

**Análisis comparativo de las propiedades de la madera laminada y madera maciza utilizadas en las cubiertas de la Parada de Ómnibus: Parcela 19.Varadero.**

*Comparative analysis of the properties of laminated wood and solid wood used in the covers of the Bus Stop: Parcel 19.Varadero.*



**MSc. Ing. Manuel Pedroso Martínez**

Categoría docente: Asistente

Departamento de Construcciones, Facultad de Ciencias Técnicas de la Universidad de Matanzas (UM), Cuba.

Teléfono: 53 45 256782

Email: manuel.pedroso @umcc.cu



**Ing. Naray Alvarez Morejón.**

Ingeniero Civil

Gerencia ARTEX Sucursal Matanzas. Cuba.

Teléfono:+53 45 667415.

Email: nalvarez@scva.artex.cu

## RESUMEN

La utilización de la madera como sistema constructivo o como elemento estructural ha acompañado al hombre a lo largo de toda la historia. Con el tiempo su empleo no ha envejecido, sino que se ha diversificado gracias al desarrollo de la industria maderera. Actualmente la evolución de su tecnología permite obtener productos estructurales más fiables y económicos, y su mejor conocimiento, tanto desde el punto de vista estructural como ecológico y medioambiental, la permite competir con el resto de los materiales estructurales. Hoy es muy práctico el uso de maderas procesadas como la madera laminada. De ahí que en muchos países este sea un material altamente usado en el diseño de estructuras de cubiertas. En Cuba por su parte, se utiliza poco la madera para el diseño de estructuras, y su escaso uso está presente mayormente en las obras para el turismo. La presente investigación realiza un análisis comparativo entre el uso de la madera maciza y la madera laminada en el diseño de estructuras de cubiertas, con el propósito de facilitar la elección entre estos tipos de madera. Para tal finalidad se ha tomado como caso de estudio el objeto de obra: Parada de ómnibus, perteneciente a la obra en ejecución Parcela 19 en el polo turístico de Varadero.

**Palabras claves:** cubierta; madera maciza; madera laminada; estructura de madera.

## ABSTRACT

The utilization of wood like constructive system or like structural element has gone with man to all the history. In the course of time his use has not aged, rather it has diversified thanks to the development of lumber-trade. . Today the use of woods processed like the plywood is very practical. That is the reason why at many countries this is a material highly used in the design of structures of covers. In Cuba, the wood for the design of structures utilizes itself little, and his scarce use is present largely in tourist sector. The investigation accomplish a comparative analysis among the use of wooden structures or glued in the design of structures of covers, in order to make the election among these wooden types. For such purpose he has taken like case studies the object of project: Stop of omnibus, from the project under construction Parcela 19 in Varadero's tourist pole.

Keywords: cover, wood structure, wooden and glued

## INTRODUCCIÓN

La madera, desde la antigüedad, ha sido siempre para el hombre, uno de los principales recursos naturales. En la actualidad, gracias al desarrollo tecnológico impulsado por las industrias madereras, son evidentes los logros alcanzados en la explotación de este material. Cinco de las necesidades básicas del ser humano pueden satisfacerse, hasta cierto punto, por la madera (albergue, combustible, alimento, ropas y transporte).

La madera proviene de los árboles. Este es el hecho más importante a tener presente para entender su naturaleza. El origen de las cualidades o defectos que posee pueden determinarse a partir del árbol de donde proviene.

El conocimiento sobre la naturaleza de la madera, características y comportamiento, es necesario para establecer y efectuar un buen uso de este material. En este aspecto radica la importancia de que exista información adecuada y estructurada a los actuales requerimientos, ya que permite a los profesionales que intervienen en el diseño, cálculo y ejecución de construcciones en madera, realizar una acertada gestión y correcta utilización del material, con el objeto de cumplir altos estándares de calidad y bienestar, a precios convenientes en el mercado. Actualmente, en la mayoría de los países desarrollados su uso como material estructural alcanza a más del 90% de la construcción.

