

# La introducción del hormigón armado y su uso como sistema estructural de la vivienda en España.

## El caso concreto de la ciudad de Valencia

Rafael R. Temes Cordovez

Parece lógico pensar, que el mismo acto de edificar incluya un compromiso constante con el futuro y el pasado de las ciudades. El cómo hacerlo, en lo referente a sus materiales, a los medios y a las técnicas empleadas, supone además una herencia que tendrá determinadas consecuencias con el paso del tiempo. No en vano, repasar los capítulos que describen y contextualizan la historia pasada de la construcción de nuestras fábricas, está más próximo al presente, incluso al futuro de la ciudad, que lo que a priori uno podría imaginarse. Desde esta perspectiva se aborda el presente análisis estudiando la evolución y los inicios que el hormigón armado tuvo en España, y de forma particular en la ciudad de Valencia. El éxito que supuso la implantación de estos procedimientos constructivos en la edificación, responsables hoy de más del 80% de la totalidad de las fábricas construidas en la ciudad, responden sobradamente al interés sobre su análisis.

Los ritmos de construcción urbana, sujetos a las coyunturas políticas, económicas y sociales de cada momento, no han sido siempre iguales. Si hacemos una prospección estadística sobre las etapas de desarrollo en la mayor parte de las capitales españolas, podremos comprobar la existencia de una singular simultaneidad. Más de la mitad de nuestras ciudades tuvieron su origen entre las décadas de los cuarenta y setenta.<sup>1</sup> Esto significa que en los tejidos urbanos de hoy, destaca una generación de edificios y viviendas construidas sensiblemente a la vez, que comparten entre otras cosas los mismos años de vida consumida.

Es cierto que no todos los edificios hechos en esta época tienen la misma materialidad física, ni tampoco disfrutaron de condiciones de contexto idénticas que determinen su comportamiento como igual. Aún con todo, es también demostrable la alta proporción de analogías no sólo constructivas, sino también de diseño, mantenimiento, tipo de uso, propiedad, etc., que nos permite tratar de forma genérica la situación que señalamos.

En este contexto, la vida útil de los edificios, es decir, el intervalo de tiempo en el que los inmuebles son plenamente operativos para los fines para los que fueron diseñados, marcan un horizonte temporal compartido por un alto porcentaje de tejidos de la ciudad.

A partir de estas premisas, proponemos abordar la introducción del hormigón armado como sistema estructural y técnica constructiva en la edificación en España, centrandolo su desarrollo fundamentalmente entre la década de los cuarenta y los sesenta. Específicamente el intervalo de estudio se centra en el período 1947-1966, de especial significancia para la ciudad de Valencia.

Desde principios de siglo hasta estas fechas, se produce una importante evolución de la industria de la construcción. El uso extendido de entramados y pórticos de acero o la introducción de nuevos materiales para la edificación como el hormigón armado, protagonizaron buena parte de los crecimientos experimentados en la ciudad. En paralelo, los sistemas tradicionales de estructuras portantes se mantenían

vigentes aunque poco a poco van a ir relegándose a tipologías específicas de poco volumen y escasa altura. La transición, especialmente visible en la década de los cuarenta y cincuenta, suponen un interesante campo de experimentación de técnicas mixtas ensayadas a lo largo de toda la ciudad.

La denominación del período 1947–1966 como el de la formación de *la Gran ciudad* en el caso de Valencia (Giménez 1996, 399), señala certeramente la configuración de una etapa en la que se toma conciencia de la extensión territorial de la urbe abarcada por vez primera en un único Plan: centro, ensanches y periferias. Los distintos protagonismos adoptados por el Estado, la Administración Local y la iniciativa privada ante la demanda de viviendas son claves para interpretar el resultado de una urbe que había cambiado de tamaño y también de modelo de crecimiento. El salto cuantitativo ya señalado en el ritmo de producción de viviendas, vendrá acompañado de un aumento en la normativa técnica, así como en las medidas de control de los materiales y su puesta en obra.

Ahora bien, a pesar de las nuevas instrucciones, la frenética escalada de crecimientos que se desata en estos años junto con la escasez de medios en muchos casos, simplifica los controles efectivos aludiendo al objetivo prioritario de maximizar la oferta alojativa. En consecuencia, en este período se construye mucho, pero no necesariamente de mejor calidad que como se venía haciendo hasta entonces.

Este ritmo acelerado, exigirá mucha mano de obra que sin ninguna formación previa pasa a formar parte de las nuevas cuadrillas de operarios. La reducción de la calidad de los oficios, el empleo de obreros poco cualificados, el uso indiscriminado de las partidas a destajo o el trabajo con nuevos sistemas constructivos como el hormigón armado del que se tenía poca formación, terminan describiendo el contexto en el que se desarrollan las nuevas fábricas.

#### LA INTRODUCCIÓN DE LOS NUEVOS MATERIALES Y SU USO COMO SISTEMA ESTRUCTURAL

El acero y el hormigón armado en distintas proporciones, protagonizan el breve repaso que haremos de la introducción de la industria de la construcción en Valencia. Por una parte, la evolución progresiva de las técnicas y sistema de producción en los Altos

Hornos, permiten la fabricación de nuevas aleaciones de fundición y acero, que con sus mejores resistencias y posibilidades tendrán cabida en la edificación. Por otro lado, el hormigón armado como conglomerante compuesto por cemento, arena, agua y acero en distintas proporciones, tiene su introducción en España a finales del s. XIX. Los comienzos de su uso quedan condicionados fundamentalmente por la implantación de las primeras industrias cementeras en el país y los primeros productores de acero.

