

Document downloaded from:

<http://hdl.handle.net/10251/202033>

This paper must be cited as:

Palomares-Figueroles, M. (2021). Tras la influencia de Rafael Leoz en la Comunidad Valenciana. En Los dibujos de Rafael Leoz sobre vivienda social. Editorial en LIB_ID_EDITORIAL. 8-22. <http://hdl.handle.net/10251/202033>



The final publication is available at

Copyright Editorial en LIB_ID_EDITORIAL

Additional Information

Introducción

En su obra *Redes y ritmos espaciales* (1968) Rafael Leoz expone, a través de principios geométricos, un desarrollo teórico de la composición volumétrica del espacio arquitectónico, en relación con la industrialización de la construcción. Su aplicación más directa fueron las viviendas experimentales en Torrejón de Ardoz (1973-77) y la Embajada de España en Brasilia (1973-1975) aunque los inicios de Rafael Leoz en la investigación arquitectónica habían comenzado tras su experiencia en la construcción del Poblado Dirigido de Orcasitas¹ (1956-63). En ambos casos se trataba de viviendas protegidas, incorporando a sus estudios la dimensión social de la arquitectura que reclamaba en *Redes y ritmos* “un principio de cambio en la producción de viviendas, basado en la industria y al servicio de la sociedad”².

La vivienda de protección pública y el desarrollo de la industria crearon el marco propicio para impulsar el avance de la construcción industrializada en España. Ambas estrategias concernían al interés de Rafael Leoz que añadió la componente experimental, en busca de una necesaria solución económica para responder al programa social.

En los años cincuenta, España adolecía de una ingente carencia de vivienda social. El importante papel que debía desempeñar la Organización Sindical del Hogar (OSH) todavía estaba sin resolver, como se pudo comprobar en el Primer Congreso Nacional de dicha Organización donde se constató la escasa producción ejecutada en el periodo transcurrido entre 1939 y 1946³. A partir de 1949, la celebración de concursos⁴ abría un nuevo camino, ofreciendo una oportunidad para estudiar el programa de la vivienda de promoción pública. En el concurso convocado por el Instituto Eduardo Torroja se añadía la condición de renovación respecto a los sistemas constructivos, incluyendo explícitamente la industrialización “Concurso Internacional de Industrialización de Viviendas” que, a su vez, suponía incorporar unos criterios en sintonía con Europa. Más adelante, en 1956, se convocó por el Ministerio de Trabajo el “Concurso para la Construcción de Viviendas Experimentales” que invitaba a participar a los

¹ El arquitecto español Rafael Leoz de la Fuente (1921-1976; t.1955) participó nada más titularse en la construcción del Poblado Dirigido de Orcasitas (junto a Joaquín Ruiz Hervás), uno de los primeros ejemplos de racionalismo español aplicado a la vivienda social, puerta de entrada de la modernidad en la arquitectura española de la mano de un grupo de jóvenes arquitectos liderados por nombres como Oiza, Fisac o De la Sota. Jesús López Díaz, “La obra de Rafael Leoz Lafuente (1921-76) (Tesis de doctorado, Universidad Nacional de Educación a distancia, 2015), 59.

² R. Leoz. *Redes y ritmos espaciales*. Ed. Blume. Madrid (1969).

³ C. Sambricio analiza el panorama español y detalla el proceso llevado a cabo en su artículo “De la arquitectura del nuevo estado al origen de nuestra contemporaneidad: el debate sobre la vivienda en la década de los cincuenta”, publicado en *RA Revista de arquitectura* 4 (2002), 2. <https://revistas.unav.edu/index.php/revista-de-arquitectura/article/view/25956>. (Consultado el 15 de febrero de 2021).

⁴ Los concursos de viviendas convocados en 1949 por los colegios de arquitectos de Barcelona y Madrid proponían diferentes temas de estudio en torno a la vivienda. Mientras que en Barcelona se centraban en viviendas de alquiler en el Ensanche (Primer Premio para Mitjans, Sostres, Moragas, Tort, Balcells y Perpiñá) el convocado por el Colegio Oficial de Arquitectos de Madrid planteó el estudio de tipos de viviendas para la clase obrera (Primer Premio a Fisac). En 1956, el Instituto Eduardo Torroja convocó el “Concurso Internacional de Industrialización de Viviendas” con el objetivo de proponer, un prototipo de vivienda prefabricada como solución a las necesidades de la vivienda económica, que se pudiera producir en serie hasta lograr la cifra de 50.000 al año. C. Sambricio, *Op.cit*, 77.

arquitectos junto a las empresas constructoras, en un concurso pionero que incluía “la escala industrial”⁵ y que financió el Instituto Nacional de la Vivienda (INV).

