

---

# Estudio de manifestaciones patológicas en materiales de construcción aplicado a tres tipologías de edificios

29 jul. 15

---

AUTOR:

**ROBERTO ROJO ARRANZ**

TUTOR ACADÉMICO:

María Luisa Navarro García

Departamento de Construcciones Arquitectónicas



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



ESCOLA TÈCNICA SUPERIOR  
ENGINYERIA  
D'EDIFICACIÓ

## Resumen

Trabajo Fin de Grado correspondiente al Curso de Adaptación al Grado de Arquitectura Técnica, cursado en la Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Edificación de la Universidad Politécnica de Valencia durante el curso 2014/2015, elaborado por el alumno Roberto Rojo Arranz, siendo tutora la profesora titular María Luisa Navarro García. Se desarrolla como Proyecto de Construcción.

Para el desarrollo del mismo se ha elegido el tema de patologías en la construcción, utilizando como soporte tres casos prácticos correspondientes a tres tipologías de edificios distintos: vivienda unifamiliar, edificio de viviendas y edificio singular (ermita).

Las patologías en construcción son un tema amplio, complejo y actual dado que el futuro de la construcción en los tiempos actuales, una vez pasado el boom edificatorio, se trazarán en base a la rehabilitación.

Final Project for the Degree Course Adaptation of Technical Architecture, studied at the School of Engineering Building at the Polytechnic University of Valencia during the course 2014/2015, prepared by the student Roberto Arranz Red Level, being the teacher tutor Maria Luisa Garcia Navarro holder. It develops as a construction project.

For the development of the same one the topic of pathologies has been chosen in the construction, using as support three practical corresponding cases to three different types of buildings: one-family housing, building of housings and singular building.

The pathologies in construction are a large, complex and current topic provided that the future of the construction in the current times, once spent the boom edificatorio, will be planned on the basis of the rehabilitation.

**Palabras clave:** Hormigón; Ladrillo; Madera; Patología; Piedra.

**Key words:** Concrete; Brick; Wood; Pathology; Stone.

## Agradecimientos

A **los compañeros de profesión** con los cuales tantas veces hablas y dialogas para mejorar los sistemas constructivos. Comprendiendo los problemas que les han surgido a ellos y las conversaciones con las que tanto me han ayudado. Todo ello con mucha generosidad y amabilidad sirviéndome de guía, principalmente en los comienzos de mi carrera profesional.

A la **ETS de Ingeniería de Edificación** de la UPV, por impartir el Curso a distancia, de Adaptación al Grado en Arquitectura Técnica, de forma que sea compatible con mi trabajo diario.

A **mi tutora**, por la aceptación de mi propuesta, su involucración y total disponibilidad para atender mis consultas.

# Acrónimos utilizados

**3D:** 3 Dimensiones.

**BIM:** Building Information Modeling

**CAD:** Computer Aided Design / Diseño Asistido por Ordenador

**CAT:** Controlled Atmosphere Technology

**CTE:** Código Técnico de la Edificación

**DF:** Dirección Facultativa

**IEE.CV:** Informe de Evaluación del edificio de la Comunidad Valenciana

**ISBN:** international standard book number. Número de identificación internacional asignado a los libros..

**IVA:** Impuesto sobre el Valor Añadido

**JPG:** Joint Photographic Experts Group

**LOE:** Ley de Ordenación de la Edificación

**MP:** Manifestación patológica

**MP's:** Manifestaciones patológicas

**PDF:** Portable Document Format

**PEM:** Presupuesto de Ejecución Material

# Índice

<b>Resumen .....</b>	<b>1</b>
<b>Agradecimientos .....</b>	<b>3</b>
<b>Acrónimos utilizados .....</b>	<b>4</b>
<b>Índice .....</b>	<b>5</b>
<b>Capítulo 0. Introducción .....</b>	<b>8</b>
0.1. Presentación .....	8
0.2. Motivación .....	10
0.3. Objetivos .....	12
0.4. Metodología .....	17
0.5. Etapas .....	19
0.6. Problemas .....	21
<b>Capítulo 1. Vivienda unifamiliar con forjado de hormigón .....</b>	<b>22</b>
1.1. Introducción .....	22
1.2. Manifestaciones patológicas observadas .....	26
1.3. Estudio y causas de las manifestaciones .....	29
1.3.1. Análisis de fisuras de forjado .....	34
1.3.2. Análisis de las grietas en fachada .....	37
1.3.3. Análisis de las grietas en tabiques .....	39
1.3.4. Análisis del hundimiento del solado .....	44

1.4.	Posibles soluciones a adoptar .....	45
1.5.	Valoración de la solución propuesta .....	48
<b>Capítulo 2. Bloque de viviendas con estructura de madera .....</b>		<b>52</b>
2.1.	Introducción .....	52
2.2.	Manifestaciones patológicas observadas .....	54
2.2.1.	Problemas estructurales .....	54
2.2.2.	Problemas de humedades .....	57
2.3.	Estudio y causas de las manifestaciones .....	58
2.4.	Posibles soluciones a adoptar .....	67
2.5.	Valoración de la solución propuesta .....	78
<b>Capítulo 3. Edificio singular con bóvedas de piedra .....</b>		<b>86</b>
3.1.	Introducción .....	86
3.2.	Manifestaciones patológicas observadas .....	89
3.3.	Estudio y causas de las manifestaciones .....	96
3.4.	Posibles soluciones a adoptar .....	102
3.5.	Valoración de la solución propuesta .....	110
<b>Conclusiones .....</b>		<b>114</b>
<b>Referencias Bibliográficas .....</b>		<b>119</b>
<b>Índice de figuras .....</b>		<b>124</b>
<b>Anexos .....</b>		<b>129</b>
A.1.-	Vivienda Unifamiliar .....	129
A.2.-	Vivienda en bloque con estructura de madera .....	137

A.3.-	Edificio singular con bóvedas de piedra .....	140
A.4.-	Derrumbe por falta de mantenimiento: Puente .....	143
A.5.-	Deficiencias por falta de mantenimiento: Iglesia. ....	147
A.6.-	Derrumbe de edificio por falta de mantenimiento. ....	149
A.7.-	Derrumbe de viviendas por falta de mantenimiento. ....	150
A.8.-	Colapso estructural por falta de mantenimiento. ....	151

# Capítulo 0.

## Introducción

### 0.1. Presentación

El desarrollo del presente Trabajo fin de Grado se basará en el estudio de tres tipos de manifestaciones patológicas, a través de casos reales tratados por el autor del trabajo en tres tipologías de edificios: vivienda unifamiliar con forjado de hormigón, bloque de viviendas con estructura de madera y edificio singular (una ermita). Estos tres casos, abarcan un gran abanico de manifestaciones de patologías, bastante diferentes entre sí por el material en el que aparecen y por el tipo de edificación en que surgen. No hay que olvidar que, aunque dos sintomatologías puedan resultar parecidas, en temas patológicos puede ocurrir que sean diferentes por la causa de los mismos y, por tanto, la solución válida para un caso, no lo sea para el otro.

El documento se basa en un conjunto de manifestaciones patológicas que se originan en diferentes materiales, como puede ser la piedra, la madera, el ladrillo y el hormigón. La elaboración se basa en la experiencia que dispone el alumno a lo largo de su trayectoria profesional.

La experiencia profesional del alumno como Arquitecto Técnico comienza en el año 1992 a pie de obra, formando parte de una empresa

constructora en la ejecución de unas viviendas, desarrollando tareas de apoyo al constructor. Posteriormente combina su labor como personal asalariado con la labor de profesional liberal. Entre las funciones desarrolladas a lo largo de estos años se encuentran todas las relacionadas con la supervisión de la ejecución de obras privadas y públicas. Entre las públicas, destacar el edificio de usos administrativos de la Universidad de Burgos (9 millones de euros).

Como Profesional Liberal cabe destacar la realización de todo tipo de informes, tales como valoraciones para la JCyL<sup>1</sup>, de manifestaciones patológicas u otros temas para diversos juzgados como perito tercero o de parte,... He estado en contacto con todas las fases de la obra, desde la redacción de los proyectos, la licitación de las obras, la ejecución, la terminación y la reparación de las manifestaciones patológicas. Esta última es la que considero más importante, pues es donde se aprecia la calidad del edificio y la idoneidad de las soluciones adoptadas. A través de todo lo anterior se ha conseguido disponer de una amplia visión del proceso de construcción.

El presente trabajo, trata de acercarnos a la realidad de las deficiencias y problemática que se originan en los edificios con el paso del tiempo.

Existen muy buenos técnicos de ejecución de obra nueva que tienen ligeras lagunas en la resolución de manifestaciones patológicas. Esta es una de las partes que menos se estudia durante el proceso formativo de aprendizaje en la Universidad y resulta necesaria para la vida como profesional.

---

<sup>1</sup> Siglas de la administración regional Junta de Castilla y León

## 0.2. Motivación

El motivo principal para la realización del presente trabajo obedece en primer lugar a que esta materia resulta especialmente interesante para este alumno. Cuando el alumno trabajó como profesional liberal, una de las materias que le resultó más farragosa de realizar fue la resolución de las manifestaciones patológicas. En cambio, a lo largo de estos años, el alumno ha conseguido ser permeable a dichas manifestaciones, resultando a fecha actual uno de los temas más motivadores dentro de su trayectoria profesional. No hay que olvidar que la profesión de Arquitecto Técnico es pluridisciplinar y por un lado existen Arquitectos Técnicos que desempeñan labores de Directores de Ejecución o Coordinadores de Seguridad y Salud de ejecución. También existen Arquitectos Técnicos que forman parte de la empresa contratista, ya sea como Jefes de Obra, o como Técnicos del Departamento de Estudios de licitaciones, o de la empresa de control de calidad o incluso Arquitectos Técnicos que disponen de su propia empresa contratista.

Otra de las motivaciones es la de **aportar experiencias** a las manifestaciones patológicas, que se ve tan escasamente a lo largo de los estudios universitarios, tratando de elaborar una guía didáctica a modo de pequeño “Vademécum” con ejemplos y mucha documentación gráfica, con el que cualquier Arquitecto Técnico pueda analizar y reparación ejemplos similares que pudiera encontrarse en su vida profesional. Se ha pretendido reflejar en esta guía el máximo número de materiales posibles, dentro de edificios, tipológicamente muy diferentes y realizados con topologías constructivas diferentes.

Dependiendo de la época de construcción, el sistema constructivo y los materiales empleados, poseen peculiaridades completamente distintas

(en general). Dando lugar a encuentros y manifestaciones patológicas a veces completamente diferentes.

Se pretende reflejar en estos ejemplos los diferentes sistemas constructivos con sus características peculiares, tales como:

- Vivienda unifamiliar aislada con forjado de hormigón.
- Bloque de viviendas en altura con estructura de madera.
- Edificios históricos.

### 0.3. Objetivos

El presente Trabajo Fin de Grado pretende acercar las particularidades de las manifestaciones patológicas a los **Técnicos de Ejecución de obras**, a través de ejemplos y de análisis de las mismas.

Hay que tener en cuenta los **condicionantes** particulares de cada obra con su propia idiosincrasia, como son:

- La profesionalidad del constructor y la calidad de los materiales y de su ejecución.
- La problemática del entorno. Humedades del terreno, asentamientos del terreno, oquedades, carcomas, etc.
- El uso y el mantenimiento del edificio.
- Los cambios y modificaciones sufridas a lo largo de su vida.

Todos estos condicionantes nos obligarán a interpretar las soluciones adoptadas y personalizarlas para cada edificio, incluso para cada encuentro en particular.

Para realizar estos trabajos, no podemos basarnos en una normativa en la cual nos diga lo que tenemos que hacer y las soluciones que debemos de tomar. Estas deben de basarse en la experiencia profesional de cada uno y en un análisis de su problemática obligándonos al desarrollo de soluciones únicas que pueden ser completamente diferentes a las habituales en obra nueva.

Sin embargo sí que existe una normativa que nos dice que los propietarios de un edificio están obligados al mantenimiento de los

mismos. Para lo cual hay que realizar una inspección por técnico cualificado y presentarlo en el Ayuntamiento correspondiente.

