

LA PRODUCCIÓN DE PROYECTOS EN CLT



Pablo Martínez, Escuadría
Álvaro López, Xilonor
Xurxo Ojea, Cadwork

Aspectos previos. El modelo 3D para la fabricación.

El diseño de un proyecto constructivo en CLT implica no solo el diseño tridimensional de los volúmenes que representan a los paneles de CLT, sino que debemos incorporar todos aquellos detalles que provocan alteraciones en estos volúmenes, lo que nosotros llamamos mecanizados en el panel. Hablamos, por ejemplo, de las uniones entre paneles (mediante media madera o lengüeta, herrajes...), los mecanizados debidos a las instalaciones empotradas en el propio panel, los encajes para la recepción de vigas... debemos tener en cuenta que el diseño de los paneles será el que pilote la máquina CNC que va a realizar todos los cortes en los paneles: un mecanizado que no haya sido dibujado no será mecanizado.

Además, debemos tener en cuenta dos particularidades inherentes a este material, y que, además, son fundamentales para iniciar el proceso de producción. Estas son:

- 1.- Los paneles de CLT se constituyen de varias capas. Las capas exteriores (la interior y la exterior) tienen un tipo de acabado (calidad de las capas exteriores) que puede ser distinta entre el interior y el exterior. Esta calidad puede ser vista, no vista, intermedia...
- 2.- Los paneles se forman por un número de capas impar, y en cada capa la orientación de sus láminas es perpendicular a la dirección de las láminas de la capa adyacente. La orientación de estas láminas en las capas inicial y final (las exteriores) será, por tanto, la misma, y ésta puede ser horizontal, o vertical.

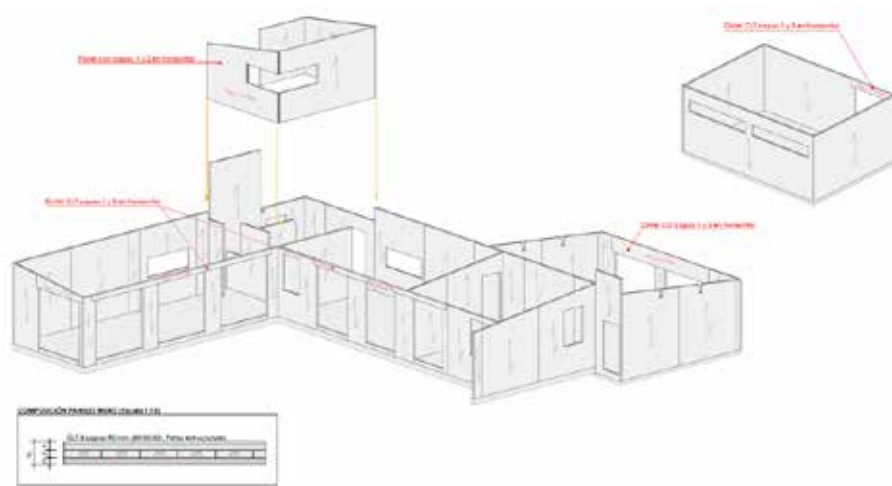


Imagen 1: Modelo 3D del proyecto en CLT de una vivienda unifamiliar en Biduido, Ames, de la arquitecta Marta Trigás, construida por EDM Casas y CLT suministrado por Xilonor. Este modelo ha sido desarrollado por Escuadría utilizando Cadwork. En esta axonometría se indica la dirección de láminas de las caras exteriores mediante una flecha, y en el detalle, la composición del panel CLT de 3 capas.

Algunos de estos aspectos se podrán obviar en el proceso de diseño arquitectónico, pero tendrán que ser definidas sí o sí en el modelo 3D antes de iniciar el proceso de producción. Las empresas encargadas del proceso de producción disponen de softwares especializados que importan el modelo BIM, y lo preparan para la producción. Al final, todo panel debe tener un eje longitudinal (que define la orientación de las láminas de las caras exteriores) y una cara de referencia (que define la cara de mejor calidad visual, si es que hay diferencias entre las dos caras exteriores). En todo panel debemos definir, por tanto:

- 1.- La orientación de las láminas de las caras exteriores
- 2.- La calidad visual de las caras exteriores
- 3.- Si se trata de un elemento pared, tejado o forjado.

