

RESUMEN:

El estudio de la madera tiene como propósito mejorar y profundizar el conocimiento sobre ella, esto significa un reconocimiento de sus valores culturales que traen consigo y al mismo tiempo medidas y conceptos que permitan la conservación de este material tan noble.

A pesar que cada edificación construida en madera, presentará diferentes tipos de soluciones según el estado en el que se encuentre, hay consideraciones generales que hay que tenerlas en cuenta, como por ejemplo medidas de carácter preventivo, medidas de carácter constructivo para las estructuras de madera, también técnicas de tratamientos de protección de la madera.

Este trabajo se ha enfocado en la Iglesia de Todos Santos, la cual ha sido sometida a un proceso de restauración importante; pero ésta tesis centrará su estudio básicamente en la cubierta de la Iglesia, la torre de madera, y el piso; y en cada uno de ellos se ha analizado los detalles constructivos que presentan, y como se ha dado el proceso de restauración.

El objetivo de este estudio es el de tener un conocimiento de las construcciones en madera a fin de comprender el lenguaje de su estructura, de reconocer patologías que afectan su normal desempeño, conocer tipos de productos protectores, así como aspectos metodológicos para realizar un diagnóstico de restauración de estructuras de madera.



CAPÍTULO 1.

La restauración en madera	
La Restauración.....	19
Tipos de intervención en un edificio.....	20
Los principios teóricos para las intervenciones.....	23
Consideraciones para la restauración arquitectónica.....	24
Proyecto de Intervención General de un edificio.....	31
Principios que se deben tener en cuenta para la conservación de estructuras históricas de madera.....	32
Preservación de la madera.....	39
Tecnología del tratamiento de la madera.....	43
Tipos de Productos protectores de la madera.....	44
Métodos de preservación.....	50
Aspectos metodológicos para el diagnóstico de restauración de estructuras de madera.....	58
Deterioro de origen estructural.....	63
Medidas de carácter constructivo.....	65
Protección de la madera por diseño.....	70
Medidas de carácter estructural.....	72
Tratamientos de protección.....	78
Medios para la unión de piezas de madera.....	85
La madera como material	
Estructura de la madera.....	101
Composición orgánica.....	102
Propiedades mecánicas.....	104
El agua en la madera.....	107
Determinación del contenido de humedad en la madera.....	108
Defectos de la madera.....	109
Defectos de manipulación de la madera.....	111
Destrucción de la madera.....	112

CAPITULO 2

Diagnóstico de la estructura de madera de la madera de la Iglesia de Todos Santos	
Reseña histórica de la Iglesia de Todos Santos.....	119
Análisis arquitectónico del barrio de Todos Santos.....	121
Cronología de construcciones e intervenciones en el conjunto de Todos Santos.....	122
Fachadas del conjunto.....	130
Cortes.....	134
Análisis Arquitectónico de la Iglesia de Todos Santos.....	138
Cubierta de la Iglesia de Todos Santos.....	142

Mariela Neira P.

Elementos de la cubierta.....	114
Disposición de los pares.....	146
Esfuerzos que soporta la cubierta.....	150
Recubrimiento de la cubierta.....	152
Torre de la Iglesia de Todos Santos.....	155
Nivel 1 (+10,63m).....	162
Nivel 2 (+11,81m).....	172
Nivel 3 (+15,36m).....	182
Nivel 4 (+18,23m).....	192
Piso de la Iglesia de Todos Santos.....	199

CAPITULO 3

Propuesta de detalles constructivos en madera de la Iglesia de Todos Santos	
Diagnóstico de daños y causas.....	209
Cubierta de Todos Santos.....	211
Cobertura de la cubierta.....	227

Levantamiento de daños en las fachadas del conjunto de Todos Santos.....	232
Codificación de los elementos estructurales de la torre de la Iglesia.....	236
Intervenciones en la estructura de madera de la Iglesia de Todos Santos.....	243
Intervenciones en la fachada de la torre de la Iglesia.....	248
Nivel 1 (+10,63m).....	248
Nivel 2 (+11,81m).....	250
Nivel 3 (+15,36m).....	252
Nivel 4 (+18,23m).....	254
Pisos de la Iglesia de Todos Santos.....	257

CAPITULO 4

Conclusiones y recomendaciones.....	263
-------------------------------------	-----

Anexos

Anexo 1: Carta de Venecia, 1964.....	269
Anexo 2: Carta de 1987 de la conservación y restauración de los objetos de arte y cultura.....	273
Anexo 3: Comité internacional de ICOMOS sobre la madera.....	287
Anexo 4: Humedad en la madera.....	293
Anexo 5: Aditivos utilizados en la Iglesia de Todos Santos	
Anexo 5.1: Merulex.....	297
Anexo 5.2: Sikabond T2.....	300
Bibliografía.....	305









ESTUDIO Y PROPUESTA DE
DETALLES CONSTRUCTIVOS EN
MADERA "IGLESIA DE TODOS
SANTOS"

tesis de Arquitectura.

Autora:
Mariela Neira Palomeque.

Director:
Arq. Augusto Samaniego Sánchez

Octubre - 2010





DEDICATORIA

Por el apoyo incondicional durante esta etapa de mi vida con mucho cariño a mis padres y hermanos, de manera especial a mi hermano Franklin que ha sido un pilar fundamental en mis estudios universitarios.





AGRADECIMIENTOS

Mi más sincero y profundo agradecimiento al Arq. Augusto Samaniego, director de esta tesis,

A mis asesores:

Arq. Lucia Espinoza.

Arq. Felipe Quesada.

A los Arquitectos e ingeniero, que conforman el área académica de tecnología

A mis amigos:

Arq. Diana Arias A.

Arq. Marlon Minchalo.

y a todas las personas que de una u otra manera ayudaron para la elaboración de este trabajo.





OBJETIVOS:

OBJETIVO GENERAL

- El objetivo principal de mi tesis es el de documentar los detalles constructivos en madera en la Iglesia de Todos Santos, esto es en cuanto a pisos, torre y a la cubierta, pretendiendo contribuir al conocimiento técnico constructivo de esta tipología, así como a la práctica de la conservación de las edificaciones religiosas en Cuenca.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Realizar una revisión teórica de la Restauración en estructuras de madera, en Iglesias, aprovechando del material dejado en el taller y obras del Ecuador.
- Exponer testimonios gráficos, imágenes, de las construcciones, que nos permitan apreciar los elementos que se han resuelto en madera y que constituyen un referente para una ciudad patrimonial como la de Cuenca.
- Esta investigación requerirá una revisión y análisis bibliográfico e histórico documental sobre aspectos técnicos de la Iglesia de Todos Santos, así como de una intensa labor de archivo y visitas a dicha edificación con el fin de constatar datos, registrar intervenciones y modificaciones sufridas en su cubierta y torre, llevando a cabo un estudio fotográfico y gráfico, de mediciones de elementos y espacios que los conforman, lo que me permitirá valorar la importancia de las Iglesias en Cuenca, la importancia de su conocimiento y uso para su adecuado mantenimiento y conservación, fuente además didáctica en la evolución de los procesos constructivos que no deben perderse.



estudio y propuesta de detalles constructivos en madera “Iglesia de Todos Santos”



INTRODUCCIÓN.

El estudio de las estructuras de madera antigua, tiene como propósito mejorar y profundizar el conocimiento sobre ellas; esto significa un reconocimiento de los valores culturales que traen consigo y al mismo tiempo una medida fundamental para conservarlos.

En la ciudad de Cuenca, a través del tiempo se han creado edificaciones tanto de carácter religioso, así como de carácter público o para vivienda, con madera; por lo que he visto la necesidad de realizar un estudio que recoja la importancia de las estructuras de madera, pero también, un estudio de una metodología en la restauración de la madera, el cual no ha sido estudiada con mucha profundidad en otras tesis de grado ni en publicaciones que se han realizado en el medio.

El presente trabajo, no pretende ser un recetario para la restauración de las estructuras de madera, ya que cada bien inmueble que será objeto de restauración, presentará diferentes soluciones al momento de su restauración, sin embargo lo que se intenta con este estudio, es que se reconozca la importancia en la conservación de las estructuras de madera y ciertos conceptos y metodologías para su restauración, así como técnicas y materiales que facilitarán el buen desempeño de dichas estructuras; ya que no se le ha dado la importancia debida a pesar de existir en la ciudad de Cuenca, obras importantes que se han edificado con este noble material, considerando también que Cuenca es considerada por la UNESCO, como ciudad Patrimonio de la Humanidad, y por lo mismo merece una especial atención en estos temas.

Este documento se ha dividido en cuatro etapas de estudio, siendo la primera, un estudio de la restauración de la madera, y la madera como material. En la segunda etapa se realizará un diagnóstico de la cubierta, piso y torre de la Iglesia de Todos Santos. La tercera etapa estará destinada a realizar un estudio de la propuesta de detalles de la Iglesia, ya que al momento se encuentra en un periodo de restauración por parte de la Municipalidad de Cuenca. Por último se pretende aportar con conclusiones y recomendaciones de las experiencias vividas, a través de este estudio.

El objetivo de este trabajo es aprender a comprender el lenguaje de las estructuras de madera, o mejor aún a recuperar su conocimiento, a fin de interpretar las estructuras, reconocer patologías que afectan su normal desempeño, y crear un conocimiento sólido que permita la planificación coherente de este tipo de construcciones.



estudio y propuesta de detalles constructivos en madera “Iglesia de Todos Santos”



capítulo 1.

LA
RESTAURACIÓN
EN MADERA



estudio y propuesta de detalles constructivos en madera “Iglesia de Todos Santos”





estudio y propuesta de detalles constructivos en madera “Iglesia de Todos Santos”



LA RESTAURACIÓN

"Conservar y mantener un edificio es una responsabilidad inherente con la vida del mismo"¹.

La conservación y restauración de las obras de la arquitectura histórica es esencial para satisfacer la necesidad de los pueblos de mantener vivo su patrimonio cultural y su identidad.

La restauración tiene su origen en Francia ya que desde el siglo XIX se han comenzado trabajos para conservar las edificaciones y monumentos, creándose una sensibilidad ante la presencia de edificaciones con valor histórico, obviamente las intervenciones se las ha realizado con diferentes criterios y técnicas que sobreviven hasta la actualidad.

A partir de este interés por la conservación, se originan una serie de tratados de Restauración, llamadas "Cartas Internacionales" o "Cartas Restauro", en donde se exponen las condiciones que se debe cumplir en una actuación y la primera de ellas se da en el año de 1883, por Camilo Boito, a partir de este momento se inician una serie de conferencias y tratados, dedicados a la conservación de edificios y monumentos, siendo los más representativos: La Carta de Atenas (1931), Tratado de Washington (1935), Carta de Venecia (1964) (ver anexo 1), entre otros; los mismos que han servido de base para una serie de normas técnicas aplicables a cualquier tipo de restauración.

Éstas técnicas con sus formas y maneras han sido adoptadas por especialistas como Gaetano Miarelo – Mariani, que las ha resumido en cinco puntos que son:

- a) Intervención mínima.
- b) Respetar la autenticidad.
- c) Diferenciar lo existente y lo restaurado.
- d) Rechazar reglas generales, asumiendo la individualidad de cada restauración.
- e) Limitar las intervenciones a casos de verdadera necesidad.

¹Coscollano Rodríguez, José, Restauración y rehabilitación de edificios, Madrid, 2003
Mariela Neira P.



Tipos de Intervención en un edificio.

En la Carta de 1987 de la Conservación y Restauración, se dan varios conceptos sobre los términos de uso más frecuente en la intervención de un edificio (ver anexo 2).

“Conservación: el conjunto de actuaciones de prevención y salvaguardia encaminadas a asegurar una duración, que pretende ser ilimitada, para la configuración material del objeto considerado.

Prevención: el conjunto de actuaciones de conservación, al más largo plazo posible, motivadas por conocimientos prospectivos, sobre el objeto considerado y sobre las condiciones de su contexto ambiental.

Salvaguardia: cualquier medida de conservación y prevención que no implique intervenciones directas sobre el objeto considerado.

Restauración: cualquier intervención que, respetando los principios de la conservación y sobre la base de todo tipo de indagaciones cognoscitivas previas, se dirija a restituir al objeto, en los límites de lo posible, una relativa legibilidad y, donde sea necesario, el uso.

Mantenimiento: el conjunto de acciones recurrentes en los programas de intervención, encaminadas a mantener los objetos de interés cultural en condiciones óptimas de integridad y funcionalidad, especialmente después de que hayan sufrido intervenciones excepcionales de conservación y/o restauración.”²

“Preservación: Consiste en tomar medidas tendientes a resguardar los daños o peligros potenciales que destrucción los bienes cuyas características así lo ameriten.

Consolidación: Este tipo de intervención tendrá el carácter de urgente cuando un monumento, parte o partes de él estén afectados y se encuentre comprometida su estabilidad. Deberá



considerarse como base indispensable en el proceso de Restauración.

Liberación: Comprende la eliminación de partes del edificio o elementos accesorios adicionados, que desnaturalizan su ordenamiento espacial, su composición plástica o atentan contra su estabilidad.

Previamente a este tipo de intervención será indispensable realizar estudios pertinentes que necesariamente serán aprobados por la Comisión del Centro Histórico.

Restitución: Cuando partes o elementos de un edificio se han deteriorado a tal grado que es imposible su restauración, se permitirá la restitución de estos con el mandato obligatorio de identificarlos mediante fechaje o recursos de expresión formal que los diferencie de los originales. Se considerarán como aspectos básicos: medidas, proporciones, relaciones, y materiales a emplearse, para que el elemento o parte restituida sin ser una recreación arquitectónica mantenga unidad visual en todos sus aspectos con la estructura original.”³

Las medidas de conservación se refieren no sólo a la salvaguardia del objeto singular y del conjunto de objetos considerados significativos, sino también a la de las condiciones del contexto ambiental, si bien verificado éste como históricamente pertinente y favorable, ya sea desde el punto de vista físico, como desde el del mantenimiento ordinario.

Las medidas de restauración que intervienen directamente sobre la obra para detener, en lo posible, daños y degradación deben ser actuaciones que respeten la fisonomía del objeto tal como ha sido transmitida a través de sus naturales y originales vehículos materiales, manteniendo fácil su lectura.

Conservación y restauración pueden no darse unidas y simultáneas, pero son complementarias y, en todo caso, un programa de restauración no puede prescindir de un adecuado programa de salvaguardia, mantenimiento y prevención.

³. Ordenanza para el control y administración del Centro Histórico de la Ciudad de Cuenca, Título III, Capítulo 1, Artículo 9.
Mariela Neira P.



El plan para la intervención en un edificio de carácter histórico debe tener tres fases vitales que son:

- Investigación Histórica y Técnica.
- Diagnóstico de daños y causas.
- Proyecto de intervención General.

INVESTIGACIÓN HISTÓRICA Y TÉCNICA.

Se debe realizar un análisis del Edificio tanto en la parte de forma, función, así como también en las modificaciones que ha sufrido a través del tiempo, obviamente sin descuidar los materiales empleados en el mismo. El estado de los materiales será de vital importancia para conocer el comportamiento de sus elementos.

Otro factor importante es conocer el entorno en el que se encuentra ubicado el edificio, analizando el clima, humedad, agentes xilófagos, y como éstos han influido en el edificio. Diagnóstico de daños y causas.

Se deberá iniciar el trabajo realizando planos de la situación actual del edificio; e ir observando y registrando el deterioro de los materiales o elementos que lo conforman, las causas que han originado estos daños pueden ser ilimitadas, sin embargo entre las más comunes tenemos:

- “Mala calidad de materiales y acciones exteriores.
- Agresión del agua lluvia y Humedad del ambiente.
- Agresión de agentes biológicos.
- Agresión de la contaminación atmosférica.
- Deterioro por la acción humana.
- Acumulación de tensiones de elementos estructurales.
- Acumulación de sustancias superficiales.”⁴



LOS PRINCIPIOS TEORICOS PARA LAS INTERVENCIONES.

Son los que norman las intervenciones que se realizarán en una obra que va a ser intervenida.

Básicamente son: el respeto a la historicidad del inmueble, la no falsificación, el respeto a la pátina, la conservación in situ y la reversibilidad.

- Respeto a la historicidad. Se refiere a que se deben respetar las distintas etapas históricas constructivas del edificio, sus espacios originales así como las ampliaciones, y remodelaciones de importancia. (Para la eliminación de alguna etapa histórica se requiere de una investigación que fundamente los motivos y la decisión de ello deberá realizarse por un consenso de especialistas e instituciones de diferentes disciplinas).
- No Falsificación. Se aplica cuando en una intervención se requiera integrar o completar algún elemento arquitectónico o reproducir ciertas formas perdidas. Si por alguna razón la conservación del edificio requiere la sustitución o integración de una parte, forma o elemento arquitectónico determinado, así como el uso de materiales tradicionales similares a los que constituyen al inmueble, esta intervención debe ser reconocible, pero a la vez lograr una integración visual con el edificio, es decir, no debe resaltar o llamar la atención. Esto se ha logrado de diferentes maneras, como por ejemplo: fechando los nuevos elementos, usando materiales diferentes pero compatibles con los originales o utilizando los mismos materiales pero dándoles un acabado o tratamiento distinto al original.
- Respeto a la Pátina. Piero Sanpaolesi expresa que "La pátina adquirida por un edificio a través del tiempo tiene un valor propio y constituye un elemento esencial de su historia." En muchas ocasiones se ha confundido a la mugre con la pátina, pero ésta representa parte de la historicidad del bien arquitectónico al estar proporcionada por el envejecimiento natural de los materiales que constituyen a un monumento. Es decir, la pátina es una protección natural del material, por lo que no lo deteriora.



- Conservación in situ. se refiere al hecho de no desvincular al edificio ni a sus elementos de su lugar de origen. La Carta de Venecia en su artículo 8º expresa: “Los elementos de escultura, pintura o decoración que forman parte integrante de un monumento, no podrán ser separados del mismo”.

Cuando por alguna causa, como por ejemplo, en el caso de un movimiento telúrico, algún elemento se ha desprendido de su lugar original, éste debe ser reintegrado en su sitio.

- Reversibilidad. Se refiere a la selección de “... aquellas técnicas, instrumentos y materiales que permitan la fácil anulación de sus efectos, para recuperar el estado del monumento previo a la intervención, si con una nueva aportación de datos, enfoques o criterios, ésta se juzga inútil, inadecuada o nociva al monumento.”⁵

CONSIDERACIONES PARA LA RESTAURACION ARQUITECTONICA.

Las intervenciones de restauración que se realicen en el patrimonio arquitectónico tienen la obligación de conservar los dos aspectos que son el conjunto de materiales y sistemas constructivos, éstas tareas deberán estar a cargo de un arquitecto restaurador. Pero para las labores de investigación se necesita el apoyo y la ayuda de otros profesionales con conocimientos en química, físicos, biólogos, geólogos, ingenieros especialistas en estructuras históricas y en mecánica de suelos, especialistas en ciencias de los materiales, restauradores de bienes muebles y arqueólogos, historiadores e historiadores del arte; con el fin de que sus asesorías, diagnósticos, pronósticos y/o intervenciones sobre el patrimonio arquitectónico no sean contrarias a los principios de la restauración.

También, en un momento dado se requerirá de información sobre ciertos productos o materiales comerciales o industriales, misma que podrá adquirir con los agentes de las casas comerciales o laboratorios que los fabrican.



LA ELECCION DE MATERIALES Y TECNICAS DE RESTAURACION.

Uno de los principales problemas que se presenta en las intervenciones del patrimonio arquitectónico es la elección adecuada de los materiales, procedimientos y técnicas para su aplicación en la restauración.

Con frecuencia, entre los arquitectos restauradores ha sido común recurrir a ciertos recetarios para seleccionar el o los materiales y/o tratamientos que solucionen un determinado problema.

Sin embargo, esta práctica tan generalizada ha traído consecuencias nocivas y ha perjudicando a los bienes culturales, pues a menudo se escogen y aplican los tratamientos sin que haya un análisis o cuestionamiento de los pros y contras en el empleo de los mismos para cada caso en particular, así como por no consultar o solicitar asesoría a los especialistas en ciencia de los materiales.

Para evitar experiencias negativas, debe efectuarse una serie de planteamientos que conduzcan al empleo de una metodología para la elección de los materiales, tratamientos y/o técnicas idóneos para la restauración de cada caso en particular.

En la actualidad con frecuencia se desconoce los materiales y sistemas constructivos históricos, ya que se ha dado más importancia a las nuevas técnicas de construcción y a los materiales contemporáneos.

Para la elección de los tratamientos de restauración es fundamental el conocimiento de los materiales y sistemas constructivos con que se ha realizado la edificación que se intervendrá, tanto de los que conforman su estructura constructiva (en la cual intervienen diversos materiales como distintos tipos de piedra, ladrillo, adobe, madera, morteros de lodo, de cal-arena, etc.), como en su estructura decorativa (en la que aparecen materiales como la madera, piedra, ladrillo, argamasas, yeserías y azulejos) y en sus acabados (efectuados mediante aplanados de cal, de lodo o pintura mural, por citar algunos).



El arquitecto restaurador debe conocer perfectamente en qué consisten, su composición química y mineralógica, cómo funcionan, las características, sus propiedades, las fallas materiales, posibles defectos de manufactura, comportamiento y tiempo de vida útil de los materiales y técnicas de construcción (comúnmente conocidas como tradicionales), así como el trabajo estructural de los monumentos históricos.

Como se sabe, los edificios históricos, a través de sus materiales y sistemas constructivos, están sujetos a sufrir con el transcurso del tiempo la acción de diferentes agentes que los van alterando. Esta alteración puede ser mediante la afectación de su apariencia estética (o sea de tipo visual y conceptual) y por la acción de agentes físicos, químicos, biológicos y humanos que producen deterioro. La acción de estos agentes puede presentarse actuando de manera aislada e individual (en la minoría de los casos), empezando uno y terminando otro, o a través de la combinación simultánea de varios de ellos (en la mayoría de las ocasiones). Por lo tanto la alteración va a depender tanto de la composición del material de construcción como de la naturaleza del agente que está actuando sobre el mismo.

Existen diferentes causas y agentes de alteración que actúan en un monumento.

Las causas se pueden clasificar en extrínsecas e intrínsecas al edificio. Las primeras comprenden tanto a los agentes que tienen acción prolongada sobre el inmueble como son: la acción eólica, lumínica, climatológica, agentes hídricos, contaminantes atmosféricos, asentamientos del edificio, y causas debidas a la temperatura, por citar algunas; como a los de acción ocasional (presencia de sales, sismos, huracanes, agentes biológicos, inundaciones, incendios, así como las múltiples alteraciones derivadas de la acción humana) y las causas intrínsecas al edificio (entre las que se encuentran las relativas a la posición del inmueble y las inherentes a su estructura y fábrica). Los agentes pueden ser de naturaleza física, química o biológica, mismos que producirán en el edificio histórico una serie de efectos.



Es de suma importancia detectar los efectos de deterioro, realizar los levantamientos, tanto fotográficos como de deterioros, para luego analizar las causas de alteración. Para poder efectuar una propuesta de tratamiento para su restauración, es necesario hacer antes un diagnóstico del estado de conservación del área o inmueble a intervenir.

En la elección de materiales y técnicas para la solución de un problema determinado se necesita identificar la causa de alteración, evaluar si ésta se encuentra activa – ya sea de manera continua o eventual – o ha desaparecido. El conocimiento de la fuente de deterioro permitirá saber si ésta se puede eliminar o únicamente se puede controlar. Además, se requiere averiguar el tipo de daños sufridos en el monumento, reconociendo si existe una alteración física o química en la materia del bien inmueble, así como el grado de deterioro y su gravedad. Para cada caso en particular, es fundamental la cuantificación del área afectada del edificio o elemento constructivo y los tipos de materiales que se encuentran dañados.

Toda esta información sobre las alteraciones, y el conocimiento integral de los materiales y sistemas constructivos históricos que conforman el monumento a intervenir, es de suma importancia para la comprensión de los mecanismos de alteración, valorar la complejidad del problema a resolver, así como para escoger las soluciones más idóneas y viables para cada problema, tomando en cuenta la compatibilidad entre los materiales y sistemas constructivos con los que está fabricado el edificio a intervenir y los que se emplearán en su restauración.

Otro aspecto que debe tomarse en cuenta en la elección de los materiales y técnicas para la restauración de un monumento es el que cualquier intervención que se realice en un edificio histórico deberá estar fundamentada en los principios teóricos de la Restauración. Igualmente se tendrán presentes los grados y tipos de intervención a efectuar.

En la elección adecuada de los materiales y técnicas de restauración para la solución de cada problema, se requiere del conocimiento de dichos materiales y técnicas, de su naturaleza, composición química, comportamiento, características, propiedades, saber cómo funcionan,



su comportamiento y tiempo de vida útil, así como su etapa de envejecimiento o falla, valorar las ventajas y consecuencias positivas y negativas que pueden traer su empleo en la restauración. Las reacciones que pueden sufrir en determinadas condiciones ambientales, su resistencia mecánica y química, así como su compatibilidad con los materiales y sistemas constructivos del monumento a restaurar.

Con respecto a los materiales y técnicas de restauración, debe decirse que, a partir de la segunda mitad del siglo XX, se han empleado en la intervención de edificios históricos, tanto los conocidos como “tradicionales” como los “contemporáneos”, habiendo en los últimos años una predilección por estos últimos y en ocasiones ignorando o menospreciando las cualidades y ventajas que ofrecen los primeros.

Los materiales y técnicas de restauración “tradicionales” básicamente corresponden a los mismos materiales y sistemas constructivos que se han utilizado en la fábrica de la arquitectura histórica; como ventajas presentan su compatibilidad con los materiales con que se erigió el inmueble a intervenir, su duración, su resistencia, su costo accesible, tener una homogeneidad en el comportamiento de ambos, así como las mismas características y cualidades que se buscan, tales como texturas, capacidad de carga, coeficientes de dilatación y composición química similares.

Además, debe mencionarse que en el X Symposium Interamericano de Conservación se ha señalado:

Que es importante que las acciones de mantenimiento y conservación de monumentos y sitios incluyan la recuperación de tecnologías tradicionales que propician mejor la participación de la comunidad. Un ejemplo de ello es el rescate de procedimientos para lechadas, enlucidos y capas pictóricas, que protegen eficazmente a elementos pétreos y pueden aplicarse con una alta proporción de mano de obra de fácil adiestramiento.



En nuestro medio todavía existen trabajadores que tienen conocimientos de las técnicas constructivas tradicionales debiendo aprovechar estos conocimientos para los trabajos de restauración, pero por otro lado no se tiene que descuidar el aprendizaje de nuevas técnicas y nuevos materiales que servirán sin duda para los procesos de consolidación y restauración.

Los materiales y procedimientos contemporáneos que se han empleado en la restauración pueden ser de diversos tipos: materiales contemporáneos para la construcción (concreto, acero, estructuras metálicas), sustancias químicas (diversos ácidos, solventes, hidróxidos, etc.) y productos orgánicos, entre los que se encuentran las resinas sintéticas que tienen una relevancia en la restauración, ya que se emplean principalmente como adhesivos, consolidantes, aditivos, impermeabilizantes y capas protectoras. Cabe mencionar que las resinas pueden fabricarse con fines industriales o comerciales.

En ciertos casos, en el empleo de dichos materiales y técnicas en la restauración se presentan problemas debidos a la incompatibilidad con los materiales y sistemas constructivos del patrimonio arquitectónico a intervenir, por el grado de dureza, la dilatación que tienen, el tiempo de vida útil relativamente corto o no conocido, los costos elevados, su difícil adquisición, el que se requiera de mano de obra especializada para su aplicación, la toxicidad y/o peligrosidad de algunos de ellos o por requerir equipo sofisticado o especializado.

En algunas ocasiones se ha podido evaluar las ventajas y desventajas de algunos materiales y procedimientos "contemporáneos"; en ciertos casos han funcionado, pero en otros no, al contrario han producido severas alteraciones en el patrimonio arquitectónico (deterioros que se han presentado no en forma inmediata sino con el paso del tiempo), sobre todo por haberse utilizado sin contemplar la compatibilidad entre ellos y la constitución de los materiales y sistemas constructivos del edificio histórico.

En cuanto a las sustancias químicas, se han agrupado junto con los materiales contemporáneos,



puesto que su uso en la restauración es relativamente reciente.

Siempre deberán emplearse bajo la supervisión de un químico, pues, como se ha señalado, la utilización indiscriminada y sin asesoría de las mismas puede ocasionar daños severos al patrimonio arquitectónico. Para tener un control de su acción en el material a intervenir, se requiere que las aplique personal capacitado para dichas funciones, tomando en cuenta medidas de seguridad pues algunas de estas sustancias son peligrosas y tóxicas, pueden causar quemaduras en la persona que opera estas sustancias.

Con respecto a las resinas sintéticas que se han utilizado en la restauración del patrimonio arquitectónico, en su mayoría son productos que se fabrican con fines industriales o comerciales, haciendo la aclaración de que no existe alguna especial para el uso específico de la restauración.

Las resinas sintéticas producidas con fines industriales básicamente consisten en la materia prima que se usa para la elaboración de diversos productos. En términos generales, estas resinas a pesar de tener tiempos de vida útiles prolongados, buena calidad y propiedades adecuadas para las necesidades que requieren los materiales de restauración, tienen el inconveniente de venderse en grandes cantidades, ser costosas (muchas veces por tratarse de productos de importación), difíciles de adquirir y, casi siempre, requieren de mano de obra especializada para su preparación y aplicación.

Las resinas sintéticas que son fabricadas con fines de consumo comercial tienen la ventaja de poderse adquirir en pequeñas cantidades y el que su costo sea más económico. Pero sus tiempos de vida son más cortos y su calidad es menor a los que tienen fines industriales.



Por todo esto debe adquirirse, con los fabricantes y proveedores, la mayor información sobre las resinas sintéticas que se pretenden utilizar en la restauración del patrimonio arquitectónico y, además, siempre se deberán realizar pruebas del funcionamiento, eficiencia y compatibilidad de dichos materiales para cada caso a intervenir.

En cuanto al empleo de técnicas contemporáneas para la restauración y alta tecnología, por lo general de difícil acceso para los países en vías de desarrollo, por su alto costo y requerir de personal especializado para su aplicación, además, a veces son muy sofisticadas.

También deben tomarse en cuenta las situaciones económicas, sociales, geográficas, la facilidad de acceso del sitio en que se encuentra el inmueble a intervenir, el grado de intervención que se pretende realizar, pues muchas veces, aunque se considere que un material o técnica de restauración es la idónea, no se puede utilizar por la carencia de recursos económicos, presupuestales, mano de obra especializada, por la dificultad de adquisición del producto o herramienta necesarios, ser insegura para el operario o debido a que el edificio a intervenir se encuentra en una zona de difícil acceso.

Proyecto de Intervención General.

El proyecto de Intervención de un edificio, debe ser estudiado minuciosamente a fin de que no desaparezca ciertos detalles que tienen su legado histórico.

Para un análisis ordenado se ha subdividido este tema en tres etapas que son:

- Historial del edificio o monumento Histórico.
- Patología vista y oculta, con la diagnosis y causas.
- Actuación y tratamientos a emplear.



En el caso del Monasterio de El Escorial, en España, por los años 60 se cambió la cubierta, que originalmente fue realizada en madera, por una cubierta de hierro y ésta a los 40 años ya presentaba daños mientras que la estructura de la cubierta original, había durado un tiempo aproximado a los 400 años.

Pero a más de su duración hay un argumento decisivo para el mantenimiento de la madera: sus reparaciones no suelen presentar grandes dificultades, y en el caso de edificios de valor histórico la madera dañada puede tener un valor añadido a respetar ya sea por el valor intrínseco de la pieza o por el valor documental del conjunto en el que se interviene.

Principios que se deben tener en cuenta para la conservación de estructuras históricas de madera.

Está basado en la Asamblea General del ICOMOS, llevada a cabo en México en el año de 1999, (ver anexo 3) y tiene por objeto definir los principios y métodos de actuación para edificaciones de madera aplicables para la protección y conservación de las estructuras históricas en madera, respetando así su significado cultural. Para la conservación de las estructuras históricas de madera se han de tener en cuenta los siguientes principios.

- “Reconocen la importancia de las estructuras en madera de todas las épocas como parte del patrimonio cultural mundial;
- Tienen en cuenta la gran variedad existente de estructuras en madera;
- Tienen en consideración la diversidad de especies y de calidades de maderas utilizadas para construirlas;



- Reconocen la vulnerabilidad de las estructuras construidas total o parcialmente en madera, a causa del deterioro y degradación de los materiales expuestos a diferentes condiciones medioambientales o climáticas, a las variaciones en el grado de humedad, a luz, a los efectos nocivos de hongos e insectos, a la especulación, a los incendios y a otros accidentes;
- Reconocen la creciente escasez de las estructuras históricas en madera como consecuencia de su vulnerabilidad, de su caída en desuso y de la desaparición de los oficios artesanos relacionados con las técnicas de diseño y construcción tradicionales;
- Sopesan la gran diversidad de las medidas y tratamientos requeridos para la preservación y conservación de estos recursos históricos;
- Tienen en cuenta los principios de la Carta de Venecia y de la carta de Burra, así como la doctrina de ICOMOS y de la UNESCO, y tratan de que estos principios generales se apliquen a la protección y preservación de las estructuras en madera.”⁶

INSPECCION, RECOGIDA DE DATOS Y DOCUMENTACION

1. Antes de realizarse cualquier tipo de intervención hay que analizar y documentar el estado de la estructura y de sus componentes conforme al artículo 16 de la Carta de Venecia y los Principios de ICOMOS para el Registro documental de los Monumentos, Conjuntos arquitectónicos y Sitios culturales. También se deberá incluir información con relación a las técnicas utilizadas en su momento. La documentación deberá explicitar además las razones específicas que hayan motivado la selección de los materiales y métodos utilizados para los trabajos de conservación.

⁶. Comité Internacional de ICOMOS sobre la madera, principios que deben regir la conservación de estructuras históricas de madera, México, 1999
Mariela Neira P.



2. Cualquier intervención deberá ser precedida de un diagnóstico exhaustivo y riguroso de las condiciones y causas del deterioro y degradación de las estructuras de madera.

INTERVENCIONES.

Uno de los principales objetivos de la conservación es el de mantener la autenticidad del edificio, por lo que toda intervención deberá estar basada en estudios adecuados, respetando claro está los valores de la edificación en cuanto al patrimonio, así como la integridad física de la estructura.

“Toda intervención propuesta deberá tender a:

- a. utilizar métodos y técnicas tradicionales;
- b. ser técnicamente reversible, si es posible, o
- c. al menos, no estorbar o impedir los trabajos de conservación, que pudieran ser posteriormente necesarios, y
- d. no impedir el acceso, en el futuro, a las informaciones incorporadas en la estructura”⁷

Lo ideal en las intervenciones es que se la realice en la medida menor posible, sin embargo a veces las intervenciones mínimas exigen un desmontaje parcial e incluso total de las estructuras para que se pueda realizar las reparaciones necesarias.

La estructura a intervenir debe ser considerada como un todo ya que al tener un valor histórico, todos los elementos tienen un valor importante para la conservación y para que

⁷. Comité Internacional de ICOMOS sobre la madera, principios que deben regir la conservación de estructuras históricas de madera, México, 1999



se vea un trabajo uniforme. De ser necesario renovar o reemplazar los materiales de acabado, se tratará de imitar en la medida de lo posible los materiales, técnicas y texturas originales.

REPARACIÓN Y SUSTITUCIÓN.

Para la reparación de estructuras de madera, se podrán utilizar piezas de madera que sustituyan a las deterioradas, siempre y cuando se respete los valores históricos y estéticos.

Las nuevas piezas de madera deben ser de la misma clase de madera y de igual o mejor calidad de la pieza reemplazada, las características físicas de la nueva madera deberá ser compatible con la estructura existente.

Se deberá utilizar las técnicas artesanales y formas de construcción empleadas originalmente en la construcción.

Para la sustitución de una pieza deteriorada, en su reposición se utilizará ensambles tradicionales para la unión de la parte nueva y la original, si la operación es posible y compatible con las características de la estructura.

Los fragmentos nuevos que se empleen en ciertas piezas, deberán distinguirse de la estructura original, no es deseable copiar el desgaste de las piezas en los elementos nuevos, pero se podrá utilizar métodos para atenuar la diferencia entre las dos piezas, protegiendo a que no afecte la superficie de la pieza de madera.

Las piezas nuevas, deberán llevar señales discretas de color rojo de manera que puedan ser identificadas en el futuro.



MATERIALES Y TÉCNICAS DE CONSTRUCCIÓN CONTEMPORÁNEOS.

Entre las técnicas y materiales contemporáneos utilizados en la madera tenemos principalmente las resinas epoxi y los refuerzos en acero, sabiendo que estos últimos deben ser utilizados con mucha prudencia.

Las instalaciones de servicios como calefacción y sistemas contra incendios se instalarán de forma que respeten el valor histórico y estético de la edificación.

Se limitará y controlará el uso de productos químicos y sólo serán utilizados si presentan cierta ventaja, si su eficiencia está garantizada para largo plazo, y si no presentan riesgos para el público o para el entorno.

PROPUESTA METODOLOGICA

Una vez que se ha analizado los materiales y técnicas de restauración se puede proponer una metodología para la elección de materiales.

1º La elección de materiales y sistemas constructivos debe contemplarse y ser un punto o aspecto importante del Proyecto Ejecutivo de Restauración de un bien arquitectónico y no un hecho aislado.

2º Investigación histórica del inmueble, con el fin de conocer diferentes aspectos del mismo (su historia, sus etapas de evolución con el fin de hacer una reconstrucción histórica del mismo, así como de sus materiales y técnicas constructivas).

3º Realización de levantamientos arquitectónicos del inmueble a intervenir, para en ellos consignar: el estado actual de sus espacios (ya que es factible que en alguna época haya



sufrido mutilaciones de muros o que un espacio se haya subdividido), los materiales y sistemas constructivos con que se realizó, el levantamiento de los efectos de alteración y deterioros sufridos (consignando el área y magnitud del problema), así como el fotográfico de alteraciones.

4º Análisis de causas de alteración. Identificar los tipos de alteraciones y sus posibles causas, averiguar si éstas están activas o han dejado de actuar sobre el inmueble. Cuando se requiera se efectuarán calas y tomarán muestras para analizarse en el laboratorio.

5º Diagnóstico del área dañada y de los tipos de alteración.

6º Evaluar si es o no factible la eliminación de la causa de alteración o cuando menos disminuirla y planteamientos de hipótesis para la manera de hacerlo.

7º Evaluar el grado y tipo de intervenciones que requiere. Si es necesario se darán prioridades.

8º Puesto que existen diferentes alternativas en el empleo de materiales y/o técnicas de restauración (tanto tradicionales como contemporáneas) para solucionar un problema determinado, investigar cuáles hay para el caso o casos concretos a resolver, con el fin de evaluar la más idónea y viable de aplicarse en la solución de nuestro problema. Si el caso lo requiere, se realizarán pruebas con estos materiales.

9º Para la elección final de los materiales y técnicas de restauración (tanto tradicionales como contemporáneos) se requiere tomar en cuenta una serie de determinantes y condicionantes:

9.1 Los principios teóricos de la restauración.



9.2 Condicionantes económicas (presupuestales, falta de recursos, si solo se cuenta con una cantidad determinada de dinero y exclusivamente para aplicarla a un grado o tipo de intervención).

9.3 Condicionantes tecnológicas:

9.3.1 Contar con mano de obra especializada o que sepa manejar el equipo, herramienta, material o la técnica que se pretende aplicar.

9.3.2 Contar con el equipo y/o herramienta.

9.3.3 Posibilidad de adquirir el material. Si son o no de fácil acceso. El costo de los materiales. Si son importados. La dificultad o facilidad de adquirirlos.

9.3.4 Factibilidad de aplicación.

9.3.5 Toxicidad del material.

9.3.6 Peligrosidad en el manejo de determinado equipo, herramienta o productos y materiales.

9.3.7 Compatibilidad entre los materiales constructivos del inmueble y los materiales seleccionados para su restauración.

9.4 Condicionantes de tipo jurídico y legal.

9.5 Condicionante de tiempo (la obra debe realizarse en un período de tiempo determinado).



9.6 Condicionantes climatológicos (los materiales contemporáneos, sobre todo las resinas, tienen un comportamiento diferente dependiendo de la temperatura y humedad relativa).

9.7 Condicionantes sociales y culturales.

PRESERVACIÓN DE LA MADERA.

La madera, al ser un elemento vivo, va a estar expuesto siempre a diferentes agentes que hacen que las piezas de madera, pierdan sus propiedades, tanto físicas como mecánicas, por lo que en ciertas ocasiones han hecho que se reemplace a la madera por otros materiales como el hierro, para las estructuras, sin embargo se han desarrollado diferentes técnicas y tratamientos para conservar en buen estado las piezas de madera y así garantizar la permanencia de este noble material.

Preparación de la madera antes de su preservación.

Descortezado. La corteza de los árboles es impermeable a los preservantes, por esta razón antes de un tratamiento de protección.

En las piezas de madera que han sido aserradas, a veces se da el caso de que quedan rezagos de corteza, lo que impedirá la penetración de los preservantes, albergarán insectos, favorecerá a la pudrición y también retardará el secado de la madera.

Las técnicas para el descortezado pueden ser:

- Descortezado manual.
- Descortezado mecánico.



Descortezado manual. Se lo realiza con cuchillas curvas de doble mango, machetes, palas planas, etc. La aplicación de golpes con hacha facilitará el descortezado.

Descortezado mecánico. Existen varios métodos para obtener un descortezado mecánico, puede ser mediante descortezadoras portátiles, descortezadora con cabezal, con anillos giratorios, por medio de fresadoras, etc.

Secado de la madera. El método más elemental es el de secado al aire libre, para el secado a través de este método las maderas deberán apilarse utilizando separadores adecuados. La pila horizontal es la más generalizada para el secado de las tablas, pero también se puede apilar en triángulo, en X y en vertical. Vale la pena mencionar que mientras menos es la separación entre madera y madera, menor será la circulación de aire, y por lo tanto el proceso de secado durará más tiempo.

También se puede dar el secado artificial que se lo realiza mediante hornos o equipos especiales, obviamente en menos tiempo que el secado natural.

Labrado y taladrado. El labrado en la madera se le aplica cuando se requiere de algún corte para encajar una pieza en otro elemento de madera o metal, como por ejemplo el machimbreado de tablas.

El taladrado en cambio es una perforación que se le hace a la madera para la colocación de tirafondos, pernos, fijación de crucetas, entre otros.

El labrado o el taladrado, se deben practicar antes del tratamiento preservante, así se evitará el desperdicio de madera impregnada. Si se lo realiza después de la impregnación, será preciso que luego de hacer el corte o perforación se realice el tratamiento preservante en la zona descubierta.



Incisiones. Son perforaciones que se hacen en las superficies de maderas que son difíciles de preservar, se los realiza con la ayuda de máquinas especiales que favorecerán la penetración del preservante. Las incisiones son por lo general de 10 a 25 mm de profundidad y de 1 a 3 mm de ancho.

PRESERVANTES PARA LA MADERA.

Los preservantes de la madera son sustancias químicas que protegen a la madera contra los agentes que afectan las propiedades de la madera y aumentan la durabilidad de la misma. Con el pasar del tiempo las técnicas de preservación se han ido perfeccionando al grado de que se las ha empleado en condiciones extremas como en el contacto directo con el suelo, sumergidas en agua o en climas muy severos; pero hay que tener un conocimiento de los diferentes tipos de preservantes y seleccionar cuidadosamente estas sustancias para garantizar la larga duración de las piezas de madera.

Requisitos que debe tener un preservante.

"Todo preservante debe cumplir con ciertas características que lo acrediten como tal.

- Toxicidad.
- Penetrabilidad.
- Permanencia.
- Inocuidad.
- No corrosiva.
- No combustible.
- Fácil de aplicar.
- No fitotóxica.
- Económica y accesible."⁸

⁸. Manual del grupo andino para la preservación de maderas, capítulo 3, pag 3-2
Mariela Neira P.



Es muy difícil encontrar un preservante que cumpla con todas éstas condiciones, pero el que tenga el mayor número de requisitos será en más conveniente.

Toxicidad. Es muy importante ya que pretende anular la actividad de los agentes biológicos que afectan a la madera, convirtiéndolo en un material venenoso para los organismos xilófagos, que pretenden desarrollarse en el interior de la madera.

Para que estos productos realicen su función de forma permanente, deben ser solubles en los líquidos celulares de los agentes de destrucción. “La creosota y el pentaclorofenol, que por su naturaleza son insolubles en agua, son suficientemente solubles como para intervenir en la fisiología normal de los

hongos e insectos xilófagos, produciéndoles la muerte”⁹.

Conocer la dosis mínima letal de los preservantes, va a ser muy importante para la eficacia del tratamiento y para los aspectos económicos de la impregnación de la madera.

Penetrabilidad. Depende de la viscosidad del producto químico, de las características de y contenido de humedad de la madera y del método del tratamiento.

Hay algunas maderas que son fáciles de penetrar, pero otras en las cuales son impermeables será necesario aplicar temperaturas adecuadas en el proceso de impregnación para facilitar la penetración de la sustancia. La humedad de la madera muchas veces es un impedimento para la penetrabilidad, sin embargo hay métodos de tratamiento que requieren un alto contenido de humedad. No todas las maderas es posible de preservar ya que por diferentes razones de dificulta su preservación.

Permanencia. Para que la madera pueda durar por mucho tiempo el preservante debe fijarse en la madera de forma permanente.



Inocuidad. Los preservantes deben ser seguros de manejar, pero si bien es cierto existen preservantes que producen cierto riesgo para las personas que lo manipulan pero tomando ciertas medidas se minimiza los daños. Sólo cuando un preservante entraña un riesgo especial se lo debe clasificar como peligroso.

No corrosivos. Los preservantes no deben ser corrosivos para los metales, es decir para clavos, pernos, placas, platinas, etc.

No combustibles. Los preservantes no deben aumentar el poder de combustión de la madera. En algunas fórmulas existen sustancias que impiden la propagación del fuego.

De fácil aplicación. No deben ofrecer dificultades para su aplicación.

Permitir acabados. No deben interferir en los acabados que se quiera dar en las piezas de madera.

No fitotóxicos. Esto hace referencia a la madera que se utiliza para labores agrícolas, como soportes para que crezcan los productos agrícolas; al ser no fitotóxica no dañara a los cultivos.

Económicos y accesibles. El costo de los preservantes influirá mucho en el valor final del tratamiento. A más de esto los materiales a emplearse deben encontrarse en mercados locales para facilitar su transportación.

TECNOLOGÍA DEL TRATAMIENTO DE LA MADERA.

La protección de la madera adquiere mucha importancia especialmente si se trata de madera utilizada para elementos estructurales en una edificación, por lo que esta tiene que ser protegida con preservantes adecuados y por un medio de impregnación confiable.



Tipos de productos protectores:

Por la acción protectora que realizan.

- Insecticidas: protegen frente a la acción de insectos xilófagos.
- Fungicidas: Protegen frente a la acción de hongos xilófagos.
- Retardadores de fuego: convierte a la madera de un material combustible a uno difícilmente combustible.

Por el tipo de preservante.

- Solventes orgánicos. Son los que penetran con mayor facilidad en la madera, no producen manchas y son compatibles con la mayoría de los barnices y acabados. Son aplicados a madera seca por su característica de no otorgar humedad a ésta.
- Hidrosolubles. El disolvente es el agua, se usa para el tratamiento industrial de maderas húmedas.
- Creosotados. Son derivados del petróleo y la hulla, su penetración en la madera es dificultosa y además mancha la madera.

Por el tipo de protección que se desea lograr.

Protección Preventiva. Son los que evitan que la madera se destruya por causa de agentes bióticos y abióticos. Entre estos se encuentran:

- Protección Temporal. Su eficacia se limita a un tiempo determinado estos tratamientos son superficiales y pueden ser: pinturas, barnices, o tratamientos anti manchas.
- Permanente. Duran varias decenas de años, el producto queda fijo en la madera. Aquí se encuentran los tratamientos industriales a través de vacío – presión o vacío – vacío.
- Protección Curativa. En caso de que la madera ya esté afectada, hay que determinar las causas que han producido los daños, puede ser por hongos, insectos, etc., y según la causa proceder a empezar su acción curativa.



Tipos de tratamientos.

Tratamientos superficiales. Son los que penetran en la madera apenas unos milímetros de profundidad. Son ideales para ataques superficiales como la mancha azul. No son recomendables en casos de hongos a mediano y largo plazo. Son aplicados mediante brochas, pulverizadores o inmersión rápida de la madera en un producto protector. La profundidad del tratamiento va a depender del tipo de producto.

Tratamientos en profundidad. Son los indicados cuando la madera está expuesta a la humedad del exterior o al contacto con el suelo, y consiste en introducir la madera en un depósito por varios minutos para que el tratamiento vaya ocupando la savia del árbol. Existe un tratamiento en autoclave, el que por ser de carácter industrial es el único que puede garantizar la profundidad del tratamiento y la retención del producto protector. El autoclave es un sistema conformado por un cilindro de acero, una bomba de vacío y otra de presión; con la bomba de vacío se extrae el aire de la madera se abre los poros y con la bomba de presión se introduce en producto protector.

MÉTODOS DE PRESERVACIÓN.

Consiste en incorporar a la madera sustancias químicas, para prolongar la duración de la madera. Desde su aparición la preservación ha ido experimentando cambios y lo ha perfeccionado para proteger a la madera de los agentes que la destruyen. La preservación más eficiente es la que se da en la cantidad necesaria y justa para el uso que se le va a dar; sin embargo todavía no se ha logrado idear un método práctico que garantice una penetración profunda y uniforme en todos los tipos de madera.



tratamientos en profundidad, por autoclave.
fuente www.rincondelvago.com



métodos de tratamiento sin presión, por brocha. Iglesia de Todos Santos

Los principales métodos que protegen a la madera son:

- Tratamiento sin presión.
- Tratamientos a presión.
- Procesos especiales.

Métodos de tratamiento sin presión.

Los más conocidos los métodos por brocha o aspersión, inmersión, baño caliente – frío, y por difusión.

Por brocha o aspersión. Consiste en extender el preservante sobre la superficie de la madera, para que el elemento de madera sea receptivo al preservante hay que asegurarse que la madera esté seca, sin recubrimiento de barnices, pinturas o cortezas que impidan la penetración del preservante. Para el tratamiento con brocha lo más conveniente es cubrir íntegramente la superficie de la madera, lo que se consigue pasando la brocha con aplicaciones consecutivas.

Para volúmenes grandes de madera se puede usar pulverizadores con boquillas aspersoras convenientemente seleccionadas para que la aplicación del producto sea lo más uniformemente posible. Para la aplicación de estos métodos la persona que está realizando esta operación, deberá utilizar mascarilla, guantes mandil, etc. Estos tratamientos (por brocha y aspersión) son temporales y deberán repetirse al menos una vez al año.

Inmersión. Consiste en sumergir la pieza de madera en una solución preservante. Según el tiempo que dure el tratamiento la inmersión puede ser breve (inmersión por segundos o minutos) o prolongada (inmersión por horas o días).

Este tratamiento se recomienda para piezas con poco espesor y que han de ser colocadas en sitios de poco riesgo.



Metodos de tratamiento con presión.

Permite regular las condiciones del tratamiento, es decir que da la posibilidad de variar la penetración y retención del preservante para satisfacer las exigencias de la utilización moderna de la madera haciendo más económico el uso del material. Este tipo de tratamiento se adapta mejor a la producción comercial a gran escala.

El equipo básico para la impregnación de la madera comprende los siguientes instrumentos: autoclave; tanque de tratamiento, de almacenamiento y de mezcla; bomba de presión y vacío y bomba de circulación.

Dentro de las variantes que ofrece el tratamiento en autoclave, se pueden dar los siguientes procesos:

- Bethell o célula llena.
- Rueping.
- Lowry.

Procedimiento Bethell o célula llena. La madera que va a ser preservada debe tener un contenido de humedad entre 25 y 28%, estar libre de corteza, poseer la forma y medidas finales o de uso. En este método se procura inyectar a la madera la mayor cantidad de líquido preservante, dejando la mayor concentración del producto químico en la zona tratada.

Procedimiento Rueping. Se lo utiliza para tratamientos en caliente con creosota o pentaclorofenol. Su característica principal es que antes de la inyección del preservante se le realiza una presión de aire a la madera, esta presión suele ser de 4 a 5 kg/cm². Posteriormente se llena el autoclave con el producto preservante y el aire inyectado queda aprisionado en la madera.



tratamientos superficiales, por inmersión. Iglesia de Todos Santos

Creosota: Mezcla compleja de varios éteres fenólicos obtenidos a partir de la destilación seca de la madera. Es un excelente protector de la madera por lo que se utiliza con frecuencia para impregnar estructuras exteriores de este material. Fuente: Microsoft encarta

Mariela Neira P.



En este método se consigue una retención neta pero limitada del preservante, y una penetración más profunda que por el proceso de Bethell o de célula llena; pero tiene la ventaja de permitir el uso de cualquier tipo de equipo existente para tratamientos a presión, sin requerir accesorios especiales.

Baño caliente y frío. Consiste en sumergir la pieza de madera durante un tiempo determinado en una solución preservante en agua caliente y luego en otra a temperatura ambiente. La variación de la temperatura es la que consigue buenos resultados en poco tiempo. Al calentarse la madera el aire que está en su interior se expande y sale, y luego en el enfriamiento se produce un vacío parcial que favorece la penetración del producto y además incrementa la absorción.

La temperatura en baño caliente debe ser lo más alta posible pero sin poner en peligro la marcha de la operación. La creosota y el pentaclorofenol en solución de aceite son los más indicados para este tipo de tratamiento, ya que permiten alcanzar temperaturas de 70° y 90° respectivamente; las sales hidrosolubles no son recomendables porque se descomponen al calentarlas sobre los 45°.

Tratamientos por difusión.

Difusión simple. Se da cuando dos soluciones de distinta concentración se transforman en una de concentración homogénea. Este tratamiento se puede aplicar únicamente en madera verde recién cortada con un coeficiente de humedad superior al 30%. La eficacia del tratamiento dependerá de la humedad, tipo y espesor de las piezas de madera, así como de la concentración y naturaleza del preservante.

Doble difusión. Tiene por objeto formar sales de difícil lixiviación dentro de la madera.



Esto se obtiene agregando a la madera sales o productos hidrosolubles que al reaccionar formarán precipitados insolubles al agua. Uno de los mayores problemas de este tratamiento radica en que no se puede utilizar mezclas de productos, ya que casi siempre tienen tendencia a reaccionar químicamente entre sí, impidiendo la penetración del preservante en la madera

Procesos especiales.

Método Boucherie.

Existen muchos métodos para la impregnación de madera que emplean algún tipo de presión pero sin encerrarla en un autoclave, uno de ellos es en método de Boucherie.

Este proceso es exclusivo para el tratamiento de la albura de madera rolliza en estado verde recién cortada. Este proceso consiste en reemplazar la savia de la madera por una solución de sales hidrosolubles.

Cada pieza de madera rolliza debe conservar íntegramente su corteza y estar colocada sobre soportes inclinados con la base más elevada para facilitar el desplazamiento de la savia.

El método de Boucherie, tiene algunas limitaciones que son:

1. Se vuelve inefectiva en especies que tienen un duramen que tengan una absorción nula y que presentan tendencias a rajaduras durante el proceso de secado que se lleva a cabo después del tratamiento.
2. Es difícil hacer una determinación exacta de las retenciones de preservante y por ende determinar el momento preciso en el que se deba terminar el proceso.



3. En lugares donde se presenten temperaturas menores a 10° c se deberá prolongar los tiempos de tratamiento.
4. Se desperdicia el preservante debido a las pérdidas que se ocasionan en forma directa o por rechazos del material.
5. Para la finalización del proceso, se recurre a la subjetividad del operador ya que éste constata su culminación por el color de la solución que gotea o por el color que va tomando la madera.

ASPECTOS METODOLÓGICOS PARA EL DIAGNÓSTICO DE RESTAURACIÓN DE ESTRUCTURAS DE MADERA.

1. Inspección general para conocer la edificación a analizar.
2. Revisar el estado de fachadas, cubiertas, pisos, y estructuras, para detectar signos de patología estructural.
3. Obtención de planos, en donde se señalarán los puntos donde se realizarán los registros.
4. Se inspeccionará y anotará los elementos deteriorados y sus características.

Es importante también una valoración estructural del edificio, estas inspecciones las realizarán expertos en detección de degradaciones y con conocimientos en el análisis estructural.

“Datos importantes:



- Fecha de construcción
- Materiales empleados
- Especie de madera
- Tipo de construcción (entramados, rellenos, etc.)
- Ocupaciones y uso del edificio
- Reparaciones y/o obras realizadas
- Incidencias (rayos, fuego, etc)
- Planos
- Tipo de terreno
- Asentamientos
- Roturas de cubierta
- Daños de agentes xilófagos en proximidades"¹⁰

Todo debe estar incluido en un informe sobre el estado de conservación de la estructura desde el punto de vista de su patología de origen biótico y en su caso la seguridad relativa a su capacidad portante.

INSPECCIÓN:

Reconocimiento visual exterior.

Esta inspección varía en cada edificio, altura, materiales, acceso a cubierta, etc. El principal objetivo es detectar las fuentes de humedad y la posible entrada de agua de lluvia al edificio.

¹⁰. Presentación, Arq. René Navarrete, Padilla, Maestría en Restauración de Sitios y Monumentos.
Mariela Neira P.



Este reconocimiento se hace en:

- Fachadas y patios
- Cubiertas aleros y bajantes
- Flechas en forjados

Fachadas y patios. La fachada correspondiente a los vientos dominantes es la que requiere mayor atención por la incidencia de la lluvia.

El estado del revestimiento, el desprendimiento de este y la presencia de manchas de humedad en la fachada indican humedades en las cabezas de las vigas de piso conectadas al muro y en la carpintería de ventanas y balcones.

Grietas horizontales junto con desplomes nos indican problemas de estabilidad.

La existencia de salientes como cornisas y repisas de balcones denota la posibilidad de acumulación de agua o bien un deterioro de estos permite la entrada de agua.

Cubiertas, aleros y bajantes. La revisión del estado de la cubierta se hace evidente para conocer si existen filtraciones o para identificar el origen de goteras y verificar si existen deformaciones que puedan indicar problemas estructurales.

El deterioro de aleros y canalones permite la entrada del agua de lluvia en zonas de apoyo de la estructura de cubierta. Podemos encontrar pudrición en las cabezas de tirantes, vigas y pares.

Habrà que verificar si las bajantes muestran manchas de humedad, la localización de estos puntos deberán verificarse en el interior.



Flechas de forjado de piso. Las deformaciones en los entramados de piso de madera suelen ser más elevadas en general, que las aceptadas en otros sistemas constructivos.

Habrà que anotar si existen flechas elevadas que puedan indicar cargas permanentes excesivas.

Las flechas excesivas provocan grietas en los tabiques generalmente describiendo la línea de un arco de descarga.

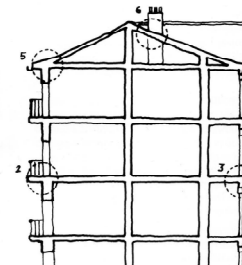
Reconocimiento de la estructura.

La inspección está dirigida a valorar los daños producidos por agentes xilófagos y su repercusión en el comportamiento estructural.

En este reconocimiento se debe tomar en cuenta:

1. Planificación.
2. Iluminación: asegurarse iluminación natural o artificial.
3. Acceso a la estructura: se deberá acceder a todas las zonas, y cuando no sea posible se plantearan muestreos de acuerdo a las limitaciones y de acuerdo a las zonas de riesgo ya detectadas.
4. Acceso y limpieza de la zona: para una buena inspección es necesario eliminar recubrimientos en suelos, muros y tabiques.
5. Planos o croquis: sobre cada planta se señalan zonas atacadas, piezas con problemas y registros realizados. Se referencian fotografías y se hacen anotaciones para posteriormente ordenar el plan de acción.

Una vez realizado este proceso se identificarán:



puntos críticos que tendrán que ser revisados en el diagnóstico

fuelle: Presentación, Arq René Navarrete

1. Piezas cercanas al suelo.
2. Apoyo de vigas en muros
3. Forjados en galerías.
4. Forjados en locales húmedos.
5. Aleros.
6. Cubierta.
7. Forjados planos.



Puntos críticos y Zonas de riesgo que son: piezas en contacto o cercanas al suelo, sótanos, apoyo de vigas y otros elementos en los muros, cubiertas, paso de conducciones de agua: baños y cocinas, y carpintería exterior.

Puntos Críticos.

La degradación de una madera inicia en su zona más débil: la albura que se encuentra en la parte externa de la sección.

Por tanto el deterioro es siempre de fuera hacia adentro, y la superficie de mayor riesgo es la testa, pues su corte transversal presenta gran porosidad y por tanto gran capacidad de absorción de agua y esta humedad facilita el desarrollo de hongos de pudrición.

Ejemplos:

- Cabezas de vigas en el apoyo dentro del muro
- Testas de vigas expuestas a la intemperie
- Ensamble de piezas. Existen rebajes y cajas donde se puede acumular agua e iniciar la pudrición
- Extremo inferior de soportes: zonas de arranque de pilares incorporados a muros o exentos de ellos.

Zonas de riesgo.

- Sótano. Es habitual la humedad y filtraciones del piso lo cual facilita la pudrición y ataque de agentes xilófagos.
- Apoyo de vigas y otros elementos en los muros. El caso más característico son las vigas de forjados apoyados en muros de fachadas. Esto se agrava si coincide con huecos de balcones o en cornisas.



Los muros tienen alta capacidad de absorción y retención de humedad que después pasa a los cabezales de las vigas.

En los apoyos de vigas de muros interiores es difícil encontrar daños de pudrición. Aquí se verifica el paso de termitas, pero esto puede cambiar con filtraciones de humedad.

- Paso de conducciones de agua: baños y cocinas. El paso de instalaciones sanitarias y el de bajantes son lugares en donde no es difícil encontrar daños de pudrición por fugas y condensaciones.

En edificios antiguos las instalaciones de conducción de agua han sido instaladas con posterioridad y en casos de fallo el agua empapa los muros y esta humedad en la madera facilita el desarrollo de los hongos de pudrición.

- Cubiertas. Aquí se encuentra la entrada de agua cuando no hay mantenimiento. Fallas en la impermeabilización o en remates originan esto.

Si no hay humedades, habrá que revisar si no hay ataque de carcoma grande o polilla en las piezas de madera que conforman la estructura.

Revisar tejas, impermeabilización, obstrucción de canalizaciones es imprescindible.

La falta de ventilación en cubiertas produce condensación.

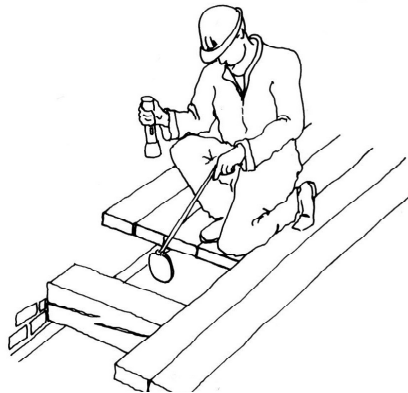
- Carpintería exterior. Los defectos de esta pueden provocar la entrada de agua con los consiguientes daños en pavimentos y después en los cabezales de las viguetas.



cubierta en mal estado
fuente: www.farm3.static.flickr.com



higrómetro,
fuente: www.tecmasa.com



utilización de espejos
prismáticos.

fuente: presentación, Arq. René
Navarrete Padilla

Técnicas de exploración.

Para la localización de daños producidos por agentes xilófagos se utilizan técnicas sencillas y equipo mínimo, se basan en inspección visual con el descubrimiento de zonas no visibles para determinar la gravedad del daño.

Existen métodos no destructivos que requieren de equipo sofisticado, como ultrasonidos, análisis de vibraciones, resistógrafos, todos ellos orientados en determinar capacidad mecánica.

Equipo básico de exploración.

Se basa en la valoración directa, visual o táctil de la madera degradada en las zonas ya marcadas como de riesgo y las elegidas para catas, buscando los signos de los agentes bióticos en la superficie de la madera.