En Valencia da como resultado el **IEE.CV**<sup>2</sup>. Esta inspección es obligatoria para los edificios de más de 50 años.

Nos encontramos además con otros factores que influyen enormemente en el diseño a adoptar como es la **dificultad de acceso**, a ciertos puntos del edificio. Esto convierte ciertas intervenciones en tareas arduas y afanosas.

En una construcción nueva las edificaciones están deshabitadas, pero en las reparaciones es completamente al contrario. Prácticamente siempre están habitadas y el tener que desalojar suele suponer un problema muy importante, tanto personal como económico, incluso mayor que las manifestaciones patológicas a reparar.

Aparecen unos nuevos factores como son el **tiempo**, que llega a ser crucial, por ejemplo en tiendas y locales comerciales. En estos casos cerrar al público supone enormes pérdidas económicas y de imagen. En los contratos<sup>3</sup> de dichas obras, existen cláusulas de penalización por incumplimiento de plazos desorbitantes.

---

<sup>2</sup> Informe de Evaluación del edificio de la Comunidad Valenciana

<sup>3</sup> Empresas como bancos o comercios como El Corte Inglés realizan contratos con empresas constructoras a precios elevados, pero con cláusulas que puede que den como resultado tener que trabajar noches y festivos sin tener que cerrar el comercio al público en ningún momento. Además imponen penalizaciones muy grandes para el caso de incumplimiento

Algunas veces las reparaciones<sup>4</sup> se tienen que realizar a la par que las personas usan el edificio. Esto ocurre a menudo en las reformas de baños, cocinas, etc. En general los propietarios no desean abandonar la vivienda y la planificación del tiempo y del espacio resulta fundamental para provocar las menores molestias posibles y poder realizar las obras necesarias.

Cuando existe una manifestación patológica, las actuaciones a realizar suelen ser en muchos de los casos urgentes. Las intervenciones tenemos que plantearlas como soluciones sencillas, eficaces y económicas.

En este momento de crisis, el dinero en efectivo es escaso y las prioridades para la población suelen pasar en primer lugar por atender las necesidades básicas (comida, vestir, colegio, etc.). Para las reparaciones de los edificios muchas veces no existe presupuesto disponible, tanto en los particulares como en las administraciones públicas, aunque en ocasiones resulten imprescindibles para el correcto funcionamiento del edificio. Si a esta situación, se le suma la gran devaluación que viene sufriendo en los últimos años el valor de los inmuebles, se llega a situaciones muy complejas, donde el coste de las reparaciones supera, en ocasiones, el valor de venta provocando una importante degradación de los edificios y pudiendo llegar a la ruina técnica de los mismos.

---

<sup>4</sup> Muchos particulares cuando modifican un baño o una cocina, no tienen posibilidad de abandonar la vivienda mientras duran las obras, obligando a los propietarios a no disponer de dicha dependencia durante el periodo de trabajo y a tener las molestias de polvo, ruidos, molestias...

El presente Trabajo Fin de Grado se desarrolla en base a tres ejemplos de manifestaciones patológicas que sirven de base cada uno de ellos para elaborar cada uno de los capítulos que lo componen y que son los siguientes:

Capítulo I.- Vivienda unifamiliar con forjado de hormigón.

Capítulo II.- Vivienda en bloque con estructura de madera.

Capítulo III.- Edificio singular con bóvedas de piedra.

Cada capítulo presenta un análisis de la manifestación patológica en base al siguiente procedimiento:

- Observación de las manifestaciones patológicas y toma de datos que se estimen más importantes.
- Estudio, análisis de las causas, a través de los datos tomados a partir de los cuales se estimara si es necesario realizar algún otro tipo de prueba o cata, para poder determinar las causas de las mismas.
- Determinar una posible solución a la problemática planteada.
- Valoración de la solución adoptada, para poder realizar la contratación con una empresa contratista.

También incorpora como Anexos fotografías y planos de los estados iniciales y finales de los ejemplos analizados así como fotografías de otros derrumbes y colapsos importantes detallando su emplazamiento.

Los **objetivos** marcados con el desarrollo del presente Trabajo Fin de Grado son los siguientes:

- a. Plasmar unos conocimientos básicos de manifestaciones patológicas
- b. Servir de guía para la identificación y ejecución de reparaciones.
- c. Sistematizar el análisis e identificación de las causas de las manifestaciones patológicas.
- d. Acercar los sistemas constructivos tradicionales de reparación de edificios.
- e. Poner de manifiesto la importancia de todos los agentes intervinientes<sup>5</sup> en el proceso constructivo
- f. Elaborar unos detalles básicos para la ejecución de una obra
- g. Conocer las posibles causas coyunturales que afectan al edificio.
- h. Acercar conceptos tales como humedad, capilaridad, asiento diferencial,...
- i. Facilitar la elaboración de documentación para la reparación de la manifestación patológica
- j. Conocer la importancia de los principales condicionantes externos a la obra (tiempo, plazos, costes, reparación en uso, etc.) para declinarse por una solución.

---

<sup>5</sup> Todos los agentes que intervienen en el proceso constructivo definidos en la LOE son importantes para la conservación y durabilidad de la misma (promotor, arquitecto, constructor, usuario...). La labor de todos ellos es fundamental para una correcta durabilidad.

## 0.4. Metodología

La metodología que he usado en la realización de este trabajo se basa en la experiencia de que dispongo sobre la resolución de manifestaciones patológicas y de su estudio.

Esta experiencia, junto con las aportaciones obtenidas de las diversas fuentes de información, experiencia de otros técnicos, libros y otros documentos es la utilizada a lo largo de todo el documento. Además los problemas que surgen en el día a día, continúan sirviendo de fuente de inspiración para nutrir el texto elaborado.

En el fondo del trabajo y sobre el cual se asienta la metodología está la idea de elaborar un documento útil que sirva para técnicos, neófitos y cualquier otro agente que intervenga en el proceso de reparación de una manifestación patológicas.

El esquema a seguir en el desarrollo del presente Trabajo Fin de Grado será el siguiente:

- Caso I: Vivienda unifamiliar con forjado de hormigón, con muros de carga en el cual tenemos manifestaciones patológicas de cimentación, asentamiento, de forjado de hormigón y de mala praxis de ejecución de obra.
- Caso II: Bloque de viviendas con estructura de madera y muros de carga donde tenemos problemas de humedades, carcoma, asentamientos importantes de toda la estructura y otras pequeñas deficiencias, debidas a un deficiente mantenimiento del edificio.

- Caso III: Edificio singular de piedra, concretamente una ermita con bóveda de piedra, con un abandono prácticamente absoluto y el posible derrumbe de cubierta.

Para cada caso se realizará un análisis del siguiente modo:

- Observar las manifestaciones patológicas existentes.
- Estudiar y analizar las causas de las mismas.
- Proponer una posible solución a adoptar.
- Valoración de la propuesta adoptada.

Con la intención de facilitar la comprensión de lo explicado, se intentara que las explicaciones sean claras y concisas. Además se intentara acompañar las ideas con documentación gráfica<sup>6</sup> como son imágenes digitales tipo JPEG<sup>7</sup> y dibujos tipo CAD<sup>8</sup>.

---

<sup>6</sup> Siempre es mejor una imagen que cien palabras.

<sup>7</sup> Fichero digital de imágenes, con un formato específico.

<sup>8</sup> Fichero digital de dibujos, sin formato específico

## 0.5. Etapas

Las etapas desarrolladas durante el proceso de elaboración del presente trabajo son las siguientes:

- **Planificación:** El tema elegido es la primera decisión dentro de este apartado. La motivación de este trabajo es recoger los puntos que han resultado decisivos para inclinarse por este tema, resultando fundamental el interés del autor.

En un segundo paso se pasa a la recopilación de información, eligiendo como fuentes principales los propios trabajos realizados por este técnico, añadiendo a la misma la documentación existente en internet, libros relacionados y revistas especializadas.

A partir de aquí se elabora el primer borrador de índice del trabajo y se organiza la documentación agrupándola por temas.

- **Desarrollo:** Se plantea en esta fase la elaboración de un documento de trabajo donde se van realizando anotaciones e insertando ideas. Después se agrupan las ideas por apartados del trabajo y se realiza una primera redacción del contenido. Esta pasa a ser el primer borrador de trabajo organizado bajo el proceso de inspección, estudio de causas, posibles soluciones y valoración de las mismas. Se plantea una introducción y posteriormente se van insertando conectores para conseguir una correcta comprensión del conjunto del contenido desarrollado. Para finalizar esta etapa se realiza una conclusión del trabajo, un resumen del mismo y se insertan los agradecimientos. También se elabora la bibliografía de fuentes utilizadas. A la vista de todo esto se refunde todo en un borrador final de trabajo que será el que se utilice para la siguiente fase.
- **Edición:** Una vez que se ha realizado el borrador final se procede a la edición del trabajo, revisando el formato a utilizar. Se insertan las

imágenes y se revisa la numeración correcta de los apartados de que se compone, elaborando el índice definitivo. Posteriormente se genera la tabla de figuras. Para finalizar se genera el documento elaborado en formato “pdf”<sup>9</sup>.

---

<sup>9</sup> Fichero electrónico de documentación escrita y gráfica.

## 0.6. Problemas

Uno de los principales problemas encontrados a la hora de elaborar los contenidos es la complejidad y la variedad de las manifestaciones patológicas, de sus causas, de los materiales que se ven afectados, de los condicionantes externos, como son el mantenimiento, obras realizadas a posteriori, etc., así como la dificultad de realizar un agrupamiento y presentación de los mismos.

Otro de los grandes problemas detectados para la elaboración del presente TFG es la ausencia de legislación al respecto. Es decir, si bien el CTE (Código Técnico de la Edificación) es aplicable por completo a las obras nuevas de edificación, en las obras de reforma es compleja su utilización, dado que son obras realizadas en base a normativas anteriores. La legislación para obras con lesiones es prácticamente inexistente, basando todo el proceso de detección así como de solución de las mismas en procesos experimentales o empíricos, es decir basados en la experiencia anterior.

También hay que indicar, que en general la búsqueda de la versión actualizada de la legislación existente es compleja dado que todas las normativas sufren a menudo modificaciones, de forma que encontrar los textos refundidos resulta complejo. En ocasiones, la propia página del Boletín Oficial del Estado recoge un texto actualizado lo que facilita la labor y otras veces se ha resuelto en base a la experiencia de que se dispone en búsqueda y manejo de legislación actualizada, labor facilitada actualmente a través de páginas web y otros recursos informáticos disponibles.

# Capítulo 1.

## Vivienda unifamiliar con forjado de hormigón

### 1.1. Introducción

En primer lugar hay que indicar que hasta estas fechas la forma de construir estaba basada en muros de piedra, ladrillo, adobe, tapial y teja, pero en la época de esta construcción se empieza a imponer la construcción con hormigón y los forjados con viguetas de hormigón.

Entre 1957 y 1975 se abre el mercado Español hacia el exterior, liberalizando las importaciones y facilitando la entrada de capital extranjero, con la intención aumentar la calidad y de reducir los costes de producción, produciéndose un gran avance en todos los sectores, incluida la construcción y dando lugar a la necesidad de personal para la misma. La mano de obra en la construcción, se formaba por personas que se trasladan del campo a la ciudad, comenzando a trabajar en oficios que hasta el momento desconocían como fue la construcción. Generalmente el personal no disponía ni de experiencia ni de formación y desconocían por completo cómo se debía ejecutar un forjado de hormigón dando lugar a construcciones con errores de ejecución muy graves.

Para realizar la compactación de las tierras, simplemente se golpeaba con pisones de madera sobre el terreno mojado, dejando “asentar” el terreno con el paso del tiempo. No se utilizaba maquinaria para compactar el terreno.

Estas circunstancias coyunturales dieron lugar a manifestaciones patológicas graves.

