

**ANÁLISIS DE LA INCIDENCIA DE AGENTES PATÓGENOS EN LA
ESTRUCTURA DE GUADUA DE LA UNIVERSIDAD LA GRAN COLOMBIA
SEDE DE ARMENIA**

**DIEGO MAURICIO LOZANO SÁNCHEZ
YONOR JHAZYR MORENO DONADO**

**UNIVERSIDAD LA GRAN COLOMBIA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
BOGOTÁ D.C**

2016

**ANÁLISIS DE LA INCIDENCIA DE AGENTES PATÓGENOS EN LA
ESTRUCTURA DE GUADUA DE LA UNIVERSIDAD LA GRAN COLOMBIA
SEDE DE ARMENIA**

**DIEGO MAURICIO LOZANO SÁNCHEZ
YONOR JHAZYR MORENO DONADO**

**TRABAJO DE GRADO COMO OPCIÓN PARA OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL**

**ASESOR DISCIPLINAR: ING. MATEO GUTIERREZ GONZALES
CO-ASESOR DISCIPLINAR: ARQ. WALTER BARRETO CASTILLO
ASESOR METODOLOGICO: LIC. LAURA CALA CRISTANCHO**

**UNIVERSIDAD LA GRAN COLOMBIA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
BOGOTÁ D.C**

2016

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	8
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	9
2. JUSTIFICACIÓN	11
3. OBJETIVO GENERAL	12
3.1. OBJETIVO ESPECÍFICOS	12
5. MARCO DE REFERENCIA	15
5.1. GUADUA	15
5.1.1. PARTES DE LA GUADUA	16
5.1.1.1. Rizoma.....	16
5.1.1.2. Culmo – Tallo	16
5.1.1.3. Basa.....	16
5.1.1.4. Cepa.....	16
5.1.1.5. Sobrebasa.....	17
5.1.1.6. Entrenudo	17
5.1.1.7. Nudo	17
5.1.2. CARACTERÍSTICAS ANATÓMICAS DE LA GUADUA	17
5.1.3. AGENTES BIOTICOS Y ABIOTICOS PARA LA GUADUA	17
5.1.4. INMUNIZACIÓN Y PRESERVACIÓN DE LA GUADUA	18
5.1.3.1. Corte	18
5.1.3.2. Curado.....	18
5.1.3.3. Secado.....	19
5.1.3.4. Técnica de avinagrado	19
5.1.3.5. Técnica de curado por inmersión de agua	19
5.1.3.6. Preservación por inyección:	20
5.1.3.7. Lavado con Cal	21
5.1.3.8. Hervido	21
5.1.3.9. Método de desplazamiento de savia o boucherie modificado	21
5.1.3.10. Boucherie modificado con ácido piroleñoso	21
5.1.3.11. Preservación con humo o ahumado de la guadua.....	21
5.2. MADERA	22
5.2.1. AGENTES BIOTICOS PARA MADERA Y GUADUA	22
5.2.1.1. Hongos cromógenos.	22
5.2.1.2. Hongos de pudrición	23
5.2.1.3. Mohos.....	23
5.2.1.4. Tipos de insectos	24
5.2.1.4.1. Coleópteros.....	24
5.2.1.4.2. Lícido.....	24
5.2.1.4.3. Anóbido.....	25
5.2.1.4.4. Termitas.	25

5.2.2.	AGENTES ABIÓTICOS PARA MADERA Y GUADUA.	25
5.2.2.1.	Degradación por la luz	26
5.2.2.2.	La humedad atmosférica	27
5.2.2.3.	Fuego	27
5.2.2.4.	Sobreesfuerzos Mecánicos	27
5.2.3.	TRATAMIENTOS SEGÚN ACCIÓN PROTECTORA PARA ELEMENTOS DE MADERA.	28
5.2.3.1.	Insecticidas	28
5.2.3.2.	Fungicidas	30
5.2.3.3.	Ignífugos o retardadores de fuego	32
5.2.3.4.	Protectores de la luz	32
5.2.4.	TIPOS DE PRESERVANTES	33
5.2.4.1.	Solventes orgánicos	33
5.2.4.2.	Hidrosolubles	33
5.2.4.3.	Creosotados	33
5.3.	MARCO GEOGRÁFICO	34
5.4.	MARCO LEGAL	35
6.	DISEÑO METODOLÓGICO	36
6.1.	LÍNEA DE INVESTIGACIÓN	36
6.2.	ENFOQUE DE INVESTIGACIÓN	36
6.3.	TIPO DE INVESTIGACIÓN	36
6.4.	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN	36
6.5.	FASES DE INVESTIGACIÓN	37
7.	RESULTADOS Y ANÁLISIS	38
7.1.	REALIZACIÓN DE FICHAS TÉCNICAS Y MATERIALIZACIÓN EN LA TOMA DE DATOS	38
7.1.1.	Realización de fichas técnicas.	38
7.1.2.	Recolección de información en la sede Campus Ciudadela del Saber La Santa Maria.	41
7.2.	CLASIFICACIÓN DE PATOLOGÍAS SEGÚN CAUSA EN LA ESTRUCTURA DE LA SEDE DE ARMENIA	44
7.2.1.	Observaciones generales a la estructura	44
7.2.2.	Módulo A	46
7.2.3.	Módulo B	58
7.2.4.	Módulo C	66
7.3.	RECOMENDACIONES	73
7.3.1.	Recomendaciones Módulo A	73
7.3.2.	Recomendaciones Módulo B.	73
7.3.3.	Recomendaciones Módulo C	74
7.4.	XILOTECA	75

8. CONCLUSIONES.....	77
9. RECOMENDACIONES.....	79
BIBIOGRAFÍA.....	80
ANEXOS.....	83
ANEXO A. Primera visita de Campo a la Sede Armenia	83
ANEXO B FORMATO DE FICHA TÉCNICA.....	94
ANEXO C PLANOS MÓDULOS A, B Y C	96

LISTA DE IMÁGENES

Imagen 1 Partes de la Guadua. Fuente?	16
Imagen 2 Inmunización y preservación de Guadua	18
Imagen 3 Preservación por inyección.	20
Imagen 4.Cerambídeos	24
Imagen 5. Insecto Lítido.	24
Imagen 6. Anóbido	25
Imagen 7. Termitas	25
Imagen 8. Estructura de la Madera, ubicando la Albura y el Duramen.	26
Imagen 9. Elemento estructural sometido a flexión por cargas (UGC- Sede Armenia)	28
Imagen 10 Diferentes tipos de tratamientos de muros con fungicidas a) Impregnación sin presión, b) impregnación con presión y c) impregnación con implantes	32
Imagen 11.Ubicación del elemento estructural de Guadua de la Universidad La Gran Colombia en La sede de Armenia vía.	34
Imagen 12.Estructura de Guadua de la Universidad La Gran Colombia en La sede de Armenia.	34
Imagen 13 Ficha técnica para recolección de datos en campo (Costado A).....	39
Imagen 14 Ficha técnica para recolección de datos en campo (Costado B).....	40
Imagen 15 Ficha técnica aplicada al pórtico número 30 del módulo C (Costado A)	42
Imagen 16 Ficha técnica aplicada al pórtico número 30 del módulo C (Costado B)	43
Imagen 17 Distribución módulos Campus Ciudadela del Saber La Santa Maria ..	44
Imagen 18 Patologías encontradas en el pórtico 1 módulo A	47
Imagen 19 Patologías encontradas en el pórtico 2 módulo A	47
Imagen 20 Patologías encontradas en el pórtico 3 módulo A	48
Imagen 21 Patologías encontradas en el pórtico 4 módulo A	48
Imagen 22 Patologías encontradas en el pórtico 5 módulo A	49
Imagen 23. Patologías encontradas en el pórtico 6 módulo A	49
Imagen 24 Patologías encontradas en el pórtico 7 módulo A	50
Imagen 25 Patologías encontradas en el pórtico 8 módulo A	50
Imagen 26 Patologías encontradas en el pórtico 9 módulo A	51
Imagen 27 Patologías encontradas en el pórtico 10 módulo A	52
Imagen 28 Patologías encontradas en el pórtico 11 módulo A	52
Imagen 29 Patologías encontradas en el pórtico 12 módulo A	53
Imagen 30 Patologías encontradas en el pórtico 13 módulo A	54
Imagen 31 Patologías encontradas en el pórtico 14 módulo A	55

Imagen 32 Patologías encontradas en el pórtico 15 módulo A	56
Imagen 33 Patologías encontradas en el pórtico 16 módulo A	57
Imagen 34 Patologías encontradas en el pórtico 17 módulo A	57
Imagen 35 Patologías encontradas en el pórtico 18 módulo B	59
Imagen 36 Patologías encontradas en el pórtico 19 módulo B	60
Imagen 37 Patologías encontradas en el pórtico 20 módulo B	60
Imagen 38 Patologías encontradas en el pórtico 21 módulo B	61
Imagen 39 Patologías encontradas en el pórtico 22 módulo B	62
Imagen 40 Patologías encontradas en el pórtico 23 módulo B	62
Imagen 41 Patologías encontradas en el pórtico 24 módulo B	63
Imagen 42 Patologías encontradas en el pórtico 25 módulo B	64
Imagen 43 Patologías encontradas en el pórtico 26 módulo B	64
Imagen 44 Sección transversal pórtico módulo C	66
Imagen 45 Patologías encontradas en el pórtico 27 módulo C	67
Imagen 46 Patologías encontradas en el pórtico 28 módulo C	68
Imagen 47 Patologías encontradas en el pórtico 29 módulo C	69
Imagen 48 Patologías encontradas en el pórtico 30 módulo C	70
Imagen 49 Patologías encontradas en el pórtico 31 módulo C	71
Imagen 50 Patologías encontradas en el pórtico 32 módulo C	72
Imagen 51 Bosquejo Xiloteca " Patologías asociadas con Gaudua Angustifolia Kunth"	76
Imagen 52 Estructura en madera, Ecoparque Mirador Colina Iluminada	83
Imagen 53 Laboratorio de Arquitectura "Campus Ciudadela del Saber - Armenia"	85
Imagen 54 Fachada Laboratorio de Arquitectura (Seccional Armenia-UGC)	86
Imagen 55 Interior Laboratorio de Arquitectura (Seccional Armenia- UGC)	86
Imagen 56 Estructura de acero (UGC- Armenia)	87
Imagen 57 Estructura en Guadua que presenta foto-degradación, con refuerzo de elementos de cobre.	88
Imagen 58 Inmunización de Gauduas con solución de "Inmunizante NV"	89
Imagen 59 Laminados en Guadua.	90
Imagen 60 Elaboración de laminados.	91
Imagen 61 Inmunización por alta temperatura.	91
Imagen 62 Acabado en elementos de Guadua sometidos a altas temperaturas. .	92
Imagen 63 Columna de Guadua atacada por insectos.	93

INTRODUCCIÓN

A partir del frecuente uso de la Guadua en el eje cafetero, otras ciudades de la Region Andina y alrededor del mundo, se ha encontrado que uno de los problemas más recurrentes que se presentan en este material son las patologías que inciden en el material por diferentes causas, divididas en dos grandes grupos: las causas bióticas como ataque por insectos, hongos, entre otras; y las causas abióticas como: fotodegradación, humedad, entre otras.

Debido a que es muy escasa la información de estudios relacionados con la identificación de las patologías que se presentan en la guadua, se tomo como apoyo de información los estudios de las patologías que se presentan en la madera y tomar dichas patologías como referencia para identificarlas en una estructura típica de guadua.

Este proyecto cuenta con un estado del arte tanto de la madera como de la Guadua, para asociar las patologías presentes en la madera con las que se presentan en la Guadua, con el fin de tener un referente y reconocer si en dichos materiales se presentan los mismos problemas y así con mayor facilidad reconocer los agentes que insiden específicamente en la Guadua.

Con la información de los diferentes agentes patógenos se propone realizar el estudio para identificar las patologías en la estructura de Guadua en la Ciudad Universitaria La Santamaria de la Universidad La Gran Colombia Seccional Armenia, la cual esta dividida en tres módulos, los cuales estructuralmente están diseñadas con pórticos empotrados en la base. Así mismo se identificaran las posibles causas, sus posibles agravantes y una serie de recomendaciones para mitigar o disminuir la afectación de las patologías en la estructura.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En Colombia se maneja hasta la actualidad procesos constructivos bastante convencionales y poco amigables con el medio ambiente. Se conoce que el proceso para generar materiales como el acero o el concreto trae consigo un gran consumo energético, sin tener en cuenta la gran emisión de dióxido de carbono (CO_2) que se genera a partir de la fabricación del acero o el cemento portland usado en procesos constructivos convencionales para elementos como vigas, columnas, cimentación y demás elementos estructurales.

La implementación de la Guadua en procesos constructivos como material estructural nace a partir de la necesidad de crear un entorno responsable con el medio ambiente, pensando en una vida sustentable, aprovechando los recursos naturales al máximo, buscando belleza, diseño, arte y especialmente calidad y durabilidad.

Con la necesidad de buscar nuevos materiales en el sector constructor y en particular en el área estructural, que cumplan con los parámetros mencionados anteriormente se genera la necesidad de conocer y caracterizar ciertas propiedades de la Guadua y conocer los factores que afectan su durabilidad como material estructural, partiendo de un amplio conocimiento sobre los agentes patógenos que actúan en contra del correcto funcionamiento del material, como lo son: Hongos, Radiación UV, insectos, humedad, entre otros.

Muchos parámetros que afectan el comportamiento estructural de un elemento en guadua no han sido completamente identificados en el Reglamento Colombiano de Construcciones Sismo Resistentes (NSR-10), en el capítulo G.12, correspondiente al diseño de estructuras de madera y guadua. Esto repercute en la necesidad de incluir factores como la determinación de la vulnerabilidad a partir de agentes patógenos y la afectación de la durabilidad de los elementos estructurales en guadua.

Se sabe que la durabilidad de la guadua es una de las principales razones por las cuales los constructores no tienen confianza en el material. Por lo tanto, se hace necesario estudiar los factores que influyen en su debilitamiento y posterior daño. Dicho material tiene apatía dentro del sector constructor debido a su supuesta poca durabilidad, por consiguiente se debe contemplar parámetros mínimos de manejo desde la etapa de recolección, inmunización, aprovechamiento y mantenimiento para mejorar el comportamiento estructural. Por otro lado, se hace preciso contemplar dentro del diseño estructural puntos clave como el aislamiento tanto solar como de la humedad, debido a que estos factores son profundamente determinantes de la durabilidad de la guadua *Angustifolia Kunth*.

La Universidad La Gran Colombia cuenta con una sede en Armenia, localizada en el km 7 vía Armenia - La Tebaida, que cuenta con una estructura en guadua. Dicha estructura presenta una serie de alteraciones de las que se desconocen sus causas y la incidencia de estas en la estructura, disminuyendo la credibilidad del material, prefiriendo así la elaboración de posteriores estructuras con otros materiales. Este trabajo pretende tomar esta estructura como caso de estudio, con el fin de identificar sus características y patologías, y generar ecomendaciones que permitan evitar dichos problemas en futuras edificaciones.

PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿Cuáles son los diferentes agentes patógenos que se encuentran en la estructura de Guadua de la Universidad La Gran Colombia sede de Armenia Km. 7 vía Armenia - La Tebaida y su incidencia en el desempeño estructural de la edificación?

2. JUSTIFICACIÓN

El presente trabajo de investigación pretende ampliar el conocimiento en el campo de la Guadua y generar aportes significativos que permitan la inclusión de factores como patologías y durabilidad estructural en Reglamento Colombiano de Construcciones Sismo Resistentes (NSR-10), presentando recomendaciones constructivas que permitan sacarle el mayor provecho a este material natural.

Actualmente es posible aportarle a la sociedad mayores beneficios, en este caso con la Guadua, ya que existe un gran uso de dicho material. Por esta razón, es de gran importancia identificar la afectación orgánica que sufre este material, ya que no se sabe cómo tratarlo y a su vez no existen estudios que estén relacionados con las patologías en la Guadua que permitan la fácil obtención de información para la identificación de estos agentes; por tal motivo se tomara como apoyo la patología ya identificada en la madera y así compararla con la presentada en la Guadua. Una de las afectaciones que puede sufrir este material es el deterioro generado por insectos, hongos, humedad y otros tipos de agentes.

Por otra parte, esta investigación puede traer beneficios a la Universidad La Gran Colombia en la sede de Armenia ya que este material es el elemento estructural usado en la construcción de algunos de los edificios localizados en el campus, por esto se hace necesario identificar cuáles han sido los diferentes agentes patógenos que le han afectado durante su vida útil. Así, con la identificación de estos patógenos se tendrán unos conocimientos previos al momento de la implementación de los estudios de vulnerabilidad. Con esto, se podrá combatir los diferentes agentes patógenos a los que se encuentra expuesta la Guadua, así mismo aumentar la vida útil y mantener sus diferentes propiedades mecánicas aportando recomendaciones que permitan mejorar el actual comportamiento de la estructura en Guadua de la Universidad La Gran Colombia sede Armenia; o bien sea para futuras estructuras en Guadua.

3. OBJETIVO GENERAL

Analizar los diferentes agentes patógenos que se encuentran en la estructura de Guadua de la Universidad La Gran Colombia en la sede de Armenia Campus Ciudadela del saber La santa María Km. 7 vía Armenia – La Tebaida, de acuerdo a sus diferentes características y propiedades del material.

3.1. OBJETIVO ESPECÍFICOS

- Clasificar las patologías presentadas en la Sede Armenia según su causa, por medio de un levantamiento estructural, aplicando las fichas de recolección de datos.
- Identificar la patologías que impliquen riesgo estructural y su incidencia.
- Proponer intervenciones y recomendaciones que mitiguen la incidencia de agentes patógenos en la estructura de Guadua de la Universidad La Gran Colombia sede Armenia.
- Construir una Xiloteca de las principales patologías en la guadua identificadas durante la investigación.

4. ANTECEDENTES

Los investigadores Adriana Sáenz, Jorge Montoya y Michael Tists, desarrollaron un estudio sobre la identificación de los artrópodos asociados con guadua *angustifolia* almacenada en Pereira (Colombia). El proyecto, se llevó a cabo en la Universidad Tecnológica de Pereira – Risaralda (Colombia) en el 2004, almacenando el material durante 10 meses con diferentes tratamientos de inyección tales como inmersión con solución de ácido bórico y bórax (IN), inyección con solución de ácido bórico y bórax (BABB), boucherie modificado con ácido piroleñoso (BAP), preservación con humo o ahumado de la guadua (H) y natural (N, sin tratamiento).

