

Presentación: La producción de proyectos en CLT

Xurxo Ojea, Cadwork

1.- 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 CT 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.

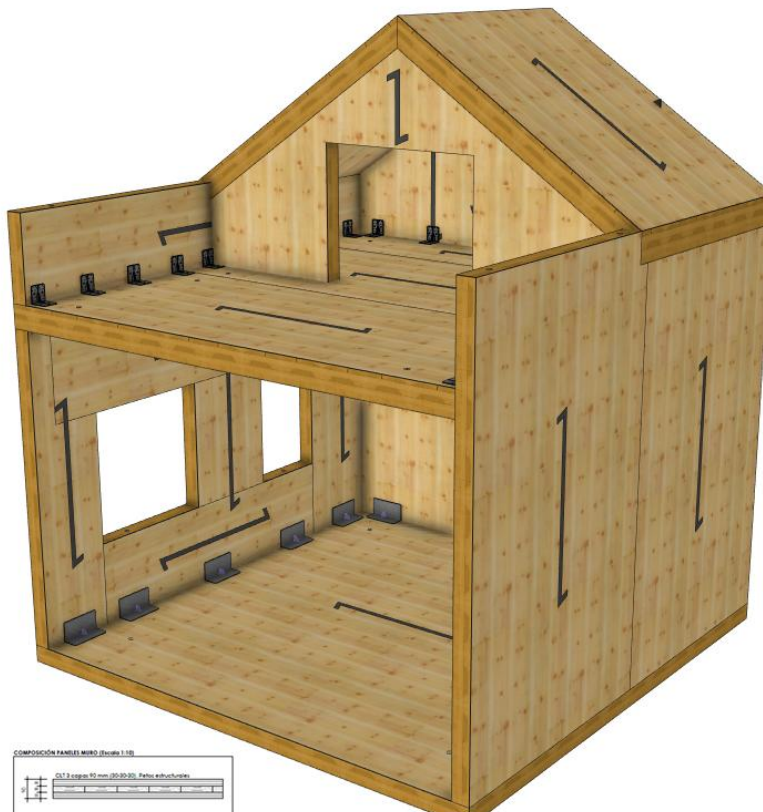


Imagen 1: Modelo 3D del proyecto en CLT. En esta axonometría se indica la dirección de láminas de las caras exteriores mediante una flecha, y en el detalle, la composición del panel CLT de 3 capas.

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.



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.

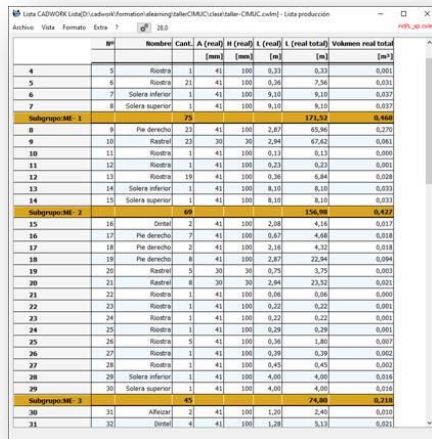
Nuestro modelo 3D ya está listo, y podemos comenzar a fabricarlo.



Imagen 3: Modelo 3D de la vivienda, 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.

2.- 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...).



Nº	Nombre	Cant.	A. (real)	H. (real)	L. (real)	L. (real total)	Volumen real total
			[mm]	[mm]	[m]	[m]	[m³]
4	5	1	41	100	8,23	8,23	0,001
5	6	21	41	100	6,36	7,36	0,031
6	7	1	41	100	9,10	9,10	0,037
7	8	1	41	100	9,10	9,10	0,037
Subgrupos: 1							
8	9	23	41	100	2,87	65,96	0,270
9	10	23	30	30	2,94	67,42	0,061
10	11	1	41	100	6,15	6,15	0,000
11	12	1	41	100	6,22	6,22	0,001
12	13	19	41	100	6,36	6,84	0,028
13	14	1	41	100	8,10	8,10	0,033
14	15	1	41	100	8,10	8,10	0,033
Subgrupos: 2							
15	16	2	41	100	2,88	4,16	0,017
16	17	7	41	100	6,67	4,68	0,018
17	18	2	41	100	2,88	4,32	0,018
18	19	8	41	100	2,87	22,94	0,094
19	20	5	30	30	6,75	3,75	0,003
20	21	8	30	30	2,94	23,52	0,021
21	22	1	41	100	6,36	6,36	0,000
22	23	1	41	100	6,22	6,22	0,001
23	24	1	41	100	6,22	6,22	0,001
24	25	1	41	100	6,29	6,29	0,001
25	26	5	41	100	6,36	1,88	0,007
26	27	1	41	100	6,39	6,39	0,002
27	28	1	41	100	6,45	6,45	0,002
28	29	1	41	100	4,00	4,00	0,004
29	30	1	41	100	4,00	4,00	0,004
Subgrupos: 3							
30	31	2	41	100	1,20	2,40	0,010
31	32	4	41	100	1,08	3,12	0,021