Con la industria aplicada a la construcción se presentaba la actividad edilicia como un proceso industrial. Esta operación permitía, de una parte, una mejora en la calidad de la vivienda con el cumplimiento de estándares mínimos de habitabilidad. Por otro lado, también suponía la reducción de su precio como resultado de la transformación en producto industrial y de una mayor rapidez de ejecución. Todo ello en favor de mejorar el acceso a la vivienda.

Hay que tener en cuenta que, a principios de los años 50, la industria española era prácticamente artesanal y la mano de obra poco especializada. A pesar de ello, algunos técnicos españoles consideraron favorable proyectar con el hormigón pretensado, apreciando sus ventajas frente al hormigón armado in situ. Para ello, ya en 1928, los arquitectos modernos, entre ellos Le Corbusier, habían enunciado que era necesaria la prefabricación como un nuevo sistema constructivo y se requería normalización y estandarización⁶.

En este breve relato acerca de la construcción prefabricada nacional es imprescindible citar el Instituto Técnico de la Construcción, fundado en 1934 por un grupo de ingenieros con Eduardo Torroja a la cabeza. Desde el instituto se diseñó la estrategia para impulsar el progreso industrial mediante la investigación, la promoción y la divulgación de la experimentación⁷. Torroja consideraba imprescindibles estas tres facetas para conseguir modernizar la industria española. Así mismo fomentó el desarrollo de patentes nacionales, necesarias para la renovación de los sistemas de producción de viviendas⁸. Para lograr la divulgación entre los técnicos, se editó la revista *Informes de la Construcción* donde se publicaron la mayoría de los avances españoles e internacionales de la época. Sin embargo, es conocido que entre sus páginas no hubo espacio para las investigaciones de Rafael Leoz con el módulo HELE (1961), posiblemente por tratarse de una “exposición teórica”⁹. El trabajo de Leoz surgió centrado en la ordenación del espacio para su producción industrial. Partiendo de las

⁵ “Concurso para la construcción de viviendas experimentales”, *Revista Nacional de Arquitectura*, 169 (enero 1956).

<https://www.coam.org/es/fundacion/biblioteca/revista-arquitectura-100-anos/etapa-1946-1958/revista-nacional-arquitectura-n169-Enero-1956>. (Consultado el 10 de febrero de 2021).

⁶ En el punto 4 de la declaración de La Sarraz Congres Internationaux d’Architecture Moderne, 1928, se indicaba “El método más eficiente de producción es el que procede de la racionalización y de la estandarización. La racionalización y la estandarización actúan directamente sobre los métodos de trabajo, tanto en la arquitectura moderna (concepción) como en la industria de la construcción (realización).”

K. Frampton, *Historia crítica de la arquitectura moderna*, (Barcelona: Gustavo Gili, 1994), 273.

⁷ P, Cassinello Plaza (Coord.), *El espíritu impreso de una idea*, (Madrid: CSIC, 2008), pag 275.

⁸ P, Cassinello Plaza, “La revista *Informes de la Construcción*: crisol científico de arquitectura 1948-1960”, En Carmen Jordá (Ed.) *Eduardo Torroja, la vigencia de un legado* (Valencia: Universitat Politècnica, 2003), 277.

⁹ J. López Díaz, “El módulo HELE de Rafael Leoz. Una historia de contradicciones”, *RA Revista de arquitectura* 14 (2012), 4.

<https://revistas.unav.edu/index.php/revista-de-arquitectura/article/view/1916>. (Consultado el 15 de febrero de 2021).

leyes de la geometría, buscó la regularización y sistematización de los procesos formales¹⁰ para su aplicación al espacio habitable¹¹.

En esta resumida contextualización de la obra de Leoz, tras los anteriores comentarios acerca de la vivienda social y la industrialización de la construcción en España, es necesaria una consideración en torno al carácter experimental de la arquitectura española en los sesenta. El nuevo rumbo que marcaron ciertos arquitectos españoles no fue una particularidad de nuestro país. En la escena internacional, desde mediados de los sesenta algunos arquitectos modernos “se habían entregado a la arquitectura como una forma de arte, ... como el *return* a una creatividad reprimida”¹². En este grupo destacaban el inglés Archigram cuyas propuestas estaban más centradas en el “tipo infraestructural y high tech” (Harron, proyecto *Walking City*, 1964) que en los procesos de producción. También los Metabolistas japoneses que, cercanos a Archigram, proponían “cápsulas prefabricadas” como tipo (Kurokawa, Torre-cápsula, Nagakin, Tokio, 1971). En España, la propuesta de Rafael Leoz se alineó con las reflexiones teóricas anticipadas por Le Corbusier en *Hacia una nueva arquitectura* (1923)¹³ donde se enunciaba la modulación como base para la industrialización de la arquitectura. En esta línea, definida como racionalista¹⁴, donde el módulo tridimensional se tomaba como base para el proyecto de arquitectura, también se orientaron los estudios de Roberto Puig que en el proyecto presentado para el concurso del Kursaal¹⁵ de 1965, expresaba:

