

Fuente: Media Madera (www.mediamadera.com)



ESTRUCTURAS DE MADERA

4.1. Edificios de madera

FACULTAD DE
INGENIERIA



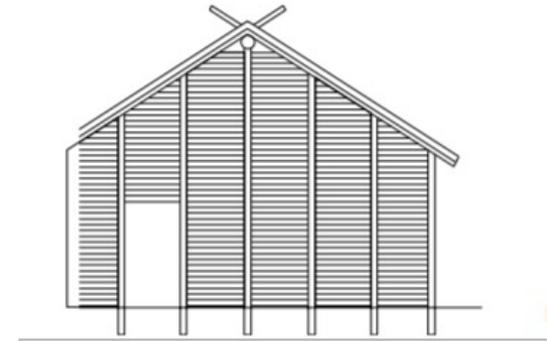
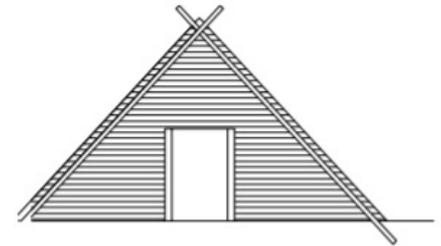
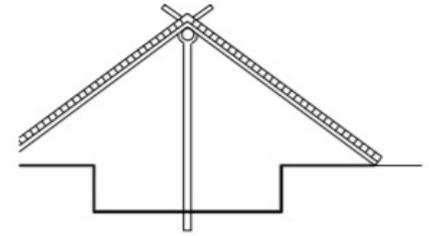
1. **Sistemas macizos de troncos**
2. Sistemas de entramado ligero
3. Sistemas de entramado pesado
4. Sistema Mass timber
5. Edificios en Uruguay

4.1. Edificios de madera

SISTEMA DE TRONCOS

Sistema constructivo típico de países con climas muy fríos y bosques abundantes (Canadá, EEUU, Escandinavia, Rusia, regiones alpinas).

Asimilable a la construcción de muros de mampostería.



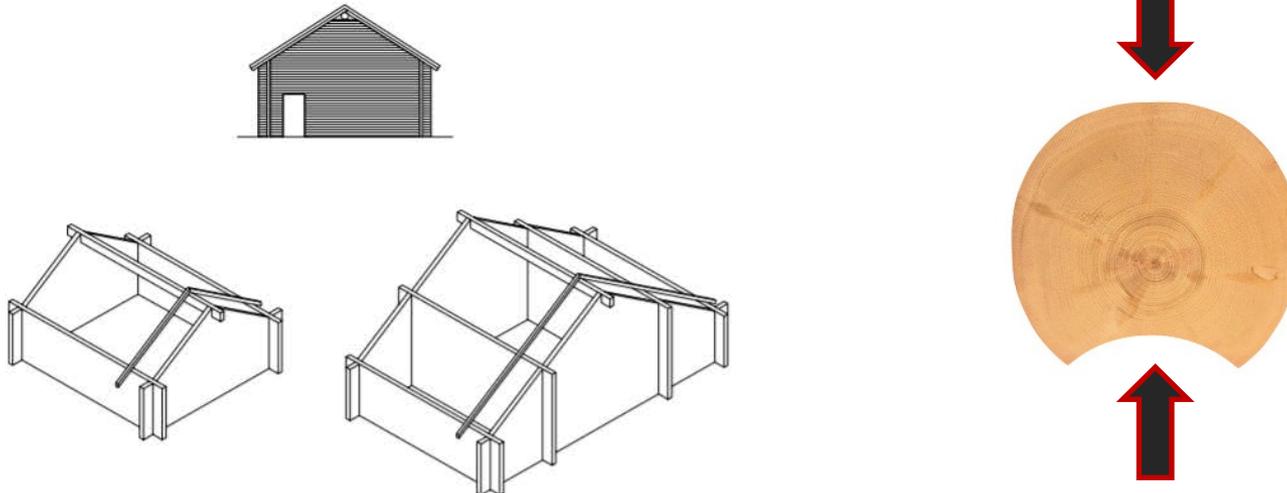
SISTEMA DE TRONCOS

Muros de carga:

Desde el punto de vista estructural la madera es utilizada deficientemente, ya que está trabajando perpendicularmente a la dirección de la fibra.

Desde el punto de vista de la estabilidad dimensional, los muros sufren asentamientos importantes por efecto del secado de los rollizos, lo que puede perjudicar su estabilidad y el enlace entre las piezas.

La estabilidad del conjunto se confía a la esquina y al arriostramiento aportado por el enlace de los muros intermedios



SISTEMA DE TRONCOS

Muros exteriores

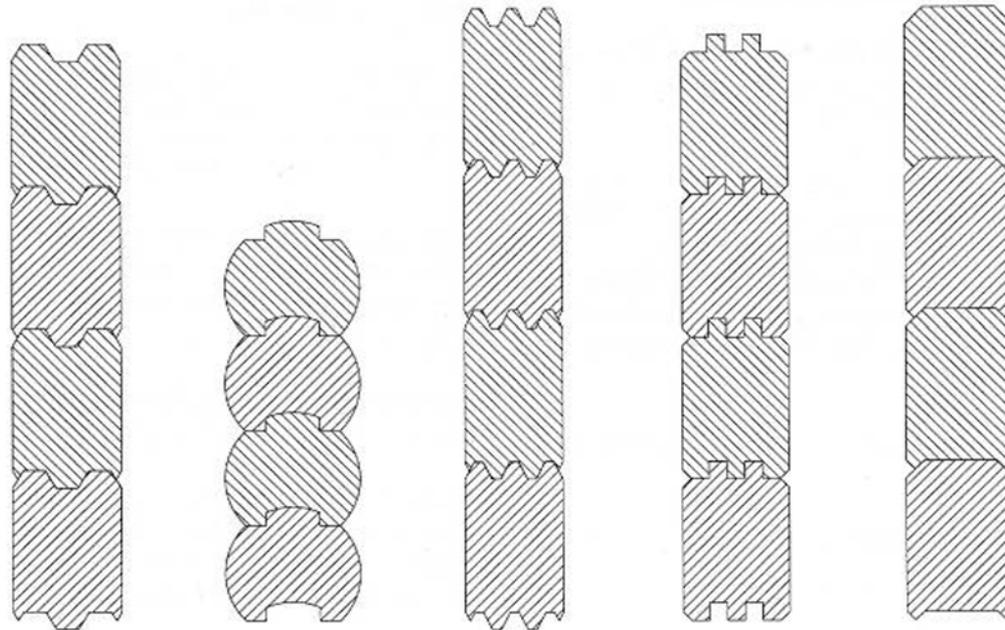
- **Rollizos de madera**

- Dimensiones y perfiles:

sección circular: 110, 120, 130, 140, 150, 170, 190, 220 y 230 mm

sección rectangular (anchos): 70, 95, 120 y 145 mm

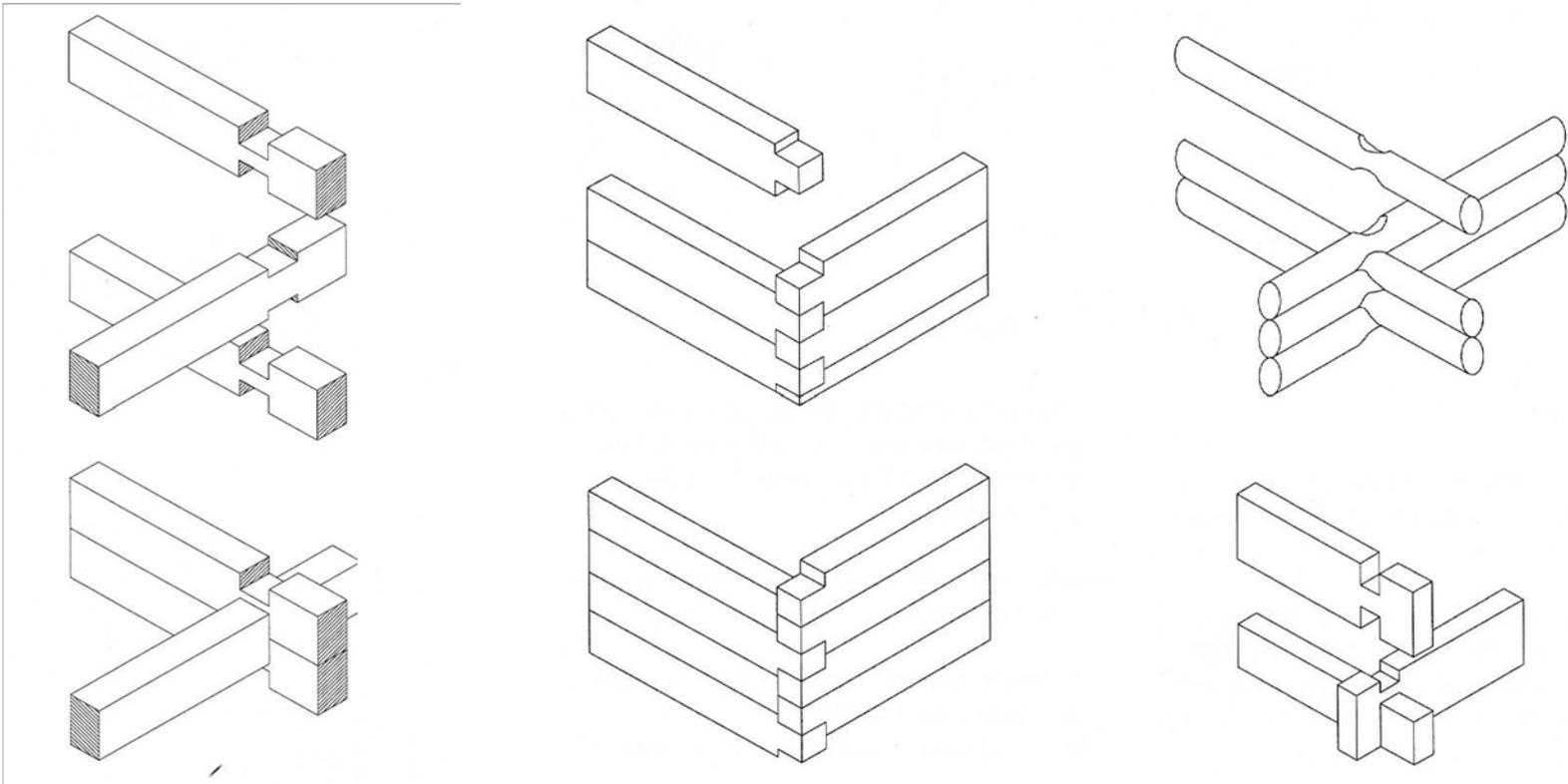
longitud variable: bloques de 120-150 cm; hasta piezas enteras de 3 a 15 m.



SISTEMA DE TRONCOS

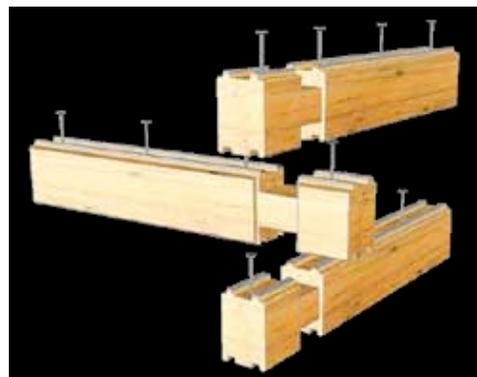
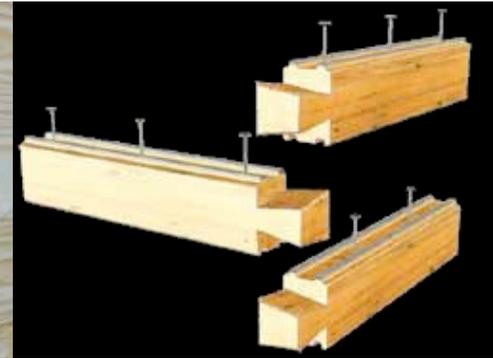
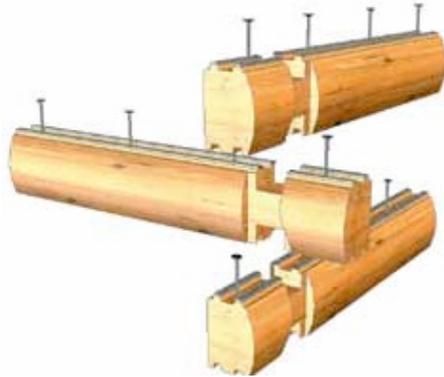
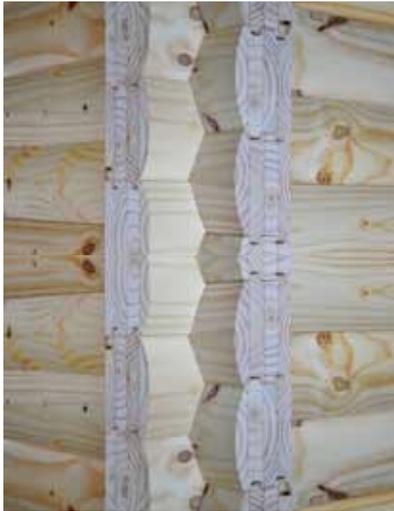
Encuentros de esquinas

- Deben ejecutarse correctamente pues confieren la estabilidad global al edificio.
- Distintas formas de mecanizado



SISTEMA DE TRONCOS

Encuentros de esquinas



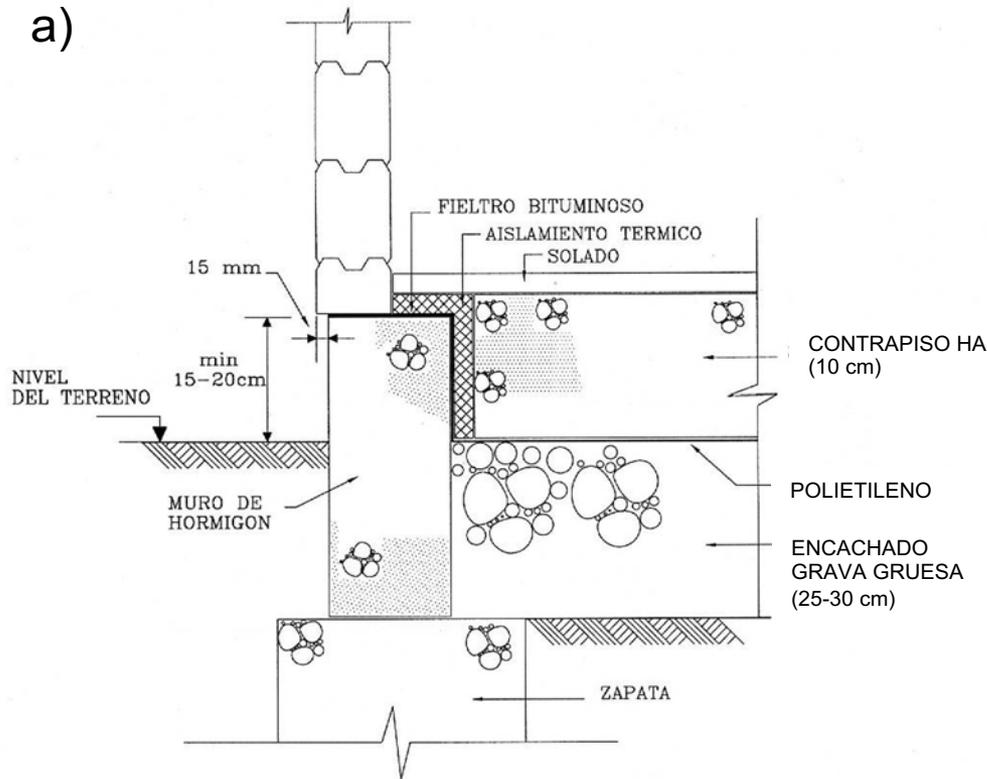
SISTEMA DE TRONCOS

Cimentación

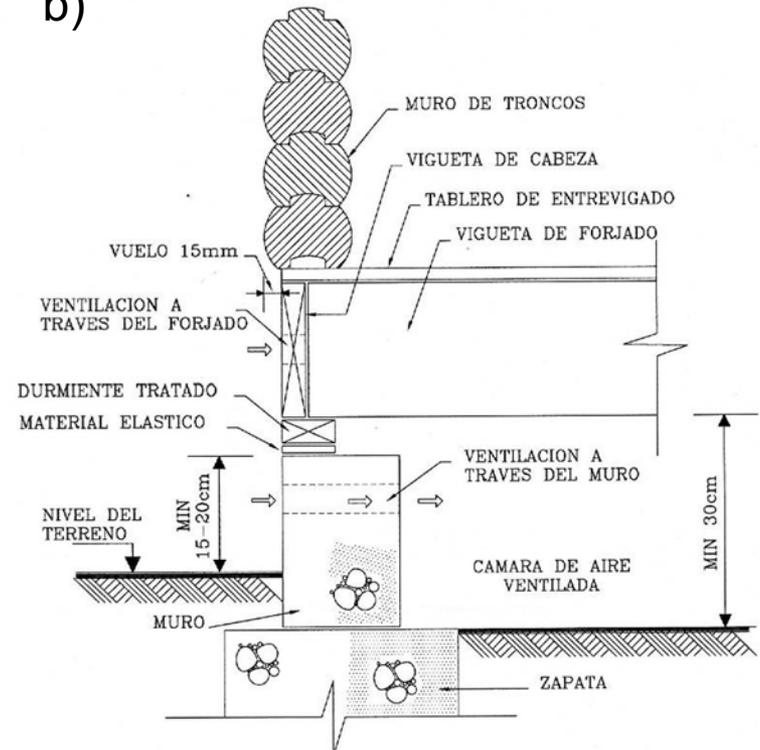
Generalmente zapatas corridas bajo los muros de madera.