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...

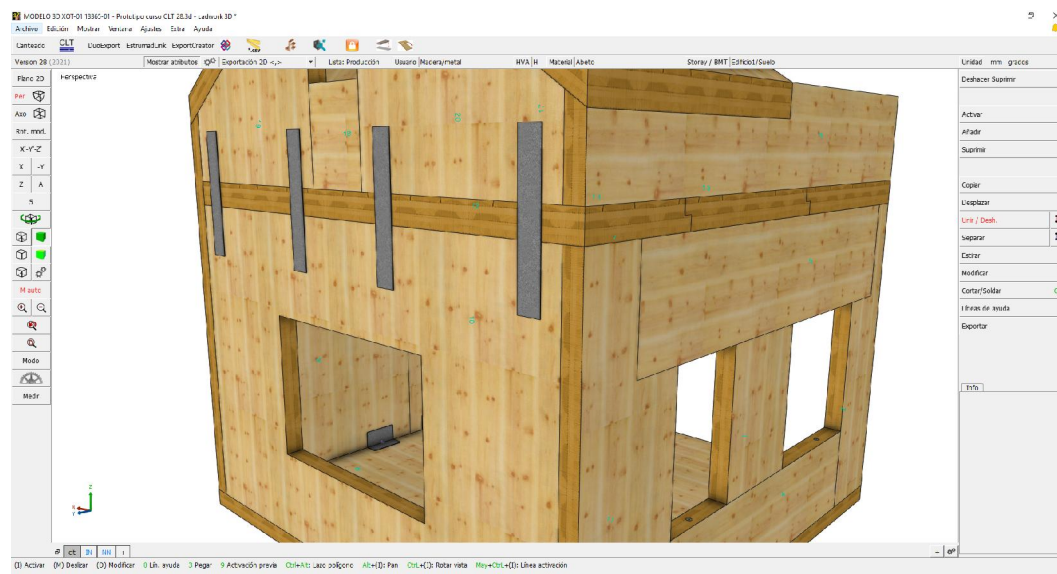


Imagen 5: Detalle del modelo con los números de producción/de montaje visibles en pantalla.

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.

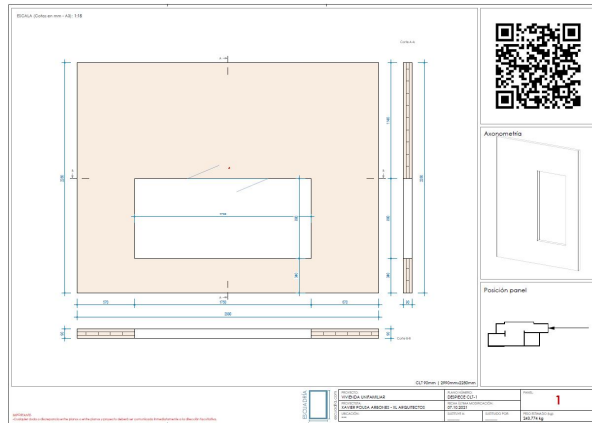


Imagen 6: Plano de despiece de un panel de pared La generación de planos de despiece debe ser siempre completamente automática.

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.

