

# LA MADERA EN EL ESCORIAL<sup>(y 2)</sup>

EVA MARTÍN OREJUDO. INGENIERO DE MONTES

## *Situación patológica actual*

Los responsables de Patrimonio Nacional en el Monasterio de El Escorial, han facilitado en todo lo que estaba en su mano la elaboración de este estudio. La autora agradece la ayuda incondicional que le han prestado y espera que sepan disculpar las imprecisiones que pueda contener.

<sup>1</sup> En concreto en zonas de claustrillos del convento las vigas se trataron mediante chorro de arena silíceo para que sin degradar la madera se lograra quitar la capa exterior que era muy oscura, luego se trató con inyecciones de xilamón. La madera en general estaba en buen estado, sólo en determinadas zonas se descubren rastros actuales de humedad en zonas de limahoyas, sobre todo por las que bajan las aguas que provienen de la lucerna.

<sup>2</sup> En los claustros de la zona del Colegio, la madera está siendo descubierta en todas las plantas. Concretamente la primera conserva el techo de cañizo que cubre la estructura de madera donde se presentan los mismos problemas que en el Convento. Hay humedades en la planta superior que traspasan a los pisos inferiores. Un forjado entre la planta baja y primera del zaguán también presenta problemas de pudrición.

La cantidad de madera ha disminuido drásticamente después de las sucesivas obras de reforma, pero los agentes deteriorantes siguen siendo los mismos aunque estén más controlados.

El fuego, por ejemplo, es un problema inexistente desde hace años: antes cualquier chispa o rayo provocaba incendios asoladores en las armaduras de madera. Ya no existe el peligro constante de las chispas en las chimeneas; se han instalado pararrayos, extintores y sistemas antiincendios bajo la constante vigilancia de los servicios de mantenimiento. La humedad, por contra, sigue provocando problemas.

### **El problema de las humedades**

Continúa la penetración de agua en los empizarrados y los plomos que se levantan con el viento, humedece la planta de cubiertas y se filtra a través de las bóvedas de la última planta. Estos problemas son mucho más acusados en zona de limahoyas donde las lluvias re-

cogidas de los tejados adyacentes forman verdaderos ríos. Como consecuencia de estas humedades la madera de los forjados de entreplanta y la de la zona de buhardillas se ven atacadas por hongos de pudrición, que en algunos casos causan la inutilidad de la pieza atacada.

En la zona de claustros se están descubriendo los forjados y, retirando el cañizo del falso techo, para analizar y tratar los daños<sup>1</sup>. El ritmo es de un claustro por año. En los claustros que aun están tapados se observan también restos de humedades actuales.

En la planta de **Buardillas**, es donde más se acusan las humedades, especialmente en el **Colegio** donde se ha hecho una restauración reciente<sup>2</sup>.

Sobre todo en zona de limahoyas se tuvieron que realizar varias sustituciones de la viga principal. En otros casos se acudió al relleno con resina y posterior chapado con madera.

Las filtraciones a través de la piedra, siguen ocasionando problemas en forjados de entreplanta: dos salas presentaron pudrición cúbica y sus vigas se res-

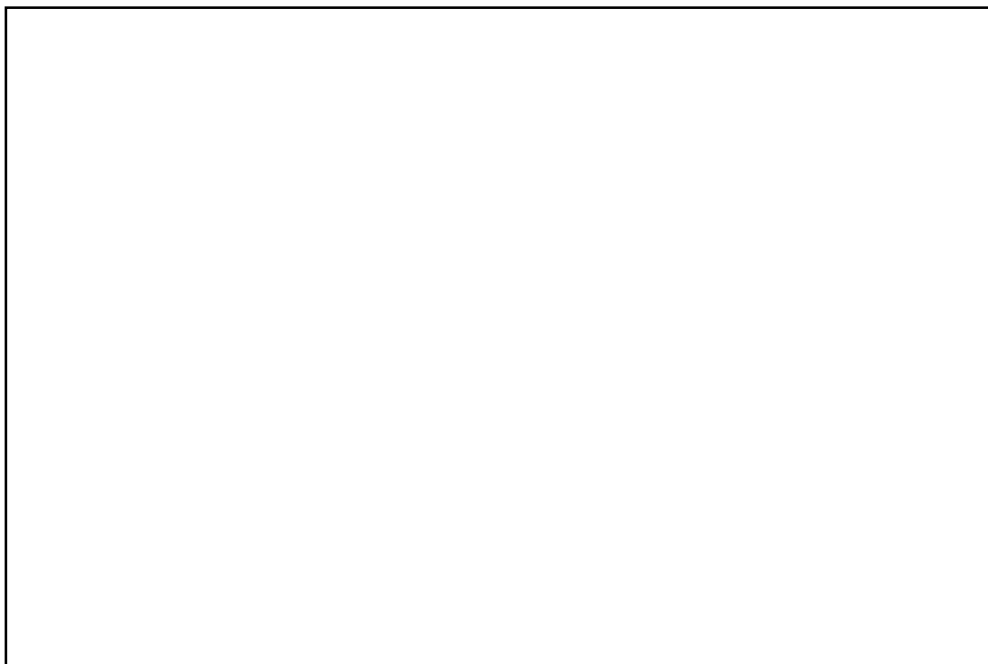


Foto 1. Refuerzo del forjado en el Museo de Pinturas

<sup>3</sup> La carpintería de puertas y ventanas es muy variada en dimensiones y sistemas de cierre. Incluso grupos de ventanas que deberían ser iguales, presentan diferencias en tamaño, construcción (tienen marco o no, presentan un sistema de cierre diferente) e incluso en materiales empleados (en algunos casos hay cristales, en otros no). Toda esta variación responde a sustituciones llevadas a cabo en tiempos pasados en los que por motivos prácticos o de descuido, no se respetó el diseño original.

<sup>4</sup> («La historia de El Escorial en sus Objetos, las puertas Taraceadas del Palacio Privado» de la revista: «Reales Sitios» nº 108) donde comenta: «Tenemos así constancia de dos grupos de taraceas dispuestos en dos espacios del palacio privado. Uno, en la estancia intermedia entre la gran galería y los aposentos reales que miran hacia los jardines del Rey desde sus cuatro ventanas al Sur, y recibe varios nombre, y otro en la salida hacia la Iglesia desde esos aposentos».

<sup>5</sup> De ellos dice Fernando Checa Cremades: «..., de la que es necesario destacar el magnífico mueble de madera con destino a los libros, diseñado por Herrera y realizado por Flecha: Con ello el libro era considerado como un objeto valorado en sí mismo y pasaba a formar parte de la decoración mueble del conjunto...» «En un comienzo, al parecer, estos muebles no tenían la antiestética rejilla metálica que poseen hoy día y que fue colocada en el siglo XVIII con un dorado que hoy ha perdido totalmente». («La biblioteca de El Escorial. Tesoro Bibliográfico y conmemoración dinástica de la Casa de Austria.» revista «Reales Sitios» nº 108).

tauraron resina epoxi reforzada con varillas y estribos de acero inoxidable.

