

## **CONTRAS A LA HORA DE INTRODUCIR NUEVAS SOLUCIONES ECO-EFICIENTES EN VIVIENDAS UNIFAMILIARES AISLADAS. ESTUDIO DE CASO: VIVIENDA EN PALOMARES DEL RÍO (SEVILLA)**

**<sup>1</sup>\*Moreno Rangel, David; <sup>1</sup>Fernández Expósito, Manuel; <sup>1</sup>Esquivias Fernández, Paula M.**

**<sup>1</sup>Grupo TEP 130: “Arquitectura, Patrimonio y Sostenibilidad: Acústica, Iluminación, Óptica y Energía”. Instituto Universitario de Arquitectura y Ciencias de la Construcción (IUACC). Universidad de Sevilla.  
Avenida de la Reina Mercedes 2, 41012 Sevilla, España  
e-mail: \*davidmoreno@us.es**

### **RESUMEN**

En un mundo cada vez más concienciado por la necesidad de construir y rehabilitar siguiendo un discurso ecológico y sostenible, es fácil caer en el error de pensar la sencillez que supondría la ejecución de determinadas soluciones eco-eficientes en cualquier proyecto, por pequeño que sea.

A pesar de tener experiencia previa en la ejecución de diferentes edificios prefabricados (parques de bomberos, oficinas, colegios), y de haber participado en importantes proyectos de investigación dedicados a buscar nuevas soluciones eco-eficientes en viviendas (como el proyecto Patio 2.12 para Solar Decathlon Europe 2012), fue éste el error en el que nosotros mismos caímos cuando decidimos aplicar un nuevo sistema de construcción más eficiente ante el encargo de un promotor privado de construir una vivienda unifamiliar.

El trabajo presenta mediante un caso práctico, real y ejecutado, aquello que normalmente no suele contarse en un artículo o en un congreso: todos los inconvenientes de estos procesos que hay que saber controlar para dar viabilidad a cualquier proyecto que trata aplicar nuevas soluciones.

Cómo pasar de una vivienda tradicional construida con un sistema de muros portantes enfoscados y pintados, con 3cm de aislamiento, forjados con viguetas y bovedillas de hormigón, balaustradas y huecos pequeños, cubiertas inclinadas, etc. (idea inicial del promotor); a una vivienda contemporánea construida mediante el sistema Steel Frame, con 14cm de aislante, y múltiples soluciones eco-eficientes, con entreplanta, doble altura y grandes huecos (resultado final)... al mismo precio y en menor tiempo.

Se muestran los problemas a los que tuvimos que enfrentarnos y las soluciones constructivas y determinaciones profesionales que alcanzamos en fase de proyecto básico, proyecto de ejecución, dirección integral del proyecto y dirección de obra para conseguir, mediante la implantación de soluciones eco-eficientes y al mismo precio, una vivienda de mayor calidad material y ambiental ejecutada en menos tiempo que una tradicional.

Aún en tiempos de crisis la vivienda se ha revalorizado un 50%.

**Keywords:** Soluciones eco-eficientes, Steel frame, viabilidad, revalorización.

## 1.- Introducción

El mundo de la construcción en particular y la sociedad en general está, afortunadamente, cada vez más concienciada por la necesidad de construir y rehabilitar siguiendo un discurso ecológico y sostenible [1]. La arquitectura se llena de adjetivos que tratan de describir un rumbo al cambio (ecológica, verde, sostenible, eco-eficiente, bioclimática, medioambiental...) a pesar de que aún desconocemos las diferencias entre sus diferentes acepciones.

El mercado se llena de patentes comercializadas por grandes empresas, soluciones constructivas, estructurales, de acondicionamiento higrotérmico, energético, que aseguran mejorar la calidad de vida minimizando el impacto con el medio [2].

Ante este panorama es fácil caer en el error de pensar la sencillez que supondría la ejecución de determinadas soluciones eco-eficientes [3] [4] en cualquier proyecto, por pequeño que sea, máxime si se cuenta con la ayuda de cualquiera de estas empresas deseosas de conseguir clientes y de demostrar sus progresos científicos.

Las soluciones eco-eficientes son necesarias. Pocas personas son ya las que cuestionan esta realidad. Sin embargo no siempre somos conscientes de la dificultad que incurre un técnico a la hora de querer introducir una de estas alternativas proyectuales en cualquiera de sus creaciones constructivas.

A pesar de tener experiencia previa en la ejecución de diferentes edificios prefabricados (parques de bomberos, oficinas, colegios, viviendas), y de haber participado en importantes proyectos de investigación dedicados a buscar nuevas soluciones eco-eficientes en viviendas (como el proyecto Patio 2.12 para Solar Decathlon Europe 2012), fue éste el error en el que nosotros mismos caímos cuando decidimos aplicar un nuevo sistema de construcción más eficiente ante el encargo de un promotor privado de construir una vivienda unifamiliar.

## 2.- Objetivos

El objetivo de este trabajo será mostrar apoyándose en un caso de estudio real y ejecutado, aquello que normalmente no suele contarse en un artículo o en un congreso: todos los inconvenientes de estos procesos que hay que saber controlar para dar viabilidad a cualquier proyecto que trata aplicar nuevas soluciones eco-eficientes. Se buscará, por un lado, comparar el sistema tradicional con los alternativos denotando las ventajas, pero remarcando los inconvenientes que surgen durante todo el proceso (desde el anteproyecto hasta la finalización de la obra).

## 3.- Metodología

Para la elaboración de esta comunicación se utilizará un proyecto cuyos arquitectos redactores son dos de los autores de este trabajo (Dr. David Moreno Rangel y Manuel Fernández Expósito), del que se describirá mediante proceso secuencial las tareas realizadas y las dificultades encontradas por cada fase de proyecto.

Dado que el caso de estudio elegido ha servido como base para la elaboración de un trabajo fin de máster del alumno Enrique Ramos Torres, titulado 'sistemas alternativos de construcción: prefabricación e industrialización', dirigido por Dr. David Moreno Rangel, se plantearán algunos de los resultados de esta investigación para apoyar algunas de las consideraciones y conclusiones de esta comunicación. El objeto de este trabajo era dar a conocer los sistemas alternativos de construcción de viviendas existentes en la actualidad mostrando sus características y especificaciones básicas: materiales, secciones constructivas, montaje, tiempos de ejecución, economía, dificultad técnica.

Aunque se realizan ejemplificaciones sobre este proyecto, la experiencia es adquirida tras la ejecución de múltiples promociones de esta tipología, incluyendo la

participación en el proyecto de investigación de vivienda unifamiliar aislada ecoeficiente y sostenible para Solar Decathlon Europe: Patio 2.12.