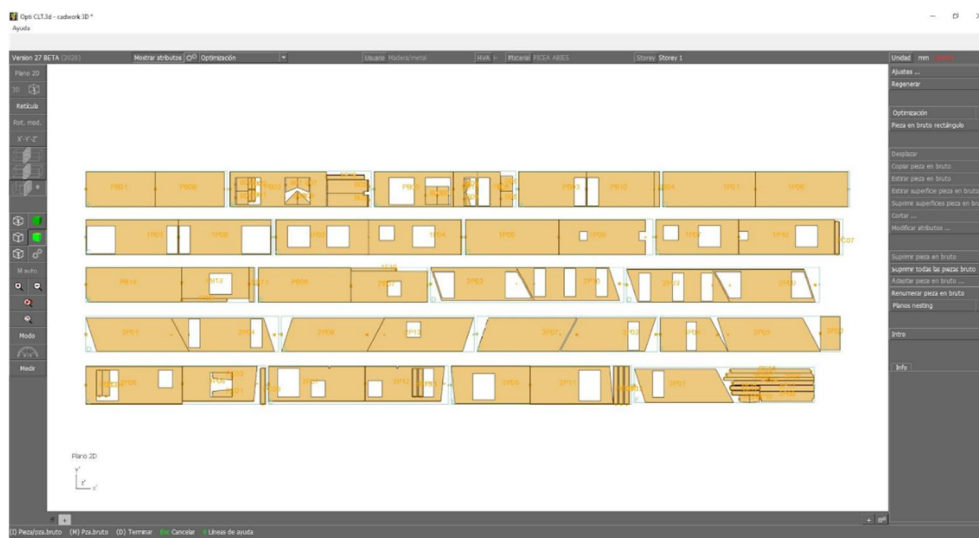


Imagen 7: Nesting del proyecto en cadwork.

3.- 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.



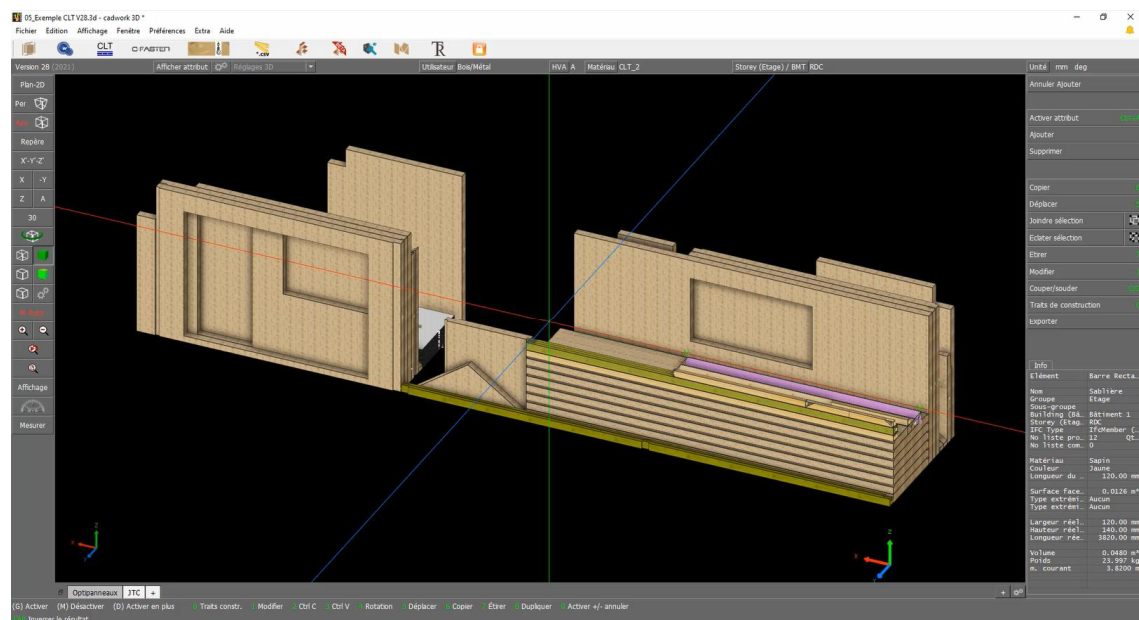
Imagen 8: Master panel antes de entrar en la máquina CNC en la planta de producción de Xilonor.

Cada panel mecanizado será identificado con una etiqueta para el montaje. En esta etiqueta se incluye información relevante como el número de producción del panel (y su orden en el montaje, ojo), peso, dimensiones, posición en el montaje, e incluso un código QR que lo identificará en el modelo html del que hablaremos más tarde.



Imagen 9: Ejemplo de etiqueta de Xilonor para paneles CLT.

