



Universidad de la República
Facultad de Ingeniería



Instituto de Estructuras y Transporte
Prof. Julio Ricaldoni

ESTRUCTURAS DE MADERA

CURSO 2020

PLIEGO DE CONDICIONES



AUTORES:

Santiago Delgado - C.I.: 4.846.844-0
Santiago Laco - C.I.: 4.945.212-1
Mauro Libovich - C.I.: 4.936.732-6
Guillermo Riviezzo - C.I.: 5.163.549-4

DOCENTES:

Mag. Ing. Leandro Domenech
Ing. Carlos Mazzey
Ing. Daniela de Souza

GRUPO

NARCOS

FECHA: 21 de Noviembre de 2020

Tabla de contenidos

1. Objeto y alcance del pliego	1
2. Productos estructurales	1
3. Requisitos de fabricación	2
4. Protección de la madera	3
5. Características de los elementos de unión	3
6. Referencias	4

1. Objeto y alcance del pliego

En este documento se establecen los requisitos fundamentales que deben cumplir los materiales a ser utilizados en la estructura del nuevo entepiso de la cafetería “Narcos”.

El contratista deberá cumplir con todos los requisitos aquí especificados, salvando algunos casos explícitamente indicados en los cuales se podrán variar por otros tanto o más exigentes.

2. Productos estructurales

Para los distintos elementos de la estructura se deberán utilizar las siguientes especies y formatos de la madera:

- Para el cerramiento horizontal: Madera aserrada machihembrada de *Pinus taeda* o *Pinus elliotii*.
- Para las viguetas del entepiso: Madera laminada encolada de *Eucalyptus grandis*.
- Para las vigas principales: Madera laminada encolada de *Eucalyptus grandis*.
- Para los pilares: Madera laminada encolada de *Eucalyptus grandis*.

A la hora de comprar la madera para la ejecución de la obra se exigirá que la misma haya sido secada en estufa hasta haber alcanzado un contenido de humedad, medido según la norma UNE-EN 13183-1:2002, del $16\pm 2\%$. Luego se deberá volver a secar hasta llegar al $12\pm 3\%$ previo a su colocación en la estructura.

Se destaca que las secciones indicadas en los planos son las de las piezas una vez secadas.

Se procurará la utilización de madera aserrada de origen nacional, tanto para los elementos de madera aserrada como para la materia prima de la madera laminada encolada, sin ser esto un requisito excluyente.

Las piezas de madera aserrada de Pino deberán ser clasificadas visualmente según la norma UNIT 1261:2018 como EC1, no permitiéndose el uso de elementos que no cumplan sus requisitos.

Los bloques de madera, es decir las tablas una vez realizado el saneado, que se utilicen para la fabricación de las piezas de madera laminada encolada deberán clasificar como EF1 según UNIT 1262:2018.

En la tabla 2.1 son presentadas las clases resistentes, según UNE-EN 338:2016 (para la madera aserrada) y EN 14080:2013 (para la madera laminada encolada), de las distintas piezas y las propiedades mecánicas que las caracterizan. El significado de la simbología para las propiedades mecánicas es indicado en la sección 6 de Referencias.

Tabla 2.1: Clases resistentes de las piezas de madera

Pieza Estructural	Clase Resistente	$f_{m,k}$ (MPa)	$E_{o,medio}$ (GPa)	ρ_k (kg/m ³)
Cerramiento horizontal	C14	14	7	290
Viguetas	GL22h	22	10,5	370
Vigas principales	GL22h	22	10,5	370
Pilares	GL22h	22	10,5	370

El contratista podrá proponer a la Dirección de Obra para su posterior aprobación, especies o clasificaciones estructurales diferentes a las mencionadas, siempre y cuando los materiales tengan una certificación que avale que las propiedades mecánicas logran igualar o superar las de la tabla anterior.

3. Requisitos de fabricación

Se exigirá una rectitud mínima en las piezas de la estructura. En el caso de las piezas de madera aserrada, la desviación máxima respecto al eje del elemento, medida en el centro de la pieza, será de $L/300$, siendo L la longitud de las mismas. En el caso de las piezas de madera laminada encolada, esta desviación máxima pasa a ser $L/500$. En las viguetas del entrepiso, en las cuales se debe aplicar una contraflecha de 5 mm en el centro de la pieza, la desviación máxima de $L/500$ se mide desde la posición teórica tras haber sido aplicada la contraflecha.