#### Los primeros altos hornos

Las innovaciones modernas en la industria del acero, entraron tardíamente en España. En 1831 se instala el primer alto horno (aún de carbón vegetal) en Málaga en una industria denominada *La Constancia*. Ahora bien, su desarrollo será escaso por la falta del mineral de carbón y el costo de los transportes. En los años 40 se estableció la siderurgia en las zonas de Mieres y La Felguera en Asturias, con un sistema de colado que utilizaba carbón de coque. La ventaja que ofrecía el río Caudal, los yacimientos de carbón existentes en la zona y los aranceles proteccionistas que favorecían al producto nacional frente al importado, permitieron la primera implantación de la industria en el Norte de España.

Los primeros altos hornos en el País Vasco se instalan en 1841. El problema principal en la producción del acero en esta zona, era el coste de la materia prima. Poco a poco, la tecnología irá progresando en las economías de producción a partir de la reutilización de los sobrantes y la reducción del uso del carbón. Así, en 1865 llega a España la tecnología que permite la inyección de aire caliente en el horno y la reducción drástica del consumo del mineral. En 1885 la familia Ibarra dueña de la *Sociedad de Altos Hornos y Fábrica de hierros y aceros*, instala en la fábrica de *El Carmen* un horno con *sistema Bessemer*, lo que sitúa a la planta a la altura tecnológica de las mejores empresas de Europa con unos precios muy competitivos. A estos avances tecnológicos se le unirán una serie de medidas proteccionistas del Estado que favorecerán la consolidación de la siderurgia vasca. En 1902 se funda la sociedad *Altos Hornos de Vizcaya* y en 1924 entra en funcionamiento la *Compañía Siderúrgica del Mediterráneo* con sede en Sagunto, principal suministradora de acero de la ciudad

de Valencia. A partir de aquí, comienza un avance espectacular en la producción de acero ayudado por el establecimiento de dichas fábricas y el esfuerzo realizado durante la primera guerra mundial, alcanzándose una producción de 1.000.000 de t. en 1.929.

### El acero estructural

La introducción del acero estructural en la edificación al principio se hizo de manera cautelosa. Sustitución de pies derechos por columnas de fundición, empleo de viguetas metálicas en sustitución de las de madera, pero siempre integrado en un sistema de construcción mixta donde pervivían las técnicas de fábrica tradicional. En Valencia, la incorporación del acero como material propio en la arquitectura, se hace de manera temprana. En 1841, se utilizan columnas de fundición de orden jónico en el patio interior del edificio de La Beneficencia. En 1859 S. Monleón utiliza el acero para la construcción del invernadero del Jardín Botánico. En 1885 se emplea también el acero para formar las arcadas que soportan el *Salón de Racionistas* del arquitecto J. Arnau. Sin embargo, el uso del acero laminado en vigas no se empleará hasta 1907 en la construcción de la casa del arquitecto J. Camaña en el nº 17 de la calle de La Paz.

Su uso más representativo se produjo en las edificaciones de carácter público. La modernidad y el progreso que representa el acero se manifiestan abiertamente en la Estación de Ferrocarriles de D. Rives en 1909; el Mercado de Colón de F. Mora en 1913 o el Mercado Central de F. Guardia y A. Soler de 1914. Si bien en las primeras décadas del siglo XX, será el material protagonista del progreso y la nueva arquitectura, su preponderancia irá reduciéndose progresivamente a favor del hormigón armado, que permitirá mayores economías y un mejor comportamiento frente al fuego.

### La primera industria cementera

Al igual que sucede con los orígenes del cemento y con el propio descubridor del cemento Portland, la producción de este material en España está lo suficientemente difusa como para establecer un punto de inicio que satisfaga a todos los investigadores. Parece ser que fue en Guipúzcoa donde se empezó la fa-

bricación de cemento Portland, aunque Gerona también dispone de indicios en cuanto a los primeros pasos de esta industria. Sin embargo, la mayoría de los historiadores de este tema fechan en el año 1895 la primera fábrica en Tudela-Veguín (Asturias) aunque entra en funcionamiento en 1899 y por ello, aparece este año como el de su inauguración (Rosado 2006, 47). Esta fábrica estaba conectada a la línea de ferrocarriles de Soto del Rey a Ciaño Santana y con un suministro garantizado de carbón gracias a los recursos asturianos. Fue la única cementera que se instaló en España antes del siglo XX, con unos 50 años de retraso respecto al resto de Europa. La fábrica funcionaba con un sistema de hornos rotatorios y producía la marca *Tudela-Veguín Portland Extra*.

Junto a las factorías para la producción de cemento natural surgen instalaciones de cemento artificial con tecnología importada. La primera del siglo se constituyó en 1900, por la *Sociedad Aragonesa de Portland Artificial* situando su fábrica en Quinto (Zaragoza). La factoría estaba conectada con la línea de ferrocarriles de Madrid a Barcelona, y por entonces producía la marca *Fénix*, utilizando para ello un conjunto de hornos verticales. La *Sociedad Comanditaria Hijos de J. M. Rezola en San Sebastián* instalará su fábrica en Añorga-Chiki en 1901 produciendo la marca *Áncora*. En 1901 también se fundó la *Compañía General de Asfaltos y Portland Asland, S.A.* instalando su primera fábrica en Barcelona con la tecnología más avanzada. En 1905 la *Sociedad de Cementos Portland* de Pamplona se instaló en Olazagutía produciendo las marcas *Cangrejo* y *Diamante*. Ya en el año 1909, las fábricas existentes sumaban una producción anual de 100.000 toneladas, si bien su crecimiento estaba bloqueado en parte por las dificultades por las que atravesaba la industria consecuencia de su inexperiencia y dependencia tecnológica.