Las herramientas especializadas en el diseño de proyectos en CLT, como Cadwork, disponen además de herramientas que facilitan el diseño de las uniones entre los paneles (teniendo en cuenta, por

ejemplo, las holguras entre las caras de los paneles, fundamental para evitar sorpresas en el montaje), o la incorporación de mecanizados para las instalaciones de servicios. Además, en el momento de fabricar cada panel, debemos añadir una serie de taladros que van a permitir levantar los paneles en el montaje: es necesario encontrar el centro de gravedad del panel, y en función de él, encontrar los puntos de anclaje en los que ataremos las eslingas. No se ancla igual un elemento de pared que un elemento de tejado o de forjado, y el número de puntos de anclaje varía en función del peso y forma del panel...Cadwork se encarga de este proceso.

Algunos de estos aspectos se podrán obviar en el proceso de diseño arquitectónico, pero tendrán que ser definidas sí o sí en el modelo 3D antes de iniciar el proceso de producción



Imagen 2: Un panel de pared levantado en 2 puntos de anclaje laterales, a la salida del CNC de la planta de producción de Xilonor.

Nuestro modelo 3D ya está listo, y podemos comenzar a fabricarlo. Para ilustrar el proceso, vamos a utilizar un proyecto real, una vivienda unifamiliar en **Biduído, Ames, A Coruña**, de la arquitecta **Marta Trigás**. El cálculo de la estructura y el modelado 3D ha sido desarrollado por Escuadría. La constructora, **EDM Casas**, y el fabricante y suministrador de los paneles, **Xilonor**. En todo el proceso de producción que se describe a continuación se ha utilizado el **software Cadwork**.

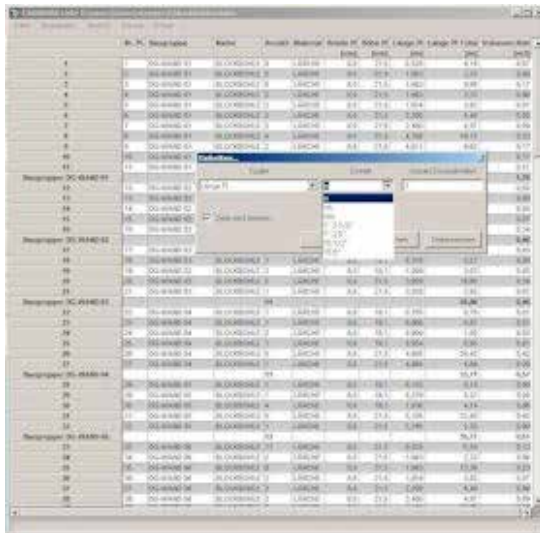


Imagen 3: Modelo 3D de la vivienda desarrollado en cadwork por Escuadría, con las geometrías preparadas para su exportación a CNC. Cada panel lleva sus capas exteriores orientadas en la dirección correcta, y las calidades de las capas exteriores están bien identificadas.

Listas, despieces y nesting

Antes de nada, tenemos que conocer cuántos elementos tenemos (paneles, vigas, herrajes, tirafondos...) y todos los datos necesarios de cada uno (metros cuadrados, volumen, peso, precio...). Por algo cadwork es un software BIM... de eso se encargan las listas. Se numera cada panel, y elaboramos una lista de producción en la que podemos mostrar todos los atributos que queramos (superficie, peso, espesor, calidades...).

Las herramientas de diseño de CLT, como Cadwork, disponen de herramientas para el diseño de las juntas, teniendo en cuenta las holguras entre paneles -fundamental para evitar sorpresas en el montaje- o los mecanizados para el paso de instalaciones



