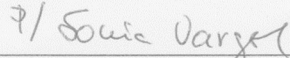


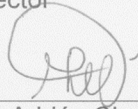
Diseño de una herramienta digital para la inspección y mantenimiento de casas con madera

CONSTANCIA DE DEFENSA PÚBLICA DE PROYECTO DE GRADUACIÓN

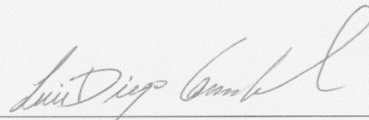
Proyecto de Graduación defendido públicamente ante el Tribunal Evaluador, integrado por los profesores Ing. Gustavo Rojas Moya, Ing. Diego Camacho Cornejo, Ing. Adrián Chaverri Coto, Rommel Cuevas Kauffmann, como requisito parcial para optar por el grado de Licenciatura en Ingeniería en Construcción, del Instituto Tecnológico de Costa Rica.




Ing. Gustavo Rojas Moya
Director



Ing. Adrián Chaverri Coto.
Profesor Lector



Ing. Diego Camacho Cornejo.
Profesor Guía



Ing. Rommel Cuevas Kauffmann.
Profesor Observador

Abstract

In this paper is presented the Final Graduation project to achieve the degree of Licenciatura in Construction Engineer in Instituto Tecnológico de Costa Rica. Building systems in wood require higher level of professionalism, this can be achieved with the help of different tools to make the inspection of the construction progress. Also it is important to take advantage of these buildings, with a better maintenance they will have a longer useful life and it can prevent bigger damages.

The main focus is the design and validation of a methodology for the inspection and maintenance of dwellings with building systems in wood. Such inputs are emerging as valuable resources for the field of construction engineering and related disciplines, specifically with the use from the wood.

The manuals were made online by web an adaptative web site, it can be used in different electronical devices. Another advantage of using a digital format is that it makes easier the distribution of web link, the use of forms, easy upgrade and expansion of the resource so that new versions maintain the link to the user.

Keywords: wood, design, validation, inspection, maintenance.

Resumen

En este documento se presenta el trabajo final de graduación para optar por el grado de Licenciatura en Ingeniería en Construcción del Instituto Tecnológico de Costa Rica. Los sistemas constructivos en madera requieren de mayor nivel de profesionalismo, lo cual se puede lograr con insumos de apoyo para los procesos de inspección de las obras; además, para sacar el mayor provecho a estas edificaciones, es importante que tengan una vida útil más larga y esto es posible con un adecuado mantenimiento, que permitirá la prevención de daños mayores.

El eje fundamental del trabajo es el diseño y validación de una metodología para la inspección y el mantenimiento de viviendas con sistemas constructivos en madera; este tipo de insumos se perfilan como recursos valiosos para el campo de la ingeniería en construcción y disciplinas relacionadas, específicamente con el uso de la madera.

Los manuales fueron elaborados de manera electrónica por medio de un sitio web adaptativo y con posibilidades de ser utilizado en diferentes dispositivos. Otra ventaja de utilizar un formato digital es que facilita la distribución del enlace web, el uso de formularios, fácil actualización y ampliación del recurso, de manera que las nuevas versiones mantienen el enlace del usuario.

Palabras clave: madera, diseño, validación, viviendas, inspección, mantenimiento.

Ingreso a los Manuales

Con el siguiente enlace se tiene acceso a los Manuales de Inspección y Mantenimiento que se encuentran en línea los cuales son el insumo principal de este proyecto de graduación con ayuda del enlace directo: <http://vicarioli.wix.com/viviendasenmadera> se ingresa a la portada del trabajo, también se puede acceder mediante el siguiente código de QR (del inglés *Quick Response code*, "código de respuesta rápida"). Una ventaja de esta herramienta es que se puede ingresar desde una computadora o un dispositivo móvil ya sea un teléfono inteligente o una tableta, pues se adapta de manera automática a cada uno.



Favor ingresar a los manuales antes de leer el siguiente trabajo para tener una noción más clara de lo que se trata este proyecto de graduación. También si lo desea se puede ingresar directamente a los manuales por medio de los siguientes enlaces.

Manual de inspección:

<http://vicarioli.wix.com/manualdeinspeccion>

Manual de mantenimiento:

<http://vicarioli.wix.com/manualmantenimiento>



Diseño de una herramienta digital para la inspección y mantenimiento de casas con madera

Diseño de una herramienta digital para la inspección y mantenimiento de casas con madera

LINO MORA VICARIOLI

Proyecto final de graduación para optar por el grado de
Licenciatura en Ingeniería en Construcción

Junio del 2016

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA
ESCUELA DE INGENIERÍA EN CONSTRUCCIÓN

Contenido

PREFACIO.....	1
RESUMEN EJECUTIVO.....	2
CAPÍTULO I: ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN.....	3
CAPÍTULO II: PROPIEDADES Y CARACTERÍSTICAS DE LA MADERA.....	5
CAPÍTULO III: MANUAL PARA EL MANTENIMIENTO DE LAS VIVIENDAS EN MADERA Y EL SECADO DE LA MADERA.....	11
CAPÍTULO IV: DESCRIPCIÓN DE LOS MANUALES.....	23
CAPÍTULO V: VALIDACIÓN DE LOS MANUALES.....	29
CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	38
APÉNDICES.....	40
REFERENCIAS.....	154

Prefacio

Este trabajo final de graduación nace como una necesidad visualizada en el área de la construcción de viviendas en madera, pues hace falta una mayor profesionalización en las técnicas utilizadas, así como que durante la obra se haga una inspección correcta que permita garantizar la calidad y la seguridad del inmueble. Con este manual se busca estandarizar las inspecciones realizadas en viviendas construidas en madera, para poder buscar soluciones a los problemas encontrados en dichos procesos y de esa forma mejorar las prácticas constructivas. Por otra parte, beneficia también el hecho de contar con un manual de mantenimiento, pues muchas veces este tipo de edificaciones se deterioran rápidamente, por no tomar medidas simples y preventivas que pueden alargar la vida útil.

Se presenta el proceso seguido para el diseño y elaboración de los manuales, los cuales también fueron alimentados por el criterio de expertos en el área de la construcción, a la vez que la validación logró mejorar el producto final.

Resumen ejecutivo

En este trabajo final de graduación se presenta una metodología de diseño y validación para la inspección y el mantenimiento de viviendas con sistemas constructivos en madera, con el fin de aportar en cuanto al campo de la construcción de las mismas.

Se definió un formato electrónico para la elaboración de los manuales de inspección y mantenimiento, pues resultó una forma útil de distribuir y utilizar el recurso. Estos insumos fueron alimentados por medio de información actual y de otras latitudes, con el fin de tener un producto final acorde con las necesidades del área de la construcción.

Entre los principales hallazgos encontrados está que, en Costa Rica no se tiene aún una profesionalización o experiencia en el campo de la ingeniería para contar con buenas prácticas en la construcción de viviendas en

madera. Esto dada la falta de normativas y estándares de calidad para la materia prima y construcción en madera. En algunos casos esta experiencia se desarrolla mayoritariamente de manera artesanal, aunque existen empresas que se dedican a realizar este tipo de proyectos con una buena profesionalización e incluso hacen uso de materia prima importada, la cual cumple con estándares de calidad y seguridad.

Para efectos de la verificación de la pertinencia de la madera, se recomienda que esta cumpla con ciertos criterios y además conocer con qué maderas se está trabajando, el contenido de humedad, que no presente el ataque de insectos, hongos y algunos defectos que no deben estar presentes en esta materia prima utilizada en la construcción como lo son: la acebolladura, arista faltante, entre otros.

Por otra parte, también es importante conocer el sistema constructivo de la vivienda, si va a estar conformado por paneles o si las paredes van hacer de doble forro.

En la etapa de construcción de la vivienda es deseable revisar: planos, estudios de suelos, entre otros, antes del inicio de la obra, para garantizar que se cumple con lo establecido en los planos de la vivienda.

CAPÍTULO I: ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN

Al realizar este proyecto se busca desarrollar una metodología para la inspección durante las construcciones de las viviendas y un manual para el mantenimiento de las casas, con el fin de que el usuario las pueda mantener en las mejores condiciones posibles.

En Costa Rica las viviendas se elaboran con métodos tradicionales como lo son los sistemas de baldosas, bloques y concreto. No obstante, existen metodologías de construcción alternas, como lo es el uso de la madera, que brinda una opción constructiva diferente para los ocupantes de la vivienda, dadas las características de dicho material, en contraste con las técnicas usuales por medio del concreto y bloques.

Tal como lo señala la CEPAL (2000):

El acceso a una vivienda digna es un derecho consagrado en la Constitución Política de Costa Rica. Sin embargo, bajo la política tradicional de vivienda social el déficit cuantitativo aumentó desde un 15% en la década de los cincuenta a un 21% en 1985 (medido como la diferencia entre el número de viviendas necesarias para que cada familia disponga de una vivienda y el número de viviendas existentes en unidades equivalentes en función de su deterioro). (p. 25)

La madera brinda opciones de vivienda a un costo accesible para ciertas poblaciones, además se debe tomar en cuenta que para ciertas zonas resulta más adecuado su uso y así también se ajusta más a la población que la ocupará.

En cuanto al uso de la madera, Fournier (2008a) cita: "la madera es el material más noble, renovable, sano, sostenible, estético y

confortable de la construcción, prácticamente todas las culturas de la humanidad la han empleado en sus obras constructivas" (p. 1). De lo anterior se deduce que la madera tiene una gran tradición en cuanto a su uso, lo cual confirma que se trata de un excelente material para la construcción.

En cuanto a la madera, Paniagua (s.f.) menciona:

La madera es un material celulósico, que produce la naturaleza sin contaminar el medio ambiente. La sostenibilidad es un aspecto de gran importancia para la sociedad en general y para el sector de la construcción en particular, en este sector se consume el 50% de los materiales extraídos de la naturaleza, produce el 50% de los desechos y consume el 40% de la energía. (p. 9)

El tema ambiental no es ajeno a la actualidad costarricense, en particular nuestro país tiene metas de ser carbono neutral en las próximas décadas o bien por lo menos irse aproximando a eso; por cuanto la contaminación por la industria crece cada día, una forma de buscar una mayor sostenibilidad es utilizar recursos renovables, como lo es la madera.

Sobre el uso de la madera en países como el nuestro, Fournier (2008b), comenta que:

En países emergentes como el nuestro, la madera ha sido desplazada por el acero, el concreto y otros materiales importados, que vienen sustentados por importantes avances tecnológicos, amplia información técnica y un mercadeo muy agresivo, la poca tecnificación de nuestras plantaciones forestales e industria maderera, la tala

irresponsable de bosques naturales, el poco conocimiento que al respecto manejan ingenieros y arquitectos, la escasa información técnica disponible, el poco conocimiento de las técnicas de cultivo, propiedades y procesamiento de la madera autóctona, la poca cooperación entre los actores del sector y la falta de agresividad comercial, son factores que han contribuido al debilitamiento del uso de la madera en la construcción. (p. 2)

De acuerdo con lo aportado por el autor anterior, el uso de madera para las viviendas es muy escaso y una forma de mejorar esta industria es contar con criterios o manuales que faciliten la información a los encargados de elaborar este tipo de viviendas, de ahí la importancia de este proyecto. Complementariamente, es necesario contar con materiales adecuados, con especificaciones como las maderas certificadas, para Rojas y Feoli (2007) estas maderas:

Se pueden considerar como un producto "verde", dado que poseen las siguientes características: son producidas por compañías social y ambientalmente responsables, producidas de manera sostenible desde su cosecha, extracción y procesamiento, transportadas de manera eficiente, poseen bajos niveles de energía incorporada, producción local (nacionales), producto renovable, con un adecuado mantenimiento puede poseer una larga vida útil, reciclables, no tóxicas, eficientes en el uso de recursos, no contaminantes. (p. 63)

Lo señalado por estos autores motiva hacia el uso de la madera como recurso sostenible dados los beneficios, incluso tal como se mencionó, se disminuye la dependencia de materia prima importada, lo que ayudaría a dinamizar la economía del país.

Para Paniagua (s.f.), "en cuanto a los antecedentes del uso de la madera, se puede decir que en Costa Rica en la mayoría de los casos se trabaja con madera aserrada y solo en casos especiales se emplean elementos laminados" (p. 15). Esto permite valorar los métodos más actuales de construcción en madera de nuestro país, en contraste con los otros mencionados.

Por medio de este proyecto, se desea generar una metodología de diseño y validación, para la inspección y mantenimiento de los sistemas de construcción en madera, verificando su pertinencia y cumplimiento con lo establecido a nivel de planos, uso de materiales, métodos constructivos, entre otros.

1.1 Objetivo general:

Desarrollar una metodología para la inspección y el mantenimiento de viviendas con sistema constructivo en madera.

1.2 Objetivos específicos:

-Estudiar el sistema constructivo y analizar las propiedades y características de los elementos que lo forman.

-Definir el proceso constructivo a partir del diseño de las viviendas en madera.

-Diseñar un manual para la inspección y mantenimiento de las viviendas en madera.

-Proponer herramientas que ayuden a optimizar el proceso de construcción de las viviendas en madera y sus componentes.

-Validar las herramientas desarrolladas para la inspección y mantenimiento de las viviendas en madera.

CAPÍTULO II: PROPIEDADES Y CARACTERÍSTICAS DE LA MADERA

En esta sección se busca familiarizar al lector con los temas que se van a desarrollar en el proyecto como lo son generalidades, tipos de madera y defectos que no se permiten, con todas estas definiciones se facilita el uso de los manuales realizados para este trabajo.

2.1 Contextualización histórica

La madera es un recurso de la naturaleza anterior a la existencia del ser humano; esto ha permitido una evolución en centenares de miles de especies diferentes, tan variadas como el hábitat donde se encuentren. Se inicia con una contextualización histórica de este producto, que permita mostrar la importancia de esta materia prima.

En cuanto a la madera Natterer y Winter (s.f.) mencionan:

Desde hace muchos siglos la madera fue el único material utilizado para franquear grandes luces. Numerosas generaciones de carpinteros han seguido técnicas de construcción en madera, desarrollando sistemas portantes cada día más perfeccionados. Así podemos ver antiguos puentes en madera que suscitan hoy la admiración de ingenieros. (p. 2)

Lo anterior permite entender la importancia de este recurso natural en la historia humana, dada su resistencia y durabilidad, la cual es comprensible pues existen especies que prevalecen cientos de años sin sufrir daños y manteniendo sus características, tanto en el entorno natural como en productos acabados.

2.2 Generalidades de la madera

Iniciando con algunas generalizaciones importantes sobre la madera, Carrillo, Elissetche, Valenzuela y Teixeira (2013), señalan que “la madera es un recurso natural renovable que proporciona materia prima para la construcción, generación de energía, lo que la hace el quinto producto comercial más importante del mundo.” (p. 1)

Lo anterior es de vital importancia pues resulta un material que se puede renovar, tanto por la naturaleza, como por la intervención humana por medio del cultivo intencional.

Según el Centro de Exportación e Inversión de la Republica Dominicana (s.f.): “la madera es una sustancia dura y resistente que constituye el tronco de los árboles, se ha utilizado durante miles de años” (p. 2). El uso milenario de la madera tiene que ver con la facilidad para manipularla, sin necesidad de sofisticadas herramientas o bien la adición de energía calórica como es el caso de los metales.

Por otra parte, para Confemadera (2010):

La madera ha sido un material tradicionalmente empleado en la edificación. Los antiguos sistemas constructivos con madera han ido evolucionando a lo largo de los siglos de forma distinta en función de las condiciones climáticas y sociales de cada zona”. (p. 9)

La madera es un producto de la naturaleza con características sumamente útiles, el ser

humano desde sus orígenes la ha utilizado para diferentes aplicaciones, dadas esas características que posee. En cuanto a la madera como materia prima Bonfante y Bustos (2014) señalan:

La madera es un material que cumple con las siguientes características: Es biodegradable, reciclable y renovable (artificial). Es extraída de los árboles en bosques naturales o de reforestación, ha sido usada desde la antigüedad para la construcción de viviendas, fuertes, palacios, puentes, templos y armas. Algunas especies brindan una trabajabilidad suficiente para ser esculpida, tallada y moldurada artísticamente. (p. 21)

Tal como apuntan los autores anteriores, las propiedades que cumple este material lo hacen único, pues puede ser renovable por medio de plantaciones controladas, con lo cual se puede acelerar un proceso en que la naturaleza demoraría decenas de años.

Aunado a lo anterior, según Jacobo y Vedoya, (2004):

El mercado comercial de la construcción exige mejores resultados económicos con buena calidad constructiva, y el medio ambiente necesita incorporar a la industria de la construcción objetivos ecológicos para una mejor calidad de vida humana. Para esto, se hace necesario considerar técnicas constructivas con sentido ecológico, con materiales que respondan a objetivos económicos y ecológicos, como es el caso del producto natural renovable del bosque: "madera". En muchos países desarrollados se utiliza a la madera, como componente básico de la construcción, sin embargo, en la Región Nordeste de Argentina (NEA) es considerado como un material constructivo de segunda clase, debido a su mal uso. (p. 1)

El hecho de que la madera sea utilizada de manera más intensiva en otras latitudes no sorprende, dadas las características mecánicas de este producto, pero como se

puede ver, en algunos casos el aprovechamiento no es el debido, muchas veces por desconocimiento del sector constructivo costarricense.

2.3 Tipos de madera

Aunque existen muchos tipos de maderas, todas poseen ciertas características comunes en su composición, aunque se desarrollen en diferentes lugares y sean de diferentes especies, esto es destacado por Kiuru, (s.f.), que indica:

Los diferentes tipos de madera poseen ciertas características en común, tales como su arreglo celular, predominantemente longitudinal (en dirección al eje del árbol) y la composición de sus paredes celulares, basándose en celulosa, hemicelulosa y lignina. A nivel comercial, constructivo y estructural, las maderas se clasifican en dos grandes grupos: Duras y Blandas. (p. 1)

En cuanto la variedad de nombres de las maderas, Cruz de León (s.f.), aporta que:

Un tipo de madera proviene también de un determinado tipo de árbol, el cual tiene un nombre científico y un nombre común. Muchas veces el nombre de la madera corresponde al nombre común del árbol, pero éste puede cambiar de un lugar a otro ocasionando confusión. El nombre más importante, es el nombre científico porque define exactamente un determinado tipo de madera. (p. 8)

De lo anterior se destaca la importancia de conocer el nombre científico de cada madera, para así saber con certeza las propiedades que tiene, ya que una madera en específico puede tener diferentes maneras de nombrarla dependiendo de la latitud donde se ubique, lo cual puede confundir, siendo el mismo material.

2.4 Especies de madera cultivables en Costa Rica

Dada la demanda que está generando la industria de la construcción, se ha tenido que cambiar la forma de obtener la madera, que ya no es procedente de bosques primarios sino de plantaciones forestales dedicadas a abastecer la demanda en el país ya sea para la construcción, elaboración de muebles, tarimas, entre otras.

De acuerdo con Moya, Muñoz, Salas, Berrocal, Leandro y Esquivel (2010):

En los últimos años la industria maderera se ha sometido a una inminente transformación, debido a que de manera paulatina ha dejado de recibir materia prima proveniente de bosques naturales para abrirle las puertas a la madera procedente de plantaciones forestales. Algunas maderas de plantaciones de Costa Rica son: Acacia, Jaúl, Pochote, Ciprés, Melina, Caoba, Teca, Amarillón, Surá y Cebo. (p. 10)

Actualmente, las maderas más utilizadas y producidas en nuestro país son la melina (*Gmelina arborea*) y la teca (*Tectona grandis*), esto según Serrano y Moya (2011, p.5). Pero dadas las necesidades de nuestro medio, siempre se da la importación de otras maderas, como es el caso del pino chileno, que es importado de Chile.

Con el aumento de la demanda de la madera, se ha tenido que destinar más terreno para ese fin, con lo cual no se busca destruir los bosques, sino reforestar lugares que tenían otro uso. Lo anterior es apoyado por Devia (2002):

El uso de la madera en la construcción permitiría ordenar un sistema de comercialización de la madera que no vaya en detrimento de los bosques, así mismo al generar demanda sobre esta, la madera tomaría valor y actividades como la reforestación y el manejo sostenible del bosque se desarrollarían más adecuadamente. (p. 5)

2.5 Maderas de utilización común

2.5.1 El pilón

El pilón al ser una especie nativa de nuestro país tiene muchas ventajas, como una mejor adaptación al clima y por características de crecimiento, se ha aumentado la demanda de este tipo de madera, dadas sus propiedades.

Según Abdelnour y Valverde (2011), “el pilón (*Hieronyma alchorneoides*, *Euphorbiaceae*) es una de las especies nativas maderables de Costa Rica mejor adaptadas a condiciones abiertas de plantación; por sus características de crecimiento y variedad de usos, la demanda por material de siembra se ha incrementado.” (p. 1)

Para efectos del sector constructivo, vale la pena conocer las especies más favorables en nuestro país, pues de esta manera se puede aumentar la producción de este tipo de recurso.

2.5.2 La melina

La melina es otra madera muy utilizada en plantaciones forestales por sus características de crecimiento rápido y su corteza lisa, lo cual la convierte en una de las más comunes en nuestro medio.

Según Gonzales y Serrano (2004):

Es un árbol de mediano a grande, deciduo, que en sitios buenos y en plantaciones bien manejadas tiene un fuste largo, recto y claro, con un mínimo de aguzamiento y una copa bien formada. Melina se reconoce como una especie maderable con un crecimiento extraordinariamente rápido. La corteza es lisa, corchosa y de color café claro o grisáceo. (p. 2)

Como se destaca en el párrafo anterior, el hecho de ser una madera de crecimiento rápido la hace adecuada y rentable para las plantaciones en comparación con otras especies más lentas.

2.6 Características físico mecánicas

2.6.1 Características del aserrado

Según Confemadera (s.f.), en los aserraderos se utiliza la clasificación visual de la madera aserrada ya que es una forma rápida de asignarle una clase determinada y de esa clasificación va a depender el uso que se le va a dar a ese material, que podría ser para uso estructural, embalaje, formaleta entre otros. Lo anterior porque cada uso requiere diferentes características entre las que están resistencia, durabilidad, trabajabilidad; asimismo, en función de esas características y de la clasificación que se le dio a la madera va a variar el precio.

La clasificación visual de madera aserrada no es la única, pues existen muchos factores que se pueden utilizar para clasificarla, algunos de ellos muy complejos, lo que los hace ineficientes, entre los que están las direcciones de las fibras o la cantidad de nudos en la superficie.

La madera al ser un material heterogéneo varía mucho entre cada especie de árbol, lo que afecta a la hora de procesarlo. Para evitar esos problemas hay que saber con cuál tipo de madera se va a trabajar para evitar inconvenientes en el aserrado, pues podría desaprovecharse el recurso.

Algunas consideraciones que aporta Bobadilla (2004), son:

Incluyen la evaluación de la presencia de sustancias extractivas (cristales, aceites esenciales, taninos, resinas, goma, entre otros), que pueden afectar el comportamiento de las maderas en los procesos de maquinado, terminación, impregnación y uso. También comprende el grado de combustibilidad que acusarán las maderas, en función de la existencia de sustancias que puedan retardar o favorecer la acción del fuego. (p. 50)

Las consideraciones anteriores son tendientes a realizar un mejor manejo del

recurso maderable y evitar pérdidas económicas.

2.6.2 Propiedades físicas

Las propiedades físicas van a depender del lugar donde crezca el árbol, pues el mismo tipo de especie al crecer en diferentes climas va a cambiar sus propiedades de contenido de humedad, la velocidad de crecimiento, entre otras.

Según Vargas (s.f.), “las propiedades de la madera dependen enormemente de las condiciones del terreno en que se desarrollan, de su edad, crecimiento, cantidad de humedad, y varían en las distintas partes del tronco que consideramos”. (p. 10)

Precisamente, el hecho de reconocer las propiedades de la madera permite realizar un adecuado uso del material, según sea la aplicación constructiva para la cual se requiera. Bobadilla (2004), aporta más sobre las propiedades físicas del material:

Comprenden las diferentes características derivadas de la estructura leñosa, como son el porcentual de celulosa, disposición de los elementos vasculares y contenido de agua. Los indicadores habituales son: el peso específico (que nos permite estimar dureza), porosidad (comportamiento a los esfuerzos mecánicos y probables condiciones de trabajabilidad), los índices de contracción y retractibilidad (indican la actitud frente al secado) y el grado de penetrabilidad de los líquidos (en vista a la posibilidad de impregnación para mejorar la durabilidad). (p. 50)

2.6.4 Propiedades mecánicas

Las propiedades mecánicas de la madera brindan un parámetro para conocer la forma en que se puede utilizar la madera según su resistencia y dimensionar adecuadamente, para Kiuru (s.f.), en cuanto a la propiedad de la fuerza de los materiales:

La fuerza expresada por unidad de área es conocida como esfuerzo.

Existen cuatro tipos fundamentales de esfuerzo a los que puede estar sometida una pieza de madera: esfuerzo de compresión, de tracción, de flexión y de corte o cizallamiento. Los factores que afectan el comportamiento mecánico de la madera son los nudos (vivos y muertos). (p. 2)

A la hora del diseño se deben tener en cuenta los esfuerzos indicados, para efectos de generar un uso correcto del material y que este pueda suplir las necesidades mecánicas requeridas.

En cuanto a las características de la madera, Natterer y Winter (s.f.), mencionan que:

Del análisis de las propiedades de la madera obtenemos que este material es apto para las estructuras portantes. La madera sobrepasa la mayor parte de los otros materiales desde el punto de vista de la relación peso/carga útil. Durabilidad: la madera es un material inflamable. Como criterio de durabilidad es importante tomar en consideración que las propiedades negativas de la madera pueden contrarrestarse con una concepción juiciosa (por ejemplo: tomar medidas de protección de la madera, constructiva y químicamente). (p. 2)

De lo anterior se desprenden las características principales de la madera en cuanto a su resistencia, además si bien tiene la vulnerabilidad a la combustión esta puede ser mitigada por medio de tratamientos adecuados.

2.7 Clasificación visual para uso estructural

La clasificación visual está relacionada con las características macroscópicas de un determinado material, un análisis visual permite tener una idea de qué aplicaciones se le pueden dar y la resistencia que se puede tener al enfrentar las cargas.

Ante esto, González (2014) indica que:

Es el método original y se basa en que las propiedades mecánicas de la madera estructural son diferentes a las de especímenes pequeños y libres de defectos. Los grados de resistencia se asignan mediante las siguientes características: nudos, dirección del grano, rajaduras, deterioro, densidad, duramen, albura y torceduras. El encargado de la clasificación revisa la pieza y le asigna un grado. (p.2)

De lo anterior se destacan los elementos que se revisan para efectos de otorgar un grado resistivo a una pieza en particular; dado que la madera no resulta un material homogéneo, como lo pueden ser otros materiales artificiales que se utilizan en la construcción, de allí la importancia de su previo análisis. De manera complementaria, Calleja (2013), argumenta que “la posibilidad de clasificar de forma correcta una determinada pieza de madera atendiendo a su resistencia puede suponer, no sólo el cambio de uso previsto para ella, sino aumentar de forma importante el valor de mercado del material.” (p. 1)

2.8 Aplicaciones de la madera

La aplicación de la madera es generalizada, en cuanto a las viviendas, relativo a esto Confemadera (2010) anota: “las aplicaciones estructurales entre las más comunes son las siguientes: cobertizos y naves de pequeñas luces o como soportes de pasarelas y pasos elevados, viguetas de piso, pilotes de cimentación, cercados, equipamiento de parques y jardines.” (p. 5)

2.9 Secciones rectangulares aserradas

Para Serrano (2006), “la madera aserrada se puede obtener tangente a los anillos de crecimiento, se obtiene madera conocida como de corte tangencial o plana, y madera cortada radialmente a los anillos, la cual es conocida como madera radial o cuarteada.” (p. 2)

Las piezas de maderas obtenidas por aserrado del árbol, comúnmente dan como resultado caras paralelas entre sí y cantos perpendiculares a las mismas. Con esas características son conocidas como madera aserrada, se trata de un tratamiento por medios mecánicos para asignarle formas a las piezas que permitan su uso en la construcción.

2.10 Dimensiones de la madera estructural

Según la norma de INTECO para madera estructural, se especifican las dimensiones mínimas con las que se debe cumplir con la madera.

	75 (3)	64	65	100 (4)	89	90
	89 (3-1/2)	76	78	125 (5)	114	117
	100 (4)	89	90	150 (6)	140	143
	112 (4-1/2)	102	103	200 (8)	184	190
				250 (10)	235	241
				300 (12)	286	292
				350 (14)	337	343
				400 (16)	387	394
Grandes dimensiones	≥125 (5)	.-13 mm	.-13 mm	≥125 (5)	.-13 mm	.-13 mm

Fuente: INTECO

Cuadro 1. Tamaños estándares nominales y mínimos para madera aserrada.

Tipo de sección	Espesor			Ancho		
	Nominal mm (pulg)	Mínimo cepillada (mm)		Nominal mm (pulg)	Mínimo cepillada (mm)	
		Seca	Verde		Seca	Verde
Tablas	19 (3/4)	16	17	50 (2)	38	40
	25 (1)	19	20	75 (3)	64	65
	32 (1-1/2)	25	26	100 (4)	89	90
	38 (1-1/2)	32	33	125 (5)	114	117
				150 (6)	140	143
				175 (7)	165	168
				200 (8)	184	190
				225 (9)	210	216
				250 (10)	235	241
				275 (11)	260	267
				300 (12)	286	292
				350 (14)	337	343
				400 (16)	387	394
Estructural	50 (2)	38	40	50 (2)	38	40
	60 (2-1/2)	51	52	75 (3)	64	65

CAPÍTULO III: MANUAL PARA EL MANTENIMIENTO DE LAS VIVIENDAS EN MADERA Y EL SECADO DE LA MADERA

3.1 Manual para el mantenimiento de casas de madera

Este manual pretende orientar al usuario y al personal encargado de las labores básicas de mantenimiento que se deberían ejecutar en una casa elaborada con madera, con el fin de alargar la vida útil de la edificación y conservando su valor, a la vez que se evitan problemas más graves que podrían ocurrir por falta de mantenimiento.

Este manual se perfila como un insumo de fácil consulta, fue desarrollado por medio de apartados específicos, los cuales son visibles desde el menú izquierdo, en los cuales el usuario podrá encontrar algunas soluciones o bien consejos para preservar la obra de la mejor manera.

3.1.1 ¿Qué es el mantenimiento?

Según el Centro de Transferencia Tecnológica de la Madera (2006): “el mantenimiento es una herramienta eficaz para mejorar aspectos operativos relevantes de un establecimiento, tales como funcionalidad, seguridad, confort, imagen corporativa, salubridad e higiene, además de lograr racionalizar los costos de operación.” (p. 6) Partiendo de lo anterior, se muestra la importancia de contar con un manual que

permita, tanto al usuario como al profesional en construcción, hacer labores básicas para alargar la vida útil de las casas elaboradas con madera.

3.1.2 Beneficios del mantenimiento

A continuación, se citan algunos beneficios que brinda el mantenimiento, lo cual permitirá visualizar la importancia del mismo.

- Se alarga la vida útil de los materiales.
- Se puede minimizar la devaluación de la construcción.
- Prevención de daños mayores por falta de mantenimiento.

En síntesis, realizar un mantenimiento cuando corresponde, hará que las reparaciones sean mucho más económicas, evitando posibles daños mayores, lo que contribuye a la preservación de la edificación.

3.1.3 Tipos de mantenimiento

Mantenimiento correctivo: se realiza en sitios en específico, partes, piezas, materiales y en general, elementos que constituyen la infraestructura o bien el deterioro a raíz del uso normal, agotamiento de su vida útil u otros factores externos. Lo anterior con el fin de mantener el buen funcionamiento de la estructura.

