

fermin estudio  
arq blanco

[www.ferminblanco.com](http://www.ferminblanco.com)

# GZ/10

experimental prototype  
[www.ferminblanco.com](http://www.ferminblanco.com)

# GZ-10

## Gronzo

Fermin Blanco. Arquitecto  
[www.ferminblanco.com](http://www.ferminblanco.com)

Prototipo de vivienda unifamiliar

Dirección de obra

Luis Miguel Fernández  
Javier López Da Vila

Fabricación de paneles  
POSTELECTRICA FABRICACION

Montaje  
MARCOS CARREIRA

Carpintería de Aluminio  
QUINTAPLAST

### SEGUIMIENTO DOCUMENTAL

Alex del Río. Fotografía

David Plaza y Sonia Otero. Edición

Eduardo Estévez. Operador

Edilberto Viéito. Diseño Gráfico

### FOTOS FINAL DE OBRA

Héctor Santos-Díez (HSD)  
Estudio Fermin Blanco (EFB)

## **Gz/10.Un prototipo experimental de vivienda unifamiliar.**

### **Aplicación práctica de la última patente de Miguel Fisac.**

#### Resumen.

Investigación planteada como parte práctica y complementaria de la tesis doctoral: Los "huesos" de Fisac; la búsqueda de la pieza ideal. La tesis analiza los inventos patentados del arquitecto Miguel Fisac. Un análisis exhaustivo de estas patentes permite descubrir la evolución de la obra y del pensamiento del maestro manchego que termina por condensarse en su última patente, un sistema aun vigente y que el arquitecto bautiza como "arquitectura vertida". Fisac fallece en 2006 sin ver la aplicación práctica de su último invento. Este hecho servirá de base al presente trabajo que tiene por objetivo desarrollar esta patente en el campo de la vivienda unifamiliar de bajo coste. Se plantea un caso práctico real que servirá como campo de pruebas para analizar las posibilidades y limitaciones del sistema. La metodología y conclusiones permiten ver en conjunto, la evolución del pensamiento de Miguel Fisac y al tiempo establecer un recorrido por la tradición constructiva española más reciente y su estrecha relación con la realidad actual.

#### Palabras clave

Prefabricación, prototipo, arquitectura vertida, encofrado permanente, vivienda.

Gz/10. An experimental prototype of single-family housing.

Practical application of architect Miguel Fisac's last patent

#### Summary

This investigation arose as a practical and complementary part of the PhD thesis: Fisac's "bones"; the search for the ideal piece. The thesis analyzes Miguel Fisac's patented architectural inventions. An exhaustive analysis of his patents allows for the discovery of the evolution of Fisac's work and the Spanish master's thought processes. They crystallized in his last and still current patented system which the architect baptized as "Poured Architecture". Fisac dies in 2006 without seeing a practical application for his last invention. This is the basis to the present work, whose aim is to develop Fisac's patent in the field of low cost single-family housing. A real practical case was developed which served as testing ground to analyse the possibilities and limitations of the system. The methodology and conclusions allow us to visualize as a whole the evolution of Miguel Fisac's thought processes, whilst covering Spain's most recent building tradition and its relationship with current reality.

#### Keywords

Precast, prototype, poured architecture, permanent form, housing.

**Arquitectura vertida**, es el nombre comercial de la patente ES 2 1418 024, la última de las patentes del arquitecto Miguel Fisac y es al mismo tiempo un refundido de todas las anteriores, tiene la característica de ser vigente en nuestros días y también la de condensar en documento único la visión de un arquitecto que ha visto evolucionar desde los años cuarenta a la actualidad las circunstancias de la construcción en España.

El día 6 de Febrero de 1996 se presenta esta patente (cuya aprobación definitiva data del día 1 de Octubre de 2000), en la que Miguel Fisac no sólo propone un nuevo procedimiento para la construcción de viviendas y similares sino que denuncia la situación del momento, dando una visión crítica sobre el estado de la prefabricación de viviendas, tema que a su entender no fue abordado con la seriedad merecida.

La industrialización en España de la construcción prefabricada no se ha planteado con seriedad, ya que por un lado exige grandes costos de instalación, y por otro lado un equipamiento de transportes caros, así como el elevado precio del royalty de patentes extranjeras.

Asimismo hay que tener en cuenta que el alto costo de la vivienda en nuestro país, tiene tres factores negativos que son: el alto precio del suelo, el alto precio del dinero, y la construcción artesanal, cada día peor y sin control de calidad. Es decir, la construcción artesanal es muy cara, con mínimo control de calidad y con un bajo rendimiento; a lo que hay que añadir el desorden e improvisación que hoy se padece en la ejecución de una obra y, principalmente, en las viviendas económicas de bajo costo. (1).

Estas declaraciones deben entenderse principalmente dentro del ámbito de la edificación residencial, dónde se centran sus primeras aproximaciones a la prefabricación y a la producción en serie de elementos constructivos. Si bien gran parte de sus realizaciones se debieron a elementos de cubierta para edificios industriales, religiosos o educativos, Fisac siempre trató de llevar estas experiencias al campo de la edificación residencial aunque con escaso éxito. Como el propio arquitecto solía decir las soluciones para el siempre presente problema de la

vivienda se convirtieron en su "gran espina".

Será al final de su trayectoria profesional cuando plantee un nuevo sistema dónde abandona el modelo de pequeñas piezas independientes, tan estudiadas y aplicadas por él mismo desde los años sesenta. El modelo propuesto se define a continuación:

El procedimiento que se preconiza no tiene otra finalidad que la de resolver toda esa problemática, permitiendo construir viviendas y similares, basándose en la prefabricación de componentes o partes que van a determinar los paramentos de la construcción.

Más concretamente, el procedimiento de la invención consiste en realizar paneles ligeros, planos o no, de material idóneo y con sus instalaciones adheridas a lo que se considerará la cara interior de los mismos, instalaciones que se corresponderán a las de electricidad, fontanería, desagües, calefacción, aislamiento, etc., todo ello de manera tal que dichos paneles se utilizarán, una vez montados en obra, como encofrados permanentes, colocando a continuación la estructura de acero de redondos necesaria para, en ese molde obtenido, verter hormigón en su estado pastoso. (2).

Es decir que el hueco que durante años Fisac se preocupó de resolver técnica y formalmente para aumentar sus prestaciones en forma de piezas prefabricadas, pasa en su última patente al interior de los elementos resistentes. La patente se convierte en encofrado. Si ya los encofrados dieron lugar a las primeras piezas pretensadas de los años sesenta, comercializadas con el nombre de "huesos", son ahora los encofrados los que permiten al arquitecto presentar un nuevo modelo constructivo que sigue siendo ligero, pues el pesado hormigón viaja en hormigonera al modo tradicional, y los paneles se desplazan a obra en transportes ordinarios.

En definitiva, el proceso de construcción de la invención se basa en llevar fragmentadas, ligeras y planas, las partes visibles y estructurales que han de componer la obra y que se pueden construir fuera del solar, y lo que serán las partes pesadas y estructurales de hormigón, verterlas pastosas traídas en contenedores, tal y como se preparan convencionalmente. (3). Las reivindicaciones de la patente se resumen en tres puntos;

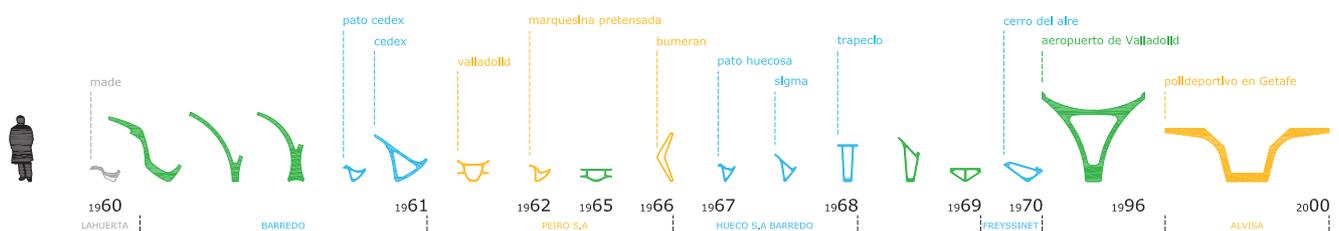
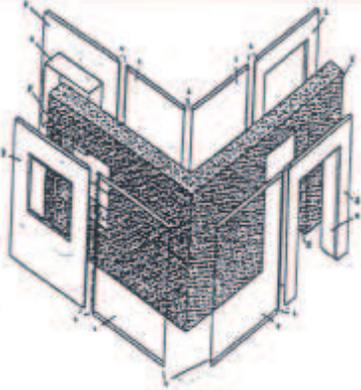


Figura 1. Esquema evolutivo de las diferentes vigas-hueso ordenadas cronológicamente.

ESPAÑOLA DE PATENTES OFICINA  Y MARCAS		DATOS DE PRIORIDAD 21 NUMERO      22 FECHA      23 PAIS		A1 16 PATENTE DE INVENCION 20 NUMERO DE PUBLICACION <b>P9700241</b>
24 FECHA DE PRESENTACION <b>6-Febrero-1.997</b>				
27 SOLICITANTES: <b>DON MIGUEL FISAC SERNA</b> DOMICILIO <b>C/. Cerro del Aire s/n 28050-MADRID</b>		NACIONALIDAD <b>ESPAÑOLA</b>		
28 INVENTORES: <b>EL SOLICITANTE, de nacionalidad española.</b>				
29 TITULARES:				
31 N.º DE PUBLICACION	32 FECHA DE PUBLICACION	33 PATENTE DE LA QUE ES DIVISIONARIA		
34 INT. CI.				
34 TITULO  <b>"PROCEDIMIENTO DE CONSTRUCCION DE VIVIENDAS Y SIMILARES"</b>				
				
37 RESUMEN (IMPORTACION VOLUNTARIA, SIN VALOR JURIDICO) <b>PROCEDIMIENTO DE CONSTRUCCION DE VIVIENDAS Y SIMILARES</b> <p>El procedimiento consiste en fabricar paneles ligeros, planos o no, con su cara considerada como externa con un acabado tal que constituya en cada caso, y una vez colocados esos paneles en obra, la superficie externa e interna de los paramentos que van a formar los propios paneles, los cuales se colocan en obra separados entre si y con la fijación de las distintas instalaciones de fontanería, electricidad, aislamiento y similares, vertiendo en el espacio entre los paneles hormigón pastoso, obteniéndose así una construcción de hormigón armado en donde los paneles constituyen por un lado un encofrado permanente y por otro los paramentos interno y externo correspondientes. Tales paneles ligeros contarán, en aquellos casos que se requiera, con huecos para puertas y ventanas. Fig. 1.</p>				

1. Procedimiento de construcción de viviendas y similares, que estando concebido para poder realizar cualquier tipo de edificación de una o varias plantas, tanto para conseguir viviendas como cualquier otro tipo de construcción en hormigón armado esencialmente caracterizado porque consiste en obtener en cualquier lugar una serie de paneles ligeros de material adecuado para constituir en la construcción definitiva los paramentos internos y externos de la misma, efectuando seguidamente la fijación por cualquier sistema convencional de las instalaciones correspondientes a electricidad, fontanería, desagüe, aislamiento y otras, para a continuación disponer esos paneles "in situ" separadamente para determinar un espacio entre ellos, en el que se dispone la correspondiente armadura metálica y se rellena con hormigón pastoso, obteniendo paredes en las que los paneles ligeros constituyen un encofrado permanente y los paramentos interior y exterior, con su adecuado acabado.

2. Procedimiento de construcción de viviendas y similares, de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado porque los paneles ligeros cuentan con los correspondientes huecos para ventanas y/o puertas así como medios de acoplamiento entre los mismos.

