

## ¿Cuanta energía consume su edificio, Sr. de la Sota?

El proyecto de “Bahía Bella” en Murcia de Alejandro de la Sota, bajo una óptica energética contemporánea

### Díaz Guirado, Pedro Antonio

Universidad Católica San Antonio de Murcia UCAM, Departamento de Instalaciones, Escuela Politécnica, Murcia, España, pdiaz@ucam.edu

### Allepuz Pedreño, Ángel

Universidad de Alicante, Departamento de Expresión Gráfica y cartografía, Universidad de Alicante. España. angelallepuz@gmail.com

## Resumen / Abstract

El objeto de este trabajo es iniciar una aproximación crítica actualizada, con los medios y herramientas hoy disponibles, de las condiciones funcionales y de confort de la arquitectura destinada a vivienda de Alejandro de la Sota desde un análisis sobre la cualificación técnica de los edificios. Durante la segunda mitad del siglo XX llega al litoral mediterráneo el influjo de una nueva industria: el turismo, origen de la presencia en la costa murciana de un nutrido grupo de arquitectos pioneros del Movimiento Moderno en España: Antonio Bonet Castellana, Juan Antonio Corrales y Ramón Vázquez Molezún, Miguel Fisac y Alejandro de la Sota. En 1930, el III CIAM incorporó los conocimientos técnicos del asoleamiento a la arquitectura y el urbanismo. El V congreso CIAM de 1937 celebrado en París trató sobre la relación entre vivienda y ocio.

Los arquitectos anteriormente citados, se aproximan de diferentes maneras al espíritu de los CIAM, conjugando el interés por ambos asuntos. De la Sota incorpora un tercero: la renovación tecnológica de los procedimientos constructivos, asumiendo las posibilidades ofertadas por la industria, lo que en 1968 denominó “*arquitectura comercial profunda*”. En 1965, de la Sota experimenta alternativas a la construcción tradicional de manos de Inmobiliaria internacional S.A. y utilizando productos Horpresa. Sus objetivos son satisfacer las necesidades de las masas que se trasladan para “*tener sol, tener sombra, ver el mar*”.

En este trabajo pretendemos fijar un diagnóstico sobre la respuesta energética de la arquitectura de Alejandro de la Sota al objeto de evaluar la idoneidad de la respuesta tipológica a los requisitos de una vivienda estacional. Se identificarán sus condiciones técnicas, constructivas y su materialidad así como su relación con la orientación solar así como la generación de espacios soleados y sombreados. Analizamos la influencia de la disposición dentro de la parcela y las nuevas ideas de organización de los grupos de viviendas, el tratamiento de los espacios exteriores y su interacción con el medio natural.

### Metodología

Se recurre al estudio de casos, para lo cual se han seleccionado el proyecto para el conjunto residencial “Bahía Bella” en el Mar Menor, de 1965. Se utilizarán las técnicas de modelizado virtual del edificio para su posterior tratamiento con programas de cálculo energético (nueva herramienta unificada LIDER-CALENER 2014)

### Fuentes

- Análisis de los documentos gráficos del proyecto original depositado en el archivo de la *Fundación Alejandro de la Sota*.
- Estudio de la obra construida a través del módulo del prototipo que se conserva en el lugar.

### Objetivos

- Realizar un estudio de las técnicas constructivas y los avances tecnológicos incorporados por Alejandro de la Sota así como del tipo modular de la vivienda agrupada.
- Establecer un análisis cuantitativo del comportamiento del edificio bajo una óptica de evaluación energética utilizando herramientas informáticas de modelizado y cálculo energético a nuestra disposición.
- Verificar, en su caso, las mejoras en las condiciones interiores y exteriores funcionales de los edificios en referencia a la ventilación, salubridad, iluminación, orientación solar y comportamiento energético del edificio frente a las soluciones de la arquitectura académica.

**Palabras clave:** Arquitectura, de la Sota, energía, eficiencia, modelo digital

## Introducción

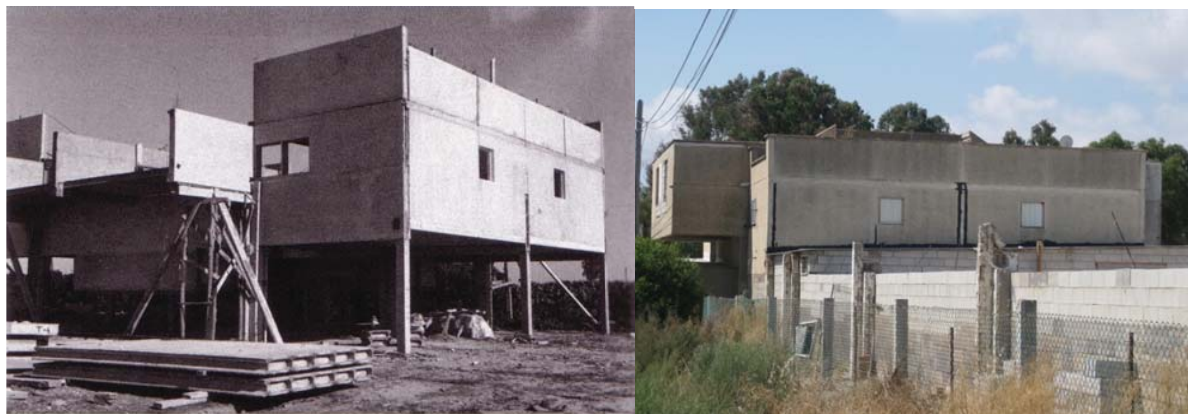
El objeto de este trabajo es iniciar una aproximación crítica actualizada, con los medios y herramientas hoy disponibles, de las condiciones funcionales y de confort de la arquitectura destinada a vivienda de Alejandro de la Sota desde un análisis sobre la cualificación técnica de los edificios.

Durante la segunda mitad del siglo XX llega al litoral mediterráneo el influjo de una nueva industria: el turismo, origen de la presencia en la costa murciana de un nutrido grupo de arquitectos pioneros del Movimiento Moderno en España: Antonio Bonet Castellana, Juan Antonio Corrales y Ramón Vázquez Molezún, Miguel Fisac y Alejandro de la Sota.

En 1930, el III CIAM incorporó los conocimientos técnicos del asoleamiento a la arquitectura y el urbanismo. El V congreso CIAM de 1937 celebrado en París trató sobre la relación entre vivienda y ocio.

Los arquitectos anteriormente citados, se aproximan de diferentes maneras al espíritu de los CIAM, conjugando el interés por ambos asuntos. De la Sota incorpora un tercero: la renovación tecnológica de los procedimientos constructivos, asumiendo las posibilidades ofertadas por la industria, lo que en 1968 denominó "arquitectura comercial profunda".<sup>1</sup> En 1965, de la Sota experimenta alternativas a la construcción tradicional de manos de Inmobiliaria internacional S.A. y utilizando productos Hormpresa. Sus objetivos son satisfacer las necesidades de las masas que se trasladan para "tener sol, tener sombra, ver el mar".