La P. Baja se construye: a) sobre contrapiso HA o b) forjado sobre cámara de aire

a)



b)

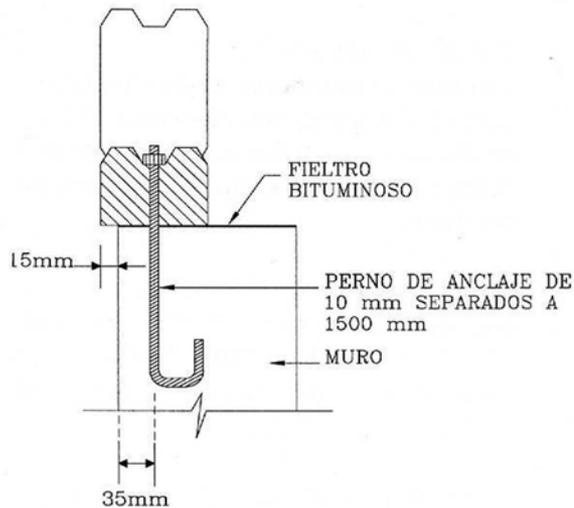


La cámara de aire evita condensaciones y acumulación de humedad (min 30 cm)

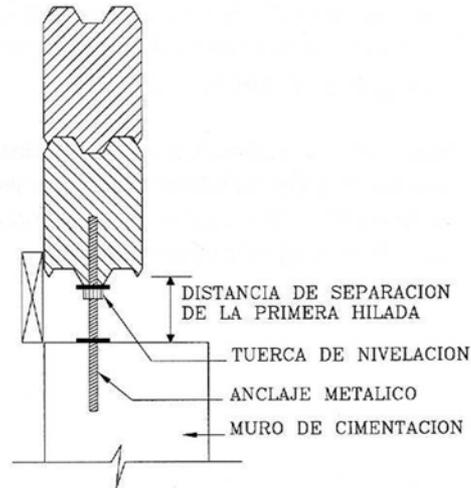
SISTEMA DE TRONCOS

Unión muro-cimentación

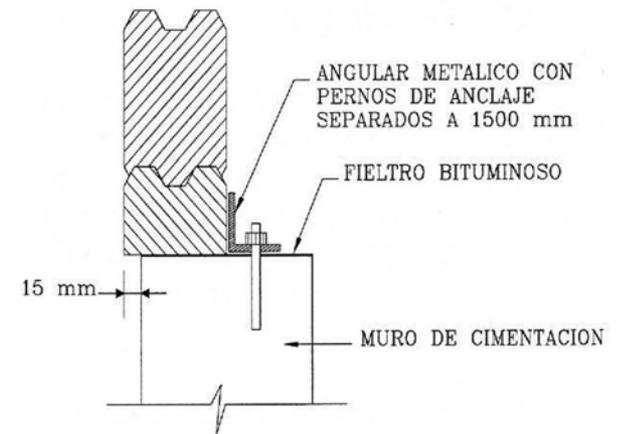
- La cara exterior del muro de madera debe volar 15 mm sobre el plano del muro de cimentación para garantizar el desagüe.
- Formas de anclaje:



a) pernos anclados al hormigón



b) barras metálicas ancladas al hormigón



c) angular metálico clavado a la madera y fijado al hormigón mediante anclajes mecánicos

1. Sistemas macizos de troncos
2. Sistemas de entramado ligero
3. Sistemas de entramado pesado
4. Sistema Mass timber
5. Edificios en Uruguay

4.1. Edificios de madera

SISTEMA DE ENTRAMADO LIGERO

El entramado ligero surge en el siglo XIX en Norteamérica como consecuencia de la disponibilidad de productos industriales (madera aserrada y clavos) y la necesidad de disponer de un sistema rápido de construcción.



Figure 8.2: The load-bearing structure of a detached single-family house.

En Canadá y EEUU el 98% de la construcción residencial se realiza con sistemas de entramado ligero. La dirección y ejecución de las obras (hasta dos niveles) está a cargo de carpinteros.

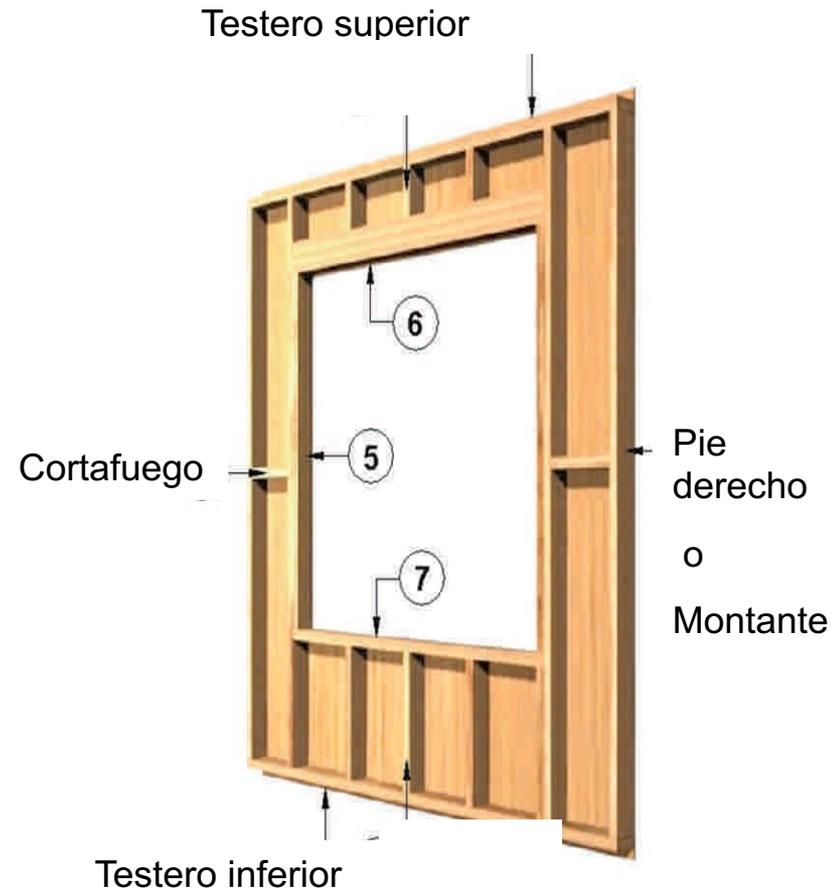
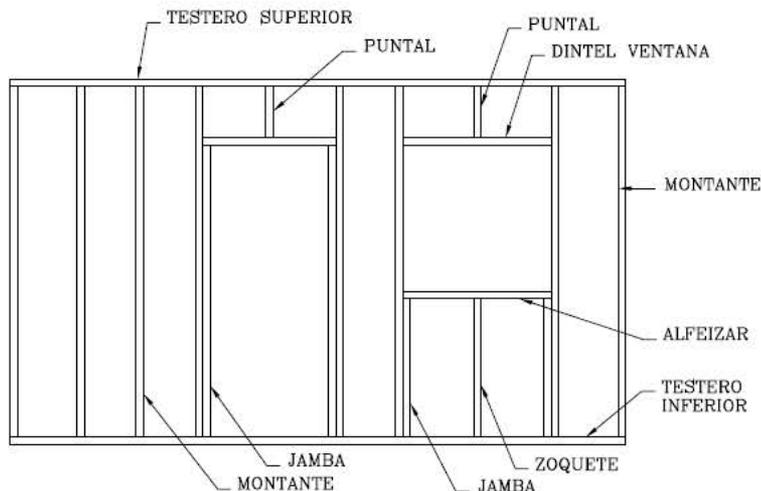
SISTEMA DE ENTRAMADO LIGERO

Pie derecho o montante: pieza vertical de escuadría pequeña unida mediante clavos a las soleras inferior y superior. Se colocan en forma repetitiva y separados cada 40-60 cm entre sí.

Travesaño o cortafuego: pieza horizontal que separa el espacio entre dos pie derechos en compartimientos estancos independientes.

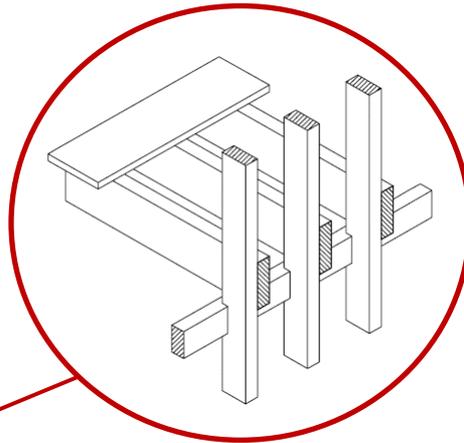
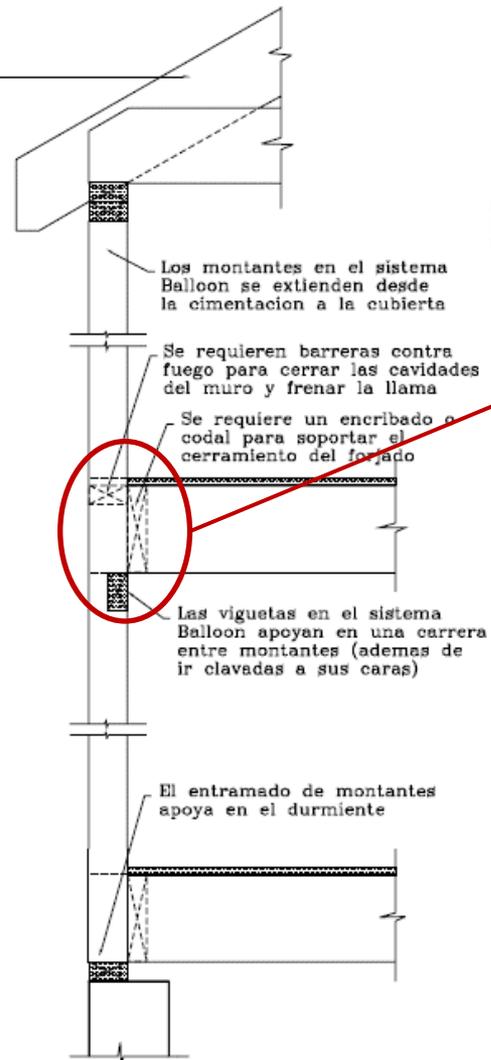
Su función consiste en bloquear el ascenso de los gases de combustión y retardar la propagación de las llamas por el interior del tabique en un eventual incendio.

Sirven además para el atornillado de revestimientos verticales y contribuye a disminuir la luz de pandeo de los pie derechos en el plano del tabique.



SISTEMA DE ENTRAMADO LIGERO: TIPOS

SISTEMA CONTINUO (BALLOON FRAME)



Entramado tipo globo (Balloon Frame)

1. Es el sistema original.
2. Los montantes de las paredes exteriores son continuos en toda su altura (normalmente de dos plantas).
3. Las viguetas de forjado se clavan directamente al montante y luego se calzan con carreras transversales.
4. Es un sistema más complicado de ejecución y se presta menos a la prefabricación.
5. Presenta un mal diseño frente al fuego (en lo relativo a la propagación del incendio) por existir mayor continuidad entre las plantas.
6. El encuentro del muro con la cimentación es directo a través de un simple durmiente.

SISTEMA PLATAFORMA

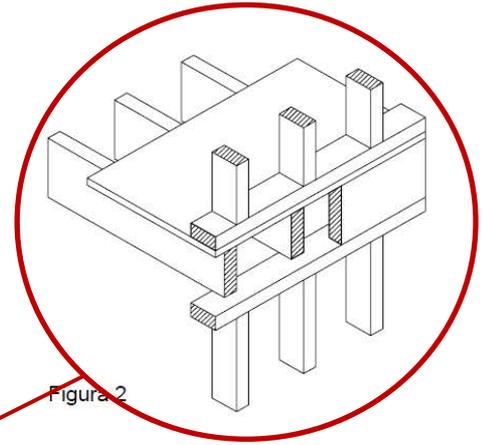
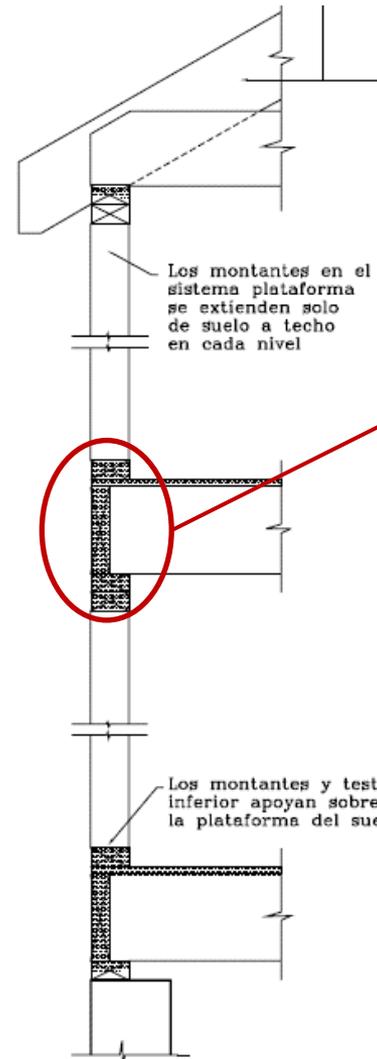


Figura 2

SISTEMA DE ENTRAMADO LIGERO: TIPOS

SISTEMA CONTINUO (BALLOON FRAME)

MONTANTES:

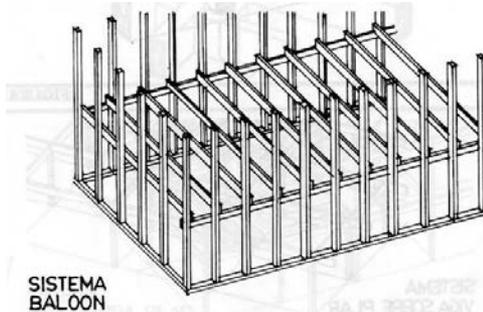
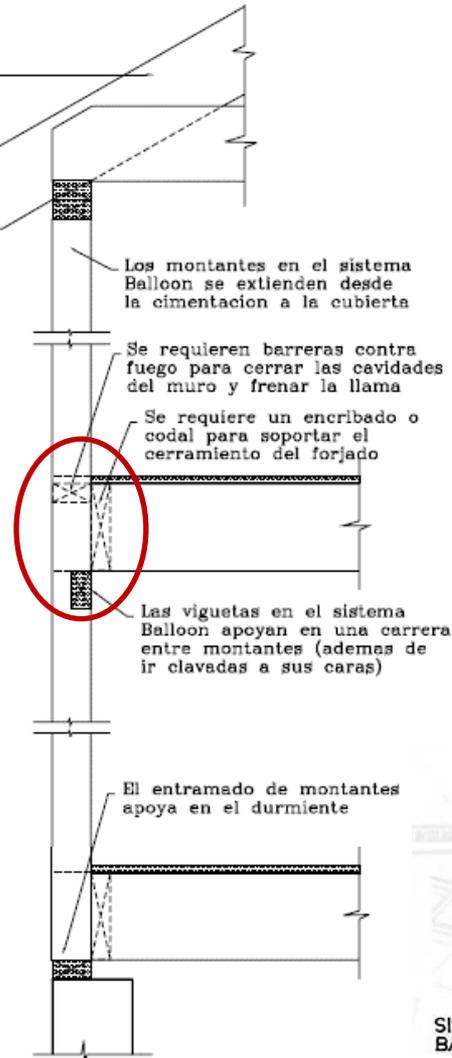
$38 \times 89 \text{ mm}^2$ (2" x 4")

$38 \times 140 \text{ mm}^2$ (2" x 6")

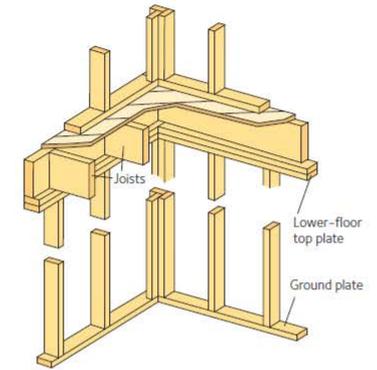
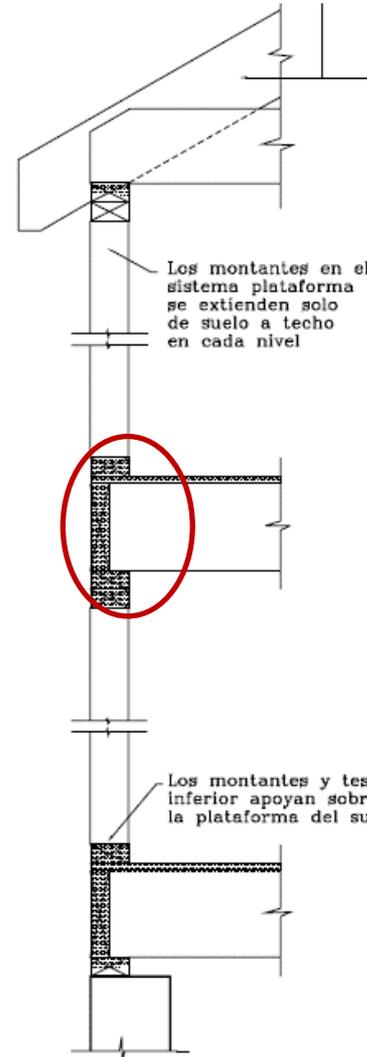
VIGUETAS:

$38 \times 190 \text{ mm}^2$ (2" x 8")

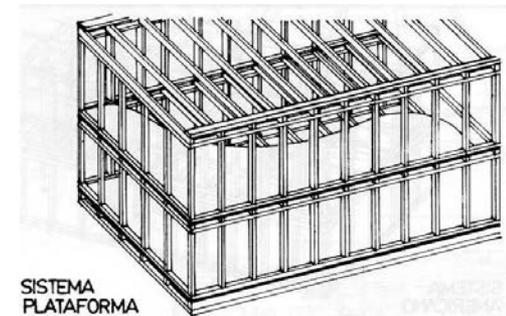
$38 \times 240 \text{ mm}^2$ (2" x 10")



SISTEMA PLATAFORMA

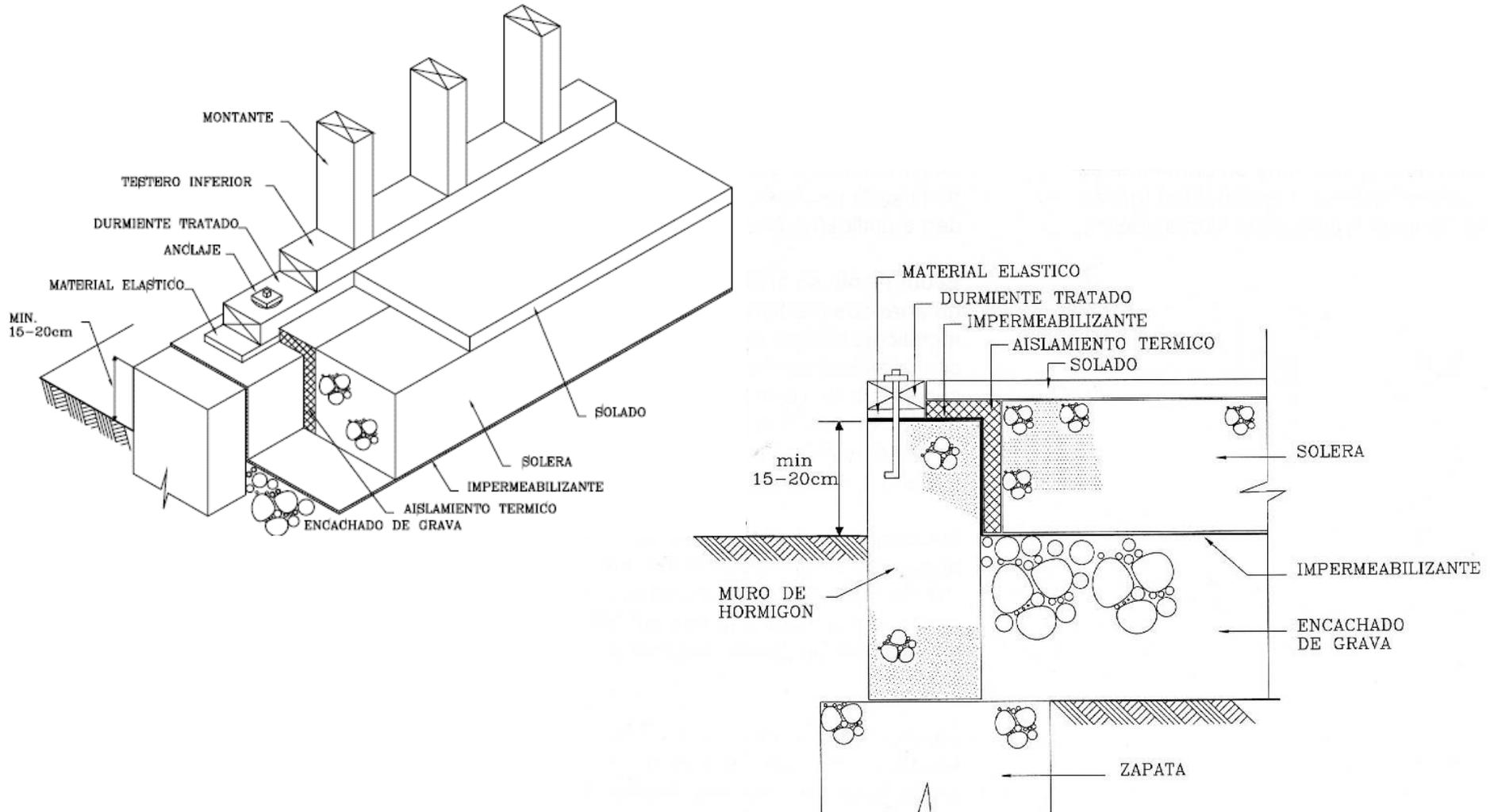


Platform framing, McGraw-Hill (2011).



