INSTITUTO NORTEAMERICANO DE CONSTRUCCIÓN CON MADERA (AMERICAN INSTITUTE OF TIMBER CONSTRUCTION)

ARQUITECTURA CON VIGAS LAMINADAS

GLULAM

AITC P-143

QUALITY INSPECTED ® ANSI / AITC A190.1-2002

MEXICO

Viga laminada: Resistencia calculada. Versatilidad sin igual. Calidad confiable.

Al reunir la resistencia calculada con el aspecto acogedor y belleza de la madera, la viga laminada estructural (glulam) ofrece a los diseñadores una multitud de opciones grandes para espacios abiertos con un número mínimo de columnas.

La viga laminada estructural se fabrica pegando con adhesivos a prueba de agua ensambles de madera de alta resistencia secada en estufa. Las técnicas de pegado especiales permiten pegar individualmente tablas por los extremos para formar laminaciones largas, y luego pegarlas por las caras para formar vigas gruesas.

La viga laminada se fabrica tanto de madera de coníferas como de latifoliadas. Entre las especies más comunes está la combinación Abeto Douglas-Alerce (Douglas Fir-Larch), el Pino del Sur (Southern Pine) y el Cedro Amarillo de Alaska (Alaskan Yellow Cedar). Hay otras especies a la disponibilidad mediante solicitud. La Norma AITC 117, Especificaciones de Diseño para Vigas Laminadas Estructurales de Madera de Coníferas *(Design Specifications for Structural Glued Laminated Timber of Softwood Species)* y la Norma AITC 119, Especificaciones de Diseño para Vigas Laminadas Estructurales de Madera de Latifoliadas *(Design Specifications for Structural Glued Laminated Timber of Hardwood Species)*, contienen información detallada de fabricación y diseño.

VERSÁTIL

El proceso de laminación permite producir piezas laminadas en una variedad de formas, desde las vigas rectas hasta los elegantes arcos curvos. Esta adaptabilidad arquitectónica de las vigas laminadas permite extender las cualidades perdurables de la madera para aplicaciones tan variadas como la imaginación de cada diseñador en particular.

Entre los usos comunes en la construcción residencial están las vigas cumbreras, los cabeceros de puertas de cocheras y los de puertas y ventanas, así como las columnas. La alta resistencia y rigidez de las vigas laminadas hacen que éstas sean ideales para las trabes y vigas para claros grandes necesarias en la construcción comercial. Los sistemas de arcos de madera laminada y las armaduras aumentan aún más las posibilidades estéticas y estructurales cuando se usa construcción con vigas laminadas.

El tamaño de los miembros estructurales de viga laminada está limitado únicamente por las restricciones de transporte y manejo. Se fabrican piezas hasta de 273 mm de ancho utilizando laminaciones sencillas a lo ancho. Se fabrican piezas más anchas utilizando dos o más laminaciones a lo ancho del miembro estructural. La profundidad típica va de 140 mm hasta más de 700 mm. Los tamaños estándar se describen en la Norma AITC 113, Norma para Dimensiones de Vigas Laminadas Estructurales *(Standard for Dimensions of Structural Glued Laminated Timber)*.

RESISTENTE

Dentro de las vigas se posicionan cuidadosamente laminaciones de clases especiales con propiedades de alta resistencia y rigidez para producir miembros de viga laminada con excepcionales propiedades estructurales. En las áreas de mayor esfuerzo se utiliza madera de las clases más altas, y donde la resistencia no es de importancia tan crítica, se utiliza madera de clases inferiores. En virtud de este concepto de estratificación se emplea el recurso de la madera de una forma muy eficiente. En una viga laminada típica, los esfuerzos mayores están cerca de las partes superior e inferior del miembro, de manera que cerca de las superficies se coloca madera de las clases más altas, y en el centro se coloca madera de clases inferiores.

La alta resistencia y rigidez de la madera laminada permiten que las vigas y arcos de este material cubran claros grandes sin columnas intermedias. Esto quiere decir cuartos más grandes y mayor flexibilidad en el diseño que en la construcción con madera tradicional.

CONFIABLE

En Estados Unidos se han utilizado con éxito las vigas laminadas estructurales durante más de 70 años. En Europa, la viga laminada se ha utilizado con éxito durante más

Solamente los productores de vigas laminadas autorizados por el AITC tienen permiso de utilizar las marcas de calidad y certificados de dicho Instituto para identificar productos que cumplen con la norma ANSI / AITCA190.1.

de 100 años. El programa de calidad del AITC garantiza el desempeño confiable constante de los productos inspeccionando todas las etapas de la producción para verificar el cumplimiento de las normas del ramo.

Los programas de certificación y aseguramiento de calidad del AITC fueron establecidos en 1961, son los mejores del ramo y garantizan la seguridad, la durabilidad y la alta calidad de las vigas laminadas. La marca de producto del AITC es el símbolo de calidad *(Symbol of Quality™)* de los productos de madera basados en diseños de ingeniería.

El sistema de control de calidad e inspección del AITC se basa en tres elementos:

1. **Concesión de licencia a fabricantes.** El AITC concede licencia a laminadores calificados cuyo personal, procedimientos e instalaciones han cumplido con los requisitos de la norma ANSI / AITC A190.1.
2. **Mantenimiento del control de calidad.** Cada licenciatario acuerda aceptar la responsabilidad de mantener un sistema de control de calidad que cumpla con la norma ANSI / AITC A190.1, otras normas del AITC y la AITC 200.
3. **Inspección periódica de las plantas.** La Agencia de Inspección del AITC, un equipo a nivel nacional de inspectores calificados, lleva a cabo de forma frecuente e imprevista auditorías y verificación de los sistemas de control de calidad, procedimientos y producción en la planta de laminación.