No hay constancia de humedades y ataques de xilófagos por fugas en la fontanería y saneamiento.

Las filtraciones debidas a aguas subterráneas no han afectado a maderas estructurales, ya que en las plantas más bajas y de sótanos y cantinas en general, no hay madera de este tipo sino de carpintería especialmente los marcos de puertas y ventanas de comunicación entre habitaciones que están totalmente podridos y con ataques muertos de carcoma y termitas.

Los sótanos o bodegas, situados bajo algunos claustros tenían tragaluces en lo que es el suelo de los claustros. Su misión era de ventilación, ya que entra muy poca luz por ellos. A través de esos tragaluces, penetraba directamente el agua de lluvia que junto a las filtraciones de aguas subterráneas creaban un ambiente muy húmedo que persiste incluso en los días más secos. Este factor, junto con la temperatura, no muy alta en verano ni excesivamente baja en invierno, crean un ambiente ideal para el desarrollo de xilófagos.

Aunque los tragaluces se han cerrado con materiales traslúcidos, esto impiden que las estancias se ventilen.

También se ha drenado y colocado un canal de desagüe o sumidero que recoja las filtraciones de aguas subterráneas. En algunos casos se ha logrado disminuir mucho la humedad pero en otros se han descubierto nuevos manantiales de agua por esta excavación.

La insolación y cambios bruscos de temperatura han afectado, junto con las pudriciones y xilófagos, a las ventanas, por estar más expuestas a la acción de los agentes abióticos de deterioro.

No se ha encontrado influencia de la orientación en los problemas de meteorización, según los responsables de la conservación del Monasterio.

Se observa como norma general el empleo de la pintura verde al exterior, salvo las excepciones de la puerta de la Basílica que da al Patio de los Reyes que está sin pintar y muestra las especies utilizadas (encina, pino, nogal, acana, etc.). Las ventanas de la Biblioteca que van a dar al mismo patio tampoco llevan pintura<sup>3</sup>.

En el interior la variación es mucho mayor:

- Ventanas pintadas de crema mate y herrajes en dorado en la zona del Palacio de los Borbones.

- Ventanas sin pintar y con herrajes de hierro en la mayoría del Monasterio, incluida la Casa del Rey, claustrillos, claustro de evangelistas, etc.

- Ventanas pintadas en crema brillante en los claustros del colegio.

- Ventanas que han estado recubiertas de distintas sustancias, como temple mezclado con cola, y han sido decapadas y dejadas vistas al interior, como en la zona de archivo de manuscritos

- Ventanas con marcos, hojas y contraventanas de interior taraceado en la más fina marquetería del siglo XVII, con herrajes de hierro y oro, en la sala de Maderas Finas (Torre de las Damas).

# Madera en el Monasterio

## Cambios en la estructura

Tras la reforma de RAMÓN ANDRADA la cubierta, antes de madera (pares, tirantes, entablillado de sujeción de emplomados y pizarras, etc.) ha sido sustituida totalmente. Solamente ha quedado una muestra de la estructura de madera sobre la bóveda de la Basílica de la Asunción, (ver fotografía) de la que recientemente se realizó un levantamiento (ver figura), lo que ayuda a hacerse una idea de las escuadrías utilizadas, la forma de construir de la época, y del perfecto estado de conservación de la madera empleada.

En forjados de entreplanta la madera se conserva prácticamente en los mismos lugares donde estaba originalmente salvo donde las obras de reforma anteriores obligaron a su eliminación.

Cuando los incendios arrasaron algunos forjados normalmente fueron sustituidos por madera. En algunos casos se reforzaron con vigas metálicas intercaladas entre las de madera para sujeción, mediante pernos, de un «artesonado» de la planta inferior. Esto ocurre por ejemplo en el Museo de pinturas (ver foto 1), donde existe una entreplanta, entre aquel y las habitaciones de la Casa del Rey, que muestra la forma en que se realizó el refuerzo. Los artesonados emplean pino para la viga y nogal en los casetones.

Antes de la reforma de Andrada los tabiques con entramado de madera de la última planta colgaban, por medio de unos pernos de hierro, de la estructura de cubiertas para no sobrecargar los forjados del piso inferior. O lo que es lo mismo, la cubierta es la que sujetaba el forjado inferior, al contrario de lo que suele ocurrir normalmente. Al eliminar la estructura de madera con la reforma, se cambiaron la posición de las vigas y se sustituyeron por hierro. De esta forma los pernos que sujetaban los tabiques quedaron sueltos respecto a la nueva estructura, de forma que con el tiempo este forjado de entreplanta, sobrecargado, comenzó a hundirse. Actualmente algunos de estos pernos que coincidían con una viga de cubierta se han podido soldar a ella mientras para el resto se está buscando todavía una forma de sujeción.

## Carpintería

Toda la carpintería en puertas y ventanas es de madera.



Foto 2. Sillería del coro. Diseñada por Juan de Herrera y realizada en pino Cuenca por Mateo Flecha y su Taller.

Sólo son originales las que se encuentran en las zonas «nobles» del Monasterio que no se quemaron en incendios, como las de la Casa del Rey (Ver foto 2). El resto ha sufrido muchas reposiciones, pero se ha conservado la madera (de pino en las partes estructurales y de nogal y otras maderas nobles en los cuarterones y plafones).

Actualmente existe una Escuela Taller en El Escorial que se encarga de realizar todas las sustituciones de piezas de madera y metal y su rehabilitación, de la forma más fiel posible, a los modos constructivos originales. Los herrajes y cerraduras son de forja y con los mismos mecanismos interiores existentes antiguamente. Las puertas y ventanas llevan el mismo machihembrado en estructuras y cuarterones y cajado de bisagras. Incluso las reparaciones de tabiques entramados se realizan con cañizo (clavando sobre la superficie de la madera clavos en zig-zag, cuerda enrollada como soporte y yeso como recubrimiento. La cuerda también se fabrica con los materiales y métodos de la época).

## Sillería, puertas y muebles de la Biblioteca

Hay varias sillerías repartidas por el Monasterio: Sala de la Trinidad, Salas Capitulares y la del Coro. Las dos primeras se construyeron en el siglo XVI y fueron diseñadas por JUAN DE HERRERA, concretamente las de las Salas Capitulares se realizaron en pino de Cuenca por MATEO FLECHA y su taller, y las de la Trinidad son también de madera de pino silvestre. La del Coro (ver foto2), también diseñada por JUAN DE HERRERA, presenta mucha mayor variedad de especies nobles.

Del estudio de las puertas Taraceadas alemanas se encargó Jesús Saenz de Miera <sup>4</sup>.

Los muebles de carpintería de la Biblioteca del Convento también fueron diseñados por Juan de Herrera y construidos por Mateo Flecha <sup>5</sup>.