Las edificaciones de madera no son construcciones habituales en Cuba, sólo se conservan algunos elementos y estructuras en sitios específicos, por su carácter histórico. Pero la vertiginosa evolución de este material, con el desarrollo tecnológico de la construcción a nivel internacional, sus probadas bondades y ventajas con respecto a otros materiales, indica que el futuro de la construcción estará ciertamente relacionado con la madera. Estructuralmente la madera laminada encolada es el producto más relevante. Su consumo en Cuba es en comparación con el existente en otros países, muy reducido. Actualmente en Cuba las estructuras de madera son una opción muy atractiva para las construcciones relacionadas con el turismo.

Por todo lo anterior, se hace necesario generalizar el uso de maderas, utilizando como base las experiencias alcanzadas por países líderes en la construcción con madera, los cuales han creado técnicas y regulaciones, que garantizan el uso más eficiente y racional del material. Precisamente a esto estará dedicada la investigación.

## DESARROLLO

Las edificaciones de estructuras de madera, están conquistando el mercado de la construcción en algunos países y se prevé con este auge, en las obras de pequeño y mediano formato, la sustitución paulatina a nivel internacional, del hormigón y el acero por este material de excelentes características, debido primeramente a factores ambientales, al ser un recurso natural renovable y a diversas propiedades que lo distinguen de los demás materiales.

La tecnología de la transformación de la madera en evolución continua, en las últimas décadas, ha permitido una optimización todavía mayor de sus características y propiedades. La aplicación de la madera laminada rompe con los límites formales de las estructuras de madera. Estas permiten realizar estructuras de grandes luces y proporciona una gran libertad de diseño pudiendo resolver geometrías complejas a un costo competitivo.

Dentro del ámbito de la construcción de obras para el Turismo en Varadero, la madera laminada desempeña un papel primordial como solución de cubierta. Es un material de importación que deleita una alta demanda en el polo, desamparando a las construcciones de cubiertas con madera maciza, hormigón y las metálicas.

La madera es un material de gran importancia tecnológica e industrial. Desde la antigüedad se ha utilizado en la fabricación de máquinas y herramientas, en la construcción de viviendas, en la elaboración de muebles, como fuente de energía y en la fabricación de papel.

La madera está formada por fibras de celulosa, sustancia que constituye el esqueleto de los vegetales, y por lignina, sustancia que le proporciona rigidez y dureza. Un tronco de árbol está formado por un 60 % de celulosa, un 30 % de lignina y el resto, por agua, resinas, almidón, taninos y azúcares. (Varela Valladares José E., 2008).

### Propiedades de la madera

Las propiedades más importantes de una madera son las siguientes:

□ **Adaptabilidad:** La madera se puede adaptar a cualquier sitio, sin importar el clima y las condiciones ambientales. Se puede utilizar en estructuras de gran complejidad tales como: cubiertas espaciales, puentes, teatros, auditorios, entre otras, así como en estructuras habitacionales de solución sencilla. (Varela Valladares José E., 2008).

□ **Bajo costo:** Debido a la ligereza de la madera, se ahorran energéticos en los procesos de elaboración y en el costo de transporte de los elementos, respecto a los costos correspondientes de otros materiales y sistemas constructivos. (Varela Valladares José E., 2008)

□ **Elasticidad y deformación:** Bajo cargas pequeñas, la madera se deforma de acuerdo con la ley de Hooke, o sea, que las deformaciones son proporcionales a las tensiones. Cuando se

sobrepasa el límite de proporcionalidad la madera se comporta como un cuerpo plástico y se produce una deformación permanente. Al seguir aumentando la carga, se produce la rotura. En la resistencia al impacto influyen: el tipo de madera, el tamaño de la pieza, la dirección del impacto con relación a la dirección de las fibras, la densidad y la humedad de la madera, entre otros. (Varela Valladares José E., 2008)

□ **Facilidad para trabajarse:** La madera se puede cortar y trabajar en diversas formas y tamaños, con la ayuda de sencillas herramientas manuales o de máquinas de fácil transporte y utilización en el sitio de la construcción.

□ **Ligereza:** Su moderado peso permite edificar estructuras de reducida inercia, importantísima ventaja en países de naturaleza sísmica.