Para diseñadores y usuarios, el AITC reúne todos los aspectos de la industria de la madera fabricada con base en diseños de ingeniería mediante el establecimiento de normas y actividades de asistencia técnica. Todos los reglamentos de construcción de Estados Unidos reconocen las normas del AITC. Las normas y las notas técnicas establecidas por el AITC ofrecen guía a los funcionarios de construcción y a los profesionales de la industria en el diseño y uso de vigas laminadas.

PORTADA: La viga laminada es muy utilizada en los sistemas estructurales de los espacios recreativos. Cobertizo para botes, Princeton University, EE.UU.

ARRIBA: La luz natural fluye a través del sistema abierto de vigas laminadas hacia los espacios interiores de la biblioteca. Poynter Institute, St. Petersburg, FL. ARQUITECTO: Jung/Brannen & Assoc.; INGENIERO ESTRUCTURAL: Weidlinger Assoc. Consulting Engineers; CONTRATISTA: Federal Construction Co.

ABAJO: Se seleccionaron cielos rasos y vigas de madera para tener control acústico. Centro de Artes Interpretativas, North Texas University: Denton, TX. ARQUITECTO: KVG Gideon Toll Architects; INGENIERO: Freese and Nichols, Inc.; CONTRATISTA: Huber, Hunt and Nichols, Inc.

Viga laminada: Arcos espléndidos. Diseños especiales. Estructuras espectaculares.

La belleza natural de la madera no tiene igual. Las vigas laminadas estructurales expuestas confieren a las estructuras un aspecto acogedor y una belleza que ningún otro material de construcción puede igualar. Los miembros de viga laminada pueden ser texturados y acabados de acuerdo a los requisitos de apariencia de los edificios contemporáneos, tradicionales o históricos.

Los claros largos y despejados, así como los altísimos y majestuosos arcos, no significan ningún problema para este versátil material estructural. El proceso de laminación empleado para fabricar la madera laminada permite generar cualquier número de formas rectas, de espesor decreciente o curvas. En numerosos diseños eclesiásticos se prefieren los elegantes arcos curvos y vigas. El folleto Viga Laminada Estructural en Estructuras Eclesiásticas *(Structural Glued Laminated Timber in Religious Structures)* del AITC exhibe varias sobresalientes estructuras con armazones de madera laminada.

Se usan armaduras, vigas y arcos de madera laminada en la construcción de cerramientos eficientes para áreas expandibles como los gimnasios, instalaciones educacionales y recreativas, piscinas interiores, auditorios y centros comerciales.

Las vigas tratadas a presión, ya sean laminadas o producidas de especies maderables naturalmente durables, como el cedro amarillo de Alaska (Alaska Yellow Cedar), son perfectamente adecuadas para construir hermosos y funcionales puentes y estructuras frente al mar. La capacidad de la madera para absorber las fuerzas de los impactos propios del tránsito y su resistencia natural a las sustancias químicas, como las empleadas para deshielar el pavimento, hacen que sea ideal para estas instalaciones. La viga laminada se ha utilizado con gran éxito en puentes para peatones, forestales, de carreteras y ferrocarriles.

CLASES DE MADERA SEGÚN SU APARIENCIA

Las clases según la apariencia se asignan a las vigas con base en los requisitos descritos en la Norma AITC 110, Clases Estándar según la Apariencia para Vigas Laminadas Estructurales *(Standard Appearance Grades for Structural Glued Laminated Timber)*. Esta nomenclatura no modifica los valores de diseño, no ejerce influencia en las clases de madera empleadas en las laminaciones ni cambia ninguna otra estipulación rectora de la fabricación, uso o desempeño estructural de la madera laminada. Hay cuatro clases estándar de madera según su apariencia.

- "Industrial" (industrial)
- "Framing" (entramados)
- "Architectural" (arquitectónica)
- "Premium" (de primera)

La clase "Industrial" (industrial) es adecuada para instalaciones donde el miembro de madera laminada no quedará expuesto, o cuando la apariencia no es de importancia primordial. Las clases "Framing" (entramados) se cepillan con cepillado aleatorio para igualar los anchos del entramado convencional, y son ideales para cabeceros ocultos de ventanas y puertas. El grado "Architectural" (arquitectónica) se recomienda para la mayoría de las instalaciones donde la apariencia es importante. La clase "Premium" (de primera) debe especificarse cuando la apariencia es de importancia primordial. Si también se considera como factor una variación en el color o en la fibra de la madera en laminaciones adyacentes, conviene a los diseñadores especificar combinaciones producidas de una sola especie o grupo de especies. La mayoría de los fabricantes también ofrecen superficies texturadas especiales, como la aserrada sin cepillar.

ARRIBA: Iglesia Católica Santa Anastasia: St. Augustine, FL. ARQUITECTO: Richard L. San Giovanni; INGENIERO: C. Louis Structural Engineers; CONTRATISTA: Hall Construction Company, Inc.

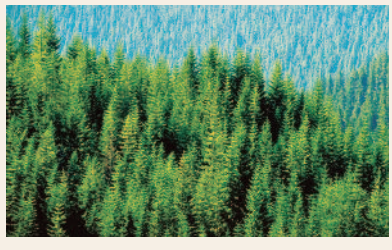
ABAJO: Iglesia Bautista de Siracusa del Norte: Siracusa, NY. ARQUITECTO: RSA Architects; CONTRATISTA: Butterfield Construction.

Recurso renovable, productos sostenibles

Solamente una materia prima de construcción proviene de un recurso renovable: la madera. A medida que crece, limpia el aire y el agua, y proporciona hábitat, belleza escénica y oportunidades recreativas. Como buen administrador ambiental, la industria de productos forestales aplica prácticas apropiadas para el sostenimiento de los recursos forestales, y emplea de manera eficiente el material obtenido. Prácticamente se utiliza el 100% de cada tronco obtenido, y todo de conformidad con las regulaciones condales, estatales y federales de manejo de áreas boscosas.