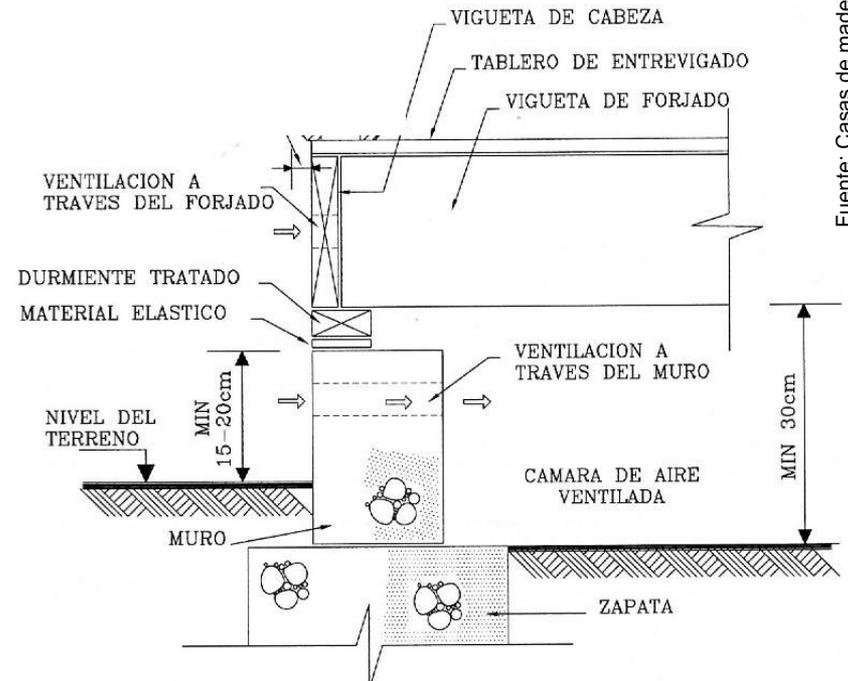
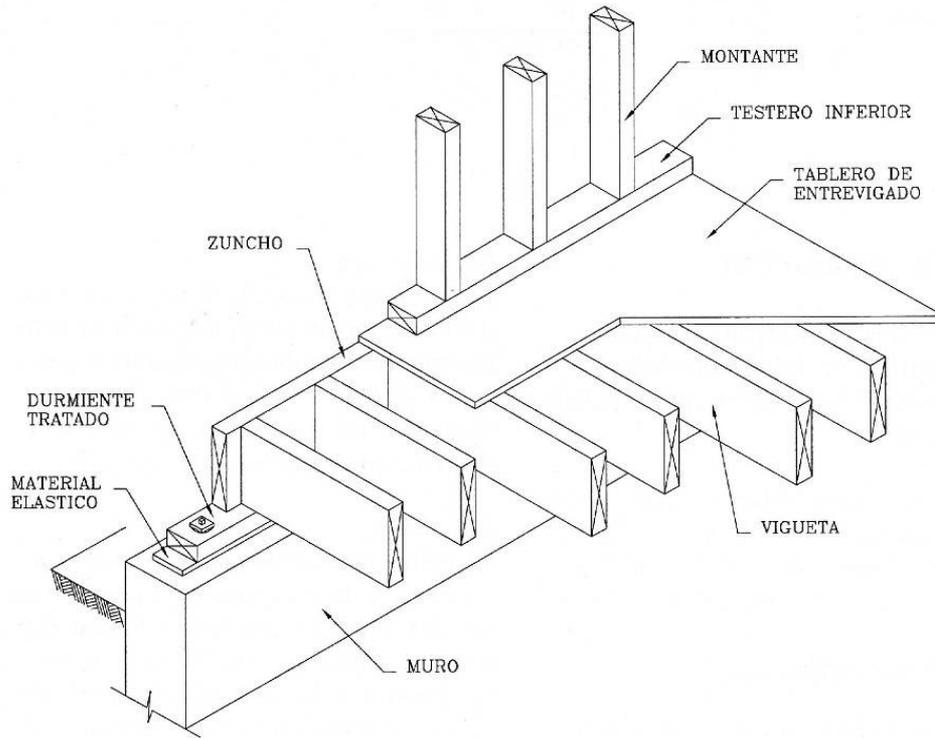
SISTEMA DE ENTRAMADO LIGERO: CIMENTACIÓN

1. ZAPATA CORRIDA Y PLATEA/SOLERA HORMIGÓN



SISTEMA DE ENTRAMADO LIGERO: CIMENTACIÓN

2. ZAPATA CORRIDA Y CÁMARA DE AIRE



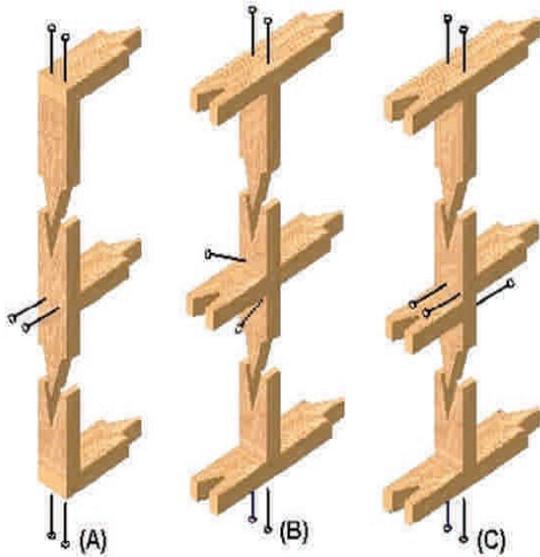
Fuente: Casas de madera-AITIM

La cámara de aire evita condensaciones y acumulación de humedad (min 30 cm)

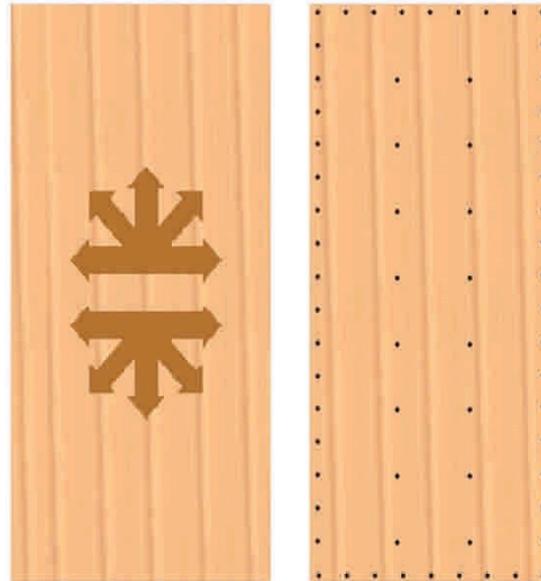
SISTEMA DE ENTRAMADO LIGERO: CERRAMIENTOS

MUROS

Tablero contrachapado o de virutas orientadas o entablonados de madera



Colocación de clavos en componentes de muro portante



Distribución de fijaciones en tableros:
c/15 cm en el perímetro, y
c/30 cm en el interior

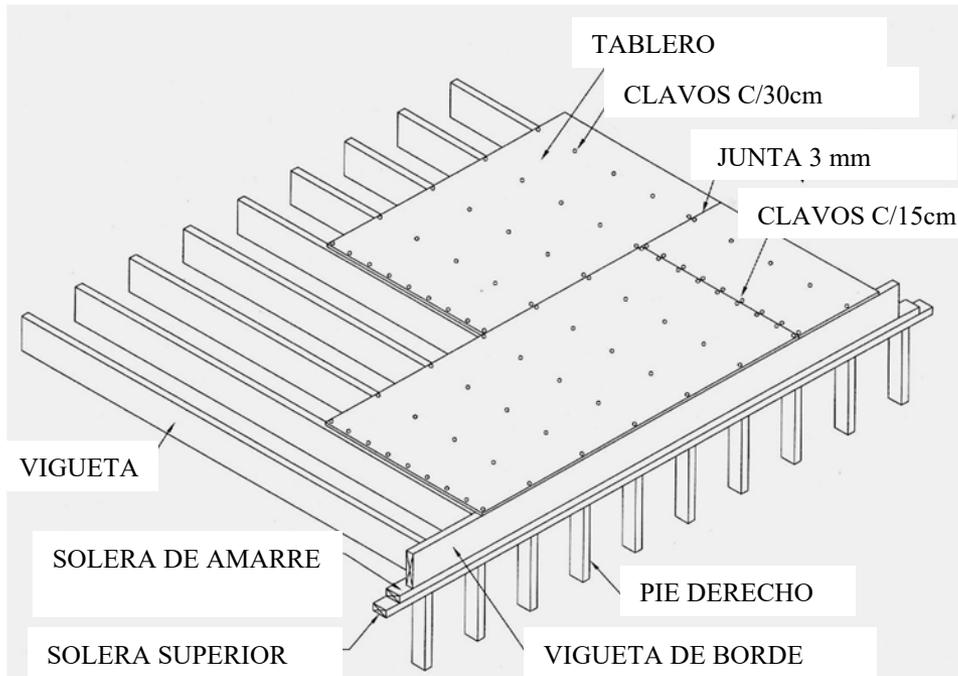


Moya 2015

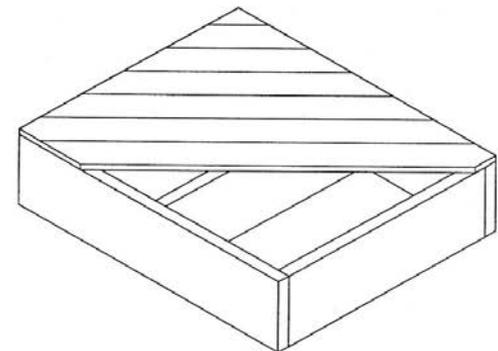
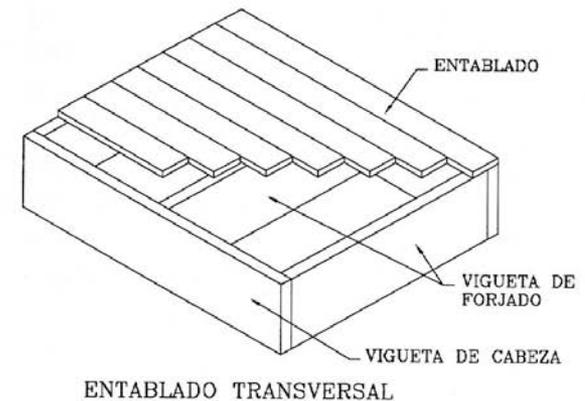
SISTEMA DE ENTRAMADO LIGERO: CERRAMIENTOS

ENTREPISOS O FORJADOS

- Viguetas. de madera aserrada, vigas I, reticuladas, u otros materiales a base de madera. Separación habitual: 40-60 cm (igual modulación en forjados y muros). Empalmes o uniones siempre sobre elementos de apoyo: muros o vigas.



- Cerramiento de tablero. Tableros contrachapados (plywood) o de virutas orientadas (OSB). También se utilizan entablonados de madera machimbrada con cruces de San Andrés.



Fuente: Casas de madera- AITIM

Moya 2015

SISTEMA DE ENTRAMADO LIGERO: CERRAMIENTOS

La combinación de los entramados, trabajando solidariamente con los cerramientos y revestimientos (tableros contrachapados, OSB, etc.) aportan al conjunto la resistencia y rigidez necesaria ante las acciones verticales y horizontales.

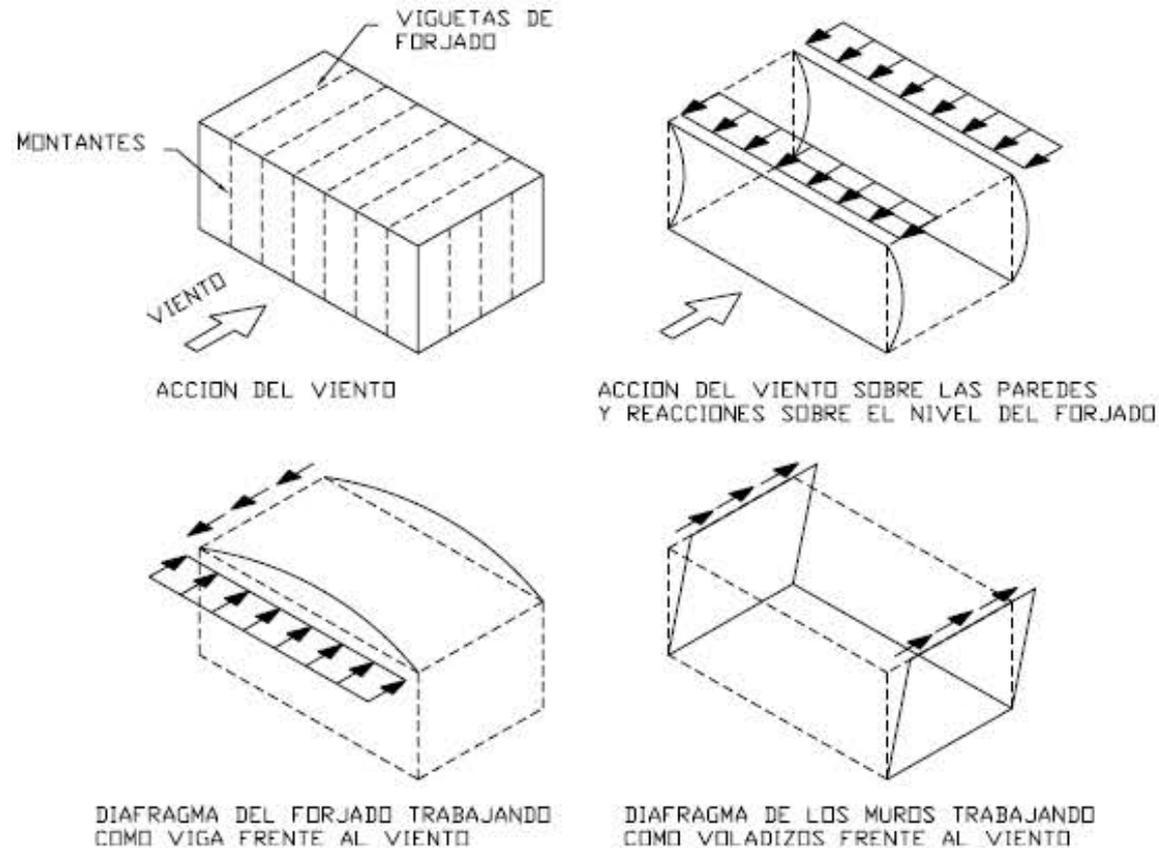


Figura 3

SISTEMA DE ENTRAMADO LIGERO: CUBIERTAS

Las cerchas prefabricadas salvan luces entre 6 y 16 m con separación variable entre ejes de 40, 60 y 120 cm, siendo 60 cm la más frecuente.