En este trabajo pretendemos fijar un diagnóstico sobre la respuesta energética de la arquitectura de Alejandro de la Sota al objeto de evaluar la idoneidad de la respuesta tipológica a los requisitos de una vivienda estacional. Se identificarán sus condiciones técnicas, constructivas y su materialidad así como su relación con la orientación solar así como la generación de espacios soleados y sombreados. Analizamos la influencia de la disposición dentro de la parcela y las nuevas ideas de organización de los grupos de viviendas, el tratamiento de los espacios exteriores y su interacción con el medio natural.



(Fig. 1) Izquierda, viviendas en construcción, fundación Alejandro de la Sota, derecha, estado actual, los autores

## Antecedentes

La Manga del Mar Menor, la ordenación y edificaciones de Antonio Bonet Castellana, las conocidas obras J. A. Corrales y Ramón Vázquez Molezún, e incluso la casa que apenas disfrutó un par de veranos Miguel Fisac en "El limonar", Isla Plana, Cartagena, forman parte del canon de arquitectura moderna que encontramos de un modo redundante en la documentación disponible sobre el siglo XX en la Región de Murcia.

Estos casos representan la situación más brillante de los planes y construcciones vinculados con los programas de Interés Turístico Nacional y si se malograron, fue a posteriori y en muchos casos como consecuencia de forzar situaciones no previstas o por pérdida de los objetivos trazados. Incluso el Campo de Golf de la Manga club –con los apartamentos de Antonio Bonet Castellana– forma parte de ese grupo de élite del turismo regional, al menos en sus orígenes. Quizás hoy serían en algunos aspectos inaceptables –como el proyectar dormitorios totalmente interiores, sin vistas al exterior o huecos de un tamaño muy reducido– quizá ya lo fueron incluso en su planteamiento original, pero no por ello están exentos de una cierta grandeza de miras y de una decidida intención creativa.

Pero hay más: hay planes, interesantes planes, que nunca pasaron del papel. No llegaron a estropearse porque nunca vieron la luz. Dejaron pistas.

Si os tomáis la molestia de repasar la presencia de arquitectos españoles en los manuales de arquitectura más utilizados en las escuelas y entre los arquitectos en los últimos cuarenta años, Alejandro de la Sota es quizás el arquitecto español más citado. Williams J.R.Curtis ha revisado la 3ª edición de su obra "La arquitectura Moderna desde 1900" con la intención, entre otras, de introducir la trayectoria y obra de Alejandro de la Sota.<sup>1</sup> Kenneth Frampton lo cita en cuatro ocasiones, reservándole un espacio de media página en exclusiva de un total de 350, que ocupa su revista de dos siglos de arquitectura universal<sup>3</sup>. Cinco llamadas encontramos en el texto de Benévolo<sup>4</sup> y cuatro obras de un total de 542 del siglo XX seleccionadas por Antonio Miranda en su canon de arquitectura moderna.<sup>5</sup>

## Marco teórico

Nuestra intención es definir las condiciones, intereses y capacidades del momento en que se desarrolla el anteproyecto acudiendo a los escritos de Sota publicados en el periodo de tiempo próximo a la realización de los prototipos, y se puede establecer entre febrero de 1961, año de publicación del artículo "*Tema universal de hoy: arquitectura y tecnología*"<sup>6</sup> hasta el nominado "*Sentimiento arquitectónico de la prefabricación*"<sup>7</sup> de 1968. Este periodo concuerda a grandes rasgos con la cuarta etapa –de 1962 a 1968– identificada por José Benito Rodríguez Cheda<sup>8</sup> en su que "*centrando sus esfuerzos en el estudio del arquetipo tecnológico*". Atendiendo al criterio de Baldellou, seguido posteriormente por Inaki Ábalos y otros, es posible identificar periodos más o menos homogéneos en su producción en marcados por unos tiempos de reflexión que viene a denominar como "*silencios*". Siguiendo esta idea, Manuel Cabeza Gozález en su tesis doctoral<sup>9</sup> propone como cuarta etapa –64 a 1969–, comprendida entre el "*silencio*" tras la época de la *arquitectura lógica* –solicitud de la excedencia en Correos– y el siguiente "*silencio*" provocado por su salida de la escuela de arquitectura y reincorporación a su puesto como arquitecto de Correos, periodo que identifica como "*marcado interés por la industrialización de la arquitectura*". Podemos decir que tiene su punto de arranque en el proyecto de la casa Varela en Colado Villalba, en 1964.

Esto por cuanto corresponde a sus manifestaciones expresadas por medio de escritos, pues por otro lado nos quedan las manifestaciones de aquellos que fueron sus colaboradores en el estudio profesional –caso de Navarro Baldeweg o Mariano Bayón–. Navarro Baldeweg nos desvela el contenido de una carta remitida en 1968 por de la Sota en la que expresa con claridad cuáles eran sus preocupaciones más íntimas en aquel periodo, pasamos a reproducirla por su interés.

*«Vivo un año de aislamiento. No tengo escuela y no quiero amigos nuevos. Trabajo poco, porque me satisface también esto, y estoy en conversaciones muy avanzadas para conseguir la formación de una empresa, creo que importante, para hacer arquitectura comercial profunda. ¿Un skidmore en pequeño? Tal vez. Y seríamos – te incluyo- todos jóvenes-me incluyo-[por aquel entonces yo tendría unos veintiséis años y Alejandro, alrededor de cincuenta]. En el mundo, Juan, no hay más que teorías, la práctica es siempre teoría muerta, muerta por esa misma práctica. Vivamos.»* (Navarro Baldeweg, 2006)

*«Trabajar cansa»*<sup>10</sup> *«El trabajar sin ganas es totalmente censurable»* (de la Sota, 2002)

Adocenamiento, escapismo, pereza... es posible que estas sean algunas ideas que traslucen los escritos de Sota, las cuales rebelan su actitud crítica frente al modo en que sus coetáneos ejercen una profesión, que en su modo de ver, está aletargada; una profesión nimia y obsoleta ajena a la verdadera dimensión del problema: *«No cabe engaño, la tecnología nos ha superado. Es mundo que se nos fue»* (de la Sota, 2002) pag.42

*«Tenemos una tecnología»*: con este título inicia Alejandro de la Sota un escrito de 1968 remitido a la revista "*Hogar y arquitectura*" a modo de respuesta a una serie de preguntas en el cual muestra su convencimiento sobre la incompatibilidad de mantener una actitud comprensiva, ante lo que denomina humanismo y técnica. Considera que un retraso manifiesto en los aspectos socio-políticos supone una rémora sobre los avances tecnológicos. Sota se muestra partidario de aunar ambas inclinaciones humanas en la actividad del arquitecto, cuya actividad considera "*anfibia*" por el tipo de preparación y formación que le acompañan.

