

# VIGAS LAMINADAS

## ENCOLADAS (GLULAM)

**Lignum**



Madera Lignum, Sólo Lignum  
[www.lignum.com.gt](http://www.lignum.com.gt) | (502) 2374-4440  
f Lignum, S.A.



# LA FASCINACIÓN DE LA MADERA LAMINADA ENCOLADA PARA EDIFICACIONES.

---

Cualquier visitante de la planta de Lignum es recibido con la senteur (olor) de la madera que recuerda la tradición ancestral de los países nórdicos, una tradición que sigue vigente y que se distingue por sus méritos excepcionales de respeto al medio ambiente y a la naturaleza que nuestros colaboradores viven cada día con pasión, emprendimiento y responsabilidad.

De esta convivencia entre inteligencia humana y trabajo mecánico nacen productos innovadores no solamente por sus propiedades intrínsecas, sino también por sus calidades exteriores, o sea Vigas en Madera Laminada Encoladas respondiendo a exigencias elevadas de calidad técnica y de estética.

La garantía de la calidad exclusiva de las Vigas Lignum se caracteriza por la esmerada transformación de la madera, los mecanismos de control y la cuidadosa supervisión en cada etapa del proceso de fabricación ya que los esfuerzos estructurales a los cuales deben responder los productos son controlados desde la selección de la madera antes del corte hasta la fabricación del producto final.



## UN MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN FUERA DE LO COMÚN.

---

La madera laminada encolada es un producto de fabricación industrial destinado a la realización de estructuras que pueden soportar cargas mayores que las de la madera sólida, ya que sus características estáticas son más elevadas. En efecto, el nivel de resistencia mecánica por el proceso de encolado al que se someten las piezas libres de imperfecciones, permite aumentar un mínimo de 20 por ciento la eficiencia mecánica en comparación con una pieza de madera maciza de igual sección.

El proceso de fabricación consiste en sobreponer delgadas láminas individuales, sometidas a secado previo y adheridas con cola entre sí. Esto facilita la elaboración de vigas rectas. La fabricación de vigas en madera laminada transforma la madera maciza en un material de construcción poco deformable y exento de rajaduras.

Las vigas en madera laminada son particularmente apropiadas para cubrir grandes claros o luces. Las vigas en madera laminada responden a exigencias elevadas de estabilidad y de estética.



## ECOLOGÍA

Las Vigas en Madera Laminada Encoladas son consideradas como uno de los materiales de construcción más afines al medio ambiente. La protección del medio ambiente se ha vuelto más que nunca una prioridad para el ser humano. El uso de madera y de madera laminada es uno de los métodos de construcción más eficaces para conformarse a esta nueva conciencia del medio ambiente. Para la arquitectura y la ingeniería civil se trata de un material tanto ecológico como renovable ya que su fabricación durante toda su cadena de valor, casi no tiene influencia nociva sobre el medio ambiente a diferencia de otros materiales de construcción. Las Vigas en Madera Laminada Encoladas son un banco o acumulador de carbono secuestrado de la atmósfera.

El uso de la madera en la construcción favorece a la reforestación y contribuye a la renovación de los bosques, dicha renovación es indispensable al equilibrio ecológico. También favorece la permanencia de los bosques porque a través del uso inteligente de la madera valorizamos más el bosque. No se debe olvidar que los bosques proveen oxígeno, secuestran carbono y sirven de base a la vida en la tierra.

## RESISTENCIA DE LA MADERA ANTE FENÓMENOS SÍSMICOS

---

La madera laminada constituye un material de construcción resistente a solicitaciones estructurales. La madera y la madera laminada encolada se distinguen por su resistencia elevada a los terremotos, por su estabilidad estructural. La madera es 5 veces más liviana que el concreto y quince veces más liviana que el acero. Su bajo peso por unidad de volumen y su resistencia mecánica excepcionalmente elevada son capaces de reducir de manera significativa las exigencias de los terremotos.

## RESISTENCIA DE LA MADERA LAMINADA VERSUS OTROS MATERIALES

---

La madera laminada se compara con otros materiales como el acero y el concreto, debido a su alta durabilidad y resistencia a factores como el fuego, la humedad y la biodegradación. La alta durabilidad y rendimiento de este material tiene origen en su tratamiento y mantenimiento.