La observación y cría de los especímenes en el laboratorio, recolectados en el vivero, se realizó a temperatura ambiente, utilizando trozos de Guadua *angustifolia* de 30 cm de longitud compuesto por dos entrenudos y cortados longitudinalmente para una mejor observación e identificación taxonómica. Se muestrearon 875 individuos de los cuales se tomaron 325 que están localizados en cinco órdenes y 15 familias, tanto dañinos como beneficiosos y se identificaron 13 especies. Además se identificaron ácaros y foréticos asociados a *Dinodermus minutus*. Con el muestreo se observó que todos presentaron hexápodos que en el 65% de los insectos, la población fue reducida para las cuatro calidades. En las guaduas naturales la presencia de insectos fue de 90%. Con un promedio de 1120 individuos las especies que se presentaron en grandes densidades fueron D. *minutus* y *Eucalandra setulosus* (Coleoptera: Curculionidae).¹

Por otra parte, Natalia Naranjo y Adriana Sáenz desarrollaron un estudio de identificación de Parasitoides (*hymenoptera*) asociados a coberturas vegetales de sistemas productivos en el eje cafetero colombiano, específicamente en los departamentos de Quindío y Valle del Cauca. Las investigadoras realizaron muestreos en tres fincas en los municipios de Quimbaya y Alcalá, el área estudiada por finca fue de 40 Ha aproximadamente en diversas zonas de sistemas productivos (Guadual, cítricos, pastos, café, acacia forrajera y plátano). Para esta investigación se usaron dos muestreos por finca, durante los meses de Abril y Agosto de 2008 y febrero de 2009, para cada cobertura vegetal se colocaron dos transectos lineales de 150m de longitud y separados entre sí por 20m dentro de un cuadrante de 1,5 ha de cada una de las coberturas vegetales. Estos transectos fueron recorridos por las investigadoras durante 45 minutos de 9 a 11 de la mañana y de 2 a 4 de la tarde.

Se colocaron dos trampas durante 48 horas, una red entomológica, una Malaise 150x150x150 m y adicionalmente una omnidireccional, en el borde de cada

¹ SÁENZ APONTE ADRIANA, AUGUSTO MONTOYA JORGE, TISTS MICHAEL, Artrópodos asociados con Guadua Angustifolia almacenada en Pereira, Colombia

cobertura recolectando los especímenes en frascos plásticos con alcohol al 70% y marcados correctamente con sus respectivos datos. Las pruebas se realizaron con los datos obtenidos de la red entomológica ya que el 81,4% de los individuos se capturaron con la red entomológica, un 10,9% con las trampas Malaise y 5,0% trampas omnidireccionales. Este estudio ofrece una contribución al conocimiento de la diversidad de avispas parasitoides presentes en diferentes sistemas productivos del eje cafetero colombiano se identificaron 25 familias y 275 morfo especies correspondientes a 60,5 y 11,2% de las familias y especies de avispas parasitoides.²

² NARANJO GUEVARA NATALIA, SÁENZ APONTE ADRIANA, Parasitoides (HYMENOPTERA) asociados a coberturas vegetales de sistemas productivos en el eje cafetero Colombiano.

5. MARCO DE REFERENCIA

Dentro de los aspectos que serán tratados en éste trabajo se presentaran los factores que afectan a la Guadua por ser materia orgánica, similar a la madera, la cual es susceptible al ataque de agentes bióticos y abióticos. En primer orden se aborda la Guadua, sus características, sus problemas asociados con agentes patógenos, sus diferentes tratamientos y métodos de inmunización; así mismo se realiza la revisión bibliográfica para la madera teniendo en cuenta que comparten algunos factores de vulnerabilidad asociados a agentes patógenos como se abordará mas adelante en el apartado de madera.

Para la elaboración de estos conceptos se tomó la información de la *Unidad 2 PATOLOGÍAS Y PROTECCIÓN DE LA MADERA EN SERVICIO* del Centro de Transferencia Tecnológica.

5.1. GUADUA

El bambú también conocida como Guadua que se presenta en un punto intermedio entre la madera y las plantas fibrosas su nombre científico es bambusa guadua (guadua Angustifolia Kunth)³ es una planta material lignocelulósico, que tiene muy poca resistencia a la degradación por organismos biológicos como hongos e insectos, especialmente por su alto contenido en almidón, el cual es la fuente principal de alimento de la mayoría de estos organismos, pero su vida útil aumenta con los tratamientos de preservación entre los cuales están, los tratamientos tradicionales y los tratamientos químicos. Los beneficios logrados en la protección del bambú por los métodos tradicionales son aún dudosos, por lo que se recomienda hacer más investigación. En lo que concierne a los métodos químicos, se deberían considerar los más sencillos como alternativa. Es evidente que queda mucho por hacer en el campo de la preservación del bambú, y su aceptación por parte de la población, especialmente en Colombia, donde no se tiene una cultura en la utilización tecnificada del bambú, donde estas prácticas son casi totalmente desconocidas, o en muchos casos subestimadas.⁴

Para hacer un uso correcto de la Guadua hay que tener en cuenta que proviene desde su cultivo y métodos de tratamiento para su preservación. El factor más importante para la Guadua es su humedad para evitar los cambios de dimensión de los elementos; así mismo se debe tener en cuenta que la humedad de equilibrio de la guadua esta normalmente entre

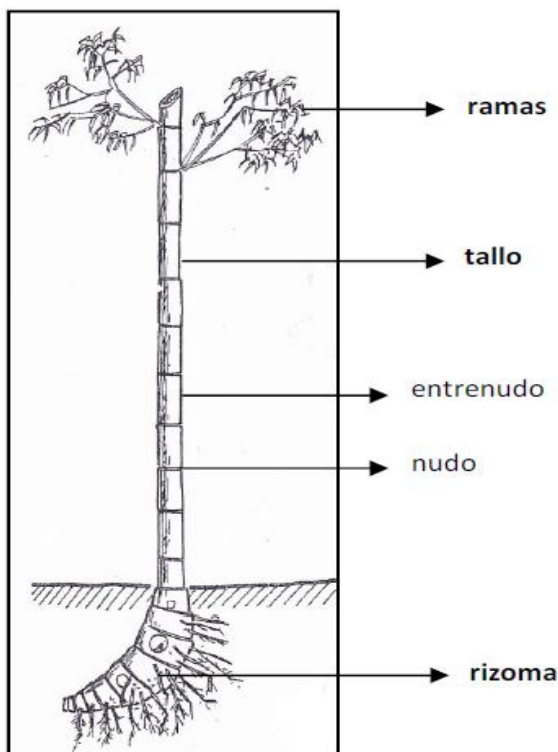
³ Díaz Gustavo, Arquitecto. Salazar Jaime Ing. Agrícola. Revista Ingeniería e Investigación. Inmunización de la Guadua. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de ingeniería. p. 14-20.

⁴ AMARILIS BURGOS F .Revisión de las técnicas de preservación del Bambú. [PDF]

el 10% y 20%, donde se presenta la proliferación de hongos y otros factores que se describirán más adelante.⁵

5.1.1. PARTES DE LA GUADUA

Imagen 1 Partes de la Guadua. Fuente?



5.1.1.2. Rizoma

Es un tallo subterráneo modificado con la función principal de transportar y almacenar nutrientes, a su vez de dar soporte a la planta. Una característica importante es que una vez cortado el tallo genera un estímulo de crecimiento de esta planta.⁶

5.1.1.3. Culmo – Tallo

Es un culmo aquel que emerge desde el rizoma a la superficie hasta cuando desarrolla ramas y hojas.⁷

5.1.1.4. Basa

Es la parte intermedia o segundo segmento de la guadua.

5.1.1.5. Cepa

Extremo inferior del tallo hasta los primeros tres metros de mayor diámetro, peso y grosor que las demás partes del tallo.

⁵ [Anónimo] Curado y preservación de Caña Guadua Seleccionando agentes. [PDF]

⁶ ARBELADEZ A. ANACILIA Regeneración Natural De La Guadua (Guadua Angustifolia Kunt) Por Activación De Las Yemas Del Rizoma. . Universidad Nacional de Colombia. Facultad Nacional de Agronomía. 1996. 17p.

⁷ Ibid. P.16.

5.1.1.6. Sobrebasa

Tramo de la Guadua con una longitud alrededor de cuatro metros, la cual es usada para construcción.⁸

5.1.1.7. Entrenudo

Células conformadas por fibras en un 40% y tiene forma triaxial.

5.1.1.8. Nudo

Tabiques con intensa ramificación de vasos y floema que hacen la conducción transversal.

5.1.2. CARACTERÍSTICAS ANATÓMICAS DE LA GUADUA

Las características anatómicas que tiene el bambú son fundamentales ya que determinan sus propiedades físicas y mecánicas durante su tratamiento y procesamiento de preservación y así mismo para su aplicación y usos. La Guadua está conformada por una estructura de nodos y paredes cilíndricas llamadas internodos y canutos con una variabilidad en sus espesores, son huecos, con tabiques que le brindan resistencia y flexibilidad para diversos usos; por esta razón es nombrado el acero vegetal⁹. Externamente la Guadua tiene una corteza fuerte conformada por células epidermis que a su vez están cubiertas por una capa de cera, esta capa protege a la Guadua de daños físicos y también impide la penetración en forma lateral de algún líquido,¹⁰ y evita la evaporación del agua que hay en las paredes de la Guadua.

5.1.3. AGENTES BIOTICOS Y ABIOTICOS PARA LA GUADUA

Pese a la falta de información relacionada con los agentes patógenos que inciden en la apariencia y durabilidad de la Guadua Angustifolia Kunth, se toma como referencia la madera que comparte algunas propiedades, por consiguiente los agentes abióticos se pueden contemplar en el apartado 5.2.1. y 5.2.2. del presente trabajo.

⁸ AVENDAÑO, Diana y MONTOYA, Juliana. Plan de gestión ambiental para el proceso productivo de la Guadua en la empresa de Bambú de Colombia. Trabajo de Grado de Administrador del Medio Ambiente. Pereira: Universidad Tecnológica de Pereira. Facultad de Ciencias Ambientales. 2007. 130 p.

⁹ PEÑA V LUIS, AMARILIS BURGOS F, GONZÁLEZ F. AURA y STYLES WILL VALERO. Revista Forestal Venezolana, AÑO XLIII, Volumen 53(2), Efecto de la preservación con mezclas de bórax-ácido bórico y urea formaldehído sobre las propiedades físico mecánicas y el ataque de insectos en guadua (Guadua angustifolia Kunth), , 2009, pp. 135-144.

¹⁰ AMARILIS BURGOS F. Silvicultura Y Manejo Postcosecha De La Guadua Tomo 1, Técnicas de la preservación del bambú, Universidad Tecnológica de Pereira, Facultad de Ciencias Ambientales programa de educación continua, diplomado, 2005. 45 p.

5.1.4. INMUNIZACIÓN Y PRESERVACIÓN DE LA GUADUA

5.1.3.1. Corte

Al alcanzar edad optima entre tres y cinco años, se puede considerar que la guadua está lista para su uso en la construcción; una vez determinados los tallos maduros se corta a una altura de 15cm a 30cm del suelo y en la parte inmediatamente superior del nudo evitando que el agua forme depósito y que el rizoma se pudra.¹¹

En la imagen 9, se observa guadua cortada, expuesta al sol para reducir su humedad y facilitar su maniobrabilidad, así mismo se encuentran seleccionadas según su diámetro para continuar con la fase de inmunización.

Imagen 2 Inmunización y preservación de Guadua



Fuente propia

5.1.3.2. Curado

Realizando un curado apropiado disminuye la posibilidad de ataque por insectos como el *Dinoderus minutu*, escarabajo de bambú, siendo este insecto atraído por los almidones de la savia del Bambú.¹²

¹¹ AMARILIS BURGOS F Op.cit., p.17

¹² LOZADA ASPIATU CRISTY NATALI, Determinación experimental de la durabilidad de tableros derivados de bambú Guadua (*Angustifolia Kunth*) mediante pruebas de envejecimiento aceleradas, Tesis de grado, Universidad de Guayaquil, Facultad de Ingeniería Química, 2012. 130p.

5.1.3.3. Secado

Para generar buenas condiciones en la utilización de la Guadua y mejorar la aplicación de preservantes, reducir el peso de las piezas y hacerlas más fáciles en su manipulación y a su vez la reducción de ataque de hongos e insectos es necesario disminuir el contenido de humedad de los tallos al menos hasta alcanzar un 10% o el 15%.

El secado de este material se puede hacer por secado natural o artificial. El secado natural consiste en apilar los tallos horizontalmente, bajo cubierta, cubriéndolo del sol y la lluvia durante un tiempo de dos meses con el fin de alcanzar la humedad óptima. El secado artificial de los tallos se hace en estufas o cámaras cerradas, similar a la de madera aserrada, o a fuego abierto, ubicando los tallos a una distancia aproximada de 50cm de los carbones de madera, tener en cuenta una rotación continua de los tallos para que se obtenga un secado uniforme.¹³

5.1.3.4. Técnica de avinagrado

Este tratamiento se conoce también como curado en mata, se realiza una vez ya cortado el tallo de Guadua, se procede a dejar en pie el tallo con las ramas y hojas, junto a otros tallos no cortados durante un tiempo mayor a ocho días, momento en el que se considera que la guadua se empieza el proceso de fermentación de los azúcares y carbohidratos reaccionando y produciendo alcoholes. Es aconsejable hacer este corte en horas de la madrugada y en época de menguante para evitar la atracción lumínica sobre los líquidos internos de la planta incrementando la humedad interna en ella.¹⁴

5.1.3.5. Técnica de curado por inmersión de agua

Se sumerge los tallos cortados en agua, por un tiempo no mayor a cuatro semanas posteriormente se deja escurrir y secar este método ha sido uno de los más usados por los asiáticos, ya que la penetración del agua internamente en los haces vasculares hace que el aire que está en el interior salga con esto se logra que haya mayor permeabilidad internamente en la Guadua.¹⁵ Para tal fin se debe romper el anillo interno de la guadua con una broca de ½ y sumergir la guadua durante tres días, en agua que debe contener algunas de las sales que se

¹³ LOZADA ASPIATU CRISTY NATALI Op.cit., p.17.

¹⁴ AMARILIS BURGOS F Op.cit., p.17.

¹⁵ AMARILIS BURGOS F. Op.cit. p.17.

mencionan a continuación: Sales de bórax y ácido bórico 3 kilos de cada uno por cada 100 litros de agua; pasados los tres días se debe dejar escurrir el excedente puede ser a las orillas del mismo tanque durante un lapso de 24 horas, inmediatamente después dejar orear por tres días y luego dejar secar bajo techo.¹⁶

5.1.3.6. Preservación por inyección:

Se debe perforar la guadua debajo de cada anillo puede ser en zic zac o en línea recta y se le inyecta una solución con ayuda de una fumigadora en chorro, cuatro aplicaciones por cada perforación, teniendo en cuenta que la dosificación de agua por este método sería: sales de bórax y ácido bórico 3 kilos de cada uno por 50 litros de agua – Con Inmunestan Carpintero es 1 litro por 100 litros de agua. C5B un litro por 50 litros de agua, después de esto se debe dejar apilada verticalmente durante tres días con el inmunizante inyectado.

Imagen 3 Preservación por inyección.



Fuente: propia

¹⁶ AUGUSTO MONTOYA JORGE, 2008. Evaluación De Métodos Para La Preservación De La Guadua Angustifolia Kunth.

5.1.3.7. Lavado con Cal

Se adiciona una cantidad del 30% de Ca(OH)_2 , ésta solución puede ser aplicada con brocha o por inmersión, la solución se transforma en carbonato de calcio CaCO_3 por absorción.¹⁷

5.1.3.8. Hervido

Éste tratamiento consta de hervir la guadua a temperaturas de 94° a 100°C por un tiempo de 30 minutos, en una solución de soda cáustica (NaOH) al 1% es un método considerado bueno.¹⁸

5.1.3.9. Método de desplazamiento de savia o boucherie modificado

Este tratamiento permite el tratamiento contra el ataque de insectos Xilófagos. Con este proceso hace que la savia se dirija a un extremo de la guadua mediante una solución de Pentaborato de ácido bórico y bórax, el equipo usado para este fin es un tanque de almacenamiento de la solución y un sistema a presión (compresor), esto con el fin de vencer la resistencia de penetración de la solución preservante en la Guadua, la presión ejercida en este método fue de 137,88 Kpa; el proceso termina cuando la solución preservante pasa al otro lado de la troza de la Guadua.¹⁹

5.1.3.10. Boucherie modificado con ácido piroleñoso

En este método se utiliza el mismo equipo que en el proceso boucherie modificado y se busca reemplazar la savia de la Guadua por un subproducto de la combustión incompleta del material orgánico denominado (Ácido piroleñoso) [Ver próximo método], previamente se debe garantizar que las partículas de hollín no obstruyan el sistema vascular de la Guadua.²⁰

5.1.3.11. Preservación con humo o ahumado de la guadua

El método de preservación con humo o ahumado consiste en quemar material de origen orgánico como pueden ser los propios residuos de Guadua, madera, cascarilla de arroz o café en una combustión incompleta generando humo que penetra en la estructura de Guadua y logra preservarla de el ataque de insectos; para implementar este

¹⁷ AMARILIS BURGOS F. Op.cit , p17.

¹⁸ AMARILIS BURGOS F Op.cit., p.17.

¹⁹ AUGUSTO MONTOYA JORGE (2002). Investigación Tecnológica En Métodos Para La Preservación De La Guadua. Seminario - Taller Avances en la investigación sobre Guadua, Pereira, mayo 16-17 y 18 de 2002.

²⁰ Ibid., p.21.

proceso los elementos de guadua deben estar confinados para permitir que el humo haga su trabajo.²¹

5.2. MADERA

La degradación de la madera está dada por diferentes factores, por lo tanto, es de gran importancia reconocer en cada caso los agentes que han causado dicha degradación, lo que nos permite saber cómo se debe proceder para la protección de la madera, estos agentes patógenos también interactúan con *Gudua Angustifolia* Kunth.

5.2.1. AGENTES BIOTICOS PARA MADERA Y GUADUA.

Para que los agentes biológicos se desarrollen necesitan de ciertas condiciones:

- Humedad.
- Temperatura para su desarrollo. En un intervalo entre 3- 50°. Siendo el óptimo alrededor de los 37°C
- Fuente de material alimenticio para su nutrición.
- Humedad entre el 20 % y el 140 %, para que la madera pueda ser susceptible de ataques de hongos. Por debajo del 20 %, el hongo no puede desarrollarse y por sobre 140 % de humedad, no existe el suficiente oxígeno para que pueda vivir.
- Oxígeno suficiente para la supervivencia de los organismos.

Con estas condiciones basta para que aparezca el ataque biológico, que puede producir la alteración de su resistencia mecánica y aspecto físico.²²

5.2.1.1. Hongos cromógenos.

Su característica es alimentarse de las células vivas de la madera, el efecto que causa es un cambio de color, produciendo que la madera se torne de un color azulado, pero generalmente no afecta a su resistencia, ya que no altera la pared celular. Sin embargo se debe considerar que su aspecto es una señal de que hay un ambiente

²¹ AUGUSTO MONTOYA JORGE Op.cit., p.21.