#### 4.- Caso de estudio

Se propone como caso de estudio una vivienda unifamiliar de una planta, con doble altura en el salón y una pequeña entreplanta en la misma, situada en el término municipal de Palomares del Río, Sevilla. Cuenta con una superficie construida de 135,74m<sup>2</sup> y una superficie útil total de 117,23m<sup>2</sup> (Tabla 1).

<b>SUPERFICIE ÚTIL VIVIENDA</b>	<b>117,23 m<sup>2</sup></b>
<b>Planta baja</b>	<b>105,89 m<sup>2</sup></b>
Dormitorio 1	8,79 m <sup>2</sup>
Dormitorio 2	8,82 m <sup>2</sup>
Dormitorio 3	8,54 m <sup>2</sup>
Dormitorio 4	15,34 m <sup>2</sup>
Baño 1	4,09 m <sup>2</sup>
Baño 2	4,12 m <sup>2</sup>
Pasillo	6,13 m <sup>2</sup>
Vestíbulo	5,84 m <sup>2</sup>
Cocina	8,80 m <sup>2</sup>
Salón-comedor	35,42 m <sup>2</sup>
<b>Entreplanta</b>	<b>11,34 m<sup>2</sup></b>
Estudio	11,34 m <sup>2</sup>

Tabla 2 “Superficies útiles caso de estudio”

La vivienda consta de cuatro dormitorios (dos dobles y dos simples), dos cuartos de baños completos, vestidor, cocina, recibidor, salón a doble altura, estudio y comedor (fig.1).

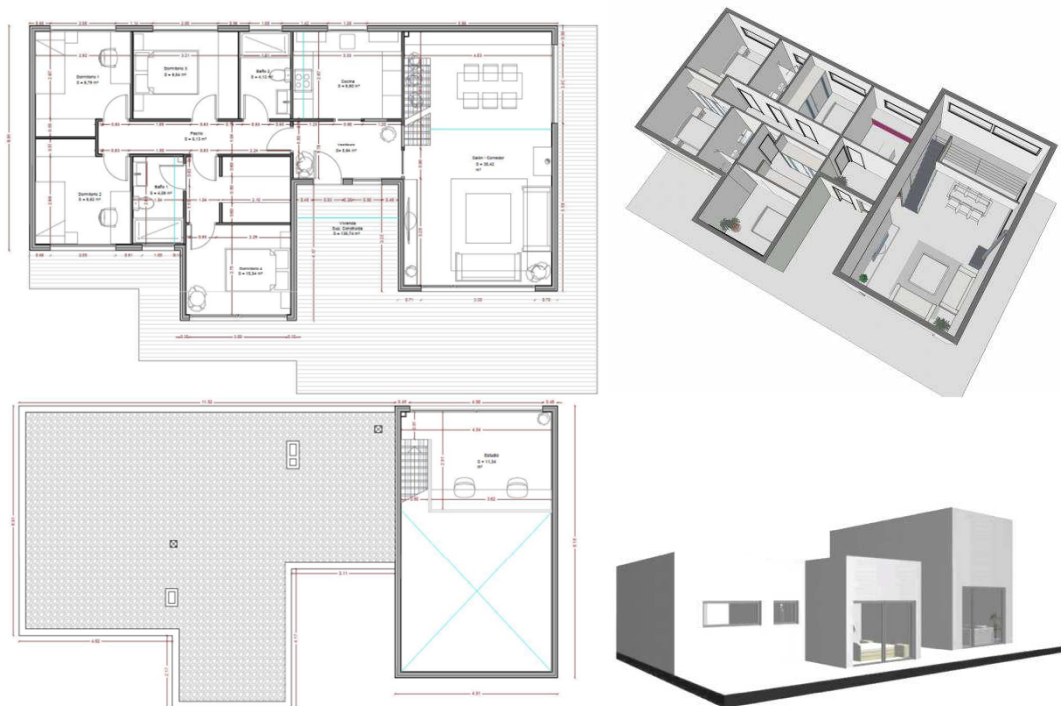


Fig. 10 “Caso de estudio: planta baja, entreplanta y perspectivas”. Fuente: estudio Heliopausa

Está inserta de manera descentrada en la parte más alta de una parcela de 1100m<sup>2</sup>, abriendo dos grandes huecos con orientación sureste hacia el área más libre del terreno donde la propiedad con el tiempo ajardinará y ejecutará una piscina (fig. 2).

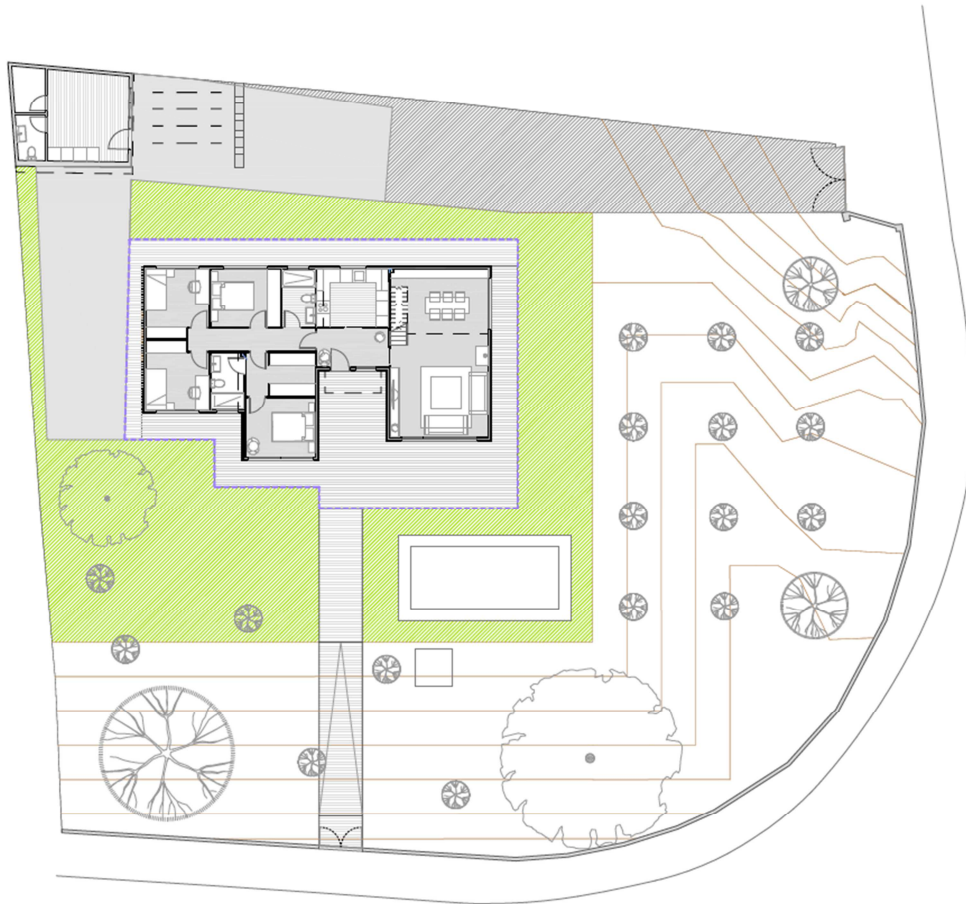


Fig. 11 “Caso de estudio: implantación final en la parcela y fotografías exteriores durante la obra”. Fuente: estudio Heliopausa

