

ARQUITECTURA COMPLEJA EN VIVIENDAS DE MADERA

Estructuras de contralaminado para 4 proyectos en Cataluña

GESTIONAR LA COMPLEJIDAD GEOMÉTRICA: CUATRO PROYECTOS EN CATALUÑA

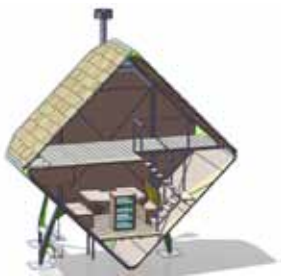
Les presento en este artículo cuatro obras de cuya estructura me ocupé en la provincia de Barcelona entre 2008 y 2011, con el factor común de la utilización de la madera contralaminada para la resolución de propuestas geoméricamente complejas, en entornos a su vez con todo tipo de dificultades en la adaptación al “genio del lugar”.

Una percepción “típica” de los arquitectos españoles a la hora de utilizar la madera, solía ser la identificación con limitaciones de diseño, a no ser que se dieran saltos presupuestarios de un orden de magnitud. Estas cuatro obras demuestran que, especialmente con la aparición en el mercado de la madera contralaminada como un material estructural de suministro estable y costes predecibles, esto ya no es así. No sólo no lo es, sino que, en mi experiencia de estos últimos cinco años, cuanto mayor sea la complejidad de la cuestión estructural (venga de donde venga: grandes vanos o voladizos, limitaciones del sitio, elevadas prestaciones en incendio..., o irregularidad geométrica), mayor es la competitividad de la madera. La repercusión por m² construido del “cajón” de madera contralaminada suministrado y montado del tipo que ejemplifico en estas cuatro obras, estuvo en la horquilla de 250 a 350 €/m², en función de los acabados: son cifras que hablan por sí solas.

Los promotores y diseñadores de la obra de Valdoreix, tenían la idea inicial de realizar la obra con un sistema de entramado ligero tradicional. Se trataba de unos clientes con una intensa vocación de reducir al mínimo posible todo el impacto ambiental de la obra, de crear un ambiente interior tan saludable como la tecnología actual permitiera, y de conjugar ambos valores con una forma de construir realmente nueva, enfocada al futuro. Contactaron conmigo, en principio, para ocuparme de la evaluación de la cimentación de pilotes atornillados (ver al pie). Después de los primeros contactos, me propusieron ocuparme del cálculo del entramado ligero... y la evolución del proyecto profundizando en los parámetros citados, llevé “de cabeza” al uso de la madera contralaminada, que los clientes ya conocían por referencias de Francia. Otros materiales interesantes dentro del mismo marco fueron la utilización de aislamiento de celulosa (corcho en forjados inferiores), los revestimientos interiores en arcilla, o la fachada y pavimentos exteriores en duglasia (pseudotsuga menziesii, Europa) sin tratamiento químico. La obra se organiza en una superposición de cajas que se van proyectando conforme se adaptan a la pendiente, generando una atractiva suc-







esión de terrazas que se imbrican en el propio terreno. La relativa isotropía del material, añadida a la “movilización” de las diferentes pantallas, facilita salvar sin coste relevante vanos cuya solución el espectador no percibe de forma clara (no sé si esto es una ventaja, visceralmente hablando: pero desde luego, es una útil herramienta arquitectónica).