²² CORPORACIÓN CHILENA DE LA MADERA. Patologías Y Protección De La Madera En Servicio. p. 59-73

favorable para el desarrollo de hongos de pudrición, por lo tanto no se debe ignorar este agente.²³

5.2.1.2. Hongos de pudrición

Los hongos se alimentan de la pared celular, generando una pérdida de resistencia considerable, ya que la madera llega a desintegrarse por una simple presión de los dedos.

En el ataque de pudrición se desarrollan muchos tipos de hongos y que a su vez actúan en un determinado intervalo de degradación, este depende de si el hongo se alimenta de la lignina o de la celulosa.

5.2.1.3. Mohos

Estos hongos tienen la apariencia de un algodón fino; su propagación depende fundamentalmente de la humedad abundante y la temperatura.

No afecta a la madera en su resistencia, sino a su aspecto físico superficial; si no se elimina oportunamente la madera estará propensa al ataque de hongos de pudrición, ya que el moho estimula su desarrollo.

TIPOS DE PUDRICIÓN ASOCIADAS A HONGOS EN MADERA Y GUADUA.

- **Pudrición parda:** Es la más grave, causada por hongos que se alimentan de celulosa y hemicelulosa, dejando un residuo de color marrón oscuro conformado por lignina al secarse tiende a agrietarse formando una estructura de pequeños cubos o prismas esta pudrición está asociada al contacto de insectos larvarios.
- **Pudrición blanca:** Está asociada a hongos que se alimentan principalmente de la lignina, la madera atacada toma una coloración blanquizca debido al complejo celulozo que se genera.
- **Pudrición blanda:** Está generada por hongos inferiores, cuyas hifas se desarrollan en el interior de la pared celular y atacan la celulosa de la pared secundaria generando un material con apariencia de queso fresco, este tipo de pudrición está asociado con humedades altas tanto de la madera como del ambiente.²⁴

²³ ARRIAGA FRANCISCO, PERAZA FERNANDO, ESTEBAN MIGUEL, BOBADILLA IGNACIO, GARCÍA FRANCISCO. Patologías. En: Intervención En Estructuras En Madera. 1 ED. P 15-31.

²⁴ Ibid.,p23.

5.2.1.4. Tipos de insectos

5.2.1.4.1. Coleópteros

Los *Cerambíidos* son insectos que requieren un contenido de humedad en la madera mayor al 20%, se alimentan de almidón, azúcares y sustancias albuminoideas de la madera. La mayoría ataca a los árboles en pie y un número reducido de especies invade la madera que se encuentra encastillada (Ver imagen 4).²⁵

Imagen 4. *Cerambíidos*



Fuente: CORPORACIÓN CHILENA DE LA MADERA. Patologías Y Protección De La Madera En Servicio

5.2.1.4.2. Lícido

Insectos que atacan maderas parcialmente secas (menos del 18 % de humedad), siendo la albura habitualmente la zona afectada. A este grupo pertenecen los Lícidos, que se caracterizan porque las larvas se alimentan del almidón contenido en la pared celular, para lo cual practican galerías de alrededor de 1 mm de diámetro, destruyendo la madera y dejando tras de sí un aserrín muy fino (Ver imagen 5).

Imagen 5. Insecto Lícido.



Fuente: CORPORACIÓN CHILENA DE LA MADERA. Patologías Y Protección De La Madera En Servicio.

²⁵ ELADIO ROJAS P, GALLARDO V RODRIGO. Manual De Insectos Asociados A Maderas en La Zona Sur De Chile. 2004. P. 16-39.

5.2.1.4.3. Anóbido

Insectos que atacan a las maderas secas, tanto coníferas como latifoliadas, y que pertenecen a la familia de los Anóbidos, comúnmente llamados Carcoma, que se alimentan a expensas de la celulosa y lignina (Ver imagen 6).

Imagen 6. Anóbido



Fuente: CORPORACIÓN CHILENA DE LA MADERA. Patologías Y Protección De La Madera En Servicio.

5.2.1.4.4. Termitas.

Atacan por colonias generando galerías de donde extraen celulosa (Fuente alimenticia) suelen concentrarse en huecos en el suelo, requieren de humedad para sobrevivir ²⁶ (Ver imagen 7).

Imagen 7. Termitas



Fuente: CORPORACIÓN CHILENA DE LA MADERA. Patologías Y Protección De La Madera En Servicio

5.2.2. AGENTES ABIÓTICOS PARA MADERA Y GUADUA.

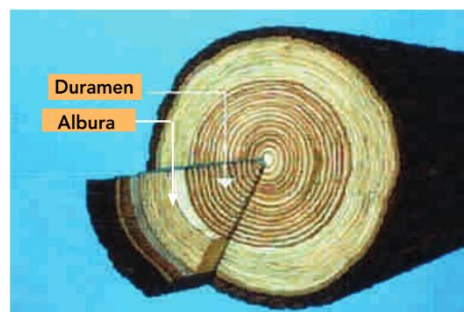
²⁶ ARRIAGA FRANCISCO, PERAZA FERNANDO, ESTEBAN MIGUEL, BOBADILLA IGNACIO, GARCÍA FRANCISCO, Op.cit., p.23.

5.2.2.1. Degradación por la luz

El espectro ultravioleta de la luz descompone la celulosa de la madera produciendo su degradación. La acción de la luz es lenta y a medida que transcurre el tiempo la degradación no aumenta, dado que los primeros milímetros afectados sirven de protección al resto.

La degradación afecta los primeros milímetros de la madera, en una mayor proporción la albura que el duramen.

Imagen 8. Estructura de la Madera, ubicando la Albura y el Duramen.



Albura: Es la parte del leño del árbol, que se encuentra por debajo de la corteza, que lo incluye los anillos de crecimiento más recientes. Es más clara, menos densa, más permeable y contiene más humedad que el duramen. Aunque una clara mayoría de sus células están muertas, contiene células que permanecen fisiológicamente activas (células de parénquima). Contribuye a las funciones de soporte estructural, conducción ascensional de savia y de almacenado de material de reserva. La muerte del parénquima provoca la transformación de la albura a duramen, fisiológicamente muerto, en el centro del tronco.

Duramen: La parte del leño que ha sufrido estos cambios es el duramen, inactivo y más oscuro. El desarrollo del color es un proceso lento, que depende de la oxidación de fenoles precedida de la desaparición de almidón.²⁷

²⁷ Citado el 13 de Abril de 2016. [En línea]. Disponible en: <http://www.biologia.edu.ar/botanica/tema18/tema18-7albura.htm>

5.2.2.2. La humedad atmosférica

Produce deterioro por los repetidos cambios de dimensiones que se producen en las capas superficiales de las piezas que se encuentran a la intemperie. Cabe recordar que la madera es una sustancia higroscópica, influida por los cambios de las condiciones de humedad atmosférica, produciéndose absorción de agua en las superficies que quedan expuestas, hinchándose con clima húmedo y lluvioso y contrayéndose en los períodos de sequía en conclusión la madera puede sufrir daños mecánicos por la alteración reincidente en su relación volumétrica.

5.2.2.3. Fuego

Es uno de los agentes destructores que ningún material puede tolerar indefinidamente sin presentar algún deterioro.

La reacción al fuego de las maderas depende de:

- Espesor de la pieza de madera
- Contenido de agua de la madera
- Densidad de la madera (especie).²⁸

La madera al igual que la guadua son materiales combustibles, que reaccionan a altas temperaturas y fuljos de energía. Su proceso de degradación ocurre primero con una fase pirolisis y posteriormente una carbonización, en donde el material pierde totalmente sus propiedades mecánicas.

5.2.2.4. Sobre esfuerzos Mecánicos

Es un agente abiótico que repercute en la estructura en la medida que se sobrepase la capacidad de resistencia del material asociadas a excesos de cargas, puede suponer el ataque de otro agente más que todo biótico, en la medida que al exceder cargas, pandearse, y sufrir cambios de esbeltez se pueden generar fisuras o grietas en el elemento y a su vez facilitar el ingreso de agentes patógenos bióticos que aceleraran el proceso de daño **(Ver imagen 6).**

²⁸ ARRIAGA FRANCISCO, PERAZA FERNANDO, ESTEBAN MIGUEL, BOBADILLA IGNACIO , GARCÍA FRANCISCO.Op.cit., p.23

Imagen 9. Elemento estructural sometido a flexión por cargas (UGC- Sede Armenia)



Fuente: propia

En la anterior imagen se ve claramente un sobreesfuerzo mecánico en el elemento, que ha empezado a pandearse, permitiendo seguramente la aparición de fisuras y grietas que de entrar en contacto con agentes bióticos y humedad traerían serios problemas al elemento.

5.2.3. TRATAMIENTOS SEGÚN ACCIÓN PROTECTORA PARA ELEMENTOS DE MADERA.

5.2.3.1. Insecticidas

Protegen frente a la acción de los insectos xilófagos, destacan el tipo Piretrinas o Clorpirifos.

Para implementar un tratamiento se requiere haber delimitado las zonas afectadas por insectos xilófagos procurando diferencias las zonas en las que es inminente el ataque y en las que es pasivo. El desarrollo del tratamiento se logra en las siguientes fases.

- Limpieza de la zona de interés.
- Desbastado
- Tratamiento curativo: en profundidad y superficial
- Tratamiento preventivo

En el tratamiento de madera por ataque de insectos xilófagos se emplean productos químicos de tipo orgánico mencionados más adelante, aplicados mediante pulverización o inyección.

- a) **Limpieza de la zona:** Esta fase consiste en eliminar los materiales que recubren la pieza de madera y que impiden el acceso de los productos químicos.
- b) **Desbastado:** Se busca eliminar la madera degradada y dejar expuesta la madera sana buscando en primer lugar el análisis del área perdida en la sección y poder determinar qué elementos necesitan refuerzo o cambio y así mismo facilitar la penetración del producto químico en las zonas a tratar. Cuando se hace difícil llevar a cabo el desbastado se aumenta la dosis de producto y se debe hacer por medio de inyecciones.
- c) **Tratamiento curativo en profundidad:** Este tratamiento se llevara a cabo para piezas que estén atacadas y a las que tengan contacto inmediato con estas, siempre y cuando cumplan con las siguientes dimensiones, piezas de madera escuadradas atacadas con un grueso superior a 50 mm y con un perímetro superior a 340 mm y rollizos atacados con un diámetro superior a 100 mm.
El tratamiento consiste en la inyección del producto en la zona de albura de la madera, la inyección se llevara a cabo por medio de taladros en la cara con mayor dimensión, por lo general la cantidad de producto inyectada metro lineal son 60g.
- d) **Tratamiento curativo superficial:** El tratamiento se lleva a cabo por pincelado o pulverización a presión controlada, este procedimiento se debe llevar a cabo se efectuara en dos manos aplicando un total de 250 a 300 gr por metro cuadrado en la superficie de la pieza, las superficies deben estar limpias de cualquier tipo de acabados que impidan la penetración del producto.

Por otro lado existe un tratamiento por esterilización por calor mediante el cual se asegura que las larvas de insectos mueren si el elemento de madera se mantiene a una temperatura mayor a 60°C por un periodo de 30-60 minutos.²⁹

²⁹ ARRIAGA FRANCISCO, PERAZA FERNANDO, ESTEBAN MIGUEL, BOBADILLA IGNACIO, GARCÍA FRANCISCO, Op.cit ., p.23.

METODOLOGIA CONTRA INSECTOS XILOFAGOS SOCIALES EN ELEMENTOS DE MADERA

Como se ha mencionado las termitas se asocian a un contenido considerable de humedad, por tal razón las medidas de carácter constructivo son bastantes importantes pues con controlar las fuentes de humedad se puede prevenir o curar este tipo de problemas, si se usa un tratamiento tradicional con plaguicidas líquidos se debe hacer un trabajo conjunto, es decir incluir medidas de tipo constructivo y un mantenimiento efectivo,

Con este tratamiento se lograra aislar el edificio de las termitas pero no se eliminara la colonia por lo que continuaran su actividad en otro elemento no protegido.

- **Sistema de Cebos:** Se basa en conocimiento de Biología y comportamiento social de las termitas, se debe entender que las termitas son insectos xilófagos sociales de los cuales el 95% de la colonia son obreros, quienes se encargan de alimentar al resto de la colonia, lo que se busca es colocar cebos con productos químicos que alteran el libre desarrollo de las termitas obreras y generar la desaparición de estos insectos dentro del elemento de madera.

5.2.3.2. Fungicidas

Cabe resaltar que los hongos de pudrición solo se desarrollan con un contenido de humedad, por tal razón la simple eliminación de fuentes de humedad detienen el ataque de hongos de pudrición, se debe contar con medidas de eliminación de humedad bastante definitivas, ya que en el momento en el que vuelva la humedad se reactivara el ataque por hongos.

Se dice que si el contenido de humedad en elementos de madera supera el 20% en periodos prolongados, superiores a 1 o 2 meses es porque el proceso constructivo no fue el más adecuado o porque las labores de mantenimiento se han descuidado.

- **Tratamiento Curativo:** Como se menciona anteriormente basta con eliminar las fuentes de humedad para mitigar el ataque de hongos de pudrición en elementos de madera considerándose como un tratamiento curativo.

Después de eliminar las fuentes de humedad, se debe empezar un proceso de secado de la pieza afectada, buscando un secado rápido

pues entre más lento se seque puede comprometer la resistencia del elemento, tienden a ser más vulnerables las maderas coníferas por secado lento que llegan a sufrir daños después de unos pocos meses. Para acelerar el proceso de secado se pueden generar corrientes de ventilación en el edificio, emplear calefacción o deshumidificadores.

En la literatura se sugiere la limpieza rutinaria de los elementos comprometidos y tratamiento de la madera frente a la acción de hongos xilófagos sobre todo cuando no se puede garantizar el estado seco de la obra. El tratamiento se divide en las siguientes operaciones.

- Preparación de superficies.
- Tratamiento del suelo, muros y tabiques.
- Tratamiento de la madera.

Protegen frente a la acción de hongos xilófagos. Si es pudrición se emplean productos con contenidos de cromo, cobre y arsénico (CCA); cobre, azoles orgánicos (CA); cobres, azoles orgánicos y boro (CAB); cobre y amonios cuaternarios (ACQ) y boro. Si se trata de mancha azul, los productos más utilizados son el tribromofenato de sodio, quinolatos de cobre y carbendazimas.

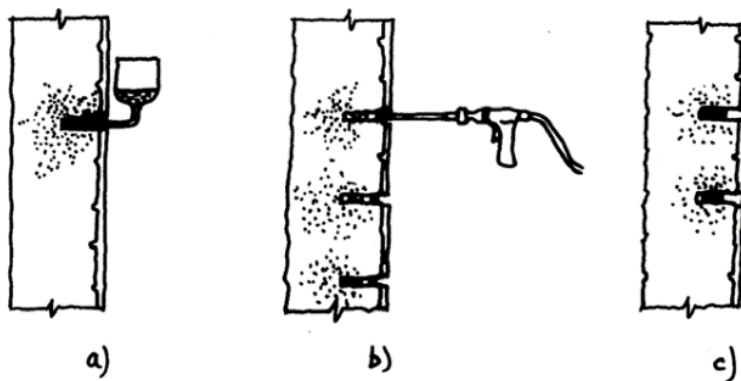
- a) Preparación de las superficies: Esta operación consiste en eliminar los materiales que puedan impedir la aplicación de los productos fungicidas anteriormente mencionados.
- b) Tratamiento de suelos, muros y tabiques: Este tratamiento se lleva a cabo cuando se detecta presencia de cuerpos de fructificación (estructura multicelular sobre la que se forman otras estructuras productoras de esporas, como los basidios o los ascas) en las superficies de los elementos, quemando estos cuerpos de fructificación con soplete se garantiza que aparezcan en la fase de secado.

Seguido a esto se sugiere tratamiento bajo la modalidad de inyección con productos fungicidas certificados para este tipo de daños, la aplicación se hará siguiendo cuadrículas de 50 cm de lado en las zonas donde se evidencia presencia de cuerpos fructíferos y con una profundidad mínimo de 2/3 del ancho de la pieza.

c) Tratamiento en las piezas de madera:

- Eliminación zona dañada: Se eliminan todas las zonas degradadas de las piezas tanto superficiales como profundas con la intención de dejar expuesta la madera aún sana. En esta fase también se debe conocer la sección sana, con el fin de tomar medidas estructurales y poder contemplar el reemplazo de elementos estructurales.³⁰

Imagen 10 Diferentes tipos de tratamientos de muros con fungicidas a) Impregnación sin presión, b) impregnación con presión y c) impregnación con implantes



5.2.3.3. Ignífugos o retardadores de fuego

Protegen frente a la acción del fuego convirtiendo a la madera desde un material combustible, a uno difícilmente combustible. En este grupo se distinguen los que impiden que llegue oxígeno a la madera durante algunos minutos y los que basan su acción ignífuga en que reaccionan con el calor, emitiendo sustancias que acaparan el oxígeno del aire, impidiendo que la madera se queme.

5.2.3.4. Protectores de la luz

Pinturas con pigmentos metálicos que sellan la veta de la madera. Se mantiene la veta, oscureciéndola en algún grado.

³⁰ ARRIAGA FRANCISCO, PERAZA FERNANDO, ESTEBAN MIGUEL, BOBADILLA IGNACIO, GARCÍA FRANCISCO. 1ª Ed, Cap.5, p 101-127

5.2.4. TIPOS DE PRESERVANTES.

5.2.4.1. Solventes orgánicos

Son los protectores que con mayor facilidad penetran en la madera, no producen manchas y son compatibles con la mayoría de los barnices de fondo y acabados, son aplicados a maderas secas por su característica de no otorgar humedad a ésta.

5.2.4.2. Hidrosolubles

El disolvente es el agua, se utiliza para el tratamiento industrial de maderas húmedas, bajo el 28% (en Chile vía vacío y presión).

5.2.4.3. Creosotados

Son derivados del petróleo y la hulla, su penetración en la madera es dificultosa y además la mancha, haciendo incompatible la madera tratada con cualquier terminación a la vista.

5.3. MARCO GEOGRÁFICO

La propuesta de investigación se llevara a cabo en Armenia, localizada a una altura de 1.483 msnm, con las siguientes coordenadas geográficas 4,3270° Latitud Norte y 75,4120° Longitud Oeste, con una extensión de 110 km². Limita al norte con los municipios de Circasia y Salento, al oeste con el municipio de Montenegro, al este con el municipio de Calarcá y al sur con el municipio de La Tebaida. Armenia se sitúa cerca de la cordillera central a unos 35 km del alto de La Línea.³¹

Armenia es un municipio Colombiano y capital del departamento del Quindío, localizada a 290 kilómetros al occidente de Bogotá, con una temperatura que oscila entre 18-28°C, el área de estudio será el campus de la Universidad La Gran Colombia sede de Armenia Campus Ciudadela del saber La santa María Km. 7 vía Armenia - La Tebaida (ver imagen 11).

