las partes de los revestimientos y pavimentos que corresponden a las uniones entre módulos, la posible sustitución de piezas que presenten golpes o daños causado por el traslado y la manipulación y, por último, la finalización de las obras próximas del resto de la finca.

2.3 Trabajos en el edificio y logística de montaje de la sobreelevación

Las tareas a realizar en el edificio existente se dividen en dos ámbitos principales. Por un lado, las obras de mejora y adaptación y, por el otro, la preparación de la cubierta para la recepción los módulos. Las técnicas empleadas son las de la construcción convencional, también denominada



húmeda, excepto en la estructura de interfaz entre el edificio existente y la sobreelevación, donde se utilizan elementos prefabricados como apoyos, vigas, conectores, etc.

En cuanto a la preparación de la cubierta, el primer paso es demoler y retirar todos los elementos obsoletos. En el caso de Barcelona, la mayor parte de las cubiertas pertenecen a una tipología constructiva denominada 'a la catalana'. Esta solución consiste en una doble cubierta separada por una cámara de aire de 40 a 60 centímetros. Con la futura puesta en obra de los módulos, la capa superior de la cubierta resulta obsoleta y se demuele, así como otros elementos sin uso que pudiesen existir, quitando peso al edificio. Así, el edificio queda provisionalmente sin su capa impermeable, por lo que es necesario realizar una protección provisional. El siguiente paso es generar la estructura sobre la que se apoyarán los nuevos áticos. Sobre los muros de carga se realizan vigas de hormigón armado in situ en las que se dejan pletinas metálicas embebidas para posteriormente apoyar y conectar los módulos al edificio existente.

El siguiente paso consiste en la carga de los camiones que transportarán los módulos, mediante un puente grúa en el taller de fabricación. Puede ser necesario, para evitar deformaciones, el uso de elementos auxiliares como crucetas, pilares o tensores que se desmontan una vez instalados los módulos sobre el edificio existente. Mediante una grúa de gran tonelaje implantada en la calle (lo que implica algunas restricciones al tránsito), se izan los módulos desde los camiones hasta lo alto del edificio (Fig. 6 y 7). El proceso suele durar una jornada en cada sobreelevación, contando el montaje y desmontaje de la grúa.



Fig. 6: Rambla Catalunya 82, montaje a medio ejecutar



Fig 7: Gran Vía 504, montaje de módulos

Una vez colocados en el emplazamiento definitivo los módulos, en el mismo día, se procede a impermeabilizar el área de cubierta expuesta entre ellos. A partir de entonces se realizan las uniones interiores, se conectan y comprueban las instalaciones, se terminan las fachadas y reparar todos los pequeños detalles que afectan a acabados de obra. En paralelo, se continúa trabajando en el edificio existente en la rehabilitación y reforma de los espacios comunes y la unión entre las partes antiguas y nuevas.

2.4 Sistema de ayuda y evaluación de la calidad ambiental

Los objetivos de calidad ambiental son superiores a los requeridos por las normativas vigentes. En lo que refiere a la certificación energética, que estima el consumo de energía que necesita un edificio para satisfacer su demanda y las emisiones de CO₂ asociadas a ese gasto, la calificación mínima estándar es D en ambas categorías, mientras que la se busca obtener, en todos los casos, es una A.



En otro orden, la consultora ambiental Societat Orgànica la herramienta Senda con el objetivo de poder aplicar una metodología de control ambiental en todos sus proyectos. La herramienta se emplea desde la primera fase de diseño, adoptando criterios ambientales en el proyecto y pudiendo conocer en cada parámetro la repercusión ambiental aproximada de las decisiones, así como determinar cuáles serían los potenciales de mejora y cómo alcanzarlos. Senda realiza una aproximación de impactos, desde de la extracción de materias primas para la fabricación de los materiales hasta la repercusión de la desconstrucción del edificio.