De los materiales de construcción de uso estructural, la madera es el que necesita menos energía para ser producida, y reduce de manera considerable el uso de combustibles fósiles y la contaminación ambiental en comparación con otros materiales. Como parte de una estructura, las propiedades aislantes naturales de la madera (muchas veces superiores a las del acero o las del concreto) disminuyen la energía requerida para calentar o enfriar la estructura a lo largo de toda su vida de servicio. La madera es reutilizable, se recicla con facilidad, es 100% biodegradable y, a diferencia de los recursos correspondientes a otros materiales estructurales, las reservas netas del recurso de la madera en EE.UU. han aumentado desde 1952, con un crecimiento superior a la tala en más del 30%. Exactamente como su material progenitor, la madera laminada goza de todos estos beneficios naturales.

Además de los grandes beneficios ambientales propios de la madera, con las vigas laminadas se extiende el recurso disponible de la madera utilizando material de alta clase sólo donde se necesita en la estratificación de la pieza. En la tecnología de la viga laminada se utiliza madera de pequeñas dimensiones para elaborar piezas estructurales grandes, empleando troncos provenientes de bosques y plantaciones boscosas de segundo y tercer renuevo.



Productos sostenibles provenientes de un recurso renovable.

ARRIBA: Exploration Place: Wichita, KS. ARQUITECTO: Moshe Safdie & Associates with Schaeffer, Johnson, Cox, Frey; INGENIERO ESTRUCTURAL: Dudley Williams & Associates; CONTRATISTA: Dondlinger & Sons Construction.

ABAJO (izquierda): El sistema estructural de este lagar de Sacramento, CA se diseñó originalmente en acero y se cambió a viga laminada de 14.6 metros debido a la disponibilidad del producto, al costo reducido, al tiempo de instalación 20% más rápido y al hecho de que la humedad y las emanaciones de la fermentación del lagar no corroerían el sistema de madera. DISEÑO E INGENIERÍA: Summit Engineering, Inc.

ABAJO (derecha): Residencia: Aurora, OR. Las vigas laminadas permiten construir grandes salas con un número mínimo de columnas, al mismo tiempo que brindan el acogimiento de la madera a los entornos habitacionales o laborales. ARQUITECTO: Jack Smith F.A.I.A.; INGENIERO: Bouiss & Associates; CONTRATISTA: Busic Construction Company.

Instalaciones dentro y cerca del agua

Por experiencia se sabe que la madera es uno de los materiales más adecuados para construcción dentro y cerca del agua. La madera es lo suficientemente resistente como para resistir los embates del océano y de las embarcaciones atracadas, y por naturaleza resiste la destructividad del agua salada. No se enmohece ni se descantilla; no la afecta la corrosión.

Donde la madera está expuesta completamente a la intemperie, o donde la protección contra los elementos es insuficiente para garantizar un contenido de humedad menor de 20% en las vigas laminadas, se requiere tratamiento a presión con preservadores o usar duramen de especies durables por naturaleza. También requieren una protección similar aquellos edificios donde se alojan procesos húmedos, o donde la madera esté en contacto directo con el suelo o el agua. La Norma AITC 109, Tratamiento de Vigas Laminadas Estructurales con Preservadores *(Preservative Treatment of Structural Glued Laminated Timber)* suministra recomendaciones específicas para el tratamiento de dichas vigas.

Puente cubierto nuevo con armaduras laminadas. INGENIEROS: Servicio Forestal del Departamento de Agricultura de EE.UU.

Puente de un campo de golf.

Puente con arcos en Michigan. INGENIEROS: Northwest Design Group, Inc.

Viga laminada: Se consigue con facilidad. Eficiente en cuanto a costos y beneficios. Se instala con facilidad.

La construcción con vigas laminadas se emplea a menudo para claros mayores de 30 metros sin postes ni columnas intermedios, es adaptable visual y estructuralmente, generalmente disminuye el costo total de los proyectos. Además, tales vigas se modifican e instalan individualmente con facilidad en la obra; no se requieren cuadrillas especializadas.

SE CONSIGUE CON FACILIDAD

Hay plantas de fabricación afiliadas al AITC en todo Estados Unidos. Las vigas rectas en tamaños comunes se producen en serie y se consiguen con facilidad en la mayoría de los centros de distribución de material para construcción y madera. Pueden prefabricarse y cortarse a la longitud especificada vigas especiales para dejarlas listas para su instalación inmediata.

Para todo lo relacionado con vigas especiales, sírvase comunicarse con su agente o representante local, o con el AITC, y se le proporcionará asistencia.

EFICIENTE EN CUANTO A COSTOS Y BENEFICIOS

La belleza de la construcción con vigas laminadas expuestas no requiere el gasto adicional de cielos rasos falsos para ocultar la armazón estructural. Merced a una manufactura precisa, se disminuye la necesidad de realizarla en la obra, con lo cual se reduce al mínimo el desperdicio y los costos de mano de obra durante la instalación. De igual importancia es el hecho de que las vigas laminadas se adaptan fácilmente a cambios en el diseño y ajustes menores durante la construcción. Debido a que las vigas laminadas pueden modificarse fácilmente en el campo para adaptarlas a las condiciones presentes, también se simplifican los proyectos de renovación.

El proceso de laminación y el uso de madera secada en estufa para manufacturar vigas laminadas reduce al mínimo la propensión natural de la madera al agrietamiento, espiralamiento, alabeo y encogimiento una vez puesta en servicio. Las instalaciones permanecen dimensionalmente estables y hermosas a lo largo del tiempo, y prácticamente se elimina la necesidad de las costosas reparaciones y vueltas.