□ **Propiedades acústicas:** Como la madera es un material compuesto de fibras huecas, alineadas axialmente a la longitud del árbol, estos huecos o espacios contienen aire atrapado que le imparten excelentes cualidades como aislante del sonido. De esta forma proporciona un medio elástico adecuado a las ondas sonoras, por lo que se emplea ampliamente en la fabricación de instrumentos musicales y en la construcción de salas de conciertos, teatros, entre otras. (Varela Valladares José E., 2008)

□ **Propiedades organolépticas:**

- La belleza natural: de la madera se ve en su color, diseño, olor y brillo. Estos, en particular, le confieren, a cualquier ambiente que posea incorporado el material madera, un toque de calidez y armonía. El color natural de la madera depende, principalmente, de los pigmentos contenidos en las células, de las proporciones de lignina y celulosa y del grado de mineralización, como también del efecto de la luz y del oxígeno.

El brillo natural de la madera aparece sobre todo cuando la luz se refleja en la superficie de los espejuelos de los radios medulares.

- El olor: al igual que el color, es una destacada característica organoléptica que permite diferenciar los distintos tipos de madera. La madera recién cortada tiene olor fuerte como, también, la almacenada que se va produciendo por la evaporación lenta de los aceites, resinas y esencias contenidas en la madera. Normalmente, el buen olor indica madera sana y el olor desagradable síntoma de alteración.

- El sabor: no es una característica muy habitual en las maderas y está, estrechamente, vinculado al olor pues se supone que las sustancias responsables de ambos son las mismas. (Varela Valladares José E., 2008)

□ **Propiedades térmicas:** la madera es buen aislante térmico, gracias a la propiedad de su materia. Las maderas ligeras, blandas y con mucha porosidad son más aislantes del calor que las duras, densas y compactas.

□ **Propiedades físicas.** Las propiedades físicas que se definen para las maderas son: la humedad, el peso específico o densidad, la contracción e hinchamiento. (Varela Valladares José E., 2008)

- Contracción e hinchamiento: La madera experimenta variaciones en su volumen, es decir, se contrae o se hincha, según el grado de humedad de la misma. Al punto al cual las fibras de la madera están saturadas en humedad, y ya no absorben más agua, se le denomina punto de intersección, e indica el grado de humedad a partir del cual la madera empieza a sufrir contracciones e hinchamientos.

- Densidad: Es la masa por unidad de volumen de un material. Da una idea de lo ligero o pesado que es este. En general, todas las maderas poseen una densidad menor que la del agua, por lo que son ligeras y flotan en ella.

- Dureza: Es la resistencia que presenta un material a ser clavado por puntas o a ser aserrado. En general los árboles de hoja caduca tienen maderas con menos contenido en agua y por lo tanto más duras. Por el contrario, los de hoja perenne presentan más agua en su interior y su madera es más blanda.

- Flexibilidad: Es la propiedad que tienen algunas maderas de poder ser dobladas o ser curvadas en su sentido longitudinal, sin romperse. Si son elásticas recuperan su forma primitiva cuando cesa la fuerza que las ha deformado. La madera presenta especial aptitud para sobrepasar su límite de elasticidad por flexión sin que se produzca rotura inmediata, siendo esta una propiedad que la hace útil para la curvatura (muebles, ruedas, cerchas, instrumentos musicales, entre otras).

- Higroscopicidad: Está relacionada con la cualidad de absorber o desprender humedad.

- Homogeneidad: Una madera es homogénea, cuando su estructura y la composición de sus fibras resulta uniforme en cada una de sus partes.

- Humedad: Es la cantidad de agua que tiene la madera en su estructura. Esta agua puede aparecer formando parte de las células de la constitución leñosa, impregnando la materia leñosa o dentro del sistema vascular del árbol. El agua del sistema vascular desaparece con el tiempo, el agua de constitución leñosa sólo desaparece por combustión, mientras que el agua de impregnación variará según la higroscopía de la madera. La humedad de la madera está directamente relacionada con el peso, y afecta a otras propiedades físicas y mecánicas.

- Plasticidad: es la propiedad que tienen algunos cuerpos de dejarse moldear. Esta propiedad es muy relativa a la madera y se obtiene aprovechando el poder de compresión de las fibras.