| ID | Descripción | Área | Volumen | Peso | Fase | Orden |
|----|-------------|-------------|---------|-------|------|-------|
| 1 | SO-0100-01 | 3.000x3.000 | 9.000 | 2.100 | 1 | 1 |
| 2 | SO-0100-02 | 3.000x3.000 | 9.000 | 2.100 | 1 | 2 |
| 3 | SO-0100-03 | 3.000x3.000 | 9.000 | 2.100 | 1 | 3 |
| 4 | SO-0100-04 | 3.000x3.000 | 9.000 | 2.100 | 1 | 4 |
| 5 | SO-0100-05 | 3.000x3.000 | 9.000 | 2.100 | 1 | 5 |
| 6 | SO-0100-06 | 3.000x3.000 | 9.000 | 2.100 | 1 | 6 |
| 7 | SO-0100-07 | 3.000x3.000 | 9.000 | 2.100 | 1 | 7 |
| 8 | SO-0100-08 | 3.000x3.000 | 9.000 | 2.100 | 1 | 8 |
| 9 | SO-0100-09 | 3.000x3.000 | 9.000 | 2.100 | 1 | 9 |
| 10 | SO-0100-10 | 3.000x3.000 | 9.000 | 2.100 | 1 | 10 |
| 11 | SO-0100-11 | 3.000x3.000 | 9.000 | 2.100 | 1 | 11 |
| 12 | SO-0100-12 | 3.000x3.000 | 9.000 | 2.100 | 1 | 12 |
| 13 | SO-0100-13 | 3.000x3.000 | 9.000 | 2.100 | 1 | 13 |
| 14 | SO-0100-14 | 3.000x3.000 | 9.000 | 2.100 | 1 | 14 |
| 15 | SO-0100-15 | 3.000x3.000 | 9.000 | 2.100 | 1 | 15 |
| 16 | SO-0100-16 | 3.000x3.000 | 9.000 | 2.100 | 1 | 16 |
| 17 | SO-0100-17 | 3.000x3.000 | 9.000 | 2.100 | 1 | 17 |
| 18 | SO-0100-18 | 3.000x3.000 | 9.000 | 2.100 | 1 | 18 |
| 19 | SO-0100-19 | 3.000x3.000 | 9.000 | 2.100 | 1 | 19 |
| 20 | SO-0100-20 | 3.000x3.000 | 9.000 | 2.100 | 1 | 20 |
| 21 | SO-0100-21 | 3.000x3.000 | 9.000 | 2.100 | 1 | 21 |
| 22 | SO-0100-22 | 3.000x3.000 | 9.000 | 2.100 | 1 | 22 |
| 23 | SO-0100-23 | 3.000x3.000 | 9.000 | 2.100 | 1 | 23 |
| 24 | SO-0100-24 | 3.000x3.000 | 9.000 | 2.100 | 1 | 24 |
| 25 | SO-0100-25 | 3.000x3.000 | 9.000 | 2.100 | 1 | 25 |
| 26 | SO-0100-26 | 3.000x3.000 | 9.000 | 2.100 | 1 | 26 |
| 27 | SO-0100-27 | 3.000x3.000 | 9.000 | 2.100 | 1 | 27 |
| 28 | SO-0100-28 | 3.000x3.000 | 9.000 | 2.100 | 1 | 28 |
| 29 | SO-0100-29 | 3.000x3.000 | 9.000 | 2.100 | 1 | 29 |
| 30 | SO-0100-30 | 3.000x3.000 | 9.000 | 2.100 | 1 | 30 |

Imagen 4: Lista de producción de los paneles de CLT, en donde se indica el número de cada panel, sus dimensiones y su peso, y se clasifican por fase de construcción, en este caso.

Esta numeración es muy importante, porque cada número, además de identificar cada panel para la fabricación y el montaje (es el DNI de cada pieza), organiza la **secuencia de montaje** de los paneles. En los proyectos de CLT el orden de montaje debe ser definido desde el primer momento, incluso antes de comenzar la fabricación de los paneles: cada elemento debe ser fabricado, mecanizado y montado teniendo en cuenta su orden de montaje. Son elementos muy pesados y voluminosos, y sus desplazamientos debe estar siempre optimizados...



Imagen 5: Detalle del modelo con los números de producción/de montaje visibles en pantalla, de Escuadría.

Con los paneles numerados, necesitaremos un plano para cada uno, un plano de despiece, acotado automáticamente, en el que se indique, por ejemplo, su número, el sentido de las láminas de la cara exterior, su peso y dimensiones, las calidades de sus caras exteriores... este despiece es automático, y servirá, por ejemplo, como documento contractual entre el constructor y el fabricante de los paneles.