SE INSTALA CON FACILIDAD

Los miembros laminados pequeños se manejan manualmente con facilidad. Las vigas grandes y las configuraciones especiales pueden instalarse con equipo móvil de construcción. Para modificaciones y conexiones se emplean herramientas convencionales manuales y eléctricas.

Empleando elementos de conexión estándar se reducen los errores y se favorece la rapidez de la instalación. La Norma AITC 104, Elementos de Construcción Típicos *(Typical Construction Details)* ofrece guía adicional en relación con el empleo de dichos elementos con las vigas laminadas. Gracias a la disponibilidad de piezas de gran longitud se elimina la necesidad de empalmes y se disminuye el tiempo de construcción. Con la fabricación de vigas laminadas especiales en la obra se reduce aún más el tiempo de instalación.

El inventario a la disponibilidad inmediata con los distribuidores locales permite una entrega rápida.

Entre los usos típicos está:

- Sistemas estructurales completos
- Vigas cumbreras
- Cabeceros de puertas de cocheras
- Cabeceros de puertas y ventanas
- Trabes para claros grandes

ARRIBA: Residencia de 27,870 metros cuad.: Newport Beach, CA. ARQUITECTO: Brian Jeannete & Associates; INGENIERO ESTRUCTURAL: Omnispan Corporation; CONTRATISTA: Buwalda Construction.

ABAJO: "Especificamos vigas laminadas para los cabeceros de ventanas y puertas, así como para las vigas cumbreras. Cuestan menos que las alternativas para estos usos y se instalan más rápido." Hess Builders Inc.

Elementos de conexión

Conexión en voladizo.

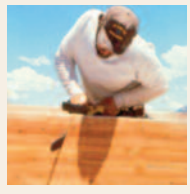
Sustentadores de vigas.

Cabecero de puerta de cochera.

Conexión de una armadura.

Sustentadores de vigas.

Instalación de una viga cumbrera para residencia.

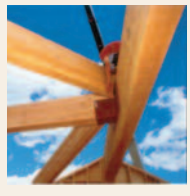


Corte en el campo de una viga de inventario comercial.

Conexión de una intersección de vigas.

Instalación de una armadura de vigas laminadas con equipo móvil.

La mayoría de los fabricantes ofrecen vigas texturadas con sierra.



Fabricación especial para ensamble con herramientas eléctricas.

Imponentes vigas laminadas, cubriendo claros de 35 metros, siendo instaladas para proporcionar estructura y armazón decorativa en el Complejo Unificado de Educación Física y Deportes en Coronado, CA. Personal de SHWC Architects señaló: "el acero no podría haber aportado el enfoque de diseño impresionante logrado con las armaduras de vigas laminadas expuestas."

Desempeño de la madera expuesta al fuego

Los edificios construidos con vigas estructurales grandes ofrecen excelentes características de resistencia al fuego. En los reglamentos de construcción modelo de EE.UU. se reconoce esto y se proporcionan directrices para garantizar el desempeño de las estructuras hechas con vigas resistentes al fuego. En los reglamentos se consideran dos enfoques distintos: Construcción con Madera Pesada y Construcción con Madera Resistente al Fuego.

CONSTRUCCIÓN CON MADERA PESADA

Por mucho tiempo la Construcción con Madera Pesada ha sido reconocida como construcción resistente al fuego en los reglamentos de construcción modelo. Para cumplir con los requisitos correspondientes a la Construcción con Madera Pesada, se imponen limitaciones en cuanto a las dimensiones mínimas requeridas, incluyendo la profundidad y el espesor, de todos los miembros de madera para soporte de carga. Entre otros requisitos está evitar espacios ocultos bajo los pisos y techos, y el uso de elementos de construcción aprobados. Los tamaños mínimos de vigas laminadas que cumplen los requisitos de la Construcción con Madera Pesada están contenidos en la Norma AITC 113, Norma de Dimensiones de Viga Laminada *(Standard for Dimensions of Structural Glued Laminated Timber)*.

El desempeño de la Construcción con Madera Pesada en presencia de fuego es marcadamente superior a la mayoría de las formas de construcción con material "incombustible" desprotegido. Los metales desprotegidos pierden resistencia rápidamente y se desploman súbitamente en presencia de un calor extremo. El acero se debilita notablemente a medida que su temperatura sobrepasa los 230 °C, y a 750 °C aproximadamente conserva sólo el 10% de su resistencia original. En promedio, las temperaturas alcanzadas en un edificio en llamas oscilan entre 700 °C y 900 °C.

En contraste, la madera retiene un porcentaje considerablemente mayor de su resistencia original por un período de tiempo más largo, y pierde su resistencia sólo a medida que se pierde material debido a la carbonización de la superficie. La extinción de incendios es más segura debido a la eliminación de espacios ocultos y a la integridad estructural inherente a las vigas laminadas grandes. El folleto Resistencia Superior al Fuego *(Superior Fire Resistance)* del AITC contiene información adicional.

ARRIBA: Viga laminada normal después de una prueba de exposición al fuego: la superficie exterior de la viga se ha carbonizado, mientras que el área interior permanece sin quemar. El material exterior carbonizado sirve de aislante durante el incendio, disminuyendo así la velocidad de combustión del material interior.

ABAJO: Para la Biblioteca Parhum de Nevada se decidió construir la estructura con vigas laminadas en lugar de hacerlo con acero debido a que, como señala el personal de la firma de arquitectura e ingeniería Leo A. Daly Associates, "la necesidad de hacer a prueba de fuego las armaduras de acero las hizo incosteables". Las vigas laminadas expuestas también evitan el gasto de cielos rasos suspendidos para cubrir la armazón en lo alto. CONTRATISTA: B&H Corporation.