Según lo menciona el Centro de Transferencia Tecnológica de la Madera (2006):

Problemas recurrentes de la edificación en madera:

1. Humedad interior de los recintos
2. Humedad del subsuelo
3. Presencia de moho y hongos
4. Falta de ventilación interior
5. Filtraciones
6. Pisos que vibran y/o crujen
7. Infestación por insectos o plagas
8. Pudrición de piezas de madera.

De acuerdo con el Centro de Transferencia Tecnológica de la Madera (2006), todo mantenimiento preventivo debe contemplar la protección superficial de la madera, ya que es el elemento principal de estas construcciones y con proteger este elemento se evitan muchos problemas a futuro, ya sean por diversos factores tales como: humedad, ataque de insectos, hongos, entre otros factores que afectan este material. Lo anterior en busca de la conservación de la estética, preservar el valor de la edificación y aumentar la vida útil de los materiales.

El mantenimiento preventivo, muchas veces se hace de manera básica, con la ayuda de algún producto químico, ya sean barnices o pinturas, los cuales disminuyen varios de los problemas más comunes. Este tipo de mantenimiento resulta una labor de fácil implementación y constituye soluciones más económicas que las correctivas.

Para el Centro de Transferencia Tecnológica de la Madera (2006), el mantenimiento debe ser planificado de forma que se vayan corrigiendo los problemas en etapas tempranas, así se evitan gastos mayores en la reparación del daño. Existen dos tipos de mantenimiento: el preventivo y el correctivo, estos mantenimientos no aumentan el valor de la obra sino que ayudan a que no se deprecie con mayor rapidez la construcción.

El mantenimiento preventivo comprende las acciones de carácter constante y consecutivo en la vida útil del inmueble, lo que busca es prevenir daños mayores por falta de mantenimiento; con este tipo de acciones se busca reducir los costos económicos y tiempo para la reparación de daños en el inmueble.

3.2 Importancia del secado de la madera

El secado de la madera se define según Calderón (s.f.) como: “la práctica y técnica desarrollada para eliminar agua de la madera, sin que ésta se perjudique, hasta un punto tal, en que la misma se encuentre en equilibrio higroscópico con el medio ambiente en el cual será utilizada”. (p. 2)

Por otro lado, como lo indica Salas (s.f.):

La madera se comporta como una esponja, pero llega un momento en que se equilibra con el ambiente. Mientras la estabilidad llega, la madera se contrae o expande y se deforma lo que puede ir en contra de la funcionalidad del producto elaborado. (p.2)

Es muy importante que la madera utilizada tenga el menor contenido de humedad posible. El equilibrio de la madera va a depender de la zona donde esté ubicado el proyecto y del uso que se le va a dar.

También Córdoba (2005) reafirma lo importante que es el secado de la madera para las siguientes características:

- **Peso de la madera:** al realizar el secado, como se elimina la mayoría de humedad presente en la madera el peso se reduce significativamente.
- **Resistencia mecánica:** al estar seca la madera se tiene un aumento significativo en la resistencia comparada con la madera verde.
- **Pudrición y las manchas:** se evita gran parte de esos problemas al utilizar la madera seca con un contenido de humedad menor al 19%.
- **Tratamientos de preservación:** al utilizar la madera seca se tiene una mejor impregnación que la madera verde.

Existen diferentes métodos de secado de madera, entre los más comunes se tienen los que menciona Salas (s.f.):

1. Secado completo al aire libre (secado natural).
2. Secado al aire hasta cerca del punto de saturación de las fibras y completando el proceso en un horno (convencional).
3. Secado completo en cámaras de secado u hornos (convencional).
4. Secado en horno solar.

Como se puede ver, en los métodos anteriores, en su mayoría se requiere la adición de calor, esto permite la evaporación de la humedad del material.

Según Salas (s.f.), “el método a usar depende la especie de madera, espesor del material, la velocidad secado, y la degradación o daño permisible. Así como también del abastecimiento (producción) o de la demanda de madera seca.” (p.3)

3.2.1 Secado natural o al aire

El método más común de secado para la mayoría de las especies de maderas es al aire hasta obtener un contenido de humedad de 20 a 25 por ciento, seguido de eso se puede secar en horno, según los requisitos específicos que se necesiten para la madera.

El secado al aire es el método más común y económico para extraer grandes cantidades de agua de la madera aserrada. La madera secada al aire tiene una buena estabilidad dimensional, satisfactoria para muchas aplicaciones que requieren exposición a la intemperie, lo que no es muy eficiente de este método es el tiempo que se tarda para secar la madera, según como lo menciona LSU AgCenter (s.f.).

Como lo explica Salas (s.f.), la madera se expone a la acción de los factores climáticos de un lugar en específico y va a depender de tres factores muy importantes los cuales son: la temperatura, humedad relativa (HR) y el aire en movimiento.

Las ventajas de este método son:

- Bajo costo de la inversión inicial en equipo.
- Utilizado como sistema de presecado disminuye los costos del secado artificial.
- No requiere de personal altamente capacitado para el control del secado.

Limitaciones:

- La duración del proceso (madera 1” 45-60 días y madera 2” 60-90 días) e imposibilidad de contenido de humedad (CH) final baja (CH final \geq CHE).
- La uniformidad del secado no es tan buena.
- No es posible controlar parámetros como temperatura, humedad relativa, velocidad de circulación del aire, depende de las condiciones climáticas del lugar.
- La madera podría ser atacada por insectos y hongos (biodeterioro)
- Dependiendo de la demanda se requieren grandes inventarios en el patio.

Según lo menciona Salas (s.f.), estas son algunas de las ventajas y limitaciones del secado al aire y van a depender de lo que se requiera para decidir si se utiliza o se busca otro método más eficiente. A continuación, en la Figura 01 se muestra la forma en que se coloca la madera para el secado al aire, nótese que la distribución hace que exista separación entre cada pieza, el mínimo contacto con el suelo, a la vez que existe buena exposición al viento y a la luz solar.



Figura 01. Secado al aire
Fuente: Elaboración propia.

3.2.2 Secado al horno

El secado al horno consiste en que la madera es colocada dentro de una cámara, donde se controlan los siguientes factores: el flujo de aire, temperatura y humedad, los cuales se utilizan para realizar un secado tan rápido como pueda ser tolerado por la madera, sin producirle defectos como lo son grietas, pandeos, entre otros, esto de acuerdo con lo que menciona Nyle systems (s.f.).

Este es otro método que se utiliza para secar la madera y que al igual que el método anterior tiene sus ventajas y limitaciones.

A continuación, se muestran algunas ventajas y limitaciones de este método.

Según como lo menciona Salas (s.f.), las limitaciones de este método son:

- Alto costo de la inversión inicial en equipo, combustible, electricidad y supervisión.
- Dependiendo de la demanda se requieren secadores de gran capacidad (m³).
- Requiere de personal altamente capacitado para el control del secado.

Entre las ventajas, la misma autora señala que se tiene:

- Menor duración del proceso, se obtienen CH final bajos de acuerdo al uso final.
- Posibilidad de controlar parámetros como temperatura, HR, velocidad de circulación del aire, no depende de las condiciones climáticas.
- Más eficiencia en el proceso de secado, velocidad del secado es de 10 a 40 veces más rápido que el secado al aire.

En la siguiente figura se muestra el proceso de secado al horno y la forma en que se ubica la madera con el fin de que se permita la evaporación de la humedad.



Figura 02. Secado al horno
Fuente: Salas (s.f.)



Figura 03. Secado al horno
Fuente: Salas (s.f.)

3.2.3 Secado solar

El siguiente sistema tiene el mismo objetivo que los anteriores, solo que cambia la forma como se realiza el secado de la madera

siendo un sistema más eficiente en cuanto al gasto energético, ya que se utiliza la radiación solar para realizar el proceso.

Como lo menciona Salas (s.f.), este método se caracteriza de la siguiente manera:

- El calentado del cuarto se da por radiación solar
- Utilizadas en pequeña y mediana industria forestal
- Los ventiladores producen un flujo de aire estable que circula a través de la pila a 2 m/s. (p.3)

Entre las ventajas que presenta, la misma autora señala que se tiene:

- Menor duración del proceso, se obtienen CH final bajos de acuerdo al uso final.
- Posibilidad de controlar parámetros como velocidad de circulación del aire.
- Se tiene más eficiencia en el proceso de secado, velocidad del secado es de 2 a 30 veces más rápido que el secado al aire
- Bajo costo de inversión inicial
- Utilizado como sistema de presecado, disminuye los costos de secado artificial
- No requiere de personal altamente capacitado para el control del secado.
- Se le pueden hacer adaptaciones para hacer sistemas híbridos con calderas, hornillas o biodigestores.

Las desventajas según Salas (s.f.), son:

- Se controla parcialmente la humedad relativa y la temperatura.
- La duración del proceso (madera 1" 30-45 días) es mayor que en hornos convencionales.
- El control de la humedad de las piezas de madera es manual o de lo contrario el costo de operación se incrementa como en el caso del secado convencional.
- Hay una variación en el tiempo de secado según la estación en que se opere.

En la siguiente figura se muestra el secado por este tipo de metodología que aprovecha y concentra el calor por medio de la luz solar.



Figura 04. Secado solar
Fuente: Salas (s.f.)

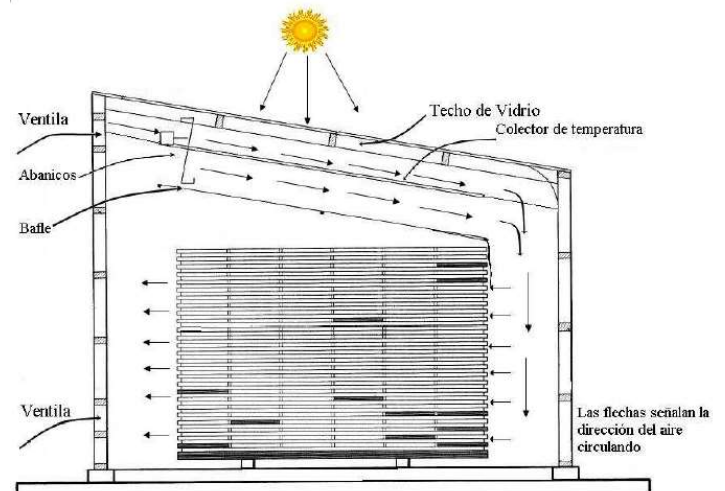


Figura 05. Secado solar
Fuente: Salas (s.f.)

3.2.4 Factores que influyen el proceso de secado

Factores internos: son los que no se pueden modificar:

- Especie de madera
- Contenido de humedad inicial
- Espesor

Factores externos: se pueden manejar en un proceso de secado:

- Temperatura
- Humedad relativa
- Velocidad de circulación de aire

3.2.5 Importancia del secado de la madera

Para garantizar una adecuada estabilidad dimensional, es de suma importancia secar la madera a un contenido de humedad que represente el promedio del lugar en donde ésta prestará servicio (Salas, s.f.).

Ventajas del secado

- Menor peso.
- Mejor encolado.
- Mejor acabado.
- Disminuir el ataque de hongos.
- Aumentar la resistencia mecánica de la madera (25%) respecto a la madera verde.
- Madera aceptada para exportación CH entre el 6-8%

3.3 Durabilidad y preservación de la madera

El deterioro es el resultado de diferentes factores que actúan conjuntamente, entre los que están los climáticos (lluvia, viento, radiación solar), los cuales inciden directamente en el deterioro. El agua es el factor principal para el desarrollo de diversos deterioros, como lo son hongos e insectos y produce lavado de preservantes de la madera. Los cambios de humedad y temperatura favorecen la aparición de grietas, que son las vías de entrada de microorganismos. La radiación solar afecta a la madera por la incidencia de rayos ultravioletas e infrarrojos que degradan la lignina causando decoloración y desfibrado (Laboratorio Tecnológico del Uruguay, s.f.).

A continuación, se muestran algunos de los factores que influyen en la protección de la madera:

1. Características anatómico-fisiológicas del leño.
2. La biología de los seres que pueden atacar ese leño (hongos, bacterias e insectos).
3. El clima característico de una región, en relación con esa biología
4. Manejo de la madera después de la corta en el bosque (descortezado o no, contacto del rollo con el suelo o no, almacenamiento en condiciones sanitarias correctas).

En la siguiente figura se muestra un esquema que explica este tipo de proceso, según Salas (s.f.):

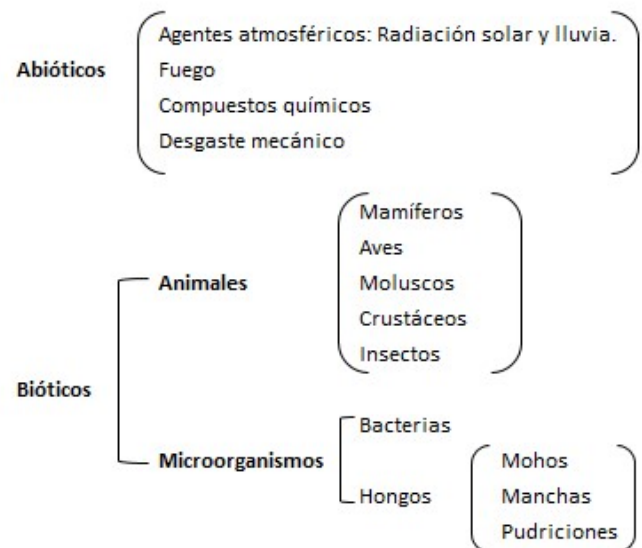


Figura 06: *Agentes de deterioro*
Fuente: Salas (s.f.)

3.3.1 Protección de la madera

La protección de la madera va ser en función de la especie elegida, en algunos casos podrían bastar medidas de tipo constructivo y en otros será necesario complementarlas con productos químicos.

Se puede decir que la protección de la madera puede ser del tipo no química y química. Según como lo indica Salas. (s.f.):

3.3.2 Protección no química

La protección por diseño constructivo o también llamada no química, consiste en

evitar utilizar sustancias químicas para la protección de la madera; más bien permite utilizar las propiedades de la madera, para reducir al máximo el efecto que tienen los agentes adversos a la madera como lo son la humedad, la radiación solar entre otros, al realizar un buen diseño arquitectónico que proteja la madera de la intemperie. Esto constituye un refuerzo adicional para la protección química y si está bien diseñada y planeada, se puede reducir en gran parte el uso de la protección química:

- Usando especies de madera durables.
- Regulación del contenido de humedad.

Las medidas preventivas de construcción. (Cruz de León, 2010).

La siguiente figura muestra los factores que influyen en la durabilidad natural.

FACTORES QUE INFLUYEN EN LA DURABILIDAD NATURAL



Figura 07: Factores que influyen en la durabilidad natural Fuente: Salas (s.f.)

3.4 Regulación del contenido de humedad

Según lo menciona Salas (s.f.): “La propiedad física de la madera que tiene relación directa con su durabilidad y la acción de algunos agentes degradadores es su: higroscopicidad. La humedad de la madera afecta las relaciones con los agentes xilófagos como los hongos, termitas que necesitan CH > 20-22%”. (p.8).

3.5 Los preservantes

Los preservantes son sustancias químicas que aplicadas en la madera protegen de la acción simple o combinada de los enemigos naturales, como microorganismos, hongos, bacterias o bien insectos. Para la elección del tipo de preservante se debe tener en cuenta el uso al que va a ser destinada la madera preservada, si va a estar en el interior o exterior de la vivienda, la vida útil que se requiere de ella y los aspectos económicos del tratamiento (Salas, s.f.)

Según Vaca de Fuentes (1998): “la preservación le otorga a la madera incrementar su vida útil, mediante procesos físico - químicos, de esta manera se incorporan al mercado nuevas especies maderables, aspecto que incide directamente en el desarrollo económico y social.” (p.1).

En el siguiente esquema se muestra cómo se pueden utilizar los tipos de preservantes, los cuales se clasifican en productos orgánicos e inorgánicos.

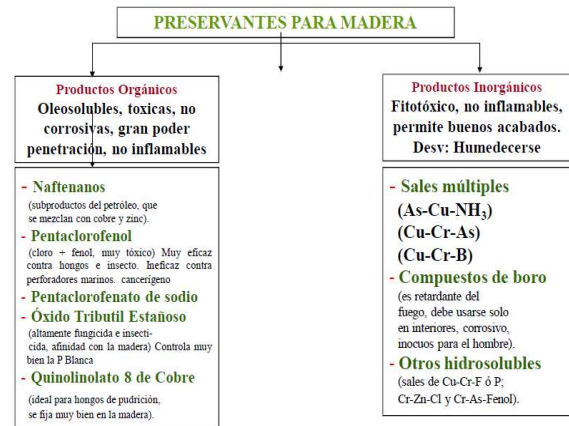


Figura 08: Preservantes para madera Fuente: Salas (s.f.)

Seguidamente, de acuerdo con Salas. (s.f.), se indican dos tipos de preservación, que puede ser sin presión y con presión, entre los cuales están aplicados con brocha, rodillos, aspersión o de inmersión y por último, los que se les aplica presión.

3.5.1 Preservación sin presión

Superficial por brocha, rodillos y aspersión

- $CH_{\text{madera}} < 20\%$ y sin recubrimientos (laca, barnices o corteza).
- Cubrir íntegramente la superficie de la madera.
- Debe usarse equipo de seguridad.
- Tratamientos temporales y deben repetirse anualmente.
- Uso está limitado a madera para interiores y exteriores con limitación.

Difusión (Inmersión –difusión)

- Se sumerge la madera en la solución preservante por no menos de un minuto.
- La superficie de la madera debe empaparse completamente.
- Posteriormente se apila la madera sin separación.
- Se cubre con un plástico por un tiempo que puede oscilar entre una y seis semanas dependiendo del espesor de la madera.
- Transcurrido ese tiempo se pone a secar la madera.

Tratamiento con presión

Se realiza en madera con humedad $< PSF$ en el que se hace penetrar el protector de manera forzada aplicando presión en un autoclave, cilindro metálico cerrado con diámetros de dos a tres metros y longitudes de hasta 45 metros.

3.6 Problemas frecuentes en la madera

Como materia prima, la madera es susceptible al deterioro; a continuación, se muestran los problemas más frecuentes en viviendas de madera.

Humedad interior de los recintos

Los principales problemas que afectan la madera según la Comisión Nacional Forestal (2010), son los siguientes: “los bióticos y los abióticos, entre los bióticos se encuentran principalmente los insectos, los hongos, las bacterias y las plantas; entre los abióticos, el

agua subterránea, la acción del sol y el efecto de la humedad.” (p. 25)

La humedad en los recintos se puede dar por numerosos factores, uno de los cuales es la condensación que se genera en el interior de la vivienda debido a diferentes actividades realizadas con frecuencia entre las cuales están:

- Aplanchado de ropa por largos periodos en lugares sin ventilación.
- Tender la ropa adentro de la casa.
- Aire acondicionado.
- Plantas adentro de la casa.
- Humedad en el suelo.
- Fugas en tuberías o desagües.

Algunos consejos para evitar estos problemas son:

- Tener una adecuada ventilación en la vivienda.
- Evitar colocar plantas que ocupen constantemente riego.
- Revisión constante de las tuberías, con el fin de detectar fugas en etapas tempranas.
- Impermeabilizar las paredes que estén expuestas a humedad.

3.6.1 Humedad del subsuelo

El Centro de Transferencia Tecnológica de la Madera (2006), indica que si la vivienda esta levantada del suelo, ya sea por fundación continua o pilotes, es necesario disponer de la ventilación que permita eliminar la humedad generada por la evaporación del suelo.

Deben existir aberturas mínimas de 10 x 20 cm por cada metro lineal. Si el suelo aún permanece húmedo después de implementar las aberturas, hay que aumentar su cantidad hasta que baje la humedad. Si los cimientos son sobre pilotes y no está cercada perimetralmente, hay que cubrir el suelo bajo el entramado horizontal con una lámina de polietileno, anclándola adecuadamente al terreno para evitar el desprendimiento de la lámina.

3.6.2 Presencia de moho

El moho es causado por varios tipos de hongos, se muestra como una película o bien un filamento y es uno de los signos típicos de la presencia de humedad, por lo cual se debe aplicar alguna de las soluciones anteriores, para evitarlo.

3.6.3 Falta de ventilación interior

La falta de un sistema de ventilación es un problema muy común en las viviendas, por lo general en el diseño se hacen ventanas con dicho propósito, pero el usuario las mantiene cerradas, por diversos factores como lo son: el ruido, la suciedad de exterior o por seguridad. Lo anterior afecta a las personas que habitan en la vivienda pues se acumula la humedad en el ambiente y no se está renovando constantemente el aire en las habitaciones.

Para evitar estos problemas muy frecuentes en los recintos de las viviendas es recomendable diseñar algún tipo de celosía en la parte superior, o alguna abertura con sistema de rejillas en la parte inferior de la vivienda, con el fin de aumentar la ventilación.

3.6.4 Filtraciones

Consisten en un ingreso no previsto de agua, por lo general del techo, algunas veces son difíciles de detectar en cuanto al lugar exacto de donde proviene el agua. Las filtraciones más comunes provienen del exterior, la mayoría se dan después de la lluvia y algunas de las causas más comunes son las siguientes:

Problemas en uniones de las láminas del techo, por algún tornillo faltante, algún elemento perdió su sello o soldadura, por algún elemento que se desvió de su posición inicial o bien por deformaciones en algún elemento del techo.

Por viento, con el cual la lluvia es arrastrada hacia el interior de la vivienda y puede entrar por alguna fisura o grieta de algún elemento de la vivienda.

3.6.5 Pisos que vibran

Los pisos con vibración, ocurren viviendas con fundación aislada o pilotes, algunas veces los pisos presentan alguna vibración al caminar por ellos. Los principales problemas por los cuales puede vibrar un piso fueron determinados por el Centro de Transferencia Tecnológica de la Madera (2006) y se pueden presentar por las siguientes causas:

- Las vigas principales del entramado del piso de madera tienen una luz o una sección inadecuada (mucho más grande o pequeña de lo previsto).
- Las vigas del entramado de piso están fracturadas.
- Las vigas del entramado de piso están contraídas.
- Existen fijaciones insuficientes o sueltas.
- Existencia de maderas infestadas por algún tipo de insecto, lo cual ha debilitado su resistencia mecánica y están próximas a colapsar.
- Los soportes de las vigas del entramado de piso son insuficientes o están sueltos.
- Pilotes de madera de la fundación sin impregnación enterrados en el suelo, los cuales pueden estar carcomidos o deteriorados por la humedad.
- Pilotes de madera de gran altura sin arriostamiento lateral (Según el Diccionario de Arquitectura y Construcción la definición de arriostamiento es la siguiente: "Estabilización que se realiza en un elemento estructural que es sometido a fuerzas laterales para reducir la longitud de pandeo").

3.6.6 Infestación por insectos

Sobre la infestación de insectos, el Centro de Transferencia Tecnológica de la Madera (2006), señala que la madera es un material orgánico, por lo cual la atacan insectos que se alimentan de ella. Para poder protegerla, es necesario conocer las características de la madera con la cual se está trabajando ya que varía mucho dependiendo de la especie, de esta manera se podría utilizar el producto más adecuado para protegerla.

Existen diversos factores que propician el ataque de insectos en la madera:

- La madera es una fuente alimenticia para los insectos.
- La temperatura de nuestro país (Costa Rica), al tratarse de un lugar con clima tropical, las temperaturas que tenemos propician que se reproduzcan los insectos que atacan la madera.
- Humedad de la madera, si es mayor al 20% tiene mayores probabilidades que la ataquen. Las construcciones en madera requieren de inspecciones periódicas, para evitar problemas mayores; para ello se sugiere:
- Inspección profesional por lo menos una vez al año, por personal especializado y calificado en el tema de la madera; así, si hay algún ataque a la madera se podrá controlar evitando problemas mayores y más costosos.
- Identificación de posibles rutas de entrada para los insectos y así poder poner algún tipo de barrera que impida el paso. En la siguiente figura se muestra un tipo de barrera que impide la subida de insectos a la madera.



Figura 09. Colocación de protección a las columnas de la vivienda para impedir el paso de los insectos.

Fuente: elaboración propia, tomada del proyecto en Batán, Limón de la empresa Montelimar

Otros consejos son:

- Eliminar restos de madera, cajas de cartón o cualquier material que contenga celulosa, existente en el jardín, patio o cercanías de la

vivienda, evitando así la llegada de insectos cerca de la casa.

- Reparación de filtraciones, goteras que se den en la vivienda, así se evita que la madera esté con humedad.
- Realización de control químico, que pueden ser de diferentes formas:
- Fumigación, con el fin de eliminar las termitas que han ingresado al interior de la construcción, pero tiene el problema de que no se eliminan las que están bajo el suelo.
- Aplicación directa al suelo de productos químicos, por la vía de perforaciones en el terreno cercano a la construcción.

Se utilizaron consejos del Centro de Transferencia Tecnológica de la Madera (2006).

3.6.7 Pudrición de la madera por presencia de hongos

Según lo menciona Vaca de Fuentes (1998), existen una gran cantidad de hongos que utilizan la madera como fuente de alimentación, los daños por estos organismos pueden originarse incluso cuando un árbol está de pie; los altos contenidos de humedad los previenen del ataque por hongos e insectos, pero cuando el árbol es derribado, comienza la pérdida del contenido de humedad en sus tejidos, por lo que las esporas de los hongos que circulan en el medio encuentran el sustrato apropiado para su germinación y su posterior penetración en el tejido leñoso.

Las preferencias alimenticias de los hongos son muy variadas, mientras unos desintegran las paredes celulares causando pudriciones, otros se alimentan de azúcares y almidones que forman parte del contenido celular y originan cambios de coloración en la madera

Para el desarrollo de los hongos se tienen que dar las siguientes condiciones:

- Humedad: tiene que ser alrededor de 30 – 50%
- Temperatura: necesitan una temperatura de alrededor de los 20° C
- Oxígeno: una cantidad adecuada de oxígeno.

- PH: las maderas presentan un valor cercano a 5, es decir en un medio ligeramente ácido.
- Alimento: la madera es el alimento de los hongos

La madera está conformada fundamentalmente por lignina y celulosa, que son muy apetecibles para los hongos de pudrición; a continuación, se mencionan dos tipos de pudrición importantes en la madera.

3.6.8 Pudrición Blanca

Los hongos responsables de este tipo de pudrición descomponen todos los elementos de la pared celular, entre ellos la lignina; la madera afectada pierde su color característico, se vuelve fibrosa y se parte con facilidad.

3.6.9 Pudrición Marrón o Parda

La madera que presenta este tipo de pudrición tiene la apariencia resquebrajada en sentido transversal a la fibra, se la conoce también como pudrición cúbica o rómbica, pierde peso afectando las propiedades físico - mecánicas.

Al desarrollarse estos hongos en la madera tienen serias repercusiones en las propiedades físicas y químicas entre los que están según Vaca de Fuentes (1998):

- Alteraciones de la composición química
- Disminución de peso
- Reducción de la resistencia
- Modificación del color natural
- Incremento de inflamabilidad
- Confiere mayor susceptibilidad al ataque de ciertos insectos

3.7 Soluciones a problemas frecuentes

A continuación, una serie de recomendaciones para el mantenimiento, estas fueron recabadas con base en la experiencia de expertos en el área.

Las recomendaciones generadas para la guía de mantenimiento fueron alimentadas por

medio del criterio de expertos en el área, para lo cual se aplicó un instrumento en línea y posteriormente se sistematizaron y clasificaron las respuestas.

3.7.1 Protección de la madera

¿Cuál producto es el más adecuado para proteger la madera que está en el exterior de una vivienda que está expuesta a la intemperie (lluvia al sol)?

En orden de importancia en cuanto a su efectividad, están los productos que se recomiendan para la protección a base de:

1. Látex
2. Aceite
3. Barniz transparente o preferiblemente entintado, este barniz siempre permite ver madera de fondo y protegerla de la radiación ultravioleta, pues el tinte y la resina como tal del barniz poseen absorbedores de los rayos UV.

En caso de presentar grietas grandes se debería usar masilla para taparlas y posteriormente hacer un lijado para afinar la superficie.

La madera exterior debe instalarse prepintada, debe tener al menos dos capas o manos de sellador (tapa poros) y luego al menos una capa de la pintura final; una vez instalada, se le da la otra mano para tapar algún corte o algún daño mecánico que se presente en el momento de instalación.

3.7.2 Conectores

Según lo definen Hempel, Poblete y Arredondo (s.f.), para ser conformados los sistemas estructurales requieren varios elementos de madera que van entrelazados entre sí, por lo tanto, se necesita acoplar elementos con diferentes ángulos para así poder lograr la construcción de la vivienda.

La mayoría de las uniones estructurales deben ser resueltas empleando conectores, según la relación de esfuerzos entre las piezas, deberá elegirse el sistema más adecuado, cuidando que las dimensiones de los elementos de transmisión sean las idóneas y generalmente, estos conectores son

fabricados en metal. Una posible clasificación de estos sistemas constructivos es considerando la forma en que se unen los elementos. Un ejemplo es el de la viga sobre columna, en este sistema las cargas se transmiten por simple apoyo de la viga sobre la columna.

3.7.3 Entramados horizontales

Antes de verificar la construcción, es adecuado tener claro cómo se construye un entramado y que elementos lo conforman, para saber si en la construcción se está realizando adecuadamente el proceso del entramado horizontal. Según lo define CORMA (s.f.): “se llama entramado a la disposición de piezas estructurales de madera que se combinan en diversas posiciones formando una trama, en este caso, horizontal” (p. 179). Existen diversos tipos de entramados, según su función son de piso, entrepiso, cielo.

Los elementos que constituyen el entramado horizontal son los siguientes:

- **Cadenetas:**

Elementos que son utilizados entre las vigas, permitiendo distribuir las cargas, evitando las deformaciones laterales, volcamientos y posibles alabeos de las vigas. Permiten además realizar un apoyo sólido para los tableros orientados perpendicularmente a la dirección de las vigas.

- **Crucetas:**

Son elementos rectos que se disponen en forma diagonal entre las vigas y que desempeñan la misma función de las cadenetas.

- **Riostras con piezas de madera:**

Piezas diagonales de dimensiones similares a la sección de las vigas, dispuestas entre las vigas y las cadenetas. Las diagonales se ubican en la plataforma, de preferencia en el perímetro, permitiendo asegurar una buena transmisión de las acciones horizontales (CORMA, s.f.).

Capítulo IV: Descripción de los manuales

4.1 Introducción

En esta sección se describe el proceso realizado para elaborar los manuales de mantenimiento e inspección, como uno de los productos finales de este trabajo de graduación; estos insumos son tendientes a convertirse en un producto de consulta. Se detallan los elementos utilizados, herramientas de internet y programas especializados para su utilización.

Luego de la descripción técnica de los manuales, se describe la naturaleza de los mismos, así como el proceso de validación seguido, lo cual permitió mejorar los materiales.

Ambos manuales fueron implementados por medio de la herramienta de www.wix.com editor de páginas web, el cual se describe y justifica a continuación.

Este servicio de páginas web provee una versión de visualización para PC's y otra para dispositivos móviles, de manera tal que se abre y muestra de la forma más adecuada. Por otro lado, es de edición, lo cual también permite actualizar fácilmente y en línea los contenidos, siendo un recurso flexible y dinámico.