“Una vez superada la poética organicista debemos indagar con nuevo criterio las teorías racionalistas y reconocer que no sólo son coherentes con las aportaciones indiscutibles de la arquitectura orgánica en lo que se refiere a la exaltación en el tratamiento de las relaciones espaciales, de los ambientes interiores, de los vacíos y cavidades del edificio, de los espacios exteriores y de la Naturaleza, sino que, además, la relación de la arquitectura con el mundo naturalista y biológico debe partir del mismo hombre oponiendo y condicionando, a su favor en un proceso racionalista, el medio externo por recuperación de una conciencia estética del espacio.”¹⁶

El planteamiento modular del espacio, necesario para una construcción industrializada, suponía una transformación del concepto tradicional de espacio arquitectónico que precisaba de la “parcelación del ambiente arquitectónico”¹⁷. Esta condición era de especial relevancia para las propuestas de vivienda y principalmente para el programa

¹⁰ Mónica García Martínez, “Arquitectura experimental en España: 1965-85” (Tesis de doctorado, Universidad Politécnica de Madrid, 2015), 59.

¹¹ N. Cerveró Sánchez, “Rafael Leoz. Vivienda experimental en Torrejón de Ardoz”, *Estoa* 18, (Julio 2020), 1.
<https://publicaciones.ucuenca.edu.ec/ojs/index.php/estoa/article/view/3003> (Consultado el 10 de febrero de 2021).

¹² K. Frampton, Op.Cit, 284.

¹³ J. López Díaz, Op. Cit, 39.

¹⁴ M. García Marínez, Op. Cit, 60.

¹⁵ Según consta en la propuesta, fue realizada con la colaboración del alumno Fernando Pulín. *Arquitectura*, 78 (1965), 32.

¹⁶ R. Puig, “Hacia una nueva arquitectura racionalista universo-personal”, *Arquitectura*, 78 (1965), 36.

¹⁷ F. Martínez García-Ordoñez, “Posibilidad de una arquitectura compuesta de espacios modulados unitarios”, *Memoria final. Investigación realizada bajo los auspicios de la Fundación March*, 1968.

social. La definición de los Elementos Modulares básicos y su dimensión para ser habitables, así como los sistemas compositivos, iban a determinar los resultados y el confort de las viviendas. Por otro lado, la parcelación del espacio y el concepto de habitabilidad implicaban cuestiones psicológicas, más allá de la funcionalidad y de la producción industrial, precisando un planteamiento modular del proyecto arquitectónico desde el inicio.

Redes y ritmos espaciales de Rafal Leoz. El módulo HELE.

Leoz iniciaba la experimentación espacial, en relación con la industrialización arquitectónica y la vivienda social, con reflexiones entre la producción artesanal y el futuro de la arquitectura, basada en la estandarización como base de su materialización. En busca de una prefabricación industrial arquitectónica extensa y sin monotonía, para evitar una arquitectura deshumanizada, Leoz se centró en la elaboración y el manejo de la geometría pura. Una vía que atribuía calidad y grandeza a la arquitectura¹⁸ y que le permitiría elaborar una teoría de modulación del espacio, a partir de pocos elementos que fabricar y mediante su combinación armónica.

Así, entendiendo la técnica como un medio (no como un fin) y las ideas (geometría pura) como lo fundamental, elaboró su trabajo de "sistematización armónica del espacio arquitectónico hacia la industrialización", bajo el título de "Redes y ritmos espaciales".

Las **redes espaciales** ayudaron a Leoz a dividir el espacio tridimensional cartesiano (Figura 1) y obtener elementos modulares. Diferenció dos formas: una basada en redes con un punto singular central, que era el centro o punto de partida (p.ej: cuerpos concéntricos cada vez más grandes); y otra basada en infinitos puntos centrales, todos con la misma jerarquía (p.ej: esferas dispuestas en el espacio equidistantes entre sí). Entre ambas redes concluyó que, considerando las exigencias de estandarización y repetición de la industrialización, la segunda forma era más útil, pues ofrecía organizaciones donde las partes eran divisores iguales en todas las direcciones, tomadas a partir de cualquier punto¹⁹. Es decir, el número de elementos a estandarizar que ofrecía era menor.

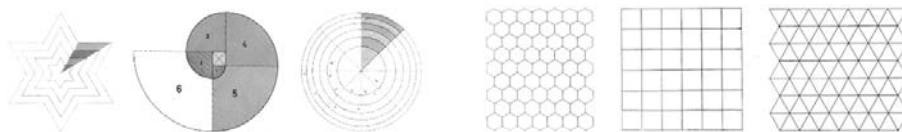


Figura 1. Redes de división espacial. Izquierda, ejemplos de redes centrales y jerárquicas. Derecha, ejemplos de redes basadas en infinitos puntos centrales sin jerarquía [R. Leoz, 1969, p.60-61].