El equipo básico de exploración está formado por:

- Cuaderno de notas y lápiz.
- Linterna.
- Higrómetro.
- Xilohigrómetro.
- Lupa.
- Espejos prismáticos.
- Punzón, destornillador, martillo, formón.
- Cámara fotográfica.
- Pinceles y brochas.
- Medios auxiliares, como escaleras, puntos de apoyo.

Técnicas especiales de exploración.

Son las técnicas que pueden utilizarse en la estimación de las propiedades mecánicas mediante la velocidad de propagación de ultrasonidos o vibraciones causadas por impactos.

Algunas otras se dirigen a averiguar la densidad mediante el uso del resistógrafo, el pilodyn (medidor de la densidad superficial) y el uso de rayos gamma.

La dendrocronología y el método del carbono 14 sirven para datar la edad de la madera.

Finalmente la técnica de detección acústica para determinar el paso, presencia y actividad de insectos xilófagos. Dentro de las técnicas especiales de exploración, tenemos:

Ultrasonido. Son ensayos que servirán para determinar el módulo de elasticidad, y para evaluar la pérdida de capacidad resistente debido a daños por agentes xilófagos. No son destructivos debido a que se determina por la propagación de ondas.

Método de vibraciones inducidas. Está basado en los mismos principios que la técnica del ultrasonido, solo que en este caso las ondas son provocadas por un impacto.

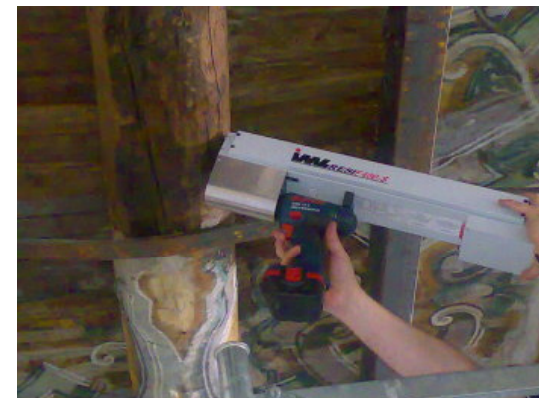
Resistógrafo. Sirve para evaluar la resistencia a la perforación, es un taladro mecánico que perfora 1.5 mm de profundidad y 3 mm de diámetro en la dirección.

Esa resistencia se relaciona con la densidad identificando los anillos de crecimiento por las diferencias en esa propiedad.

Medición de la densidad superficial. Consiste en un cilindro metálico que se comprime manualmente para acumular energía. Este dispositivo se llama "pilodyn".



ultrasonido,
fuente: www.tecmasa.com



resistógrafo,
fuente: www.rincondelvago.com



Se coloca sobre la superficie, se dispara una barra de 2.5 mm., de diámetro y se mide la penetración en una escala graduada de no más de 40 mm.

El valor se relaciona con la densidad de la madera.

Gamma – densitometría. Se relaciona con la densidad del material. La técnica consiste en emitir una radiación a través del material del que se conoce el coeficiente de absorción y se mide la energía que llega al otro lado.

Fractómetro. Se usa principalmente para inspecciones de árboles en pie y su uso en madera en servicio estructural es escaso.

Mide la tensión de rotura y módulo de elasticidad en una probeta de 5 mm de diámetro en dirección radial.

En equipos de última generación se puede medir la tensión de rotura en compresión paralela a la fibra.

Dendroconología. Se basa en un fenómeno físico de la madera que se fundamenta en las secuencias de anillos de crecimiento. De la pieza se extrae un testigo cilíndrico en dirección radial y su caracterización se grafica en una curva llamada “dendrocronológica” y se compara con otras curvas de edad conocida hasta encontrar un empate significativo.

La base de curvas conocidas rebasa los 8,685 años.

Carbono 14. Consiste en medir la cantidad del carbono 14 en la muestra, cuya concentración en los seres vivos es similar a la atmosférica y a partir del cese de la vida comienza a disminuir por la desintegración.

El tiempo de la prueba varía entre 15 y 120 minutos y el límite de datación es de 45,000 años.

Detección acústica de insectos xilófagos. Se usa para el control de termitas, consiste en la colocación de captadores acústicos y su señal se digitaliza y compara con otras señales patrones tomadas en condiciones controladas.

DIAGNÓSTICO.

Se puede realizar tres tipos de evaluaciones para el diagnóstico.

- Evaluación de daños de origen abiótico.
- Evaluación de daños de origen biótico.
- Evaluación de la capacidad portante de la estructura.

Evaluación de daños de origen abiótico.

Como ya se ha expuesto anteriormente las causas de origen abiótico son el agua, el fuego, y la intemperie. La degradación por estos efectos es muy lenta y la pérdida de madera es pequeña, la cual varía de acuerdo a clima, especie y se estima desde 1 hasta 13 mm por siglo.

Acción del agua. La madera sin protección y que se moja absorbe rápidamente por el principio de capilaridad en su capa superficial seguida de la adhesión por las paredes del lumen.

Las diferencias de humedad interior y la capa superficial tienden a hinchar la madera provocando un estado de esfuerzos que de no equilibrarse controladamente, provocará alabeos en la pieza.



acción del agua en la madera,
Iglesia de Todos Santos



acción del fuego, en columna.
Iglesia de Todos Santos

Acción del fuego. Una pieza que ha sufrido la acción del fuego puede ser o no recuperable o reutilizable, dependiendo de la pérdida de sección que haya sufrido.

El fuego produce una lenta combustión con una velocidad de carbonización de 0.6 a 0.7 mm/min., dependiendo de la especie.

Al cabo de 20 minutos el aumento de temperatura se hace constante y a una profundidad de 30 mm la temperatura de la madera es la ambiental.

Se puede deducir que a partir de los 30 mm de profundidad la pieza se encuentra sin cambios significativos. Sin embargo se debe considerar el efecto global en la disminución de la capacidad portante en un equivalente a una pérdida de 7 mm en cada cara expuesta.

Si se desea reciclar la pieza se deberá proceder de la siguiente manera: Se limpia la superficie carbonizada hasta dejar expuesta la superficie y sus defectos naturales.

Conocida la especie se determina la calidad estructural de la misma y por lo tanto su resistencia.

Efecto de la edad de la estructura. Una discusión que se da frecuentemente es, si la estructura de madera pierde capacidad portante al paso de los años. No existe estudio determinante que aclare esto y no se ha detectado caso alguno que indique lo contrario.

Sin embargo algunos autores sugieren un margen de seguridad en la estimación de la capacidad portante de las estructuras antiguas con un coeficiente de modificación de la resistencia y de la rigidez del 0.90 y lo aplican indistintamente a cualquier propiedad que se analiza.

Evaluación de daños de origen biótico.



La determinación de los daños de estos agentes radica en el conocimiento de los hábitos de vida del agente degradador. Es necesario conocer la extensión e intensidad del agente xilófago y el modo de ataque.

La extensión se refiere al grado de avance en el edificio, ya sea que se localice solo en zonas húmedas o bien en un local o en todo el edificio.

La intensidad y modo de ataque es relevante para estimar la gravedad del daño.

Hongos de pudrición. Para que los hongos de pudrición se desarrollen la madera deberá contener un coeficiente de humedad en un 20% por tanto la zona de ataque de estos se sitúa en aquellos sitios donde la humedad ha alcanzado en las piezas el porcentaje mencionado. Son ataques localizados y sus consecuencias son la destrucción de la madera, iniciando en la albura y afectando posteriormente el duramen.

En caso de vigas apoyadas en el muro, el daño se traduce en pérdida de superficie de apoyo con la inestabilidad que ello conlleva. Solo es detectable a tiempo por la presencia de humedades y su efecto es disminución en la longitud de la pieza.

Por ello no se puede estimar pérdida de capacidad portante.

Otro sitio donde pueden presentarse estos hongos son las uniones y ensamblajes debido a filtraciones de agua que se acumulan en estos lugares.

Insectos de ciclo larvario. El mayor daño que producen se da en su ciclo larvario, cuando se comen la madera, realizando galerías en su interior. Su ataque se centra en la albura y ocasionalmente en el duramen. Estimación de la pérdida de capacidad portante: Los insectos de ciclo larvario desarrollan su principal actividad en la periferia de las secciones, concretamente en la albura.



acción de insectos de ciclo larvario
en piezas de madera
Iglesia de Todos Santos



Tomar en cuenta que la incidencia del insecto no es la misma en todas las caras de la pieza.

Un criterio conservador consiste en descontar la profundidad atacada de las dimensiones totales de la pieza.

Evaluación de la capacidad portante de la estructura.

La estimación de la capacidad portante no tiene porque diferir del proceso que define la resistencia de las piezas nuevas. Pues conociendo la especie y su calidad se le asignan sus propiedades mecánicas.

En la práctica no es posible ante la dificultad de inspeccionar piezas ya colocadas; la determinación de la especie puede ser sencilla, pero no así la calidad pues al basarse la clasificación en un método visual no siempre es posible inspeccionar la totalidad de las piezas por encontrarse partes ocultas.

No todos son inconvenientes, pues la edad del edificio es una prueba del historial de cargas y sus pruebas son de interés y fiabilidad.

El paso de los años depura todo error estructural que pudiera haber existido y la estructura que nos llega da esa garantía.

Con la aplicación de alguna normativa actual utilizada para clasificar la madera nueva, resulta posible conocer, al menos en teoría, la calidad y por tanto la resistencia de las piezas. Por lo que resulta congruente establecer que el planteamiento de la evaluación portante de una estructura de madera antigua difiera de una antigua.

DETERIORO DE ORIGEN ESTRUCTURAL.

- La sección insuficiente provoca una deformación excesiva de la pieza, que son apreciables a simple vista.

Las flechas en vigas de madera suelen ser, por lo general, más apreciables a simple vista que en otros sistemas constructivos, sobre todo en estructuras ya antiguas.

La flecha de una viga correctamente dimensionada estará alrededor de $L/300$ para condiciones de carga total.

Sólo la peritación de la estructura puede resolver las dudas.

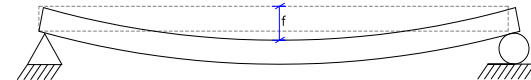
- Deformaciones elevadas debidas al efecto de la fluencia en piezas colocadas en verde y roturas a largo plazo.

Esto aumenta la deformación en un orden del 100% respecto a la deformación instantánea, pues la madera tiene una resistencia que depende de la duración de las cargas.

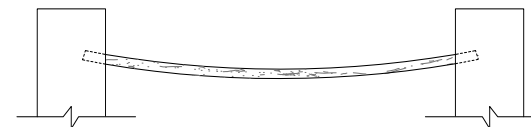
Este es uno de los factores más importantes después de la calidad de la madera.

Las deformaciones irán en aumento hasta alcanzar la rotura (60 años de servicio aprox.)

- Fallos en las uniones debidas a un dimensionado insuficiente y a un posible incremento de la deformación.



f= flecha. es la dimensión que existe entre la pieza en estado original y el mismo elemento deformado



una sección insuficiente provoca deformaciones en los elementos de madera, en este caso una luz grande, y la sección de la viga muy delgada, producirá daños al elemento y a todo el conjunto



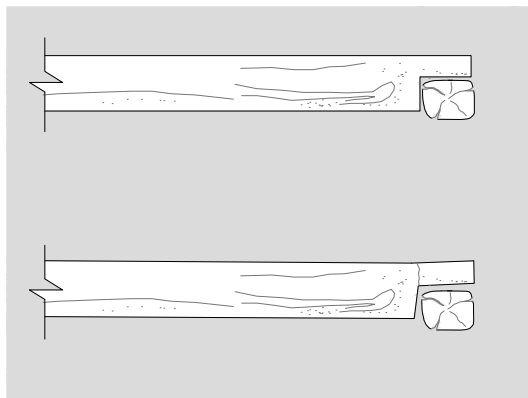
Es importante revisar los detalles constructivos de las uniones para verificar signos de aplastamiento sobre elementos de fijación.

También pueden encontrarse roturas en zonas de ensambles de piezas con uniones de carpintería y roturas por cortante.

Las estructuras también sufren deformaciones añadidas a las deformaciones elásticas, consecuencia de los deslizamientos de las uniones.

Las uniones son puntos críticos en la estabilidad de las estructuras, por lo que se deberá tener mucho cuidado en el ensamble de las uniones.

Este tipo de desajustes se originan (en ocasiones) por degradación de la zona de unión, por ejemplo: pudrición, aplastamiento, etc.



falla por cortante, en viga ensamblada.

- Roturas en piezas con defectos locales muy superiores a los medios de la estructura. Se pueden encontrar piezas aisladas dentro de un conjunto en buen estado y sin deformaciones notables.

Si no es un defecto extendido y no existen deformaciones en el resto de las piezas, esto no resulta preocupante.

- Arriostramiento insuficiente, que conduce al desplome y pérdida de verticalidad de la estructura. Una estructura que no cuente con el arriostramiento necesario fallará con seguridad.

A veces puede que exista un sistema de arriostramiento de resistencia suficiente pero con rigidez escasa, lo que hace prácticamente inútil su misión.

- Fendas de secado y revirado de piezas. Las grietas de secado en madera de gran escuadría son inevitables.

La contracción transversal de madera de coníferas es del orden del 0.20% por cada grado de humedad.

Esto quiere decir que una madera que pase de la condición verde (>30% C.H.) a un 10 % C.H. sufrirá una merma del 4% de sus dimensiones transversales.

Si se trata de una madera que contenga el duramen en el centro de la sección (madera enteriza) la diferencia entre la contracción radial y tangencial provocara una inevitable grieta en las caras de la pieza que se pueden estimar en un 2% de la sección. Es decir, una sección de 200 x 200 mm tendrá grietas en cada cara de al menos unos 4mm de grueso.

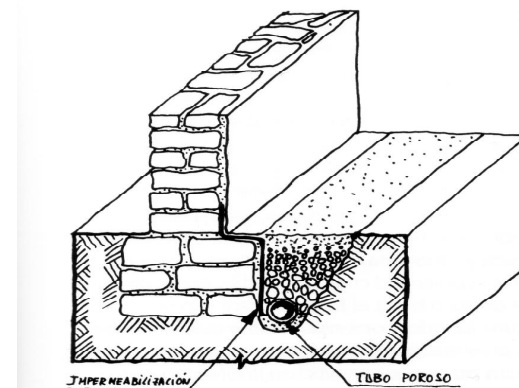
MEDIDAS DE CARÁCTER CONSTRUCTIVO.

Se las utiliza para disminuir el riesgo de deterioro de la madera y están enfocados a eliminar la aparición de humedades en la construcción eliminando así también la presencia de agentes xilófagos. Una correcta solución de los problemas de humedad servirá para garantizar el buen estado de la estructura de madera.

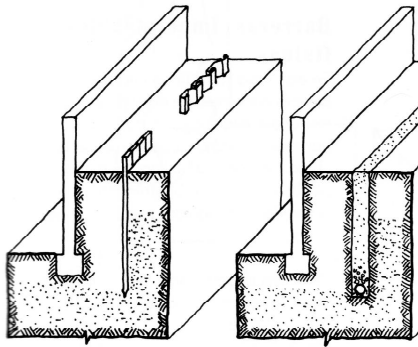
Las posibles medidas a adoptar hacen referencia a:

- Paso de humedad de los materiales colindantes:
 - o a través del suelo.
 - o a través del muro (apoyo de vigas)
- Precipitaciones atmosféricas:
 - o cubiertas y aleros.
 - o carpintería exterior de madera: recubrimientos, suelos, ventanas, balcones y puertas.

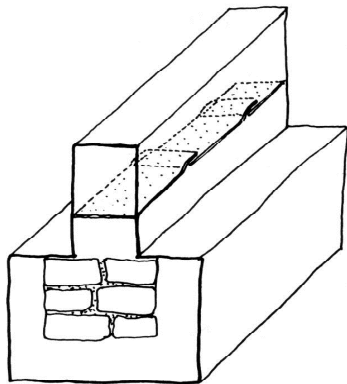
fenda: raja o hendidura al hilo en la madera. fuente: microsoft encarta
Mariela Neira P.



drenaje mediante la construcción de una zanja de drenaje adosada al muro.
Presentación Arq. René Navarrete



drenaje, impermeabilizando la cara exterior del muro
Presentación Arq. René Navarrete



barrera impermeable física
Presentación Arq. René Navarrete

- Formación de condensaciones.
- Aportes accidentales de humedad (fugas, filtraciones, goteras, etc.).

Humedades procedentes del suelo.

La antigüedad y porosidad de los muros facilita la ascensión de humedades por capilaridad y constituye uno de los aspectos más difíciles de reparar.

En primer lugar se debe al nivel freático del lugar, pero también por pérdidas de aguas residuales de albañales o instalaciones hidráulicas subterráneas. Las medidas generales a adoptar son las siguientes:

Drenaje.

Pretende reducir el nivel freático y la adecuación de las posibilidades de ejecución deberá determinarse en el sitio.

Una zanja de drenaje adosada al muro y su recogida de aguas con un tubo perforado colocado a unos 15 cm. por debajo de la base del cimientos se dispone con materiales graduados de gruesos a finos en forma ascendente.

Se aprovechará para realizar una impermeabilización en la cara exterior del muro y la cimentación.

Otra solución es la colocación de pozos de drenaje dispuestos en el interior y exterior del edificio, que recojan las aguas y estas se bombeen con posterioridad. Es más eficaz pero su funcionamiento lo encarece.

Barreras impermeables físicas. Consiste en colocar una barrera impermeable en el inicio del muro que interrumpa el paso de la humedad.

Puede ser una barrera plástica (PVC), o metálica (acero inoxidable, cobre, aluminio, plomo).

Por el hecho de tener que cortar el muro no se recomienda para espesores de muro mayores a 40 cm.

Barreras impermeables químicas. Este sistema consiste en inyectar a través de taladros en el muro soluciones químicas que consigan la obstrucción de los poros o bien la aplicación de soluciones hidrófugas.

En el primer caso se genera una capa impermeable y en el segundo una barrera repelente al agua. Son eficaces si se hacen con profesionalidad.

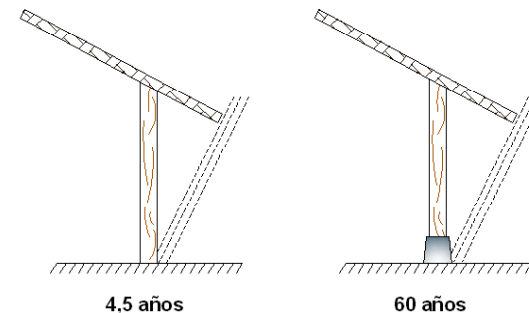
Consiste en la difusión lenta del producto mediante taladros a 15 cm. de altura con diámetro de 22 mm. Sin atravesar el muro y espaciadas a 15 cm. El proceso dura entre uno y dos días.

Sifones atmosféricos. Este sistema consiste en aumentar la superficie de evaporación.

Para lo cual se introducen tubos cerámicos porosos con un diámetro mínimo de 3 cm. de diámetro y largo de 15 a 30 cm.

Debe penetrar entre el 50 y el 75 % del grueso del muro y se colocan tres sifones inclinados hacia el exterior por cada metro lineal y a una altura entre 15 y 20 cm. del suelo.

Inconvenientes: aspecto estético y formación de puentes térmicos entre tubos.

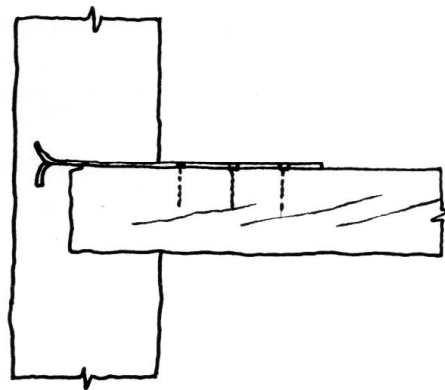


12. arranque de la estructura desde el suelo, las columnas de madera, sin una basa de piedra o de algún otro material que la protega del agua durarán aproximadamente 4,5 años, mientras que las que tienen una basa en el suelo que la separa de la superficie, tendrán una vida útil de 60 años aproximadamente

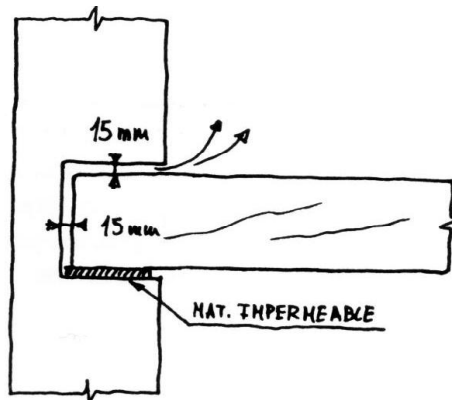


arranque de la estructura desde el suelo
fuente: curso construcción en madeira, Francisco Arriaga, octubre 2007

apoyo directamente sobre el muro.
fuente: Arq. René Navarrete



apoyo con base impermeable y separación de 15cm.
fuente: Arq. René Navarrete



Impermeabilización superficial. No representa ninguna solución pues la capilaridad es un fenómeno físico donde la presión capilar busca el equilibrio con la presión atmosférica y si se impermeabiliza una porción del muro la humedad seguirá subiendo hasta encontrar el equilibrio de presión y por tanto la superficie de evaporación.

Arranque de la estructura desde el terreno.

Las piezas de madera que transmitan cargas a la cimentación deberán quedar exentas del suelo.

Normalmente la pieza de madera descansa en una basa de piedra que lo separa del suelo. Esta deberá ser de al menos 30 cm., el encuentro entre la basa y la testa deberá ser la unión de caja y espiga, procurando que la espiga se parte de la basa para evitar acumulación de agua.

Apoyo de vigas en muros.

Este encuentro es un punto débil de las estructuras de madera. Por lo que siempre será motivo de inspección.

El apoyo más sencillo es el realizado directamente sobre el muro, en ocasiones se encuentra un elemento metálico anclado al muro y fijado al madero para que este trabaje las veces de tirante. Esta solución tiene el problema de que un cuenta con ventilación, por lo que cualquier acumulación de humedad afecta la testa de las vigas.

El apoyo ideal será el que tenga como base un asiento impermeable y separar alrededor de la viga un mínimo de 15 cm.

Se sugiere ventilar por la parte posterior directamente al exterior o bien por la parte superior al interior.

Cuándo el muro es lo suficientemente ancho, la solución más acertada es rebajar el muro para conseguir un escalón de apoyo, en el cuál se hace correr un durmiente donde descansan las testas de las vigas, quedando tanto el durmiente como las vigas ventiladas.

También se puede proponer un apoyo fuera del muro a través de una viga corrida de madera que descansa en canecillos o ménsulas de piedra.

Cubiertas y aleros.

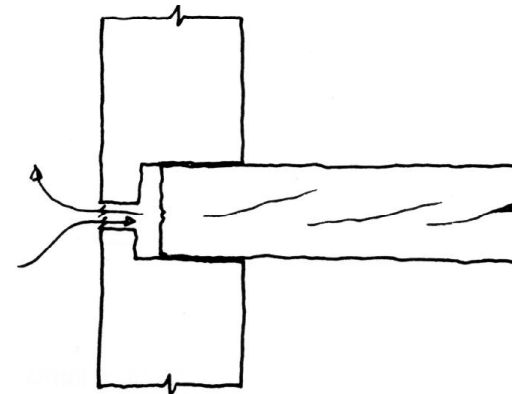
Pueden producirse distintos fallos que tengan como resultado la penetración de agua en la cubierta. Esto puede darse por:

- defecto del material de cobertura
- defecto en canalones, pues fuga de agua va a parar a la cubierta.
- insuficiente ventilación de la cubierta que permite la condensación o el incremento de humedad.

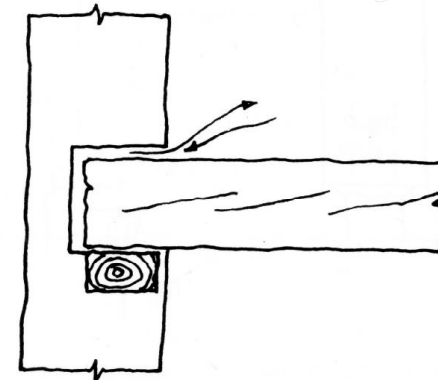
Las medidas que se recomienda utilizar son las siguientes:

- Aleros. El alero es capaz de proteger la fachada de acuerdo a la relación entre la longitud del alero y la altura de la edificación.

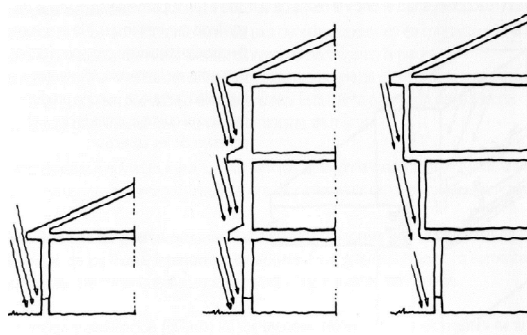
Un alero de 60 cm. puede proteger alturas hasta 3 m. y la altura mínima del zócalo será de 40 cm. con el fin de evitar salpicaduras.



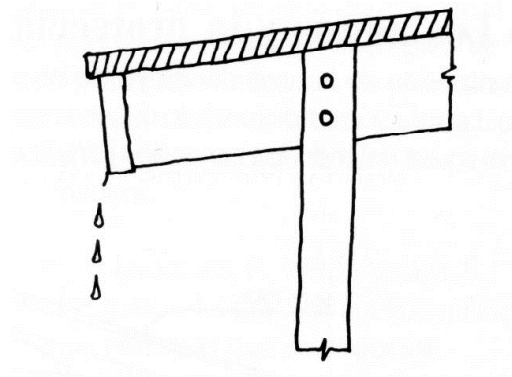
apoyo con ventilación
fuente: Arq. René Navarrete



apoyo con viga corrida de
madera
fuente: Arq. René Navarrete



aleros
fuente: Arq. René Navarrete



protección de testas, mediante
chapas metálicas
fuente: Arq. René Navarrete

Si es posible se repetirá el alero en cada nivel, con el consecuente cuidado de una buena impermeabilización.

O bien, el vuelo sucesivo de la fachada a la manera medieval.

Las testas de las piezas que vuelan se protegen con un cabezal de madera o babero de chapa metálica, que evita que el agua penetre por la sección transversal de las piezas.

- Buen diseño y dimensionamiento de canalones.
- Pendiente mínima de 20° en la cubierta.

Humedades en cubiertas e instalaciones.

Esto puede reducirse si se elimina la fuente de humedad y se da un mantenimiento regular y periódico y aplicando soluciones constructivas que eviten nuevas goteras o filtraciones.

En muros de fachada debe verificarse la posibilidad de condensaciones en el interior del muro, pues en ocasiones estas se dan en épocas en que temperatura y humedad se conjugan para ello, sin dejar huella de ello.

PROTECCIÓN DE LA MADERA POR DISEÑO.

Es la forma más inteligente de usar la madera. Hay que tener en cuenta las siguientes consideraciones.

- Elegir la madera adecuada, tomando en cuenta las cualidades de cada madera. Por ejemplo, las maderas resinosas admiten bien los usos estructurales e incluso al exterior

siempre y cuando estén bien protegidas.

- Evitar exponer las testas al agua.
- Evitar escuadrías grandes.
- Separar a las piezas del suelo, usando piedra, herrajes, etc. La separación deberá ser suficiente, mínimo 30 cm.
- Ventilar los apoyos de la madera. La ventilación debe llegar a todos los espacios, como cámaras de falso techo y armaduras de cubierta.
- Colocar barreras antihumedad sobre zócalos y muros.
- Evitar zonas de acumulación de agua. Las zonas de acumulación de agua como limahoyas, canalones, son de mayor riesgo.
- Producir desagües y disponer de arquitrabes y goterones.
- Prever holguras en uniones y permitir deformaciones, esto es importante en carpinterías exteriores donde la madera se puede romper.
- En cuanto al aspecto estético hay que disponer de juntas y líneas visuales de manera que las deformaciones no sean tan visibles.
- Prever el mantenimiento, su frecuencia dependerá del producto que se utilice, pero en general deberá ser como máximo 5 años.



protección de testas
fuente: Curso construcción en
madeira, Manuel Touza, octubre
2007

escuadría: conjunto de las dos dimensiones de la sección transversal de una pieza de madera que está

Mariela Neira P.



MEDIDAS DE CARÁCTER ESTRUCTURAL.

Como resultado del diagnóstico se tomarán medidas de tipo estructural cuando la madera ha sufrido un deterioro para aportar seguridad y estabilidad en la construcción.

El problema puede ser de origen biótico y que ocasiono pérdida de sección y

Las opciones pueden ser:

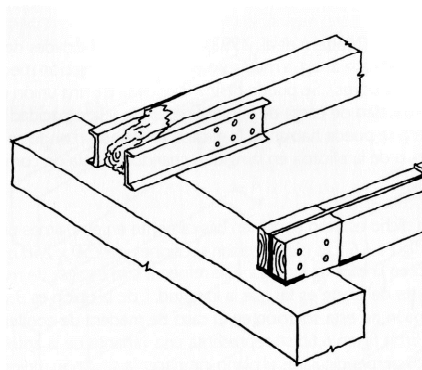
- Sustitución de la pieza.
- El refuerzo y reestructuración de la pieza.
- Consolidación de la pieza.

Sustitución de la pieza.

Cuando la pieza de la madera se encuentre en un estado en el que ya ha perdido sus capacidades, debido a varios aspectos se recomienda la sustitución de la pieza, sin embargo la madera permite la reutilización de parte del material siempre que se encuentre en buen estado, libre de ataques y con la resistencia suficiente. Para la sustitución de las piezas de madera se elimina la madera afectada y se reemplaza por otra de la misma especie e impregnada preventivamente con algún tratamiento preservante.

Refuerzo y Reestructuración de la pieza.

Estos sistemas cambian la forma de trabajo original.



refuerzo y reestructuración de la
pieza de madera
fuente: Arq. René Navarrete



Es una intervención puntual o general que consiste en incrementar la capacidad de trabajo de un elemento, al resultar insuficiente en su uso previsto. A fin de limitar su deformación sin actuar directamente en ella.

Consolidación de la pieza.

Para recuperar la capacidad portante original.

Prótesis en apoyos. Son muy usuales, porque en los forjados es normal encontrar piezas deterioradas en especial por problemas de humedad o de infiltraciones, una alternativa es cortar las cabezas de las vigas afectadas y disponer canes de apoyo que incluso puede ser de metal, estos pueden quedar por debajo de las vigas de madera o al mismo nivel de las cabezas de las vigas, si se da este caso requerirá herrajes de conexión, otras veces se recurriría ya desde el primer momento a canes de madera como refuerzos de los apoyos de las vigas, esta medida reduce la luz de trabajo de la viga y deja madera de reserva frente a las pudriciones frecuentes en los empotramientos.

Otras prótesis puntuales. En el caso de roturas puntuales sea por exceso de refuerzos o por reparaciones mal hechas, las prótesis pueden ser en madera, con pletinas o perfiles metálicos, etc.

Refuerzos realizados a lo largo de las piezas. Cuando sabemos que la madera está en buen estado, pero que necesitan refuerzos hay muchas posibilidades de reforzar con pletinas de acero, perfiles metálicos, redondos de acero, tableros contrachapados, etc. Estos elementos pueden unirse a la madera mediante encolado, pernos y tornillos, y pueden ir en la parte superior, inferior o en los lados.



Las técnicas.

Las intervenciones mínimas, a veces con carácter temporal. Son soluciones económicas, que habrá que sopesar con su aspecto estético.

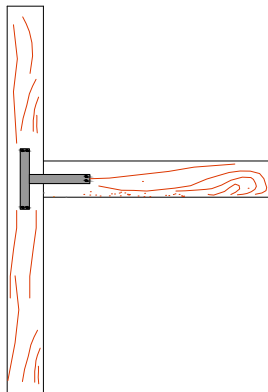
La utilización del concreto armado siempre y cuando sea utilizado como sistema mixto con capas de concreto conectadas a la estructura de madera, pues en ocasiones se deja el entramado de madera sin función estructural.

Utilización de madera para consolidar o reforzar la estructura. Utilización de madera laminada.

Utilización de la tecnología de resinas epoxi. Eficaces estructuralmente pero de costo elevado.

Algunas soluciones para la consolidación o el refuerzo de las piezas estructurales pueden ser:

- Utilización de apeo. Consiste en una intervención mínima que pretende mantener en ciertas ocasiones con carácter temporal, la estabilidad del elemento. Dentro de estos se encuentran todas las soluciones de apeo, disposición de elementos parteluz o de recalde de los apoyos defectuosos.
- Utilización de perfiles metálicos. Son en ocasiones soluciones pobres desde el punto de vista estético; sin embargo el material ofrece confeccionar secciones especiales.



utilización de perfiles metálicos.



- Se utilizan perfiles metálicos en puntos dañados de elementos de madera, de forma que recuperen su capacidad portante (cabezas de vigas en muros, unión de zonas partidas de una misma viga, etc).

- En sustitución de secciones saneadas de madera por perfiles metálicos, en pies derechos.

- Soluciones en madera. Se centra en la utilización de la madera para la consolidación o el refuerzo de la estructura. En muchos casos el refuerzo puede consistir simplemente en el adosado de nuevas piezas de madera a las existentes, también suele darse mediante empalmes de corte oblicuo en la cara de la pieza y se refuerza con espigas; para alcanzar eficacias elevadas en este tipo de soluciones se recurre al encolado como medio de unión. También puede recurrirse a la sustitución de las piezas inservibles por otras nuevas, con la simplificación de las operaciones constructivas.

La madera para la consolidación deberá estar protegida en profundidad, conviniendo sea de la misma especie que la que se consolida. Normalmente se suele incrementar la sección del elemento a consolidar, para el logro de un adecuado grado de resistencia a flexión.

Uso de resinas epoxídicas.

Ofrecen gran versatilidad en las reparaciones, conectando prótesis o uniendo piezas rotas.

Se puede unir con efectividad madera con madera, y madera con metal o con fibra de vidrio.

Estas resinas tienen gran resistencia, adherencia con muchos materiales y un módulo de elasticidad relativamente bajo cercano al de la madera.



Para el buen uso de las resinas se requiere de condiciones de fraguado estrictas, mezcla, temperatura, humedad y limpiezas de las superficies unir, por lo que se requiere que sus trabajos se realicen por profesionales.

El inconveniente de las resinas epoxídicas es el gran calor de fraguado y las retracciones.

Posibilidades de las resinas epoxídicas:

Se puede usar en los siguientes casos:

- Consolidación (prótesis) de las cabezas de las vigas, por medio de la unión de las maderas con chapas de metal o tablero estructural.
- Unión de piezas que estén rotas, mediante chapas o varillas de fibra.
- Refuerzos longitudinales aparentes u ocultos.
- Apoyos en pies derechos.
- Sellados, consolidaciones y refuerzos o cosidos de piezas mediante inyecciones de lechada de resina, varillaje o incluso vendas inyectadas de resina.

Preparación de la superficie.

Es muy importante la preparación a fondo de la superficie para permitir que la resina desarrolle sus propiedades al máximo.

La madera debe estar limpia (todo recubrimiento debe ser eliminado), seca y libre de

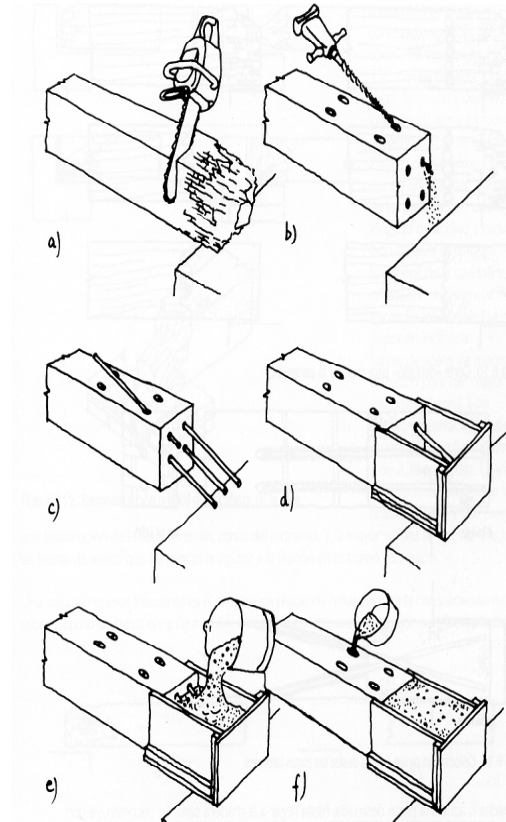
contaminación, se recomienda una superficie bien lijada. Asegurarse que el polvo del lijado ha sido limpiado antes de la aplicación de la resina. Para maderas aceitosas como la teca, se necesita un paso adicional para desengrasar la madera. El contenido ideal de la madera debe estar por debajo del 12%, si éste sobrepasa el 14% dejar que la madera se seque antes de la aplicación.

Forma de ejecución. (general). Va a depender de cada caso, pero en general se puede realizar el siguiente procedimiento:

- a) Delimitación de la zona afectada y cortar.
- b) Se realizan los cortes y taladros necesarios.
- c) Colocación de la fibra u otro conector.
- d) Colocación del encofrado.
- e) Verter el mortero.
- f) Verter la resina (más líquida).

Actuaciones en piezas en flexión

- Soluciones con aporte de madera
- Uso de placas internas
- Uso de barras de refuerzo
- Soluciones mixtas de madera y concreto
- Soluciones con acero



procedimiento para consolidar
piezas de madera
fuente: Presentación,
Arq. René Navarrete



TRATAMIENTOS DE PROTECCIÓN.

En los edificios en donde se han presentado ataques por agentes xilófagos, será necesario un tratamiento curativo y al mismo tiempo un tratamiento preventivo.

Tratamiento contra hongos xilófagos.

Los hongos de pudrición atacan a maderas con un coeficiente de humedad del 20 %.

Tratamiento curativo. Las medidas de carácter constructivo son en buena medida un tratamiento curativo para evitar el desarrollo de los hongos de pudrición.

Una vez hecho esto, viene el proceso de secado de la estructura que generalmente es lento y puede provocar deterioros. Para ellos se puede acelerar el secado introduciendo corrientes de aire, calefacción o deshumificadores.

Se pueden citar actuaciones añadidas para la limpieza de zonas dañadas y son:

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

Para la madera se usan productos químicos orgánicos inyectados o pulverizados y para los muros productos hidrodispersables.

Preparación de las superficies. Se tiene que eliminar todo lo que pueda impedir la aplicación del producto protector.



Tratamiento de suelos, muros y tabiques. Se debe realizar en elementos que tengan una humedad alta para evitar pudriciones u hongos durante el proceso del secado. Se deberá quemar cualquier aparición de hongos en muros, para posteriormente realizar un tratamiento de profundidad.

Tratamiento de piezas de madera. Primeramente se debe eliminar la zona dañada y dejar al descubierto la parte sana para conocer la sección residual y tomar las medidas que sean necesarias.

El tratamiento se hará con implantes o inyección de funguicida a través de taladros.

Las aplicaciones por pulverización (superficiales), serán complementarias y solo para eliminar posibles esporas de hongos.

Tratamiento con pastas. Son tratamientos que se aplican con forros o vendajes impregnados con pastas fungicidas para proteger las partes enterradas de postes. Es más bien preventivo que curativo.

Tratamiento con implantes. Se aplica en piezas de madera en contacto continuo con humedad. El producto químico se encuentra en cartuchos que se introducen en orificios taladrados en la madera. Utilizan sales de boros.

Tratamiento contra insectos de ciclo larvario.

Se debe diferenciar la zona atacada por estos insectos y la parte sana, ya que con la parte sana con un tratamiento preventivo será suficiente. Se deberá realizar:



- Acceso y limpieza en la zona
- Desbastado
- Tratamiento curativo
- Tratamiento preventivo

Acceso y limpieza. Eliminar materiales que recubran la madera y que evitan la aplicación del tratamiento.

Desbastado. Eliminar la zona de madera degradada, descubriendo la madera sana. Los objetivos son:

- Comprobar la pérdida de sección para determinar refuerzos o sustitución y facilitar la penetración del tratamiento protector.
- En ocasiones no es posible desbastar (por valor de la pieza o por existencia de pinturas), por lo que se recurrirá a inyecciones.

Tratamiento curativo en profundidad.

Se aplica en todas las piezas dañadas y a las del entorno y cuya sección este en:

- Piezas atacadas con gruesos mayores a 50 mm y perímetros superiores a 340 mm.
- Rollizos con diámetros mayores a 100 mm.

Este tratamiento consiste en la inyección de la sustancia procurando que sea en la zona de la albura.



Se hará de acuerdo a las siguientes condiciones:

- En caso de piezas de gran escuadría, gruesos mayores a 200 mm y perímetros superiores a 800 mm, las inyecciones se harán al tresbolillo en ambas caras de la pieza.
- Para piezas con gruesos mayores a 300 mm y con solo una cara accesible se harán taladros en dos líneas, cortos y largos, con profundidades distintas y alternadas.
- Si existen fendas se harán inyecciones en cada lado de la fenda.

La dosis recomendada es de 60g por metro lineal, 20 gr. por orificio.
Tratamiento con productos gaseosos. Se utilizan cuando se puede aislar la pieza en la atmósfera de gas. Es posible utilizarlo en locales o edificios completos. Requiere un alto grado de seguridad de sellado.

Los insectos mueren al contacto con el gas, pero el tratamiento no evita que la pieza sea infestada de nuevo.

Es de carácter curativo, pero no preventivo.

Debe aplicarse por personal altamente calificado.

Tratamiento con productos en humo. Se utiliza en situaciones donde no es posible acceder de manera fácil.

Se producen humos del insecticida, el cual se deposita y deja una película del producto que elimina a los insectos que entran en contacto con ella. Sin embargo no elimina las larvas que están depositadas en el interior.



Otra recomendación es limpiar las piezas que no sean de madera para evitar contaminación. La recomendación es repetir el tratamiento de forma anual.

Tratamiento por esterilización de calor. Las larvas de los insectos mueren alrededor de los 55 a 60° C, mantenidas durante un período de 30 a 60 min.

Consiste en elevar la temperatura del aire con calefactores y mantenerla en recintos sellados.

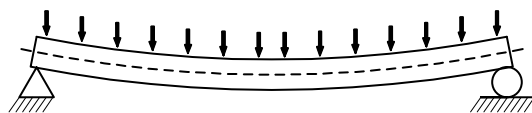
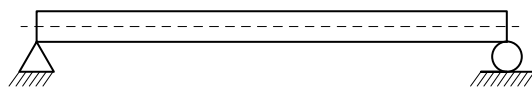
Puede utilizarse un calentamiento por radio frecuencia, sometiendo la madera a un campo eléctrico, requiere medidas especiales de seguridad y más efectivo en piezas localizadas y de dimensión reducida.

ESFUERZOS A LOS QUE PUEDEN ESTAR SOMETIDOS LOS ELEMENTOS DE MADERA.

Flexión.

Es el tipo de deformación que presenta un elemento estructural alargado en una dirección perpendicular a su eje longitudinal. Un caso típico son las vigas las que están diseñadas para trabajar principalmente a flexión. Igualmente el concepto de flexión se extiende a elementos estructurales superficiales como placas o láminas.

El rasgo más destacado es que un objeto sometido a flexión presenta una superficie de puntos llamada fibra neutra, tal que la distancia a lo largo de cualquier curva contenida en ella no varía con respecto al valor antes de la deformación. El esfuerzo que provoca la flexión se denomina momento flector.



deformación de pieza sometida al
esfuerzo de flexión

Tracción:

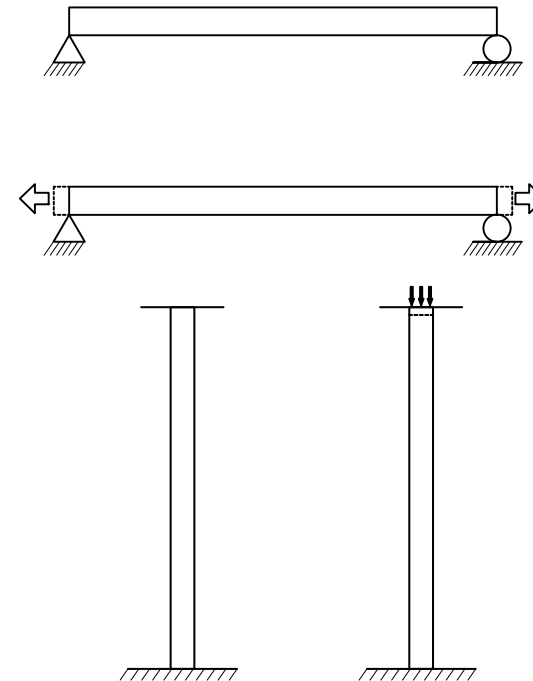
Tracción es el esfuerzo al que está sometido un cuerpo por la aplicación de dos fuerzas que actúan en sentido opuesto, y tienden a estirarlo.

Un ejemplo de esfuerzos sometidos a tracción se da en puentes colgantes o en los que están sostenidos por cables (tensores o tirantes). Dichos elementos están sometidos a tracción. La madera es un material muy indicado para trabajar a tracción (en la dirección de las fibras), viéndose limitado su uso únicamente por la dificultad de transmitir estos esfuerzos a las piezas. Esto significa que en las piezas sometidas a tracción los problemas aparecerán en las uniones. Si se realiza un esfuerzo de tracción en la dirección axial, la magnitud de la deformación producida será menor que si el esfuerzo es de compresión, sobre todo en lo que concierne a las deformaciones plásticas. Es decir que la rotura de la madera por tracción se puede considerar como una rotura frágil. En la práctica existen algunos inconvenientes, que se han de tener en cuenta al someterla a este tipo de esfuerzos; en la zona de agarre existen compresiones, taladros, etc., que haría romper la pieza antes por raja o cortadura, con lo que no se aprovecharía la gran resistencia a la tracción. Por otra parte, los defectos de la madera, tales como nudos, inclinación de fibras, etc., afectan mucho a este tipo de sollicitación, disminuyendo su resistencia en una proporción mucho mayor que en los esfuerzos de compresión.

Compresión.

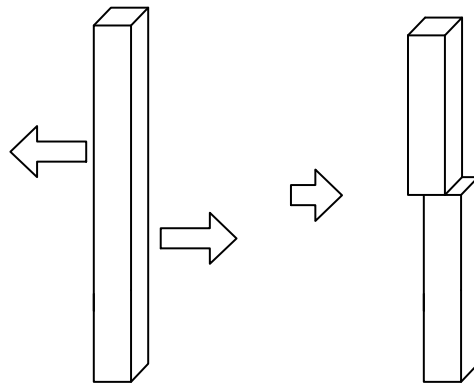
Es la resultante de las tensiones o presiones que existe dentro de un sólido deformable o medio continuo, caracterizada porque tiende a una reducción de volumen o un acortamiento en determinada dirección.

La forma del elemento (su sección y su longitud) influye en el comportamiento a compresión de un elemento, concretamente el factor denominado esbeltez. La esbeltez es la relación

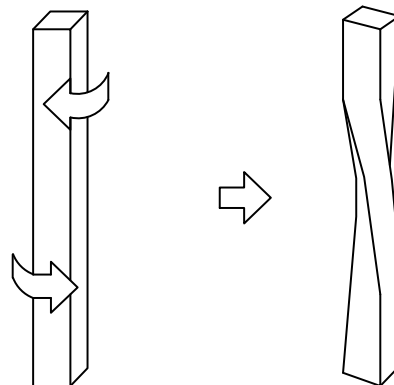


elemento sometido a esfuerzos de tracción, tiende a estirar a la pieza de madera

elemento sometido a esfuerzos de compresión, tiende a reducir o acortar a la pieza



elemento sometido a esfuerzos de cortante



elemento sometido a esfuerzos de torsión

que existe entre la longitud del elemento y la superficie que hay en un corte perpendicular (sección recta).

Si un elemento es muy largo con relación a la sección, cuando intentemos comprimirlos, se arqueará, es decir, pandeará.

La madera, en la dirección de las fibras, resiste menos a compresión que a tracción, siendo la relación del orden de 0,50, aunque variando de una especie a otra de 0,25 a 0,7. La alta resistencia a la compresión es necesaria para cimientos y soportes en construcción. La resistencia a la flexión es fundamental en la utilización de madera en estructuras, como viguetas, travesaños y vigas de todo tipo. Muchos tipos de madera que se emplean por su alta resistencia a la flexión presentan alta resistencia a la compresión y viceversa; pero la madera de roble, por ejemplo, es muy resistente a la flexión pero más bien débil a la compresión.

Esfuerzos tangenciales

Se denominan esfuerzos tangenciales debido a que las fuerzas o acciones que los originan están situadas en un plano perpendicular al elemento estructural, es decir, en el plano de la sección. Estos esfuerzos son:

- Esfuerzo cortante: Este esfuerzo se da cuando sobre un cuerpo actúan fuerzas iguales, con la misma dirección y sentido contrario. Dichas fuerzas están situadas en el mismo plano o en planos muy próximos. Un claro ejemplo de secciones situadas a esfuerzo cortante son los apoyos de vigas sobre pilares.
- Torsión: Esta solicitación se produce cuando sobre un cuerpo actúan fuerzas iguales, con la misma dirección y sentido contrario. Dichas fuerzas están situadas en planos paralelos. Sobre un mismo cuerpo pueden actuar simultáneamente varios tipos de esfuerzos.



MEDIOS PARA LA UNIÓN DE PIEZAS DE MADERA.

Uniones. Cuando existen longitudes demasiado largas y no existan piezas que satisfagan estas dimensiones, hay que recurrir necesariamente a la unión de dos o más piezas, unas a continuación de las otras hasta obtener la longitud deseada, pero hay que tener muy en cuenta de que estas uniones no sean puntos débiles, para garantizar el buen funcionamiento de los elementos estructurales. Para la unión de las piezas se debe acudir a los llamados empalmes, acoplamientos, ensanchamientos y ensambladuras.

Ensamblajes. El objetivo de los ensamblajes, es el de conseguir un menor trabajo mecánico de las piezas, estas uniones pueden presentarse en dos o más piezas formando ángulo, o pueden darse en los extremos, o una de ellas dentro de la otra. Los ensamblajes más usados reciben el nombre de ensamble a media madera, en cola de milano, a caja y espiga, etc.

Empalmes. Es la unión de las piezas por sus extremos. Sirven para alargar las piezas ya sea en sentido vertical, horizontal o inclinado. En cuanto a la resistencia mecánica funcionan bien a la tracción, compresión o tracción, teniendo en cuenta que cada empalme actúa de diferente forma. Los maderos empalmados suelen ofrecer menor resistencia que los enterizos.

Acoplamientos. Se los utiliza para aumentar secciones en caso de que las piezas no sean de la medida en las que se requiere. Se puede dar un acoplamiento de dos o más piezas para cumplir con una misma función. Un acoplamiento puede solucionarse bien simplemente apoyando una viga sobre otra, cara con cara, encolando éstas, uniéndolas por medio de bridas, tornillos, clavijas, etc.

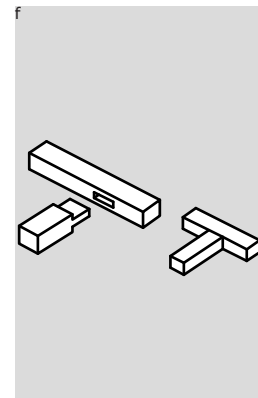
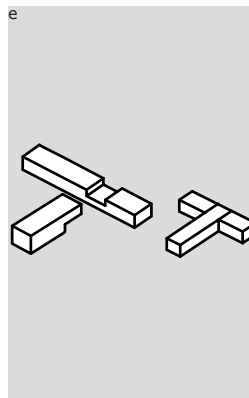
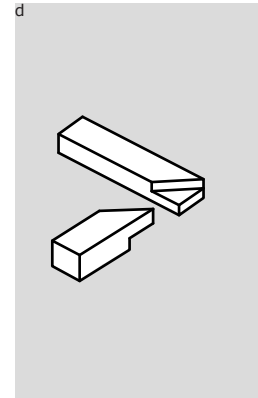
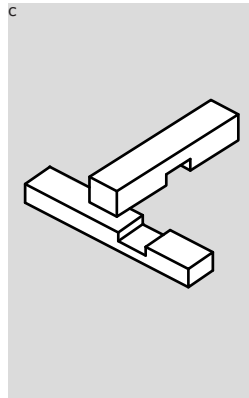
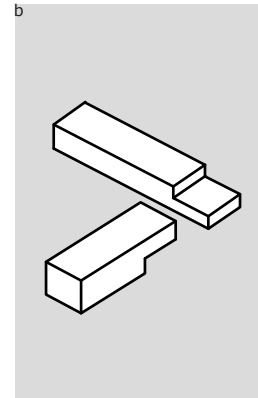
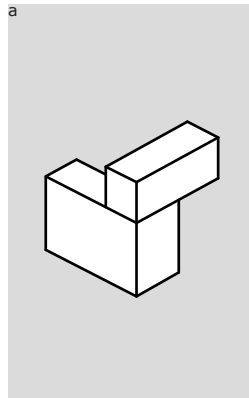
Ensanchamiento. Sirven para construir superficies considerables mediante el empalme de varias tablas. Se los utiliza principalmente para pisos, tabiques, cubiertas, etc. Estos ensanchamientos pueden conseguirse mediante empalmes sencillos, es decir tope a tope, en bisel, corte de pluma, machiembrado, entre otros.



ensambles
Fotografía: La autora



acoplamientos
Fotografía: La autora



a) Ensamble Sobrepuesto.

b) Ensamble a Media Madera y a Escuadra

c) Ensamble a dos Piezas a Media en Cruz.

d) Ensamble a Media Madera y a Inglete.

e) Ensamble a Media Madera en T.

f) Ensamble en T con Espiga Abierta.

TIPOS DE ENSAMBLES DE MADERA.

En los empalmes gráficos adjuntos generalmente los esfuerzos más críticos son los esfuerzos de compresión y cortante, para la determinación más precisa de todos los esfuerzos se debe analizar en cada caso las condiciones de carga y la forma geométrica de la estructura en su conjunto

a) Ensamble sobrepuesto.

Es el más sencillo y se emplea para trabajos bastos. Se le refuerza con clavos, cola, clavijas y chapas de hierro.

b) Ensamble a Media Madera y a Escuadra.

Rebajadas las piezas se superponen y encolan. Se utiliza para cuadros en ángulo recto, para travesaños y piezas intermedias. Se refuerza con clavos, cola, tornillo y clavijas.

c) Ensamble a dos Piezas a Media en Cruz.

Se utiliza cuando no se dispone de espacio para superponer las piezas, las cuales han de hallarse entre dos planos.

d) Ensamble a Media Madera y a Inglete.

Es de mejor presentación que el de escuadra. El extremo de una pieza se rebaja en ángulo y también se corta en ángulo el extremo de la otra pieza, y se rebaja a escuadra la media madera.

e) Ensamble a Media Madera en T.

Una de las piezas penetra en la otra que está a media madera.

f) Ensamble en T con Espiga Abierta.

La espiga se introduce en una escopladura con salida. Si la escopladura fuera son salida se



llamaría ensamble de espiga con mortaja.

g) Unión de dos Piezas Encoladas y Sujetas con Clavos de Madera.

Se usaba para el clavado de listones, molduras, acoplamientos

h) Ensamble de dos Piezas con Clavijas Cilíndricas Ocultas.

Las clavijas penetran perpendicularmente hasta los dos tercios del espesor de la tabla, los agujeros deben quedar algo retirados de la testa.

i) Unión de Dos Piezas con Ranura Sencilla.

Se los utiliza para ensambles en ángulo recto; la ranura es pasante y visible, y abarca todo el ancho de la tabla.

j) Unión de Dos Piezas a inglete con listón de Refuerzo.

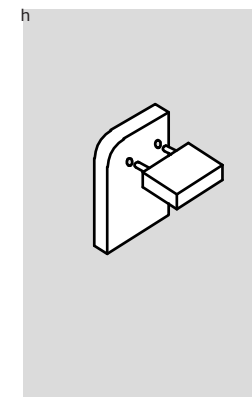
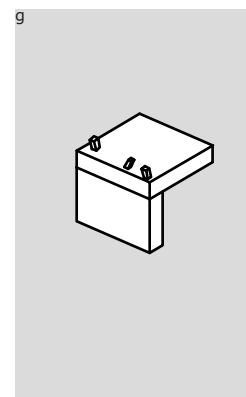
Esta opción permite ocultar las testas. Lleva un ángulo de refuerzo sobrepuesto. El bisel deberá tener 45°.

k) Unión de dos Piezas con Rebajo y con listón de Refuerzo.

El rebajo y la testa deben coincidir. Es un ensamble de mucha aplicación, es sencillo y fuerte.

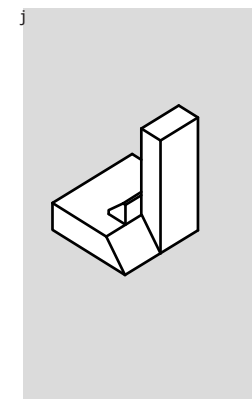
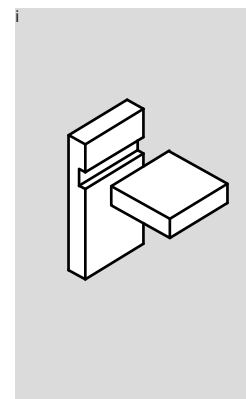
l) Ensamble de dos Piezas con Rebajo y Sesgo.

Las dos cabezas han de tener diverso perfil. Para el sesgo a inglete, se empleará en una el cepillo de pulir, y en la otra el guillame.



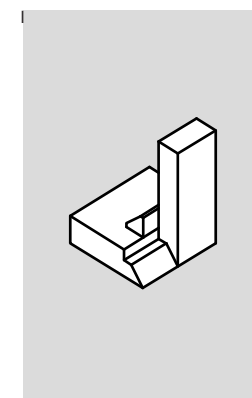
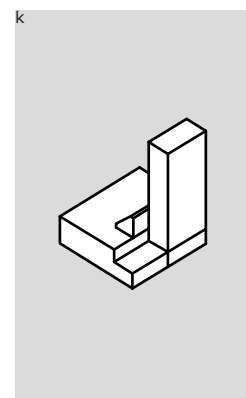
g) Unión de dos Piezas Encoladas y Sujetas con Clavos de Madera.

h) Ensamble de dos Piezas con Clavijas Cilíndricas Ocultas.



i) Unión de Dos Piezas con Ranura Sencilla.

j) Unión de Dos Piezas a inglete con listón de Refuerzo.



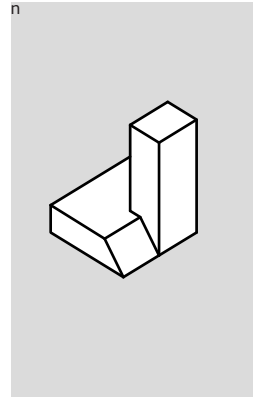
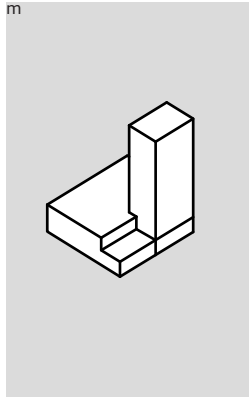
k) Unión de dos Piezas con Rebajo y con listón de Refuerzo.

l) Ensamble de dos Piezas con Rebajo y Sesgo.



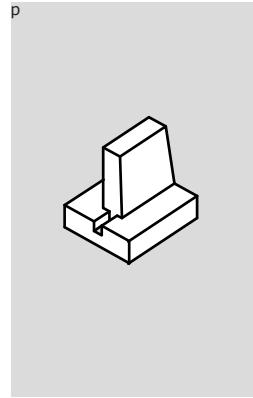
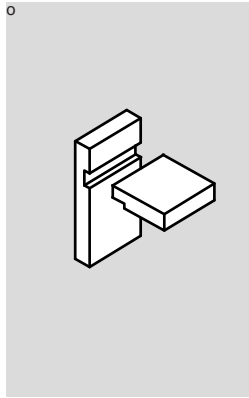
m) Unión de dos piezas en ángulo recto y con rebajo.

n) Ensamble de dos piezas en ángulo recto con inglete y espaldón.



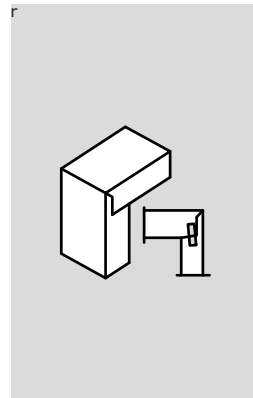
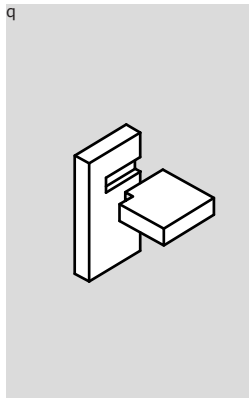
o) Unión de dos piezas con espiga y ranura.

p) Unión de dos piezas en ángulo recto con espiga y ranura.



q) Unión de dos piezas con ranura oculta.

r) Unión de dos piezas en ángulo recto con sesgo de 45° y rebajo.



m) Unión de dos piezas en ángulo recto y con rebajo.

Se practica un rebajo que coincida en las dos testas, que se van a ensamblar. Se superponen, se les da una mano de cola y se clavan.

n) Ensamble de dos piezas en ángulo recto con inglete y espaldón.

La junta a inglete debe estar bien hecha, de lo contrario los bordes tenderán a abarquillarse. Se usa este ensamble para obtener superficies no interrumpidas.

o) Unión de dos piezas con espiga y ranura.

Se puede practicar por testa o a lo largo de la fibra. El grueso de la espiga estará en relación con el de la pieza.

p) Unión de dos piezas en ángulo recto con espiga y ranura.

Es diferente el grueso de la espiga ya que el ensamble se hace en el centro de la pieza. Hay que tener en cuenta que no se abarquillen cuando se trabaja con piezas anchas y macizas.

q) Unión de dos piezas con ranura oculta.

Una de las piezas penetra y cubre enteramente el rebajo, dejando el frente para apoyo de la misma pieza.

r) Unión de dos piezas en ángulo recto con sesgo de 45° y rebajo.

Va reforzada con clavijas ocultas.



r)Ensamble en angulo recto con espiga abierta.

Es un ensamble sencillo, fuerte y de uso corriente en carpintería, pero poco vistoso en ebanistería porque la espiga por el canto y la testa quedan visibles.

s)Union de un larguero con dos traviesas a doble espiga.

Para ensamblar piezas de mucho grosor, da mejor resultado la doble espiga, por su mayor superficie de adherencia a la cola, y mayor refuerzo de puntas, clavijas, etc.

t)Unión en angulo recto con doble espiga al exterior.

Es poco vistoso por quedar ambas espigas visibles al exterior.

u)Unión de dos piezas con espiga postiza y ranura.

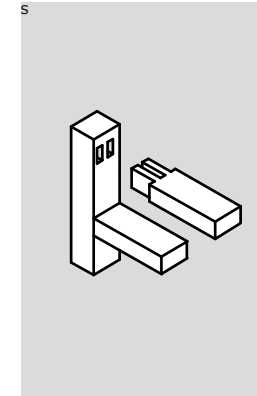
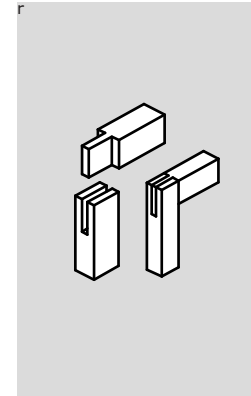
La espiga puede sacarse de la misma pieza.

v)Ensamble de dos piezas en angulo recto con doble ranura pasante.

La testa de la tabla ranurada encaja en el rebajo de la tabla espigada, aumentando así la solidez del ensamble.

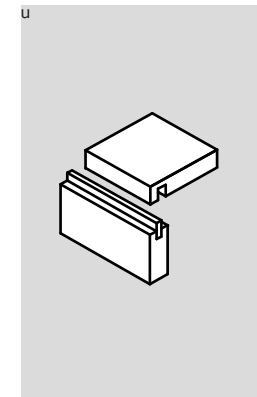
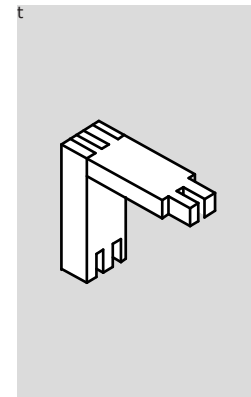
w)Ensamble de dos piezas en angulo recto, con el corte a 45° y lengüeta postiza.