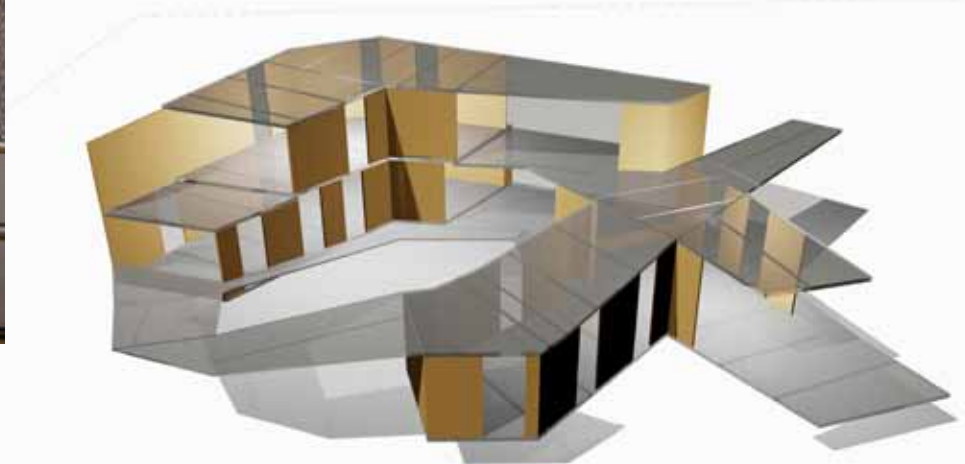
En Las Planas, Vacarisses, y Olivella las primeras ideas de los arquitectos para la estructura, eran sistemas convencionales de hormigón (en Las Planas, se barajaban opciones en acero). Una vez que los arquitectos y los promotores visitaron la obra de Valdoreix, su percepción se puede resumir en una frase que he oído en estos años formulada a muchos técnicos, de diferentes formas, en relación con la madera contralaminada: “¿cómo no se le había ocurrido a nadie antes?”.

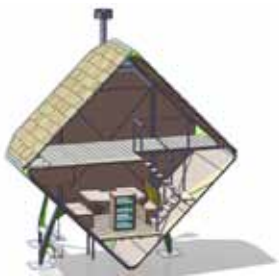
Lo que en el proyecto de Las Planas prometía ser una aventura sólo con la preparación de planos de forjado y modelos de cálculo, se convirtió en un (relativamente) simple ejercicio de sentido común y dibujo 3D, lo que permitió al arquitecto concentrarse en las claves de la idea arquitectónica (riqueza de recorridos, juegos de privacidad, “independencia” del ángulo recto en planta ...), y olvidarse de la estructura. Ésta pasó de ser algo que “alguien” sufriría después de la arquitectura, a establecerse por derecho propio como una parte esencial en el diálogo de la irregularidad sutilmente gestionada que es el alma del proyecto en sí. La parcela conservaba varias encinas y robles catalogados, que debían mantenerse incólumes; de hecho, ellos fueron parte del proyecto desde el inicio. Se trató, sin duda, de un condicionante de primer orden (imagine el lector el espectáculo de la erección), pero me sirve en este punto para subrayar dos palabras clave que adjetivan el trabajo con contralaminada: flexibilidad y limpieza. Se reveló como una misión imposible conjugar la optimización estructural, la lógica del montaje y el no llevarnos por delante algún árbol: como resultado hubo que partir “in situ” un enorme panel, y proceder a la reorganización local del sistema, de modo bastante simple. Cuando la madera estuvo montada, la sensación de limpieza de la parcela (unos montones aislados de recortes de madera, que el usuario ha acopiado para su aprovechamiento; los árboles con alguna hoja arrancada...), seguida de la celeridad del montaje, te creaba la sensación de que no debías de estar en “una obra de las de verdad”. Y tal vez sea así.

En Vacarisses, obra enfocada con una disciplina presupuestaria estricta (el límite fue, en todo momento, el precio de la construcción convencional para la misma superficie), la clave del diseño estructural fue cómo conjugar el volumen de la obra y su “directriz quebrada” al volarse sobre la pendiente (media superior al 80%) dentro de la referida disciplina. En realidad, una vez “visualizamos” los muros que presumiblemente deberían ir en madera, quedó claro que se podía apoyar todo el edificio en una red relativamente laxa de apoyos puntuales. Y, ya que estábamos, pareció que no debía ser complicado eliminar el pilar central del salón. En las imágenes (el proyecto es esencialmente el mismo que la propuesta inicial en hormigón) se aprecia cómo el volumen superior se macla en el inferior, generándose una esquina proyectada en el espacio interior en la que “falta” el pilar. Eliminar dicho pilar, se limitó a un incremento, no excesivo, de los patrones de costura de las losas; en hormigón o acero, habría sido posible, desde luego, pero a un precio inabordable. Por otro lado, se eliminaron también pilares en los ventanales, o se redujeron a una expresión mínima (a nivel de perfil de carpintería, prácticamente). Desde luego, no se trata de

Las Planas







eliminar pilares por simple alarde vacío de contenido arquitectónico: en la experiencia del espacio resultante es obvia la diferencia de la percepción del mismo, y su relación con el espacio exterior (unas soberbias vistas de la Sierra de Montserrat, en nuestro caso). Es decir, en un proyecto de estas características, la eliminación de pilares ayuda a la expresión de la propia idea arquitectónica (reflexión algo traída por los pelos, claro, considerando que la arquitectura empezó erigiendo un pilar).