CONSTRUCCIÓN RESISTENTE AL FUEGO

La resistencia al fuego es el período de tiempo que un miembro estructural puede soportar su carga antes de desplomarse. El objeto de la construcción resistente al fuego es ofrecer una protección adecuada contra el fuego a los ocupantes para evacuar de forma segura el edificio. Por ejemplo, una clasificación de una hora significa que un miembro o un ensamble debe ser capaz de soportar toda la carga que le corresponde sin desplomarse por lo menos una hora después de iniciarse el incendio. La prueba estándar para medir la resistencia al fuego es el Método de Prueba E-119 de la Sociedad Norteamericana de Materiales y Pruebas (ASTM). La clasificación de los ensambles (como vigas, muros y pisos) se determina mediante procedimientos de prueba en los cuales se emula de forma aproximada las condiciones reales de un incendio.

Los resultados de las pruebas de resistencia al fuego para ensambles de construcción diseñadas por la ASTM, patrocinadas en conjunto con la Asociación Norteamericana de Fabricantes de Productos Forestales y de Papel (*American Forest & Paper Association* - AF&PA) y el Instituto Norteamericano de Construcción con Madera (*American Institute of Timber Construction* - AITC), permiten a los diseñadores calcular de forma específica el valor nominal de resistencia al fuego de los miembros estructurales hechos de vigas laminadas. En los cálculos se considera el tamaño del miembro estructural, el grado de exposición al fuego y las cargas soportadas por dicho miembro. Además, los valores nominales de resistencia al fuego de las vigas laminadas requieren modificaciones en la estratificación de sus láminas.

La Nota Técnica No. 7 del AITC, Cálculo de la Resistencia al Fuego de las Vigas Laminadas *(Calculation of Fire Resistance of Glued Laminated Timbers)* y el Informe Técnico No. 10 de la AF&PA, Cálculo de la Resistencia al Fuego de Miembros de Madera Expuestos *(Calculating the Fire Resistance of Exposed Wood Members)* contienen métodos de diseño detallados y modificaciones a la estratificación de dichas vigas que se requieren para la construcción con vigas laminadas con clasificación de resistencia al fuego.

ARRIBA: Arcos con claros de 52.4 metros, Centro de Ciencias Zoológicas, Univ. de Arkansas: Little Rock, AR. ARQUITECTO: AMR Architect; INGENIERO ESTRUCTURAL: Engineering Consultants, Inc.; CONTRATISTA: Harrison Davis Construction.

CENTRO: Escuela Secundaria Ross: East Hampton, Long Island, NY. ARQUITECTO: Richard Cook & Associates; CONTRATISTA: Telemar Construction.

ABAJO: Se especificó una viga laminada de 14.6 para esta planta manufacturera de Fairfield, CA para simplificar el aislamiento y obtener con facilidad el producto. Esperar los largueros y trabes de acero hubiera causado un retraso de 10 semanas y, además, el techo de acero habría requerido un aislamiento rígido encima del entablado del techo (mientras que para el diseño con madera sólo se necesitaba el aislamiento tipo borra de algodón, el cual es más fácil de instalar). LE Boyd Roof Structures; ATMN Structural Engineers.

Secciones equivalentes de viga laminada con respecto a madera aserrada, acero, LVL y PSL

Conversiones de viga de madera aserrada a viga laminada 24F-1.8E

TAMAÑO NOMINAL DE MADERA O VIGA espesor x peralte	TAMAÑOS DE VIGA LAMINADA 24F-1.8E DE ABETO DOUGLAS (DOUGLAS FIR) PARA SUSTITUIR VIGUETAS O VIGAS DE MADERA ASERRADA DE CLASE: Select Structural (selecta estructural)	No.1	No.2	TAMAÑOS DE VIGA LAMINADA 24F-1.8E DE PINO DEL SUR (SOUTHERN PINE) PARA SUSTITUIR VIGUETAS O VIGAS DE MADERA ASERRADA DE CLASE: Select Structural (selecta estructural)	No.1	No.2
64 x 184	79 x 191	79 x 191	79 x 191	76 x 175	76 x 175	76 x 175
64 x 235	79 x 229	79 x 229	79 x 229	76 x 244	76 x 244	76 x 244
64 x 286	79 x 305	79 x 267	79 x 267	76 x 279	76 x 279	76 x 279
64 x 337	79 x 343	79 x 343	79 x 305	76 x 349	76 x 314	76 x 314
89 x 140	79 x 152	79 x 152	79 x 152	76 x 175	76 x 175	76 x 175
89 x 184	79 x 229	79 x 191	79 x 191	76 x 210	76 x 210	76 x 210
89 x 265	79 x 267	79 x 267	79 x 267	76 x 279	76 x 244	76 x 244
89 x 286	79 x 305	79 x 305	79 x 305	76 x 314	76 x 314	76 x 314
89 x 337	79 x 381	79 x 381	79 x 343	76 x 384	76 x 349	76 x 349
89 x 387	79 x 419	79 x 419	79 x 419	76 x 419	76 x 419	76 x 419
139 x 190	130 x 191	130 x 191	130 x 191	127 x 210	127 x 210	127 x 175
139 x 241	130 x 267	130 x 267	130 x 229	127 x 244	127 x 244	127 x 244
139 x 292	130 x 305	130 x 305	130 x 305	127 x 314	127 x 314	127 x 279
139 x 343	130 x 343	130 x 343	130 x 343	127 x 340	127 x 349	127 x 314
139 x 393	130 x 419	130 x 419	130 x 381	127 x 384	127 x 384	127 x 384
139 x 444	130 x 457	130 x 457	130 x 419	127 x 454	127 x 454	127 x 419
139 x 495	130 x 495	130 x 495	130 x 457	127 x 489	127 x 489	127 x 454
190 x 241	171 x 267	171 x 267	171 x 229	171 x 244	171 x 244	171 x 244
190 x 292	171 x 305	171 x 305	171 x 305	171 x 314	171 x 314	171 x 279
190 x 343	171 x 343	171 x 343	171 x 343	171 x 349	171 x 349	171 x 314
190 x 393	171 x 419	171 x 419	171 x 381	171 x 384	171 x 384	171 x 384
190 x 444	171 x 457	171 x 457	171 x 419	171 x 454	171 x 454	171 x 419
190 x 495	171 x 495	171 x 495	171 x 495	171 x 489	171 x 489	171 x 454
[2] 38 x 235	79 x 191	79 x 191	79 x 191	76 x 210	76 x 210	76 x 210
[2] 38 x 286	79 x 267	79 x 229	79 x 229	76 x 244	76 x 244	76 x 244
[2] 38 x 337	79 x 305	79 x 305	79 x 305	76 x 314	76 x 314	76 x 279
[3] 38 x 235	130 x 191	130 x 191	130 x 191	127 x 210	127 x 175	127 x 175
[3] 38 x 286	130 x 267	130 x 229	130 x 229	127 x 244	127 x 244	127 x 244
[3] 38 x 337	130 x 305	130 x 305	130 x 267	127 x 279	127 x 279	127 x 279
[4] 38 x 235	171 x 191	171 x 191	171 x 191	171 x 210	171 x 175	171 x 175
[4] 38 x 286	171 x 267	171 x 229	171 x 229	171 x 244	171 x 244	171 x 244
[4] 38 x 337	171 x 305	171 x 305	171 x 267	171 x 279	171 x 279	171 x 279