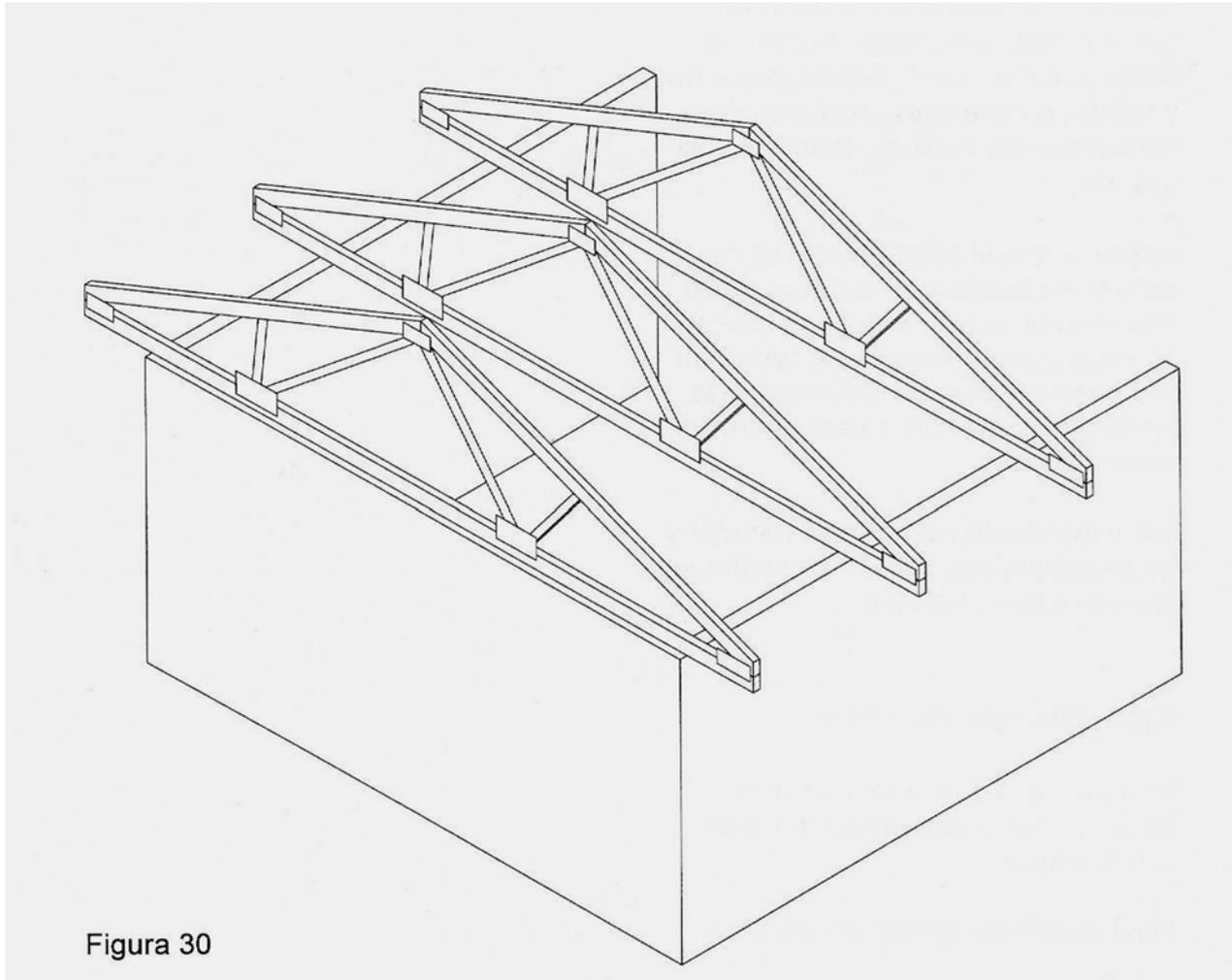


Figura 30

Moya 2015

SISTEMA DE ENTRAMADO LIGERO: platea/solera de hormigón armado



Moya 2015

SISTEMA DE ENTRAMADO LIGERO: construcción de los muros



Moya 2015

SISTEMA DE ENTRAMADO LIGERO: construcción de los muros



Moya 2015

SISTEMA DE ENTRAMADO LIGERO: construcción de los muros



Moya 2015

SISTEMA DE ENTRAMADO LIGERO: construcción de los muros



Moya 2015

SISTEMA DE ENTRAMADO LIGERO: construcción de los muros

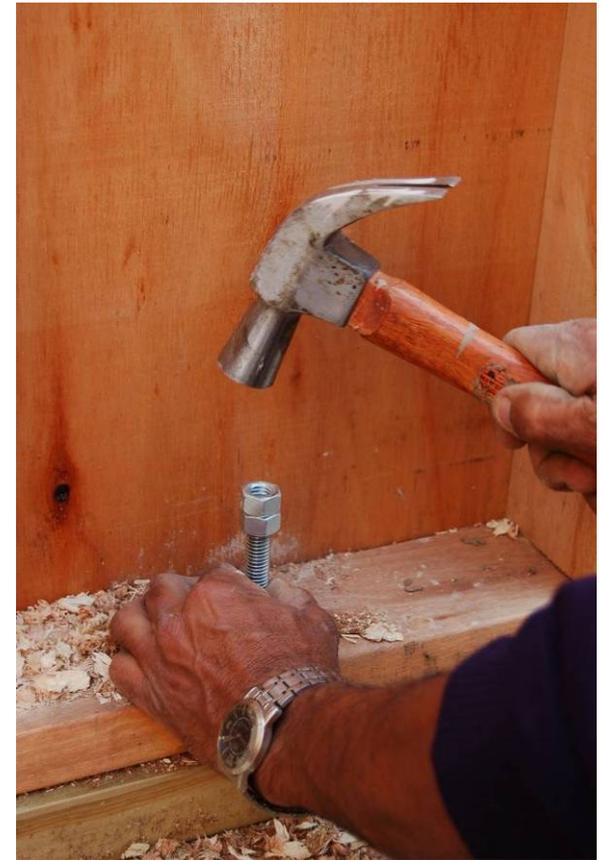


Moya 2015

SISTEMA DE ENTRAMADO LIGERO: anclaje de muros a platea de hormigón

Sistema compuesto por:

tacos de expansión, varillas roscadas, arandelas y tuercas galvanizadas



SISTEMA DE ENTRAMADO LIGERO: construcción de los muros



Moya 2015

SISTEMA DE ENTRAMADO LIGERO: construcción de los muros



Moya 2015

SISTEMA DE ENTRAMADO LIGERO: cubierta



SISTEMA DE ENTRAMADO LIGERO: aislación térmica de muros



Fuente: Daniel Lachance

Moya 2015

SISTEMA DE ENTRAMADO LIGERO: revestimiento interior



Fuente: Daniel Lachance

Moya 2015

SISTEMA DE ENTRAMADO LIGERO: revestimiento exterior



Fuente: Daniel Lachance

Moya 2015

1. Sistemas macizos de troncos
2. Sistemas de entramado ligero
3. Sistemas de entramado pesado
4. Sistema Mass timber
5. Edificios en Uruguay

4.1. Edificios de madera

SISTEMA DE ENTRAMADO PESADO

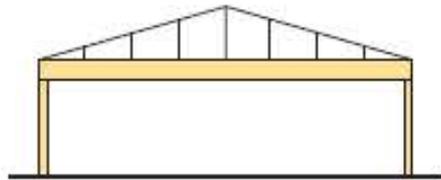
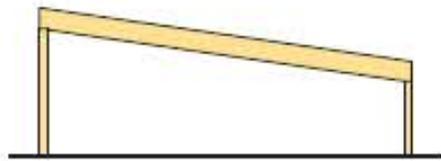
El sistema se desarrolla desde el final de la Edad Media hasta el siglo XIX tanto en occidente como oriente. En occidente se origina en Europa y se exporta a Norteamérica, y en oriente proviene de China y se expande a Japón y a todo el sudeste asiático.



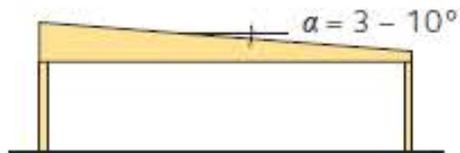
Existen varias versiones del sistema, pero todas tienen en común el empleo de grandes escuadrías, las uniones de ensamble y una solución de peso propio relativamente pesado.

SISTEMA DE ENTRAMADO PESADO

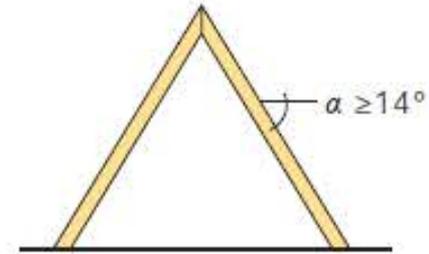
SISTEMA CONTINUO PORTICADO (POST & BEAM)



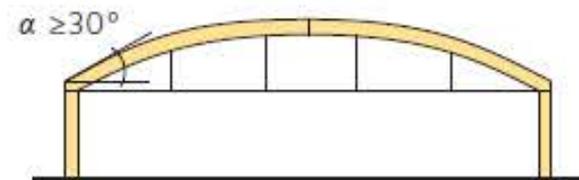
Straight beam



Single pitched beam



Three-hinged rafter



Two or three-hinged tied arch



Two or three-hinged arch

Figure 8.10: Structural systems in glulam, *Limträhandbok* (2016).

SISTEMA DE ENTRAMADO PESADO

SISTEMA CONTINUO PORTICADO (POST & BEAM)

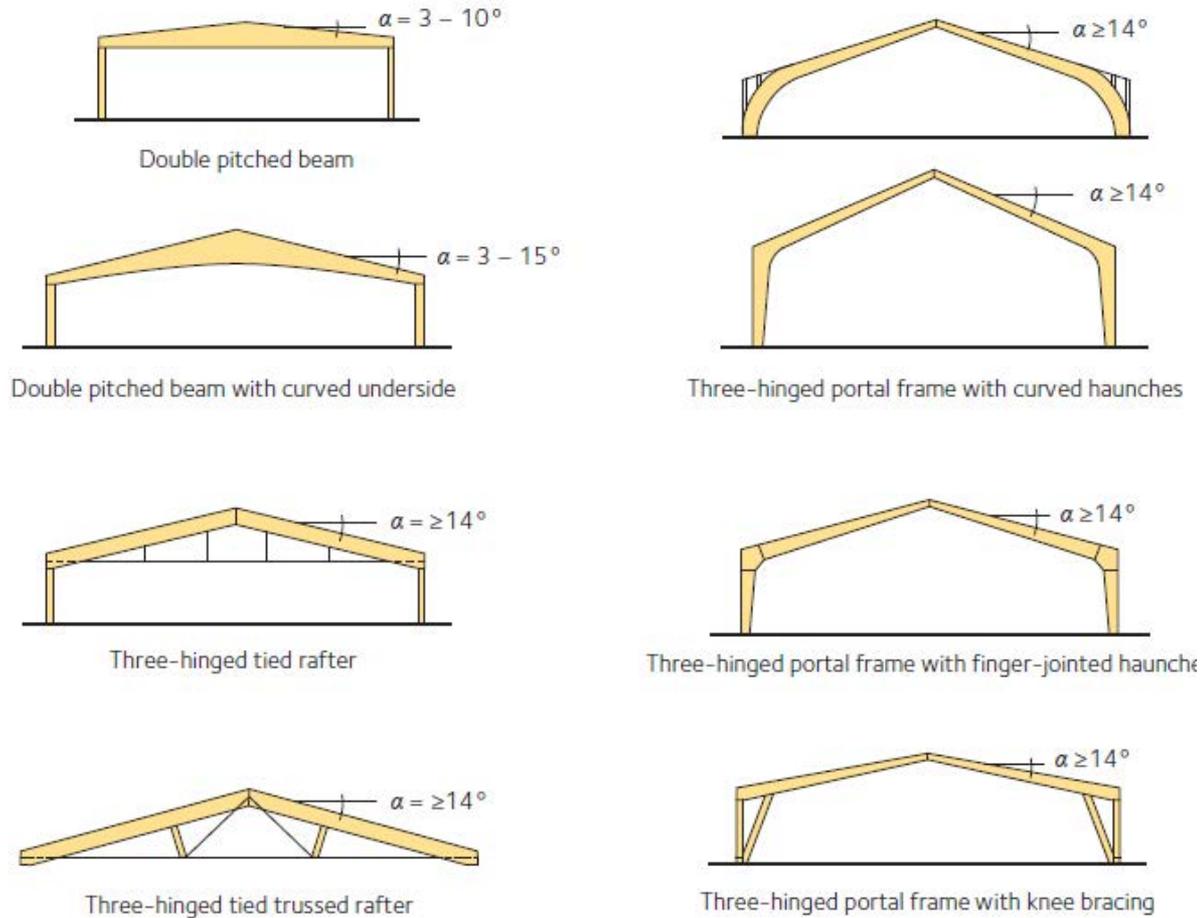


Figure 8.10: Structural systems in glulam, *Limträhandbok* (2016).

SISTEMA DE ENTRAMADO PESADO

SISTEMA CONTINUO PORTICADO (POST & BEAM)

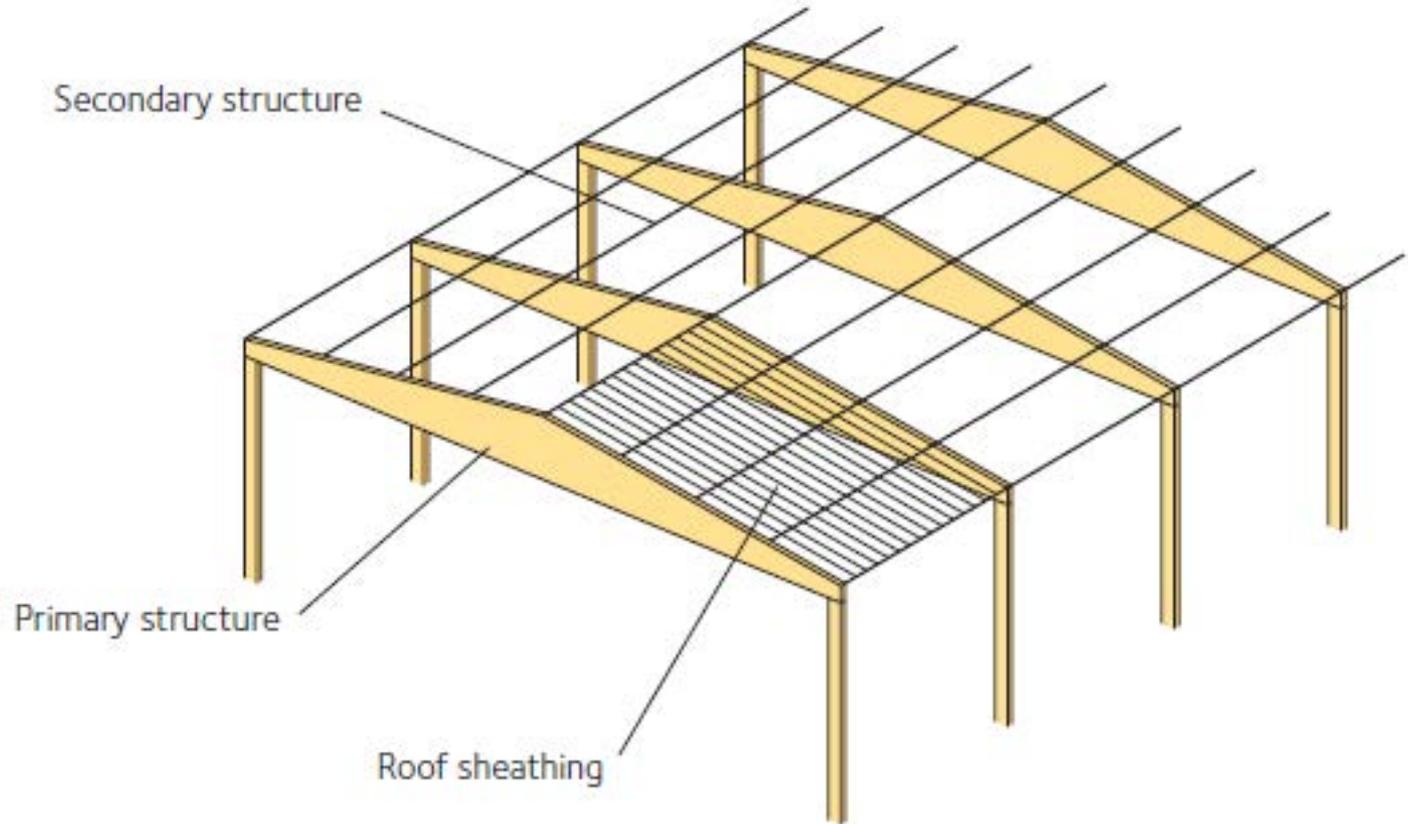


Figure 8.11: Primary, secondary structure, and roof sheathing.

SISTEMA DE ENTRAMADO PESADO

SISTEMA CONTINUO PORTICADO (POST & BEAM): estructuras de luces cortas (vivienda y oficinas)



Martinsons (2010)

Primer parking de estructura de madera en Suecia: sistema *post and beam* de madera laminada encolada y forjado mixto madera-hormigón (composite timber-concrete composites).

SISTEMA DE ENTRAMADO PESADO

SISTEMA CONTINUO PORTICADO (POST & BEAM): estructuras de grandes luces (hasta 80 m)



Bandy hall, Nässjö (Moelven Töreboda). Photo: Sören Håkanlind.