Imagen 11.Ubicación del elemento estructural de Guadua de la Universidad La Gran Colombia en La sede de Armenia vía.



Fuente: (Imagen tomada de google maps por Arq. Walter Barreto de la Universidad La Gran Colombia).

Imagen 12.Estructura de Guadua de la Universidad La Gran Colombia en La sede de Armenia.



Fuente: (Imagen tomada por Arq. Walter Barreto de la Universidad La Gran Colombia)

³¹ Citado el 1 de Octubre de 2016 de: http://www.armenia-antioquia.gov.co/informacion_general.shtml.

5.4. MARCO LEGAL

Después de reconocer que la guadua jugó un papel muy importante en el desarrollo del Viejo Caldas, surgió la necesidad de constituir la sociedad colombiana ante el ICONTEC denominado comité 178 “Bambú – Guadua” dentro del cual se dispone de una normativa para la disposición de la Guadua en Colombia.

- NTC 5300 (Cosecha y pos cosecha del culmo de Guadua Angustifolia kunth)³²
- NTC 5301 (Secado e inmunizado de los culmos de Guadua Angustifolia Kunth)³³
- NTC 5405 (Propagación vegetativa de Guadua Angustifolia Kunth)³⁴
- En la norma sismo resistente del 2010 (NSR10) en el capítulo G-12 (estructuras de Guadua) se encuentra toda la normatividad concerniente al diseño y construcción de estructuras en Guadua en Colombia³⁵

³² INSTITUTO NACIONAL DE NORMA TÉCNICA COLOMBIANA, Cosecha y pos cosecha del culmo de Guadua Angustifolia Kunth, NTC 5300. Bogotá, D.C: 2008. 5p

³³ INSTITUTO NACIONAL DE NORMA TÉCNICA COLOMBIANA, Secado e inmunizado del culmo de Guadua Angustifolia Kunth, NTC 5301. Bogotá, D.C: 2007. 5p.

³⁴ INSTITUTO NACIONAL DE NORMA TÉCNICA COLOMBIANA, Propagación vegetativa de Guadua Angustifolia Kunth. NTC 5405. Bogotá, D.C: 2006. 9p

³⁵ NORMA SISMO RESISTENTE DE 2010 (NSR10). Título G. Estructuras de madera y Estructuras de Guadua. Bogotá. El instituto, 2010. Bogotá, D.C: 96p.

6. DISEÑO METODOLÓGICO

6.1. LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

La línea principal del presente trabajo de investigación es la línea estructural EDOC- UGC (Edificaciones y obras civiles con tecnología apropiada para el desarrollo físico regional sostenible, reducción de la vulnerabilidad de las estructuras y mejoramiento de la calidad de vida) y la sub- línea es materiales de construcción enfocada a las patologías asociadas a la Guadua como material estructural por que se estudio los patógenos asociados al material estructural de la Guadua Angustifolia Kunth y describir su incidencia en la estructura de Guadua de la Universidad La Gran Colombia sede Armenia.

6.2. ENFOQUE DE INVESTIGACIÓN

Para el desarrollo del presente trabajo de grado se utilizó un enfoque de tipo mixto, que permitió la recolección de datos con medición numérica y cualitativa, tal como descripciones y observaciones que parten de un estado del arte ligadas a unos resultados numéricos que permitan entender la vulnerabilidad de la estructura , siguiendo unos determinados pasos que nos permitan una adecuada recolección de la información para dar respuesta a la pregunta de investigación.

6.3. TIPO DE INVESTIGACIÓN

El tipo de investigación fue descriptiva ya que en la primera fase se llevó a cabo una recolección de información basada en el estado del arte y luego se asoció con la descripción de nuestro objeto de estudio. Se realizó un diagnóstico de la estructura de acuerdo a lo recopilado en el marco teórico, con el fin de proponer unas recomendaciones.

6.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

Los recursos o instrumentos tomados para este trabajo fue la recopilación de bibliografía que permite conocer y tener conceptos claros para la identificación de los agentes patógenos

6.5. FASES DE INVESTIGACIÓN

FASE 1: Con base en la información recolectada sobre la Guadua y los problemas que pueden llegar a presentar, se generó una visita al campus de la Universidad La Gran Colombia a fin de llevar a cabo el levantamiento de las patologías presentes en dicha estructura, con la elaboración de un plano para mayor facilidad de reconocimiento de éstas y posteriormente se hará la inspección anotando las patologías encontradas en fichas técnicas y sus características para su clasificación y análisis.

FASE 2: Para dar continuidad al trabajo, se ordenó y analizó la información recopilada mediante la técnica de observación directa que permitió generar una clasificación de las patologías encontradas, a fin de considerar las que comprometen la estabilidad de la estructura.

FASE 3: Después de realizar las fases recopilación de información, análisis y clasificación resultó preciso generar una serie de recomendaciones para la estructura de Guadua del campus de la Universidad La Gran Colombia teniendo en cuenta la fase 3, es decir generar unas recomendaciones dependiendo del tipo de daño que se presente en los elementos de Guadua Angustifolia Kunth, que resulten apropiadas para reestablecer el uso de la Guadua como material estructural dentro del Campus Ciudadela del saber La Santa María y darle continuidad a la iniciativa constructiva planteada para esta sede.

FASE 4: Elaborar una Xiloteca para la Guadua Angustifolia Kunth en donde presenten las diferentes patologías encontradas a lo largo de la investigación y tener un producto que permita a otros estudiantes identificar fácilmente dichas patologías.

7. RESULTADOS Y ANÁLISIS

7.1. REALIZACIÓN DE FICHAS TÉCNICAS Y MATERIALIZACIÓN EN LA TOMA DE DATOS

7.1.1. Realización de fichas técnicas.

Tomando en cuenta la recopilación bibliográfica se diseñan unas fichas técnicas que resumen el contenido teórico y permite identificar la presencia de agentes patógenos de tipo Biótico y Abiótico en campo, se diseña la ficha tomando en consideración factores que influyen en el desarrollo de dichos agentes tales como asoleación, incidencia del viento, contaminantes cercanos, y vegetación (Costado A) , al respaldo de la ficha, se encuentra información de clasificación de la estructura analizada, se define identificar las lesiones por su origen, tomando así dos grupos claves como se muestra a continuación:

• AGENTES BIOTICOS

- ✓ Hongos Cromogenos.
- ✓ Hongos de pudrición.
- ✓ Pudrición Blanca
- ✓ Pudrición Parda
- ✓ Pudrición Blanda
- ✓ Insectos Coleopteros
- ✓ Termitas

*Nota: Se decide clasificar la incidencia de cada uno de los agentes patógenos conforme a su cantidad dentro de la estructura y/o dimensiones, por tanto en los formatos diligenciados las lesiones serán identificadas como Leve (L), Medio (M) o Severo (S).

• AGENTES ABIOTICOS

- ✓ Fotodegradación
- ✓ Humedad atmosférica.
- ✓ Fuego.
- ✓ Aplastamiento.
- ✓ Doblamiento.
- ✓ Fisuras.
- ✓ Grietas
- ✓ Manchas.

Imagen 13 Ficha técnica para recolección de datos en campo (Costado A)

 UNIVERSIDAD La Gran Colombia	Desarrollado por: Yonor Moreno Donado y Diego Mauricio Lozano Sánchez	Localización: kn7 vía Armenia - La Tebaida Campus Ciudadela del Saber Universidad La Gran Colombia	N° de ficha: Fecha: / /
	Facultad de Ingeniería Civil.	Acesor disciplinar: Mateo Gutierrez Gonzales	Portico: 30
Autoriza: Universidad La Gran Colombia Campus Ciudadela del Saber.	Proyecto: Patologías en la estructura de Guadua del Campus Ciudadela del Saber, <i>Universidad La Gran Colombia</i>	IMAGEN DE LA LESIÓN	DESCRIPCIÓN DEL ELEMENTO

TIPO DE LESIÓN			
BIOTICAS		IMAGEN DE LA LESIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA LESIÓN
1. HONGOS	Presenta		
1.1. Hongos Cromogenos	N/A		
1.2. Hongos de Pudrición	N/A		
2. *TIPO DE PUDRICIÓN	*Presenta		
2.1. PUDRICIÓN PARDA	N/A		
2.2. PUDRICIÓN BLANCA	N/A		
2.3. PUDRICIÓN BLANDA	N/A		
3. Moho	N/A		
4. INSECTOS	Presenta		
4.1. Coleopteros	M		
4.2. Termitas	N/A		
ABIOTICAS		PRE-DIAGNOSTICO	POSIBLES AGRAVANTES
5. Causa	Presenta		
5.1. FOTODEGRADACIÓN	S		
5.2. HUMEDAD ATMOSFERICA	N/A		
5.3. FUEGO	N/A		
5.4. APLASTAMIENTO	S		
5.5 DOBLAMIENTO	S		
5.6. Fisuras	N/A		
5.7. Grietas	S		
5.8. Manchas	M		
GRADO DE AFECTACIÓN		POSIBLES CAUSAS	INTERVENCIÓN
Los grados de afectación serán tomados como Leve (L), Medio (M) u Severo (S).			
DESCRIPCIÓN DEL ELEMENTO			

Autoria: propia.

Imagen 14 Ficha técnica para recolección de datos en campo (Costado B)

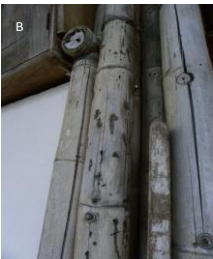
 UNIVERSIDAD La Gran Colombia		INFORMACIÓN CONTEXTO DEL INMUEBLE		N° de ficha:	
		Proyecto: CAMPUS CIUDADELA DEL SABER UGC- SECCIONAL ARMENIA		Localización: kn7 vía Armenia - La Tebalda Campus Ciudadela del Saber Universidad La Gran Colombia	
		Desarrollado por: Yonor Moreno Donado y Diego Mauricio Lozano Sánchez		Fecha: / /	
		Facultad de Ingeniería Civil.			
Temperatura Humedad Precipitaciones	Min: 18°C Max: 28°C Min: 60% Máx: 85% 2275 mm en promedio al año				
INCIDENCIA DEL VIENTO		CONTAMINANTES CERCANOS			
ASOLEACIÓN		VEGETACIÓN			
LOCALIZACIÓN DE LA LESIÓN					
1. HONGOS 1.1. Hongos Cromogenos 1.2. Hongos de Pudrición 2. *TIPO DE PUDRICIÓN 2.1. PUDRICIÓN PARDA 2.2. PUDRICIÓN BLANCA 2.3. PUDRICIÓN BLANDA 3. Moho 4. INSECTOS 4.1. Coleopteros 4.2. Termitas 5. Causa 5.1. FOTODEGRADACIÓN 5.2. HUMEDAD ATMOSFERICA 5.3. FUEGO 5.4. APLASTAMIENTO 5.5 DOBLAMIENTO 5.6. Fisuras 5.7. Grietas 5.8. Manchas					

Autoria: propia.

7.1.2. Recolección de información en la sede Campus Ciudadela del Saber La Santa Maria.

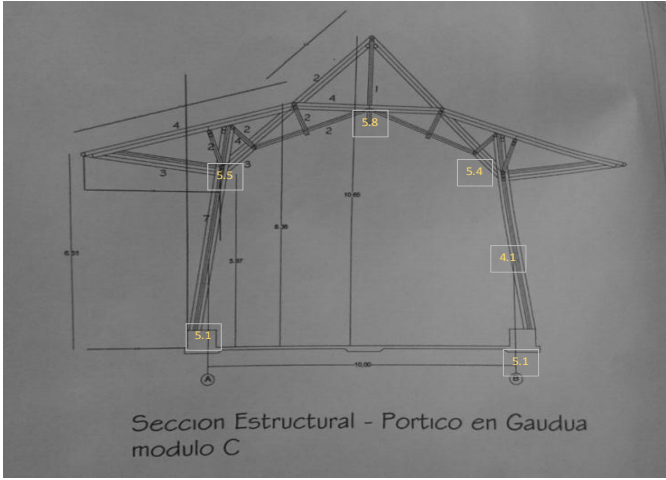
Con la previa documentación de los autores del presente trabajo acerca de la Guadua y su vulnerabilidad asociada a agentes patógenos se desarrollan las fichas técnicas relacionadas anteriormente, dichas fichas se aplicaron en cada uno de los pórticos de los módulos como se observa en el apartado 7.2.2. , 7.2.3. y 7.2.4. A continuación se muestra la ficha desarrollada en el pórtico numero 30 del módulo C a manera de ejemplo. En total se realizaron 32 fichas y se analizan en el ítem 7.2.

Imagen 15 Ficha técnica aplicada al pórtico número 30 del módulo C (Costado A)

 UNIVERSIDAD La Gran Colombia		Desarrollado por: Yonir Moreno Donado y Diego Mauricio Lozano Sánchez	Localización: kn7 vía Armenia - La Tebaida Campus Ciudadela del Saber Universidad La Gran Colombia	N° de ficha:
		Facultad de Ingeniería Civil.	Acesor disciplinar: Mateo Gutierrez Gonzales	Fecha: / /
Autoriza: Universidad La Gran Colombia Campus Ciudadela del Saber.		Proyecto: Patologías en la estructura de Guadua del Campus Ciudadela del Saber, <i>Universidad La Gran Colombia</i>	IMAGEN DE LA LESIÓN	Portico: 30
TIPO DE LESIÓN				
BIOTICAS		IMAGEN DE LA LESIÓN		DESCRIPCIÓN DE LA LESIÓN
1. HONGOS	Presenta	 		1)Presenta acción de insectos Coleopteros en las columnas . 2) Fotodegradación en un grado severo, cojn gran nivel de palidecimiento y perdida de lignina. 3) Falla mecanica por aplastamiento 4) Presenta grietas severas en la mayoría de los elementos que componen el portico. 5) Se evidencia presencia de manchas en los elementos de la cubierta.
1.1. Hongos Cromogenos	N/A			
1.2. Hongos de Pudrición	N/A			
2. *TIPO DE PUDRICIÓN	*Presenta			
2.1. PUDRICIÓN PARDA	N/A			
2.2. PUDRICIÓN BLANCA	N/A			
2.3. PUDRICIÓN BLANDA	N/A			
3. Moho	N/A			
4. INSECTOS	Presenta	 		
4.1. Coleopteros	M			
4.2. Termitas	N/A			
ABIOTICAS		PRE-DIAGNOSTICO		POSIBLES AGRAVANTES
5. Causa	Presenta	Se encontró un grado de afectación severo en terminos generales para el portico # 30 , en la medida que hay elementos que comprometen la estabilidad de la estructura al estar asociados con fallas por aplastamiento y doblamiento y más aun cuando se percibe el relleno de los canutos, por otro parte se encontró que es uno de los porticos con más incidencia de agentes patogenos. La fotodegradación es severa y puede favorecer el desarrollo de otro tipo de patologías, se recomienda intervención inmediata.		1) Mantenimiento inadecuado de la estructura promueve el desarrollo de ataques por diferentes agentes patogenos. 2) Mala corrección de las fisuras y grietas promueven el desarrollo de fallas mecanicas. 3) Falta de proteccion contra rayos ultravioleta promueve el desarrollo de fotodegradación.
5.1. FOTODEGRADACIÓN	S			
5.2. HUMEDAD ATMOSFERICA	N/A			
5.3. FUEGO	N/A			
5.4. APLASTAMIENTO	S			
5.5. DOBLAMIENTO	S			
5.6. Fisuras	N/A			
5.7. Grietas	S			
5.8. Manchas	M			
GRADO DE AFECTACIÓN				INTERVENCIÓN
Los gtrados de afectación serán tomados como Leve (L), Medio (M) y Severo (S)				Se para el manejo de grietas y fisuras se recomienda el manejo con abrazaderas, con el fin de detener el avance de estas lesiones y reducir el futuro impacto por fallas mecanicas, para corregir la fotodegradación se sugiere la implementación de barnices con protección U.V., así mismo para el apartado de manchas (aunque son netamente esteticas) se pueden manejar con una biruta de acero. Para corregir las fallas mecanicas tanto por aplastamiento como por doblamiento se debe considerar el reemplazo de los elementos comprometidos.
DESCRIPCÓN DEL ELEMENTO		POSIBLES CAUSAS		
Portico con mala apariencia estetica, se percibe suciedad, fallas mecanicas, signos de fotodegradación, ataque por insectos coleopteros, entre otros. Se logra observar que es el portico más afectado del módulo C en la medida que presenta fallas por aplastamiento y doblamiento en grado severo (Se nota el mortero dentro de los canutos).		1) Los aleros de la estructura no cubren lo suficiente los elementos, y quedan expuestos a la radiación ultravioleta durante largos periodos de tiempo, promoviendo así la fotodegradación.		
		2) El carente mantenimiento correctivo frente a lesiones como grietas y fisuras, con el paso del tiempo y sumadas con las diferentes patologías presentes en el portico pueden haber generado fallas mecanicas.		
		en haberse generado por acumulación de minerales en la fase de cultivo, (las manchas afectan la estructura solo		
		4) El ataque por insectos puede estar relacionado por presencia de almidon dentro del elemento.		

Fuente: propia.

Imagen 16 Ficha técnica aplicada al pórtico número 30 del módulo C (Costado B)

 UNIVERSIDAD La Gran Colombia		INFORMACIÓN CONTEXTO DEL INMUEBLE		N° de ficha:
		Proyecto: CAMPUS CIUDADELA DEL SABER UGC- SECCIONAL ARMENIA Desarrollado por: Yonor Moreno Donado y Diego Mauricio Lozano Sánchez Facultad de Ingeniería Civil.	Localización: kn7 vía Armenia - La Tebaida Campus Ciudadela del Saber Universidad La Gran Colombia	Fecha: / /
Temperatura: Min: 18°C Max: 28°C Humedad: Min: 60% Máx: 85% Precipitaciones: 2275 mm en promedio al año				
INCIDENCIA DEL VIENTO		CONTAMINANTES CERCANOS		
La incidencia del viento en el momento de la recolección de los datos fue mínima no se descarta que en épocas de invierno puedan ir asociadas a borrascas muy comunes en la zona .		No se encontraron focos de contaminación cercanos a la estructura.		
ASOLEACIÓN		VEGETACIÓN		
La asoleación para este portico es alta en la medida que la cubierta no brinda la suficiente sombra a los elementos estructurales, tambien se asocia con una alta exposición a rayos U.V por ambos costados del portico por falta de vegatación que le brinde protección como en otros porticos.		La vegetación es mínima .		
LOCALIZACIÓN DE LA LESIÓN				
1. HONGOS 1.1. Hongos Cromogenos 1.2. Hongos de Pudrición 2. *TIPO DE PUDRICIÓN 2.1. PUDRICIÓN PARDA 2.2. PUDRICIÓN BLANCA 2.3. PUDRICIÓN BLANDA 3. Moho 4. INSECTOS 4.1. Coleopteros 4.2. Termitas 5. Causa 5.1. FOTODEGRADACIÓN 5.2. HUMEDAD ATMOSFERICA 5.3. FUEGO 5.4. APLASTAMIENTO 5.5 DOBLAMIENTO 5.6. Fisuras 5.7. Grietas 5.8. Manchas		 Sección Estructural - Portico en Gaudua modulo C		

Fuente: propia.

