

MANIFESTACIONES PATOLÓGICAS EN LA ESTRUCTURA DE UN TECHO: ESTUDIO DE CASO

Data de aceite: 02/10/2023

Amanda Fernandes Pereira Da Silva

Estudiante de Licenciatura en Ingeniería Civil, Centro Universitario Santo Agostinho

Marcos Alécio Campos Da Silva

Graduado en Licenciatura en Ingeniería Civil, Centro Universitario Santo Agostinho

Diego Silva Ferreira

Ingeniero Civil, Centro Universitario Santo Agostinho

Hildegard Elías Barbosa Barros

Ingeniero Civil, Centro Universitario Santo Agostinho

Lilian Vitória Viana Lima Santos

Estudiante de Licenciatura en Ingeniería Civil, Centro Universitario Santo Agostinho

Elías Antonio De Sousa Gomes

Graduado en Licenciatura en Ingeniería Civil, Centro Universitario Santo Agostinho

Natanael Da Silva Lima

Graduado en Licenciatura en Ciencias en Ingeniería Civil, Centro Universitario Santo Agostinho

Trabajo presentado en el Congreso Brasileño de Ciencia y Sociedad (CBCS 2019), promovido por el Centro Universitário Santo Agostinho, del 3 al 5 de octubre de 2019, en Teresina-PI.

RESUMEN: Uno frecuente causa en daño en estructuras en madera Es El introducción en esfuerzos inadecuado adeudado a algunos cambios intencionados como, por ejemplo, adaptaciones y cambios de áreas, o pueden ser cambios accidentales como la prestación de apoyo. Por lo tanto, este trabajo tiene como objetivo realizar un análisis de una cubierta de madera de un edificio residencial ubicado en Teresina-PI que presenta patologías de origen estructural con el fin de servir de base para futuras investigaciones y ser un referente del tema. Fundamento en literaturas Es con registro en imágenes hecho en loco, él era logrado uno levantamiento en datos que nos puedan ayudar a comprender las posibles causas de los problemas detectados y formular sugerencias que puedan resolverlos. Se encontró que la estructura se presentaba inestable con notorios desplazamientos y deflexiones y presentando algunas manchas que cambiaron el color de la madera. Por lo que

se propone que en el desarrollo de la obra o rehabilitación exista un plan de diseño que se debe seguir. en modo El controlar durabilidad para, este correo, venir El tener mantenimiento Es reparar de estructuras El base de madera, ya que este material tiene especificaciones muy altas propio.

PALABRAS CLAVE: Patología. Edificio. Techo. Estructuras de madera.

INTRODUCCIÓN

Al ser la madera un material anisotrópico, es decir, con propiedades mecánicas que dependen de la disposición de sus fibras, es necesario conocer la variabilidad natural que presenta este material. Tiene qué es directamente conectado hacia tipo en árbol en cual El la madera es extraído Es hacia tu actuación en contacto con oh ambiente. Cuánto El eso Es conocimiento qué ella Es en origen Natural, hacia Sus características son muy particulares, dando lugar a problemas constructivos que requieren análisis amplios y específicos.

El comportamiento mecánico de la madera tiene en cuenta la variabilidad que se produce entre especies (genética), presente en una misma especie (genética y factores ambientales) y la que se origina dentro de cada árbol (factores ambientales que contribuyen al crecimiento específico). desde el árbol). En consecuencia a partir de ese, El madera si convertirse uno material con importante heterogeneidad, pero que presenta propiedades ventajosas para su uso en construcción civil como durabilidad y solidez, esenciales en estructuras resistentes que requieren un desempeño adecuado.

Cabe aclarar que las principales causas del deterioro de la madera son los agentes abióticos. (físicos, productos químicos, atmosférico, pendiente hacia fuego, etc.) Es originario en anomalías estructural; y agentes bióticos (bacterias, hongos, insectos, perfumistas marinos, etc.) (BRITO, 2014). Por ello, es fundamental comprobar la calidad de la madera teniendo en cuenta su uso previsto. pretende.

En rostro hacia expuesto, Éste trabajar él tiene por meta lograr uno estudiar en caso en uno techo de madera en un edificio residencial ubicado en Teresina (PI), que presenta algunas patologías de origen estructural y algunas manchas que alteraron el color de la madera, donde fue posible determinar las posibles causas que llevaron a tales problemas, así como desarrollar algunas sugerencias para resolverlos.