La unión cae en la misma arista.



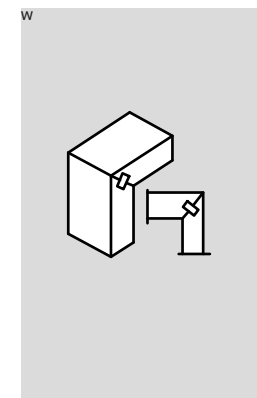
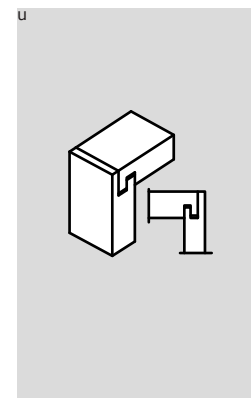
r)Ensamble en angulo recto con espiga abierta.

s)Union de un larguero con dos traviesas a doble espiga.



t)Unión en angulo recto con doble espiga al exterior.

u)Unión de dos piezas con espiga postiza y ranura.



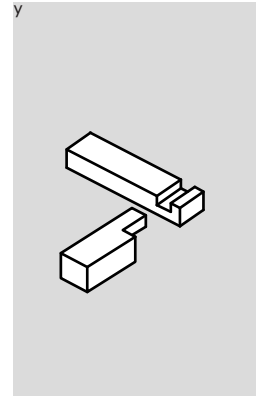
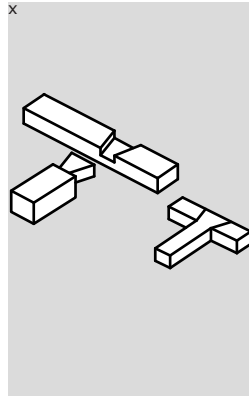
v)Ensamble de dos piezas en angulo recto con doble ranura pasante.

w)Ensamble de dos piezas en angulo recto, con el corte a 45° y lengüeta postiza.



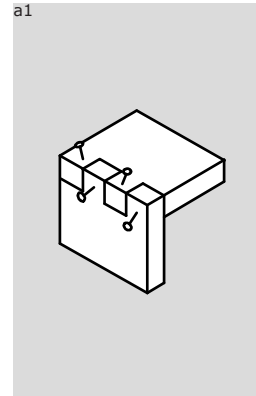
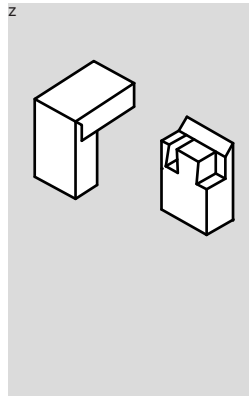
x) Ensamble a media madera con cola de milano.

y) Union a media madera con semicola de milano.



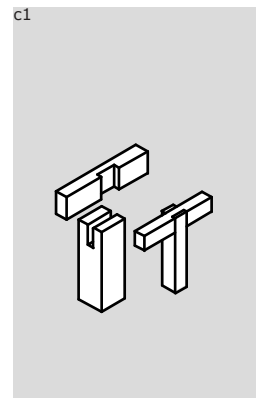
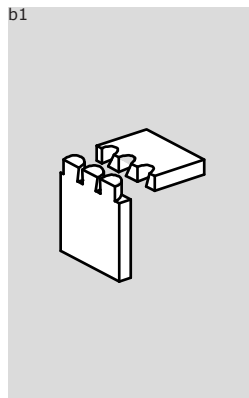
z) Ensamble con espigas cubiertas.

a1) Unión de dos piezas con espigas múltiples rectas.



b1) Ensamble de espigas abiertas.

c1) Ensamble central a tenaza de piezas de distinto espesor.



x) Ensamble a media madera con cola de milano.

Es muy empleada por resistir fuerzas de tracción.

y) Union a media madera con semicola de milano.

La presentación en general es más vistosa si las uniones quedan cubiertas en el canto y en la cara, pero hay peligro de que se rompa el extremo de la pieza.

z) Ensamble con espigas cubiertas.

La juntura a inglete y rebajo es distinta en los dos cantos. La preparación del inglete y del rebajo se efectúan después de hechas las espigas. La unión de las dos piezas está en ángulo recto.

a1) Unión de dos piezas con espigas múltiples rectas.

Las entrantes y salientes son de igual profundidad que el espesor de las piezas. Se encola y se refuerza con clavos.

b1) Ensamble de espigas abiertas.

Es la forma común del dentado hecho a máquina en la fresadora. Da un buen acoplamiento en los dientes y en las colas de milano. Sin embargo este tipo de ensamble es difícil de realizar, por lo tanto poco práctico.

c1) Ensamble central a tenaza de piezas de distinto espesor.

Se lo usa para resistir las fuerzas de compresión en armarios, mesas, caballetes, etc.



d1)Ensamble de colas de milano abiertas.

Su solidez está en el múltiple encaje de colas y cajas. Las tablas pueden ser de igual o de distinto grueso. Este tipo de ensamble es poco práctico debido a la dificultad para realizar este tipo de cortes

e1)Ensamble de colas de milano con espigas semicubiertas.

Las espigas penetrarán ajustadas pero sin riesgo de que abran la madera, sólo en una de las piezas se puede dar un corte oblicuo de sierra, la tabla que cubre las espigas suele ser de mayor espesor. Igual que el ensamble anterior, este ensamble es poco práctico

f1)Unión en ángulo recto a espiga sencilla y caja.

No se observa la espiga en la parte opuesta de la mortaja.

g1)Unión de espiga y caja con barbilla.

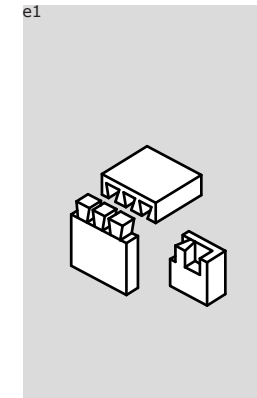
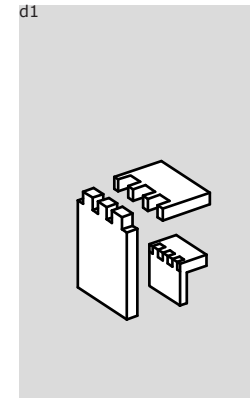
Para aliviar el peso de la espiga, se encaja con uno de los bordes laterales cortados a bisel, y se refuerza con una clavija que se situará ligeramente fuera del eje.

h1)Unión de dos piezas con lengüeta y ranura.

El ensamble queda enrasado por las dos caras, se recomienda dejar cierto espesor desde la ranura al extremo de la testa, para garantizar la solidez del ensamble.

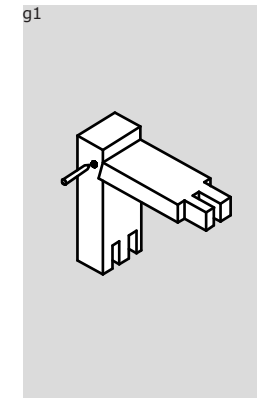
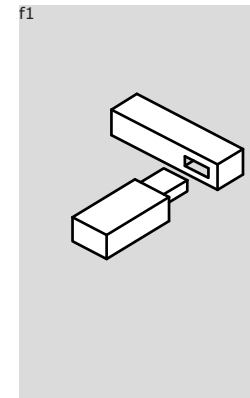
i1)Ensamble de colas de milano de dos piezas inclinadas.

Es el dentado clásico de la tolva. Las colas quedan visibles por ambas caras, y el dentado no es perpendicular a los bordes de los tableros.



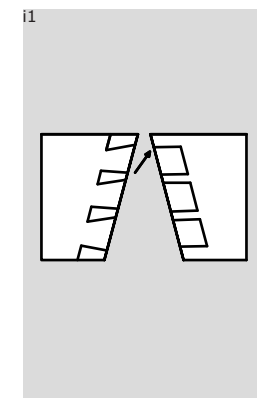
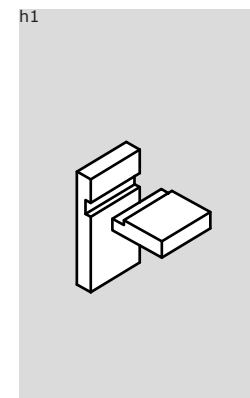
d1)Ensamble de colas de milano abiertas.

e1)Ensamble de colas de milano con espigas semicubiertas.



f1)Unión en ángulo recto a espiga sencilla y caja.

g1)Unión de espiga y caja con barbilla



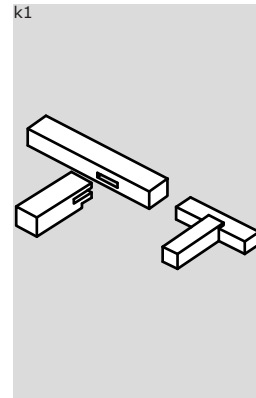
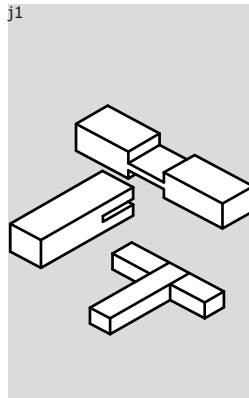
h1)Unión de dos piezas con lengüeta y ranura.

i1)Ensamble de colas de milano de dos piezas inclinadas.



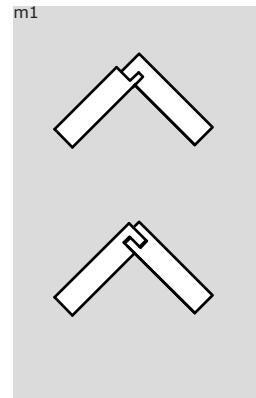
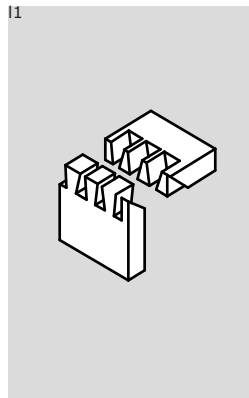
j1) Unión de ensamble central a tenaza o de horquilla.

k1) Unión De Dos Piezas De Distinto Espesor A Espiga Y Mortaja.



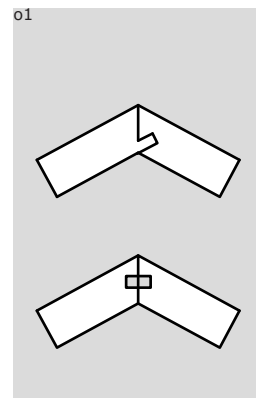
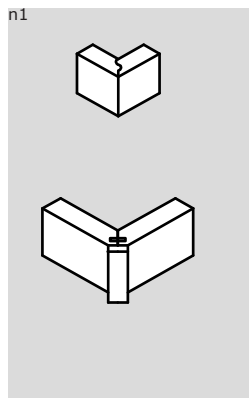
l1) Ensamble en ángulo recto con espigas visibles.

m1) Ensamble de dos piezas en ángulo recto.



n1) Ensamble de dos piezas en ángulo, con ranura y lengüeta redondeadas.

o1) Ensamble de dos piezas en ángulo obtuso.



j1) Unión de ensamble central a tenaza o de horquilla.

Una de las piezas va rebajada por ambas caras aproximadamente en un tercio del espesor, y en la otra pieza se hace la escopladura para recibir la espiga.

k1) Unión De Dos Piezas De Distinto Espesor A Espiga Y Mortaja.

A causa de la diferencia de groesos, se redondea la testa para suavizar el resalte.

l1) Ensamble en ángulo recto con espigas visibles.

El corte se hace a inglete en los cantos exteriores. La profundidad de los dientes es igual al grueso de las tablas de la cola de milano. No tiene mucha utilidad en nuestro medio.

m1) Ensamble de dos piezas en ángulo recto.

1. De lengüeta sencilla y ranura, con el ángulo en resalte.
2. De lengüeta y horquilla con resalte.

n1) Ensamble de dos piezas en ángulo, con ranura y lengüeta redondeadas.

1. Recibe el nombre de "a falsa cola de milano."
2. Es la unión con sesgo y lengüeta, y que el ángulo va aplanado, para aplicar en listón saliente.

o1) Ensamble de dos piezas en ángulo obtuso.

Las uniones se hacen al sesgo, con la inclinación que exija la bisectriz del ángulo.



p1) Unión en ángulo recto de tres piezas.

Resultan ventajosos porque dan relieve a las piezas ensambladas.

q1) Unión de dos piezas con ranura, lengüeta y sesgo.

Es muy importante acertar con la dirección de las fibras de la madera. De lo contrario, la contracción de la madera daría lugar a hendiduras.

r1) Ensamble de dos colas de milano con dentado inglés.

Este ensamble proporciona solidez y estabilidad. Antes de marcar el largo de las espigas y de las cajas, hay que procurar que las caras a ensamblar, se ajusten perfectamente. Es necesario reforzar con clavos, caso contrario no produce ningún tipo de unión, ya que la pieza que se superior resbalaría con facilidad

EMPALMES A COMPRESIÓN

s1) Empalme de escarpe por la cara.

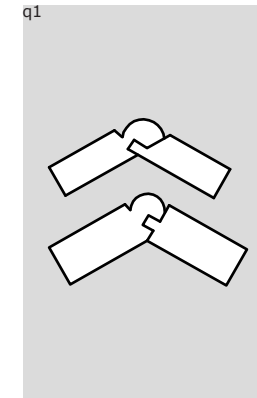
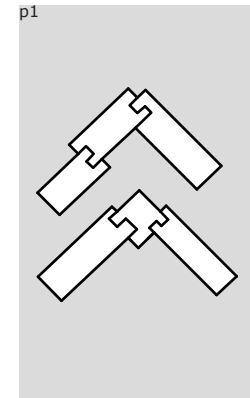
Carece de acción resistente, pero con la ayuda de clavos o de uniones metálicas, aumenta su resistencia.

t1) Empalme a media madera con testa y sesgo.

La longitud del corte es siempre dos o tres veces mayor que el ancho de la pieza, se le refuerza con tornillos con clavijas, abrazaderas.

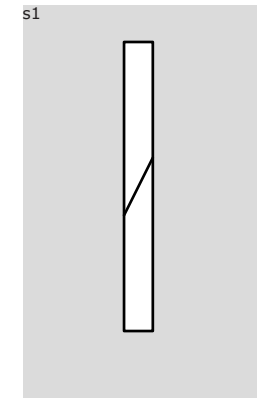
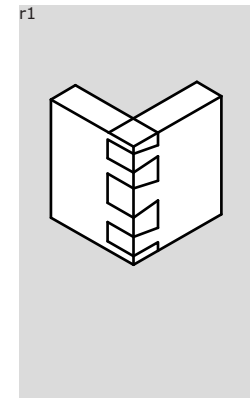
u1) Empalme de espiga sencilla.

Escuadradas las testas se introduce en ellas la espiga postiza.



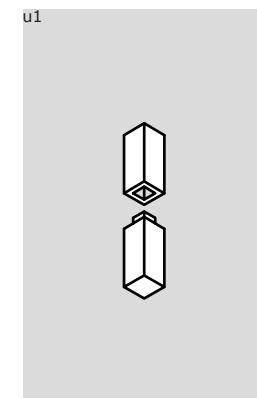
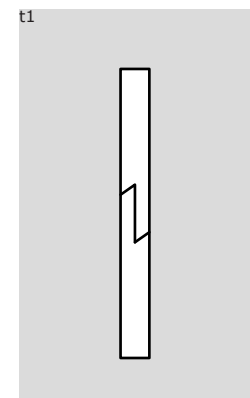
p1) Unión en ángulo recto de tres piezas.

q1) Unión de dos piezas con ranura, lengüeta y sesgo.



r1) Ensamble de dos colas de milano con dentado inglés.

s1) Empalme de escarpe por la cara.



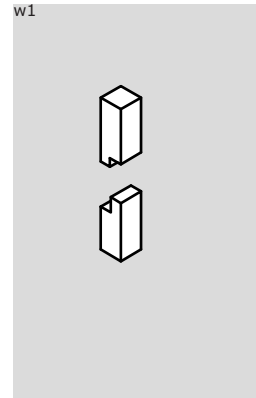
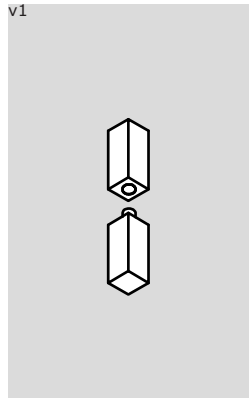
t1) Empalme a media madera con testa y sesgo.

u1) Empalme de espiga sencilla.



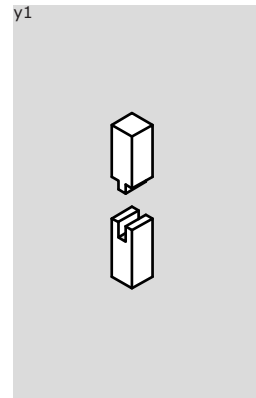
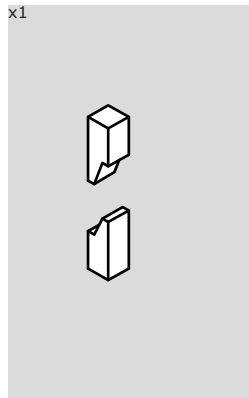
v1) Empalme de espiga redonda.

w1) Empalme a media madera.



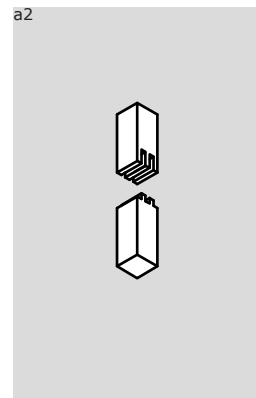
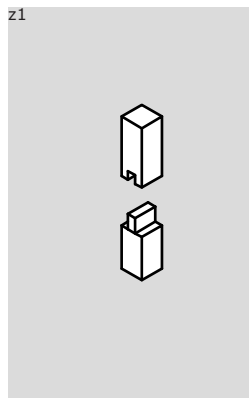
x1)Empalme a pico de flauta.

y1)Empalme de horquilla.



z1) Empalme de horquilla postiza.

a2) Empalme a doble espiga.



v1) Empalme de espiga redonda.

Puede hacerse con espiga propia o postiza. El largo y el diámetro de la espiga estarán en proporción de la sección de las piezas.

w1) Empalme a media madera.

Las dos maderas quedan rebajadas a la mitad y superpuestas, es el más sencillo de los empalmes. Se hace coincidir la unión sobre pilastras, columnas, etc. Es indeformable y muy rígida.

x1)Empalme a pico de flauta.

Se hace uniendo las dos piezas con un corte oblicuo, cuyos extremos son cortes falsos, no es adecuado para soportar grandes cargas ya que el corte en bisel es una superficie deslizante, debe ser reforzado con tornillos, abrazaderas, etc.

y1)Empalme de horquilla.

Es un empalme sólido si los cortes se los realiza con exactitud.

z1) Empalme de horquilla postiza.

Ya que la horquilla es postiza, es necesario usar adhesivos para garantizar la unión.

a2) Empalme a doble espiga.

Las espigas van abiertas, y se ven por ambos lados. La solidez depende mucho de un buen ajuste y de la clase de refuerzo.



b2) Empalme con vigas alternadas.

Conviene que ajusten las testas a la vez por ambos lados. Los cortes se harán a escuadra, pero para garantizar la unión vale la pena reforzar.

c2) Empalme con horquilla combinada.

Se utiliza para piezas de gran sección, por ser una unión muy sólida, la parte inclinada debe ser lo más larga posible.

d2)Empalme de dientes triangulares.

No es muy aconsejable en trabajos sometidos a fuerzas de compresión.

e2)Empalme de media madera en cuarteles.

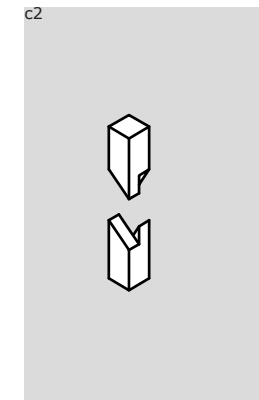
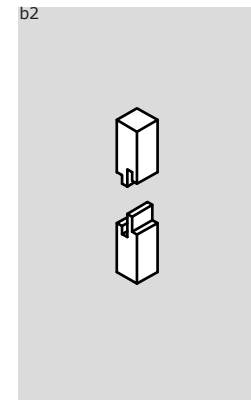
Hay que hacer las piezas exactamente iguales para un ajuste perfecto, las salientes de la pieza encajan en los rebajos de la otra.

f2) Empalmes de dientes alternos.

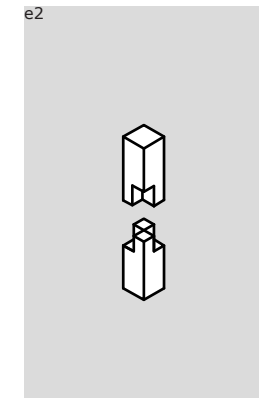
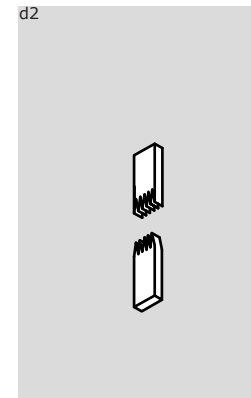
El grueso de los dientes será de 1/4 del espesor de la pieza, todas las testas deben tener el mismo contacto por igual.

g2) Empalme con dientes en cruz.

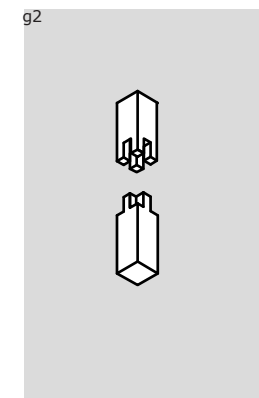
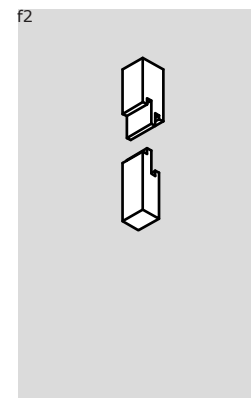
Se recomienda para soportar grandes pesos, las espigas y las cajas son rectas, lleva mucho trabajo su ejecución.



b2) Empalme con vigas alternadas.
c2) Empalme con horquilla combinada.



d2)Empalme de dientes triangulares.
e2)Empalme de media madera en cuarteles.

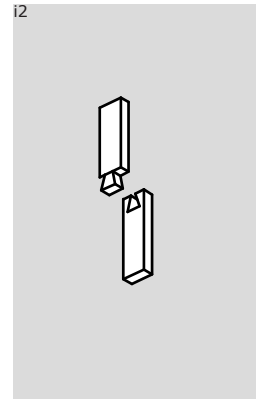
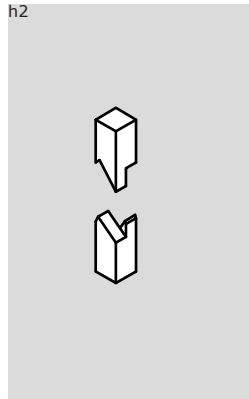


f2) Empalmes de dientes alternos.
g2) Empalme con dientes en cruz.



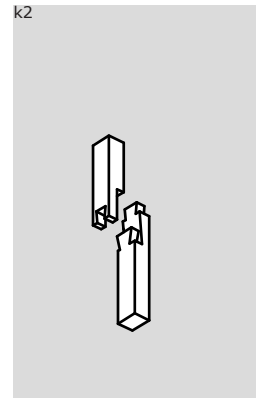
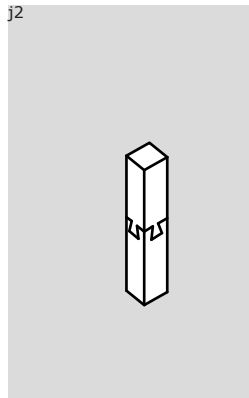
h2) Empalme a pico de flauta combinado.

i2) Empalme a cola de milano.



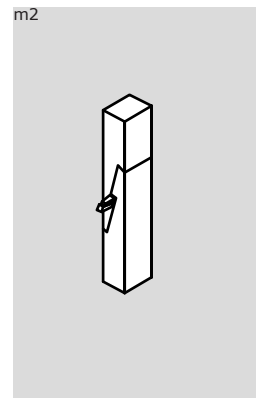
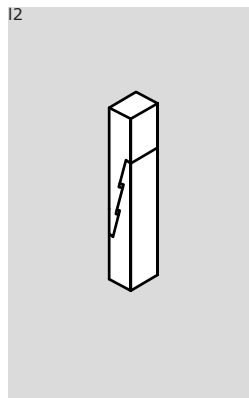
j2) Empalme a doble de milano combinada.

k2) Empalme de colas de milano opuestas.



l2) Empalme de rayo de júpiter con redientes

m2) Empalme de rayo de júpiter con cuñas.



h2) Empalme a pico de flauta combinado.

En la una mitad de la pieza, el pico de flauta está en un sentido y en la otra mitad, en sentido contrario. No admite mucha carga, sin embargo para más carga, hay que reforzarlo con un collar

EMPALMES A TRACCION.

i2) Empalme a cola de milano.

Es uno de los más recomendados para fuerzas de tracción, porque el canto, soportará bastante bien el esfuerzo de flexión.

j2) Empalme a doble de milano combinada.

Consiste en dos ensambles de cola, practicados paralelamente a la diagonal. Una vez montado, tiene apariencia de cuatro espigas de cola sobre la misma pieza.

k2) Empalme de colas de milano opuestas.

Por lo general se lo hace a media madera, y con doble cola de milano. Reforzado con clavijas, queda muy fuerte y resiste bien los esfuerzos de tracción.

l2) Empalme de rayo de júpiter con redientes.

Tiene tres planos inclinados. Reforzado con tornillos, puede ser de gran resistencia.

m2) Empalme de rayo de júpiter con cuñas.

Las cuñas tienen por objeto repartir esfuerzos. Las testas deben tener contacto toda su vida.

ACOPLAMIENTOS

r2) Acoplamiento de plano.

Es el más sencillo. Las piezas se las colocan simplemente una encima de la otra y están unidas por tornillos de tuerca con arandelas planas.

s2) Acoplamiento de llaves.

Se superponen las dos piezas, pero para prevenir un posible desplazamiento de las piezas, están entalladas y guarnecidas con llaves de madera dura, compuestas por dos cuñas.

t2) Acoplamiento con piezas intermedias.

Esta viga calada puede servir de elemento decorativo, pero también presentar mucha resistencia.

u2) Acoplamiento de tres piezas por redientes.

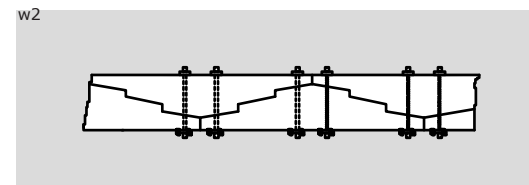
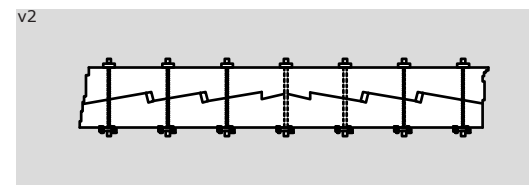
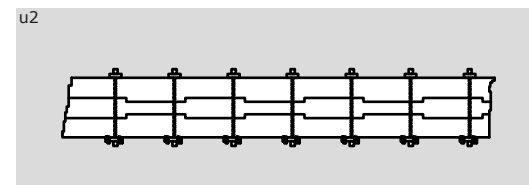
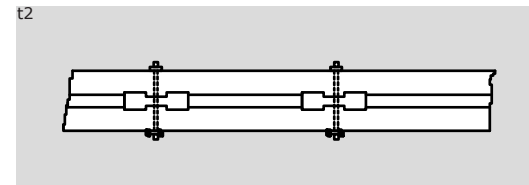
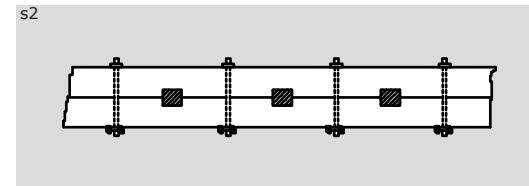
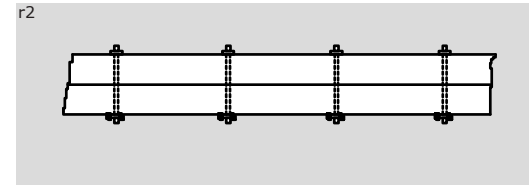
En las vigas formadas por tres piezas al encontrarse las juntas alejadas de la fibra neutra puede darse un alargamiento sobre la pieza superior y acortamiento sobre la pieza inferior, por lo que será necesario la utilización de llaves, redientes, y cremalleras, pues éstas trabajarán inmediatamente y se opondrán al deslizamiento que pueda producirse.

v2) Acoplamiento de cremallera.

El recortado se lo hace en forma de dientes de sierra y dejando agujeros para introducir las llaves.

w2) Viga compuesta de pequeñas piezas.

En ciertas obras se puede dar el caso de que no existan piezas de la longitud deseada por lo que se deberá recurrir a este tipo de solución, y será mejor ejecutado si se utilizan llaves. La unión de estas piezas se hace a base de pernos reforzando las juntas de testa por medio de bridas con talones.



r2) Acoplamiento de plano.

s2) Acoplamiento de llaves.

t2) Acoplamiento con piezas intermedias.

u2) Acoplamiento de tres piezas por redientes.

v2) Acoplamiento de cremallera.

w2) Viga compuesta de pequeñas piezas.



estudio y propuesta de detalles constructivos en madera “Iglesia de Todos Santos”



LA
MADERA COMO
MATERIAL



estudio y propuesta de detalles constructivos en madera “Iglesia de Todos Santos”

ESTRUCTURA DE LA MADERA.

La madera es un material biológico de origen vegetal. Cuando forma parte del tronco de los árboles sirve como medio de transporte del agua y sustancias nutritivas que van desde la raíz hasta las hojas.

En un corte transversal al tronco se puede observar los distintos elementos que conforman la estructura de la madera:

Médula. Es la que está en el centro del tronco y es más blanda que el resto de la madera que le circunda y de la cual parten los rayos medulares, hacia la corteza. Está constituida por tejido flojo y poroso. Tiene un diámetro muy pequeño.

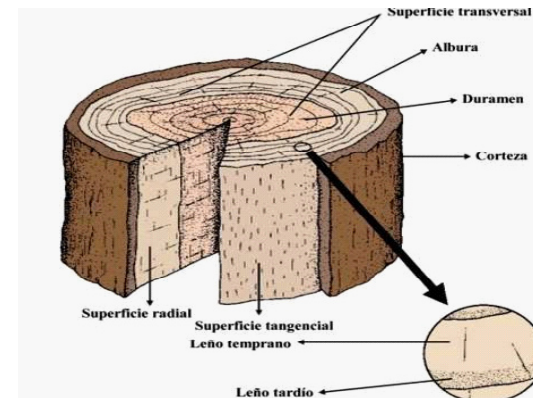
Corazón. Está compuesto principalmente de tejido leñoso, tiene el color más oscuro.

Anillos Anuales. Cada anillo corresponde al crecimiento anual. Está formado por dos componentes que son de tejido leñoso:

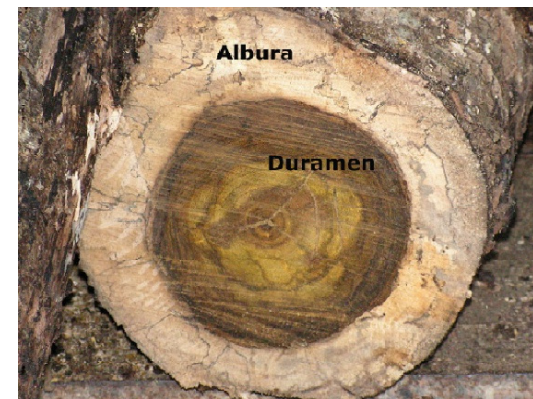
- **Duramen:** Son los anillos más oscuros, Constituido por tejidos que han llegado a su máximo desarrollo y resistencia (debido al proceso de lignificación). Madera adulta y compacta.y;
- **Albura:** Es la parte más clara, porque contiene más savia. De coloración más clara que el duramen, más porosa y más ligera, con mayor riesgo frente a los ataques bióticos.

Cada año se va formando un anillo nuevo, que se llama Xilema.

Cambium. Está formado por células vivas y paredes muy delgadas. Es la capa existente entre la albura y la corteza, suele ser bastante blando, constituye la base del crecimiento en especial del tronco, generando dos tipos de células:



corte transversal del tronco de un árbol



corte transversal del tronco de un árbol: albura y duramen



Hacia el interior: albura

Hacia el exterior: Liber

Líber. También conocida como floema. Es una capa que envuelve a los anillos anuales. Madera embrionaria viva.

Corteza. Es la que envuelve todo el tronco. Es un tejido impermeable que recubre el líber y protege al árbol. La parte interior o parte joven de la corteza se conoce con el nombre de floema, cuando las células del floema pierden actividad, los tejidos mueren y pasan a formar la corteza exterior.

COMPOSICIÓN ORGÁNICA.

Celulosa. (40 -50%). Su función es estructural y de sostén. Es rígida, insoluble en casi todos los disolventes (incluida el agua), e invulnerable por el aire seco. Como materia prima tiene muchas aplicaciones, siendo el papel y los tejidos de fibras los más comunes.

Lignina (25 -30%). Es un grupo de compuestos químicos que se encuentran en las paredes celulares de las plantas. Le da rigidez a la pared celular de los vegetales y resistencia al ataque de los microorganismos.

Hemicelulosa (20 – 25%). Es parte de un amplio grupo de polisacáridos formados por la unión de unidades de azúcares, como glucosa, xilosa, arabinosa y ácidos urónicos.

PROPIEDADES TÉCNICAS.

Densidad. La densidad de la madera expresa la relación entre la masa de los distintos tipos de elementos que forman la madera y el volumen que ellos ocupan. Como la madera es un



material poroso, debe considerarse al referirse a la densidad de la madera el volumen interno de espacios vacíos existentes.

Dentro de una misma clase de madera, es preferible la más densa a la más ligera, ya que será de mayor resistencia.

Contracción. Normalmente cuando la madera intercambia humedad de la pared celular, se producen a consecuencia de este intercambio, variaciones en las dimensiones de la madera, las que son conocidas como contracción o hinchamiento.

Como la madera tiene un comportamiento anisotrópico, los cambios dimensionales normales de la madera son de magnitud diferentes en las direcciones tangenciales, radiales y longitudinales. La contracción tangencial es 1,5 a 3 veces mayor que la contracción radial y la contracción longitudinal es normalmente despreciable en la madera. Las diferencias entre contracción tangencial y radial son debidas por una parte al potencial favorecimiento de la contracción en el sentido tangencial que hacen las bandas de madera de verano, particularmente en coníferas, y por otra a la restricción a los cambios dimensionales que ejercen los radios leñosos en la dirección radial de la madera. La limitada contracción longitudinal es debida a la orientación longitudinal de los principales tejidos constituyentes de la madera.

Ciertos defectos que ocurren durante el secado de la madera son ocasionados por las diferencias de contracción tangencial y radial, particularmente el defecto denominado acanaladura.

Durabilidad. Es una propiedad muy variable, pues depende de muchos factores: el medio ambiente, la especie de la madera, la forma de apeo, las condiciones de la puesta en obra, la forma de secado, las alteraciones de la humedad y sequedad, el contacto con el suelo (empotrada en terrenos arcillosos y en arena húmeda se conserva mucho tiempo, en arenas y calizas, duran poco), el agua (sumergida en agua dulce se conserva mucho tiempo), su



tratamiento antes de ser usada, su protección una vez puesta en obra (pinturas, etc.) A más densidad mayor duración. Son maderas durables: guayacan, la chonta, la caoba, etc.

PROPIEDADES MECÁNICAS.

Elasticidad - Deformabilidad. Bajo cargas pequeñas, la madera se deforma de acuerdo con la ley de Hooke, o sea, que las deformaciones son proporcionales a las tensiones. Cuando se sobrepasa el límite de proporcionalidad la madera se comporta como un cuerpo plástico y se produce una deformación permanente. Al seguir aumentando la carga, se produce la rotura.

Flexibilidad. Es la propiedad que tienen algunas maderas de poder ser dobladas o ser curvadas en su sentido longitudinal, sin romperse. Si son elásticas recuperan su forma primitiva cuando concluye la fuerza que las ha deformado.

La madera presenta especial aptitud para sobrepasar su límite de elasticidad por flexión sin que se produzca rotura inmediata, siendo esta una propiedad que la hace útil para la curvatura (muebles, ruedas, cerchas, instrumentos musicales, etc.).

La madera verde, joven, húmeda o calentada, es más flexible que la seca o vieja y tiene mayor límite de deformación.

La flexibilidad se facilita calentando la cara interna de la pieza (produciéndose contracción de las fibras interiores) y, humedeciendo con agua la cara externa (produciéndose un alargamiento de las fibras exteriores) La operación debe realizarse lentamente.

Actualmente esta propiedad se incrementa, sometiéndola a tratamientos de vapor.

- Maderas flexibles: Fresno, olmo, abeto, pino.
- Maderas no flexibles: Encina, arce, maderas duras en general.



Dureza. Es una característica que depende de la cohesión de las fibras y de su estructura.

Se manifiesta en la dificultad que pone la madera de ser penetrada por otros cuerpos (clavos, tornillos, etc.) o a ser trabajada (cepillo, sierra, gubia, formón).

La dureza depende de la especie, de la zona del tronco, de la edad. En general suele coincidir que las más duras son las más pesadas.

El duramen es más duro que la albura. Las maderas verdes son más blandas que las secas. Las maderas fibrosas son más duras. Las maderas más ricas en vasos son más blandas. Las maderas más duras se pulen mejor.

- Muy duras: Ébano, boj, encina, olivo, teca.
- Duras: Cerezo, roble, tejo, fresno, caoba.
- Semiduras: Haya, nogal, castaño, peral, plátano, acacia, cedro.
- Blandas: Abeto, aliso, pino, okume.
- Muy blandas: Balsa, chopo, higuera.

Cortadura. Es la resistencia ofrecida frente a la acción de una fuerza que tiende a dividir o cortar la madera en dos partes cuando la dirección del esfuerzo es perpendicular a la dirección de las fibras.

Si la fuerza es máxima en sentido perpendicular a las fibras será cortadura y si es mínima en sentido paralelo a las mismas será desgarramiento o hendibilidad.

Hendibilidad. Es la resistencia ofrecida frente a la acción de una fuerza que tiende a desgajar o cortar la madera en dos partes cuando la dirección de los esfuerzos es paralela a la dirección de las fibras.



La madera tiene cierta facilidad para hendirse o separarse en el sentido de las fibras. Una cuña, penetra fácilmente en la madera, al vencer por presión la fuerza de cohesión de las fibras (no las corta). Es fácil observar esta propiedad al cortar madera para hacer leña, en la dirección de las fibras se separa en dos fácilmente. La madera verde es más hendible que la seca.

Cuando se van a realizar uniones de piezas de madera por medio de tornillos o clavos nos interesa que la madera que vamos a usar tenga una gran resistencia a las hendiduras.

Desgaste. Las maderas sometidas a un rozamiento o a una erosión, experimentan una pérdida de materia (desgaste)

La resistencia al desgaste es importante en las secciones perpendiculares a la dirección de las fibras, menor en las tangenciales y muy pequeña en las radiales.

Resistencia Al Choque. Nos indica el comportamiento de la madera al ser sometida a un impacto. La resistencia es mayor, en el sentido axial de las fibras y menor en el transversal, o radial.

Máxima axial
Mínima radial

En la resistencia al choque influyen: el tipo de madera, el tamaño de la pieza, la dirección del impacto con relación a la dirección de las fibras, la densidad y la humedad de la madera, entre otros.

Resistencia a la Tracción. La madera es un material muy indicado para trabajar a tracción (en la dirección de las fibras), viéndose limitado su uso únicamente por la dificultad de



transmitir estos esfuerzos a las piezas. Esto significa que en las piezas sometidas a tracción los problemas aparecerán en las uniones.

Si se realiza un esfuerzo de tracción en la dirección axial, la magnitud de la deformación producida será menor que si el esfuerzo es de compresión, sobre todo en lo que concierne a las deformaciones plásticas; es decir que la rotura de la madera por tracción se puede considerar como una rotura frágil.

La resistencia a la tracción de la madera presenta valores elevados.

La resistencia de la madera a la tracción en la dirección de las fibras, se debe a las moléculas de celulosa que constituye, en parte, la pared celular.

En la práctica existen algunos inconvenientes, que se han de tener en cuenta al someterla a este tipo de esfuerzos; en la zona de agarre existen compresiones, taladros, etc., que haría romper la pieza antes por raja o cortadura, con lo que no se aprovecharía la gran resistencia a la tracción.

Por otra parte, los defectos de la madera, tales como nudos, inclinación de fibras, etc., afectan mucho a este tipo de sollicitación, disminuyendo su resistencia en una proporción mucho mayor que en los esfuerzos de compresión.

EL AGUA EN LA MADERA.

Es la propiedad más importante, pues influye sobre todas las demás, propiedades físicas, mecánicas, mayor o menor aptitud para su elaboración, estabilidad dimensional y resistencia al ataque de seres vivos.



El agua es el vehículo de transporte que utilizan las plantas para su alimento, esto, unido a la higroscopicidad de la madera, hace que esta tenga normalmente en su interior cierta cantidad de agua, que es necesario conocer antes de su uso, debido a las modificaciones que produce en las características físicas y mecánicas.

Determinación del contenido de humedad en la madera. El contenido de humedad se define como el peso de la cantidad de agua presente en una pieza de madera, expresado en función del peso de esa pieza seca al horno o anhidrida. Su valor numérico se expresa en porcentaje. Se calcula de la siguiente manera:

$$CH = \frac{Ph - Ps}{Ps} \times 100$$

En donde,

CH= contenido de humedad, expresado como un porcentaje de su peso anhidro.

Ph= peso de la madera en estado húmedo o inicial.

Ps= peso de la madera en estado anhidrido o peso final.

Para la determinación del contenido de humedad en la madera existen muchos procedimientos, siendo los más aceptados el método del peso seco al horno, y los métodos electrónicos que a nivel industrial son más rápidos. Existen otros métodos que son muy especializados y que son empleados a nivel de investigación, como por ejemplo de desecación al vacío mediante sustancias higroscópicas, expulsión directa del agua por presión, centrifugación, uso de alcohol y sustancias azucaradas, entre otras. (ver anexo 4)



DEFECTOS DE LA MADERA.

Se llaman defectos, los cambios del aspecto exterior de la madera, las alteraciones en la integridad de los tejidos y membranas celulares, en la irregularidad de su estructura y los deterioros de la madera que reducen su calidad y limitan las posibilidades de su empleo. Los defectos de la madera de procedencia mecánica que surgen en ella durante la tala, el transporte, la clasificación y el maquinado, se llaman defectos por daño.

Nudos. Los nudos son las bases de las ramas encerradas entre la madera del tronco. La madera de los nudos se destaca por su color más oscuro y tiene un sistema independiente de capas anuales. Estos nudos hacen difícil el trabajo de la madera, y son sueltos, puede desprenderse dejando huecos.

Fendas. Las fendas representan rupturas de la madera a lo largo de las fibras. Las fendas eson muy comunes en nuestro medio, especialmente en las piezas de eucalipto.

Defectos de la forma del tronco. Son defectos de la forma del tronco el descenso demasiado del grosor; el aumento brusco del coz, las excrecencias y la curvatura. El descenso demasiado grosor es la disminución paulatina del espesor de la madera aserrada no es cuadrada en toda su longitud. El descenso demasiado grosor aumenta la cantidad de desechos durante el aserrado y desenrollo de la madera.

Defectos de la estructura de la madera. Cualquier irregularidad en la madera que afecte a su resistencia o durabilidad es un defecto. A causa de las características naturales del material, existen varios defectos inherentes a todas las maderas, que afectan a su resistencia, apariencia y durabilidad.



Nudos.
Fuente: www.tecmasa.com



Fendas.
Iglesia de Todos Santos



Entre los defectos de la estructura de la madera figuran: inclinación de las fibras, excentricidad del corazón, fibra torcida, fibras corroídas, descolorido, etc.

Estos defectos dificultan el maquinado (aserrado y el desenrollo), de la madera y aumenta la cantidad de desechos, reduce la resistencia a la flexión y la resistencia a la tracción; aumenta la desecación a lo largo de las fibras, provocando con esto el agrietamiento y disminuye la absorción de agua por la madera y con esto dificulta su impregnación, así como empeora el aspecto exterior de la madera.

Corazon descentrado. Defecto que se encuentra en los árboles que crecieron en acusadas pendientes, en un terraplén o en límites de bosques con fuertes vientos.

La corteza intermedia. Se produce en aquellos troncos que se sueldan entre sí, o al nivel de las horcaduras, (la corteza intermedia debe eliminarse al serrarse).

Fibra torcida. Se dice que un árbol tiene fibra torcida, cuando presenta esa característica y tiende a alabearse con cierta facilidad. Seguramente su causa habrá sido el estar sometido el árbol a fuertes vientos que obligaron a su tronco a torcerse.

Fibras corroidas. O mejor madera corroída, aquella que presenta ciertas rayas blancas provocadas por la presencia de hongos que se han infiltrado a través de alguna grieta en el tronco y que tiene por consecuencia la decadencia del árbol.

Descolorido. Se produce por la excesiva madurez de la madera y también provoca la decadencia de la misma. Se nota por la aparición de manchas rojas o pardas.

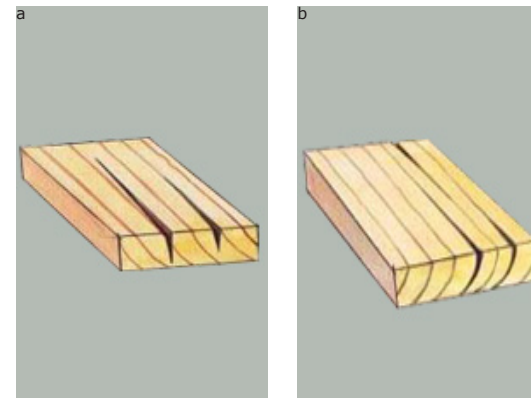
DEFECTOS DE MANIPULACIÓN.

Son aquellos que se originan, en las maderas ya cortadas, al perder humedad o ser atacadas por insectos que la dañan. Los defectos de manipulación más comunes son: el colapso, grietas y rajaduras y los alabeos.

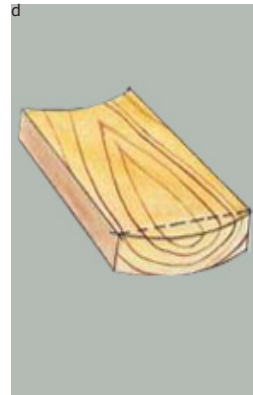
Colapso. Es un defecto que se produce durante el secado de la madera, y que consiste en una disminución de las dimensiones de la madera al comprimirse los tejidos leñosos. Se origina en maderas secadas a demasiada temperatura o humedad, y en maderas secadas rápidamente al aire. Para corregir en lo posible este defecto se debe cepillar la pieza de madera, aunque ya habrá perdido propiedades de resistencia mecánica.

Grietas y rajaduras. Consisten en la aparición de aperturas en la madera como consecuencia de la separación de los elementos leñosos. Cuando la apertura sólo alcanza a una superficie ésta se denomina grieta, mientras que si alcanza ambas superficies, atravesando la madera, se denomina rajadura. Estos defectos se originan al contraerse la madera durante el secado y originan pérdidas en las propiedades mecánicas de la madera.

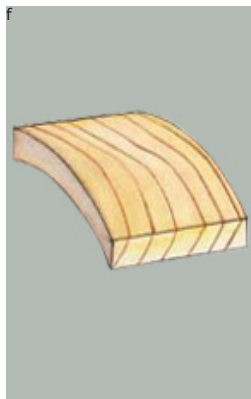
Alabeos. Son encorvamientos de la madera respecto a sus ejes longitudinales y/o transversales, que se producen por la pérdida de humedad. La gran porosidad de la madera hace que absorba humedad con gran facilidad, sin embargo, la parte central del tronco tiene una menor capacidad de absorción que las exteriores, y hace que las variaciones de dimensiones no sean uniforme en todo el tronco. Esta característica obliga a manipular cuidadosamente a la madera, tanto en el aserrado del tronco como en el proceso de secado, ya que de lo contrario surgen muy fácilmente los alabeos. Los tipos fundamentales de alabeos que se pueden encontrar son: el abarquillado, el combado, la encorvadura y la torcedura.



a)Rajadura.
b)Grieta.



c) Alabeos
d) Abarquillado.



f) Encorvadura.
g) Torcedura.

Abarquillado. Es el alabeo de las caras de la madera al curvarse su eje transversal (respecto a las fibras), a causa del secado más rápido de una de las caras, a distintos tipos de corte en cada cara o al barnizado de una sola de ellas.

Combado. Es el alabeo de las caras al curvarse el eje longitudinal de la madera, y puede originarse por falta de pesos en los extremos, gran contracción longitudinal en maderas de reacción, etc.

Encorvadura. Es la curvatura del eje longitudinal al torsionarse los extremos, y se origina al liberarse las tensiones de crecimiento.

Torceduras. Es el retorcimiento que surge en una madera al curvarse al mismo tiempo por su eje longitudinal y transversal, y se originan por tensiones de crecimiento o secado desigual.

DESTRUCCION DE LA MADERA.

La madera se destruye por dos causas: Causas bióticas, y causas abióticas

CAUSAS BIÓTICAS.

Enfermedades de la Madera. La madera es destruida por varios agentes, contra cuya acción es necesario luchar.

Pudrición azul o húmeda. Aparece en árboles apeados largo tiempo sin descortezar. Recibe este nombre, porque, sobre todo en el pino, la albura se azulea intensamente. En otras especies, toma otros colores; así en la encina toma un color pardo, en el abeto es rojo, etc. Si esta pudrición no está avanzada, puede utilizarse la madera, con tal de aserrarla prontamente y emplearla en sitios secos y aireados.

Pudrición Blanca. La pudrición blanca es seca, ya que la madera se va transformando en una masa clara y blanda, harinosa, a más de un olor fuerte característico. Se puede observar cuando la madera ha estado en contacto con mortero húmedo.

Existen varios procedimientos para la preservación de la madera contra esta enfermedad, tales como el barnizado previo con aceite de linaza, pinturas al óleo, alquitrán, isol, y otros muchos productos; impregnación con creosota, sales metálicas (sulfato de cobre, cloruro de zinc, sublimado corrosivo), quedando la madera más dura y pesada.

Pudrición roja, tabaco o Roya. Es la que ataca a la base del tronco y determina el cambio de color a tonos rojizos o parduzcos.

Enmohecimiento. Se desarrolla en ambientes cerrados, en climas cálido – húmedo, y con ausencia de luz. La madera es atacada por hongos, que la destruyen totalmente, sobre todo si se extiende rápidamente. Se caracteriza por una serie de erupciones que van apareciendo en la madera, con aspecto blanquecino.

El moho que se produce descompone los elementos químicos de la celulosa, desprendiéndose agua en dicha descomposición y por lo tanto el proceso de humedad se acelera a sí mismo. Suele aparecer el primer síntoma de esta enfermedad cuando se descubren ciertos puntos negros con moho, a veces con manchas amarillentas. Golpeando la madera, se obtiene un sonido apagado, y se arquea con pequeño esfuerzo. El enmohecimiento produce, un característico olor húmedo. Generalmente ataca, en las vigas, por las partes que quedan en obra, si hay cerca estufas o en lugares expuestos a la humedad. De ello se desprende el que la prevención contra esta enfermedad consista en procurar que la madera se emplee en lugares y condiciones en que no se favorezca el medio de vida de estos hongos.



31. Pudrición blanca,
fuente: www.tecmasa.com



32. Pudrición roja, tabaco o roya
fuente: www.tecmasa.com



Carcoma. Ataca principalmente a la albura y son larvas de insectos, que pusieron sus huevos en el árbol. Estas larvas construyen galerías, a veces sin salida al exterior, por lo que sólo son denunciadas por el característico ruido que hacen al roer la madera. Se preserva contra esta enfermedad barnizando isol, carbolíneo y otros productos y una vez atacada, inyectando las galerías con ácidos fuertes, vapor de bencina, etc.

Polilla. Algunas clases de insectos utilizan la madera como refugio, para depositar sus huevos, cuando nacen las larvas convierten a la madera en su hábitat. La polilla es un insecto que deja los huevos en las grietas o rugosidades de la madera y que es en su estado de larva en medio de su ciclo de metamorfosis, en el que la polilla hace más daño. Es en este momento cuando la larva se alimenta de la madera y sus componentes, abriendo para ello galerías circulares de entre 0,8 y 1,5 milímetros. Esto produce una lenta destrucción de la madera.

CAUSAS ABIÓTICAS.

Intemperie. La madera expuesta a la intemperie sufre cambios de coloración y la aparición de fendas superficiales esto se debe a la diferencia de los contenidos de humedad en la zona superficial y zona interior. El deterioro de la madera debido a la intemperie es muy lento y la pérdida de la madera es muy pequeña, la pérdida está dada en función del clima, y de la especie de la madera, se dice que los valores varían desde 1 hasta 13 mm por siglo, lo que se podría decir que en definitiva se da una degradación superficial que no afecta a las propiedades mecánicas de la madera en forma significativa.

Fuego. La acción del fuego en una sección de una pieza de madera produce una lenta combustión, con una velocidad de carbonización del orden de 0,6 a 0,7 mm/min, esto dependerá de la especie de madera. Para poder determinar la capacidad portante de las piezas de madera afectadas por el fuego es necesario realizar una limpieza hasta dejar a la vista la superficie de la madera. Conocida la especie puede clasificarse para determinar



pieza de madera, carcomida por la polilla. Iglesia de Todos Santos



la calidad estructural y por tanto su resistencia. Hay que tener en cuenta que la pérdida de sección puede modificar la calidad estructural.

Los puntos más críticos de una estructura que ha sufrido la acción del fuego son las uniones; y principalmente las piezas que utilizan elementos metálicos.

Agua. El agua en todas sus formas (lluvia, condensación nocturna, niebla, humedad) provocan cambios en la madera los más comunes son los siguientes:

Una serie de variaciones dimensionales de la madera como son hinchazón y encogimiento, provoca un estado de tensiones en la pieza que ocasiona curvaturas, alabeos y fendas.

En la madera cuando está muy húmeda (superior al 20%) llega fácilmente el ataque de los hongos con la consiguiente descomposición biológica.

En la madera se produce un deslavado produciéndose un empobrecimiento de los aditivos que inicialmente estaban protegiendo a la madera.

Los daños causados por el agua son más evidentes cuando:

- Hay un estancamiento de la misma por efecto del diseño de la obra que no puede eliminarse de modo inmediato.
- Por penetración debajo de la película del barniz debido a una falta de uniformidad del grosor de la película: testa poco barnizada, zonas de unión de piezas, poros de madera muy profundos sin barniz, micro grietas en el barniz, etc.



pináculo, expuesto a la intemperie, víctima del agua. Iglesia de Todos Santos.



estudio y propuesta de detalles constructivos en madera “Iglesia de Todos Santos”

capítulo 2.

DIAGNÓSTICO
DE LA
ESTRUCTURA
DE MADERA DE
LA IGLESIA DE
TODOS SANTOS



estudio y propuesta de detalles constructivos en madera "Iglesia de Todos Santos"





estudio y propuesta de detalles constructivos en madera "Iglesia de Todos Santos"



RESEÑA HISTÓRICA DE LA IGLESIA DE TODOS SANTOS

Federico González Suárez, asegura que "Según una tradición antigua que no parece destituida de fundamento, el primer templo que hubo en Cuenca, fue la capilla que hoy se conoce con el nombre de Todos Santos, a la margen del Río"¹⁴.

El escenario histórico en el que se estableció la Iglesia de Todos Santos, tiene su origen en la época prehispánica, en el cual existía lo que hoy se conoce como la Iglesia de Todos Santos, un templo llamado Usno que era un lugar sagrado para los incas en el que se hacía sacrificios para el dios Sol. Federico González Suárez, afirma que antes de la fundación de Cuenca ya se encontraba el templo de Todos Santos y que debió ser erigida en un sitio religioso prehispánico, ya que la ubicación del templo se encuentra en una localización inusual que no era típica de los planeamientos españoles.

Con la llegada de los españoles, nació la necesidad de crear un templo católico, en un inicio fue un templo muy pequeño que fue conocido como la Ermita del Usno, que luego se transformó en una capilla y años más tarde se convirtió en la Iglesia de Todos Santos.

Originalmente esta ermita estuvo dedicada a San Marcos, pero debido a que los feligreses llevaban a este templo figuras e imágenes de diferentes santos tomó después el nombre de Todos Santos.

Desde el momento de su creación esta ermita ha sufrido una serie de cambios en un inicio debido a su abandono se produjo deterioros, pero con el pasar de los tiempos los feligreses empezaron a mostrar interés por conservar esta obra tan importante para la ciudad de Cuenca.

A partir del 8 de Abril de 1885, fecha en la que se expuso la necesidad de que Todos Santos sea considerada como parroquia; se obtienen datos exactos acerca de la historia de la iglesia.



Iglesia de Todos Santos, año, aproximadamente 1950, fuente: fototeca del Banco Central, Archivos: G. Landivar

¹⁴. Federico González Suárez, Historia General de la República del Ecuador, Quito, Imprenta del Clero, 1981, cap II, 445
Mariela Neira P.



El 8 de Abril de 1982, el Padre Julio María Matovelle, funda la congregación de las Religiosas Oblatas de los corazones Santísimos de Jesús y María, debido a esta creación el espacio físico no era suficiente, razón por la cual se dona terrenos para la construcción del convento.

Desde 1914 se ha dado en la Iglesia de Todos Santos una serie de intervenciones para mantener a la Iglesia que van desde derrocamiento de muros hasta la creación de pintura mural.

Con la creación del colegio, se han incorporado nuevos bloques, con aulas y espacios propios de una instalación educativa.

Desde el año 2007 mediante un convenio entre la congregación de las Madres Oblatas y la Ilustre Municipalidad de Cuenca se viene realizando un proyecto de Restauración debido al gran valor que tiene la Iglesia de Todos Santos para la historia de esta ciudad.

EL BARRIO DE TODOS SANTOS.

Antes de la fundación de Cuenca, en lo que hoy se conoce como barrio de Todos Santos ya había tenido asentamientos de tres culturas diferentes: los cañaris, incas, y españoles, la elección de este territorio se debió precisamente a dos razones básicas, la una por ser un sitio especial de carácter defensivo y de control, y la otra por ser de carácter utilitario es decir por su cercanía a fuentes de agua, como lo es el río Tomebamba.

Esta cercanía al Río Tomebamba, hizo que años más tarde en este lugar se instalaran molinos de granos que abastecía de harinas a las personas que habitaban cerca del lugar. A raíz de la producción de harina, se instalaron en las inmediaciones del conjunto de Todos Santos, las primeras panaderías de Cuenca, lo que de ahí nace esa esencia tradicional en la artesanía del pan, lo que se va haciendo evidente el uso de suelo predominante en este sector que también era conocido como "El barrio de las Panaderías".



La presencia de panaderías daría origen a una tipología de construcción característica del lugar es decir la creación de vivienda – taller artesanal, siendo el horno de leña una pieza fundamental dentro de estas viviendas.

ANÁLISIS ARQUITECTÓNICO DEL BARRIO DE TODOS SANTOS.

Dentro de una lectura urbana el conjunto de Todos Santos representa un hito histórico y urbano dentro de la ciudad de Cuenca, de características monumentales.

Aquí se define un conjunto urbano en cual la arquitectura popular de sus casas colindantes armonizan y se fortalecen dentro del conjunto, formando un conjunto significativo y manteniendo su característica patrimonial.

La arquitectura del lugar es simple, con edificaciones de uno y dos pisos, con cubiertas de teja, por lo general a dos aguas, y pilares de madera. Lo que resalta aún más la belleza arquitectónica del conjunto de Todos Santos.

Los sistemas constructivos del sector están formados por materiales de fácil acceso para la época de construcción, es decir, piedra, madera y tierra. Tras varios procesos de transformación de estos materiales, se obtiene el tapial, y el adobe para los muros, la piedra para la cimentación y la madera para la estructura y elementos decorativos.

Desde el punto de vista paisajístico la Iglesia de Todos Santos con el Puente Roto, son algunos de los hitos más sobresalientes del barranco.

Son pocos los lugares comparables con el Barrio de Todos Santos, que tienen tanta riqueza visible y con tanta potencialidad para el desciframiento arqueológico que se encuentran bajo sus construcciones.



Conjunto de Todos Santos, fuente: archivo fotográfico Arq. Fausto Cardoso



Conjunto de Todos Santos, foto aérea. fuente: archivo fotográfico Arq. Fausto Cardoso



convento de Todos Santos, año aproximado 1890, fuente: fototeca Banco Central, archivos G. Landivar.



Iglesia de Todos Santos, año, comprendido entre 1910 y 1920, fuente: fototeca Banco Central, archivos G. Landivar.



Ubicación.

La iglesia de Todos Santos se encuentra ubicada en uno de los conjuntos urbano – arquitectónico más importantes de la ciudad de Cuenca como es el sector del El Barranco, cuya topografía ha permitido que los asentamientos sobre este territorio sean lineales y orgánicamente articulado a los elementos naturales y también en el que se encuentran vestigios arqueológicos de lo que fue la ciudad incásica del Tomebamba.

El conjunto de Todos Santos es decir la Iglesia, el convento y la Escuela Corazón de María está limitada por el norte con la calle Larga, por el Sur con la calle Tres de Noviembre - Río Tomebamba, y al Este con la calle llamada Bajada de Todos Santos.

CRONOLOGÍA DE CONSTRUCCIONES E INTERVENCIONES.

1820. Construcción de la capilla de Todos Santos, originalmente llamada San Marcos.

1878. El obispo Miguel León, amplía la Capilla de Todos Santos.

1885. Erección de la Parroquia de Todos Santos.

1895. El obispo Miguel León, dona con escritura pública el Templo a la congregación de Religiosas Oblatas.

1895. Instalación de la congregación de Religiosas Oblatas en Todos Santos.

1898. Se inicia la reparación del templo de Todos Santos.

1918. Construcción de un nuevo edificio para aulas y espacio de noviciado.



1922. Continúa la reconstrucción del Templo de Todos Santos, la Madre Virginia Uriguen, Ecónoma General de la Congregación, luego de obtener la respectiva autorización inició las reparaciones con la ayuda del maestro carpintero Narciso Fernandez, debido a la falta de solidez, al abandono y al deterioro, además existía poca altura de los tumbados, y escasez de ventanajes lo que producía falta de luz y aireación.

1924. La obra de la iglesia estaba lo suficientemente adelantada como para que se realizara la entronización de la imagen del Sagrado Corazón en la Torre del Templo de Todos Santos.

1929. Se realiza la solemne bendición del edificio que aunque inconcluso ya se podía utilizar para el culto religioso.

1933. Se concluye la reconstrucción del templo, con la terminación de la pintura mural que cubría las paredes y columnas, pintura que fue realizada por un Sr Alvarez.

1935. Se habilita sobre las aulas de la escuela un corredor entablado, con columnas de madera y cubierta de zinc, que se utilizó para circular desde el convento al coro alto.

1940. Se realiza la construcción del coro bajo, apertura de una puerta en vano de una ventana en muro sur, construcción de la sacristía norte de presbiterio.

1950 -1953. Se amplía el cuarto norte del nártex, para utilizarlo como cripta – mausoleo de las Madres Oblatas, también se crearon más aulas debido al crecimiento de la escuela. Vale la pena mencionar que estas construcciones se dieron sin ningún tipo de planificación.

1960 – 1963. Se pinta de blanco todo el interior de la iglesia.



Iglesia de Todos Santos, año, comprendido entre 1910 y 1920, fuente: fototeca Banco Central, archivos G. Landivar.



Restauración de la Iglesia de Todos Santos, estado actual.



1972. Se descubren vestigios arqueológicos en las llamadas ruinas de Todos Santos.

1981. Se realiza la consolidación del campanario, colocación de un cancel de aluminio y vidrio en la puerta lateral del muro norte, todas estas obras realizadas por el Arquitecto F. Escobar.