Este caso de estudio ha sido además tomado como caso de estudio dentro del Trabajo Fin de Master de Enrique Ramos Torres: ‘Sistemas alternativos de construcción: prefabricación e industrialización’ dentro del master de Ciudad y Arquitectura Sostenibles de la Universidad de Sevilla.

## 5.- Estudios iniciales

Hay varias premisas de partida por parte de los promotores que ayudan a convencer a los mismos sobre la necesidad de decidir utilizar técnicas de prefabricación e industrialización [5] [6], introduciendo soluciones eco-eficientes que mejorasen claramente tanto la calidad de vida como la relación superficie útil/superficie construida.

- La necesidad de construir en la vivienda en cuatro meses.
- Mejorar las condiciones de habitabilidad ‘tradicional’ de autoconstrucción.

En la fase inicial, se realizaron seis diseños diferentes (fig. 4), con sus correspondientes estudios de superficies y valoración económica comparada con el sistema tradicional y sistemas prefabricados alternativos (fig. 3). Cabe destacar en este punto las diferencias importantes económicas que ya se encuentran entre las ofertas recibidas por contratas de construcción tradicional y aquellas que implantan algún tipo de sistema eco-eficiente, en este estado preliminar del estudio, todas ellas por empresas reales y bajo pliego de concurso. En esta fase se analizaron empresas de Balloom frame (26% más económica que el tradicional), Steel frame (oferta similar), cajón metálico (5% más cara que la tradicional) y prefabricados de hormigón (38% más caro).

Tras la primera reunión con el promotor se realizaron otras siete variaciones que trataban ajustarse a las necesidades del promotor y a las imposiciones constructivas y técnicas de la solución prefabricada elegida.

MODELO	SUPERFICIE UTIL	SUPERFICIE CONSTR.	DORMIT.	ESTUDIO	COCINA	DOBLE ALTURA
VIVIENDA 3D1	115,88	128,05	3	INTEGRADO	INTEGRADA	NO
VIVIENDA 3D2	120,12	128,05	3	AISLADO	AISLADA	NO
VIVIENDA 4D1	129,44	140,90	4	INTEGRADO	AISLADA	NO
VIVIENDA 4D2	129,75	145,24	4	AISLADO	AISLADA	NO
VIVIENDA 4D2'	129,75	145,24	4	AISLADO	AISLADA	SI

MODELO	0,00		0,00 € 4 MESES	2 MESES	4 MESES	1 MES
	14 MESES	10 MESES	2 SEMANAS	3 MESES	2 MESES	5 MESES
CONSTR. TRADICIONAL	CONSTR. TRADICIONAL	PREF. HORMIGON	BALLOM FRAME	METALICO	STEEL FRAME	
VIVIENDA 3D1	98.961,52 €	108.857,67 €	176.068,75 €	94.908,36 €	111.531,55 €	105.369,23 €
VIVIENDA 3D2	102.582,48 €	112.840,73 €	176.068,75 €	94.908,36 €	111.531,55 €	115.524,90 €
VIVIENDA 4D1	110.541,76 €	121.595,94 €	193.737,50 €	104.432,54 €	132.556,00 €	128.125,36 €
VIVIENDA 4D2	117.806,50 €	129.587,15 €	195.705,00 €	105.649,27 €	142.359,00 €	132.096,23 €
VIVIENDA 4D2'	131.806,50 €	144.987,15 €	199.705,00 €	107.649,27 €	152.653,00 €	147.325,80 €

Fig. 12 “Caso de estudio: comparativo económico estimado de propuestas iniciales”.