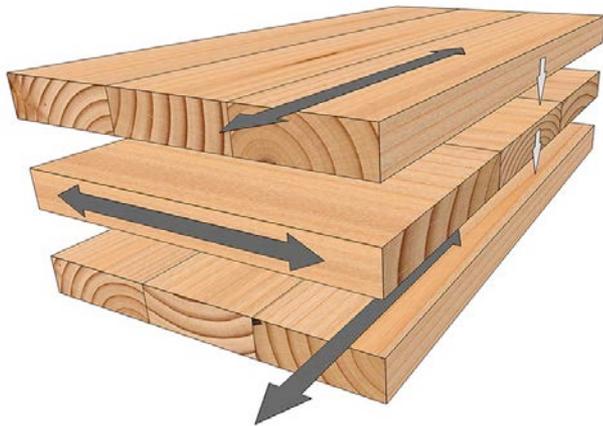
1. Sistemas macizos de troncos
2. Sistemas de entramado ligero
3. Sistemas de entramado pesado
4. Sistema Mass timber
5. Edificios en Uruguay

4.1. Edificios de madera



SISTEMA DE MADERA MASIVA O "MASS TIMBER"

Vivienda familiar de madera contralaminada (CLT)

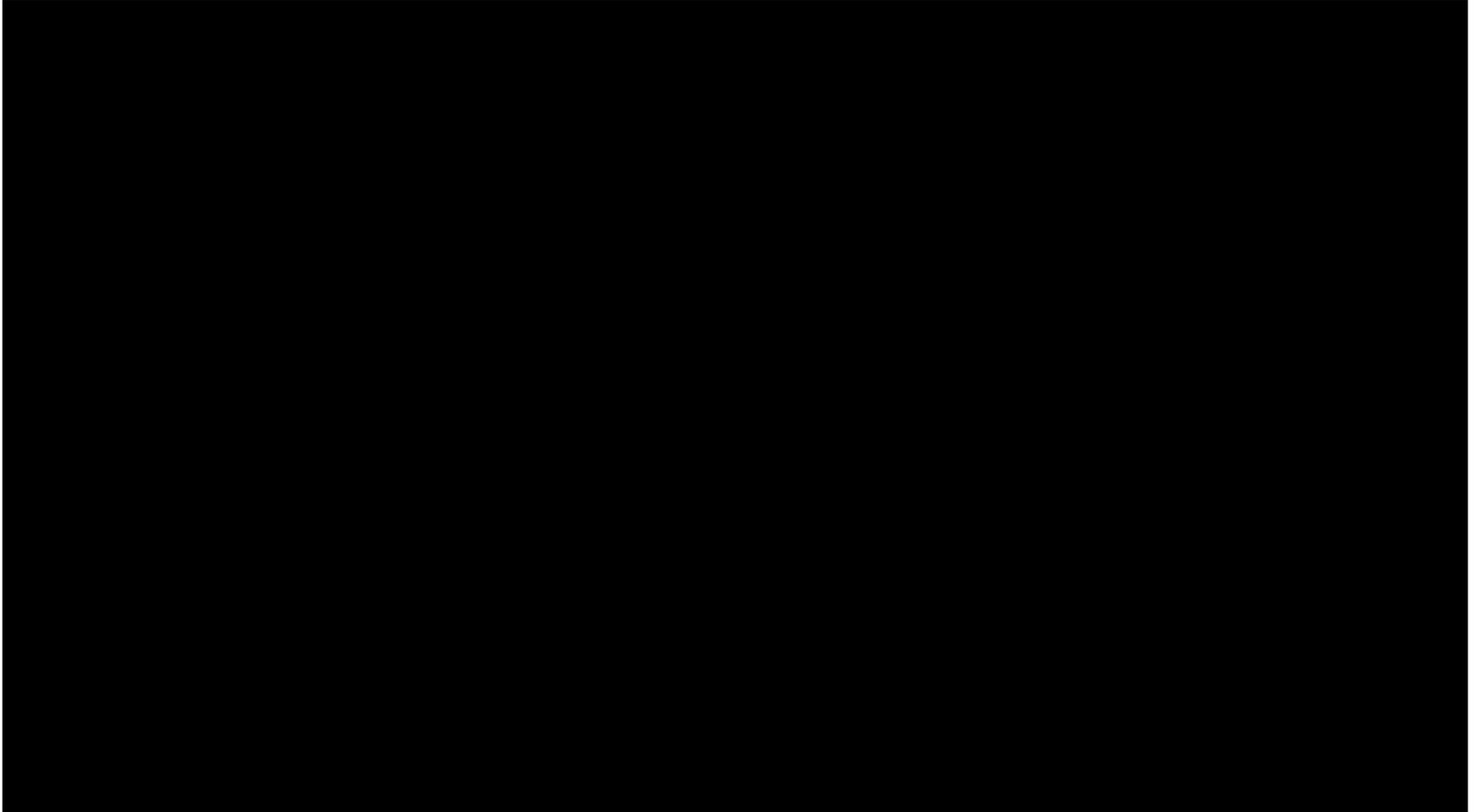


SISTEMA DE MADERA MASIVA O "MASS TIMBER"



alterMATERIA - Edificio de seis plantas con estructura madera contralaminada KLH

SISTEMA DE MADERA MASIVA O "MASS TIMBER"



Brock_Commons_Time_Lapse_-_UBC_Tall_Wood_Building

1. Sistemas macizos de troncos
2. Sistemas de entramado ligero
3. Sistemas de entramado pesado
4. Sistema Mass timber
5. Edificios en Uruguay

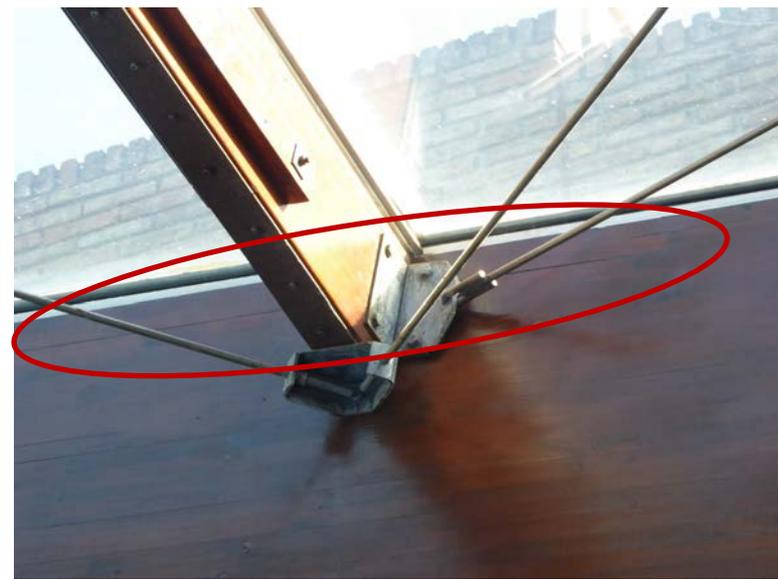
4.1. Edificios de madera



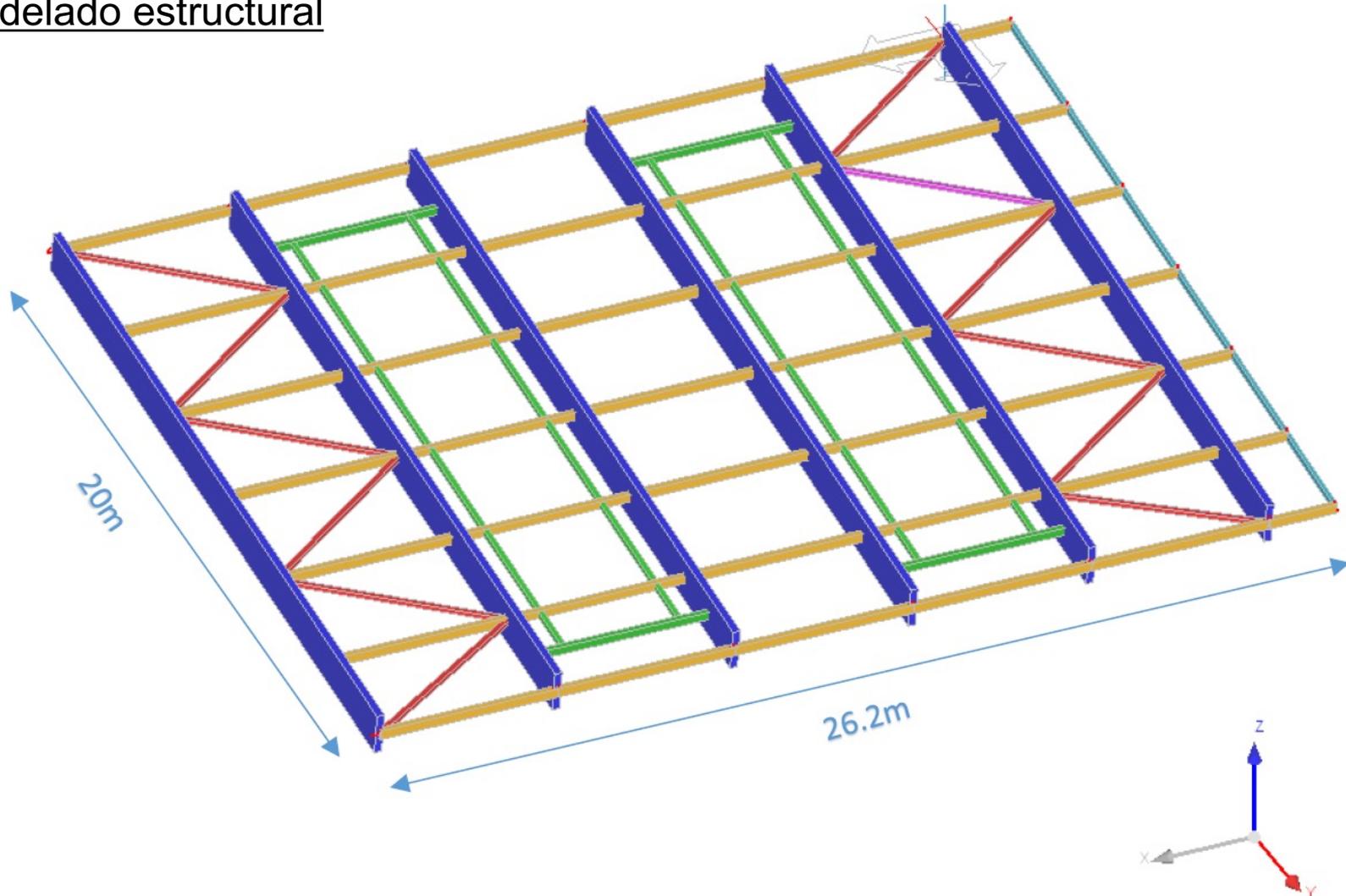
CARRASCO LAWN TENNIS: Estructura original



CARRASCO LAWN TENNIS: Estructura original



CARRASCO LAWN TENNIS: Estructura nueva

Modelado estructural

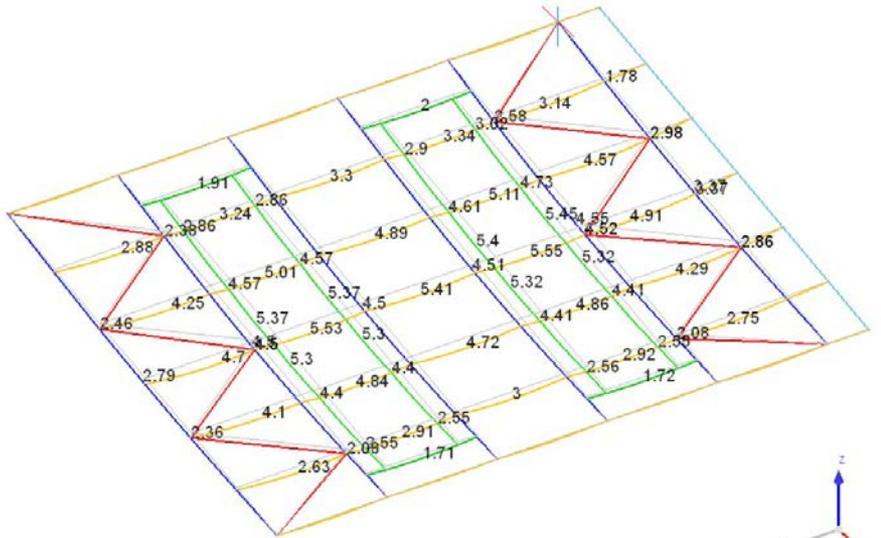
CARRASCO LAWN TENNIS: Estructura nueva

Diseño preliminar

ELS deformaciones

Displacements:

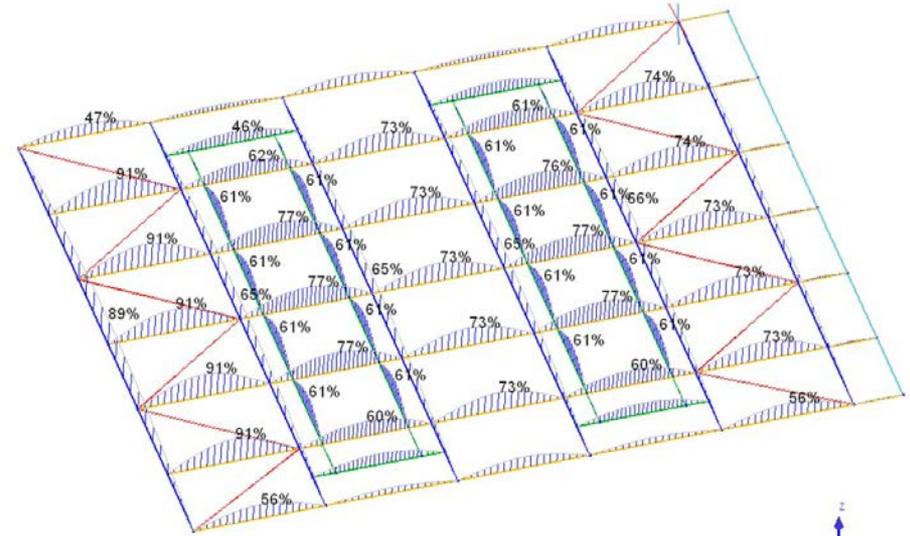
Load case ELS Fin : G (with creep):



Displacements=5.55cm umin=0cm umax=0.01cm vmin=-0.67cm vmax=0.21cm wmin=-5.53cm wmax=0cm

ELU tensiones normales

SLS Ratio:

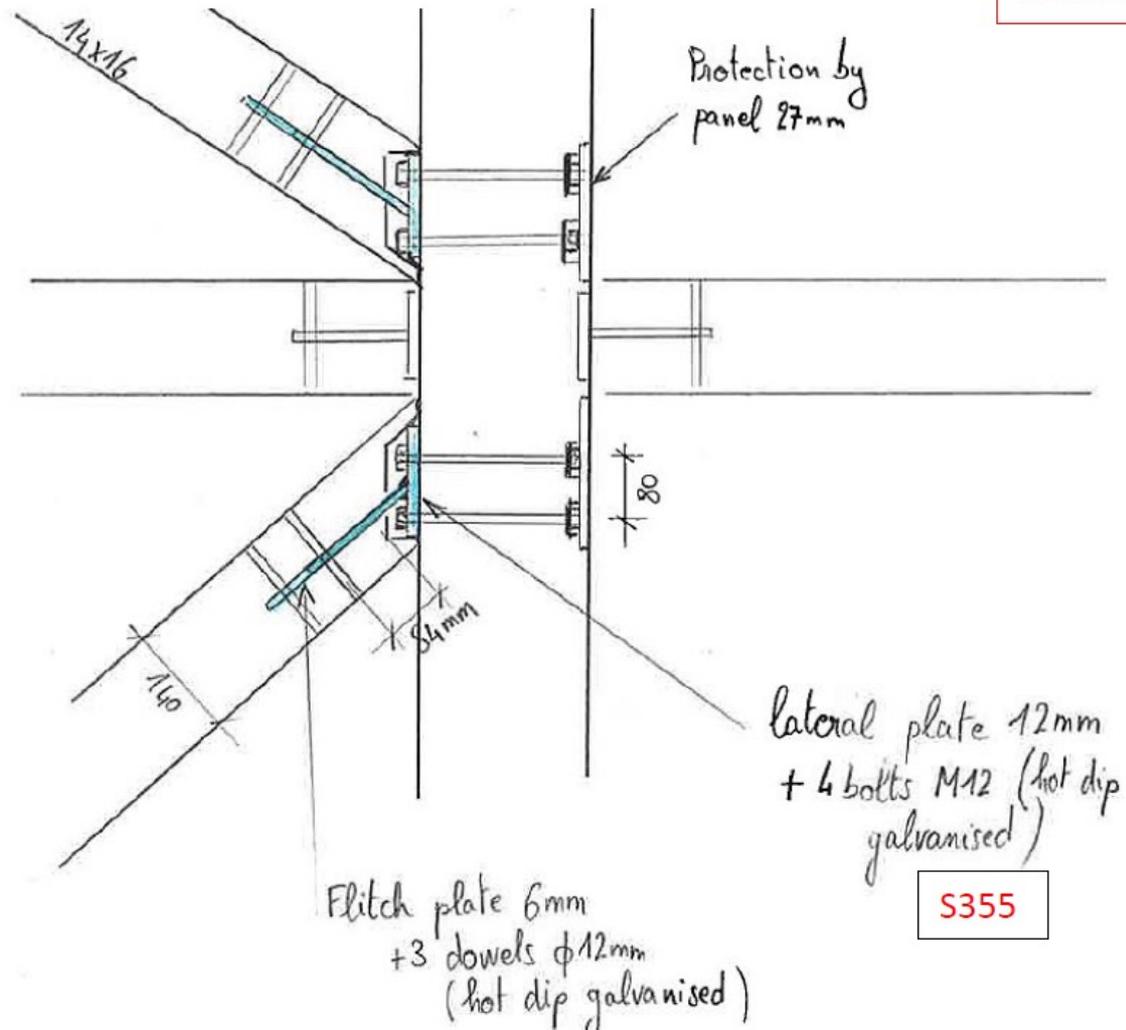


ELS Piece=90.86% (N0 129)