ESPECIFICACIONES DE LA TABLA:

- Estos tamaños son para usarse en condiciones de servicio en seco.
- El uso inverso de esta tabla para convertir los tamaños de vigas laminadas a tamaños de vigas o viguetas de madera aserrada no es congruente en todos los casos y NO SE PERMITE.
- Pueden ser posibles vigas laminadas de menor tamaño mediante cálculos de ingeniería basados en el claro y condiciones de carga reales.
- Los tamaños de vigas laminadas están basados en un cociente claro-peralte (L/d) de 21. Cuando es mayor el cociente claro-peralte, los tamaños deben determinarse mediante cálculos ingenieriles.
- Para determinar los tamaños de las vigas laminadas, el valor F_{bx} fue ajustado con el factor volumen. Se supone que todas las vigas están reforzadas adecuadamente para conferir estabilidad lateral.
- Se verificó la idoneidad de los tamaños de vigas tabulados en cuanto a flexión, esfuerzo cortante y deformación.
- En esta tabla se usó un peralte mínimo de 152 mm de viga laminada. En esta tabla se usaron tamaños estándar de vigas laminadas.
- Estas conversiones de diseño fueron preparadas de conformidad con principios de ingeniería reconocidos, y están basadas en datos técnicos precisos, pero no deben usarse las conversiones sin el examen y verificación competente de la precisión, idoneidad y aplicabilidad por parte de un profesional calificado en el campo del diseño.

El AITC no extiende ninguna declaración o garantía, expresa o implícita, de que la información contenida en este documento sea adecuada para ningún uso, general o específico, ni de que esté libre de violación de ninguna patente o derecho de propiedad intelectual. Todo usuario de esta información asume todo el riesgo y la responsabilidad causados por tal uso.

Conversiones de viga de madera compuesta estructural (LVL y PSL) a viga laminada 24F-1.8E

TAMAÑO DE MADERA COMPUESTA ESTRUCTURAL[1] ancho x peralte	TAMAÑOS DE VIGA LAMINADA 24F-1.8E DE ABETO DOUGLAS (DOUGLAS FIR) PARA SUSTITUIR MADERA LAMINADA DE CHAPA (LVL) O MADERA DE FIBRA PARALELA (PSL):			TAMAÑOS DE VIGA LAMINADA 24F-1.8E DE PINO DEL SUR (SOUTHERN PINE) PARA SUSTITUIR MADERA LAMINADA DE CHAPA (LVL) O MADERA DE FIBRA PARALELA (PSL):		
89 x 241	79 x 305	130 x 229	171 x 229	76 x 314	127 x 244	171 x 210
89 x 302	79 x 381	130 x 305	171 x 267	76 x 384	127 x 314	171 x 279
89 x 356	79 x 457	130 x 343	171 x 305	76 x 454	127 x 349	171 x 314
89 x 406	79 x 533	130 x 381	171 x 343	76 x 489	127 x 384	171 x 349
89 x 457	79 x 572	130 x 457	171 x 381	76 x 559	127 x 454	171 x 384
133 x 241	–	130 x 305	171 x 267	–	127 x 314	171 x 244
133 x 302	–	130 x 381	171 x 343	–	127 x 384	171 x 314
133 x 356	–	130 x 419	171 x 381	–	127 x 419	171 x 384
133 x 406	–	130 x 495	171 x 419	–	127 x 489	171 x 419
133 x 457	–	130 x 572	171 x 495	–	127 x 559	171 x 489
178 x 241	–	130 x 381	171 x 305	–	127 x 349	171 x 314
178 x 302	–	130 x 457	171 x 381	–	127 x 419	171 x 384
178 x 356	–	130 x 533	171 x 457	–	127 x 489	171 x 419
178 x 406	–	130 x 610	171 x 495	–	127 x 559	171 x 489
178 x 457	–	130 x 686	171 x 572	–	127 x 629	171 x 559

[1] La madera compuesta estructural puede estar hecha de una sola pieza, o de varias unidas con clavos, de conformidad con las directrices del fabricante, para producir vigas más anchas.