En los años previos a la Primera Guerra Mundial, coincidiendo con una época de crecimiento económico importante, la producción fue impulsada por la demanda del sector eléctrico y la construcción de viviendas. Al inicio de la Primera Guerra Mundial en 1915, la capacidad de las fábricas españolas era próxima a las 400.000 toneladas anuales. El impulso de las Obras Públicas, a partir de la dictadura de Primo de Rivera, junto con los avances en los sectores siderúrgicos, metalúrgicos e hidroeléctricos, supusieron importantes progresos que animaron la demanda del

cemento, de forma que entre 1923 y 1930 se triplicó su producción.

En la *Revista Cemento y Hormigón*, en 1931, se recoge un interesante artículo del Director de las Fábricas de Cemento Asland de Cataluña, el ingeniero Patricio Palomar, en el que luego de dar cuenta del estado general de la industria, describe la situación de las fábricas existentes en la fecha con el radio de acción estimado de las mismas. Toda la provincia de Valencia y parte de la de Castellón y Alicante, estaban suministradas por la fábrica de Buñol, llegando su influencia incluso a Teruel y Albacete. Respecto a la distribución en otras regiones, se aprecia la gran densidad existente en el País Vasco y Cataluña, que eran capaces de exportar parte de su producción, y la densidad también notable en el Centro-Sur donde la inversión en Obras Públicas por el Estado era mayor.

En Valencia, la primera fábrica en instalarse será la de Buñol en 1922, suministrando inicialmente cemento portland bajo la marca *Raff*. En los años treinta la Compañía Valenciana hace mejoras en su industria instalando un nuevo horno rotatorio con el que se produce el cemento especial *Rigas*, segunda marca de la fábrica. Hasta ese momento, la totalidad del cemento consumido por la ciudad, fundamentalmente dedicado a las Obras Públicas, era de exportación proveniente sobre todo de la fábrica *Asland* de Cataluña. La otra fábrica que se instala en la Comunidad Valenciana en 1927, será la Compañía Alicantina de Cementos Pórtland en San Vicente de Raspeig, ofreciendo la marca *Calamar*.

La primera utilización del cemento en Valencia se data para la construcción del hormigón ciclópeo de cimentación del Matadero Municipal en 1898 (Bretones 1990, 375). Su uso de manera generalizada para la formación de morteros de cemento, supuso a partir de la primera década del siglo XX una gran economía de tiempo aunque progresivamente fue derivándose al empleo de morteros bastardos, con una parte de cal y otras de cemento.

Hasta antes de la guerra del 36, Valencia tenía que importar cemento pues su consumo era varias veces superior a lo que se producía. Las fuentes de suministro eran por una parte Cataluña, región que era especialmente excedentaria, y por otra la importación internacional a través del puerto. Con la Guerra Civil se produjo una paralización en el consumo y la producción de cemento en España. Ahora bien, un dato curioso subraya como en 1937, año en el que Valencia

se convierte provisionalmente en capital del Gobierno de España, la venta del cemento asciende notablemente en la ciudad y se convierte en la provincia de mayor producción de todo el país.<sup>2</sup> Tras la guerra, el suministro de cemento aumenta, incorporándose en estos años dos nuevas industrias: La Fábrica de Cementos *Turias* y *Portolés* instaladas en Benageber y Contreras.

A principios de los cuarenta, el nuevo régimen político recién instaurado tratará de reflotar la economía mediante una intervención muy directa del Estado, aislado por decisión propia del resto del mundo. Las políticas económicas aplicadas tendrán su reflejo en el aumento del consumo de cemento que comienza a notarse sobre todo a partir de mediados de esta década. El ambicioso Plan de Obras Públicas aprobado por el Gobierno, que abarcaba la creación de nuevas carreteras, embalses, pantanos y mejoras en los puertos, estimularán notablemente el consumo de cemento. Pero también el campo de la edificación contribuirá a ello. El Plan de Reconstrucción Nacional apoyará decisivamente el uso del hormigón como material para construir las nuevas viviendas. El Instituto Nacional de Vivienda (INV), dará un gran impulso al crecimiento residencial a través del desarrollo de las leyes de viviendas protegidas, luego complementadas con las sucesivas leyes de fomento de las casas modestas y bonificables.

### La introducción del hormigón armado

El hormigón en masa, desde principios del XIX y en paralelo al auge de hierro estructural, encuentra una gama de aplicaciones cada vez más extensa en la construcción, señalándolo como uno de los materiales más útiles y versátiles del momento. Superaba a la piedra y al ladrillo al combinar su estado plástico de preparación con la gran solidez y resistencia una vez endurecido. Su moldeabilidad, abría nuevas perspectivas y sus resistencias al fuego lo señalaban como un material idóneo para nuevas aplicaciones en la ingeniería y en la arquitectura.