3. Procedimiento de construcción de viviendas y similares, de acuerdo con las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque los paneles ligeros son susceptibles de ser o no planos y cuentan en sus huecos para puertas y ventanas con un faldón o pestaña perimetral de retención del hormigón, al objeto de conseguir en éste los correspondientes huecos complementarios.

Para entender el desarrollo intelectual de la patente es necesario estudiar la propia evolución de la obra y patentes de Miguel Fisac, sus virtudes y sus defectos. Desde principios de los años sesenta el arquitecto manchego desarrolla patentes con vistas a un mercado de la construcción que le da la espalda, hablamos de sus conocidas vigas-hueso. (Fig 1)

Las vigas-hueso son las piezas prefabricadas más conocidas de su trayectoria pero no dejan de ser la punta del iceberg de otras patentes no desarrolladas para la ejecución íntegramente prefabricada de edificios desde cimentación a cubierta. De este modo las patentes de 1965 y 1969 para edificios de viviendas o edificios dotacionales y oficinas respectivamente ahondan en este objetivo.

Con frecuencia Fisac hace referencia a su gran espina, el problema de la vivienda. Desde sus casas experimentales de renta limitada (1956), sus diferentes proyectos en el campo de la vivienda se vieron generalmente truncados y de todas sus múltiples patentes son precisamente aquellas que hacen referencia a la vivienda colectiva de bajo costo las que no ha conseguido llevar a cabo.

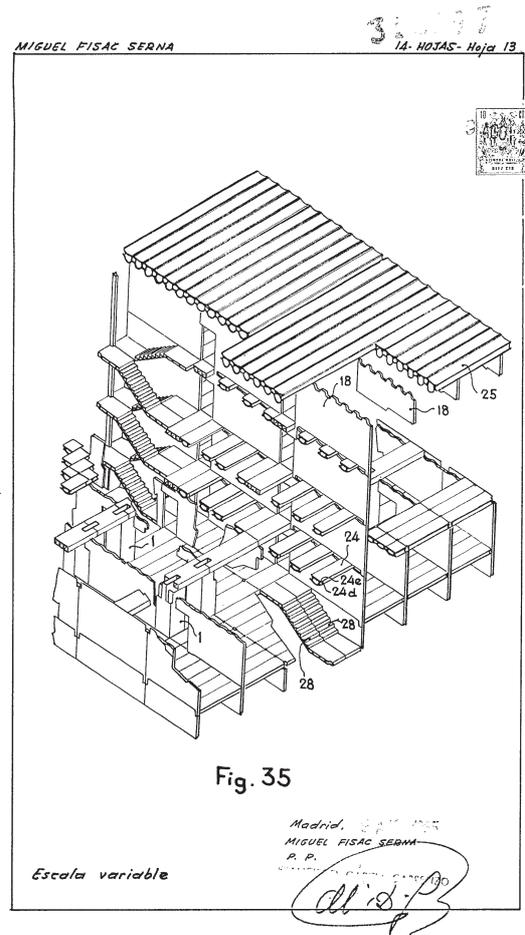


Figura 2. Patente a nombre de Miguel Fisac, 1965. "Sistema para la construcción de edificaciones mediante elementos prefabricados con funciones arquitectónicas y resistentes conjuntas".

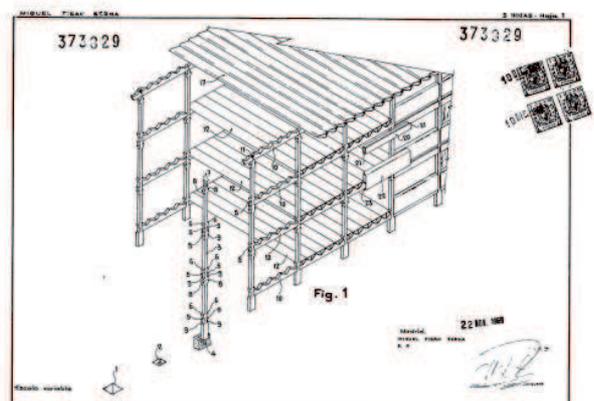


Figura 3. Patente a nombre de Miguel Fisac, 1969. "Sistema de construcción de edificaciones mediante elementos prefabricados de hormigón".

Fisac no sólo patentó durante la década de los años sesenta piezas estructurales de cubierta. Dos patentes de prefabricación integral nunca utilizadas en la práctica también preocuparon al autor.

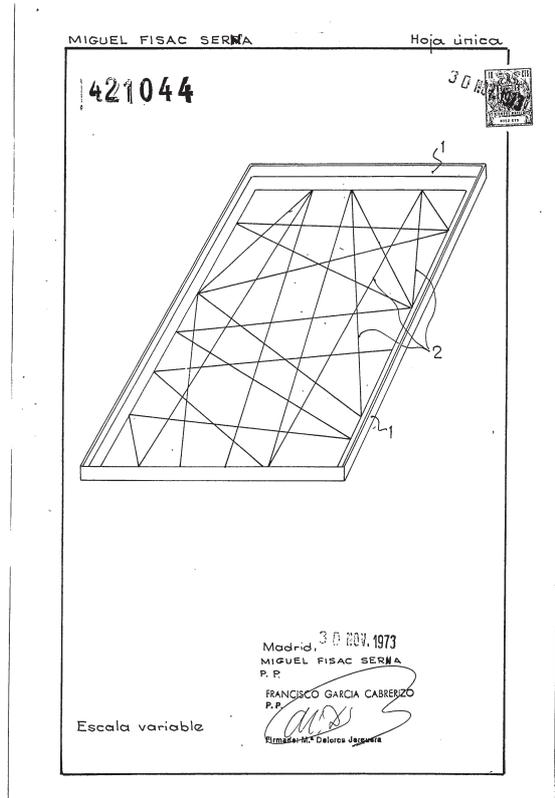
La patente 316297 (5) de 1965 (Fig 2) era una propuesta de prefabricación completa de un edificio especialmente destinado a vivienda, evolución de la patente 304812 de 1964. En este caso la prefabricación incluía todos los elementos necesarios desde la cimentación hasta la cubierta o los paneles de fachada, de modo que se obtenía no sólo la estructura sino también el acabado final de la obra. La memoria de la patente dice así;

Sistema para construcción de edificaciones mediante elementos prefabricados con funciones arquitectónicas y resistentes conjuntas, caracterizado porque cada uno de los elementos componentes del mismo presentan una función arquitectónica, definida por su posición relativa en la estructura de la que forma parte y una función mecánica que está integrada con la correspondiente función mecánica de los restantes elementos para determinar la estructura resistente del edificio, cuyas funciones arquitectónicas y resistentes de la estructura son inseparables al estar incorporadas una a otra por medio de los citados elementos, los cuales se encuentran ligados entre si mediante anclaje y apoyo de uno sobre otro en forma tal que se obtiene la adecuada estabilidad de la edificación.

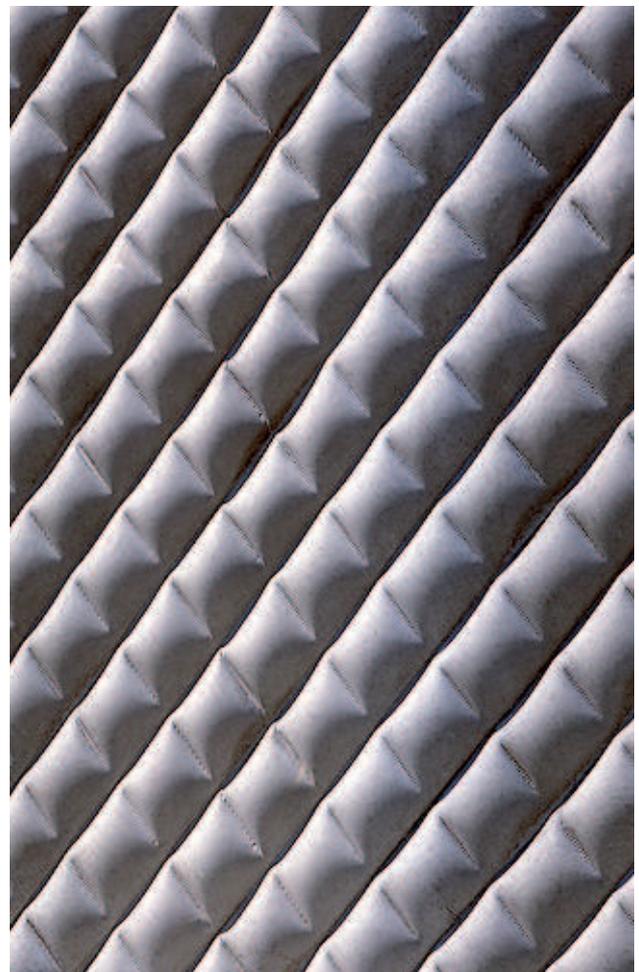
Todas las piezas se proyectan con los bordes preparados para acoplar entre ellos, y llegan a obra preparadas para servir de acabado. Dentro del proceso de fabricación se penalizan las piezas especiales, por eso trata de reducirlas al mínimo. En esa preocupación por reducir el número de elementos distintos surgirá la patente 373829 de 1969, (Fig 3) donde se ofrece un sistema parecido al anterior orientado a edificios educativos o de oficinas, según figura en la memoria.

La estructura consta fundamentalmente de cuatro elementos distintos entre los cuales los pilares son elementos de sección rectangular realizados en hormigón con armaduras de acero salientes en sus extremos para formación posterior de los nudos y escalonamientos a niveles adecuados para apoyo de las vigas y otros elementos estructurales y de cerramiento, presentando en los escalonamientos de apoyo de las vigas unas asas de armadura para formación de los correspondientes nudos.

Otro elemento fundamental son las vigas que presentan un dentado superior que constituye las superficies angulares de asiento de los elementos tubulares de sección triangular que forman los forjados y la cubierta. Dichos elementos tubulares de sección triangular constituyen los otros dos elementos fundamentales.



Figuras 4 y 5. Patente a nombre de Miguel Fisac, 1973, "Sistema de encofrados flexibles para hormigón". Y su realización práctica.



Cuando Fisac plantea estas soluciones, dentro del campo de la prefabricación cuenta como apoyo fundamental con las experiencias de fabricantes que son al tiempo sus habituales colaboradores en estas experiencias. Si la experiencia a gran escala de Construcciones Barredo es el pilar en que se basan gran parte de las vigas-hueso, la experiencia paralela de PeiróSA en el campo de la edificación no es menos importante. Fisac se apoya en uno o en otro en función de los encargos, para finalmente desarrollar la pieza de Cerro del Aire en solitario. Esta que a la postre sería la última de las vigas huecas de la serie realizada en los años sesenta.

Ninguna de estas patentes de prefabricación integral fue llevada a la práctica, sin embargo Miguel Fisac mantiene sus ideas acerca de la prefabricación y sobre todo la mano de obra en la construcción. Mano de obra que el arquitecto ha visto evolucionar desde sus primeras obras para el CSIC en plena posguerra española, pasando por los años cincuenta, la sofisticación de los sesenta y el gradual deterioro en los años setenta y ochenta. Sus referencias a la baja calidad de la mano de obra, la casi desaparición del artesano, del especialista..., configuran su visión pesimista sobre este punto, por otro lado fundamental en todo proceso constructivo.

Estos pensamientos derivarán a lo largo de los años en un progresivo interés por la prefabricación y el moldeo del hormigón. Si a partir de la patente de encofrados flexibles número 421044 (6) (Fig 4 y 5), Fisac llega al convencimiento de ser esa textura la propia del material, su interés por la prefabricación se desarrolla paralelamente. De hecho pocos son los casos en que esas formas se ejecutan in situ, como por ejemplo será el caso de su vivienda en Daimiel, que el arquitecto presume de ejecutar no sólo in situ sino personalmente.