En la Figura 10 se muestra la interfaz de edición de la página:

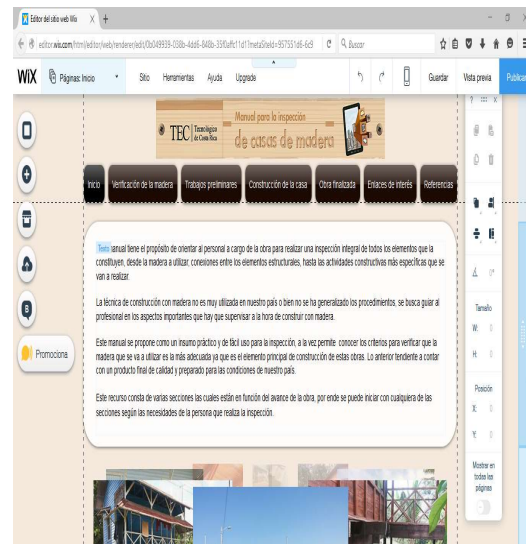


Figura 10: Interfaz de edición
Fuente: elaboración propia

La página provee una versión de visualización en dispositivo móvil, lo cual permite una forma óptima de uso, en la Figura 11 se muestra la comparación de una misma sección de los manuales abierta en un PC y en un teléfono inteligente. Dada la tendencia actual de uso de dispositivos como tabletas y teléfonos inteligentes, resultó muy valioso que la página se adapte y pueda ser visualizada sin ningún inconveniente.



Figura 11: comparación de la visualización de una página en la versión móvil.
Fuente: elaboración propia

4.2 Descripción del diseño

Se definió utilizar una página de portada que hiciera el enlace a ambos manuales y así proporcionar un solo enlace web. En la figura 12 se muestra la página de portada. La idea

del diseño es que refleje o ubique al usuario en el tema de los manuales y que exista armonía de color y textura en cada una de las páginas.



Figura 12: página de portada.
Fuente: elaboración propia

A partir de la portada, el usuario se dirige a ambos manuales, en las Figuras 13 y 14 se muestran ambos recursos.

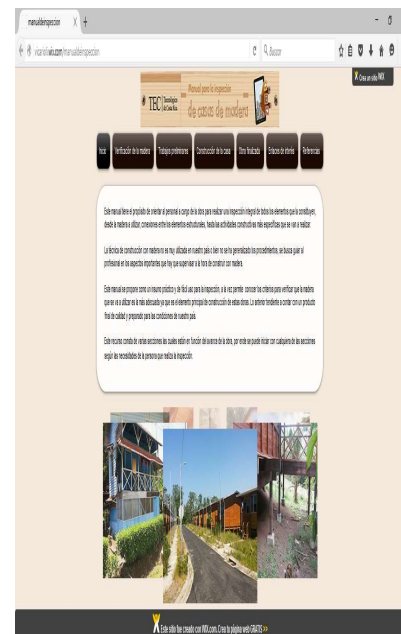


Figura 13: manual de inspección

Fuente: elaboración propia

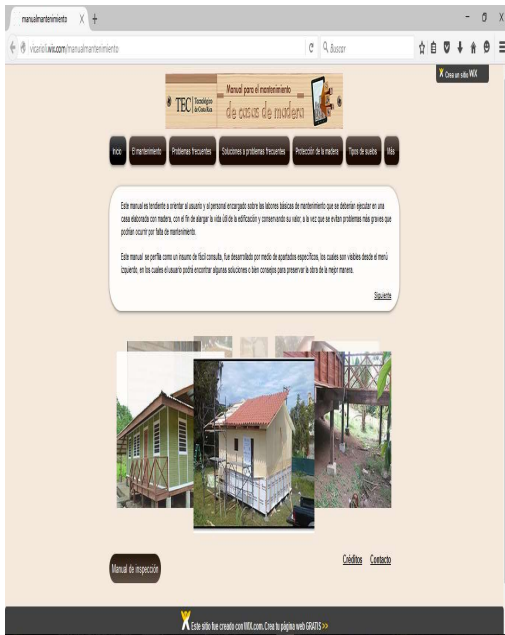


Figura 14: *manual de mantenimiento*
Fuente: elaboración propia

Ambos manuales contienen un menú superior de navegación que permite al usuario realizar una búsqueda por temática de manera sencilla y directa, el hecho de contar con menú hace que se realice una navegación no lineal; es decir, que el usuario pueda ingresar a la sección que desee en cualquier momento, o bien navegar en el orden de interés. En la Figura 15 se muestra la distribución de ambos menús.



Figura 15. *Se muestran ambos menús de los manuales.*
Fuente: elaboración propia

En los dos manuales se definió una sección de enlaces de interés que remite al usuario a recursos adicionales importantes para ampliar ciertos aspectos tratados en el contenido, la

idea de dicho apartado es complementar en algunas explicaciones dadas. En la Figura 16 se muestra dicha sección del manual de inspección.

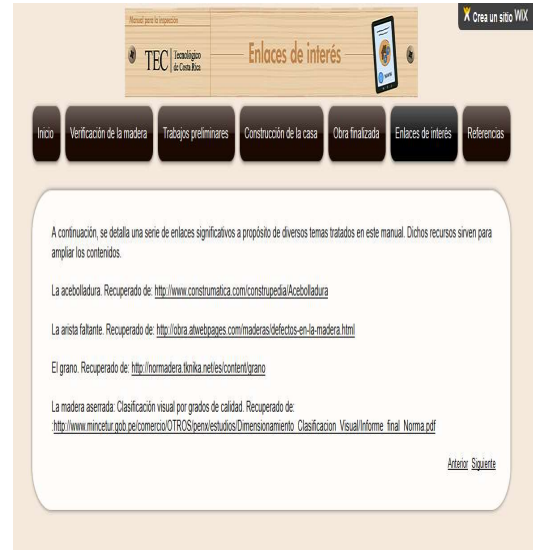


Figura 16: *sección de enlaces de interés del manual de inspección.*
Fuente: elaboración propia

Se consideró importante colocar una sección de contacto, que permita al usuario remitir un correo electrónico al autor de los manuales, lo cual podría ser provechoso para recomendaciones o indicaciones que surjan de su uso y que permitan una mejora continua de los manuales. En la Figura 17 se ilustra dicho apartado, cuyo vínculo permanece en la sección inferior izquierda, tanto de la portada, como de ambos manuales.

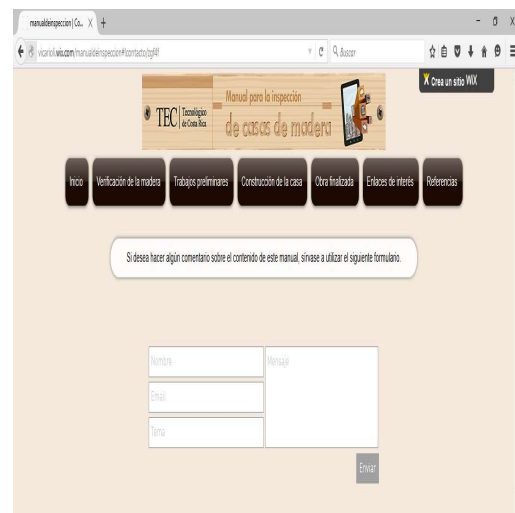


Figura 17: sección de contacto de los manuales.
Fuente: elaboración propia

Como característica importante está, la inclusión de formularios dentro del Manual de Inspección, estos con el fin de que el usuario haga la verificación en la obra, lo vaya completando en dicho espacio y se genere un respaldo de lo que se revisó, dado que la información completada es remitida de manera electrónica al correo que coloque el usuario. En la Figura 18 se muestra dicha funcionalidad.

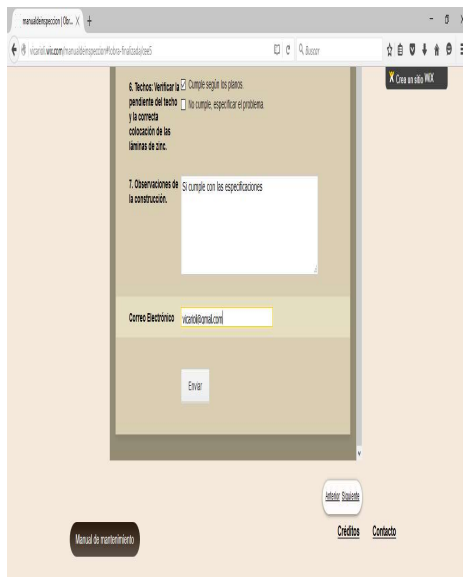


Figura 18: función para que se genere un respaldo de lo que se revisó y este sea remitido de manera electrónica.

Fuente: elaboración propia

Por otra parte, cada manual cuenta con una página de Referencias, donde se cita y se brinda el crédito a la información utilizada, como parte del respeto por los derechos de autor. A continuación, en la Figura 19 se muestra dicha sección del manual de mantenimiento.

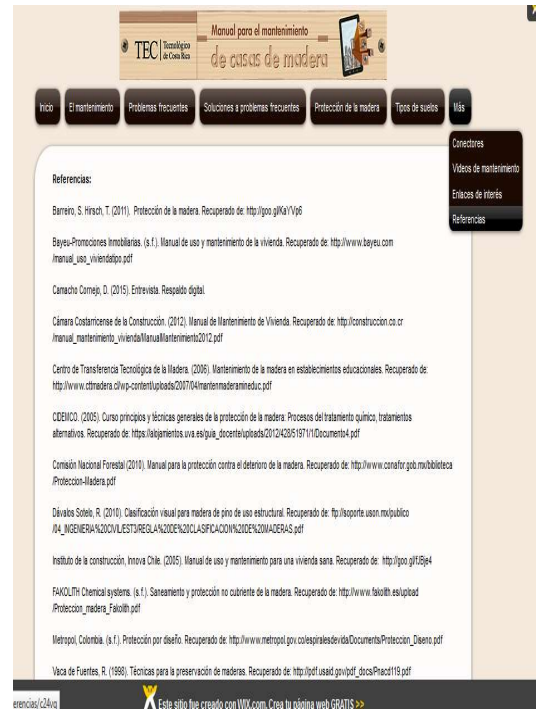


Figura 19: sección de referencias.
Fuente: elaboración propia

Finalmente, se incluyó un apartado de créditos donde se describe la naturaleza del material y el reconocimiento a los que contribuyeron con la elaboración del recurso. En la Figura 20 se ilustra la sección.

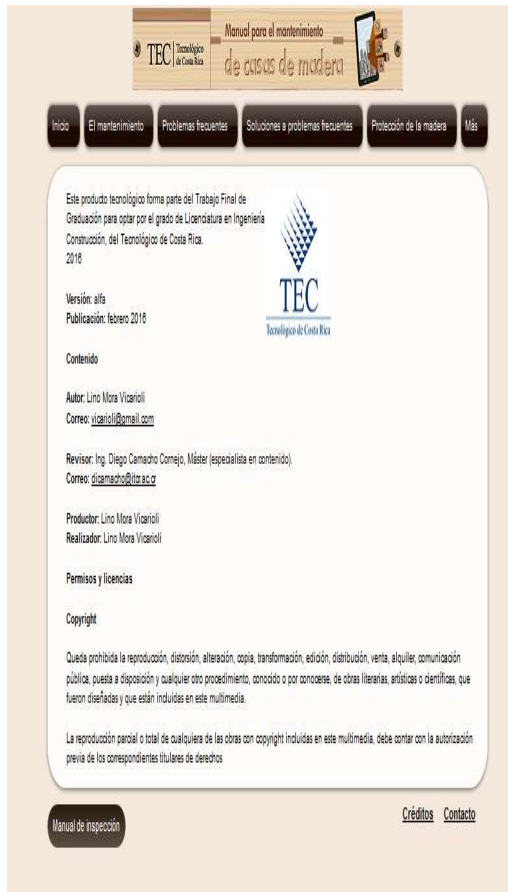


Figura 20: sección de créditos de los manuales
Fuente: elaboración propia

4.3 Describir el uso de la encuesta

<http://www.jotform.com/>,
problema y el porqué

Se utilizó la página web *Jotform* (es un servicio en línea para realizar formularios o encuestas, es parecido al que ofrece google pero con otras funciones que se adecuan más para este proyecto), para hacer los formularios del manual de inspección ya que esta página permite hacer los formularios de forma gratuita, sin límite de preguntas por formulario, como sucede en el caso de la página web 123contactform, que se utilizó al principio pero esta solo permite 10 preguntas por formulario y solo 5 formularios por usuario. En razón de lo anterior, era necesario tener varios usuarios para poder realizar todos los formularios del manual, lo cual hace el proceso más lento.

La función principal que se buscaba con este tipo de formularios, y con la cual cuentan las dos páginas antes mencionadas, era que generaran un respaldo de los formularios que se llenaron y si el usuario lo deseaba podía escribir el correo en el formulario, luego de lo cual le llegaba un documento con lo que llenó, para que le quedara respaldo de la inspección que hizo.

4.4 Manual de inspección

El manual elaborado tiene el propósito de orientar al personal a cargo de la obra para realizar una inspección integral de todos los elementos que la constituyen, desde la madera a utilizar, conexiones entre los elementos estructurales, hasta las actividades constructivas más específicas que se van a realizar.

La técnica de construcción con madera en nuestro país no es muy utilizada o bien no se han generalizado los procedimientos. Se busca guiar al profesional en los aspectos importantes que hay que supervisar a la hora de construir con madera.

Este manual se propone como un insumo práctico y de fácil uso para la inspección y dar a conocer los criterios para verificar que la madera que se va a utilizar es la más adecuada, ya que es el elemento principal de construcción de estas obras.

Todo lo anterior busca contar con un producto final de calidad y preparado para las condiciones de nuestro país.

Este manual consta de varias secciones las cuales están en función del avance de la obra, por ende se puede iniciar con cualquiera de las secciones según las necesidades de la persona que realiza la inspección.

Etapa inicial: Verificación de la madera a utilizar en el proyecto.

En esta sección se va a proceder a la verificación de la calidad de madera a

utilizar, esto se va a hacer implementando varias de las normas del Instituto de Normas Técnicas de Costa Rica (INTECO) para madera aserrada. Para el desarrollo de estos proyectos solo se va a permitir el uso de Madera Clase 1, ya que es para uso estructural y es el principal elemento de construcción. Se va a utilizar madera seca, con un contenido de humedad menor al 19%.

Se va a proponer un método para hacer el muestreo de la madera y verificar la calidad de la misma ya que no es factible aplicar el siguiente manual a todas las piezas a utilizar.

4.5 Manual de mantenimiento

Este manual tiene el propósito de orientar y aconsejar al usuario de la casa sobre el mantenimiento que le tiene que dar y si se le presenta algún problema saber cómo solucionarlo.

Se pretende darle una orientación al usuario respecto a cada cuánto hay que darle mantenimiento a la vivienda y así evitar problemas más grandes y que el valor de la casa se devalúe más rápido de lo normal.

Este manual trata varios problemas que son frecuentes en las viviendas de madera como lo son: humedad interior de

los recintos, falta de ventilación interior, pisos que vibran o crujen, infestación por insectos y uno de los más importantes, por ser el material principal de la vivienda, es la protección de la madera.

Este manual se fundamenta en información de otros países tales como Chile y México ya que esos países han desarrollado y utilizado mucho la madera, contrario a lo que ha sucedido en nuestro país donde se ha dejado de lado para utilizar otros materiales como el acero o el concreto.

4.6 Proceso de validación de los manuales

La validación de los manuales fue considerada un proceso primordial para efectos de pilotarlos con profesionales con experiencia en el área de acción de los mismos, conocer su percepción sobre el diseño y recomendaciones posibles, con el fin de revisar la pertinencia de los contenidos incluidos. Para esto se utilizó la herramienta de formularios de Google Drive, con la cual se envió a los consultados el enlace de los manuales y de los instrumentos, con los cuales se recabó información valiosa para la mejora de los mismos. En anexos se incluye el instrumento para evaluar ambos manuales.

CAPÍTULO V: VALIDACIÓN DE LOS MANUALES

En el siguiente apartado se explica la validación de los manuales de inspección y el de mantenimiento por medio de encuestas en línea y se realizó solo a expertos en el tema. El fin de la validación es mejorar el insumo final para saber si abarca todos los temas de interés o hay que mejorar ciertas áreas. Pero como los manuales se desarrollaron en línea, se pueden estar mejorando en cualquier momento.

5.1 Uso de encuesta en línea

Se utilizó la herramienta de Google Drive, conocida en su creación como Google Docs, que tiene la orientación de un sistema de almacenamiento en la nube. Entre las funcionalidades que tiene Google está la de Formularios, herramienta que permite la realización de encuestas en línea, estas fueron utilizadas para la valoración de ambos manuales y los resultados que generan los encuestados alimentan una base de datos.

5.2 Manual de mantenimiento

En esta sección se muestra el análisis realizado luego de la valoración y validación del manual de mantenimiento; este proceso permitió ver la opinión de profesionales en el área de ingeniería sobre aspectos de contenido, pertinencia y diseño del manual. En la siguiente figura se muestra la distribución por género, siendo más de las dos terceras partes hombres.

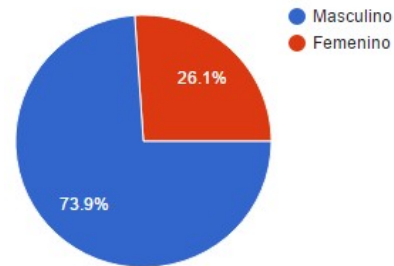


Figura 21: Distribución por sexo del manual de mantenimiento.

Fuente: elaboración propia.

En cuanto a la experiencia laboral, se muestra como casi la mitad de los consultados tienen más de 10 años de laborar en el área de ingeniería, esto resulta valioso por el criterio que están brindando.



Figura 22: Distribución de experiencia laboral del manual de mantenimiento.

Fuente: elaboración propia.

La población encuestada labora en su mayoría en el sector público, más del 40% de los mismos. Además, en orden de importancia se tiene el privado y el independiente.

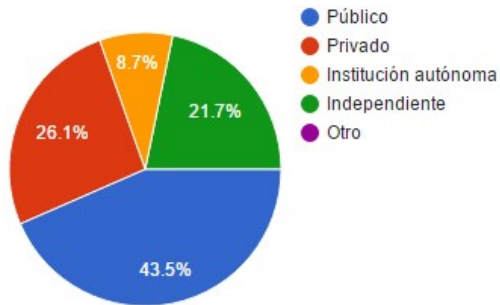


Figura 23: Distribución sobre el sector donde se desempeña
Fuente: elaboración propia.

Con respecto a los diferentes apartados del manual, se tiene una valoración general bastante positiva, siendo en la mayoría de casos de buena a muy buena, en particular destaca con la nota máxima la selección de apartados y la redacción.

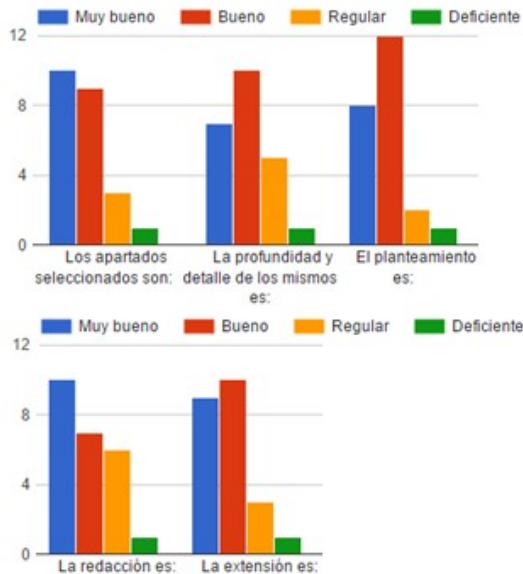


Figura 24: Respuestas sobre la pertinencia del manual de mantenimiento
Fuente: elaboración propia.

El diseño del manual fue un foco de gran atención para este trabajo, pues se buscó una forma dinámica de presentación, así también se prestó cuidado al diseño gráfico y armonía de colores. La usabilidad también fue un punto fuerte del manual por cuanto este puede visualizarse en diferentes dispositivos. En general, la valoración fue muy buena, se destaca en este caso el formato, visualización y diseño.

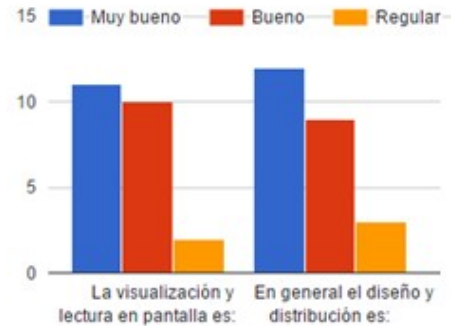
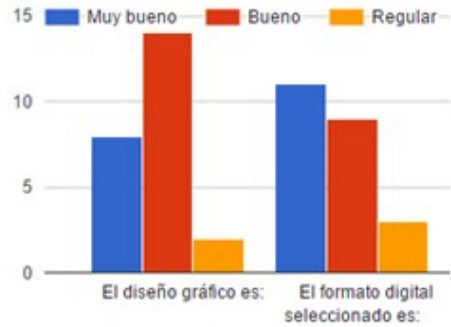


Figura 25: Respuestas sobre el diseño del manual mantenimiento
Fuente: elaboración propia.

La valoración del manual se muestra en la siguiente figura, donde se muestra que el 80,9% lo valora entre 7 y 10 de calificación, siendo mayoría por partes iguales las calificaciones de 7 y 10. Esto en general brinda un panorama positivo del trabajo realizado y la opinión de los profesionales al respecto.

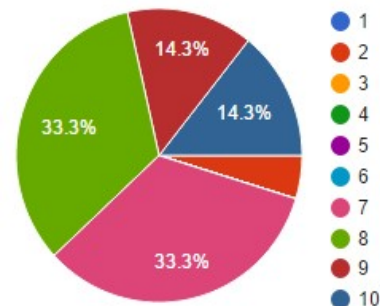


Figura 26: Respuestas de la valoración general del manual
Fuente: elaboración propia.

A continuación, los comentarios generales que fueron brindados por medio de la encuesta:

- Tanto la organización del manual, como la plataforma utilizada no me parecen las más adecuadas.

Adicionalmente, hacen falta signos de puntuación y en algunos casos especificar un poco más en las fotografías, debido a que el usuario debería tener a su disposición un poco más de información.

- Ya se la comenté en el formulario anterior, sobre la herramienta gráfica que le ayudaría mucho a su excelente investigación.

5.3 Manual de inspección

En esta sección se muestra el análisis realizado luego de la valoración y validación del manual de inspección, este proceso permitió ver la opinión de profesionales en el área de ingeniería sobre aspectos de contenido, pertinencia y diseño del manual. En la figura 27 se muestra la distribución por género, siendo más de las dos terceras partes hombres.

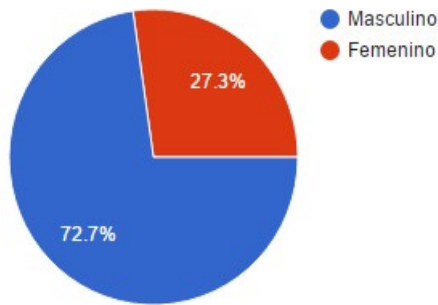


Figura 27: Distribución por sexo del manual de inspección.
Fuente: elaboración propia.

En cuanto a la experiencia laboral se muestra como la tercera parte de los consultados tiene más de 10 años de laborar en el área de ingeniería, esto resulta valioso por el criterio que están brindando.

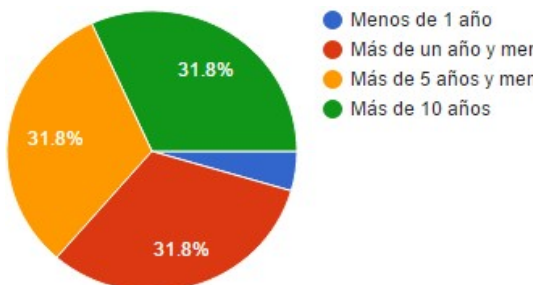


Figura 28: Distribución de experiencia laboral del manual de inspección.
Fuente: elaboración propia.

La población encuestada labora en su mayoría en el sector público, más del 40% de los mismos. Además, en orden de importancia, se tiene el privado y el independiente.

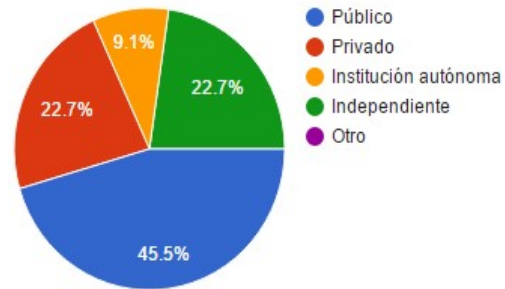


Figura 29: Distribución sobre el sector donde se desempeña
Fuente: elaboración propia.

Con respecto a los diferentes apartados del manual, se tiene una valoración general bastante positiva, siendo en la mayoría de casos de buena a muy buena, en particular destaca con la nota máxima la selección de apartados y la redacción.

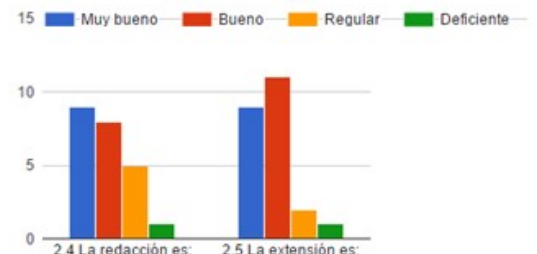
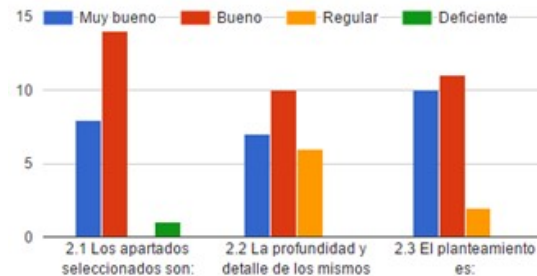


Figura 30: Respuestas sobre la pertinencia del manual de inspección.
Fuente: elaboración propia.

El diseño del manual fue un foco de gran atención para este trabajo, pues se buscó una forma dinámica de presentación, así también se prestó cuidado al diseño gráfico y armonía

de colores. La usabilidad también fue un punto fuerte del manual por cuanto este puede visualizarse en diferentes dispositivos. En general, la valoración fue muy buena, se destaca en este caso el formato, visualización y diseño.

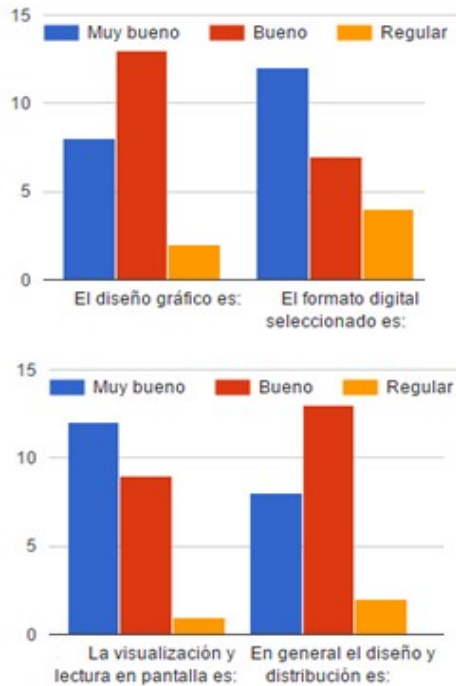


Figura 31: *Respuestas sobre el diseño del manual de inspección.*
Fuente: elaboración propia.

- Plataforma utilizada no es necesariamente la mejor para este tipo de trabajos.
- Muy buen trabajo, no se contaba con un insumo como este.

La valoración del manual se muestra en la siguiente figura, donde el 80,0% lo valora entre 7 y 10 de calificación, siendo mayoría por partes iguales las calificaciones de 7 y 10. Esto en general brinda un panorama positivo del trabajo realizado y la opinión de los profesionales al respecto.

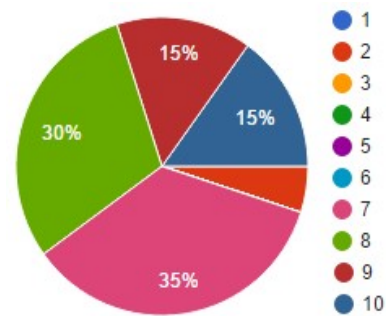


Figura 32: *Respuestas de la valoración general del manual*
Fuente: elaboración propia.

A continuación, los comentarios generales que fueron brindados por medio de la encuesta:

- La organización del manual no me parece del todo correcta.
- El trabajo es ambicioso y completo, con casi toda la información que debe tener. Pero, la herramienta de comunicación entre los constructores, es el dibujo, la representación gráfica de la obra.

5.4 Proceso de validación en el campo

Las siguientes fotografías muestran la construcción de la vivienda y la visita realizada al aserradero para el proceso de validación en el campo.



Figura 33: *Construcción de la vivienda*
Fuente: Elaboración propia



Figura 34: *Construcción de la vivienda*
Fuente: Elaboración propia



Figura 35: *Construcción de la vivienda*
Fuente: elaboración propia



Figura 36: *Materiales para la elaboración de la vivienda*
Fuente: elaboración propia



Figura 37: *Madera almacenada en el aserradero*
Fuente: Elaboración propia



Figura 38: *Madera almacenada en el aserradero*
Fuente: elaboración propia



Figura 39: Piezas de madera para la elaboración del piso
Fuente: elaboración propia

Se realizó una gira para validar el manual de inspección el 8 de abril del 2016, a la zona de Pérez Zeledón camino a Dominical, contiguo al colegio de Platanillo de Barú.

En esa oportunidad se visitó una construcción de una vivienda en madera de un área aproximada de 70 m², con el fin de validar un Manual para la inspección de viviendas en madera, el cual además de orientación y guía para la inspección contiene varios formularios para la inspección que se están realizando en la construcción, el cual se encuentra en la siguiente dirección: <http://vicarioli.wix.com/viviendasenmadera> y que se fue llenando desde un dispositivo móvil, dado que el diseño de dicho recurso electrónico brinda esta facilidad al usuario.

Se debe señalar también que el recurso permite generar un banco fotográfico de ciertos elementos de la obra, este y otros datos generados, son almacenados y enviados al encargado de la inspección de manera electrónica.

Después de la inspección de la obra, se realizó una visita a un aserradero en Pérez Zeledón, con el fin de evaluar la madera que se utiliza y además para verificar ciertos defectos que podría presentar. En la figura siguiente se muestra la ubicación del sitio de la obra.



Figura 40: Ubicación del proyecto visitado
Fuente: Google maps (<https://www.google.es/maps>)

La inspección de la vivienda en construcción, fue desarrollada llenando los formularios para cada sección de la inspección de la obra, dichos apartados se encuentran en el siguiente enlace: <http://vicarioli.wix.com/manualdeinspeccion>, al cual, como se indicó, se puede acceder desde cualquier dispositivo móvil ya sean tableta, teléfono inteligente o por medio de una computadora que cuente con acceso a internet. En la figura 41 se muestra cómo se va llenando la inspección con ayuda de los formularios por medio de un teléfono inteligente, cabe destacar que el recurso o formulario se adapta a la pantalla del dispositivo móvil utilizado, optimizando el tamaño y usabilidad de la página de manera automática.

Figura 41: Ejemplo de relleno de los formularios de inspección desde el teléfono inteligente
Fuente: Elaboración propia.

5.5 Resultados de la validación en campo

El proceso consistió en los reportes que se llenaron en el sitio de la obra y que se enviaron a un correo electrónico, como parte de la funcionalidad de la página, para que queden como respaldo de la inspección realizada. Cabe destacar que el día en que se efectuó la inspección ya estaba avanzada la obra, por lo cual se procedió a llenar con la actividad que estaban trabajando, los entramados verticales y de las actividades anteriores a esa, se revisaron los formularios para ver los aspectos que se podrían evaluar, aunque ya estaban realizados como por el ejemplo la evaluación del terreno donde se está realizando la obra.

En la figura 42 se observa el formulario de las características del proyecto, para el cual se completó lo que se pudo observar el día de la visita.