Los paneles ya están fabricados. Ahora hay que cargarlos en el camión. Son elementos muy pesados, y deben ser cargados en el orden en el que van a ser montados. Por tanto, en función del orden de montaje de estos paneles, las dimensiones de la caja del camión, su limitación de peso... y otros parámetros, organizamos la carga y el número de camiones.

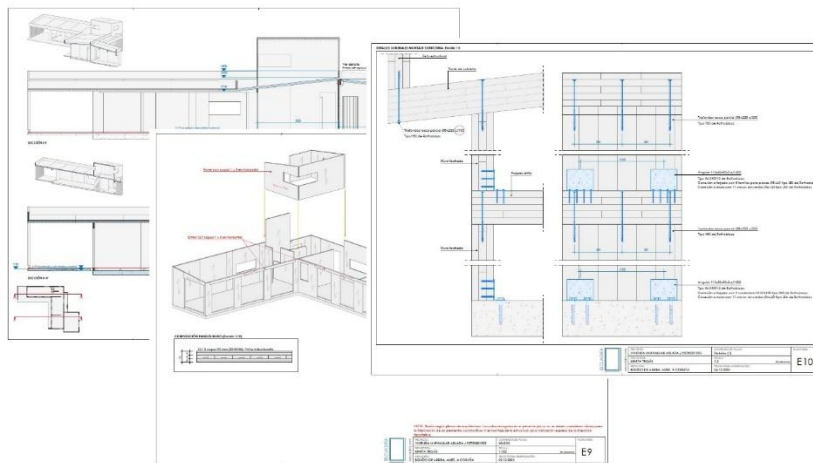
[illegible]

7

5.- Planos de arquitectura y planos de montaje

Ya que tenemos un modelo 3D con toda la información que necesitamos para ejecutar nuestro proyecto, con todos los detalles que hay que tener en cuenta. Utilicémosla entonces para generar unos buenos planos de arquitectura y de montaje.

Generaremos de forma automática vistas, secciones, explosiones y detalles constructivos a los que añadimos una acotación detallada, visualizamos atributos (los números del montaje, el nombre de las paredes, las calidades de las caras...), seleccionamos el formato de impresión, añadimos este o aquel cajetín...



*Imagen 12: Diferentes tipos de planos generados por **Escuadría** para un proyecto, utilizando **cadwork**.*

Todos estos planos podemos exportarlos a muchos de los formatos de archivos CAD más habituales, para compartirlos con todos los agentes implicados en este proyecto.

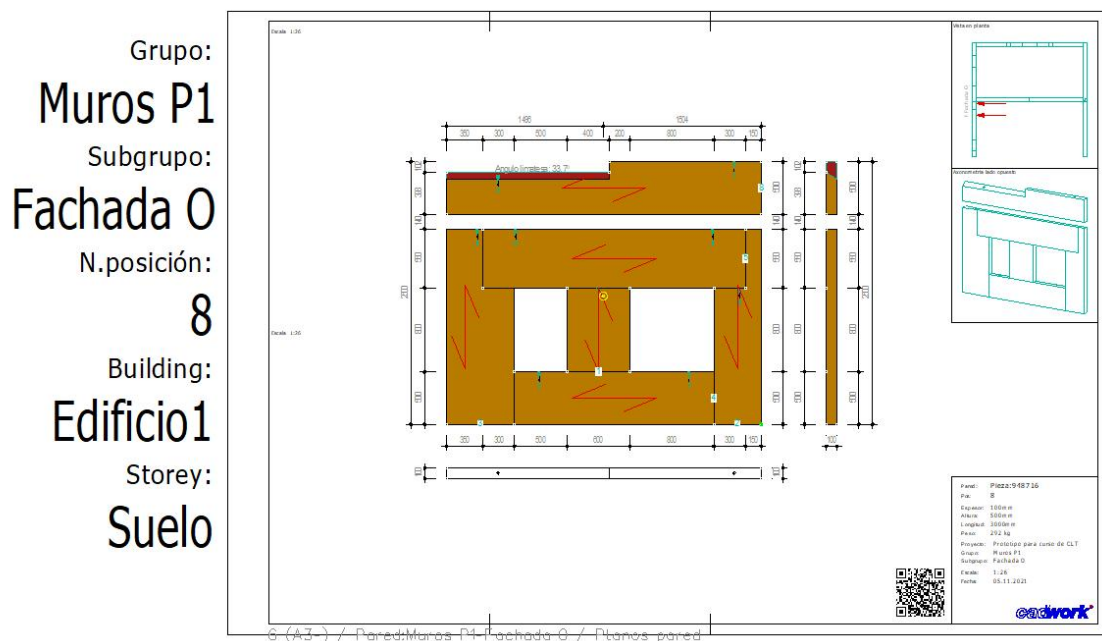


Imagen 13: plano de fachada, acotado automáticamente.