Fuente: estudio Heliopausa

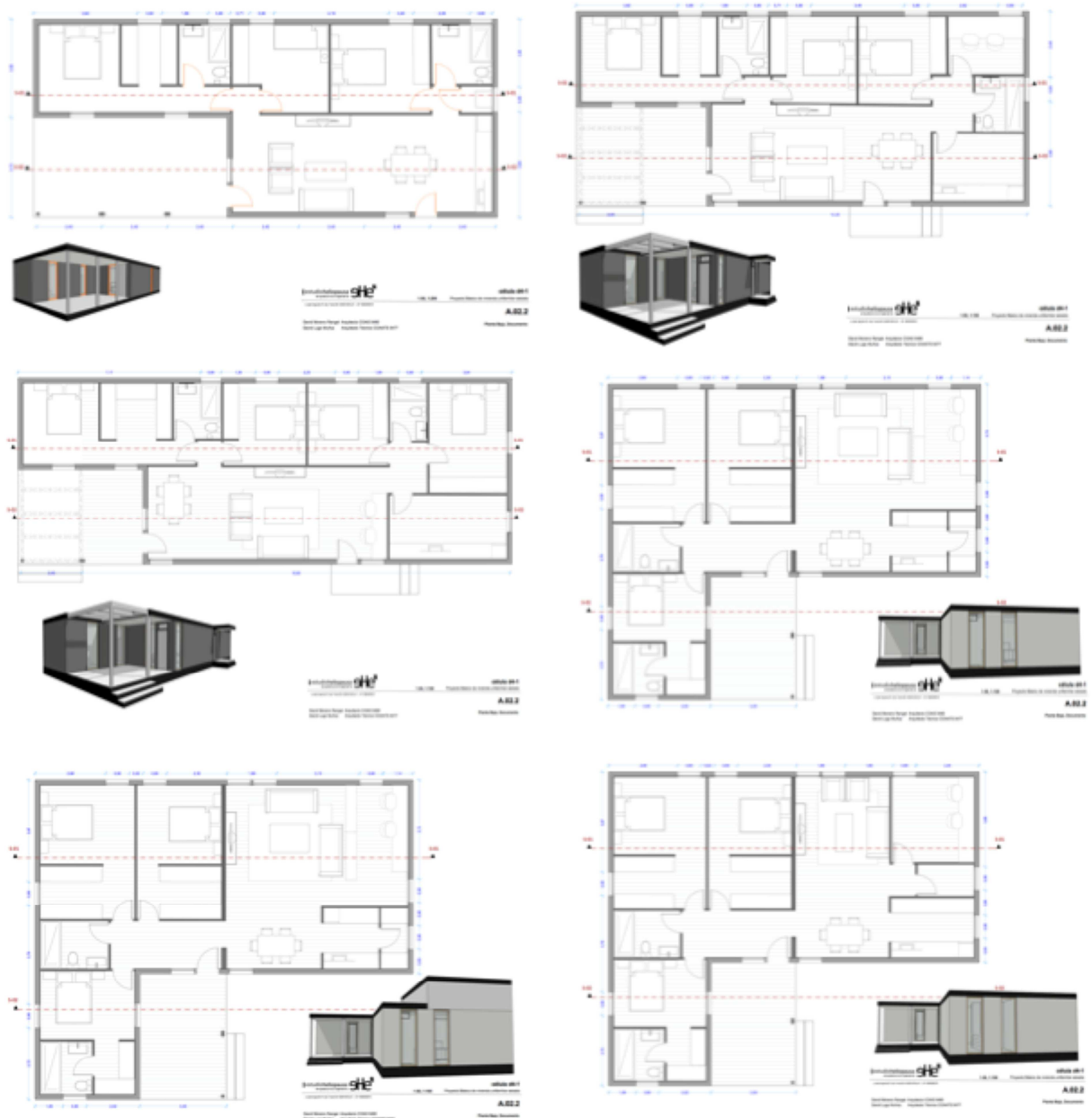


Fig. 13 “Caso de estudio: propuestas iniciales”. Fuente: estudio Heliopausa

La solución final es valorada por 82 empresas, 71 nacionales y 11 extranjeras, especializadas en 7 soluciones prefabricadas e industrializadas diferentes (fig. 5): proyectado de hormigón sobre EPS, encofrado de paneles de EPS, encofrado de bloques de EPS, paneles de hormigón prefabricado, paneles de madera contralaminada, estructura ligera de madera (balloom frame), estructura ligera de acero (steel frame).

Sistema	Nº total de empresas consultadas	Nº empresas NACIONALES consultadas.	Nº presupuesto desglosado obtenidos empresas nacionales.	% de presupuestos desglosados entre empresas nacionales.
Proyectado de hormigón sobre EPS	9	7	1	14,29%
Encofrado de paneles de EPS	6	5	1	20,00%
Encofrado de bloques de EPS	9	6	2	33,33%
Paneles hormigón prefabricado	12	12	3	25,00%
Paneles madera contralaminada	8	6	4	66,67%
Estructura ligera de madera	20	17	3	17,65%
Estructura ligera de acero	18	18	3	16,67%
<b>TOTAL</b>	<b>82</b>	<b>71</b>	<b>17</b>	<b>23,94%</b>

Fig. 14 “Empresas ofertantes para la ejecución del caso de estudio”. Fuente: Enrique Ramos Torres (TFM)

La mayor parte de las empresas realizan un presupuesto por capítulos sin desglosar partidas, por lo que se efectúa una segunda vuelta donde realizan una baja económica cuyos costes de los capítulos se comparan (fig. 6).

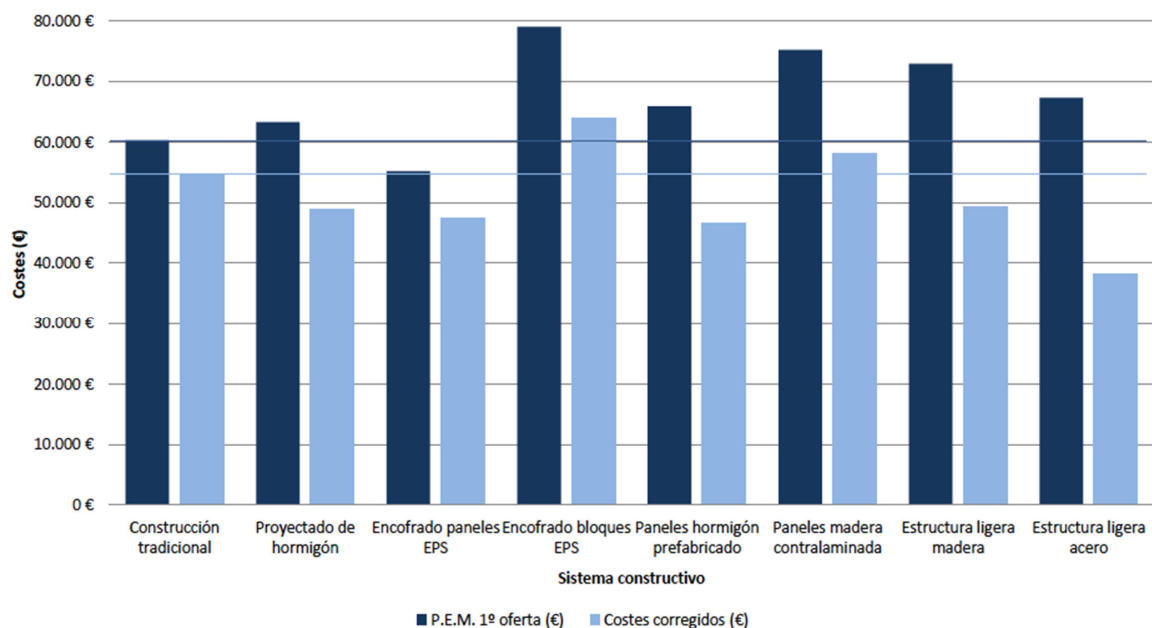


Fig. 15 “Comparativa de P.E.M. medio ofertado por sistemas para el caso de estudio, capítulos de estructura, fachada, cubierta y particiones interiores”. Fuente: Enrique Ramos Torres (TFM)

Además se realiza una comparativa entre las transmitancias térmicas conseguidas en cada sistema como ‘opción por defecto’ del fabricante (fig. 7), así como de los tiempos de ejecución medios en los que dichas empresas garantizan la finalización de obra (fig. 8).