Hay que tener en cuenta, que las primeras construcciones y patentes de hormigón en España datan a partir de 1903. La primera normativa española sobre este asunto es la *“Instrucción para el proyecto y ejecución de obras de hormigón”* en 1939. Es a partir de este momento, cuando se empieza a generalizar la construcción en hormigón. La fecha de este proyecto es de 1968, y ya está en pleno auge la construcción con hormigón. La velocidad de ejecución de las obras, se aceleraba, disminuyendo la calidad y el control sobre las mismas. Hay que indicar también que muchos constructores y albañiles, procedían del campo y no disponían de ningún conocimiento de realizar estructuras de hormigón dando lugar a problemas importantes de ejecución.

El forjado esta realizado con “viguetas de Castilla<sup>10</sup>” con un entrevigado de bovedillas cerámicas de la misma altura que las viguetas.

Se realizaba la cimentación con hormigón por su mayor resistencia a la humedad y a los ataques del terreno. Los muros de carga se realizaban con los nuevos ladrillos fabricados en cadena, con peores características mecánicas y físicas. La aparición de las viguetas prefabricadas de hormigón, llamadas “viguetas castilla” se popularizo enormemente, por

---

<sup>10</sup> Viguetas de hormigón armado prefabricado auto resistente. A la fecha actual, se siguen fabricando.

su gran rapidez y sencillez de colocación. Se colocaban como si fueran viguetas de madera y si a esto le añadimos un precio económico e importantes resistencias mecánicas, se puede comprender su rápida implementación en el mercado de la construcción.



Figura 1 Publicidad de Viguetas Castilla en una caja de cerillas. Años 60 aproximadamente. Fuente: <http://www.todocoleccion.net/coleccionismo-cerillas/caja-cerillas-publicidad-viguetas-castilla-anos-60-aprox-usado~x23741527>

La evolución de nº de vivienda en España es la siguiente (\*)

- 1950: 6.687.200 viviendas.
- 1960: 7.726.400 viviendas (incremento medio de 15.54%).

- 1970: 10.658.882 viviendas (incremento medio de 37.95%).
- 1981: 14.726.134 viviendas (incremento medio de 38.16%).
- 1991: 17.206.363 viviendas (incremento medio de 16.84%).
- 2001: 20.946.554 viviendas (incremento medio de 21.74%).

(\* ) Fuente: [https://es.wikipedia.org/wiki/Vivienda\\_en\\_Espa%C3%B1a](https://es.wikipedia.org/wiki/Vivienda_en_Espa%C3%B1a)

La tipología constructiva de vivienda unifamiliar aislada es bastante representativa del parque de viviendas por el gran número existente.

En concreto esta vivienda fue edificada en el año 1975. Dispone de una sola planta sin sótano, con cimentación superficial con muros de hormigón hasta la altura del terreno y a partir del mismo, muros de fábrica de ladrillo, con función estructural de muro de carga. El solado es con relleno de tierra y solera de 10 cm. de hormigón. La fachada es de doble pared con función estructural, formada por pared exterior de ladrillo cara vista y la interior de ladrillo hueco doble colocado a media asta. El tejado es inclinado, sobre tabiquillos palomeros y acabado en pizarra negra<sup>11</sup>.

---

<sup>11</sup> Acabado de tejado muy poco utilizado en la ciudad de Valladolid en esta época. Utilizado como símbolo de calidad, elegancia y distinción.

## 1.2. Manifestaciones patológicas observadas

Las circunstancias coyunturales, anteriormente descritas, como es el incremento de producción y de velocidad de su realización, acompañado de la poca cualificación del personal, dieron lugar a errores constructivos imperdonables. Buen ejemplo de todo esto son las lesiones que con el paso del tiempo han aparecido en esta vivienda unifamiliar.

A continuación se muestra el detalle de las manifestaciones patológicas observadas en esta vivienda:

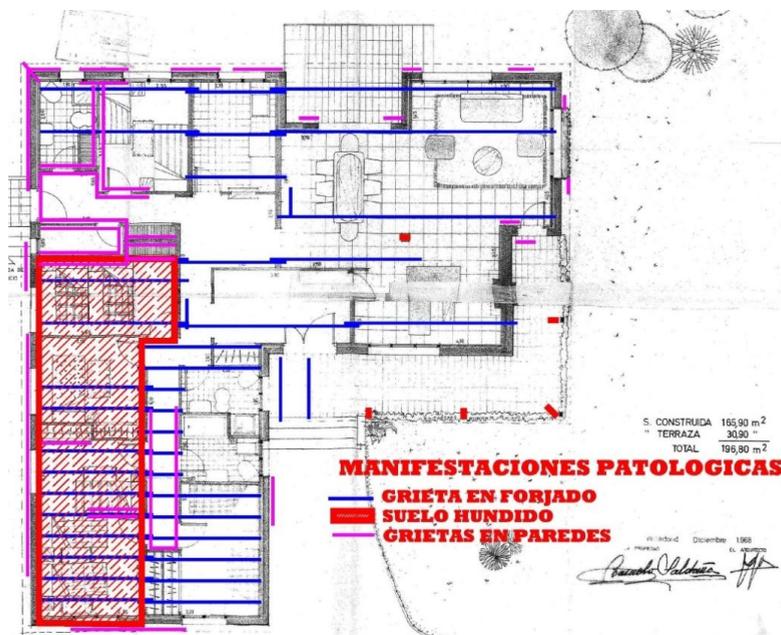
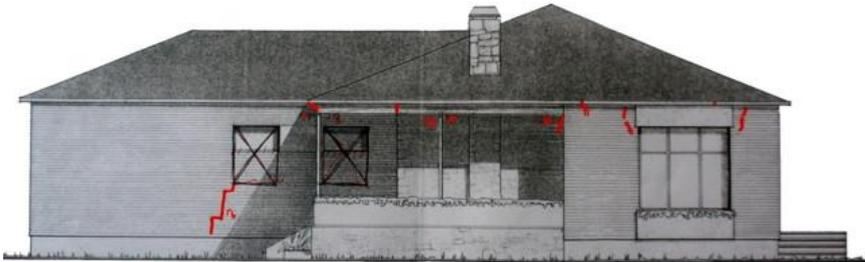


Figura 2 Levantamiento de fisuras. Año 2012. Fuente: elaboración propia.



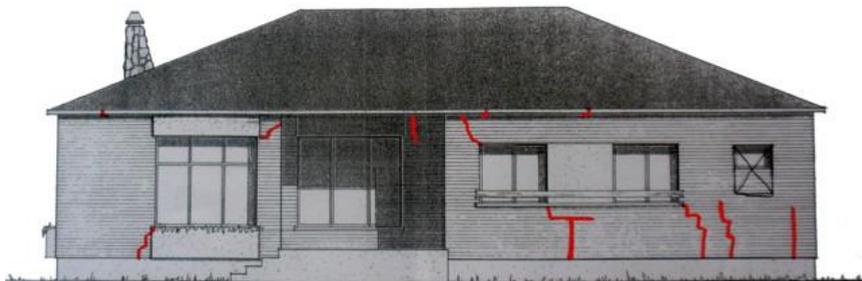
**ALZADO SOE.**

*Figura 3 Fisuras alzado SOE. Año 2012. Fuente: elaboración propia.*



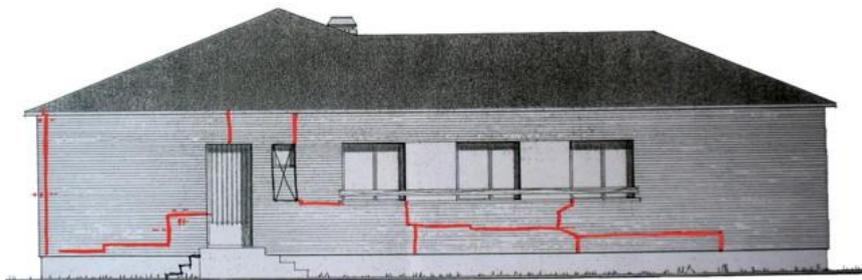
**ALZADO SE**

*Figura 4 Fisuras alzado SE. Año 2012. Fuente: elaboración propia.*



**ALZADO NE.**

*Figura 5 Fisuras alzado NE. Año 2012. Fuente: elaboración propia.*



**ALZADO NOE.**

*Figura 6 Fisuras alzado NOE. Año 2012. Fuente: elaboración propia.*

### 1.3. Estudio y causas de las manifestaciones

De un primer análisis de los gráficos anteriores puede concluirse que existe gran número de grietas en la vivienda, lo que indica que, como suele ser habitual, es muy probable que haya varios motivos por los cuales hayan aparecido. Ante el gran número de grietas y la gravedad de las mismas se decide realizar unas catas en el forjado, tras lo cual se detectó que:

Las vigas apoyan directamente sobre el muro y le sobrepasan por el otro extremo, sin existir un zuncho de apoyo, que distribuya las cargas y los movimientos a la vez que se crea un extremo de empotramiento de las viguetas.



*Figura 7 Defectuoso apoyo y colocación de viguetas. Año 2012. Fuente: elaboración propia.*

Las viguetas no tienen continuidad física<sup>12</sup> ni estructural, no están colocadas en línea, teniendo que romper bovedillas para poder ajustarlas, incluso llegando a realizar un relleno de 10cm con yeso entre dos viguetas.

**No poseen capa de compresión ni negativos.** El mortero que une la bovedilla con la vigueta es un mortero pobre, rompiéndose sin ningún esfuerzo. Las vigas son de hormigón en doble T tipo castilla de canto 22cm



*Figura 8 Forjado sin capa de compresión ni negativos. Año 2012. Fuente: elaboración propia.*

---

<sup>12</sup> Estructuralmente hablando, si existe una continuidad, se reduce las flechas.

De lo anterior expuesto se deduce claramente que este forjado no cumple ni mínimamente la normativa en vigor en el momento de la realización del proyecto de ejecución de la vivienda, teniendo fallos muy básicos para el correcto funcionamiento de un forjado. Los errores más fundamentales son<sup>13</sup>:

- **No tiene zunchos de arriostramiento**, de borde ni de reparto encima de los muros de carga.
- **No dispone de capa de compresión** con su correspondiente **mallazo y negativos**.
- **Las viguetas** en los apoyos **no están colocadas a línea** y por tanto no tienen continuidad estructural.
- **Las viguetas de alero** están **completamente sueltas** del resto del forjado y tienden a volcar la fachada.
- **No realización pilar de proyecto en el centro del salón**. Resulta inconcebible que se pueda haber eliminado un pilar el constructor y que la DF<sup>14</sup> no se haya enterado. Esto pone de manifiesto que la supervisión de obra por la DF ha sido nula en todo momento.

---

<sup>13</sup> Actualmente un forjado con cualquiera de estos errores se consideraría un fallo muy grave y completamente inaceptable, con peligro grave de derrumbe.

<sup>14</sup> Dirección Facultativa, formada por Arquitecto y Arquitecto Técnico.

El esquema estructural de las viguetas es el que se indica en la figura que se inserta a continuación:



*Figura 9 Esquema de apoyo de las viguetas. Año 2012. Fuente: elaboración propia.*

Existen dos tipos de encuentro de los aleros con el forjado.

- Tipo 1, viguetas con cierta continuidad<sup>15</sup>.
- Tipo 2, viguetas sin continuidad.

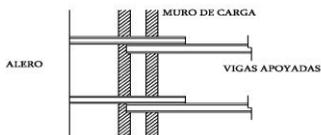


Figura 10 Apoyo de viguetas tipo 1, con cierta continuidad. Año 2012. Fuente: elaboración propia.

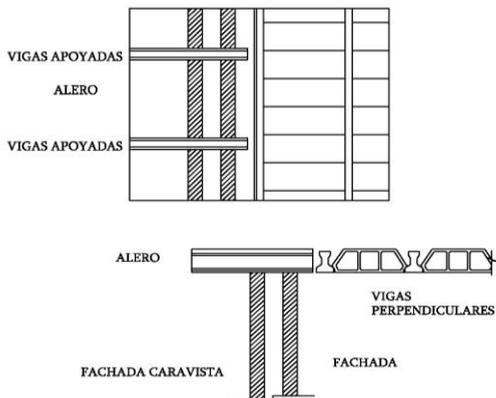


Figura 11 Apoyo de viguetas tipo 2, sin continuidad Año 2012. Fuente: elaboración propia.

<sup>15</sup> Esta continuidad no es aceptable estructuralmente hablando.