<sup>6</sup> Forma de denominar el nivel de la planta cuando coincide con el de alguna estancia singular del edificio

<sup>7</sup> En esta primera planta el forjado de madera ocupa la superficie de los cuatro claustros y el espacio que rodea a la lucerna.  
En total son **1.369,6 m<sup>2</sup>** de superficie cubierta por madera: **1.176 vigas** de las cuales **1.032** corresponden a superficie de claustros y las restantes **144** a superficie de laterales de lucerna.

<sup>8</sup> En la segunda planta la madera ocupa la superficie de los cuatro claustros, excepto una esquina situada a ambos lados de la escalera principal, así como uno de los laterales de la lucerna. Son **1.304,8 m<sup>2</sup>** de superficie cubierta por madera con **1.122 vigas** de las cuales **996** corresponden a superficie de claustros y las restantes **126** a laterales de lucerna.

<sup>9</sup> En la tercera planta (de buhardillas situada sobre los claustros) los faldones tienen una inclinación de **32,2°**, y el hueco de cada buhardilla ocupa **1 m** de ancho y toda la longitud de las vigas que es de **3 m**, teniendo el pasillo un ancho de **2,6 m** de amplitud.

Hay **254,8 m<sup>2</sup>** de claustro cubierto por madera y contando los cuatro claustros, **1.019,2 m<sup>2</sup>**. Los espacios que rodean a la lucerna no tienen techo de madera. Las viguetas de las esquinas apoyan sobre otra de mayor escuadría, de **3,6 m** de largo, y van disminuyendo en longitud. Son **7 viguetas** en un lado de la esquina y **6** en el otro, que apoyan en forma de espiga sobre la diagonal.

En total son:

- **216 vigas** por claustro ó **960 vigas** en total, de **3 m** de largo.

- **4 vigas** por claustro ó **16 vigas** en tal de **3,6 m** de largo.

- **4 vigas** por claustro, es decir **16 vigas** en total de cada una de las siguientes medidas:

2,6 m 2,35 m

2,2 m 1,9 m

1,8 m 1,45 m

1,4 m 1 m

1 m 0,55 m

0,6 m 0,1 m

0,2 m

Existen zonas localizadas, bajo las limahoyas que recogen el agua que proviene de la lucerna y que cae directamente sobre la zona de buhardillas encima de los claustros, donde se presentan rastros de humedad en manchas que pueden llegar a afectar a **5 ó 6 vigas** en una longitud de **1 a 1,5 m**. Estas manchas han sido observadas en las plantas de claustros. Estaban secas, pero habían provocado la decoloración de la madera, en las zonas más afectadas y presentaban un cerco de humedad hasta donde había manchado el agua.

<sup>10</sup> Se trata de vigas de una escuadría de **14,5x22cm** colocadas con una separación de **hueco por macizo** y de **3 m** de longitud.

<sup>11</sup> En esta parte del Monasterio se observan obras de reparación recientes por lo que el proceso de pudrición se ha detenido y lo observado corresponde a piezas que no ven afectadas su capacidad resistente por lo que sólo se ha nimpregnado con xilamón y se ha eliminado la fuente de humedad (reparaciones en cubiertas).



Foto 3 y 4. Sala de Maderas Finas

## *Sala de Maderas finas*

La sala de Maderas Finas está situada en la torre que llaman de las Damas, y hacía las veces de despacho del Rey Carlos IV . Se trata de un conjunto de cuatro habitaciones, entre ellas una dedicada a retrete y otra a oratorio. Tiene los suelos, paredes hasta una altura aproximada de **2,5 m**, ventanas, contraventanas y mobiliario en general diseñados específicamente para esa sala empleando las técnicas de marquetería y taraceado más finas de la época, y las maderas más valiosas y multicolores existentes. Se trata de una joya delicada que actualmente se mantiene a oscuras y cerrada al público para asegurar su conservación (ver fotos 3 y 4).

Las superficies del suelo son los siguientes. Entrada **31,36 m<sup>2</sup>**, despacho: **20,16 m<sup>2</sup>**, oratorio: **11,56 m<sup>2</sup>**, servicio: **8,64 m<sup>2</sup>**, que junto con los zócalos de las ventanas, suman una superficie total de **84,68 m<sup>2</sup>**.



## *Estudio de las distintas partes*

A continuación se hace una relación de los lugares donde se ha encontrado madera, explicitando si está oculta o vista, en techo o suelo, forjado de madera o tarima sobre forjado; así como el estado de dicha madera y el tipo de ataques encontrados y su importancia cuando los haya.

Para ello se divide el Monasterio en siete zonas: Convento, Colegio, Palacio, Casa del Rey, Galería de Convalecientes, Sótanos y Zona de Cubiertas cada una separada en plantas y alas según su orientación.

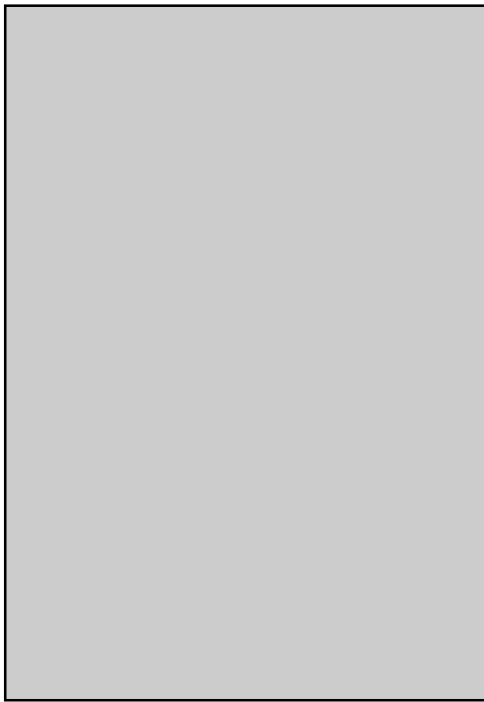


Foto 5. Sustitución irregular de ventanas del claustro del Convento.

## Claustros del Convento

### Claustro de los Evangelistas

De las dos plantas, la baja (al andar de la Basílica<sup>6</sup>) y la segunda (al andar del coro) ninguna tiene forjado de madera. Los arcos de los claustros tienen un cerramiento de madera, que a la altura del capitel adopta la forma del arco y es acristalada. Han sido recientemente restauradas.

Cierran mediante falleba por lo que la ventana encaja perfectamente.

En total son 44 ventanas en el claustro alto y 40 ventanas y 4 puertas en el bajo.

### Claustros menores del convento

Son cuatro claustros ordenados alrededor de la lucerna con tres plantas de claustro y una de buhardillas.

En la planta baja no existe madera en el forjado pero en la primera<sup>7</sup> las viguetas son de madera.

En la segunda<sup>8</sup> y tercera<sup>9</sup> plantas el forjado es de madera con 992 vigas vistas, solado cerámico y casetones de madera, recientemente puestos al descubierto<sup>10</sup>.

La madera afectada por manchas de humedad, se estima en una media de **12 m<sup>2</sup>** por planta.