Fruto de estas convicciones surge la patente de 1983, titulada Sistema de fabricación de elementos de fachada para la construcción (7). Se trata de la prefabricación de los sistemas de encofrados flexibles ya patentados por Fisac en este caso especificando claramente su fabricación como elementos prefabricados de gran originalidad, simplicidad de ejecución y economía tal y cómo se defiende en la memoria de la patente:

Con el procedimiento objeto de la presente invención la cara vista del hormigón una vez fraguado, presenta un aspecto totalmente nuevo y diferente al que se logra con los sistemas convencionales, presentando unos abombamientos, pliegues, arrugas y en general una serie de irregularidades que ofrecen a los elementos de hormigón fabricados según este procedimiento, un efecto nuevo desconocido hasta ahora con unos aspectos decorativos y ornamentales totalmente originales y con una ilimitada combinación de formas y dibujos, lo que unido al hecho de que con el presente procedimiento no se precisa



Figura 6. El interés de Fisac por los procesos de fabricación sirve de base a sus investigaciones. En estas imágenes de archivo se observan diferentes procesos vinculados a sus patentes; desmoldeo de las piezas de HUECOSA. Vic.1969 (Fig 6). El encofrado de los pilares prefabricados o recorriendo las vigas de cubierta de Getafe. (Figs 7 y 8). Getafe. 2000.



Figura 7.



Figura 8.

de una mano de obra cualificada y a la baratura de los elementos que componen los moldes, hacen de la presente invención un procedimiento de gran originalidad y bajo coste, presentando la textura de la superficie del elemento de fachada una brillantez y lisura no conseguida con los encofrados tradicionales.

Diez años después de la desaparición de los huesos, Fisac fabrica paneles de fachada tal y cómo lleva haciendo desde principios de los años sesenta con sus fachadas curvas de hormigón pero con la peculiaridad de añadirles la textura irregular y el acabado brillante fruto de sus investigaciones estéticas.

La estética proviene de la fabricación, del conocimiento de los procesos de encofrado y prefabricación, por eso las reivindicaciones de la patente no hacen referencia al acabado final del producto sino al sistema de fabricación:

Sistema de fabricación de elementos de fachada para la construcción, caracterizado porque en una fase inicial se procede al vertido del hormigón en estado plástico sobre una lámina flexible de plástico, tal como polietileno traslúcido, cuya flexibilidad debe ser suficiente para crear pliegues y dobleces en la forma que tome el hormigón y cuya lámina flexible está colocada sobre una estructura portante y rígida de contorno, complementándose esa fase de vertido con la utilización de un plastificante durante el amasado del hormigón y porque en la fase posterior se procede a una vibración del conjunto del molde y hormigón durante un periodo de tiempo comprendido entre 2 a 4 minutos, procediéndose a continuación a su fraguado durante 24 a 36 horas, desmoldeándose a continuación el elemento. (Fig 5).

Volvió a pasar otra década hasta que el panel se haga doble y se convierta en la última de las patentes de prefabricación integral propuestas por Fisac. Como si de una teoría evolucionista se tratara los huesos evolucionan lentamente durante los años sesenta, se convierten en paneles encofrados de modo flexible en los años setenta y ochenta, hasta que en los noventa el panel se duplica convirtiéndose de este modo en encofrado propiamente.

El interés de Fisac por la prefabricación choca con las limitaciones de un país que no apuesta por estos sistemas y con la cruda realidad de las juntas, las tolerancias de fabricación o las calidades del material. La investigación se realiza además a golpe de encargo sin apoyos empresariales que terminen por desarrollar el sistema. Tan sólo Huecosa, empresa formada para satisfacer las necesidades constructivas del Grupo industrial Colomer, supone un periodo de investigación fértil en las piezas de cubierta. Sin embargo la corta vida de la empresa sumado a las marcadas necesidades industriales no sirvieron para dar el salto al campo de la vivienda, ni tampoco para extender la investigación práctica al resto de elementos de la edificación. (Fig 6 al 8).



Figura . Imágenes de Peiro SA empresa de prefabricados con sedes en Valencia y Madrid que desarrollarán durante estas décadas sus productos de hormigón prefabricados para el mercado de la vivienda.

Dejando a un lado la pieza como solución constructiva y el avance de los medios tecnológicos desde entonces, la historia de la viga-hueso viene marcada por el exceso de personalización en el diseño de la pieza. En este sentido la propia forma aparentemente escultural juega en contra de las leyes del mercado. El producto constructivo debe ser un producto anónimo capaz de ser apropiado e intervenido por cualquier profesional, los huesos sin embargo son piezas excesivamente identificadas con su autor. Una de las virtudes no citadas en la memoria de la última patente hace referencia a este aspecto, tanto los encofrados flexibles como Arquitectura Vertida suponen un tratamiento del material de acabado que abre un abanico desde el anonimato del panel liso a la total personalización del mismo gracias a una simplificación del proceso constructivo. Este punto ha sido valorado por los profesionales del marketing como más crucial de lo que pueda parecer. Este y el resto de aspectos han sido objeto de análisis detallado y tabulado en la tesis doctoral (8).

Repasada la trayectoria de los inventos y patentes, se llega a Arquitectura Vertida, la última patente que debe ser entendida, como un refundido de toda una carrera profesional. Los catálogos actuales no muestran las vigas-hueso entre los productos de cubierta ni forjado, podemos hablar de ellos como una especie extinguida, y sin embargo sus principios los hallamos en otro producto llamado Arquitectura Vertida, que se encuentra en el mercado a la espera de ser utilizado por los profesionales.

Esta patente ha sido desarrollada desde entonces por el estudio de Sánchez- Mora y González Carcedo últimos colaboradores del arquitecto, quienes celosamente han conseguido velar por los valores originales que se encierran en este documento. En la actualidad dos edificios de vivienda el primero en Vallecas (de promoción pública) y el segundo en Albacete (de promoción privada) comienzan el desarrollo práctico del modelo. Se trata de la primera de las patentes destinadas a vivienda colectiva de Fisac que se construya. Y aunque la patente no especifica material será nuevamente el hormigón el material elegido para estas soluciones.

### La influencia internacional

Las experiencias de Miguel Fisac a nivel nacional se identifican paralelamente con las experiencias de PeiroSa de las que se nutre y con quién colabora, otras empresas coetáneas como Pacadar u Horpresa también tratan de desarrollar productos basados en los mismos principios. Paneles prefabricados de hormigón, aligerados, pretensados... Su uso sin embargo no llegó a ser generalizado en España y sus ejemplos, algunos de altísima calidad arquitectónica no llegaron a los niveles de producción



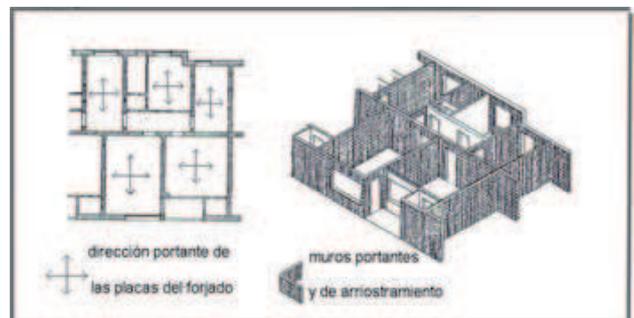
Imágenes de la experiencia Chilena en el campo de la prefabricación utilizando los sistemas soviéticos de paneles KDP entregados al gobierno de Allende tras el terremoto de 1970.

Los extremos de esa experiencia han sido ampliamente estudiados por los profesores Palmarola y Alonso de la Universidad Autónoma de Chile.

de viviendas industrializadas de países como Francia, Alemania, EEUU o la Unión Soviética. Las experiencias nacionales se desarrollaron sobre todo a través de sistemas de paneles pesados tomando las referencias internacionales de métodos de construcción que ya empezaban a tener incluso cierta tradición en el momento. El procedimiento Camus por ejemplo creado en 1948, y cuyo desarrollo en Francia se vió favorecido por políticas parlamentarias para la creación de miles de alojamientos, sirvió de referente a los industriales españoles de finales de los años cincuenta. Lo mismo podría decirse de otros procedimientos como Coproba, Croignet, Technove, Tracoba, Estiot, BECI o los sistemas soviéticos que basan las funciones estructurales y de envolvente en el mismo panel de fachada. En todos estos sistemas se sigue una lógica estricta de prefabricación de todos los elementos incluidos los patinillos de instalaciones y los procesos de colocación de armados e incluso instalaciones de calefacción en forjados. De este modo se construyeron miles de viviendas donde la racionalización tanto del elemento constructivo como del proceso permitía rentabilizar las operaciones. Las imágenes y planos de detalle de todos estos métodos permiten ver unas claras coincidencias con los métodos actuales de transporte y puesta en obra, los sistemas de apuntalamiento y colocación de los módulos. Son generalmente paneles tipo sándwich, o aligerados con versatilidad en los acabados y dónde la principal diferencia radica en sus juntas entre paneles y sus medios de anclaje ya sea a través de cercos hormigonados insitu o mediante anclajes metálicos o esperas. La producción en taller suele basarse por tanto en moldes de vertido en horizontal o en vertical pero donde la repetición de un mismo elemento hace rentable la inversión en dicho molde.

Estos sistemas fueron ampliamente estudiados por los industriales españoles que veían entonces y aun hoy sus virtudes como método pero chocaban con una realidad técnica, política y social que no creía en sus valores. La prefabricación siempre bajo la sombra de la desaparición del arquitecto, de la estandarización de la producción y por tanto del abandono de la libertad del proyectista fue vista como el gran enemigo en el campo de la vivienda. Las crónicas de estos pioneros nos hablan de un panorama inhóspito, dónde tanto la producción de piezas como su enseñanza universitaria se hacía muy difícil en un auditorio que no se deja convencer por esta lógica empresarial que les es ajena. Las experiencias de Fisac y Peiró durante la década de los años sesenta se relacionan con las de otros autores como Sota y Horpresa en esos mismos años y con los escritos de autores como Fernández Ordóñez desde las cátedras de construcción de las universidades en defensa de unos métodos incapaces de romper las barreras del mercado nacional.

El paso de las décadas genera grandes avances en los métodos de encofrados en obra lo que deriva en una línea rica en soluciones de prefabricación del encofrado reutilizable. La visión de Fisac sin embargo encontrará su



Diferentes ejemplos internacionales de uso de la prefabricación en el campo de la vivienda, bien a través de módulos tridimensionales o mediante paneles protantes.

viabilidad técnica en el uso de mesas volteadoras para la ejecución del muro doble. Esta técnica de fabricación le permite independizarse del molde único, puesto que la mesa permite el trabajo mediante separadores laterales y por tanto múltiples geometrías dentro del patrón único de la mesa. Y también la ejecución de dos cara buenas como acabado definitivo. Esto abre nuevas posibilidades que la industria comienza a desarrollar sobre todo a partir del muro prefabricado de sótano, pero que pronto se extiende a todas las partes de la edificación.

Arquitectura Vertida se sirve de este estado de la técnica para desarrollar todo un sistema compatible con la edificación residencial, en escala, calidades, tiempos, costes y rendimientos.