METODOLOGÍA

La organización del trabajo se basó en dos etapas. La primera etapa consiste en presentar una breve explicación de cómo se originan las patologías en las construcciones de madera, abarcando definiciones genéricas de los agentes causantes de dichas patologías, dando mayor énfasis a los agentes físicos de origen estructural, ya que existe la hipótesis de que estos agentes han sido los principales causantes. de algunas de las patologías de la cubierta de madera en el caso de estudio, y algunas técnicas de resolución, basadas en

la literatura, para que sirvan de ayuda a la levantamiento en datos qué él era logrado del estudiar en caso. Y El segundo escenario, presentar El análisis completo del estudio de caso.

PATOLOGÍAS EN EL CONCEPTO DE CONSTRUCCIONES DE MADERA

Las Patologías Estructurales es un tema dentro del ámbito de la Ingeniería Civil que abarca el estudio de los orígenes, cómo se manifiestan, efectos y mecanismos de ocurrencia de las fallas en los sistemas estructurales. y/o en deterioro del elementos estructural (SOUZA; DESTRIPIADOR, 1998). A pesar de, también debe abarcar la concepción estructural y del proyecto en términos de capacidad de desempeño futuro con la necesidad de rehabilitar y mantener seguras y estables las estructuras existentes, no restringiéndose solo al conocimiento y el proceso de identificación de patologías, sino también como la propia percepción del Ingeniero Civil sobre las estructuras. comportamiento a lo largo del tiempo, desde la concepción hasta el mantenimiento de la estructura (SOUZA; RIPPER, 1998).

AGENTES DETERIOROS DE LA MADERA

Como se mencionó anteriormente, las patologías en las construcciones de madera pueden ser causadas por cambios físicos o químicos en los elementos de madera (agentes abióticos) y degradación de sus propiedades, pérdida de idoneidad, por uso inadecuado o nuevas exigencias en su desempeño; por deterioro de ambientes que favorecen el desarrollo de sus depredadores como hongos, bacterias, insectos, etc. (agentes bióticos).

AGENTES ABIÓTICOS - AGENTES FÍSICOS

La modificación de condiciones iniciales (adaptaciones, alteración de áreas) y/o cambios de uso (cesión de apoyos, accidentales) en estructuras de madera generan esfuerzos inadecuados, los cuales han sido causa frecuente de problemas y daños constructivos (CRUZ, 2001).

Hacia patologías pendiente El agentes abiótico (físicos) compromiso oh operación estructura estructural en un techo de madera, por ejemplo, provocando inestabilidad, remoción de elementos estructurales, fracturas incipientes, movimiento de conexiones y distorsiones, deformaciones, desplazamientos y deflexiones y defectos naturales de la madera (CRUZ, 2001).

PATOLOGÍAS DE ORIGEN ESTRUCTURAL (AGENTES FÍSICOS)

El uso inadecuado, sobrecargas accidentales, falta de mantenimiento o cambios intencionales de uso y/o ampliaciones a la estructura original, resultado de muchos años de

servicio, pueden generar problemas desastrosos donde pueden surgir defectos por fallas de diseño y diseño estructural, una inadecuada ejecución de conexiones. Aún persisten fallas en la elección y selección de materiales durante el servicio de ejecución y sin los cuidados necesarios, además de casos de fallas en el mantenimiento correctivo [(MACHADO et al., 2009); (CRUZ, 2016); (COSTA, 2009); (DRIEMEYER, 2009); (BRANCO et al., 2012)]. Estos son los factores más relevantes que provocan la aparición de patologías en las estructuras de madera. A continuación se describirán sucinto alguno del principal tipos en deterioros en estructuras en madera originario de agentes físicos.

- Eliminación en elementos estructural: Es muy común encontrarse estructuras en techumbre madera dañada por el retiro de sus partes para instalación de servicios públicos, durante renovaciones o como resultado de un mantenimiento incorrectamente diseñado, además de otras actividades de carpintería [(MACHADO et al., 2009); (CRUZ, 2016); (BRANCO et al., 2012); (BRITO; CALIL, 2012)]. Así como cortes o remoción de vigas o partes de elementos estructurales en tensión. Reducir la sección de vigas y transversales también puede reducir su capacidad resistente (CALIL, 2006).
- Deformaciones, desplazamientos y deflexiones: pueden indicar carga excesiva, que requiere corrección con un mantenimiento adecuado [(MACHADO et al., 2009); (BRANCO et al., 2012); (CALIL, 2006); (ARRIAGA et al., 2002); (ALVIM, et al., 2011)]. En estructuras más antiguas, el desplazamiento puede deberse al efecto de fluencia o secado debido a la condición de madera verde. Esto puede o no conducir a problemas estructurales (CALIL, 2006).
- Inestabilidad: las manifestaciones patológicas de las estructuras de madera muchas veces pueden estar relacionadas con fallas en el diseño, análisis, construcción y uso. La inestabilidad generalmente se puede observar en desplazamientos laterales excesivos o en movimiento del marco, generalmente causados por daños, cortes o falta de barras de arriostramiento (CALIL, 2006). Los tipos de inestabilidad más comunes en estructuras de madera son: inestabilidad local (inestabilidad lateral en vigas y pandeo en columnas) e inestabilidad global de la estructura. estructura.