Identifica una "*gran trama inteligente de arquitectura universal*" a la que hace depositaria de un cierto saber a escala global dotada de los medios y los conocimientos para resolver los problemas constructivos. Problemas que están pendientes no solo de solucionar sino también de definir.

En otro de texto de 1968, "El método", siguiendo con el mismo discurso habla de problemas y soluciones como principal labor de los arquitectos, a tal efecto recogemos el siguiente texto:

*«¿Qué es hoy la arquitectura? ¿Es aun específicamente nuestra, de los arquitectos, la labor que nos lleva a la resolución de los problemas, del mayor problema, solución de la vivienda y su entorno? Constructivamente y por un mal entendido nuestro, se nos va algo de nuestras manos. La copiosa información de sistemas para cubrir y cerrar que nos llega cada día, nos da la idea de cuánto está ya resuelto comercialmente y cuanto varían día a día estos sistemas; con una elección, con la compra, queramos o no, habríamos cumplido; somos pues intermediarios.»* (de la Sota, 2002)

Las siguientes ideas son las que estructuran su discurso en estos momentos: Arquitectura como instrumento unificador de la visión humanística y la visión técnica, enunciación o *planteamiento* del problema –dentro del ámbito humanístico– la vivienda y su relación con el territorio; resolución del problema –desde el ámbito técnico– construcción por medio de sistemas comerciales correctamente seleccionados.

*«Cansa hablar y oír hablar del concepto de espacio. ¡Qué ansias de hacer más, y más naturalmente! Construyamos con lo último y que luego nos hablen de los espacios conseguidos; será de nuestra voluntad escucharles.»*

Con lo que hemos venido exponiendo hasta aquí, no parece necesario insistir en que Sota ve en un primer lugar en la prefabricación la respuesta al problema correctamente planteado.

«¿Es que hoy no es más arquitectura un aislamiento que existe que la más maravillosa forma? ¿Es que el metro cuadrado de vivienda no es algo fundamentalmente serio? ¿Es que un sol, a su hora, en su sitio, puede taparse con algo, incluso con nuestro arte?» (de la Sota, 2002) pg. 46

## Metodología

Proponemos un análisis en profundidad del comportamiento de los edificios propuestos a través del estudio de casos, incidiendo en los temas específicos del comportamiento energético. Aplicamos el método científico para la investigación propuesta, recopilando información y realizando un estudio de casos. Se ha seleccionado el proyecto para el conjunto residencial "Bahía Bella" en el Mar Menor, de 1965, con proyecto fechado en febrero de 1964.

## Fuentes

Se obtienen datos mediante observación y experimentación, estudiando el contenido de las publicaciones y la obra construida mediante visitas y trabajos de campo:

- Fuentes Primarias: las obtendremos mediante la metodología de estudio del edificio propuesto como arquitectura construida.
- Fuentes Secundarias; mediante el estudio de Publicaciones de la época,
- Bibliografía específica: datos de archivos históricos, como el de la Fundación Alejandro de la Sota.
- Datos de fundaciones relacionadas, como la Fundación DOCOMOMO Ibérico.
- Webs de datos geográficos, como Cartomur, servicio de cartografía regional de Murcia y climáticos extraídos de al AEMET.

## Hipótesis

Planteamos la primera hipótesis, a la que llamamos "caso 1965", como estudio y análisis del edificio construido en tal fecha, con las características constructivas y de forma originales, cuantificando la demanda energética estacional del edificio. Nos sirve para evaluar el edificio existente desde una óptica actual, pero manteniendo los materiales y sistemas constructivos que se utilizaron.

La segunda hipótesis: El "caso 2014", consiste en mantener las condiciones de diseño del edificio original, adaptando únicamente las características constructivas a las opciones disponibles actualmente, basándonos en las exigencias normativas del Código Técnico de la Edificación. Esta hipótesis tiene como objeto examinar el planteamiento arquitectónico exclusivamente, ya que el planteamiento arquitectónico no se altera; es decir: construimos el edificio con técnicas actuales adaptadas a las nuevas exigencias de eficiencia energética; todo ello con el objeto de evaluar la validez y el comportamiento del planteamiento arquitectónico.

Como consecuencia de lo anterior, se procede a realizar dos hipótesis de configuración a los efectos de observar las diferencias en el comportamiento energético:

Caso 1965: Edificio original, respetando la técnica constructiva de la época.

Caso 2014: Edificio con envolvente térmica adaptada, siguiendo las recomendaciones del apéndice E del DBHE 2013 del CTE.

## Instrumentos utilizados

Este estudio se apoya en la nueva *herramienta unificada LIDER-CALENER* versión 2014, software específico de modelización y verificación del cumplimiento energético de edificios del Ministerio de Fomento del Gobierno de España. El programa realiza una simulación energética horaria del modelo con datos climáticos oficiales y está publicado en la web oficial de Código Técnico de la Edificación.

## Objetivos

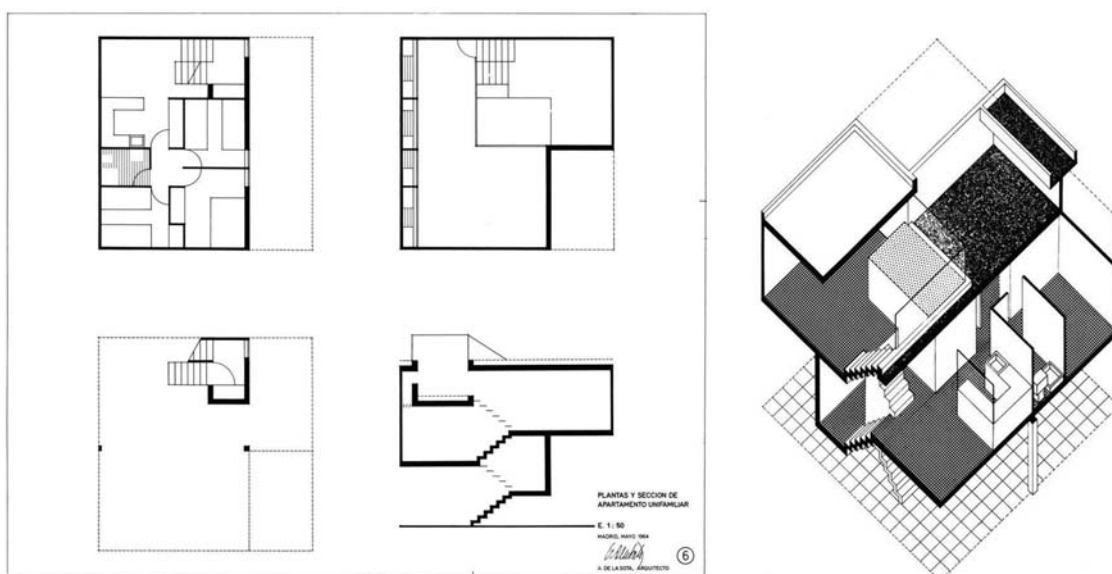
- Realizar un estudio de las técnicas constructivas y los avances tecnológicos incorporados por Alejandro de la Sota así como del tipo modular de la vivienda agrupada.
- Establecer un análisis cuantitativo del comportamiento del edificio bajo una óptica de evaluación energética utilizando herramientas informáticas de modelizado y cálculo energético a nuestra disposición.
- Verificar, en su caso, las mejoras en las condiciones interiores y exteriores funcionales de los edificios en referencia a la ventilación, salubridad, iluminación, orientación solar y comportamiento energético del edificio frente a las soluciones de la arquitectura académica.