7.2. CLASIFICACIÓN DE PATOLOGÍAS SEGÚN CAUSA EN LA ESTRUCTURA DE LA SEDE DE ARMENIA

7.2.1. Observaciones generales a la estructura

En la visita al Campus de la Universidad La Gran Colombia La Santa María se reconocieron tres módulos identificados como Módulo A, Módulo B y Módulo C (Ver imagen 13), la estructura se desarrolla bajo un sistema apórticado y la implementación de zapatas para la cimentación, a dichos módulos se le realizaron las respectivas clasificaciones de las lesiones y/o patologías que presentaba en cada uno de sus pórticos aplicando el referente teórico desarrollado en el presente trabajo (Ver anexo B). Para esto se desarrollaron fichas técnicas que sirven para la identificación de las patologías en la estructura. Tras aplicarlas se encuentra que la estructura presenta una serie de patologías con múltiples causas. La más importante y recurrente termina siendo fotodegradación que es el daño de la epidermis y lignina en la guadua; la fotodegradación se encuentra en su mayoría en la parte externa de la estructura, en contraste con su parte interna que aún mantiene su tonalidad natural; A diferencia de lo encontrado exteriormente, en el interior de la estructura se presenta otro tipo de patologías como lo son manchas, fisuras y grietas por fallas mecánicas, entre otros.

Imagen 17 Distribución módulos Campus Ciudadela del Saber La Santa Maria



Fuente: propia.

En segunda medida se observó que la estructura cuenta con un número significativo de fisuras por pórtico asumiéndose dentro de la investigación múltiples causas como lo son: fisuras por fotodegradación, por cambios volumétricos relacionados con el contenido de humedad; canutos rellenos de mortero en los que la Guadua absorbe agua del mortero y genera cambios volumétricos que generan fisuras; se observa que en varias partes de la cubierta no se le presta la debida atención y terminan convirtiéndose en grietas que resultan siendo más significativas al querer contemplar una posible falla estructural relacionada con la incidencia de dichos agentes patógenos.

Se llevó a cabo la recopilación de información de agentes patógenos con ayuda de las fichas técnicas y se logran valorar conforme su grado de afectación en la estructura con la intención de considerar las que puedan comprometer la estabilidad de la estructura, por sorpresa se encuentra que tras evaluar y analizar cada uno de los pórticos de los módulos (Talleres de Arquitectura seccional Armenia) las patologías allí encontradas no terminan siendo las más significativas patológicamente hablando se logra percibir rastros de manchas, moho, fotodegradación, fisuras y grietas; sin embargo, no se encontró hongos de pudrición que lleven a contemplar las diferentes fases de pudrición. Así mismo se percibe factores clave como la vegetación que acompaña los diferentes módulos, pues en el módulo C (**Ver Anexo C planos**) que es el de mayor envergadura termina siendo el más expuesto a los rayos ultravioleta causantes de fotodegradación, en contraste se observó que el módulo A (**Ver anexo C planos**) que tiene una altura efectiva menor puede refugiarse mejor entre los pocos arboles que acompañan de manera longitudinal al módulo, reduciendo así el grado de palidecimiento. Es preciso mencionar que para *Guaduas pálidas* se encuentran las siguientes pruebas mecánicas:

Reducción de propiedades físico/ mecánicas en función del tiempo.

PROPIEDAD FISICA O MECANICA	REDUCCIÓN EN %
Esfuerzo máximo a compresión 3-5 años	0%
Gravedad específica Anhidra 3-5 años	8.69%
Módulo de Elasticidad 3-5 años	44.51%

Fuente: Marin Arbelaez J, (s.f.), Identificación y Descripción de Patologías En Estructuras de Gaudua, [diapositivas de PowerPoint]. Recuperado de: Universidad Del Quindío.

A continuación se describe en detalle las observaciones y la clasificación de patología por cada módulo.

7.2.2. Módulo A

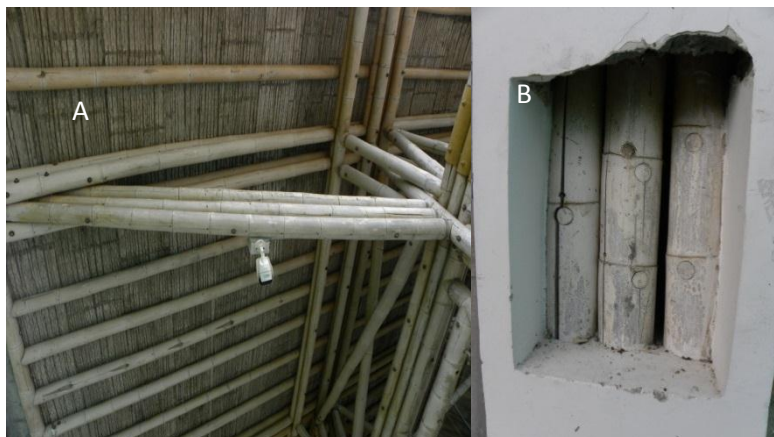
En este módulo se encontró 4 tipos de patologías en la mayoría de pórticos estudiados dentro de ellos (Fotodegradación, fisuras, grietas y manchas), se encuentra que para este módulo los daños por fotodegradación son mas leves que para los módulos B y C en la medida que la vegetación que acompaña a la estructura le brinda protección de los rayos ultravioleta causantes del deterioro de la Lignina de la Guadua y posterior palidecimiento, así mismo se pudo identificar fotodegradación interna del costado Nororinetal ocasionada por la trayectoria de los rayos ultravioleta en horas de la mañana y que tienen contacto directo desde el pórtico uno hasta el pórtico cuatro. Considerando las manchas se hace énfasis al decir que se encuentran en la mayoría de los pórticos y según la literatura se producen por acumulación de minerales en la Guadua desde la fase de cosecha que con el paso del tiempo se manifiestan con manchas oscuras o color marrón, se hace la salvedad que estas manchas no tienen porque comprometer la estabilidad de la estructura en la medida que no generan pérdida de Hemicelulosa o Lignina y por ende no genera pérdida de sercción en el material; algo bastante considerable que se encontró a lo largo del módulo fueron tanto fisuras como grietas por posibles cusas entre ellas en elementos empotrados en mortero, fisuras en canutos inyectados con mortero siendo que las fisuras en originan en los huecos generados para la instalación de pernos o la inyección del mortero, y fisuras por daños asociados a larga exposición de la Guadua a los rayos ultravioleta que generan deterioro de la epidermis, además de implicar un deterioro en la Lignina. De la misma manera se percibe un daño notorio en la base de la cubierta cuyo material es esterilla en Guadua, presenta síntomas de palidecimiento.

La sección transversal del módulo A se puede encontrar en la pagina 57, suendo el mismo para el módulo B

- **Análisis del pórtico 1**

Lesiones encontradas: Se encontró fotodegradación severa en la cubierta debido a la exposición directa de los rayos U.V. (*Ver imagen 18A*), con grietas severas en la columna debido a que son canutos que fueron inyectados con mortero (*Ver imagen 18B*).

Imagen 18 Patologías encontradas en el pórtico 1 módulo A



Fuente: propia

- **Análisis pórtico 2**

Lesiones encontradas: Se encontró fotodegradación tanto en la columna como en el cobertizo (*Ver imagen 19A*) así mismo presencia de fisuras leves por un posible uso del material en una etapa biche que pueden generar grietas leves en el elemento con el paso del tiempo (*Ver imagen 19B*).

Imagen 19 Patologías encontradas en el pórtico 2 módulo A



Fuente: propia.

- **Análisis pórtico 3**

Lesiones encontradas: Se evidencia fotodegradación leve en la columna (Ver imagen 20A) con manchas (Ver imagen 20B), fisuras en la cubierta y presencia de grietas con un grado de afectación severa en la columna originadas debido a que son canutos que fueron inyectados con mortero (Ver imagen 20C)

Imagen 20 Patologías encontradas en el pórtico 3 módulo A



- **Análisis pórtico 4**

Lesiones encontradas: Se encontró fotodegradación con un grado de afectación medio (Ver imagen 21A) que conlleva a grietas leves en las columnas (Ver imagen 21C) así mismo presencia de manchas leves en el cobertizo (Ver imagen 21B).

Imagen 21 Patologías encontradas en el pórtico 4 módulo A



Fuente: propia

- **Análisis Pórtico 5**

Lesiones encontradas: Se encontró fotodegradación con grado de afectación media (Ver imagen 22A), con presencia de manchas leves en el elemento del cobertizo (Ver imagen 22B) y fisuras leves en las columnas (Ver imagen 22C).

Imagen 22 Patologías encontradas en el pórtico 5 módulo A

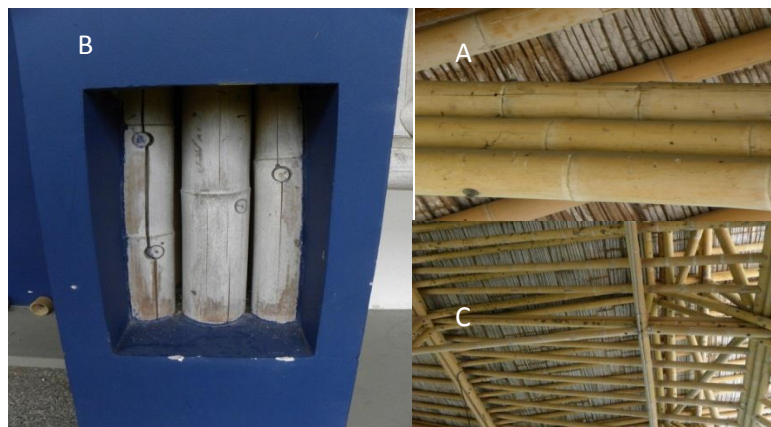


Fuente: propia.

- **Análisis pórtico 6**

Lesiones encontradas: Se encontró fisuras leves debido a perforaciones realizadas en los canutos con las brocas para su inmunización (Ver imagen 23A), las grietas identificadas en las columnas con un grado de afectación medio se originan debido a que son canutos que fueron inyectados con mortero (Ver imagen 23B); manchas en el cobertizo (Ver imagen 23C) y fotodegradación en las columnas (Ver imagen 23B) .

Imagen 23. Patologías encontradas en el pórtico 6 módulo A



Fuente: propia

- **Análisis pórtico 7**

Lesiones encontradas: Se encontró fotodegradación leve en las columnas por exposición directa a los rayos U.V. (Ver imagen 24A), con manchas leves en el cobertizo y fisuras leves (Ver imagen 24B), así mismo grietas graves en la columnas originadas en los agujeros inyectados con mortero (Ver imagen 24C).

Imagen 24 Patologías encontradas en el pórtico 7 módulo A



Fuente: propia.

- **Análisis pórtico 8**

Lesiones encontradas: Se encontró manchas leves localizadas en el cobertizo del elemento estructural (Ver imagen 25A), fotodegradación leve en las columnas (Ver imagen 25B) junto con fisuras de un grado de afectación leve (Ver imagen 25C).

Imagen 25 Patologías encontradas en el pórtico 8 módulo A



Fuente: propia.

- **Análisis pórtico 9**

Lesiones encontradas: Se encontró manchas en la epidermis de la guadua localizada en el cobertizo (*Ver imagen 26A*), fotodegradación leve en las columnas del elemento estructural (*Ver imagen 26B*) y fisuras leves en los elementos que conforman la columna originados en los agujeros para su inmunización (*Ver imagen 26C*).

Imagen 26 Patologías encontradas en el pórtico 9 módulo A

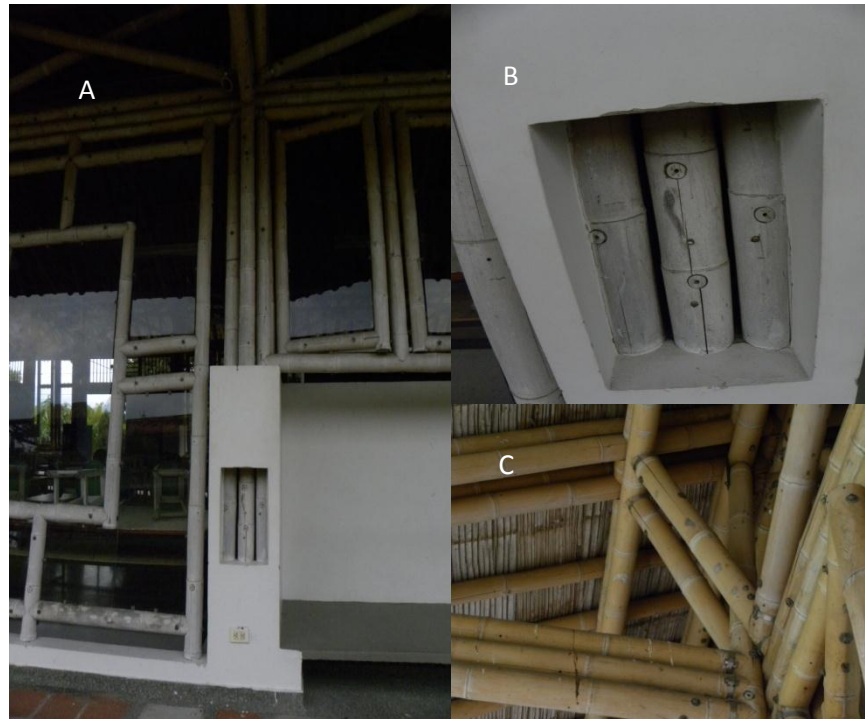


Fuente: propia.

- **Análisis pórtico 10**

Lesiones encontradas: Se encontró fotodegradación leve (*Ver imagen 27A*) con fisuras leves en las columnas del elemento estructural, grietas con un grado de afectación leve (*Ver imagen 27B*) y manchas tanto en la cubierta como en las esterillas que conforman la base de la cubierta (*Ver imagen 27C*).

Imagen 27 Patologías encontradas en el pórtico 10 módulo A



Fuente: propia

- **Análisis pórtico 11**

Lesiones encontradas: Se encontró fisuras leves con grietas en las columnas con un grado de afectación leve (Ver imagen 28A); manchas en el cobertizo (Ver imagen 28B) y fotodegradación leve en las columnas (Ver imagen 28C).

Imagen 28 Patologías encontradas en el pórtico 11 módulo A



Fuente: propia.

- **Análisis pórtico 12**

Lesiones encontradas: Se encontró manchas leves localizadas en el cobertizo (Ver imagen 29A), con presencia de fotodegradación las columnas (Ver imagen 29B) así mismo fisuras leves en los elementos que conforman la columna originados en los agujeros para su inmunización y grietas con un grado de afectación grave en la columna principalmente por la inyección de mortero en los canutos (Ver imagen 29C).

Imagen 29 Patologías encontradas en el pórtico 12 módulo A



Fuente: propia.

- **Análisis pórtico 13**

Lesiones encontradas: Se encontró fotodegradación leve en la columna del elemento estructural (Ver imagen 30A), manchas leves en la epidermis de la guadua localizada en la cubierta (Ver imagen 30B), fisuras con un grado de afectación leve (Ver imagen 30C), sin embargo en el cobertizo se presenta una guadua con una fisura en todo su eje longitudinal (Ver imagen 30D).

Imagen 30 Patologías encontradas en el pórtico 13 módulo A



Fuente: propia.

- **Análisis pórtico 14**

Lesiones encontradas: Se encontró de manchas leves en el cobertizo (Ver imagen 31A), fotodegradación con grado de afectación media (Ver imagen 31B), fisuras con un grado de afectación medio en la columna debido a agujeros realizados en los canutos con las brocas para su inmunización (Ver imagen 31C), y grietas en las columnas con un grado de afectación medio debido a que son canutos que fueron inyectados con mortero (Ver imagen 31D).

Imagen 31 Patologías encontradas en el pórtico 14 módulo A



Fuente: propia

- **Análisis pórtico 15**

Lesiones encontradas: Se encontró fotodegradación media (Ver imagen 32A), humedad en las columnas, fisuras en el cobertizo con un grado de afectación leve, originadas por agujeros realizados en los canutos con las brocas para su inmunización (Ver imagen 32B) y grietas leves por la inyección con mortero (Ver imagen 32C).

Imagen 32 Patologías encontradas en el pórtico 15 módulo A

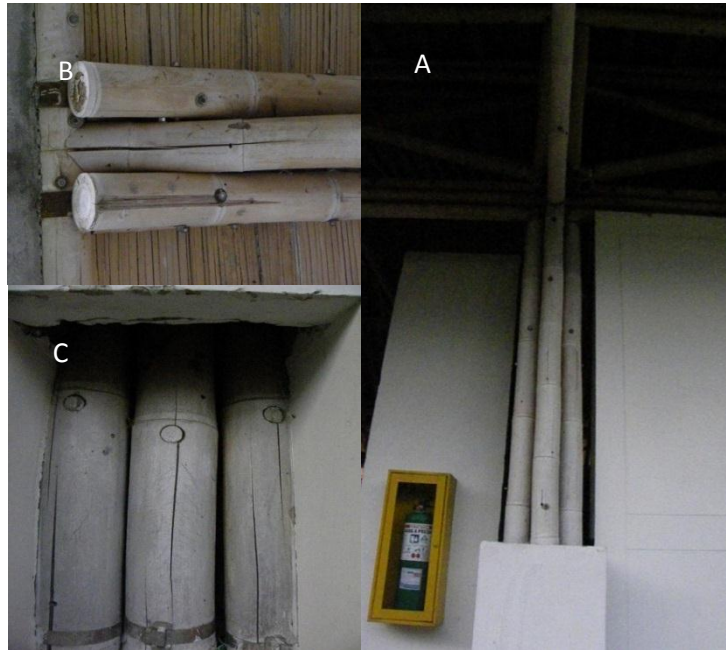


Fuente: propia.

- **Análisis pórtico 16**

Lesiones encontradas: Se encontró fotodegradación media en las columnas por exposición directa y prolongada a los rayos U.V. (Ver imagen 33A) con fisuras de una grado de afectación medio causadas por agujeros en los canutos desarrollados en la fase de inmunización (Ver imagen 33B) y por la inyección de canutos con mortero (Ver imagen 33C).

Imagen 33 Patologías encontradas en el pórtico 16 módulo A



Fuente: propia.

- **Análisis pórtico 17**

Lesiones encontradas: Se encontró fotodegradación con un grado de afectación medio en las columnas por exposición directa y prolongada a los rayos U.V. (Ver imagen 34A) con presencia de fisuras leves en los canutos debido a agujeros realizados con las brocas para su inmunización y agujeros para la inyección de mortero (Ver imagen 34B).