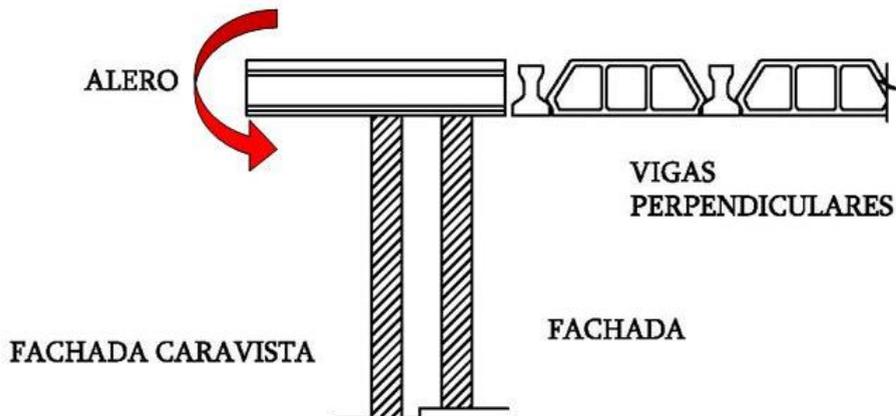
### 1.3.1. Análisis de fisuras de forjado

En principio, hay que indicar que cada una de estas deficiencias por sí sola podría haber provocado el **derrumbe** de este forjado. Resulta sorprendente comprobar que todavía se encuentre en “uso”. No obstante, es necesario proceder a su reparación lo antes posible, para que no se produzca el derrumbe completo de la vivienda.

Las viguetas de toda la vivienda se han deformado, no apreciándose fácilmente debido a que todo el conjunto está deformado uniformemente. El techo dispone de papel pintado enmascarando muchas de las deformaciones y fisuras del forjado.

Las fisuras se hacen evidentes cuando las deformaciones no resultan homogéneas, como puede ser en los vanos en los que cambian de longitud de vigas o en los cambios de apoyo. Se aprecia claramente que, cuando cambia las luces de las vigas o cambia el apoyo, cambian las flechas relativas entre las viguetas y por tanto aparece una fisura entre ambas viguetas, marcándose por el punto más débil que es la unión de la vigueta con la bovedilla.

Si a esto le añadimos que el forjado no posee capa de compresión, ni negativos, ni continuidad, con un canto escaso para la luz que tienen, etc., todo ello da lugar a que se originen unas deformaciones muy grandes. El forjado trabaja de manera independiente y por tanto inadecuadamente. Las viguetas de alero, sobre todo en sentido perpendicular al de las viguetas, tienden a volcar la fachada, pues no tienen ninguna unión con el resto del forjado generando grietas mayores de 7 cm. Estas viguetas no han volcado la fachada gracias a los tabiques palomeros del tejado que sujetan de manera somera. Seguramente, si se desmontase el tejado, todo el alero volcaría.



*Figura 12 Volcado de fachada provocado por las viguetas de alero. Año 2012. Fuente: elaboración propia.*



*Figura 13 Fisura zona interior. Año 2012. Fuente: elaboración propia.*



*Figura 14 Fisura zona exterior. Año 2012. Fuente: elaboración propia.*

Además, al no tener zunchos de reparto encima de los muros, cada vigueta apoya de forma distinta en el muro creando tensiones y movimientos en el mismo. Los muros de carga están diseñados para aguantar las cargas repartidas, no para soportar cargas puntuales. Las enormes deformaciones de las viguetas producen esfuerzos horizontales, provocando esfuerzos de todo tipo en los muros de carga y en fachada.

Todo ello induce a pensar que la mayor parte de las fisuras son consecuencia de una nefasta ejecución del forjado.

### 1.3.2. Análisis de las grietas en fachada

Las viguetas del alero de fachada delantera y posterior van perpendiculares a las vigas del forjado y apoyan en las fachadas de la vivienda y al sobresalir más longitud de la que apoyan, ocurre como en las balanzas, que se produce el vuelco. Además, las viguetas trabajan de manera independiente, hecho que origina esfuerzos impredecibles.

En la zona izquierda posterior del edificio, las viguetas han volcado la fachada hasta desprenderla de la fachada izquierda que la arriostraba, dejándola suelta. La rotura en esta esquina se ha hecho más evidente al tener mayor altura y por tanto más fácil de deformar. Este vuelco provoca grietas que parten desde las esquinas de los cargaderos, al ser el punto más débil.

Las fachadas, en cierta forma, están empotradas en el suelo y arriostradas y atadas en los laterales por las paredes perpendiculares. Esto provoca que al producirse el efecto de vuelco desde su parte superior se produzcan roturas a 45º y horizontales. El comportamiento independiente de las viguetas, la apertura de huecos, las alturas de las fachadas, y la composición heterogénea de la fachada, hacen que las fisuras tengan formas dispares. Estas formas dispares pueden enmascarar otras patologías de otro tipo (por ejemplo cimentación).

En la fachada izquierda las fisuras se reducen al llegar a la esquina delantera por la rigidez que produce la unión de dos fachadas perpendicularmente. Lo mismo ocurre con la fachada delantera, que en sus dos extremos se anula la fisuración por la misma razón.

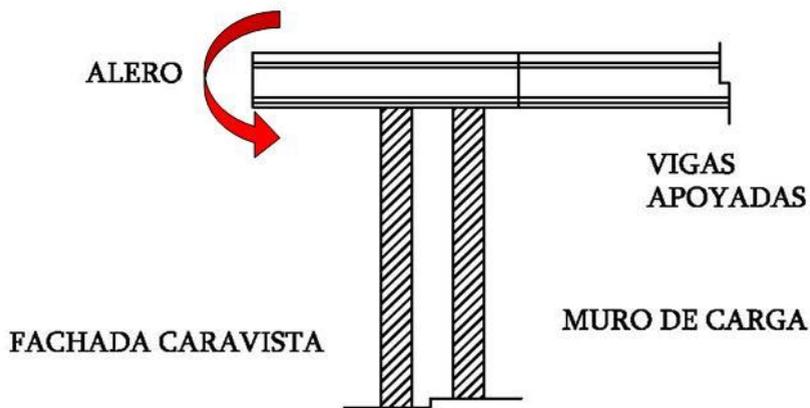


Figura 15 Vuelco en viguetas con apoyo tipo 2. Año 2012. Fuente: elaboración propia.



Figura 16 Fisuras en fachada NOE Año 2012. Fuente: elaboración propia.



*Figura 17 Fisuras en fachada NOE. Año 2012. Fuente: elaboración propia.*

### **1.3.3. Análisis de las grietas en tabiques**

Los tabiques del ala izquierda (fachada NOE) son los que más se han fisurado. En principio, las causas de esto pueden ser las siguientes:

- A. Transmisión de esfuerzos del forjado a los tabiques.
- B. Hundimiento del terreno.
- C. Deformación de la cámara interior de la fachada.

CAUSA A: En el muro de carga no se aprecia ningún asentamiento pero sin embargo se aprecia una fisura a la altura de los cargaderos, con

desplazamiento vertical y horizontal. Lo que indica que existen esfuerzos longitudinales y transversales del forjado.



*Figura 18 Grieta en tabique central paralelo a fachada. Año 2012. Fuente: elaboración propia.*

CAUSA B: En los muros perpendiculares a la fachada izquierda existen fisuras por un asentamiento del relleno formándose grietas a 45°<sup>16</sup> a partir de la fachada o bien a partir del muro de carga coincidiendo con el hundimiento del solado, puesto que dichos tabiques apoyan sobre la solera que ha asentado.

---

<sup>16</sup> Grietas típicas en los movimientos por asentamiento.



*Figura 19 Grieta por hundimiento de solera. Año 2012. Fuente: elaboración propia.*

La solera se ha hundido dos centímetros, manteniéndose los muros de carga de fachada y central.



*Figura 20 Hundimiento de solera. Año 2012. Fuente: elaboración propia.*

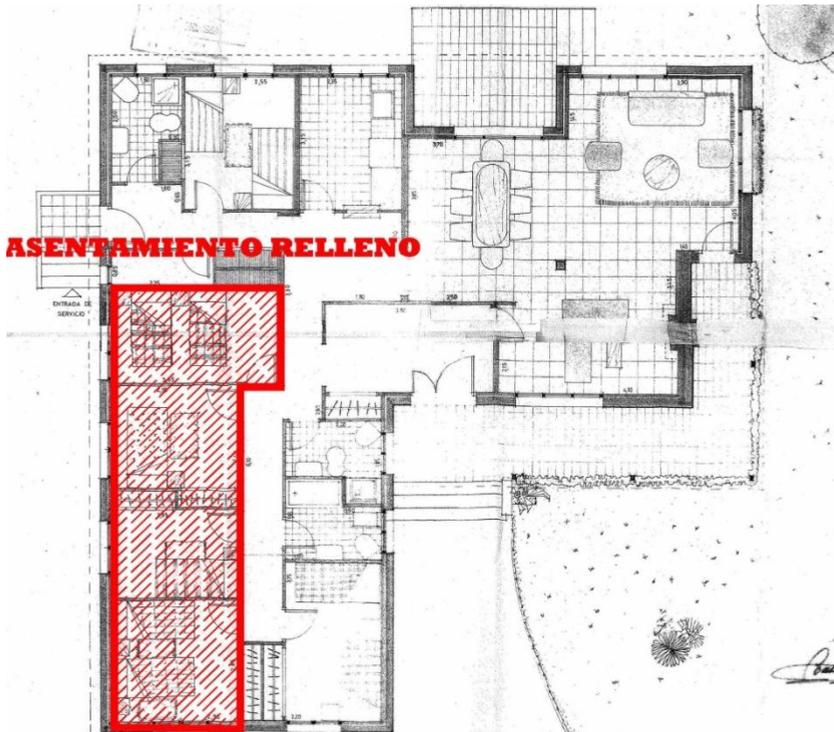


Figura 21 Asentamiento del terreno. Año 2012. Fuente: elaboración propia.

CAUSA C: En la zona de la despensa y salida lateral, los tabiques han asentado y se han desplazado hacia el exterior. El desplazamiento se debe a una mayor deformación de la fachada debido a que la fachada no está atada en la esquina.



*Figura 22 Grieta por asentamiento y deformación. Año 2012. Fuente: elaboración propia.*



*Figura 23 Asentamiento y desplazamiento de 1cm. Año 2012. Fuente: elaboración propia.*

### 1.3.4. Análisis del hundimiento del solado

Se detecta que se ha producido un asentamiento importante del solado en ciertas partes de la vivienda según el siguiente detalle



Figura 24 Asentamiento de solera. Año 2012. Fuente: elaboración propia.

Dicho asentamiento no ha afectado a los muros de carga, por lo que es evidente que es debido a una mala compactación del terreno de relleno, no de la cimentación, dado que en este último caso hubieran cedido los muros igualmente.

## 1.4. Posibles soluciones a adoptar

El problema fundamental de esta vivienda es la deficiente ejecución del forjado realizado, que no cumple los requisitos mínimos de un forjado, creando fisuras, deformaciones, etc.

Los elementos a actuar son los siguientes:

- Rehacer el forjado con sus negativos, zunchos, mallazo, etc.
- Realizar un pilar en el salón<sup>17</sup> con su cimentación y una viga de carga.
- Realizar unos pilares con su viga, en la zona izquierda que elimine la carga de los muros de carga rotos.
- Reparar los tabiques afectados.
- Realizar unos pilares en la zona izquierda de la vivienda, con una cimentación más profunda que la actual.
- Realizar un drenaje de aguas de la ladera.
- Recoger y canalizar las aguas de lluvia.

A continuación se insertan los esquemas gráficos de esta propuesta de actuación.

---

<sup>17</sup> En los planos de proyecto, el arquitecto planificó un pilar que no se ejecutó en obra, dando lugar a una estructura completamente distinta con luces enormes.