AGENTES QUÍMICOS

Contacto de la estructura de madera con productos químicos. A continuación se muestran algunos ejemplos (RITTER; MORRELL, 1990).

- Bases fuertes que atacan a la hemicelulosa y la lignina, dejando la madera con un color blanquecino;
- Los ácidos fuertes atacan la celulosa y la hemicelulosa, provocando pérdida de peso. Es resistencia; Refiriéndose al efecto de la corrosión sobre la madera, surgen degradaciones. en ambientes marinos Es áreas industrial. Cuando El humedad en madera reaccionar con oh hierro en uno conexión

el metal es lo que caracteriza la apariencia de la corrosión (BRITO, 2014).

AGENTES ATMOSFÉRICOS

Provocan cambios de color y textura, alterando la parte estética de la madera y pudiendo volverse más claras u oscuras debido a la intemperie. En ambientes exteriores, es la acción de la lluvia, la radiación solar y los ciclos de secado y humidificación los que degradan la madera.

AGENTES BIÓTICOS

Las bacterias atacan la madera cuando está enterrada o sumergida, provocando se “perfora” y aumenta su higroscopicidad.

Ya tú hongos (basidiomicetos Es ascomicetos), descomponer El madera en semejante molde El causa el suyo putrefacción. Y ellos pueden si proliferar pendiente El manchas en humedad por infiltraciones Detectado visualmente por la variación en el color de la madera.

Y los barrenadores marinos, los organismos marinos que dañan la madera, se pueden dividir en dos categorías: moluscos y crustáceos. Los teredos son los más conocidos entre los moluscos. Limnoia es el crustáceo xilófago más extendido en el mundo (MENDES; ALVES, 1988).

ALGUNAS TÉCNICAS DE REPARACIÓN

El proceso de recuperación se divide en dos categorías (RITTER; MORRELL, 1990):

1. La degradación existente no afecta el desempeño estructural de la madera. Las posibles técnicas utilizadas son: fumigación, inyección, aspersión y cepillado;
2. Implica El restauracion desde el capacidad en cargar requerido para El estructura en madera, así como las condiciones iniciales. Las técnicas más utilizadas para realizar estas recuperaciones son: tradicional - El estructura en madera Es reforzado con nuevo partes, en dimensiones Es tamaños similares a los originales; método mecánico - las reparaciones estructurales se realizan utilizando conectores metálicos y el método adhesivo - se utilizan variaciones de resinas epoxi combinadas con piezas metálicas para hacer refuerzos (ETTEM; ROBINSON, 1991).

ESTUDIO DE CASO

El caso de estudio se refiere a un techo de madera de un edificio residencial de 2 pisos. situado en teresina (PI) que presenta misceláneas patologías. Inicialmente él era Se llevó a cabo una recopilación de datos a través de entrevistas informales con los propietarios de los edificios sobre la condiciones en servicio en qué él era ejecutado oh

techo para, así, facilitar oh comprensión en cuanto a posible causas qué ellos pueden tener implicado oh aparición de patologías encontró. En un trato con El entrevista tenemos hacia siguiente información: oh techo Es en madera Palo d'arco (para ver Figura 1). La elección y selección del material se debió a su uso en estructuras de techos de madera vista con gran resistencia al ataque de termitas, condiciones climáticas y por cuestión estética, por su exposición; No ha habido ningún proceso de mantenimiento desde su implementación, la cual se realizó en 1985; La viga tiene una dimensión de 7x14. Tiene un espesor menor al previsto en el proyecto para la distancia a la que se utiliza, por lo que está recibiendo uno cargar inadecuado; A nosotros apoya lados desde el haz qué presenta hacia patologías parte el yeso se desprendió (ver Figura 2); No se eliminaron elementos estructurales; Presencia en trama (listones, vigas Es martes). Pero hay guarniciones malo hazañas en tejas soportado en el lamas que generan algunas goteras en periodos de lluvia como se ve en la Figura 3.



FIGURA 1. Vista general de la cubierta de madera Pau D'arco

Fuente: propio autor, 2017.



FIGURA 2. Viga doblada con fluencia de apoyo

Fuente: propio autor, 2017.