Figura 42: Formulario de las características del proyecto
Fuente: elaboración propia

En la figura 43 se muestra el formulario de la verificación de la madera, aunque, como se señaló, la obra ya estaba avanzada, por lo que se pudo verificar la madera que se tenía almacenada para la construcción la cual sí presentaba varios defectos que no son permitidos por la norma de INTECO. Este aspecto resultó valioso pues se pudo advertir de las imperfecciones del recurso a utilizar y que podían ir en detrimento de la calidad de la obra. Entre los aspectos que no se cumplieron están: el contenido de humedad, las grietas en la cabeza, aristas faltantes, entre otros.

Verificación de la madera	
1. El tipo de especie que se esta utilizando en el proyecto.	
2. Contenido de humedad (porcentaje de humedad)	Verde > 19%
3. Torcedura: Tiene que ser menor que 2 (mm/m lineal)	Cumple
4. Arqueadura: Tiene que ser menor que 4 (curvatura por cara mm/m lineal)	Cumple
5. Acanalado: Tiene que ser menor que 3, sin importar el ancho (mm)	Cumple
6. Encorvadura: Tiene que ser menor que 2 (curvatura por canto) (mm/m lineal)	Cumple
7. Agujero: Tiene que ser menor que 4 mm de diámetro.	Cumple
8. Bolsas de resina (aplicable en pino): Tienen que ser pequeñas (5 cm de longitud y 0,5 cm de ancho y con un máximo 1 por metro lineal)	Cumple
9. Grano inclinado (el característico de la especie no se tiene en cuenta): Tiene que ser con máximo de 1:12	Cumple
10. Grietas por cabeza (extremo): Tienen como longitud en cara menor que 20 mm	No cumple
11. Nudos: Tienen que ser únicamente sanos y máximo 5 por metro lineal.	Cumple
12. Taladro: Tienen que ser pequeños (1 mm de diámetro o menos y máximo 10 por metro lineal)	Cumple
13. Observaciones de la madera.	
Correo electrónico	vicarioli@gmail.com

Figura 43: *Formulario de Verificación de la madera*
Fuente: elaboración propia

En la siguiente figura se observa el formulario de conectores, el cual por la naturaleza del elemento que se supervisa, es muy puntual debido a que el principal objetivo es verificar si se utilizan conectores, y en tal caso, para la vivienda no estaban utilizando ningún tipo de conectores, todas las conexiones de elementos eran realizadas con clavos, siguiendo una técnica específica de construcción.

Conectores	
1. Se utiliza conectores para las uniones de los elementos estructurales.	
2. Qué tipos de conectores utiliza (material, fabricación)	
3. Observaciones de los conectores.	No se utilizan ningún tipo de conector, solo clavos lo que esta provocando muchas grietas en la madera.
Correo electrónico	vicarioli@gmail.com

Figura 44: *Formulario de Conectores*
Fuente: elaboración propia

En la figura 45 se muestra el formulario de inspección al sitio de construcción, el cual se llenó con la información de la visita a la obra, esta información es clave para el registro, pues de esta manera una obra va asociada a los elementos y resultados de la inspección.

Inspección al sitio de construcción	
1. Descripción del terreno donde se va a realizar la obra, si presenta alguna zona de riesgo como lo son:	
Observaciones del terreno	El terreno de la construcción no se observaron condiciones de riesgo como lo son pendientes inestables, deslizamiento.
2. Otros aspectos importantes a considerar:	
3. Se tiene estudio de suelos.	No
4. Tomar en cuenta suelos problemáticos:	
5. Observaciones de la inspección:	Se recomienda tener el estudio de suelos.
Correo electrónico	vicarioli@gmail.com

Figura 45: *Formulario de inspección al sitio de construcción*
Fuente: elaboración propia

En la figura 46 se observa el formulario de trabajos preliminares, el cual consta de actividades que se deberían realizar antes de empezar la construcción, estas tareas previas mejoran el inicio y el orden de las siguientes actividades. Entre los aspectos que la obra no cumplió están: el cerramiento de la construcción y una bodega adecuada para el almacenamiento de los materiales.

Trabajos preliminares	
1. Construcción de acceso a la obra y limpieza del terreno.	Cumple
2. Servicios complementarios. (Agua, luz)	Cumple
3. Carramientos: Demarcar los linderos de la obra.	No cumple
4. Bodegas para el almacenamiento de materiales: Verificar las estructuras temporales que sean adecuadas para que protejan los materiales de la intemperie.	No cumple
5. Ubicación de ejes y niveles básicos	
6. Drenajes y evacuación de aguas superficiales	
7. Nivelación del terreno	Cumple
8. Replanteo y trazo de las cimentaciones	
9. Observaciones de los trabajos preliminares.	Por el avance de la obra en el momento de la inspección no se observaron todas las obras previas pero se observó que no contaban con una bodega adecuada para el almacenamiento de los materiales.
Correo electrónico	vicarioli@gmail.com

Figura 46: *Formulario de trabajos preliminares*
Fuente: Elaboración propia

En la figura 47 se observa el formulario de entramado vertical el cual se compone de actividades concernientes a la elaboración de las paredes de la vivienda. El único aspecto que la obra no cumplió fue en su anclaje, lo que se pudo haber mejorado usando otro tipo de conexión que no fueran solamente clavos.

Entramado vertical	
1. Armado de tabiques	Cumple según planos.
2. Tiene arriostramiento por medio de diagonales	Cumple.
3. Anclaje del tabique a los cimientos	No cumple, especificar el problema.
4. Fijación de los tabiques	Cumple con las uniones establecidas.
5. Unión de los tabiques consecutivos.	Cumple con las uniones establecidas.
6. Fijación de los tableros de la pared.	
7. Observaciones de las paredes.	Se observó que para unión de todas las piezas solo se utilizaron clavos.
Correo electrónico	vicarioli@gmail.com

Figura 47: *Formulario de entramado vertical*
Fuente: elaboración propia

5.6 Análisis de resultados

Como se mostró anteriormente, en las figuras de la 42 a la 47, con los formularios que se completaron el día de la inspección, los cuales corresponden a actividades que no se estuvieron realizando el día de la visita, no se pudo llenar toda la información que se solicitaba, ya que no se contaba con los datos necesarios para realizar dicha inspección.

El formulario que corresponde a la actividad que se estaba realizando, el día de la inspección, correspondiente al entramado vertical (paredes), sí se pudo llenar de la forma correcta ya que se contaba con las herramientas e información necesaria para tal fin.

CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En la siguiente sección se muestran las conclusiones y recomendaciones obtenidas en el proceso de realización de este proyecto de graduación y el de la validación de los manuales por medio de expertos en el tema.

6.1 Conclusiones

A continuación, se presentan las conclusiones generadas a partir del Trabajo Final de Graduación, como parte de los diferentes objetivos planteados.

En Costa Rica no se tiene aún una profesionalización o experiencia para buenas prácticas en la construcción de viviendas en madera. Esto dada la falta de normativas y estándares de calidad para la materia prima y construcción en madera.

Diferentes elementos de la vivienda deben cumplir con lo especificado en los planos, entre estos están: los cimientos, paredes, elementos estructurales, piso, estructura de techo y cubierta, cielorraso, aleros y precintas, puertas y ventanas, instalaciones de sistemas, acabados y ventilación. Lo anterior para garantizar la calidad estructural de la vivienda.

En cuanto a las labores importantes para el mantenimiento de las viviendas en madera, se determinaron principalmente las siguientes: Aplicación de un producto de protección para el exterior o la intemperie (lluvia y sol). Para esto en orden de importancia en cuanto a su efectividad están los productos a base de: látex, aceite y barniz transparente o preferiblemente entintado, este barniz siempre permite ver madera de fondo y protegerla de la radiación ultravioleta, pues el tinte y la resina como tal del barniz tienen absorbedores de los rayos UV.

Con respecto al producto digital, el manual de inspección y mantenimiento y los diferentes apartados que los conforman, se tiene una valoración general bastante positiva, siendo en la mayoría de casos de buena a muy buena, esto los perfila como insumos útiles tanto para profesionales en el área, como para el público en general.

En cuanto al diseño del manual, este fue un foco de gran atención para este trabajo, pues se buscó una forma dinámica de presentación, así también se prestó cuidado al diseño gráfico y armonía de colores, textos e imágenes.

La usabilidad también fue un punto fuerte del manual por cuando este puede visualizarse en diferentes dispositivos móviles, lo cual permite un fácil uso, además que estos permiten el envío de datos en la inspección de la obra por medio de diferentes formularios, lo cual resulta muy valioso a nivel de registro.

Con la visita se observó que es muy importante realizar inspecciones, de manera muy constante, con el fin de detectar y corregir ciertas falencias en la obra, antes de que sea más complejo. En particular, por el tipo de construcción se avanza muy rápido y si pasan muchos días sin realizar la inspección, cuando se lleva a cabo se ve que no se pudieron verificar muchos procesos de construcción y no se determina si todo fue realizado de la mejor manera y si se procede a realizar algún cambio por posibles errores, la corrección o rectificación va a tener un valor económico más alto, ya que hay que quitar o remover más elementos, tal es el caso de si hay un problema con los cimientos y se siguió con la construcción del entrepiso.

6.2 Recomendaciones

Es adecuado contar con las características del diseño de cada vivienda para efectos de realizar un análisis estructural y así verificar la pertinencia de los elementos, uniones y material utilizado. En este caso, los manuales lo incluyen dada la variedad de sistemas constructivos.

Extender la validación de los manuales a una población más amplia de profesionales, esto se puede obtener con mayor tiempo y uso de los mismos. La realimentación adicional que se brinde permitirá la mejora continua del recurso.

Es recomendable antes de realizar la inspección, verificar que en la zona de la obra se cuente con acceso a internet ya que de lo contrario no se puede ingresar a la página

web, habría que llevar impreso el manual de inspección que se encuentra en el siguiente enlace:

<http://vicarioli.wix.com/manualdeinspeccion#!blank-6/se1qf>. Dichosamente nuestro país cuenta con gran cobertura celular y de datos móviles con los distintos proveedores.

Estudiar el tipo de sistema constructivo que se está utilizando y revisar los formularios, correspondientes a las actividades, para verificar si se ajustan al tipo de sistema constructivo elegido.

Saber cuál actividad se va estar realizando el día de la inspección o coordinar las actividades más críticas de la vivienda para poder realizar la inspección correspondiente.

Apéndices

1. Instrumentos utilizados

A continuación, los instrumentos utilizados para este trabajo, tanto de validación como los que generaron insumos de información.

1.1 Instrumento para evaluar el manual de inspección

El propósito de este instrumento es valorar la pertinencia de la inspección creada para los encargados de supervisar la construcción de casas elaboradas con madera, se pretende tener la opinión sobre la pertinencia de los apartados, extensión, nivel de profundidad y formato de elaboración. Toda la información brindada será de gran valor para la mejora del mismo.

Se agradece de antemano su colaboración

1. Preguntas administrativas

1.1 Sexo

Masculino

Femenino

1.2 Experiencia laboral

Menos de 1 año

Más de un año y menos de 5

Más de 5 años y menos de 10

Más de 10 años

1.3 Sobre el sector dónde se desempeña (puede todas las opciones que correspondan)

Público

Privado

Institución autónoma

Independiente

Otro

2. Preguntas sobre la pertinencia el manual de inspección

A continuación, se valorará algunas pautas sobre la pertinencia.

	Muy bueno	Bueno	Regular	Deficiente
2.1 Los apartados seleccionados son:				
2.2 La profundidad y detalle de los mismos es:				
2.3 El planteamiento es:				
2.4 La redacción es:				
2.5 La extensión es:				

3. Preguntas sobre el diseño del manual

	Muy bueno	Bueno	Regular	Deficiente
3.1 El diseño gráfico es:				
3.2 El formato digital seleccionado es:				
3.3 La visualización y lectura en pantalla es:				
3.4 En general el diseño y distribución es:				

4. Valoración general del manual

4.1 En la escala del 1 al 10, siendo 1 la calificación más baja y 10 la más alta, qué valoración general le otorgaría al manual.

4.2 Si tiene alguna sugerencia sobre algún contenido, apartado o ítem que se debe agregar al manual, sírvase a indicarlo en el siguiente espacio, de lo contrario, ya finalizó este instrumento.

¡Gracias por su colaboración!

1.2 Instrumento para evaluar el manual de mantenimiento

El propósito de este instrumento es valorar la pertinencia del manual de mantenimiento creado para usuarios de casas elaboradas con madera, se pretende tener la opinión sobre la pertinencia de los contenidos, extensión, nivel de profundidad y formato de elaboración. Toda la información brindada será de gran valor para la mejora del mismo.

Se agradece de antemano su colaboración

1. Preguntas administrativas

1.1 Sexo

Masculino

Femenino

1.2 Experiencia laboral

Menos de 1 año

Más de un año y menos de 5

Más de 5 años y menos de 10

Más de 10 años

1.3 Sobre el sector dónde se desempeña (puede todas las opciones que correspondan)

Público

Privado

Institución autónoma

Independiente

Otro

2. Preguntas sobre la pertinencia del manual

	Muy bueno	Bueno	Regular	Deficiente
2.1 Los contenidos seleccionados para el manual son: 2.2 La profundidad de los mismos es: 2.3 El planteamiento es adecuado para el usuario promedio: 2.4 La redacción de los contenidos es clara: 2.5 La extensión es adecuada				

3. Preguntas sobre el diseño del manual

	Muy bueno	Bueno	Regular	Deficiente
3.1 El diseño gráfico es: 3.2 El formato digital seleccionado es: 3.3 La visualización y lectura en pantalla es: 3.4 En general el diseño y distribución de los contenidos es:				

4. Valoración general del manual

4.1 En la escala del 1 al 10, siendo 1 la calificación más baja y 10 la más alta, qué valoración general le otorgaría al manual.

4.2 Si tiene alguna sugerencia sobre algún contenido que se debe agregar al manual, sírvase a indicarlo en el siguiente espacio, de lo contrario, ya finalizó este instrumento.

¡Gracias por su colaboración!

1.3 Recomendaciones para ciertos problemas con viviendas de madera

El propósito de este cuestionario es formar una base de recomendaciones importantes para efectos de la elaboración de un manual de mantenimiento para viviendas elaboradas con madera.

Toda la información brindada será de gran valor.

Nombre: _____

1. ¿Cuál producto es el más adecuado para proteger la madera que está en el exterior de una vivienda que este expuesta a la intemperie (lluvia al sol)? (barniz, pintura de latex, agua , aceite, u otro)
Recomendación:

2. ¿Cuál es el producto más adecuado para proteger la madera en el interior de una vivienda?
Recomendación:

3. ¿Cada cuánto se recomienda aplicarle estos productos a la madera? O algún deterioro particular que indique que es necesario aplicar el producto.
Recomendación:

4. ¿Antes de aplicar algún producto a la madera, como tiene que estar la madera para garantizar la mejor adherencia, absorción? (Por ejemplo: lijada, limpia, seca, o alguna otra condición importante)
Recomendación:

5. ¿Si alguna pieza de madera presenta hongos, cuál es el procedimiento a seguir o bien si es necesario aplicar algún producto?
Recomendación:

6. ¿Si la madera esta con presencia de insectos, qué se hace?
Recomendación:

7. ¿Las conexiones están con oxido ya sean clavos o tornillos?
Recomendación:

8. ¿Si las uniones se separan por el cambio de humedad en la madera?
Recomendación:

2. Figuras



Figura 48. *El contacto directo del concreto con la madera.*
Fuente: elaboración propia



Figura 49. *Falta de un adecuado sitio para almacenar la madera.*
Fuente: elaboración propia



Figura 50. *Mal almacenaje de la madera*
Fuente: elaboración propia



Figura 51. *Mal apoyo de los elementos*
Fuente: Elaboración propia

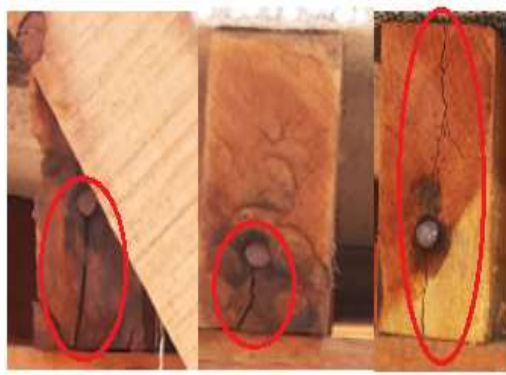


Figura 52. Mal apoyo de los elementos
Fuente: Elaboración propia

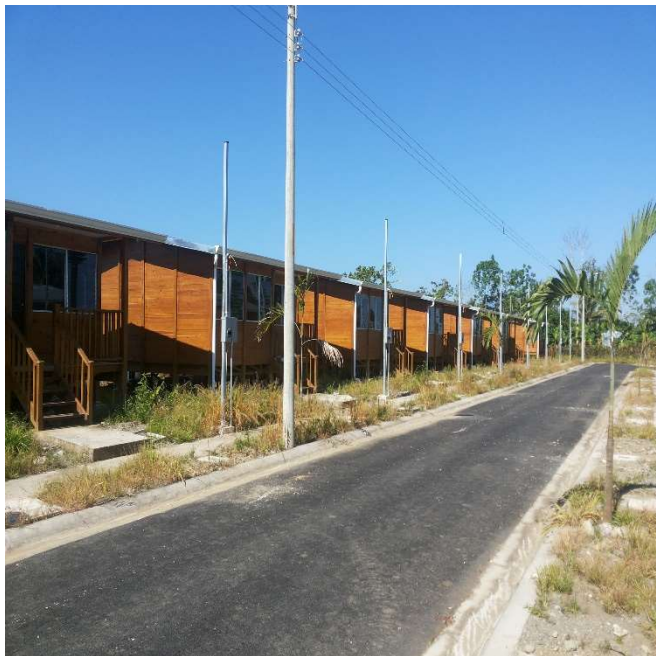


Figura 53, anexo: *Proyecto de interés social viviendas hechas con madera.*
Fuente: elaboración propia, proyecto en Batán, Limón. Empresa Montelimar



Figura 54, anexo: Casas sobre pilotes levantadas del suelo un aproximado de 0, 5 m
Fuente: elaboración propia proyecto en Batán, Limón. Empresa Montelimar



Figura 55, anexo: Se observa un problema de separación entre los paneles que forman la pared.
Fuente: elaboración propia proyecto en Batán, Limón. Empresa Montelimar



Figura 56, anexo: *Sistema de pilotes y las uniones entre las columnas de madera y los cimientos.*
Fuente: elaboración propia proyecto en Batán, Limón. Empresa Montelimar



Figura 57, anexo: *Sistema de entre piso de las viviendas y las uniones de las cerchas por medios de placas metálicas.*
Fuente: elaboración propia proyecto en Batán, Limón. Empresa Montelimar



Figura 58, anexo: *Columnas de pilón para la elaboración de casas.*
Fuente: elaboración propia de la empresa Ecocajas.



Figura 59, anexo: *Tablas para hacer las paredes.*
Fuente: elaboración propia empresa Ecocajas.



Figura 60, anexo: Vivienda elaborada con el sistema constructivo de la empresa Ecocajas.
Fuente: elaboración propia



Figura 61, anexo: Sistema de entre piso utilizado en la vivienda hecha con el sistema de la empresa Ecocajas.
Fuente: elaboración propia



Figura 62, anexo: *Vivienda elaborada con el sistema de la empresa Ecocajas.*
Fuente: elaboración propia



Figura 63, anexo: *Casa de la empresa Soluciones tropicales*
Fuente: elaboración propia, proyecto en Parrita de la empresa soluciones tropicales.



Figura 64, anexo: Casa de la empresa Soluciones tropicales
Fuente: elaboración propia



Figura 65, anexo: Viviendas en madera de la zona de Parrita
Fuente: elaboración propia



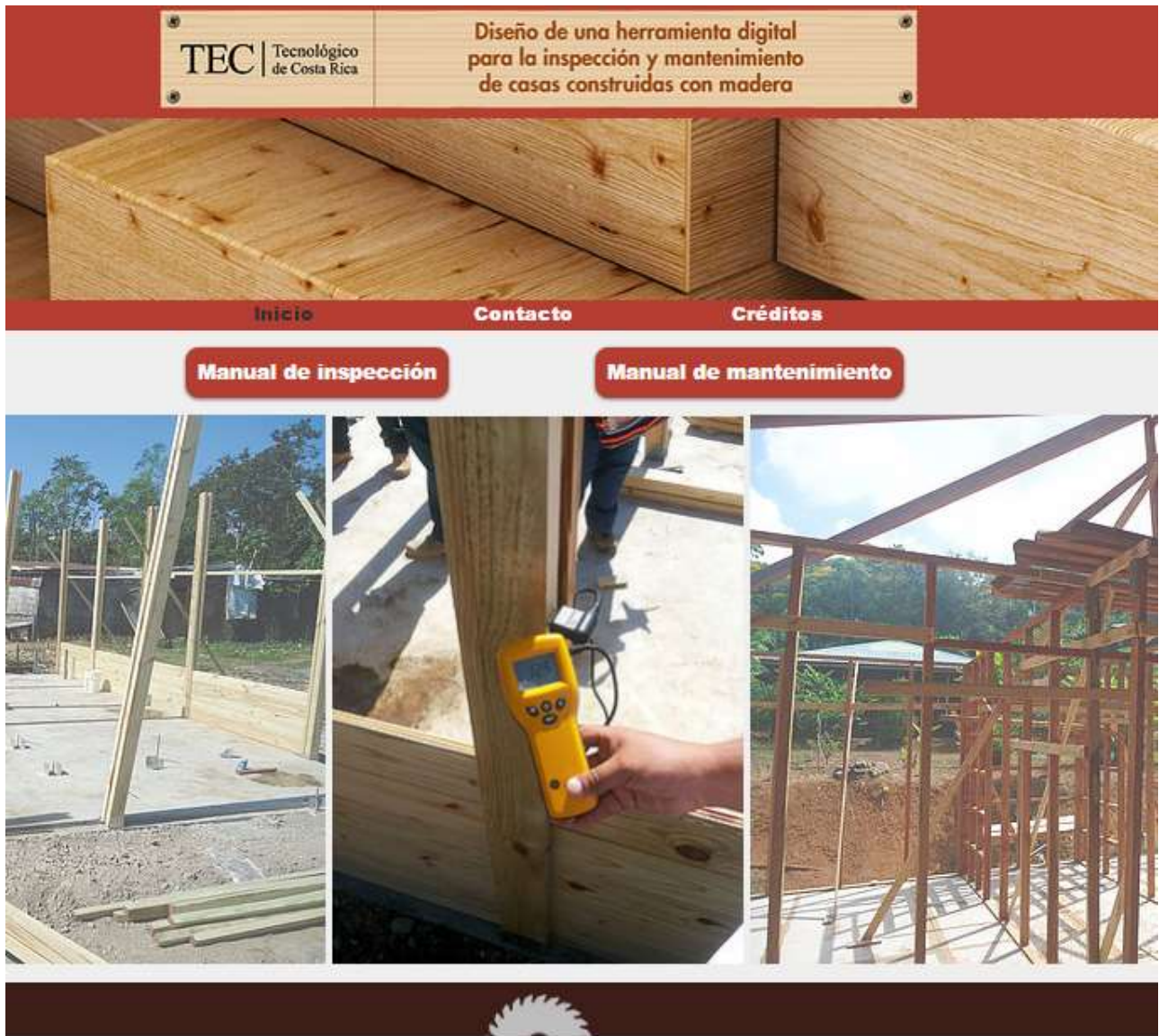
Figura 66, anexo: *Viviendas en madera de la zona de Parrita*
Fuente: elaboración propia



Figura 67, anexo: *Piezas demostrativas para la construcción de viviendas en madera de la empresa maderas Kodiak*
Fuente: elaboración propia

3. Imágenes capturadas de la Portada del proyecto de graduación en la web

Enlace directo: <http://vicarioli.wix.com/viviendasenmadera>



4. Imágenes capturadas del Manual de mantenimiento en la web

Enlace directo: <http://vicarioli.wix.com/manualmantenimiento>

TEC | Tecnológico de Costa Rica

Manual para el mantenimiento de casas de madera

Inicio Secado de la madera Durabilidad Problemas frecuentes Soluciones a problemas Protección de la madera Más

Este manual es tendiente a orientar al usuario y al personal encargado sobre las labores básicas de mantenimiento que se deberían ejecutar en una casa elaborada con madera, con el fin de alargar la vida útil de la edificación y conservando su valor, a la vez que se evitan problemas más graves que podrían ocurrir por falta de mantenimiento.

Este manual se perfila como un insumo de fácil consulta, fue desarrollado por medio de apartados específicos, los cuales son visibles desde el menú izquierdo, en los cuales el usuario podrá encontrar algunas soluciones o bien consejos para preservar la obra de la mejor manera.

[Siguiente](#)

Manual de inspección

[Créditos](#) [Contáctenos](#)



Inicio

Secado de la madera

Durabilidad

Problemas frecuentes

Soluciones a problemas

Protección de la madera

Más

¿Qué es el mantenimiento?

Según Centro de Transferencia Tecnológica de la Madera (2006): "el mantenimiento es una herramienta eficaz para mejorar aspectos operativos relevantes de un establecimiento, tales como funcionalidad, seguridad, confort, imagen corporativa, salubridad e higiene, además de lograr racionalizar los costos de operación." (p. 6)

De lo anterior la importancia de contar con un manual que permita, tanto al usuario como al profesional en construcción, hacer labores básicas para alargar la vida útil de las casas elaboradas con madera.

Beneficios del mantenimiento

A continuación algunos beneficios que otorga el mantenimiento, lo cual permitirá visualizar la importancia del mismo.

- Se alarga la vida útil de los materiales.
- Se puede minimizar la devaluación de la construcción.
- Prevención de daños mayores por falta de mantenimiento.

En síntesis, realizar un mantenimiento cuando corresponde, hará que las reparaciones sean mucho más económicas, evitando posibles daños mayores, lo que contribuye a la preservación de la edificación.

Tipos de mantenimiento

Mantenimiento correctivo: se realiza en sitios en específico, partes, piezas, materiales y en general, elementos que constituyen la infraestructura o bien el deterioro a raíz del uso normal, agotamiento de su vida útil u otros factores externos. Lo anterior con el fin de mantener el buen funcionamiento la estructura. Según como lo menciona el de Centro de Transferencia Tecnológica de la Madera (2006)

Problemas recurrentes de la edificación en madera

1. Humedad interior de los recintos
2. Humedad del subsuelo
3. Presencia de moho y hongos
4. Falta de ventilación interior
5. Filtraciones
6. Pisos que vibran y/o crujen
7. Infestación por insectos o plagas
8. Pudrición de piezas de madera

Según Centro de Transferencia Tecnológica de la Madera (2006), todo mantenimiento preventivo debe contemplar la protección superficial de la madera ya que es el elemento principal de estas construcciones y con proteger este elemento se evitan muchos problemas a futuro, ya sean por diversos factores tales como: humedad, ataque de insectos, hongos, entre otros factores que afectan este material. Lo anterior es tendiente a la conservación de la estética, preservar el valor de la edificación y aumentar la vida útil de los materiales.

El mantenimiento preventivo, muchas veces se hace de manera básica, con la ayuda de algún producto químico ya sean barnices o pinturas, los cuales disminuyen varios de los problemas más comunes. Este tipo de mantenimiento resulta una labor de fácil implementación y constituye soluciones más económicas que las correctivas.

Para el Centro de Transferencia Tecnológica de la Madera (2006), el mantenimiento debe ser planificado de forma que se vayan corrigiendo los problemas en etapas tempranas, así se evitan gastos mayores en la reparación del daño. Existen dos tipos de mantenimiento: el preventivo y el correctivo, estos mantenimientos no aumentan el valor de la obra sino ayudan a que no se deprecien con mayor rapidez la construcción.

El mantenimiento preventivo comprende las acciones de carácter constantes y consecutivas en la vida útil del inmueble, lo que busca es prevenir daños mayores por falta de mantenimiento, con este tipo de acciones se busca reducir los costos económicos y tiempo para la reparación de daños en el inmueble.

[Anterior](#) [Siguiente](#)

Manual de inspección

[Inicio](#)[Secado de la madera](#)[Durabilidad](#)[Problemas frecuentes](#)[Soluciones a problemas](#)[Protección de la madera](#)[Más](#)

Importancia del secado de la madera

El secado de la madera se define según Calderón (s.f.) como: "la práctica y técnica desarrollada para eliminar agua de la madera, sin que ésta se perjudique, hasta un punto tal, en que la misma se encuentre en equilibrio higroscópico con el medio ambiente en el cual será utilizada". (p. 2)

Por otro lado, como lo indica Salas (s.f.):

La madera se comporta como una esponja, pero llega un momento en que se equilibra con el ambiente. Mientras la estabilidad llega, la madera se contrae o expande y se deforma lo que puede ir en contra de la funcionalidad del producto elaborado.

Lo que es muy importante que la madera utilizada tenga el menor contenido de humedad posible. El equilibrio de la madera va a depender de la zona donde esté ubicado el proyecto y del uso que se le va a dar.

También Córdoba (2005) reafirma lo importante que es el secado de la madera para las siguientes características:

- Peso de la madera al realizar el secado, como se elimina la mayoría de humedad presente en la madera el peso se reduce significativamente.
- Resistencia mecánica al estar seca la madera se tiene un aumento significativo en la resistencia comparada con la madera verde.
- Pudrición y las manchas se evita gran parte de esos problemas al utilizar la madera seca con un contenido de humedad menor al 19 %.
- Tratamientos de preservación: Al utilizar la madera seca se tiene una mejor impregnación que la madera verde.

Existen diferentes métodos de secado de madera, entre los más comunes se tienen los que menciona Salas (s.f.)

- Secado completo al aire libre (secado natural).
- Secado al aire hasta cerca del punto de saturación de las fibras y completando el proceso en un horno (convencional).
- Secado completo en cámaras de secado u hornos (convencional).
- Secado en horno solar.

Como se nota de los métodos anteriores, en su mayoría se requiere la adición de calor, esto permite la evaporación de la humedad del material.

Según Salas (s.f.), "el método a usar depende la especie de madera, espesor del material, la velocidad secado, y la degradación o daño permisible. Así como también del abastecimiento (producción) o de la demanda de madera seca." (p.3)

[Anterior](#) [Siguiente](#)

Manual de inspección



Inicio

Secado de la madera

Durabilidad

Problemas frecuentes

Soluciones a problemas

Protección de la madera

Más

El mantenimiento

Secado natural o al aire

El método más común de secado para la mayoría de las especies de maderas es al aire hasta obtener un contenido de humedad de 20 a 25 por ciento, seguido de eso se puede secar en horno, según los requisitos específicos que se necesiten para la madera. El secado al aire es el método más común y económico para extraer grandes cantidades de agua de la madera aserrada. La madera secada al aire tiene una buena estabilidad dimensional satisfactoria para muchas aplicaciones que requieren exposición a la intemperie, lo que no es muy eficiente de este método es el tiempo que se tarda para secar la madera. Según como lo menciona LSU AgCenter (s.f.)

Como lo explica Salas (s.f.), la madera se expone a la acción de los factores climáticos de un lugar en específico y va a depender de tres factores muy importantes los cuales son: la temperatura, humedad relativa (HR) y el aire en movimiento.

Según Salas (s.f.) las ventajas de este método son:

- Bajo costo de la inversión inicial en equipo.
- Utilizado como sistema de pre-secado disminuye los costos del secado artificial.
- No requiere de personal altamente capacitado para el control del secado.

Limitaciones:

- La duración del proceso (madera 1" 45-60 días y madera 2" 60-90 días) e imposibilidad de contenido de humedad (CH) final bajos (CH final \geq CHE).
- La uniformidad del secado no es tan buena.
- No es posible controlar parámetros como temperatura, humedad relativa, velocidad de circulación del aire, depende de las condiciones climáticas del lugar.
- La madera podría ser atacada por insectos y hongos (biodeterioro)
- Dependiendo de la demanda se requieren grandes inventarios en el patio.