Imagen 34 Patologías encontradas en el pórtico 17 módulo A



Fuente: propia

7.2.3. Módulo B

Para el Módulo B se reconocieron algunas de las patologías presentes en el módulo A relacionadas con Fotodegradación, fisuras, grietas, manchas, sin embargo en este módulo la fotodegradación se nota en su mayoría en la fachada y en los diferentes pórticos de manera exterior, la situación de palidecimiento se evidencia de manera externa; las grietas y fisuras de la misma manera tienden a ser un patrón en el análisis, parecen estar asociadas a la fotodegradación presente en los pórticos y a cambios volumétricos asociados al contenido de humedad en los elementos por posibles salpicaduras en los elementos estructurales.

Se sigue presentando el fenómeno de manchas en elementos de la cubierta; sin embargo se llega a la conclusión que las manchas terminan siendo un aspecto estético que se puede mitigar lijando el elemento con una viruta de acero, referente a sus fachadas se ven bastante fotodegradadas y se observa que en los huecos desarrollados para poner pernos y elementos de agarres para acabados en vidrio se desarrollaron fisuras que por un inadecuado mantenimiento llegaron a convertirse en grietas que en algunos casos comprometieron la pared celular, de la misma manera este fenómeno se pudo observar en varias columnas en donde hubo presencia de diferentes tipos de fisuras, pasando por fisuras mínimas relacionadas con una edad biche en la fase de aprovechamiento, con canutos inyectados con mortero, fisuras en canutos con pernos y/o empalmes.

- **Análisis pórtico 18**

Lesiones encontradas: Se encontró fotodegradación con un grado de afectación medio en las columnas debido a la exposición directa a los rayos ultravioleta (Ver imagen 35A), así mismo fisuras leves en los canutos debido a agujeros inyectados con mortero (Ver imagen 35B) y manchas en leves en el cobertizo (Ver imagen 35C).

Imagen 35 Patologías encontradas en el pórtico 18 módulo B

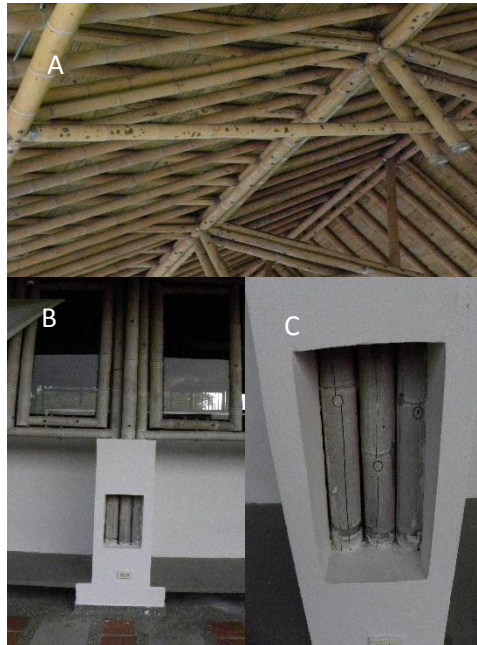


Fuente: propia

- **Análisis pórtico 19**

Lesiones encontradas: Se encontró manchas con un grado de afectación medio en el cobertizo (Ver imagen 36A), fotodegradación en las columnas con un grado de afectación medio por exposición frecuente a los rayos U.V.(Ver imagen 36B) así mismo fisuras con un grado de afectación media originado por agujeros inyectados con mortero (Ver imagen 36C).

Imagen 36 Patologías encontradas en el pórtico 19 módulo B



Fuente: propia.

- **Análisis pórtico 20**

Lesiones encontradas: Presenta fotodegradación en las columnas con un grado de afectación medio por exposición frecuente a los rayos U.V.(Ver imagen 37A) con presencia de manchas con un grado de afectación medio en el cobertizo (Ver imagen 37B).

Imagen 37 Patologías encontradas en el pórtico 20 módulo B



Fuente: propia.

- **Análisis pórtico 21**

Lesiones encontradas: Presencia de manchas con una afectación media en el cobertizo (Ver imagen 38A), fotodegradación con grado de afectación media (Ver imagen 38B), presencia de fisuras con una afectación media debido a agujeros realizados en los canutos inyectados con mortero (Ver imagen 38C) y grietas con un grado de afectación medio originado por esfuerzos mecánicos y agujeros realizados en los canutos con brocas en la fase de inmunización (Ver imagen 38D).

Imagen 38 Patologías encontradas en el pórtico 21 módulo B

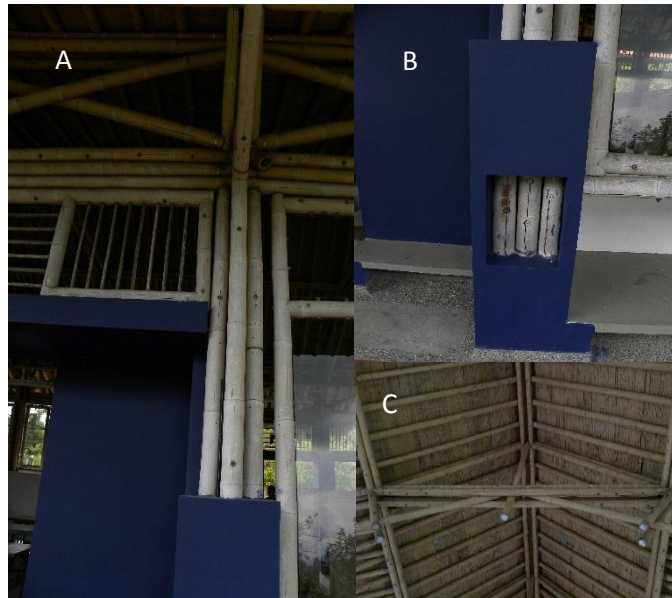


Fuente: propia.

- **Análisis pórtico 22**

Lesiones encontradas: Presenta fotodegradación en las columnas con un grado de afectación medio por exposición frecuente a los rayos U.V (Ver imagen 39A), grietas con un grado de afectación media originado por agujeros inyectados con mortero (Ver imagen 39B), así mismo manchas con un grado de afectación leve en el cobertizo (Ver imagen 39C).

Imagen 39 Patologías encontradas en el pórtico 22 módulo B



Fuente: propia.

- **Análisis pórtico 23**

Lesiones encontradas: Se encontró fotodegradación leve en la columna del elemento estructural debido a exposición frecuente a rayos U.V. (Ver imagen 40A), manchas leves en el cobertizo (Ver imagen 40B) y fisuras con un grado de afectación leve originado por agujeros inyectados con mortero (Ver imagen 40C).

Imagen 40 Patologías encontradas en el pórtico 23 módulo B



Fuente: propia.

- **Análisis pórtico 24**

Lesiones encontradas: Presencia de manchas leves en el cobertizo del elemento estructural (Ver imagen 41A), con fotodegradación en las columnas con un grado de afectación medio debido a la frecuente exposición de la guadua a los rayos ultra violeta (Ver imagen 41B), así mismo presenta fisuras en las columnas con un grado de afectación medio se asocia con los agujeros realizados para la inyección de mortero (Ver imagen 41C).

Imagen 41 Patologías encontradas en el pórtico 24 módulo B

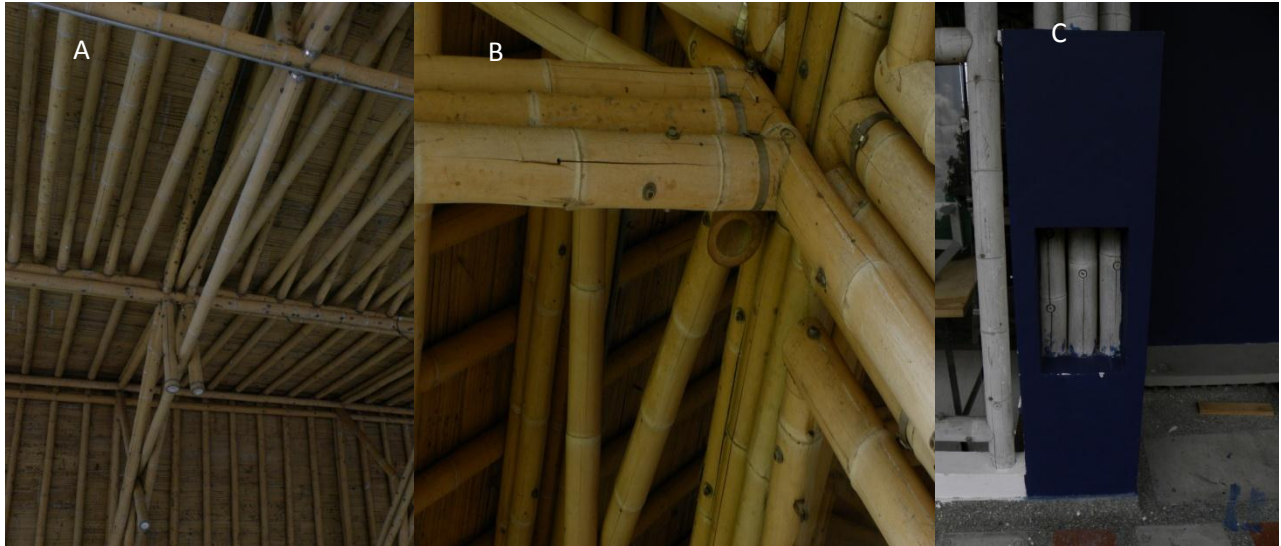


Fuente: propia

- **Análisis pórtico 25**

Lesiones encontradas: Se presenta manchas leves en el cobertizo (Ver imagen 42A), fisuras leves originadas por agujeros realizados a los canutos con las brocas para su inmunización en el cobertizo (ver imagen 42B) también se presentan fisuras leves en la columna debido a los agujeros en los canutos inyectados por mortero (ver imagen 42C).

Imagen 42 Patologías encontradas en el pórtico 25 módulo B

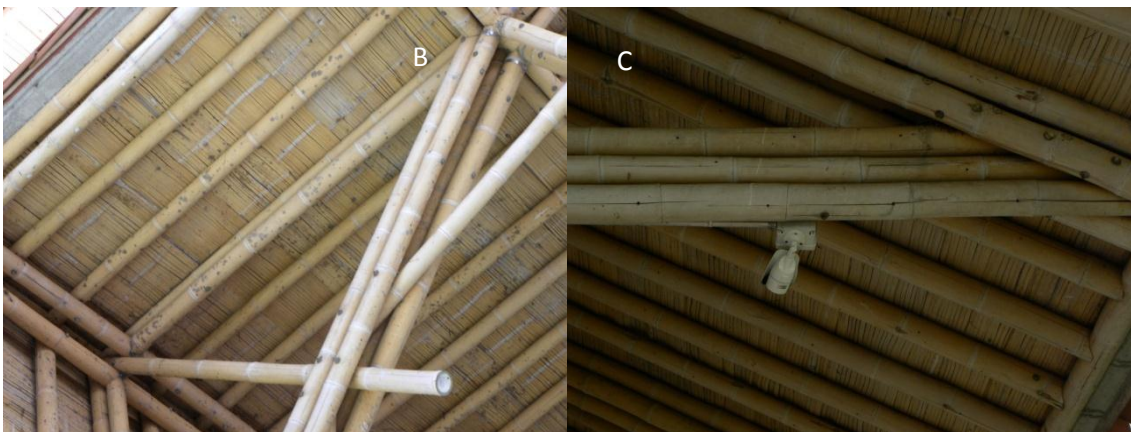


Fuente:propia.

- **Análisis pórtico 26**

Lesiones encontradas: Presenta fotodegradación en las columnas con un grado de afectación medio por exposición frecuente a los rayos U.V. (ver imagen 43A), con presencia de manchas en el cobertizo un grado de afectación medio (ver imagen 43B) y fisuras con un grado de afectación medio originadas por agujeros realizados a los canutos con las brocas para su inmunización en el cobertizo del elemento estructural (ver imagen 43C).

Imagen 43 Patologías encontradas en el pórtico 26 módulo B



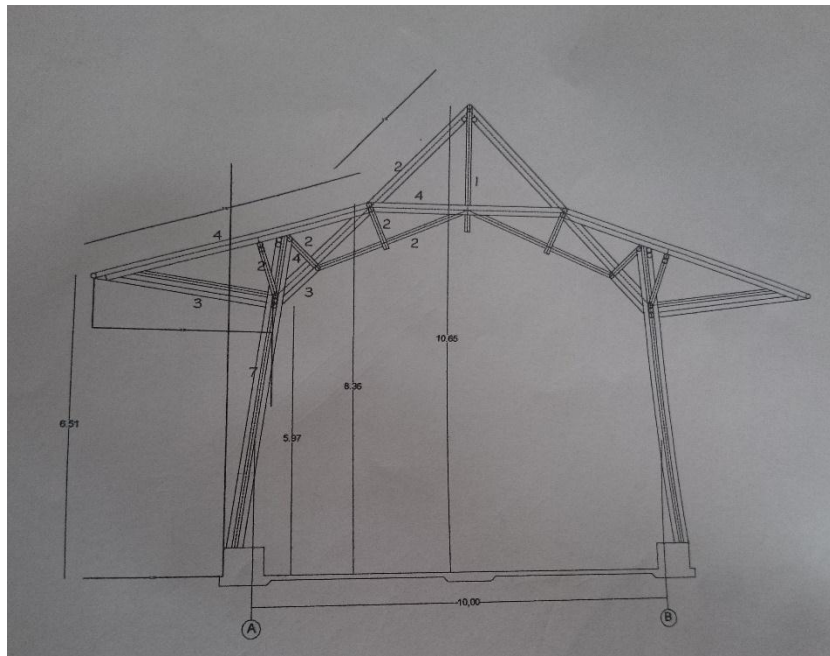


Fuente: propia.

7.2.4. Módulo C

Este módulo corresponde a la parte administrativa y a la sala de docentes del Campus Ciudadela del Saber La Santa Maria, se encontró que esta estructura es la que presenta mayor incidencia de agentes patógenos en la medida que se encuentran mayor cantidad de agentes patógenos y que dichos agentes de hecho comprometen la estabilidad de la estructura como se describe a continuación.

Imagen 44 Sección transversal pórtico módulo C



Fuente: Universidad La Gran Colombia modificado por los autores.

- **Análisis de pórtico # 27**

Lesiones encontradas: Se encontró una fotodegradación severa (*Ver imagen 45A*), presencia de fallas mecánicas por aplastamiento (*Ver imagen 45B*) y doblamiento, presencia de fisuras y grietas, manchas en los elementos de la cubierta y pudrición blanca (*Ver imagen 45C*).

Imagen 45 Patologías encontradas en el pórtico 27 módulo C



Fuente: propia.

- **Análisis de pórtico # 28**

Lesiones encontradas: Se encontró una fotodegradación de grado severo, falla mecánica por doblamiento, manchas en los elementos de la cubierta y grietas severas en su mayoría de 2cm de ancho lo que resulta bastante significativo contemplando la estabilidad de la estructura (*Ver imagen 46 C*). La fotodegradación fue calificada en grado severo, asociada a una exposición prolongada de las columnas (*Ver imagen 46 B*), se aclara que el módulo C desarrolla la máxima altura de los tres módulos y la cubierta no desarrolla una adecuada sombra sobre los elementos del pórtico, se evidencia señales de doblamiento por sobreesfuerzos que ligados a fisuras y grietas significativas llevan al material a fallar, es tan grave el estado de las grietas que se percibe el relleno de los canutos (*Ver imagen 46 A*).

Así mismo se asocian fisuras y grietas en las columnas relacionadas elementos empotrados en concreto o mortero que se originan en la zonas de empotramiento, de esta manera se presentan procesos de absorción y cambios volumétricos que experimenta la Guadua

Imagen 46 Patologías encontradas en el pórtico 28 módulo C



Fuente: propia.

- **Análisis de pórtico # 29**

Lesiones encontradas: Se encuentra fotodegradación de grado severo de la misma manera asociada a una alta exposición de las columnas (Ver imagen 47 A), grietas de un ancho de 2cm (Ver imagen 47 B) y también se evidencia suciedad que puede ir relacionado con la incidencia de hongos (Ver imagen 47 C).

Imagen 47 Patologías encontradas en el pórtico 29 módulo C



Fuente: propia.

- **Análisis de pórtico # 30**

Lesiones encontradas: Se encuentra fotodegradación de grado severo de la misma manera asociada a una alta exposición de las columnas (Ver imagen 48A), grietas de un ancho de 2cm (Ver imagen 48B), manchas, evidencia de falla mecánica por aplastamiento y doblamiento (Ver imagen 48 D) además de ataque por insectos coleópteros (Ver imagen 48C). Dicho pórtico termina siendo el más afectado del módulo C.

Imagen 48 Patologías encontradas en el pórtico 30 módulo C



Fuente: propia.

- **Análisis de pórtico # 31**

Lesiones encontradas: Se encontró una Fotodegradación severa ocasionada por la larga exposición a rayos ultravioleta asociada a un sistema de cubierta poco efectivo contra exposición solar (Ver imagen 49A), relacionado con esto se evidencia presencia de grietas considerables que se manejan con implementación de abrazaderas sin embargo la situación es tan grave que se precibe el relleno de los canutos (Ver imagen 49B), presenta falla mecánica por doblamiento y manchas en elementos superiores.