Una forma de determinar cuánto se deformó esta viga en la Figura 2 del techo del estudio de caso. Es si conoce hacia recetas desde el estándar Es a través de desde el fórmula El seguir. Y importante citar que existe la posibilidad de que el corte actúe sobre la viga y por eso se dobla ya que es un esfuerzo en dirección longitudinal y provocado por una fuerza cortante actuante que en este caso sería el peso del propio alma que se descarga sobre la viga. haz. El análisis de los casos más simples se realiza únicamente en relación hacia estado límite en usar qué definir hasta cuánto él puede haber deformaciones. Y en En relación a estos, los desplazamientos finales, que presentan instantáneos sumados a los de fluencia, tienen que ser ser menor qué tú valores Límites para qué No Acto daño a nosotros elementos qué ellos son conectado El transporte de viga en consideración oh malestar del usuario. Así, El condición para qué eso suceder Es que la deflexión en función de su carga (f e f) y el valor que la norma permite para vigas de madera según los casos (f lim) está dado por la siguiente ecuación por razones de seguridad (NBR 7190:1997).

$$f_{ef} \leq f_{lim}$$

El hundimiento se calcula según la siguiente fórmula.

$$Flecha = f = \frac{5 \times q \times L^4}{384 \times E \times I}$$

Donde q: cargando;

L: ir;

E: módulo de elasticidad;

I: momento de inercia.



FIGURA 3. Baldosas mal colocadas

Fuente: propio autor, 2017.

Con base en la información anterior, el análisis realizado sobre las fotografías registradas y mediante la asociación con el marco teórico, se vio claramente que existe la hipótesis de que la mayoría de las patologías son causadas por agentes físicos (abióticos) de origen estructural y otras patologías causadas por un agente biótico debido a unas manchas de humedad (infiltración) identificadas por la variación del color de la madera como se puede observar en la Figura 4. Las conclusiones a las que se llegó se presentan a continuación.



FIGURA 4. Manchas de humedad

Fuente: propio autor, 2017.

Manifestación de patologías: Flechas observables con deformaciones y desplazamientos visibles (ver Figura 2) ; Inestabilidad lateral (ver Figura 2) ; Prestación de apoyo ; Sobrecarga ; Manchas con variación de color (ver Figura 4).

Causas: Falta de mantenimiento frecuente ; Sección insuficiente para su uso ; Cambios intencionales ; Resultado de muchos años de servicio ; Fluidez (aumento de flechas) ; Fallos de uso, análisis y diseño ; Deficiencia de nivelación de los elementos (paredes), donde se realizan las entradas de las vigas ; Error en las conexiones entre elementos estructurales ; Infiltración generada por filtraciones por mala colocación de losetas.

Decisión en intervención: Para eliminar las manchas en estructura de madera, se sugiere, Después de limpiar la zona, utilice un producto Clareant (sal ácida) para eliminar las manchas y cualquier otro residuo mediante el cepillado. Y es necesario volver a colocar las tejas apoyadas sobre las lamas donde se puedan unir para evitar desplazamientos y, así, evitar goteo. Para reemplazar Total o parcialmente de madera utilizando soluciones modernas en cuanto a diseño, materiales y técnicas de conexión utilizadas, manteniendo algunas soluciones originales (rehabilitación con reposición total) o parcial desde el solución). Se sugiere que El rehabilitación, o refuerzos, es hecho con cobre juntas externas, con El técnica en aumentar desde el geometría del elemento, dónde involucra El suma en material que puede ser madera, de las mismas características y

dimensiones que el original, o láminas metálicas unidas con tornillos, para dar rigidez a los elementos estructurales existentes. Así, la sección efectiva y, en consecuencia, la inercia aumentan junto con la capacidad de carga, reduciendo significativamente las deformaciones excesivas y las deflexiones observables (RITTER; MORRELL, 1990). Las rehabilitaciones con juntas de cobre pueden ser mediante empalme de juntas de cobre en tramos específicos específicos [ver Figura 5 - A)], y con mayor inercia con la adición de cobre en juntas paralelas, ver Figura 5 - B).



FIGURA 5. A): Empalmes o refuerzo con uniones externas de madera atornilladas con cobre donde se restablece la transferencia de carga en un punto de ruptura; B): Los empalmes de cobre junto con láminas metálicas externas atornilladas paralelas, está más asociado al refuerzo de elementos donde la capacidad resistente es insuficiente.

Fuente: UZIELLI, 1995.