ESPECIFICACIONES DE LA TABLA:

- Estos tamaños son para usarse en condiciones de servicio en seco.
- El uso inverso de esta tabla para convertir los tamaños de vigas laminadas a tamaños de madera compuesta estructural no es congruente en todos los casos y NO SE PERMITE.
- El valor F_b de la madera PSL se ajusta con un factor de tamaño de $C_F = (305/d)^x$, donde x = 0.111.
- El valor F_b de la madera LVL se ajusta con un factor de tamaño de $C_F = (305/d)^x$, donde x = 0.143 para peraltes superiores a 305mm, y x = 0.133 para peraltes iguales o inferiores a 305 mm.
- Los valores de diseño de la madera SCL están basados en los valores más altos publicados disponibles al momento de la impresión de esta tabla. Los tamaños de vigas laminadas de esta tabla se conservan en la madera SCL con valores más bajos.
- Pueden ser posibles vigas laminadas de menor tamaño mediante cálculos de ingeniería basados en el claro y condiciones de carga reales.
- Los tamaños de vigas laminadas están basados en un cociente claro-peralte (L/d) de 21. Cuando es mayor el cociente claro-peralte, los tamaños deben determinarse mediante cálculos ingenieriles.
- Para determinar los tamaños de las vigas laminadas, el valor F_{bx} fue ajustado con el factor volumen. Se supone que todas las vigas están reforzadas adecuadamente para conferir estabilidad lateral.
- Se verificó la idoneidad de los tamaños de vigas tabulados en cuanto a flexión, esfuerzo cortante y deformación.
- En esta tabla se usó un peralte mínimo de 152 mm de viga laminada. En esta tabla se usaron tamaños estándar de vigas laminadas.
- Estas conversiones de diseño fueron preparadas de conformidad con principios de ingeniería reconocidos, y están basadas en datos técnicos precisos, pero no deben usarse las conversiones sin el examen y verificación competente de la precisión, idoneidad y aplicabilidad por parte de un profesional calificado en el campo del diseño.

Conversiones de viga de acero 248 MPa, de clase ASTM A36 a viga laminada 24F-1.8E

SECCIÓN DE ACERO AISC	TAMAÑOS DE VIGA LAMINADA 24F-1.8E DE ABETO DOUGLAS (DOUGLAS FIR) PARA SUSTITUIR SECCIONES DE ACERO 248 MPA			TAMAÑOS DE VIGA LAMINADA 24F-1.8E DE PINO DEL SUR (SOUTHERN PINE) PARA SUSTITUIR SECCIONES DE ACERO 248 MPA		
W 6 x 9	79 x 267	130 x 229	171 x 229	76 x 279	127 x 244	171 x 210
W 8 x 10	79 x 343	130 x 305	171 x 267	76 x 349	127 x 279	171 x 244
W 8 x 15	79 x 381	130 x 343	171 x 305	76 x 419	127 x 314	171 x 314
W 12 x 14	79 x 457	130 x 381	171 x 381	76 x 454	127 x 384	171 x 349
W 12 x 16	79 x 495	130 x 419	171 x 381	76 x 489	127 x 419	171 x 384
W 12 x 19	79 x 533	130 x 457	171 x 419	76 x 559	127 x 454	171 x 419
W 10 x 22	79 x 572	130 x 457	171 x 419	76 x 559	127 x 454	171 x 384
W 12 x 22	79 x 610	130 x 495	171 x 419	76 x 594	127 x 489	171 x 419
W 14 x 22	–	130 x 533	171 x 457	–	127 x 524	171 x 454
W 12 x 26	–	130 x 533	171 x 495	–	127 x 524	171 x 489
W 14 x 26	–	130 x 572	171 x 495	–	127 x 559	171 x 489
W 16 x 26	–	130 x 572	171 x 533	–	127 x 594	171 x 524
W 12 x 30	–	130 x 610	171 x 533	–	127 x 594	171 x 489
W 14 x 30	–	130 x 610	171 x 533	–	127 x 594	171 x 524
W 16 x 31	–	130 x 648	171 x 572	–	127 x 629	171 x 594
W 14 x 34	–	130 x 686	171 x 572	–	127 x 664	171 x 559
W 18 x 35	–	130 x 724	171 x 648	–	127 x 699	171 x 629
W 16 x 40	–	130 x 800	171 x 686	–	127 x 768	171 x 664
W 21 x 44	–	130 x 876	171 x 762	–	127 x 838	171 x 768
W 18 x 50	–	130 x 914	171 x 800	–	127 x 873	171 x 768
W 21 x 50	–	130 x 953	171 x 838	–	127 x 908	171 x 803
W 18 x 55	–	130 x 991	171 x 838	–	127 x 943	171 x 803
W 21 x 62	–	–	171 x 991	–	–	171 x 908

ESPECIFICACIONES DE LA TABLA:

- Estos tamaños son para usarse en condiciones de servicio en seco.
- El uso inverso de esta tabla para convertir los tamaños de vigas laminadas a secciones de acero no es congruente en todos los casos y NO SE PERMITE.
- Pueden ser posibles vigas laminadas de menor tamaño mediante cálculos de ingeniería basados en el claro y condiciones de carga reales.
- Los tamaños de vigas laminadas están basados en un cociente claro-peralte (L/d) de 21. Cuando es mayor el cociente claro-peralte, los tamaños deben determinarse mediante cálculos ingenieriles.
- Para determinar los tamaños de las vigas laminadas, el valor F_{bx} fue ajustado con el factor volumen. Se supone que todas las vigas están reforzadas adecuadamente para conferir estabilidad lateral.
- Se verificó la idoneidad de los tamaños de vigas tabulados en cuanto a flexión y deformación. Es responsabilidad del diseñador verificar la idoneidad de los tamaños de vigas en cuanto a esfuerzo cortante.
- En esta tabla se usó un peralte mínimo de 152 mm de viga laminada. En esta tabla se usaron tamaños estándar (EE.UU.) de vigas laminadas.
- Estas conversiones de diseño fueron preparadas de conformidad con principios de ingeniería reconocidos, y están basadas en datos técnicos precisos, pero no deben usarse las conversiones sin el examen y verificación competente de la precisión, idoneidad y aplicabilidad por parte de un profesional calificado en el campo del diseño.