## ▶ RELACIÓN RESISTENCIA/PESO

En efecto, la madera laminada cuenta con una de las relaciones resistencia/peso más alta en comparación con materiales como el acero y el concreto. En este sentido, la madera sólida y del tipo laminado, en comparación con el concreto, ofrece mayor resistencia. A pesar que la principal característica estructural del concreto es resistir bien los esfuerzos de compresión, su resistencia a la tracción y al corte son relativamente bajas, de allí que deba ser reforzado con barras de acero.

Material	Resistencia Kg/m <sup>2</sup>	Peso Kg/m <sup>3</sup>	Resistencia/Peso
Madera	400	500	0.80
Acero	4200	7800	0.54
Concreto	300	2400	0.125

Tabla: Relación resistencia/peso de la madera laminada con otros materiales.



\*Imágenes con fines ilustrativos

## ▶ RESISTENCIA AL FUEGO

La madera laminada tiene excelente resistencia al fuego, aunque se trata de un producto inflamable. La madera se carboniza de manera uniforme lo que forma una capa de protección que retarda la propagación de las llamas hacia dentro de la viga. La combustión provoca una leve reducción de las dimensiones del material, pero no cambia sus características mecánicas. La madera no colapsa bruscamente como en el caso de otros materiales. Eso significa que la obra puede colapsar lenta y progresivamente permitiendo el tiempo de evacuación adecuado para el personal que esté haciendo uso de la instalación.

La madera laminada tiene un comportamiento eficiente frente al fuego debido a su bajo coeficiente de conductividad térmica que hace que la madera mantenga invariables sus características durante mayor tiempo, comparada con otros materiales como acero y el concreto, en caso de ser afectados por las llamas.

Al momento de incendio, en la madera se crean capas de carbón externas que retrasan la difusión del calor hacia su interior, lo que se transforma en una barrera térmica que actúa como aislante y evita que la zona interior de la pieza sufra modificaciones, favoreciendo la conservación de sus propiedades mecánicas.



\*Imágenes con fines ilustrativos

Material	Coefficiente de expansión térmico	Coefficiente de conductividad térmica Kcal/h/m°C
Madera	5.1 x 10E -06	0.15
Acero	10 x 10E -06	1.15 – 1.40
Concreto	20 x 10E -06	35 - 55

Tabla: Expansión y conductividad térmica de la madera

La expansión térmica trata sobre la variación en dimensiones que puede tener un material cuando se somete a cambios de temperatura. Comparada con otros materiales como el acero y el concreto, la madera se expande la mitad que en el caso del acero y tres veces menos que en el concreto.

La tabla muestra como la conductividad térmica (Kcal/h/m°C) mide la transmisión del calor a través del material cuando es sometido a cambios de temperatura. La conductividad de la madera es 0.15, lo cual quiere decir que en este material, el calor viaja aproximadamente 20 veces menos que en el concreto.

Estos dos coeficientes tienen un significado cuando se combinan en un incendio. “Una pieza de acero sometida a fuego, en cualquier parte de su longitud, rápidamente conduce calor a sus extremos, lo que provoca una expansión del material que es la responsable de fallas en las conexiones o uniones de los extremos de las estructuras; además, el calor provoca en el acero una pérdida de capacidad, lo que induce a fallas prematuras de las estructuras”.

## ▶ CONDUCTIVIDAD TÉRMICA

Con una conductividad térmica promedio  $\lambda = 0.12 \text{ W/m}^\circ\text{C}$ , la madera es un excelente aislante térmico. La siguiente tabla muestra la comparación de conductividades térmicas de diferentes materiales.

Aluminio	230
Acero	52
Granito	3.5
Concreto	1.75
Yeso	0.5
Roble	0.23
Pino	0.12
Vidrio	0.04

# CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS DE LA MADERA

---

## ▶ LA MADERA ES UN MATERIAL ANISOTRÓPICO

La madera es un material heterogéneo, constituido de fibras, lo que en parte explica su carácter anisotrópico. En efecto, sus propiedades mecánicas varían según el plano considerado: axial, radial o tangencial.



## ▶ LA MADERA, UN MATERIAL HETEROGÉNEO

Los nudos son las anomalías inevitables de la madera que surgen de la presencia de las ramas en el árbol. Tienen en general una influencia desfavorable sobre sus propiedades mecánicas por la concentración de esfuerzos y la variación local de la anisotropía, provocan dificultades para su transformación por la variación local de su densidad.