Algunas vigas comienzan a presentar pudrición cúbica en las testas ( **1 viga** de cada **100**) aunque con pequeña exten-

sión e intensidad de ataque. Esta pudrición representa una media de **1 viga** cada **60** en planta de buhardillas, con un ataque localizado, controlado y circunscrito a zonas de ventanas y vigas de limahoya<sup>11</sup>.

También las filtraciones de la piedra, afectan a las testas de vigas que aparecen con pudrición en determinados casos<sup>12</sup>.

Hay tres plantas de claustros con **28 ventanas**. En cada patio **84 ventanas**, por lo que contando los cuatro claustros hacen un total de **336 ventanas**.

Presentan una construcción similar a las de la planta más alta del Patio de Evangelistas, es decir, el cerco de la ventana cierra columna y arco, éste último acristalado para permitir la iluminación cuando las ventanas están cerradas (ver foto).

Las ventanas son diferentes entre sí. La de la fotografía anterior es frecuente, pero hay otras con tamaños de cuarterones o el acristalamiento diferente. Esto se debe a la reposición paulatina y poco respetuosa realizada en el pasado (ver foto).

En muchas ventanas se pueden apreciar los efectos de la insolación, sobre todo en aquellos lugares donde la pintura verde se ha cuarteado (provocando ataques de pudrición cúbica y carcoma) y especialmente en su parte inferior, la zona más atacada y también la que mayores esfuerzos de maniobra debe soportar.

Se puede decir que los ataques de pudrición y carcoma son generalizados y afectan principalmente al **tercio infe-**

<sup>12</sup> Debido a la aparición de humedades continuadas en determinadas zonas donde se observa, además, la piedra de la fachada más deteriorada. Esto ocurre en zonas donde el viento empuja contra la fachada el chorro de agua que proviene de las limahoyas de los tejados. A pesar de todo los daños no son importantes y se puede decir que, en general, la madera en todas las plantas está sana y en perfectas condiciones de uso.

<sup>13</sup>. El Patio de Evangelistas tiene tres alturas:

- Al andar de la Basílica: Los forjados de suelo son de piedra y los techos son abovedados.
- Al andar del coro: El forjado no es de madera pero sí el techo aunque está oculto. De la utilización de esta ala a diario puede deducirse que sus condiciones serán buenas.
- Planta tercera: En esta zona no hay buhardillas como las que había en la zona del convento, solamente existen en la planta de cubiertas. En este nivel las habitaciones tienen el forjado de madera vista pero el techo no. Ocupa una superficie total de **419,52 m<sup>2</sup>** y se supone en buenas condiciones de uso.

La zona de claustros menores del convento se divide en:

- Planta baja: No existe madera en el forjado pero sí en el techo aunque oculta. Se supone que el uso

rior de la ventana y sobre todo a la zona de **marcos y partes fijas**.

### Resto de la zona del Convento

Toda la zona del Convento está destinada a los frailes que viven en ella. Aunque la propiedad es del Patrimonio Nacional, como todo el Monasterio su uso y usufructo corresponde a la orden de los Agustinos. Por ello, los responsables del Patrimonio Nacional en general, no tienen acceso a esa zona y no pueden informar sobre ella. El acceso a las dependencias de los frailes era difícil debido a la clausura, por lo que no se han podido observar las maderas.

Si que se conocen los siguientes extremos:

- Que el suelo es de madera: Es de suponer que no exista madera en toda la planta ya que en zonas de mayor paso se haya sustituido por losas de barro o similares, pero al no poderse comprobar se supondrá todo el piso de madera.
- Que el techo está cubierto de cañizo, como lo estaban los claustros.

Se ha dividido la zona en estudio en cuatro fachadas: al mediodía, al oriente, al occidente y norte.

### Fachada al mediodía

Esta fachada recorre toda la longitud de Monasterio de este a oeste, se abre sobre el Jardín de Los Frailes y se divide en dos partes: la que da al Patio de Evangelistas y la de los claustros menores del convento con presencia de madera en forjados cuyos techos quedan vistos<sup>13</sup>.

asegura su estabilidad y buenas condiciones.

- Plantas primera, segunda y tercera: En la primera y segunda plantas los forjados y techos son de madera, y en la tercera sólo lo es el forjado. Cuando hay madera en el techo está oculta y se supone en buenas condiciones.

Las superficies ocupadas por los suelos de madera, en todas las plantas en las que lo hay, son:

- Zona que da al claustro del patio de enterramientos: 131,04 m<sup>2</sup> en cada planta, es decir, en total 393,12 m<sup>2</sup> de superficie total.  
- Zona que da al claustro del patio de la botica: 131,04 m<sup>2</sup> en cada planta, es decir 393,12 m<sup>2</sup> en total.

<sup>14</sup> - Al andar de la Basílica: Se corresponde con la Sacristía. No hay madera.

- Al andar del coro: Hay madera en el techo, pero es oculta. En buenas condiciones.

- Planta tercera: En esta planta el forjado es de madera ocupando una superficie de **451,2 m<sup>2</sup>**. El techo no es de madera.

<sup>15</sup> - Planta baja: No hay madera en el forjado ni en el techo. Sólo hay madera vista en techo de una sala al lado del pórtico de la Iglesia con una planta de **54 m<sup>2</sup>**, **13 vigas** de **18 × 25 m** y entrevigado de relleno en perfecto estado.

- Planta primera: Las superficies ocupadas por pavimentos de madera en esta planta son:

- Zona que da al claustro del patio de la botica. Tiene una superficie de pavimento de madera de **151,2 m<sup>2</sup>**.

- Zona que da al claustro del patio de la imprenta. Tiene una superficie de pavimento de madera de **89,6 m<sup>2</sup>**.

- Planta segunda y tercera: En la planta segunda hay madera en forjados y techos y en la tercera sólo en forjados. El techo no presenta madera vista. En ambas plantas los pavimentos son de madera.

Las superficies ocupadas por los suelos de madera son:

- Zona que da al claustro del patio de la botica: 151,2 m<sup>2</sup> en cada planta, es decir, en total 302,4 m<sup>2</sup>.

- Zona que da al claustro del patio de la imprenta: 131,04 m<sup>2</sup> en cada planta, 302,4 m<sup>2</sup> en total.

<sup>16</sup> - Planta baja: En esta zona no hay forjado de madera pero el techo sí lo es, a veces vista y a veces no:

- Zona que da al claustro del patio de la portería. Aquí no hay madera vista en el techo.

- Zona que da al claustro del patio de la imprenta. El techo es de madera vista. Es la llamada zona de Archivos de Manuscritos. Las vigas de **18 × 25 cm** colocadas a hueco por macizo y de una longitud de **5,4 m** cubren una superficie de **124,2 m<sup>2</sup>** y hacen un total de **53 vigas**.

H... izado, pero  
h... ha inyectado  
y... ado de

X... as plantas el

f... de la

p... ista y el

f... Cubre una  
s... en total  
2... condiciones de

### Fachada al oriente

Esta fachada se corresponde al interior con el claustro de los Evangelistas y se dividen en tres alturas donde se encuentra madera en forjados y techos en distintos niveles<sup>14</sup>.