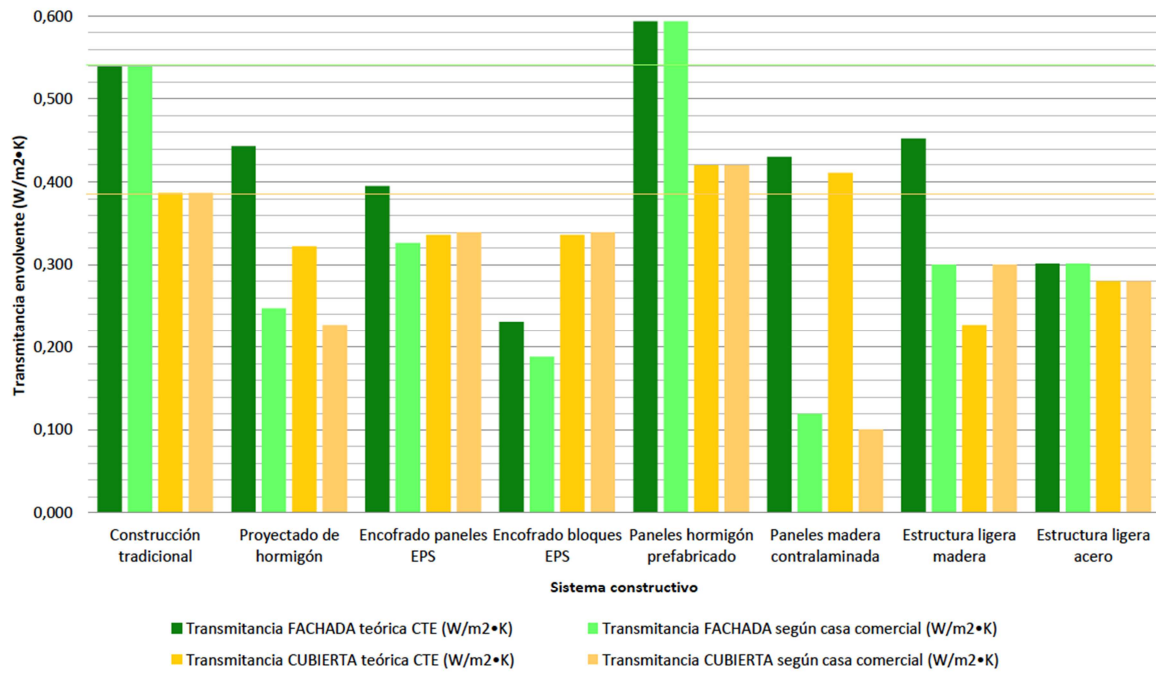


Fig. 16 “Caso de estudio: transmittancia térmica teórica por catálogo de elementos constructivos del CTE vs. Transmittancia aportadas por las casas comerciales”. Fuente: Enrique Ramos Torres (TFM)

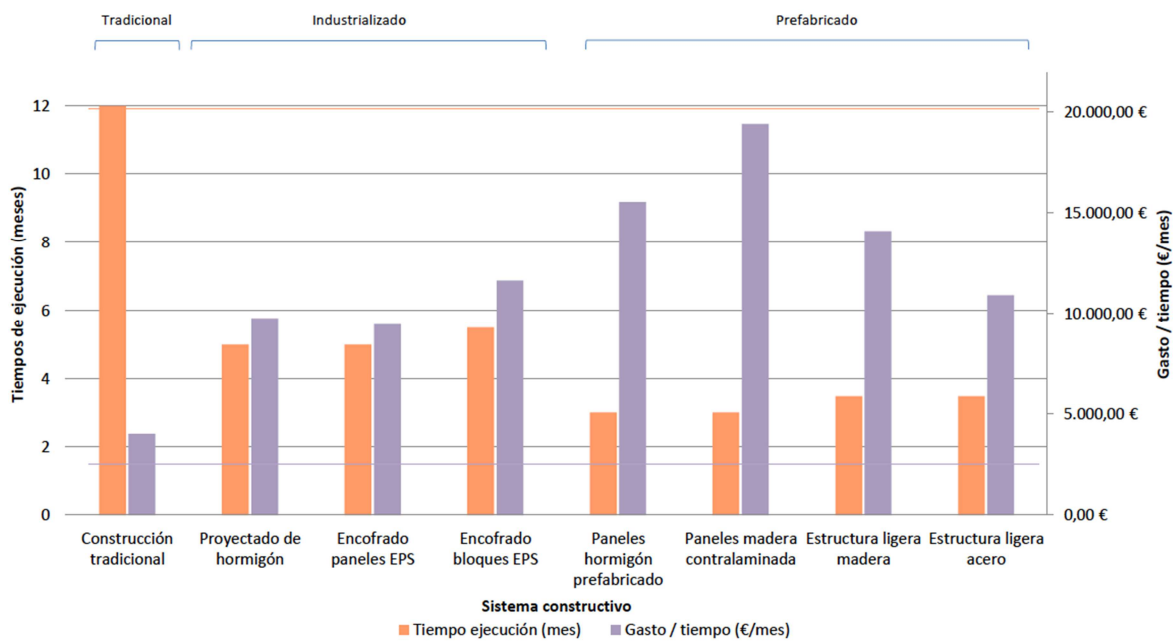


Fig. 17 “Caso de estudio: clasificación según tiempos de ejecución medios aportados por las empresas ofertantes”. Fuente: Enrique Ramos Torres (TFM)

Todo ello hace finalmente adoptar el sistema estructural SteelFrame.

Se muestra a continuación un resumen de las características de las soluciones adoptadas

## 5.1.- Sistema estructural

### 5.1.1.- Cimentación

De acuerdo con el estudio geotécnico encargado a CEMOSA, se realiza una cimentación mediante losa de hormigón armado de 40cm de canto (HA 25-B-30-IIa, Control normal, B-400S) a una profundidad de 1.00m respecto la rasante, sobre



10cm de hormigón de limpieza HL-150/B/20. Red de saneamiento con arquetas Jimten empotradas.

### **5.1.2.- Estructura portante**

Sistema estructural Steel Frame [7] [8] [9] formada por armazón de perfiles de acero galvanizado S250GDZ275 de 2mm de espesor, verticales de 175,5x50mm y horizontales de 200x75mm, U en canales y C en montantes, unidos entre sí y con la cimentación mediante tornillos auto-roscantes de cabeza hexagonal de 6,3x25mm.

## **5.2.- Sistema constructivo**

### **5.2.1.- Cerramiento vertical**

Sistema de aislamiento térmico por el exterior compuesto de: perfil de arranque atornillado; tratamiento de soporte de paneles de viroc con puente unión RHONA A-2000; pegado de paneles rígidos aislantes de poliestireno expandido (según UNE-EN 13499 con mortero RHONA T-700) y tacos de fijación a razón de 6 ud/m<sup>2</sup>; refuerzos en esquinas mediante el perfil cantonera; protección superficial de los paneles mediante dos capas de enfoscado con el mortero cola RHONA T-700; armado de la primera capa de mortero con malla de fibra de vidrio alcalirresistente RHONAMESH T-150 de 145 gr/m<sup>2</sup>; capa de imprimación con REVIQUARZ primer; revestimiento final con mortero acrílico REVIQUARZ blanco. Acabado interior con paneles de cartón yeso de 15mm anclados a perfiles omegas y 10cm de lana de roca de 100kg/m<sup>3</sup> en cámara de aire del sistema estructural.