1999. Cuenca es reconocida por la Unesco, como ciudad Patrimonio Cultural de la Humanidad.

2007. Se inician trabajos de restauración de la Iglesia, a través de un convenio entre la congregación de las Madres Oblatas y la Ilustre municipalidad de Cuenca, debido a la importancia patrimonial que posee esta edificación, por lo que se ha estudiado minuciosamente conceptos, materiales, para guiar de la mejor manera hacia una buena intervención.



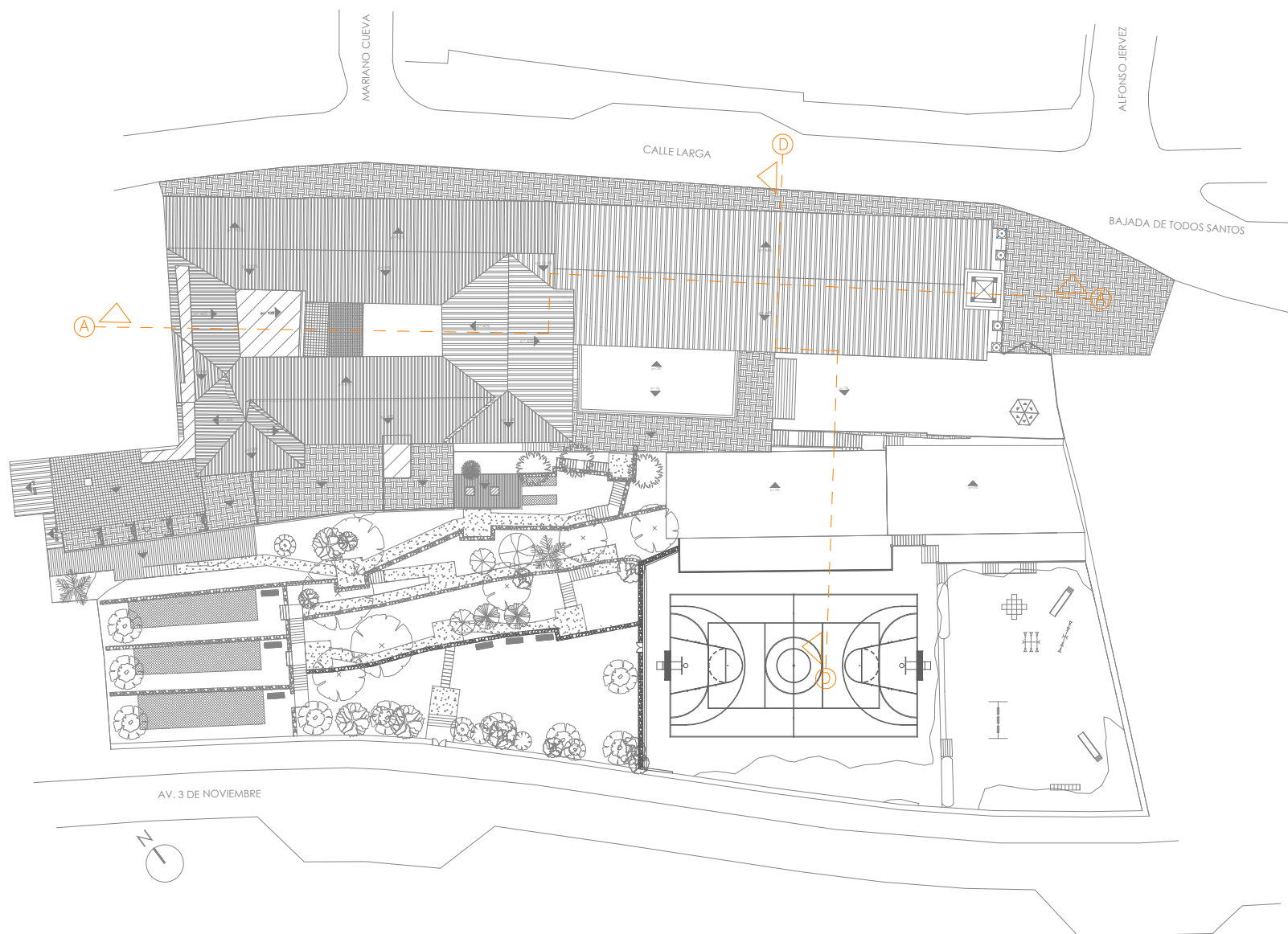
vista aérea del conjunto de Todos Santos, y su emplazamiento en la ciudad
fuente/ Arq. Fausto Cardoso.



EMPLAZAMIENTO DEL CONJUNTO DE TODOS SANTOS.

El conjunto de Todos Santos, está formado básicamente por la Iglesia, el convento de las Madres Oblatas y la escuela Corazón de María; dentro del convento existe una zona muy amplia que está ocupada por un jardín, con árboles frutales y vegetación; dentro de las instalaciones de la escuela se cuenta también con una cancha de uso múltiple y una zona de juegos.

Todo el conjunto ocupa un área de 6447 m².



emplazamiento,
archivos Arq. Augusto
Samaniego

escala: 1: 650

Mariela Neira P.



Iglesia de Todos Santos, fachada oeste, archivo fotográfico Arq. Felipe Quesada

FACHADAS DEL CONJUNTO.

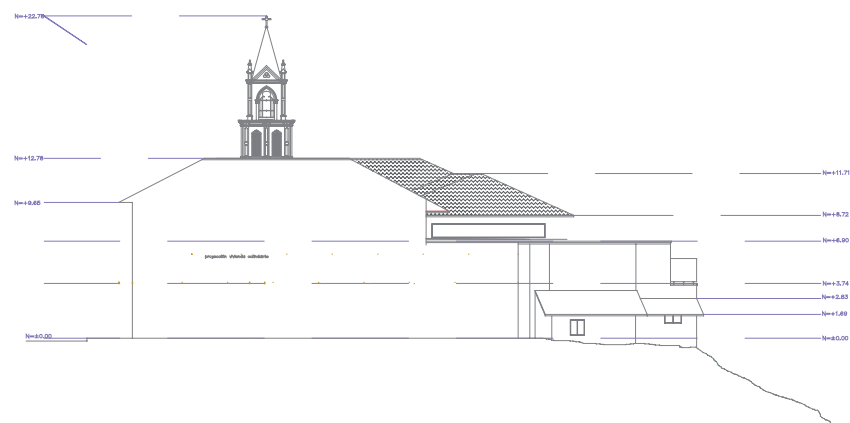
El conjunto de Todos Santos tiene tres fachadas, ya que hacia el lado oeste, se encuentra adosada al predio colindante, sin embargo circulando en sentido oeste – este, se puede observar la torre de la Iglesia que resalta del conjunto por su altura.

La fachada que da hacia la Calle Larga, presenta formas simples, caracterizada por la utilización del color blanco, con puertas y ventanas de color café, y un zócalo del mismo color.

En esta fachada resalta la sencillez y la belleza del conjunto, además de destacarse la puerta de acceso lateral a la Iglesia que es de madera tallada y en cuyo centro se encuentra un esculpido un corazón.

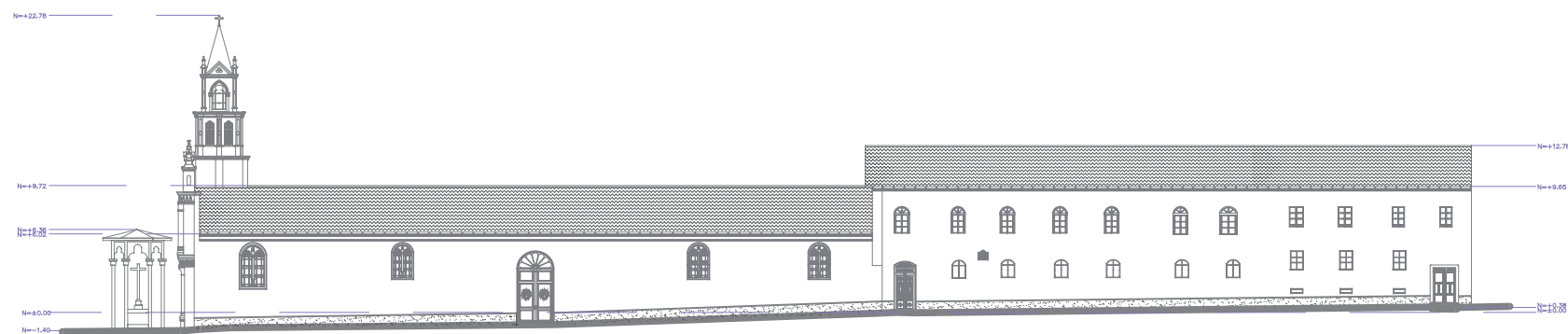
Está constituido por 24 ventanas, de madera, de las cuales 17 de ellas están formadas con arcos de medio punto.

La cubierta es sencilla, con teja y a dos niveles, el más bajo pertenece a la nave de la Iglesia, y el nivel más alto forma parte del convento, esto se debe a que en la zona de convento se tiene una altura de 2 pisos.



FACHADAS DEL CONJUNTO DE
TODOS SANTOS

fachada oeste



fachada norte

fuelle: archivos Arq. Augusto
Samaniego

escala: 1: 500

Mariela Neira P.



Iglesia de Todos Santos, fachada este.
Archivo fotográfico Arq. Diana Arias



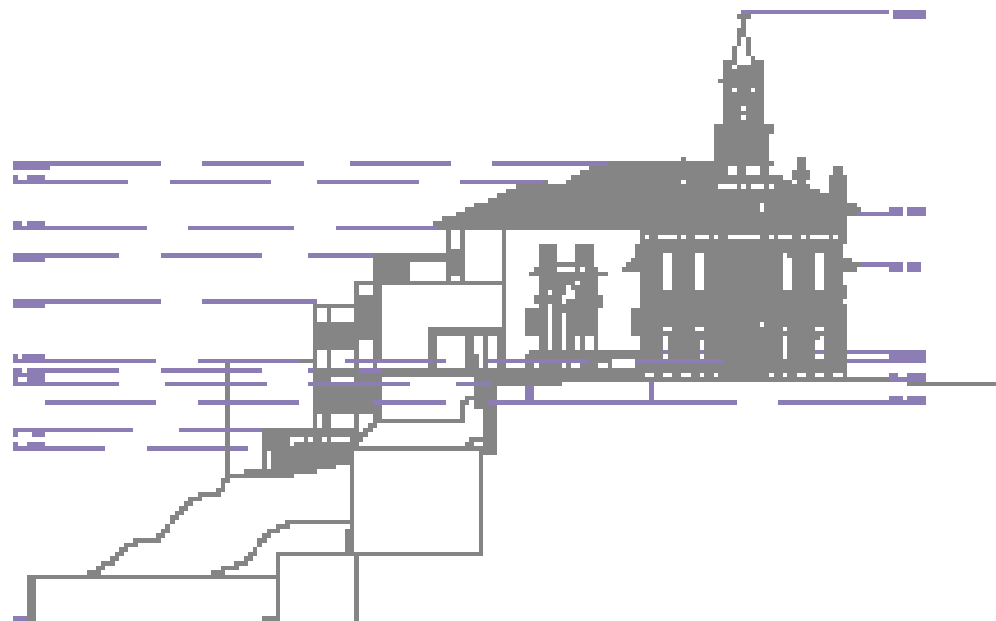
Iglesia de Todos Santos, fachada norte
Archivo fotográfico Arq. Felipe Quesada



FACHADAS DEL CONJUNTO.

Obviamente la fachada más importante y más representativa del conjunto de Todos Santos es la parte frontal de la Torre, ya que se encuentra caracterizada por una serie de elementos de distintos estilos arquitectónicos todos de color blanco, los mismos que se han conjugado de manera armónica y de los cuales se hablará más detalladamente en páginas posteriores.

En donde se aprecia todo el conjunto arquitectónico, es justamente desde la calle Tres de Noviembre o Avenida 12 de Abril, es decir desde la zona del Barranco, ya que desde aquí se puede observar, la Iglesia, el convento y su jardín que destaca por su verdor y frondosidad, y la Escuela; además se puede ver la serie de intervenciones que se ha realizado por parte de las autoridades del convento, según las necesidades de crear nuevos espacios; vale la pena destacar, que muchas de estas intervenciones se han realizado sin la supervisión ni dirección de un técnico por lo que en ciertas zonas se ve una saturación del espacio.



fachada este



fachada sur

fuelle: Archivos Arq. Augusto Samaniego.

escala: 1: 500

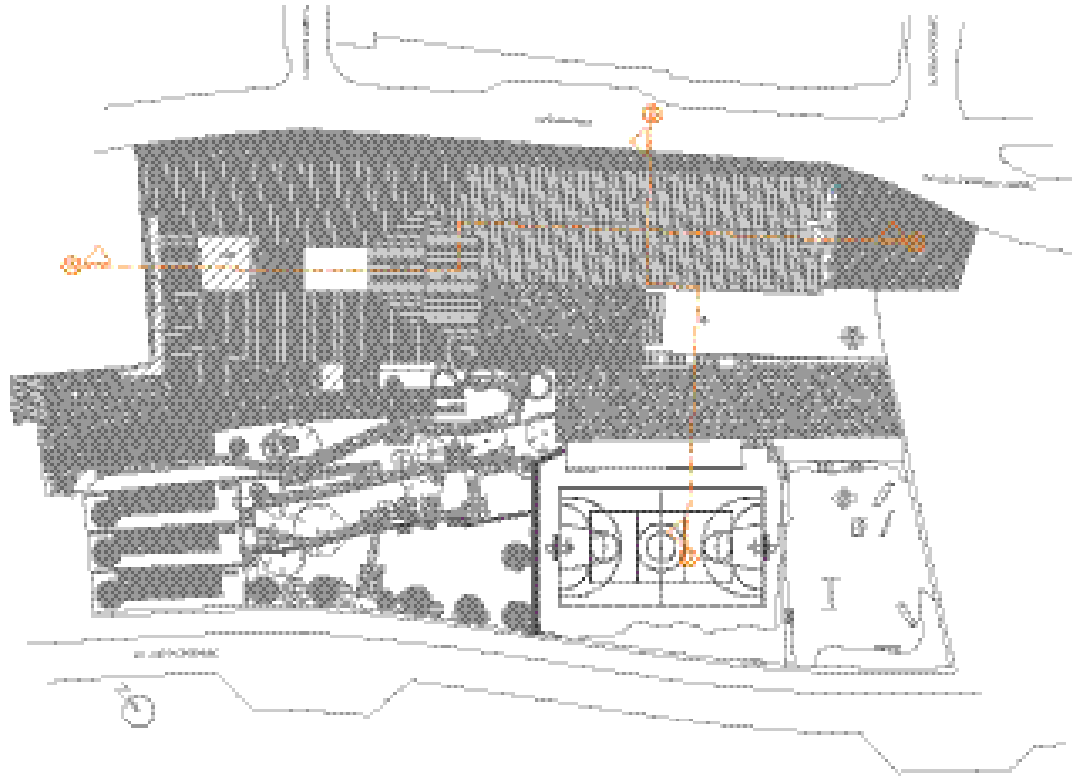
Mariela Neira P.



CORTES.

En el corte longitudinal A - A, se puede observar parte del convento, el acceso a la escuela Corazón de María, y la Iglesia; en conjunto se puede ver una arquitectura sencilla, con puertas de madera, barandillas de hierro y madera, todo el conjunto es de color blanco, las cubiertas se resuelven a dos aguas, y están recubiertas con teja artesanal.

La nave de la Iglesia está formada por columnas de madera rolliza, forradas también por madera que realzan su valor estético. Se utilizan también arcos de medio punto a lo largo de toda la nave, y también la puerta lateral de acceso a la Iglesia tiene un arco de medio punto para dar armonía a la Iglesia. La torre es de madera, y está emplazada sobre un muro de ladrillo y columnas de madera, conforme sube de nivel, se va reduciendo su área para no tener problemas de estabilidad.



CORTE A - A

Leyenda

1. convento
2. acceso a la Iglesia
3. nave de la Iglesia.
4. torre

fuelle: Archivos Arq. Augusto Samaniego.

escala corte A-A = 1: 500

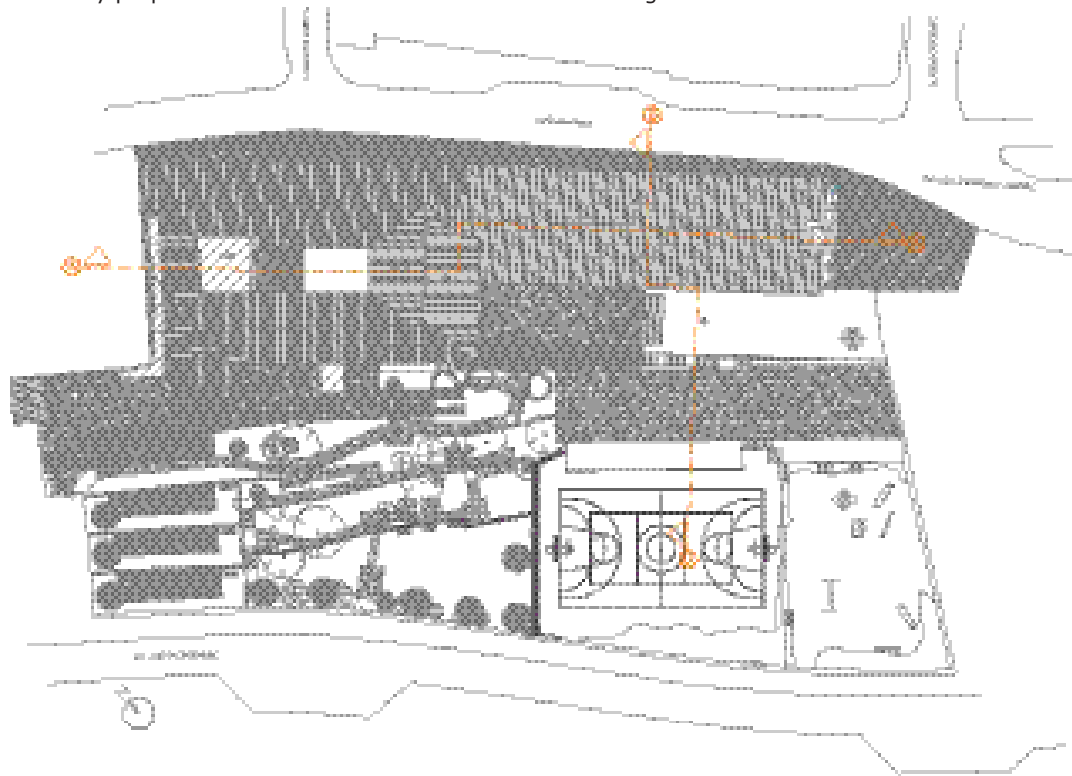
Mariela Neira P.



CORTES.

En el corte D – D se ve como se mezcla lo nuevo con lo antiguo ya que en este corte se muestra parte de las aulas de la escuela, y también un corte transversal de la nave de la Iglesia. En la zona de la escuela se puede observar como se ha aprovechado el desnivel que produce el barranco, desde el nivel cero de la acera de la calle Larga, baja hasta el nivel -16, 54, nivel en que se llega hasta la calle 3 de Noviembre, en el corte también se aprecia la nave principal y las secundarias

estudio y propuesta de detalles constructivos en madera "Iglesia de Todos Santos"



CORTE D - D

Leyenda

1. convento
2. escuela
3. nave de la Iglesia

funte: Archivos Arq. Augusto Samaniego.

escala corte D-D = 1: 500

Mariela Neira P.

ANÁLISIS ARQUITECTÓNICO DE LA IGLESIA DE TODOS SANTOS.

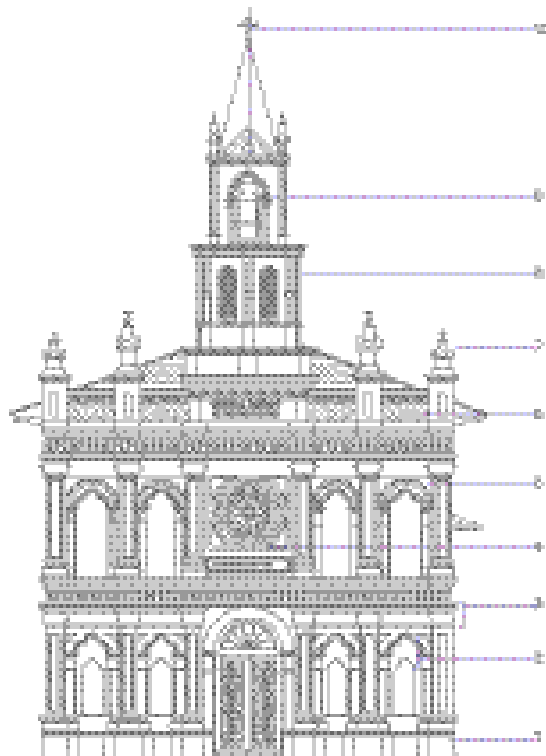
En cuanto a la fachada la Iglesia de Todos Santos, presenta un estilo ecléctico, es decir la presencia de elementos propios de ciertos estilos, tal es el caso del rosetón que es gótico, otro elemento gótico son los pináculos y arcos ojivales; románico por la disposición de las naves con relaciones métricas bidimensionales, y las arcadas. El renacimiento está presente en la disposición de las naves laterales; la torre posee rasgos del neoclásico; también se encuentra presente el estilo barroco por el criterio del coro frente al altar mayor. También presenta elementos artesanales, materiales y acabados propios de nuestro medio.

La organización espacial se da a partir de una disposición geométrica muy definida y tradicionalmente usada en las Iglesias del Ecuador, siendo su planta de forma rectangular, tipo basílica, es decir una nave central de mayor dimensión en cuanto al ancho y a la altura; y dos naves laterales, y arquerías sobre las columnas de la nave central. Además resalta la simetría en dirección este – oeste, que coincide con el acceso principal de la Iglesia.

La nave central está destinada para los feligreses, en cuya nave se encuentra el acceso principal, y también el altar. La nave lateral norte está destinada para circulación ya que por esta nave se presenta el otro acceso. En la nave lateral sur se encuentran altares secundarios destinados para los santos.

Sobre la nave central se observan arcos rebajados, y en sentido longitudinal a las columnas se encuentran arcos de medio punto. Las columnas están constituidas por piezas de madera canteada, recubiertas por un forro del mismo material, pintadas de color blanco.

En cuanto a la estructura se puede decir que fue concebida para que resista fundamentalmente las cargas verticales de su propio peso. Los materiales utilizados para muros son de adobe (que es muy bueno para resistir compresión) y en la torre también se usa ladrillo y madera. Las paredes son perpendiculares entre sí, de gran espesor pero sin refuerzo. También se observa la utilización de arcos, pues su comportamiento implica básicamente compresión.



Leyenda

1. basa
2. doble arco trebolado
3. doble capitel
4. rosetón
5. arco de medio punto
6. parafeto perforado
7. pináculo
8. columna neoclásica
9. arco ojival
10. eje de simetría



cubierta (pendiente sur)
fotografía: La Autora

DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.

En cuanto a la madera que es el material objeto de estudio en el presente documento, se ha previsto el análisis de los detalles constructivos de madera en la restauración, ya que se considera de mucho valor debido a que la madera es un material muy utilizado en nuestro medio principalmente en construcciones antiguas con valor patrimonial, y al ser Cuenca declarada ciudad Patrimonio Cultural de la Humanidad, con tanta riqueza en sus construcciones, considero importante su estudio, por lo que su conocimiento capacitará una comprensión de la madera al estar sometida a ciertas condiciones y sus formas de intervenciones en la restauración.

En la iglesia de Todos Santos los elementos que están formados por madera ya sea en su estructura o carpintería y que van a ser objeto de estudio son:

- Cubierta.
- La Torre de la Iglesia, y
- Pisos.



torre (tercer nivel)
fotografía: La Autora



piso de la nave
fotografía: La Autora



estudio y propuesta de detalles constructivos en madera "Iglesia de Todos Santos"



cubierta de la
Iglesia de Todos
Santos



CUBIERTA DE LA IGLESIA DE TODOS SANTOS



cubierta de la nave de la Iglesia de Todos Santos, ala sur

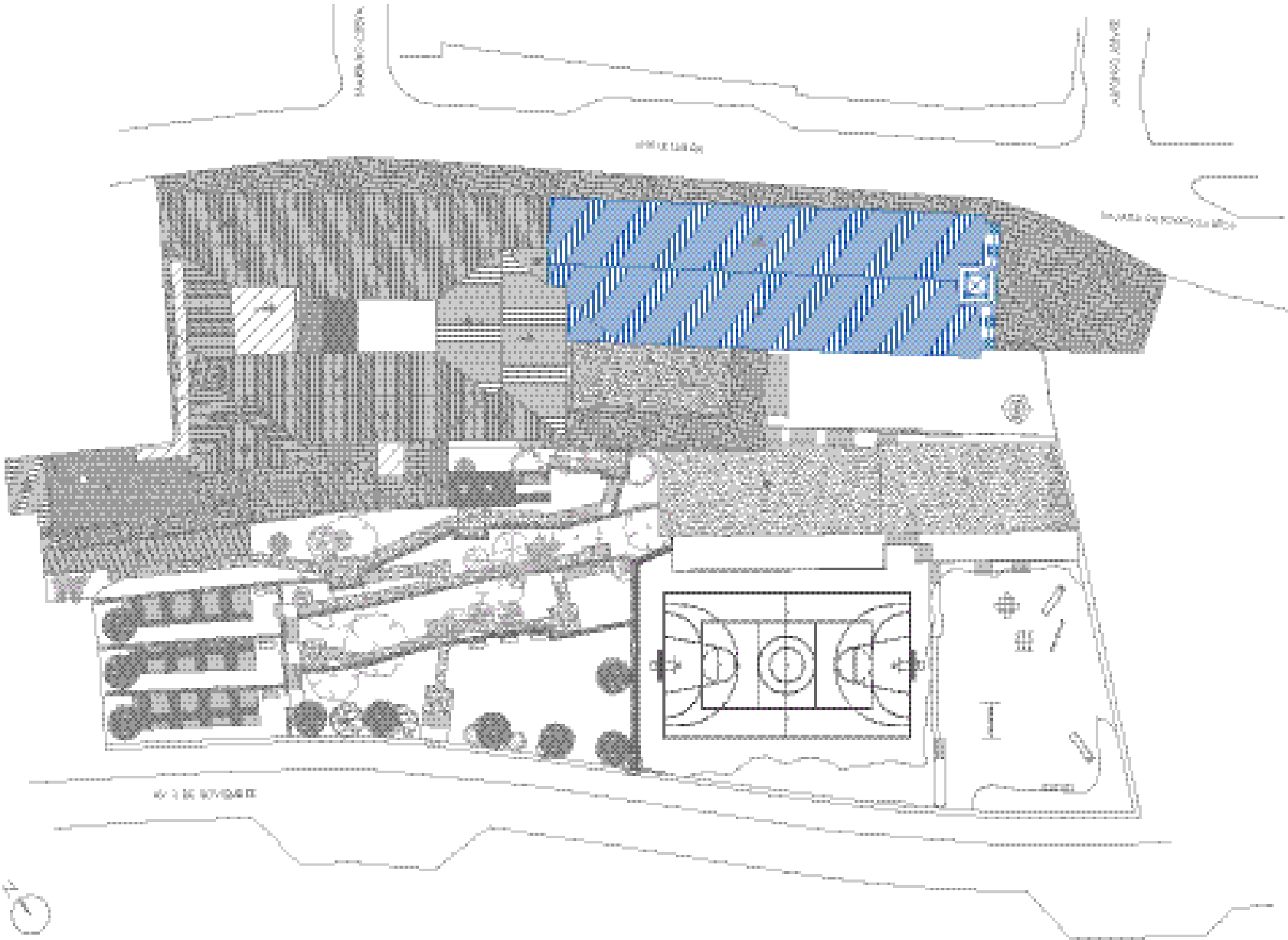
Fotografía: La Autora.

La cubierta es uno de los elementos constructivos de mayor importancia ya que sirve de protector de las acciones del paso del tiempo, agentes atmosféricos y agresiones mecánicas del resto de elementos componentes de la construcción.

La cubierta de la Iglesia de Todos Santos, es muy simple, se encuentra resuelta a dos aguas, tiene estructura de madera y recubrimiento de teja artesanal.

La cubierta de la Iglesia tiene unas dimensiones de 47,64 metros de largo, por 15,30 metros de ancho. La pendiente de la Iglesia, no es la misma en las dos aguas, ya que en el ala norte, es decir la pendiente que da hacia la calle Larga, tiene una inclinación del 44%, mientras el ala sur (Barranco), tiene una inclinación del 43%, provocando también que los pares de lado a lado sean de diferentes dimensiones.

La cubierta de la Iglesia se encuentra asentada sobre muros de adobe de aproximadamente 1 metro de ancho.



escala: 1: 650
Acho: Arg. Augusto Samaniego.
María Neira P.

- Leyenda
- Area de estudio
 - conjunto de Todos Santos



ELEMENTOS DE LA CUBIERTA.

Las cubiertas están formadas por dos elementos:

- Estructura
- Cobertura.

Estructura. En el caso de la Iglesia de Todos Santos la Estructura es íntegramente de madera, y lo conforman los siguientes elementos:

- Solera. Es el que transmite el peso de la cubierta hacia las paredes o columnas. Se encuentra ubicada sobre el muro, sirve para dar un mejor empotramiento a la cubierta.
- Tirante. Une los dos extremos de la armadura, impide que las soleras se separen. Su función principal es la de contrarrestar los esfuerzos tangenciales de la armadura, sobre el muro.
- Viga maestra. Se asienta sobre el punto medio de los tirantes, sobre la cual se descarga el peso de la cubierta que viene a través del pendolón.
- Pendolón. Es una pieza vertical que se ubica en el punto medio del tirante, sobre la viga maestra. Es el que soporta al cumbrero.
- Par. Son las piezas de la estructura, que tiene la misma inclinación que las del tejado. Se apoyan sobre el cumbrero y llega hasta el tirante.
- Cumbrero. Se ubica sobre el pendolón. Es el madero horizontal superior de la cubierta, en donde descansan los pares.



- Correas. Están colocadas sobre los pares, de forma perpendicular a éstos, es de decir de forma paralela al cumbrero. Y sirven para repartir la carga uniformemente sobre los pares.
- Bocacinta. Es la correa que se ubica en el extremo inferior de los pares, ayuda a que se controle la horizontalidad del alero, es imprescindible en todo tipo de cubierta.
- Suncho. También se los llama carrizos maestros, son dos o tres carrizos que van amarrados entre sí, colocados en el medio de los pares, y de forma paralela a éstos, sirven para amarrar en ellos los carrizos que conforman la cama.
- Canalón. Recoge las aguas que bajan por las vertientes para conducir las a los bajantes. Por lo general son de latón.
- Alero. Proyección de la cubierta hacia fuera de los apoyos (paredes, muros), generalmente se trata de la proyección de los pares acompañados de canecillos.
- Canecillos. Cabeza de una viga del techo interior que carga en el muro y la corona de la cornisa, a veces se presenta como la prolongación de las vigas de cielo raso, también como una pieza independiente.
- Vertiente. También se le llama Faldón, tablero o agua, es la superficie inclinada sobre los pares.
- Pendiente de una cubierta. Es la relación entre la altura y la luz de una cubierta expresada en porcentaje.



pares, ala sur.
fotografía: La Autora



pares, ala sur
fotografía: La Autora

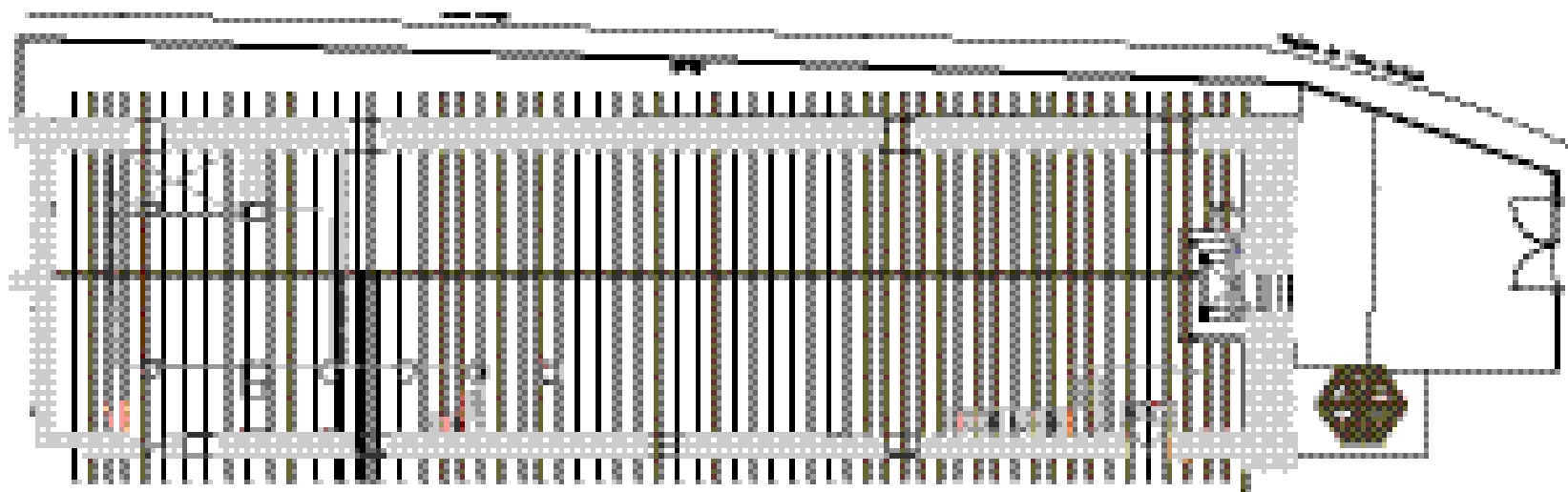
DISPOSICIÓN DE LOS PARES.

La cubierta de la Iglesia de Todos Santos cuenta con un total de 125 pares, los mismos que se hallan distribuidos: 61 pares en el ala norte (que da a la calle Larga), y 64 pares ubicados en el área sur.

Como ya se mencionó anteriormente, las pendientes en esta zona no son iguales, por lo tanto las dimensiones de los pares varían, teniendo entonces los pares que se encuentran en el ala norte una dimensión de 8.34 metros, mientras que en el ala sur se tiene una longitud de 8.43 metros.

La distancia entre pares no es equidistante, sin embargo se puede decir que el promedio de separación entre par y par, es de 60 centímetros.

La madera de los pares es rolliza, y su especie es eucalipto.



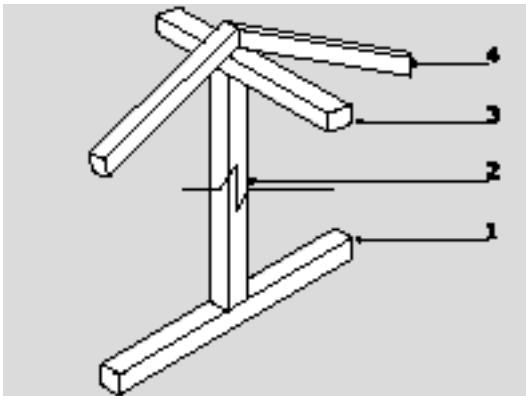
planta, disposición de los pares
La Autora

escala: 1: 250

Mariela Neira P.



pares y cumbrero
fotografía. La Autora



Leyenda

1. par
2. cumbrero
3. pendolón
4. viga

ELEMENTOS DE MADERA QUE SE ENCUENTRAN EN LA CUBIERTA DE LA IGLESIA DE TODOS SANTOS.

CUMBRERO. Es la pieza en donde descansan los pares.
Dimensiones. 0.11 M x0.11m, el largo del cumbrero es variable.

PENDOLÓN. Es el que soporta al cumbrero. Dimensiones. 0.17m x0.17m, largo 1.17m.

TIJERA. Pieza inclinada que ayuda a estabilizar al pendolón. Dimensiones. 0.08m x0.10m, largo 2.00m. Inclinación 32,30°.

VIGA. Pieza horizontal en la cual descansan el pendolón, tijeras, y pares. Dimensiones. 0.2m x0.20m, largo 6.71m.

PAR. Tienen la misma inclinación del tejado, se apoya en el cumbrero. Dimensiones. 0.12m x0.12m (madera rolliza), largo 8,43m.

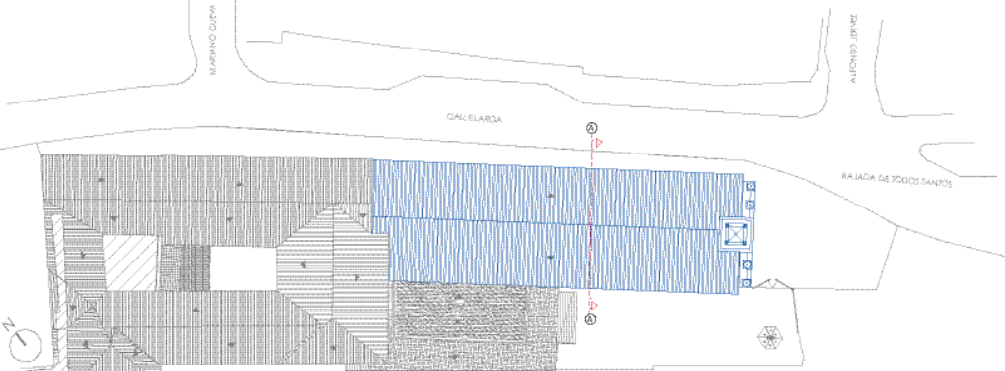
TOCHO. Pieza vertical que ayuda a repartir el peso de los pares. Dimensiones. 0.11m x0.11m, altura 0.70m.

SOLERA. Transmite el peso de la cubierta hacia las paredes o muros. Dimensiones. 0.14m x0.14m (madera rolliza) largo, variable.

CANECILLO. Cabeza de una viga que viene desde el interior. Dimensiones. Largo 1.2m en el interior y hacia el exterior 1m.

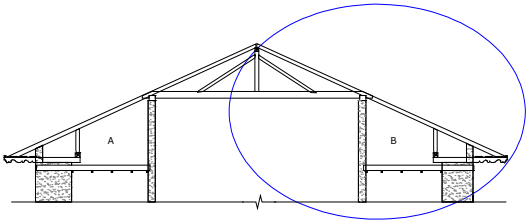
MURO DE ADOBE. Donde se apoyan los elementos de la cubierta. Dimensiones. Ancho de muro 0.92m.

estudio y propuesta de detalles constructivos en madera "Iglesia de Todos Santos"



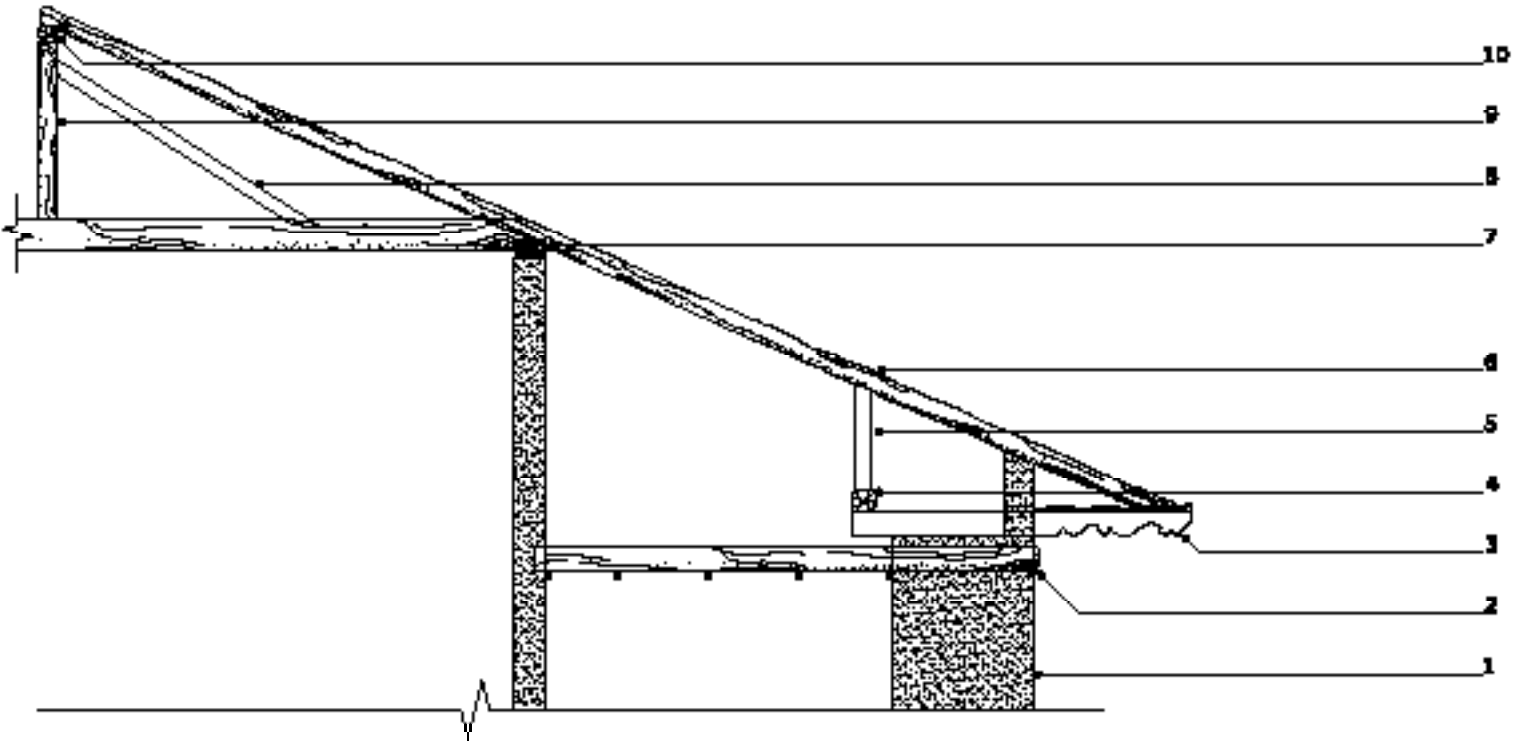
emplazamiento

escala: 1: 1000



corte a - a

escala: 1: 200



detalle ampliado

escala: 1: 50

Leyenda

- 1. muro de adobe
- 2. viga de soporte de cielo raso de latón
- 3. canecillo
- 4. solera
- 5. tocho
- 6. par b
- 7. viga
- 8. tijera
- 9. pendolón
- 10. cumbrero



ESFUERZOS QUE SOPORTAN LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES DE LA CUBIERTA

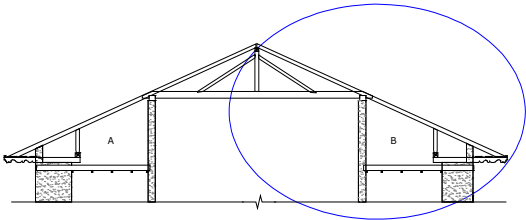
En la cubierta de la Iglesia de Todos Santos, básicamente se presentan dos tipos de esfuerzos: de compresión y de flexión. Por lo general, las columnas o los tochos se encuentran sometidos a esfuerzos de compresión y en ciertos casos estos elementos soportan esfuerzos de flexo compresión. Y lo que corresponde a lo que son pares, tijeras, vigas, etc, están soportando esfuerzos de flexión

estudio y propuesta de detalles constructivos en madera "Iglesia de Todos Santos"



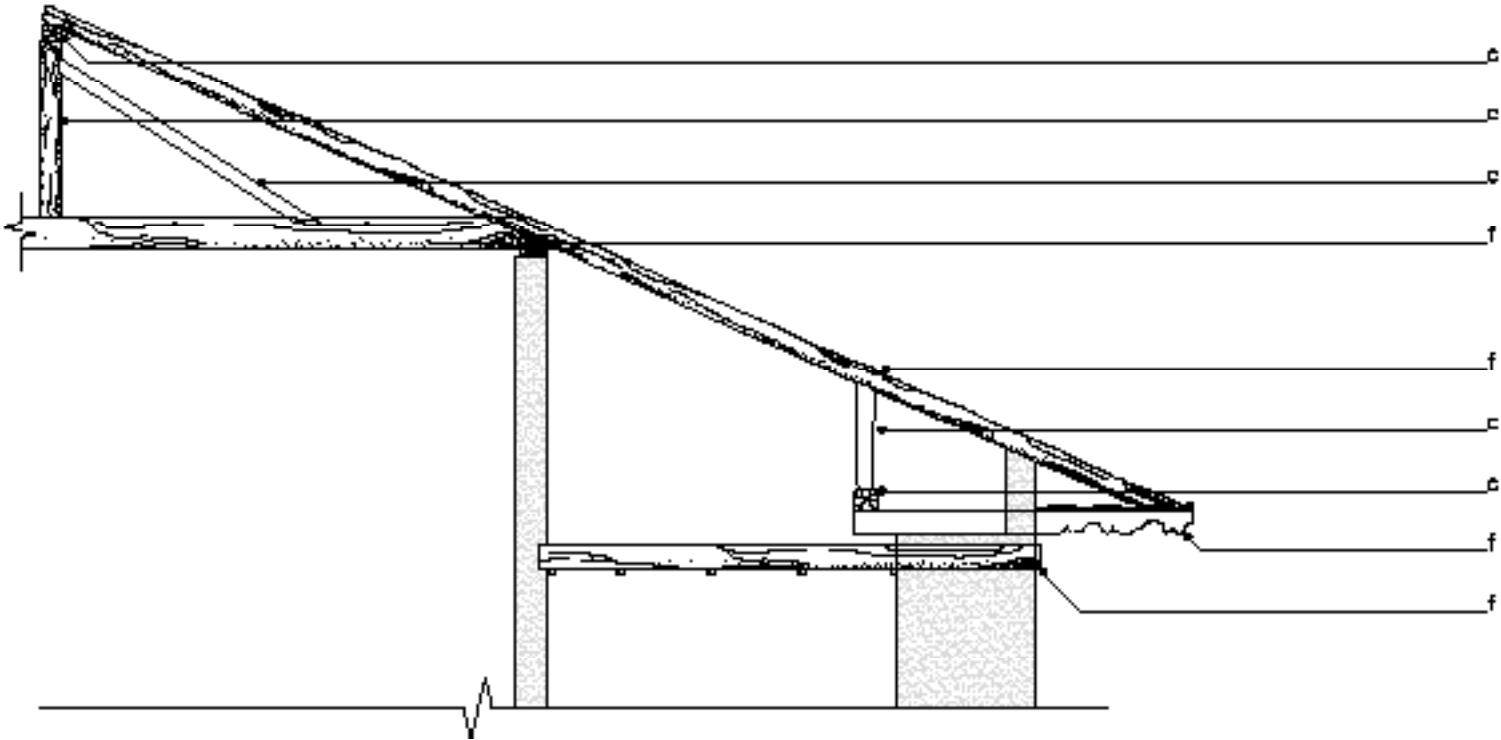
emplazamiento

escala: 1: 1000



corte a - a

escala: 1: 200



detalle ampliado

escala: 1: 50

- Leyenda
- c= elementos sometidos a esfuerzos de compresión.
 - f= elementos sometidos a esfuerzos de flexión



pares y cumbrero
fotografía. La Autora



pares y cumbrero
fotografía. La Autora



RECUBRIMIENTO DE LA CUBIERTA.

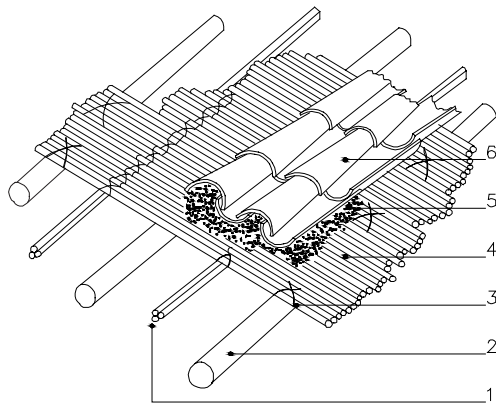
Carrizos maestros. Unión de 2 o 3 carrizos, ancho 5-6 cm. Separación entre carrizos maestros 70 cm

Carrizo. Tiene un diámetro aproximado de 2cm.

Cabuya. Sirve para amarrar a los carrizos entre sí y a éstos a los pares y carrizos maestros.

Barro. Espesor del barro 5cm

Teja cerámica. Se les coloca formando hiladas, en las cuales se alterna tapa y canal. Las tejas son de tipo artesanal por lo que no todas las piezas son del mismo tamaño largo promedio 44 cm, ancho promedio 20cm, espesor 3cm.



Leyenda

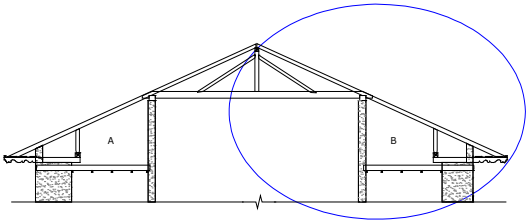
1. carrizos maestros
2. par
3. cabuya
4. carrizo
5. barro
6. teja

estudio y propuesta de detalles constructivos en madera "Iglesia de Todos Santos"



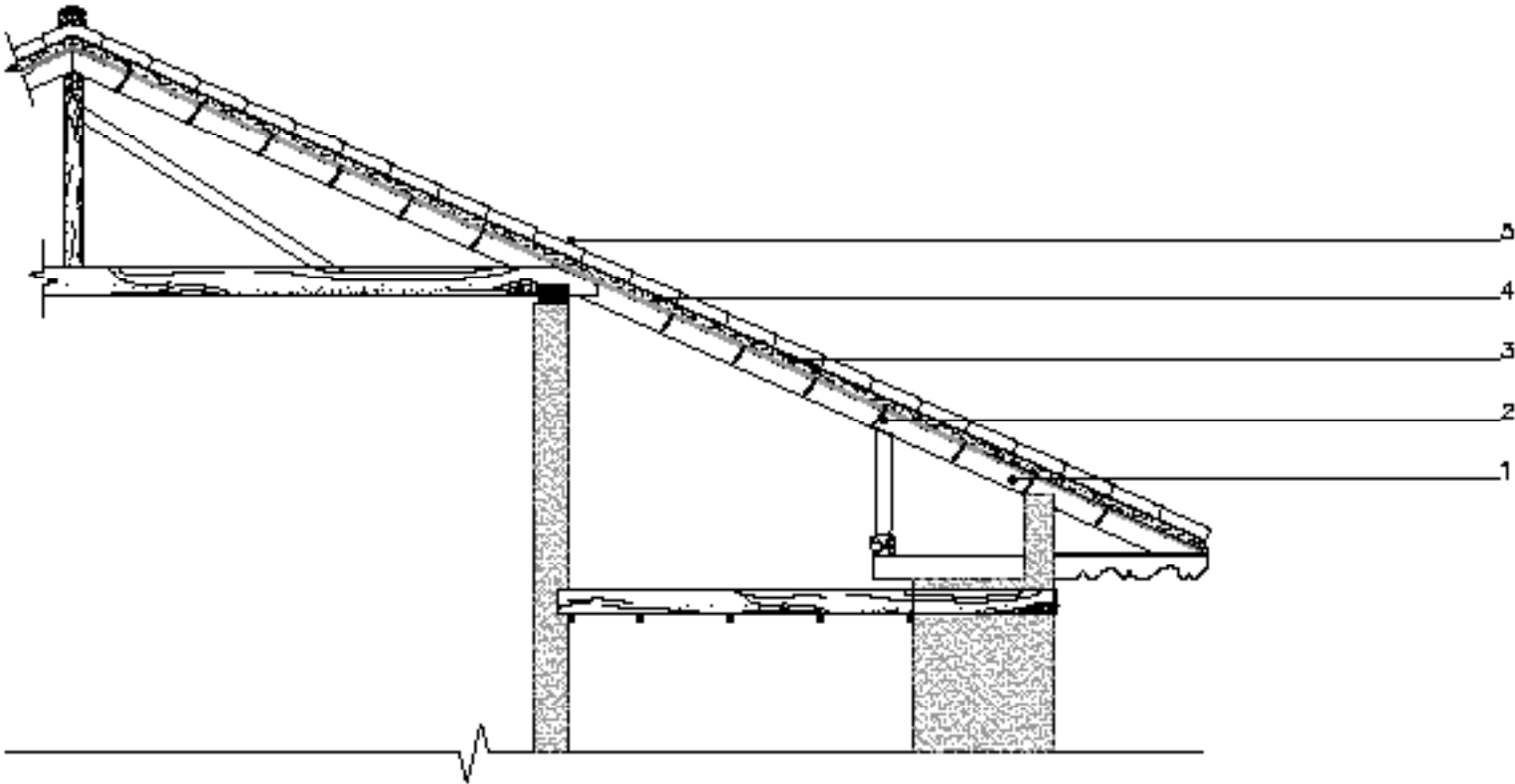
emplazamiento

escala: 1: 1000



corte a - a

escala: 1: 200



detalle ampliado

escala: 1: 50

- Leyenda
- 1. par b
 - 2. cabuya
 - 3. carrizo
 - 4. cama de barro
 - 5. teja



estudio y propuesta de detalles constructivos en madera "Iglesia de Todos Santos"



torre de la Iglesia
de Todos Santos



TORRE DE LA IGLESIA DE TODOS SANTOS



fachada este de la Iglesia, año 2006, fuente: Archivo fotográfico Arq. Diana Arias

La torre de la Iglesia de Todos Santos es sin duda el elemento arquitectónico más emblemático de la Iglesia. Su construcción data aproximadamente del año 1915. Tiene una altura de 22,78 m, hasta el punto más alto, que es la cruz, su planta es cuadrada y está dividida en 4 niveles, la torre se encuentra asentada sobre gruesos muros de ladrillo y muros interiores soportantes, el primer nivel está formado por muros de ladrillo y madera, y los niveles siguientes están formados exclusivamente de madera. La conexión entre los niveles se da por medio de escaleras de madera. Su estructura como envolventes es de madera.

El sistema constructivo de la Torre de la Iglesia de Todos Santos es a base de pilar y viga, y para alcanzar la esbeltez requerida, en cada nivel se reduce la sección de la planta.

El color original de la torre que era celeste, fue reemplazado por el color blanco.

En la torre destacan elementos decorativos y ornamentales, tales como, altos relieves en forma de hojas de acanto, dentículos triangulares en cornisamentos, y capiteles de pilastras simuladas las cuales nacen en basas constituidas en molduras clásicas; inscripciones en alto relieve, molduras en carpinterías, etc.



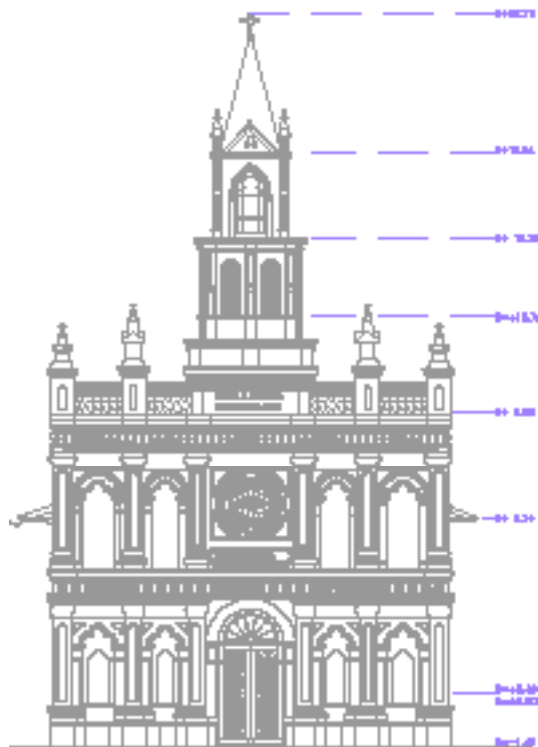
La torre de Todos Santos, alcanza una altura de 22,78m, incluida la cruz que corona la torre; hasta el nivel de +10,63 metros la fachada de la Iglesia se presenta como un volumen sólido, fuerte, con la presencia de arcos de medio punto, pináculos, rosetón, y diferentes molduras realizadas en ladrillo y con recubrimiento de color blanco, y a partir de los 10,63 m, empieza una disminución del ancho en la fachada para alcanzar la esbeltez requerida.



La torre consta básicamente de dos tipos de materiales:

- ladrillo y,
- madera.

Hasta el nivel +10,63 m la torre está formada por una mampostería de ladrillo, y a partir de los 10,63 metros hasta los 21.94 metros está formada íntegramente de madera, de diferentes especies que van desde el eucalipto, hasta especies de madera que hasta la fecha no se ha llegado a reconocer debido a su peculiaridad.



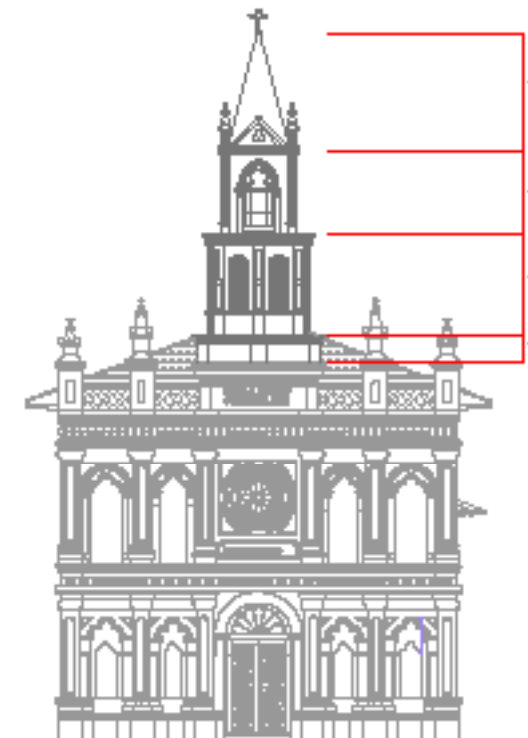
Leyenda

1. mampostería de ladrillo
2. madera

Lo que se va a analizar en la torre es exclusivamente la madera y sus detalles, es decir desde el nivel +10,63 hasta los 21,94 metros.

Para un estudio más ordenado y comprensible, se ha dividido a la torre de madera en cuatro niveles, iniciando desde el nivel más bajo es decir desde los 10,63 metros; en los cuales se analizará, el estado de la estructura, de envolventes, patología de las piezas de madera, el daño causado por agentes bióticos, etc.

Se ha procedido al levantamiento de la estructura de madera en los 4 niveles, en dicho levantamiento se ha tomado en cuenta los diferentes destajes que se les ha hecho en las piezas de madera para que hayan podido encajar perfectamente una con otra y así hayan podido soportar esfuerzos de compresión y flexión.

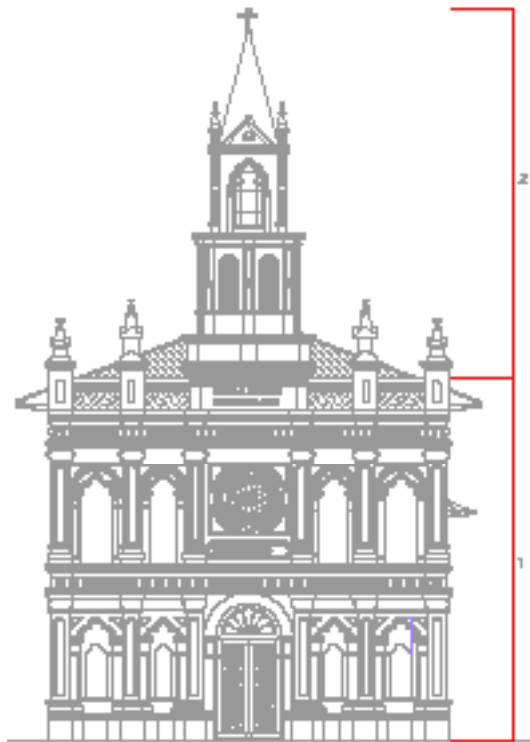


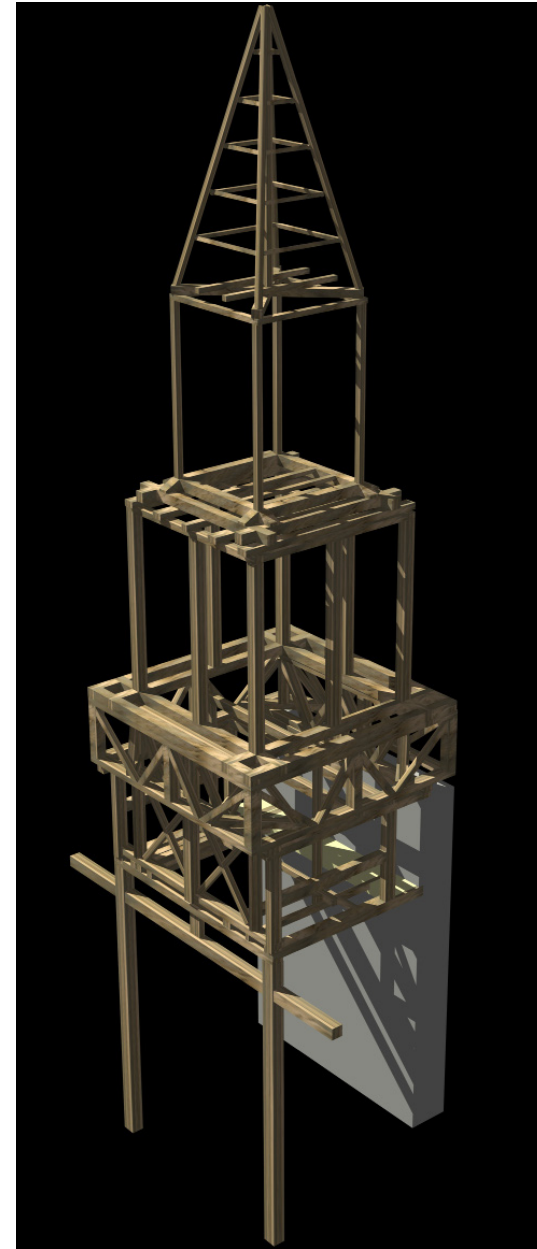
Leyenda

niveles en los que se ha dividido el estudio de la Torre de la Iglesia de Todos Santos

Estructura de la Torre.

Como ya se ha mencionado, se ha subdividido en niveles el estudio de la Torre de La Iglesia de Todos Santos, para una mayor comprensión, sin embargo la imagen a continuación permite tener una idea clara del conjunto total de la estructura de la Torre, en la cual se ha realizado un levantamiento minucioso, de cada elemento que lo conforma, para tener un concepto claro de las cargas que soporta, y los esfuerzos que realiza cada elemento.





estructura de la Torre de la
Iglesia de Todos Santos



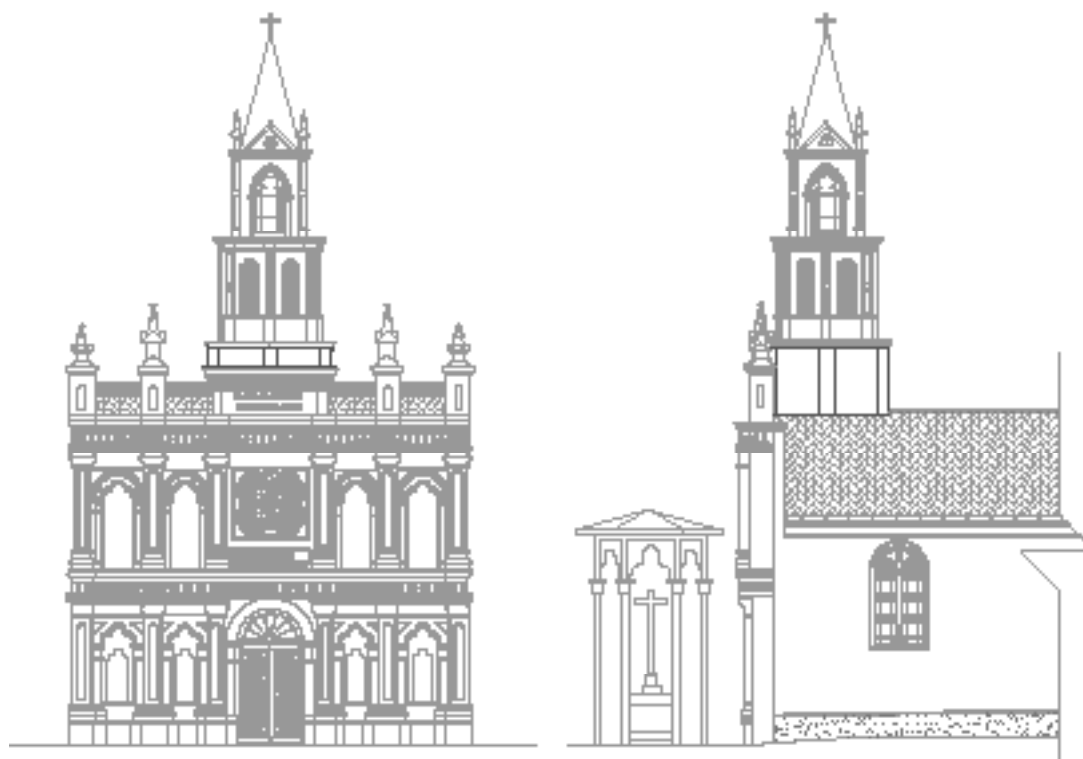
fachada este
fotografía: La Autora



fachada este
fotografía: La Autora

Nivel 1 (10,63m)

El primer nivel de la torre de la Iglesia hacia el lado este (fachada frontal de la torre) presenta una altura de 0,95 metros, mientras que hacia el lado sur, oeste y norte, tiene una altura de 2,10 metros, esto se debe a que hacia la parte frontal sobresale un muro de ladrillo, por efectos visuales en la fachada y es por esta razón que hacia este lado la sección se reduce.