### La condición geométrica

La disposición de este tipo de viviendas carece de referentes en la propia obra de Sota y tampoco genera ningún tipo de herencia. Es un tipo que se agota en sí mismo. Correspondería al tipo "palafito" según la clasificación establecido por Miguel Ángel Díaz Camacho<sup>11</sup> en su tesis doctoral las viviendas de de la Sota, donde se establece como precedente formal el trabajo de Marcel Breuer en América: por otro lado cabe decir que este trabajo de Breuer en América es citado en varias ocasiones por Sota como uno de las influencias arquitectónicas que más impactaron. Las viviendas del Mar menor presentan su definición geométrica más precisa en las secciones que se encuentran publicadas en el libro de Ricardo Pemjean y Carmen Martínez Arroyo<sup>12</sup>, pues cuentan con cotas que resuelven ciertas dudas respecto de los niveles de planta. Dicha información se complementa con la información disponible en el archivo de la Fundación Alejandro de la Sota. (Fig. 2)

Por otro lado surgen dudas sobre la disposición del conjunto pues en los planos generales la agrupación es muy densa obligando a una ventilación por patios, en los planos más detallados las unidades se agrupan de cuatro en cuatro y se concatenan a modo de rediente corbuseriano.

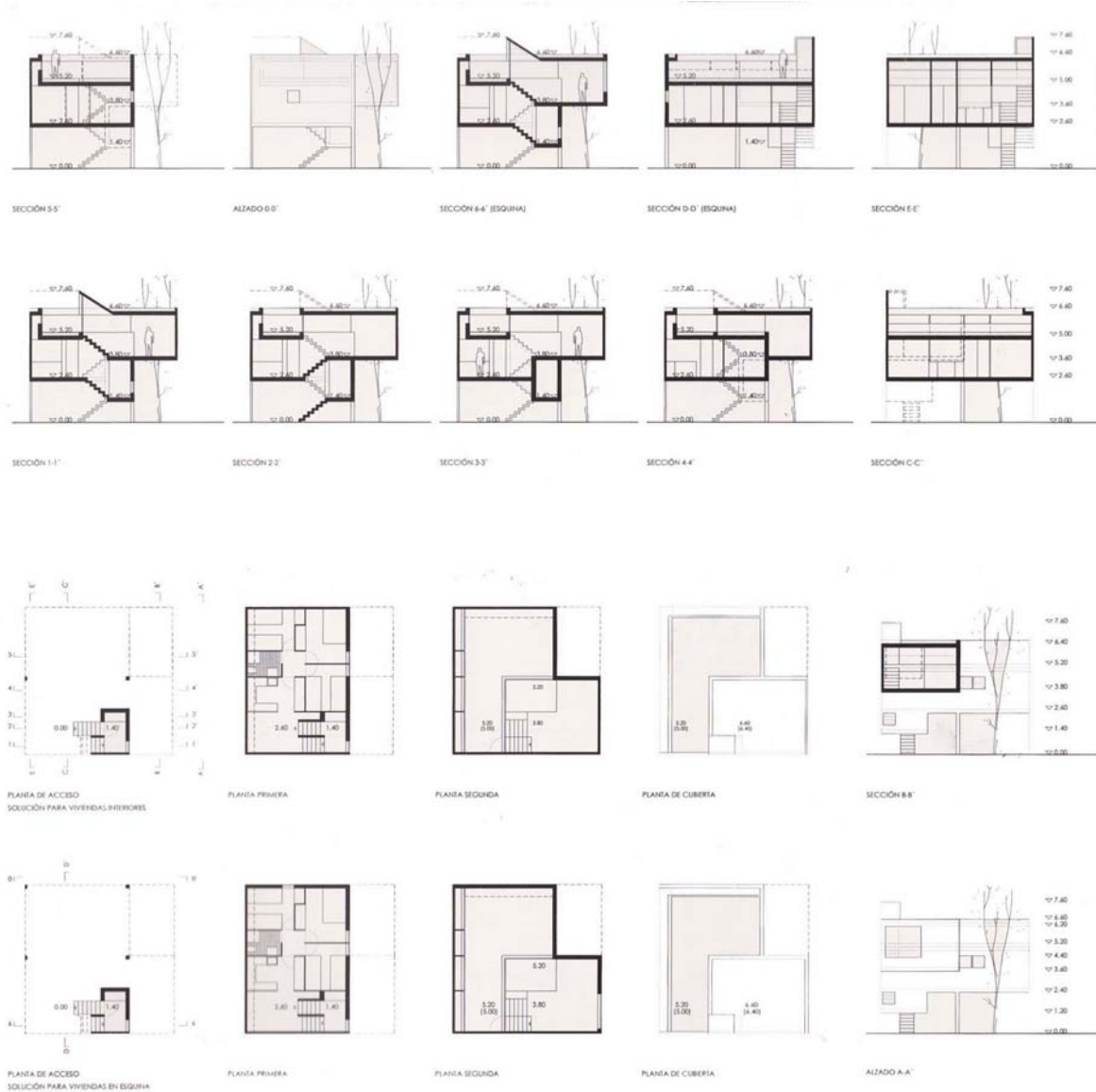
Hay por tanto unidades de esquina –adosadas en dos caras– y otras interiores –adosadas por tres caras–.