### **5.2.2.- Cubierta**

Compuesta por doble capa geotextil danofelty PY300 no tejido de fibra corta de poliéster 300gr/m<sup>2</sup>. Lámina de impermeabilización de PVC Rhenofol CG 1,2 color gris policloruro de vinilo plastificado armada con fieltro sintético de fibra de vidrio no tejido de durabilidad 40 años, incluso en el DIT400/R-09 en conformidad al CTE. Sistema para cubierta plana sin pendientes. Acabado mediante losa filtrón poroso y poliestireno extruido, marca DANALOSA 50x50cm y espesor 75mm.

Sistema de evacuación pluvial de cubierta mediante sistema 'pluvia de Geberit', conectado a sistema de saneamiento de la vivienda.

### **5.2.3.- Ventanas**

Ventanas de PVC de diferentes tamaños y tipos con vidrios de seguridad 4+4 con 6 butilos, 10mm de cámara, 4+4 con 6 butilos, realizadas con perfilería de PVC Kömmerling sistema premiline, con rotura de puente térmico y juntas de estanqueidad de neopreno. Herrajes de deslizamiento, cierre y seguridad.

### **5.2.4.- Particiones**

Realizadas mediante tabiques de cartón yeso 46/600 compuesto por dos placas de cartón yeso de 15mm de espesor cada una atornilladas a cada lado de la estructura metálica de acero galvanizado de canales horizontales y montantes verticales de 46mm con una modulación de 600mm entre ejes. En su interior, incorpora un panel de lana mineral de roca de 40mm de espesor.

## **5.3.- Instalaciones**

Instalaciones convencionales, completamente dotado de fontanería, saneamiento, electricidad, telecomunicaciones, climatización (incluso chimenea), placa solar térmica, ventilación híbrida. Destacar el sistema Geberit instalado en cubierta para realizar la misma sin pendientes, así como la instalación de arquetas Jimten en losa. Placa solar para ACS con apoyo de bombas de calor de climatización. Se propuso

un sistema de ACS mediante intercambiador con el aire caliente de la cámara de aire pero se desechó por parte del promotor por la necesidad del espacio para el acumulador en el interior de la vivienda.

## **6.- Problemas detectados a la hora de introducir las diferentes soluciones**

Se muestran a continuación los problemas más importantes sufridos en el caso de estudio en todas sus fases. Es importante destacar que las complicaciones nunca desaparecen entre una fase y otra sino que los de las etapas posteriores se van sumando a los inconvenientes iniciales.

### **6.1.- Fase de anteproyecto**

#### **6.1.1.- Desconocimiento inicial de los sistemas modulares y prefabricados**

La formación universitaria toca muy tangencialmente la mayoría de estos sistemas alternativos de construcción, lo que hace que exista gran desconocimiento técnico sobre sus posibilidades y dificulte su adopción por parte de los proyectistas. Quien quiera aventurarse a introducir cualquiera de ellos parte de un desconocimiento gravoso que lo pone en la cuerda floja a nivel técnico, sin saber, en primera instancia, las ventajas e inconvenientes reales, los posibles problemas patológicos futuros por una mala construcción, y los costes presentes. También existe una dificultad de cálculo estructural y de justificación normativa de CTE.

#### **6.1.2.- Incompatibilidad entre sistemas**

Para optimizar costes y aprovechar la verdadera economía de los sistemas prefabricados, el diseño arquitectónico debe modularse conforme la industria. El problema es que en estadios iniciales donde no se tiene claro la idoneidad de un sistema u otro, incluso de una casa comercial u otra, las dimensiones óptimas difieren, y eso multiplica el trabajo de gabinete.

#### **6.1.3.- Oferta inicial con letra pequeña**

Las ofertas iniciales suelen ser bastante económicas (90% de las empresas consultadas un 40% por debajo de la construcción inicial), pero están llenas de letras pequeñas y otras 'invisibles' que tratan de ocultar costes indirectos y otros 'no incluidos' que hacen multiplicar el coste inicial. El técnico se convierte en esta fase en un verdadero negociador, ya que corre el riesgo de trasladar unas expectativas económicas al promotor, que a la hora de la oferta final pueden llegar a multiplicarse incluso por dos (59% de las empresas consultadas).

#### **6.1.4.- Dificultad para convencer al promotor de la sustitución de lo tradicional**

Las autopromociones en municipios suele llevarse a cabo por un perfil de promotor más convencional que quiere aquello que está acostumbrado a ver en su entorno inmediato y teme introducir algo nuevo. Ello obliga al técnico conocer muy bien las ventajas e inconvenientes de los sistemas para, en pleno debate, conseguir desmontar los prejuicios y lograr que se apueste por un sistema 'raro' no 'convencional'.

#### **6.1.5.- Gran ocultismo por parte de las empresas**

Todas las empresas con las que se ha contactado en los diferentes sistemas estudiados han mostrado una gran resistencia a enviar documentación técnica que dificulta la aprobación por parte del técnico redactor, así como la optimización económica del sistema elegido.

### **6.1.6.- Plazos de entrega dependiente de terceros**

Cuando un técnico se plantea utilizar un sistema no convencional ha de saber ha de establecer un programa de tiempos de trabajo dependiente de terceras personas, corriendo el riesgo de incumplir su propio contrato.

## **6.2.- Fase de proyecto básico**

### **6.2.1.- La variabilidad constructiva entre sistemas complejiza la redacción del proyecto básico y lo ralentiza enormemente**

Cada marca comercial tiene sus propias dimensiones modulares que, aunque poco, hacen variar todos los espacios del proyecto (y toda su representación planimétrica). Más aún si dudamos entre unos sistemas eco-eficientes y otros. Esto hace que incluso en fase de proyecto básico, el proyectista deba realizar definiciones constructivas al modo de proyecto de ejecución en una etapa con gran falta de información: en esta fase normalmente aún no se cuenta con el estudio geotécnico y sin embargo la elección de la solución depende en gran medida del tipo de cimentación a ejecutar ya que los costes varían enormemente. Se ha de trabajar, por tanto, con varias hipótesis en paralelo para garantizar los plazos de entrega de la redacción del proyecto.