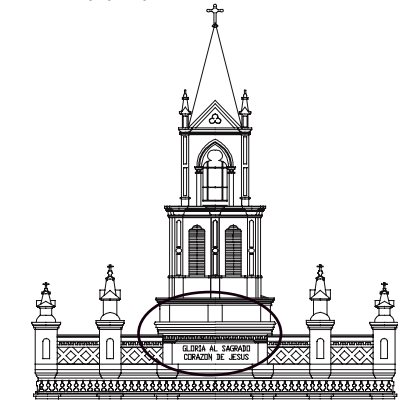
escala: 1: 250

Mariela Neira P.

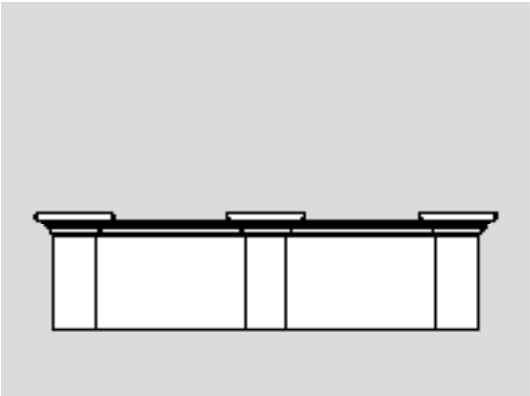


El primer nivel de la torre, es sencillo en lo que respecta a la fachada, debido a que está formado únicamente por un envolvente que lo forman tablas dispuestas en sentido vertical, de un ancho de 0,23 metros, en este nivel se presentan diferentes especies de madera, entre ellas está el eucalipto y especies exóticas que son desconocidas aún por los restauradores y expertos en madera, sobre este sistema de envolventes se encuentran rematados por unas cornisas que sobresalen del volumen para dar origen al siguiente nivel.

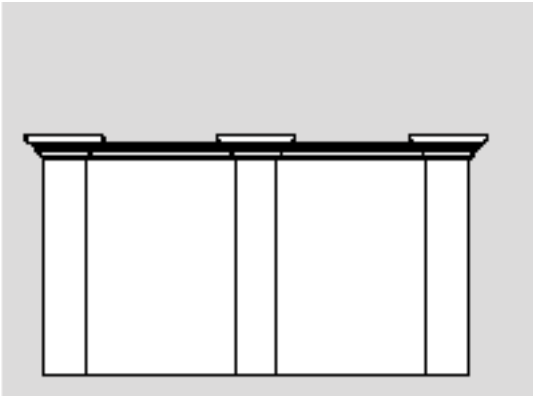
fachada oeste
fotografía. La Autora



ubicación

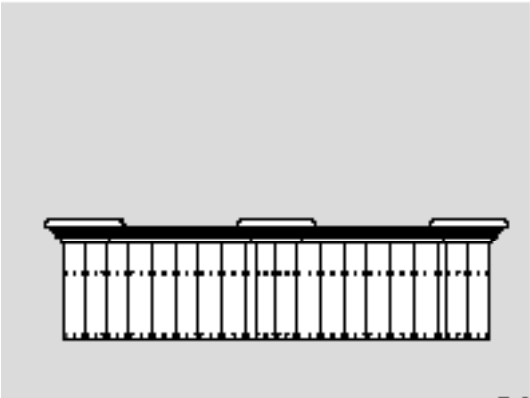


1.1

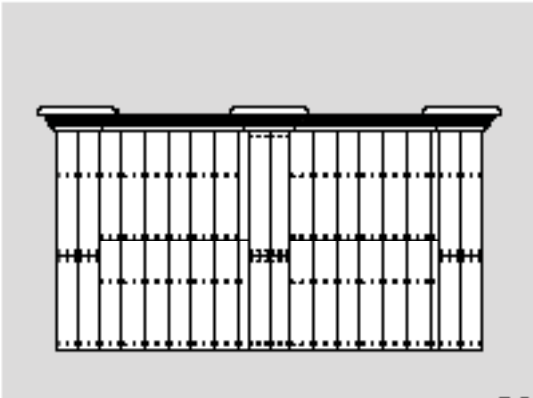


1.2

1.1 fachada este
1.2 fachada: norte, sur y oeste



2.1



2.2

distribución de tablas
envolventes y repartición de
clavos
2.1 fachada este
1.2 fachada: norte, sur y oeste



nivel 1, estructura
fotografía: La Autora

En cuanto al carácter estructural este nivel es el más complejo de la torre, ya que como es el nivel en donde descansarán todas las cargas de la torre, es el más reforzado, y está formado por una serie de reticulados, para estos reticulados se ha utilizado madera de eucalipto rolliza.

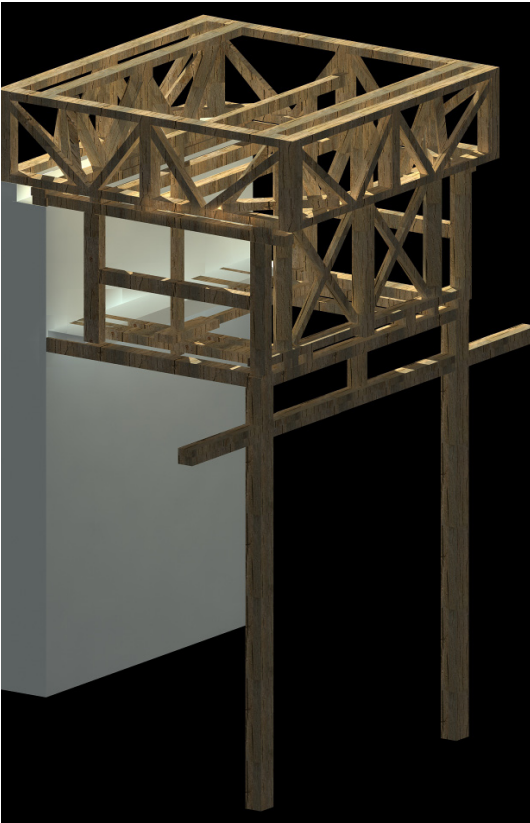
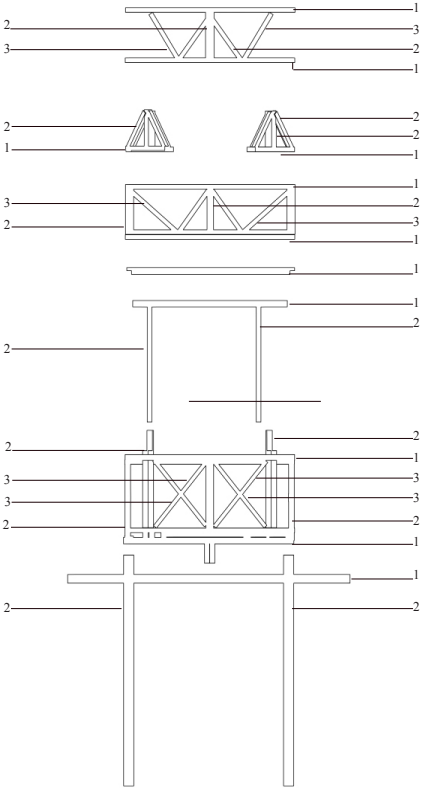
Este nivel descansa hacia el lado este, sobre el muro de mampostería de ladrillo, y hacia el lado oeste descansa sobre dos columnas que tienen una altura de 5,10 metros; sobre estas dos columnas se presentan también dos cruces de San Andrés, y un sistema de pórticos.



nivel 1, estructura
fotografía. La Autora



ubicación



NIVEL 1 (+10,63m)

estructura de madera

- 1.1 esfuerzos a los que están sometidos las piezas de madera:
- 1. Flexión
 - 2. Compresión
 - 3. Tracción
- 1.2 estructura de madera
- 1.3 estructura de madera despiezada

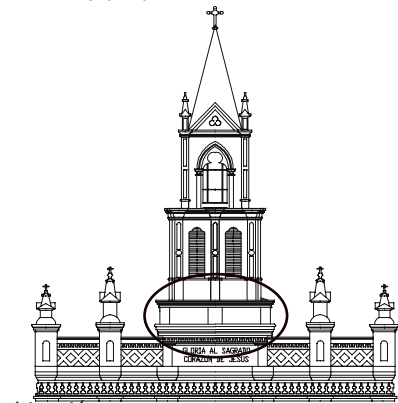


nivel 1, estructura, reticulados
fotografía: La Autora

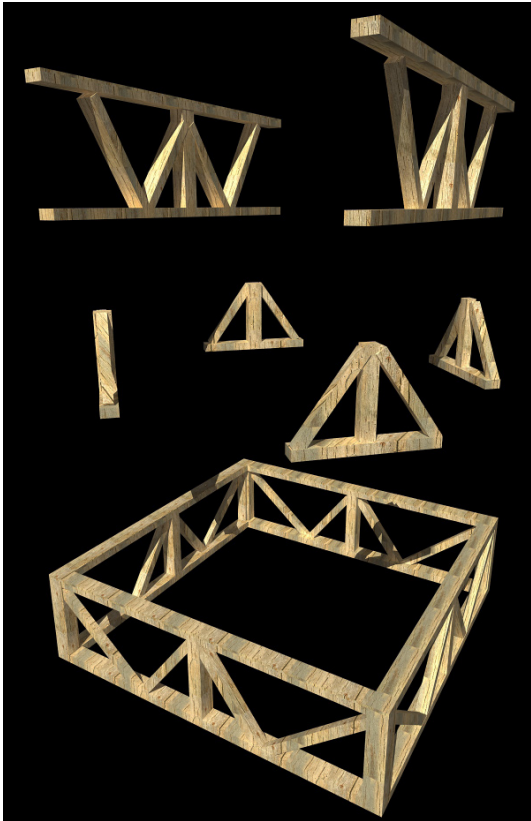
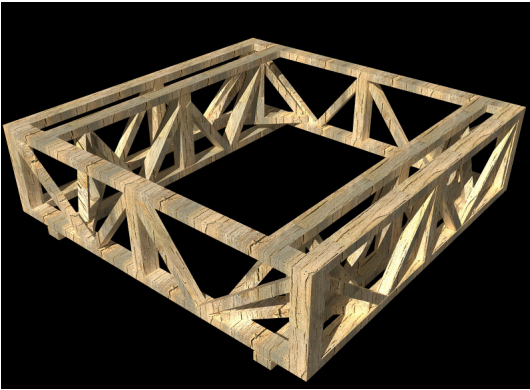
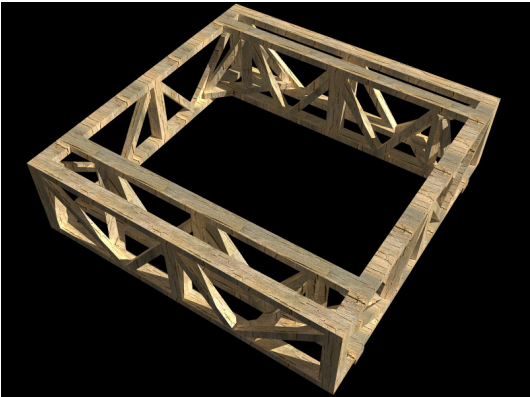


nivel 1, estructura, reticulados
fotografía: La Autora

Sobre los pórticos, se encuentran los reticulados o celosías, formando una especie de caja, y dentro de esta caja, se ha dispuesto dos refuerzos también formando una cercha, estos refuerzos se encuentran ubicados en la fachada este y oeste. Una celosía al igual que una viga cumple la función de salvar la luz y recibir cargas permanentes y variables para transmitirlos a los apoyos, su trazado geométrico está constituido por triángulos, que son los que aseguran la indeformabilidad de la estructura. El triángulo es la única figura planar indeformable que se puede concebir, articulando tres barras contenidas en un mismo plano entre sí. Las piezas que forman los triángulos (diagonales y montantes) trabajan a esfuerzos axiales, es decir compresión y tracción. Mientras que las piezas superiores e inferiores resisten esfuerzos combinados de flexo – tracción o flexo – compresión.



ubicación



NIVEL 1 (+10,63m)

estructura de madera
sistema de celosías o reticulados



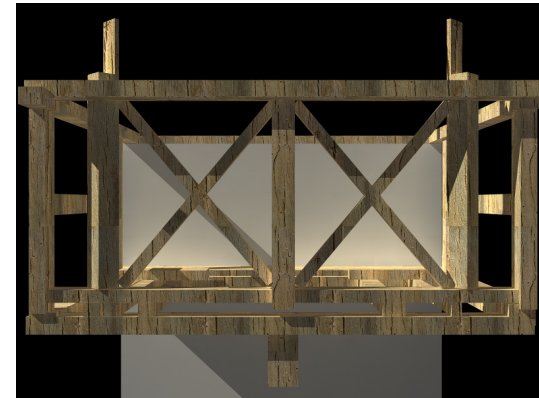
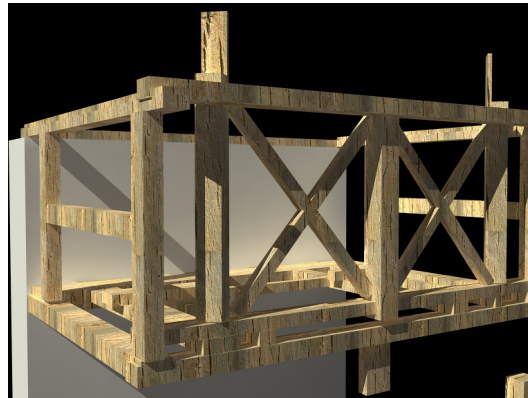
nivel 1, estructura, cruz de San
andrés
fotografía: La Autora

El primer nivel de la torre, está formado en su estructura por un total de 103 piezas de madera, en ellas se muestran destajes, por lo general se han realizado ensambles a media madera.

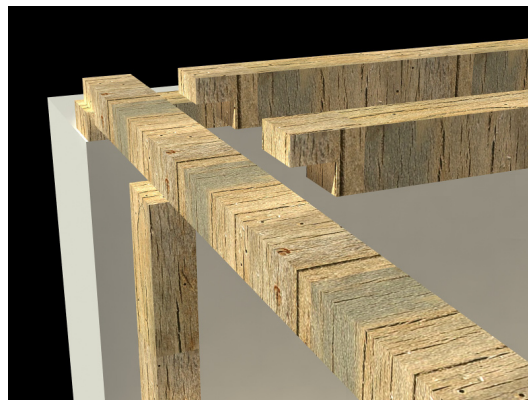


nivel 1, estructura, cruz de San
andrés
fotografía: La Autora

estudio y propuesta de detalles constructivos en madera "Iglesia de Todos Santos"



cruz de San Andrés



destajes en las piezas de madera

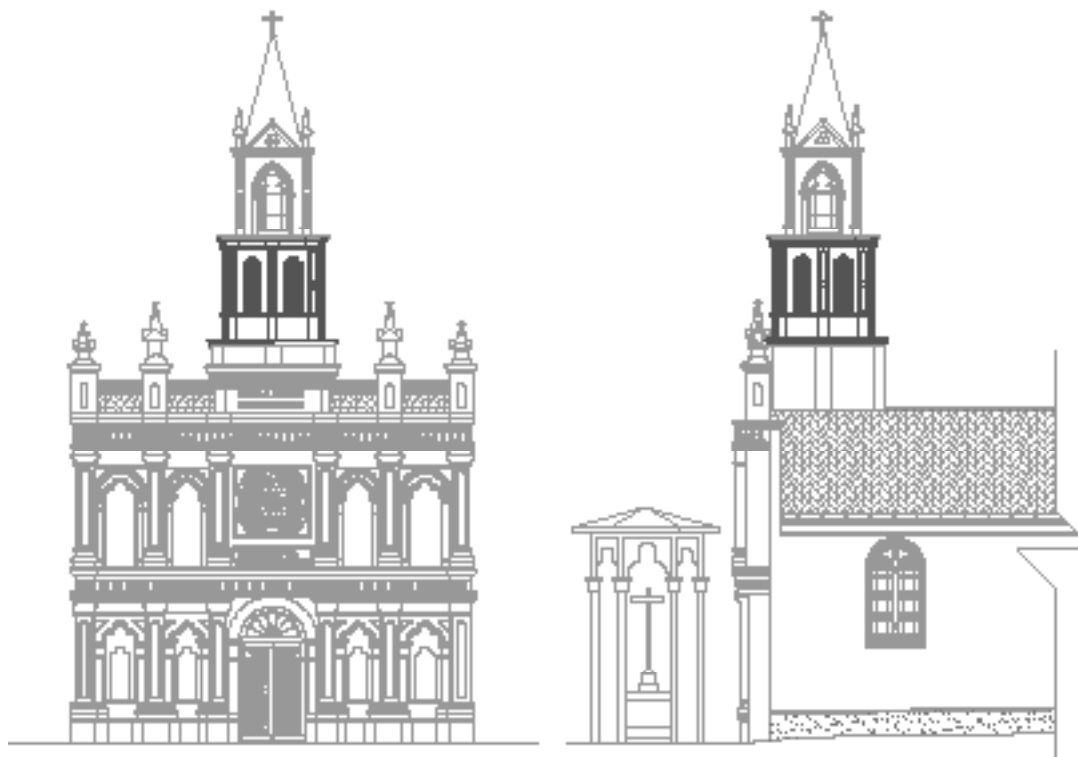


nivel 2, laminas de madera
fotografía: La Autora

Nivel 2 (+11,81 m)

La altura de este nivel es de 3,55 metros .

Este nivel en lo que respecta a la fachada, es igual en los cuatro lados, y está formada por dos ventanas en cada cara, las ventanas son en realidad laminas de madera, pero con bisagras al un lado, lo que permite el movimiento; en la fachada se observa las laminas de madera, con un arco de medio punto en la parte superior, pero en realidad, las laminas de madera son de forma rectangular con unas dimensiones de 0,64 x 1,88 m, y el número de laminas es de 23, teniendo la última lama una inclinación diferente para impedir el ingreso del agua lluvia al interior de la torre.



escala: 1: 250

Mariela Neira P.



nivel 2, forma de ventanas con
arcos de medio punto
fotografía: La Autora

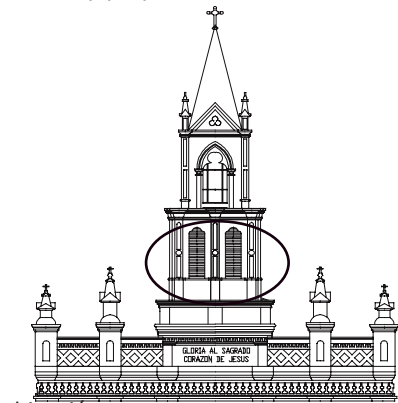


En la parte inferior de este nivel tiene así mismo una inclinación para evitar la acumulación de agua y permitir que resbale la misma, esta inclinación está formada por tablas con un ancho de 23 cm aproximadamente, pero se encuentran recubiertas por una plancha de latón, que ha permitido la conservación de estas piezas.

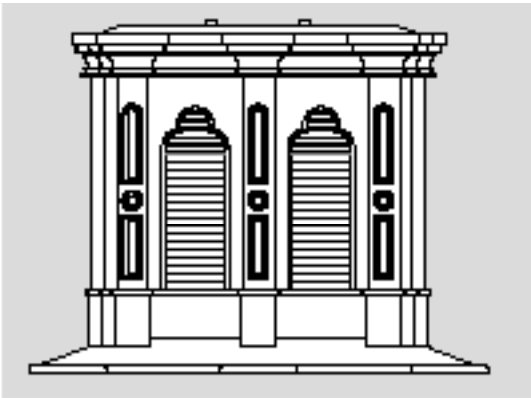
Siguiendo en la fachada, también presenta tres columnas, con un ancho cada una de 30 centímetros, pero estas columnas son falsas, es decir, las columnas estructurales están dentro de estas pero estas columnas son importantes por el aspecto estético que da a la torre.

nivel 2, relieves en las molduras
fotografía: La Autora

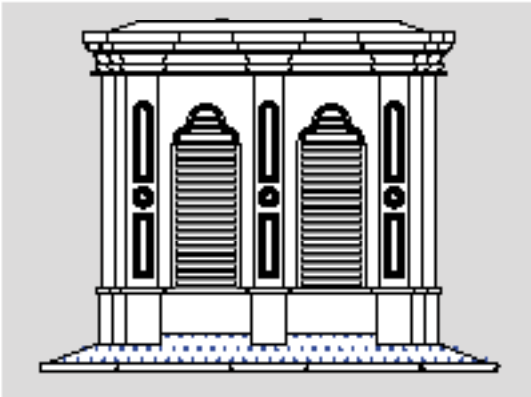
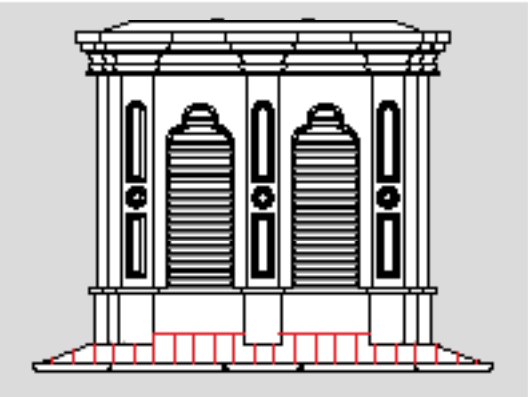




ubicación



NIVEL 2 (+ 11,81m)
fachada



disposición de piezas de
madera

recubrimiento de latón

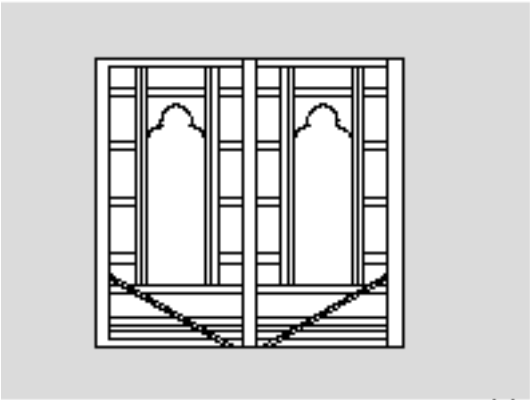


nivel 2, interior del nivel,
estructura
fotografía: La Autora

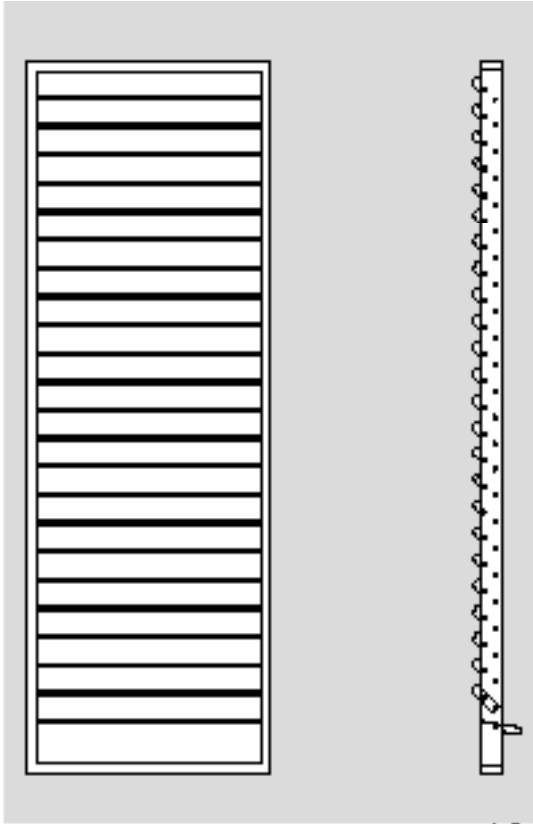
En la parte interna del segundo nivel, entre cada columna se ha colocado unas piezas de madera que han servido para rigidizar la estructura, y también en la parte inferior se han colocado unas diagonales que han servido para el mismo fin.



ubicación



1.1



1.2

NIVEL 2 (+ 11,81m)

1.1 disposición de piezas de
madera internas
1.2 detalle de carpintería
(ventanas)

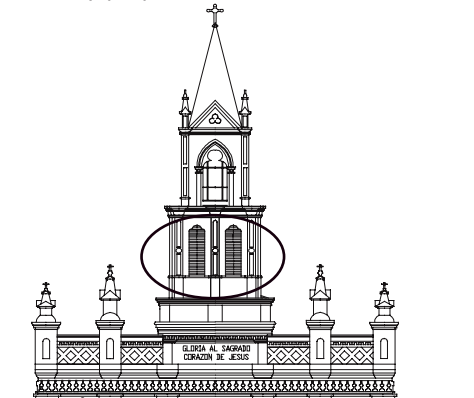


nivel 2, ventana de madera.
laminas
fotografía: La Autora

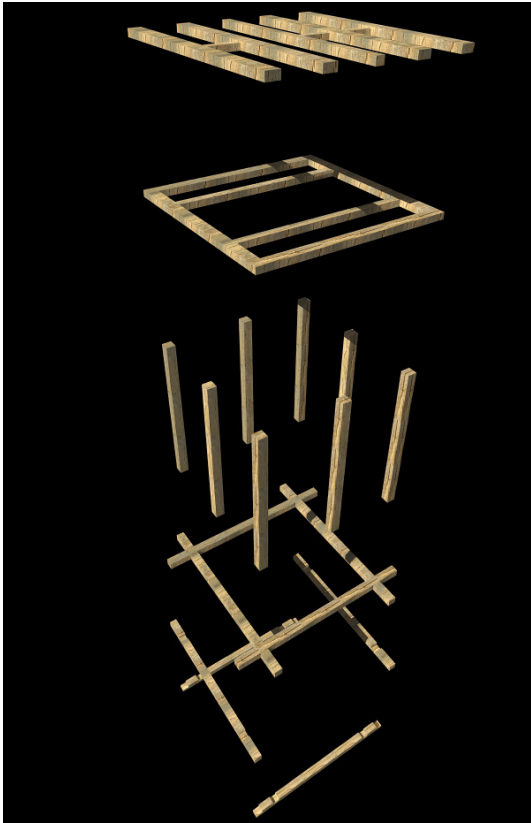
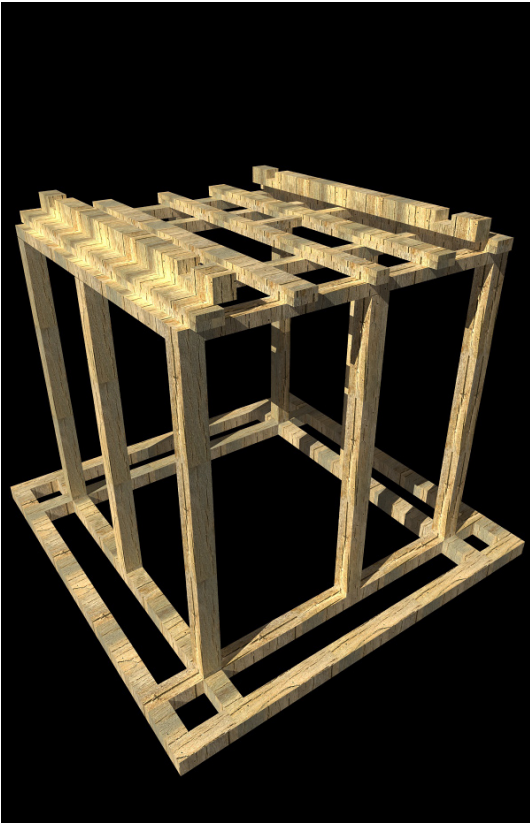
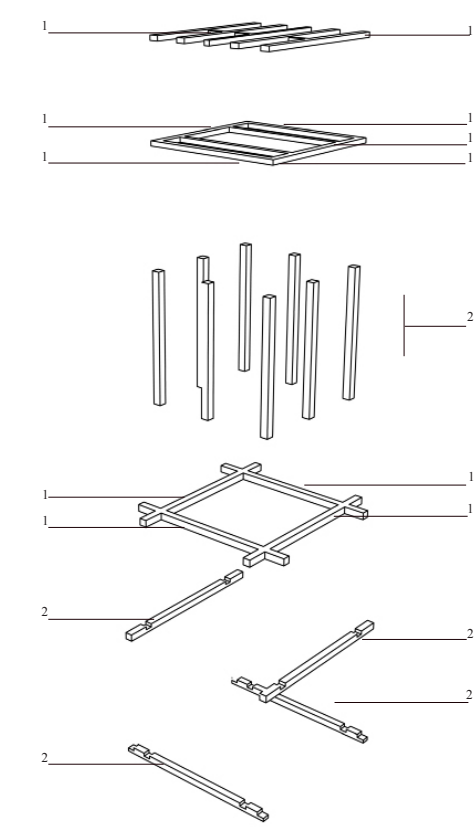
En la parte estructural de este nivel, se observa la presencia de varios sistemas estructurales de madera, tales como el americano, que era muy utilizado en el pasado porque se basaba en la interrelación de los elementos de madera, ésta interrelación se lograba mediante diferentes tipos de uniones, siendo las más utilizadas: los ensambles a media madera, unión caja y espiga, y cola de milano.

En este caso la unión a media madera ha sido muy utilizada, para los ensambles de las piezas.

Otro sistema estructural que se aprecia en el nivel 2, es el de pilar – viga, porque está constituido por elementos horizontales (vigas) y por elementos verticales (columnas o pilares), en este sistema las vigas secundarias, envigados de pisos, se apoyan sobre las vigas maestras y estas descargan en las columnas o pilares.



ubicación



NIVEL 2 (+ 11,81m)

estructura de madera

- 1.1 esfuerzos a los que están sometidos las piezas de madera:
- 1. Flexión
 - 2. Compresión
 - 3. Tracción
- 1.2 estructura de madera
1.3 estructura de madera despiezada

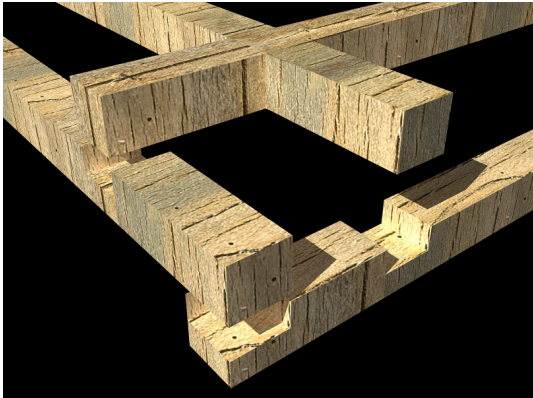
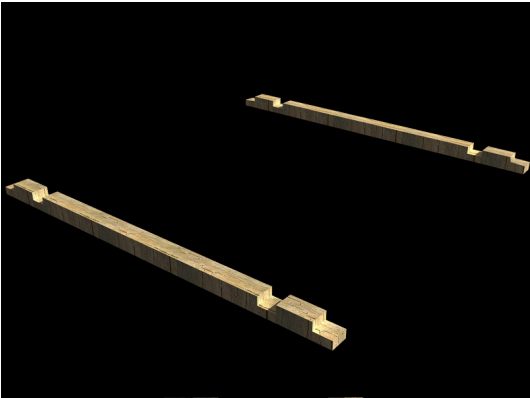


nivel 2, exterior del nivel, detalle de columna
fotografía. La Autora

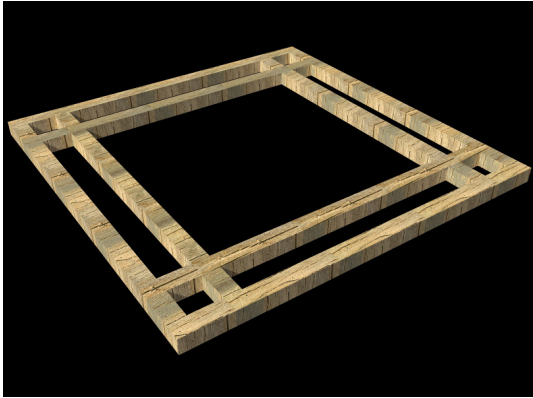
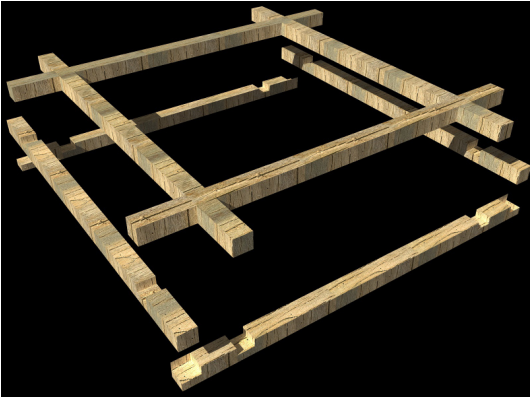
El número total de piezas son 29, entre ellas están 8 columnas con una sección de 0,17 x 0,17 metros y una altura de 2,88m



ubicación



NIVEL 2 (+ 11,81m)



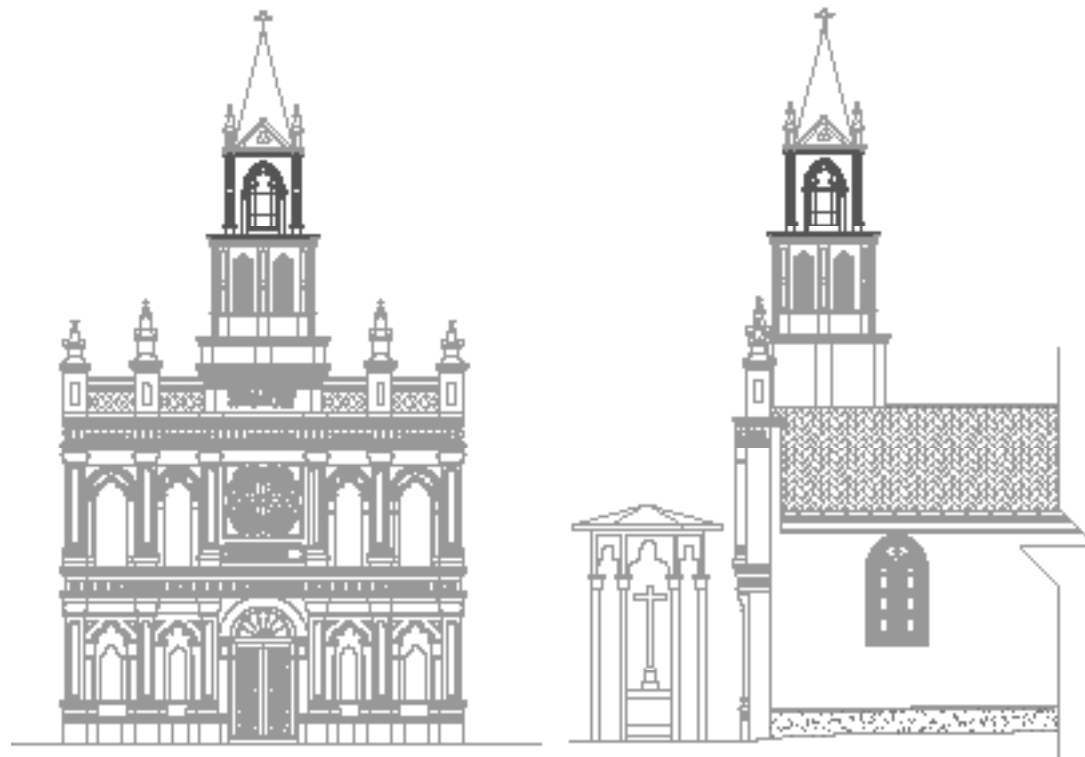
destajes en las piezas de madera
ensambles a media madera



nivel 3, exterior del nivel, detalle
de columna
fotografía: La Autora

NIVEL 3 (+ 15,36 m)

El nivel 3 de la torre, también presenta la misma fachada a los cuatro lados, de planta cuadrada, presenta una reducción de medidas en cuanto al nivel anterior, tiene una altura de 2,87 metros.



escala: 1: 250

Mariela Neira P.



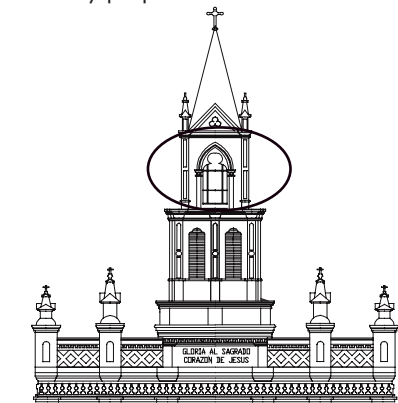
nivel 3, arcos ojivales
fotografía. La Autora



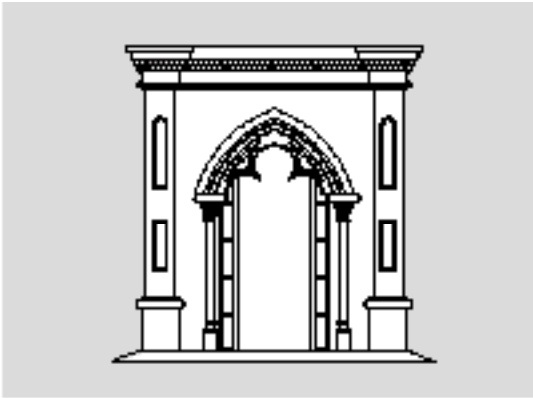
nivel 3, latón colocado sobre los
arcos para evitar daños
fotografía: La Autora



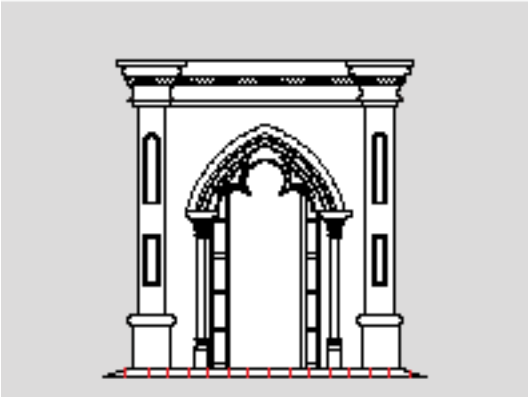
La fachada del nivel tres muestra arcos ojivales, los mismos que dan relieve a la fachada, columnas de estilo neoclásico con sus capiteles, la presencia de arcos sirven para dar coherencia a la parte estética de la fachada ya que en el nivel 2 también se ve este tipo de arcos. En este nivel existe la presencia de dos elementos a más de la madera: el latón, que ha servido para proteger a la madera de este nivel, en la parte inferior del mismo y cuya inclinación permitirá el desalojo del agua lluvia, y el vidrio es utilizado como ventana, el vidrio es fijo y no permite el movimiento, es en este nivel en donde se encuentra la imagen de Jesús, que es observado claramente desde la parte inferior de la Iglesia.



ubicación



NIVEL 3 (+ 15,35m)
fachada



 disposición de piezas de
madera

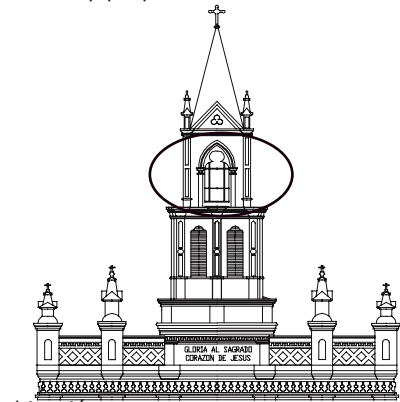
 recubrimiento de latón



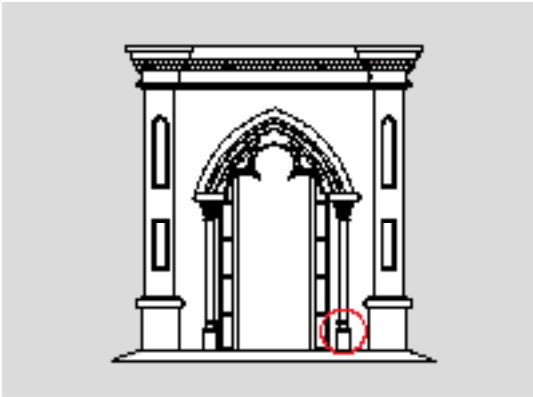
nivel 3, columna decorativa
tallada
fotografía: La Autora

Igual que en el nivel anterior, en la fachada se ve dos columnas en los extremos de cada cara, con un ancho de 30 centímetros cada una, pero en realidad las columnas que soportan la estructura, se encuentran debajo de estas y con unas dimensiones mucho menores.

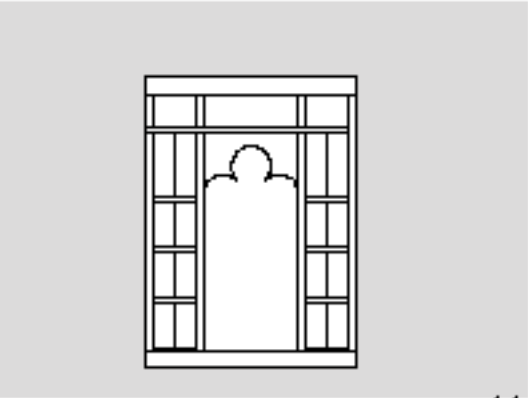
También se muestran dos columnillas soportando a los arcos ojivales, con un interesante tallado en la madera en la parte superior de la misma, y en la parte baja de la columna, el encuentro entre la basa y la columna se ha hecho mediante la unión caja y espiga.



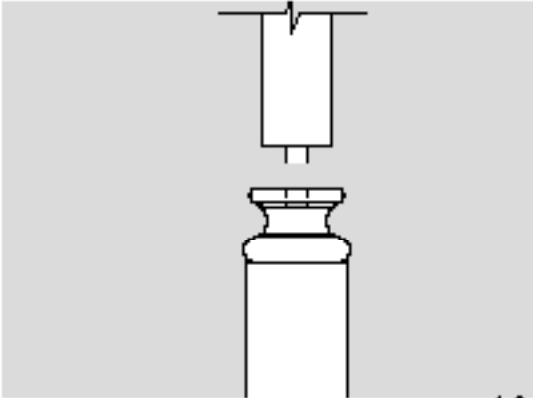
ubicación



NIVEL 3 (+ 15,35m)



1.1



1.2

1.1 disposición de piezas de
madera internas
1.2 detalle ampliado unión caja
y espiga

escala: 1: 75

Mariela Neira P.

escala detalle: 1: 10

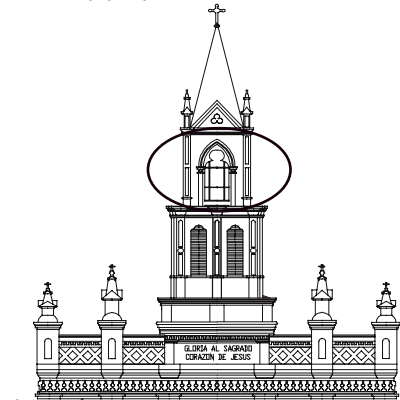


nivel 3, columna decorativa, base
fotografía: La Autora

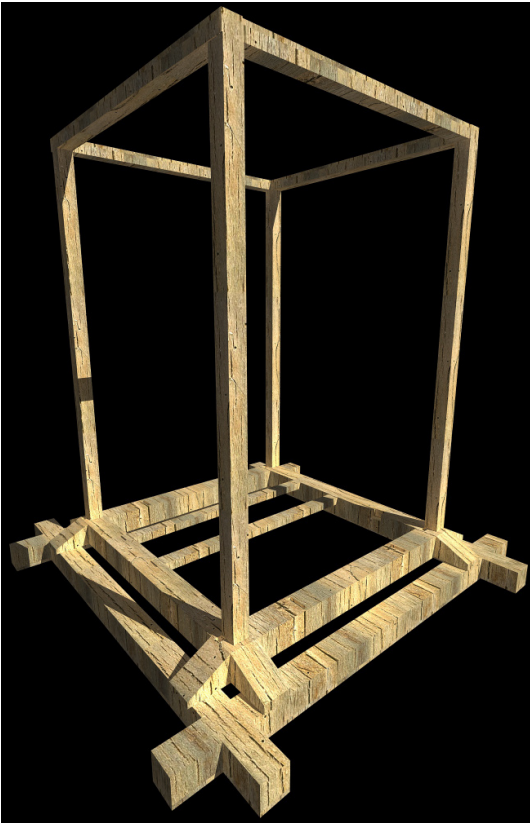
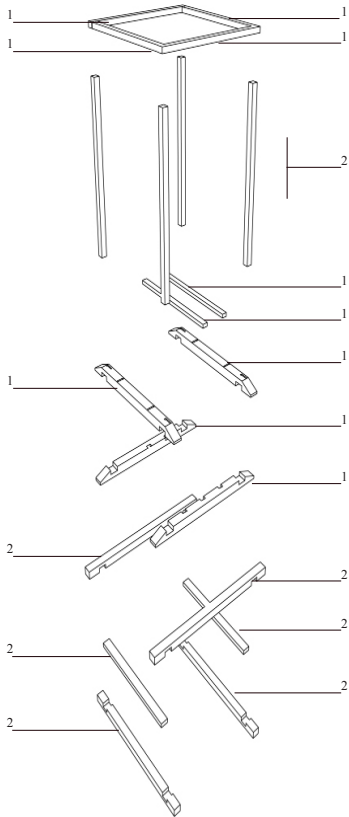


nivel 3, unión caja y espiga
fotografía: La Autora

En lo que respecta a la estructura de este nivel, también se da la combinación de sistemas estructurales, como el americano ya que se ve en casi todas las piezas destajes, para producir los ensambles por lo general a media madera, en este nivel como la carga que debe soportar va disminuyendo debido a que sobre este nivel se encuentra la parte final de la torre, se han reducido el número de columnas que de ocho que eran en el nivel dos, ahora tenemos solo cuatro, apareciendo con esto otro sistema estructural como el de pilar y viga.



ubicación



NIVEL 3 (+ 15,35m)

estructura de madera

- 1.1 esfuerzos a los que estan sometidos las piezas de madera:
- 1. Flexión
 - 2. Compresión
 - 3. Tracción
- 1.2 estructura de madera
1.3 estructura de madera despiezada



nivel 3, interior, estructura
fotografía: La Autora

Sobre estos pilares, van las vigas maestras, en este caso es importante que la resistencia a la compresión del pilar es mayor por ser la carga paralela a la fibra.

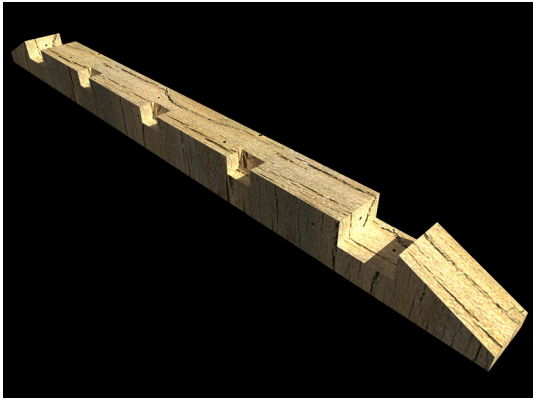
En este nivel el número de piezas es de 18 piezas, la disminución en el número de piezas estructurales se debe a que a medida de que sube en altura, disminuye la carga.



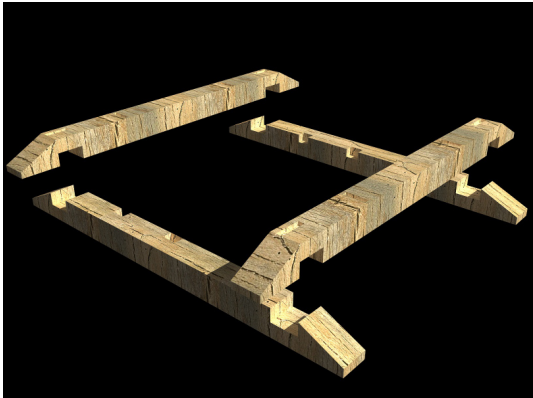
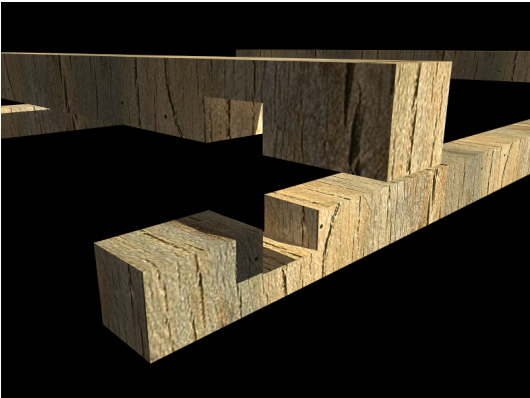
nivel 3, marco de ventana
fotografía: La Autora



ubicación



NIVEL 3 (+ 15,35m)



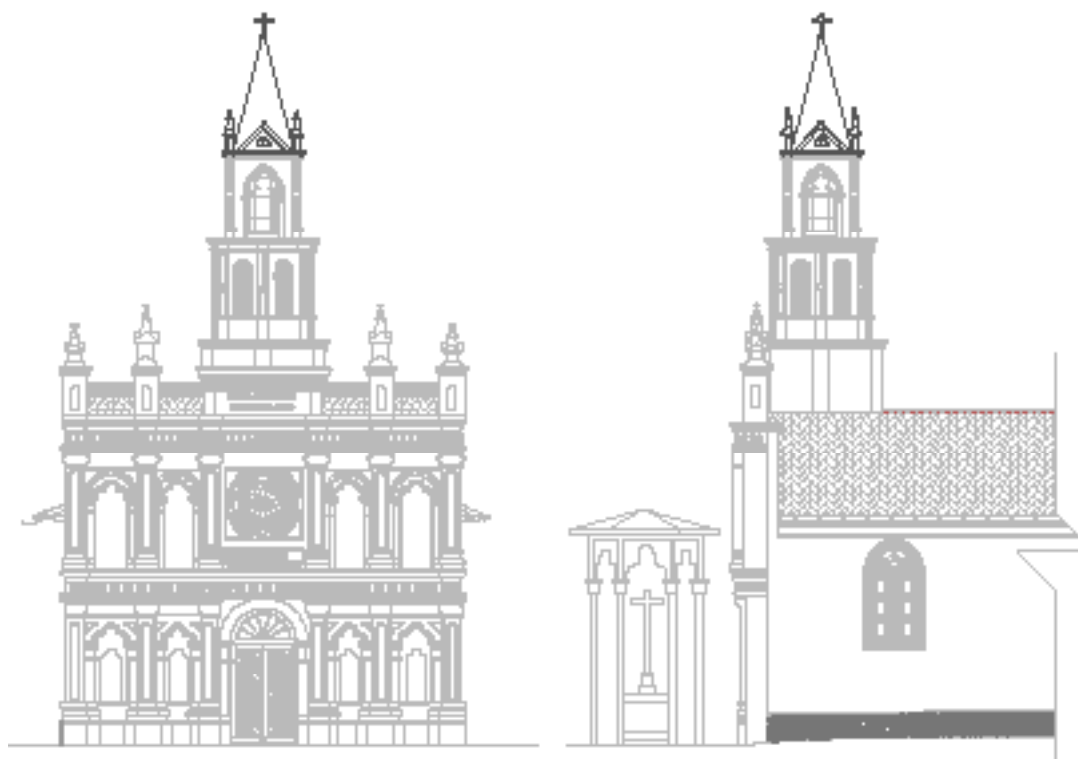
ensambles a media madera



Nivel 4 (+ 18,23 metros)

El nivel cuatro es la culminación de la torre, su forma es piramidal, su planta cuadrada, su altura es de 4,55 metros, incluida la cruz que remata la torre y que mide 0,75 metros.

nivel 4, estado de pináculos
fotografía: La Autora



escala: 1: 250

Mariela Neira P.



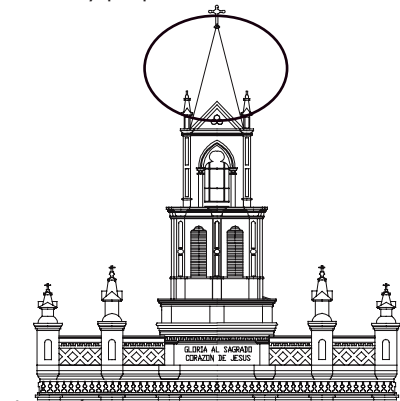
nivel 4, cubierta de latón
fotografía: La Autora

En el nivel 4 se encuentran elementos importantes como los pináculos, que son cuatro en total, uno en cada esquina, elementos muy interesantes y lastimosamente son los que más han sufrido daños porque se encuentran en una de las partes más altas de la torre y al no tener la protección de ningún elemento, su recubrimiento solo han realizado con pintura blanca, a diferencia de lo que forma la cubierta de la torre que es una pirámide de madera, pero con una protección de latón, que ha logrado conservar en un estado relativamente bueno a la parte de madera.

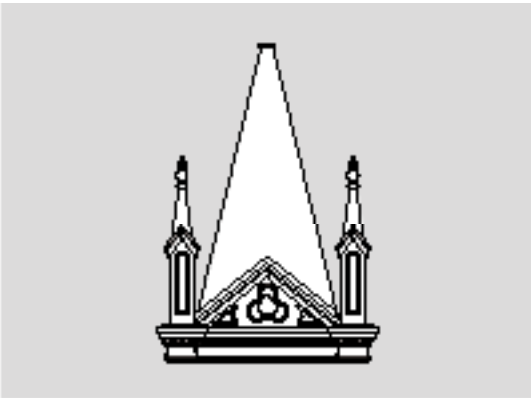
En este nivel se observa también detalles decorativos en madera tallada, y relieves en forma de triángulos, que armonizan con la pirámide y los pináculos



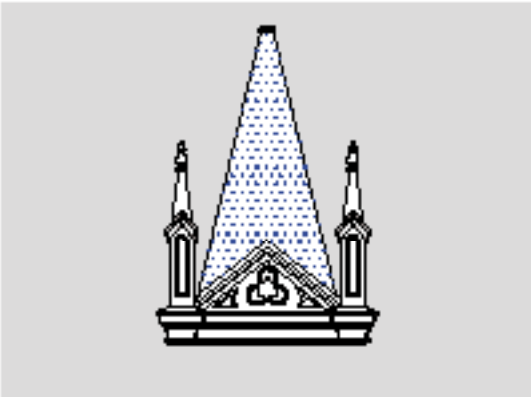
nivel 4, estado de la madera bajo
la cubierta de latón
fotografía: La Autora



ubicación



NIVEL 4 (+ 18,23m)
fachada



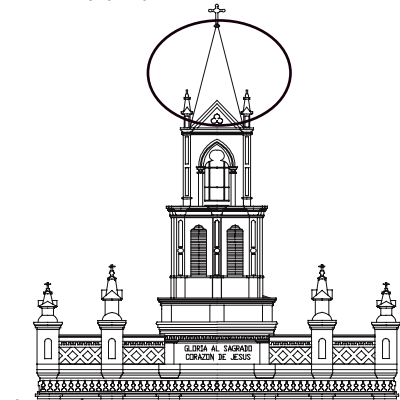
-  disposición de piezas de madera
-  recubrimiento de latón



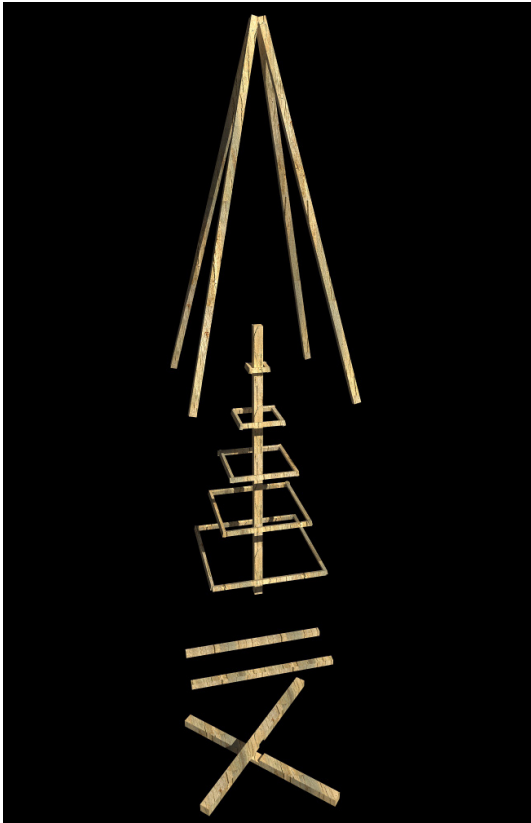
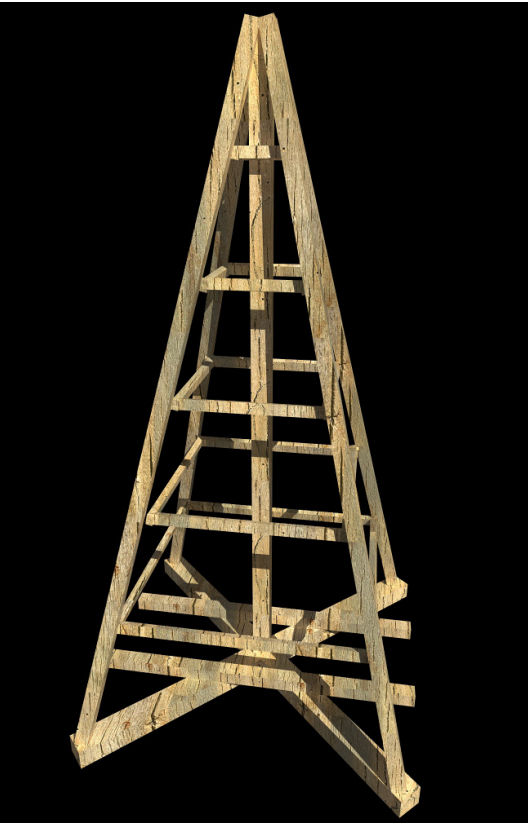
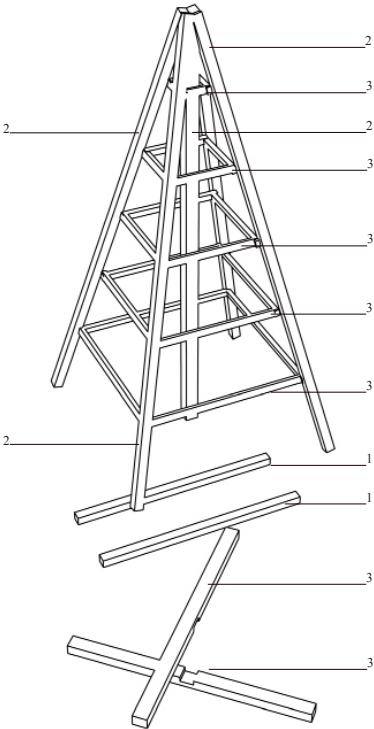
nivel 4, desprendimiento del latón para comprobar estado de la madera, molduras decorativas
fotografía: La Autora

En la estructura, como solo sirve para el recubrimiento de la cubierta, está formada por piezas de madera dispuestas en diagonal, y bajo de estas irán 4 piezas de madera en forma de cuadrado, que irán disminuyendo su sección hasta que las diagonales se encuentren en el final de la torre, para rigidizar la planta cuadrada se ha dispuesto de dos diagonales para formar triángulos y así evitar la deformabilidad. Una columna ha sido colocada sobre esta diagonal, y llega hasta el fin de la torre, esta columna tiene una altura de 3,70 metros y una sección de 0,11 x 0,11 metros.

El nivel cuatro está formado por un total de 33 piezas.



ubicación



NIVEL 4 (+ 18,23m)

estructura de madera

- 1.1 esfuerzos a los que están sometidos las piezas de madera:
- 1. Flexión
 - 2. Compresión
 - 3. Tracción
- 1.2 estructura de madera
1.3 estructura de madera despiezada



estudio y propuesta de detalles constructivos en madera "Iglesia de Todos Santos"



pisos de la Iglesia
de Todos Santos



ruinas arqueológicas,
encontradas bajo el piso
fotografía: José Delgado



PISOS DE LA IGLESIA DE TODOS SANTOS.

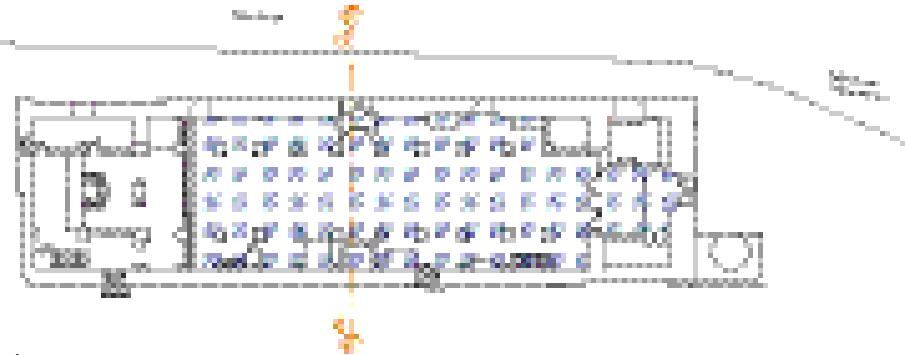
Los pisos de la nave de la Iglesia de Todos Santos tienen un carácter especial, ya que al realizar el levantamiento del piso de la nave, se han encontrado una serie de vestigios arqueológicos que son de vital importancia, para la ciudad de Cuenca, éstos al parecer pertenecen a las ruinas de Pumapungo; lo que se ha encontrado son unos muros de piedra, en diferentes zonas de la nave, lo que hace suponer que bajo todo el conjunto de Todos Santos se encuentren más vestigios.

Los pisos son de madera, de duela de eucalipto machimbreadas, su ancho varía entre 10 centímetros y 16 cm, dichas duelas han sido colocadas sobre vigas labradas de eucalipto de un ancho de 10cm, y una altura que varía entre los 4 y 6 cm, la separación entre éstas vigas es de 60cm aproximadamente, en algunos casos éstas vigas se encuentran apoyadas sobre los muros arqueológicos, y otras se encuentran directamente sobre tierra.

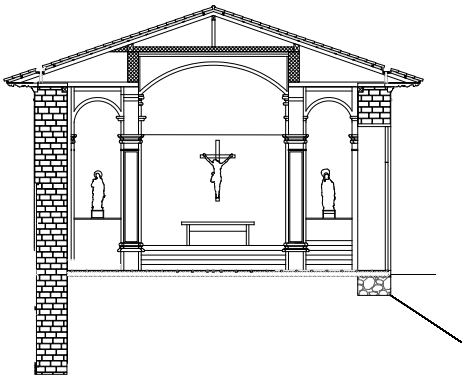
vigas y duelas de madera
fotografía: José Delgado



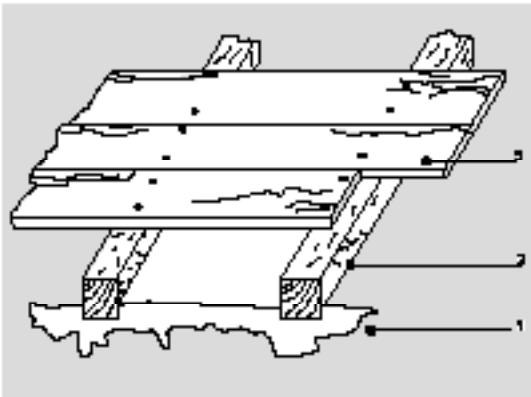
En la zona central de la Nave, se han dispuestos las duelas de madera, con una inclinación de 45°, y una longitud de 50 cm aproximadamente, estas piezas van alternadas entre sí, y tienen una viga central que sirve de soporte para la unión de las duelas y también se ha utilizado para la colocación de clavos. En cada duela van 5 clavos de 1/2 pulgada.