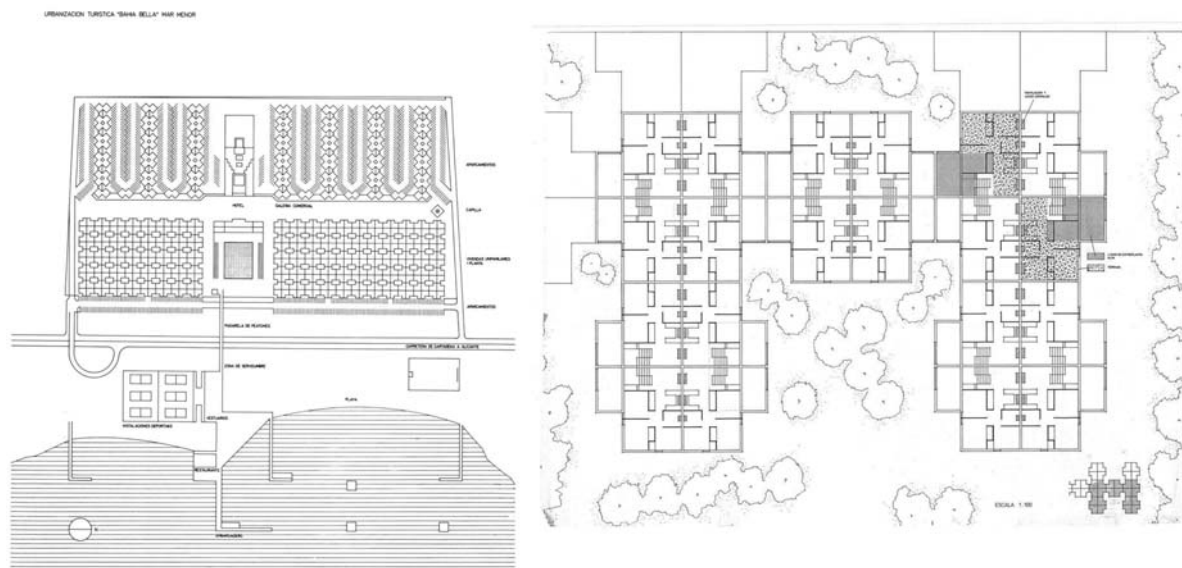
### La condición matérica

La información más precisa sobre el uso del sistema estructural y de cerramiento lo hemos encontrado en la tesis doctoral de Clara Olóriz Sanjuán<sup>13</sup>, que aborda con intensidad y profundidad los aspectos tecnológicos de la arquitectura española de esta década. Nos ha parecido relevante el texto que a continuación se reproduce.

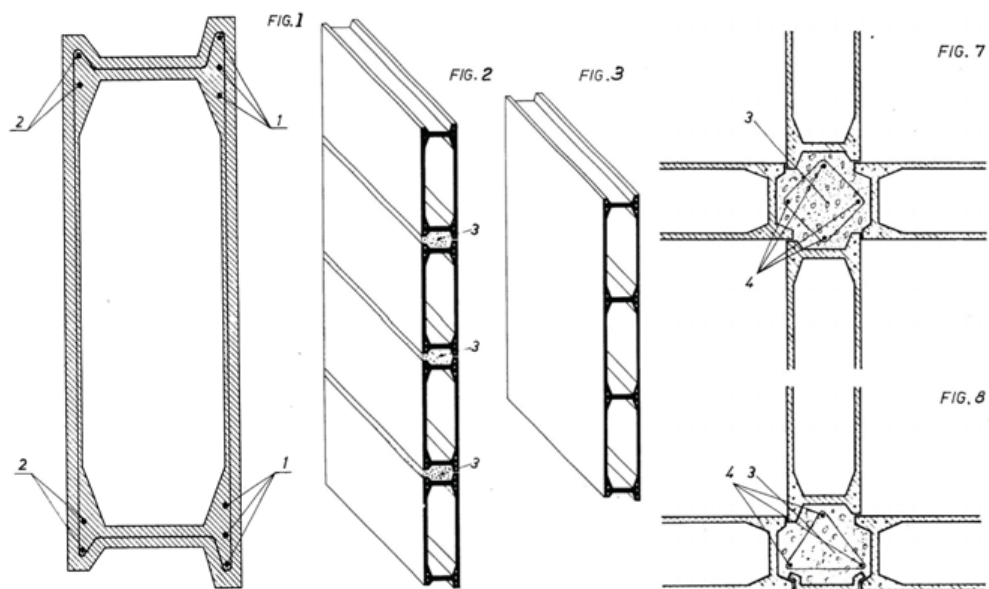
*«Las transformaciones en la materia prima y los medios con los que los arquitectos operan transforman la disciplina en una nueva practica material o 'arquitectura física' en palabras de De la Sota. La utilización del sistema de paneles Horpresa por parte de De la Sota –patente FR1329898A de Julio Garrido– refleja la nueva operatividad derivada del uso de los catálogos industriales que ofrecen un set de componentes o un 'kit de partes' listos para ser ensamblados. En el sistema Horpresa quedan reflejadas las implicaciones de 'proyectar' con el sistema en la síntesis de una nueva sintaxis constructiva o 'arquitectura lógica' de acuerdo a De la Sota y cómo el status de la producción arquitectónica evoluciona desde la noción racionalista del 'edificio como partes' hacia el 'edificio como sistema.»*



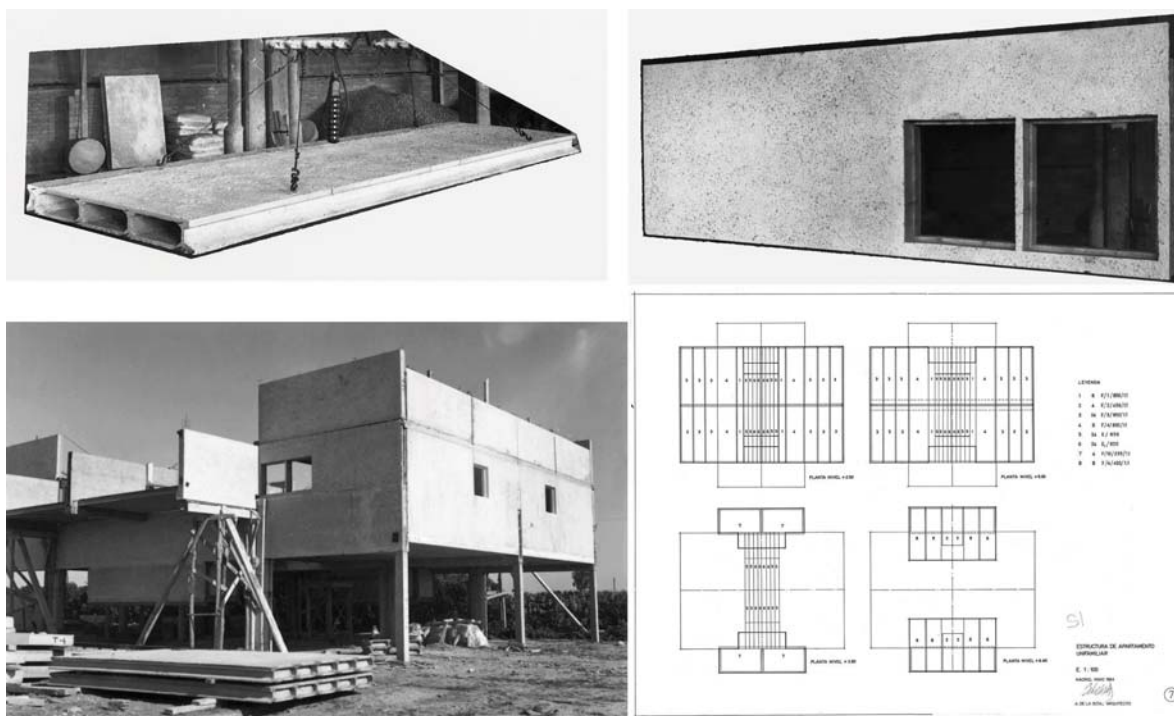
(Fig. 4) Plantas, Secciones y alzados redibujados por Ricardo Penjeam