Según lo menciona Salas (s.f.) estas ventajas y limitaciones son algunas del secado al aire y van a depender de lo que se requiera para decidir si se utiliza o se busca otro método más eficiente. A continuación se muestra la forma en que se coloca la madera para el secado al aire, nótese que la distribución hace que exista separación entre cada pieza el mínimo contacto con el suelo, a la vez que existe buena exposición al viento y luz solar.



Figura 1. Secado al aire
Fuente: Elaboración propia

[Anterior](#) [Siguiente](#)

Manual de inspección



Inicio

Secado de la madera

Durabilidad

Problemas frecuentes

Soluciones a problemas

Protección de la madera

Más

Secado al horno

El secado al horno consiste en que la madera es colocada dentro de una cámara, donde se controlan los siguientes factores: el flujo de aire, temperatura y humedad, los cuales se utilizan para realizar un secado tan rápido como pueda ser tolerado por la madera, sin producirle defectos como lo son grietas, pandeos, entre otros, esto según lo menciona Nyle systems (s.f.).

Este es otro método que se utiliza para secar la madera igual que el método anterior tiene sus ventajas y limitaciones.

A continuación como lo menciona Salas (s.f.) se muestran algunas ventajas y limitaciones de este método.

Según como lo menciona Salas (s.f.) las limitaciones de este método son:

- Alto costo de la inversión inicial en equipo, combustible, electricidad y supervisión.
- Dependiendo de la demanda se requieren secadores de gran capacidad (m3).
- Requiere de personal altamente capacitado para el control del secado.

Entre las ventajas la misma autora señala que se tiene:

- Menor duración del proceso, se obtienen CH final bajos de acuerdo al uso final.
- Posibilidad de controlar parámetros como temperatura, HR, velocidad de circulación del aire, no depende de las condiciones climáticas.
- Más eficiencia en el proceso de secado, velocidad del secado es de 10 a 40 veces más rápido que el secado al aire.

En la siguiente figura se muestra el proceso de secado al horno y la forma en que se ubica la madera con el fin de que se permita la evaporación de la humedad.



Figura 2. Secado al horno
Fuente: Salas (s.f.)



Figura 3. Secado al horno
Fuente: Salas (s.f.)

[Anterior](#) [Siguiete](#)



Inicio

Secado de la madera

Durabilidad

Problemas frecuentes

Soluciones a problemas

Protección de la madera

Más

Secado Solar

El siguiente sistema tiene el mismo objetivo que los anteriores solo que cambia como se realiza el secado de la madera siendo un sistema más eficiente en cuanto al gasto energético ya se utiliza la radiación solar para realizar el proceso.

Como lo menciona Salas (s.f.), este método se caracteriza como:

- El calentado del cuarto se da por radiación solar
- Utilizadas en pequeña y mediana industria forestal
- Los ventiladores producen un flujo de aire estable que circula a través de la pila a 2 m/s. (p.3)

Entre las ventajas que presenta, la misma autora señala que se tiene:

- Menor duración del proceso, se obtienen CH final bajos de acuerdo al uso final.
- Posibilidad de controlar parámetros como velocidad de circulación del aire.
- Se tiene más eficiencia en el proceso de secado, velocidad del secado es de 2 a 30 veces más rápido que el secado al aire
- Bajo costo de inversión inicial
- Utilizado como sistema de presecado disminuye los costos de secado artificial
- No requiere de persona altamente capacitado para el control del secado.
- Se le pueden hacer adaptaciones para hacer sistemas híbridos con calderas, homillas o biodigestores.

Las desventajas según Salas (s.f.), son:

- Se controla parcialmente la humedad relativa y la temperatura.
- La duración del proceso (madera 1" 30-45 días) es mayor que en hornos convencionales.
- El control de la humedad de las piezas de madera es manual o de lo contrario el costo de operación se incrementa como en el caso del secado convencional.
- Hay una variación en el tiempo de secado según la estación en que se opere.

En la siguiente figura se muestra el secado por este tipo de metodología que aprovecha y concentra el calor por medio de la luz solar.



Figura 4. Secado Solar
Fuente: Salas (s.f.)

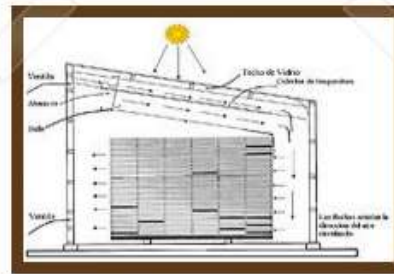


Figura 5. Secado Solar
Fuente: Salas (s.f.)

[Anterior](#) [Siguiente](#)

[Inicio](#)[Secado de la madera](#)[Durabilidad](#)[Problemas frecuentes](#)[Soluciones a problemas](#)[Protección de la madera](#)[Más](#)

Factores que influyen el proceso de secado

Factores internos: Son los que no se pueden modificar

- Especie de madera
- Contenido de humedad inicial
- Espesor

Factores externos: Se pueden manejar en un proceso de secado

- Temperatura
- Humedad relativa
- Velocidad de circulación de aire

Importancia del secado de la madera

Para garantizar una adecuada estabilidad dimensional, es de suma importancia secar la madera a un contenido de humedad que represente el promedio del lugar en donde ésta prestará servicio como lo menciona Salas (s.f.).

Ventajas del secado:

- Menor peso.
- Mejor encolado.
- Mejor acabado.
- Disminuir el ataque de hongos.
- Aumentar la resistencia mecánica de la madera (25%) respecto a la madera verde.
- Madera aceptada para exportación CH entre 6-8 %

[Anterior](#) [Siguiete](#)

[Manual de inspección](#)



- Inicio
- Secado de la madera
- Durabilidad
- Problemas frecuentes
- Soluciones a problemas
- Protección de la madera
- Más

Durabilidad y preservación de la madera

El deterioro es el resultado de diferentes factores que actúan conjuntamente, entre los que están los climáticos (lluvia, viento, radiación solar), los cuales inciden directamente en el deterioro. El agua es el factor principal para el desarrollo de diversos deterioros, como lo son hongos e insectos y produce lavado de preservantes de la madera. Los cambios de humedad y temperatura favorecen la aparición de grietas, que son las vías de entrada de microorganismos. La radiación solar afecta a la madera por la incidencia de rayos ultravioletas e infrarrojos que degradan la lignina causando decoloración y desfibrado, según como lo menciona el Laboratorio Tecnológico del Uruguay (s.f.).

En la siguiente sección se muestran algunos de los factores que influyen en la protección de la madera:

1. Características anatómico-fisiológicas del leño.
2. La biología de los seres que pueden atacar ese leño (hongos, bacterias e insectos).
3. El clima característico de una región, en relación con esa biología
4. Manejo de la madera después de la corta en el bosque (descortezado o no, contacto del rollo con el suelo o no, almacenamiento en condiciones sanitarias correctas).

En la siguiente figura se muestra un esquema que explica este tipo de proceso, según Salas (s.f.):



Figura 6. Agentes de deterioro
Fuente: Salas (s.f.)

[Anterior](#) [Siguiete](#)



Inicio

Secado de la madera

Durabilidad

Problemas frecuentes

Soluciones a problemas

Protección de la madera

Más

Los preservantes

Los preservantes son sustancias químicas que aplicadas en la madera protegen de la acción simple o combinada de los enemigos naturales como lo son microorganismo como pueden ser hongos, bacterias o de insectos. Para la elección del tipo de preservante se debe tener en cuenta el uso al que va a ser destinado la madera preservada si va a estar en el interior o exterior de la vivienda, la vida útil que se requiere de ella y los aspectos económicos del tratamiento como lo menciona Salas. (s.f.)

Como lo menciona Vaca de Fuentes (1998): "la preservación le otorga a la madera incrementar su vida útil, mediante procesos físico - químicos, de esta manera se incorporan al mercado nuevas especies maderables, aspecto que incide directamente en el desarrollo económico y social." (p.1).

En el siguiente esquema se muestra cómo los tipos de preservantes que se pueden utilizar, los cuales se clasifican en productos orgánicos e inorgánicos.

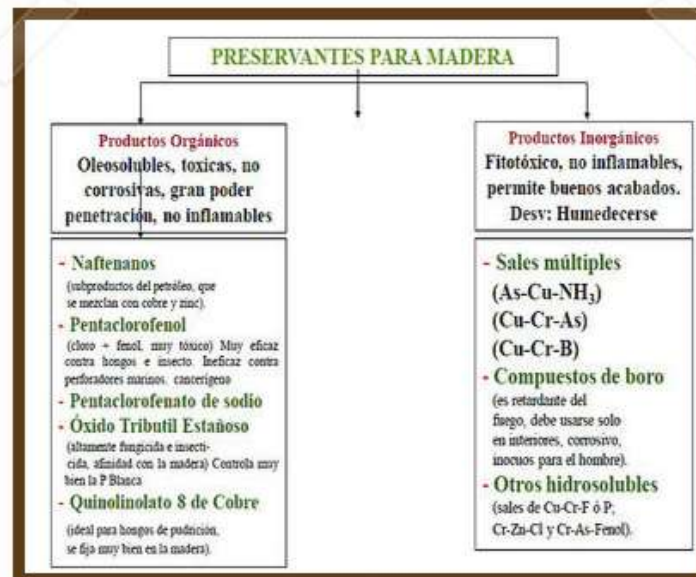


Figura 7. Preservantes para madera
Fuente: Salas (s.f.)

A continuación se mencionan dos tipos de preservación que puede ser sin presión y con presión entre los cuales están aplicados con brocha, rodillos, aspersion o de inmersión y por último los que se les aplica presión. Según como lo menciona Salas. (s.f.)

Preservación sin presión

Superficial por brocha, rodillos y aspersión

- CH madera < 20% y sin recubrimientos (laca, barnices o corteza).
- Cubrir íntegramente la superficie de la madera.
- Debe usarse equipo de seguridad.
- Tratamientos temporales y deben repetirse anualmente.
- Uso está limitado a madera para interiores y exteriores con limitación.

Difusión (Inmersión -difusión)

- Se sumerge la madera en la solución preservante por no menos de un minuto.
- La superficie de la madera debe empaparse completamente.
- Posteriormente se apila la madera sin separación.
- Se cubre con un plástico por un tiempo que puede oscilar entre 1 y 6 semanas dependiendo del espesor de la madera.
- Transcurrido ese tiempo se pone a secar la madera.

Tratamiento con presión

Se realiza en madera con humedad < PSF en el que se hace penetrar el protector de manera forzada aplicando presión en un autoclave, cilindro metálico cerrado con diámetros de 2 a 3m y longitudes de hasta 45 m.

[Anterior](#) [Sigiente](#)

Manual de inspección



Inicio

Secado de la madera

Durabilidad

Problemas frecuentes

Soluciones a problemas

Protección de la madera

Más

En la siguiente sección se muestran los problemas más frecuentes en viviendas de madera.

[Sigiente](#)



Manual de inspección

[Inicio](#)[Secado de la madera](#)[Durabilidad](#)[Problemas frecuentes](#)[Soluciones a problemas](#)[Protección de la madera](#)[Más](#)

Humedad interior de los recintos

Los principales problemas que afectan la madera según Comisión Nacional Forestal (2010), son los siguientes: "los bióticos y los abióticos, entre los bióticos se encuentran principalmente los insectos, los hongos, las bacterias y las plantas; entre los abióticos, el agua subterránea, la acción del sol y el efecto de la humedad." (p. 25)

La humedad en los recintos se puede dar por numerosos factores, uno de los cuales es la condensación que se genera en el interior de la vivienda debido a diferentes actividades realizadas con frecuencia entre las cuales están:

- Aplanchado de ropa por largos periodos en lugares sin ventilación.
- Tender la ropa adentro de la casa.
- Aire acondicionado.
- Plantas adentro de la casa.
- Humedad en el suelo.
- Fugas en tuberías, como lo son los desagües.

Algunos consejos para evitar estos problemas son:

- Tener una adecuada ventilación en la vivienda.
- Evitar colocar plantas que ocupen constantemente riego.
- Revisión constante de las tuberías, con el fin de detectar fugas en etapas tempranas.
- Impermeabilizar las paredes que estén expuestas a humedad.

[Anterior](#) [Siguiente](#)

Manual para el mantenimiento

TEC | Tecnológico de Costa Rica

Problemas frecuentes



[Inicio](#) [Secado de la madera](#) [Durabilidad](#) [Problemas frecuentes](#) [Soluciones a problemas](#) [Protección de la madera](#) [Más](#)

Humedad del subsuelo

Centro de Transferencia Tecnológica de la Madera (2006), si la vivienda esta levantada del suelo ya sea por fundación continua o pilotes, es necesario disponer de la ventilación que permita eliminar la humedad generada por la evaporación del suelo.

Deben existir aberturas mínimas de 10 x 20 cm por cada metro lineal. Si el suelo aún permanece húmedo después de implementar las aberturas, hay que aumentar su cantidad hasta que baje la humedad. Si los cimientos son sobre pilotes no está cercada perimetralmente, hay que cubrir el suelo bajo el entramado horizontal con una lámina de polietileno, anclándola adecuadamente al terreno para evitar el desprendimiento de la lámina.

[Anterior](#) [Siguiente](#)

[Manual de inspección](#)

Manual para el mantenimiento

TEC | Tecnológico de Costa Rica

Problemas frecuentes



[Inicio](#) [Secado de la madera](#) [Durabilidad](#) [Problemas frecuentes](#) [Soluciones a problemas](#) [Protección de la madera](#) [Más](#)

Presencia de moho

El moho es causado por varios tipos de hongos, resulta una película o bien un filamento, es uno de los signos típicos de la presencia de humedad, por lo cual se debe verificar alguna de las soluciones anteriores, para evitarlo.

[Anterior](#) [Siguiente](#)

[Manual de inspección](#)

Manual para el mantenimiento

TEC | Tecnológico de Costa Rica

Problemas frecuentes

Inicio Secado de la madera Durabilidad Problemas frecuentes Soluciones a problemas Protección de la madera Más

Falta de ventilación interior

La falta de un sistema de ventilación es un problema muy común en las viviendas, por lo general en el diseño se hacen ventanas con dicho propósito, pero el usuario las mantiene cerradas, por diversos factores como lo son: el ruido, la suciedad de exterior o por seguridad. Lo anterior afecta a las personas que habitan en la vivienda pues acumula la humedad en el ambiente y no se está renovando constantemente el aire en las habitaciones.

Para evitar estos problemas muy frecuentes en los recintos de las viviendas es recomendable diseñar algún tipo de celosía en la parte superior, o alguna abertura con sistema de rejillas en la parte inferior de la vivienda, con el fin de aumentar la ventilación. En la figura siguiente se muestran algunos tipos de rejillas que se tienen en el mercado.



Figura 1: Rejillas que se pueden utilizar en el sistema de ventilación.
Fuente: cepedastur

[Anterior](#) [Siguiente](#)

Manual de inspección

Manual para el mantenimiento

TEC | Tecnológico de Costa Rica

Problemas frecuentes

Inicio Secado de la madera Durabilidad Problemas frecuentes Soluciones a problemas Protección de la madera Más

Filtraciones

Consiste en un ingreso no previsto de agua, por lo general del techo, algunas veces, son difíciles de detectar, en cuanto al lugar exacto de donde proviene el agua. Las filtraciones más comunes proviene del exterior, la mayoría se dan después de la lluvia y algunas de las causas más comunes son las siguientes:

- Problemas en uniones de las láminas del techo, por algún tornillo faltante, algún elemento perdió su sello o soldadura, por algún elemento que se desvió de su posición inicial o bien por deformaciones en algún elemento del techo.
- Por viento, con el cual la lluvia es arrastrada hacia el interior de la vivienda y puede entrar por alguna fisura o grieta de algún elemento de la vivienda.

[Anterior](#) [Siguiente](#)

Manual de inspección

[Inicio](#)[Secado de la madera](#)[Durabilidad](#)[Problemas frecuentes](#)[Soluciones a problemas](#)[Protección de la madera](#)[Más](#)

Pisos que vibran

Los pisos con vibración, ocurren viviendas con fundación aislada o pilotes, algunas veces los pisos presentan alguna vibración al caminar por ellos. Este problema se puede presentar por las siguientes causas:

- Las vigas principales del entramado de piso de madera tienen una luz o una sección inadecuada (mucho más grande de lo previsto).
- Las vigas del entramado de piso están fracturadas.
- Las vigas del entramado de piso están contraídas.
- Existen fijaciones insuficientes o sueltas.
- Existencia de maderas infestadas por algún tipo de insecto, lo cual ha debilitado su resistencia mecánica y están próximas a colapsar.
- Los soportes de las vigas del entramado de piso son insuficientes o están sueltos.
- Pilotes de madera de la fundación sin impregnación enterrados en el suelo, los cuales pueden estar carcomidos o deteriorados por la humedad.
- Pilotes de madera de gran altura sin arriostramientos lateral (Según el Diccionario de Arquitectura y Construcción la definición es la siguiente: "Estabilización que se realiza en un elemento estructural que es sometido a fuerzas laterales para reducir la longitud de pandeo").

Los principales problemas por los cuales pueden vibrar un piso fueron determinados por el Centro de Transferencia Tecnológica de la Madera (2006).

[Anterior](#) [Siguiente](#)[Manual de inspección](#)



Inicio

Secado de la madera

Durabilidad

Problemas frecuentes

Soluciones a problemas

Protección de la madera

Más

Infestación por insectos

Sobre la infestación de insectos, el Centro de Transferencia Tecnológica de la Madera (2006), señala que, la madera es un material orgánico, por lo cual la atacan insectos que se alimentan de ella. Para poder protegerla, es necesario conocer las características de la madera con la cual se está trabajando ya que varía mucho dependiendo de la especie, de esta manera se podría utilizar el producto más adecuado para protegerla. Existen diversos factores que propician el ataque de insectos en la madera:

- La madera es una fuente alimenticia para los insectos.
- La temperatura de nuestro país (Costa Rica), al tratarse de un lugar con clima tropical, las temperaturas que tenemos propician que se reproduzcan los insectos que atacan la madera.
- Humedad de la madera, si es mayor al 20% tiene mayores probabilidades que la ataquen.

Las construcciones en madera requieren de inspecciones periódicas, para evitar problemas mayores, se sugiere:

- Inspección profesional por lo menos una vez al año, por personal especializados y calificados en el tema de la madera, para así si hay algún ataque a la madera poderlo controlar evitando problema mayores y más costosos.
- Identificación de posibles rutas de entrada para los insectos y así poder poner algún tipo de barrera que impida el paso. En la siguiente figura se muestra un tipo de barrera que impide la subida de insectos a la madera.



Figura 2. Colocación de protección a las columnas de la vivienda para impedir el paso de los insectos.
Fuente: elaboración propia, tomada del proyecto en Batán, Limón de la empresa Montelimar

Otros consejos son:

- Eliminar restos de madera, cajas de cartón o cualquier material que contenga celulosa existente en el jardín, patio, cercanías de la vivienda. Así evitando la llegada de insectos cerca de la casa.
- Reparación de filtraciones, goteras que se den en la vivienda, así se evita que la madera esté con humedad.
- Realización de control químico, pueden ser de diferentes formas:
 - Fumigación, con el fin de eliminar las termitas que han ingresado al interior de la construcción, pero tiene el problema de que no se eliminan las que están bajo el suelo.
 - Aplicación directa al suelo de productos químicos, por la vía de perforaciones en el terreno cercano a la construcción.

Se utilizaron consejos del Centro de Transferencia Tecnológica de la Madera (2006).

[Anterior](#) [Siguiendo](#)

Manual de inspección

Manual para el mantenimiento

TEC | Tecnológico de Costa Rica

Problemas frecuentes



Inicio

Secado de la madera

Durabilidad

Problemas frecuentes

Soluciones a problemas

Protección de la madera

Más

Pudrición de piezas de madera (por presencia de hongos)

Según como lo menciona Vaca de Fuentes (1998), existen una gran cantidad de hongos que utilizan a la madera como fuente de alimentación, los daños por estos organismos pueden originarse incluso cuando un árbol está de pie, los altos contenidos de humedad los previene del ataque por hongos e insectos, pero cuando el árbol es demibado, comienza la pérdida del contenido de humedad en sus tejidos, las esporas de los hongos que circulan en el medio encuentran el sustrato apropiado para su germinación y su posterior penetración en el tejido leñoso. Las preferencias alimenticias de los hongos son muy variadas, mientras unos desintegran las paredes celulares causando pudriciones, otros se alimentan de azúcares y almidones que forman parte del contenido celular y originan cambios de coloración en la madera.

Para el desarrollo de los hongos se tienen que dar las siguientes condiciones:

- Humedad: tiene que ser alrededor de 30 – 50%
- Temperatura: necesitan una temperatura de alrededor de los 20 ° C
- Oxígeno: una cantidad adecuada de oxígeno.
- PH: las maderas presentan un valor cercano a 5 es decir en un medio ligeramente ácido.
- Alimento: la madera es el alimento de los hongos

La madera está conformada fundamentalmente por lignina y celulosa, que son muy apetecibles para los hongos de pudrición a continuación se mencionan dos tipos de pudrición importantes en la madera.

Pudrición Blanca

Los hongos responsables de este tipo de pudrición descomponen todos los elementos de la pared celular, entre ellos la lignina, la madera afectada pierde su color característico, se vuelve fibrosa y se parte con facilidad.

Putridión Marrón o Parda

La madera que presenta este tipo de pudrición tiene la apariencia resquebrajada en sentido transversal a la fibra, se la conoce también como pudrición cúbica o rómbica, pierde peso afectando las propiedades físico - mecánicas. En la siguiente figura se muestra un ejemplo de dicha pudrición.



Figura 3, Tipo de pudrición parda en una pieza de madera.
Fuente: Dávalos Sotelo, R. (2010).

Al desarrollarse estos hongos en la madera tienen serias repercusiones en las propiedades físicas y químicas entre los que están:

- Alteraciones de la composición química
- Disminución de peso
- Reducción de la resistencia
- Modificación del color natural
- Incremento de inflamabilidad
- Confiere mayor susceptibilidad al ataque de ciertos insectos

Según como lo menciona Vaca de Fuentes (1998).

[Anterior](#) [Siguiente](#)

Manual para el mantenimiento

TEC | Tecnológico de Costa Rica

Soluciones a problemas frecuentes

Inicio Secado de la madera Durabilidad Problemas frecuentes Soluciones a problemas Protección de la madera Más

A continuación una serie de recomendaciones para el mantenimiento, estas fueron recabadas con base en la experiencia de expertos en el área.

Nota: Las recomendaciones generadas para la guía de mantenimiento fueron alimentadas por medio del criterio de expertos en el área, para lo cual se aplicó un instrumento en línea y posteriormente se sistematizaron y clasificaron las respuestas.

[Siguiente](#)



Manual de inspección

Manual para el mantenimiento

TEC | Tecnológico de Costa Rica

Soluciones a problemas frecuentes

Inicio Secado de la madera Durabilidad Problemas frecuentes Soluciones a problemas Protección de la madera Más

Producto es el más adecuado para proteger la madera que está en el exterior de una vivienda que está expuesta a la intemperie (lluvia al sol)

En orden de importancia en cuanto a su efectividad están los productos que se recomiendan para la protección está a base de:

1. Látex
2. Aceite
3. Bamiz transparente o preferiblemente entintado, este bamiz siempre permite ver madera de fondo y protegerla de la radiación ultravioleta, pues el tinte y la resina como tal del bamiz tienen absorbentes de los rayos UV.

En caso de presentar grietas grandes se debería usar masilla para tapanlas, posteriormente hacer un lijado para afinar la superficie.

La madera exterior debe instalarse pre-pintada, debe tener al menos dos capas o manos de sellador (tapa poros) y luego al menos una capa de la pintura final, una vez instalada se le da la otra mano para tapar algún corte o algún daño mecánico que se presente en el momento de instalación.

Para proteger la madera en el interior de una vivienda

Productos en base de agua, agregando impregnantes (funguicida, insecticida) en maderas que pueden ser atacadas por insectos y hongos.

Al interior la mayoría de los productos se comportan bien, en general conviene que la madera respire, en general se recomiendan productos que sean elásticos.

Piso del interior de la vivienda

El piso debe instalarse cepillado y de preferencia con una pasada de lija gruesa. Al momento de ponerse el acabado debe ligarse nuevamente y eliminar todo el polvo de lija. Para luego pasar la primera capa de acabado.

La primera lijada se hace con lija 80, pero entre manos las lijadas deben hacerse con lijas mayores a 160 y de preferencia 200. La lija entre manos es para que no haya repetición de superficie, si se hace con lija de grano grueso se vuelve a abrir el poro y se consume mucho acabado.

¿Cada cuánto se recomienda aplicarle estos productos a la madera?

Exterior

Esmalte sintético: En primera instancia se recomienda realizar un análisis visual pero al exterior sin protección de aleros un esmalte sintético de buena calidad con una exposición elevada puede llegar a durar 8 -10 años.

Látex: Los látex pueden durar hasta 15 años pero siempre hay que hacer mantenimiento de lavado y repinte por las impurezas del ambiente. Para trópico ese látex podría durar unos 5 años poco más si se le hace el mantenimiento preventivo.

Bamices: Con bamices los repintes se dan entre 1 y 3 años según el producto. Eso depende de la profundidad del alero y del tiempo de exposición al agua que los lava o de las horas de exposición al sol porque los podría resquebrajar.

Interior

En interior sin humedad puede durar hasta que el usuario se cansa y decida cambiar el color. Tal es caso con usuario normal en una casa de mampostería raramente mantiene un mismo color o pintura por muchos años seguidos.

Como aplicar algún producto a la madera, como tiene que estar la madera para garantizar la mejor adherencia, absorción

La preparación de superficie es fundamental para tener un excelente acabado y que el producto te de mejor rendimiento. La madera debe estar seca, al menos a contenido de humedad de equilibrio donde estará en servicio.

La madera siempre debe trabajarse en limpio y debe estar seca es un error a la hora de la construcción no preocuparse por el barro cuando están trabajando con madera. Debe asegurarse el ensamble de la casa en el verano (estación seca) o debe ponerse una lona o plástico superior durante el ensamblado cuando se sospeche lluvia o humedad por neblina.

Se usa cepillada y lijada una vez con grano grueso 80-100.

Se limpia en seco, se sopla o se aspira para quitar el polvo de lija.

Si se tiene que poner tapa porosa se pone, si se tiene que poner la primera capa de acabado se agrega.

Después de la primer mano de acabado se lija con grano fino mayor a 160 de preferencia 200, se limpia nuevamente en seco para eliminar polvo de lija si es necesario y posible se aspira (todo en seco), se aplica la siguiente mano.

La lija fina es para asegurar no repetición de superficie.

[Anterior](#) [Siguiente](#)

Manual de inspección



Inicio

Secado de la madera

Durabilidad

Problemas frecuentes

Soluciones a problemas

Protección de la madera

Más

Si alguna pieza de madera presenta hongos, cuál es el procedimiento a seguir

Si posee fácil acceso cambiarla, algo que en las casas de madera se puede hacer y en las de homigón no.

Para controlar hongo lo primero es que la madera utilizada tenga un contenido de humedad inferior al 19%.

Debería limpiar con agua y jabón (un trapo húmedo), luego aplicar algún producto fungicida, por ejemplo una solución de Boro al 10%, finalmente secar bien. Debe usar equipo de seguridad, mínimo guantes.

Si el problema persiste lo que indica es que hay problemas de humedad en el recinto, lo primero sería solucionar la humedad y ya después se trata el hongo.

Si la madera esta con presencia de insectos, qué se hace

Algunas maderas las sellan con resinas para ahogarlos, en otros casos se aplica un insecticida adecuado.

En casos que la pieza este muy invadida lo mejor es cambiarla y ver de dónde o como llegan los insectos para evitar sigan llegando.

Debe asegurarse que de origen se instala madera sana, sin ninguna presencia de insectos.

Se debe tomar en cuenta que la mayoría de ocasiones es más barato eliminar toda la madera que se encuentre alrededor de ese o esos elementos invadidos por alguna plaga y poner madera tratada con un método de vacío y presión.

[Anterior](#) [Siguiente](#)

Manual de inspección



Inicio

Secado de la madera

Durabilidad

Problemas frecuentes

Soluciones a problemas

Protección de la madera

Más

Las conexiones están con óxido ya sean clavos o tornillos

La oxidación se puede combatir utilizando elementos fijadores de acero inoxidable pero por su costo no son muy utilizados en el país, además ciertos extractivos de ciertas maderas pueden producir oxidación.

Otra alternativa es utilizar clavos y tornillos galvanizados, tratamiento que evita el óxido, o bien aplicar un producto anticorrosivo.

Si las uniones se separan por el cambio de humedad en la madera

La madera por su naturaleza se mueve si esta separación está dentro de los rangos aceptables no sería problema.

Ver si se pueden unir de nuevo, ojalá en el momento que la madera este más seca. Un buen sistema constructivo debería considerar las cualidades del material, y saber sobre la expansión y contracción que tiene.

La madera debe ser instalada con una humedad inferior al 19%. Pero en ciertos ambientes si la madera fue instalada con un CH mayor o uno en donde la humedad en equilibrio es mucho menor a 19% de fijo las separaciones se van a manifestar pasados unos 6 meses (a veces antes) de instalación.

Si se separan lo que se tiene es un problema de fabricación de la junta que se hizo; partiendo de que se está trabajando con madera que está a un contenido de humedad de equilibrio, pues los cambios dimensionales no serán muy significativos. Muchas juntas eventualmente se pueden abrir o separar un poco, principalmente al tipo de plano de corte que tenga la madera (corte tangencial o corte radial), dado que estos tienen porcentajes de contracción muy diferentes.

Eso se debe a que la madera se colocó en obra con un contenido de humedad no muy adecuado para contenido de humedad de equilibrio del lugar en donde la madera presta servicio.

[Anterior](#) [Siguiente](#)

Manual de inspección



Inicio

Secado de la madera

Durabilidad

Problemas frecuentes

Soluciones a problemas

Protección de la madera

Más

Protección de la madera

En la siguiente sección se explican los diferentes métodos de protección de la madera, entre los que figuran, la aplicación de productos como pintura, barnices o planificarlo desde el diseño al dejar aleros de mayor longitud entre otras consideraciones.

La protección de la madera va estar en función de la especie elegida, en algunos casos podrían bastar medidas de tipo constructivo y en otros será necesario complementarlas con productos químicos.

Se puede decir que la protección de la madera puede ser del tipo no química y química. Según como lo indica Salas. (s.f.)

[Siguiete](#)


Manual de inspección



Inicio

Secado de la madera

Durabilidad

Problemas frecuentes

Soluciones a problemas

Protección de la madera

Más

Protección no química

La protección por diseño constructivo, o también llamada no química, consiste en evitar utilizar sustancias químicas para la protección de la madera, sino más bien consiste en utilizar las propiedades de la madera, para reducir al máximo el efecto que tienen los agentes adversos a la madera como lo son la humedad, la radiación solar entre otros. Al realizar un buen diseño arquitectónico que proteja la madera de la intemperie. Esto constituye un refuerzo adicional para la protección química. Y si está bien diseñada y planeada, se puede reducir en gran parte el uso de la protección química, como lo menciona Cruz de León (2010).

- Usando especies de madera durables.
- Regulación del contenido de humedad.
- Las medidas preventivas de construcción.

La siguiente figura se muestra los factores que influyen en la durabilidad natural.



Figura 8. Factores que influyen en la durabilidad natural
Fuente: Salas (s.f.)