### Arquitectura Vertida. El “hueso” del siglo XXI.

Los materiales y la tecnología de la construcción han sido objeto de un gran avance desde las primeras experiencias de Fisac, la aparición del hormigón autocompacto abre nuevos caminos tanto en obra como en fabricación. Los aceros ya no se parecen a aquellos primeros comercializados con índices de resistencia mínimos frente a los actuales. Las resinas, polímeros y morteros también han evolucionado en gran medida dando soluciones óptimas a las temibles juntas. La maquinaria y medios auxiliares en general trabajan a otros niveles tanto en fabricación como en transporte y montaje en obra. Paralelamente a estos avances, la experiencia ha hecho evolucionar la normativa hasta el marco actual, tanto en lo relativo al mantenimiento de estas estructuras como en los estándares de confort y habitabilidad.

Sin embargo frente a estos avances, la tecnificación de la obra de edificación no parece evolucionar a la misma velocidad. Los sistemas prefabricados de hormigón son escasos y muy pesados. El mayor avance en el campo de la prefabricación parece haber quedado estancado en la placa alveolar y sus derivados, citando a Calavera (9).“... España llegó tarde a la placa alveolar y es la última en abandonar este sistema, a todas luces mejorable...”

Los huesos fueron una respuesta más o menos acertada a unas circunstancias socio económicas de una época concreta, su traslación directa a la actualidad no tendría ningún sentido más allá de la mera rehabilitación de los ya existentes, a través de una visión vinculada al patrimonio arquitectónico. Dentro de este campo de la rehabilitación, se justifican según el caso reposiciones coherentes con las secciones originales. Para ello es posible recurrir a los cementos tipo CRC, cementos de alta resistencia, con densidades suficientemente altas como para permitirse el funcionamiento estructural sin armado y por lo tanto sortear así el problema de los recubrimientos. Este fue el caso de la rehabilitación realizada por Alvisa de la marquesina de acceso al CEDEX en Madrid, sin duda el mejor ejemplo de las intervenciones realizadas sobre estas piezas.

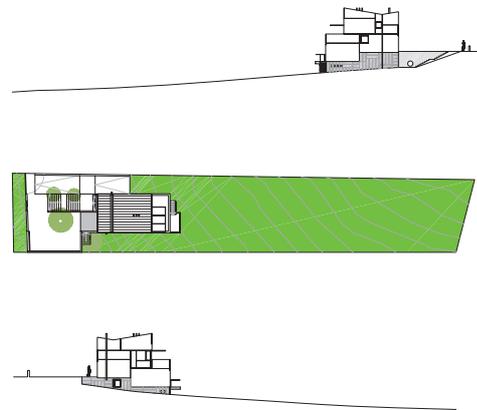


Figura 9. Planta y alzados generales.

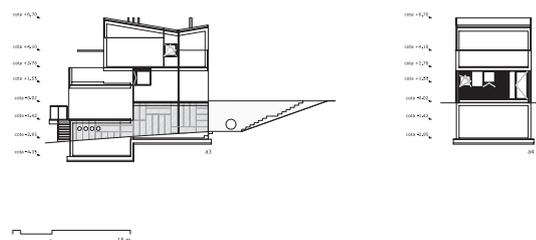
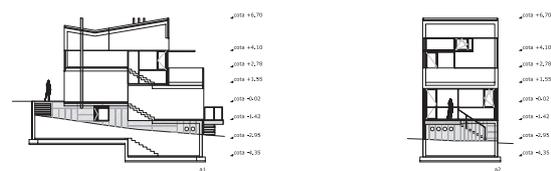


Figura 10. Alzados de la vivienda.

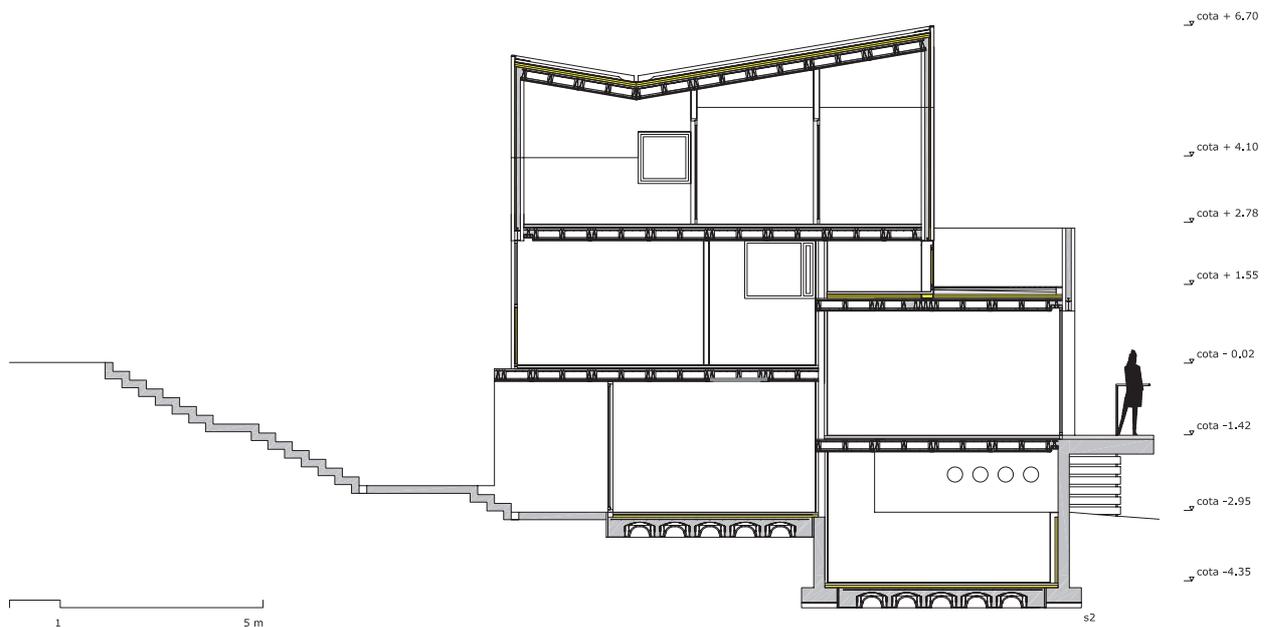
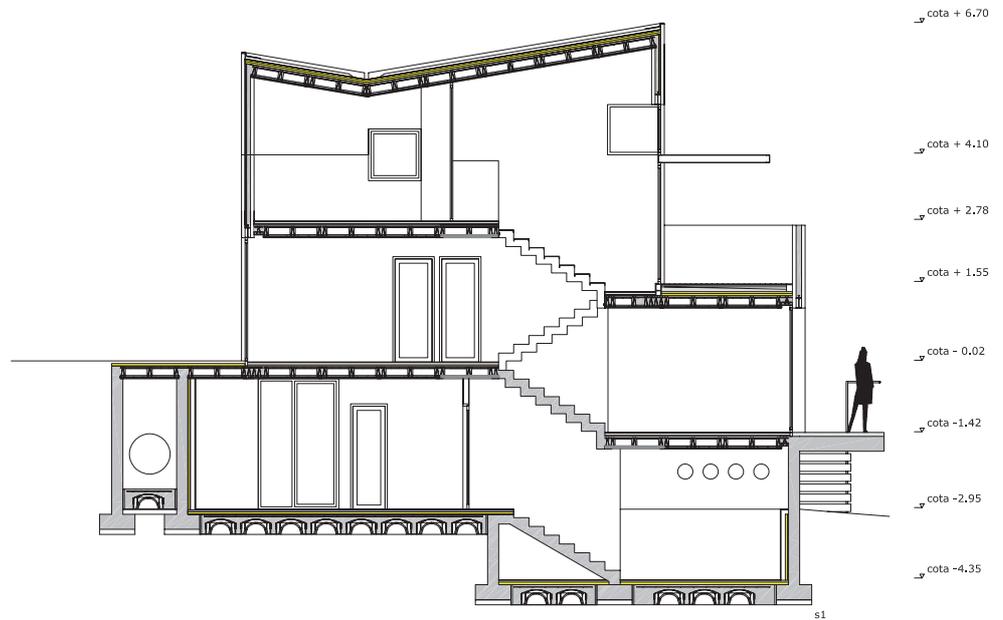
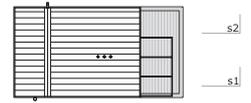


Figura 11. Secciones longitudinales de la vivienda.

La traslación de esta experiencia a la actualidad la da el propio Fisac a través de su propia trayectoria profesional, da por sí mismo respuesta a la pregunta, ¿Cómo sería el hueso a día de hoy?

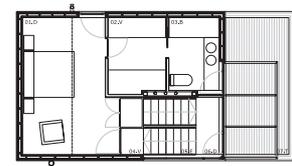
Por lo pronto sería un sistema, una nueva búsqueda de la pieza ideal, una pieza que resuelva todos los requerimientos de la construcción en un solo gesto, ¿cuales son sus características? Fisac altera la solución, se olvida del contenido y mira hacia el molde que tanto trabajó durante años. De este modo patenta un molde, un molde hueco, ligero, que albergue dentro todas las funciones estructurales, de aislamiento, e instalaciones y por supuesto acabado. Un molde que permita su hormigonado en obra. Es decir el hueco ya no queda libre como antes sino que se hormigona resolviendo gran parte de las patologías derivadas de los anteriores. Como en el caso de los huesos las patentes necesitan de un recorrido, no nacen perfectas, es en la puesta en obra donde se pulen y mejoran.

Fisac fallece en 2006, cuando trata de construir el primero de los edificios de viviendas con este sistema bautizado por el equipo como "Arquitectura Vertida". Diferentes problemas que derivan en constantes paralizaciones de la obra acaban por minar su ya por entonces delicada salud. Muere por tanto sin ver construido su último invento.

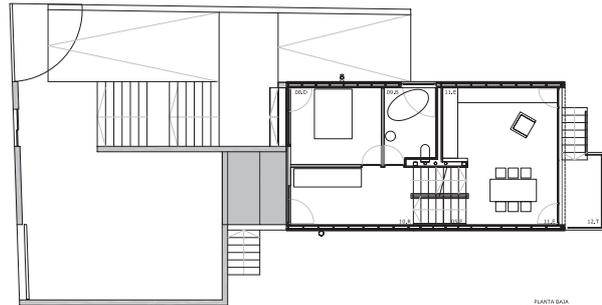
A partir de este momento será el estudio de Sánchez-Mora y González Carcedo antiguos colaboradores de Fisac quienes desarrollen la patente en colaboración con la empresa Posteléctrica Fabricación de amplia experiencia en la prefabricación de piezas de hormigón.

Dentro de los diferentes encuentros con el estudio vinculados a la realización de la tesis doctoral se ofrece la posibilidad de participar en el desarrollo de la misma, reto que el investigador acepta sin dudar por considerarse un colofón a todo este proceso investigador. Esta investigación se centrará en la ejecución de una vivienda unifamiliar de dimensiones reducidas a modo de prototipo dentro de un abanico de posibilidades tipológicas. Se trabaja a partir de un módulo básico y generalizable adaptado a las posibilidades del sistema constructivo y que por tanto sirva para ejemplificar su flexibilidad. En ese sentido el módulo básico de 12x6 metros se alarga o comprime en función de las necesidades del programa o la topografía, siendo una solución adaptable a las distintas condiciones de ocupación.

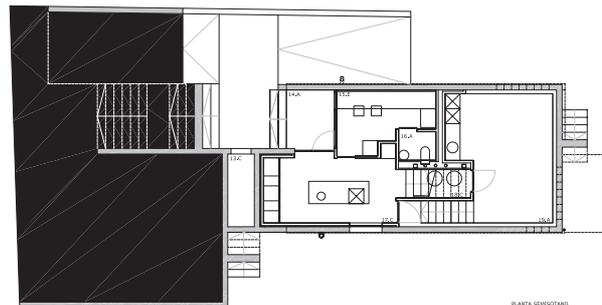
El objetivo general es encontrar una solución tipológicamente adaptada a este sistema constructivo que represente una alternativa viable económicamente al siempre presente problema de la vivienda.