La herramienta ofrece, por una parte, información sobre estrategias y actuaciones de mejora ambiental así como especificaciones, productos y buenas prácticas para cada uno de los apartados a evaluar. Y, por otra parte, estructura ochenta preguntas sobre el proyecto, en cinco secciones: Biodiversidad, Energía, Agua, Materiales y Residuos. Algunas de las preguntas son: ¿Hay un aumento de la vegetación respecto de la situación previa?, ¿Se utilizan sistemas de climatización más eficientes que los estándares? ¿Se utilizan mecanismos para controlar el flujo del agua como cisternas mínimas, limitadores de caudal o aireadores para grifos? ¿Los materiales que se utilizan son naturales renovables o industriales reciclables? ¿Los residuos generados son menores que los de la construcción convencional?

Los resultados se representan de distintas formas, entre las que destaca la ecobújula: una especie de mancha de impacto ambiental que, mediante coordenadas, muestra la magnitud del impacto ambiental del proyecto, comparado con la práctica habitual (100%) y el objetivo (un 60% menor). En la medida en que se han ido realizando distintos proyectos, la aplicación de la herramienta ha hecho posible la reducción del impacto ambiental (Fig. 7)

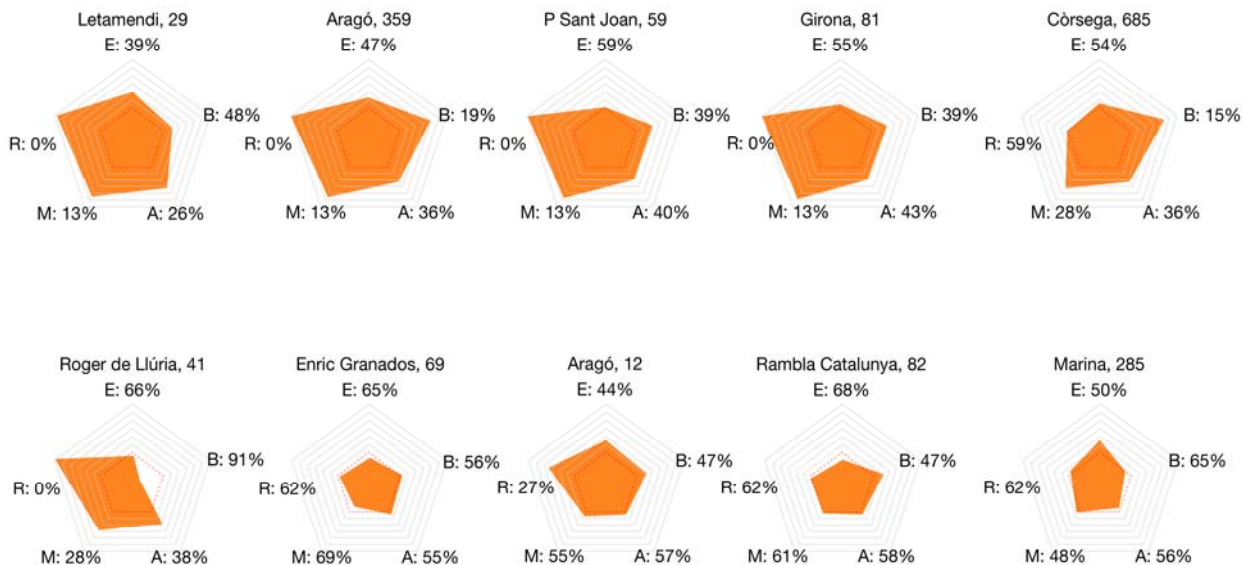


Fig. 7: Impacto ambiental de los diez primeros proyectos (E: energía, B: biodiversidad, A: agua, M: materiales y R: residuos).

2.5 Proyectos de rehabilitación y sobreelevación realizados

La metodología descrita para rehabilitar edificios existentes y ampliarlos por sobreelevación ha sido aplicada en dieciséis fincas, en el barrio de L'Eixample de Barcelona, hasta junio de 2018. Además de tales casos, se están fabricando otras cuatro obras en las naves industriales de Gavà



y Cornellà, siendo una de ellas el primer proyecto en Pamplona. Se prevé alcanzar veinte intervenciones más, en Madrid, San Sebastián, Pamplona, París y Amberes, hacia finales de 2020.