Además, Leoz consideraba de interés aquellos cuerpos de simetría central que, estando totalmente en contacto unos con otros (sin dejar huecos entre ellos), macizaban todo el espacio tridimensional cartesiano²⁰.

¹⁸ J. C. Escobar. *La casa. Espacios domésticos, modos de habitar*. II Congreso Internacional Cultura y Ciudad. Gramada (2019).

¹⁹ R. Leoz. *Redes y ritmos espaciales*. Madrid. Blume (1969) p. 4

²⁰ "Conferencia del arquitecto Don Rafael Leoz", ABC, 27de abril de 1962, pp. 62-63

Hay que tener en cuenta que, matemáticamente, este macizado del espacio solo se consigue con combinaciones de objetos geométricos que deben cumplir ciertos requisitos geométricos para formar agregados. De entre las distintas formas de macizar el espacio²¹, centrándonos en teselados regulares -en los que se emplea un único tipo de cuerpo- podemos agrupar los objetos combinables en los siguientes tres grupos: algunos prismas regulares, los poliedros regulares -tetraedro, hexaedro, octaedro (quedando excluidos el octaedro y dodecaedro)- y otros poliedros no regulares derivados de ellos.

Entre todos ellos, Leoz consideró de mayor importancia los siguientes (Figura 2): el cubo, el prisma recto de base hexagonal, el rombododecaedro, y el heptaparaleloedro (o poliedro de Lord Kelvin).

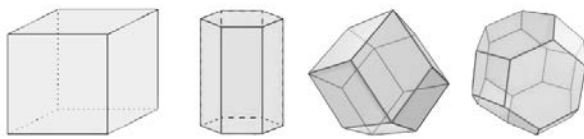


Figura 2. Cuerpos que llenan el espacio por yuxtaposición. De izquierda a derecha: cubo, prisma recto de base hexagonal, rombododecaedro y poliedro de Lord Kelvin.

Debemos considerar que todos aquellos prismas regulares cuyas bases teselen el plano pueden, trivialmente, teselar el espacio mediante superposición, facilitando en gran manera los sistemas constructivos. De este modo, podemos entender que la búsqueda de Leoz de nuevos cuerpos geométricos para macizar el espacio se extendiera a los cuerpos poliédricos. Conviene señalar que, desde un punto de vista matemático, el hexaedro es el que maximiza la relación volumen respecto a superficie de las caras, es decir, que presenta una elección eficiente desde un punto de vista constructivo. A ello habría que añadir su sencillez geométrica y que ya había sido empleado previamente como módulo en procesos de composición espacial e industrial.

Con estas condiciones, además del hexaedro, Leoz se interesó por las derivaciones de los poliedros regulares que daban lugar al dodecaedro rómbico (poliedro de Catalán) y el octaedro truncado (poliedro semirregular), excluyendo el dodecaedro rómbico estrellado porque eran las únicas figuras que teselaban el espacio y que además cumplían con los requisitos de Leoz para definir redes espaciales.

Con los **ritmos espaciales** Leoz buscaba configurar el espacio arquitectónico. Se centró en aquellas unidades que, sin ser demasiado complejas, ofrecieran grandes posibilidades de composición volumétrica, por agregación entre ellas.

Focalizando su experimentación en las redes formadas por cubos, concluyó que la de mayores ventajas era la compuesta por tres alineados y un cuarto formando 90 grados con uno de los extremos. Al conjunto le llamó "módulo HELE". Fue presentado en la Bienal de Sao Paulo de 1961, apoyando la industrialización de la vivienda prefabricada y modular. Además del módulo HELE, por su sencillez y aplicabilidad, también consideró la unidad formada por tres cubos alineados y un cuarto formando 180 grados con uno de los extremos (alineado con los demás), es decir, con la misma ley general de formación (en redes espaciales basadas en cubos).

²¹ H. Zenil. *Lo que cabe en el espacio. La geometría como pretexto para explorar nuestra realidad física y matemática*. Coplt-arXives. México (2011) p.27.

Al referir estas dos unidades espaciales al plano horizontal, podía obtener cinco posiciones que, ajustándolas debidamente, servían para una composición espacial con mentalidad arquitectónica. Además, considerando deformaciones proyectivas de los cubos iniciales, se ampliaban las posibilidades de combinación. Leoz también se aventuró analizando la composición interna del cuadrado en triángulos y, mediante la utilización de tres triángulos rectángulos distintos (escuadra, cartabón y triángulo hemipitagórico), elaboró mallas trianguladas como base compositiva para una gran posibilidad de ritmos (Leoz, 1969).