### **5.2.2.- El proyecto se redibuja en múltiples ocasiones**

Otro gran problema derivado de estas fases iniciales donde aún no se tiene claro el sistema es que cualquier cambio en el mismo, por decisión propia o por causa mayor (más habitual de lo deseable en este tipo de soluciones) supone redibujar el proyecto por completo. Una media de 6 veces de media entre todos los proyectos ejecutados por nosotros. Todo ello en un plazo de entrega que no suele ser superior a un mes.

## **6.3.- Fase de proyecto de ejecución**

### **6.3.1.- Dificultad para elegir el sistema. Indecisión 'patológica'**

El poco tiempo con el que cuenta un estudio profesional para desarrollar un proyecto hace que sea muy difícil tener las suficientes horas para poder elegir con credibilidad y fiabilidad un sistema nuevo, entre un conjunto de variables, a menos que se tenga gran experiencia en ello. Uno de los principales inconvenientes es que se trata de soluciones relativamente nuevas que no tienen el histórico suficiente como para saber si producen patologías constructivas a futuro o no. Por ello entra en juego los conocimientos de 'cultura general de la construcción' y el 'grado de riesgo' que cada técnico quiera correr.

### **6.3.2.- Indefinición constructiva, riesgo inminente**

El 50% de las casas comerciales consultadas realizan indefiniciones importantes: si bien envían las secciones tipo de la fachada y cubierta, no contienen datos suficientes para poder valorar si su realización produciría algún tipo de patología posterior o no. Y lo que es peor: en ningún caso las empresas consultadas indicaban cómo deberían ser los anclajes mecánicos (a cimentación, entre perfiles y vigas, etc.).

### **6.3.3.- No firmes aquello que desconoces**

Nuestra experiencia dicta que las empresas tienden a obligarte a firmar un contrato aun cuando existe una gran indefinición constructiva por su parte. La presión de los tiempos ajustados según contrato y las dinámicas de mercado hacen que exista un gran riesgo en aceptar firmar algo para que te faciliten información que luego es insuficiente o no cumple normativa.

#### **6.3.4.- No encontrarás bibliografía específica, y si la hay deja mucho que desear**

Ante el desconocimiento generalizado es necesario aprender mediante bibliografía y documentos técnicos avalados que permitan dar una respuesta coherente y firme al problema a resolver. Sin embargo existe poca bibliografía específica, y la que hay suele ser insuficiente y no actualizada.

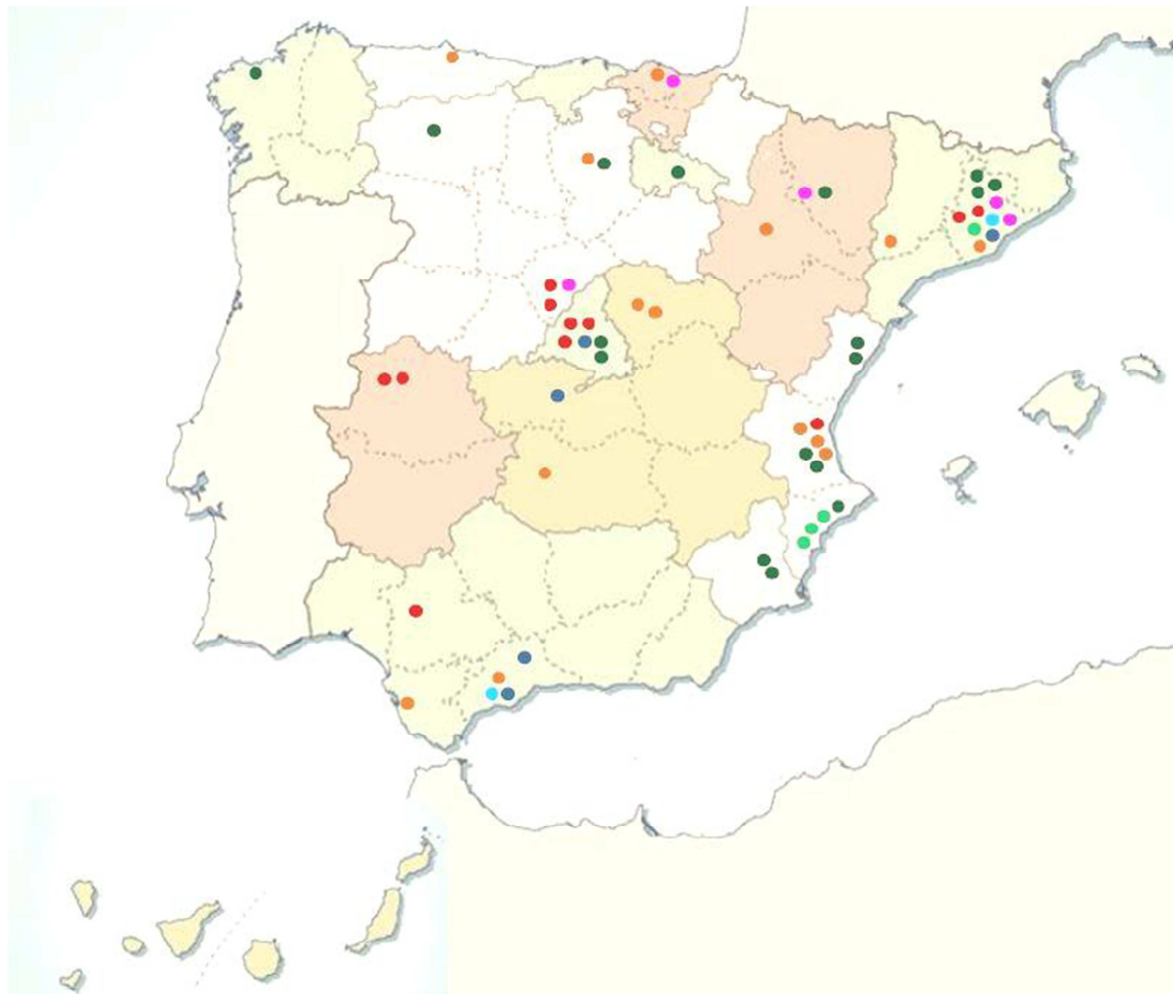
#### **6.3.5.- La picaresca como valor de mercado**

Es habitual desechar en pleno proyecto de ejecución diferentes empresas especializadas (en el caso de estudio se hizo con hasta a ocho empresas de Steel frame). Se detectan diferentes picarescas empresariales que hacen cortar cualquier tipo de relación profesional. Se juega con la letra pequeña del presupuesto, con la idoneidad de la solución constructiva, con no facilitar la información si no se abona un proyecto técnico que suele ser muy precario, con importar perfiles y materiales de otros países, con desvirtualizar los plazos, etc.