### Fachada a poniente

Esta fachada sólo se abre al interior en los claustros menores. La zona que está sobre la cocina antigua carece de madera en todas las alturas<sup>15</sup>.

### Zona norte

Sólo existe madera en los claustros menores del Convento. Son salas que van a dar en su fachada norte al Patio de Los Reyes. Las salas que están encima de la ropería carecen de madera en sus forjados y techos. Tiene cuatro plantas, como el resto del Convento en los claustros menores. Hubo un ataque de carcoma generalizado, pero ha sido restaurado recientemente<sup>16</sup>.

## Colegio

### Claustros

Son tres claustros, que dan a tres patios diferentes ordenados alrededor de la lucerna con tres plantas de claustros y una de buhardillas.

En la planta baja no existe madera, ni en el forjado ni en el techo.

En la primera planta el forjado no es de madera, pero es techo sí, es igual que en las otras plantas.

En la segunda y tercera plantas el forjado es de madera pero enlosado; sin embargo el techo sí es de madera vista en su totalidad, vigas y casetones, también recientemente puestos al descubierto<sup>17</sup>.

Las vigas tienen una escuadría de **14,5×22cm** colocadas con una separación de **hueco por macizo** y de **3 m** de longitud.

Se observan zonas localizadas, bajo las limahoyas que recogen el agua de la lucerna, con rastros de humedad en manchas iguales a las del Convento aunque más frecuentes.

La cantidad de madera afectada por manchas de humedad, se calcula en una media de **15 m<sup>2</sup>** por planta.

También hay vigas en las plantas de claustros que han sido afectadas por humedad y comienzan a presentar un proceso de pudrición cúbica en las testas: El número de vigas afectadas es de **1 viga** cada **85** y la extensión e importancia del ataque son pequeñas.

La cantidad de madera a la vista afectada por pudrición es de **1 viga** por cada

**48** en planta de buhardillas.

El ataque se localiza también sobre todo en zonas de ventanas y vigas que recorren la limahoya, afectando a una parte muy pequeña de la viga. A pesar de que del mantenimiento del colegio se encarga también el Patrimonio Nacional, las reparaciones de hecho corren a cargo del Colegio<sup>18</sup>.

El número y disposición de las ventanas es igual que en los claustros del Convento pero están pintadas de color verde al exterior, y crema al interior.

Las ventanas en general están en peor estado que las del Convento, debido al mayor desgaste y uso por tratarse de un colegio. A menudo se encuentran zonas de madera levantadas que dejan ver el interior de la ventana con pudriciones o termitas ( éste último se observó en una única ventana de la planta baja).

Aquí también se han hecho sustituciones con diseños distintos respecto a las originales.

La mayoría de las puertas del patio de lucerna no tienen ataque<sup>19</sup>.

### Resto del Colegio

Se divide la zona en cuatro fachadas con cuatro alturas:

**Fachada al Mediodía.** Es la que se abre sobre el Patio de Reyes. Aquí la madera de forjados está oculta y por lo tanto no se pudo determinar su estado de conservación, pero considerando su uso continuado como colegio, se supone en buen estado<sup>20</sup>.

Las ventanas de esta zona son las más deterioradas del Monasterio. Un **60%** de ellas presentan pudrición y ataques de carcoma principalmente en las partes estructurales y marcos expuestos a la intemperie afectando a un **30%** de su superficie.

**Zona de Oriente.** Sólo merece destacarse la Capilla del Colegio con una tarima de roble de **152,6 m<sup>2</sup>**.

La ventana de la capilla sobre el Patio de Reyes, está deteriorada por las obras de instalaciones de infraestructura realizadas y la meteorización sufrida (Ver foto 6). También la que da al patinejo más boreal de la Basílica (sacristía de la Capilla del Colegio) presenta un **50%** de pudrición y ataques de carcoma (ver foto 6).

**Fachada a Occidente.** Aquí están los despachos del Colegio. La madera se encuentra en cantidades similares a la fachada anterior. Cabe destacarse los casi mil metros de pavimento de madera <sup>21</sup>. Las ventanas de esta zona se abren sobre la Lonja de occidente y no presen-



Foto 5. Ventana del patinejo con pudrición y ataque de carcoma.



Foto 6 Ventana de la Capilla sobre el Patio de los Reyes

uso.

- Zona que da al claustro del patio de la imprenta. En estas plantas, como en la baja, se ha rehabilitado recientemente, y tanto en techo como en suelo hay madera vista y en perfectas condiciones. La superficie que ocupa la madera es de **127,44 m<sup>2</sup>** en el techo, y otros tantos en forjados, en total **254,88 m<sup>2</sup>**: **55 vigas** de **18 × 25 cm** y de **5,4 m** de longitud.

- Planta tercera: En esta planta no hay madera en el techo. Se supone, como siempre, la existencia de madera en el forjado.

- Zona que da al claustro del patio de la portería. La superficie ocupada por el pavimento de madera de esta planta es de **147,96 m<sup>2</sup>**.

- Zona que da al claustro del patio de la imprenta. En este caso la superficie de madera vista es de **127,44 m<sup>2</sup>**.

17 - Plantas primera : la madera ocupa la superficie de los tres claustros y el espacio que rodea a la cara meridional de la lucerna, que también tiene forjado de madera.

En total son **994 m<sup>2</sup>** de superficie cubierta por madera y **810 vigas** de las cuales **774** corresponden a superficie de claustros y las restantes **36** a la superficie del lateral de la lucerna.

- Planta segunda: la madera ocupa la superficie de los tres claustros y el espacio que rodea a la cara meridional de la lucerna, también con forjado de madera, así como el pequeño corredor que comunica los claustros del patio segundo del Seminario con el patio de los Doctores por su lado más meridional. Son **985,6 m<sup>2</sup>** de superficie cubierta por madera y **846 vigas** de las cuales

**774** corresponden a superficie de claustros y las restantes **72** al resto de la superficie correspondiente.

- Tercera planta: Esta planta, al igual que la del Convento, es la de buhardillas situada sobre los claustros. Los faldones tienen una inclinación de **32,2°**, y el hueco de cada buhardilla ocupa **1 m** de ancho y toda la longitud de las vigas que es de **3 m**, teniendo el pasillo un ancho de **2,6 m** de amplitud. La superficie por planta es de **254,8 m<sup>2</sup>** correspondiéndose con cada claustro cubierto por madera. En total, contando los tres claustros, son **764,4 m<sup>2</sup>**. El espacio que rodea a la lucerna y el pequeño corredor entre claustros, no tienen techo de madera. Las vigas en las esquinas apoyan en otra de mayor escuadría, de **3,6 m** de largo, por lo que van disminuyendo en longitud: **7** en un lado y **6** en el otro apoyando en forma de espiga sobre la que recorre la diagonal.

En total son:

· **216 vigas** por claustro ó **648 vigas** en total de **3 m** de largo.

· **4 vigas** por claustro ó **12 vigas** de **3,6 m** de largo en total.