- Porosidad: es la propiedad que poseen los cuerpos de tener entre sus moléculas unos espacios vacíos, llamados poros. La superficie cepillada de las maderas se presenta en algunas especies, unida y compacta, en otras porosas.

- Peso específico: El peso específico de la madera es la relación entre el peso de la madera, a un determinado contenido de humedad, y el peso del volumen de agua desplazado por el volumen de la madera. Es de vital importancia conocerlo para cuando se realice el cálculo de la misma para su transportación. La misma presenta variaciones de su peso específico, pero se puede tomar un valor fijo de 1500 kg/m<sup>3</sup>.

- Textura: Se manifiesta en características visuales, como el color y el dibujo de la veta, que hacen que ciertas maderas sean especialmente apreciadas. (Varela Valladares José E., 2008).

□ **Propiedades químicas:** Es resistente a muchos productos que son altamente corrosivos a otros materiales. (Varela Valladares José E., 2008).

□ **Propiedades mecánicas:** Las propiedades mecánicas de la madera determinan la capacidad o aptitud para resistir fuerzas externas.

Se concibe por fuerza externa cualquier sollicitación que, actuando exteriormente, altere su tamaño, dimensión o la deforme.

- Compresión paralela a las fibras: Es la resistencia de la madera a una carga en dirección paralela a las fibras, la que se realiza en columnas corta para determinar la tensión de rotura, tensión en el límite de proporcionalidad y módulo de elasticidad.

- Flexión estática: Es la resistencia de la viga a una carga puntual, aplicada en el centro de la luz, determinando la tensión en el límite de proporcionalidad, tensión de rotura y el módulo de elasticidad.

- Tenacidad: Es la capacidad que tiene la madera de absorber energía al aplicar una carga que actúa en forma instantánea.

-Cizalle: Es la medida de la capacidad de la pieza para resistir fuerzas que tienden a causar deslizamiento de una parte de la pieza sobre otra.

-Clivaje tangencial y radial: El clivaje es la resistencia que ofrece la madera al rajamiento. Puede ser tangencial y radial, dependiendo de la ubicación de los anillos de crecimiento.

-Tracción: La madera es un material muy indicado para trabajar a tracción (en la dirección de las fibras), viéndose limitado su uso únicamente por la dificultad de transmitir estos esfuerzos a las piezas. Esto significa que en las piezas sometidas a tracción los problemas aparecerán en las uniones.

-Torsión: llámese torsión a la resistencia que opone a su deformación una pieza de madera, fija por un extremo, que sufre un giro normal a su eje debido a una fuerza que obra con un brazo en su extremo libre. (Manual Centro de Transferencia Tecnológica. Chile).

- **Resistencia al impacto:** La resistencia es mayor, en el sentido axial de las fibras y menor en el transversal, o radial. Máxima axial y mínima radial. (Varela Valladares José E., 2008).

□ **Uniones eficientes:** La madera se puede ensamblar y pegar con adhesivos apropiados, unir con clavos, tornillos, pernos y conectores especiales, logrando uniones limpias resistentes y durables. (Varela Valladares José E., 2008).

### **Formas comerciales de la madera**

La madera se presenta con las siguientes formas:

- **Tableros macizos:** Son piezas de cierto espesor y gran superficie. Se elaboran de madera artificial, o bien con tablas de madera natural encoladas por sus cantos.
- **Chapas y láminas:** Son láminas de gran superficie y pequeño espesor. Se emplean para revestir tableros.
- **Tablas y tablones:** Son de sección rectangular de gran anchura y generalmente cepilladas por ambas caras.
- **Listones y redondos:** Son prismas rectos de pequeña sección y gran longitud. Su sección puede ser cuadrada, rectangular o circular.
- **Perfiles y molduras:** Se obtienen a partir de listones a los que se dan diversas formas. Se emplean para perfilar, recubrir o decorar.

### **Madera maciza**

Entendemos por madera “maciza” la que ha sufrido, desde el árbol, las mínimas manipulaciones necesarias para constituir una escuadría lista para ser aplicada. A diferencia de otros tipos de madera más industrializada y transformada.