Si bien eran muchas las ventajas que ofrecía este material, el intento de extenderlo a nuevas aplicaciones, señaló también sus limitaciones. El hormigón, tenía muy buenas capacidades para absorber compresiones, pero casi ninguna para las tracciones. Cuando se trataba de formar elementos flexionados, el hormi-

gón no era eficaz. De la misma forma, a finales del XIX, tras el apogeo del hierro y el acero estructural, comienzan a surgir voces que denuncian los problemas aparejados a la utilización de las estructuras metálicas: la oxidación inevitable, el aflojamiento de los roblones, la inestabilidad ante los incendios o el sistema complejo de juntas. Casi como síntesis y solución a los problemas de ambos, surge el hormigón armado, que conciliaba todos los beneficios sin heredar ninguno de los defectos como así lo reconocía el ingeniero José Eugenio Ribera, uno de los introductores del hormigón armado en España.<sup>3</sup>

La introducción del novedoso material en Valencia a principios del siglo XX, encuentra poca acogida por la formación técnica que precisaba y la especialización exigida en su puesta en obra. Serán los ingenieros dedicados a las obras públicas los primeros en emplearlo basándose fundamentalmente en los tratados y prácticas experimentadas en Francia. En la revista *Obras Públicas* queda muy bien reflejado el progresivo interés que despierta el uso del hormigón armado en el país a través de las patentes francesas. Merece la pena detenerse en algunas ideas manifestadas tempranamente en dicha publicación.

En 1896, aparece por vez primera en *Obras Públicas*, una reseña titulada «Construcciones de cemento armado» en la que se manifiesta el éxito que estaba teniendo dicho material en Francia, y su generalización en el resto de Europa. Es especialmente significativo, la confianza ciega que se deposita desde el primer momento en dicho material, mostrándose no sólo despreocupación sobre el mantenimiento o envejecimiento del mismo, sino confianza en que el paso del tiempo aún mejoraba sus condiciones.<sup>4</sup>

Dos años después, en Oviedo, y de la mano del ingeniero Eugenio Ribera, concesionario del sistema *Hennebique* de construcción con hormigón, se demuestra las capacidades del producto haciendo una prueba de carga sobre un forjado construido especialmente para la ocasión. Se trataba de una de las primeras operaciones de divulgación científica que se hacían en el país, señalando las economías y capacidades del sistema y demostrando la eficacia del mismo. Las aplicaciones del material durante los diez primeros años del siglo XX en España, se centrarán sobre todo en obras públicas, equipamientos y fábricas. Será en Asturias sobre todo, donde se den las primeras experiencias de su uso. Las razones son explicables. En Mieres había desde mediados del

XIX industria del hierro y en Tudela desde 1898 fábrica de cementos. Antes de inaugurarse el siglo XX, ya se habían construido de la mano de Ribera más de una docena de depósitos de agua con hormigón armado en el norte de España. El Teatro de Avilés, el Cuartel de Gijón, o el Banco Gipuzcuano de San Sebastián fueron obras realizadas durante el primer lustro del siglo. En Madrid según se testimonia en la misma revista, el uso por vez primera del hormigón armado mediante la patente francesa, se hace en 1900 en la construcción del edificio de la Fábrica de Electricidad de Chamberí, en la que se necesitaban un forjado resistente al contacto con la humedad del agua por tener que cubrir un depósito. Por su parte, el uso en estructuras de la edificación, queda datado en la capital en 1911 para la construcción del Hotel Palace.<sup>5</sup>

En Valencia, la primera estructura construida con hormigón armado será la pasarela de la Exposición en 1909, y dada su novedad tuvo que ser realizada por obreros franceses más conocedores de la técnica necesaria y de su puesta en obra. La incorporación definitiva a la edificación se hace de la mano de Demetrio Ribes quien lo emplea en 1918 en la construcción de los *docks* del puerto de Valencia y en 1920 en la construcción de los almacenes Ferrer.

El hormigón armado despierta una gran confianza en su uso, al verse en él solución para muchos problemas donde concurre eficacia económica y estructural.<sup>6</sup> Ahora bien, tras esta confianza y aparente sencillez surgen algunos inconvenientes. Muchos constructores comenzaron a emplear el material basándose en *recetas* o pequeñas fórmulas que acompañaban a las patentes, sin conocer realmente el funcionamiento del material. El primer compendio serio editado en España sobre teoría del hormigón armado aparece en 1911 por el ingeniero de caminos Juan Manuel Zafra, primer profesor que introdujo la asignatura de «Construcciones de hormigón armado» en la Escuela Especial del Cuerpo de Ingenieros.<sup>7</sup>

Se puede decir que es a partir de los años veinte, cuando el hormigón armado comienza a competir seriamente como sistema constructivo para edificios residenciales. Será en la construcción de los ensanches y en las operaciones de reforma interior, donde se experimenta su uso de manera más clara. Al principio, los sistemas tradicionales de construcción de muros de carga y entramados de madera, seguían siendo los más utilizados para la construcción de los

nuevos edificios. Pero poco a poco dichos sistemas fueron quedándose anticuados (Franco 1923).

Una seria competencia a la introducción del hormigón armado fueron los sistemas mixtos con entramados metálicos y obra de ladrillo. Estos permitían gran diafanidad y esbeltez, frente a las primeras configuraciones con hormigón mucho más pesada y a las que además había que añadir el procedimiento de encofrado. Muy frecuente en la época era criticar el *bosque de pilares* y el alto gasto en madera para los encofrados que suponía una estructura de hormigón frente a un sistema metálico. Pero progresivamente ésta situación fue cambiando. Las cuadrillas de obreros, igual que lo hicieron para adaptarse a las técnicas del hierro estructural, fueron haciéndose con los sistemas de hormigón armado. La incipiente prefabricación, y la racionalización en los moldes de madera que permitían su reutilización, señalaron ventajas económicas que no ofrecía el acero. La resistencia contra el fuego, la reducción de secciones y el monolitismo del hormigón, evitando los arriostramientos diagonales en los paños de fachada, siempre molestos para la configuración externa, fueron confirmando la introducción de las técnicas de hormigón armado en la ciudad.<sup>8</sup>

En el primer tercio del siglo XX en Valencia aún son escasos los edificios de uso residencial en los que se emplee la estructura de hormigón. Uno de los primeros en contar con ella enteramente será el de la *Unión y el Fénix*, obra del arquitecto E. Viedma en 1931.<sup>9</sup> Es a partir de ésta época, donde se inicia el uso de forma más generalizada del nuevo material. Las operaciones de reforma interior de la Plaza del Ayuntamiento, junto con los trazados de las Grandes Vías de los ensanches o la Gran Vía del Oeste en el centro urbano, serán los escenarios preferentes para su uso. La economía y las grandes alturas facilitarán su generalización, garantizando hasta hoy el protagonismo en la arquitectura residencial.