Los arquitectos de Olivella plantearon el proyecto como una experiencia de hasta dónde podía llegarse en la optimización ambiental de la construcción residencial: desde el principio se planteaban aljibes para la gestión del agua de lluvia, niveles de aislamiento próximos a estándares de casa pasiva... El aspecto que faltaba era la integración de dicha filosofía en la estructura en sí misma. Si bien las primeras propuestas eran muros de Termoarcilla combinados con una estructura convencional en hormigón, estaba claro que la opción en madera contralaminada elevaba drásticamente el “valor” medioambiental de la obra. Este motivo fue el que, esencialmente, llevó a los proyectistas a decantarse: otras ventajas, “vinieron por añadidura”. La obra se organiza en una sucesión de niveles y alturas sensiblemente adaptados al terreno natural, que se van encajando en los tres bloques principales del inmueble, para terminar proyectándose hacia el paisaje en dos direcciones oblicuas entre sí. En la propuesta en hormigón, aparecían varios pilares apeando las terrazas proyectadas que se aprecian en las imágenes. El elevado peso propio previsto para la terraza ajardinada, llevaba a espesores de losa que, combinados con la rigidización que aportaba el antepecho perimetral al realizarse con pantallas estructurales, hacían que los pilares terminaran por estar ridículamente solicitados. De ahí, a eliminarlos, la diferencia en coste es inexistente: lo que es necesario

invertir en herrajes en la madera, es comparable con el ahorro de la cimentación y ejecución de los pilares suprimidos. En este caso, la propia complejidad geométrica ayudó, utilizando madera contralaminada, a la simplificación de la estructura. Abundando (aun) más en la temática ambiental, los muros exteriores de madera se revistieron con tapial apisonado configurando la fachada exterior, y con ladrillos de tierra prensada al interior.

Prácticamente acabadas las cuatro obras, es interesante reflexionar sobre el factor humano empleado en la estructura. Pese a la complejidad de los proyectos, el dimensionado no requirió la realización de sofisticados modelos de cálculo tridimensionales (con la única excepción de los muros de contención de madera, ver más adelante). En su lugar, fueron suficientes estudios de equilibrio y deformación de pantallas y diafragmas localmente analizados. No obstante, el poder verificar la seguridad estructural mediante este análisis lógico simplificado, sólo es posible partiendo de completos modelos geométricos tridimensionales: la rodilla del diseño estructural en madera contralaminada es el dibujo (como siempre). Por otra parte, incluso en obras de esta dificultad geométrica, se mantuvieron las cifras habituales de tiempos de montaje: 0.2 a 0.3 horas-hombre por m² de paramento de madera.

REFERENCIAS

Diseño estructural: Miguel Nevado.
Madera contralaminada: KLH

LAS PLANAS

Arquitecto y promotor: Néstor Piris.
Carpintería de armar: Nix Profusta.

OLIVELLA

Arquitectos: Jordi Galopa y Philippe Bürcher.
Carpintería de armar: Nix Profusta.

VACARISSES

Arquitectos: Angela Johr y Daniel Powell
Carpintería de armar: Eco Build.