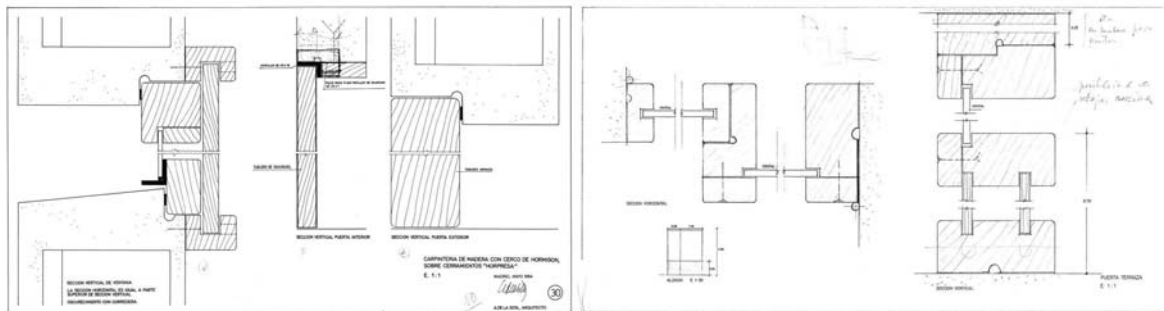
(Fig. 5) Organización del conjunto y la disposición de los módulos de planta viviendas agrupadas. Fundación A. de la Sota



(Fig. 6) Panel prefabricado de hormigón, reproducido de la tesis doctoral de Clara Olóriz Sanjuán



(Fig. 7) Tipo módulo destinado a cerramiento y a forjado, imagen de un módulo en construcción y plano de estructura del proyecto original. Fundación A. de la Sota



Contamos con imágenes de la obra y de los paneles que permiten una aproximación bastante certera sobre las características constructivas de la pieza. Al objeto de complementar la información sobre el cerramiento acudimos a los planos de carpintería que se conservan en la Fundación Alejandro de la Sota.

ig. 9) Modelizado para la simulación energética con la herramienta unificada LIDER CALENER

Pensamos que a partir de estos datos geométricos y constructivos parece posible establecer una hipótesis de atribución de características de comportamiento térmico del cerramiento apto para la modelización.

En la siguiente tabla indicamos las características térmicas de la envolvente energética para los dos casos planteados en las hipótesis.

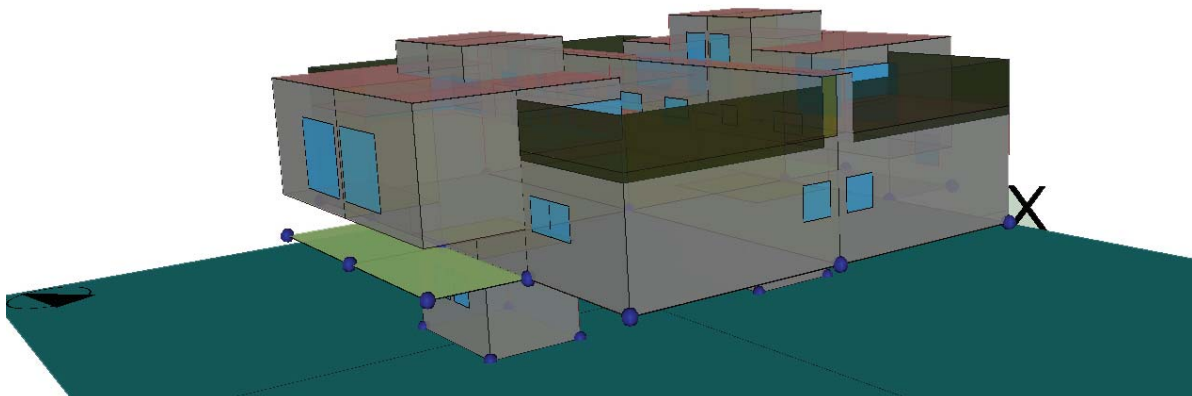
Elemento	Descripción elemento	U (W/m <sup>2</sup> K)	
Fachada	Hoja exterior panel prefabricado de hormigón aligerado y hoja interior de ladrillo hueco simple. Revestimiento continuo interior enlucido de yeso.	U <sub>1935</sub> = 1.62	1965
	Trasdosado con aslamiento intermedio EPS 6 cm y ladrillo hueco 7 cm	U <sub>CTE</sub> = 0,37	2014
Cubierta	Plana ventilada sobre losa alveolar	U <sub>1935</sub> = 0.94	1965
	Aislamiento EPS 7 cm	U <sub>CTE</sub> = 0.30	2014
Suelos	Forjado losa alveolar con solado de terrazo sobre base tradicional	U <sub>1935</sub> = 2.42	1965
	Aislamiento EPS 5 cm	U <sub>CTE</sub> = 0.47	2014
Carpintería	Madera	U <sub>1935</sub> = 2.0	1965
	Madera	U <sub>CTE</sub> = 2.0	2014
Vidrio	Monolítico de 5 mm	U <sub>1935</sub> = 5.70 g = 0.87	1965
	Doble cámara 6 mm argón Bajo Emisivo	U <sub>CTE</sub> = 2.0 g = 0.70	2014

Para el modelo consideramos que cada vivienda tiene los siguientes huecos exteriores basándonos en la información disponible de proyecto: huecos de 0,84x0,84 m<sup>2</sup> en dormitorios exteriores, un hueco de 1,75x2,35 m<sup>2</sup> en el estar, lucernarios como ventilación e iluminación cenital, de 1x0,5 m<sup>2</sup> en dormitorios y cocinas interiores, corridos de 1 de alto en estar y 0.6x0,5 m<sup>2</sup> en baños, según el plano de conjunto. (Fig. 5) Los tipos de esquina dejan un dormitorio con otro hueco de 0,84x0,84 m<sup>2</sup>.

Las ventanas son de madera con vidrio monolítico. El oscurecimiento se plantea con una corredera según se indica en el plano de carpintería (Fig. 8). Puerta de acceso a terraza de 0,70 m. de ancho.