· **4 vigas** por claustro, es decir **12 vigas** en total , de cada una de las siguientes medidas:

<b>2,6 m</b>	<b>2,35 m</b>
2,2 m	1,9 m
1,8 m	1,45 m
1,4 m	1 m
1 m	0,55 m
0,6 m	0.1 m
<b>0,2 m</b>	

<sup>18</sup> También en esta parte del Monasterio se observan obras recientes de reparación y por ello los procesos de pudrición en vigas se ha detenido. Sólo se han observado ataques muertos de carcoma y termitas y torsión en las vigas perpendiculares al antepecho de la ventana. De todas formas se han sustituido piezas en zonas especialmente atacadas, sobre todo en la viga que corre justo debajo de la limahoya, así como inyecciones de xilamón y arreglos con resina que posteriormente se han chapado en madera para ocultarlos. En esta zona existen partes cuya cubierta posiblemente esté alterada puesto que se observan humedades.

<sup>19</sup> En la planta baja del patio de la lucerna hay un ataque vivo de anóbidos que afecta a una puerta y su marco en un **75%**, concretamente se trata de la puerta que va a dar a la planta de sótanos.

<sup>20</sup> - Planta baja: El pavimento no es de madera y el techo sí pero está oculto.

- Planta primera: Tiene forjado con techo de madera, pero permanece oculto.

- Planta segunda: Tanto el forjado de madera, también oculto.

- Planta tercera: El forjado es de madera, oculto pero el techo no.

<sup>21</sup> - Planta baja: La solera como siempre no es de m...

- ...a, segunda y tercera: Tienen forjados de madera, excepto el forjado de ... superficie de madera vista es parquet de roble: **309,96 m<sup>2</sup>** por p... m<sup>2</sup> en total. La madera se e... enas condiciones.

22- Planta baja: No tiene madera en el forjado, pero sí su techo, en su mayoría es no visto.  
 - Zona que da al claustro del patio del Seminario. El techo es de madera vista formado por vigas de **18 × 25 cm** con una longitud de **5,4 m**. Cubre una superficie de **118,8 m<sup>2</sup>**: **51 vigas** sin problemas de pudrición o humedades.  
 - Zona que da al patio del Peladero. Se distinguen dos partes diferentes: El zaguán del colegio con el patio del Peladero y el resto. En la segunda no hay madera vista pero en el zaguán del Colegio sí hay un techo con **17 vigas de 25 × 40 cm**, con una longitud de **5,4 m**. Cubren una superficie de **61,56 m<sup>2</sup>**. Es el techo de madera vista en peores condiciones del Monasterio. Tiene muchas manchas de humedad provocadas fundamentalmente por la hinchazón de las piezas y su fenda, pero no presenta pudrición, seguramente por ser un lugar muy ventilado. Quizá el ataque todavía no es apreciable. El forjado tiene una flecha apreciable.  
 - Planta primera, segunda y tercera: En las plantas primera y segunda los forjados son de madera, pero no vistos. El forjado de cubierta no lo es.

23- Al andar de la Basílica: Existe un corredor sin madera en el forjado.  
 - Al andar del coro: donde se encuentra la famosa sala de Batallas. Ninguno de sus forjados es de madera, pero hay una tarima de madera que cubre todo el suelo con una superficie de **330 m<sup>2</sup>** (55 m x 6 m). Actualmente se encuentra cerrada al público por hallarse en reparaciones.

24- Planta baja: No hay madera vista en ningún forjado.  
 - Planta primera: Los forjados y techos son de madera en algunas partes, pero están cubiertos.  
 - Planta segunda: Existen también forjados y techos de madera, no vistos. A esta altura se encuentra el Palacio de los Borbones.  
 - Planta tercera: Existe forjado de madera en el suelo de toda la superficie y suelo de parquet con una superficie de **517 m<sup>2</sup>** en perfectas condiciones.

25- Planta baja: Dos salas con techo de madera vista de **98,56 m<sup>2</sup>**: **35 vigas**, en buen estado de **18 × 25 cm** de sección y **6,4 m** de longitud.  
 - Planta primera: Las salas del Patrimonio con antedespacho y despacho, con madera en el forjado de techo. El antedespacho tiene **38,4 m<sup>2</sup>** con **14 vigas** y el despacho **60,16 m<sup>2</sup>** con **22 vigas**.  
 Los casetones están recubiertos por mortero.  
 - Planta segunda: En esta planta se encuentra el Palacio de Carlos IV y acaba la escalera que Villanueva construyó para él. Hay forjado de madera pero está oculto. La zona está recién restaurada.  
 - Planta tercera: Sólo hay forjado de madera oculto.

26- Planta primera: El techo es de madera. En el corredor sur, norte y oeste del patio se colocaron nuevos vigas de **14,4 × 22 cm** de sección y **2 m** de longitud. Son un total de **121 vigas** con una superficie de **75,2 m<sup>2</sup>** en perfecto estado.  
 En el patio principal directamente comunicada con lo que es el Museo de Pinturas hay tres salas que están forjadas con el techo de madera vista. En total suman una superficie de **105,6 m<sup>2</sup>** y sus vigas tienen una sección de **25 × 40 cm** y una longitud de **6**

tan ataques, salvo el deterioro de la pintura a causa del sol.

**Fachada a Norte.** Se abre sobre la Lonja en su parte norte y se divide dos: al claustro del patio del Seminario y al patio del Peladero con ataques de importancia <sup>22</sup>. Las ventanas que dan a la Lonja tienen un grado de meteorización menor. En general no están deterioradas por el sol y no presentan coloración grisácea en las esquinas.

## Palacio

Se denomina así a la zona que rodea al patio de Coches. Toda esta zona ha sido objeto de reparación muy recientemente y se encuentra en muy buenas condiciones. Es una de las más visitadas por el turismo y muchas salas se han acondicionado para una futura apertura al público. Allí se encuentra el despacho del Delegado y las oficinas del Patrimonio. Se trata de una de las zonas «nobles» del Monasterio. Ello quiere decir que en su construcción de emplearon 'mejores materiales', o así se trataba de aparentar. Por este motivo la madera de los forjados se tapaba con cañizo. Las zonas de madera vista son de reciente restauración, no visitables, ya que se ha pretendido respetar esta concepción constructiva original.

Se pueden distinguir varias zonas:

**Zona al mediodía.** Presenta dos alturas: al andar de la Basílica o planta baja y al andar del coro o planta segunda, ambas con poca presencia de madera<sup>23</sup>.

**Fachada a Oriente.** Presenta dos caras, una más interior, la que da directamente al Patio de Coches y otra que se abre

**m.** En total son **27 vigas**.

En algunas zonas se han presentado problemas de humedad por lo que se intercalaron vigas metálicas de refuerzo. También se observan otras sujetas al forjado mediante pasadores en forma de tachuela. Su estado de conservación actual es bueno.

- Entre planta: Se ha hecho una reforma recientemente. Se ha ubicado en ella una zona de exposiciones donde se muestra el trabajo desarrollado por la Escuela Taller del Monasterio. Esta estancia tiene los dos forjados de madera ocultos y el suelo es de tarima de pino con una superficie de **11,6 m<sup>2</sup>**.