Para los requisitos de fabricación de las piezas de madera laminada encolada, es de aplicación la norma europea **EN 14080:2013**, tomando en cuenta que la clase de servicio de estas piezas es 1 y que no serán tratadas en profundidad. A continuación se presentan los requisitos fundamentales.

En primer lugar, el local de producción debe encontrarse a una temperatura ambiente mayor o igual a 15 grados centígrados y una humedad relativa entre 40 y 75 %. Se requiere de una zona de almacenamiento que cumpla estos mismos requisitos.

Previo al encolado, las tablas de madera serán secadas a un contenido de humedad entre 6 y 15 %. La diferencia del contenido de humedad entre 2 tablas que serán encoladas en la misma pieza está acotada a 5 %.

El espesor de las láminas se encontrará entre 6 y 45 milímetros.

Se podrán utilizar adhesivos estructurales fenólicos y aminoplásticos, de poliuretano o isocianato. El grosor máximo de las líneas de cola es de 0,3 milímetros tanto para el encolado de las láminas como para los empalmes por unión dentada. Si el fabricante del adhesivo especifica un grosor máximo, se deberá tomar como límite el mínimo entre 0,3 mm y el del fabricante.

Los bloques de madera a unir por empalmes de unión dentada, deberán tener una longitud entre 40 y 120 centímetros. La distancia mínima entre un empalme por unión dentada y un nudo es $3d$ siendo d el diámetro del nudo.

La longitud mínima de los dientes del empalme es de 15 milímetros, el paso mínimo de 3,8 milímetros y el ancho mínimo de los dientes de 0,42 milímetros. El factor de reducción mínimo, calculado como el ancho del diente sobre el paso, es de 0,11.

El máximo tiempo entre el mecanizado de los dientes y el encolado de los mismos es de 6 horas. Se aplicará una presión mínima de prensado de 10 *MPa* por al menos un segundo. La temperatura de la madera durante el curado del adhesivo debe ser de 18 grados centígrados.

Se cepillarán las láminas para obtener un espesor constante de las mismas, con una desviación máxima del espesor medio de 0,1 milímetros a menos que se haga uso de adhesivo fenólico y aminoplástico mezclados antes de la aplicación, en cuyo caso este límite puede ser aumentado a 0,2 milímetros. El tiempo máximo entre el cepillado y el encolado es de 24 horas.

La dosificación del adhesivo debe ser mayor a 350 gramos por metro cuadrado de lámina.

Una vez encoladas las láminas se prensarán a una presión de 0,8 *MPa* mientras se mantiene la temperatura en 18 grados centígrados. El curado para el adhesivo debe ser de al menos 8 horas.

Finalizado el proceso de fabricación se realizará un cepillado final para eliminar los restos de adhesivo sobre las láminas.

4. Protección de la madera

Se deberá proteger superficialmente la totalidad de las piezas de madera con un lasur que contenga tratamiento insecticida.

En el caso de detectarse presencia de termitas en la zona se exigirá tratamiento protector en profundidad, modificación térmica de la madera o modificación química a ser definida con la Dirección de Obra.

5. Características de los elementos de unión

Los herrajes metálicos y los elementos de fijación a ser utilizados serán de **Rotho Blaas** según se indique en los planos de estructura.

Se deberán respetar todas las indicaciones constructivas que se señalen en los planos, particularmente los pre-taladros para los tornillos.

Para el mecanizado de las piezas de madera se procurará la utilización de corte por control numérico para lo cual el contratista podrá solicitar los archivos del software Cadwork® al proyectista.

6. Referencias

Variables:

- $f_{m,k}$: Resistencia a la flexión característica. Corresponde al quinto percentil más bajo.
- $E_{o,medio}$: Módulo de elasticidad longitudinal en flexión medio.
- ρ_k : Densidad característica. Corresponde al quinto percentil más bajo.

Normativa:

- **UNE-EN 13183-1:2002** - Contenido de humedad de una pieza de madera aserrada. Parte 1: Determinación por el método de secado en estufa.
- **UNIT 1261:2018** - Madera aserrada de uso estructural - Clasificación visual - Madera de pino taeda y pino ellioti (*Pinus taeda* y *Pinus elliottii*).
- **UNIT 1262:2018** - Madera aserrada de uso estructural - Clasificación visual - Madera de eucalipto (*Eucalyptus grandis*).
- **UNE-EN 338:2016** - Madera estructural. Clases resistentes.
- **EN 14080:2013** - Estructuras de madera. Madera laminada encolada y madera maciza encolada. Requisitos.