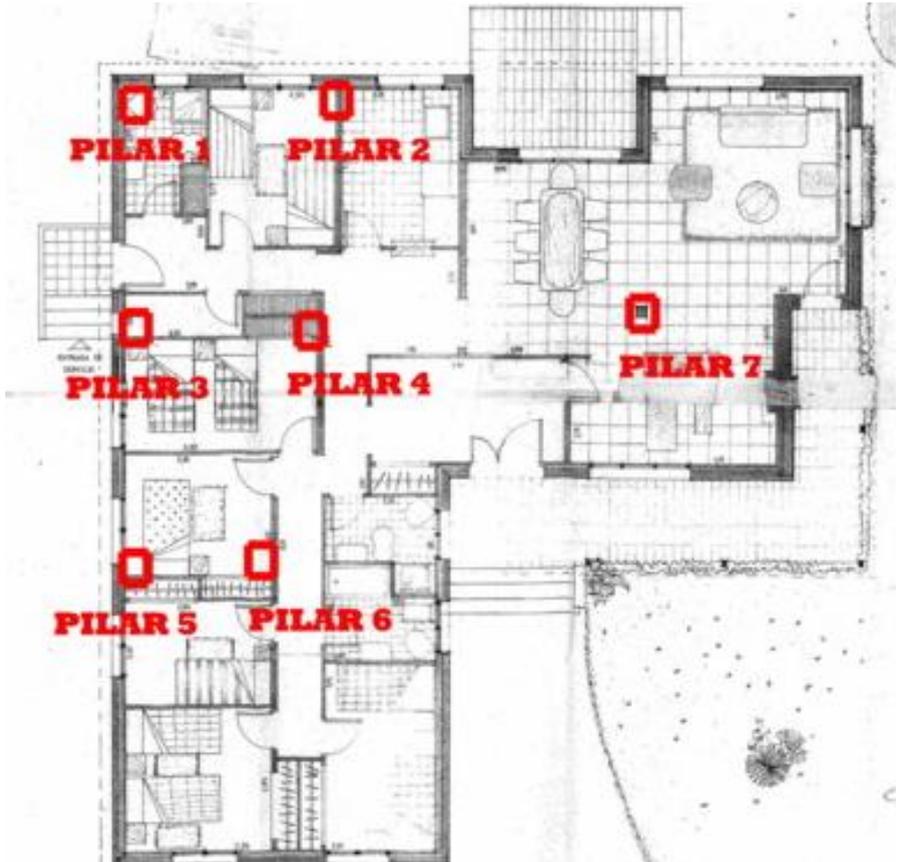


Figura 25 Planta de nuevos pilares. Año 2012. Fuente: elaboración propia.

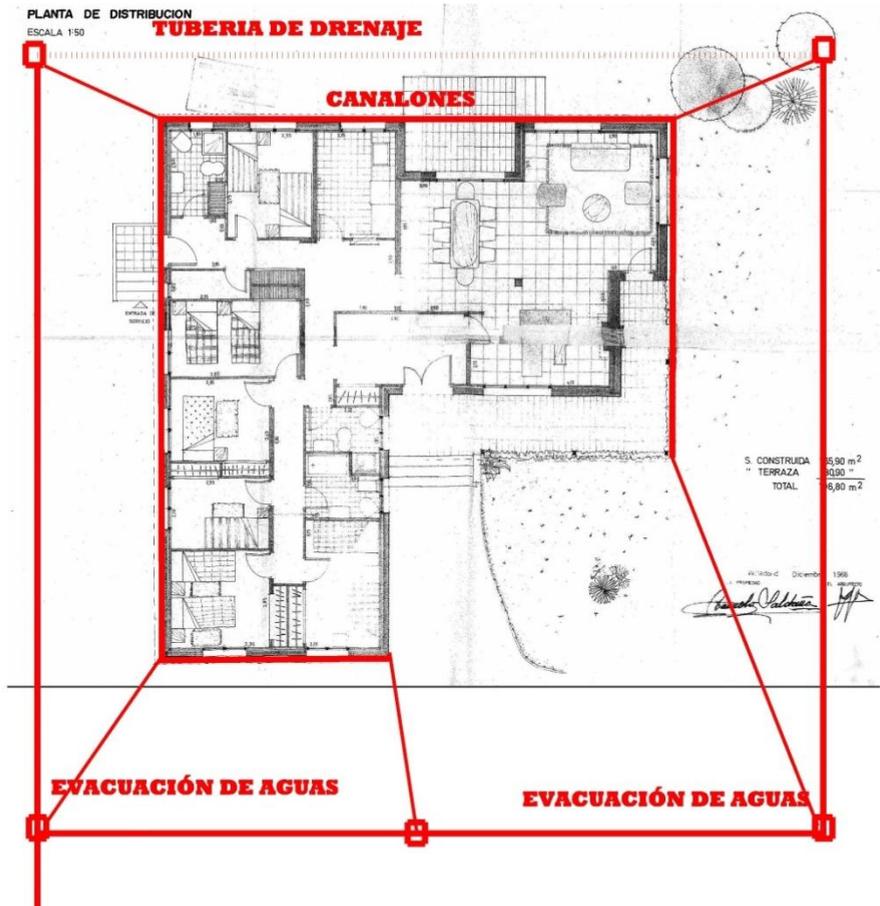


Figura 26 Drenaje y saneamiento. Año 2012. Fuente: elaboración propia.

## 1.5. Valoración de la solución propuesta

El proceso de reparación consistiría en lo siguiente:

- Eliminar enseres y proteger elementos como puertas o ventanas.
- Encofrado y apuntalado del forjado, pero con especial atención al alero, que tiene muchas probabilidades de volcar al desmontar el tejado.
- Realización de una nueva cimentación con los pilares correspondientes.
- Desmontado de cubierta, con recuperación de elementos de cubrición.
- Rehacer el forjado con negativos, mallazo, zunchos, capa de compresión, etc.
- Rehacer el tejado con los materiales antiguos y aporte de nuevos.
- Desmontar todo en apuntalamiento de la vivienda y colocación de testigos para análisis posterior.
- Colocación de venda y reparación de fisuras de los tabiques.
- Las zonas hundidas se recrecerán con mortero o resina de nivelación.
- Drenaje, canalones y evacuación de aguas.

Todo esto queda reflejado en el presupuesto de la siguiente forma:

VIVIENDA EN LA CORAL. LAGUNA DE DUERO				medición	PRECIO	PARCIAL
<b>Desmontar y volver a montar puertas, ventanas y proteger marcos, incluso ajustes.</b>						
	ventanas		15	15		
	puertas		16	16		
	armarios		8	8		
				<b>39 ud</b>	<b>10 €</b>	<b>390 €</b>
<b>Arristrar huecos de fachada</b>						
	ventanas		15	15		
	puertas		2	2		
				<b>17 ud</b>	<b>30 €</b>	<b>510 €</b>
<b>Encofrado de alero incluso tabica</b>						
		2	15,25	30,5		
		2	16	32		
				<b>62,5 ml</b>	<b>18 €</b>	<b>1.125 €</b>
<b>Encofrado de forjado protegiendo el suelo y dándole contraflecha con encofrado en los perímetros de fachada y de muro de carga.</b>						
		1	14,75	9,5	140,125	
		1	6,1	6,5	39,65	
				<b>179,775 m2</b>	<b>15 €</b>	<b>2.697 €</b>
<b>Desmontaje de cubierta y canalones. recuperando por lo menos el 80% de pizarra y remates de cubierta. Carga y transporte de escombros a vertedero, incluidas tasas.</b>						
		1	15,75	10,5	165,375	
		1	6,1	7,5	45,75	
				<b>211,125 m2</b>	<b>20 €</b>	<b>4.223 €</b>
<b>Excavación para zapata de y relleno con hormigon HA-30 con una cuantía de 30kg/m3</b>						
	salón	1	1	1	1	
	fachada izquierda	3	0,75	0,75	3	
	muro de carga	3	0,75	0,75	2,5	
				<b>6,5 m3</b>	<b>280 €</b>	<b>1.820 €</b>
<b>Pilar metálico de 2U soldados de 100 con placas de anclaje con patillas superior e inferiormente, cartelas. Incluso pintura de minio.</b>						
	fachada izquierda		3	5	15	
	muro de carga		3	4,5	13,5	
				<b>28,5 ml</b>	<b>60 €</b>	<b>1.710 €</b>
<b>Pilar metálico de tubo de diametro 15cm con placas de anclaje con patillas superior e inferiormente, cartelas. Incluso pintura de minio.</b>						
	salón	1	3	3	3	
				<b>3 ml</b>	<b>110 €</b>	<b>330 €</b>
<b>Refuerzo con 3000kg de hierro en formación de zunchos, negativos, mallazo, según plano de proyecto y 10 cm de hormigon HA-30. Formación de vigas encima de muros de carga por la parte alta</b>						
		1	15,75	10,5	165,375	
		1	6,1	7,5	45,75	
				<b>211,125 m2</b>	<b>60 €</b>	<b>12.668 €</b>
<b>Formación de viga en salón, armado, hormigon y encofrado</b>						
	salón	1	8	1	8	
				<b>8 ml</b>	<b>50 €</b>	<b>400 €</b>
<b>Realización de cubierta similar al actual aprovechando el material desmontado y aportando un 20% de material de pizarra, piezas de ventilación, remates de limahoyas, limateras, chimeneas e impermeabilización de los mismos.</b>						
		1	15,75	10,5	165,375	
		1	6,1	7,5	45,75	
				<b>211,125 m2</b>	<b>80 €</b>	<b>16.890 €</b>

VIVIENDA EN LA CORALA, LAGUNA DE DUERO				medición	PRECIO PARCIAL
<b>Desmontaje de papel en paredes y techos y reparación de fisuras con venda.</b>					
paredes	vert	6	15,6	3	280,8
		2	9,5	3	57
	hori	12	6,5	3	234
		2	8,35	3	50,1
techos	salón	2	9,5	3	57
		1	14,75	9,5	140,125
	1	6,5	6,1	39,65	
				<b>858,675 m2</b>	<b>3 € 2.576 €</b>
<b>Capa de mortero de nivelación y colocación de linoleo pegado y remates.</b>					
	hundido	1	3,85	10,2	39,27
				<b>39,27 m2</b>	<b>60 € 2.356 €</b>
<b>Colocación de baldosas de terrado aportadas por la propiedad, incluso pulido.</b>					
	pilares	1	1	1	1
		6	1	1	6
				<b>7 m2</b>	<b>48 € 336 €</b>
<b>Pintura plastica en paredes y techos.</b>					
paredes	vert	6	15,6	3	280,8
		2	9,5	3	57
	hori	12	6,5	3	234
		2	8,35	3	50,1
techos	salón	2	9,5	3	57
		1	14,75	9,5	140,125
	1	6,5	6,1	39,65	
temple		-1	29,76	1	-29,76
				<b>828,915 m2</b>	<b>8 € 6.631 €</b>
<b>Pintura al temple en techos de cocina y baños.</b>					
	cocina	1	5,2	3,6	18,72
	baños	1	1,6	2,5	4
		1	2,2	1,3	2,86
		1	2,2	1,9	4,18
				<b>29,76 M2</b>	<b>3 € 89 €</b>
<b>Pintura de exteriores en alero.</b>					
		1	2	15,25	30,5
		1	2	16	32
				<b>62,5 m2</b>	<b>15 € 938 €</b>
<b>Reparación de azulejos sueltos</b>					
				1	10
				<b>10 M2</b>	<b>30 € 300 €</b>
<b>Reparación de tabiques rotos con grapas metálicas</b>					
	despensa	2	4	3	24
		1	1,5	3	4,5
				<b>28,5 ml</b>	<b>10 € 285 €</b>
<b>MI tubería de drenaje enterrada a 1m forrada de geotextil, incluso excavación, grava, tapado y conexión a arquetas.</b>					
	drenaje	1	30	1	30
				<b>30 ml</b>	<b>50 € 1.500 €</b>
<b>MI canalón horizontal y vertical y conexión a arqueta.</b>					
	horizontal	1	6,5	6,5	
		1	15,6	15,6	
		1	14,75	14,75	
		-	-	-	

