



*El hospital Sant Pau se construyó en seco con piezas prefabricadas de Breinco, mediante la losa "vent-screen" de 120x4,5x60 cm en color negro, una losa innovadora, de gran formato, impactante y con capacidad descontaminante. Obra finalista en los MIPIM Awards 2019.*

## La estética, la eficiencia energética y la industrialización en los edificios de hormigón

**Alejandro López Vidal.** Director Técnico ANDECE (Asociación Nacional de la Industria del Prefabricado de Hormigón).  
**César Bartolomé Muñoz.** Director del Área de Innovación IECA (Instituto Español del Cemento y sus Aplicaciones).

La fachada, envolvente o piel constituye la primera imagen que asociamos a un edificio, de forma que el arquitecto siempre se busca que ésta tenga un aspecto único y diferenciador.

Al mismo tiempo, la fachada es la principal barrera que separa a las cambiantes condiciones ambientales del espacio interior del edificio, debiendo garantizar el cumplimiento simultáneo de una serie de prestaciones como aislamiento acústico, impermeabilidad, resistencia al fuego o eficiencia energética, además de ser

perdurables en el tiempo. El hormigón, como material masivo, y en sus múltiples formas y combinaciones, ofrece posiblemente la base óptima para cumplir con todas estas funciones, al tiempo que presenta ilimitadas posibilidades estéticas.

El presente artículo analiza cómo las fachadas de hormigón arquitectónico y sus industriales están afrontando los retos actuales: la sostenibilidad de la construcción, la eficiencia energética en los edificios y los requisitos estéticos propios de una arquitectura cada vez más ambiciosa.

### Construcción sostenible

La sostenibilidad es un concepto global que debe ser aplicado al edificio terminado, en el que los diferentes materiales de construcción y los sistemas que lo conforman, deben utilizarse de manera óptima en función de sus prestaciones.

Así, podemos decir que un edificio es más sostenible que otro si sus prestaciones son equivalentes y sus impactos –ambientales, sociales y/o económicos–

son menores. Sin embargo, es recurrente aludir a que un material es más o menos sostenible que otro en función de los impactos asociados únicamente a su fabricación. Esta afirmación es poco precisa y, en ocasiones, puede ser hasta malintencionada, ya que los impactos durante la fase de fabricación (extracción de materias primas, transporte, procesos productivos) no superan normalmente el 10% y es durante la vida útil del edificio donde se manifiestan realmente (consumo de energía y agua, rehabilitación, etc.).

Es muy complicado comparar dos materiales de construcción, simplemente porque sus funciones y prestaciones dentro del edificio son diferentes. Por este motivo, lo razonable es analizar las propiedades de cada material y utilizar dichas propiedades para reducir los impactos globales del edificio, que es la unidad funcional que permite hacer comparaciones fiables.

En este sentido, el sector del hormigón lleva décadas trabajando para mejorar la sostenibilidad global de las estructuras y de los edificios aumentando la eficiencia energética en los procesos de fabricación, utilizando materias primas recicladas, diseñando secciones optimizadas (hormigones de altas prestaciones) o utilizando cementos con mayor porcentaje de adiciones.

A estos esfuerzos de la industria del hormigón, hay que añadir las ventajas propias del material, como una durabilidad superior a los 100 años, ser un material de fabricación local o ser potencialmente 100% reciclable. Si, además, consideramos que el hormigón es el material de construcción estructural con mayor resistencia al fuego y que, al tratarse de un material inerte, no necesita compuestos químicos como barnices o colas en su fabricación o mantenimiento, podemos afirmar que el hormigón es un material cuyas características propias y de fabricación permite diseñar edificios sostenibles, seguros y saludables.

## Confort térmico y ahorro de energía

El hormigón es un material con una elevada inercia térmica, es decir, tarda mu-

cho en calentarse, pero, una vez caliente, tarda mucho en enfriarse, y viceversa. Esta propiedad utilizada correctamente permite que la temperatura interna del edificio sea mucho más estable independientemente de la temperatura externa.

Un estudio del Instituto de Ciencias de la Construcción 'Eduardo Torroja' del año 2008 demostró que, gracias a esta propiedad, si los edificios en España se construyeran con fachadas de hormigón correctamente aisladas por el exterior, se conseguirían unos ahorros energéticos medios en climatización del 16% con respecto a la construcción estándar.

La inercia térmica además hace que se puedan buscar diseños constructivos que permitan calentar el hormigón con radiación solar o enfriarlo con ventilación natural, de manera que se pueden diseñar edificios que mantengan una temperatura interna agradable simplemente interactuando con el entorno.

Utilizando esta estrategia y con un diseño constructivo adecuado, en 2010 se construyó un prototipo de hormigón en Madrid (edificio ECHOR) que fue capaz de eliminar la necesidad de aire acondicionado y conseguía ahorros energéticos de climatización de hasta el 67% con respecto a un edificio estándar.