El AITC no extiende ninguna declaración o garantía, expresa o implícita, de que la información contenida en este documento sea adecuada para ningún uso, general o específico, ni de que esté libre de violación de ninguna patente o derecho de propiedad intelectual. Todo usuario de esta información asume todo el riesgo y la responsabilidad causados por tal uso.

Ayudas de diseño

El AITC está comprometido a ayudar a diseñadores y constructores a obtener la información que necesiten.

El sitio web del AITC, **www.aitc-glulam.org**, brinda acceso a numerosas ayudas de diseño, como las tablas de capacidad para vigas y columnas, así como las normas de diseño y notas técnicas completas. Le suplicamos consultar el sitio web, donde encontrará una lista de publicaciones en inglés que se han seleccionado. También está a la disponibilidad el Departamento de Servicios Técnicos del AITC por teléfono (1.303.792.9559), o por correo electrónico (info@aitc-glulam.org), como ayuda para obtener respuestas a posibles preguntas relacionadas con las vigas laminadas.

ARRIBA: Residencia: McCall, ID.

ABAJO: Iglesia Católica Juan XXIII: Albuquerque, NM. ARQUITECTO: Sierra Architects. CONTRATISTA: Klinger Contractors. Con el entramado estructural con vigas laminadas (en lugar de vigas de acero) se ahorró aproximadamente un 30% del costo de la "corona", un domo de 18.3 metros de luz natural.

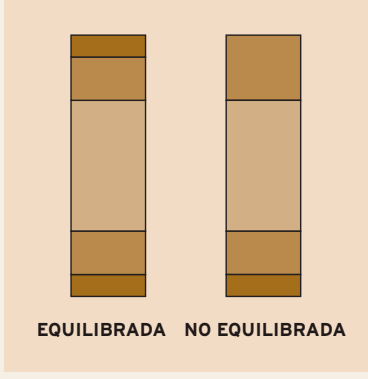
ARRIBA: Piscina de la YMCA: Brewton, AL. ARQUITECTO: Dampier and Associates; INGENIERO ESTRUCTURAL: Joseph and Spain; CONTRATISTA: Stuart Construction Associates.

ABAJO: Centro Comercial Albertson: Jackson, WY. ARQUITECTO: Jeffrey A. Shneider; INGENIERO ESTRUCTURAL: Rex Harrison Engineering; CONTRATISTA: Bateman Hall.

Vigas equilibradas y no equilibradas

Se permite estratificar vigas laminadas estructurales con diversas clases de madera dispuestas simétrica o asimétricamente alrededor del eje neutro del miembro. Las vigas con estratificación simétrica se conocen como "equilibradas" y tienen los mismos valores de diseño tanto para flexión positiva como negativa. Las vigas con estratificación asimétrica se conocen como "no equilibradas" y tienen esfuerzos permisibles más altos para flexión positiva (tensión en la parte inferior) que para flexión negativa. Las vigas simples, para claros sencillos, generalmente tienen estratificación no equilibrada, y las vigas continuas o en voladizo tienen estratificación equilibrada. No obstante, para la mayoría de usos residenciales, donde la longitud en voladizo es relativamente corta, puede usarse una viga no equilibrada de inventario comercial. Mediante el uso de vigas no equilibradas sin estratificación especial pueden lograrse aleros en voladizo hasta de 20% del claro total. Para voladizos de mayor longitud deben especificarse vigas equilibradas.

Para garantizar una instalación correcta, el fabricante debe estampar la marca "TOP" (parte superior) en la parte superior de las vigas no equilibradas.



En las vigas equilibradas se usan las mismas clases de madera en la mitad superior que en la inferior. La mitades superior e inferior son imágenes opuestas la una de la otra.

En las vigas no equilibradas se usa madera de clases más altas en la mitad inferior que en la superior.

CONSEJO DE EXPORTACIÓN DE MADERA DE CONÍFERAS ***(SOFTWOOD EXPORT COUNCIL)***

El AITC y los fabricantes de vigas laminadas miembros del mismo apoyan al Consejo de Exportación de Madera de Coníferas (*Softwood Export Council* - SEC), el cual es una organización no lucrativa formada por los organismos de clasificación de madera de coníferas, asociaciones de comercio del ramo de la madera, organismos estatales de desarrollo de la exportación y otros organismos interesados en la promoción a nivel internacional de la madera de coníferas producida en EE.UU.

El sitio web del SEC proporciona información sobre las organizaciones miembros del consejo, sobre servicios y compañías, y además contiene un índice de material de lectura e información relacionada sobre productos. Puede pedirse la mayoría de las publicaciones de descripción de los productos, muchas de las cuales están en varios idiomas, directamente a las oficinas del SEC más cercanas.

El SEC cuenta con oficinas y representantes en Tokio, Seúl, Beijín, Londres, Madrid y Ciudad de México. En el sitio web del SEC se ofrece más información.

Softwood Export Council
USA
Correo electrónico: info@softwood.org
Sitio web: www.softwood.org/mexico

Si desea información adicional, sírvase contactar:

American Institute of Timber Construction
7012 S. Revere Parkway, Suite 140
Centennial, CO 80112
USA

tel: (303) 792.9559
fax: (303) 792.0669
Correo electrónico: info@aitc-glulam.org
www.aitc-glulam.org

© 2007 AITC. Todos los derechos reservados. Impreso en EE.UU. en papel reciclado.
AITC-1MS / 5-07 / 2000