Regulación del contenido de humedad

Según como lo menciona Salas (s.f.): "La propiedad física de la madera que tiene relación directa con su durabilidad y la acción de algunos agentes degradadores es su: higroscopicidad La humedad de la madera afecta las relaciones con los agentes xilófagos como los hongos, termitas que necesitan CH > 20-22%", (p.8).

[Anterior](#) [Siguiete](#)



Inicio

Secado de la madera

Durabilidad

Problemas frecuentes

Soluciones a problemas

Protección de la madera

Más

Protección contra la radiación solar

El efecto de la radiación ultravioleta se centra en la superficie de la madera provocando varios daños entre ellos están: quedar fibrosa y deshilachada. Eso la hace más susceptible al ataque de la humedad y acelera el deterioro de las piezas. Se forma una capa exterior característica, de color gris o ceniza. Esto le pasa a cualquier tipo de madera que no tenga protección contra la radiación solar, pero la penetración es muy superficial y desaparece con un cepillado. Otro daño que se produce es por radiación infrarroja que es la luz visible, la cual produce el calentamiento de las piezas donde incide pero sin quemarla, lo que provoca una pérdida de humedad superficial, y así provocando variaciones en sus dimensiones ya que está en constante cambio de humedad en las piezas lo que también induce a la aparición de grietas.

Para la protección contra este daño se recomienda el uso de las resinas (cuya función es proteger a la madera frente a la acción del agua y comunica flexibilidad al producto), los pigmentos (que disminuyen el efectos del sol actuando como espejos) y los solventes (cuya función es transportar y disolver la resina y los pigmentos).

Las piezas de madera que estén en el exterior orientadas hacia el sol y no tengan ningún tipo de protección se irán decolorando y acabarán de un color grisáceo. Lo que más afecta de la radiación solar son los rayos ultravioletas. Estos degradan progresivamente las resinas de los productos de acabado, sobre todo aquellos que no están protegidos por pigmentos, es decir, los transparentes como lo son los barnices transparentes. Los rayos infrarrojos lo que producen es un recalentamiento de la superficie de la madera que va degradando. Este calentamiento es mayor si se utilizan protectores con mucho pigmento, es decir, los oscuros. Por tanto, no es aconsejable usar para maderas muy expuestas al Sol protectores transparentes ni muy oscuros, debiéndose utilizar protectores medianamente pigmentados. La única manera de protegerse de las radiaciones ultravioletas que destruyen la madera, es reflejándolas. Esto se consigue con la ayuda de pigmentos que funcionan como un tipo de filtro. Lo anterior según como lo aconseja Barreiro y Hirsch (2011).

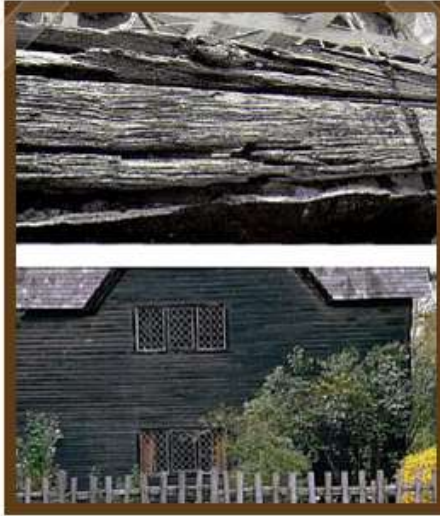


Figura 5. Efecto de la radiación solar en piezas de madera expuestas al sol.

Fuente: Barreiro, S. Hirsch, T. (2011).

[Anterior](#) [Siguiente](#)

Manual de inspección

Manual para el mantenimiento

TEC | Tecnológico de Costa Rica

Protección de la madera

Inicio | Secado de la madera | Durabilidad | Problemas frecuentes | Soluciones a problemas | **Protección de la madera** | Más

Protección contra la humedad

El contenido de agua en la madera es un elemento muy importante, ya que el constante cambio de la humedad en la madera, concretamente su aumento, contribuye al ataque de hongos o insectos en la misma.

El rango de humedad adecuado en la madera es menor al 19 % lo que se establece en las normas nacionales, para controlar esa humedad hay que tener varios cuidados en el manejo, transporte y almacenamiento, así como el uso final que se le va a dar a la materia prima.

Si el contenido de humedad es mayor al 19% se aumenta el ataque de hongos, insectos y contribuye a que se vaya pudriendo de manera acelerada. Pero también, si la madera se está en constante cambio de humedad ya que se producen fisuras, lo cual deriva en deformaciones.

Es muy importante mantener estable el contenido de humedad en la madera para que se mantenga en buen estado esto se logra con la ayuda de algún producto bamicos o algún otro que impida el paso del agua así la madera. Consejos tomados de la empresa FAKOLITH Chemical Systems. (s.f.).

[Anterior](#) [Siguiente](#)

Manual de inspección

Manual para el mantenimiento

TEC | Tecnológico de Costa Rica

Protección de la madera

Inicio | Secado de la madera | Durabilidad | Problemas frecuentes | Soluciones a problemas | **Protección de la madera** | Más

Tipos de tratamientos superficiales

Existen distintos tipos de tratamientos que se le pueden dar a la madera. En primera instancia están los que se generan en el aserradero o en el sitio de la construcción antes de su puesta en obra están los superficiales que pueden ser varios tipos algunos de ellos son: inmersión breve, pulverización, pincelado y el tipo de tratamiento de profundidad entre los que están: inmersión prolongada, doble vacío, impregnación a presión.

Por otra parte, se tienen aquellos tratamientos que se pueden aplicar a la madera puesta en obra, los cuales se dividen en: superficiales y de profundidad. En el caso de los superficiales se tienen: la pulverización y el pincelado. Luego, los tratamientos en profundidad son: la inyección y a presión. Según lo menciona el CIDEMCO (2005).

[Anterior](#) [Siguiente](#)

Manual de inspección



Inicio

Secado de la madera

Durabilidad

Problemas frecuentes

Soluciones a problemas

Protección de la madera

Más

Protección de la madera por diseño constructivo

Este método tiene como objetivo proteger la madera desde el diseño, pensando en la mejor forma de construir para proteger este material de los elementos del ambiente, principalmente de la lluvia y del sol, los cuales son agentes que la deterioran enormemente.

Algunos principios básicos de protección en los detalles constructivos son los siguientes:

Evitar el contacto directo de la madera con el piso, así se reducen problemas con la humedad, en las siguientes figuras se muestran tipos de elementos para hacer la separación y unión de los elementos.



Figura 6, Evitar el contacto directo de la madera con el terreno.
Fuente: Metropol, Colombia. (s.f.).



Figura 7, Tipo de protección de la madera en la unión de vigas en muros mantener una distancia mínima entre la viga y el material del muro.
Fuente: Metropol, Colombia. (s.f.).

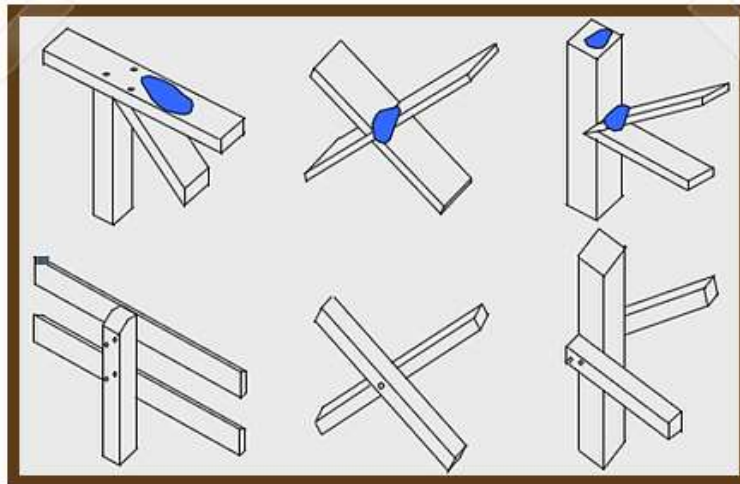


Figura 8, Evitar uniones en las que se pueda acumular el agua
Fuente: Metropol, Colombia. (s.f.).

Al seguir estos consejos en la construcción se logra proteger la madera de la intemperie logrando mayor duración del material y evitando muchos problemas que pueden ocurrir producto del mal diseño de la estructura estos consejos se tomaron de Metropol, Colombia. (s.f.).

[Anterior](#) [Siguiente](#)

Manual para el mantenimiento

TEC | Tecnológico de Costa Rica

Protección de la madera



Inicio Secado de la madera Durabilidad Problemas frecuentes Soluciones a problemas Protección de la madera Más

Protección química

Este método de protección consiste en aplicar diferentes tipos de productos químicos con el fin de aumentar la resistencia y la durabilidad de la madera de diversos factores como lo son: el ataque de insectos, hongos, fuego y la intemperie (ya sea del sol o de la lluvia) el producto por aplicar va a depender de lo que se quiera proteger y eso va a depender también del tipo de madera con que se trabaje. Para aplicar estos productos a la madera se requiere que este seca (menor al 19 % de contenido de humedad) y que la superficie este limpia y va a depender si se quiere proteger del fuego o contra el ataque de los insectos.

Con la ayuda de estos productos se puede lograr que la madera sea un material de larga duración y evitando problemas en la estructura por el deterioro de las piezas por diferentes agentes.

[Anterior](#) [Siguiete](#)

Manual de inspección

Manual para el mantenimiento

TEC | Tecnológico de Costa Rica

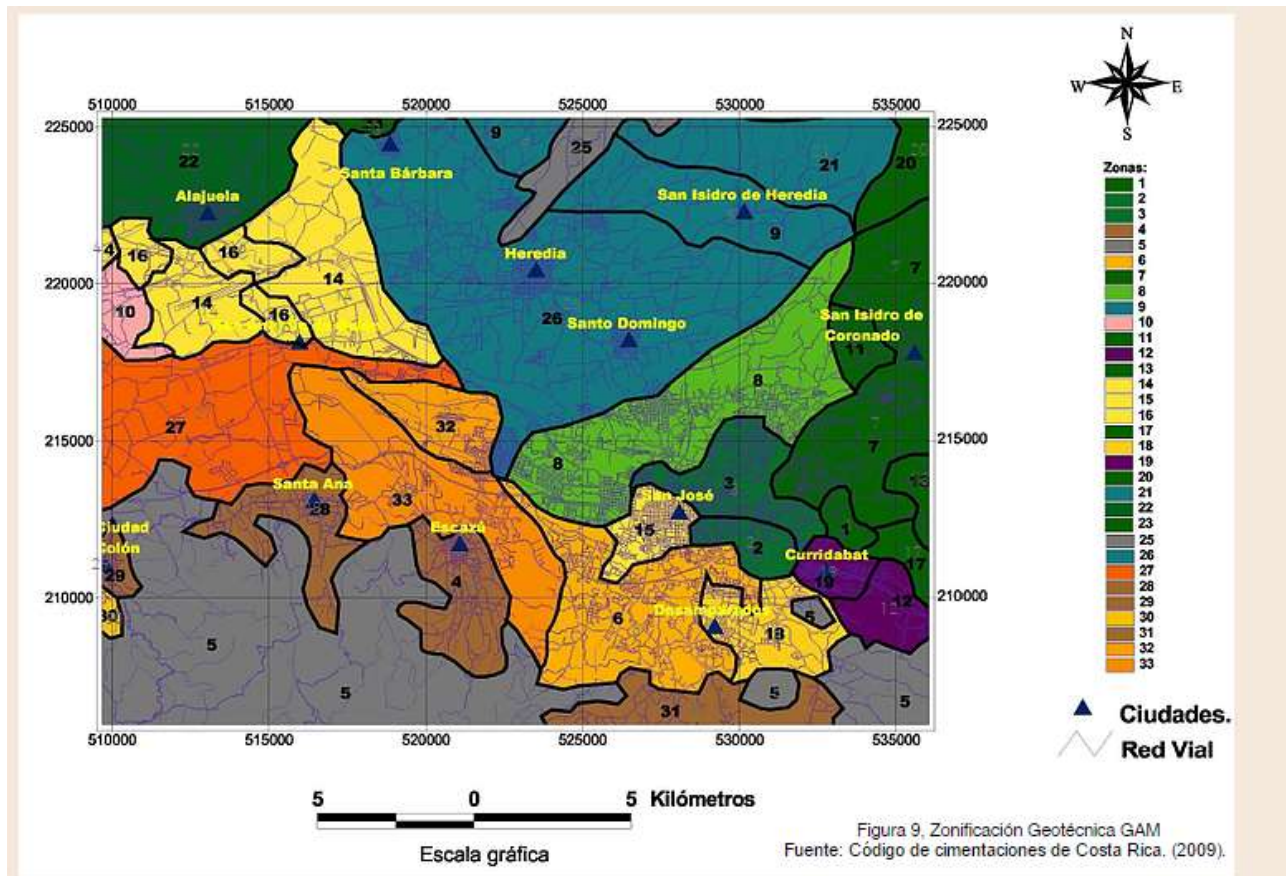
de casas de madera



Inicio Secado de la madera Durabilidad Problemas frecuentes Soluciones a problemas Protección de la madera Más

En la siguiente figura 1 Zonificación geotécnica GAM, la cual es tomada del código de cimentaciones de Costa Rica, muestra la clasificación del suelo según lo establece el código.

[Siguiete](#)



Manual de inspección

Manual para el mantenimiento
de casas de madera

Inicio

Secado de la madera

Durabilidad

Problemas frecuentes

Soluciones a problemas

Protección de la madera

Más

En la siguiente figura se muestran diferentes tipos de conectores utilizados para unir diferente tipos de pieza de madera, los conectores mostrados son de la marca SIMPSON.



SIMPSON
Strong-Tie

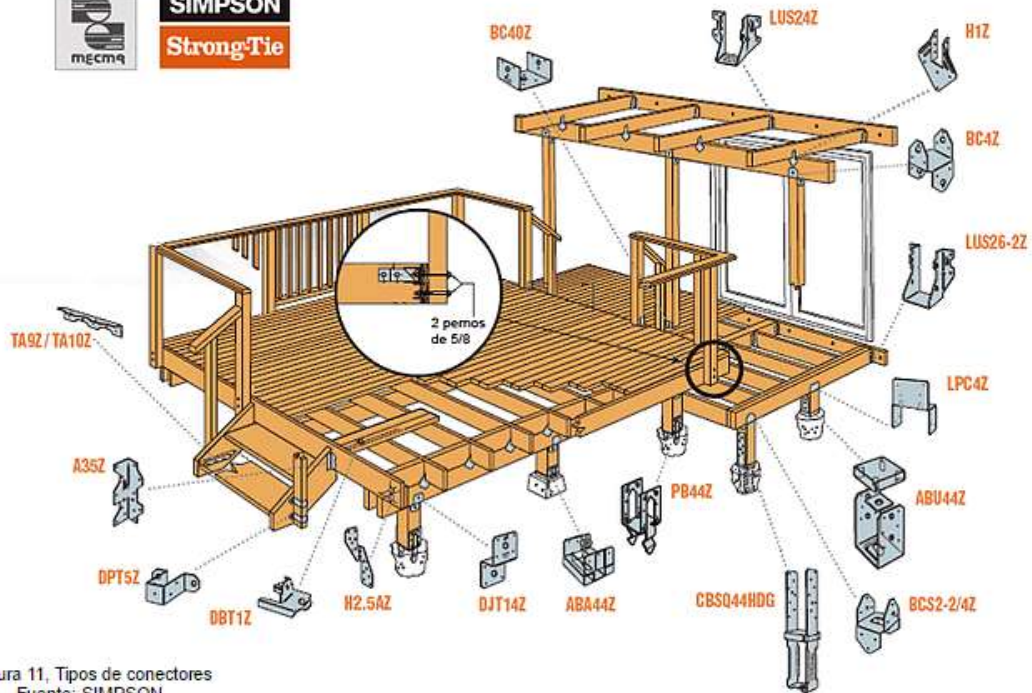


Figura 11, Tipos de conectores
Fuente: SIMPSON.

En el siguiente archivo se muestran más especificaciones de cada tipo de conectores de la marca SIMPSON.

[Anterior](#) [Siguiete](#)



Manual de inspección

- Inicio
- Secado de la madera
- Durabilidad
- Problemas frecuentes
- Soluciones a problemas
- Protección de la madera
- Más

En el siguiente video del [grupotene](#) se explica como aplicar barniz a las viviendas de madera.



A continuación, se detalla una serie de enlaces significativos a propósito de diversos temas tratados en este multimedia. Dichos recursos sirven para ampliar los contenidos

La definición de arriostramientos lateral:
<http://www.porro.com.ar/definicion-de-arriostramiento+lateral>

[Anterior](#) [Siguiete](#)

Manual de inspección



Inicio

Secado de la madera

Durabilidad

Problemas frecuentes

Soluciones a problemas

Protección de la madera

Más

Referencias:

- Barreiro, S. Hirsch, T. (2011). *Protección de la madera*. Recuperado de: <http://goo.gl/KaYVp6>
- Bayeu-Promociones Inmobiliarias. (s.f.). *Manual de uso y mantenimiento de la vivienda*. Recuperado de: http://www.bayeu.com/manual_uso_viviendatipo.pdf
- Camacho Comejo, D. (2015). *Entrevista*. Respaldo digital.
- Cámara Costarricense de la Construcción. (2012). *Manual de Mantenimiento de Vivienda*. Recuperado de: http://construccion.co.cr/manual_mantenimiento_vivienda/ManualMantenimiento2012.pdf
- Centro de Transferencia Tecnológica de la Madera. (2006). *Mantenimiento de la madera en establecimientos educacionales*. Recuperado de: <http://www.ctmadera.cl/wp-content/uploads/2007/04/mantenmaderameduc.pdf>
- CIDEMCO. (2005). *Curso principios y técnicas generales de la protección de la madera: Procesos del tratamiento químico, tratamientos alternativos*. Recuperado de: https://alojamientos.uva.es/guia_docente/uploads/2012/428/51971/1/Documento4.pdf
- Comisión Nacional Forestal (2010). *Manual para la protección contra el deterioro de la madera*. Recuperado de: <http://www.conafor.gob.mx/biblioteca/Proteccion-Madera.pdf>
- Dávalos Sotelo, R. (2010). *Clasificación visual para madera de pino de uso estructural*. Recuperado de: ftp://soporte.uson.mx/publico/04_INGENIERIA%20CIVIL/EST3/REGLA%20DE%20CLASIFICACION%20DE%20MADERAS.pdf
- Instituto de la construcción, Innova Chile. (2005). *Manual de uso y mantenimiento para una vivienda sana*. Recuperado de: <http://goo.gl/fJBje4>
- FAKOLITH Chemical systems. (s.f.). *Saneamiento y protección no cubriente de la madera*. Recuperado de: http://www.fakolith.es/upload/Proteccion_madera_Fakolith.pdf
- Metropol, Colombia. (s.f.). *Protección por diseño*. Recuperado de: http://www.metropol.gov.co/espialesdevida/Documents/Proteccion_Disenio.pdf
- Vaca de Fuentes, R. (1998). *Técnicas para la preservación de maderas*. Recuperado de: http://pdf.usaid.gov/pdf_docs/Pnacd119.pdf
- Salas, C. (s.f.). *Secado, durabilidad y preservación de madera*. Escuela de Ingeniería forestal, TEC. Documento interno.
- Córdoba Foglia, R. (2005). *Conceptos básicos sobre el secado de la madera*. Recuperado de: <https://goo.gl/q7cVmb>
- Calderón, A. (s.f.). *Secado de la madera*. Recuperado de: http://campus.fca.uncu.edu.ar/pluginfile.php/9335/mod_resource/content/0/SECADO_DE_LA_MADERA.pdf
- LSU AgCenter. (s.f.). *Procesos de Secado Para Evitar Defectos en la Madera Verde*. Recuperado de: <http://www.lsuagcenter.com/NR/rdonlyres/27F364B9-C2A5-403B-A427-9C640259EAC3/2923/pub2642span2.pdf>
- Nyle systems. (s.f.). *Introducción de secado al homo*. Recuperado de: http://www.nyle.com/downloads/KilnDrying_ES.pdf
- Laboratorio tecnológico del Uruguay. (2014). *Estudios en LATU sobre durabilidad y preservación de maderas*. Recuperado de: http://www.latu.org.uy/docs/UCNo18_LATU_final_1.pdf
- Cruz de León, J. (2010). *Manual para la protección contra el deterioro de la madera*. Recuperado de: <http://www.conafor.gob.mx/biblioteca/Proteccion-Madera.pdf>

[Anterior](#)

Manual de inspección

Este producto tecnológico forma parte del Trabajo Final de Graduación para optar por el grado de Licenciatura en Ingeniería en Construcción, del Tecnológico de Costa Rica. 2016

Versión: alfa
Publicación: febrero 2016

Contenido

Autor: Lino Mora Vicarioli
Correo: vicarioli@gmail.com

Revisor: Ing. Diego Camacho Comejo, Máster (especialista en contenido).
Correo: dicamacho@itcr.ac.cr

Productor: Lino Mora Vicarioli
Realizador: Lino Mora Vicarioli

Permisos y licencias

Copyright

Queda prohibida la reproducción, distorsión, alteración, copia, transformación, edición, distribución, venta, alquiler, comunicación pública, puesta a disposición y cualquier otro procedimiento, conocido o por conocerse, de obras literarias, artísticas o científicas, que fueron diseñadas y que están incluidas en este multimedia.

La reproducción parcial o total de cualquiera de las obras con copyright incluidas en este multimedia, debe contar con la autorización previa de los correspondientes titulares de derechos



- Inicio
- Secado de la madera
- Durabilidad
- Problemas frecuentes
- Soluciones a problemas
- Protección de la madera
- Más

Si desea hacer algún comentario sobre el contenido de este manual, sírvase a utilizar el siguiente formulario.

Nombre	Mensaje
Email	
Tema	

Enviar

Manual de inspección

5. Imágenes capturadas del Manual de inspección en la web

Enlace directo: <http://vicarioli.wix.com/manualdeinspeccion>

TEC | Tecnológico de Costa Rica

Manual para la inspección de casas de madera

Inicio **Verificación de la madera** **Conectores** **Trabajos preliminares** **Construcción de la casa** **Obra finalizada** **Referencias**

Este manual tiene el propósito de orientar al personal a cargo de la obra para realizar una inspección integral de todos los elementos que la constituyen, desde la madera a utilizar, conexiones entre los elementos estructurales, hasta las actividades constructivas más específicas que se van a realizar.

La técnica de construcción con madera no es muy utilizada en nuestro país o bien no se ha generalizado los procedimientos, se busca guiar al profesional en los aspectos importantes que hay que supervisar a la hora de construir con madera.

Este manual se propone como un insumo práctico y de fácil uso para la inspección, a la vez permite conocer los criterios para verificar que la madera que se va a utilizar es la más adecuada ya que es el elemento principal de construcción de estas obras. Lo anterior tendiente a contar con un producto final de calidad y preparado para las condiciones de nuestro país.

Este recurso consta de varias secciones las cuales están en función del avance de la obra, por ende se puede iniciar con cualquiera de las secciones según las necesidades de la persona que realiza la inspección.

[Créditos](#) [Contáctenos](#)

Manual de mantenimiento

El propósito de esta sección es explicar el uso de los formularios que contiene el manual para ir realizando la inspección de la construcción de la vivienda. El manual está diseñado con un menú horizontal ubicado en la parte superior, se sugiere navegarlo de izquierda a derecha. También contiene algunos sub menús los se despliegan y permiten ver los contenidos de cada sección. También se cuenta con botones de Anterior y Siguiente.



Este manual cuenta con "formularios" para ir inspeccionando el avance de la obra los cuales van a ir variando depende del tema que se esté evaluando. Para ilustrar su uso, se muestra un ejemplo, de la de "Características del proyecto", el usuario puede decidir cuales secciones llenar no es obligatorio llenar todos los campos, el único obligatorio es el correo del usuario.

Manual para la inspección

TEC | Tecnológico de Costa Rica

Verificación de la madera

Inicio Verificación de la madera Trabajos preliminares Construcción de la casa Obra finalizada Enlaces de interés Referencias

El siguiente formulario servirá para describir las características del proyecto a construir:

Características del proyecto

Ubicación del proyecto:

Condiciones específicas del sitio de construcción:

Área de construcción:

Tipos de madera utilizadas en la construcción de los siguientes elementos: columnas, vigas, pilos y paredes:

Siguiente

- Inicio
- Verificación de la madera
- Conectores
- Trabajos preliminares
- Construcción de la casa
- Obra finalizada
- Referencias

El espacio del correo electrónico es obligatorio para efectos de registrar la información anotada, con esto el usuario recibirá la información que se completó.



Una vez introducido el correo, se le da clic al botón de enviar y la información llegará al correo anotado.



En el siguiente video se muestra como llenar un formulario del manual de inspección.



Volver

Manual de mantenimiento

TEC | Tecnológico de Costa Rica

Manual para la inspección de casas de madera

Inicio Verificación de la madera Conectores Trabajos preliminares Construcción de la casa Obra finalizada Referencias

Sin conexión a internet (Manual en versión PDF descargable)

En la siguiente sección se encuentra un documento en el cual están todos los formularios del manual para poder desarrollar la inspección de la obra. Si en sitio donde se desarrolla no cuenta con señal o por si también no se cuenta con algún dispositivo móvil para poder desarrollar la inspección.

(A continuación podrá descargar el presente manual en versión PDF, esto le permitirá tenerlo almacenado para un uso sin conexión a internet (offline) o bien si desea imprimir el mismo, para efectos de la realización de la inspección correspondiente.)

PDF

[Anterior](#) [Siguiete](#)

Manual de mantenimiento

Manual para la inspección

TEC | Tecnológico de Costa Rica

Verificación de la madera

Inicio Verificación de la madera Conectores Trabajos preliminares Construcción de la casa Obra finalizada Referencias

En esta sección se va a proceder a la verificación de la calidad de madera a utilizar, esto se va hacer implementando varias de las normas del Instituto de Normas Técnicas de Costa Rica (INTECO) para madera aserrada. Para el desarrollo de estos proyectos solo se va a permitir el uso de Madera Clase 1 ya que es para uso estructural y es el principal elemento de construcción. Se debería utilizar madera seca, con un contenido de humedad menor al 19%.

Se va a proponer un método para hacer el muestreo de la madera para verificar la calidad de la misma ya que no es factible aplicar la siguiente guía a todas las piezas a utilizar.

[Siguiete](#)



Manual de mantenimiento

Manual para la Inspección

TEC | Tecnológico de Costa Rica

Verificación de la madera

Inicio Verificación de la madera Conectores Trabajos preliminares Construcción de la casa Obra finalizada Referencias

El siguiente formulario servirá para describir las características del proyecto a construir.

Características del proyecto

Ubicación del proyecto

Condiciones específicas del sitio de construcción

Área de construcción

Tipos de madera utilizadas en la construcción de los siguientes elementos: columnas, vigas, pisos y paredes

Con la siguiente opción se pueden subir fotos de la construcción (Tamaño máximo del archivo 1 MB)

Ningún archivo seleccionado

Con la siguiente opción se pueden subir fotos de la construcción (Tamaño máximo del archivo 1 MB)

Ningún archivo seleccionado

Con la siguiente opción se pueden subir fotos de la construcción (Tamaño máximo del archivo 1 MB)

Ningún archivo seleccionado

Correo electrónico *

[Anterior](#) [Siguiente](#)



Inicio

Verificación de la madera

Conectores

Trabajos preliminares

Construcción de la casa

Obra finalizada

Referencias

Clasificación visual por defectos

En este manual se va aplicar la clasificación visual de la madera para poder terminar la clase o el grado al que pertenece. A continuación se define la terminología de clase o grado según varios autores.

Para la Junta del Acuerdo de Cartagena (1980): "los defectos son anomalías o irregularidades que afectan el comportamiento estructural y la apariencia de la madera. Los defectos que se toman en cuenta para la clasificación de la madera son los siguientes". (p. 57)

Según como lo define la Norma Técnica Peruana. (2005): "grado de calidad Conjunto de requisitos o limitaciones en dimensiones y defectos de la madera aserrada, que permite agruparla por grados." (p. 15)

Como lo define la norma de INTECO en cuanto a la terminología de maderas, señala a la clase o grado como "la designación de la calidad de una pieza de madera manufacturada. En la terminología nacional, grado se utiliza específicamente para la madera estructural." (p.6)

Los siguientes defectos no son permitidos en la clase 1 según lo establece la norma de INTECO, si la madera que se está inspeccionando, presenta alguno de los siguientes defectos, se deberá clasificar en otro tipo, como lo son las clases 2 o 3, que a su vez van a depender de los defectos que presente.

En esta sección, se muestran por medio de fotografías, los defectos que no se permiten en la madera que se va utilizar en la vivienda, se utiliza esta metodología ya que es más fácil de identificar los defectos, que los aspectos que sí cumplen.

Para saber si un lote de madera se puede utilizar tiene que cumplir lo establecido en la norma del Instituto de Normas Técnicas de Costa Rica (INTECO) para madera las que se encuentran en la siguiente página:
<http://inteco.or.cr/esp/centro-documentacion/catalogo-de-normas?letter=m>

Acebolladura

Según como lo define la Norma Técnica Peruana. (2005): "es la separación de la fibra entre dos anillos de crecimiento consecutivo". (p. 12)



Fuente: <http://qoo.gl/EXU6Gt>

Arista faltante

Según como lo define la Norma Técnica Peruana (2005): "es la discontinuidad de una o más aristas de la pieza debido a falta de madera". (p. 12)



Fuente: Elaboración propia

Falla de cepillo

Según como lo define CORMA (2007): "áreas de la superficie de una pieza que quedan sin cepillar." (p. 32)



Fuente: <http://qoo.gl/VJQHHR>

Mordidas de cuchillas

Según como lo define la Norma Técnica Peruana (2005): "son las huellas que dejan en la pieza de madera los dientes de la sierra". (p.17)



Fuente: <https://qoo.gl/hy76L8>

Grano levantado, velloso, rasgado

Según como lo define INTECO en la norma de terminología de maderas: "se produce principalmente por el levantamiento de las fibras durante el cepillado de las tablas". (p. 9)



Fuente: Elaboración propia

Corteza incluida

Según como lo define la Norma Técnica Peruana (2005): "es aquella que ha sido parcial o totalmente encerrada en la madera durante el crecimiento del árbol". (p. 12)



Fuente: Elaboración propia

Quebrantura

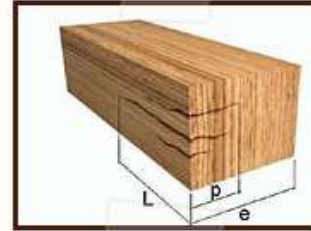
Según como lo define INTECO en la norma de terminología de maderas: "es la fisura generada en la madera en pie, en donde la fibra de la misma está partida transversalmente." (p. 9)



Fuente: Elaboración propia

Grietas por secado en cara

Como lo define CORMA (2007) es: "separación de los elementos constitutivos de la madera, cuyo desarrollo no alcanza a afectar dos superficies opuestas o adyacentes de una pieza". (p. 31)



Fuente: CORMA. (2007)

Rajaduras

Según como lo define CORMA (2007): "separación de fibras de la madera que afecta dos superficies opuestas o adyacentes de una pieza". (p. 31)



Fuente: Elaboración propia

Mancha

Según como lo define la Norma Técnica Peruana (2005): "cambio de color de la madera como resultado de la acción del medio ambiente, del contacto con agentes químicos o metálicos, de ataque por hongos cromógenos u otras causas." (p. 17)



Fuente: <http://qoo.gl/SUSSap>

Putrefacción

Según el Diccionario de Arquitectura y Construcción define la putrefacción como la "descomposición de la madera por la acción de hongos u otros microorganismos, que causan pérdidas de resistencia y cambios en el color y la textura". (párr. 2)



Fuente: Elaboración propia

[Anterior](#) [Siguiete](#)

Manual de mantenimiento

Manual para la Inspección

TEC | Tecnológico de Costa Rica

Verificación de la madera



Inicio

Verificación de la madera

Conectores

Trabajos preliminares

Construcción de la casa

Obra finalizada

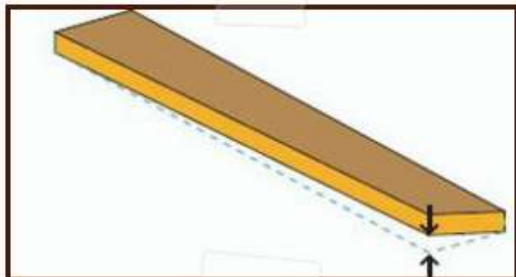
Referencias

Clasificación visual de defectos que son tolerados

En la siguiente sección se muestran defectos que son tolerados hasta cierto punto, el cual los estipula la norma de INTECO de "Madera aserrada para uso general". Los mismos se muestran por medio de fotografías, se utiliza esta metodología ya que es más fácil de identificar y explicar los defectos.