VIVIENDA EN LA CORALA. LAGUNA DE DUERO	medición	PRECIO PARCIAL
<b>Montaje de canal y bajantes desmontadas.</b>		
canal y bajantes existentes	1	
	1 ud	200 € <input type="text" value="200 €"/>
<b>Ud arqueta, con excavación, relleno, solera, fabrica de ladrillo, enfoscado interior, tapa y reposición de acera</b>		
drenaje	1	
bajantes	5	
	6 ud	120 € <input type="text" value="720 €"/>
<b>MI Tubería enterrada de pvc de diametro 200, incluso excavación, colocación, conexión e instalación y tapado de zanja.</b>		
horizontal	2	44
	1	20
	1	15
	79 M2	60 € <input type="text" value="4.740 €"/>
<b>MI Tubería enterrada de polietileno de diametro 40, incluso excavación, conexiones a la antigua tubería, dos pequeñas arquetas y tapado de zanja.</b>		
	1	35
	35 M2	20 € <input type="text" value="700 €"/>
<b>TOTAL</b>		<input type="text" value="65.666,70"/>

Capítulo	Importe
1 Demoliciones .	65.666,70
<b>Presupuesto de ejecución material</b>	<b>65.666,70</b>
13% de gastos generales	8.536,67
6% de beneficio industrial	3.940,00
<b>Suma</b>	<b>78.143,37</b>
21% IVA	16.410,11
<b>Presupuesto de ejecución por contrata</b>	<b>94.553,48</b>

Asciende el presupuesto de ejecución por contrata a la expresada cantidad de NOVENTA Y CUATRO MIL QUINIENTOS CINCUENTA Y TRES EUROS CON CUARENTA Y OCHO CENTIMOS

Valladolid a 24 de Julio de 2015  
Arquitecto Técnico

Roberto Rojo Arranz

# Capítulo 2.

## Bloque de viviendas con estructura de madera

### 2.1. Introducción

Hay que tener en cuenta, que aunque las primeras construcciones y patentes<sup>18</sup> de hormigón en España datan a partir de 1903. La primera normativa española sobre él, es la, “*Instrucción para el proyecto y ejecución de obras de hormigón*” en 1939. A partir de este año se comenzó a utilizar el hormigón de forma generalizada dado que esta ley reglamentaba su uso. Hasta entonces prácticamente todos los edificios se realizaban con muros de ladrillo en fachada y en planta baja, para evitar las humedades y el resto del edificio con estructura de madera, principalmente por ser los materiales que disponían y les resultaban relativamente económicos.

Una de las principales manifestaciones patológicas en este tipo de edificios son **las humedades**, tanto las que proceden del terreno y ascienden por capilaridad, como las humedades procedentes por la

---

<sup>18</sup> Más de 150 patentes que se registraron en España relacionadas con el hormigón armado correspondían al sistema Monier (1884) provenientes de Francia

lluvia provocando asentamientos y pudrición de la madera. Otra es la **carcoma**<sup>19</sup> de la madera que se podría considerar como un cáncer que va matando su interior.

Este edificio en concreto es una construcción finalizada en el año 1940 y se encuentra ubicado dentro del casco histórico de Valladolid. Dispone de planta baja, más 4 alturas sobre rasante. Es un edificio de esquina en bloque, con un patio interior con trasteros.

No dispone de sótano. Dispone de una cimentación superficial y la solera de planta baja esta sobre relleno de tierra.

El edificio refleja el sistema constructivo del momento, consistente en una cimentación superficial, sobre la que descansaban los muros de carga. La fachada y la planta baja se realizaba con ladrillo, porque dicho material soporta mucho mejor las lluvias y las humedades. En planta baja la estructura es de muros de carga. En el resto de plantas, dispone de muros de carga en fachada delantera y posterior, el resto de la estructura es de pilares de madera. El tejado es de madera con teja.



Figura 27 Termitas y carcomas. Año 2015. Fuente: <http://pinturas-dami.com>

---

<sup>19</sup> Larvas de varias especies de coleópteros que perforan madera, construyendo galerías y produciendo un polvo o serrín llamado quera.

## 2.2. Manifestaciones patológicas observadas

### 2.2.1. Problemas estructurales

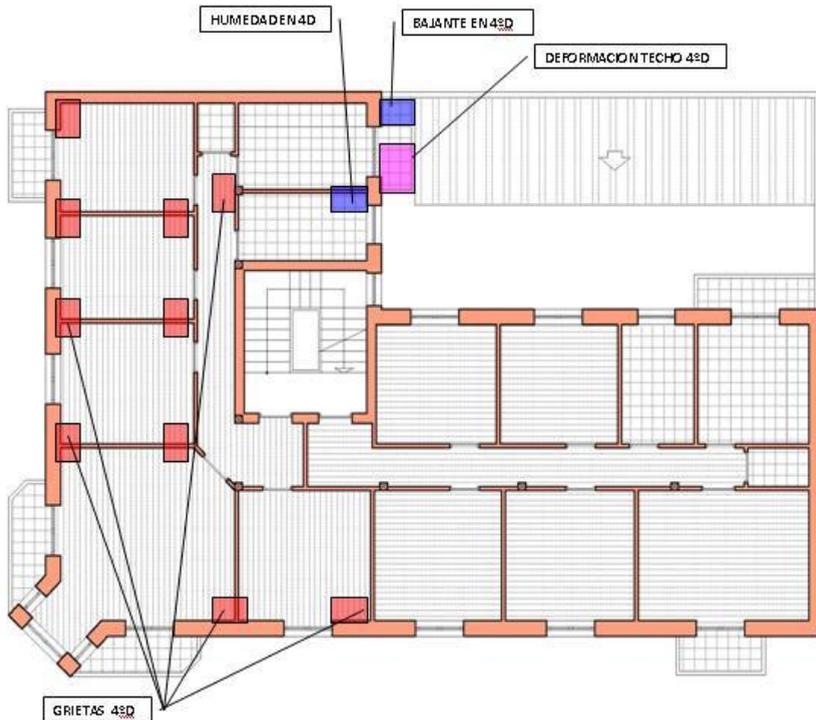
**Desnivel del solado** entre las fachadas y el pasillo central de unos 7cm. Esta patología aparece en todas las viviendas, si bien existen viviendas reformadas en las que no se aprecia porque los propietarios han realizado un recrecio para igualar el solado.



Figura 28 Pendientes del solado en planta pisos. Año 2015. Fuente: elaboración propia.

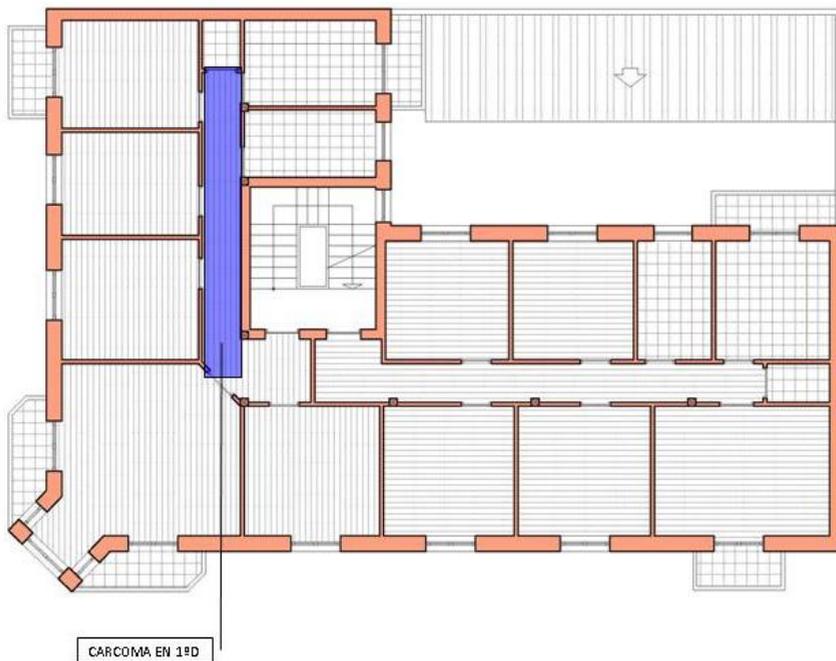
**Grandes grietas en las viviendas que están sin reformar.**

**Deformación en techo de balcón de planta cuarta.**



*Figura 29 Manifestaciones patológicas 4ºD. Año 2015. Fuente: elaboración propia.*

**Carcoma** en la tarima del suelo y en la parte alta de varias vigas estando en buen estado la parte baja de las mismas.



*Figura 30 Carcoma en 1ºD. Año 2015. Fuente: elaboración propia.*

## 2.2.2. Problemas de humedades

**Los trasteros se encuentran en estado de ruina.**

**Humedades en muro junto al patio.**

**Humedades en el portal, próximas a las tuberías de desagües.**

**Bajantes de cubierta deterioradas y rotas.**

**Humedad en vivienda de cuarto piso.**



Figura 31 Humedades en planta baja. Año 2015. Elaboración propia.

## 2.3. Estudio y causas de las manifestaciones

Para averiguar las posibles causas de las manifestaciones patológicas, se realizaron varias catas en los pilares de planta baja y en techo de planta cuarta y se colocaron testigos en la vivienda de la planta 4ª, que es la más fisurada.

### **Humedades en el patio:**

En el patio se detectó la rotura de los tejados de los trasteros, así como la existencia de manchas verdes de moho y acumulación de escombros, provocando humedades en la pared interior de las viviendas por capilaridad.



*Figura 32 Tejado trasteros derrumbado. Año 2015. Fuente: elaboración propia.*



*Figura 33 Trasteros en mal estado con vegetación. Año 2015. Fuente: elaboración propia<sup>20</sup>.*

Esto nos indica claramente que se está acumulando agua en la tierra, bajo el patio, sin que exista evacuación de la misma.

---

<sup>20</sup> Trasteros en estado de ruina evidente.

### Humedades en el portal:

La aparición de humedades procedentes del suelo próximas a canalizaciones<sup>21</sup> de aguas residuales nos indica que la tubería se encuentra deteriorada.



*Figura 34 humedades en el portal. Año 2015. Fuente: elaboración propia.*

---

<sup>21</sup> Paso a menos de 1m de la tubería general de saneamiento del edificio.

### Humedades en bajantes:

Se observa claramente un abandono absoluto del mantenimiento de las bajantes. Hay plantas de gran tamaño que deterioran la bajante<sup>22</sup>.



*Figura 35 Humedad en bajante. Año 2015. Fuente: elaboración propia.*

---

<sup>22</sup> Plantas que han crecido con las raíces dentro de la tubería y han terminado por romperla.

### Humedades en vivienda del cuarto:

En esta vivienda puede observarse como el agua se filtra desde la parte inferior del tejado<sup>23</sup>, debido a que existe un movimiento de una teja que permite que penetre agua entre las mismas.



*Figura 36 Humedad en 4ºD. Año 2015. Fuente: elaboración propia.*

---

<sup>23</sup> Humedad que oxida perfiles metálicos de la cubierta que se pusieron en la última reforma del tejado.

### Desnivel del solado y fisuras en vivienda de planta 4ª:

Del examen de las catas realizadas en planta baja, se puede comprobar que en planta baja no hay pilares de madera sino que son soportes de hormigón y se encuentran en buenas condiciones. Así pues, descartado un deterioro de la madera, se baraja la opción de un asentamiento<sup>24</sup> del terreno

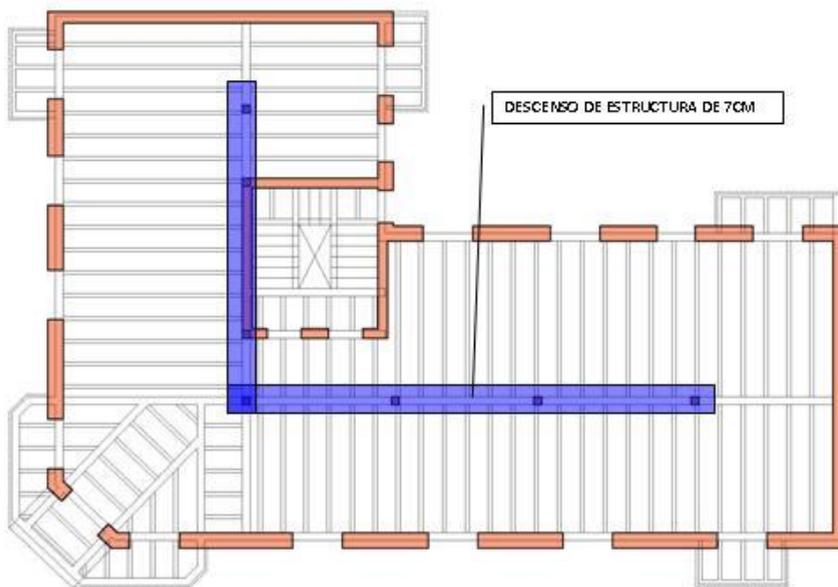


Figura 37 Pendientes y descenso de estructura de madera. Año 2015. Fuente: elaboración propia.