PLANTA PRIMERA  
USOS: 11.050 x 11.077



PLANTA SEGUNDA  
USOS: 10.000 x 11.043



PLANTA SOTANO  
USOS: 10.000 x 11.033



Figura 12. Plantas de la vivienda.



Figura 13. Muestra de un panel doble con paso de instalaciones.

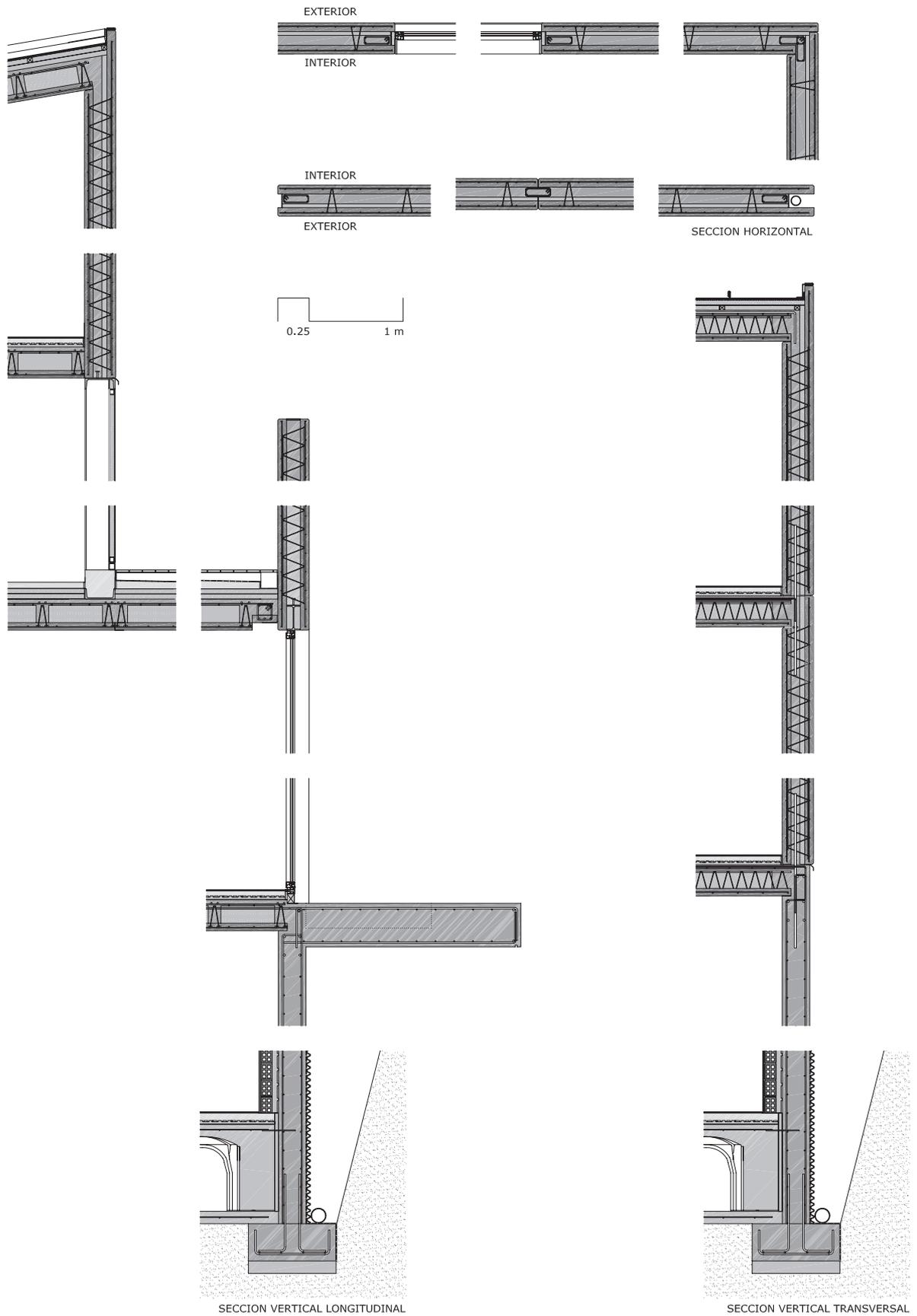


Figura 14. Detalles constructivos del sistema.

## **GZ/10 vivienda experimental.**

El proyecto de vivienda unifamiliar en Gronzo, se realiza mediatizado por las características y ubicación de la localización. Se trata de una parcela de geometría peculiar por la desproporción entre los lados del rectángulo que forma en planta (12 x 67 m). Se proyecta la vivienda en una crujía de 6 metros y largos variables según las posibilidades urbanísticas de la parcela. Estas restricciones permiten ajustar el módulo de la edificación a tipologías adaptadas a otros tipos de suelo y calificación urbanística para hacer extensible el modelo, como es el objetivo final.

Para justificar la elección del sistema constructivo se plantea de modo paralelo la comparativa de precios con el mismo proyecto ejecutado mediante sistemas convencionales. El resultado debe permitir un abaratamiento de la ejecución por incluir las partidas de estructura, acabado y preinstalación en el propio panel y al mismo tiempo ganar superficie útil pues el muro de fachada se proyecta de 25 cm de espesor total. En cualquier caso el ahorro deriva de los plazos de montaje en obra claramente favorables y no en una renuncia a las calidades.

Siguiendo este programa la vivienda se adapta a la topografía existente intentado alterar la misma lo menos posible. Se define de este modo un cuerpo en semisótano de 6x10 m. organizado en dos alturas, que alberga un estudio accesible desde el exterior y la cocina con acceso a un sótano técnico de instalaciones y lavandería.

A partir de este punto se suceden las plantas de vivienda en semiplantas desfasadas en altura 1,40 metros una respecto a la contigua. De abajo a arriba, comedor, dormitorio-estudio, terraza exterior y dormitorio principal. Entre medias dos cuartos de baño para dar servicio al programa de entreplantas. (Fig 10 y 11)

En total se obtiene una superficie construida de 208,36 m<sup>2</sup>. Debido a la escasa pérdida por fachada y tabiquería la superficie útil de vivienda es de 168,92 m<sup>2</sup>. Un 81 % de rendimiento)  
(Fig 12)

La orientación a mediodía de la parcela favorece los usos de salón, y terraza todo ello unido a las buenas vistas existentes lo que llevan a proyectar los testeros de la edificación abiertos con carpinterías de suelo a techo.

Tal y como se describe anteriormente el esquema estructural se basa en un sistema de muros de carga de hormigón con el aislamiento y el acabado incluidos. (Fig 13 y 14).

En los paramentos verticales, los paneles de fachada se despiezan en unidades no excesivamente grandes para favorecer su colocación en obra y no suponer un sobre coste de transporte ni de montaje. En este sentido los paneles se despiezan de modo que ninguno supere en altura 3,00 metros para facilitar su transporte mediante camión con góndola evitando así los transportes especiales. El despiece de paneles se realiza de modo que todos puedan transportarse en su posición de servicio con lo que no deben ser girados en obra, facilitando su manipulación.

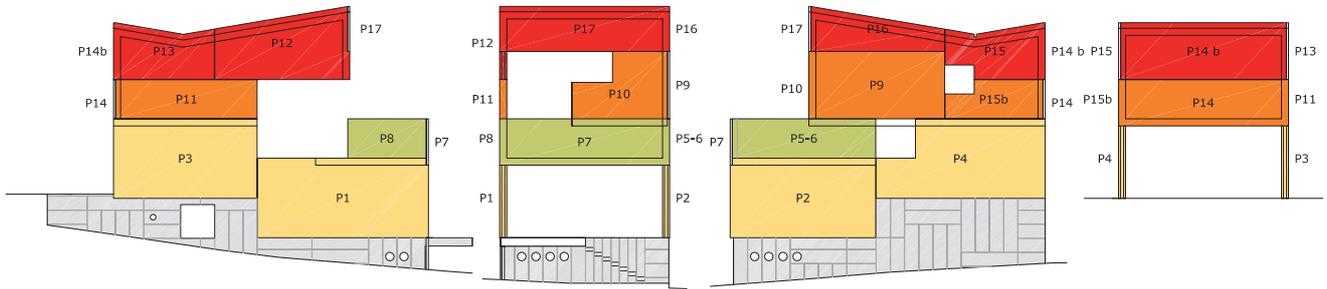
Las escaleras se adaptan independientemente a las semi plantas mediante una estructura ligera de zancas metálicas. La cimentación se realiza mediante una zapata corrida que según el estudio geotécnico se apoya directamente sobre roca (5 Kg/cm<sup>2</sup>) evitando al tiempo grandes excavaciones.

Los acabados vienen definidos por los propios paneles tanto al exterior como al interior y el suelo incluye la calefacción por suelo radiante y un acabado continuo de linóleo.

La carpintería se proyecta en aluminio con rotura de puente térmico. Si bien el sistema permite llegar a obra con ventanas y vidrios colocados, en el presente proyecto se ha optado por diferenciar claramente estos gremios, así todos los huecos son límite de panel dentro del despiece propuesto.

La distribución de la vivienda se ha proyectado de modo que las instalaciones de saneamiento y abastecimiento se descuelgan de la misma vertical con lo que se deja previsto un patinillo común. La existencia del patinillo permite dotar de flexibilidad al sistema y favorecer su posterior mantenimiento. Este patinillo no se incluye en los paneles de fachada sino que discurre entre la tabiquería en paralelo a la escalera. Las únicas instalaciones que se incorporan a los paneles son las eléctricas y la evacuación de pluviales de la terraza en las cabezas de los paneles. La cubierta final a dos aguas invertidas se evacua por fachada. La red de saneamiento se conecta mediante bombeo a la red existente y las pluviales se filtran al terreno.

En definitiva, el programa se resuelve adaptado a unas condiciones que favorecen su ejecución mediante Arquitectura Vertida, tratando de analizar el impacto económico del sistema se hace una comparativa de precios resultando un ahorro aproximado de un 22% respecto a sistemas convencionales.

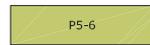


PORTE 1	
PESO TOTAL	20500KG.

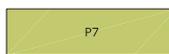
PORTE 2	
PESO	20680KG.

PORTE 3	
PESO	14681KG.

PANEL P5-6	
PESO	2332KG. 0,93M <sup>3</sup> .
DIM.	X +5060MM. Y +1400MM.



PANEL P7	
PESO	3362KG. 1,34M <sup>3</sup> .
DIM.	X +6000MM. Y +1650MM.



PANEL P8	
PESO	1312KG. 0,53M <sup>3</sup> .
DIM.	X +2770MM. Y +1400MM.

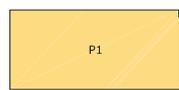


PANEL P12	
PESO	3224KG. 1,29M <sup>3</sup> .
DIM.	X +4770MM. Y +2612MM.

PANEL P9	
PESO	3919KG. 1,57M <sup>3</sup> .
DIM.	X +4795MM. Y +2400MM.



PANEL P13	
PESO	1887KG. 0,76M <sup>3</sup> .
DIM.	X +3560MM. Y +2017MM.



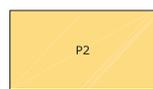
PANEL P1	
PESO	5805KG. 2,33M <sup>3</sup> .
DIM.	X +6040MM. Y +2830MM.



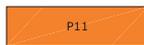
PANEL P10	
PESO	2.528KG. 1,01M <sup>3</sup> .
DIM.	X +3370MM. Y +2650MM.



PANEL P14b	
PESO	3570KG. 1,43M <sup>3</sup> .
DIM.	X +5840MM. Y +2017MM.