## ▶ VENTAJAS DE LA MADERA LAMINADA ENCOLADA

La fragmentación de la madera maciza en pequeños elementos, en su mayoría libres de defectos naturales, permite de obtener por reconstitución elementos de madera con propiedades mejoradas. La homogeneidad del producto se ve significativamente mejorada. El factor de anisotropía disminuye porque la fibra no es unidireccional y se eliminan la mayoría de nudos. También nos permite fabricar productos en madera laminada de un tamaño que excede el que se obtiene de elementos naturales.

# CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS SEGÚN EUROCÓDIGO 5

El eurocódigo 5 adopta una modelización del comportamiento mecánico de la madera y presenta valores característicos para las resistencias y los módulos de deformación. Por ejemplo, la designación C22 significa C=Conífera con una resistencia a la flexión de 22 N/mm<sup>2</sup>.

Valores característicos de la madera maciza (EN 338)						
Tabla AP.4		C18	C22	C24	C27	C30
<b>Propiedad de resistencia en N/mm<sup>2</sup></b>						
Flexión	f <sub>m,k</sub>	18	22	24	27	30
Tracción Axial	f <sub>t,0,k</sub>	11	13	14	16	18
Tracción Transversal	f <sub>t,90,k</sub>	0.3	0.3	0.4	0.4	0.4
Compresión Axial	f <sub>c, 0, k</sub>	18	20	21	22	23
Compresión Transversal	f <sub>c, 90, k</sub>	4.8	5.1	5.3	5.6	5.7
Cizallamiento	f <sub>v, k</sub>	2.0	2.4	2.5	2.8	3.0
<b>Propiedades de rigidez en kN/mm<sup>2</sup></b>						
Módulo de elasticidad media axial	E <sub>0,media</sub>	9	10	11	12	12
Módulo de elasticidad media a la fractura del 5%	E <sub>0,05</sub>	6.0	6.7	7.4	8.0	8.0
Módulo de elasticidad media transversal	E <sub>90, media</sub>	0.30	0.33	0.37	0.40	0.40
Módulo de cizallamiento medio	G <sub>media</sub>	0.56	0.63	0.69	0.75	0.75
<b>Masa volumétrica en kg/m<sup>3</sup></b>						
Masa volumétrica a la fractura del 5%	ρ <sub>k</sub>	320	340	350	370	380
Masa volumétrica media	ρ <sub>media</sub>	380	410	420	450	460

La resistencia a la flexión de las vigas en madera laminada depende de la resistencia a la tensión de la lámina más exigida. El eurocódigo 5 reconoce la relación entre esfuerzo de tensión y esfuerzo de flexión en una viga de madera laminada ya que se puede calcular la resistencia a la flexión necesaria de las láminas para la fabricación de vigas de madera laminada encolada considerando la resistencia a la tensión de las láminas. Serán los valores de resistencia a tensión de dichas láminas los que determinan la clase resistente de la madera laminada de acuerdo a la norma EN 1194.

$$f_{m,k} = 7,0 + 1,15 \cdot f_{t,0,k} [N/mm^2]$$

De donde:

f<sub>m,k</sub> es la resistencia característica a flexión de la madera laminada encolada

f<sub>t,0,k</sub> es la resistencia característica a tensión paralela a la fibra de la lámina

El eurocódigo 5 presenta valores característicos de la madera laminada superior a los de la madera maciza del cuadro anterior. Por ejemplo, la designación GL24 significa GL=Glulam con una resistencia a la flexión de 24 N/mm<sup>2</sup>.