---

<sup>24</sup> Las zapatas de los pilares transmite al terreno mayores cargas por  $\text{cm}^2$  que los muros.

Falta por saber si este movimiento está vivo<sup>25</sup>, o por el contrario se encuentra ya muerto<sup>26</sup>, para lo cual se colocan varios testigos de yeso en la vivienda más fisurada que es la vivienda del cuarto.

Después de dos meses de su colocación no se aprecian fisuras en los mismos por lo que queda ya claro que es un asentamiento que ya se ha detenido por completo y puede procederse a reparar las grietas y el resto de desperfectos en viviendas.

### **Deformación en techo de balcón:**

Desmontado el tablero, se observa un cascote en el falso techo, deformando el mismo.

### **Carcoma en la estructura de forjado:**

La carcoma en la madera es un problema grave, sobre todo cuando se produce en la madera oculta, como es este caso, que se aprecia en los forjados.

En este caso concreto, al realizar un cambio de solado se detectó la carcoma en la tarima y en la parte alta de la viga sobre la que apoyaba deduciendo que la carcoma ha entrado por tarima y se ha ido desplazado a la parte alta de la viga.

Es lógico pensar que puedan existir focos de carcoma debido a la antigüedad de la vivienda y al no disponer la madera de tratamiento específico para la carcoma.

---

<sup>25</sup> Se refiere a que se está moviendo en esta fecha

<sup>26</sup> Se refiere a que ya no existe movimiento del mismo



*Figura 38 Detalle de carcoma en viga. Año 2015. Fuente: elaboración propia.*

Tal como se observa, la carcoma ha deteriorado enormemente la viga, deshaciéndose al tocarla prácticamente con las manos.



*Figura 39 Vista general de la carcoma. Año 2015. Fuente; elaboración propia.*

## 2.4. Posibles soluciones a adoptar

Analizadas las deficiencias en el edificio, pasaremos a dar una posible solución a las deficiencias anteriores. Conviene tener presente que siempre hay varias soluciones y cada técnico se puede decantar por una de ellas. Todas ellas igual de correctas.

Ante esta tesitura, el planteamiento que se procura seguir es el de buscar la solución más sencilla, eficaz y de menor coste y molestias a los propietarios. Hay que indicar que, generalmente la solución más simple es la más eficaz y más duradera.

Se propone a continuación una solución diferente a cada deficiencia.

### **Humedades en patio y portal.**

- A. En primer lugar eliminar los peligros y humedades que supone tener unas construcciones en ruina, tanto para la seguridad de la gente, como para las humedades del edificio.
- B. Realizar un drenaje con una arqueta de bombeo para prevenir en un futuro que puede acumularse humedad en el terreno, ya sea por aguas de lluvia o por aguas de nivel freático o bien por roturas de cualquier tipo de tubería. Esta solución aunque en principio pudiera considerarse por algunos como innecesaria se considera como intervención preventiva que evitará problemas en los próximos 50 años y a un muy pequeño coste.
- C. A continuación, realizar el saneamiento y el drenaje del patio de vecinos con sumideros, impermeabilización y de solera de hormigón para poder transitar por él.

- D. Finalmente realizar una renovación de las tuberías de desagüe general que pasan por el portal, para eliminar las humedades.

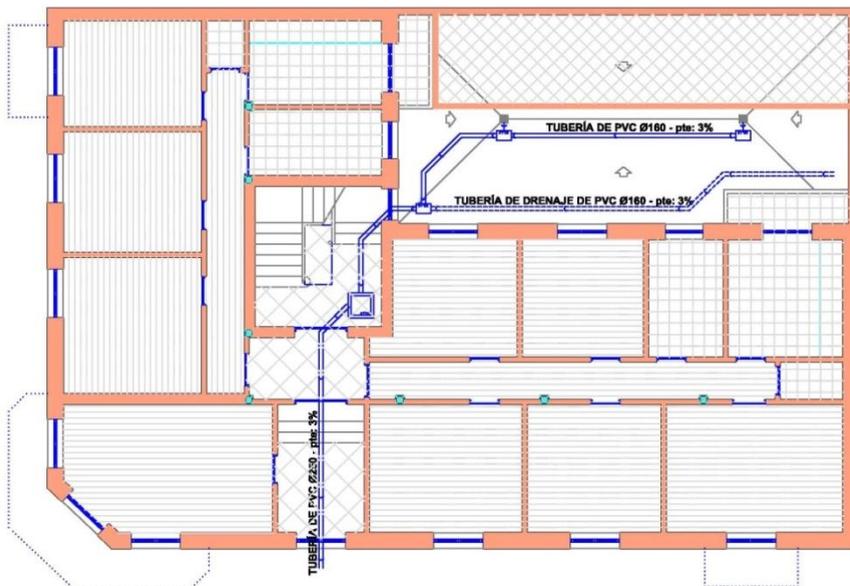


Figura 40 Solera y drenaje en planta baja. Año 2015. Fuente: elaboración propia.

### Humedades en bajantes y en tejado.

Uno de las causas más importantes de las manifestaciones patológicas es la falta de mantenimiento del edificio y de las instalaciones. Estos ejemplos son irrelevantes técnicamente, pero fundamentales para poner de manifiesto la gran importancia que tiene un sencillo trabajo de mantenimiento solucionando problemas de raíz de una manera

sencilla, económica y responsable de nuestros edificios evitando consecuencias graves, costosas, e incomodadas para los usuarios.

En la bajante vista se detecta la existencia de hierbas en las juntas de la misma, debiendo haber sido objeto de un mantenimiento a lo largo de los años. La ausencia de este mantenimiento, provoca que estas hierbas crezcan y se conviertan casi en arbustos, derivando en una rotura de la tubería por la presión de las raíces, deteriorando las juntas y provocando fugas de agua por ellas. Además hay que indicar que este edificio tiene estructura de madera y que el agua deteriora la madera, por lo que podríamos encontrarnos en un plazo más largo en un derrumbe parcial de alguna parte del edificio.

La gotera en el tejado de la vivienda, es un caso similar. Aquí el mantenimiento es un poco mayor pues puede suponer la realización de un retejado del edificio, pero es cierto que, la no realización de este pequeño mantenimiento supone, en este edificio con estructura de madera, un deterioro de vigas, correas y durmientes estructurales.

Los edificios con estructura de madera, tienen dos problemas muy importantes que hay que prevenir: el primero el agua, que destruye la madera (elemento estructural) y el segundo es la carcoma que silenciosamente la va devorando.

### **Descenso del forjado y fisuras en vivienda del cuarto:**

La manifestación más importante de este edificio es el descenso del forjado de 7 cm. Este problema inicialmente resultó muy preocupante, porque indica que ha habido un movimiento estructural muy importante y es preciso conocer si este movimiento continuaba vivo o estaba inactivo ya.

Después de colocar los testigos<sup>27</sup> y comprobar que es un movimiento inactivo, procedemos a solucionarle constructivamente.

En el examen del edificio se detectó que varios de los vecinos habían solucionado de manera distinta el problema, aunque no siempre de la manera más recomendable. Algunos vecinos, ante el problema de un desnivel enorme del solado (7cm. en 4 m. de longitud), han optado por nivelar el suelo con otro solado, haciéndolo la mayoría de ellos con mortero y rematando con una baldosa cerámica. Esta solución es poco recomendable debido a:

- A. Aumento de peso importante al forjado, para el cual no estaba calculado.
- B. Elementos rígidos sobre elementos flexibles como es la madera puede dar grietas y fisuras desagradables.
- C. Reducción de la transpiración de la madera por su cara superior.

Hay que indicar que, generalmente, la mejor forma de intervenir es usando los mismos materiales y sistemas que se usaron en su construcción. En este caso concreto el mejor sistema para resolver la manifestación patológica sería realizar un recrecido con rástreles de madera y una tarima superior.

---

<sup>27</sup> Son pequeños revestimientos de yeso realizados sobre las grietas ó fisuras, con un espesor muy pequeño, para que se pueda fisurar fácilmente y detectar así la existencia de posibles movimientos.

### **Carcoma en la estructura de forjado:**

La carcoma en la madera es un problema grave, sobre todo cuando se produce en la madera oculta, como es este caso que se produce en el forjado.

En este caso concreto, al realizar un cambio de solado se detectó la carcoma en la tarima y en la parte alta de la viga sobre la que apoyaba, deduciéndose que la carcoma ha entrado a través de la tarima y se ha ido desplazado a la parte alta de la viga.

Se ha procedido a eliminar toda la tarima existente, para eliminar los insectos que se encuentren en la misma y porque ya no tiene las características necesarias para su función dado que se podría convertir en un foco de infección para el resto de la madera.

La afección más grave se producía en la tarima, desplazándose a la parte alta de las vigas, mientras que la parte inferior de las mismas se observa sana.

La carcoma es como un cáncer que paulatinamente va devorando la madera.

Los forjados tradicionales de madera son muy simples. No disponen de características tan básicas como aislamiento al fuego, al ruido, a la carcoma, etc., principalmente porque en el momento de la realización no se disponía de los materiales que existen actualmente. En aquellos tiempos no existían los estándares de calidad actuales, limitándose a cumplir una función estructural. También es cierto que, en este caso, hay que decir que el sistema utilizado ha resultado eficaz, pues ha durado más de 75 años.

El sistema estructural es el que se refleja en el esquema siguiente.



*Figura 41 Detalle forjado existente. Año 2015. Fuente: elaboración propia.*

Para proteger o eliminar la carcoma en la madera, existen varios sistemas, que analizaremos a continuación.

**Autoclave**, el mejor sistema anticarcoma es el pretratamiento en autoclave, en el cual la madera se introduce en una cámara donde se realiza el vacío y le aplica a presión diversos tratamientos químicos (anticarcoma, insecticidas, fungicidas, barnices, protectores, etc.) para mejorar sus propiedades. Es un tratamiento controlado, permitiendo obtener las mejores condiciones posibles y la mayor penetración de los productos en la madera.

Este sistema no es posible su aplicación “in situ”<sup>28</sup>.

Para los tratamientos “in situ” podemos hablar de:

---

<sup>28</sup> Realización en el propio sitio sin necesidad de transportar a taller.

**Inyección**, en el cual se realizan unos taladros a “tresbolillo” cada 40cm. donde se colocan unos inyectoros (boquillas) en el taladro por donde se introduce a presión el producto insecticida.



*Figura 42 Inyección producto anticarcoma. Fuente: eliminacionplagas.com*

**Pulverización**, consiste en pulverizar o pintar superficialmente la madera con un producto específico para la carcoma. Este sistema no es válido para piezas de mucho espesor dado que la penetración en el mejor de los casos será de 1 ó 2cm.



*Figura 43 Tratamiento de carcoma con pulverización. Año 2015. Fuente: plaguiplan.es*

**Aplicación de geles**, consiste en aplicar geles insecticidas, para piezas de no mucho espesor.



*Figura 44 Tratamiento anticarcoma con gel. Año 2015. Fuente:plaguisur.com*

**Atmósfera Controlada CAT**, es un tratamiento que se realiza dentro de una burbuja estanca, donde se introduce la pieza de madera. Se elimina el oxígeno y se introduce un gas inerte tipo CO<sub>2</sub> ó Nitrógeno, con la intención de que los insectos no puedan respirar y el gas introducido les afecte. Estos gases no son contaminantes y se pueden recuperar y no afectan al material en cuestión. Este tratamiento es utilizado también en restauración de madera, libros, obras de arte, etc.