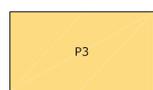
PANEL P2	
PESO	4863KG. 1,95M <sup>3</sup> .
DIM.	X +5140MM. Y +2830MM.



PANEL P11	
PESO	2.401KG. 0,96M <sup>3</sup> .
DIM.	X +4990MM. Y +1400MM.



PANEL P15	
PESO	1664KG. 0,67M <sup>3</sup> .
DIM.	X +3535MM. Y +2017MM.



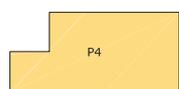
PANEL P3	
PESO	4800KG. 1,92M <sup>3</sup> .
DIM.	X +5070MM. Y +2830MM.



PANEL P14	
PESO	3362KG. 1,34M <sup>3</sup> .
DIM.	X +6000MM. Y +1650MM.



PANEL P16	
PESO	1558KG. 0,62M <sup>3</sup> .
DIM.	X +4715MM. Y +1598MM.



PANEL P4	
PESO	5032KG. 2,02M <sup>3</sup> .
DIM.	X +5070MM. Y +2830MM.



PANEL P15b	
PESO	1464KG. 0,59M <sup>3</sup> .
DIM.	X +3455MM. Y +1400MM.



PANEL P17	
PESO	2.778KG. 1,11M <sup>3</sup> .
DIM.	X +6000MM. Y +1600MM.

Figura 15. Despiece de paneles según portes y fases de colocación.

Objeto de la investigación.

La investigación sobre las posibilidades de la patente se centra en los siguientes puntos;

- Aplicación de la patente al programa de la vivienda unifamiliar de bajo coste.
- Resolución de encuentros sin forjado visto.
- Despieces en formas irregulares.
- Despiece de paneles sin hueco en el centro. Los huecos serán siempre de borde.
- Variantes del encuentro de carpinterías exteriores.

Una de las peculiaridades del sistema a efectos de acabado consiste en su versatilidad mediante el uso de otra de las patentes de Fisac y quizá la más popular, sus encofrados flexibles. La presente investigación no se centra en este punto que parece de los más desarrollados, sólo a modo de ejemplo se ejecutará con encofrado flexible el panel 14b correspondiente al cabecero de la cama del dormitorio principal.

Para el resto de la vivienda se propone un acabado industrial en hormigón blanco. El proceso de fabricación por separado de ambas caras del panel, permite independizar las hojas interior y exterior tanto geométricamente como a efectos de material y tratamientos de acabado. (Fig 13).

Figura 13, muestra de un panel doble donde pueden observarse las caras claramente diferenciadas y el paso de instalaciones eléctricas.

Dentro del despiece proyectado de paneles, los huecos surgen como el negativo de la estructura, este hecho es aprovechado para estudiar diferentes huecos de ventana. Siguiendo los planos de alzado pueden observarse diferentes soluciones con paneles rectos, soluciones en L, o con forjado pasante a modo de dintel.

En ningún caso los paneles incluyen la carpintería, terminada la fase estructural se colocan las carpinterías exteriores y se procede al sellado de las juntas entre paneles con polímero tipo MS tanto al exterior como al interior.

Como complemento del estudio constructivo del sistema, se desarrolla un análisis de las posibilidades tipológicas de la vivienda y también de sus posibilidades de agregación.

El resultado ofrece viviendas de diferentes tamaños con variantes para el programa en virtud de la flexibilidad de las instalaciones descolgadas de un patinillo único. De

igual modo la estricta ocupación en planta, unida al alto rendimiento de metros útiles obtenidos permiten barajar posibilidades de agregación en situaciones habituales de suelos urbanos o urbanizables. Todo ello conforma un anexo de la tesis doctoral que se escapa del carácter estrictamente constructivo del presente artículo.

## Diario del montaje.

El suministro se realiza en tres portes convencionales, ninguno superior a 24 toneladas, si bien el primero requiere de plataforma baja dada la mayor dimensión en altura de los paneles P1, P2, P3 y P4. En esta jornada se colocan los paneles de mayores dimensiones y por tanto los más pesados, se parte de una base realizada in situ (Fig 17) con las esperas preparadas para recibir los paneles (redondos de 16 mm cada 20 cm), que una vez nivelados y aplomados se apuntalan desde el interior de la vivienda evitando así el montaje de andamios exteriores. (Fig 19, 20 y 21). El panel P4 es el primero de los colocados que posee geometría irregular sin embargo la correcta posición de los anclajes permite su manipulado sin desequilibrios. Los anillos se refieren sobre todo a jornadas de montaje y no a anillos meramente estructurales. De hecho esta primera jornada no constituye un anillo estructural pues su colocación es en paralelo dos a dos. La unión de esta fase se realiza a través del armado del forjado sobre la prelosa.

A partir de esta jornada se hormigona el interior del hueco (7 cm) con un hormigón autocompacto o de consistencia fluida ante la imposibilidad del vibrado (Fig 22), y a partir de este punto se colocarán los primeros forjados sobre paneles. Las prelosas se apoyan sobre la cara interior de los paneles. Una vez colocadas las prelosas se procede a la distribución de las instalaciones eléctricas, las cajas de derivación se prevén en la tabiquería ligera y los mecanismos y enchufes previstos en los paneles se acometen desde la parte superior de los mismos. Los recorridos interiores se preinstalan en fábrica en los propios paneles incluidas las cajas. También se distribuyen las derivaciones hasta los puntos de luz dispuestos en la cara inferior de la prelosa que servirá de acabado sin falso techo.

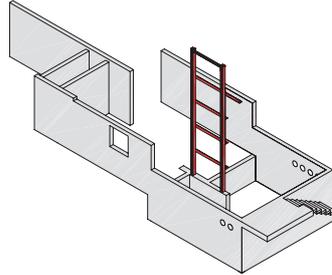
Finalizada la preinstalación eléctrica se procede al hormigonado de forjados hasta la cara superior de la hoja exterior del panel que sirve así de encofrado perimetral.

Figura 22. Detalle de los muros hormigonados y las esperas para conectar con el siguiente anillo.

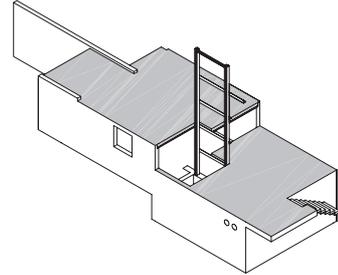
En la segunda jornada de montaje se colocan los paneles correspondientes al peto de la terraza P5-6, P7 y P8. La dificultad de esta jornada reside sobre todo en dos factores;

1. La tolerancia dimensional de los paneles pues se trata de cerrar un anillo entero.
2. La colocación de los paneles 7 y 14 simplemente apoyados en sus extremos.

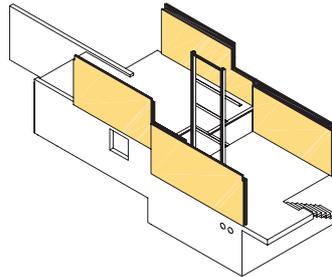
En previsión de estas dificultades se proyectan paneles



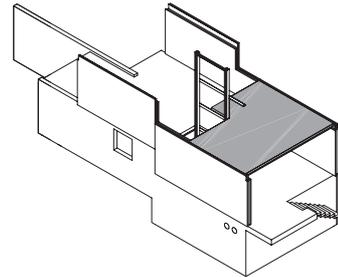
01. ANILLO 0 Y ESTRUCTURA METALICA



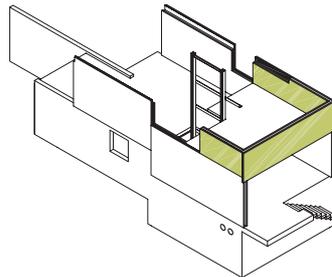
02. FORJADOS -1.42 Y -0.03



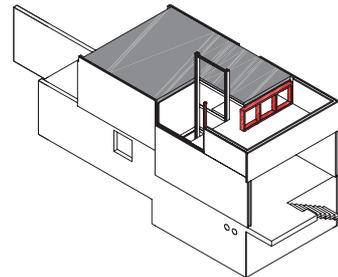
03. ANILLO 1 (P1,P2,P3,P4)



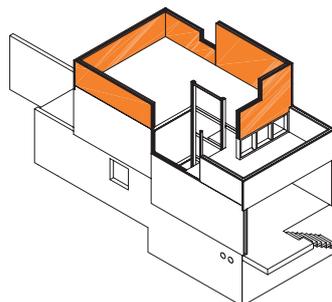
04. FORJADO +1.55



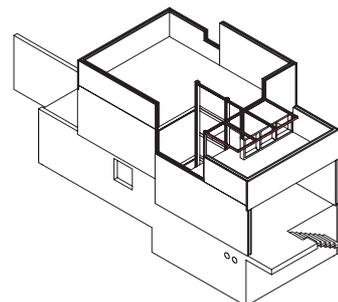
05. ANILLO 2 (P5-6,P7,P8)



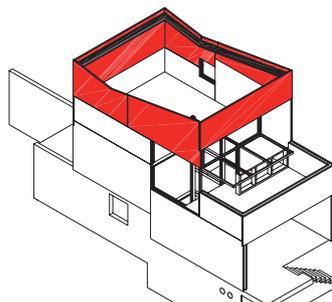
06. ESTRUCTURA METALICA Y FORJADO +2.77



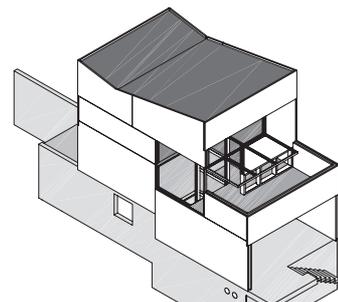
08. ANILLO 3 (P9,P10,P11,P14,P15b)



09. PERGOLA TERRAZA



10. ANILLO 4 (P12,P13,P14b,P15,P16,P17)



11. FORJADO DE CUBIERTA

Figura 16. Esquemas del montaje del prototipo.



Figura 17. Arranque de la estructura in situ.



Figura 18. Colocación de los primeros paneles P1 y P2.



Figura 19. Panel 2 apuntalado desde el interior.



Figura 20. Detalle de encuentro en esquina.



Figura 21. Aplomado previo al apuntalamiento. Detalle del desagüe de pluviales de la terraza aprovechando el hueco en el muro.

Figuras 17-21. Proceso de montaje de los primeros paneles a partir de una base in situ que arranca de cimentación con las esperas previstas (Fig 17). Se colocan los paneles que se apuntalan hacia el interior (Fig 19-20). Una vez aplomados y apuntalados se procede al hormigonado del interior del hueco. (Fig 22). El proceso se repite en todos los anillos. (Fig 23-30).



Figura 22. Detalle de los muros hormigonados y las esperas para conectar con el siguiente anillo.



Figura 23. Colocación de paneles de geometría irregular.



Figura 24. Colocación del segundo anillo de la estructura.

de pequeñas dimensiones para facilitar su manejo en obra.

Respecto al primero de los puntos cabe decir que la tolerancia dimensional fue una de las grandes dudas y sin embargo una de las mayores satisfacciones pues las diferencias eran menores de 3 mm, sin embargo la colocación del panel P7 destapa un pequeño error en el replanteo del panel P2 con lo que la arista no se ejecuta con la exactitud requerida.

Respecto al segundo de los puntos a considerar en la segunda jornada puede decirse que el panel funciona perfectamente bi apoyado, sin embargo es preferible el montaje de la viga en fábrica, las operaciones en obra aun tratándose de un simple perfil laminado retrasan el montaje. Conviene reducir al mínimo el manipulado de paneles en sus distintas fases En posteriores experiencias se tratará de resolver en fabricación la utilización del panel armado a modo de viga ya sea en dintel o en voladizo lo que dota al sistema de mayores posibilidades estructurales y mayor flexibilidad en su uso.