Torcedura

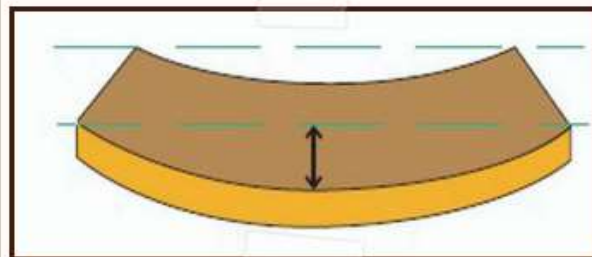
Según lo define Arauco (2003) es: "deformación en forma de espiral, de caras y/o cantos. Se mide como la separación del extremo a una superficie plana, cuando el otro extremo está apoyado sobre dicha superficie." (p. 3)



Fuente: Arauco. (2003).

Arqueadura

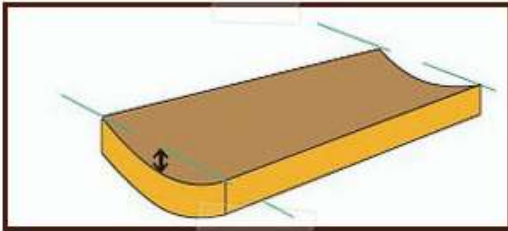
Como lo menciona Arauco (2003) es: "deformación del plano de cara, respecto de una línea recta que va de un extremo a otro de la pieza. Se mide como la mayor distancia respecto de la línea recta". (p. 3)



Fuente: Arauco. (2003).

Acanalado

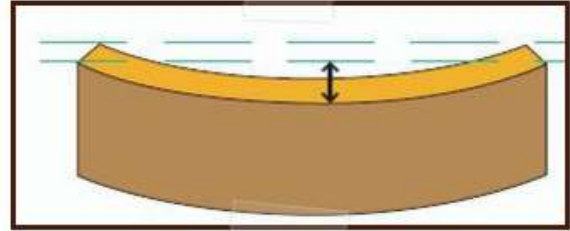
Es la "deformación del plano de la cara, respecto de una línea recta que va de un canto a otro de la pieza. Se mide como la mayor distancia respecto de la línea recta". (Arauco, 2003, p. 3).



Fuente: Arauco. (2003).

Encorvadura

Según como lo define Arauco (2003): es la "deformación del plano del canto, respecto de una línea recta que va de un extremo a otro de la pieza. Se mide como la mayor distancia respecto de la línea recta". (p. 3)



Fuente: Arauco. (2003).

Bolsa de resina

Se define según Arauco (2003) como: "inclusiones de corteza o cavidades total o parcialmente llenas de resina en la madera". (p. 4)



Fuente: Elaboración propia



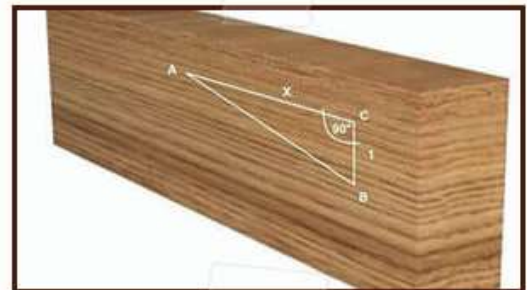
Fuente: CORMA. (2007)

Grano

Según como lo define la Norma Técnica Peruana (2005) es la: "disposición de la dirección de la fibra a lo largo del eje longitudinal de la pieza". (p. 15)

Grano inclinado

Como lo dice Norma Técnica Peruana (2005): "es aquel que forma un ángulo mayor de 3 % con el eje longitudinal de la pieza". (p. 15)



Fuente: CORMA. (2007)

Grietas por cabeza

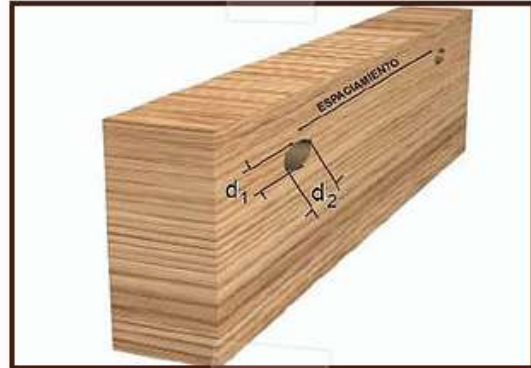
Según lo define la Norma Técnica Peruana (2005): "es la separación de las fibras a lo largo del grano, formando aberturas o fisuras que no llegan a afectar la superficie opuesta donde se presenta; puede localizarse en la cabeza, cara o canto de la pieza". (p. 15)



Fuente: Elaboración propia

Nudos

Según como lo define Arauco (2003): "porción de una rama que está contenida en la pieza de madera. En la madera los nudos se clasifican según su calidad, forma, tamaño y cantidad". (p. 4)



Fuente: CORMA. (2007)



Fuente: Elaboración propia

[Anterior](#) [Siguiente](#)



Inicio

Verificación de la madera

Conectores

Trabajos preliminares

Construcción de la casa

Obra finalizada

Referencias

En la siguiente sección se muestran los criterios que tienen que cumplir la madera para que se puedan utilizar en la vivienda, esto beneficia en cuanto a la calidad de los materiales que se utilizarán para la construcción.

Estos criterios para la clasificación visual de la madera están basados en la norma de INTECO de "Madera aserrada para uso general".

[Anterior](#) [Siguiente](#)

Verificación de la madera

1. El tipo de especie que se está utilizando en el proyecto.

2. Contenido de humedad (porcentaje de humedad)

Seca < 19%

Verde > 19%



3. Torcedura: Tiene que ser menor que 2 (mm/m lineal)

Cumple

No cumple

Siguiente

4. Arqueadura: Tiene que ser menor que 4 (curvatura por cara mm/m lineal)

- Cumple
- No cumple

5. Acanalado: Tiene que ser menor que 3, sin importar el ancho (mm)

- Cumple
- No cumple

6. Encorvadura: Tiene que ser menor que 2 (curvatura por canto) (mm/m lineal)

- Cumple
- No cumple

7. Agujero: Tiene que ser menor que 4 mm de diámetro.

- Cumple
- No cumple

8. Bolsas de resina (aplicable en pino): Tienen que ser pequeñas (5 cm de longitud y 0,5 cm de ancho y con un máximo 1 por metro lineal)

- Cumple
- No cumple

9. Grano inclinado (el característico de la especie no se tiene en cuenta): Tiene que ser con máximo de 1:12

- Cumple
- No cumple

Atras

Siguiente

10. Grietas por cabeza (extremo): Tienen como longitud en cara menor que 20 mm Cumple No cumple

11. Nudos: Tienen que ser únicamente sanos y máximo 5 por metro lineal. Cumple No cumple

12. Taladro: Tienen que ser pequeños (1 mm de diámetro o menos y máximo 10 por metro lineal) Cumple No cumple

13. Observaciones de la madera.

Correo electrónico *

Enviar

Atras



Inicio

Verificación de la madera

Conectores

Trabajos preliminares

Construcción de la casa

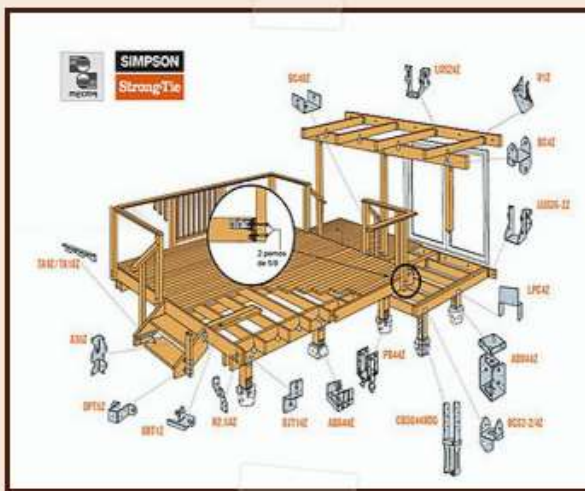
Obra finalizada

Referencias

Conectores

En la siguiente sección se muestran diferentes tipos de conectores para unir las piezas de madera, lo que se busca con utilizar conectores es mejorar la unión entre los elementos y facilitar la construcción de las viviendas.

Figura 2: Tipos de conectores.
Fuente: SIMPSON (2013).



[Anterior](#) [Siguiente](#)

Manual para la Inspección

TEC | Tecnológico de Costa Rica

Verificación de la madera

Inicio Verificación de la madera **Conectores** Trabajos preliminares Construcción de la casa Obra finalizada Referencias

Conectores

Según como lo define Hempel, Poblete y Aredondo (s.f.) para ser conformados los sistemas estructurales requieren varios elementos de madera que van entrelazados entre sí, por lo tanto se necesita acoplar elementos con diferentes ángulos y así poder lograr la construcción de la vivienda. La mayoría de las uniones estructurales deben ser resueltas empleando conectores, según la relación de esfuerzos entre las piezas, deberá elegirse el sistema más adecuado, cuidando que las dimensiones de los elementos de transmisión sean los idóneos y generalmente estos conectores son fabricados en metal, una posible clasificación de estos sistemas constructivos es considerando la forma en que se unen los elementos. Un ejemplo es el de la viga sobre columna, en este sistema las cargas se transmiten por simple apoyo de la viga sobre la columna.

Figura 1: Viga sobre columna.
Fuente: elaboración propia.



Figura 2: Tipos de conectores.
Fuente: SIMPSON (2013).



[Anterior](#) [Siguiente](#)

Manual de mantenimiento

Manual para la Inspección

TEC | Tecnológico de Costa Rica

Verificación de la madera

Inicio Verificación de la madera **Conectores** Trabajos preliminares Construcción de la casa Obra finalizada Referencias

Conectores

El siguiente formulario servirá para verificar el uso de los conectores, tipos y observaciones generales sobre los mismos.

Conectores

1. Se utiliza conectores para las uniones de los elementos estructurales.

- Viga sobre columna
- Entramados horizontales (pisos)
- Entramados verticales (paredes)
- Apoyos (unir la fundaciones con las columnas)
- Otro

2. Qué tipos de conectores utiliza. (material, fabricación)

3. Observaciones de los conectores.

Correo electrónico *

ex: myname@example.com

Enviar

[Anterior](#) [Siguiente](#)

Manual de mantenimiento

Manual para la inspección

TEC | Tecnológico de Costa Rica

Verificación de la madera



Inicio

Verificación de la madera

Conectores

Trabajos preliminares

Construcción de la casa

Obra finalizada

Referencias

En el siguiente video de *La casa de Chile* se muestran algunos conectores que se pueden utilizar en la elaboración de las viviendas de madera. Si gusta observar el video completo se encuentra en el siguiente enlace: <https://www.youtube.com/watch?v=vVddZQxNHn0>

Empalme de vigas por medio de placa de acero



Estribos



[Anterior](#) [Siguiente](#)

Manual de mantenimiento

Manual para la inspección


TEC | Tecnológico de Costa Rica

Trabajos preliminares

Inicio | Verificación de la madera | Conectores | **Trabajos preliminares** | Construcción de la casa | Obra finalizada | Referencias

La siguiente sección es tendiente a la inspección del sitio en donde se va a desarrollar el proyecto y de la verificación del proceso constructivo de la vivienda que empieza con los trabajos preliminares, como lo es la limpieza del terreno, cerramientos (cercado), entre otros.

[Anterior](#) [Siguiente](#)



Manual de mantenimiento

Manual para la inspección

TEC | Tecnológico de Costa Rica

Trabajos preliminares

Inicio | Verificación de la madera | Conectores | **Trabajos preliminares** | Construcción de la casa | Obra finalizada | Referencias

La siguiente sección es tendiente a la inspección del terreno donde se va a desarrollar la obra.

Inspección del sitio de la obra

1. Descripción del terreno donde se va a realizar la obra, si presenta alguna zona de riesgo como lo son:

- Pendientes inestables
- Deslizamiento
- Inundaciones
- Hundimientos

Observaciones del terreno



2. Otros aspectos importantes a considerar:

- Presencia de un talud cercano
- Muros de contención
- Otro

3. Se tiene estudio de suelos.

- Si
- No

4. Tomar en cuenta suelos problemáticos:

- Arcillas expansivas
- Limos de baja resistencia
- Suelos con problemas de licuefacción

5. Observaciones de la inspección:

Correo electrónico *

Enviar



Inicio

Verificación de la madera

Conectores

Trabajos preliminares

Construcción de la casa

Obra finalizada

Referencias

La siguiente sección es tendiente a la verificación del proceso constructivo de la vivienda que empieza con los trabajos preliminares, como lo es la limpieza del terreno, cerramientos (cercado), entre otros.

Trabajos preliminares

- 1. Construcción de acceso a la obra y limpieza del terreno. Cumple No cumple
- 2. Servicios complementarios. (Agua, luz) Cumple No cumple
- 3. Cerramientos: Demarcar los linderos de la obra. Cumple No cumple

4. Bodegas para el almacenamiento de materiales: Verificar las estructuras temporales que sean adecuadas para que protejan los materias de la intemperie.

- Cumple
- No cumple



5. Ubicación de ejes y niveles básicos

- Cumple
- No cumple



Siguiente

Manual de mantenimiento

6. Drenajes y evacuación de aguas superficiales Cumple No cumple

7. Nivelación del terreno Cumple No cumple

8. Replanteo y trazo de las cimentaciones Cumple No cumple



9. Observaciones de los trabajos preliminares.

Correo electrónico *

Enviar



Inicio

Verificación de la madera

Conectores

Trabajos preliminares

Construcción de la casa

Obra finalizada

Referencias

Almacenamiento de la madera

Se recomienda almacenar la madera de una forma adecuada en el sitio de la construcción que no esté en contacto directo con el suelo, tiene que estar cubierta ya sea por una lona o un techo para protegerla de la intemperie y estar evitando que se moje.

Tiene que tener apoyos en la base y estar separados según el espesor de las piezas que se están utilizando en la obra. En la siguiente tabla se muestran el espacio y espesor de los separadores a utilizar:

Espesor y distanciamiento de separadores de acuerdo a espesor de madera

Espesor madera (mm)	Espesor separador (mm)	Distancia entre separadores (mm)
< 20	20-30	300-400
20-25	20-30	400-500
25-40	20-30	500-600
40-65	30-40	700-800
65-80	40	900
> 80	45	1000

Fuente: Ugalde (s.f.)

Si la madera se está secando hay que utilizar separadores en cada pieza como lo muestra la siguiente figura.



Si ya está seca la madera, si se puede apilar todas las piezas seguidas como lo muestra la siguiente figura, solo teniendo el cuidado de los apoyos en la base según lo establece la tabla anterior.



En las siguientes fotografías se muestran ejemplos que se deberían evitar en el almacenamiento de la madera:

- Tener la madera a la intemperie.
- No tener los apoyos adecuados.
- Que el personal este caminando encima de la madera ya que la puede dañar, ensuciar.



[Anterior](#) [Siguiente](#)

Manual de mantenimiento

Manual para la inspección

TEC | Tecnológico de Costa Rica

Obra finalizada



Inicio

Verificación de la madera

Conectores

Trabajos preliminares

Construcción de la casa

Obra finalizada

Referencias

Verificación del almacenamiento

En la siguiente sección se muestra el formulario para inspeccionar como se está almacenado la madera en el sitio de construcción.

Verificación del almacenamiento

1. La madera se encuentra bajo techo o con una lona, que está protegida de la intemperie.

- Cumple
 No cumple



2. Los apoyos están separados según como lo especifica la tabla.

- Cumple
 No cumple

Esesor y distanciamiento de separadores de acuerdo a esesor de madera

Esesor madera (mm)	Esesor separador (mm)	Distancia entre separadores (mm)
< 20	20-30	300-400
20-25	20-30	400-500
25-40	20-30	500-600
40-65	30-40	700-800
65-80	40	800
> 80	45	1000

Fuente: Ugalde (s.f.)



Siguiente

3. La madera no está en contacto directo con suelo. Cumple No cumple

4. La madera se encuentra clasificada según tipo de especie, por tamaños. Cumple No cumple

5. Observaciones del almacenamiento

Correo electrónico *

Comparación de datos

En la siguiente sección se muestra el formulario para inspeccionar el diseño de la obra con lo real, con lo que se está construyendo en el sitio. El formulario cuenta con una opción para subir archivos y fotos para después realizar la comparación.

Comparación de datos

Con la siguiente opción se pueden subir archivos de la construcción (Tamaño máximo del archivo 1 MB) Ningún archivo seleccionado

Con la siguiente opción se pueden subir archivos de la construcción (Tamaño máximo del archivo 1 MB) Ningún archivo seleccionado

Con la siguiente opción se pueden subir archivos de la construcción (Tamaño máximo del archivo 1 MB) Ningún archivo seleccionado

Con la siguiente opción se pueden subir fotos de la construcción (Tamaño máximo del archivo 1 MB)

Seleccionar archivo Ningún archivo seleccionado

Con la siguiente opción se pueden subir fotos de la construcción (Tamaño máximo del archivo 1 MB)

Seleccionar archivo Ningún archivo seleccionado

Con la siguiente opción se pueden subir fotos de la construcción (Tamaño máximo del archivo 1 MB)

Seleccionar archivo Ningún archivo seleccionado

Observaciones entre el diseño y lo real.

Correo electrónico *

ex: myname@example.com

Enviar

Manual para la Inspección

TEC | Tecnológico de Costa Rica

Construcción de la casa

Inicio | Verificación de la madera | Conectores | Trabajos preliminares | **Construcción de la casa** | Obra finalizada | Referencias

Construcción de la vivienda

En la siguiente sección se hace la verificación del proceso de construcción, se subdivide en cada una de las actividades que la componen según sea el elemento de la vivienda que se esté realizando: cimientos, paredes, elementos estructurales, piso, estructura de techo y cubierta, cielos raso, aleros y precintas, puertas y ventanas, instalaciones de sistemas, acabados, ventilación y otros.

[Anterior](#) [Siguiente](#)



Manual de mantenimiento

Manual para la Inspección

TEC | Tecnológico de Costa Rica

Construcción de la casa

Inicio | Verificación de la madera | Conectores | Trabajos preliminares | **Construcción de la casa** | Obra finalizada | Referencias

Cimientos

1. Tipo de cimentación:

- Losa de cimentación
- Pilotes
- Placa aislada
- Placa corrida
- Otro



2. Si utiliza pilotes, ¿Cuál es la separación entre los pilotes?



3. Separación entre el terreno y el entrepiso de la vivienda.



[Siguiete](#)

[Anterior](#) [Siguiete](#)

4. Excavaciones: Verificar las dimensiones de las excavaciones para cada cimiento, como lo especifican los planos.

- Cumple según los planos.
- No cumple, especifique el problema que se presenta.



5. Verificar el terreno donde se va a colocar el sello de concreto, que el terreno sea firme y estable.

- Cumple el concreto la resistencia establecida.
- No cumple, cual resistencia se está utilizando.



6. Cimientos: Verificar que la fundación sea como se especifica en el plano.

- Cumple según el plano.
- No cumple, especifique el problema que se presenta.



Atras

Siguiente

7. Verificar los siguientes aspectos en la elaboración de los cimientos: armadura, diseño de mezcla del concreto, recubrimientos y encofrados a utilizar.

- ❑ Correcta elaboración de la armadura, según los planos
- ❑ Cumple con la resistencia el concreto
- ❑ Recubrimiento es el adecuado (Contacto con el suelo)



8. Observaciones del proceso o algún incumplimiento.

Correo electrónico *

Enviar



Inicio

Verificación de la madera

Conectores

Trabajos preliminares

Construcción de la casa

Obra finalizada

Referencias

Entramados horizontales

Antes de verificar la construcción, es adecuado tener claro cómo se construye un entramado y que elementos lo conforman, para saber si en la construcción se está realizando adecuadamente el proceso del entramado horizontal. Según lo define CORMA (s.f.): "se llama entramado a la disposición de piezas estructurales de madera que se combinan en diversas posiciones formando una trama, en este caso, horizontal" (p. 179). Existen diversos tipos de entramados según función son de piso, entrepiso, cielo.

Elementos que constituye el entramado horizontal son los siguientes:

- Cadenetas:

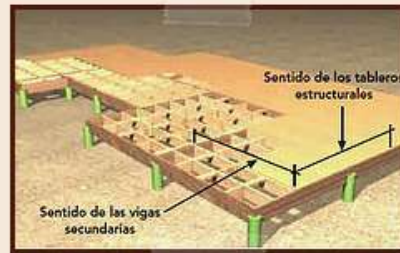
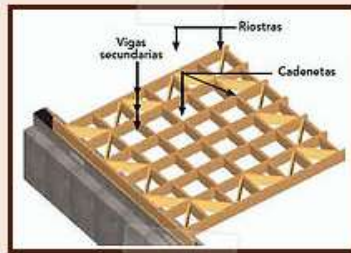
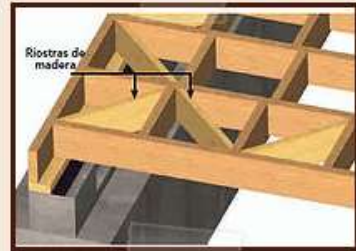
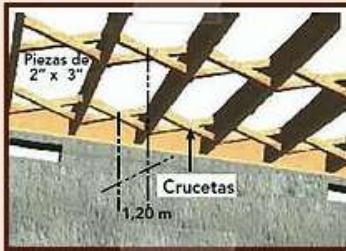
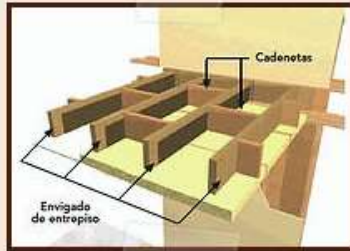
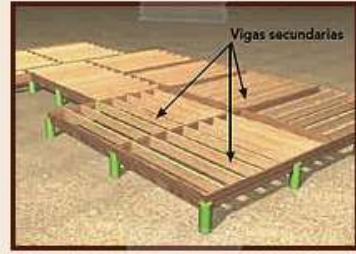
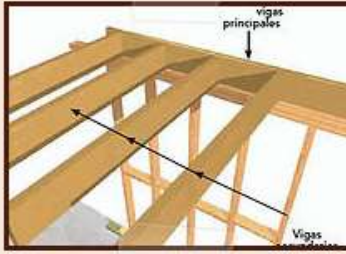
Elementos que son utilizados entre las vigas, permitiendo distribuir las cargas. Evitando las deformaciones laterales, volcamientos y posibles alabeos de las vigas. Permiten además realizar un apoyo sólido para los tableros orientados perpendicularmente a la dirección de las vigas.

- Crucetas:

Son elementos rectos que se disponen en forma diagonal entre las vigas y que desempeñan la misma función de las cadenas.

- Riostras con piezas de madera:

Piezas diagonales de dimensiones similares a la sección de las vigas, dispuestas entre las vigas y las cadenas. Las diagonales se ubican en la plataforma, de preferencia en el perímetro, permitiendo asegurar una buena transmisión de las acciones horizontales, según como lo menciona CORMA (s.f).



Fuente de las figuras mostradas es de CORMA. (s.f).

[Anterior](#) [Siguiente](#)

Manual para la inspección

TEC | Tecnológico de Costa Rica

Construcción de la casa



Inicio

Verificación de la madera

Conectores

Trabajos preliminares

Construcción de la casa

Obra finalizada

Referencias

Entramados horizontales

Antes de verificar la construcción, es adecuado tener claro cómo se construye un entramado y que elementos lo conforman para saber si en la construcción están realizando adecuadamente el proceso de la construcción del entramado horizontal.

Entramado horizontal (Piso)

1. Colocación de vigas principales: Cumple según los planos.
 No cumple, especificar la colocación.



2. Colocación de vigas secundarias: Cumple según los planos.
 No cumple, especificar la colocación.



3. Utiliza cadeneras o crujezas: Sí
 No
 Otro



Siguiente

4. Verificar las uniones entre los elementos.

- Cumple según los planos.
 No cumple, especificar el tipo de conexión realizada.



5. Verificar la correcta ejecución del entablado del piso.

- Cumple según las especificaciones.
 No cumple, especificar el problema.



6. Observaciones de los elementos utilizados o del proceso constructivo.

Correo electrónico *

ej: myname@example.com

Enviar



Inicio

Verificación de la madera

Conectores

Trabajos preliminares

Construcción de la casa

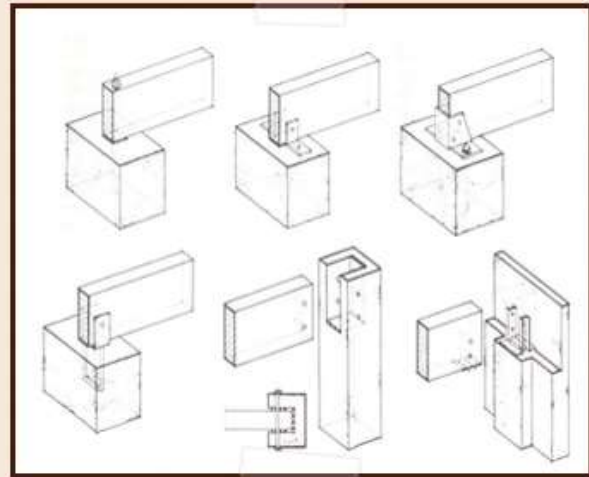
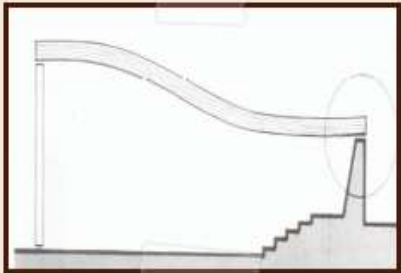
Obra finalizada

Referencias

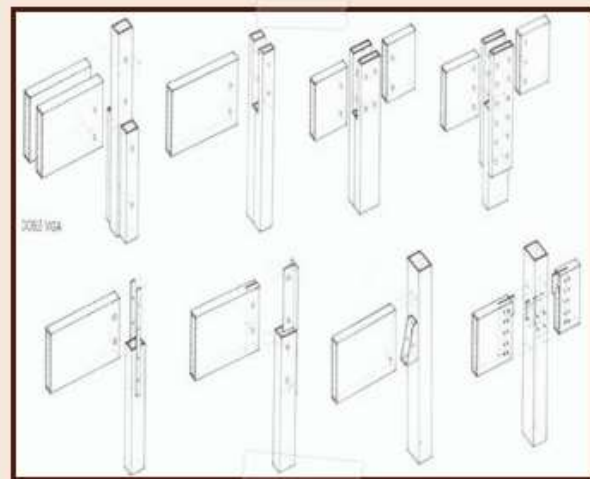
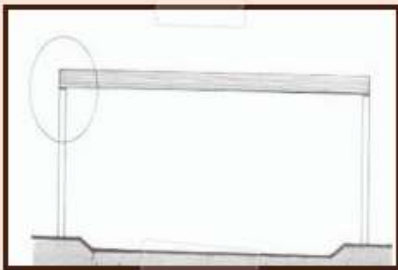
Tipos de apoyos y unión de vigas

En la siguiente sección se muestran, por medio de imágenes, los diferentes tipos de apoyos y uniones que se pueden dar con las vigas, ya sean sobre los cimientos, o bien las columnas, entre otros.

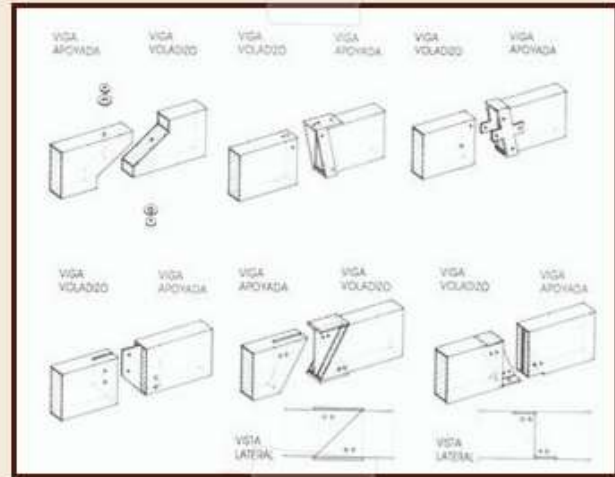
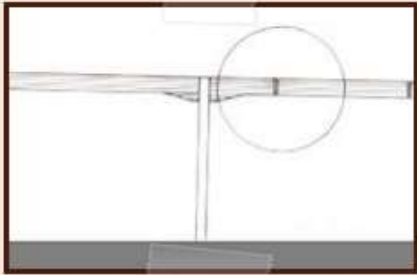
Apoyos de vigas sobre los cimientos



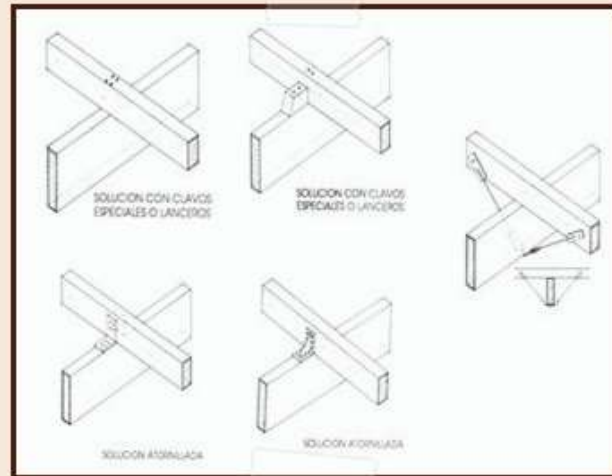
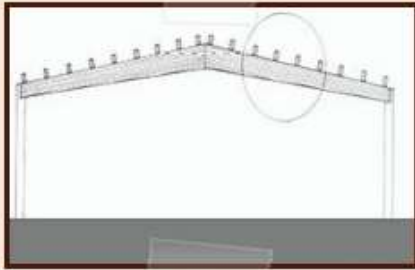
Apoyos de vigas sobre columnas



Unión de vigas



Viga secundaria sobre viga principal



Fuente de las figuras mostradas es de Holzapfel y Arredondo (s.f.)