#### LA INTRODUCCIÓN DEL HORMIGÓN ARMADO EN LAS ESTRUCTURAS DE LA EDIFICACIÓN DE LA CIUDAD DE VALENCIA (1947-1966)

La Guerra Civil supuso una paralización generalizada de todos los sistemas de producción del país, viéndose afectada también la industria de la construcción. La incertidumbre creada entorno a la situa-

ción de conflicto, hizo detener la construcción de muchas viviendas entre los años 36 y 38. Con todo cabe señalar algunas anécdotas relacionadas con el empleo en Valencia del hormigón armado en tiempos de guerra. Dada las condiciones resistentes y su moldeabilidad, argumentos frecuentemente destacados del nuevo material, fue habitual su uso para la protección contra los bombardeos. Un ejemplo de ello lo tenemos en el Banco de España situado en la calle Pérez Pujol de la capital. En esta entidad, su director el D. Angel Maisonnave, en febrero de 1938 solicita: «que ante posibles bombardeos y para seguridad de los empleados del Banco, desea reforzar la cubierta de la torre circular», introduciendo en este caso una losa de hormigón armado como protección del forjado original del edificio.<sup>10</sup> Otro caso que merecería por su singularidad un artículo específico, es el de las medidas adoptadas para proteger el Patrimonio Nacional que se traslada a Valencia junto con el Gobierno, huyendo de Madrid (figura 1). En este caso serán las Torres de Serrano y el Colegio del Patriarca, los lugares escogidos para guardar *el tesoro*, reforzando con losas y estructuras de hormigón las estancias para garantizar su seguridad (Vaamonde 1973).

La delicada situación por la que atraviesa el país en la posguerra, lleva al Estado a adoptar un modelo de economía autárquica, tratando de regular y equilibrar tanto las inversiones como los precios mediante una política intervencionista. Estas medidas reguladoras incidirán directamente en la industria de la construcción y en última instancia en la propia ciudad. La puesta en marcha del Plan de Reconstrucción Nacional, aconseja el establecimiento de un límite en el uso y consumo de algunos materiales como el hierro que se prioriza a otras industrias que lo requerirán como materia prima. La salvaguarda de dichas industrias consideradas de interés nacional lleva a dictar en 1941 un primer Decreto para la limitación del uso del hierro en la edificación. Dicha norma, en julio del mismo año será desarrollada por su correspondiente Reglamento, en el que se pormenorizan las condiciones a tener en cuenta tanto en la edificación pública como en la privada. Hemos de destacar que dicho Reglamento de inexcusable cumplimiento para todos los técnicos y constructores de viviendas, constituye el primer antecedente de normativa técnica de la construcción. Su articulado se estructura en forma de manual de diseño y cálculo

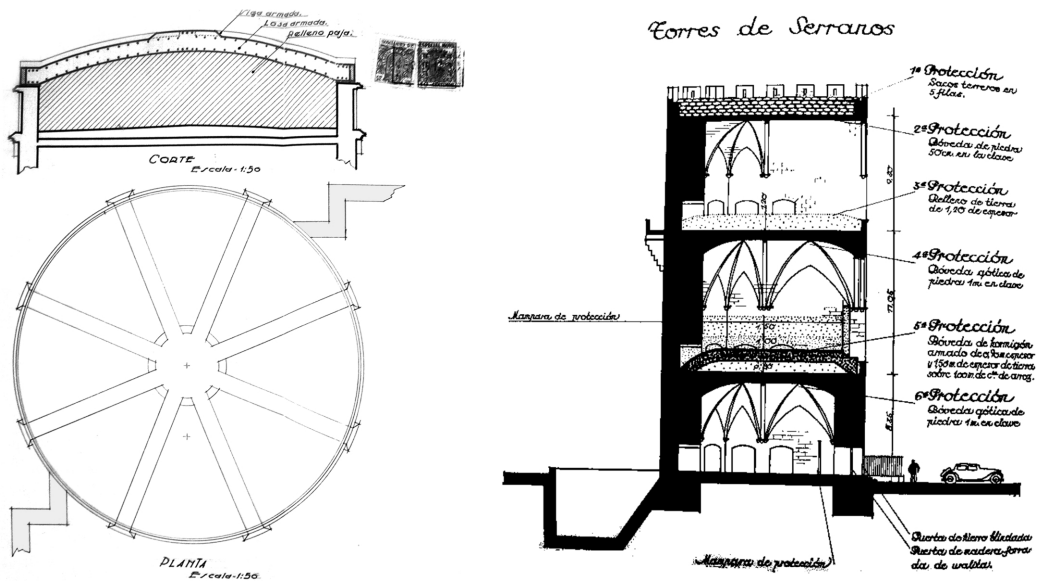


Figura 1  
 Protección con hormigón armado contra los bombardeo. a) Detalle de cúpula de hormigón del Banco de España (AHM. C-02. Exp.12737); b) Sección de las Torres de Serrano (Vaamonde 1973)

para estructuras metálicas, hormigón armado y muros de ladrillo armado. El fin último de la normativa es reducir al máximo el empleo del hierro en la edificación, y ello implica la prohibición de usos concretos.