27- Planta primera de la Casa del Rey: Hay madera en las salas que llaman de Secretarios (Ver foto: IV.19). Tienen forjados de madera, que se deja vista en el techo. En el suelo se conservan losas originales. Las vigas tienen una escuadría de **25 × 40 cm**, ocupan una superficie de **102 m<sup>2</sup>** y hay un total de **25**. No presentan ningún

sobre los jardines.

En la primera sólo existe una tarima de madera de **252 m<sup>2</sup>**. En la segunda se distinguen cuatro alturas con poca madera<sup>24</sup>.

**Zona occidental.** Limita con el Colegio y no existe madera en ninguno de sus forjados.

Recientemente se arregló la parte que delimita con los patios del abrevadero y de la cava, de dos alturas, destinada al personal del Monasterio donde se sustituyeron los forjados de madera en muy malas condiciones, por vigas metálicas.

**Fachada al norte.** Se diferenciar dos partes: una al interior, que da sobre el Patio de Coches, y otra que se abre sobre la Lonja.

· La primera se divide en dos alturas y es continuación de las zonas meridional y oriental que van a dar al Patio de Coches. Todas juntas forman un corredor a la altura del andar de la Basílica sin forjados de madera.

· La segunda zona que se abre sobre la Lonja se divide en cuatro alturas con forjados y techos de madera<sup>25</sup>. En la segunda planta se encuentra el Palacio de Carlos IV que acaba en la escalera que Villanueva construyó para él. Hay forjado de madera, pero está oculto. La zona está recién restaurada.

Las puertas y ventanas están en muy buenas condiciones.

En el Palacio de los Borbones la carpintería es de color crema mate con molduras y herrajes dorados al interior. Merece mención especial la torre de las Damas que es la mejor conservada y la que menos veces de ha quemado. Tiene forjados de madera en todas sus plantas, pero todos ocultos.

problema de conservación.

Encima de los corredores también hay madera en forjados vista en el techo: **88,8 m<sup>2</sup>** de superficie.

**121 vigas** en buen estado de conservación con **14,5 × 22 cm** de sección y una longitud de **2 m**.

- Buhardillas: Hay vigas vistas de madera en una superficie de **190,8 m<sup>2</sup>** con la misma disposición que en el Colegio y el Convento.

Tiene pues:

· **32 vigas de 3 m** de largo encima de Secretarios.

· **32 vigas de 2,3 m** de largo por claustro.

· **96 vigas de 2,3 m** de largo.

· **2 vigas de 3,3 m** de largo.

· **2 vigas de 8 m** de largo.

· **2 vigas** de cada una de las siguientes medidas:

2,6 m 2,35 m

2,2 m 1,9 m

1,8 m 1,45 m

1,4 m 1 m

1 m 0,55 m

0,6 m 0,1 m

0,2 m





Foto 7. Sustrucciones y refuerzos en la estructura de la buhardilla

## Casa del Rey

Se conoce vulgarmente como «El mango de la parrilla», debido a su situación y forma en la planta del Monasterio. Por ser una de las zonas «nobles» no se fabricó con forjados de madera siguiendo los criterios de la época.

Además presenta una distribución especial en cuanto a alturas. Su planta baja está por debajo de la planta baja o al andar de la Basílica del resto del Monasterio.

Se pueden diferenciar dos partes: La que rodea al patio de Mascarones y la que se abre al exterior y que rodea a la anterior. La primera tiene cuatro alturas con forjados de madera, excepto en planta baja y buhardilla (Ver foto 7).

En bastantes vigas se han hecho refuerzos y sutituciones<sup>26</sup>.

Las ventanas de la entreplanta han sido totalmente rehechas y sustituidas por los alumnos de la Escuela Taller.

Sobre la zona del corredor también hay madera en los forjados, pero oculta<sup>27</sup>.

La otra zona que queda de la casa del Rey, que se abre sobre los jardines, sólo tiene madera en tres salas: La Sala de Morteros y dos salas pequeñas que están entre la Basílica y la anterior<sup>28</sup>.

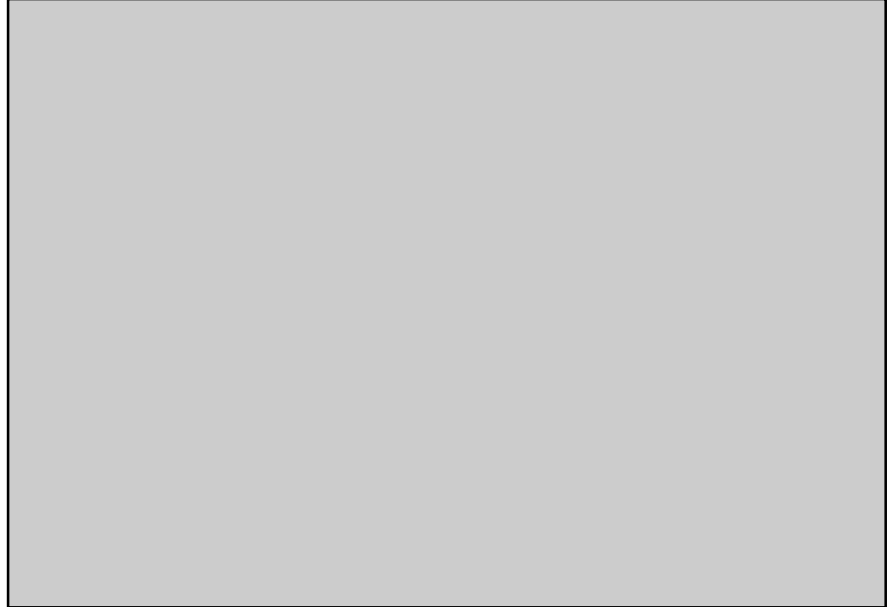


Foto 8. Galería de Convalecientes

## Galería de Convalecientes

La Galería de convalecientes forma parte del edificio de la botica. Se abre sobre la fachada sur, teniendo una parte orientada al mediodía y otra a naciente. Aunque es un anexo del Monasterio, se incluye por ser la única que presenta madera vista en forjado al exterior. Tiene dos alturas, pero sólo la más alta tiene forjado con madera vista en el techo. El resto de los forjados no tienen madera.

La galería tiene una superficie de **257 m<sup>2</sup>**, con vigas vistas de escuadría **14,5 × 22 cm** y longitud de **5 m**<sup>29</sup>.

La madera de esta galería siempre ha estado al descubierto. Se limpió con chorro de arena para quitarle el color oscuro a la madera, pero se obtuvo un veteado oscuro.(Ver foto 8).

Se observan zonas con pudrición en testas de vigas por filtraciones en la piedra, por estar la fachada mucho más expues-

· **2 vigas** de cada una de las siguientes medidas:

3 m	2,75 m
2,67 m	2,4 m
2,34 m	2,07 m
2 m	1,77 m
1,68 m	1,44 m
1,35m	1,11 m
1 m	

<sup>28</sup> La Sala de Morteros, situada a la altura del andar de la Basílica, bajo las habitaciones de la Reina, presenta un forjado con la madera vista. Su superficie es de **45 m<sup>2</sup>** con vigas de **30 × 40 cm** y **4 m** de largas. En total son **13 vigas**, sin daños apreciables.