Esta numeración es muy importante, porque identifica el panel en fabricación y montaje (es el DNI de cada pieza) y organiza su **secuencia de montaje**.



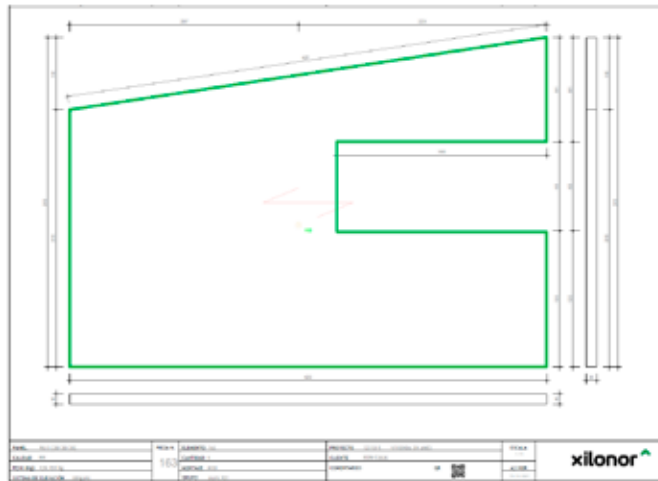


Imagen 6: Plano de despiece de un panel de la planta superior, completamente acotado, elaborado por Xilonor utilizando cadwork. La generación de planos de despiece debe ser siempre completamente automática.

Sin embargo, la fabricación de los paneles CLT no se realiza uno a uno, sino que en las prensas se fabrican grandes paneles brutos (*Master Panels*) de un ancho variable y longitudes de muchos metros, en función de la capacidad de la prensa. En el caso de **Xilonor** las dimensiones máximas son 3x12m. Estos grandes paneles se desplazan a la mesa de mecanizado del CNC, que los corta y de donde se obtienen los paneles de nuestro proyecto.

La organización y distribución de los paneles dentro de estos *Master Panels* se obtiene de un proceso llamada *Nesting*, o anidamiento. A partir de varias medidas de *Master Panels*, **Cadwork** selecciona las dimensiones óptimas y organiza los paneles del proyecto para obtener un mínimo desperdicio del material. Hay que tener en cuenta, como siempre, las calidades y orientaciones de las caras exteriores de los paneles.

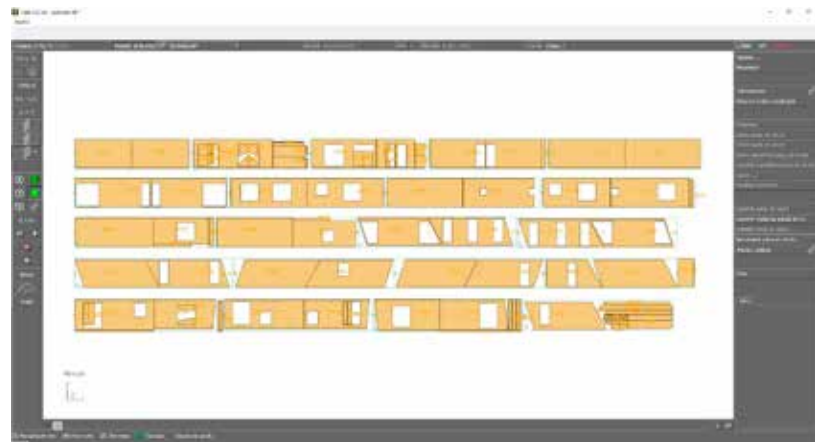


Imagen 7: Nesting del proyecto en cadwork realizado por Xilonor.

La fabricación de los paneles CLT no se realiza uno a uno, sino que en las prensas se fabrican grandes paneles brutos -*Master Panels*- de un ancho variable y longitudes de muchos metros, dependiendo de la capacidad de la prensa

Exportación a un CNC para paneles

Una vez realizado el Nesting, exportamos la información al CNC, para realizar todos los cortes. De un mismo Master Panel obtendremos uno o varios paneles de nuestro proyecto.