### Modelizado

Se realiza un modelo tridimensional con un programa de modelizado estándar y se atribuye a los elementos de cerramiento –fachados, cubiertas y forjados– las características pertinentes a los efectos de dotarles de las condiciones técnicas que afectan a su comportamiento como aislamiento térmico –espesores y conductividades–. Posteriormente se procede a la simulación climática mediante la nueva herramienta unificada LIDER CALENER, todo ello con el objetivo de cuantificar la demanda energética del edificio. Se considera una zona climática B3 y altitud a nivel del mar, correspondiente a Cartagena. (Fig. 9)



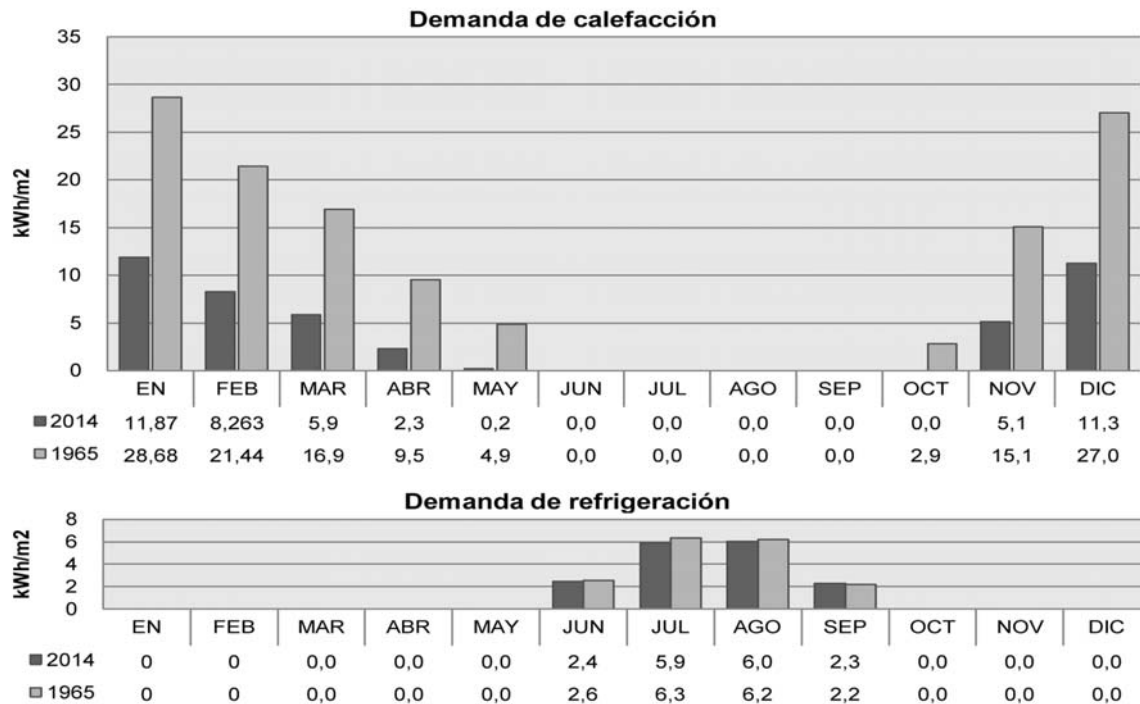


## Resultados

En la figura siguiente mostramos los resultados mensuales de demanda energética de la simulación de los dos casos planteados con el citado programa, analizados en el diagrama comparativo de casos. (Fig. 10)

- Demanda Anual Caso 1965: Calefacción calificación G, 126,40 kWh/m<sup>2</sup>, Refrigeración calificación C 17,32kWh/m<sup>2</sup>

- Demanda Anual Caso 2014: Calefacción calificación D, 44,94 kWh/m<sup>2</sup>, Refrigeración calificación C 16,64kWh/m<sup>2</sup>



## Discusión

A la vista de los resultados se observa lo siguiente:

### Caso 1965, edificio original:

En *invierno* la demanda del edificio original es alta, cuantificada en 126,40 kWh/m<sup>2</sup>. Es un resultado previsible debido a que las transmitancias térmicas de la envolvente del edificio son elevadas y provocan altas pérdidas por transmisión. Sin embargo en *verano*, época del año para la que fueron pensados, la calificación de la demanda de refrigeración "D" arroja un sorprendente dato, 17,32 kWh/m<sup>2</sup>, que hace incluso acercarse al edificio original al cumplimiento de la limitación actual del DBHE 2013, establecida en 15 kWh/m<sup>2</sup>. Este resultado supone una demanda energética estimada muy baja en términos absolutos teniendo en cuenta que las previsiones publicadas por el Instituto para la Diversificación y el Ahorro de la Energía, IDAE, para un edificio de esa época –años sesenta– establecen que la probabilidad más alta es que la calificación que le corresponda sea una "G". Es mucho mejor que lo esperado.<sup>14</sup>

### Caso 2014:

La demanda de invierno desciende hasta 44,94 kWh/m<sup>2</sup>, lo que supone una mejora muy importante en términos relativos, debido a la definición de la envolvente térmica con valores de transmitancia térmica muy bajos. Aún así es alta, tres veces por encima de lo que se le exigiría hoy aplicando el CTE, debido a que la relación superficie/volumen es muy alta y dispara las pérdidas por transmisión.

En verano obtenemos un resultado prácticamente igual que el edificio original, 16,64 kWh/m<sup>2</sup>

El edificio dispone de huecos muy pequeños, salvo el de la zona de estar, lo que provoca una escasa radiación solar en verano, lo cual mantiene baja la demanda. En invierno este tamaño de huecos no favorece a la demanda ya que impide las ganancias energéticas por radiación solar. Los huecos pequeños llevan a un escaso aprovechamiento de luz natural o vistas sobre el mar.

## Conclusiones

1. El edificio original obtiene una clasificación muy alta dentro de su marco temporal.
2. Se puede inferir que la mejora de calidad en los materiales y sistemas constructivos no resulta un factor determinante en el comportamiento del edificio en la estación del año para la que fue proyectado.
3. Las estancias iluminadas y ventiladas cenitalmente, sin huecos en fachada o patio, disminuyen la demanda energética ya que no tienen fachada recayente al exterior pero provocan una deficiente iluminación y ventilación. Este aspecto no es evaluado actualmente por las herramientas oficiales del Ministerio de Fomento en España, por lo que no empeora el resultado.
4. El proyecto se acerca a los requisitos energéticos exigibles hoy día acercándose al cumplimiento de los exigidos para el verano, comportándose muy por encima de la media estimada por el IDAE para edificios de la época, lo que permite afirmar que su diseño, analizado según su comportamiento energético, es adecuado para el uso previsto.