Por fuera de la consideración de aserrada pura, la que recibe la menor transformación posible, es la madera en “rollizo”, la que simplemente se le han extraído la corteza y ranurado alguna cara, si se ha estimado necesario.

Para éste tipo los diámetros habituales oscilan de 15 a 35 cm, y sus longitudes de 4 a 8 m, en correspondencia con las medidas normales de troncos. Si el tronco se despieza, las diferentes “escuadrías aserradas” oscilan de 100 a 300 mm de altura por 35 a 200 mm de grueso.

Con estas escuadrías y con las cargas habituales se salvan luces, de una forma económica, que oscilan de los 3 a los 6 m, tratándose de vigas, o desde los 6 a los 15 m, formando celosías ligeras de barras. Para luces mayores resulta más adecuado acudir a la madera laminada encolada.

## 1.5 Madera Laminada Encolada

Constituye un producto de aplicación estructural compuesto por láminas, normalmente de una sola especie de madera. Las láminas de madera se superponen y encolan entre sí por sus caras y en sentido paralelo a las fibras

Es considerada, por la industria, como el mejoramiento de la madera maciza, material con el cual es posible fabricar vigas y estructuras con mayores dimensiones y del que se resaltan sus propiedades físico mecánicas, no sólo comparada con la madera maciza, sino también con materiales tradicionales para la construcción como el acero y el concreto; frente a ellos, la madera laminada a simple vista está un paso más adelante por sus cualidades estéticas. (Argüelles Álvarez, 2010).

La longitud y la propia forma de la pieza están limitada por el tamaño de la fábrica y por las limitaciones de transporte. La longitud máxima en pieza recta esta en torno a los 36 o 38 m. La anchura y altura envolventes del vehículo de transporte se limitan a unos 4,50 m. Por estas razones, es frecuente que la estructura deba componerse con varias piezas unidas en obra mediante lo que se suele denominar como juntas de transporte.

La madera laminada encolada se fabrica a partir de tablas de madera maciza con formatos y tamaños variables, siendo frecuente el uso de tablas de entre 100 y 220 mm de ancho y grosores oscilando entre 20 mm y 45 mm.

### **Cubiertas. Términos y Definiciones**

Recibe el nombre de cubierta el conjunto de elementos de estructura que sirven para cubrir o cerrar los edificios por su parte alta, aislándolos del exterior y protegiéndolos de los agentes atmosféricos: lluvia, viento, frío, calor, etc.

Elemento o conjunto de elementos que constituyen el cerramiento superior de una edificación, comprendidos entre la superficie interior del último piso y el acabado con el exterior.

Una **cubierta consta de tres partes:**

- Estructura o soporte.
- Techo.
- Recubrimiento o impermeabilización.

**Estructura o soporte:** Es el elemento o conjunto de elementos estructurales cuya función consiste en soportar las cargas que van a actuar sobre la cubierta así como su propio peso.

**Techo:** Se considera a la superficie que aísla el ambiente interior del exterior, cerrando el espacio superior de la edificación.

**Recubrimiento o impermeabilización:** Colocado sobre el techo; es el principal responsable de la función protectora y aislante de la cubierta. Debe garantizar la impermeabilidad, aislamiento y fácil drenaje de las aguas pluviales.

Existen edificaciones cuyas cubiertas están conformadas solamente por dos partes. En estos casos el revestimiento es innecesario, pues la cubierta está construida con un material que, a la vez de resistir cargas, posee una superficie externa completamente impermeable. Tal es el caso de las tejas acanaladas metálicas o de asbesto cemento.

### **Principales maderas de la Isla de Cuba**

**Ácana.** Árbol muy abundante en la Isla de Cuba. Peso del metro cúbico, 1.280 kilos. Se halla descrita en la sección de maderas finas.

**Canelilla.** —Madera cubana, sin albura, de color amarillo rojizo, y muy difícil de trabajar. Se emplea en toda clase de construcciones. Peso del metro cúbico, 710 kilos.