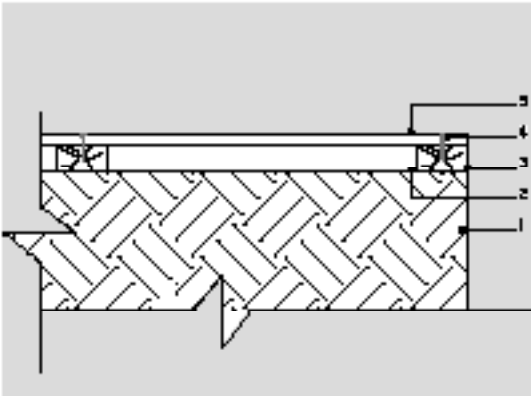
planta



corte E - E



perspectiva



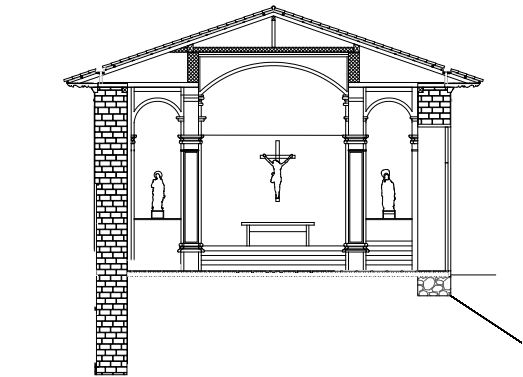
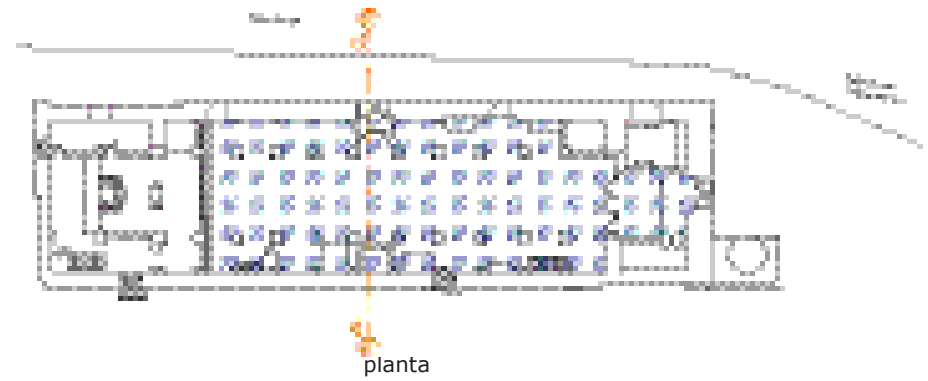
corte ampliado

Leyenda.

- 1. Tierra apisonada
- 2. Cámara de aire.
- 3. Viga de piso
- 4. Clavo de 2"
- 5. Duela de eucalipto machimbreada

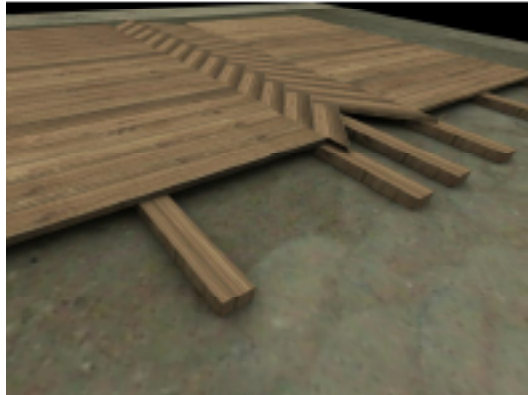


estudio y propuesta de detalles constructivos en madera "Iglesia de Todos Santos"

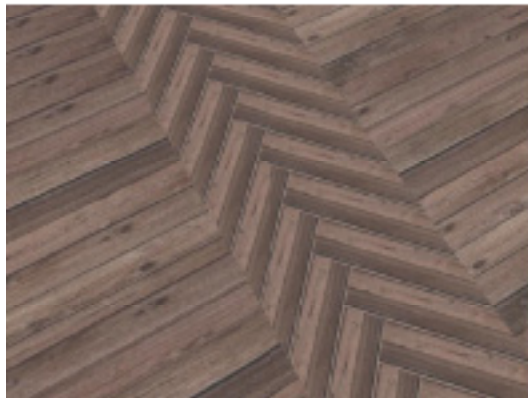


corte E - E

perspectiva del piso antes del
proceso de restauración



disposición de las duelas de
eucalipto en la parte central de
la nave





capítulo 3.

PROPUESTA
DE DETALLES
CONSTRUCTIVOS
EN MADERA
IGLESIA DE
TODOS SANTOS



estudio y propuesta de detalles constructivos en madera “Iglesia de Todos Santos”





estudio y propuesta de detalles constructivos en madera “Iglesia de Todos Santos”

estudio y propuesta de detalles constructivos en madera “Iglesia de Todos Santos”



“Los trabajos necesarios, una vez conocidas con profundidad las causas del deterioro observado, aplicando la investigación tecnológica existente en el momento, con una intervención mínima pero necesaria, con el fin de no deformar el testimonio histórico – artístico y de esta forma transmitir a las futuras generaciones el legado cultural del momento”.



estudio y propuesta de detalles constructivos en madera “Iglesia de Todos Santos”



DIAGNOSIS DE DAÑOS Y CAUSAS

Siguiendo con los aspectos metodológicos para la restauración de estructuras de madera, una vez que se ha hecho una inspección general, y se ha realizado un levantamiento del edificio a estudiar, en este caso el de la cubierta, torre y pisos de la Iglesia de Todos Santos, lo que corresponde es revisar el estado de fachadas, cubierta, pisos y estructura, para detectar signos de patología estructural.

La intervención en edificios históricos debe pretender dos objetivos básicos.

- Conservar y fomentar los trabajos artesanales, recuperando éstas prácticas que por lo general han sido buenas soluciones y que con el paso del tiempo y los avances tecnológicos se han ido perdiendo y olvidando éstas valiosas técnicas propias de nuestro medio.
- Y apoyar los programas de investigación y desarrollo de técnicas más sofisticadas para poder solucionar ciertos problemas.



estudio y propuesta de detalles constructivos en madera “Iglesia de Todos Santos”



CUBIERTA DE TODOS SANTOS.

En las cubiertas de edificios con carácter histórico, lo más común es encontrar cubiertas con pendientes, según la zona climatológica en la que se encuentre, estructuras de madera, y como material de recubrimiento, la teja, ya que cumple con la función de impermeabilizar y proteger.

Las causas de degradación de las cubiertas se da por razones diversas, en el siguiente cuadro se expresan brevemente las causas que originan una rehabilitación o intervención de un edificio.

ACCIONES	PATOLOGÍAS
Mecánicas	Asentamientos, grietas, roturas, etc.
Térmicas	Dilataciones, empujes, deslizamientos, capas, etc.
Atmosféricas	Lluvias, granizo, nieve, viento, etc.
Agua / Hielo	Aumento de volumen en las capas.
Soleamiento	Recalentamiento de los materiales de las capas.

En el caso de la Iglesia se procedió a la intervención por las acciones mecánicas, como es el caso de los asentamientos debido al peso de la cubierta, y por razones atmosféricas, causado por las lluvias lo que provocó la presencia de goteras al interior de la Iglesia.

La cubierta de Todos Santos, como consecuencia de los años de construcción, presenta problemas, y debido a que también los materiales empleados no eran homogéneos y el propio paso del tiempo se ha encargado de alterar la constitución y el comportamiento del mismo. En la cubierta de Todos Santos la utilización del enchacado o cama de barro, que tiene un espesor de 5 cm, produce un peso excesivo en la cubierta lo que ha provocado que



algunas piezas se sometían a un esfuerzo que no estaba previsto y por lo tanto que piezas estructurales se vean afectadas ante esto.

Adicionalmente como ya se ha dicho el paso del tiempo ha provocado también que las tejas se hayan desplazado de sus posiciones, dejando con esto, espacios por donde se filtraba el agua lluvia, ocasionando goteras, que a su vez dañaban piezas internas.

En el año de 1978 Se produjo un incendio cerca del altar mayor lo que produjo severos daños en piezas estructurales de la cubierta, como son pares, tijeras, vigas, pendolón e incluso hasta en el cumbrero, por lo que era de suma urgencia que se inicien los procesos de restauración en esta Iglesia tan importante para la ciudad de Cuenca por toda la historia que encierra.



Restauración de la cubierta de
Todos Santos, 2009
fotografía: la Autora



En la cubierta se ha visto necesario una intervención tanto en la estructura como en la cobertura, sin embargo en la estructura de la Iglesia al estar relativamente en buen estado se ha procedido a hacer un análisis individual de los elementos que lo conforman y se ha tomado las medidas necesarias, teniendo como última opción la sustitución de elementos por otros nuevos, ya que, en piezas que estén trabajando estructuralmente al hacer cambios de elementos puede alterar su comportamiento y por lo tanto modificar los esfuerzos en las otras piezas . En la estructura lo que se ha hecho básicamente es reforzar las piezas de madera, esto se ha logrado con la colocación de platinas de hierro, chirlatas e inyecciones de químicos protectores.

En la cobertura en cambio, al no estar funcionando el sistema que fue empleado originalmente, es decir el enchacleado, ya que en la época en la que fue construida la Iglesia ese era el único sistema de cobertura, se ha decidido cambiarlo por un sistema más liviano e impermeable, para que no afecte a la estructura de la cubierta, no obstante el recubrimiento final que es la teja se ha mantenido, inclusive con las mismas tejas originales.

Se analizará brevemente, los elementos que forman parte de la cubierta y sus intervenciones.

Pares.

Los pares de la cubierta, han sido codificados y estudiados individualmente para ver su estado y posteriormente dar el tratamiento necesario.

Debido a un incendio producido hace algunos años, en una zona cerca del altar mayor, produjo severos daños que afectaron entre otros elementos a los pares; después de un análisis se determinó que estos elementos afectados por el fuego no presentaban las condiciones para ser conservados ni restaurados, ya que el fuego provocó la pérdida de capacidad portante, por lo que se procedió al cambio de piezas, para esto se ha buscado no piezas nuevas, sino de preferencia piezas de madera que ya han sido utilizadas con anterioridad, para saber su comportamiento y evitar daños como fendas o algún tipo de defecto que pueda presentarse al no estar seca la madera.

En otros pares se ha dado el caso de que se ha observado la presencia de fendas, por lo que se ha procedido a actuar, con la implementación de refuerzos de hierro, ya que estos impiden que las fibras de la madera se separen y así poder mantener su estado original.

La aparición de agentes xilófagos como la polilla, principalmente también ha producido daños en los pares, por lo que se ha previsto la actuación mediante químicos como el merulex (ver anexo 5.1), que es un inmunizante y fungicida para la preservación de la madera, y que protege a la madera de los hongos, termitas, polillitas, etc.

También se han visto necesarias las chirlatas, que son piezas pequeñas de madera que se colocan en los elementos en los cuales, se ha perdido o dañado partes de madera y han tenido que ser retirados y en su lugar se ha previsto la colocación de chirlatas, las mismas que van pegadas mediante un químico llamado Sika Bond T2, que es una masilla que sirve



sustitución de pares, debido al pésimo estado que se encontraban los originales, Iglesia de Todos Santos
fotografía: la Autora



inyecciones de químicos, como el merulex, para evitar la presencia de agentes xilófagos, Iglesia de Todos Santos
fotografía: la Autora



implementación de chirlatas, en piezas en donde se han presentado fendas o daños en la madera, Iglesia de Todos Santos
fotografía: la Autora



colocación de abrazaderas de hierro, para evitar la separación de las fibras de la madera, Iglesia de Todos Santos
fotografía: la Autora



para el pegado elástico y fijación de elementos (ver anexo 5.2).

Número de pares: 122, 61 en cada agua.

Sección de los pares: Madera rolliza, diámetro: 0,12m

Tipo de madera: Eucalipto.

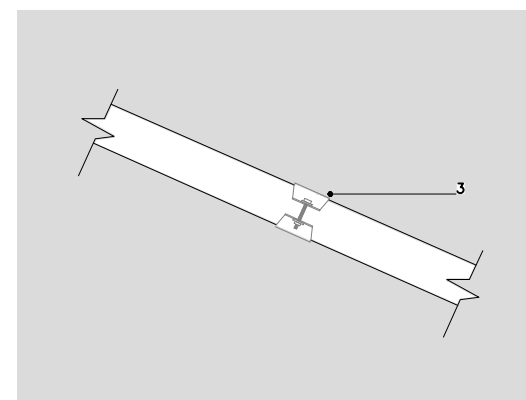
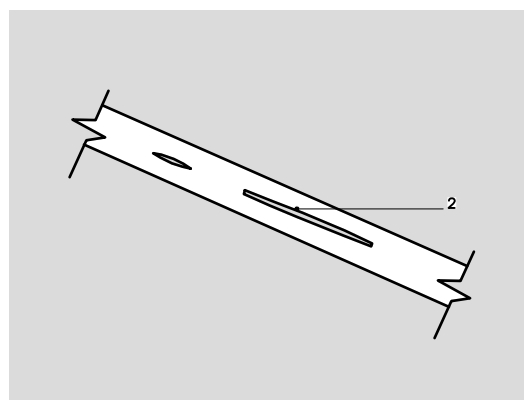
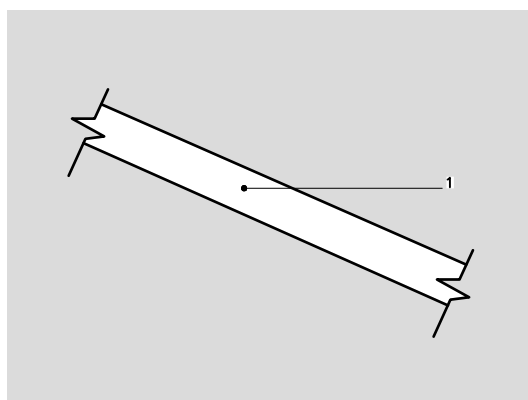
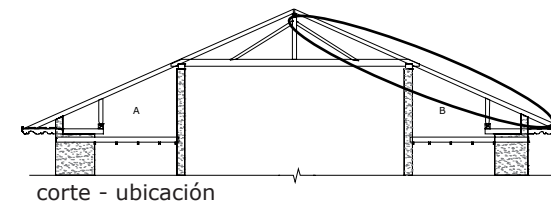
Número de pares sustituidos: 3

Patologías de la madera: presencia de polillas.

Defectos de la madera: aparición de fendas en algunos elementos.

Tijeras. En las tijeras se ha realizado el mismo proceso que en los pares, es decir, inyecciones de químicos para evitar la presencia de polilla, colocación de chirlatas, y en algunos casos la colocación de abrazaderas de hierro, pero también se ha dado que en algunas piezas han necesitado un refuerzo ya que se han visto debilitadas por el incendio antes mencionado y al no ser restauradas o consolidadas, producirían serios daños a la estructura ya que las tijeras son las que le dan estabilidad al pendolón, por lo que se ha colocado piezas de madera de teca a los costado de las tijeras, para ayudar al pendolón a tener la estabilidad requerida.

estudio y propuesta de detalles constructivos en madera "Iglesia de Todos Santos"



Leyenda

diferentes soluciones utilizadas en la restauración de cubiertas, según el grado de daño en la pieza

1. sustitución de la pieza (daño severo)
2. colocación de chirlatas (daño leve).
3. utilización de abrazaderas de hierro. (daño medio)



cumbbrero reforzado con piezas de madera nueva y con platinas de hierro, Iglesia de Todos Santos
fotografía: la Autora



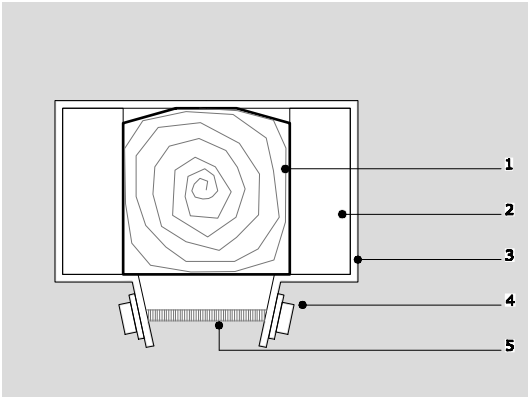
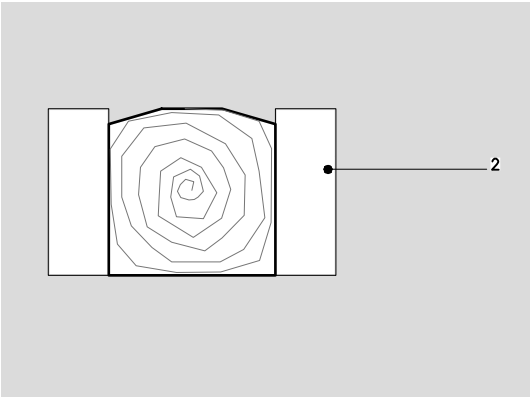
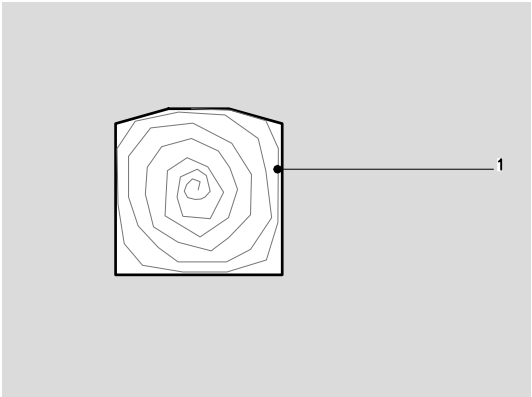
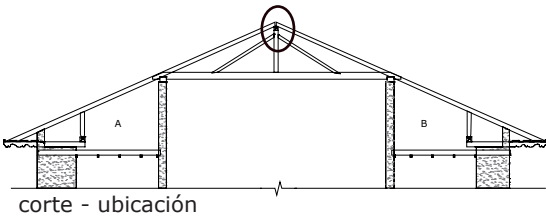
cumbbrero reforzado con piezas de madera nueva y con platinas de hierro, Iglesia de Todos Santos
fotografía: la Autora

Cumbbrero.

El cumbbrero de la Iglesia de Todos Santos se ha visto afectado básicamente por el excesivo peso de la estructura y cobertura, lo que ha ocasionado pandeos, debilitando así su resistencia, y provocando que la cubierta tenga un asentamiento hacia el lado oeste de un aproximado a los 18 centímetros, lo que ha requerido una intervención urgente para evitar daños irreparables en la cubierta.

El cumbbrero se ha reforzado con la utilización de piezas de madera ubicadas en los costados del cumbbrero y que ayudarán a la consolidación de la pieza, esta unión se la ha realizado con la ayuda de Sika Bond T2, y como envolvente la utilización de platinas de hierro, para hacer más rígida su fijación.

estudio y propuesta de detalles constructivos en madera "Iglesia de Todos Santos"



- Leyenda
- 1. cumbrero
 - 2. piezas de madera de eucalipto.
 - 3. abrazadera de hierro.
 - 4. tornillo de hierro.
 - 5. perno y arandela

esc: 1:50

Mariela Neira P.



cumbrero reforzado con piezas de madera nueva y con platinas de hierro, Iglesia de Todos Santos
fotografía: la Autora



cumbrero reforzado con piezas de madera nueva y con platinas de hierro, Iglesia de Todos Santos
fotografía: la Autora



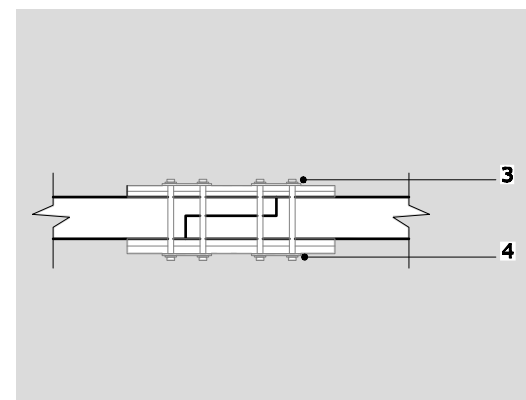
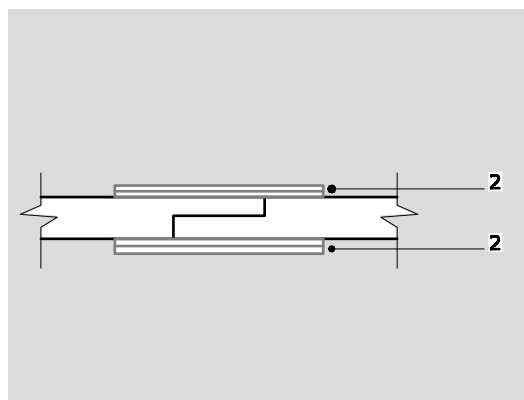
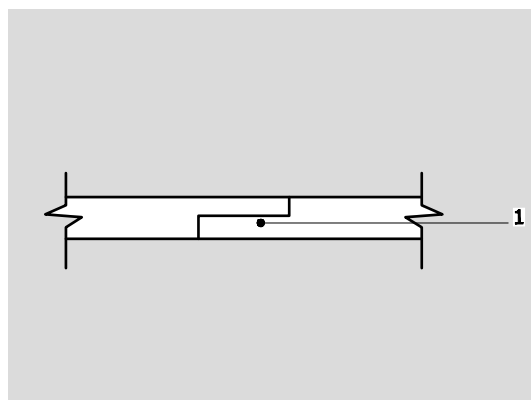
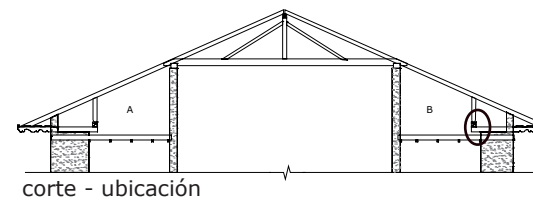
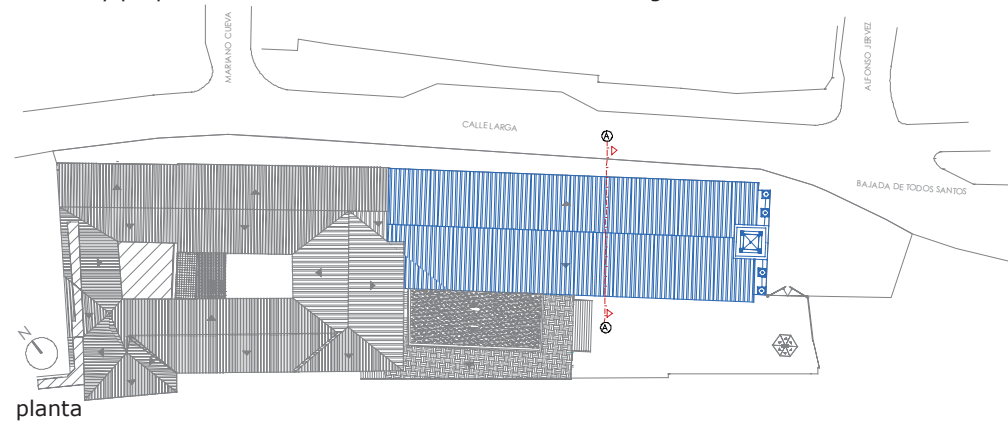
Solera.

La solera, al tener una dimensión muy extensa (aproximadamente 46 metros) va a requerir la unión de varios elementos para alcanzar su longitud, estas uniones se las ha realizado mediante ensambles a media madera, dichas uniones, son puntos críticos en la estructura, por lo que se deberá tener cuidado en cómo se da estas uniones, en la cubierta de la Iglesia de Todos Santos lo que se ha realizado es reforzar las uniones con la colocación de piezas de madera, unidas mediante la cola de Sika, llamada Sika bond T2 y también un refuerzo adicional de abrazaderas de hierro, lo que evitará que estos puntos críticos como las uniones tengan problemas de separación de sus elementos.

El ensamble a media madera tiene un traslape de aproximadamente 0,25 metros, esta medida es variante ya que como la construcción ha sido realizada en algunos casos artesanalmente, puede variar levemente algunas dimensiones. Sobre la solera, se ha incorporado 2 piezas de madera de una longitud de 0,55 m y de un espesor de 0,02m cada una.

Sobre éstas y para consolidar la unión se colocarán platinas de hierro, dos por cada unión de soleras.

estudio y propuesta de detalles constructivos en madera "Iglesia de Todos Santos"



Leyenda

1. unión a media madera.
2. piezas de madera triplex.
3. perno y arandela
4. platinas de hierro

esc: 1:20

Mariela Neira P.



pendolón sin refuerzos, Iglesia de Todos Santos
fotografía: la Autora

Pendolón.

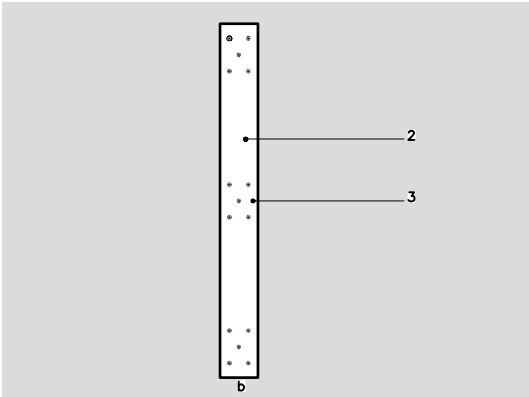
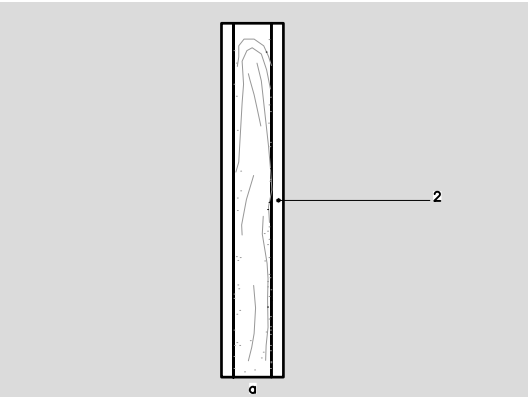
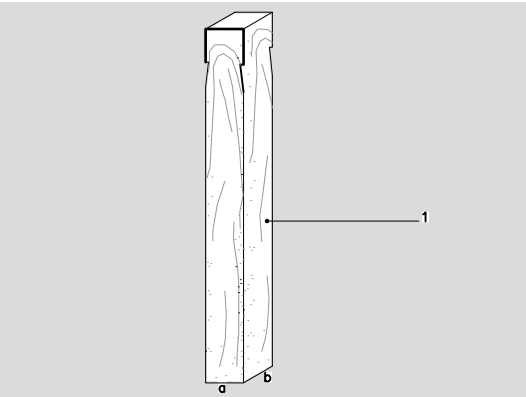
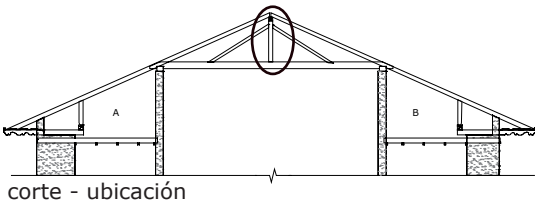
La mayor parte de estos elementos se encuentran en buen estado, pero por el incendio ya comentado en páginas anteriores, existen ciertos elementos que han tenido que ser consolidados, para el normal funcionamiento de la pieza, en el caso concreto del pendolón, se ha consolidado mediante la unión de dos piezas de madera en sus costados, para incrementar su sección y por ende las dos piezas de madera colocadas ayudará también a la repartición de los esfuerzos provenientes del cumbrero.

El espesor de estos elementos de madera incorporados es de 0,04m, su altura es de 1,17metros, y su ancho es de 0,13 m, el tipo de madera empleado es de eucalipto, para la unión de estas piezas al pendolón se ha utilizado clavos de 2 pulgadas.



pendolón reforzado con piezas de madera nueva, Iglesia de Todos Santos
fotografía: la Autora

estudio y propuesta de detalles constructivos en madera "Iglesia de Todos Santos"



- Leyenda
- 1. pendolón.
 - 2. piezas de madera de reforzamiento $e=0,04m$
 - 3. clavos de 2"

esc: 1:25

Mariela Neira P.



caminería correspondiente a la nave lateral sur, Iglesia de Todos Santos
fotografía: la Autora

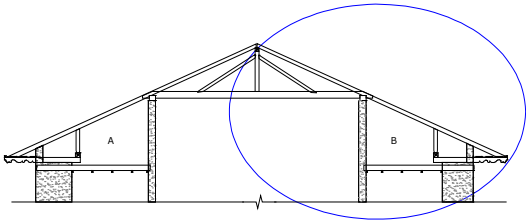
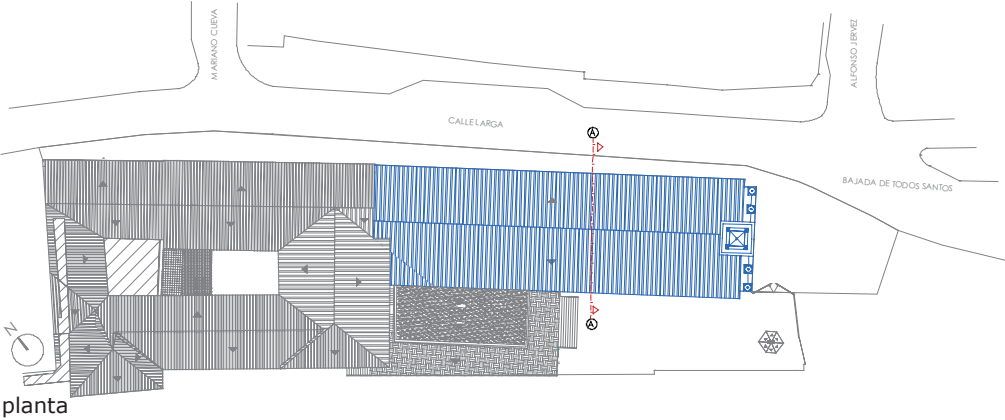


caminería sobre la nave lateral norte, Iglesia de Todos Santos
fotografía: la Autora

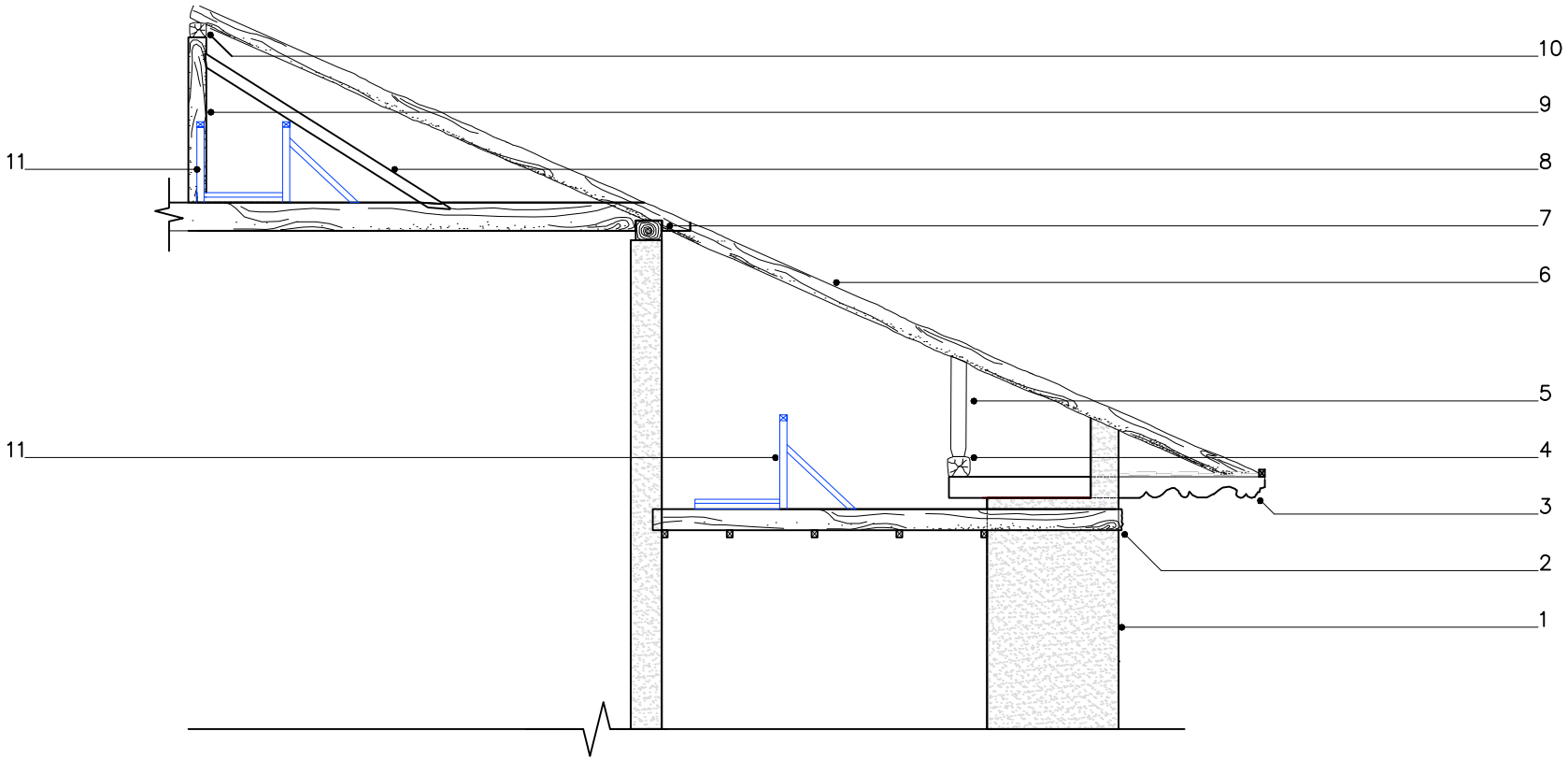
Nuevos elementos.

En la cubierta de Todos Santos, se han incorporado nuevos elementos muy significativos, estos elementos corresponden a caminerías que atraviesan la torre de este a oeste, en total son tres caminerías que cubren las tres naves de la Iglesia (nave central y dos laterales), dichas caminerías son de vital importancia ya que servirán para hacer inspecciones a los elementos de la cubierta para asegurar el buen funcionamiento de la misma, y en el caso de alguna imperfección, gracias a las caminerías, será fácil el acceso a diferentes puntos de la cubierta y así dar el tratamiento respectivo.

estudio y propuesta de detalles constructivos en madera "Iglesia de Todos Santos"



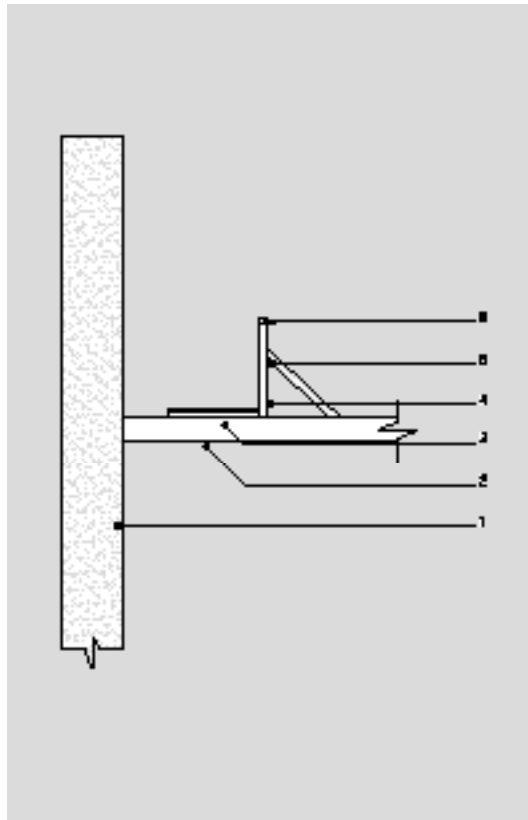
corte - ubicación



- Leyenda
1. muro de adobe.
 2. viga de soporte de cielo raso y de caminería
 3. canecillo
 4. solera
 5. tocho
 6. par b
 7. viga
 8. tijera
 9. pendolón
 10. cumbrero
 11. caminerías

esc: 1:50

Mariela Neira P.



Leyenda

1. muro de adobe.
2. viga de soporte de cielo raso y de caminería
3. madera trípex
4. tira de eucalipto de 4 x 5 cm.
5. pasamano, tira de eucalipto.
6. diagonal de soporte

Las caminerías han sido realizadas con madera trípex, y con tiras de madera de 4cm x 5cm. El ancho es de 60cm, en zonas donde se tiene más espacio como sobre las naves laterales, y sobre la nave central, el ancho es de 53cm. Las caminerías constan de pasamanos realizados también con tiras de madera, formando reticulados para garantizar la rigidez de los pasamanos. La altura de las caminerías es de 67 centímetros, adicionalmente se han adicionado una especie de pie de amigo, para garantizar así la estabilidad del pasamano, haciéndolo más seguro para el personal encargado de revisar cualquier anomalía que se presente en la cubierta o simplemente para realizar funciones de mantenimiento.



pares e implementación de correas, en sentido perpendicular a los pares, Iglesia de Todos Santos
fotografía: la Autora

Cobertura de la cubierta.

En la Iglesia de Todos Santos se ha visto conveniente el cambio de la cobertura de su cubierta, debido a que el enchacleado que se encontraba originalmente a más de encontrarse en mal estado, producía un peso excesivo sobre la estructura de la cubierta, lo que en zonas como la parte oeste de la cubierta se generara un asentamiento significativo, debido al peso generado por la cobertura. Por lo que se han tomado medidas para alivianar la cubierta y al mismo tiempo con elementos actuales, impermeabilizarla para garantizar la larga duración de este edificio emblemático para la ciudad de Cuenca.

Sobre los pares ya restaurados y consolidados, se ha colocado unas correas, en sentido perpendicular a los pares, que son tiras de eucalipto de 4x5 cm, estas correas se las ha colocado a una distancia de 0,6 metros entre sí, y al ser los pares piezas irregulares, para alcanzar el nivel deseado en algunas zonas se ha previsto de unos tacos de madera, para que la cubierta se nivele, a más de esto para evitar el desplazamiento que se pueda producir en las correas debido a la inclinación de la cubierta, se ha incorporado piezas triangulares de madera, a manera de soporte.

Sobre las correas, se ha colocado madera trípex de 1,5 cm de espesor, estas planchas de madera irán sobre toda la superficie de la cubierta y sobre éstas irán latillas de madera.

Estas latillas de madera, también de eucalipto, irán paralelas a los pares, y la distancia entre sí va alternada, para la teja, ya que para la colocación de la tapa la separación entre latillas es de 0,12 metros, y para el canal la separación es de 0,16 metros. Gracias a estas latillas se impedirá el movimiento de las tejas, y por lo tanto que se mantengan estáticas.

Para garantizar la impermeabilización de la cubierta, sobre las latillas, se ha procedido a la



soporte de la correa; sobre el par, se encuentra un taco de madera utilizado para alcanzar el nivel requerido para las correas, Iglesia de Todos Santos
fotografía: la Autora



sobre las correas, madera trípex y sobre ésta, latillas, Iglesia de Todos Santos
fotografía: la Autora



proceso constructivo, correas,
latillas, impermeabilizante, Iglesia
de Todos Santos.
fotografía: la Autora



colocación de impermeabilizante,
Iglesia de Todos Santos
fotografía: la Autora



colocación de teja, sobre el
impermeabilizante, Iglesia de
Todos Santos
fotografía: la Autora

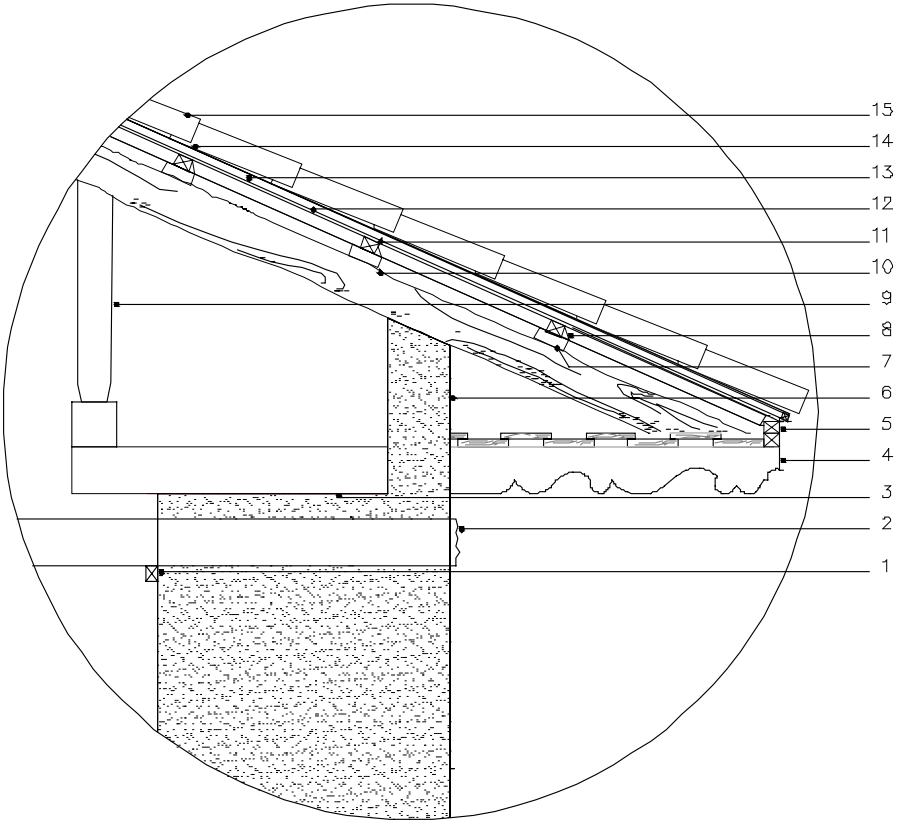
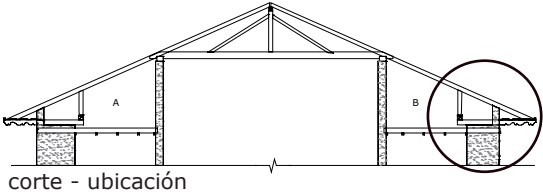
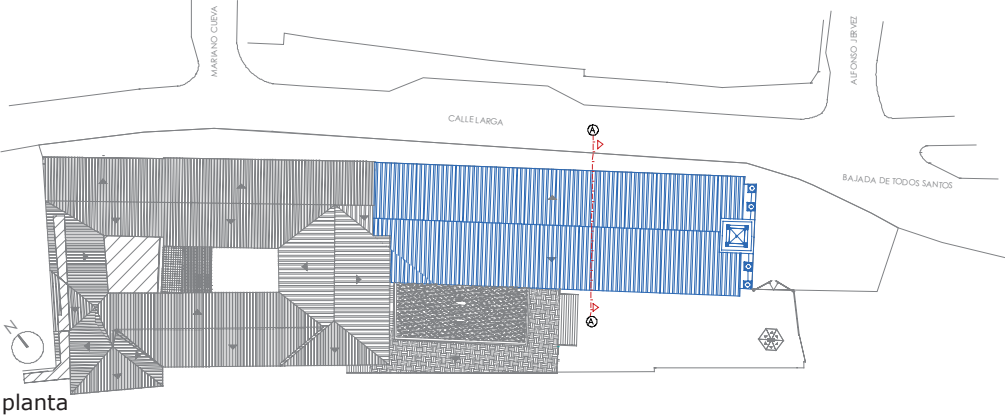


estudio y propuesta de detalles constructivos en madera “Iglesia de Todos Santos”

colocación de impermeabilizante marca CHOVA, este producto se pega mediante el calor que se dé a la superficie que se va a impermeabilizar para que se adhieran estos dos elementos.

Por último se ha colocado la teja, que ha sido reutilizada y que únicamente ha sido sometida a labores de limpieza.

estudio y propuesta de detalles constructivos en madera "Iglesia de Todos Santos"



- Leyenda
- 1. tira de soporte de cielo raso
 - 2. viga de soporte de cielo raso y de caminería
 - 3. viga
 - 4. canecillo
 - 5. tira de soporte
 - 6. muro de adobe
 - 7. taco para nivelar
 - 8. pieza de soporte de correa
 - 9. tocho
 - 10. par
 - 11. correa
 - 12. madera triplex
 - 13. latillas
 - 14. impermeabilizante
 - 15. teja cerámica

esc: 1:25

Mariela Neira P.



estudio y propuesta de detalles constructivos en madera “Iglesia de Todos Santos”



Restauración de la Torre de la
Iglesia de Todos Santos
Archivo Fotográfico: José
Delgado



estado en el que se encontraba la Iglesia de Todos Santos antes de su restauración.
fuente: Revista, Una historia llamada Todos Santos, pg 15

Levantamiento de daños en las Fachadas del Conjunto de Todos Santos.

En el conjunto de Todos Santos, se ha realizado un análisis de los daños producidos por diferentes agentes, que van desde agentes bióticos, hasta los causados por el hombre, entre los daños más frecuentes, están: presencia de humedades, desprendimientos, fisuras, abombamientos, graffitis, pudrición, y también lo que se ha considerado como daño, ha sido la presencia de cables y tuberías ya que deslucen las fachadas.

Debido a la falta de mantenimiento, éste ícono de la ciudad de Cuenca ha sufrido desprendimientos en sus fachadas, y también se ha visto afectada por la actuación de malos ciudadanos que han ensuciado sus paredes con graffitis, sin respetar en lo más mínimo esta edificación histórica.

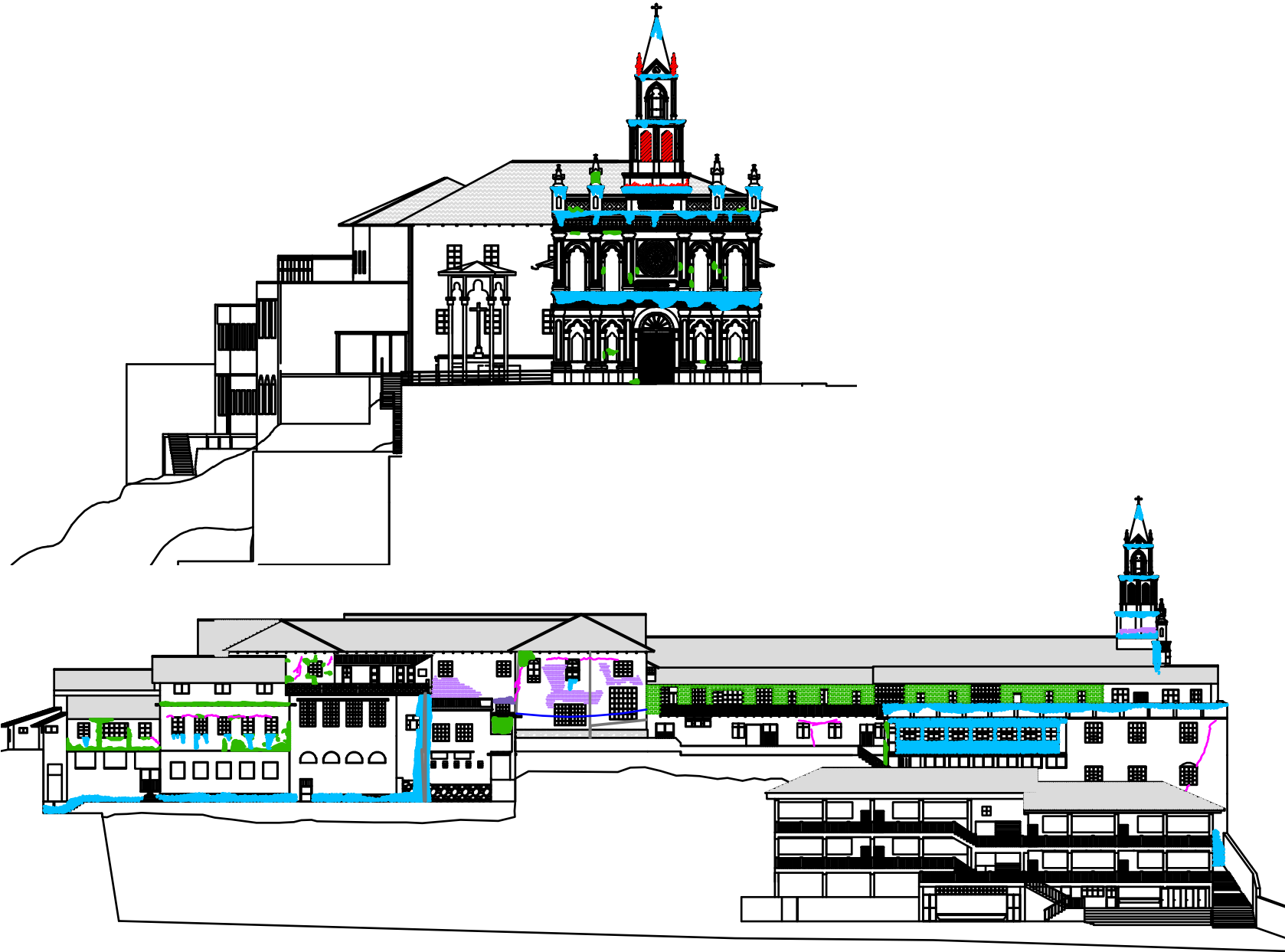


fachada este

fachada sur

Legenda

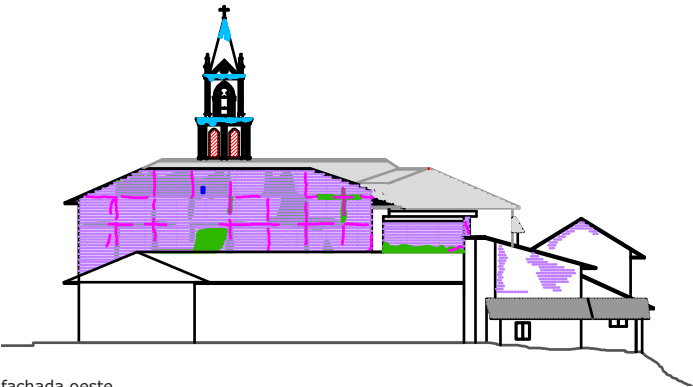
- Humedades
- Desprendimientos
- Desp. menores
- Fisuras y grietas
- Abombamientos
- Graffitis
- Cables y tuberías
- Pudrición



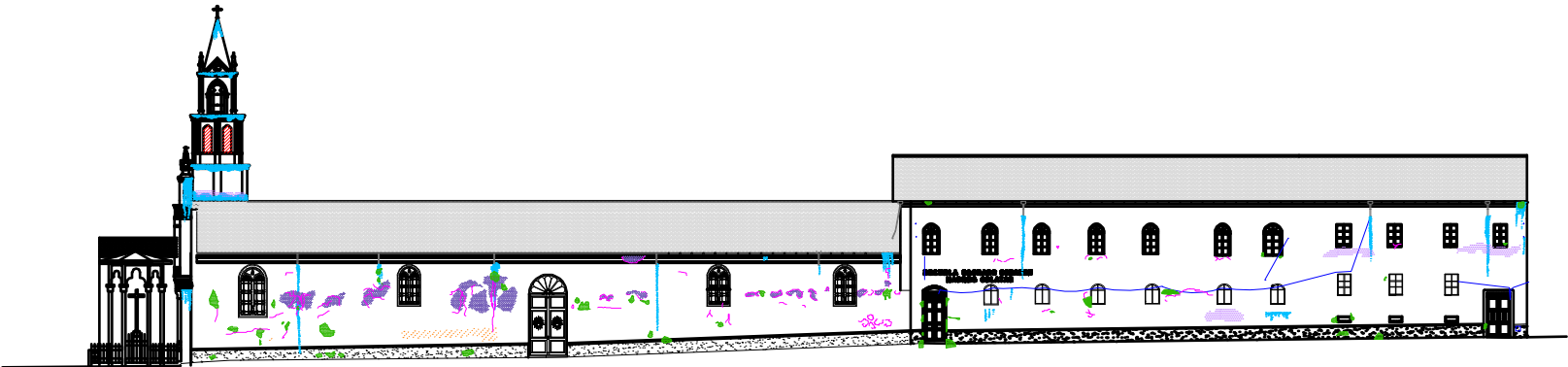


estado en el que se encontraba la Iglesia de Todos Santos antes de su restauración, archivo fotográfico, Diana Arias

En lo que compete a la torre de la Iglesia, esta se ha visto afectada en gran parte por su principal enemigo: la humedad, y debido a que la torre de madera no presentaba ningún recubrimiento protector a más de pintura blanca, y también a que entre nivel y nivel no se ha dado una correcta evacuación del agua, dejando las superficies horizontales, sin ningún tipo de pendiente que permitan que el agua lluvia se desplace, ocasionando por lo tanto acumulaciones de agua y consecuentemente dañando a la madera hasta generar pudriciones en sus elementos, e hinchamiento de las piezas, uno de los elementos que más ha sufrido daños hasta ciertos casos irreparables han sido los pináculos que debido a que se encuentra en los puntos más altos de la Iglesia, han sido los más vulnerables con las inclemencias del tiempo. Los elementos que han sido recubiertos por latón son los menos afectados de toda la torre.



fachada oeste



fachada norte

Leyenda

- Humedades
- Desprendimientos
- Desp. menores
- Fisuras y grietas
- Abombamientos
- Graffitis
- Cables y tuberías
- Pudrición



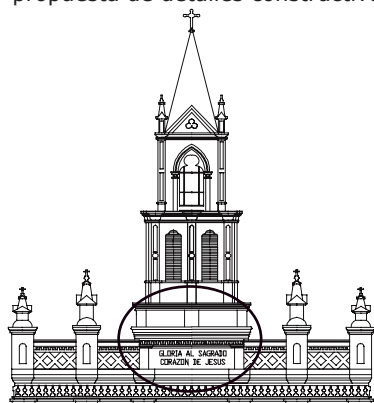
CODIFICACIÓN DE LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES DE LA TORRE

Para una mejor organización del documento y para saber con exactitud las piezas que van a ser sometidas a algún tipo de restauración o conservación, se procederá a la codificación de elementos estructurales que están formando la torre de madera de la Iglesia.

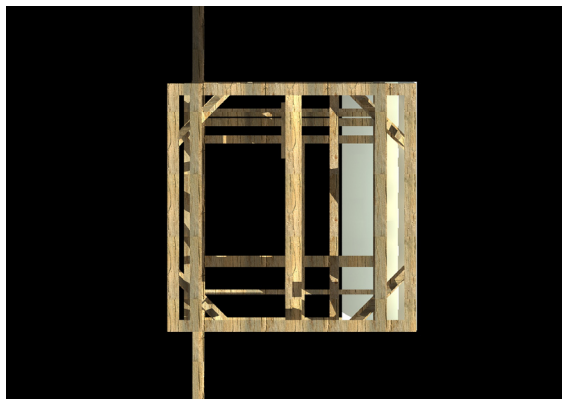
Una codificación primaria pero que servirá de mucho es la que se ha realizado en páginas anteriores dividiendo a la torre de madera en niveles, según esta división la torre de la Iglesia está formada por 4 niveles, iniciando desde el nivel más bajo, por lo tanto, las dos primeras letras nos ubicará en el nivel que corresponda, por ejemplo N2 d1, automáticamente se sabrá de que se trata del nivel 2 de la torre.

Debido a la complejidad en la estructura de la torre y para que sea fácil el entendimiento y ubicación de cada pieza, se ha subdividido en caras, a la torre, al tener planta cuadrada, va a tener cuatro caras, y a cada una se le ha asignado una letra, tomando como referencia la fachada este, y que es la fachada principal de la torre, se ha iniciado con la letra a y se sigue en sentido horario. Es decir las piezas que están ubicadas en las caras de la torre, tendrán las letras: a, b, c, d, sin embargo hay niveles en los que existen piezas ubicadas en diagonal con respecto a las caras de la iglesia, estas piezas serán representadas con la letra e, para las piezas en diagonal que están ubicadas en sentido vertical se representará con la letra f, las piezas que se encuentran horizontalmente pero dentro de las caras que forman la planta, se los distinguirá con la letra g; finalmente las piezas que se encuentran dentro de las caras de la torre y que son verticales tienen la letra h. todas estas letras darán la ubicación de los elementos de la torre así: N4f3, quiere decir que el elemento nombrado se refiere a la pieza que se encuentra en el nivel 4, y que se encuentra en diagonal, en sentido vertical. Por último al encontrarse varias piezas que se encuentren en el mismo nivel y en la misma cara, se diferenciarán por la numeración que se le dé, iniciando como se dijo anteriormente en la fachada este, y siguiendo en sentido horario.

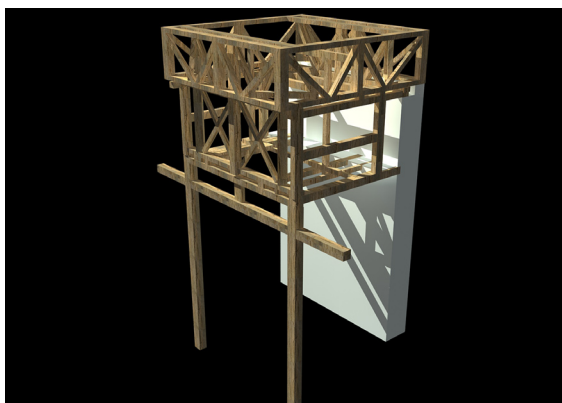
estudio y propuesta de detalles constructivos en madera "Iglesia de Todos Santos"



ubicación

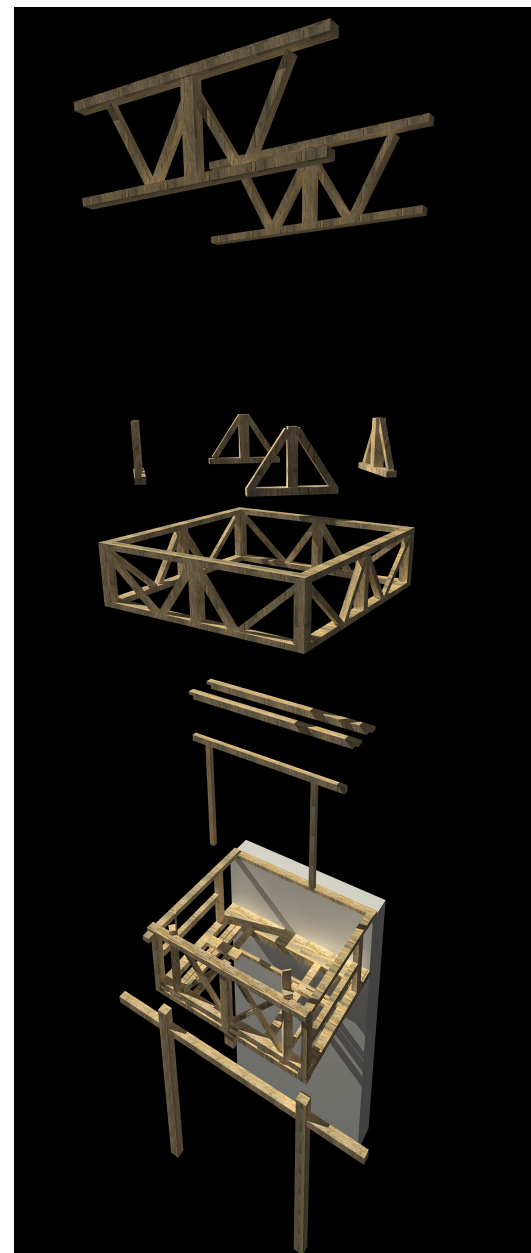


planta



perspectiva

El nivel 1, al contar con un gran número de elementos, y para lograr una mejor comprensión, se ha dividido en dos partes que se muestran a continuación.