VALDOREIX

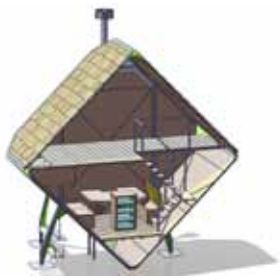
Diseño y promoción: Marc Le Menestrel y Sybille van den Hoeve
Arquitectos: Josep Soldevila y Miguel Nevado
Carpintería de armar: Verdaguer Germans

EXCURSUS: La relación con el suelo

La cimentación de Valdoreix, Las Planas y Vacarisses se realizó mediante pilotes atornillados, un procedimiento especialmente bien “maridado” con la construcción de estructuras laminares ligeras, especialmente cuando estas son complejas y algunos apoyos puntuales pueden traccionarse apreciablemente. Se trata de un sistema desarrollado a principios del s. XIX (la primera patente es de los años 30 de dicho siglo), sobre todo para resolver cimentaciones de muelles en terrenos de costa conflictivos. Es a partir de los años 50 y 60 del x. XX, con el abaratamiento de los

Vacarisses






arquitectura

atornilladores hidráulicos cuando se empieza a extender por Norteamérica en todo tipo de edificaciones de tipo ligero, y el recalce de cimentaciones convencionales. Las capacidades de carga son moderadas (desde 3 t para pilotes de 5 cm de diámetro hasta 200 t para pilotes de 20 cm, lógicamente dependiendo de suelos y geometría de hélices), pero con una excepcional relación entre dicha capacidad y sus prestaciones ambientales. Y es que estamos ante un sistema de cimentación totalmente reversible y reutilizable. Posiblemente, es uno de los métodos de entrega de cargas al suelo de menos impacto ambiental que cabe imaginar, aun incluyendo los pilotes de madera tratada en la comparación. La cuestión de la durabilidad se trata análogamente a otros elementos equivalentes (tales como los oleoductos o las estructuras costeras): o bien se utilizan galvanizados intensos, o bien se sigue un procedimiento de evaluación de la oxidación sacrificial, o bien se protege por métodos eléctricos (que pueden aportar una durabilidad prácticamente ilimitada en el tiempo). En Europa, están activas empresas tales como Technopieux, Paalupiste o Helical Pier Systems; desde el punto de vista normativo, el sistema está incorporado desde la versión 2009 del “Uniform Building Code” (UBC) y, en todo caso, es susceptible de verificación de forma consistente con el CTE español.

Otro apunte interesante en torno a la cimentación fueron los “muros de contención en madera”. En las obras de Valdoreix y Olivella hay sendos muros de contención de gravas, de cuatro y seis metros de altura, respectivamente, en madera contralaminada (en Olivella, además, con una terraza para garaje sobre la madera). Resulta algo, en definitiva, simple: si un muro de contención de hormigón debe ser salubre, la normativa vigente y la elemental buena práctica nos llevan a una conjunto de pieles protectoras (láminas delta, varios impermeabilizantes, aislamientos estancos, geotextiles, drenes...) tal que finalmente la

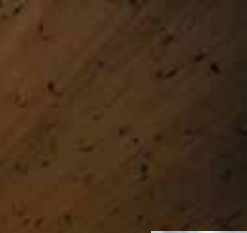
madera se puede considerar en clase de uso 1 (clase 2, considerando un hipotético fallo puntual), lo que facilita su empleo dentro del marco normativo. El modelo estructural no es, obviamente, el característico de una enorme zapata a vuelco en la base del muro de hormigón (con las conocidas implicaciones de detalle constructivo “imposible” por todos sufridas). Por el contrario, se trata de pantallas verticales trabajando a flexión biapoyada en los forjados, de modo que es una fracción de la totalidad de la masa del propio inmueble la que estabiliza el sistema a través de pantallas oblicuas al muro de contención, merced al rozamiento horizontal. Los detalles de la envolvente interior resultan mucho más eficientes en términos de salubridad interior. Sí debo reconocer que la realización de estos muros ha necesitado vencer las iniciales inercias en contra, totalmente justificadas, de arquitectos, clientes y técnicos de OCT: afortunadamente, el sentido común prevaleció 