**Caoba de Cuba.** -Pesa el metro cúbico, 850 kilos. En dicha Isla se emplea en construcciones urbanas.

**Cedro.** —El cubano es diferente que el asiático; en el comercio se le conoce con el nombre de caoba hembra. Su crecimiento es más rápido que la caoba. Adquiere grandes dimensiones, hasta 3 metros de diámetro y alturas de 30 metros. Es madera de mucha albura, pero del corazón, aunque es de calidad inferior a la caoba, se extraen grandes piezas para ebanistería y construcciones. Tiene la particularidad que no le ataca ningún insecto. El metro cúbico pesa 450 kilos. El cedro hembra es de calidad inferior al anterior; su color es rojo pálido y se emplea en la construcción de cajas. Peso del metro cúbico, 380 kilos. El cedro de Puerto Rico es de la misma especie del de Cuba, pero es más pesado. El metro cúbico pesa 890 kilos.

**Ébano.** —Madera descrita en la sección de maderas finas. El peso de un metro cúbico es de 1.170 a 1.250 kilos.

**Júcaro.** - Madera muy fuerte, correosa y dura, de color amarillo oscuro con vetas negras y claras. Es una de las mejores maderas conocidas. Abunda mucho en Puerto Rico y Cuba. Se emplea en toda clase de construcciones. Hay varias especies: en Cuba se le llama Júcaro negro o bravo, y pesa según la especie de 930 a 1.060 kilos el metro cúbico.

**Majagua.** Es una de las mejores maderas de Cuba, dura y correosa, de color verdoso. Con ella se construyen lanzas para el arma de caballería y con las fibras del líber se hacen cuerdas, el metro cubico pesa 740 kilos.

**Mangle.** Existen dos variedades, el negro y el rojo. La madera del primero es de color pardo amarillento; es pesada y correosa. El metro cúbico pesa 1.190 kilos.

**Montecristo.** - Madera cubana de color amarillo oscuro, muy apreciable para ebanistería, carros y carpintería, por su resistencia. El metro cúbico pesa 800 kilos.

**Sabicú.** —Madera cubana, de color morado claro, muy parecida al moruro. Se emplea en toda clase de obras; pesa el metro cúbico 900 kilos.

La madera es un recurso natural y renovable. Se diferencia entre maderas macizas, que provienen de la madera natural, y derivados, sometidos a un proceso industrial donde se emplea celulosa, serrines, láminas, chapas muy fina y cola. Los derivados de la madera son una opción económica y resistente para el diseño de estructuras. Es por eso que sobre todo en Europa, Estados Unidos y el sur de América existe un mercado altamente competitivo en el procesamiento y comercialización de la madera y los derivados del procesado industrial de las mismas. No ha así en nuestro país, donde el uso de la madera para el diseño de estructura es poco considerado fuera de las obras constructivas del sector turístico. Siendo este último el referente del uso de la madera laminada en Cuba.

### **Caso de estudio.**

Como caso de estudio se ha seleccionado el objeto de obra: Parada de ómnibus, perteneciente a la obra en ejecución Parcela 19 en el Polo turístico de Varadero a cargo de la empresa Unidad de Gestión y Dirección de Construcción (UGDC N o 1) Empresa ARCOS Varadero, perteneciente al Grupo Empresarial de Construcciones de Obras para el Turismo (GECOT).

Datos técnicos de la cubierta:

- La cubierta tiene una sección en planta de 17.756 m x 5.756 m.
- La estructura está diseñada para soportar vientos de 250 km/h.
- Se colocarán tableros de Panel OSB: 22mm de espesor.

Dimensiones 1.22 x 2.44 m total área a cubrir: 114 m<sup>2</sup>

- Total a colocar: 39 planchas.

Se calculan cubiertas de maderas atendiendo a dos soluciones diferentes: madera laminada y madera maciza, para hacer una valoración cuantitativa y cualitativa de ambos tipos de maderas, para luego comparar su factibilidad. Se entiende como valoración cuantitativa el cálculo del costo de materiales, mano de obra y uso de equipos necesarios para el montaje definitivo de la cubierta usado para cada proyecto y como valoración cualitativa la percepción de las siguientes propiedades de cada tipo de madera: resistencia, homogeneidad, durabilidad, estabilidad de forma y protección.