CARRASCO LAWN TENNIS: Estructura nueva

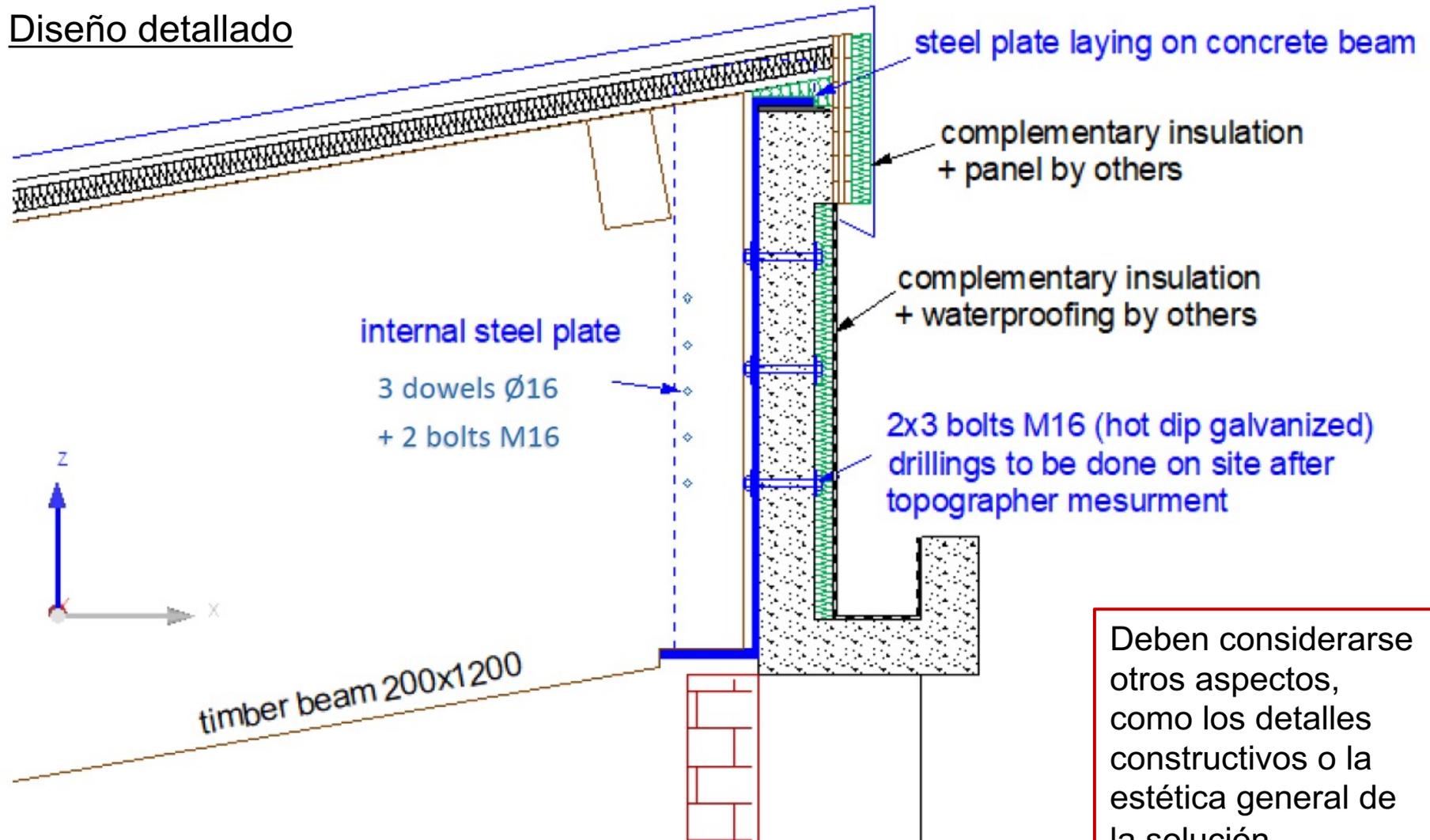
Diseño detallado

Revision C



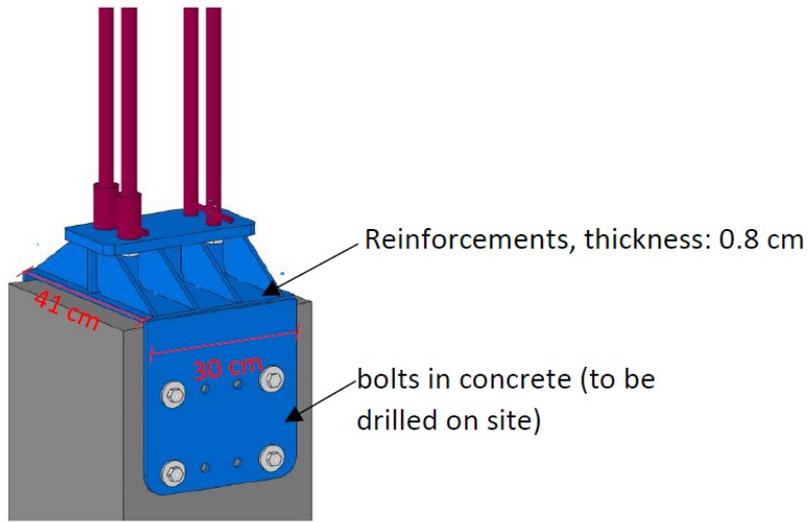
Análisis preliminar:
importante para
concebir la solución
y para comunicar la
idea a colegas, a
otros profesionales y
al cliente

CARRASCO LAWN TENNIS: Estructura nueva

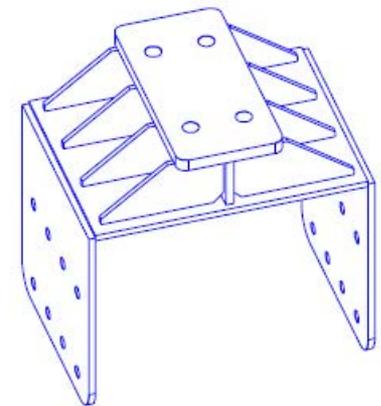
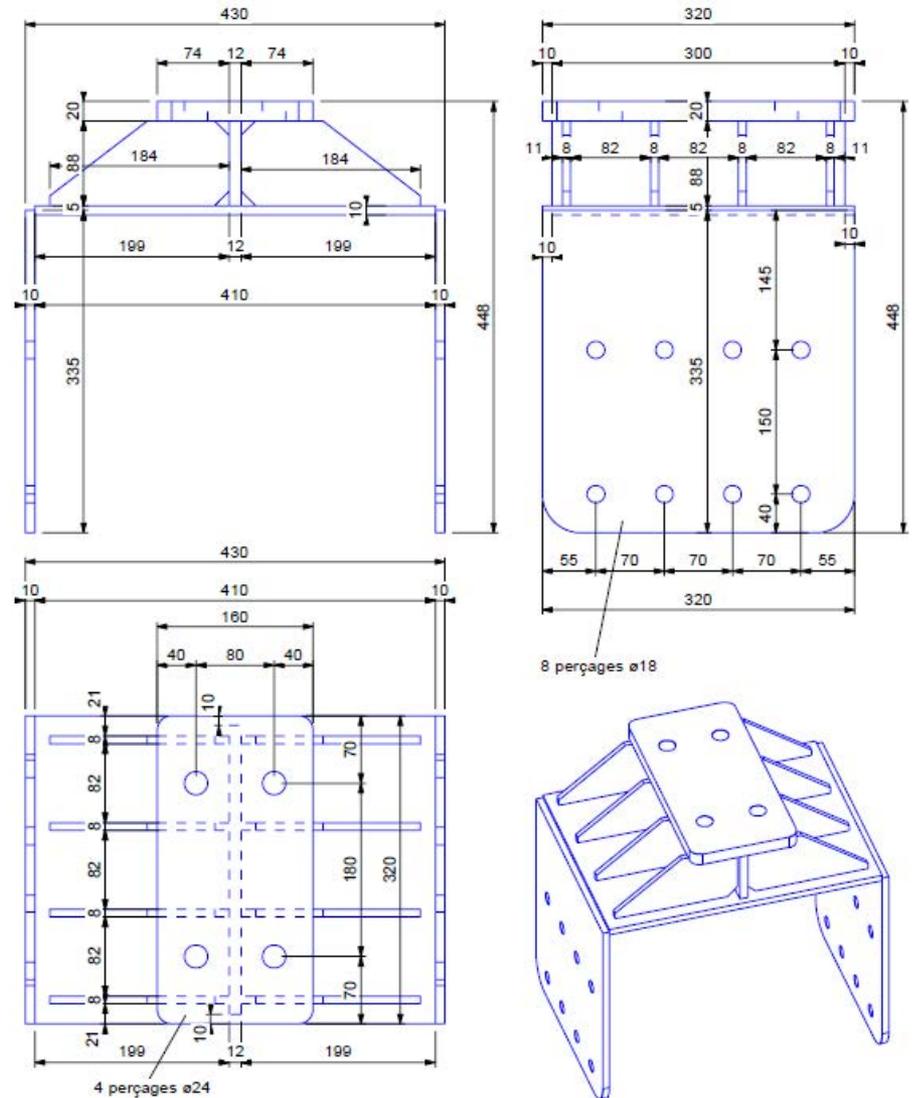
Diseño detallado

Deben considerarse otros aspectos, como los detalles constructivos o la estética general de la solución

CARRASCO LAWN TENNIS: Estructura nueva

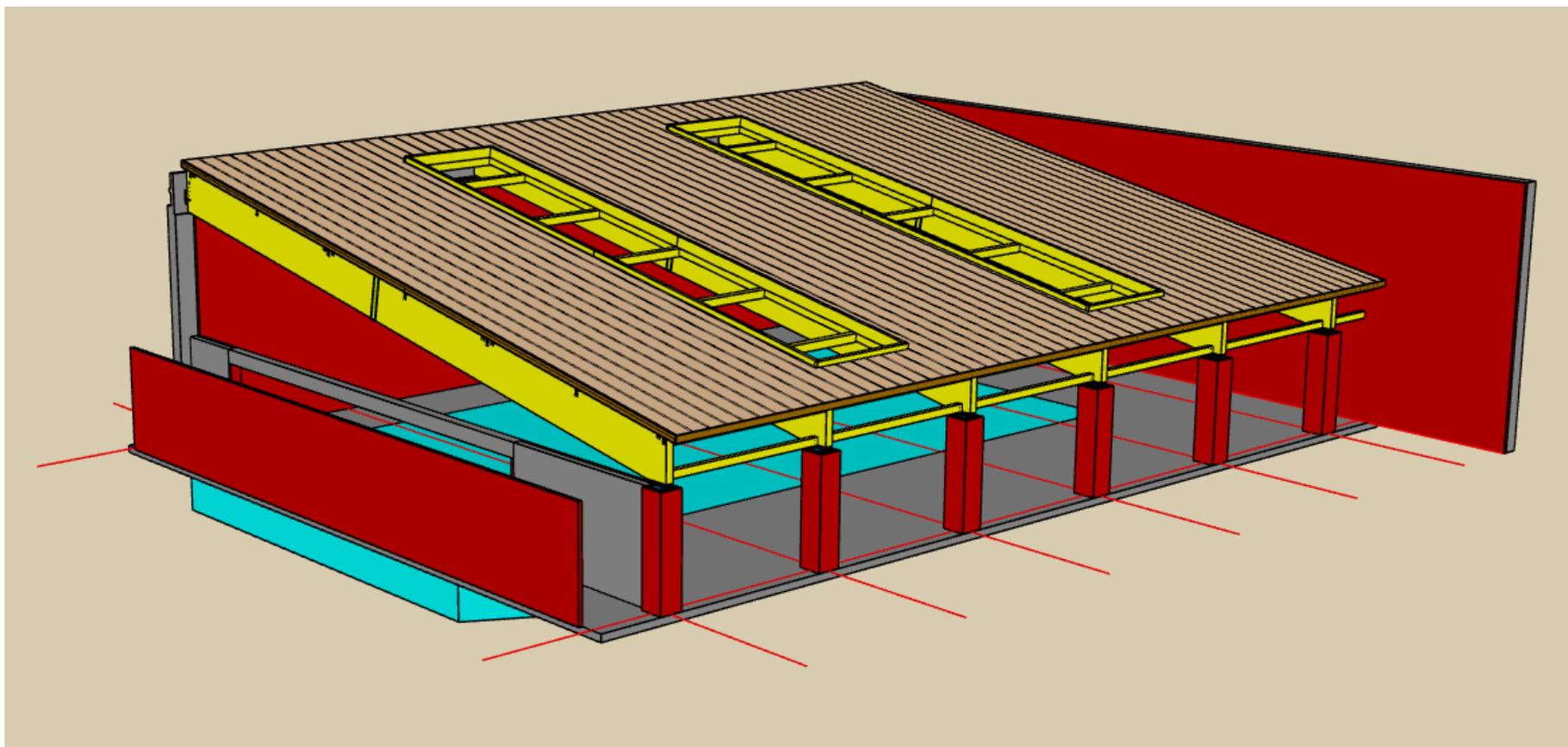
Diseño detallado

Análisis avanzado:
definida la solución general, se
procede al dimensionamiento y a la
representación técnica del detalle