Tras la segunda jornada se procede a la colocación del siguiente nivel de forjados y a la colocación de paneles del siguiente anillo los cuales pertenecen al mismo porte que el peto de terraza. Toda la obra se resuelve en tres portes y cuatros sesiones de montaje. (Fig 22 y 23).

Figura 23. Colocación de paneles de geometría irregular.

Figura 24. Colocación del segundo anillo de la estructura.

De este modo se colocan los paneles P11, P14, P15b, P9 y P10. Los paneles en continuidad se refuerzan con un cerco colocado en obra y los encuentros en esquina con un doble cerco que da continuidad al anillo estructural. Todos ellos preparan las bases para el anillo superior que se realizará en la última jornada, donde la arista configurada por los paneles P12 y P17 sobre el pilar metálico se propone como el gran reto de montaje.

Cada jornada o cada anillo aumentan un grado la dificultad de montaje al tiempo que se estudian nuevas posibilidades, dentro de la lógica experimental del prototipo. (Fig 25).

Figura 25. Axonometría del conjunto.

Los últimos paneles son también los más ligeros pero los más irregulares sin embargo esto no genera ninguna complicación en el montaje del conjunto. ( Fig 26-30) Figura 26-30. Ultima jornada de montaje.

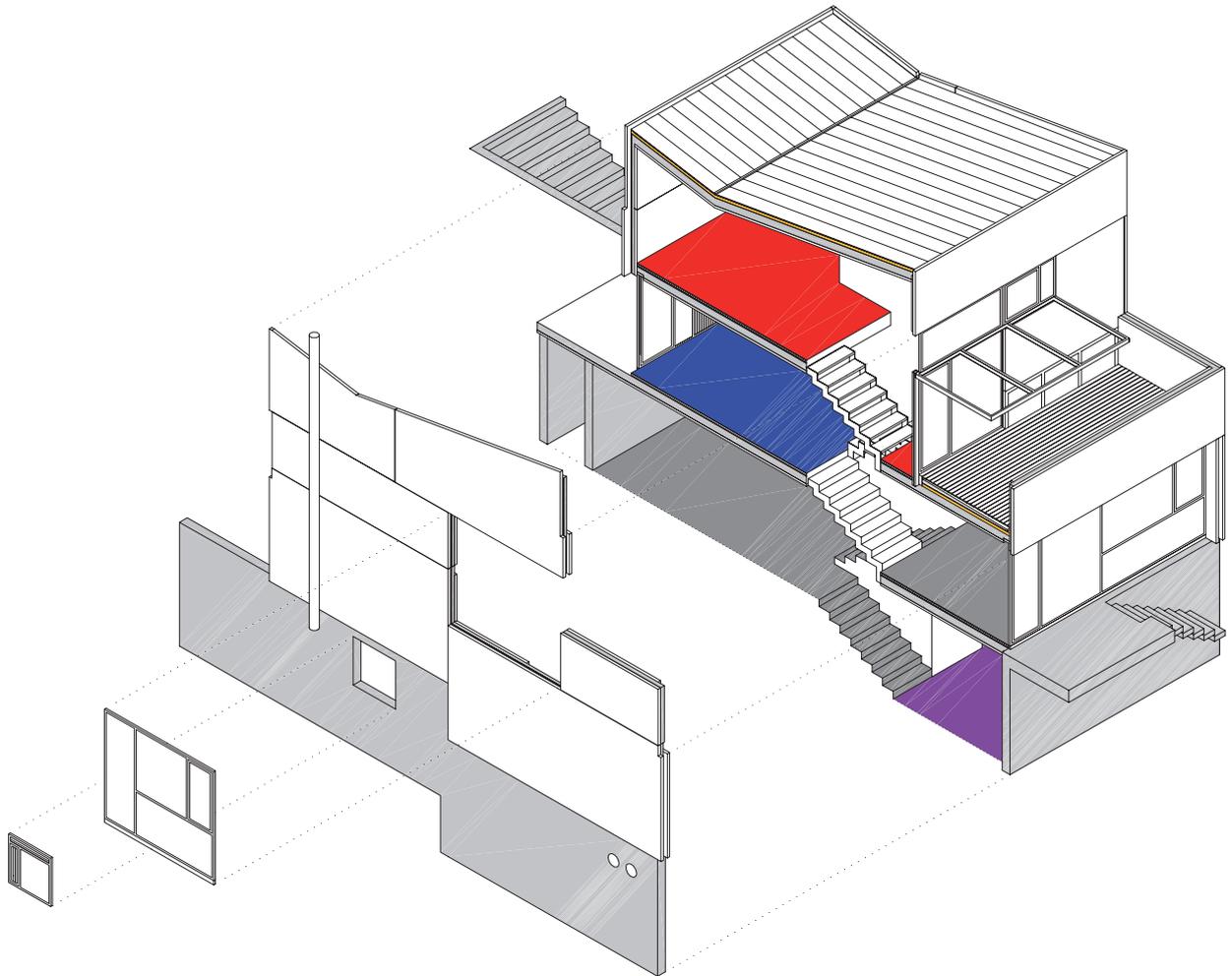


Figura 25. Axonometrías del conjunto.



Figura 26.



Figura 28.



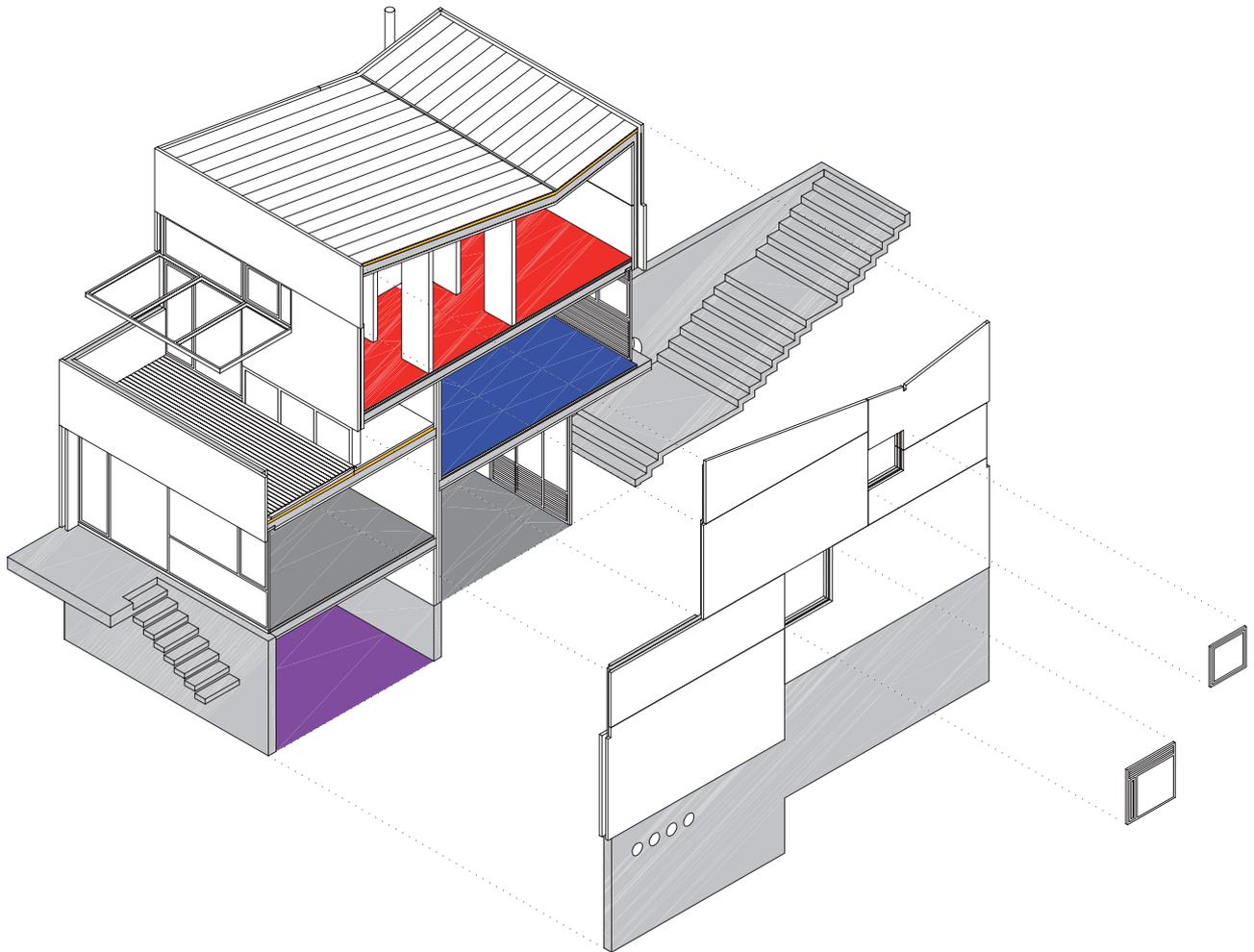
Figura 27.



Figura 29.



Figura 30.



## Conclusiones

Finalizado el proceso de ejecución del prototipo pueden arrojar las siguientes conclusiones:

**Fabricación.** Los paneles fueron fabricados en 2 semanas a lo largo del mes de Julio y entregados pasado un mes desde su fabricación, no siendo devuelto ningún panel por defectos de fabricación. Es de esperar que ante un pedido industrializado pueda obtenerse un ratio favorable de paneles buenos como de hecho así ha ocurrido en el caso del bloque de viviendas en Albacete. Por tratarse de un único prototipo los datos no pueden extrapolarse en ese sentido.

Diferentes encuentros entre paneles así como los remates en chaflán podrán mejorarse mediante la inversión en encofrados laterales para pedidos mayores, lo que no supone ninguna complicación para su ejecución.

El sistema pide ampliarse hacia soluciones estructurales más "audaces", es decir evitar la exclusividad del muro de carga apoyado en continuidad y tratar de resolver dinteles y voladizos armando el hueco y dotando de mayor flexibilidad y posibilidades al conjunto.

**Transporte y manipulado de paneles.** Para el programa de vivienda unifamiliar con los tamaños de paneles de tamaño aproximado 6x3 m se obtiene un ratio óptimo tanto de fabricación como de transporte y montaje. Son dimensiones que permiten un uso de grúas y material auxiliar aceptable dentro del mercado de la construcción. Tamaños pequeños penalizan en exceso la fabricación y no permite grandes rendimientos de la obra y tamaños muy superiores aun siendo factibles de fabricar requieren de medios auxiliares especiales que encarecen las operaciones.

**Montaje.** El montaje en obra es ágil y fácil, requiere de mínimo personal en obra. El montaje del prototipo se realiza en cuatro jornadas con tres operarios. Las jornadas se distribuyen en cuatro semanas para respetar los tiempos de hormigonado.

Los rendimientos pueden ser elevados y muy superiores a los de la construcción tradicional. En este caso práctico se han colocado una media de seis paneles en medias jornadas de trabajo. Lo que supone en el caso de una vivienda unifamiliar de dos plantas una jornada por cada

planta de la vivienda.

Es de destacar lo intuitivo del sistema empleado, lo que permite una ejecución sin grandes dosis de especialización, no se requiere de uniones especiales ni anclajes complejos con antivuelcos, la ejecución se basa en principios de gran simplicidad constructiva.

Seguridad. El montaje y apuntalamiento desde el interior de la obra permite trabajar con grandes medidas de seguridad y un ahorro en andamiajes.