Los resultados de esta comparación manifestaron que la madera laminada tiene múltiples ventajas en relación con la madera maciza, aunque su costo por unidad de volumen es mayor que su homóloga, el montaje de la cubierta del caso de estudio sobrepasó el costo del montaje con madera laminada. Esto se debe a las características de compra de este material, puesto que se compra como un paquete de elementos prefabricados específicos para cada proyecto, con una terminación especial y solamente en obra se ensambla la cubierta y luego se coloca. Mientras que con la madera maciza el volumen que se necesita comprar depende en gran medida de las pérdidas que ocurren durante el corte y cepillado de la pieza para la elaboración de los elementos y de los defectos que contenga, que en ocasiones no se puede aprovechar la sección y hay que desecharla, también depende de la dimensión de escuadría que se esté ofertando en el mercado en ese momento.

La madera laminada es más homogénea y duradera que la madera maciza debido al proceso industrial al que es sometido. Además, ofrece garantías difíciles de conseguir con la madera maciza. Desde el punto de vista de factibilidad es más económica la madera laminada y más factible puesto que ofrece menor tiempo de montaje y por consiguiente menor tiempo de ejecución de la obra.

### **Referencias Bibliográficas**

1. American Forest & Paper Association, 2001, "Manual for Engineered wood Construction", Washington D.C, EE.UU.
2. Barrera, Jorge Augusto 2015. MM [En línea] [Citado el: 23 de Abril de 2016.] <http://www.revista-mm.com>
3. Condom Bueno Lilliana. "Análisis comparativo de los métodos de diseño de uniones con pasadores metálicos en estructuras de madera". Trabajo de diploma. Universidad de Matanzas Camilo Cienfuegos, 2014.
4. Esteban Herrero, Miguel, et al. 2007. Estado actual de la investigación sobre madera estructural en España. Madrid: s.n. 0020-0883.
5. Isoba, Dr. Maximiliano, et al. 2002. Propuesta Norma Cubana Estructuras de Madera Aserrada y Laminada Encolada. Métodos de Cálculo
6. Llinares Cervera, Mariana, et al. 2010. Conceptos básicos de la construcción con madera. [book auth.] Mariana Llinares Cervera, et al. Guía de construir con madera. Madrid: CONFEMADERA.
7. Manual Centro de Transferencia Tecnológica, La Construcción de Viviendas en Madera, Chile
8. Medina, Miguel, y otros. 1984. Manual de diseño para maderas del grupo andino.

Lima. Perú: Junta del acuerdo de Cartagena.

9. Miller, Regis, et al. 1999. Wood handbook—Wood as an engineering material.

Madison: Forest Products Laboratory.

10. NC 53-179: 1988. Estructuras de madera. Métodos de cálculo.

11. NCh. 1198. “Bases de cálculo de estructuras de madera laminada encolada”.

12. Schickhofer, Gerhard. 2013. Productos de madera para la construcción: productos lineales y superficiales, propiedades, medidas y aplicaciones. Austria : proHolz Austria, 2013. 3-902320-09-5.

13. Propuesta de norma cubana. “Estructura de madera aserrada y laminada encolada. Métodos de cálculos”. Versión Noviembre 2002

14. REVISTA de la FIUADY. Timo Stolt. Boletín Académico No.21. 2006.

15. REVISTA DYNA. Mayo, 2005.

16. Tellechea, José Antonio. 2010. LA FABRICACION DE LA MADERA LAMINADA ENCOLADA [Citado el: 25 de Mayo de 2014.] <http://www.clustermadeira.com>.

17. UNE-EN 1995-1-1:2006. Eurocódigo 5. Proyecto de estructuras de madera. Madrid, España: AENOR, 2006. Vols. Parte 1-1: Reglas generales y reglas para edificación.

18. Varela Valladares José E., 2008, “Análisis comparativo de normas para el diseño y Construcción de estructuras de madera”. Trabajo de diploma. CUJAE, La Habana

19. Vick, Charles B. 1999. Adhesive Bonding of Wood Materials. Wood handbook—Wood as an engineering material. Madison: Department of Agriculture, Forest Service, Forest Products Laboratory.

20. Vignote Peña, Santiago. 2006. Tecnología de la madera. 3ª edición. s.l.:Mundi prensa libros. 9788484762638.