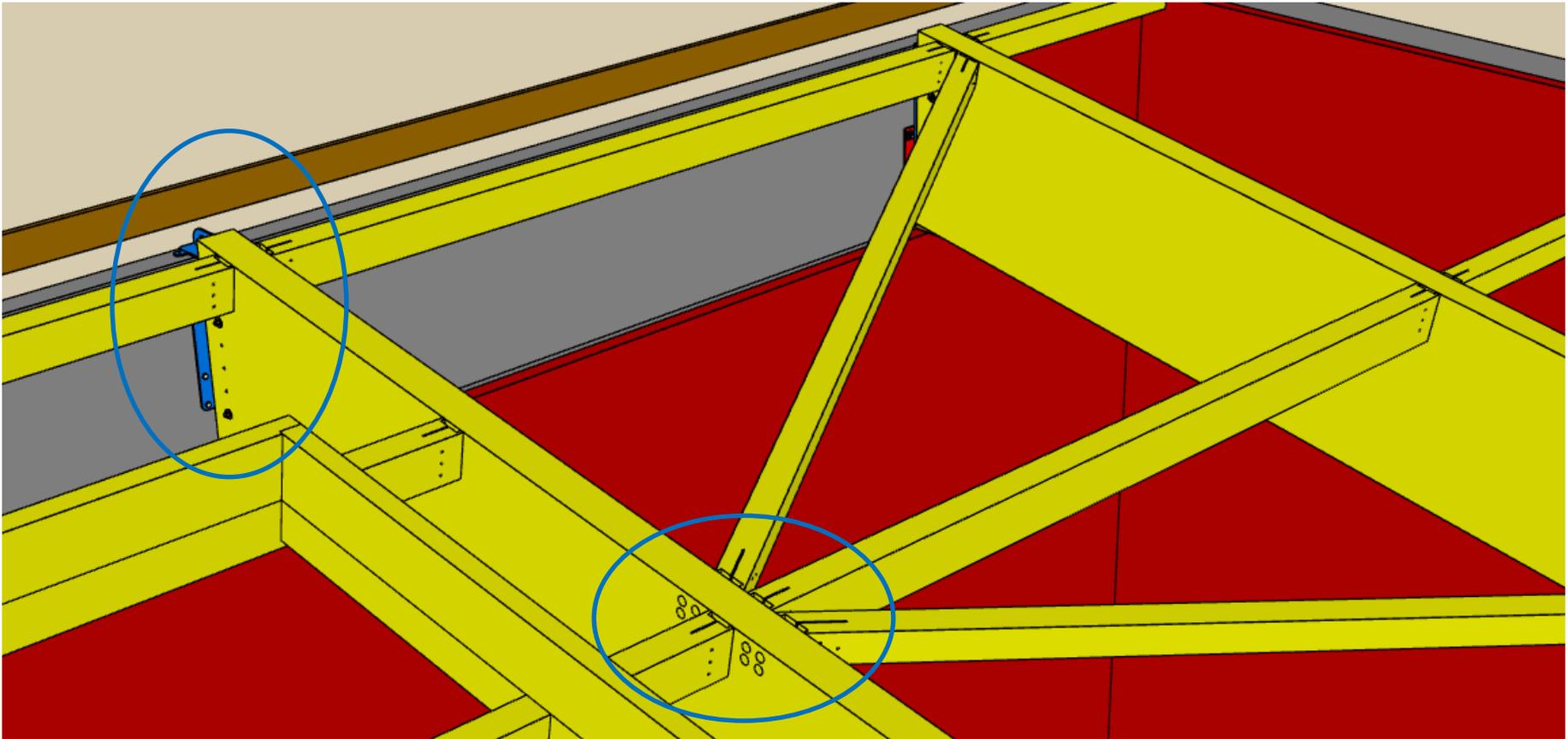
CARRASCO LAWN TENNIS: Estructura nueva

Representación: BIM



CARRASCO LAWN TENNIS: Estructura nueva

Representación: BIM



CARRASCO LAWN TENNIS: Estructura nueva

Fabricación y montaje



CARRASCO LAWN TENNIS: Estructura nueva



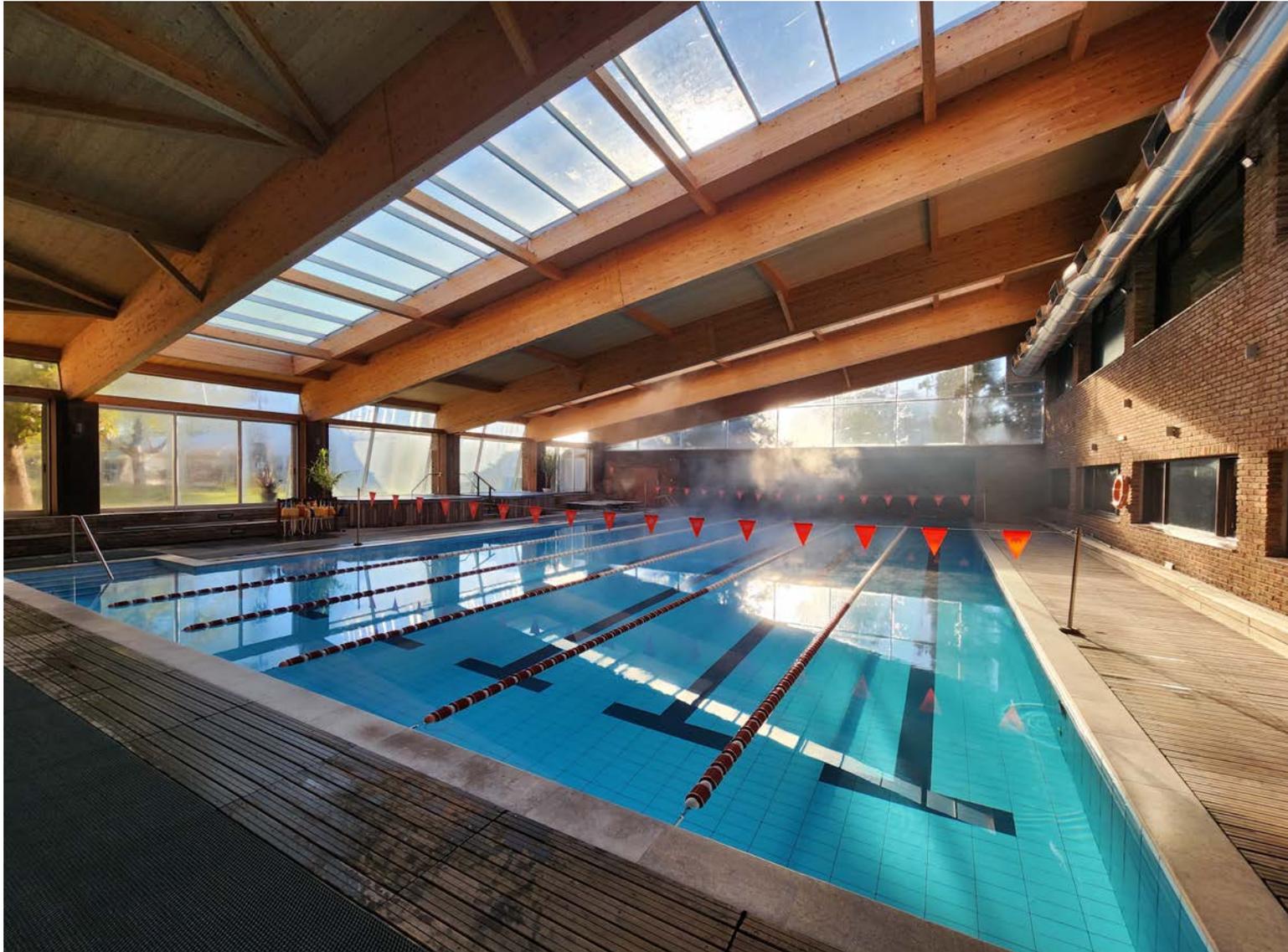
CARRASCO LAWN TENNIS: Estructura nueva



CARRASCO LAWN TENNIS: Estructura nueva



CARRASCO LAWN TENNIS: Estructura nueva

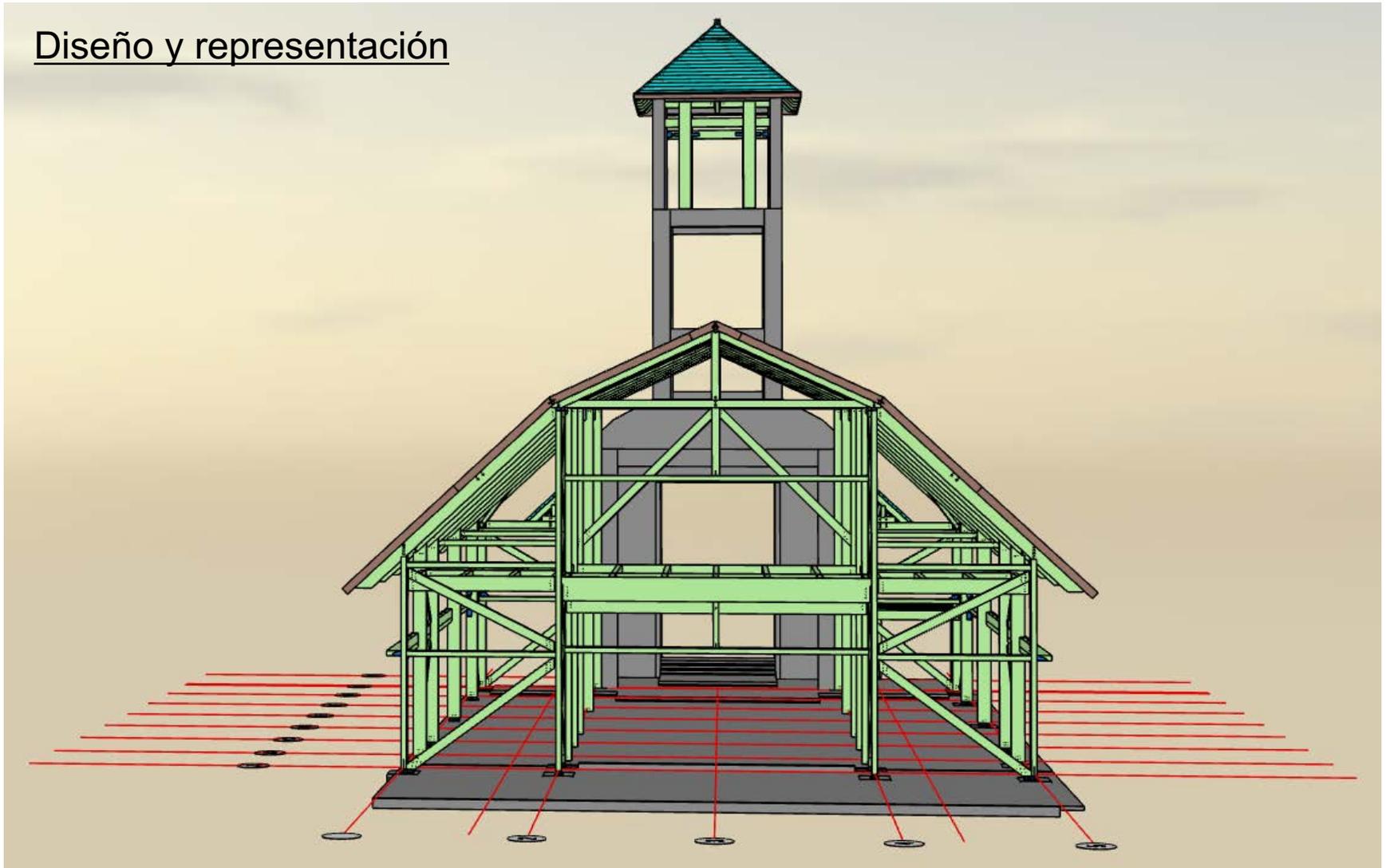


CARRASCO LAWN TENNIS: Estructura nueva



IGLESIA DE LA TRANSFIGURACIÓN

Diseño y representación

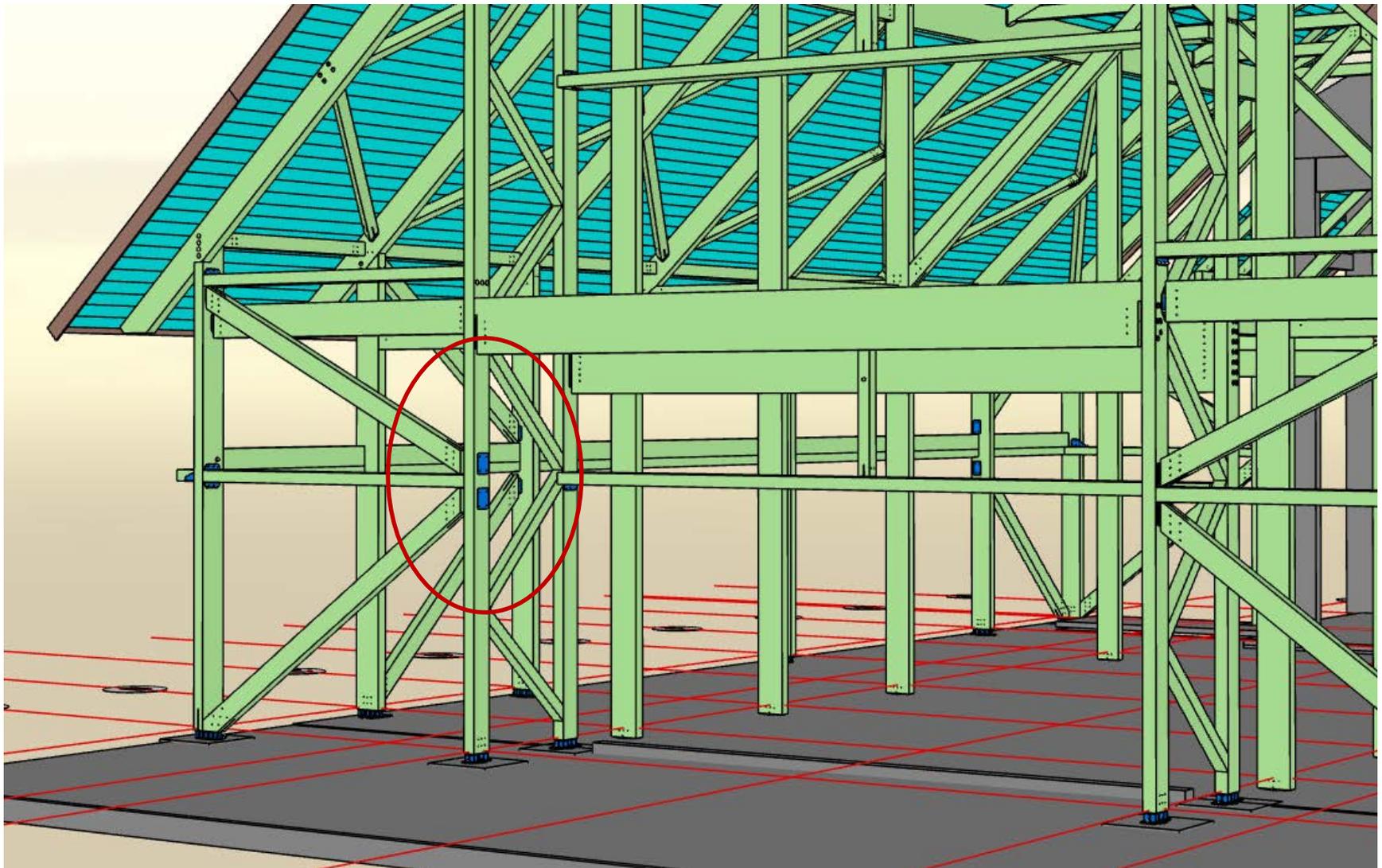


IGLESIA DE LA TRANSFIGURACIÓN

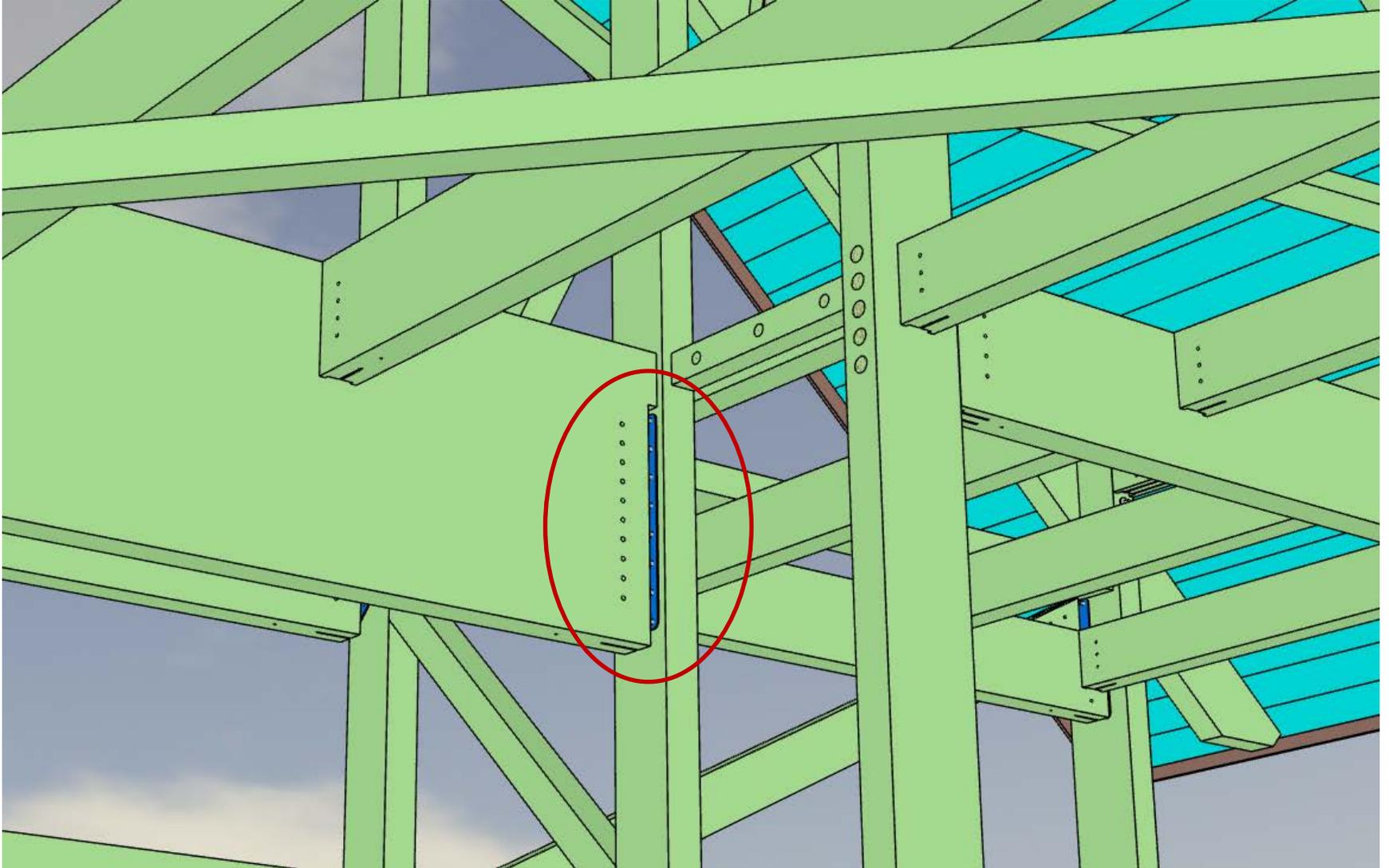
Diseño y representación



IGLESIA DE LA TRANSFIGURACIÓN



IGLESIA DE LA TRANSFIGURACIÓN



IGLESIA DE LA TRANSFIGURACIÓN

Fabricación: Eucaliptus



IGLESIA DE LA TRANSFIGURACIÓN

Montaje



IGLESIA DE LA TRANSFIGURACIÓN



IGLESIA DE LA TRANSFIGURACIÓN



IGLESIA DE LA TRANSFIGURACIÓN



IGLESIA DE LA TRANSFIGURACIÓN



IGLESIA DE LA TRANSFIGURACIÓN



IGLESIA DE LA TRANSFIGURACIÓN



IGLESIA DE LA TRANSFIGURACIÓN



MUSEO DE ARTE ATCHUGARRY