Valores característicos de la madera laminada encolada BLC (EN 338)						
Tabla AP.6		GL22	GL24	GL26	GL28	GL30
<b>Propiedad de resistencia en N/mm<sup>2</sup></b>						
Flexión	f <sub>m,g,k</sub>	22	24	26	28	30
Tracción Axial	f <sub>t,0,g,k</sub> <sup>1)</sup>	14	15.5	16.5	17.5	18.5
Tracción Transversal	f <sub>t,90,g,k</sub>	0.35	0.35	0.45	0.45	0.45
Compresión Axial	f <sub>c,0,g,k</sub> <sup>1)</sup>	21.5	23.5	24.5	25.5	26.5
Compresión Transversal	f <sub>c,90,g,k</sub>	4.8	5.1	5.3	5.6	5.7
Cizallamiento	f <sub>v,g,k</sub>	1.9	2.1	2.5	2.5	2.6
<b>Propiedades de rigidez en kN/mm<sup>2</sup></b>						
Módulo de elasticidad media axial	E <sub>0,g,media</sub>	9.9	10.8	11.7	12.5	12.5
Módulo de elasticidad media a la fractura del 5%	E <sub>0,g,05</sub>	7.9	8.6	9.4	10.0	10.0
Módulo de elasticidad media transversal	E <sub>90,g,media</sub>	0.33	0.36	0.39	0.41	0.41
Módulo de cizallamiento medio	G <sub>g,media</sub>	0.62	0.67	0.73	0.78	0.78
<b>Masa volumétrica en kg/m<sup>3</sup></b>						
Masa volumétrica a la fractura del 5%	ρ <sub>k</sub> <sup>2)</sup>	330	340	360	380	380

1) En el caso de la madera laminada encolada homogénea puede incrementarse el valor correspondiente al 10%.

2) En el caso de la madera laminada encolada homogénea puede incrementarse el valor correspondiente al 5%.

# CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS SEGÚN LIGNUM

Las vigas laminadas encoladas de Lignum corresponden a la clase de resistencia GL 24 según la normativa europea, esta normativa indica resistencias últimas de la madera. Las vigas fueron ensayadas en el laboratorio de materiales del Departamento de Ingeniería Civil de la Universidad del Valle de Guatemala, superando la resistencia última en flexión indicada en la tabla.

Lignum provee tablas prácticas para la selección de sus vigas laminadas. Para tal efecto, se admitió un diseño por esfuerzos admisibles asumiendo un esfuerzo permisible  $f_{m,g,k}$  de  $11.0 \text{ N/mm}^2$ , un esfuerzo cortante admisible  $f_{v,g,k}$  de  $1.2 \text{ N/mm}^2$  y un modulo de elasticidad  $E_{0,g,media}$  de  $11 \text{ kN/mm}^2$ .

En las siguientes tablas se limitó las deformaciones a un máximo de  $l/300$ .

Las siguientes tablas presentan la carga lineal máxima admisible en  $1 \text{ kN/m}^1$  (kilo newton por metro lineal)

Nota:  $1 \text{ kN/m}^1 = 100 \text{ kg/m}^1$

Perfil	50x130 mm	50x160 mm	50x180 mm	50x220 mm
Luz en metros				
1,5m	5.54	8.37	10.53	15.73
2,0m	2.95	4.71	5.92	8.85
2,5m	1.51	2.81	3.79	5.66
3,0m	0.87	1.63	2.29	3.93
3,5m	0.55	1.02	1.44	2.64
4,0m	0.37	0.69	0.97	1.77
4,5m	0.26	0.48	0.68	1.24
5,0m		0.35	0.50	0.90
5,5m			0.37	0.68
6,0m			0.29	0.52
7,0m				0.33
8,0m				0.22

Tabla para perfiles de 50 mm de ancho.

## Ejemplo

Se tiene  $250 \text{ kg/m}^2$  de sobrecarga y  $50 \text{ kg/m}^2$  de carga muerta para una carga total de  $300 \text{ kg/m}^2$ . Asumiendo una separación entre vigas de 0.6 metro, la carga lineal admisible será de  $180 \text{ kg/m}^1$ , o sea  $1,8 \text{ kN/m}^1$  ( $100 \text{ kg/m}^1 \sim 1 \text{ kN/m}^1$ ). Para una luz de 4 metros, una posible sección transversal será de  $75 \times 220 \text{ mm}$  ó  $120 \times 180 \text{ mm}$ .

Perfil	75x130 mm	75x160 mm	75x180 mm	75x220 mm	75x250 mm
Luz (m) entre postes					
1,5m	8.31	12.56	15.79	23.59	30.45
2,0m	4.43	7.06	8.88	13.27	17.13
2,5m	2.27	4.22	5.69	8.49	10.96
3,0m	1.31	2.44	3.44	5.90	7.61
3,5m	0.83	1.54	2.17	3.96	5.59
4,0m	0.55	1.03	1.45	2.65	3.89
4,5m	0.39	0.72	1.02	1.86	2.73
5,0m		0.53	0.74	1.36	1.99
5,5m			0.56	1.02	1.50
6,0m			0.43	0.79	1.15
7,0m				0.49	0.73
8,0m				0.33	0.49

Tabla para perfiles de 75 mm de ancho.