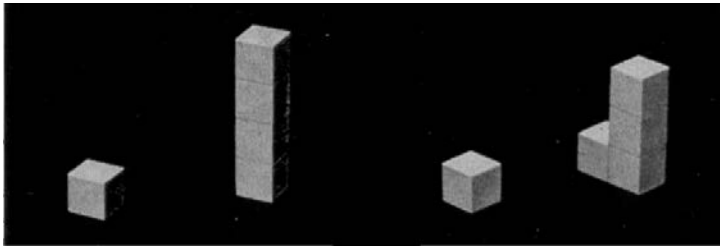


Figura 5. Ejemplos de las unidades rítmicas de interés para Leoz formadas a partir de cubos (a la izquierda, módulo HELE). [Leoz, p.68]

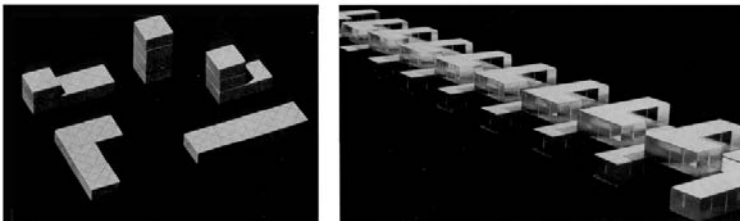


Figura 6. A la izquierda, las cinco posiciones de las dos unidades rítmicas. A la derecha, ejemplo de seriación de las mismas. [Leoz, p.93]

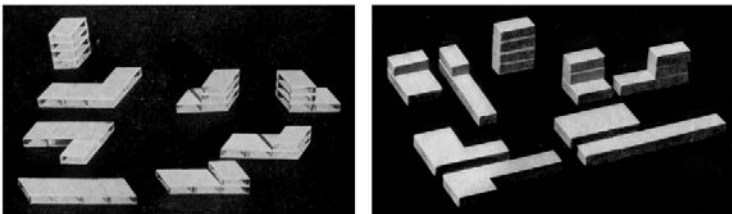


Figura 7. Posiciones que resultan de considerar distintas deformaciones proyectivas de los cubos iniciales. [Leoz, p.101-102]

Una vez definida su propuesta teórica, Leoz enunció su visión de la construcción de la arquitectura y los edificios en base al uso, diferenciando una parte que denominó “estática” -propia de espacios de estar, trabajo, reposo, servicio, y susceptible de ser industrializada- y otra “mecánica” -para las circulaciones verticales y horizontales, independientes de la estructura general del edificio-. Ambas partes se deberían “enchufar” a través de elementos de enlace.

Esta constante funcional entre ambas partes de un edificio se debía reflejar en la resultante estética del conjunto, como una característica distintiva de la arquitectura armónicamente industrializada. El sistema de diferenciación funcional de Leoz lo sitúa en la esfera de las megaestructuras de Archigram y los Metabolistas. Estos últimos, “involucrados en dar una respuesta a la superpoblación japonesa, proponían a finales

Figura 7. A la izquierda, módulo HELE de Leoz [Arquitectura, n. 15, 1960]. A la derecha, fotografía de esquema funcional espacial de la idea estructural de la unidad habitacional de Marsella, Le Corbusier, 1952 [The Marseille Block, 1953].

Le Corbusier entendía las unidades habitacionales como elementos prefabricados funcionales que simplemente tenían que insertarse en una estructura construida in situ, basándose en el concepto de “bouteiller/bouteille”. Este planteamiento sugiere la separación entre “soporte” y unidad habitacional, a la manera de Habraken²⁵, aunque sin la componente sociológica que caracterizó la propuesta del holandés. No obstante, no pudo llevar a cabo esta idea, ya que la industria no podía ofrecer el grado de prefabricación requerido para las viviendas, hasta el punto de ser módulos independientes que simplemente había de insertar.

Como sabemos, en la arquitectura española el módulo HELE tuvo una recepción crítica. Sin embargo, podemos decir que el Sistema Modul-Arch del estudio GO.DB.²⁶ se posicionó en la estela de Leoz. Los arquitectos valencianos desarrollaron una teoría sobre el espacio arquitectónico para la industrialización de la construcción y además construyeron, con prefabricación, un grupo de viviendas sociales y experimentales en Campanar²⁷ (1969). Podemos decir que el legado de Leoz en nuestra comunidad está conformado por el grupo de Campanar de GO.DB., junto a las 96 viviendas en Alfafar (1983) construidas por los arquitectos F. Bravo, J.M. Escudero y R. Kuri, de la Fundación Leoz.

GO.DB. y el sistema Modul Arch.

La experiencia de GO.DB. surgió por su compromiso profesional con “la nueva era arquitectónica”, donde la tecnología imponía transformar la construcción en un proceso industrial y, en consecuencia, el espacio arquitectónico en un planteamiento modular. Estos cambios precisaban desarrollar una teoría para la parcelación del espacio arquitectónico en subespacios susceptibles de ser producidos industrialmente.