Junto con estas disposiciones, en 1943 se emiten dos Órdenes referentes al empleo de los materiales férricos en la construcción de edificios y a la preferencia del suministro de cemento. En ambos casos se da prelación a las obras donde el uso del hierro y el cemento garanticen las cuantías mínimas y los ahorros máximos de material. En ocasiones algunos técnicos, dada la precaria situación por la que se atraviesa, optan por emplear sistemas mixtos de construcción tratando de evitar la paralización de las obras por falta de material:

La utilización de muros de carga perimetrales complementados por una hilera de pilares de hormigón armado centrales va dar lugar a una forma constructiva de vivienda de dos crujías, y reducida dimensión de luces. Los forjados se resuelven con bovedillas de yeso y con un mínimo consumo de materiales férricos, lo que lleva a la desaparición de redondos flotantes negativos, y a la

corta, a la aparición de fisuras y grietas derivadas de la incapacidad de absorción de flechas normales (Gaja 1989, 51).

Ahora bien, todo este sistema de restricciones y límites en los materiales, llega a menguar seriamente la calidad de las fábricas construidas. A pesar de que se establecen mecanismos que tratan de controlar la situación,<sup>11</sup> el cumplimiento extremo de muchas de las condiciones marcadas en los reglamentos, conducirán a prácticas constructivas que afectan a la durabilidad de los productos.

Lo más preocupante de todo ello, es que las condiciones de la industria española en esos momentos no permitirán hacer controles de calidad adecuados con los que cerciorarse de las condiciones de la producción. La combinación entre cálculos muy ajustados y materiales poco controlados, nos lleva a señalar durante los veinte años de vigencia de estas medidas, una generación de edificios con baja calidad constructiva y graves déficit en su envejecimiento.

En paralelo a dichas restricciones de la industria del metal para la construcción, también se operaron

férreos controles en la distribución del cemento en España. El Estado a través de la Delegación del Gobierno en la Industria del Cemento desde 1942 hasta 1960, se ocupó de asignar cuotas del producto a los diferentes sectores económicos según las necesidades que se consideraran de interés para cada año, de tal forma que la producción de libre disposición para las empresas sólo fue posible a partir de 1960. Desde 1942 queda regulado el precio del cemento y a partir de estas fechas surgen otra serie de disposiciones que regulan el denominado *suministro preferente*, que principalmente estará destinado a la realización de obras y viviendas del Estado, obras públicas, obras sanitarias, actividades incluidas en los Planes de Industria y reparación de edificios y viviendas tutelados por el Estado.

Inevitablemente, este régimen de excepción en el suministro del cemento, provocó un mercado negro paralelo en el que se conseguían, con un precio aumentado, las cuotas de material que o bien por retrasos o por falta de cupo, no se podían obtener en el mercado legal. Sin duda, esta práctica que fue muy frecuente, supuso un inconveniente añadido a la de por sí baja calidad de los productos del momento. Su almacenamiento habitualmente a la intemperie, o en zonas inapropiadas, su reutilización una vez abiertos los sacos para maximizar el rendimiento, y otras prácticas propias de los períodos de crisis, describen bien las condiciones de fabricación en España en ésta época (Rosado 1997, 119–20).

Con todo, podemos decir, que el fin último perseguido por el Estado, a través del conjunto de regulaciones emitidas durante las décadas de los cuarenta y cincuenta hasta los sesenta, más que como limitadoras del uso del hierro fueron alentadores del empleo del hormigón armado. Eso sí, de un hormigón armado en el mejor de los casos llevado a sus límites y con muy bajas calidades en su fabricación y puesta en obra.

Vistas las condiciones generales en las que se desarrolla la construcción de la ciudad, podemos hacer una descripción de los escenarios urbanos más frecuentes atendiendo a la introducción y uso del hormigón armado. Para ello distinguiremos los tipos arquitectónicos predominantes en las tramas residenciales tanto de carácter unifamiliar como colectivo, las construcciones más frecuentes en manzana cerrada con alineación a vial de uso colectivo, y la edificación de orden abierto derivada de los preceptos del Movimiento Moderno.

### **Las estructuras de hormigón en las tramas residenciales de carácter unifamiliar y plurifamiliar**

En el primero de los casos, en relación con las construcciones llevadas a cabo en las tramas residenciales, podemos distinguir al menos dos familias. Nos referimos por un lado a los edificios de nueva planta y por otro, al remonte o sobreelevación de edificios ya construidos.

El impulso que dará las bonificaciones de la Ley de 25 de noviembre de 1942 sobre todo a partir de mediados de los cuarenta, supondrá un aliciente importante para el aumento de la edificación en la mayoría de las ciudades capitales tras el receso de la Guerra. Las actuaciones sujetas a bonificación comprendían prioritariamente la sustitución de edificios destruidos total o parcialmente, la sobreelevación y en último lugar la construcción de edificios de nueva planta.