Por último, las estructuras de hormigón permiten su activación térmica, que consiste básicamente en embeber unos tubos de plástico en las estructuras de hormigón y hacer circular agua por ellos a la temperatura adecuada para enfriar y calentar la estructura en función de las necesidades.

Las ventajas de este diseño son las siguientes:

- Cuando las temperaturas nocturnas son bajas, podemos enfriar el edificio con un consumo energético prácticamente nulo. Sólo hay un pequeño consumo asociado al bombeo de agua.
- Cuando las temperaturas nocturnas no son lo suficientemente bajas y hay que utilizar sistemas de refrigeración, dichos sistemas operan por la noche, cuando el coste de la energía es más bajo.

- En este último caso, como los sistemas de refrigeración trabajan de manera constante durante varias horas, su potencia es menor que cuando tienen que trabajar en periodos cortos de tiempo y a una potencia muy elevada (sistemas de aire acondicionado tradicionales). Los equipos menos potentes son más pequeños, más baratos y consumen menos.
- Este sistema elimina los flujos de aire frío, por lo que el confort térmico del edificio es muy elevado.
- Como este sistema se basa en el almacenamiento de energía térmica en la estructura en unos periodos determinados de tiempo para utilizarla cuando se necesita, la activación térmica de estructuras permite la gestión óptima de energías renovables.

## La componente estética

Aunque en general no solemos detener nuestra vista en los materiales de construcción que nos rodean, los elementos de hormigón forman parte importante de nuestro entorno visual. Aceras conformadas íntegramente por adoquines, baldosas o bordillos de hormigón; mobiliario urbano donde descansar momentáneamente y reflexionar; barreras prefabricadas de hormigón que delimitan los márgenes de la carretera por la que circulamos; o fachadas que nos hacen detenernos y observar la geometría y acabados de los edificios que tenemos enfrente a nosotros.

Como se trata de un material muy versátil que permite diferentes formas, colores y acabados, ingenieros y arquitectos buscan cada vez más expresiones artísticas de alto nivel en las que el hormigón juega un papel relevante.

Sin embargo, existe un gran desconocimiento acerca de las precauciones necesarias en este tipo de obras y es muy común encontrar hormigones con dosificaciones incompatibles con un elemento arquitectónico de calidad, encofrados sin sellar o compactaciones deficientes.

No es motivo de este artículo profundizar sobre ello, pero en el caso de diseñar un

paramento de hormigón arquitectónico, es recomendable utilizar hormigón autocompactante para que el acabado sea óptimo. Si además se buscan colores y texturas no convencionales, hay que cuidar el diseño de la mezcla de hormigón, hacer pruebas previas y recurrir a especialistas con experiencia.

En el caso de soluciones prefabricadas, al tratarse de una fabricación industrializada y en la que el fabricante suele tener experiencia contrastada, los resultados son generalmente muy satisfactorios. Además, en un entorno industrial es más sencillo controlar el material y los procesos de hormigonado, de vibrado y de curado; lo que permite obtener un acabado estético de calidad.

Por último, hay que indicar que, en este campo, la impresión 3D con hormigón puede aportar un plus a la prefabricación de soluciones estéticas, ya que permitirá fabricar elementos con formas singulares, no estandarizadas y posiblemente irrepetibles, que actualmente son muy complicadas de obtener en un entorno industrial, bien por limitaciones técnicas o económicas (moldes *ad hoc*).

Recogemos aquí una selección de imágenes de soluciones constructivas recientes de fachadas, que revelan una perfecta sintonía con el entorno urbano y natural, la imagen de fortaleza y durabilidad que le concede el material

hormigón, y el orden geométrico que establece la industrialización desde el diseño hasta llegar a su puesta en obra. A estos hechos, conviene añadir la capacidad tecnológica y experiencia, y por qué no, la dosis de creatividad e ingenio que el 'prefabricador' aporta al diseño, siendo éste cada vez más una extensión del proyectista en la búsqueda de una solución propia.

## Construcción industrializada

La industrialización de las obras de construcción se fundamenta en adelantar a la planta industrial, entorno mucho más seguro y controlado que la propia obra, el mayor número de procesos posibles de forma que las tareas de obra se reduzcan.

Las soluciones de hormigón industrializado para fachadas pueden presentarse en distintos formatos:

- En su vertiente 'pesada', como elementos de hormigón armado y ofreciendo múltiples posibilidades funcionales: paneles macizos, con integración de otros materiales para mejora de alguna propiedad como aislamiento térmico o PCM's; fachadas portantes o simplemente auto-

portantes y estéticas (combinaciones de texturas, colores, geometrías, modulaciones, etc.).