Al igual que Rafael Leoz, en las investigaciones de GO.DB. también se diferenciaron dos tipos de espacio habitacional, aunque en la propuesta valenciana se ponía más atención en el carácter de los espacios que en el uso. Por un lado, estaban los estrictamente funcionales -aseos y cocina- cuya industrialización con sistemas de módulos espaciales resultaba exitosa porque se podían alojar en espacios reducidos. Por otro lado, quedaban los espacios habitacionales -salas de estar, comedores, dormitorios, estudios, ...- que, si bien su ubicación en un único módulo era más apropiada, sus dimensiones y ligereza abogaron por su fraccionamiento. Así pues, era

²⁵ S. Colmenares, “La simplificación como problema complejo: Habraken y el S.A.R.”, En *Condensidad. Estrategias de actuación urbana en áreas de baja densidad* (Madrid, Mairera Libros, 2010), 4.

En su texto, la autora cita como antecedente la propuesta de Le Corbusier para Argel.

²⁶ GO.DB. es la sigla formada por las iniciales de los apellidos de los arquitectos fundadores del estudio Fernando Martínez García-Ordoñez y Juan M^º Dexeus Beatty. Cabría apuntar que, aunque desarrollaron toda su obra desde su estudio en Valencia, Fernando Martínez era asturiano y Juan M^º Dexeus.

²⁷ Las viviendas de Campanar, Valencia, fueron construidas con la serie “M-IV” del sistema Modul-Arch.

necesaria la formación de espacios multimodulados, es decir espacios de mayor tamaño obtenidos mediante la unión de elementos modulares.

El elemento modular diseñado por GO.DB. se fundamentó en la eficacia del perfil hueco. Se buscaba fabricar el vacío en lugar de lo lleno, a la manera de Miguel Fisac en los “huesos” pero con otra escala. En este sentido, los arquitectos comentaban de su sistema de construcción industrializada que “nuestro propósito es utilizar el espacio arquitectónico como vacío de un elemento estructural que lo envuelve.”²⁸

El sistema desarrollado se denominó Modul-Arch y consistía en el ensamblaje de elementos modulares para crear espacios mayores o multimodulares, ofreciendo una sensación de amplitud y desahogo. Los espacios se denominaron “viga-hueca habitable” y configuraban un lugar de características similares al espacio interior de los puentes de dovelas prefabricadas.

El énfasis en la composición volumétrica que desarrollaron las propuestas de GO.DB., resultaba afín con la teoría expuesta por Rafael Leoz en su libro “Redes y ritmos espaciales”, en cuanto a las ideas geométricas y compositivas de los elementos que conformaban las redes compactas, aunque sin llegar a la complejidad espacial del módulo HELE.

Serie M

La experimentación de GO.DB. con el hormigón prefabricado se inició con la “serie M” del sistema Modul-Arch²⁹ que proponía la utilización de la “viga hueca habitable” para la definición del espacio arquitectónico. Esta viga estaba formada mediante la unión de elementos básicos también huecos, definidos geoméricamente como piezas anulares en los primeros modelos de la “serie M” (M-III), a modo de dovelas. El M-III³⁰ se fabricó de hormigón con dimensiones 3.20 x 2.50 x 0.80 metros. Aunque la solución no resultó la más adecuada por la escasa dimensión y las numerosas juntas, la experiencia fue muy positiva en cuanto a la fabricación y al comportamiento estructural.

La evolución de dichos anillos configuró un hexaedro regular como el nuevo elemento modular para el sistema de “viga hueca habitable”. Ahora, la configuración del elemento modular básico era una pieza volumétrica que, por sus dimensiones y geometría, definía en sí misma una unidad espacial, aunque generalmente se precisaba la unión de varios elementos para conseguir una “viga-habitable” o espacio arquitectónico. El nuevo módulo se denominó M-IV³¹. Se adoptaron las dimensiones modulares de 3.20 x 3.20 x 2.40 metros que suponían una notable ampliación de la superficie modular. A pesar de ello, con el nuevo tamaño era necesario emplear varios

²⁸ J.A. Fernandez Ordoñez, et al., “Problemática de la industrialización de la construcción en Estados Unidos. La Operación Breakthrough”, *Hogar y Arquitectura* 106 (1973): 51.

²⁹ En 1969 por GO.DB. fundó la empresa SIC para desarrollar el sistema Modul-Arch para la construcción experimental de viviendas, preferentemente de carácter social, con hormigón prefabricado. También cabría añadir que las primeras experiencias del sistema, denominadas M-I y M-II se realizaron con elementos metálicos.

El sistema Modul Arch está desarrollado en:

GO-DB Arquitectos Asociados. *Arquitectura Modular Tridimensional (Modul-Arch)*. Arte y Cemento, nº. 1084. (1975).

³⁰ El prototipo M-III fue construido en junio de 1968.