CONCLUSIÓN

Es importante aclarar que aún con la evolución tecnológica de las industrias de la construcción adaptándose a métodos cualitativos en sus productos, tienden a aparecer patologías, las cuales son causadas por errores en la ejecución, diseño y mantenimiento. Recomendando qué, con relación hacia mantenimiento, qué ser hacia preventivo, a pesar de grande parte del casos es hacia correctivos. Entonces con hacia preventivo puede ser presumir posible fracasos Es defectos a lo largo de la vida útil del estructura.

Este trabajo es adecuado como consultoría para estudios relacionados con el tema, ya que los problemas detectados pueden prevenirse en las etapas de construcción. Y con estos problemas, el caso de estudio vio la necesidad de reforzar la estructura de madera por deformaciones. Es flechas aparente, principalmente. Además a partir de ese, uno planificación en concepción los cuales se deben seguir correctamente para que la madera a utilizar garantice durabilidad y rendimiento en servicio.

REFERENCIAS

ALVIM, RC; VELOSO, LACM; ALMEIDA, PAO; ALVIM, RAA Metodología para Evaluación de seguridad de estructuras tipo Hauff en grandes cubiertas de madera en Brasil. Anais CIMAD 11, Coimbra, 2011.

ARRIAGA, F.; PERAZA, F.; ESTEBAN, METRO.; BOBADILLA, I.; GARCÍA, F. Intervención es estructuras de madera. España: Editora AITIM, 2002.

ASOCIACIÓN BRASILEÑA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 7190: Diseño de estructuras de madera. Río de Janeiro, 1997.

BLANCO, F.; BRITO, J.; Flores, I.; GASPAR, F.; SANTOS, S.; PAULO, P.; CAMPOS, J.; Alejandro, J. Diagnóstico y patología de las construcciones de madera. Curso de Inspección y Rehabilitación de Obras, Módulo IR2, Instituto Superior Técnico, Lisboa, 2012.

BRITO, I. D.; CALIL J.R., w. Evaluación por visual inspección Técnica de Hauff tipo madera estructura del tejado en Ellos son carlos Club Gimnasio en Brasil. LNEC - Laboratorio Nacional en Ingeniería Civil, Lisboa, 2012.

BRITO, LD Patología en Estructuras de Madera: Metodologías de Inspección y Técnicas de Rehabilitación. Tesis (Doctorado) - Curso de Ingeniería Estructural, Departamento de Ingeniería Estructural, São Carlos, 2014.

CALIL JR Manual para el diseño y construcción de puentes de madera. 2006. Disponible en: < <http://www.set.eesc.usp.br/portal/pt/livros/361-manual-de-projeto-e-construcao-de-pontes-de-adeira> > Consultado el: 26 dic. 2017.

CRUZ, H. Patología, evaluación y conservación de estructuras de madera. II Curso Gratuito de Patrimonio Internacional. Asociación Portuguesa de Municipios con centro histórico. Foro UNESCO Portugal. Santarém, 2001.

CRUZ, H. Patología en Estructuras de Madera: Acción de Agentes Biológicos. 2016. Disponible en: < http://www.set.eesc.usp.br/static/media/producao/2014DO_LeandroDussarratBrito.pdf > Consultado el: 26 dic. 2017.

DRIEMEYER, RA Contribuciones para la conservación del patrimonio histórico construido en madera en la ciudad de Antônio Prado/RS. Tesis (Maestría) de Posgrado en Ingeniería Civil, Centro Tecnológico, Universidad Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2009.

ETTEM, CJ; ROBINSON, GC La Reparación de Madera Estructural. Conferencia Internacional de Ingeniería de la Madera de Londres, Londres, 1991.

MACHADO, JS; DÍAS, A.; CRUZ, H.; CUSTÓDIO, J.; PALMA, P. Evaluación, Conservación y Refuerzo de Estructuras de Madera. Portugal: Editora Verlag Dashöfer, 2009.

MENDES, A. de S.; ALVES, MV da S. La degradación de la madera y su conservación. Brasilia: Ministerio de Agricultura, 1988.

RITTER, MA; MORRELL, JJ Puentes de Madera: Diseño, Construcción, Inspección y Mantenimiento. Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, USDA, Servicio Forestal, Estados Unidos, 1990.

COSTA, LS Tipificación de soluciones para la rehabilitación de suelos estructurales de madera en edificaciones antiguas. Tesis (Maestría) Facultad de Ingeniería, Universidad de Porto, Portugal, 2009.

SOUZA, VCM; RIPPER, T. Patología, recuperación y refuerzo de estructuras de hormigón. São Paulo: Editora Pini, 1998.

UZIELLI, L. Restauración de estructuras de madera - Reparación y refuerzo. Università degli Studi di Firenze, Países Bajos, 1995.