## Notas

- 1.- Navarro Baldeweg, J. (2006). Alejandro de la Sota construir, habitar.
- 2.- Curtis, William J.R. *Modern Architecture Since 1900* (La arquitectura moderna desde 1900, 1982; posteriormente ampliado y revisado en 1987 y 1996).
- 3.- Frampton, Kenneth. *Historia crítica de la arquitectura moderna* (9ª edición), 1998.
- 4.- Benevolo, Leonardo. *Historia de la arquitectura moderna*. (8ª edición) 2002.
- 5.- Miranda, Antonio. *Un canon de arquitectura moderna [1900- 2000]*. (1ª edición), 2005.
- 6.- publicado originalmente en *Arquitectura* nº 26, febrero de 1961.
- 7.- Publicado originalmente en *Arquitectura* nº 111, febrero de 1968.
- 8.- Rodríguez Cheda, José Benito. Alejandro de la Sota. *Construcción, idea y arquitectura*. 1994
- 9.- Cabeza Gozález, Manuel. Tesis doctoral: "Criterios Éticos en la Arquitectura Moderna Española Alejandro de la Sota – Fco. Javier Sáenz de Oiza", director de la tesis Dr. D. Vicente Más Llorens, leída en la Universidad Politécnica de Valencia, abril 2010
- 10.- Título de un poema de Cesare Pavese que recuerda la frase de Sota "trabajar sin ganas"
- 11.- La casa Domínguez. Alejandro de la Sota .*Construir-habitar*. Tesis doctoral dirigida por el Dr. Rodrigo Pemjean Muñoz y Leida en la E.T.S.A de Madrid en 2012.
- 12.- Pemjean, Ricardo, y Martínez Arroyo, Carmen. Alejandro de la Sota: cuatro agrupaciones de viviendas: Mar Menor, Santander, calle Velázquez y Alcudia. 2006
- 13.- Olóriz Sanjuán, Clara. Tesis doctoral: "*Proyectar con la tecnología. Sistemas de producción en la arquitectura española de los 1950-60s.*" Directores Tesis: Marina Lathouri PhD. Architectural Association y Dr. Carlos Naya Villaverde, E.T.S.A Universidad de Navarra. Leída en la E.T.S.A. Universidad de Navarra en junio de 2012.
- 14.- Según se indica en la publicación del IDAE "*Escala de calificación energética para edificios existentes*".

## Bibliografía

- BENEVOLO, L. *Historia de la arquitectura moderna*. (8ª ed.) Editorial Gustavo Gili, Barcelona 2002.
- CABEZA GOZÁLEZ, M. Tesis doctoral: *Criterios Éticos en la Arquitectura Moderna Española. Alejandro de la Sota–Fco. Javier Sáenz de Oiza*, Ed. UPV. Valencia 2010
- CURTIS, WILLIAM J.R. *Modern Architecture Since 1900* (La arquitectura moderna desde 1900) Londres: ed. Phaidon, 1982, ampliado y revisado en 1987 y 1996.
- DE LA SOTA, A. *Alejandro de la Sota. Escritos, conversaciones, conferencias* (1ª ed). Ed. Gustavo Gili; Barcelona 2002.
- FRAMPTON, K. *Historia crítica de la arquitectura moderna*. (9ª edición), Ed. Gustavo Gili, Barcelona 1998.
- MIRANDA, A. *Un canon de arquitectura moderna [1900- 2000]*. (1ªed.) Ed. Cátedra, Madrid 2005.
- NAVARRO BALDEWEG, J. Alejandro de la sota. *Construir, habitar*. Ed. Minerva; Madrid 2006. 117p
- OLÓRIZ SANJUÁN, C. Tesis doctoral: *Proyectar con la tecnología. Sistemas de producción en la arquitectura española de los 1950-60s*. Ed. Universidad de Navarra. Pamplona 2012.
- PEMJEAN, R., MARTÍNEZ ARROYO, C. *Alejandro de la Sota: cuatro agrupaciones de viviendas: Mar Menor, Santander, calle Velázquez y Alcudia*. Ed. Colegio Oficial de Arquitectos de Castilla la Mancha. Toledo 2006
- RODRÍGUEZ CHEDA, J. B. *Alejandro de la Sota. Construcción, idea y arquitectura*. Ed. COAG, Coruña 1994.

## Biografía

**Pedro Antonio Díaz Guirado** es arquitecto por la ETSAV en 2002 colegiado en COAMU. Máster en Patología e Intervención en la edificación por la UCAM y doctorando en el Departamento de Ciencias Politécnicas-UCAM, (título tesis "*Energía, entropía, arquitectura: análisis energético de la arquitectura del Movimiento Moderno. Del GATEPAC al NZEB*") G.I. TECNOS.

Profesor de la Escuela de Arquitectura e Ingeniería de edificación de la UCAM en Grado y Máster y arquitecto del CAT del COAMU. Ejerce libremente la profesión desde 2003 obteniendo los siguientes reconocimientos destacados:

- Accésit concurso Cátedra Blanca organizado por la ets. Arquitectura de Valencia y Cemex, 2001
- Primer premio Arquitectura Bioclimática en los III Premios de la Energía de la Región de Murcia", 2006
- Mención XIV Premios de Arquitectura de la Región de Murcia
- Propuesto al premio de arquitectura española de 2011.
- Premio en las ediciones XV y XVI Premios de Arquitectura de la Región de Murcia

**Ángel Allepuz Pedreño** es arquitecto por la ETSAM en 1993 con sobresaliente el P.F.C., Especialista Universitario en Patología e Intervención en el Patrimonio Edificado, ha cursado estudios de doctorado en las EE.TT.SS.A. Madrid y Valencia (94-95 y 98-99) y actualmente es cursa Master en Arquitectura y Urbanismo Sostenibles de la Universidad de Alicante. Ejerce la docencia como profesor en el Dept. Expresión Gráfica y Cartografía- E.P.S. U. Alicante,, tutor de P.F. Carrera, el Grado en arquitectura en Dibujo II y Miembro del tribunal de P.F. carrera, grado Arquitectura, 2006-08. Es arquitecto municipal en Benferri. Ejerce libremente la profesión desde 1993 donde ha obtenido los siguientes reconocimientos:

- Premio de arquitectura "Juan Vidal 2007"
- Primer accesit, premio de arquitectura "Juan Vidal 2010"
- Premio de Arquitectura de la Region de Murcia- XVI edición
- Propuesto al premio de arquitectura española de 2011.
- Premio de arquitectura de la region de murcia- XVII edición

Esta comunicación forma parte de los trabajos de investigación que se están llevando a cabo para el desarrollo de la tesis doctoral de Pedro Antonio Díaz Guirado, "*Energía, entropía, arquitectura*" dentro del grupo TECNOS (I.P. J. Roldán Ruiz), formando parte del programa de doctorado del Departamento de Ciencias Politécnicas de la Universidad Católica San Antonio de Murcia, UCAM.

---