Perfil	120x120 mm	120x140 mm	120x160 mm	120x180 mm	120x220 mm	120x250 mm	120x300 mm
Luz (m) entre postes							
1,5m			20.09	25.27	37.74	48.73	70.39
2,0m			11.30	14.21	21.23	27.41	39.59
2,5m			6.75	9.10	13.59	17.54	25.34
3,0m			3.90	5.51	9.44	12.18	17.60
3,5m			2.46	3.47	6.33	8.95	12.93
4,0m			1.65	2.32	4.24	6.22	9.90
4,5m			1.16	1.63	2.98	4.37	7.58
5,0m			0.84	1.19	2.17	3.18	5.53
5,5m			0.63	0.89	1.63	2.39	4.15
6,0m			0.49	0.69	1.26	1.84	3.20
7,0m					0.79	1.16	2.01
8,0m					0.53	0.78	1.35
9,0m						1.35	0.95

Tabla para perfiles de 120 mm de ancho.



## PROCESOS DE FABRICACIÓN DE LA MADERA LAMINADA LIGNUM S,A.

---

Para la producción de madera laminada se usan especies de pino nativas de Guatemala cómo Pinus oocarpa, Pinus maximinoi, Pinus tecunumanii y Pinus caribaea.

Luego de un proceso de selección de las piezas de madera aserrada, la madera se secará en cámaras controladas y seguidamente las piezas se cepillan para convertirlas en reglas rectangulares rectificadas. Por último se someten las piezas a un proceso de impregnación.

Los pasos siguientes son la elaboración de las láminas de madera mediante uniones de Finger Joint, que consiste en realizar cortes de dentado y contradentado en los extremos de las reglas generando uniones más fuertes que la misma madera.

Luego, con cada regla rectangular se elaboran las láminas, trabajadas una a una, sometidas a cepillado y a la aplicación de adhesivo. El adhesivo para unir las láminas es de uso estructural, siendo los más empleados los de urea formaldehído, urea resorcinol y urea melamina.

El último paso para la producción de la madera laminada es el prensado, fase en la que cada lámina se coloca manualmente una sobre otra y se prensa a fin de generar una unión fuerte y resistente.



# CONTROL CALIDAD LIGNUM

---

Las vigas de madera laminada de Lignum son:

- ▶ Rectas y rígidas
- ▶ Poco deformables bajo uso adecuado
- ▶ Sin rajaduras que afecten su rendimiento estructural
- ▶ Estéticamente atractivas
- ▶ Muy fuertes en relación a su peso
- ▶ De una resistencia estructural definida bajo estimados conservadores
- ▶ De humedad controlada
- ▶ Producidas bajo estricto control de calidad
- ▶ Vigas cepilladas en los 4 lados
- ▶ Elaboradas hasta de 12 metros de largo



# NUESTRAS UBICACIONES

---

-  **Lignum S.A**  
Oficinas Centrales  
18 calle 15-51 zona 10  
Guatemala, Guatemala 01010  
PBX: (502) 2374-4440
-  **Sucursal El Pozón**  
Km 16.5 Carretera Al Salvador,  
(Antigua Calle Olmeca), Fraijanes,  
Guatemala  
PBX: (502) 6643-1574
-  **Sucursal Plan Blanco**  
Kilometro 81.5 Carretera al Atlántico  
El Progreso, Guatemala  
PBX: (502) 2428-6767  
( 502 ) 4150-7392 y ( 502 ) 5766-1804
-  **Sucursal Rio Dulce**  
Barrio el Relleno, antigua gasolinera  
Texaco, debajo del puente de Rio  
Dulce, Guatemala  
PBX: ( 502 ) 7930-5092  
y ( 502 ) 4022-6906
-  **Sucursal Monterrico**  
Kilometro 18.8 Aldea El Banco carret  
era a Monterrico, Guatemala  
PBX: (502) 5528-2064  
y ( 502 ) 5523-0211



**Madera Lignum, Sólo Lignum**

[www.lignum.com.gt](http://www.lignum.com.gt) | (502) 2374-4440 |  Lignum, S.A.