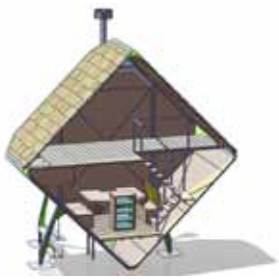
miguel.nevado@enmadera.info



Olivella







arquitectura

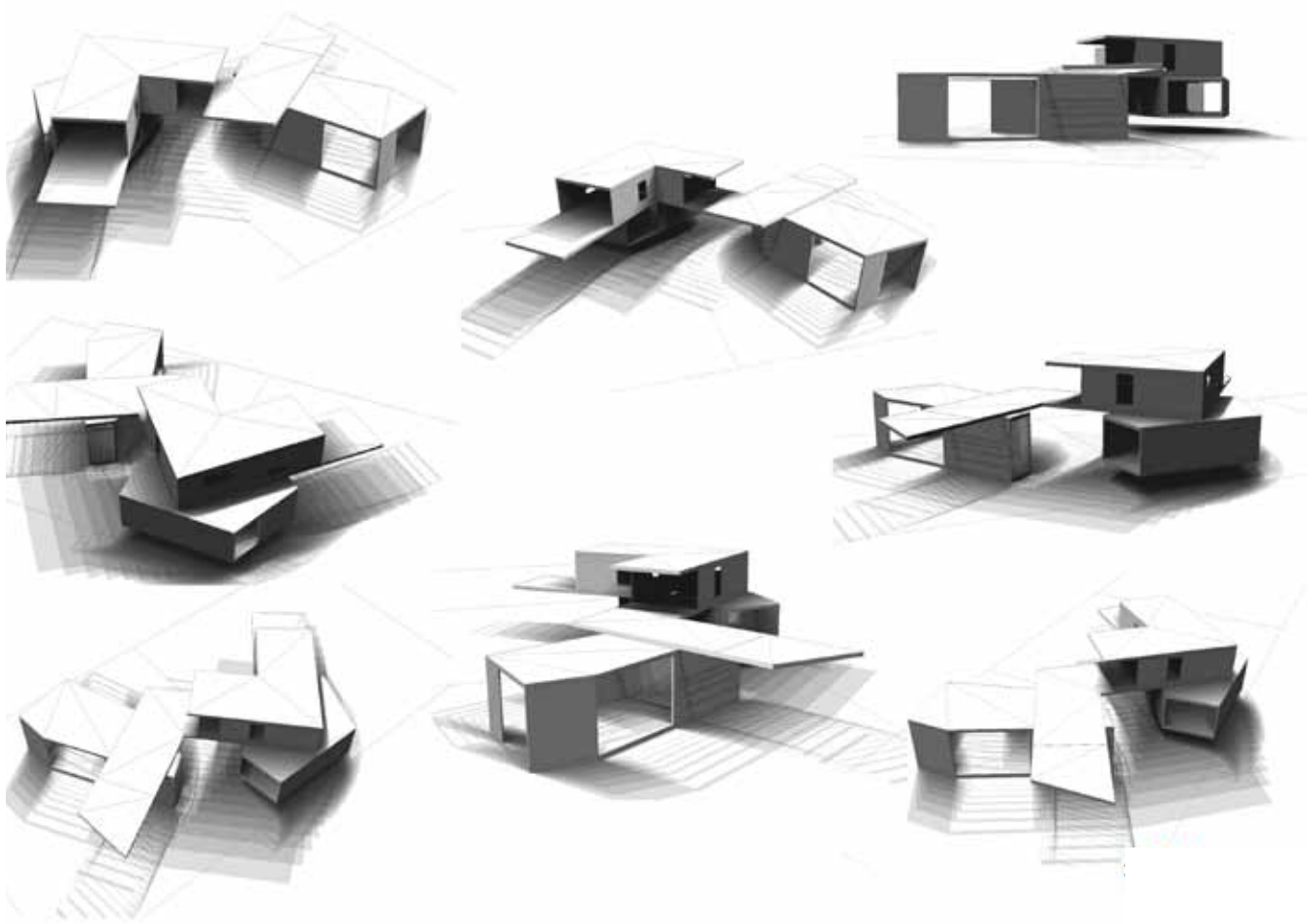


Cimentación



KLH®

madera contralaminada al servicio de la flexibilidad



© OFICI:ARQUITECTURA Nestor Piris i Bernal, arquitecto. Barcelona. oficiarquitectura@gmail.com www.oficiarquitectura.com

Distribución y Oficina Técnica en España:
alw@klh.es Tel. 687 747 653
www.klh.es
KLH Massivholz GmbH
A 8842 Katsch/Mur 202 (Austria)
Tel. +43 (0) 3588/8835-0
Fax +43 (0) 3588/8835-20