Economía. Fruto del escaso empleo de tiempos en obra, la evaluación económica permite considerar un ahorro de un 20% en relación a una vivienda ejecutada por sistemas tradicionales. Obteniéndose un rendimiento global por debajo de los 700 euros/m<sup>2</sup>.

Limitaciones. Como todo elemento prefabricado sus limitaciones proceden sobre todo del despiece máximo capaz de ser transportado y puesto en obra. La auto censura del proyectista referida a la economía supera ampliamente las limitaciones del sistema como tal. Quiere esto decir que no se exploran en este trabajo las posibilidades estructurales máximas del panel prefabricado sino más al contrario las condiciones mínimas que permitan al sistema ser rentable en el campo de la edificación. De este modo se desecha el uso de paneles en sótano no por su imposibilidad de uso sino por resultar económicamente menos rentables que su ejecución in situ. Lo mismo podría decirse de la superficie plana de los paneles.

Por otro lado el sistema presenta las limitaciones propias del material, en este caso el hormigón, tanto desde un punto de vista estructural como de ejecución, la doble versión prefabricado e in situ se complementa y protagoniza todo el proceso, de modo que los beneficios de transportar un elemento hueco deben compensarse con los tiempos de espera del fraguado en la fase de montaje.

#### Referencias

- (1) (2) y (3). Fisac, Miguel. Memoria de la patente ES 2 1418 024, "Procedimiento de construcción de viviendas y similares", OEPM, Madrid, 1996.
- (4). Fisac, Miguel. Memoria de la patente 316297, "Sistema para la construcción de edificaciones mediante elementos prefabricados con funciones arquitectónicas y resistentes conjuntas", OEPM, Madrid, 1965.
- (5). Fisac, Miguel. Memoria de la patente 373829, "Sistema de construcción de edificaciones mediante elementos prefabricados de hormigón", OEPM, Madrid, 1969.
- (6). Fisac, Miguel. Memoria de la patente 421044, "Mejoras introducidas en el objeto de la patente principal nº 382096 por; Sistema de encofrados flexibles para hormigón", OEPM, Madrid, 1973.
- (7). Fisac, Miguel. Memoria de la patente 524720, "Sistema de fabricación de elementos de fachada para la construcción", OEPM, Madrid, 1973.
- (8). González Blanco, Fermin. Tesis doctoral; "Los huesos de Fisac; la búsqueda de la pieza ideal". UPM, 2010.
- (9). Calavera, José, conferencia inédita "La Dificultad de moldear el vacío". Enero de 2008. Fundación Luis Seoane A Coruña. (inédita)

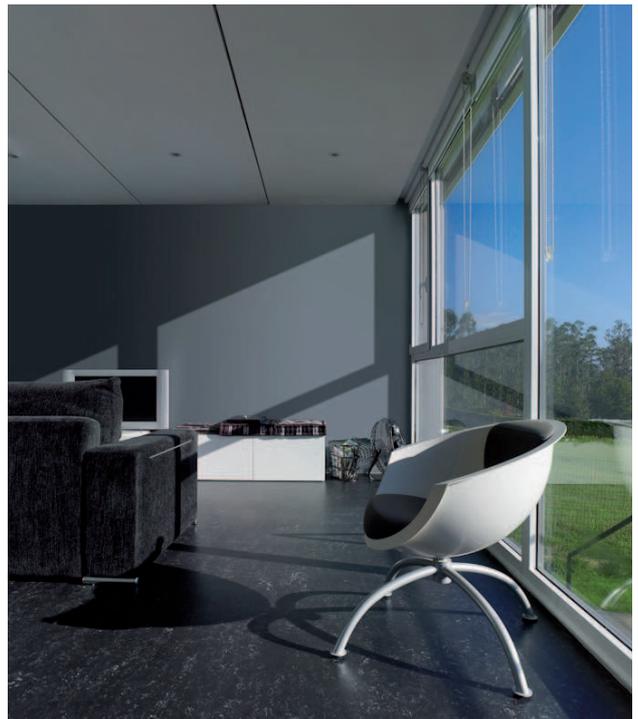
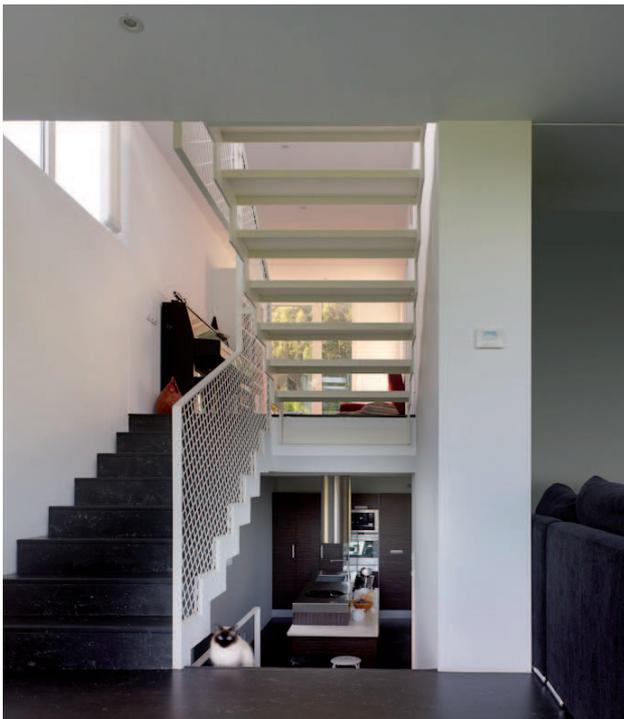
#### Bibliografía.

- AAVV. (1996) Estructuras de edificación prefabricadas. FIP, atp.
- Aroca, Ricardo (2006). En memoria de Miguel Fisac. Informes de la Construcción, nº503, pp 33-39.
- Arques, Francisco (2006). Miguel Fisac (1913-2006). Un propósito Experimental. Informes de la Construcción, nº503, pp 5-9.
- Fernández Ordóñez, JA (1974). Prefabricación teoría y práctica. Editores Técnicos Asociados. Barcelona.
- Fisac, Miguel (1964). Centro de Estudios Hidrográficos en Madrid. Informes de la Construcción 157, Enero-Febrero, pp. 21-29.
- Fisac, Miguel (1965). Soluciones arquitectónicas en hormigón pretensado. Texto de la conferencia organizada por la Asociación Española del Hormigón Pretensado en el Instituto Eduardo Torroja. (25 de noviembre). Hormigón y acero 79, abril-junio (1966), pp. 29-39.
- Fisac, Miguel (1969). El hormigón pretensado. Arquitectura, nº 127, pp2.
- Fisac, Miguel (1970). Vigas huecas pretensadas. Hormigón y Acero, nº 94/95, pp296.
- Fisac, Miguel (1982). Building design and construction from an architect's point of view. Presentación del 9º Congreso de la FIP Estocolmo.
- Fisac, Miguel (1982). Mi estética es mi ética. Ciudad Real: Museo, D.L.
- Fisac, Miguel (1997). Durable-traccionable. Tectónica, nº5, pp2.
- González Blanco, Fermin (2006). Razón y ser de los tipos. Informes de la Construcción, nº503, pp 41-48.
- González Blanco, Fermin (2007). Miguel Fisac, Huesos Varios. COAM.
- González Blanco, Fermin (2008). La viga hueca una especie extinguida. Instituto Técnico de la Construcción Eduardo Torroja ITCET.
- González Blanco, Fermin (2010). Los huesos de Fisac: Qué, cómo, dónde... y cuánto. Simposium Internacional Homenaje a Ricardo Aroca. Universidad Politécnica de Madrid.
- González y Sánchez -Mora (2006). Arquitectura Vertida. Informes de la Construcción, nº503, pp 49-56.
- Jurado Egea, Jose . Citus, altius, fortius, una visión actualizada sobre el uso del hormigón en edificación. Tectónica, nº25 hormigón (III), pp 4-25.
- Lewicki. (1968) Edificios de viviendas prefabricadas con elementos de grandes dimensiones. Instituto Eduardo Torroja.
- Revel, Maurice (1973) (Primera edición Paris 1966). La prefabricación en la construcción. URMO ediciones.
- Sambricio, Carlos. (2003). Eduardo Torroja y la vivienda antes de la guerra civil española. Informes de la Construcción vol 55 nº488, nov-dic (2003), pp. 66-68.
- Von Halasz, Tantow (1982). La construcción con grandes elementos prefabricados. URMO ediciones





HSD





HSD



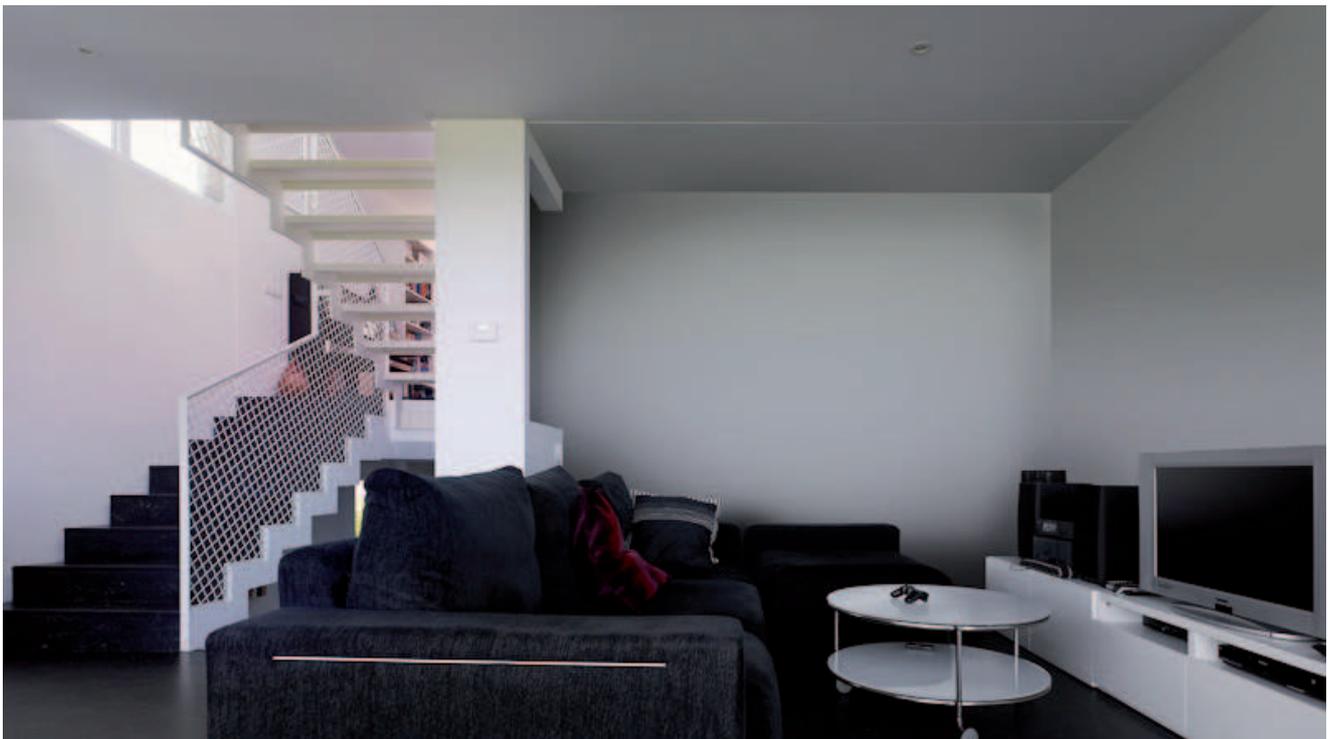
EFB



EFB



HSD







HSD