Existen algunas variables como la edificabilidad vacante, la estructura del edificio existente y su propia morfología que hacen que cada proyecto sea único. Los proyectos realizados hasta el día de hoy varían; entre una y cuatro plantas sobreelevadas, variando desde 120 m² hasta 1000 m² de superficie de ampliación según la finca y sumando un total de 66 pisos nuevos. Eso es equivalente a unos cinco edificios plurifamiliares típicos de L'Eixample de Barcelona.



Fig. 8: Rambla Catalunya 82, fachada posterior sin intervenir



Fig. 9: Rambla Catalunya 82, fachada posterior renovada

2.6 Aplicación y adaptación del modelo en Montevideo

El proyecto de rehabilitación del inmueble en desuso en la calle 25 de Mayo del barrio de Ciudad Vieja (Fig. 10 y 11) surge del contacto entre La Casa por el Tejado y el estudio de arquitectura TIMB. El casco histórico fundacional de la ciudad ha sufrido un abandono en materia de vivienda que viene dado por las condicionantes previamente descritas. Se trata de un inmueble construido en la década del 40, cuyo destino original era de vivienda. Por motivos desconocidos, las obras interiores no se concluyeron pero sí sus fachadas, por lo que desde el exterior parece ser un inmueble que perfectamente podría ser ocupado. El edificio posee planta baja más cinco niveles, con una superficie total de 3.300 m² pudiendo, según la normativa vigente, crecer una planta más (250 m²).

La intervención sobre este inmueble, que es el caso de estudio de una tesis de fin de máster en Innovación tecnológica en la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Barcelona – Universidad Politécnica de Cataluña, se plantea desde la lógica de la redensificación de los centros históricos. De esta forma, se plantea una rehabilitación dotándolo de usos mixtos que se retroalimenten entre sí.



Fig. 10: Vista aérea de Ciudad Vieja, Montevideo (Taringa)



Fig 10: Calle 25 de Mayo, Ciudad Vieja, Montevideo (Google)

Se ha hecho un estudio de mercado para identificar los productos con mayor salida y los resultados del mismo han decantado el programa hacia usos comerciales, de oficinas y vivienda con una característica en común: los usos comunitarios. El nuevo programa contará con áreas gastronómicas, oficinas en modalidad de *co-work* y viviendas en el formato de *co-housing*.

Las premisas del proyecto en cuanto a las resoluciones técnicas son mantener y recuperar al máximo lo existente, utilizar sistemas montables - desmontables que permitan una cierta flexibilidad para la configuración futura del inmueble y coronarlo con construcción modular tridimensional fabricada en taller. En cuanto a los objetivos ambientales, respecto de la energía se plantean estrategias bioclimáticas para reducir al máximo la demanda de calefacción y refrigeración. Se incorporarán paneles fotovoltaicos para cubrir una parte de la demanda de energía eléctrica. Por otra parte, se está investigando la utilización de soluciones materiales de bajo impacto, principalmente en madera.

2.7 Análisis crítico y propuestas de mejora del sistema constructivo industrializado

Existen diversos sistemas constructivos industrializados, ligeros y modulares, presentes en el mercado global desde hace unos veinte años. Entre ellos, el descrito anteriormente, conformado por una estructura tridimensional de perfiles de acero, unos cerramientos principales de panel sándwich de acero y lana de roca y resto de componentes convencionales en la construcción convencional en seco. Estos sistemas no han sido, al menos en los últimos 10 años, ni actualizados ni reemplazados. Por consiguiente, con ellos es difícil poder cumplir con las exigencias técnicas derivadas de una normativa exigente y en evolución. Por otra parte, al utilizar gran parte de materiales convencionales, tanto el peso (muy importante en sobreelevación), como el coste (clave cuando se compite contra sistemas consolidados y con economía de escala), como el tiempo de ejecución (principal ventaja diferencial de la industrialización, junto con el aumento de calidad y la seguridad laboral) se ven resentidos. Por todo ello, se ha planteado la necesidad de redefinir el sistema actualmente en uso.