- Y en su formato ligero, distinguiéndose aquí la composición del hormigón: GRC u hormigón armado con fibra de vidrio, hormigones armados con otras fibras de acero o poliméricas; hormigón polímero; y ofreciendo igualmente infinidad de combinaciones estéticas y funcionales (fachadas ventiladas, SATE's, etc.) para distintos tipos de edificios.

Tampoco debemos olvidarnos de los ladrillos y bloques de hormigón, como alternativa mejorada a la cerámica, al asegurar, entre otras prestaciones, una mayor durabilidad y con una gama estética y de formatos ilimitada.

## Proyección de futuro

Respecto a la situación actual, la recuperación del sector edificatorio se está caracterizando, entre otros aspectos, por una creciente industrialización, algo que se está manifestando de forma especial en las fachadas donde se buscan elementos más grandes, de colocación más rápida y eficiente, y menos dependientes de la mano de obra. Esta transformación de la edificación puede responder a varios motivos:



*Paneles tridimensionales para la AEAT en Córdoba diseñados para mejorar la captación solar. (Foto: Prefabricados Hermanos Quijada).*



*La construcción de viviendas modulares, bien mediante sistemas 2D que se ensamblan en obra (paneles, forjados) o directamente mediante módulos prácticamente terminados que llegan a la obra, es una de las tecnologías más pujantes dentro de la edificación residencial. Villa Guadalmina. (Foto: Hormipresa).*



*Nueva estación del tren de alta velocidad LGV Rabat-Agdal (Marruecos). 800 paneles prefabricados de altas prestaciones armados con fibra UHPC de 2.000 mm de ancho y más 7.500 mm de alto en forma de celosía y doble piel del muro cortina. (Diseño de Youssef Melehi y ejecutados por Prehorquisa).*



*Edificio 'El Rengle' en Mataró (Barcelona), cuya parte ciega de las fachadas ha sido resuelta mediante paneles de GRC con formas rectas y curvas. (Foto: Prefabricats Planas).*



*Fundación 'Amancio Ortega' (Inditex) en Arteixo (La Coruña). Se trata de 4.500 m<sup>2</sup> de panel cáscara de GRC en blanco liso y texturizado con anclajes de aluminio para fachada ventilada. (Foto: Prefabricados Ponce).*



*Colegio 'Indira Gandhi' en Mijas (Málaga). Fachada revestida con ladrillo de hormigón cara vista. (Foto: Bloques Barruca).*

- El económico: en el último año los costes de la construcción residencial se han incrementado un 12,1%. Los costes crecen fundamentalmente por dos razones, la falta de mano de obra y por falta de capacidad de fabricación en oficios como estructuras o fachadas. Esto está provocando un redireccionamiento desde la prescripción hacia soluciones constructivas más industrializadas, con costes mucho más estables y controlables.
- La progresiva implantación de la metodología BIM en los proyectos de construcción: BIM se basa en que la obra y todos sus componentes queden perfectamente definidos geométrica y técnicamente en la fase de proyecto, minimizando cualquier modificación posterior. Este enfoque es esencialmente el mismo sobre el que parte cualquier sistema industrializado, por ejemplo, una fa-

chada prefabricada de hormigón: la fachada se dimensiona, se despieza en los elementos individuales, que se fabrican a continuación y, por último, se envían a la obra para su montaje, no habiendo lugar a modificaciones, al menos reseñables, que podrían alterar otras unidades constructivas con los consiguientes problemas de plazos, sobrecostes o generación de residuos.

- Y sobre esto último, una creciente sensibilización hacia la sostenibilidad, especialmente en su dimensión medioambiental. Las cada vez más estrictas reglamentaciones acerca de consumo de recursos y la generación de residuos en obra, entre lo que hay que destacar el Plan Europeo de Economía Circular, son un motivo más para que se introduzcan un mayor número de sistemas industrializados desde el proyecto.

## Bibliografía

- Análisis del comportamiento energético del edificio ECHOR, [www.echor-migon.com](http://www.echor-migon.com)
- Proyecto SINHOR, [www.ieca.es/sinhor/](http://www.ieca.es/sinhor/)
- Obras y proyectos de cerramientos prefabricados de hormigón. ANDECE. <https://bit.ly/2qY6yD1>
- Sin mano de obra para la construcción de vivienda: los costes se disparan un 12% en un año. Cinco Días. 25/01/2018 <https://bit.ly/2BtpiNJ>
- BIM, industrialización y prefabricados de hormigón. CIC Arquitectura y Sostenibilidad. 2016. <https://bit.ly/2qTWF7q>
- Economía circular en los prefabricados de hormigón: hacia el objetivo 'cero residuos'. Revista técnica Cemento Hormigón. 2016. <https://bit.ly/2zTs9Th>.