Imagen 49 Patologías encontradas en el pórtico 31 módulo C

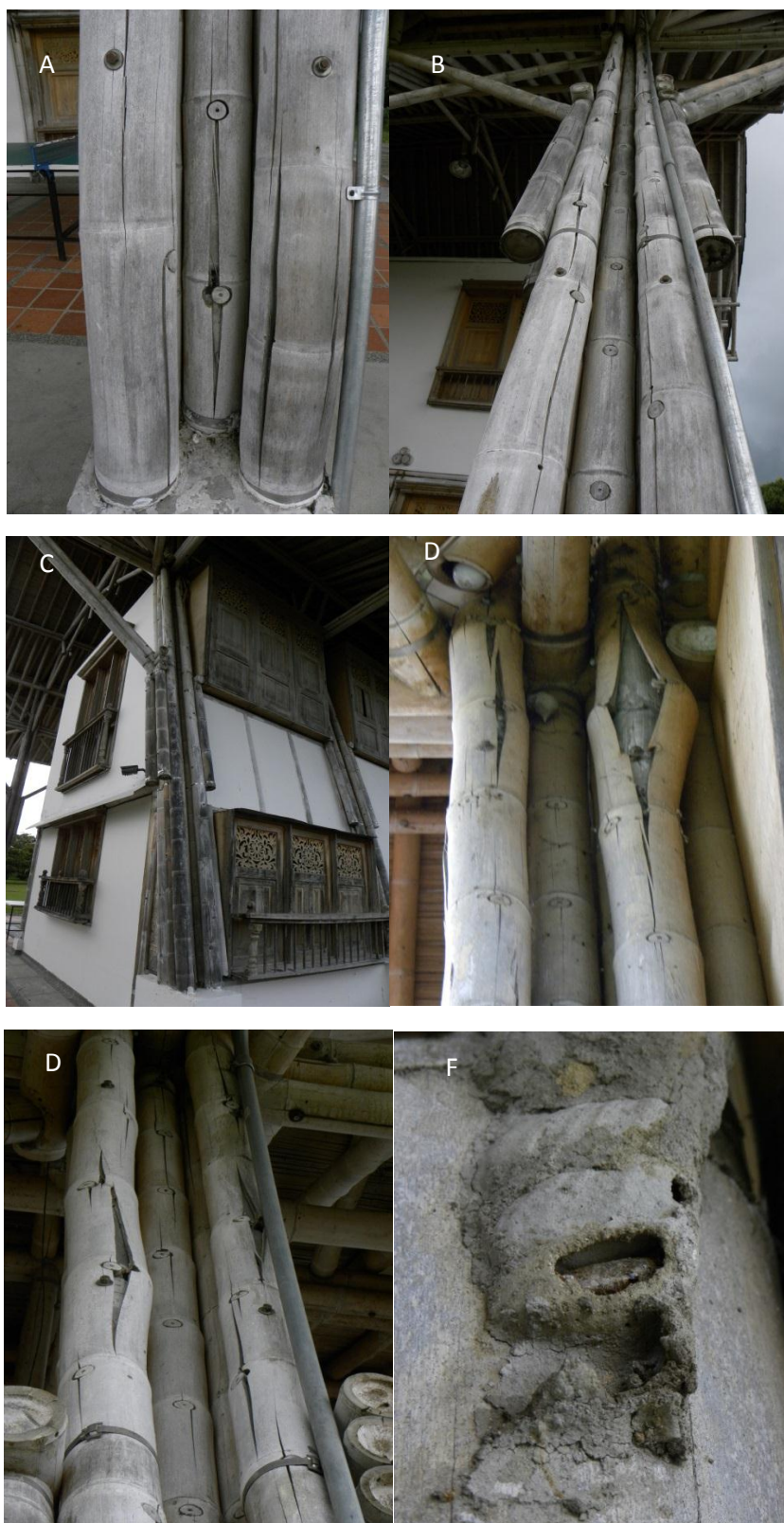


Fuente: propia.

- **Análisis de pórtico # 32**

Lesiones encontradas: Este pórtico es el más expuesto del módulo C presenta Fotodegradación severa en la mayoría de sus elementos (Ver imagen 50A y 50B), presencia de grietas asociadas a dicha Fotodegradación de un ancho promedio de 2cm (Ver imagen 50C), presenta manchas severas , una serie de fallas mecánicas por aplastamiento (Ver imagen 50D) y presencia de animales en la estructura (Ver imagen 50F).

Imagen 50 Patologías encontradas en el pórtico 32 módulo C



Fuente: propia

7.3. RECOMENDACIONES

Una vez analizados la incidencia de los agentes patógenos encontrados en las estructura se generaron remendaciones por módulos como se muestra a continuación.

7.3.1. Recomendaciones Módulo A

- Para corregir la incidencia de la Fotodegradación en el módulo A resulta preciso la protección con barnices que ayuden a repeler el ataque de rayos ultravioleta, además de un posible replanteo de los aleros de la estructura.
- Para detener el avance de grietas y fisuras es preciso la instalación de abrazaderas para detener el avance, en casos severos se debe contemplar el cambio de elementos.
- La incidencia por manchas en la estructura es notoria, sin embargo se puede corregir lijando los elementos afectados con viruta de acero y luego aplicando barnices con protección ultravioleta para cuidar la Lignina del elemento.
- Se debe mejorar el sistema de recolección de aguas lluvias que corre a los lados de los módulos, puesto que en episodios de lluvias los senderos peatonales se inundan y alcanzan a humedecer por salpicaduras algunos elementos de la estructura.

7.3.2. Recomendaciones Módulo B.

- Para Controlar la incidencia de la Fotodegradación a lo largo del módulo B se hace necesario la protección con barnices que ayuden a repeler el ataque de rayos ultravioleta, también resulta adecuado un replanteo de los alerones en busca de mas sombra para los elementos expuestos a la radiación.
- Para detener el avance de fisruas y grietas presentes en el módulo se hace necesario la implementación de abrazaderas en los elementos donde se presente dicho fenómeno.
- Aunque la incidencia por manchas es netamenta estética, se puede corregir lijando la superficie con viruta de acero, luego de

lograr remover las manchas que estaban en la epidermis es preciso aplicar un barniz con protección ultravioleta para garantizar la vida útil de la Lignina y alejarla de fases de palidecimiento y/o Fotodegradación.

- De la misma manera que para el módulo A se recomienda mejorar el sistema de recolección de aguas lluvias, pues en periodos de escorrentías se inundan los pasillos exteriores del módulo y permiten la interacción de los elementos con agua, permitiendo así la libre absorción de humedad y desarrollando cambios volumétricos que pueden ir asociados con el libre desarrollo de grietas y fisuras.

7.3.3. Recomendaciones Módulo C

- Para Controlar la incidencia de la Fotodegradación a lo largo del módulo C se hace necesario la protección con barnices que ayuden a repeler el ataque de rayos ultravioleta, también resulta adecuado un replanteo de los alerones en busca de mas sombra para los elementos expuestos a la radiación, teniendo en cuenta que es el módulo más alto, esto quiere decir que permite mas asoleación durante la jornada en comparación con los módulos A y B.
- Para detener el avance de fisuras y grietas presentes en el módulo se hace necesario la implementación de abrazaderas en los elementos donde se pueda comprimir el elemento, en contraste con los elementos en estado avanzado se debe llegar a considerar un reemplazo de elementos, esto se puede llevar a cabo con la instalación de elementos temporales.
- Para corregir la incidencia por manchas en elementos superiores se debe lijar la superficie con viruta de acero, luego de lograr remover las manchas que estaban en la epidermis es preciso aplicar un barniz con protección ultravioleta para garantizar la vida útil de la Lignina y alejarla de fases de palidecimiento y/o Fotodegradación.
- Se debe llevar labores de mantenimiento pues se observo bastante comprometida la estructura, además presenta signos de suciedad que sirven para generar focos de pudrición.

7.4. XILOTECA

La xiloteca es un producto entregable, del cual se realizó inicialmente un bosquejo de las patologías que se presentan en la Guadua (Imagen 51). Actualmente se está gestionado, ante la dirección de investigación de la Universidad, el presupuesto para materializar dicha Xiloteca y dejarla a disposición de la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad La Gran Colombia.

Este producto contará con diferentes muestras de patologías que se presentan en la Guadua, así mismo contará con su respectiva descripción y posibles causas. La xiloteca se construirá con el fin de permitir que los futuros estudiantes de la facultad que desarrollen trabajos de investigación asociados a Guadua puedan identificar y reconocer fácilmente las posibles lesiones que se encuentran en dicho material.

El contenido de las patologías en Guadua que se exhibirán y se encontrará en la xiloteca serán las siguientes:

- 1 Muestra

Patología: Fotodegradación

Descripción: Los rayos ultravioleta que descomponen la celulosa de la madera produciendo su degradación.

Causa: Larga y continua exposición de la Guadua a los rayos U. V.

- 2 Muestra

Patología: Hongos de pudrición

Descripción: Se alimentan de la pared celular, generando pérdida de la resistencia considerable.

Causa: Por presencia de humedad que oscila entre 20 y 140 % e intervalo de temperatura entre 30 y 20°C.

- 3 Muestra

Patología: Falla Mecánica.

Descripción: Fisuras o grietas pueden atravesar la pared del elemento en su eje longitudinal.

Causa: Por agujeros en los canutos para su inmunización, por pernos y empalmes hechos para su instalación.

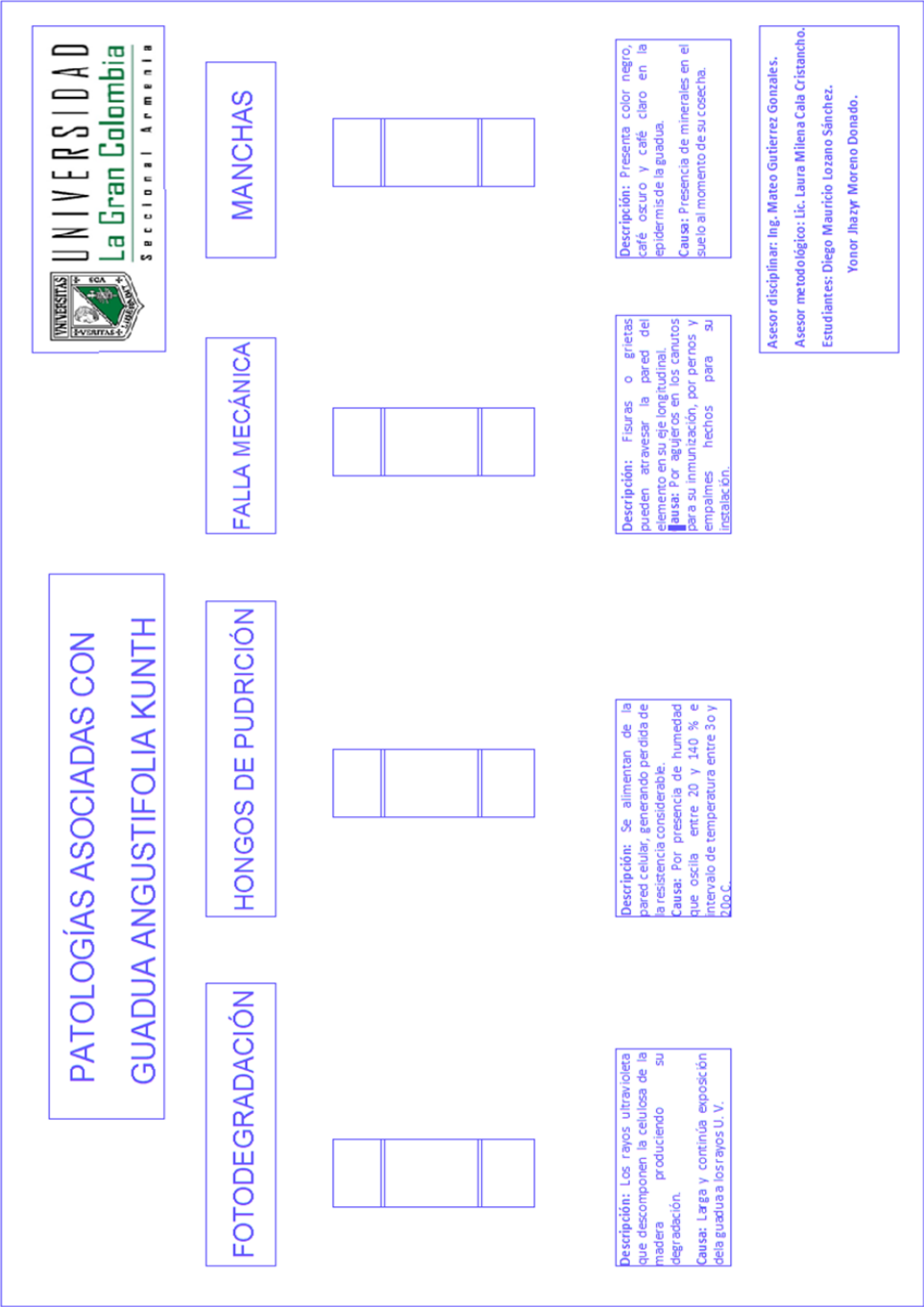
- 4 Muestra

Patología: Manchas

Descripción: Presenta color negro, café oscuro y café claro en la epidermis de la guadua.

Causas: Presencia de minerales en el suelo al momento de su cosecha.

Imagen 51 Bosquejo Xiloteca " Patologías asociadas con Gaudua Angustifolia Kunth"



Fuente: propia.

8. CONCLUSIONES

1. Se analizó los diferentes módulos de la estructura de Guadua de la Universidad La Gran Colombia seccional Armenia - campus Ciudadela del Saber La Santa Maria con base en el marco conceptual y se llevó a cabo la recolección de información con ayuda de las fichas técnicas desarrolladas en el presente trabajo. La manera de abordar cada uno de los módulos fue por pórticos y se encontró que la incidencia de agentes patógenos para los módulos A y B fue similar, en contraste con lo encontrado en el módulo C en donde la incidencia de algunos agentes patógenos pueden comprometer la estabilidad de la estructura en la medida que van relacionadas con fallas mecánicas.
2. Se llevó a cabo la clasificación de las patologías encontradas con la implementación de las fichas técnicas y se valoró su incidencia en la estabilidad de la estructura para cada uno de los módulos como se muestra a continuación:
 - El módulo A se ve afectado principalmente por fotodegradación y fisuras en la mayoría de sus pórticos, el grado de afectación no excede el medio, y se concluye que el estado de los pórticos no comprometen la estabilidad de la estructura.
 - Se encontró que el módulo B se ve afectado principalmente por 5 patologías (Fotodegradación media, grietas, fisuras, manchas y moho); sin embargo, se concluye que dichas patologías por el momento no comprometen la estabilidad de la estructura en la medida que el módulo no se ve relacionado con fallas mecánicas, sin embargo debe las fisuras y grietas deben ser intervenidas o pueden generar fallas mecánicas con el paso del tiempo.
 - Se concluyó que el módulo C desarrolla una incidencia por agentes patógenos bastante considerable en la medida que la mayoría de las patologías identificadas son de un grado de afectación severo, las cuales comprometen la estabilidad de la estructura por presencia de fallas mecánicas destacables.
3. Se generó una serie de recomendaciones para cada módulo que deben ser contempladas de manera inmediata, dichas recomendaciones van enfocadas a mitigar la incidencia de agentes patógenos en la estructura de Guadua de la Universidad La Gran Colombia seccional Armenia y con el fin de reducir el riesgo en términos de estabilidad estructural se tomó en consideración cada una de las causas y se encontró que para los módulos

A y B se deben tomar medidas preventivas en la medida que no se encontraron fallas mecánicas severas, mientras que en el módulo C se deben tomar medidas correctivas de carácter prioritario puesto que el grado de afectación por agentes patógenos tiende a ser severo y a que muchos de los elementos estructurales se encuentran sometidos a fallas por aplastamiento como se muestra en el apartado de resultados y análisis.

4. Se realizó el diseño de la Xiloteca con muestras de patologías asociadas con Guadua más representativas identificadas durante la investigación. Se realizará entrega a la Facultad de Ingeniería Civil con el fin de facilitar el desarrollo de futuros trabajos de grado asociados con el tema de Guadua Angustifolia Kunth.

9. RECOMENDACIONES

- A pesar de que se pudo llevar a cabo satisfactoriamente la identificación de las patologías presentes en la estructura de Guadua de La universidad La Gran Colombia Seccional Armenia, se obtuvo pocas fuentes en la cuales se pudiera consultar con mayor precisión las patologías que se presentan en la Guadua Angustifolia Kunth. Por lo cual se recomienda tomar el presente trabajo como punto de partida para ampliar la recopilación de información concerniente al tema y poder aplicarla en futuros trabajos de investigación.
- Debido a que la estructura de guadua en el módulo C tenía una altura de 10.65m hasta su elemento más alto, no fue posible apreciar con mayor detalle el elemento estructural en el cobertizo; sin embargo se hizo uso de binoculares para obtener un mejor registro visual que nos permitió observar con mayor precisión las patologías que se encontraban en el cobertizo de este módulo.
- Con este análisis de las patologías y su caracterización cualitativa se puede realizar futuras investigaciones donde se mida el grado de afectación en relación con sus propiedades mecánicas en la Guadua respecto a las diferentes patologías que se presenten en el material.
- Se recomienda una caracterización mecánica en los elementos comprometidos por agentes patógenos en un grado severo, para establecer el porcentaje de pérdidas mecánicas en relación con un elemento sano.

BIBLIOGRAFÍA

- AMARILIS BURGOS F, Revisión de las técnicas de preservación del bambú, P 11-20. 2003
- AMARILIS BURGOS F. Silvicultura Y Manejo Postcosecha De La Guadua Tomo 1, Técnicas de la preservación del bambú, Universidad Tecnológica de Pereira, Facultad de Ciencias Ambientales programa de educación continua, diplomado, 2005. 45 p.
- ANÓNIMO. Curado y preservación de Caña Guadua Seleccionando Agentes Patógenos.] [PDF]
- ARBELADEZ A. ANACILIA Regeneracion Natural De La Guadua (Guadua Angustifolia Kunt) Por Activación De Las Yemas Del Rizoma. . Universidad Nacional de Colombia. Facultad Nacional de Agronomía. 1996. 17p.
- ARRIAGA FRANCISCO, PERAZA FERNANDO, ESTEBAN MIGUEL, BOBADILLA IGNACIO, GARCÍA FRANCISCO. Patologías. En: Intervención En Estructuras En Madera. 1 ED. P 15-31
- AUGUSTO MONTOYA JORGE (2002). Investigación Tecnológica En Métodos Para La Preservación De La Guadua. Seminario - Taller Avances en la investigación sobre Guadua, Pereira, mayo 16-17 y 18 de 2002.
- AUGUSTO MONTOYA JORGE, 2008. Evaluación De Métodos Para La Preservación De La Guadua Angustifolia Kunth.
- AVENDAÑO, Diana y MONTOYA, Juliana. Plan de gestión ambiental para el proceso productivo de la Guadua en la empresa de Bambú de Colombia. Trabajo de Grado de Administrador del Medio Ambiente. Pereira: Universidad Tecnológica de Pereira. Facultad de Ciencias Ambientales. 2007. 130 p.
Bogotá. El instituto, 2010. Bogotá, D.C: 96p.
- Citado el 1 de Octubre de 2016. [En línea]. Disponible en: http://www.armenia-antioquia.gov.co/informacion_general.shtml
- Citado el 13 de Abril de 2016. Disponible en: <http://www.biologia.edu.ar/botanica/tema18/tema18-7albura.htm>

- CORPORACIÓN CHILENA DE LA MADERA. Patologías Y Protección De La Madera En Servicio. P. 59-73
- Díaz Gustavo, Arquitecto. Salazar Jaime Ing. Agrícola. Revista Ingenieria e Investigación. Inmunización de la Guadua. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de ingeniería. p. 14-20.
- INSTITUTO NACIONAL DE NORMA TÉCNICA COLOMBIANA, Cosecha y pos cosecha del culmo de Guadua Angustifolia Kunth, NTC 5300. Bogotá, D.C: 2008. 5p
- INSTITUTO NACIONAL DE NORMA TÉCNICA COLOMBIANA, Secado e inmunizado del culmo de Guadua Angustifolia Kunth, NTC 5301. Bogotá, D.C:2007. 5p.
- INSTITUTO NACIONAL DE NORMA TÉCNICA COLOMBIANA. Propagación vegetativa de Guadua Angustifolia Kunth. NTC 5405. Bogotá, D.C: 2006.9p.
- LOZADA ASPIATU CRISTY NATALI, Determinación experimental de la durabilidad de tableros derivados de bambú Guadua (Angustifolia Kunth) mediante pruebas de envejecimiento aceleradas, Tesis de grado, Universidad de Guayaquil, Facultad de Ingeniería Química, 2012. 130p.
- NARANJO GUEVARA NATALIA, SÁENZ APONTE ADRIANA, Parasitoides (HYMENOPTERA) asociados a coberturas vegetales de sistemas productivos en el eje cafetero Colombiano.
- NORMA SISMO RESISTENTE DE 2010 (NSR10). Título G. Estructuras de madera y Estructuras de Guadua.
- PEÑA V LUIS, AMARILIS BURGOS F, GONZÁLEZ F. AURA y STYLES WILL VALERO. Revista Forestal Venezolana, AÑO XLIII, Volumen 53(2), Efecto de la preservación con mezclas de bórax-ácido bórico y urea formaldehído sobre las propiedades físico mecánicas y el ataque de insectos en guadua (Guadua angustifolia Kunth), , 2009, pp. 135-144.