Por este motivo, La Casa por el Tejado (España) junto con Franklin Consultora (Argentina) y un grupo de universidades de ambos países está desarrollando el proyecto SEMA (Sistema de Edificación Modular Avanzado). Se trata de un proyecto de Investigación y Desarrollo con aportes de Innovación, para desarrollar un nuevo sistema constructivo industrializado modular y ligero, apto para sobreelevación y suelo convencional.



Este sistema, que reemplazará a otro actualmente en uso por la empresa líder del proyecto (ya tiene un mercado), además, debe poderse utilizar en los contextos español y argentino, contando con capacidad de adaptación a sus requerimientos específicos, así como en sus principales mercados de expansión (europeo y latinoamericano, respectivamente).

Se plantea, con este cambio, dar respuesta a una serie de limitaciones del sistema constructivo actual: de peso propio, de rapidez de montaje, de respuesta a estándares de calidad ambiental interior, de reducción de impacto ambiental, de eficiencia energética, de cumplimiento de otros aspectos regulados por la normativa de próxima aparición, de gestión de la información de proyecto y obra, de coordinación con la oferta de materiales y componentes del mercado, etc.

3. CONCLUSIONES

- Existe una capa de suelo en lo alto de algunos edificios, aquellos que tienen capacidad edificatoria y estructural remanente, que hace posible la redensificación de los centros urbanos y la mejora de los edificios existentes. Sólo en el barrio del Ensanche de Barcelona se han detectado más de 2.000 fincas con derechos de vuelo pendientes de ejecutar.
- Se ha desarrollado una metodología propia para el estudio y el desarrollo específico de proyectos de rehabilitación con sobreelevación, así como un modelo de gestión, basado en la compra del derecho de vuelo y la reinversión del capital en la mejora del edificio, que aseguran la rentabilidad de las operaciones, demostrado por 20 proyectos ejecutados hasta el momento.
- La arquitectura industrializada ahorra peso, tiempo y molestias y aumenta la calidad constructiva y la seguridad de los trabajadores. El tiempo de ejecución de la construcción offsite, en paralelo a la preparación del edificio, es de tres meses. Los módulos se montan en un día y las terminaciones requieren otros 90 días. El ahorro de tiempo es de 2/3 respecto de la construcción convencional.
- El desarrollo y la aplicación de sistemas de ayuda y evaluación ambiental permite poner en marcha un proceso de mejora, de reducción de impactos ambientales, permanente. La secuencia realizada con la herramienta Senda ha permitido un incremento desde un 30% de reducción de impacto en los proyectos iniciales, hasta alcanzar el 60% al promediar la decena de ellos.
- Los sistemas de construcción *offsite* necesitan actualizarse, para poder evolucionar no sólo al ritmo de la actualización de las exigencias técnicas de la normativa e ir más allá y poder cumplir con metas (de momento) voluntarias como por ejemplo el estándar NZEB (*Near Zero Energy Building*) o los requisitos de calidad ambiental interior de los sellos VERDE-GBCe, LEED USGBC, etc.

BIBLIOGRAFÍA

Artés, J., Volpi, L., Wadel, G., Martí, N. (2016), *Senda: an environmental assessment tool with global view and tailored design*. Sustainable Housing International Conference, Oporto (Portugal), Green Lines Institute.

Cuchí, A., Rivas, P., Wadel, G. (2010). *Cambio Global España 2020/50 Sector edificación*. Madrid (España). Fundación Conama y Green Building Council España.



Fariña, J., Naredo, J. M. (2010). *Libro blanco de la sostenibilidad en el planeamiento urbanístico español*. Madrid (España). Ministerio de Vivienda.

Lawson, M., Ogden, R., Goodier, C. (2014), *Design in Modular Construction*, Boca Ratón (EEUU), CRC Press, Taylor & Francis Group.

Mostafavi, M., Doherty, G. (eds.) (2014), *Urbanismo Ecológico*, Barcelona (España), Editorial Gustavo Gili.