MUSEO DE ARTE ATCHUGARRY



MUSEO DE ARTE ATCHUGARRY



MUSEO DE ARTE ATCHUGARRY



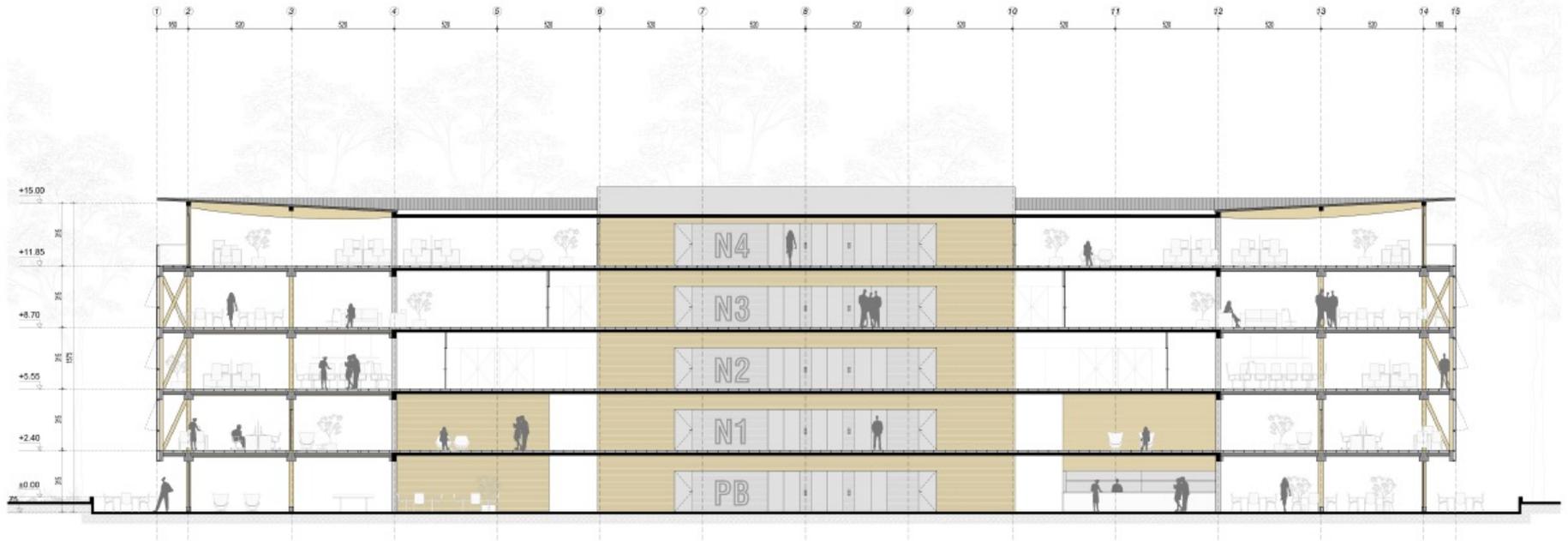
MUSEO DE ARTE ATCHUGARRY



ZONA FRANCA DEL PLATA

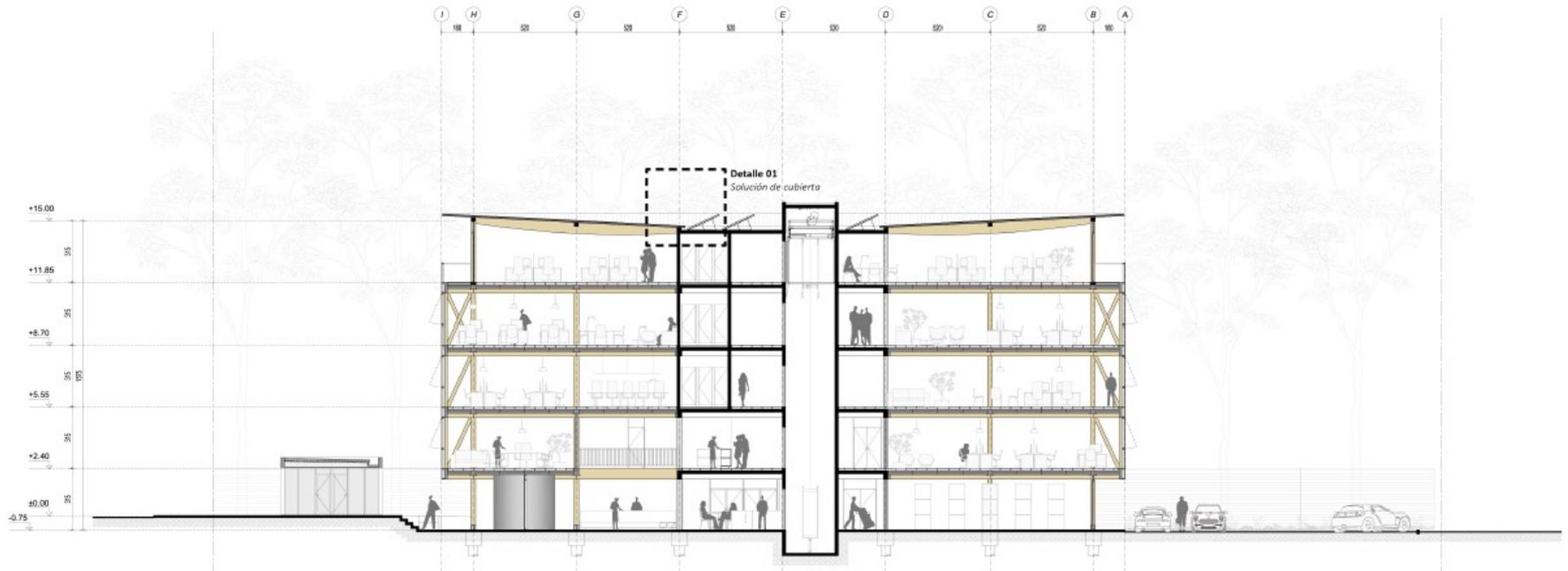


ZONA FRANCA DEL PLATA



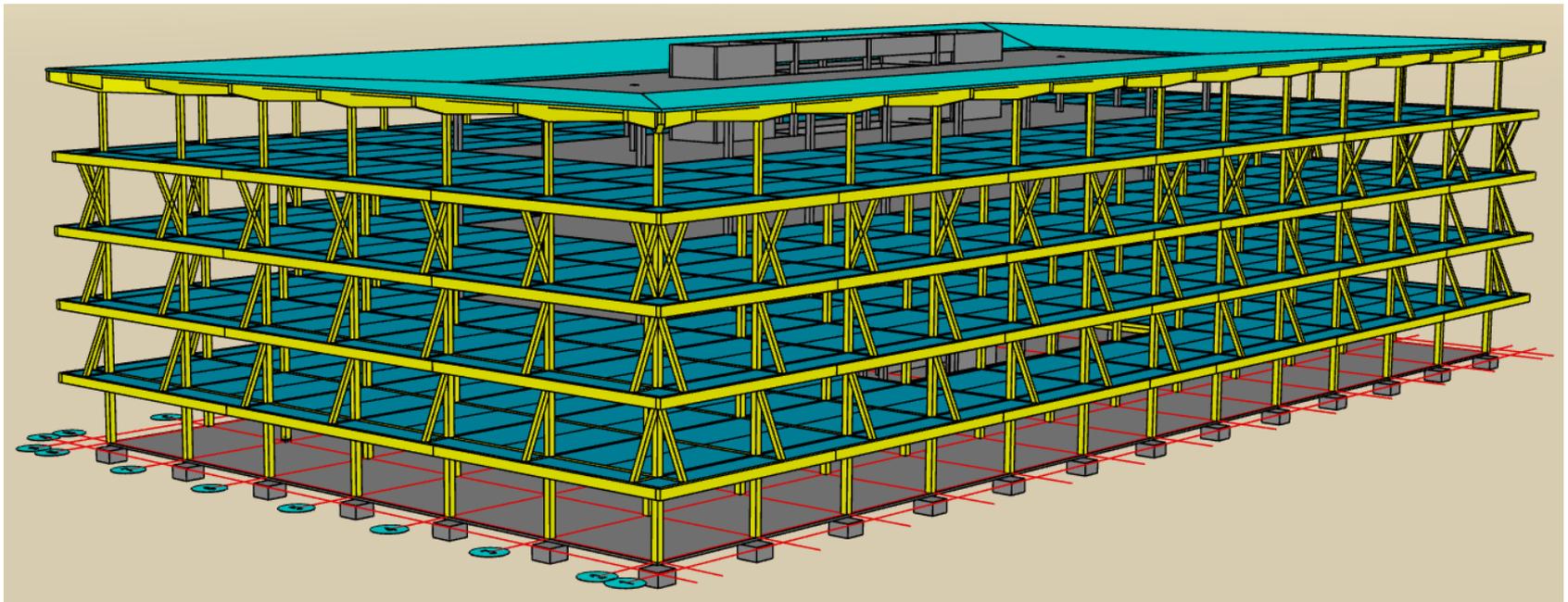
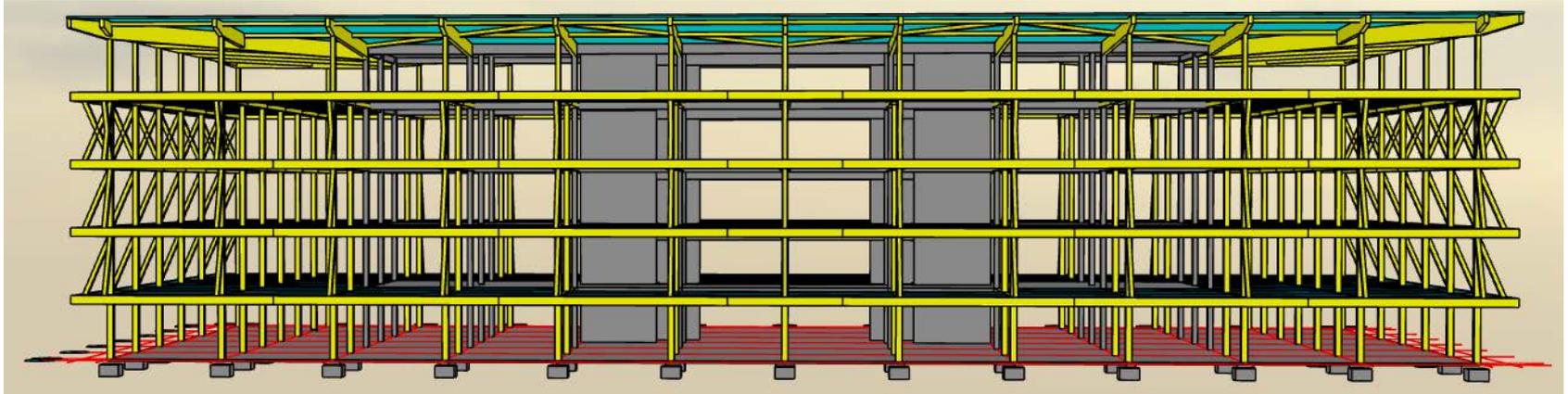
Corte longitudinal

ZONA FRANCA DEL PLATA



Corte transversal

ZONA FRANCA DEL PLATA

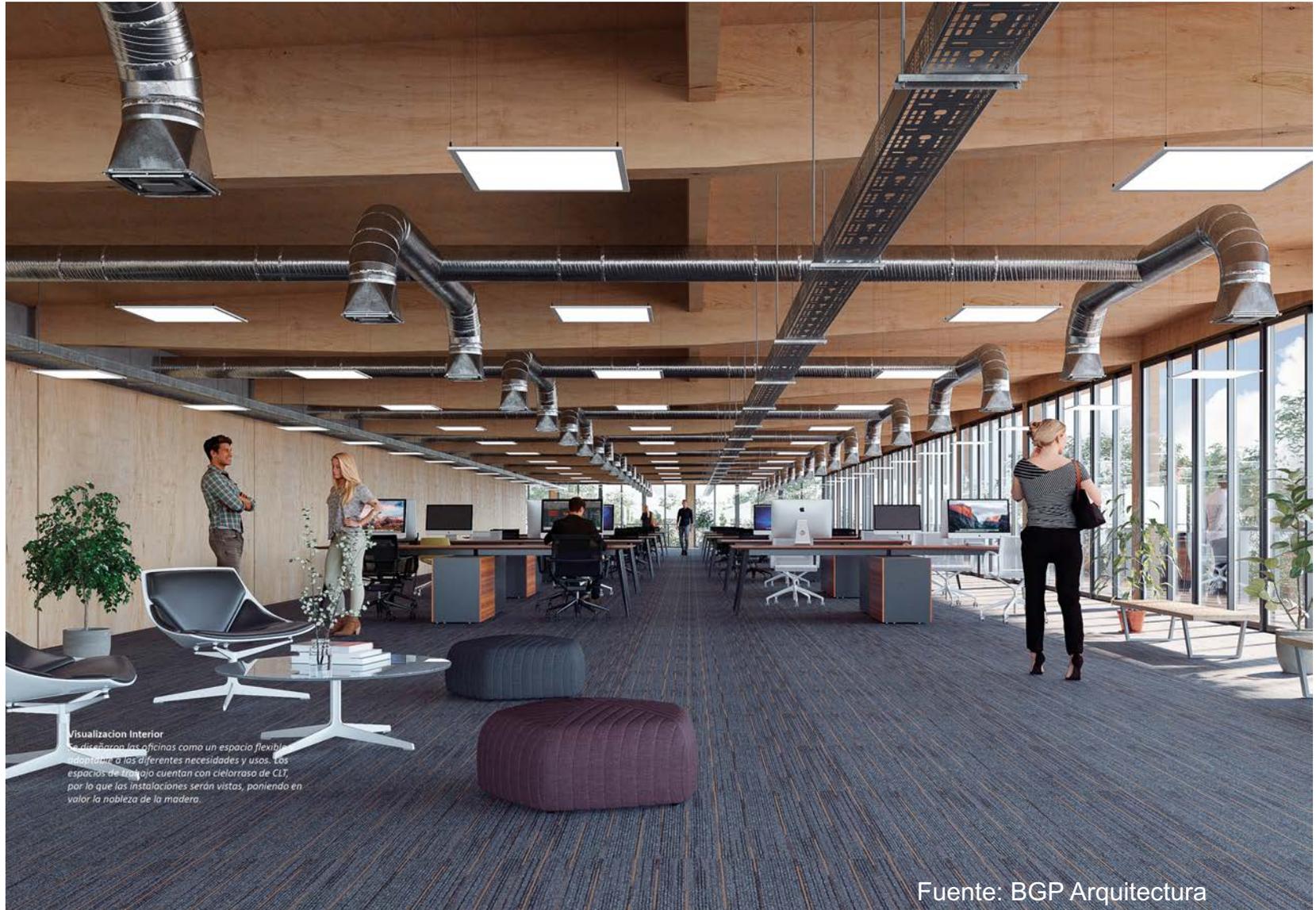


ZONA FRANCA DEL PLATA



Fuente: BGP Arquitectura

ZONA FRANCA DEL PLATA



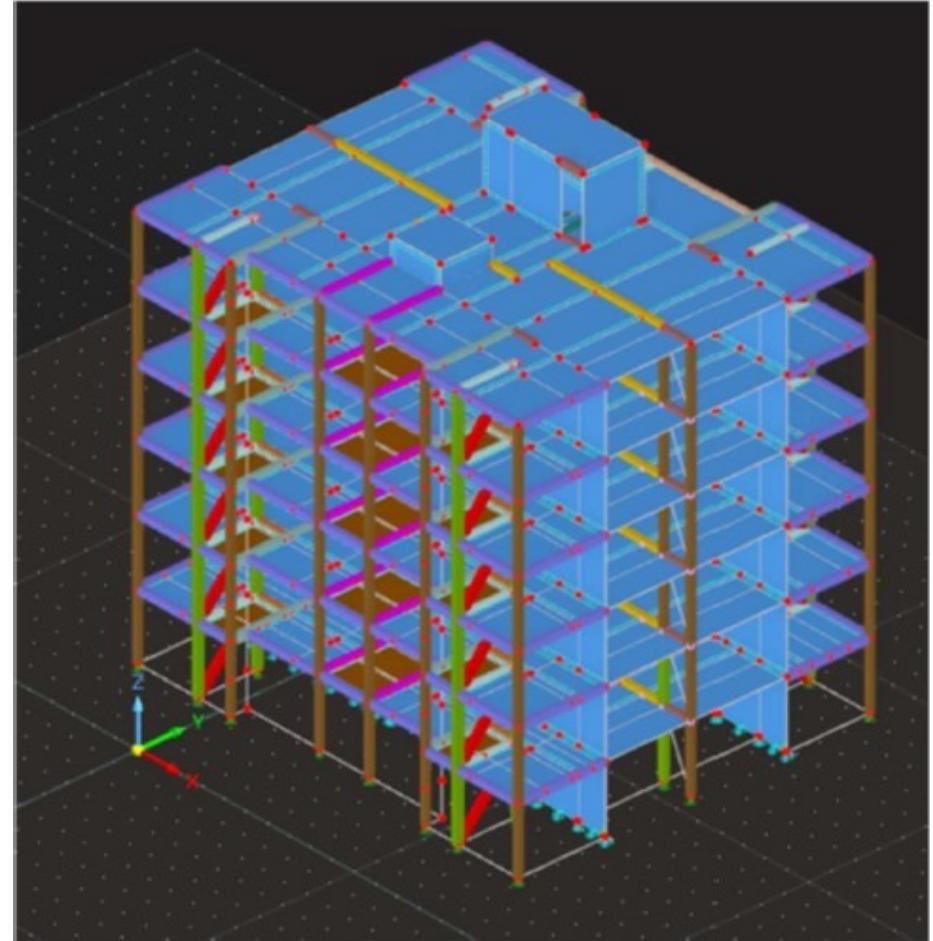
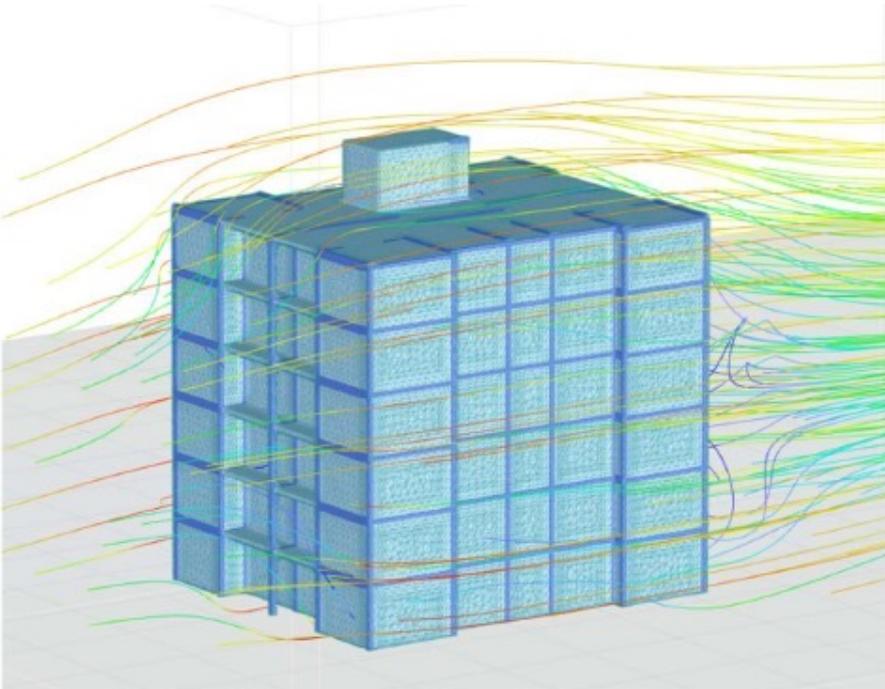
Visualización Interior

Se diseñaron las oficinas como un espacio flexible adaptado a las diferentes necesidades y usos. Los espacios de trabajo cuentan con cielo rasado de CLT, por lo que las instalaciones serán vistas, poniendo en valor la nobleza de la madera.

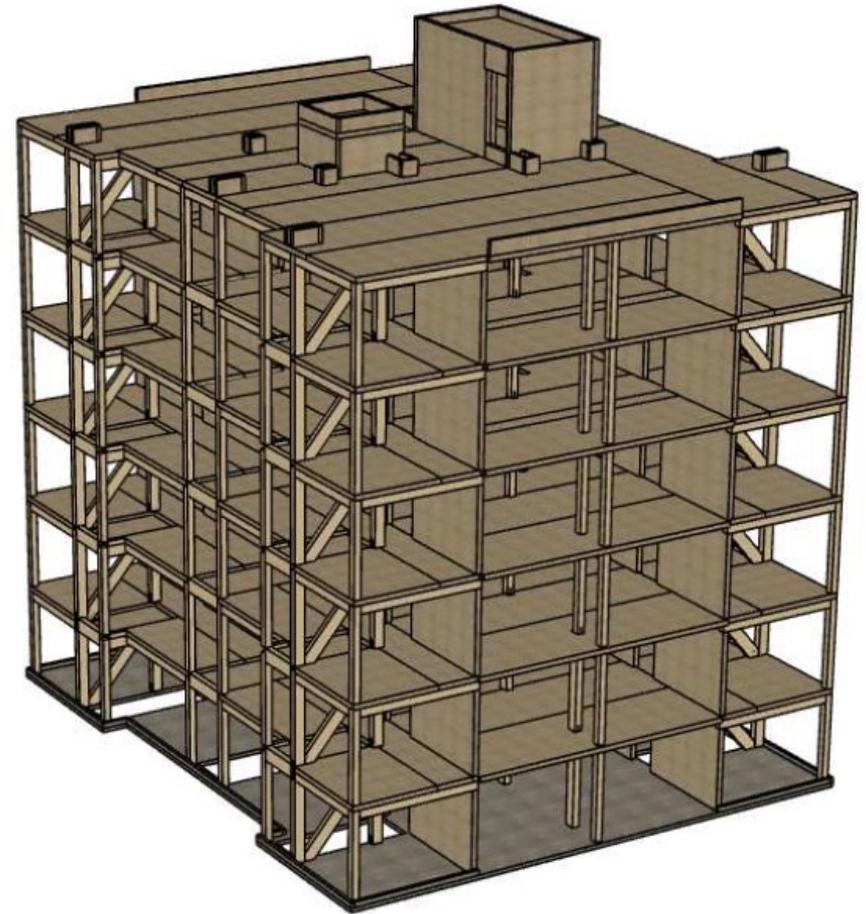
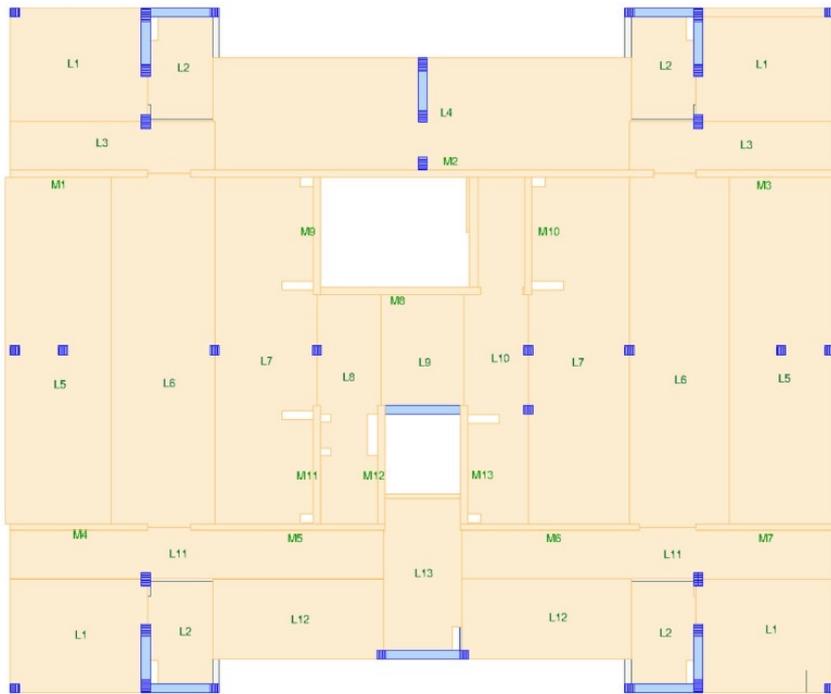
Fuente: BGP Arquitectura

EDIFICIO DURAZNO

Diseño



EDIFICIO DURAZNO

Representación

EDIFICIO DURAZNO



Fuente: Media Madera (www.mediamadera.com)



GRACIAS POR
LA ATENCIÓN

FACULTAD DE
INGENIERIA