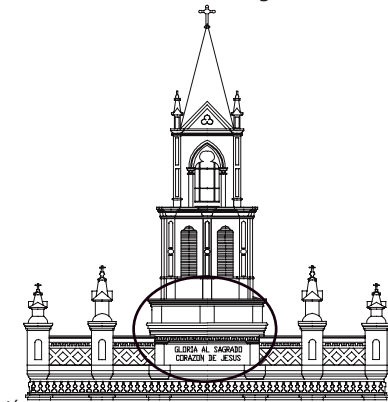


NIVEL 1

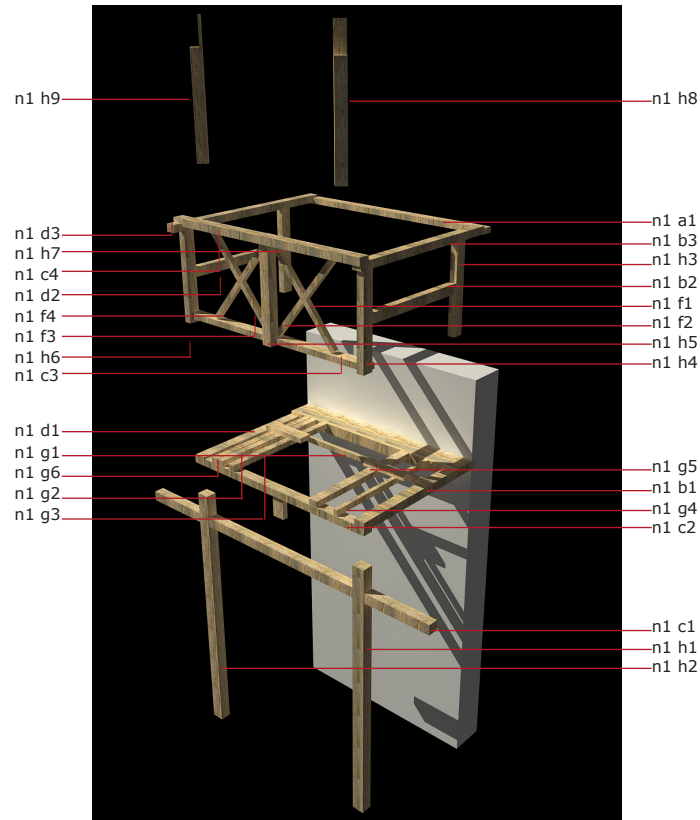




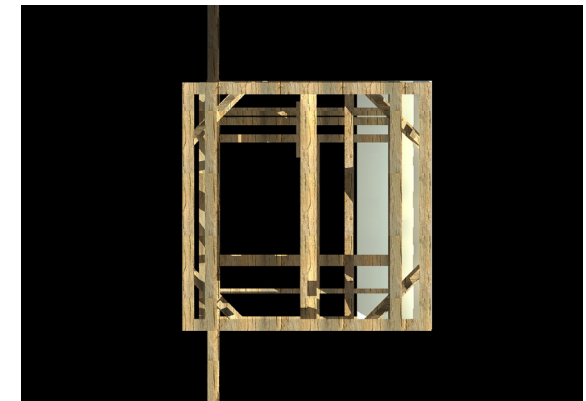
estudio y propuesta de detalles constructivos en madera "Iglesia de Todos Santos"



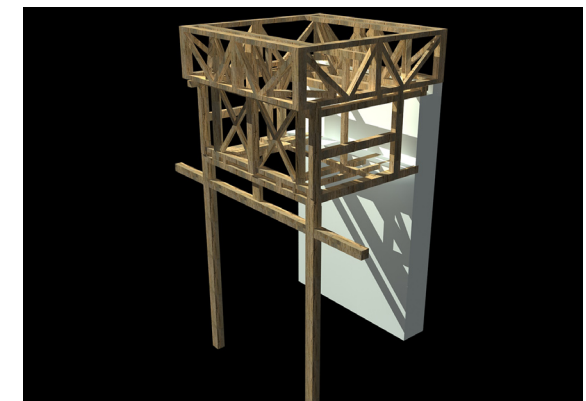
ubicación



NIVEL 1

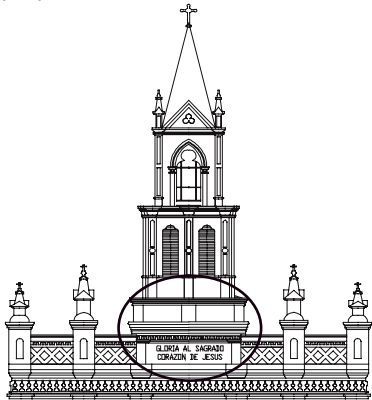


planta

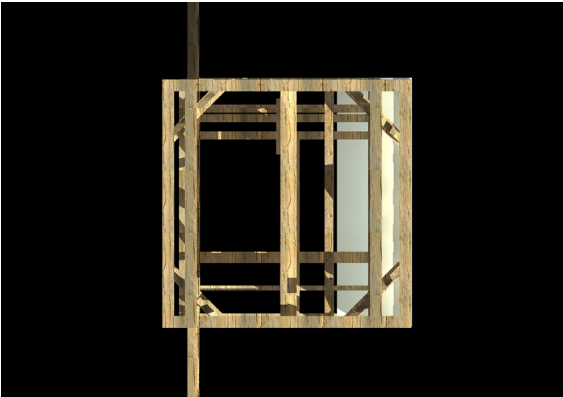


perspectiva

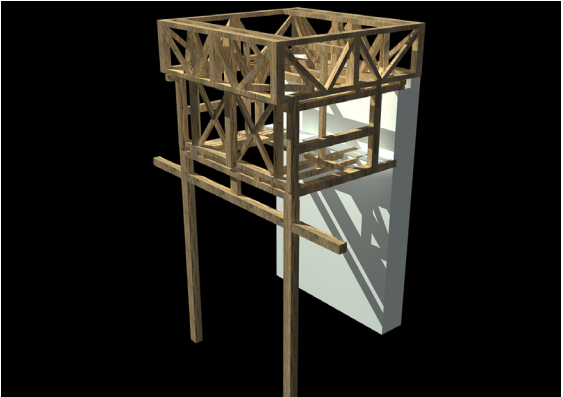
estudio y propuesta de detalles constructivos en madera "Iglesia de Todos Santos"



ubicación

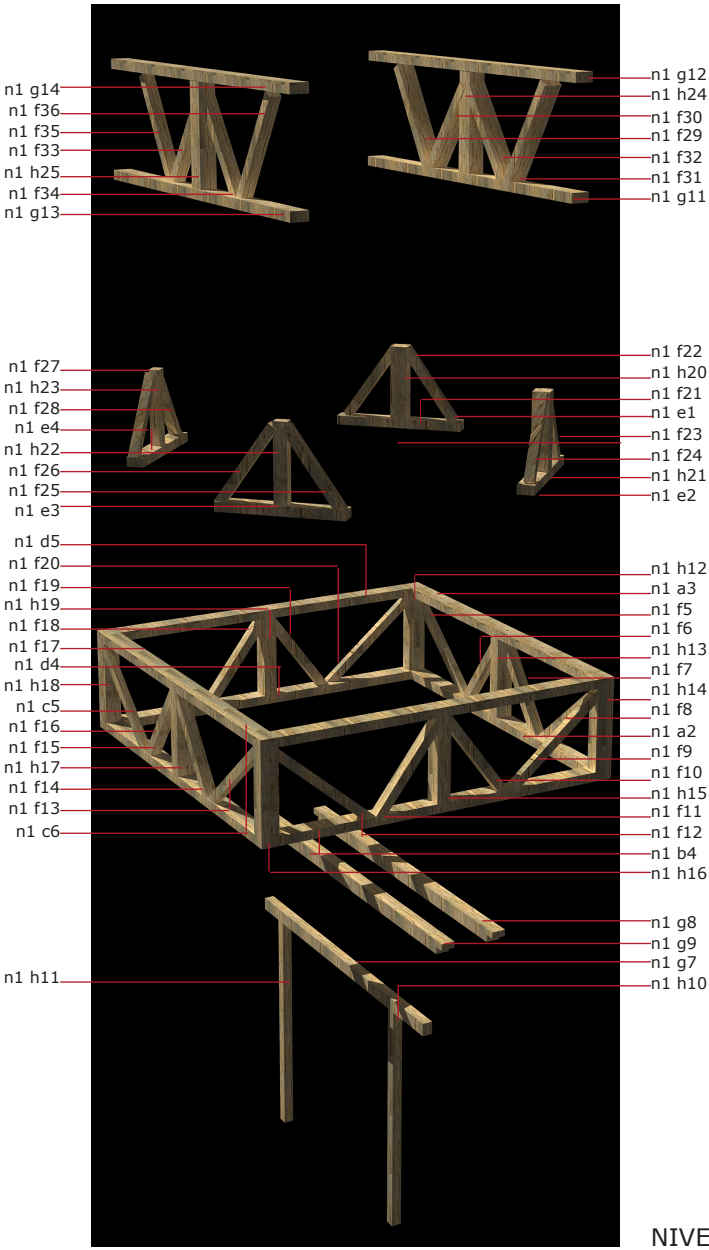


planta



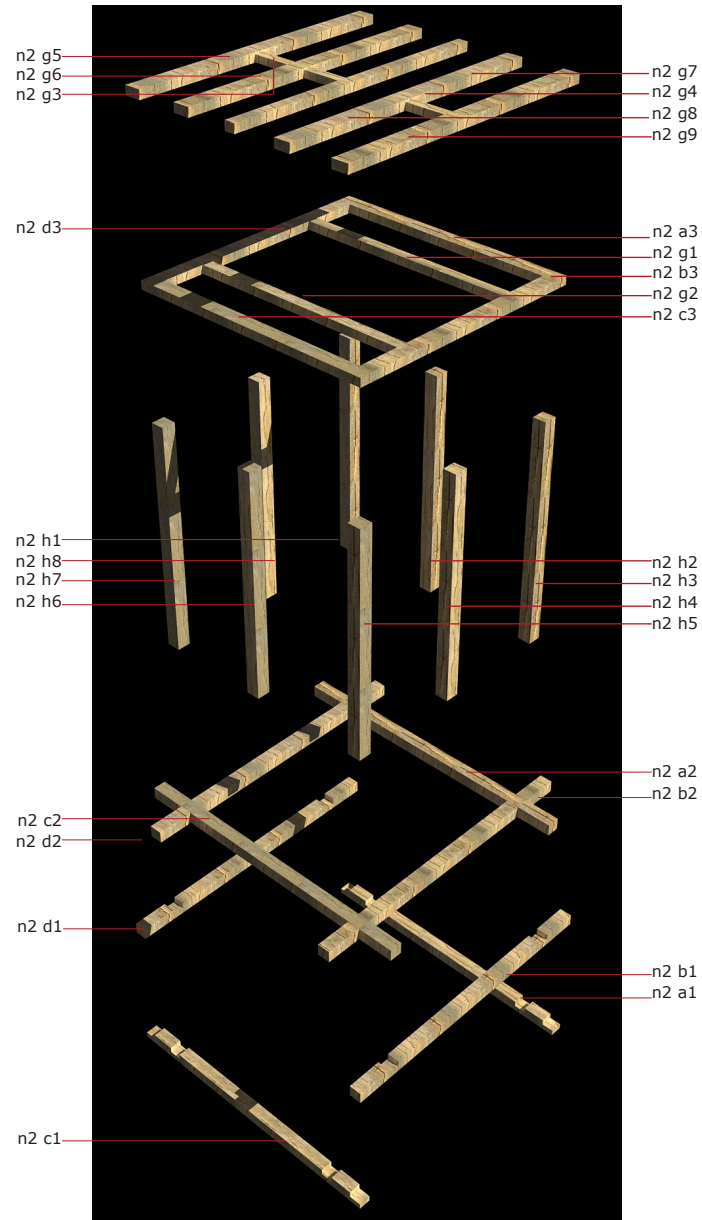
perspectiva

Mariela Neira P.

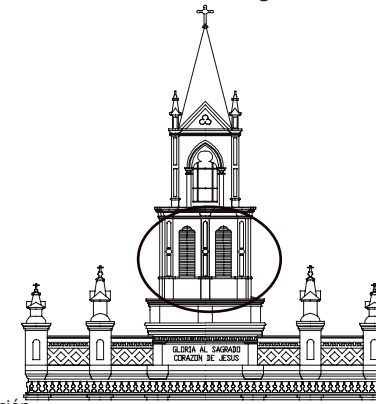


NIVEL 1

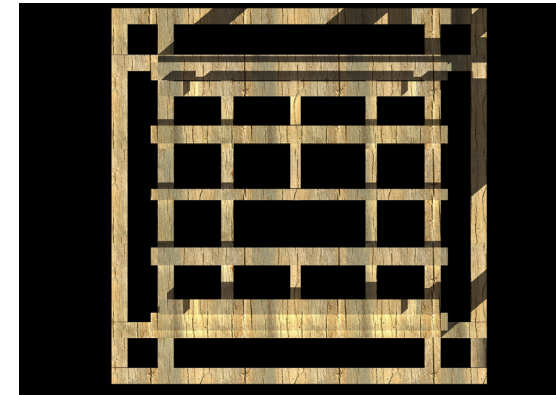




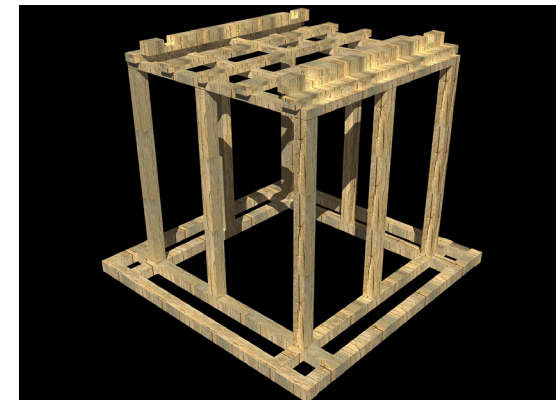
estudio y propuesta de detalles constructivos en madera "Iglesia de Todos Santos"



ubicación



planta

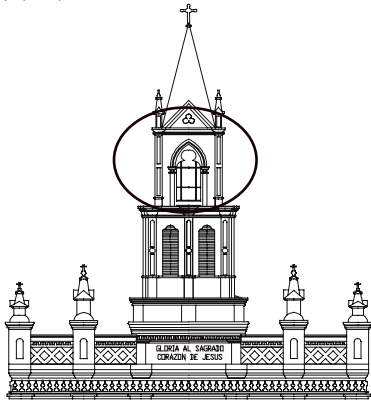


perspectiva

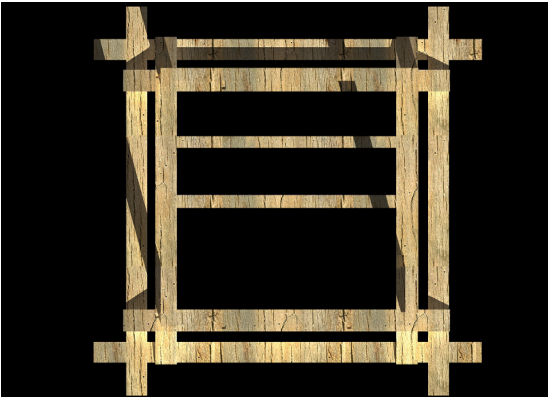
NIVEL 2

240

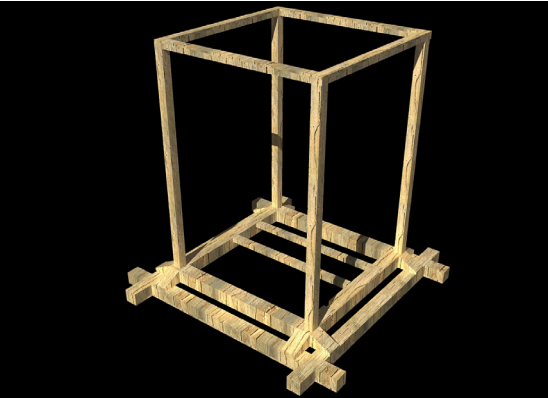
estudio y propuesta de detalles constructivos en madera "Iglesia de Todos Santos"



ubicación

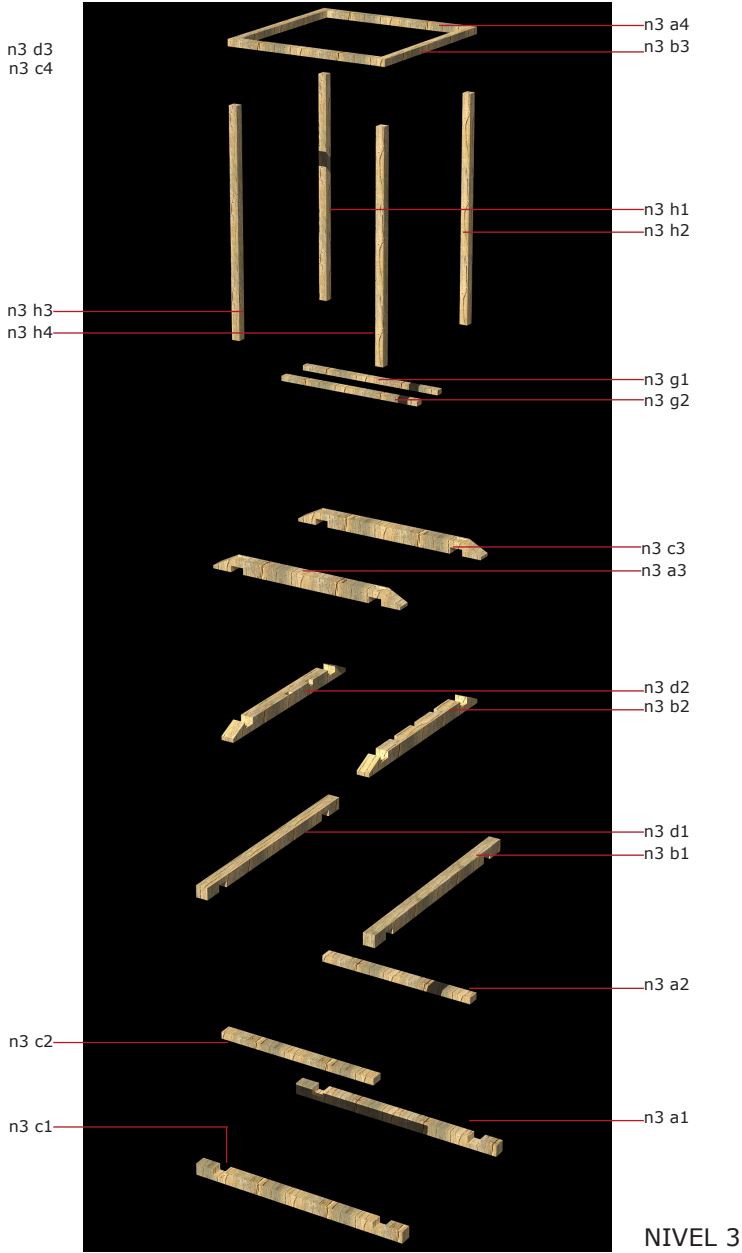


planta



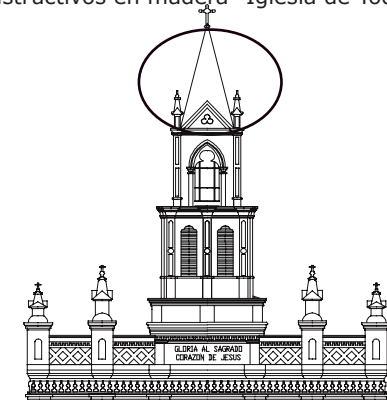
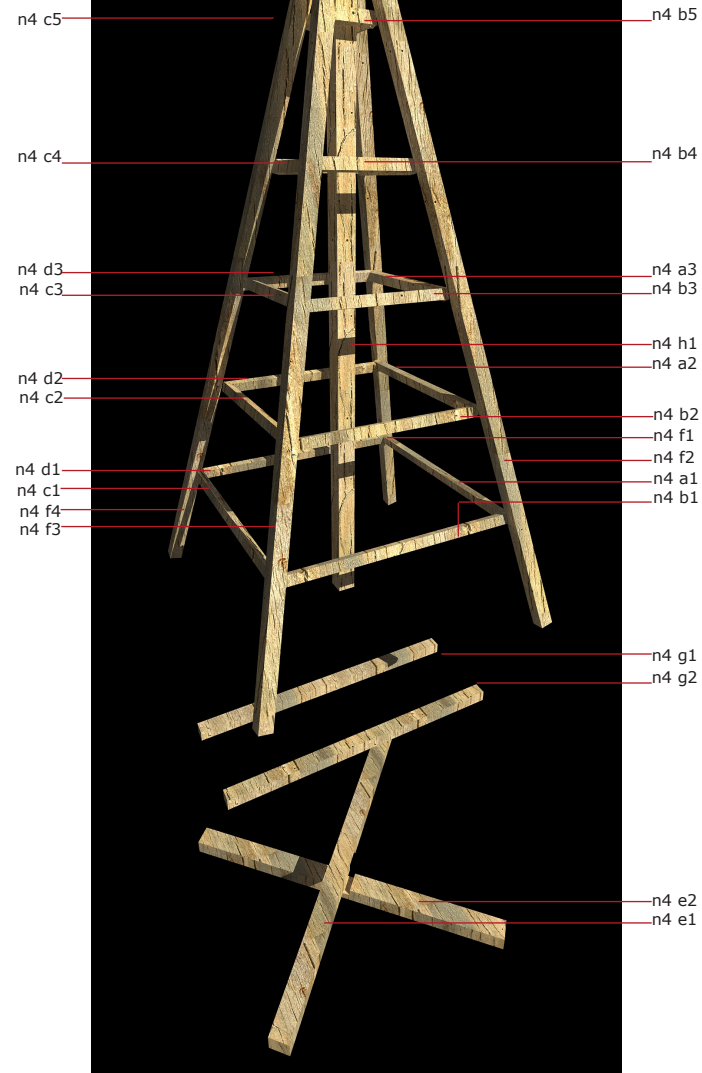
perspectiva

Mariela Neira P.

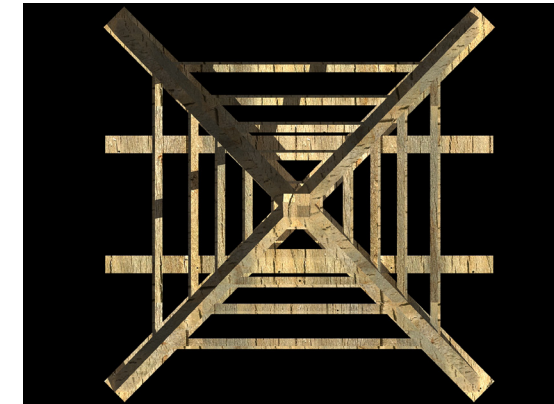




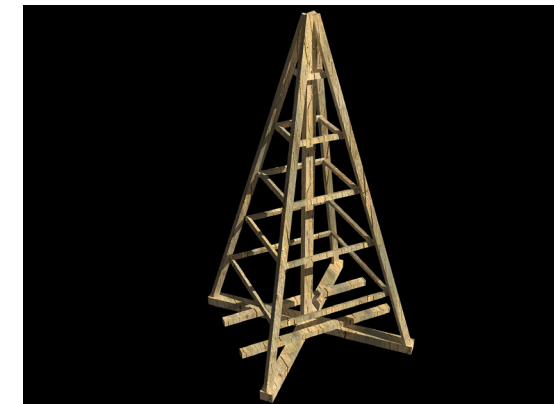
estudio y propuesta de detalles constructivos en madera "Iglesia de Todos Santos"



ubicación



planta



perspectiva

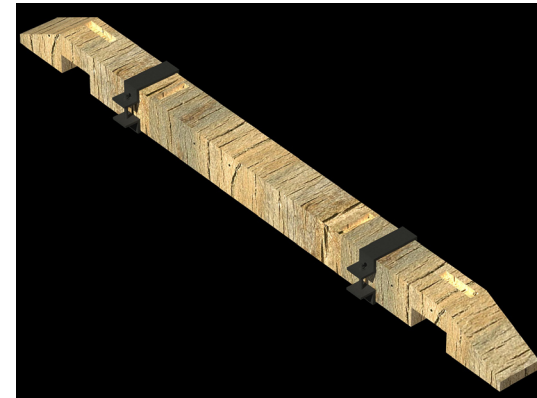
NIVEL 4

INTERVENCIONES EN LA ESTRUCTURA DE MADERA DE LA IGLESIA DE TODOS SANTOS

La estructura de la torre de la Iglesia, se ha visto afectada básicamente por presencia de agentes xilófagos como la polilla, debilitando así las piezas estructurales, por lo que en este caso se ha procedido a retirar el material en mal estado, y a las inyecciones con inmunizantes y preservantes de la madera, en este caso se ha utilizado el Merulex.

Otra solución ha sido la colocación de abrazaderas de hierro en elementos en los que se han originado fendas, dichas abrazaderas impedirán que se sigan abriendo las fibras de la madera. A continuación, se citarán los elementos que han sido reforzados con abrazaderas de hierro, en algunas piezas se ha visto necesario la utilización de dos abrazaderas, en un mismo elemento.

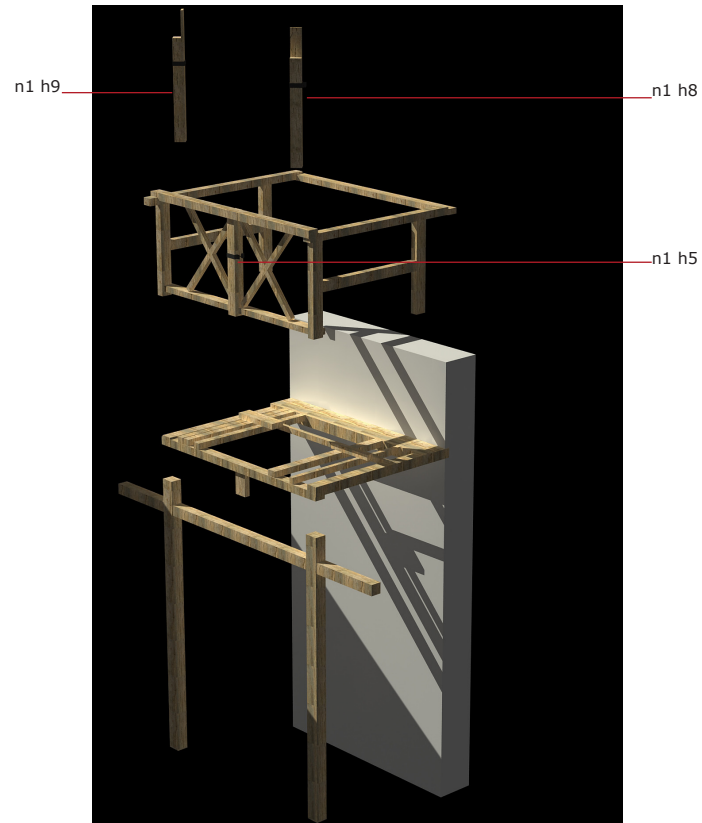
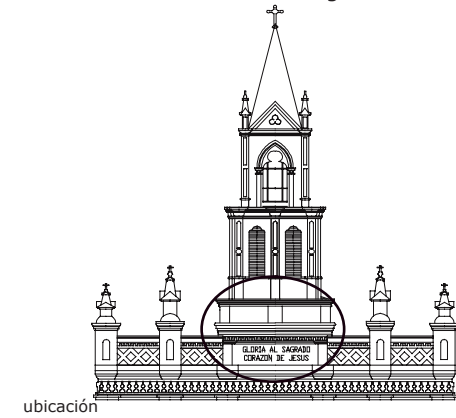
En el único nivel que no se han utilizado platinas de hierro ha sido en el nivel 4, debido a que los elementos que lo forman no han requerido de estos elementos, debido a su estado.



piezas de madera reforzadas con abrazaderas de hierro

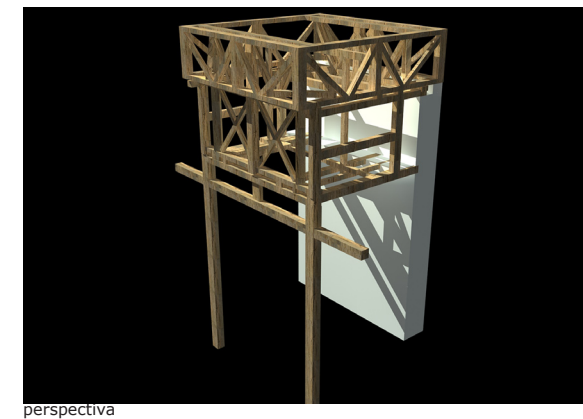
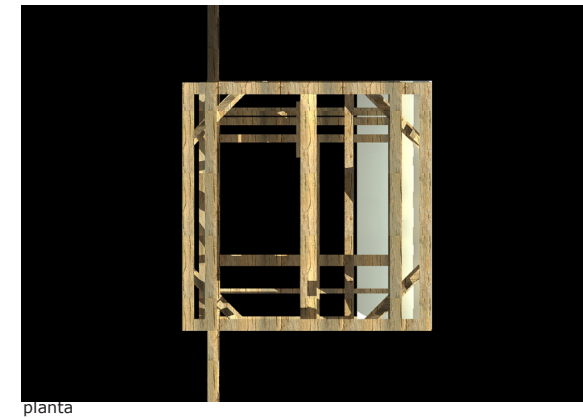


estudio y propuesta de detalles constructivos en madera "Iglesia de Todos Santos"

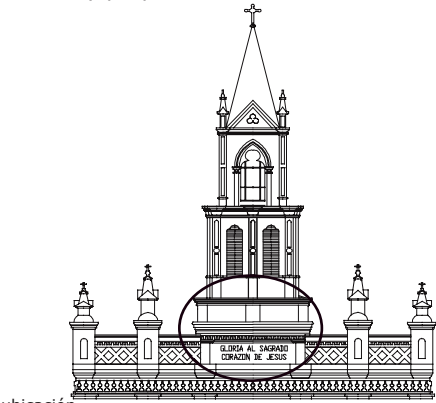


NIVEL 1

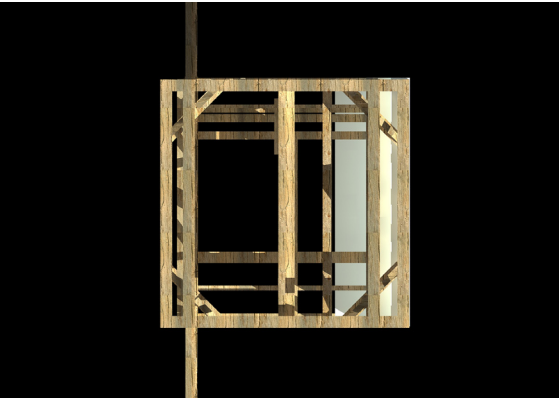
244



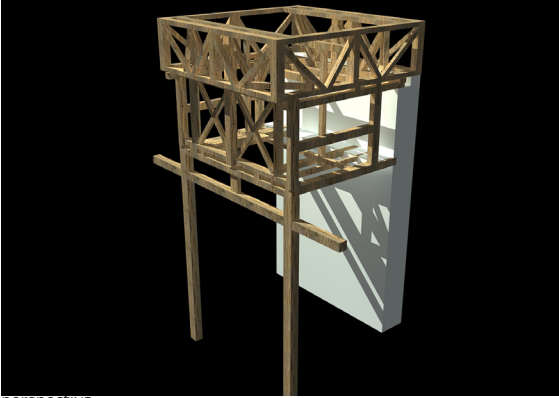
estudio y propuesta de detalles constructivos en madera "Iglesia de Todos Santos"



ubicación

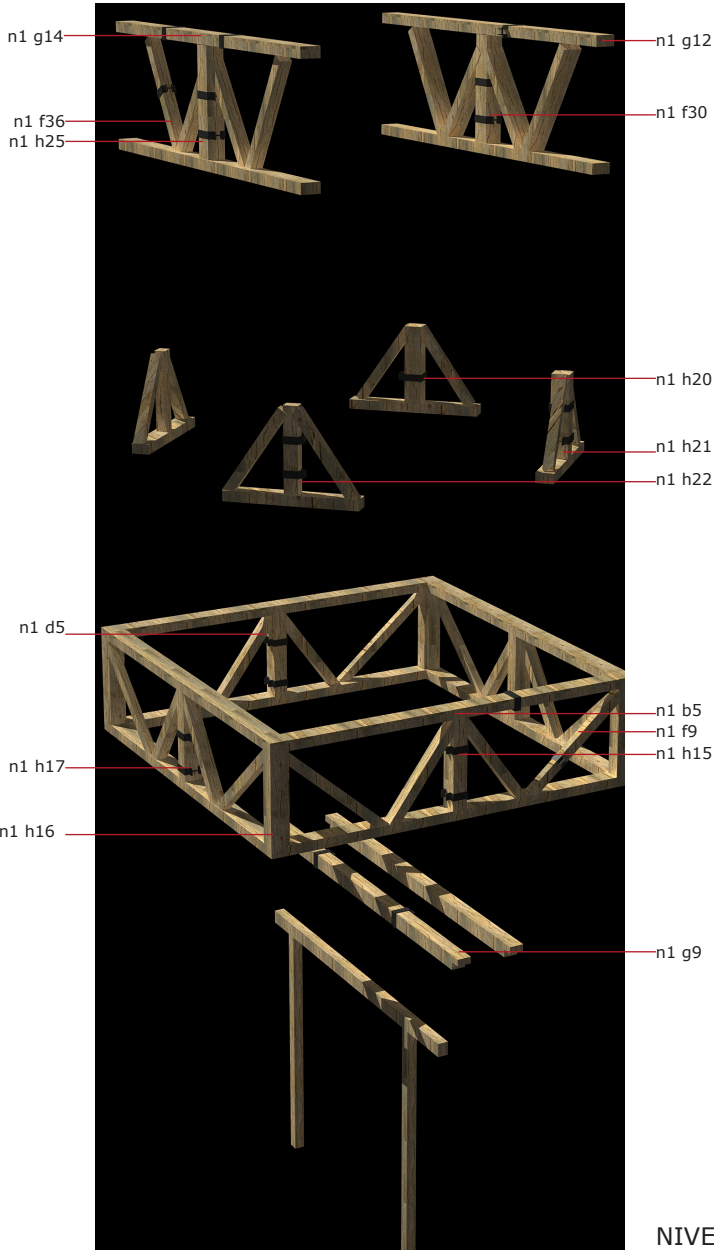


planta



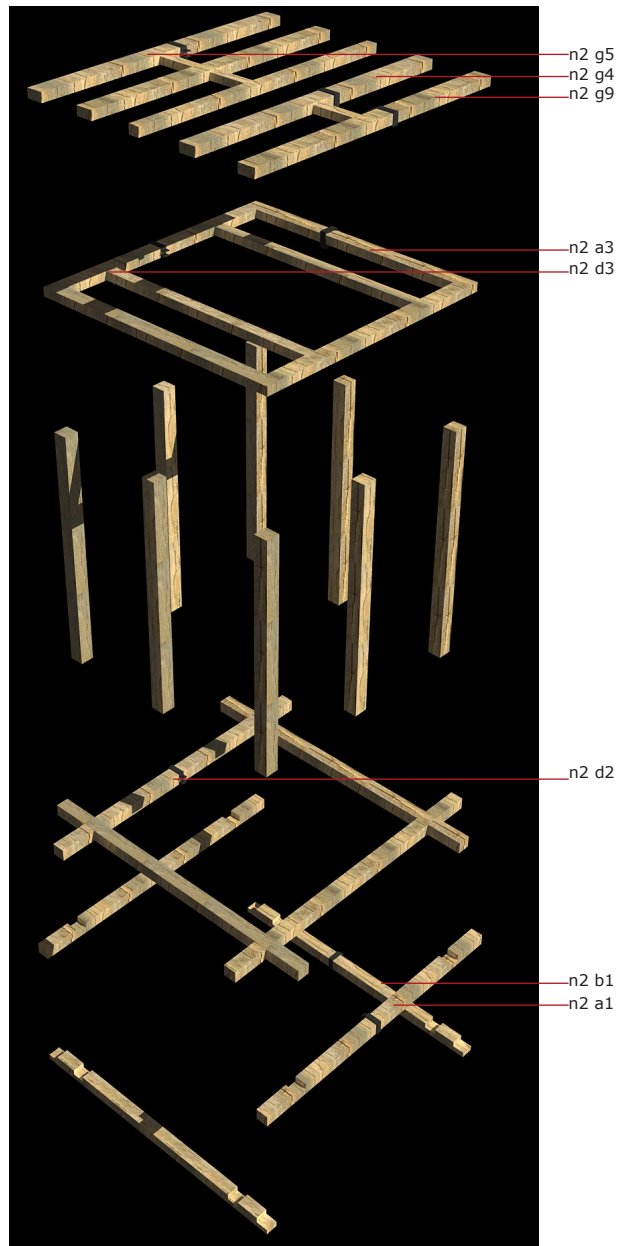
perspectiva

Mariela Neira P.



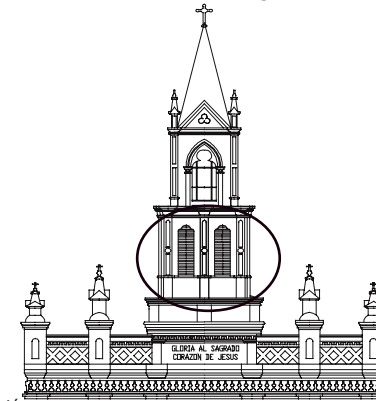


estudio y propuesta de detalles constructivos en madera "Iglesia de Todos Santos"

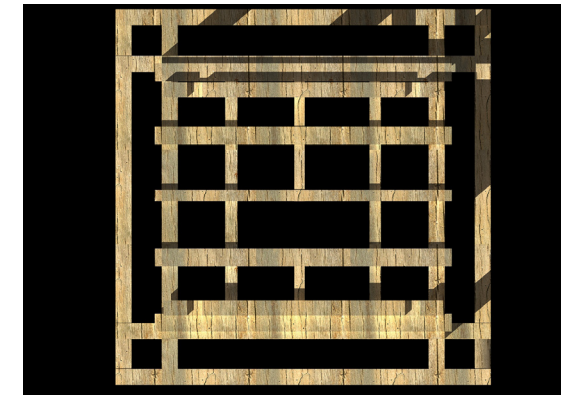


NIVEL 2

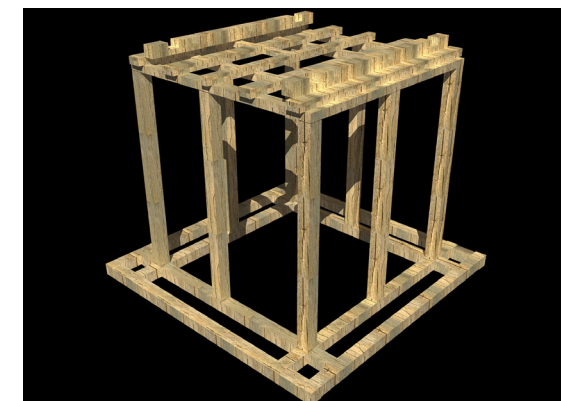
246



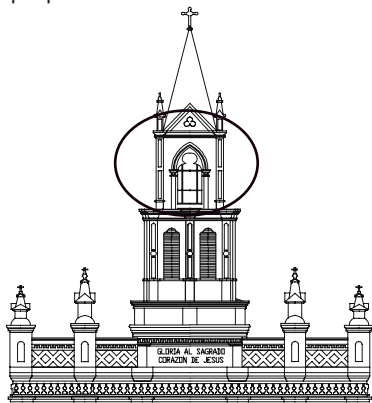
ubicación



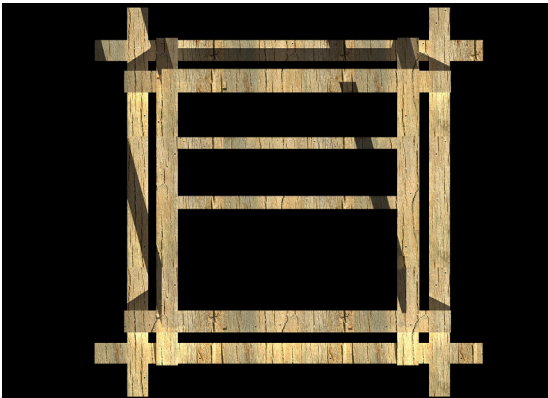
planta



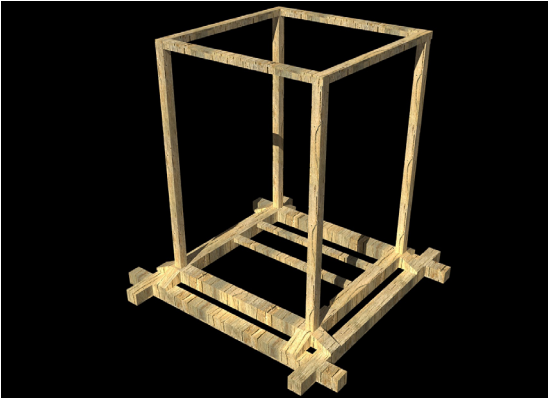
perspectiva



ubicación



planta



perspectiva

n3 h3
n3 h4

n3 h1
n3 h2

n3 a3

n3 b2

n3 d1
n3 b1

n3 a1

NIVEL 3





estado de las cornisas del nivel 1,
desprendimiento de la madera,
Iglesia de Todos Santos
fotografía: la Autora



cornisas restauradas, con madera
de teca.
fotografía: la Autora



INTERVENCIONES EN LAS FACHADAS DE LA TORRE

La torre de la Iglesia de Todos Santos, ha sufrido daños básicamente en lo que se refiere a la humedad, esto es por el agua lluvia, y en muchos de los casos las piezas de madera, han sido recubiertas únicamente por pintura, lo que ha ocasionado en la madera, pudrición, hinchamiento, y pérdida de sección en las piezas de madera.

En la restauración de la torre, lo que concierne al envolvente, así mismo se analizará las técnicas de restauración que se han aplicado en cada caso, según el nivel en el que se encuentran. En algunos casos se ha visto necesario el reemplazo de elementos por nuevos debido al mal estado de algunas piezas.

NIVEL 1 (+10,60m)

En el nivel 1, los elementos más afectados son las cornisas que se encuentran en la parte superior de este nivel, aquí se ha producido pudrición y posteriormente desprendimiento de la madera, las causas es la falta de evacuación del agua lluvia que se ha acumulado en esta zona, por lo que se ha procedido al retiro de estas secciones y posteriormente la colocación de nuevas piezas de madera, en este caso los nuevos elementos son de teca, ya que es una especie de madera que resiste bien a la intemperie.



También en este nivel se ha colocado pequeñas piezas de madera entre los espacios existentes entre las tablas que conforman este nivel.

Este nivel al ser sencillo en su forma, por estar formado por tablas en su fachada, no ha requerido mucho trabajo en lo que se refiere la restauración, ya que las tabals se encuentran en un estado que no ha tenido la gravedad para que se haga una sustitución de elementos.



implementación de nuevos elementos en partes dañadas de la madera
fotografía: la Autora



colocación de piezas de madera en uniones de tablas
fotografía: la Autora



tablas que se encuentran bajo las ventanas de lamas de madera afectadas por el agua
fotografía: la Autora



NIVEL 2 (+11,81m)

En el nivel 2, se han visto afectadas principalmente las tablas que se encuentran bajo las lamas de madera, esto se debe a la falta de protección en la madera, por lo que se ha realizado cortes en las piezas de madera que se ha visto dañada y por consiguiente su reparación con elementos nuevos, así mismo en elementos de madera en mal estado se han colocado chirlatas, con la unión de químicos como el Sika bond T2.

Bajo las ventanas en este nivel muestra una inclinación que sirve para la evacuación del agua lluvia, también realizado en madera, pero con una cobertura de latón, al retirar el latón para ver el estado de la madera, se pudo observar, que a pesar de estar recubiertas, las piezas de madera han sufrido pudrición por lo que se procedió a retirar estos elementos y sustituirlos por nuevas piezas de madera.

implementación de nuevos elementos en partes dañadas de la madera
fotografía: la Autora





En lo que respecta a las ventanas de madera de este nivel, se les ha desmontado de su lugar original, para un análisis de su estado, y las partes más afectadas de las ventanas han sido los marcos y las lamas ubicadas en la zona inferior, por lo que así mismo se ha hecho un cambio de elementos, y se han reforzado las lamas de madera gracias a tornillos colocados para garantizar su fijación.



cololación de chirlatas, en zonas donde se ha visto daños de la madera
fotografía: la Autora



algunos elementos no presentaban condiciones
fotografía: la Autora



colocación de chirlatas, en la parte inferior de la ventana
fotografía: la Autora

Nivel 3 (+15,36m)

Siguiendo con el análisis, en el nivel 3, las zonas críticas de este nivel son las que se muestran más expuestas a las inclemencias del tiempo, igualmente que en el nivel anterior, las zonas inclinadas que recibían directamente el agua lluvia, han tenido que ser repuestas por nuevas piezas, ya que las originales se encontraban en estados deplorables, también la colocación de chirlatas ha ayudado mucho para la labor de restauración que se realiza; además en este nivel se ha utilizado mucho el macillaje, que ha sido realizado con el polvo de la madera de la iglesia, con cola blanca, la misma que ha servido para igualar las imperfecciones en elementos que han sido afectados por agentes como la polilla, o simplemente por deformaciones en la madera, con esta macilla que es una especie de pasta se ha logrado crear uniformidad en los elementos de madera desgastados.



ampliación de la pieza de madera colocada en la parte inferior de la ventana
fotografía: la Autora



Las zonas críticas de este nivel son las que se muestran más expuestas a las inclemencias del tiempo, igualmente que en el nivel anterior, las zonas inclinadas que recibían directamente el agua lluvia, han tenido que ser repuestas por nuevas piezas, ya que las originales de encontraban en estados deplorables; además en este nivel se ha utilizado mucho el macillaje, que se ha realizado con el polvo de la madera, con cola blanca y agua, la misma que ha servido para igualar las imperfecciones de los elementos que han sido afectados por agentes xilófagos como la polilla, o simplemente por deformaciones en la madera, con esta macilla que es una especie de pasta se ha logrado crear uniformidad en los elementos de madera desgastados



sustitución de elementos, debido al mal estado de los originales
fotografía: la Autora



colocación de piezas de madera afectadas, por la humedad
fotografía: la Autora



estado de los pináculos, antes de la restauración
fotografía: la Autora

Nivel 4 (+ 18,23m)

En el cuarto y último nivel de la Torre, ha sido sin duda el más afectado porque es el que se encuentra más expuesto a los daños, sin embargo en la zona recubierta por el latón, al tener una pendiente más inclinada que en los niveles anteriores que también han sido recubiertos por este material, ha permitido que el agua lluvia no se estanque, por lo que la madera no muestra muchos daños, en vista de esto sólo se ha procedido a la colocación de chirlatas, en la zona recubierta. También aquí se ha tenido que cambiar secciones de elementos de madera que no han presentado las condiciones para que se mantengan, esto se ha realizado en la zona inferior de este nivel, que forma un triángulo en la fachada.



sustitución de elementos dañados, por piezas de teca
fotografía: la Autora

Lo que sí ha sido la parte más crítica se podría decir de toda la torre, es el estado de los pináculos ya que no han sido tratados para estar a la intemperie, y también al tiempo que han pasado expuestos. El número de pináculos que existen en este nivel es de 4, dos de los cuales, han tenido que ser reemplazados, y los otros dos, sí han podido ser recuperados, gracias a la ayuda de la restauración, en los pináculos lo que se ha hecho es estudiar minuciosamente las zonas que han sido más afectadas de dichos elementos, y éstos han sido repuestos por piezas de madera de capulí.

Sobre los pináculos hay unos elementos más pequeños, obviamente como ya se dijo dos pináculos tuvieron que ser repuestos, pero estos dos elementos han sido restaurados con la macilla formada por el polvo de madera, cola blanca y agua.



pináculos nuevos, elaborados con teca
fotografía: la Autora



colocación de chirlatas, gracias a la ayuda de químicos como el Sika Bond T2
fotografía: la Autora



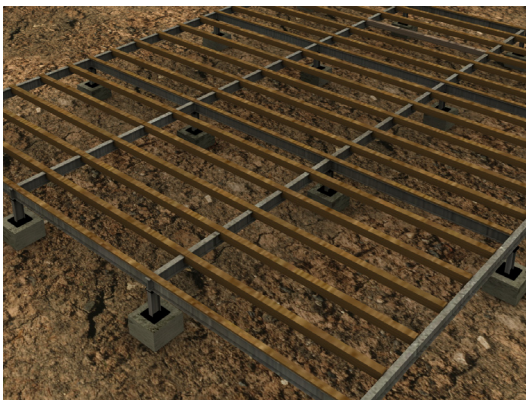
estudio y propuesta de detalles constructivos en madera “Iglesia de Todos Santos”



Ruinas arqueológicas encontradas
bajo el piso de la Iglesia de Todos
Santos
Fotografía: la Autora



piezas que conforman el piso, separadas



estructura para el piso de madera

Pisos.

En la iglesia de Todos Santos hasta el momento no se ha realizado la restauración de los pisos, debido, entre otras razones a la falta de presupuesto, y también a que han sido encontrados vestigios arqueológicos, que han retrasado los procesos de restauración.

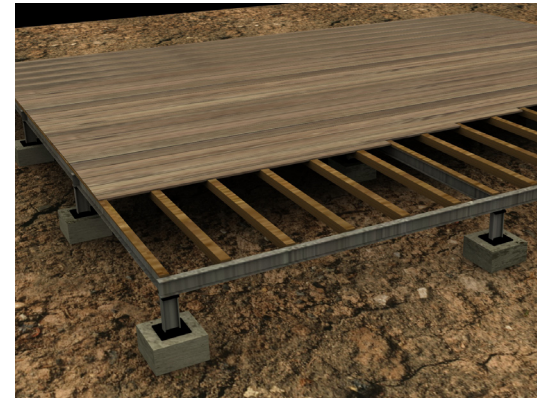
Por lo que presento una alternativa que puede emplearse, y que a pesar de haber sido utilizada en otros edificios con carácter histórico, representa una solución útil y práctica para la Iglesia de Todos Santos, y que pretende una convivencia entre lo nuevo y lo viejo.

Para esto se propone la fundición de unas pequeñas zapatas de hormigón, con una sección de 0,4 m x 0,4 m y una altura de 20cm, sobre éstas será colocada una platina de hierro que permitirá la unión de las zapatas a unos pequeños pilares que lo conforman perfiles de hierro tipo I, con una altura de 25 cm, esta altura permitirá que se cree una cámara de aire que permitirá a la madera que respire, y al mismo tiempo protegerá a las ruinas encontradas en el lugar, de tal manera que al retirar las duelas de madera se pueda observar éstos vestigios tan importantes. Sobre los pilares tipo I, se encuentra, otra platina que servirá de unión entre dicho pilar y las vigas y viguetas.

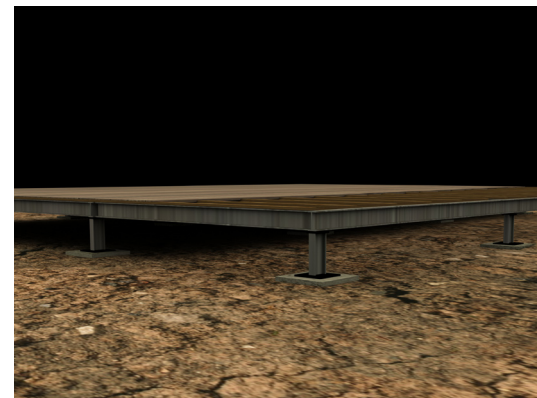
Las vigas y viguetas, también son perfiles de hierro tipo I, e irán unidas entre sí mediante ángulos metálicos, sobre éstas irán colocados unos calces de madera, con una sección de 0,08 m x 0,08m, estas piezas tienen un destaje en los extremos para ser colocados dentro del perfil tipo I, igualmente el soporte para los calces serán ángulos metálicos; los calces de madera formarán un entramado y sobre estos irán asentadas finalmente las duelas de eucalipto machimbreadas. Como ya se ha dicho este tipo de solución no es agresiva con la importancia histórica que envuelve a la Iglesia de Todos Santos, al contrario busca crear una armonía entre la parte antigua y las soluciones contemporáneas.



Zapatas: resistencia del hormigón= 210 Kg/ cm²
Separación entre zapatas: 3m
Perfiles I: especificaciones: h= 12mm, b=12mm, s= 6.5mm, t = 11mm longitud= 12m, peso= 26.7 kg/m
Separación entre suelo y perfiles: 0.25 metros
Dimensiones de platinas: 0.25 x 0.25, espesor 0.04m
Separación entre calces de madera: 0.50 m
Destaje de calces de madera: 0.08 x 0.04 metros
Tacos de madera para uniones: 0.08 x 0.08 metros
Ancho de duela de Eucalipto: 0.12m



estructura de piso



cámara de aire



estudio y propuesta de detalles constructivos en madera “Iglesia de Todos Santos”

CONCLUSIONES Y
RECOMENDACIONES



estudio y propuesta de detalles constructivos en madera “Iglesia de Todos Santos”



CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

Este trabajo pretende dar a conocer el uso histórico de la madera en la ciudad de Cuenca, a través de un análisis de la Iglesia de Todos Santos, ya que al ser un edificio emblemático de la ciudad por ser uno de los primeros templos que se edificaron, es una construcción, rica en detalles constructivos; y estando siendo sometida en la actualidad a un proceso de restauración, considero importante documentar los detalles y procesos de restauración que se han dado en la misma.

El análisis de este edificio, nos muestra un buen diseño estructural netamente realizado en madera, que se ha mantenido durante muchos años a pesar de que la madera en este caso no ha sido tratada para soportar la intemperie. Uno de los principales problemas que tenía la Iglesia, ha sido la presencia de humedad la que ha originado pudrición e hinchamiento en los elementos especialmente en la cubierta y en la torre de madera, por lo que se ha sometido a un estricto proceso de restauración, dando como prioridad la conservación de elementos históricos en madera, y tratando a la misma con sensibilidad ante la historia, mediante nuevos procesos tanto con la aplicación de productos químicos o procesos constructivos para conservar estas piezas de madera.

Recomendaciones:

Medidas de prevención después de la restauración.

Una vez que la restauración ha terminado se debe dejar constancia de los daños que se encontró en el o los elementos, el material que se utilizó originalmente y el material que se utilizó en el proceso de restauración así no se haya cambiado la especie de la madera. Para un adecuado mantenimiento se recomienda una placa en la que debe constar lo siguiente:

- "Año de construcción.
- Fechas de restauraciones posteriores.
- Fecha de intervención.



- Función del elemento
- Especie de la madera original.
- Especie de la madera actual (en el caso de ser cambiada después de la restauración)
- Afección encontrada.
- Tipo de intervención y técnicas realizadas.
- Recomendaciones de periodicidad en mantenimiento.
- Recomendaciones de productos de protección.

El mantenimiento debe ser programado según especificaciones del proyecto y del tipo de actuación que se realizó.

Este mantenimiento se debe realizar primordialmente en la impermeabilización del inmueble y principalmente en la cubierta ya que este es el elemento más frágil para producir humedades y por ende aparición de hongos.

Hay que tener bastante cuidado con el ataque de animales como son las palomas y roedores que afectan gravemente la conformación estética de los elementos y en la gran mayoría de casos en la impermeabilización de la cubierta tanto como de los cimientos y las paredes del inmueble.

Se tiene que realizar un inventario de cada uno de los elementos de la edificación y hacer un estudio de cada uno de ellos para evaluar si es o no necesaria una intervención en ese momento y de no ser necesaria se debe programar una restauración a futuro y los daños que se podrían evidenciar en la edificación.



Recomendaciones para el reforzamiento de la estructura de la torre de la Iglesia de Todos Santos.

Para reforzar una estructura se debe tener en cuenta lo siguiente:

1. Levantamiento de la estructura afectada.
2. Realizar un análisis individual de cada una de las piezas que conformen la estructura, ya que ahí se podrá saber el estado real de cada objeto a intervenir.
3. Realizar cálculos matemáticos con ayuda de un software o manualmente.
4. Probar la pieza estudiada en el laboratorio de ser posible, para hacer un análisis de sus propiedades.
5. Proceder a la conservación de la pieza, de ser posible, pero luego de haber realizado una limpieza de la misma. La conservación se realizará mediante preservantes que se encuentren en el mercado.
6. Reforzar la pieza mediante procesos indicados.
7. Probar mediante cálculos si el reforzamiento realizado sirve para la estructura.



estudio y propuesta de detalles constructivos en madera “Iglesia de Todos Santos”

estudio y propuesta de detalles constructivos en madera "Iglesia de Todos Santos"



ANEXOS



estudio y propuesta de detalles constructivos en madera “Iglesia de Todos Santos”



ANEXO 1:

CARTA DE VENECIA, 1964

CARTA INTERNACIONAL SOBRE LA CONSERVACIÓN Y LA RESTAURACIÓN DE MONUMENTOS Y DE CONJUNTOS HISTÓRICO-ARTÍSTICOS II Congreso Internacional de Arquitectos y Técnicos de Monumentos Históricos, Venecia 1964

“Cargadas de un mensaje espiritual del pasado, las obras monumentales de los pueblos continúan siendo en la vida presente el testimonio vivo de sus tradiciones seculares. La humanidad, que cada día toma conciencia de la unidad de los valores humanos, los considera como un patrimonio común, y de cara a las generaciones futuras, se reconoce solidariamente responsable de su salvaguarda. Debe transmitirlos en toda la riqueza de su autenticidad.

Por lo tanto, es esencial que los principios que deben presidir la conservación y la restauración de los monumentos sean establecidos de común y formulados en un plan internacional dejando que cada nación cuide de asegurar su aplicación en el marco de su propia cultura y de sus tradiciones.

Dando una primera forma a estos principios fundamentales, la Carta de Atenas de 1931 ha contribuido al desarrollo de un vasto movimiento internacional, que se ha traducido principalmente en los documentos nacionales, en la actividad del ICOM y de la UNESCO y en la creación, por esta última, de un Centro internacional de estudios para la conservación de los bienes culturales. La sensibilidad y el espíritu crítico se han vertido sobre problemas cada vez más complejos y más útiles; también ha llegado el momento de volver a examinar los principios de la Carta a fin de profundizar en ellos y de ensanchar su contenido en un nuevo documento. En consecuencia, el II Congreso Internacional de Arquitectos y de Técnicos de Monumentos Históricos, reunido en Venecia del 25 al 31 de mayo de 1964, ha aprobado el siguiente texto:

DEFINICIONES

Artículo 1º - La noción de monumento histórico comprende la creación arquitectónica aislada así como el conjunto urbano o rural que da testimonio de una civilización particular, de una evolución significativa, o de un acontecimiento histórico. Se refiere no sólo a las grandes creaciones sino también a las obras modestas que han adquirido con el tiempo una significación cultural.

Artículo 2º - La conservación y restauración de monumentos constituye una disciplina que abarca todas las ciencias y todas las técnicas que puedan contribuir al estudio y la salvaguarda del patrimonio monumental.

Artículo 3º - La conservación y restauración de monumentos tiende a salvaguardar tanto la obra de arte como el testimonio histórico.

CONSERVACIÓN

Artículo 4º - La conservación de monumentos implica primeramente la constancia en su mantenimiento.



Artículo 5º - La conservación de monumentos siempre resulta favorecida por su dedicación a una función útil a la sociedad; tal dedicación es por supuesto deseable pero no puede alterar la ordenación o decoración de los edificios. Dentro de estos límites es donde se debe concebir y autorizar los acondicionamientos exigidos por la evolución de los usos y costumbres.

Artículo 6º - La conservación de un monumento implica la de un marco a su escala. Cuando el marco tradicional subsiste, éste será conservado, y toda construcción nueva, toda destrucción y cualquier arreglo que pudiera alterar las relaciones entre los volúmenes y los colores, será desechada.

Artículo 7º - El monumento es inseparable de la historia de que es testigo y del lugar en el que está ubicado. En consecuencia, el desplazamiento de todo o parte de un monumento no puede ser consentido nada más que cuando la salvaguarda del monumento lo exija o cuando razones de un gran interés nacional o internacional lo justifiquen.

Artículo 8º - Los elementos de escultura, pintura o decoración que son parte integrante de un monumento sólo pueden ser separados cuando esta medida sea la única viable para asegurar su conservación.

RESTAURACIÓN

Artículo 9º - La restauración es una operación que debe tener un carácter excepcional. Tiene como fin conservar y revelar los valores estéticos e históricos del monumento y se fundamenta en el respeto a la esencia antigua y a los documentos auténticos. Su límite está allí donde comienza la hipótesis: en el plano de las reconstituciones basadas en conjeturas, todo trabajo de complemento reconocido como indispensable por razones estéticas o técnicas aflora de la composición arquitectónica y llevará la marca de nuestro tiempo. La restauración estará siempre precedida y acompañada de un estudio arqueológico e histórico del monumento.

Artículo 10º - Cuando las técnicas tradicionales se muestran inadecuadas, la consolidación de un monumento puede ser asegurada valiéndose de todas las técnicas modernas de conservación y de construcción cuya eficacia haya sido demostrada con bases científicas y garantizada por la experiencia.

Artículo 11º - Las valiosas aportaciones de todas las épocas en la edificación de un monumento deben ser respetadas, puesto que la unidad de estilo no es un fin a conseguir en una obra de restauración. Cuando un edificio presenta varios estilos superpuestos, la desaparición de un estadio subyacente no se justifica más que excepcionalmente y bajo la condición de que los elementos eliminados no tengan apenas interés, que el conjunto puesto al descubierto constituya un testimonio de alto valor histórico, arqueológico o estético, y que su estado de conservación se juzgue suficiente. El juicio sobre el valor de los elementos en cuestión y la decisión de las eliminaciones a efectuar no pueden depender únicamente del autor del proyecto.

Artículo 12º - Los elementos destinados a reemplazar las partes inexistentes deben integrarse armoniosamente en el conjunto, distinguiéndose claramente



de las originales, a fin de que la restauración no falsifique el documento artístico o histórico.

Artículo 13º - Los añadidos no deben ser tolerados en tanto que no respeten todas las partes interesantes del edificio, su trazado tradicional, el equilibrio de su composición y sus relaciones con el medio ambiente.

LUGARES MONUMENTALES (CONJUNTOS HISTÓRICO-ARTÍSTICOS)

Artículo 14º - Los lugares monumentales deben ser objeto de atenciones especiales a fin de salvaguardar su integridad y de asegurar su saneamiento, su tratamiento y su realce. Los trabajos de conservación y de restauración que en ellos sean ejecutados deben inspirarse en los principios enunciados en los artículos precedentes.

EXCAVACIONES

Artículo 15º - Los trabajos de excavaciones deben llevarse a cabo de acuerdo con las normas científicas y con la “Recomendación que define los principios internacionales a aplicar en materia de excavaciones arqueológicas” adoptada por la UNESCO en 1956.

El mantenimiento de las ruinas y las medidas necesarias para la conservación y protección permanente de los elementos arquitectónicos y de los objetos descubiertos deben estar garantizados. Además, se emplearán todos los medios que faciliten la comprensión del monumento descubierto sin desnaturalizar su significado.

Cualquier trabajo de reconstrucción deberá, sin embargo, excluirse a priori; sólo la anastilosis puede ser tenida en cuenta, es decir, la recomposición de las partes existentes pero desmembradas. Los elementos de integración serán siempre reconocibles y constituirán el mínimo necesario para asegurar las condiciones de conservación del monumento y restablecer la continuidad de sus formas.

DOCUMENTACIÓN Y PUBLICACIÓN

Artículo 16º - Los trabajos de conservación, de restauración y de excavación irán siempre acompañados de la elaboración de una documentación precisa, en forma de informes analíticos y críticos, ilustrados con dibujos y fotografías. Todas las fases del trabajo de desmontaje, consolidación, recomposición e integración, así como los elementos técnicos y formales identificados a lo largo de los trabajos, serán allí consignados. Esta documentación será depositada en los archivos de un organismo público y puesta a la disposición de los investigadores; se recomienda su publicación”.



estudio y propuesta de detalles constructivos en madera “Iglesia de Todos Santos”



ANEXO 2:

CARTA DE 1987 DE LA CONSERVACION Y RESTAURACION DE LOS OBJETOS DE ARTE Y CULTURA

Art. 1.- Las consideraciones e instrucciones, implícita o explícitamente enunciadas en el presente documento, pretenden renovar, integrar y sustancialmente sustituir la “Carta Italiana del Restauro” de 1972.

Éstas se aplican a todos los objetos de toda época y área geográfica que revistan de manera significativa interés artístico, histórico y en general cultural. Forman parte de tal universo de objetos obras de arquitectura y de agregación urbana, ambientes naturales de especial interés antropológico, fáunico y geológico, ambientes “construidos”, como parques, jardines y paisajes agrarios, instrumentos técnicos, científicos y de trabajo, libros y documentos, testimonios de usos y costumbres de interés antropológico, obras de figuración tridimensional, obras de figuración plana sobre cualquier tipo de soporte (mural, de papel, textil, lígneo, de piedra, metálico, cerámico, vítreo, etc.). Tal universo de objetos, en gran parte, se presenta también fragmentariamente bajo la forma de pieza arqueológica y/o paleológica y paleontológica aislada o inserta en contextos más amplios.

El universo de objetos arriba descrito ha estado y está sometido, desde el momento de su nacimiento o del descubrimiento de cada uno de sus elementos, a la acción degradante, dispersora y/o destructora de acontecimientos y procesos físico-químicos, geológicos, biológicos y humanos.

Un interés cognoscitivo fundamental de toda la humanidad ha impuesto, e impone, obstaculizar y, cuando menos, frenar la destrucción, dispersión y degradación con todo tipo de recurso conservador, preservando las condiciones intrínsecas y extrínsecas, para cada objeto en cuestión, lo más parecidas posible a las originales. El paso siguiente es, evidentemente en cuanto inevitable y posible- el de tomar medidas para su mejor conservación y restauración.

El presente documento asume, por lo tanto, el nombre de “Carta de 1987 de la Conservación y Restauración”.

Art. 2.- Las definiciones de los significados de los términos de uso más frecuente en los textos que siguen son las siguientes:

Conservación: el conjunto de actuaciones de prevención y salvaguardia encaminadas a asegurar una duración, que pretende ser ilimitada, para la configuración material del objeto considerado.

Prevención: el conjunto de actuaciones de conservación, al más largo plazo posible, motivadas por conocimientos prospectivos, sobre el objeto considerado y sobre las condiciones de su contexto ambiental.

Salvaguardia: cualquier medida de conservación y prevención que no implique intervenciones directas sobre el objeto considerado.

Restauración: cualquier intervención que, respetando los principios de la conservación y sobre la base de todo tipo de indagaciones cognoscitivas previas, se dirija a restituir al objeto, en los límites de lo posible, una relativa legibilidad y, donde sea necesario, el uso.

Mantenimiento: el conjunto de acciones recurrentes en los programas de intervención, encaminadas a mantener los objetos de interés cultural en



condiciones óptimas de integridad y funcionalidad, especialmente después de que hayan sufrido intervenciones excepcionales de conservación y/o restauración.

Art. 3.- Las medidas de conservación se refieren no sólo a la salvaguardia del objeto singular y del conjunto de objetos considerados significativos, sino también a la de las condiciones del contexto ambiental, si bien verificado éste como históricamente pertinente y favorable, ya sea desde el punto de vista físico, como desde el del mantenimiento ordinario.

Las medidas de restauración que intervienen directamente sobre la obra para detener, en lo posible, daños y degradación deben ser actuaciones que respeten la fisonomía del objeto tal como ha sido transmitida a través de sus naturales y originales vehículos materiales, manteniendo fácil su lectura. Conservación y restauración pueden no darse unidas y simultáneas, pero son complementarias y, en todo caso, un programa de restauración no puede prescindir de un adecuado programa de salvaguardia, mantenimiento y prevención.

Art. 4.- Cada Superintendencia, Instituto u Oficina, perteneciente al Ministerio de Bienes Culturales y Ambientales o a Entes públicos locales, responsable en materia de conservación del patrimonio histórico-artístico y cultural, compilará un programa periódico específico de los trabajos de conservación y restauración, así como de las investigaciones del subsuelo y subacuáticas, que deberá realizarse bien por cuenta del Estado o de otros Entes o personas. Tal programa será aprobado por el Ministerio de Bienes Culturales y Ambientales, de acuerdo con la opinión de los correspondientes Comités de Sector del Consejo Nacional de Bienes Culturales. En el ámbito de tal programa, y a continuación de la presentación del mismo, cualquier intervención sobre las obras referidas en el párrafo 1, deberá ser ilustrada y justificada mediante un informe técnico del que se deducirán, además de las vicisitudes de conservación de la obra, el estado actual de la misma, la naturaleza de las intervenciones necesarias, incluso para el correspondiente y posible saneamiento ambiental, y los gastos necesarios para hacerles frente.