En Valencia era frecuente, sobre todo en la zona del Cabañal, encontrarnos construcciones afectadas por los bombardeos de la aviación, que solicitaban durante este período su reconstrucción. En casi todos los casos, la solicitud va acompañada de un aumento de alturas respecto a la situación original ganando con ello rentas en la nueva operación. Las reconstrucciones hechas en la década de los cuarenta se desarrollaban con sistemas tradicionales, si bien a partir de los cincuenta comienza a emplearse el hormigón armado para los forjados sobre todo en viguetas prefabricadas.<sup>12</sup>

En el caso del segundo grupo, es decir las sobreelevaciones no afectadas por destrucciones anteriores, su desarrollo se centrará con bastante frecuencia en las tramas residenciales. Las razones de ello se debe fundamentalmente a dos factores: a) Dichas zonas están realizadas por construcciones originalmente de poca altura (1 ó 2 plantas) que ofrecen claras oportunidades para rentabilizar su situación; b) Constructivamente los sistemas portantes originales y las cimentaciones son capaces de ofrecer suficiente resistencia como para doblar, incluso triplicar la altura sin ningún tipo de refuerzo estructural extra. Este tipo de intervención va a producir en muchas de estas tramas, una transformación importantísima del paisaje urbano tradicional, generando una nueva imagen urbana caracterizada por la irregularidad de alturas.



En los dos casos expuestos, no fue habitual el uso de elementos de hormigón armado hasta finales de los cincuenta y principios de los sesenta. Los motivos son fáciles de entender. Para practicar una sobre-elevación cuyo arranque eran muros de carga, el sistema constructivo más eficaz era la prolongación de las fábricas de pie y medio o dos pies, cogidas con morteros de cemento o de cal, y en su caso, la constitución de pilares también de ladrillo dando paso a soluciones mixtas de pilares y muros de carga. Con lo que respecta a los forjados, solían ser de jácenas y viguetas de madera rellenando los interejos de ladrillo, o vigerío metálico con jácenas de doble T y relleno de vanos con bovedillas cerámicas o de yeso. Se ha constatado, que en el caso de sobre-elevaciones era más frecuente el uso de forjados metálicos o incluso de prefabricados de hormigón, sobre todo cuanto más nos acercamos a los años cincuenta. En el caso de usarse viguetas de acero, se debían pesar los kilos de material empleados, para comprobar si se estaba dentro de la razón admitida entre peso de acero y volumen de la edificación.

### **Las estructuras de hormigón en las construcciones en manzana cerrada con alineación a vial de uso colectivo**

Durante este período debemos distinguir entre dos tipos de escenarios. Ya desde las *Ordenanzas Municipales de la ciudad de Valencia de 1929*, en las zonas de ensanche se había apostado por un aumento considerable de las alturas respecto a los perfiles originales. En las Ordenanzas del PGOU de 1946, tanto para las zonas denominadas como *Ensanches actuales* como para la de *Transición de Ensanche* y para los cinco recintos de los *Ensanches futuros*, se seguía apoyando la elevación de alturas que va a provocar un cambio importante en los tipos arquitectónicos respecto a la construcción tradicional de ensanche. En estos escenarios, la edificación protagonista será aquella que intente agotar al máximo las posibilidades que ofrecen las ordenanzas en función de la categoría de calle en la que se sitúen.

Desde el punto de vista constructivo, se pueden distinguir dos etapas. Hasta los años cincuenta, aún se pueden encontrar edificaciones en altura en manzana cerrada en calles de 1º y 2º Orden (B+7 ó B+6), resultas con pórticos metálicos y forjados de vigue-

ría en doble T con interejos cerámicos. Se trataban de edificaciones de 7 u 8 plantas que en muchos casos habían sido proyectadas y tramitadas antes de los Decretos de restricción de materiales, por lo que mantenían su sistema constructivo para desarrollar la edificación. Por otro lado, los primeros Grupos de Viviendas de promoción generalmente pública, suelen adoptar la organización en manzana y utilizan como estructura portante los sistemas tradicionales de muros de carga. Estos conjuntos no solían tener más de 4 plantas para ajustarse a los mínimos presupuestos.<sup>13</sup> Ahora bien, a partir de los 50, se produce una importantísima disminución de soluciones en acero, para dar paso al predominio de los pórticos de hormigón armado, y forjados también del mismo material con viguetas o semiviguetas prefabricadas. A partir de este momento la inmensa mayoría de los edificios proyectados bajo las ordenanzas de *Ensanche* se harán con estructuras de hormigón armado, salvo los casos de remontes o elevaciones, que seguirán prolongando las estructuras originales.

Por su parte, otro escenario significativo en este momento será el denominado por las ordenanzas del PGOU de 1946 como *Zona comercial intensa en zona interior o en el ensanche*. En ambos casos se trata de zonas en las que se incita a la sustitución de la edificación anterior, ofreciendo posibilidades de doblar la altura existente. Esta ordenanza además se particulariza de forma especial para las operaciones de reforma interior llevadas a cabo en estos momentos en el centro de la ciudad. Para la Avda. del Oeste y para la entonces Plaza del Caudillo, se permiten elevaciones máximas de 9 + Ático, por entonces las alturas más grandes permitidas en la ciudad. Desde el punto de vista constructivo hasta los años cincuenta es frecuente encontrarse con algunos edificios desarrollados con entramados metálicos, si bien a partir de estas fechas lo más normal es la solución de hormigón armado. Muchos de los mejores ejemplos de arquitectura racionalista de la ciudad quedan integrados en esta categoría.

### **Las estructuras de hormigón armado en la edificación de orden abierto derivada de los preceptos del Movimiento Moderno**

Las ordenanzas reguladoras de 1950–55 establecían con claridad dos formas genéricas de construir la edi-

ficación abierta: la construcción de bloques de una sola vez, o la formación de partes del bloque como suma de medianeras. Dependiendo de las posibilidades del promotor o de las fases en las que quedaba dividida la operación, se construyen edificios exentos o se forman manzanas estrechas sin patio interior que terminarán albergando edificios entre medianeras. En ambos casos, la altura máxima para estas zonas se establece en función de la distancia de separación entre bloques. Ahora bien, lo cierto es que será realmente la restricción de materiales y los gastos que suponían la introducción de ascensores los verdaderos limitadores de la altura estableciendo un techo de entre 4 y 5 alturas en la mayor parte de los edificios levantados.