³¹ F. M. Ordóñez. *Sistema de construcción arquitectónica mediante módulos tridimensionales*. Informes de la Construcción, 909 (1979).

módulos para solventar las exigencias espaciales en la mayoría de las funciones de la vivienda, con los correspondientes problemas de juntas. Sin embargo, ofrecía la ventaja de requerir pocos módulos para componer numerosas tipologías de vivienda. Únicamente resultaba apropiado para agrupar en un único elemento el conjunto de cocina y aseo.

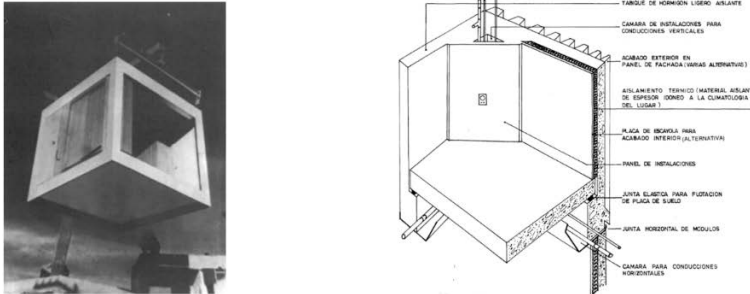


Figura 9. Serie M-IV. Sistema Modul-Arch de GO-DB.

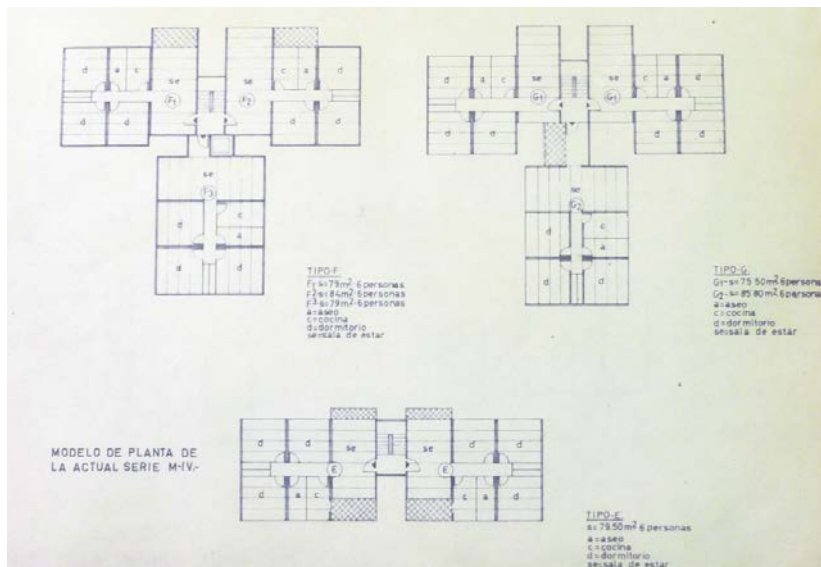


Figura 10. Serie M. Modelos de la serie M-IV (Archivo Fundación March)

Serie U

Con el objetivo de eliminar las interferencias perceptivas de las juntas, se realizaron ajustes en la configuración espacial del sistema, cambiando el concepto de “viga habitable” por la idea del “espacio arracimado”. Esta nueva propuesta conllevó el replanteamiento del concepto de espacio arquitectónico hacia un sentido espacial autónomo, no constituyendo seccionamientos del espacio mayor.

Para esta modificación conceptual se desarrolló nueva serie del sistema Modul-Arch denominada “U”³². En el espacio arracimado, la configuración volumétrica del elemento modular tomaba un gran protagonismo, tanto a nivel espacial como desde

³² Esta serie fue presentada en el marco de las III Jornadas Técnicas FICOP, organizadas en Madrid en 1974 por el Gabinete Técnico del Sindicato Nacional de la Construcción, Vidrio y Cerámica.

el punto de vista compositivo. Fue necesario desarrollar unos estudios compositivos para formar los distintos tipos de agrupaciones: "U-4", "U-5", "U-6" y "U-7".

Las viviendas proyectadas con varios módulos U se desarrollaron agregando ámbitos lobulados o arracimados, donde cada ambiente modular -dormitorio, cocina, aseo, vestíbulo, ...- conservaba su autonomía espacial procedente de una estructura base de hexaedro. Este nuevo sistema también permitía la definición de nuevas funciones (garaje, salón, etc.) anexionando varios módulos.

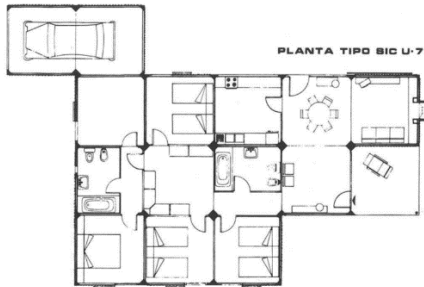


Figura 11. Ejemplo de planta de vivienda unifamiliar realizada con la serie "U" del sistema Modul-Arch de GO-DB.