Dicho informe será aprobado por el Ministerio de Bienes Culturales y Ambientales, previo parecer -tanto en los casos imprevistos o dudosos como en aquellos previstos por la ley- de los Comités de Sector correspondientes mencionados más arriba.

Art. 5.- En relación con los fines descritos con anterioridad, toda medida conservadora deberá ser proporcional a los factores ambientales positivos y negativos, cotidianos o estacionales, teniendo en cuenta sus caracteres físico-químicos, geológicos, biológicos y humanos.

En condiciones de contaminación ambiental grave, en caso de que no se pueda poner remedio en un tiempo razonable, es oportuno retirar sin demora la obra o las obras de mayor valor y significado, colocándolas en lugar adecuado donde sea posible establecer condiciones ambientales apropiadas, duraderas y positivas.

La recomendación sirve también para las obras cuya colocación no resultase adecuadamente segura en casos de acontecimientos naturales catastróficos



(terremotos, inundaciones, derrumbamientos).

Dígame lo mismo para las obras excesivamente expuestas a robos o daños, así como para las obras guardadas en ambientes donde se agolpan masas incontrolables de visitantes.

A propósito de la afluencia de visitantes, en cada caso se deberá determinar una entrada máxima de personas con relación a la cubicación del espacio, a las características de las superficies expuestas a las visitas y a las variaciones estacionales y cotidianas, climáticas y microclimáticas.

Limpiezas, mantenimiento del ambiente y climatización deberán ser escrupulosamente controladas y controlables.

Art. 6.- En relación con las operaciones de restauración que se refieren a la naturaleza material de cada una de las obras, se deben rechazar desde el momento en que se proyecte la propia restauración:

a) adiciones de estilo o analógicas, incluso en formas simplificadas, aunque se cuente con documentos gráficos o plásticos que puedan indicar cuál fue o cómo debió aparecer el aspecto de la obra terminada. Se podrán admitir limitadas excepciones en el campo de las restauraciones arquitectónicas, cuando los complementos analógicos, si bien reducidos a lo esencial, sean necesarios para la protección estática de la fábrica, en especial en las zonas sísmicas, y para un mantenimiento más seguro de las partes supervivientes. Y esto es válido también para aquellos elementos que aseguran un normal y equilibrado deslizamiento y desagüe de las aguas de lluvia.

b) remociones o demoliciones que oculten el paso de la obra a través del tiempo, a menos que se trate de limitadas alteraciones perturbadoras o incongruentes respecto a los valores históricos de la obra o de complementos de estilo que la falsifiquen.

c) alteraciones o remociones de las pátinas, siempre que no se haya demostrado analíticamente que estén irreversiblemente comprometidas por la alteración del material superficial. La conservación de este último puede ser, en efecto, fuente de degradación posterior, en especial en el caso de superficies de piedras sulfatadas expuestas al aire libre.

Art. 7.- En lo concerniente a las operaciones de restauración que afectan a la naturaleza material de cada una de las obras, son admitidas las siguientes operaciones y reintegraciones:

a) adiciones de partes accesorias en función estática y reintegraciones de pequeñas partes verificadas históricamente, marcando de modo claro adiciones y reintegraciones, aunque sin excederse en la señalización de las mismas, a fin de no alterar la armonía del contexto. En tales casos se puede adoptar también un material diferente, si bien cromáticamente acorde con el contexto, con tal de que sea el más afín y compatible, por sus características físico-químicas,



con el soporte. Esto podrá evitar comportamientos irregulares, provocados por incidencias térmicas diversas, a su vez inducidas por otras: espesor, modo de aplicación y composición del material. En todo caso, estas inserciones deberán ser distinguibles a simple vista -aunque en una visión aproximada- recurriendo a formas de ejecución diferentes de las históricas, en particular en los puntos de unión con las partes antiguas. Finalmente, tales inserciones deberán estar marcadas y fechadas, donde sea posible, pero siempre con la debida discreción.

b) limpiezas que, en las pinturas y esculturas policromadas, no deben alcanzar jamás a los pigmentos del color, respetando la “pátina” y los posibles barnices antiguos. Para todas las otras clases de obras las limpiezas no deberán llegar a la superficie desnuda de la materia de la que constan las propias obras. Pueden ser permitidas excepciones, especialmente en el caso de obras arquitectónicas, cuando el mantenimiento de superficies degradadas constituya un peligro para la conservación de todo el contexto (ver párrafo 6 c); en tal caso el procedimiento deberá ser documentado adecuadamente.

c) anastilosis documentada con seguridad; recomposición de obras hechas trozos; sistematización de obras con lagunas, reconstruyendo intersticios de poca entidad con técnica claramente diferenciable a simple vista, o con zonas neutras colocadas en un nivel diferente al de las partes originales; o dejando a la vista el soporte original; en todo caso, no integrando jamás ex novo zonas con figuración, o insertando elementos determinantes para la figuratividad de la obra.

d) modificaciones y nuevas inserciones con finalidad estática y conservadora de la estructura interna o del sustrato o soporte, con tal de que, una vez terminada la operación, no se aprecie en el aspecto ni alteración cromática ni de la materia, que pueda ser percibida en la superficie. Y esto, por supuesto, como extrema ratio de una exigencia conservadora imposible de realizar de otro modo.

En el campo específico de la arquitectura, la experiencia de los últimos veinte años ha enseñado a desconfiar de las inserciones ocultas de materiales especiales como el acero, el hormigón pretensado, las “costuras” armadas e inyectadas con argamasas de cemento o de resinas, a causa de su capacidad de invasión, poca duración, irreversibilidad y relativa escasa fiabilidad. Por tanto, parecen preferibles aunque puedan parecer extrañas a la obra medidas de consolidación de tipo tradicional (contrafuertes, taponamientos, cadenas, zunchos) en cuanto son fácilmente controlables y sustituibles.

e) nueva ambientación o sistematización de la obra, cuando ya no exista o se haya destruido la ambientación o la sistematización tradicional, o cuando las condiciones de conservación exijan la remoción.

Art. 8.- Toda intervención sobre la obra, o en las proximidades de la misma, según los fines descritos en el párrafo 3, debe ser realizada de tal manera y con tales técnicas y materias que se pueda tener la confianza de que en el futuro no resultará imposible una nueva y eventual intervención de conservación y restauración.

Con respecto a la restauración arquitectónica, sólo las técnicas y materiales referidos en el párrafo 7d son de momento fiables tras una larguísima experimentación, salvo algunas limitadas excepciones incluidas en el Anexo B (véase).



En cada caso toda intervención deberá ser previamente estudiada y justificada por escrito y se deberá llevar a cabo un diario de su realización, al que seguirá un informe final con la documentación fotográfica de antes, durante y después de la intervención. Además, serán documentadas todas las investigaciones y análisis eventualmente realizados con el auxilio de la física, la química, la microbiología y otras ciencias. De todas estas documentaciones quedará una copia en los archivos de los organismos competentes referidos en el párrafo 4e y otra copia será enviada para su conocimiento al Instituto Central de Restauración.

En los casos de limpieza deberá conservarse -a ser posible en un lugar marginal de la zona intervenida- una muestra del estado anterior a la intervención, mientras que en el caso de añadidos, las partes eliminadas deberán ser conservadas y/o documentadas en un archivo-depósito especial de los organismos competentes.

Art. 9.- El uso de nuevos procedimientos de conservación y restauración y de nuevos materiales, respecto a los procedimientos y materiales cuyo uso está vigente y, en todo caso, admitido, deberá ser autorizado por el Ministerio de Bienes Culturales y Ambientales, bajo el conforme y justificado parecer del Instituto Central de Restauración, a quien corresponderá también promover actuaciones en el Ministerio para desaconsejar materiales y métodos obsoletos, nocivos y, en todo caso, no contrastados; sugerir nuevos métodos y el uso de nuevas materiales; definir las investigaciones a las que se deba atender con un equipamiento y con especialistas distintos al equipamiento y a la plantilla disponibles.

Art. 10.- Las medidas adoptadas para preservar las obras de las acciones contaminantes y de las variaciones atmosféricas, térmicas e higrométricas, referidas en el párrafo 1, deberán, en los límites de lo posible, respetar el aspecto de la materia y el color de las superficies y toda otra condición que caracterice, de modo sustancial y permanente, las propias obras y el contexto ambiental en el que residen. En todo caso, tales medidas deberán ser tomadas de forma que se evite cualquier duda sobre la época en que han sido realizadas.

Art. 11.- Los métodos específicos de los que servirse en las actuaciones de conservación y restauración, singularmente para los centros históricos, para los monumentos arquitectónicos, para los arqueológicos y para la ejecución de las excavaciones, así como para las obras de pintura, escultura y artes aplicadas, bienes del libro y de archivo, están especificados en los anexos a las presentes instrucciones, denominados A, B, C, D, E, F.

Art. 12.- En los casos en los que exista duda sobre la atribución de las competencias técnicas y surjan conflictos en este sentido, decidirá el Ministerio de Bienes Culturales y Ambientales, a la vista de los informes de los superintendentes o jefes de los Institutos interesados, consultado el Comité competente de Sector del Consejo Nacional de Bienes Culturales.

ANEXO: Instrucciones para el desarrollo de la conservación, mantenimiento y restauración de las obras de interés arquitectónico

Consideraciones preliminares



La Carta del Restauo de 1972, en relación con el problema específico de la restauración arquitectónica, dependía, en gran medida, de los criterios adoptados para la restauración de los objetos de arte predominantemente grafopictóricos, donde los aspectos visuales predominaban sobre la estructura. Ahora, se quiere satisfacer la necesidad de un estatuto peculiar para la restauración arquitectónica, que reconozca a los edificios monumentales y a los contextos ambientales características específicas en cuanto al comportamiento respecto a la agresión de los agentes de contaminación, a los abusos de los usuarios, a los riesgos sísmicos.

La incumbencia de la restauración arquitectónica es interpretar una manufactura histórica, individualizando las adiciones y alteraciones sufridas, proporcionándole una adecuada y controlable mejora estática con medios compatibles y reversibles (reintegraciones de muros, estribos, tirantes no ocultas, etc.). Hasta ahora, la exigencia de disimular los medios de refuerzo, para no alterar el aspecto y el carácter de los edificios, ha justificado el recurrir a tecnologías innovadoras que permiten realizar refuerzos invisibles, pero generalmente irreversibles, alteradores, incompatibles y poco duraderos, conservando de hecho el aspecto y no la estructura de la fábrica.

Por otra parte, el uso de las técnicas tradicionales no ha sido nunca excluido por las Cartas de Restauración precedentes (Carta Italiana de 1932, Carta de Venecia de 1964, Carta italiana de Restauración de 1972). En efecto, éstas aludían al uso de tecnologías innovadoras sólo en los casos en los cuales las tradicionales no inspirasen confianza y se limitaban a recomendar la adopción de precauciones idóneas para hacer perceptible la intervención de lo nuevo en lo viejo. Pero, a la luz de una experiencia más madura, el uso de las técnicas tradicionales se debe considerar aplicable no sólo a las simples mejoras de las condiciones estáticas, sino también a muchos casos de “patología ordinaria”, como se dirá mejor más adelante.

En todo caso, declararse favorable a la recuperación de las técnicas tradicionales no es pues suficiente, porque es necesario saberlas realizar. El uso exagerado de las técnicas innovadoras en la construcción moderna en general, y también en el campo de la restauración, ha originado un abandono del saber hacer tradicional, no sólo considerado obsoleto, sino incorrecto o, sin más, erróneo. Es posible una revitalización de aquel saber hacer sólo si, estudiado atentamente, puede ser divulgado en las escuelas y en la Universidad a través de una didáctica específica.

Planificación de las operaciones de conservación y restauración

La programación y ejecución de ciclos regulares de mantenimiento y de control del estado de conservación de un monumento arquitectónico son la única garantía de que la prevención sea oportuna y apropiada a la obra en lo que se refiere al carácter de las intervenciones y a su frecuencia.

El procedimiento así indicado permitirá, donde la entidad de la intervención lo requiera, la institución de “talleres permanentes” a efectos de perfeccionar las cuadrillas, permitir su recambio fisiológico, formar equipos de auténticos “conocedores” de las más recónditas características de la fábrica y de su comportamiento en el transcurso del tiempo.



Tal procedimiento permitirá, además, notables ahorros financieros y evitará, en lo posible, desagradables o equivocadas intervenciones innovadoras o de reprimario.

En lo que concierne a la utilización de los edificios monumentales, se debe subrayar qué formas apropiadas de rehabilitación contribuyen a asegurar su supervivencia. Asimismo, para este fin los trabajos de adaptación deberán limitarse al mínimo respetando, en lo posible, la individualidad tipológica y constructiva de la obra, comprendidos sus recorridos interiores.

Ningún proyecto de conservación o restauración podrá considerarse idóneo para pasar a la fase de ejecución si no está precedido, en primer lugar, de un esmerado estudio de la obra y de su contexto ambiental, para presupuestar y financiar de modo específico. Parte integrante de este estudio serán las investigaciones bibliográficas, iconográficas, de archivos, etc., para adquirir todos los datos históricos posibles, además de investigaciones experimentales sobre las propiedades materiales de la manufactura. Será necesario en tal fase conceder la máxima importancia a la historia de las transformaciones materiales del monumento, recabando, en especial con relación a sus diferentes rehabilitaciones, todas las indicaciones para formular los proyectos de conservación y/o restauración.

La documentación topográfica en planta y en alzado deberá ser controlada atentamente, tanto en relación con obra como con su contexto, teniendo en cuenta la necesidad de corregir los errores, a menudo graves y en cadena, que inevitablemente se cometen como consecuencia de los procedimientos de levantamiento topográfico conocidos (fotogrametrías, planos castrales, transcripciones de diverso tipo).

Todo el material recogido, arriba descrito, se convertirá en una preciosa guía para la planificación de las intervenciones de conservación y/o restauración, permitiendo, con relativa seguridad, la elección entre los añadidos que hay que eliminar y los que se deban conservar en cuanto significativos.

En los casos en los que el monumento o el complejo arquitectónico que hay que conservar se encuentre en una de las numerosas zonas declaradas actualmente de riesgo sísmico, es necesario prestar una atención especial a las rehabilitaciones precedentes y a lo que se tiene intención de proponer en el proyecto de ejecución final.

De todos modos, en los casos de “patologías ordinarias” es siempre preferible adoptar técnicas y materiales tradicionales, que son más homogéneos con las obras que hay que salvaguardar, tal y como ha recomendado también el Comité Nacional para la Prevención del Riesgo Sísmico de los Bienes Culturales (1986).

Por lo que se refiere a las canalizaciones y a los equipos de servicio, desde el principio del proyecto deben ser previstos en sus dimensiones y emplazamientos definitivos y en posición adecuada para no alterar ni la estática del edificio ni sus aspectos visuales, evitando así intervenciones molestas e incontrolables (rozas de albañilería, rompimientos, etc.) en el transcurso de la obra.



En todo caso se recuerda que el proyectista y director de los trabajos debe ocuparse de redactar personalmente los presupuestos y los pliegos de condiciones, evitando así contrastes y malentendidos peligrosos para la mejor realización de la obra.

Metodología y técnicas de intervención.

En los casos de pequeñas pero delicadas intervenciones de mantenimiento, es aconsejable recurrir a empresas especializadas y, a la vez, llevarlas a cabo mediante administración directa. En cambio, en los casos de grandes y complejas intervenciones es aconsejable la adjudicación por contrata, dadas sus características administrativas más acordes con la complejidad de los trabajos. Entre otras cosas, la adjudicación por contrata exige una notable precisión en las certificaciones de obra y deja una huella preciosa del trabajo realizado.

En todo caso, las restauraciones deben ser continuamente vigiladas y dirigidas, tanto para asegurar su buena ejecución, como para poder intervenir rápidamente frente a hechos nuevos, dificultades o desequilibrios de los muros; para evitar, en fin, especialmente cuando operan pequeños y grandes medios de demolición, que desaparezcan elementos antes ignorados o eventualmente pasados por alto en la indagación previa, pero sin duda útiles para el conocimiento del edificio y para el modo de proceder en la restauración. En particular el director de los trabajos, antes de raspar, pintar o quitar enlucidos, debe verificar la existencia o no de cualquier huella de decoración y/o cuáles fueron las texturas y los coloridos originales de las paredes y de las bóvedas, etc. En efecto, es una exigencia fundamental de la restauración respetar y salvaguardar, en la medida de lo posible, la autenticidad de los elementos constitutivos.

1. Intervención de consolidación de muros. En caso de muros desplomados, incluso si necesidades apremiantes sugieren su demolición y reconstrucción, ante todo se debe considerar e intentar la posibilidad de aplomarlos sin sustituir los muros originales. Por otra parte, la práctica de la rectificación se documenta también en la labor de restauración ochocentista, conseguida con cortes localizados y con tirantes; en todo caso, téngase en cuenta que el trauma del corte, aunque saneado con argamasas especiales, no parece una práctica recomendable en un contexto de fuerte sismicidad, o en el caso de que el muro no haya sido bien construido con piedra o ladrillo y buenas argamasas. En caso contrario se impone, en máximo interés de la conservación, el desmonte y nuevo montaje del muro, si es de piedra tallada, o su demolición y reconstrucción, si es de ladrillo o de albañilería de tapial, para volver a ponerlo a plomo.

En muchos casos, zonas de muro bastante mal realizadas y con argamasas degradadas o con materiales mal unidos aparecen interpoladas en contextos de buena factura y resistencia. En tales casos, el comportamiento tradicional es eliminar en brecha la zona comprometida o hundida y rehacerla con buenos materiales (a ser posible afines a los que la rodean) “a cosido y descosido”.

Tal procedimiento es adoptado aún por muchas empresas especialmente en la provincia. Requiere mucha pericia en los apuntalamientos previos y en saber prever la forma de retirar las argamasas; por lo tanto, merece la pena ser utilizado y promocionado.



Es obvio que, en el caso de contextos de muros de valor histórico-artístico, se deberá hacer lo posible para preservar la parte degradada, recurriendo incluso a forrados interiores en albañilería; por otra parte, son bastante menos aconsejables los métodos, muy extendidos, de consolidación local o con “costuras armadas”⁵ inyectadas con mortero de cemento o resinas, por varios motivos. Ante todo, las “costuras armadas”, si bien permiten la asimilación del muro a una placa de hormigón armado (siempre que estén bien realizadas), sólo se pueden adoptar en muros de tapial o en muros muy porosos, debido a la cualidad de la piedra o por degradación de las argamasas, para garantizar una absorción significativa del material cimentador y un anegamiento efectivo del acero de la armadura. En el caso de que no se diesen estas dos condiciones, la intervención podría, en breve tiempo, mostrarse ineficaz o, sin más, contraproducente. No obstante, en el caso de muros de tapial o muros lo suficientemente porosos para sufrir los efectos benéficos de la impregnación, se debe prestar atención a la composición de las argamasas. En efecto, en muchas zonas regionales.

(boloñesa, siciliana, etc.) éstas se presentan compuestas de yeso que, en contacto con el acero, lo corroen en pocos años anulando los efectos positivos de la impregnación. En el caso de que se trate de muros de tierra cruda con argamasa de barro o en piedra con argamasa de barro (bastante más difundida de lo que se cree en toda la península), las inyecciones no son practicables. En efecto, éstas lo serían tan sólo en condiciones tales que modificarían el contexto del muro. Efectivamente, los lavados preventivos correrían el riesgo de eliminar las argamasas de barro, con posibles corrimientos en el curso de la obra, y de deshacer parcialmente los ladrillos crudos. Por tanto, solamente se manifiestan como practicables el método manual de revoque parcial con argamasas de cal y el de sustituciones en brecha.

Por otra parte, en los casos más favorables el procedimiento de las inyecciones armadas sería válido si se pudiera controlar, de forma práctica, la cobertura uniforme del acero por parte del mortero de cemento, pero esto es hoy imposible.

En el caso de que la práctica de las inyecciones armadas se deba adoptar necesariamente, es preciso cuidar atentamente los procedimientos de retención de la argamasa fluida, que la mayoría de las veces obligan a cambiar profundamente la fisonomía de los muros con los revoques de las uniones, los enlucidos, las coloraciones, etc.

En líneas generales, la inyección armada es aceptable en casos de muros deformes o con relleno de tapial o de tal naturaleza que en un segundo momento deban ser revestidos de ladrillo.

2. Posibles sustituciones o reintegraciones de paramentos de piedra o de ladrillo.

Las sustituciones o posibles integraciones de paramentos de muro, donde sea necesario y siempre en los límites más restringidos, deberán siempre distinguirse de los elementos originales, diferenciando los materiales o las superficies nuevas. Entre los métodos de diferenciación se recomienda la máxima sobriedad, recordando que muy a menudo es suficiente sustituir un travertino trabajado con martillina, pero degradado incluso estáticamente, por travertino trabajado con corte helicoidal y no perfilado ni alisado, e igualmente se hará con el tufo, la calcarenita, el “botticino”, la piedra de Istria, etc.



Por lo que se refiere a los ladrillos, bastará solamente la colocación por parte del trabajador adiestrado en el oficio para hacer individualizar la textura renovada, incluso si el ladrillo estuviese tan bien cocido y perfilado como para distinguirse del contexto. Evítese, solamente “envejecer” el nuevo remiendo con medios mecánicos, desgastándolo con el fin de asemejarlo al contexto erosionado.

3. Intervenciones sobre aplicaciones decorativas en estuco, al fresco y esgrafiadas.

En el caso de estas obras, una vez eliminado en los exteriores el efecto combinado de la intemperie y del impacto más o menos directo de los rayos solares, la mayor parte de las causas de deterioro se derivan de la decoloración y de las infiltraciones de agua.

Decoloración, recalos, infiltraciones e imbibiciones son, generalmente, de origen pluvial, pero muy a menudo, especialmente allí donde los edificios han sido reutilizados modernamente, los daños han sido ocasionados por las modernas instalaciones hídricas.

Por lo tanto, la mejor prevención de la erosión, del desconchado y del desprendimiento radica en el constante mantenimiento y en el posible y rápido saneamiento de las cubiertas y desagües de lluvia, tanto en relación con las bóvedas y paredes interiores, como con las superficies exteriores. Una vez asegurada la perfecta eficiencia de las cubiertas y de los sistemas hídricos, sean del tipo que sean, se puede pasar a la consolidación de los estucos, paredes pintadas al fresco o con esgrafiados, sin temor de ver convertido en poco tiempo el trabajo de restauración en algo inútil. En el caso de que las disgregaciones y desconchados dependan de causas diferentes de las de origen hídrico, deberán realizarse verificaciones específicas. Explorando las posibles corrientes osmóticas ascendentes y las condiciones microclimáticas externas e internas del edificio, que puedan haber sometido estucos, frescos y esgrafiados a fenómenos particulares de convección, condensación, etc., las operaciones de consolidación deberán ser consiguientes a cuidadosos análisis, que deberán conducir a identificar las causas de toda disgregación o solución.

4. Reintegraciones y/o sustituciones de enlucidos y/o coloraciones.

Al comienzo de toda intervención deberá ser analizado con cuidado el grado de adhesión de los enlucidos al soporte y la magnitud de los posibles desprendimientos. El medio más simple y eficaz es siempre el de “golpear” con los nudillos. En condiciones adecuadas de espacio, puede ser recabado mediante la termografía un buen mapa de las zonas adheridas o escasamente adheridas. Si las zonas no adheridas del enlucido son originales, es necesario fijarlas de nuevo con los métodos y técnicas bien conocidos y ya experimentados por el ICR.

De todos modos, en los casos en los que las zonas no adheridas no sean originales o sea inevitable su demolición, se impone su sustitución mediante adiciones que deberán estar compuestas con materiales y granulometría lo más parecida posible a los del contexto, con la adición de materiales sintéticos en pequeñas partes, de forma que se obtenga una factura comparable con dicho contexto. Se entiende que entre los enlucidos originales no pueden estar comprendidos los enlucidos de mantenimiento renovados en diferentes ocasiones, a menos que uno y otro estrato juntos no presupongan informaciones capaces de facilitar



la reconstrucción de las vicisitudes históricas del edificio.

Como es bien conocido, la identificación del colorido primigenio de un enlucido original es empresa ardua y delicada. El examen estratigráfico puede ser determinante con tal de que la toma de muestras -de alrededor de 10 x 10 cm. sea efectuada en zonas en las que con certeza se sepa o se pueda deducir que han quedado al menos pequeñas partes del enlucido original, no sólo porque no se han visto implicadas por la caída o por el desmantelamiento del resto de ese enlucido, sino también por haber estado suficientemente protegidas de los cambios climáticos (buhardillas, aleros, cornisas separadoras de plantas, cornisas de las ventanas). Una vez verificada la identidad de la coloración originaria, no sólo por el aspecto, sino también por la composición química, verificada igualmente la naturaleza del enlucido mediante granulometría y el material empleado, se podrá proceder, donde esto sea considerado significativo, a un enlucido semejante al originario, teniendo siempre cuidado de señalar, de alguna manera y sobriamente, el límite entre este último y la parte nueva. Se entiende que dicha marca sobria tendrá valor sobre todo cuando la transformación del nuevo enlucido, debida al envejecimiento, lo vuelva más semejante al enlucido original.

No pocas dificultades obstaculizan el logro del objetivo arriba indicado: dificultades de encontrar la cal bien apagada y desde tiempo suficiente (6 meses); dificultades de suplirla a veces incluso con cal hidratada; dificultades de reproducir los antiguos colores, por un lado bien utilizables sólo con buena cal, por otro suplantados gradualmente por los nuevos materiales colorantes, sintéticos y de menos costo, pero inadecuados para durar en los exteriores. Estas dificultades explican, al menos en parte, numerosas alteraciones y errores en el aspecto cromático de los edificios monumentales. Por esto, son tanto más útiles y necesarios los esfuerzos requeridos para recoger informaciones exactas y completas, en lo posible, de las fuentes de archivo, de las literarias y, a menudo incluso (aunque con alguna prudencia) de los paisajistas urbanos. Análisis y documentaciones exhaustivas, pigmentos naturales, a ser posible enriquecidos con sustancias proteicas y mezclados con cal (bien apagada: más de un año) si la coloración debe ser aplicada sobre enlucido antiguo, son las condiciones necesarias para aproximarse con un correcto enfoque a las apariencias del enlucido originario, incluso en la duración.

5. Intervenciones de consolidación de piedra o de ladrillos vistos.

No siempre la piedra o los ladrillos vistos fueron concebidos como tales en su origen: a menudo, particularmente en el Ochocientos, éstos fueron puestos a la vista con la ayuda de enérgicas y difundidas campañas de eliminación de estucos, que no siempre cuidaron de resarcir las uniones desprotegidas, acelerando en consecuencia su degradación. De todos modos, cuando se tome la decisión de dejar una obra con el material visto, será necesario revisar el estado de las uniones y ocuparse de la necesidad de sellarlas con argamasas compatibles y afines a la del contexto. La consolidación general se hará según las características particulares del tipo de piedra, utilizando materiales y modalidades de consolidación correspondientes a los requisitos individualizados por las recomendaciones NORMAL y por la experimentación del ICR.

Cuando se hubiese demostrado históricamente que piedras y/o ladrillos estuvieron revestidos y protegidos por enlucidos, estucos o colores a la cal, se podrá decidir en cada ocasión repetir tal revestimiento (en todo caso óptimo para la mejor conservación del material expuesto) sobre la base del contexto en el



que se ubica el monumento y de otras consideraciones de orden histórico-crítico.

En cada caso, se deberá proceder previamente a una limpieza eficaz de los paramentos con medios y técnicas ya experimentadas ampliamente por el ICR. Sobre los métodos de protección de paramentos de piedra o de ladrillo no existe todavía un acuerdo satisfactorio. En efecto, la aplicación de resinas sintéticas impermeabilizantes es fiable sólo en parte en cuanto que éstas, por diferentes razones, al final no resultan enteramente hidrorrepelentes. En consecuencia parece que sólo pueden moderar el proceso de escoriación y descamado de las superficies pétreas, pero no evitar la acción del hielo ni de la sulfatación de los carbonatos de calcio, allí donde esta última se ve favorecida por la combinación entre los corpúsculos carbonosos (extendidos por infiltración en la porosidad de la piedra), oxígeno y lluvias ácidas.

La protección de la piedra, como la de los organismos vivos, parece confiada a la abolición de las causas que producen la contaminación atmosférica, más que a milagrosas invenciones de líquidos protectores.

6. Intervenciones de consolidación de las estructuras de madera.

La duración de las estructuras de madera, incendios aparte, es en conjunto muy superior a lo que se piensa, pero a condición de que estén bien aireadas todas sus partes, comenzando por aquéllas empotradas en los muros. En los últimos decenios la pérdida de muchos techos seculares se debe al cierre de las aberturas dispuestas para la aireación de las cabezas de las vigas, efectuado para evitar el tránsito de los insectos y de los pájaros.

La buena aireación de los entabacados⁸ es, pues, la mejor garantía de la conservación de las partes de madera y de la no oxidación de las posibles abrazaderas y/o grapas, mientras la humedad de los mismos puede causar la difusión de las invasiones de termitas. Por ello, la recomendación general es la de conservar y promover la buena aireación de los techos de madera con la apertura de respiraderos, “rejillas” y elementos semejantes, obstaculizando el tránsito de pájaros con redes antipalomas. No son recomendables materiales excesivamente impermeabilizantes como las fundas, mientras que es aceptable el “cartón-filtro enarenado” extendido en tiras horizontales que aseguran una impermeabilización, así como la transpiración del entabacado. Aún menos recomendable es el uso de láminas de cobre con superposición de materiales sintéticos, que pueden incluso producir condensación al contacto con los entablados, acelerando su degradación.

En los casos en los que sea absolutamente indispensable sustituir las estructuras de madera, ante todo es conveniente examinar si no es posible proceder gradualmente, como a menudo se ha hecho en el pasado: en los casos más graves sustituyendo una viga entera, en otros casos colocando abrazaderas para evitar las grietas longitudinales, etc.

Es aconsejable que para dichas sustituciones se constituyan depósitos de madera de demolición de antiguas construcciones⁹. Superintendencias y Delegaciones Provinciales de Obras Públicas deberán preocuparse activamente de constituir tales depósitos y evitar el desecho de todas las maderas de demolición.



En líneas generales actuar en la consolidación de estructuras de madera significa a la vez operar para mantenerlas aireadas, hacerlas ignífugas, desinfectarlas y endurecerlas. Para lograr esto no faltan resinas y sustancias químicas de diferentes clases. Sin embargo, es aconsejable recurrir a estos procedimientos sólo en casos de necesidad real, teniendo en cuenta, además, el hecho de que éstos aumentan el riesgo de inflamabilidad.

No se deben olvidar algunos valores insustituibles de las estructuras de madera: en los pavimentos, éstas, además de la elasticidad, ejercen un contacto suave con el contexto del muro. En efecto, en caso de ligera flexión sobre los apoyos, la madera, a diferencia del hierro, se deforma plásticamente sin fracturar la piedra o los ladrillos. Finalmente, además de tener características higroscópicas, la madera tiene también aislamiento acústico y máxima capacidad de resistencia.

A propósito de los pavimentos de madera, hay que rechazar la práctica de construirlos sobre losas de hormigón ligeramente armado, procediendo directamente sobre el entablado o los ladrillos, interponiendo simplemente una lámina de plástico. En efecto, la plancha impermeable impide el paso natural del aire de un plano a otro, favoreciendo la putrefacción de la madera en caso de acumulación de humedad, ya sea ésta debida a la condensación o a conducciones defectuosas; además, la plancha impedirá toda obra de mantenimiento limitada a sucesivas sustituciones de las maderas enfermas. En conclusión, en las prácticas de mantenimiento, es preferible intervenir con desmontaje y montaje por partes, apoyándose en una auspiable recuperación de un “saber hacer” manual.

7. Escultura en piedra.

Las esculturas en piedra colocadas en el exterior de los edificios o en las plazas deben ser vigiladas interviniendo con operaciones de consolidación y de protección estacional, a través de métodos conocidos y probados.

Para la buena conservación de las fuentes de piedra o de bronce es necesario descalcificar el agua eliminando las incrustaciones calcáreas y las limpiezas periódicas nocivas.

Cuando resulte imposible la buena conservación de una escultura en su primitivo emplazamiento, convendrá trasladarla a un local interior, cuyas condiciones climáticas sean favorables.

Para no empobrecer significativamente la decoración exterior de las fábricas, a veces puede ser necesario colocar en ellas copias fieles y puntuales en el lugar de las originales trasladadas a un lugar seguro. Es aconsejable encargar la realización de tales copias a escultores expertos en piedra, metales, etc., que estén en condiciones de practicar la producción en escala 1:1. Por el contrario, es bueno evitar la práctica de moldes con el fin de ahorrar a la “piel de envejecimiento natural” (pátina) y a los posibles coloridos, los temibles traumas provocados por la aplicación y posterior separación de los moldes. Tales traumas y perjuicios son tanto más probables cuanto el traslado de la obra haya sido motivado por las malas condiciones de conservación. Se entiende que, después de la consolidación, los peligros que comportan semejantes operaciones de calco se atenúan mucho, pero con dos condiciones:



- a) que la consolidación se haya realizado con perfecta regla de arte y con sustancias perfectamente no adhesivas respecto a las utilizadas para el molde;
- b) que se practique con la debida experiencia y destreza, tanto la introducción de la pasta de silicona entre la escultura y las piezas del molde en vitrorresina, como, posteriormente, la liberación del original del molde. Naturalmente se deberá prestar atención al cambio de función que en algún caso comporta la sustitución de los originales con otro material, posiblemente sintético, y en todo caso difícilmente homogeneizable, al menos por peso específico, con el material original.

Es evidente que la “piel de envejecimiento natural” no debe ser afectada, tanto por razones históricas y estéticas, como porque desempeña funciones protectoras. Por esto, antes de iniciar cualquier operación de limpieza, es indispensable proceder a las habituales investigaciones, con especial atención a la presencia de restos cromáticos.

Se pueden eliminar los materiales extraños acumulados sobre la piedra (detritus polvorientos, hollín, excremento de paloma, etc.) usando cepillos vegetales o chorros de agua a presión moderada. En consecuencia, deberán evitarse los cepillos metálicos y los raspadores y, en general, se deben excluir chorros de arena, agua y vapor a gran presión. Son también desaconsejables los lavados con sustancias corrosivas o con fuerte poder detergente.

8. Intervención sobre elementos metálicos.

El hierro forjado pre-moderno es bastante más resistente a la oxidación que el hierro industrial; pero, incluso aquél, con el tiempo se oxida y se “hincha”¹⁰, afectando a las zonas de la piedra donde es empleado bajo forma de grapas o pernos o rejas (véanse las rejas de hierro forjado del Puente de Sant’Angelo en Roma). En tales casos no queda otro remedio que el de sustituir los hierros en cuestión (cuando no tengan otra importancia que la de la estática) por elementos metálicos de estabilidad físico-química segura. Por ejemplo, el acero inoxidable tipo ASI 30/4 o 31/6, o bien, para evitar la corrosión intersticial, el acero zincado o el titanio.

En estos casos podrá ser convenientemente restablecido el óptimo uso premoderno de fijar pernos o grapas o equivalentes sobre la piedra con plomo fundido. En el caso de que se trate de rejas forzadas ya en los alojamientos originarios hasta comprometer su estabilidad, especialmente expuestas también a fuertes variaciones térmicas, se procederá a conferir a los alojamientos mayor amplitud a fin de permitir las dilataciones temporales y acoger mejor las dilataciones permanentes.



ANEXO 2

COMITÉ INTERNACIONAL DE ICOMOS SOBRE LA MADERA

PRINCIPIOS QUE DEBEN REGIR LA CONSERVACION DE LAS ESTRUCTURAS HISTORICAS EN MADERA
(Ratificada por la 12 Asamblea General del ICOMOS celebrada en Mexico del 17 al 24 de Octubre de 1999)

Este documento tiene por finalidad definir los principios y métodos de actuación fundamentales y universalmente aplicables para la protección y conservación de las estructuras históricas en madera, de tal forma que se respete su significado cultura. En este contexto se entiende que las estructuras históricas en madera hacen referencia a todo tipo de construcción o edificio hecho en madera, total o parcialmente, que tenga un significado cultural o que forme parte de un sitio histórico.

Para la conservación de dichas estructuras, estos Principios:

- Reconocen la importancia de las estructuras en madera de todas las épocas como parte del patrimonio cultural mundial;
- Tienen en cuenta la gran variedad existente de estructuras en madera;
- Tienen en consideración la diversidad de especies y de calidades de maderas utilizadas para construirlas;
- Reconocen la vulnerabilidad de las estructuras construidas total o parcialmente en madera, a causa del deterioro y degradación de los materiales expuestos a diferentes condiciones medioambientales o climáticas, a las variaciones en el grado de humedad, a luz, a los efectos nocivos de hongos e insectos, a la especulación, a los incendios y a otros accidentes;
- Reconocen la creciente escasez de las estructuras históricas en madera como consecuencia de su vulnerabilidad, de su caída en desuso y de la desaparición de los oficios artesanos relacionados con las técnicas de diseño y construcción tradicionales;
- Sopesan la gran diversidad de las medidas y tratamientos requeridos para la preservación y conservación de estos recursos históricos;
- Tienen en cuenta los principios de la Carta de Venecia y de la carta de Burra, así como la doctrina de ICOMOS y de la UNESCO, y tratan de que estos principios generales se apliquen a la protección y preservación de las estructuras en madera;

Formulan las siguientes recomendaciones:



INSPECCION, RECOGIDA DE DATOS Y DOCUMENTACION

1. Antes de realizar cualquier intervención, el estado de la estructura y de sus elementos deberá ser cuidadosamente documentado, al igual que todos los materiales utilizados en los tratamientos, conforme al artículo 16 de la Carta de Venecia y los Principios de ICOMOS para el Registro documental de los Monumentos, Conjuntos arquitectónicos y Sitios culturales. Toda la documentación pertinente, incluyendo las muestras características de materiales superfluos y de elementos extraídos de la estructura, así como toda la información concerniente a las técnicas y maneras de hacer tradicionales, deberá ser compilada, catalogada, depositada en lugar seguro y resultar accesible cuando resulte necesario. La documentación deberá explicitar también las razones específicas que hayan motivado la selección de los materiales y métodos utilizados para los trabajos de conservación.
2. Cualquier intervención deberá ser precedida de un diagnóstico exhaustivo y riguroso de las condiciones y causas del deterioro y degradación de las estructuras de madera. Dicho diagnóstico se apoyará en la evidencia documental, en una inspección de hecho y un análisis material y, su fuera necesario, no solo en comprobaciones de las condiciones físicas, sino también en métodos basados en pruebas no destructivas. Esto no impedirá las intervenciones menores que sean necesarias ni las medidas urgentes.

VIGILANCIA Y MANTENIMIENTO

3. Es de crucial importancia mantener una estrategia coherente de vigilancia continua y de mantenimiento regular para la conservación de las estructuras históricas de madera, así como para preservar su significación cultural.

INTERVENCIONES

4. El objetivo prioritario de la preservación y de la conservación es mantener la autenticidad histórica y la integridad del patrimonio cultural. Por lo tanto, toda intervención deberá estar basada en estudios y evaluaciones adecuados. Los problemas deberán ser resueltos en función de las condiciones y necesidades pertinentes, respetando los valores estéticos e históricos, así como la integridad física de la estructura o del sitio de carácter histórico.
5. Toda intervención propuesta deberá tender a:
 - a. utilizar métodos y técnicas tradicionales;
 - b. ser técnicamente reversible, si es posible, o



- c. al menos, no estorbar o impedir los trabajos de conservación, que pudieran ser ulteriormente necesarios, y
- d. no impedir el acceso, en el futuro, a las informaciones incorporadas en la estructura

6. Intervenir lo menos posible en la trama de las estructuras históricas de madera constituye todo un ideal. En algunos casos, la intervención mínima dirigida a asegurar la preservación y conservación de estas estructuras de madera podrá significar su desmontaje, total o parcial, y su montaje subsiguiente, a fin de permitir que se efectúen las reparaciones necesarias.

7. Cuando se realicen intervenciones, la estructura histórica de madera debe ser considerada como un todo; todos los materiales, comprendidas las piezas del armazón, entrepaños, postigos y contraventanas, techumbre, suelos, puertas y ventanas, etc., deben recibir la misma atención. En principio, se deben conservar al máximo los materiales existentes. La preservación debe extenderse a los materiales de acabado como los yesos, pinturas, enlucidos, papeles pintados, etc... Si fuera necesario renovar o reemplazar los materiales del acabado, se copiarán, en la medida de lo posible, los materiales, técnicas y texturas originales.

8. El objetivo de la restauración es la conservación de la estructura histórica y de la función que le es inherente, así como revelar su valor cultural mejorando la percepción de su integridad histórica, de sus estadios anteriores y de su concepción original, dentro de los límites de las pruebas materiales históricas existentes, tal como se indica en los artículos 9 a 13 de la Carta de Venecia. Las piezas y otros elementos retirados de una estructura histórica deben ser catalogados y sus muestras características deben ser guardadas de manera permanente como parte de la documentación.

REPARACIÓN Y SUSTITUCIÓN

9. Para la reparación de estructuras históricas se podrán utilizar piezas de madera que sustituyan a las deterioradas, respetando los valores históricos y estéticos, cuando las necesidades de la restauración lo hagan necesario.

Las nuevas piezas, o partes de éstas, deben ser de la misma clase de madera y, en su caso, de igual o mejor calidad que las sustituidas. Deben tener, si es posible, características naturales similares. Los índices de humedad y todas las demás características físicas de la madera empleada en la sustitución deben ser compatibles con la estructura existente.

Se deberán utilizar técnicas artesanales y formas de construcción iguales a las utilizadas originalmente, así como el mismo tipo de herramientas y máquinas. Siempre que resulte adecuado, los clavos y otros accesorios deben reproducir los materiales originales.



Para sustituir parte de una pieza deteriorada, se empleará su ensamblaje tradicional para unir la parte nueva y la antigua, si se comprueba que esta operación es posible y compatible con las características de la estructura a reparar.

10. Debe actuarse de forma que las nuevas piezas, o fragmentos de éstas, se distingan de las antiguas. No es deseable copiar el desgaste o la deformación de los elementos sustituidos. Se podrán utilizar métodos tradicionales apropiados u otros modernos debidamente comprobados para atenuar la diferencia de color entre partes antiguas y nuevas, cuidando que ello no afecte o perjudique la superficie de la pieza de madera.

11. Las nuevas piezas, o los fragmentos, deben llevar una marca discreta, grabada, por ejemplo, a cuchillo o con un hierro al rojo, de manera que sean identificables en el futuro.

RESERVAS DE BOSQUES HISTORICOS

12. Se deberá fomentar la creación y protección de bosques y reservas arbóreas que puedan proveer las maderas necesarias para la conservación y reparación de las estructuras históricas de madera.

Las instituciones responsables de la salvaguarda y de la conservación de edificios y sitios históricos deben establecer o fomentar la creación de comercios dedicados a la venta de madera en los que resulte posible procurarse los materiales apropiados para intervenir en este tipo estructuras.

MATERIALES Y TÉCNICAS DE CONSTRUCCIÓN CONTEMPORANEA

13. Los materiales contemporáneos como las resinas exposi, y las técnicas modernas como los refuerzos estructurales en acero deben ser escogidos y utilizados con la mayor prudencia, y solamente en los casos en que la perdurabilidad y el comportamiento estructural de los materiales y de las técnicas de construcción hayan sido probados satisfactoriamente durante un largo período de tiempo. Las instalaciones de servicios, tales como la calefacción y los sistemas de detección y prevención de incendios, se llevarán a cabo de forma que respeten el significado histórico y estético del al estructura o el sitio.

14. Se limitará y controlará el uso de productos químicos, y sólo serán utilizados si representan una ventaja cierta, si su eficacia a largo plazo está demostrada y cuando no supongan riesgo alguno para el público o para el entorno.

FORMACIÓN



15. La regeneración de los valores relativos al significado cultural de estructuras históricas en madera a través de programas de formación es un requisito esencial para una política de conservación y de desarrollo durable. Se recomienda fomentar la creación y el desarrollo de programas de formación concernientes a la protección, salvaguarda y conservación de las estructuras históricas en madera.

Esta formación debe estar basada en un plan estratégico que integre las necesidades de producción y de consumo durables, y comportar programas a escala local, regional, nacional e internacional. Estos programas deben dirigirse a todas las profesiones y sectores de actividad dedicados a este género de trabajo y, en particular a los arquitectos, ingenieros, conservadores, artesanos y gestores de sitios.



estudio y propuesta de detalles constructivos en madera “Iglesia de Todos Santos”



ANEXO 4:

HUMEDAD EN LA MADERA

El agua en la madera, puede estar presente de tres formas diferentes:

- Agua de constitución o agua combinada: Es aquella que entra a formar parte de los compuestos químicos que constituyen la madera. Forma parte integrante de la materia leñosa (de su propia estructura), y no se puede eliminar si no es destruyendo al propio material (por ejemplo, quemándola).
- Agua de impregnación o de saturación: Es la que impregna la pared de las células rellenando los espacios submicroscópicos y microscópicos de la misma. Se introduce dentro de la pared celular, siendo la causa de la contracción de la madera cuando la pierde (desorción) y de su expansión o hinchamiento cuando la recupera (sorción: retención de agua). Se puede eliminar por calentamiento hasta 100 - 110° C.
- Agua libre: Es la que llena el lumen de las células o tubos (vasos, traqueidas, etc.) Es absorbida por capilaridad. El agua libre, una vez perdida por la madera, ya no puede ser recuperada a partir de la humedad atmosférica. Para recuperarla, habrá de ser por inmersión directa en el agua. El agua libre no tiene más repercusión que la ocupación física de los huecos, y por consiguiente no influye en la hinchazón o merma de la madera ni en las propiedades mecánicas.

Las dos últimas, impregnación y libre son las que constituyen la humedad de la madera. La humedad es la cantidad de agua que contiene la madera expresada en porcentaje (%) de su peso en estado anhidro o húmedo.

Cuadro de estado de la madera según el % de humedad.

- Madera empapada: Hasta un 150% de humedad aproximadamente (sumergida en agua)
- Madera verde: Hasta un 70% de humedad (madera en pie o cortada en monte)
- Madera saturada: 30% de humedad (sin agua libre)
- Madera semi-seca: Del 30% al 23% de humedad (madera aserrada)
- Madera comercialmente seca: Del 23% al 18% (durante su estancia en el aire)
- Madera secada al aire: Del 18% al 13% (al abrigo de la lluvia)
- Madera desecada (muy seca): Menos del 13% (secado natural o en clima seco)
- Madera anhidra: 0% (en estufa a 103° C. Estado inestable)

Humedad normal para ensayos: Las humedades de la madera para la realización de ensayos han sido el 12 y el 15% según países y normas. Actualmente tiende a usarse la humedad de equilibrio que se obtiene a una temperatura de 20°C. y con una humedad relativa del 65%, lo que nos da una humedad en la madera de aproximadamente del 12%.



Para las obras, la guía de humedad que debe de tener la madera según la naturaleza de la obra, es la siguiente:

- Obras hidráulicas: 30% de humedad (contacto en agua)
- Túneles y galerías: de un 25% a un 30% de humedad (medios muy húmedos).
- Andamios, encofrados y cimbras: 18% al 25% de humedad (expuestos a la humedad).
- En obras cubiertas abiertas: 16% a 20% de humedad.
- En obras cubiertas cerradas: 13% a 17% de humedad.
- En locales cerrados y calentados: 12% al 14% de humedad.
- En locales con calefacción continua: 10% al 12% de humedad.

Método de peso seco al horno o doble pesada.

Es un método relativamente exacto para determinar el contenido de humedad de la madera.

El procedimiento es el siguiente:

- Obtención de probetas o muestras de control. Se corta una sección transversal de la pieza de madera de unos 15 a 20 mm de espesor, evitando tomar muestras cerca de los extremos ya que por el secado propio de esta zona puede variar considerablemente. Las probetas deben estar sanas y sin defectos y las herramientas de corte bien afiladas para evitar pérdidas de humedad por recalentamiento.
- Determinación del peso húmedo inicial. Después de cortadas, las probetas deben pesarse en balanzas.
- Secado de las probetas hasta peso constante. Aquí es recomendable el uso de hornos con termostato regulable para mantener la temperatura a 103 +/- 2 grados centígrados y con buena circulación del aire. Hay que tener cuidado en que no suba mucho la temperatura ya que si esta sobrepasa los 105 grados es posible que la madera pierda peso no sólo de agua sino de otras sustancias presentes en la pieza.
- Determinación del peso en seco. Para determinar el momento en que las probetas alcanzan pesos constantes, se hacen pesadas intermedias para ver la pérdida de peso. Después del secado las piezas de madera deben pesarse lo más rápido posible para evitar ganancias de humedad que provienen del ambiente.
- Cálculo del contenido de humedad. Finalmente se calcula el contenido de humedad con la fórmula indicada anteriormente.



En algunos casos se toman dos o más probetas por pieza de madera para tener resultados más exactos, para luego promediar estos valores.

La principal desventaja de este método es el tiempo que lleva este procedimiento y que la pieza debe ser parcialmente destruida para la obtención de probetas.

Métodos electrónicos.

Se distinguen dos tipos diferentes de medidores electrónicos para determinar el contenido de humedad en la madera, en uno de ellos se mide el contenido de humedad por su resistencia eléctrica y en el otro por sus propiedades dieléctricas. La temperatura de la madera y su especie afectarán los valores de la resistencia eléctrica por lo que la lectura del contenido de humedad deberá ser corregida según indicaciones del fabricante del medidor eléctrico.



estudio y propuesta de detalles constructivos en madera “Iglesia de Todos Santos”



ANEXO 5

ADITIVOS UTILIZADOS EN LA IGLESIA DE TODOS SANTOS

En la Iglesia de Todos Santos, para el tratamiento de la madera se ha utilizado algunos aditivos, que van a ayudar al buen mantenimiento de las piezas de madera.

Merulex I.F.S. (anexo 5.1)

Es un inmunizante insecticida y fungicida para la preservación de la madera, con base en solventes. No contiene Pentaclorofenol.

Usos. En la construcción para proteger contra hongos, termitas y gorgojos, todo tipo de maderas (en bruto o elaboradas), como durmientes, vigas, postes, estanterías, puertas, ventanas, enchapados, etc.

Para la protección de maderas en la fabricación de estibas y muebles.

Para uso en ambientes interiores y exteriores.

Ventajas.

Listo para usar y de fácil aplicación.

Aumenta de una manera económica la vida útil de la madera.

Evita la coloración azul, signo de putrefacción de las maderas blandas.

La madera tratada con Merulex I.F.S puede ser pintada.

No ataca los metales.

Cumple Norma Brasileira DIMAD 1980.

Modo de empleo.

Preparación de la superficie:

La madera a tratar debe estar limpia (libre de grasas y polvo) y seca (contenido de humedad menor del 30%). Retirar capas de pintura en caso de que existan.

Aplicación:

Merulex I.F.S viene listo para su uso. Agitar el producto antes de usarlo.



Merulex I.F.S puede aplicarse con brocha, pistola o por inmersión.

Dentro de lo posible, la madera deberá tratarse con Merulex I.F.S después de cortada y antes de ensamblarla, debido a que la putrefacción comienza en las juntas (uniones, apoyos, cortes, etc.).

El procedimiento de inmersión ofrece una protección más profunda. El tiempo de impregnación se determina con ensayos ya que varía según el tipo y capacidad de absorción de la madera.

Los procedimientos industriales de tratamiento al vacío o con presión, conducen a resultados óptimos de protección.

La madera en contacto directo con la tierra, se debe inmunizar con Merulex I.F.S ó Merulex I.F.A. e impermeabilizar con Igasol Cubierta (Ver Hoja Técnica o consultar con el Departamento Técnico de Sika).

Consumo:

Varía según el contenido de humedad, capacidad de absorción de la madera, así como el sistema de aplicación.

Para maderas secas (contenido de humedad menor del 30%) rigen las siguientes cantidades aproximadas:

Con brocha, pistola o inmersión corta: 250-350 g/m²

Inmersión prolongada: 25-45 kg/m³.

Datos Técnicos.

Color: Transparente

Densidad: 0,85 kg/l

Material activo: Cifluthrin y Dichlofluanid

Punto de inflamación: 63oC

Temp. de aplicación: 5oC a 50oC

Duración del secado: 24 horas a 25oC

Cumplimiento de Normas: Norma Brasileira DIMAD 1980

Precauciones.

MEDIANAMENTE TOXICO, CATEGORIA TOXICOLOGICA II.

Producto tóxico por inhalación, por ingestión y en contacto con la piel.

Merulex I.F.S es inflamable: No apagar con agua.

No debe aplicarse a maderas destinadas a empaques de alimentos o embalajes.

No debe almacenarse junto con alimentos, ni envasarse en recipientes que se utilicen para alimentos o bebidas. No reutilizar los recipientes. Proporcionar



ventilación adecuada cuando se aplica en sitios cerrados. En recintos habitables es conveniente airear durante 7 días antes de ocuparlos.

Medidas de seguridad.

Manténgase fuera del alcance de los niños. Consérvese en lugar fresco. Manténgase lejos de espacios habitados. Manténgase el recipiente bien cerrado. Consérvese el recipiente en lugar bien ventilado. Manténgase lejos de alimentos, bebidas y animales. Protéjase del calor y de fuentes de ignición. No comer, fumar ni beber durante la manipulación. Evite contacto con la piel y los ojos. En caso de contacto con los ojos, lavar inmediata y abundantemente con agua y acuda al médico. Quítese inmediatamente la ropa contaminada o salpicada. No tire residuos por los desagües. Evite la acumulación de cargas electrostáticas.

Lleve la ropa de protección adecuada durante la manipulación. Lleve guantes de protección apropiados. En caso de ventilación insuficiente, utilice equipo respiratorio adecuado. Protegerse los ojos/la cara. En caso de incendio y/o explosión, no respire los humos. En caso de accidente o de malestar o de ingestión o inhalación acuda inmediatamente al médico (sí es posible mostrarle la etiqueta). Aplique únicamente en lugares bien ventilados. No usar sobre grandes superficies en locales habitados y sobre todo si se dispone de muy poca ventilación.

NOTA: Sólo pueden presentarse intoxicaciones por descuidos graves o mala manipulación. Consultar hoja de seguridad del producto.

Presentación.

Merulex I.F.S Transparente

1/4 Galón: 0.8 kg

1 Galón: 3.0 kg

5 Galones: 16.0 kg

Tambor: 170.0 kg

Almacenamiento y transporte.

El tiempo de almacenamiento es de un (1) año en sitio fresco y bajo techo, en su envase original bien cerrado y lejos de alimentos. Transportar con las precauciones normales para productos químicos.



Sika Bond T2. (anexo 5.2)

Descripción. El SikaBond T2, es una masilla adhesiva monocomponente, a base de poliuretano, de elasticidad permanente, gran adherencia y altas prestaciones mecánicas, de polimerización acelerada por la acción de la humedad ambiental. Cumple con DIN 4102, tipo B2, clasificación al fuego.

Usos.

El SikaBond T2 está especialmente indicado para el pegado elástico y fijación de elementos diversos en Construcción y Edificación.

Para el pegado elástico de: paneles de recubrimiento interior, marcos de ventanas y puertas, apoyos de tabiques de separación, peldaños de escaleras, carteles de puertas y letreros indicadores, para el pegado estructural de piezas prefabricadas.

Es idóneo para el pegado elástico de hormigón, madera y cerámica entre sí o con otros materiales habituales en la construcción como: fibro-cemento, planchas de yeso, acero, aluminio, PVC rígido, plástico reforzados con fibras, poliuretano y fibras minerales.

Ventajas.

SikaBond T2 es un elastómero de alto módulo de elasticidad y elevadas resistencias que tiene las siguientes propiedades:

- Monocomponente, listo para su uso.
- Alta resistencia a la intemperie y al envejecimiento.
- Gran capacidad de agarre inicial de la pieza sin descolgar.
- Aplicación a una sola cara.
- No es necesario comprimir las piezas que se quiere unir.
- Compensa las tolerancias de las superficies de la unión.
- Admite lijado y pintura de recubrimiento una vez polimerizada.
- Gran adherencia sobre la mayoría de los materiales de construcción.
- Amortigua las vibraciones e insonoriza parcialmente.
- No presenta migraciones. Olor inapreciable.
- No se carga electrostáticamente. Producto no corrosivo ni tóxico.

Modo de Empleo.



Preparación del soporte.- Las superficies de las piezas que vayan a entrar en contacto con la masilla, así como el soporte deberán estar limpios, sanos, secos y exentos de polvo y partes sueltas.

La temperatura del soporte deberá estar por encima del punto de rocío.

Imprimación

Las imprimaciones son un refuerzo de la adherencia y siempre son recomendables aunque no imprescindibles salvo en piezas de mucho peso, sitios delicados o de cierta responsabilidad.

Para soportes porosos como madera, hormigón, ladrillo, fibrocemento, etc, se aplicará la imprimación Sika Primer 1.

Para soportes porosos ligeramente húmedos (< 8%) se recomienda aplicar la imprimación Sika Primer 3.

Para soportes metálicos (excepto aluminio), férricos o no férricos sin tratamientos superficiales se aplicará Sika Primer 204.

Para soportes de aluminio y PVC rígido, se usará Sika Primer 210-T.

Para soportes de vidrio o superficies vitrificadas, imprimir con Sika Primer 206 G+P.

Para soportes de tipo plástico se recomienda la realización de ensayos previos. Para realizar el pegado elástico sin emplear imprimaciones siempre se recomienda realizar ensayos previos.

Todas las imprimaciones se aplican con pincel en las partes que van a entrar en contacto con el adhesivo (pieza y soporte). Es imprescindible respetar el tiempo de espera de cada imprimación antes de aplicar la masilla adhesiva:

Los tiempos de espera se han ensayado a 20 °C a mayor temperatura el tiempo disminuye.

Todas las imprimaciones se presentan en botellas de 250 cm³ salvo el Sika Primer 1 que también se dispone en botellas de 1 lt.

El consumo de todas ellas es 5 g. por metro lineal de cordón de masilla (en cordón de 1 cm de ancho e imprimando ambas caras: pieza y soporte) o 250 g/m².

Pegado Elástico.

El pegado de piezas se puede hacer mediante cordones o por puntos siendo necesario, en algunos casos, mantenerlas en posición durante las primeras horas de polimerización, mediante la cinta adhesiva de doble cara SikaTack Panel 3, puntales, etc.

El espesor final del SikaBond T2 deberá estar comprendido entre 1 y 5 mm según el elemento, la función del pegado y la rugosidad del soporte.



Aplicación.

El SikaBond-T2 se aplicará con pistola manual o neumática cuya elección se hará entre los siguientes tipos:

Pistola manual Universal Sika, para cartucho de 310 cm³.

Pistola Neumática para cartuchos de 310 cm³.

Limpieza de Herramientas.

Para eliminar manchas de masilla fresca utilizar Sika Colma Limpiador. Una vez polimerizada sólo puede ser eliminada por medios mecánicos.

Datos técnicos.

Tipo: Elastómero monocomponente a base de poliuretano.

Color: Blanco.

Densidad: Aprox. 1,15 kg/l.

Velocidad de polimerización: 4 mm/24 horas

Formación de piel: 40 min. aprox.

Alargamiento a la rotura: > 300%

Dureza Shore A: 55

Resistencia a tracción: 4 N/mm² (40kg/cm²)

Resistencia al cizallamiento: 2,5 N/mm² (25 kg/cm²)

Resistencia al desgarro: 9 N/mm

Estabilidad (tixotropía): Excelente, no fluye.

Pérdida de peso al endurecer: 6%

Temperaturas de aplicación: +5 a +35°C

Temperaturas de servicio: - 40 a +90 °C Temporalmente +140 °C

Condiciones de almacenamiento: En lugar fresco y seco, entre +10 y +25 °C

Conservación.

9 meses desde su fecha de fabricación, en sus envases de origen bien cerrados y no deteriorados.

Presentación

Cartuchos de 310 ml.

Resistencia Química.



A largo plazo frente a:

Agua, agua de mar, detergentes de limpieza y polvos abrasivos, agua calcárea, ácidos y bases débiles, aguas residuales de la red pública.

Temporalmente frente a:

Combustibles, grasas y aceites de origen mineral, vegetal y animal.

A corto plazo o no resistente a:

Disolventes orgánicos, (acetonas, ésteres, compuestos aromáticos) y alcohol, diluyentes de pintura o barnices, ácidos y bases fuertes.

Indicaciones importantes.

Es necesario un aporte suficiente de humedad (ya sea del soporte o del aire) para conseguir la reticulación completa del material. Por lo tanto, en ambientes muy secos, es posible algún retraso en la reticulación.

No usar sobre polietileno, polipropileno, teflón, y ciertos plásticos antiadherentes (hacer ensayos previos).

No usar sobre soportes bituminosos.

Producto no indicado para el sellado de juntas con movimiento.

La tonalidad blanca puede sufrir un cierto amarilleo con los rayos U.V. del sol, conservando todas sus propiedades mecánicas.

No verter el material no polimerizado por las canalizaciones de desagüe ni al terreno.

Proteger el SikaBond-T2 de la lluvia al menos 3 horas después de su aplicación.

Para prevenir ocasionales reacciones alérgicas, se recomienda la utilización de guantes de goma.

Contiene isocianatos. Evitar el contacto con la piel y ojos.

En caso de contacto lavar inmediatamente con abundante agua limpia.

Una vez polimerizado el SikaBond-T2 es totalmente inocuo.

Para cualquier aclaración, consultar con nuestro Departamento Técnico.



estudio y propuesta de detalles constructivos en madera “Iglesia de Todos Santos”



Bibliografía:

- Carta de 1987 de la Conservación y Restauración de los Objetos de Arte y Cultura.
- Manual del grupo andino para la preservación de maderas.
- La madera en la construcción, carpintería de armar, Barcelona, España
- Enciclopedia, La Madera, Ed. Blume, España, 1978.
- Colección Técnica de Bibliotecas Profesionales, Biblioteca Atrium de la Carpintería, Ed. Océano, Barcelona, 1993.
- Edificación en madera. Cuadernos No. 1 - No. 11. Editado por la Universidad del Bio bio. Concepción, Chile. 1987.
- Tesis. Recuperación de estructuras de madera. Autores: Esteban Ávila y Piedad Palta, director Arq. Rodrigo Montero. Cuenca 2003.
- Madera en Restauración y Rehabilitación, Enrique Neure, (documento de Internet).
- Fascículos corma, unidad 5, Universidad del Bio Bio, Chile.
- Tesis Arquitectura. Estudio y análisis de patologías más comunes en estructuras de madera y alternativas de restauración, Montero Medina Xavier, director, Arq César Piedra, Cuenca 2006.
- Presentación, Arq René Navarrete Padilla, Universidad de Guanajuato, Facultad de Arquitectura, Mayo 2008.
- Restauración y rehabilitación de edificios, Coscollano Rodríguez, José, Madrid, 2003.
- Comité Internacional de ICOMOS, sobre la madera, México, 1999.
- Artículo, condiciones que deben tenerse en cuenta para la restauración arquitectónica, Dr. José Antonio Terán Bonilla,
- Tesis, Proyecto de Restauración y Adecuación a uso actual de la Iglesia de Todos Santos”, Peña Teodoro, Tapia Ricardo, Universidad de Cuenca, Facultad de Arquitectura, Cuenca, 1988



- Cordero Jaramillo, Leoncio, artículo, Una Historia llamada Todos Santos, Edicay, Cuenca, 2007.
- Memorias del Seminario Taller "Reforzamiento Estructural en las Edificaciones patrimoniales", FONSAL, Quito, 2004, Trama.
- Artículo, La construcción en madera hoy, Jaume Avellaneda, Revista Tectónica, Madrid, 1995
- Artículo, Estructuras de madera, Arriaga Francisco, Revista Tectónica, Madrid 1995

Páginas Web:

- www.infomadera.com
- www.tecmasa.com
- www.internationalicomos.org
- www.rcnoticias.com/manualtecnicodelepoxi.
- www.protecciondelamadera.com
- www.cfi-plagas.com.ar/madera.htm
- www.maderasaguirre.com
- www.redmadera.com
- www.wikipedia.com
- maberezosky.iespana.es/
- www.guiadeprensa.com/construccion/index.



- www.guiadeprensa.com/construccion/index.
- www.interelectron.com
- www.heraklith.com
- www.grupomolduras.com