6.- Archivos html y códigos QR

Los paneles están numerados, mecanizados, descargados del camión y listos en obra para su montaje. Cada panel está identificado con su código QR.

Hemos generado desde Cadwork un modelo 3D de nuestro proyecto en formato HTML, lo que nos permite abrirlo en cualquier dispositivo móvil (smartphone, Tablet...). Este modelo html nos permite leer el código QR de los paneles e identificarlos en el modelo 3D. Esto es muy útil, por ejemplo, en el montaje de la obra. Es más, ya hay empresas que sustituyen los planos de montaje por este modelo Html...

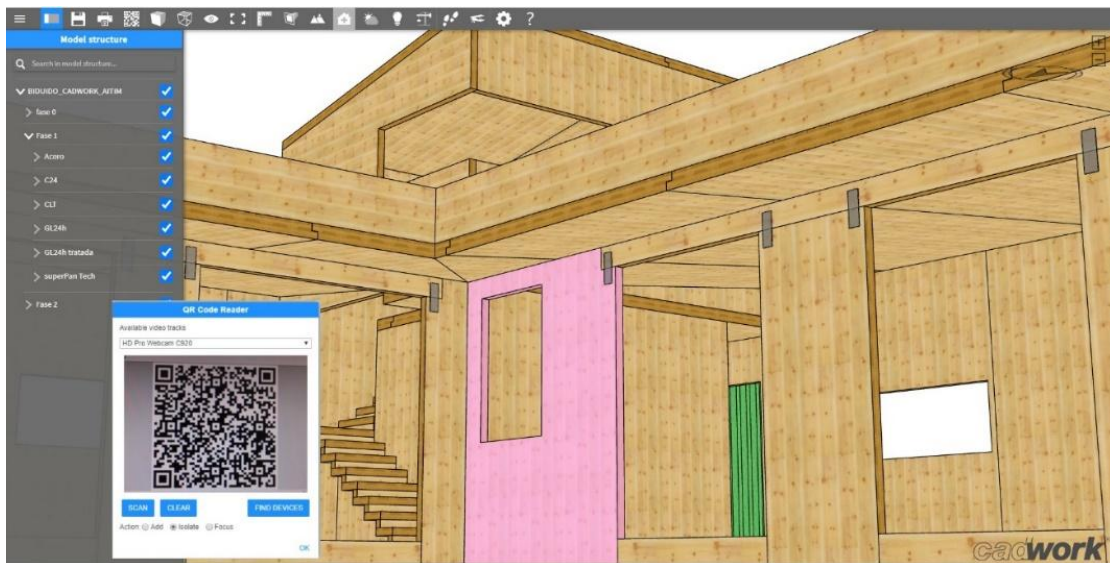


Imagen 14: Modelo 3D de una vivienda en el visor html, con el lector de códigos QR activo. Hemos escaneado el código QR de un panel, y el panel se ha activado en el modelo html.

En este modelo podemos definir, también, el proceso de montaje.

7.- Un software BIM



Como hemos visto, es muy importante que todos los agentes del proyecto trabajen durante todo el proceso sobre el mismo modelo 3D del proyecto. Cadwork es un software BIM, y con él nos integramos completamente en cualquier proceso BIM. Importamos el modelo BIM de arquitectura, lo trabajamos en Cadwork, y devolvemos nuestro proyecto al mismo proceso BIM en una exportación BIM, sin perder ni un solo atributo.

Una herramienta especializada en la construcción en madera, en este caso, en proyectos de CLT, facilita el trabajo de todos los agentes que intervienen en el proyecto. Podemos gestionar la fase de concepción, diseño, modelado, mediciones, generación de planos, fabricación, mecanizado, montaje, presentación al cliente...

Cadwork es software BIM certificado por la BuildingSMART International.