En el caso de estudio cada una de las ocho empresas contactadas en la fase final se negó en primer lugar a dar los datos técnicos sobre los perfiles utilizados, ni si quiera dimensionales, mucho menos de espesores, y nada en relación al tipo de galvanizado. La realidad es que a pesar de que se supone que todas las empresas responden a los mismos requerimientos (construir una vivienda unifamiliar aislada con un sistema prefabricado tipo Steel frame que cumpla CTE), cada una utiliza espesores y tipos de perfiles diferentes, y protecciones de galvanizados distintas. A pocos días de entregar el proyecto de ejecución supimos que fábricas de Steel frame no existen en España, sino que todas las empresas lo que tienen son 'enroladoras' y bobinas de acero galvanizado (la mayoría importadas desde China), por lo que terminan haciendo en obra artesanalmente todas las piezas especiales de encuentros y remates.

#### **6.3.6.- Trabajar con soluciones eco-eficientes suele ser sinónimo de grandes desplazamientos**

Las soluciones eco-eficientes suelen tener una red de distribución amplia pero donde la industria está muy focalizada en nodos concretos, generalmente en el Norte de España (fig. 9). Ello implica que si realmente se quiere conocer con rigurosidad el sistema y, sobre todo, a las empresas, en primer lugar el técnico debería viajar hacia estas supuestas fábricas para conocer de primera mano el producto y poder preguntar in situ todas las dudas que pudiera tener, acumulando energía a un proyecto que se supone trata de ser eficiente. Además, de cara al cálculo del presupuesto el factor transporte adquiere mucha importancia ya que no sólo hay que traer el material a obra desde sitios bastante lejanos, sino que igualmente se trata de soluciones que deben ser ejecutadas por especialistas que obligan a desplazamientos del personal cualificado con pernoctaciones incluidas.



Leyenda:

- Proyecto de hormigón sobre poliestireno con malla electrosoldada.
- Encofrado paneles de poliestireno expandido con entramado malla galvanizadas.
- Encofrado de piezas machihembradas de poliestireno con entramado de PVC.
- Paneles portantes de hormigón prefabricado.
- Paneles portantes de madera contralaminada.
- Estructura ligera de madera.
- Estructura ligera de perfiles de acero galvanizado.

Fig. 18 “Caso de estudio: Localización de las empresas contactadas”. Fuente: Enrique Ramos Torres (TFM)

#### 6.4.- Fase de dirección de obra

##### 6.4.1.- La solución eco-eficiente requiere una dirección intensa y exhaustiva

Este tipo de soluciones que son capaces de generar un gran volumen de obra en poco tiempo requieren por parte del técnico una gran dedicación semanal para asegurar la correcta ejecución. Dos-tres visitas semanales es recomendable.

##### 6.4.2.- La distancia de la obra a la sede empresarial suele generar problemas con los repasos finales

La distancia entre la obra y la sede de la empresa que ejecuta la solución del sistema alternativo hace que cualquier problema detectado durante fases de obra posterior dificulte que la empresa trate de solucionarlo presencialmente, por el coste económico que ello le conlleva. Cualquier tipo de reclamación se hace no presencial.

##### 6.4.3.- Las tolerancias se disminuyen, generando tensión en obra

Los sistemas prefabricados que encajan como kits, tienen tolerancias bastante bajas. Cualquier error en un replanteo, y sobre todo en aquellas partidas que

conlleven hormigón y por tanto otra tolerancia intrínseca (como una losa de cimentación mal ejecutada), Ocasiona graves problemas económicos en la obra e importantes retrasos. Por ello el técnico ha de tener un control exhaustivo que suele traducirse en órdenes reiteradas, en una gran insistencia técnica, y en una pesadez exhaustiva que termina por generar una tensión en obra que puede ser conflictiva.

#### **6.4.4.- El problema de los impagos a terceros se acentúa**

Lo normal es que este tipo de soluciones requiera de equipos auxiliares y algo de mano de obra no especializada que suele contratarse de manera local por economía. La distancia física entre la sede de la contrata y subcontrata aumenta las posibilidades del impago ya que la reclamación juega en contra del perjudicado.

### **7.- Conclusiones**

La introducción de las soluciones eco-eficientes en construcción es una necesidad imperiosa e indiscutible bajo nuestro juicio. La lentitud en su implantación generalizada ha sido objeto de múltiples debates. Sin embargo, derivada de nuestra experiencia (concretada en el caso de estudio expuesto en este trabajo, aunque mucho más numerosa) se demuestra que el currículum profesional que un equipo pudiera tener, puede ser un arma de doble filo a la hora de enfrentarse con la práctica de los sistemas alternativos de construcción, ya que si se tratan de asimilar a partir de las dinámicas aprendidas y modos de hacer que provienen de una experiencia de construcción mayoritariamente ‘tradicional’ suelen dar como resultados múltiples equivocaciones. Es fundamental en esta organización proyectual conocer los riesgos que se corren así como los nuevos problemas a los que se van a tener que enfrentar aquellos que pretendan hacer de la arquitectura una realidad más sostenible, ecológica y eficiente. Lo cierto es que a pesar de todo, en nuestro caso de estudio, y aún en tiempos de crisis, la vivienda se ha revalorizado un 50%.

### **AGRADECIMIENTOS**

Agradecemos al equipo completo de Estudio Heliopausa S.L. el ímpetu puesto en la redacción y ejecución de este proyecto.

### **REFERENCIAS**

- [1] Jodidio, Philip. 100 contemporary green buildings. 2013
- [2] Zabalza Bribián, Ignacio; Aranda Usón, Bribián. Ecodiseño en la edificación. Zaragoza; 2011
- [3] Paredes Benítez, Cristina. Eco arquitectura: sostenibles, bioclimáticas, eficientes: atlas ilustrado. 2011
- [4] Wassouf, Michael. De la casa pasiva al estándar: la arquitectura pasiva en climas cálidos. Barcelona; 2014
- [5] Serrats Marta. El gran libro de las casas prefabricadas. Barcelona; 2012
- [6] Sergi Costa, Durán; Simone K., Schleifer. Casas ecosostenibles. Madrid; 2011
- [7] Jáuregui, Esteban; Negri, Claudio. Casas con estructura de acero: documentando viviendas con el sistema Steel framing. Buenos Aires; 2013
- [8] Jáuregui, Esteban. Introducción al sistema steel framing: construyendo con perfiles de acero galvanizado liviano. Buenos Aires; 2009
- [9] Dannemann, Roberto. Manual de Ingeniería de Steel Framing. Instituto Latinoamericano del Hierro y del Acero. 2008