[Anterior](#) [Siguiente](#)

Manual de mantenimiento



Inicio

Verificación de la madera

Conectores

Trabajos preliminares

Construcción de la casa

Obra finalizada

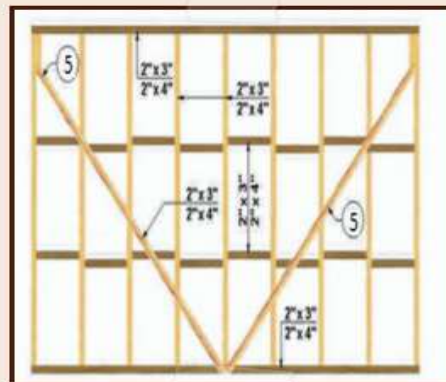
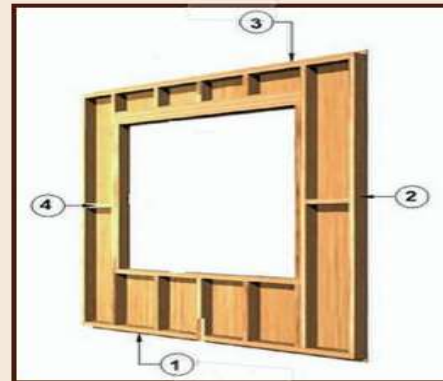
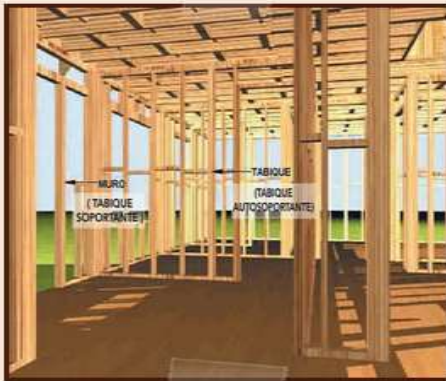
Referencias

Entramados verticales

Antes de verificar la construcción, es adecuado tener claro cómo se construye un entramado y que elementos lo conforman, para saber si en la construcción se está realizando adecuadamente el proceso del entramado vertical. Según lo define CORMA (s.f.): "los tabiques son elementos entramados compuestos por piezas verticales y horizontales de madera que se distribuyen de forma similar e independiente del tipo de servicio que presten, ya sea como elemento constructivo resistente o de separación entre recintos."(p.213)

Los elementos principales que conforman los tabiques son:

1. Solera inferior
2. Pie derecho
3. Solera superior
4. Cadeneta
5. Amostramiento por medio de diagonales



Fuente de las figuras mostradas es de CORMA. (s.f).

[Anterior](#) [Siguiente](#)

Manual de mantenimiento



Inicio

Verificación de la madera

Conectores

Trabajos preliminares

Construcción de la casa

Obra finalizada

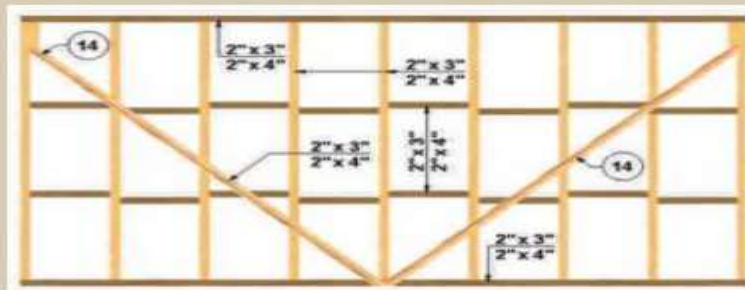
Referencias

Entramado vertical

1. Armado de tabiques Cumple según planos.
 No cumple, especificar el problema.



2. Tiene arriostramiento por medio de diagonales Cumple.
 No cumple.



3. Anclaje del tabique a los cimientos Cumple según diseño de la vivienda.
 No cumple, especificar el problema.



4. Fijación de los tabiques

- Cumple con las uniones establecidas.
- No cumple, especificar como se realizó el proceso.



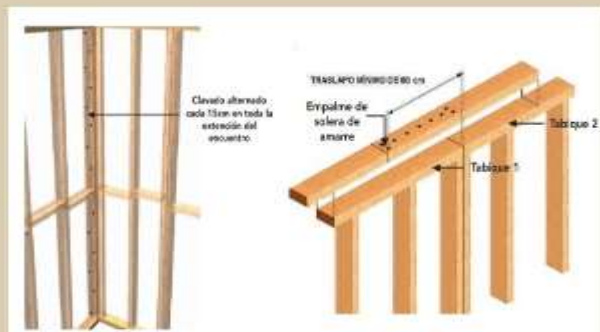
Siguiente

Fuente de las figuras mostradas es de CORMA. (s.f).

Manual de mantenimiento

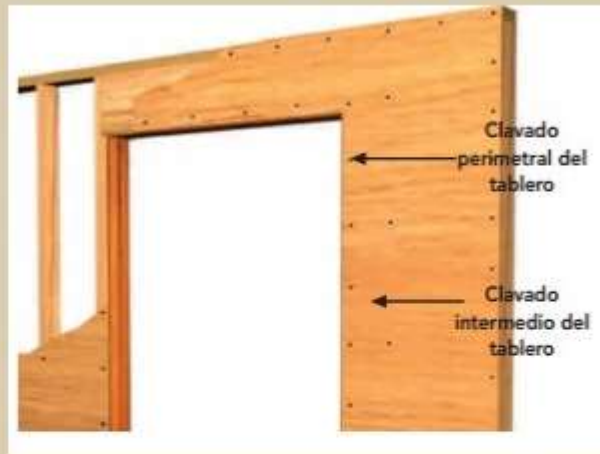
5. Unión de los tabiques consecutivos.

- Cumple con las uniones establecidas.
- No cumple, especificar como se realizó el proceso.



6. Fijación de los
tableros de la pared.

- Cumple según diseño de la vivienda.
- No cumple, especificar el problema.



7. Observaciones de
las paredes.

Correo electrónico *

Enviar



Inicio

Verificación de la madera

Conectores

Trabajos preliminares

Construcción de la casa

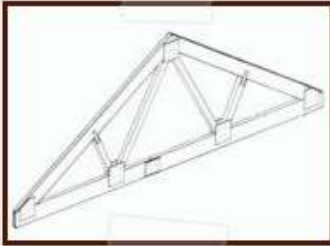
Obra finalizada

Referencias

Cerchas

Según lo define Holzapfel y Arredondo (s.f.) "las barras que conforman los triángulos de las cerchas, se unen en los nudos mediante articulaciones fijas, este tipo de conexión restringe los movimientos en el plano (direcciones x-y), pero no impide el giro o rotación." (p.5)

El espaciamiento entre cerchas dependerá del uso y de las cargas



Clasificación según sección de la cercha.

Según lo define Holzapfel y Arredondo (s.f.)

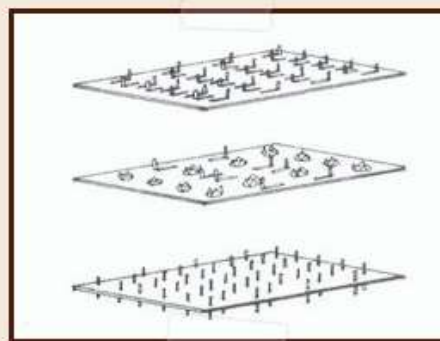
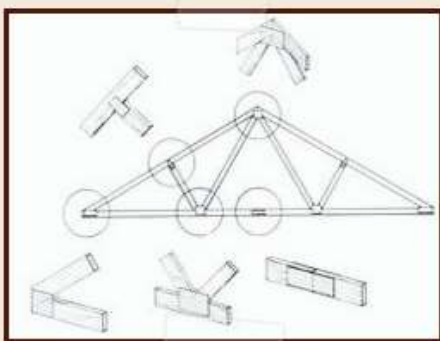
Simple: "Tanto los pares, como las diagonales y la cuerda van en un mismo plano. Esto se traduce en que son fáciles de armar sobre una mesa y la resolución de la unión de los nudos se debe efectuar por medio de conectores." (p.14)

Compuesta: "Poseen una, varias o todas sus piezas simples, dobles o triples. Cada una de las posibles configuraciones tiene sus ventajas, pudiéndose decir que la multiplicación de piezas da mayor rigidez y facilita la solución de nudos." (p.14)



Conexión de los elementos de las cerchas

Para realizar una adecuada unión de los elementos se recomienda utilizar placas metálicas para unir los elementos que constituyen las cerchas.



Fuente de las figuras mostradas es de Holzapfel y Arredondo (s.f.)

[Anterior](#) [Siguiente](#)

Manual de mantenimiento

Manual para la Inspección

TEC | Tecnológico de Costa Rica

Construcción de la casa

Inicio Verificación de la madera Conectores Trabajos preliminares **Construcción de la casa** Obra finalizada Referencias

Estructura de Techo y cubierta

1. Estructura de techos: Verificar las uniones de los elementos que constituyen las cerchas.

Cumple según su diseño
 No cumple, especificar el problema.



Otro

2. Verificar longitud de aleros y de clavadores.

Cumple según dimensiones de planos.
 No cumple, especificar las dimensiones en el sitio.



Otro

3. Cubierta: Verificar calidad y espesor de lámina a colocar. Cumple con el espesor, según especificaciones. No cumple, especificar el espesor de las laminas.

Otro

4. Verificar traslapes y fijaciones de las laminas. Cumple con las especificaciones. No cumple, especifique el problema.

5. Verificar limahoyas, limatones, cumbrera y botaguas, espesor y calidad de los materiales. Cumple según planos. No cumple, especifique.



6. Observaciones del proceso constructivo o problemas con los materiales.

Correo electrónico *

Enviar

Manual para la Inspección

TEC | Tecnológico de Costa Rica

Construcción de la casa



Inicio | Verificación de la madera | Conectores | Trabajos preliminares | **Construcción de la casa** | Obra finalizada | Referencias

Cielorraso, aleros y precintas

1. Cielorraso: Verificar la calidad del material (espesor utilizado), uniones.

Cumple con las especificaciones.
 No cumple, especifique cual esta incumpliendo.

Otro



2. Verificar que los materiales usados, cumplan con las especificaciones del proyecto.

Cumple con las especificaciones.
 No cumple con lo establecido en el diseño.

Otro

3. Verificar que cumple con rejillas a algún sistema para la ventilación.

Cumple según los planos.
 No cumple, especificar el problema.

[Anterior](#) [Siguiente](#)

Manual de mantenimiento



- Inicio
- Verificación de la madera
- Conectores
- Trabajos preliminares
- Construcción de la casa
- Obra finalizada
- Referencias

Puertas y Ventanas

1. Puertas: Verificar cantidad, calidad y aperturas.
- Cumple, según los planos.
 - No cumple, especificar el problema.



Otro

2. Marcos: Verificar la colocación del marco, uniones y dimensiones.
- Cumple, según los planos.
 - No cumple, especificar el problema.

Otro



3. Accesorios: Verificar el funcionamiento de las cerraduras o llavin y las bisagras instaladas.
- Cumple
 - No cumple, especificar el problema.

Otro

[Siguiente](#)

[Anterior](#) [Siguiente](#)

4. Ventanas: Verificar cantidad y dimensiones de las ventanas a colocar.

- Cumple, según la cantidad y dimensiones de los planos.
- No cumple, especificar el problema.



Otro

5. Verificar la colocación del marco, uniones, aperturas de las ventanas.

- Cumple
- No cumple



6. Observaciones de las puertas y ventanas.

Correo electrónico *



Inicio

Verificación de la madera

Conectores

Trabajos preliminares

Construcción de la casa

Obra finalizada

Referencias

Instalaciones de sistemas

- 1. Agua potable:** Verificar trazado y calidad de materiales. Si la vivienda va a tener agua caliente, verificar que se utilicen las tuberías adecuadas.
- Cumple según los planos.
 - No cumple, especificar el problema.

Otro



- 2. Agua pluvial:** Verificar materiales utilizados en bajantes y canoas. Y pendientes las en la colocación de las canoas.
- Cumple según planos
 - No cumple, especificar el problema.

Otro



3. Aguas Negras:
Verificar trazado,
calidad de los
materiales,
pendientes y
diámetros de las
tuberías.

- Cumple
 No cumple

Otro



Siguiente

4. Los sistemas de aguas negras y grises tienen que cumplir lo que establece el Código de instalaciones hidráulicas y sanitarias en edificaciones.

- Verificar tanque séptico
- Cajas de registro y trampas de grasa
- Tapas de las cajas de registro y trampas de grasa
- Sellos y sifones
- Tubería de ventilación

Otro



5. Eléctrico: Revisar trazado, calidad de los materiales, empalmes. Deben cumplir lo establecido en el NEC 2008.

- Cumple según especificaciones nacionales.
- No cumple, especificar el problema.



6. Observaciones de los sistemas mecánicos de la vivienda.

Correo electrónico *

ex: myname@example.com

Enviar

Atras


Construcción de la casa

Inicio
Verificación de la madera
Conectores
Trabajos preliminares
Construcción de la casa
Obras finalizadas
Referencias

Acabados

1. Pintura: Especificar marcas de la pintura.

2. Verificar la cantidad de manos de pintura a colocar.

3. Especificar el tipo de protección que se va a utilizar en el interior y exterior de la vivienda ya sea que se utilicen (pintura o barnices)



4. Especificar algún tipo de protección ya sea retardantes de fuego u otra que no se especifique.

Correo electrónico *

Manual de mantenimiento
Ayuda | Contacto

Manual para la inspección

TEC | Tecnológico de Costa Rica

Construcción de la casa

Inicio Verificación de la madera Conexiones Trabajos preliminares **Construcción de la casa** Obra finalizada Referencias

Ventilación



Se recomienda utilizar algún sistema de persianas o abertura para evitar las condensaciones en los techos.

1. Posee algún sistema de ventilación la vivienda (Celosía o abertura) Cumple, según el diseño de la vivienda No cumple, especificar el problema:

2. Observaciones de la ventilación de la vivienda.

Correo electrónico ex: myname@example.com

Enviar

Anterior Siguiente

Manual de mantenimiento



Inicio

Verificación de la madera

Conectores

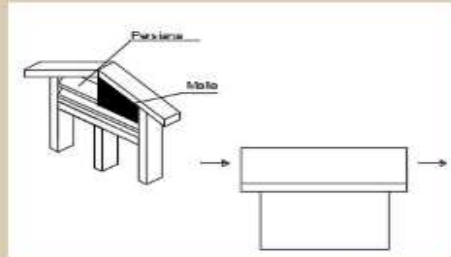
Trabajos preliminares

Construcción de la casa

Obra finalizada

Referencias

Ventilación



Se recomienda utilizar algún sistema de persianas o abertura para evitar las condensaciones en los techos.



1. Posee algún sistema de ventilación la vivienda (Celosía o abertura)

- Cumple, según el diseño de la vivienda
- No cumple, especificar el problema.

2. Observaciones de la ventilación de la vivienda.

Correo electrónico * ex: myname@example.com

Enviar

[Anterior](#) [Siguiente](#)

Manual de mantenimiento



Inicio

Verificación de la madera

Conectores

Trabajos preliminares

Construcción de la casa

Obra finalizada

Referencias

Otros

1. Fregadero: Revisar la instalación del fregadero, grifería y el desagüe.
- Cumple con las especificaciones.
 - No cumple, especificar el problema.

Otro

2. Pilas: Verificar la colocación, ubicación y los desagües.
- Cumple según planos.
 - No cumple, identificar el problema.



Otro

3. Artefactos Cumple
Sanitarios: Revisar la No cumple
instalación del
inodoro, lavatorio y
grifería.



4. Observaciones

Correo electrónico *

Enviar

[Anterior](#) [Siguiente](#)

Manual de mantenimiento



Inicio

Verificación de la madera

Conectores

Trabajos preliminares

Construcción de la casa

Obra finalizada

Referencias

Obra finalizada

Etapa de verificación: si la obra ya se encuentra finalizada, ya no se pueden verificar todos los aspectos antes mencionados, por lo cual se procedería con una verificación visual de los elementos que se encuentran expuestos y si es posible retirar alguna sección del cielos raso o del piso, se podría realizar una inspección de las uniones.

Inspección de la obra finalizada

1. Cimientos:
Verificar dimensiones de las bases según lo establece el diseño de la vivienda.

- Cumple con las dimensiones de los planos
- No cumple con los planos, sino especifique las dimensiones que tienen los cimientos



2. Verificar la madera utilizada que no presente alguno de los defectos que se mencionó en la sección de verificación de la madera.

- Cumple
- No cumple



3. Verificar que la madera utilizada no tenga presencia de insectos ni hongos.

- Cumple
- No cumple



Siguiente

4. Verificar uniones de los siguientes elementos:

- Apoyos (fundaciones con las columnas)
- Viga sobre columna
- Entramados horizontales (pisos)
- Entramados verticales (paredes)



5. Verificar las vigas principales y secundarias del entramado horizontal
- Cumple según los planos.
 - No cumple, especificar la colocación.



6. Verificar la correcta ejecución del entablado del piso.
- Cumple
 - No cumple, especificar el problema.



Atras

Siguiente

7. Fijación de los tabiques
- Cumple con las uniones establecidas.
 - No cumple, especificar como se realizó el proceso.



8. Fijación de los tableros de la pared.
- Cumple
 - No cumple, especificar el problema.



9. Puertas y ventanas: Cumple
Verificar la correcta No cumple, especificar el problema.
instalación de las
puertas y de las
ventas y que abran y
cierren
correctamente.



10. Techos: Verificar Cumple según los planos.
la pendiente del No cumple, especificar el problema.
techo y la correcta
colocación de las
láminas de zinc.

11. Observaciones de
la construcción.

Correo Electrónico *

Enviar

Atras



Inicio

Verificación de la madera

Conectores

Trabajos preliminares

Construcción de la casa

Obra finalizada

Referencias

Recomendaciones Constructivas

En la siguiente sección se muestra por medio de fotografías lo que no se debe hacer en la construcción y las recomendaciones para cada caso.

No se recomienda que la madera quede en contacto directo con el concreto ya que con el tiempo se va a pudrir la madera. Hay que colocar un aislante para separar la madera del concreto puede ser un hule grueso de una pulgada de espesor o algún otro tipo de membrana que cumpla con ese objetivo.



No es recomendable usar este tipo de cimientos, solo si la madera lo permite, si tiene muy buenas características. Lo cual hay que asesorarse con expertos en el tema para saber que especies se pueden utilizar en esos casos.



Es muy buen diseño constructivo ya que la madera esta separa del terreno y del concreto y están utilizando un protector para impedir el ingreso de insectos a las piezas de madera.



En la construcción con madera se recomienda estar inspeccionando la madera que se está utilizando en el proyecto para evitar que se utilicen piezas con defectos como lo son con:

- Nudos muertos
- Grietas
- Aristas faltantes



Y la construcción se recomienda utilizar conectores, para que no todas las uniones se realicen con clavos, ya que generan grietas considerables en los elementos de las viviendas como lo son en las vigas y columnas.



[Anterior](#) [Sigüiente](#)



Inicio

Verificación de la madera

Conectores

Trabajos preliminares

Construcción de la casa

Obra finalizada

Referencias

Referencias:

Arauco. (2003). *Normas de Productos maderas*. Recuperado de: <http://www.arauco.cl/pdf/Normas%20de%20Productos%20ARAUCO.pdf>

Camacho Comejo, D. (2015). *Entrevista*. Respaldo digital.

Carpio Malavassi, I. (1992). *Maderas de Costa Rica 150 especies forestales*. Documento interno.

CFIA. (2010). *Código sísmico de Costa Rica*. Documento interno.

Diccionario de Arquitectura y Construcción. (s.f.). *Definición de pudrición y conceptos relacionados*. Recuperado de: <http://www.parro.com.ar/definicion-de-pudrici%F3n>

CORMA. (s.f.). *Manual de la construcción de viviendas en madera*. Recuperado de: http://www.cttmadera.cl/wp-content/uploads/2007/03/unidad_1-madera.pdf

Dirección Nacional de Comercio Exterior. (2005). *Madera aserrada: Clasificación visual por grados de calidad*. Recuperado de: http://www.mincetur.gob.pe/comercio/OTROS/penx/estudios/Dimensionamiento_Clasificacion_Visual/Infome_final_Norma.pdf

Hempel Holzapfel, R; Poblete Aredondo, M. (s.f.). *Sistema poste y viga, uniones*. Documento interno.

Hempel Holzapfel, R; Poblete Aredondo, M. (s.f.). *Vigas*. Documento interno.

Hempel Holzapfel, R; Poblete Aredondo, M. (s.f.). *Cerchas*. Documento interno.

INTECO. *Madera aserrada para uso general*. Documento interno.

INTECO. *Madera estructural- Clasificación en grados estructurales para la madera aserrada mediante una evaluación visual*. Documento interno.

INTECO. *Norma de terminología*. Documento interno.

Junta del acuerdo de Cartagena. (1980). *Cartilla de construcción con madera*. Documento interno.

Mucap. (s.f.). *Protocolo de Control de Calidad*. Documento interno.

Ríos Torres, M. (2005). *Madera aserrada: Clasificación visual por grados de calidad*. Recuperado de: http://www.mincetur.gob.pe/comercio/OTROS/penx/estudios/Dimensionamiento_Clasificacion_Visual/Infome_final_Norma.pdf

[Anterior](#)

Manual de mantenimiento

Referencias

- Abdelnour, A., Aguilar, M., Valverde, L. (2011). *Micropropagación de pilón (Hieronyma alchorneoides)*. Recuperado de: http://www.mag.go.cr/rev_agr/v35n02_009.pdf
- Arriaga, F.; Blasco, J. (s.f.). *Estructuras de madera*. Recuperado de: http://arquitectosdecadiz.com/uploads/Actividades_Agenda_Mensual/documentacion_estructuras_madera.pdf
- Barreiro, S., Hirsch, T. (2011). *Protección de la madera*. Recuperado de: <http://goo.gl/KaYVp6>
- Bayeu-Promociones Inmobiliarias. (s.f.). *Manual de uso y mantenimiento de la vivienda*. Recuperado de: http://www.bayeu.com/manual_uso_viviendatipo.pdf
- Bobadilla, E. (2004). *Durabilidad natural de la madera de cinco especies aptas para la industria de la construcción*. Recuperado de: ftp://ftp.unam.edu.ar/mamcyp/tesis/alicia_bobadilla.pdf
- Bonfante, A., Bustos, K. (2014). *Caracterización, clasificación y patología de las especies de maderas más usadas en la construcción como elementos estructurales permanentes en la ciudad de Cartagena*. Recuperado de: <http://190.25.234.130:8080/jspui/bitstream/11227/246/1/TESIS%20BONFANTE,%20BUSTOS.pdf>
- Calderón, A. (s.f.). *Secado de la madera*. Recuperado de: http://campus.fca.uncu.edu.ar/pluginfile.php/9335/mod_resource/content/0/SECADO_DE_LA_MADERA.pdf
- Calleja, R. (2013). *Estudio de la efectividad de las normas de clasificación visual con madera estructural de Populus x euramericana*. Recuperado de: <https://uvadoc.uva.es/bitstream/10324/2936/1/PFC-L-M0506.pdf>
- Camacho, D. (2015). *Entrevista*. Respaldo digital.
- Cámara Costarricense de la Construcción. (2012). *Manual de Mantenimiento de Vivienda*. Recuperado de: http://construccion.co.cr/manual_mantenimiento_vivienda/ManualMantenimiento2012.pdf
- Carrillo, I., Elissetche, J., Valenzuela, S., & Teixeira, R. (2013). *Formación de elementos anatómicos en maderas duras: una revisión desde una perspectiva genómica*. (Spanish). *Maderas: Ciencia Y Tecnología*, 15(1), 93-104. doi:10.4067/S0718-221X2013005000009
- Centro de exportación e inversión de la Republica Dominicana. (s.f.). *Breve análisis del comercio de la madera*. Recuperado de: http://ceird.gov.do/estudios_economicos/estudios_productos/perfiles/comercio_madera.pdf

- Centro de Transferencia Tecnológica de la Madera. (2006). *Mantenimiento de la madera en establecimientos educacionales*. Recuperado de: <http://www.cttmadera.cl/wp-content/uploads/2007/04/mantenmaderamineduc.pdf>
- CFIA. (2010). *Código sísmico de Costa Rica*. Documento interno.
- CIDEMCO. (2005). *Curso principios y técnicas generales de la protección de la madera: Procesos del tratamiento químico, tratamientos alternativos*. Recuperado de: https://alojamientos.uva.es/guia_documento/uploads/2012/428/51971/1/Documento4.pdf
- Comisión Nacional Forestal (2010). *Manual para la protección contra el deterioro de la madera*. Recuperado de: <http://www.conafor.gob.mx/biblioteca/Proteccion-Madera.pdf>
- Confemadera. (2010). *Guía de construir con madera, conceptos básicos de la construcción con madera*. Recuperado de: <http://www.confemadera.es/rs/99/d112d6ad-54ec-438b-9358-4483f9e98868/dc5/filename/conceptos-basicos.pdf>
- Confemadera. (2010). *Guía de construir con madera, productos de madera para la construcción*. Recuperado de: <http://www.confemadera.es/rs/104/d112d6ad-54ec-438b-9358-4483f9e98868/a48/filename/productos.pdf>
- Confemadera. (s.f.). *Estandarización de medidas y clasificaciones de madera aserrada de coníferas*. Recuperado de: <http://www.confemadera.es/rs/36/d112d6ad-54ec-438b-9358-4483f9e98868/dae/filename/estandarizacion-madera-aserrada.pdf>
- Córdoba, R. (2005). *Conceptos básicos sobre el secado de la madera*. Recuperado de: <https://goo.gl/q7cVmb>
- Cruz de León, J. (2010). *Manual para la protección contra el deterioro de la madera*. Recuperado de: <http://www.conafor.gob.mx/biblioteca/Proteccion-Madera.pdf>
- Cruz de León, J. (s.f.). *Consideraciones tecnológicas en la protección de la madera*. Recuperado de: <http://www.conafor.gob.mx/biblioteca/Consideraciones-tecnologicas-de-la-madera.pdf>
- Dávalos, R. (2010). *Clasificación visual para madera de pino de uso estructural*. Recuperado de: ftp://soporte.uson.mx/publico/04_INGENIERIA%20CIVIL/EST3/REGLA%20DE%20CLASIFICACION%20DE%20MADERAS.pdf
- Devia, C. (2002). *La madera como material básico para la construcción de viviendas de interés social*. Recuperado de: http://www.javeriana.edu.co/fear/ins_amb/documents/Madmaterialebasico.pdf
- FAKOLITH Chemical Systems. (s.f.). *Saneamiento y protección no cubriente de la madera*. Recuperado de: http://www.fakolith.es/upload/Proteccion_madera_Fakolith.pdf
- Gonzales, E. (2008). *Identificación organoléptica y macroscópica de maderas comerciales*. Recuperado de: https://alojamientos.uva.es/guia_documento/uploads/2012/449/42168/1/Documento2
- Gonzales, G., Serrano, R. (2004). *Propiedades y utilidades de la madera de melina (Gmelina arborea Roxb) procedente de árboles plantados en Costa Rica*. Recuperado de: <http://revistas.tec.ac.cr/index.php/kuru/article/download/598/523>
- González, G. (2014). *Clasificación Estructural de la madera*. Documento interno.

- Instituto de la Construcción, Innova Chile. (2005). *Manual de uso y mantenimiento para una vivienda sana*. Recuperado de: <http://goo.gl/fJBje4>
- INTECO. Madera aserrada para uso general. Documento interno.
- INTECO. Madera estructural- Clasificación en grados estructurales para la madera aserrada mediante una evaluación visual. Documento interno.
- INTECO. Norma de terminología. Documento interno.
- INTECO. Madera aserrada para uso general. Documento interno.
- INTECO. *Madera estructural- Clasificación en grados estructurales para la madera aserrada mediante una evaluación visual*. Documento interno.
- INTECO. *Norma de terminología*. Documento interno.
- Jacobo, G., Vedoya, D. (2004). *Construcción de viviendas de madera como política de estado*. Recuperado de: <http://www.unne.edu.ar/unnevieja/Web/cyt/com2004/7-Tecnologia/T-093.pdf>
- Kiuru, J. (s.f.). *La madera y sus propiedades*. Recuperado de: http://www.gremialforestal.com/articulos/la_madera_y_sus_propiedades.pdf
- Laboratorio tecnológico del Uruguay. (2014). *Estudios en LATU sobre durabilidad y preservación de maderas*. Recuperado de: http://www.latu.org.uy/docs/UCNo18_LATU_final_1.pdf
- LSU AgCenter. (s.f.). *Procesos de Secado Para Evitar Defectos en la Madera Verde*. Recuperado de: <http://www.lsuagcenter.com/NR/rdonlyres/27F364B9-C2A5-403B-A427-9C640259EAC3/2923/pub2642span2.pdf>
- Metropol, Colombia. (s.f.). *Protección por diseño*. Recuperado de: http://www.metropol.gov.co/espiralesdevida/Documents/Proteccion_Diseño.pdf
- Ministerio de Ambiente, vivienda y desarrollo territorial, Republica de Colombia. (2011). *Los materiales en la construcción de vivienda de interés social*. Recuperado de: http://www.minvivienda.gov.co/Documents/guia_asis_tec_vis_2.pdf
- Moya, R., Muñoz, F., Salas, C., Berrocal, A., Leandro, L., Esquivel, E. (2010). *Tecnología de madera de plantaciones forestales: Fichas técnicas*. Recuperado de: <http://www.tec.ac.cr/sitios/Docencia/forestal/kuru/Documents/2010/Kuru%20marzo%202010/Fichastecnicas%20-%20marzo%202010.pdf>
- Mucap. (s.f.). *Protocolo de Control de Calidad*. Documento interno.
- Mucap. (s.f.). *Protocolo de Control de Calidad*. Documento interno.
- Natterer, J., Winter, W. (s.f.). *El futuro de la construcción en madera, en Europa. Entre tradición e industrialización y entre técnica y arquitectura*. Recuperado de: <http://informesdelaconstruccion.revistas.csic.es/index.php/informesdelaconstruccion/article/viewFile/1605/2416>
- Nyle Systems. (s.f.). *Introducción de secado al horno*. Recuperado de: http://www.nyle.com/downloads/KilnDrying_ES.pdf
- Ordóñez, V., Salomón, I. (2009). *Consideraciones geométricas en la determinación de las propiedades en flexión estática de bambú*. Recuperado de: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1405-04712009000100007&script=sci_arttext
- Pérez, C., Quintanar, A. (1994). *Características anatómicas de la madera de cinco especies del estado*

de Jalisco, México Acta Botánica Mexicana. Recuperado de:
<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=57402707>

- Quesada, R., Fernández, J. (2005). *Actualización de listado de especies arbóreas de uso forestal y otros usos en Costa Rica*. Recuperado de:
http://www.tec.ac.cr/sitios/Docencia/forestal/Revista_Kuru/antiores/antior4/pdf/Nota%202.pdf
- Ríos, M. (2005). *Madera aserrada: Clasificación visual por grados de calidad*. Recuperado de:
http://www.mincetur.gob.pe/comercio/OTROS/penx/estudios/Dimensionamiento_Clasificacion_Visual/Informe_final_Norma.pdf
- Salas, C. (s.f.). *Secado, durabilidad y preservación de madera*. Escuela de Ingeniería forestal, TEC. Documento interno.
- Serrano, R. (2006). *Consumo de madera para construcción en Costa Rica y requerimientos para satisfacer a los usuarios*. Recuperado de:
http://www.tec.ac.cr/sitios/Docencia/forestal/Revista_Kuru/antiores/antior8/pdf/nota%202.pdf
- Serrano, R., Moya, R. (2011). *Procesamiento, uso y mercado de la madera en Costa Rica: aspectos históricos y análisis crítico*. Recuperado de:
<http://www.tec.ac.cr/sitios/Docencia/forestal/kuru/Documents/2011/Kuru%20Vol.21-2011/Procesamiento,%20uso%20y%20mercado%20de%20la%20madera%20en%20Costa%20Rica.pdf>
- Vaca de Fuentes, R. (1998). *Técnicas para la preservación de maderas*. Recuperado de:
http://pdf.usaid.gov/pdf_docs/Pnacd119.pdf
- Vargas, J. (s.f.). *La madera: clasificación y propiedades*. Recuperado de:
<http://www.posgradosfor.umss.edu.bo/boletin/drvargas/secado.pdf>