- ROJAS P ELADIO. RODRIGO GALLARDO V. Manual De Insectos Asociados A Maderas en La Zona Sur De Chile. 2004. P 16-39.
- SÁENZ APONTE ADRIANA, AUGUSTO MONTOYA JORGE, TISTS MICHAEL, Artrópodos asociados con Guadua Angustifolia almacenada en Pereira, Colombia

ANEXOS

ANEXO A. Primera visita de Campo a la Sede Armenia

Es este apartado se presenta la descripción de la primera visita a la ciudad de Armenia con el propósito de interactuar directamente con el entorno de la región, obtener información acerca de la Guadua y las problemáticas que afronta la construcción de estructuras en dicho material. Así mismo, conocer el estado de la estructura de guadua de La Universidad La Gran Colombia en el campus Ciudadela del Saber.

1. Visita Ecoparque Mirador Colina Iluminada (Salento – Quindío)

En un primer momento, se realizaron recorridos por Salento municipio del departamento del Quindío, en donde se observa el alto uso de Guadua y Madera como elemento estructural. Se estudió el caso particular del Ecoparque Mirador Colina Iluminada, centro de atracción de la zona, desde el cual por su altura se permite la observación de las zonas más importantes de la región (**Ver imagen 52**). La estructura fue desarrollada por elementos en madera de la zona de Córdoba, con empalmes diseñados de manera que desarrollan el menor daño sobre la estructura. Se menciona que para este tipo de estructuras si los empalmes se desarrollan con una técnica que permite el uso de materiales similares, el comportamiento de la estructura mejora.

Imagen 52 Estructura en madera, Ecoparque Mirador Colina Iluminada



Fuente: propia

Siendo una estructura desarrollada principalmente en madera con un peso de alrededor de 150 toneladas, lo que nos enfoca a contemplar proyectos ambiciosos en la región.

De lo observado en la visita, se percibe que en la región se abre la posibilidad de optar por materiales orgánicos como elementos estructurales; sin embargo, estructuras como estas presentan problemas orientados a la durabilidad de los elementos que la componen.

2. Visita industria Caulinarte (Circasia – Quindío)

En un segundo momento, se realizó la visita a una industria pequeña que trabaja la Guadua llamada Caulinarte con sede en Circasia – Quindío – Colombia. Esta industria trabaja en la elaboración de piezas artísticas a partir de materia prima de la zona, que en este caso es guadua especialmente con la hoja caulinar que permite realizar diferentes acabados, y le permite a los artesanos obtener unos acabados bastante apetecidos en las grandes ciudades.

Teniendo contacto con las personas de la empresa artesana fue posible generar la visita a un gradual en donde se aclararon ciertos conceptos relacionados con el aprovechamiento. También fue posible recolectar muestras de guadua con presencia de agentes patógenos que servirán para generar la Xiloteca (como parte de los objetivos del presente trabajo de investigación). Los colaboradores de la visita guiada mencionaron que: “la guadua al tener poca durabilidad no es tan aprovechable y prefieren en muchas ocasiones quemar los graduales”. Esto se observó en varias partes que se lograron recorrer.

Es precisamente aquí donde el trabajo de investigación toma forma para dar respuesta al problema de durabilidad del material como tal, es correcto afirmar que es un excelente material estructural pero con grandes problemas a la hora de estudiar su durabilidad, el por qué; es precisamente el desconocimiento de ciertos factores que repercuten directamente sobre la durabilidad del material, así mismo, cuidados que se deben tomar desde la fase de aprovechamiento. Así mismo se debe mencionar que en ocasiones desarrollan proyectos con guadua que no está en edad de ser aprovechada o apta de ser utilizada como elemento estructural y se crean focos de inseguridad a la hora de utilizar este material orgánico.

3. Visita de campo “Campus Ciudadela del Saber”

Correlacionando la visita con los objetivos del trabajo de grado se lleva a cabo la visita se visita el campus de La Universidad La Gran Colombia llamado Ciudadela del Saber en dónde se ha implementado la guadua en procesos constructivos, más sin embargo se observa que con el paso del tiempo las estructuras han sufrido un gran deterioro y ha sido necesario llevar a cada labores restauradoras sin buenos resultados, el campus de La Gran Colombia resulta el lugar propicio para relacionar los conceptos teóricos del presente trabajo con la estructura, en la

medida que la Guadua interactúa con agentes patógenos como (Insectos, humedad, rayos ultravioleta, entre otros).

La estructura de interés es el laboratorio de Arquitectura que se abordó en compañía de los docentes Arquitecto Walter Barreto y Liliana Patiño de la sede Bogotá y por parte de la seccional Armenia el Arquitecto Álvaro Carrillo quien dio un recorrido por la estructura y mostró un poco de la problemática y dio referencias sobre el proceso constructivo, que fueron vitales para reconocer ataques de agentes patógenos en diferentes partes de la estructura.

A continuación se observa algunas partes del recorrido que se llevó a cabo el día 18 de Julio del 2016.

Se recorrió la estructura y se evidencia la gran participación de la Guadua en este proyecto (**Ver imagen 53**), se conoce que a la estructura se le ha venido haciendo labores de mantenimiento y rehabilitación con malos resultados, comenta el Arq. Alvaro Carrillo que “ desde que se desconozca los puntos débiles del material será muy difícil lograr el debido aprovechamiento del material y aún más difícil generar confiabilidad en el uso del material en la región”, se pretende con este trabajo ampliar el conocimiento sobre el material y los factores que intervienen en su durabilidad.

Imagen 53 Laboratorio de Arquitectura "Campus Ciudadela del Saber - Armenia"



Fuente: propia.

Se observa que en la parte expuesta de la estructura se concentra la mayor cantidad de daños por agentes patógenos, se evidencia que el elemento al interactuar directamente con el entorno presenta daños por fotodegradación y pudrición asociada a la exposición a escorrentías y borrascas muy comunes en la zona de estudio (**Ver imagen 54**).

Imagen 54 Fachada Laboratorio de Arquitectura (Seccional Armenia-UGC)



Fuente propia

En contraste la parte interior al estar protegida de la intemperie adquiere una tonalidad más sana y natural que la del exterior, por tanto encontramos que el interior se ve relacionado con otro tipo de agentes patógenos, en algunos elementos estructurales se encontraron manchas que aunque no comprometen a la estructura, pueden generar desconfiabilidad en uso del material (**Ver imagen 55**).

Imagen 55 Interior Laboratorio de Arquitectura (Seccional Armenia- UGC)



Fuente: propia.

Por otro lado se analizó la forma de la estructura y el Arquitecto Álvaro Carrillo hizo pie en que el tipo de mantenimiento que se le ha hecho a la cubierta no ha sido el mas adecuado, pues con el paso de 6 a 8 meses vuelven a presentar deterioros y requieren de nuevo intervención, el Arq. Alvaro comentó “que el caso ha sido tan desfavorecedor para la intención de generación de proyectos en guadua que los últimos proyectos llevados a cabo dentro del campus de la Universidad La Gran Colombia Ciudadela del Saber han sido desarrollados con otro materiales estructurales como son el acero”, lo que ha generado un conflicto de identidad con lo que se pretendió hacer en un comienzo y se ha tratado de hacer encajar estos elementos de manera brusca como se muestra en las siguientes fotografías, **(Ver imagen 56).**

Imagen 56 Estructura de acero (UGC- Armenia)



Fuente: propia.

La anterior es una de las últimas estructuras desarrolladas en el campus Ciudadela del Saber, en particular es el apartado de cafetería, es curioso ver que la administración de la Universidad La Gran Colombia resolvió llevar a cabo este proyecto en acero pues consideraban que hacer una nueva estructura en Guadua sería dispendioso a la hora de mantenerla y se refieren con el tema del mantenimiento.

Imagen 57 Estructura en Guadua que presenta foto-degradación, con refuerzo de elementos de cobre.



Fuente: propia.

El anterior caso es el de una estructura presente en la seccional Armenia en la que se claramente problemas en de foto degradación de los elementos de guadua, en particular los elementos de la parte izquierda debieron ser removidos y cambiados por nuevos elementos en cobre ver **(Ver imagen 57)**, pero para no perder la identidad se sugirió pintar en forma de canutos, comenta el Arquitecto Álvaro Carrillo que si no se presta la debida atención a las estructuras de guadua, es cuestión de pocos años para que sean consumidas por la mala intervención y cuidado, además hace hincapié que hay bastante desconocimiento sobre los agentes patógenos que atacan al material y por consiguiente de las medidas que se deben adoptar para que el material se comporte de buena manera y sea atractivo dentro de la región como un material estructural.

4. Centro de aprovechamiento e inmunización de Guadua (Calarca-Quindio)

Algo que resulta bastante interesante para el equipo investigador fue la visita que se realizó a una empresa encargada de recolectar Guadua de la región de diferentes características para ponerlas a disposición del sector constructivo, en el recorrido guiado hacen bastante hincapié en la edad que debe tener la guadua para que se aproveche de buena manera, apilan los elementos según su diámetro y que edad, también se pudo apreciar un método de inmunización en el que se utilizó inmunizante para Guadua NV, inyectada dentro de los canutos a través de perforaciones que se realizan con una broca, la repartición de las perforaciones en

el momento de la visita se realizaron en forma lineal, aunque como se mencionó anteriormente en el trabajo de investigación se sugiere que se realice en zig- zac, la solución se inyecta con ayuda de un aparato que por medio de un mecanismo genera presión ver **(Ver imagen 58)**, la salida fue propicia para buscar elementos en guadua afectados por agentes patógenos, siendo el punto de partida para dar cumplimiento a uno de los objetivos del presente trabajo; que es la elaboración de un Xiloteca que permita la identificación y análisis de las características asociadas a los patógenos más importantes.

Imagen 58 Inmunización de Gauduas con solución de "Inmunizante NV"



Fuente: propia.

En la anterior fotografía se observa como el señor encargado de inmunizar extiende en el piso varias guadua de características similares (Edad, diámetro, longitud, entre otros) y empieza a pasar de forma extensa una capa de inmunizante para guadua NV e inmediatamente finalizado esta fase deja secar a cielo abierto, luego se gira los elementos y se repite el procedimiento logrando así cubrir la guadua de forma pareja en su capa externa, cuando se cumpla con este paso y la capa de inmunizante se encuentre seca con ayuda de un taladro y broca se realizan huecos en cada uno de los canutos de todas las guaduas, esto con el fin de inyectar inmunizante dentro de los canutos, teóricamente se sugiere que los huecos se generen en zic- zag más sin embargo en la empresa consultada en el municipio de Calarcá – Quindío se llevan a cabo de manera lineal, la solución inyectada se desarrolla en proporciones de 100 litros de agua por cada unidad de inmunizante NV, la forma de inyección es la siguiente; se carga la solución en un

aparato como se muestra en la anterior que cuenta con la capacidad de expulsar líquidos a presión por medio de la obturación de una palanca, la idea es pasar por cada uno de los huecos y descargar el contenido de una palanca.

Imagen 59 Laminados en Guadua.



Fuente: propia.

En la fotografía anterior se aprecia el montaje de un elemento de guadua, como se puede observar es un sistema muy simple desarrollado por un sistema de cadenas que por medio de dos plataformas una fija y una movable ejercen fuerza axial al elemento y logran confrontar la guadua contra un disco afilado de características variables que se encuentra en la plataforma fija. Luego que la guadua atraviesa el disco se abre en partes iguales como se muestra a continuación **(Ver imagen 60)**.

Imagen 60 Elaboración de laminados.



Fuente: propia.

También en la anterior fotografía en la esquina inferior derecha se puede observar elementos más finos que también deben pasar por procesos de inmunización uno de ellos se lleva por medio de la exposición a altas temperaturas buscando cambiar la capa externa del elemento por una más madura que no resulte tan atractiva para insectos Xilófagos (**Ver imagen 61**).

Imagen 61 Inmunización por alta temperatura.



Fuente: propia.

El procedimiento es el siguiente se prende el horno mostrado en la anterior fotografía y se deja que alcance una alta temperatura, inmediatamente después se coge la guadua y se pasa por dentro del horno, a medida que la capa externa de la guadua se calienta se alcanza el punto indicado para remover la tonalidad y con ella almidones atractivos para los insectos, basta con agarrar un trapo y pasarlo con firmeza sobre el elemento para obtener una buena terminación apta para afrontar las condiciones del ambiente sin que comprometa su durabilidad a temprana edad, los resultados obtenidos al finalizar se pueden ver en la imagen 62.

Imagen 62 Acabado en elementos de Guadua sometidos a altas temperaturas.



Fuente: propia

5. Visita a la CRQ (Quindio – Colombia)

Para finalizar el recorrido por el Quindío se generó una visita a la CRQ en donde vimos sistemas constructivos con guadua, se percibe que en esta zona del país se usa bastante la guadua más sin embargo el problema sigue siendo la durabilidad del material, la exposición del material a la intemperie muestra problemas frente a ataques por foto degradación, la zona es bastante ecológica lo que representa una alta interacción con insectos Xilófagos, un mal control de las cantidades de humedad es un factor clave, pues se observa que en las construcciones no se genera aislamientos que impidan la interacción con fuentes hídricas.

Imagen 63 Columna de Guadua atacada por insectos.



Fuente: propia

Muy común observar situaciones graves como la anterior en la que los elementos estructurales están acabados además la interacción con insectos xilófagos es preocupante en el recorrido se encontraron galerías de termitas, insectos coleópteros, y hasta insectos cuya fuente de alimentación es el dulce, en la medida que los almidones aumenten en los elementos de guadua se aumenta la interacción con insectos xilófagos y demás agentes patógenos que pueden comprometer con el tiempo cualquier tipo de edificación.

Por último se generan conclusiones sobre la visita a el Quindío – Colombia, es indiscutible que fue un gran proceso de retroalimentación y puesta en marcha del marco teórico en campo, además se conocieron métodos utilizados en la parte de inmunización y su debida ejecución, queda claro que el presente trabajo de investigación debe ser la pauta para abordar el problema de durabilidad de la guadua en la medida que generando un buen referente teórico las personas de la zona conozcan que influye en el deterioro de este material y se logre mitigar el daño temprano en estructuras en

ANEXO B FORMATO DE FICHA TÉCNICA

 UNIVERSIDAD La Gran Colombia		INFORMACIÓN CONTEXTO DEL INMUEBLE		N° de ficha:	
		Proyecto: CAMPUS CIUADELA DEL SABER UGC- SECCIONAL ARMENIA		Localización: kn7 vía Armenia - La Tebaida Campus Ciudadela del Saber Universidad La Gran Colombia	
		Desarrollado por: Yonor Moreno Donado y Diego Mauricio Lozano Sánchez		Fecha: / /	
		Facultad de Ingeniería Civil.			
Temperatura Humedad Precipitaciones	Min: 18°C Max: 28°C Min: 60% Máx: 85% 2275 mm en promedio al año				
		INCIDENCIA DEL VIENTO		CONTAMINANTES CERCANOS	
		ASOLEACIÓN		VEGETACIÓN	
LOCALIZACIÓN DE LA LESIÓN					
1. HONGOS 1.1. Hongos Cromogenos 1.2. Hongos de Pudrición 2. *TIPO DE PUDRICIÓN 2.1. PUDRICIÓN PARDA 2.2. PUDRICIÓN BLANCA 2.3. PUDRICIÓN BLANDA 3. Moho 4. INSECTOS 4.1. Coleopteros 4.2. Termitas 5. Causa 5.1. FOTODEGRADACIÓN 5.2. HUMEDAD ATMOSFERICA 5.3. FUEGO 5.4. APLASTAMIENTO 5.5. DOBLAMIENTO 5.6. Fisuras 5.7. Grietas 5.8. Manchas					

Fuente: propia.

 UNIVERSIDAD La Gran Colombia	Desarrollado por: Yonor Moreno Donado y Diego Mauricio Lozano Sánchez	Localización: kn7 vía Armenia - La Tebaida Campus Ciudadela del Saber Universidad La Gran Colombia	N° de ficha:
	Facultad de Ingeniería Civil.	Acesor disciplinar: Mateo Gutierrez Gonzales	Fecha: / /
Autoriza: Universidad La Gran Colombia Campus Ciudadela del Saber.	Proyecto: Patologías en la estructura de Guadua del Campus Ciudadela del Saber, <i>Universidad La Gran Colombia</i>	IMAGEN DE LA LESIÓN	Portico: 30
TIPO DE LESIÓN			
BIOTICAS		IMAGEN DE LA LESIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA LESIÓN
1. HONGOS	Presenta		
1.1. Hongos Cromogenos	N/A		
1.2. Hongos de Pudrición	N/A		
2. *TIPO DE PUDRICIÓN	*Presenta		
2.1. PUDRICIÓN PARDA	N/A		
2.2. PUDRICIÓN BLANCA	N/A		
2.3. PUDRICIÓN BLANDA	N/A		
3. Moho	N/A		
4. INSECTOS	Presenta		
4.1. Coleopteros	M		
4.2. Termitas	N/A		
ABIOTICAS		PRE-DIAGNOSTICO	POSIBLES AGRAVANTES
5. Causa	Presenta		
5.1. FOTODEGRADACIÓN	S		
5.2. HUMEDAD ATMOSFERICA	N/A		
5.3. FUEGO	N/A		
5.4. APLASTAMIENTO	S		
5.5 DOBLAMIENTO	S		
5.6. Fisuras	N/A		
5.7. Grietas	S		
5.8. Manchas	M		
GRADO DE AFECTACIÓN		INTERVENCIÓN	
Los grados de afectación serán tomados como Leve (L), Medio (M) y Severo (S)			
DESCRIPCIÓN DEL ELEMENTO			
			POSIBLES CAUSAS

Fuente: propia.

ANEXO C PLANOS MÓDULOS A, B Y C