Desde el punto de vista constructivo, al principio de los años cincuenta la mayoría de los Grupos de Viviendas se resolverán con estructuras mixtas a base de muros de carga portante en fachada y pórticos interiores de ladrillos o de hormigón armado o bien sistemas tradicionales a partir de soluciones de muro de carga únicamente. Las jácenas serán en esta primera época, sobre todo de hormigón armado y con vigas de canto, generando un resalto o tacón en la cabeza. Los forjados se solían resolver con viguetas o semiviguetas prefabricadas y piezas de entrevigado de cerámica, yeso o de hormigón. A medida que avanzan los cincuenta, y sobre todo con las mayores alturas, las estructuras de muros de carga se sustituyen por estructuras de hormigón armado que permiten mayores economías y una libertad más amplia en la composición de los huecos de fachada.

Ejemplos de estos casos los tenemos en el edificio de la RENFE en la Avd. Aragón, construida entre 1953-54, el Grupo Agentes Comerciales o Santa María Micaela construida entre 1958 y 1961 ó el también conocido Grupo Isla Perdida de la Avd. de Blasco Ibáñez construido entre el año 1954 y 1960.

#### NOTAS

1. En la C. Valenciana, si hablamos en número de edificios predominantemente de uso residencial, nos referiremos a un 50,72% de la totalidad, y si hablamos del número de viviendas nos referiremos al 50,57% del parque total. Datos calculados a partir del Censo del INE (2001).

2. Hasta entonces siempre había estado en un tercer puesto tras Barcelona y Madrid.
3. Revista Obras Públicas 1903. Tomo I; nº 42.
4. Esta misma afirmación se va a mantener muchos años después (Bassegoda 1939, 14).
5. El 30 de marzo de 1911 se inician las obras que durarán 18 meses. El edificio conseguirá en 1912 el primer premio del Ayuntamiento de Madrid al edificio mejor construido (Ros 2005, 59).
6. Entre las utilidades propuestas, destaca en Valencia las propuestas que A. Camps hace para la construcción de farolas de hormigón armado, no tan distante de las macetas y jardineras que se proyectaron como experiencia de los primeros usos del hormigón armado en Europa (CAMPS 1917).
7. La reseña y comentario sobre su publicación puede leerse en: Revista Obras Públicas 1911. Tomo I; nº 1853 Cuaderno 01.
8. Son interesantes los artículos que se publican en 1923 en la Revista Arquitectura, órgano oficial de la Sociedad de Arquitectos, en el que el ingeniero Celso Máximo comparaba las ventajas de los entramados de acero frente a los de hormigón.
9. AHM. Exp.33347, C-06, 1939. Calle Marqués de Sotelo nº 3. El miércoles 28 de enero de 1931 se publicaba en el periódico Las Provincias la noticia de su inauguración.
10. AHM. Policía Urbana. 1937.C-02.Exp.12737.
11. Fundamentalmente nos referimos a la actualización de las condiciones de cálculo en las estructuras de hormigón armado, y por otro en la insistente recomendación de la realización de piezas en taller, donde las garantías de calidad y control son mucho mayores que en obra.
12. Como referencia puede remitirse al Tomo I de *Sistemas Especiales de Forjados para la edificación*. 1945. Madrid: Ministerio de la Gobernación.
13. Un buen ejemplo de ellos lo tenemos con el Grupo residencial «Federico Mayo» en la 4ª Travesía de la Conserva o el conjunto de edificios construidos en la calle Rodrigo de Osuna en los portales 1, 2 3 y 4. v.: AHM. Policía Urbana, 1950, C-16, Exp.15442/43/44/45.

#### LISTA DE REFERENCIAS

- Bassegoda Musté, B. 1939. *Apuntes del curso monográfico de hormigón armado*. Barcelona: Asignatura Construcción 3º curso. ETS de Arquitectura de Barcelona.
- Camps Camara, A. 1917. *Grans reformes urbanes de Valencia*. Valencia: Imprenta Vicente Ferrandis.
- Fran Bretones, J.M. 1990. *Técnicas de rehabilitación, soluciones específicas a las lesiones existentes en los inmuebles del Ensanche de Valencia de 1887*. Tesis doc-

- toral inédita, leída en la ETS de Arquitectura de Valencia.
- Franco, A. 1923. «El hormigón armado y la edificación urbana». En *Revista Obras Publica*, nº 2384, marzo, 67-72.
- Gaja Díaz, F. 1989. *La promoción pública de la vivienda en Valencia (1939-1976)*. Valencia: Generalitat Valenciana: Conselleria de Obres Públiques, Urbanisme i Transports. Col. Tesis doctorales, n. 3.
- Giménez Baldrés, E.J. 1996. *Parcelaciones Residenciales Suburbanas. La formación de la periferia metropolitana de Valencia*. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia.
- Ros García, J.M. 2005. «La fábrica de doble hoja en Madrid. Un siglo de cerramiento moderno». En *Revista Informes de la Construcción*, Vol 57, nº 495.
- Rosado Cubero, A. 2006. *La organización industrial del sector cementero español (1942-1996)*. Tesis doctoral inédita. Universidad Complutense de Madrid.
- Vaamonde Valencia, J. 1973. *Salvamento y protección del Tesoro Artístico Español durante la guerra 1936-1939*. Caracas: Imprenta Cromotip.