Con las anteriores propuestas, la parcelación espacial podía realizarse según dos supuestos. Por un lado, los espacios modulares autónomos, característicos de funciones que podían ser alojadas en un solo módulo -aseos, cocinas...-. Por otro lado, estaban los espacios modulares, submúltiplos de espacios de habitacionales mayores.

Para el caso de espacios autónomos, el módulo más recomendable era el tipo cajón que permitía el acabado total en la industria, con peso y dimensiones de fácil transporte. Para el otro tipo, con espacios de grandes dimensiones donde no era aconsejable una excesiva fragmentación, como es el caso de aulas, la solución pasaba por obtener componentes tridimensionales. Por su dimensión y peso, estos elementos también resultaban de fácil transporte y ofrecían la posibilidad de un buen nivel de acabado en la fábrica.

En ambos planteamientos, bien para la "serie M", bien para la "serie U" cabría una misma reflexión final acerca del proyecto arquitectónico y la prefabricación. La limitación espacial de los elementos modulares restringía las soluciones posibles, desde el punto de vista de la racionalización industrial, estableciendo el programa residencial social en escasos modelos de alta eficiencia. Aceptando esta condición, e incluyendo el planteamiento modular desde el origen del proyecto, la parcelación espacial propuesta por GO.DB. resultaba acorde con el diseño, ofreciendo resultados de calidad para los programas de vivienda social.

Calatrava, Juan (ed.). *La Casa. Espacios domésticos, modos de habitar*. Madrid: Abada editores, 2019.

Cassinello Plaza, Pepa. "La revista Informes de la Construcción: crisol científico de arquitectura 1948-1960". En Carmen Jordá (Ed.) *Eduardo Torroja, la vigencia de un legado*, 271-203. Valencia: Universitat Politècnica, 2003.

Cassinello Plaza, Pepa. (Coord.). *El espíritu impreso de una idea*. Madrid: CSIC, 2008.

Colmenares, Silvia. "La simplificación como problema complejo: Habraken y el S.A.R.". En *Com-densidad. Estrategias de actuación urbana en áreas de baja densidad*. Madrid: Maireia Libros, 2010.

Fernandez Ordoñez, J.A., Aguiló, M., Salas, J., López Baillo, J., Arandes, R., Echeverría, F y Pérez Arroyo, S. "Problemática de la industrialización de la construcción en Estados Unidos. La Operación Breaktrough". *Hogar y Arquitectura* 106 (1973): 49-62.

Frampton, Kenneth. *Historia crítica de la arquitectura moderna*. Barcelona: Gustavo Gili, 1994.

García Martínez, Mónica "Arquitectura experimental en España: 1965-85". Tesis de doctorado. Universidad Politécnica de Madrid, 2015.

GO-DB Arquitectos Asociados. "Arquitectura Modular Tridimensional (Modul-Arch)". *Arte y Cemento* 1084. (1975), 101.

Le Corbusier. *Œuvre complète Volume 5: 1946-1952*. Basel & Boston. Birkhäuser, 1995.

Le Corbusier. *The Marseilles Block*. London: The Harvill Press, 1953.

Leoz, Rafael. *División y organización del espacio arquitectónico. Módulo HELE*. *Revista Arquitectura* 89 (1966): 1-26.

Leoz, Rafael. *Redes y ritmos espaciales*. Madrid: Ed. Blume, 1969.

López Díaz, Jesús "El módulo HELE de Rafael Leoz. Una historia de contradicciones", *RA Revista de arquitectura* 14 (2012).

<https://revistas.unav.edu/index.php/revista-de-arquitectura/article/view/1916>.

(Consultado el 15 de febrero de 2021).

Martínez García-Ordoñez, Fernando. "Posibilidad de una arquitectura compuesta de espacios modulados unitarios". *Memoria final. Investigación realizada bajo los auspicios de la Fundación March*, 1968.

Martínez García-Ordóñez, Fernando. *Sistema de construcción arquitectónica mediante módulos tridimensionales*. *Informes de la Construcción* 909 (1979), 45-60.

Puig, Roberto. "Hacia una nueva arquitectura racionalista universo-personal". *Arquitectura* 78 (1965): 32-40.

Sambricio, Carlos. "De la arquitectura del nuevo estado al origen de nuestra contemporaneidad: el debate sobre la vivienda en la década de los cincuenta". *RA Revista de arquitectura* 4 (2000): 75-90.

Zenil, Hector. *Lo que cabe en el espacio. La geometría como pretexto para explorar nuestra realidad física y matemática*. México: Coplt-arXives, 2011.

“Concurso para la construcción de viviendas experimentales”, *Revista Nacional de Arquitectura*, 169 (enero 1956).