Las otras dos salas, tienen también forjado con la madera vista y suelo de loseta. La superficie de madera es de **22.4 m<sup>2</sup>**, hay **10 vigas**, iguales que las anteriores pero de **3,2 m** de longitud. En ellas se observan problemas de pudrición en las testas que están más próximas a la basílica que fueron solucionadas con resina epoxi.

<sup>29</sup> **62 vigas** a cada lado de la galería y en total **124 vigas** de **5 m**.

· **1 viga** de cada una de las siguientes medidas:

5 m	4,45 m	4,5
m	3,9 m	
4 m	3,35 m	
3,5 m	2,8 m	
3 m	2,25 m	
2,5 m	1,7 m	
2 m	1,15 m	
1,5 m	0,6 m	
1 m		

ta a las alternancias hielo-deshielo.

El viento dominante es el Sur y es muy perjudicial para la piedra: la balastrada de la galería está muy meteorizada, faltando trozos de balaustres. También en la planta inferior se observan cabezas de columnas y cornisas muy deterioradas, sobre todo en las esquinas interiores. Se han colocado planchas de plomo con gotero para aminorar los efectos del agua y el viento.

El ataque de hongos de pudrición afecta a **1** de cada **30 vigas** pero en forma muy leve. Hasta el momento, lo peor ha sido la fenda de muchas testas, que facilitan posibles ataques.

Las vigas de este forjado han sido aseguradas al forjado metálico de cubiertas por lo que es difícil evaluar en qué grado el ataque de hongos ha afectado a la capacidad mecánica de la madera.

Hay una única ventana orientada hacia el sur recientemente restaurada y en perfecto estado.

## Sótanos

Sólo existe madera en la carpintería: puertas de acceso y ventanas que comunican unas estancias con otras. La madera está muy deteriorada por la humedad ambiente que llega a dificultar la respiración.

El hecho de que no esté en uso, también ha influido en el estado de su carpintería, puesto que no se han realizado sustituciones ni reparaciones recientes. Actualmente se está pensando en recuperar estas zonas.

Los marcos y elementos estructurales de puertas y ventanas están totalmente comidos por la carcoma, tanto, que la capa superficial de la madera ha desaparecido y la que queda entre las galerías construidas por los xilófagos está totalmente levantada.

## Cubiertas

Sólo se conserva una pequeña parte de la estructura de madera original de cubierta tras la sustitución llevada a cabo por RAMÓN ANDRADA en los años 60. Se trata concretamente de parte de la cubierta de la Basílica (Ver foto 13)

La madera se encuentra en perfecto estado de conservación y cubre una superficie de **153,5 m<sup>2</sup>**<sup>30</sup>.

## Análisis de resultados

### Conclusiones

1/ La madera que queda en el Monasterio de El

Escorial, se encuentra principalmente ubicada en forjados de entreplanta y aunque durante años ha estado oculta. Ahora en zonas de Claustros del Convento y del Colegio, se han descubierto y tratado.

Antes de que con la Reforma de RAMÓN ANDRADA, todas las cubiertas de madera se sustituyeran por armaduras de metal y planchas de hormigón la cantidad de madera era mucho mayor dada la gran inclinación de los faldones de las cubiertas. La cantidad total de madera hoy es de **11.971,48 m<sup>2</sup>** de madera vista ( **6.429,84 m<sup>2</sup>** en forjados y **5.541,64 m<sup>2</sup>** en pavimentos).

2/ El principal agente de deterioro que actúa sobre la madera estructural y la carpintería es la humedad, que proviene de diferentes fuentes:

-Las cubiertas empizarradas, que por su construcción, tiene elementos que facilitan la entrada de agua al interior.

- Las filtraciones a través de la piedra causa humedades en testas de vigas que deben ser revisadas, reforzadas y tratadas con asiduidad.

- La situación misma del Monasterio que fue construido en un lugar de abundantes aguas (como deseaba el Rey Felipe II) y que provoca filtraciones a través del suelo, aunque sólo afecta a los sótanos y cantinas que carecen casi totalmente de madera.

El resto de los agentes que han actuado sobre la madera han sido favorecidos por la humedad: Hongos de pudrición (especialmente cúbica), carcoma (principalmente anóbidos) y termitas. Estas últimas fueron las protagonistas, en el pasado de ataques especialmente virulentos, y fueron unas de las principales causantes de la sustitución de las cubiertas.

Hoy en día sólo quedan pequeños restos de estos ataques, siendo los más abundantes, los de pudrición, aunque están totalmente controlados.

3/ Las zonas en las que se detectan restos de ataques son:

-Zonas de buhardillas, atacadas por hongos y anóbidos (y termitas muy escasamente).

-Ventanas de claustros, deterioradas por la acción del sol y de la humedad, por lo que se encuentra en ocasiones atacada por hongos de pudrición.

-Forjado de madera de la Galería de Convalecientes, reforzada mediante pernos de hierro que la sujetan a la estructura metálica de cubiertas, y afectada por las filtraciones a través de la piedra.

- Zona de sótanos, con los mayores ataques y descuido.

4/ La gran importancia histórica del edificio ha hecho que los responsables de su mantenimiento a lo largo de los siglos, hayan procurado repararlo de acuerdo con las posibilidades económicas y técnicas de cada época como hoy en día hace el Patrimonio Nacional. Esto conlleva un permanente estado de rehabilitación. Considerando el gran volumen de la fábrica, el estado de conservación es bueno.

El hecho de que actualmente la filosofía de rehabilitación conserve la madera de las estructuras, ha hecho que se realice la recuperación de los claustros aplicando las técnicas curativas con acabados que tratan de unificar colores.

Se ha acudido a refuerzos metálicos y resina epoxi para asegurar la estabilidad de la estructura (Galería de Convalecientes y Sala de Pinturas en la Casa del Rey) y algunos forjados sobre techos no vistos como en la sala de Maderas Finas. En cuanto a la permeabilidad de la piedra, que tantos problemas ha dado y sigue dando, se sigue intentando actualmente alguna solución.

La permanente renovación del edificio hace bueno el dicho popular «Dura más que la obra de El Escorial»: el Monasterio de El Escorial siempre ha estado en obras y parece que lo seguirá estando siempre.

<sup>30</sup> Consta de **1 viga** de **25 × 40 cm.**

· **8 vigas** de **10 m.** de **20 × 35 cm.**

· El resto de las vigas son de escuadrías aproximadas de **17 × 25 cm.** y de diferentes longitudes:

- Hay **14 vigas** entre **11 m** y **1,3 m** con una diferencia de **0,7 m** entre ellas.

- Hay **16 vigas** entre **10 m** y **3 m** con una diferencia de **0,4 m** entre ellas.