*Figura 45 Tratamiento anticarcoma de atmósfera controlada. Año 2015  
Fuente: termitasmadera.com*

### **Soluciones adoptadas:**

En esta situación en concreto, se considera que la solución más recomendable es:

- A. **Eliminar la madera carcomida**, con el objeto de eliminar una parte de insectos adulto y larvas que permita que al aplicar el tratamiento superficial proteja la madera sana y no la madera ya deteriorada.
- B. **Aplicar un tratamiento superficial.**

- C. **Inyección**, realizando taladros, e instalando los inyectores y aplicando el producto fungicida, sobre todo en las proximidades a las zonas afectadas, para evitar un contagio.
- D. **Refuerzo**<sup>29</sup>, de las vigas afectadas por un importante ataque, para que la estructura no pierda resistencia mecánica e incluso que sea mejorada, para lo cual se colocaran dos vigas de madera laminada y tratadas en autoclave contra la carcoma. Esto asegura las características mecánicas y que no se vean afectadas, en un futuro, por la carcoma. Se unirán mediante una cola de contacto madera-madera y tornillos de unión a tresbolillo, asegurando así, el comportamiento solidario de las piezas en conjunto. Este sistema obliga a desmontar completamente el solado de la vivienda, pues parece ser que este es el punto de entrada de la infección.

Esta intervención debe de realizarse en todas las viviendas de estructura de madera (planta 1 a 4), la planta baja no, porque son muros de carga y la estructura no es de madera.

Este sistema se puede mejorar con los materiales y exigencias actuales, para conseguir mayor resistencia al fuego, mayor aislamiento térmico y acústico entre las viviendas y una mayor solidez de la tarima. Para conseguir esto se procede a insertar una lana de roca resistente al fuego y con aislamiento acústico entre las viguetas de madera, dos tableros OSD para dar estabilidad y resistencia al forjado y una tela impermeable y transpirable, para que respire la madera y no pase humedad al piso inferior.

---

<sup>29</sup> Los refuerzos pueden ser de madera, hierro, acero galvanizado...

La solución grafica propuesta sería la siguiente:



*Figura 46 Detalle propuesto para refuerzo de forjado. Año 2015. Fuente: elaboración propia.*

### **Deformación en techo de balcón:**

Al desmontar el tablero, se observa un cascote en el falso techo, deformando el mismo. Esta manifestación patológica, claramente no tiene ninguna importancia técnica como las anteriormente indicadas de humedad en tejado y en bajante pero constata que muchas de estas manifestaciones son debidas a una mala praxis profesional y un defectuoso mantenimiento.

La reparación es sencilla. Es suficiente con eliminar el cascote.

## 2.5. Valoración de la solución propuesta

El proceso de reparación consistiría en lo siguiente:

- Eliminar enseres de las viviendas y proteger elementos como puertas y ventanas<sup>30</sup>.
- Desmontado del solado existente, incluso la tarima.
- Eliminar, recoger y transporte a escombrera, la madera carcomida sin prácticamente función resistente dejando la madera dura y resistente. El material eliminado se recogerá con precaución de no dejar restos en el forjado, pues en esta madera es probable que haya insectos, larvas o huevos.
- Tratamiento con superficial con brocha o pulverizado de toda la madera que se pueda aplicar.
- Tratamiento con inyección de toda la madera estructural en vigas y viguetas y pilares.
- Reforzar las vigas de madera con vigas laminadas, tratadas en autoclaves contra la carcoma y la humedad.
- Colocación de tableros DM a matajunta, lámina impermeabilizante y transpirable y colocación de acabado de madera.

---

<sup>30</sup> Propiamente no es una partida de construcción pero parece lógico introducirla pues es necesario par poder realizar la obra.

- También es necesario tratar los pilares de madera. Pero estos son más sencillos, pues todos tienen una cara desde la cual se puede realizar inyecciones con taladro.
- Reparaciones de pequeñas manifestaciones patológicas, como son las humedades de bajante, tejado y deformación de tablero.

Todo esto queda reflejado en el presupuesto de la siguiente forma:

## Presupuesto parcial nº 1 Demoliciones

Nº	Ud	Descripción	Medición			Precio	Importe	
1.1	M3	M3. Demolición, sobre rasante, de elementos varios de un edificio estructuralmente aislado, mediante empuje de máquina hasta 2/3 de la altura de ataque de la misma, i/riego de escombros, carga mecánica de estos sobre camión, transporte a vertedero y p.p. de costes indirectos, según NTE/ADD-20.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			1	11,000	2,500	3,000	82,500	
							82,500	82,500
			<b>Total M3 .....:</b>			<b>82,500</b>	<b>4,05</b>	<b>334,13</b>
1.2	M³	Excavación en zanjas para instalaciones en suelo de arcilla blanda, con medios manuales, entibación ligera, retirada de los materiales excavados y carga a camión.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			1	11,000			11,000	
			1	6,000			6,000	
							17,000	17,000
			<b>Total m³ .....:</b>			<b>17,000</b>	<b>36,58</b>	<b>621,86</b>
1.3	M2	M2. Demolición de solera de hormigón en masa, de 15 cm. de espesor, con martillo compresor de 2.000 l/min., i/retirada de escombros a pie de carga, maquinaria auxiliar de obra y p.p. de costes indirectos, según NTE/ADD-19.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			2	12,000	5,500		132,000	
			1	5,000	1,500		7,500	
							139,500	139,500
			<b>Total M2 .....:</b>			<b>139,500</b>	<b>9,33</b>	<b>1.301,54</b>
1.4	Ud	Ud. Cambio de contenedor de 5 m3. de capacidad, colocado en obra a pie de carga, i/servicio de entrega, alquiler, tasas por ocupación de vía pública y p.p. de costes indirectos, incluidos los medios auxiliares de señalización.						
			<b>Total Ud .....:</b>			<b>5,000</b>	<b>114,54</b>	<b>572,70</b>
1.5	Ud	Transporte de residuos inertes de madera producidos en obras de construcción y/o demolición, con contenedor de 7 m³, a vertedero específico, instalación de tratamiento de residuos de construcción y demolición externa a la obra o centro de valorización o eliminación de residuos.						
			<b>Total Ud .....:</b>			<b>10,000</b>	<b>176,17</b>	<b>1.761,70</b>
1.6	M3	M3. Canon de vertido de escombros en vertedero con un precio de 2,57 €/m3. y p.p. de costes indirectos.						
			<b>Total M3 .....:</b>			<b>50,000</b>	<b>2,65</b>	<b>132,50</b>
			<b>Total presupuesto parcial nº 1 Demoliciones :</b>					<b>4.724,43</b>

## Presupuesto parcial nº 2 Acondicionamiento del terreno

Nº	Ud	Descripción	Medición			Precio	Importe	
2.1	M	Zanja drenante rellena con grava filtrante sin clasificar, envuelta en geotextil, en cuyo fondo se dispone un tubo de PVC ranurado corrugado circular de simple pared para drenaje, enterrado hasta una profundidad máxima de 2 m, de 160 mm de diámetro.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			1	12,000			12,000	
							12,000	12,000
			Total m .....:			12,000	21,37	256,44
2.2	Ud	Arqueta de bombeo, de obra de fábrica, registrable, de dimensiones interiores 100x100x100 cm, con losa de hormigón armado HA-30/B/20/IIb+Qb y tapa prefabricada de hormigón armado, conjunto de dos bombas iguales en funcionamiento alternativo, siendo cada una de ellas una bomba sumergible para achique de aguas de infiltración, limpias o ligeramente cargadas, construida en acero inoxidable, con una potencia de 0,25 kW.						
			Total Ud .....:			1,000	1.000,46	1.000,46
2.3	Ud	Arqueta con sumidero sifónico y desagüe directo lateral, de obra de fábrica, registrable, de dimensiones interiores 50x50x65 cm, con tapa prefabricada de hormigón armado.						
			Total Ud .....:			2,000	140,85	281,70
2.4	M	Colector enterrado de saneamiento, con arquetas (no incluidas en este precio), de PVC liso, serie SN-4, rigidez anular nominal 4 kN/m <sup>2</sup> , de 160 mm de diámetro, pegado mediante adhesivo.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			1	12,000			12,000	
			1	5,000			5,000	
							17,000	17,000
			Total m .....:			17,000	38,98	662,66
2.5	Ud	Caldereta con sumidero sifónico de PVC, de salida vertical de 75 mm de diámetro, con rejilla plana de PVC de 150x150 mm.						
			Total Ud .....:			2,000	19,61	39,22
2.6	M²	Encachado de 20 cm en caja para base solera, con aporte de grava de cantera de piedra caliza, Ø40/70 mm, compactación mediante equipo manual con bandeja vibrante, previo rebaje y cajeadado.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			2	12,000	5,500		132,000	
			1	5,000	1,500		7,500	
							139,500	139,500
			Total m² .....:			139,500	8,12	1.132,74
2.7	M²	Solera de de hormigón armado HA-25/B/20/IIa fabricado en central y vertido con cubilote, de 10 cm de espesor, extendido y vibrado manual, armada con malla electrosoldada ME 20x20 de Ø 5 mm, acero B 500 T 6x2,20 UNE-EN 10080, colocada sobre separadores homologados, para base de un solado.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			2	12,000	5,500		132,000	
			1	5,000	1,500		7,500	
							139,500	139,500
			Total m² .....:			139,500	10,34	1.442,43
2.8	M3	M3. Excavación, con retroexcavadora, de terrenos de consistencia dura, con extracción de tierras a los bordes, i/p. de costes indirectos.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			1	11,000	0,600	1,000	6,600	
							6,600	6,600
			Total M3 .....:			6,600	10,40	68,64

## Presupuesto parcial nº 2 Acondicionamiento del terreno

Nº	Ud	Descripción	Medición			Precio	Importe	
2.9	MI	MI. Tubería de PVC SANECOR, de 160 mm. de diámetro, compuesta por dos paredes extruidas y soldadas simultáneamente con una altura del nervio de las paredes de 5,8 mm, la interior lisa para mejorar el comportamiento hidráulico y la exterior corrugada para aumentar la resistencia mecánica en uso enterrado, unión por enchufe con junta elástica de cierre, color teja, en tubos de longitud de 6 m., colocada sobre cama de arena de río lavada y posterior relleno de al menos 5 cm con arena seleccionada exenta de piedras mayores a 10 mm., con una pendiente mínima del 2 %, l/ipp. de piezas especiales, instalación de acuerdo al Pliego de prescripciones Técnicas Generales para tuberías de saneamiento de poblaciones (MOPU), según UNE EN 1329 y CTE/DB-HS 5.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			1	11,000			11,000	
			1	5,000			5,000	
							16,000	16,000
			Total MI .....			16,000	25,87	413,92
2.10	MI	MI. Tubería de drenaje de hormigón poroso de 20 cm. de diámetro, colocada sobre solera de hormigón HM-20 N/mm2, incluso p.p. de geotextil Sika Geotex PP 120, según CTE/DB-HS 1.						
			Total MI .....			12,000	31,15	373,80
2.11	M3	M3. Relleno de grava filtrante de 40/80 mm. tamaño máximo, vertido directamente del camión que transporta la grava a la obra, con posibilidad de aproximación al lugar de vertido, según CTE/DB-HS 1.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			1	12,000	0,600	1,000	7,200	
							7,200	7,200
			Total M3 .....			7,200	39,61	285,19
2.12	Ud	Ud. Arqueta de registro de 51x51x80 cm. realizada con fábrica de ladrillo macizo de 1/2 pié de espesor recibido con mortero de cemento M 5 según UNE-EN 998-2, enfoscada y bruñida en su interior, l/solera de hormigón HM-20 N/mm2 y tapa de hormigón armado, según CTE/DB-HS 5.						
			Total Ud .....			4,000	86,49	345,96
2.13	Ud	Ud. Sumidero sifónico de fundición de 40x40 cms. totalmente instalado, según CTE/DB-HS 5.						
			Total Ud .....			2,000	146,89	293,78
2.14	Ud	Arqueta de bombeo, de obra de fábrica, registrable, de dimensiones interiores 100x100x100 cm, con losa de hormigón armado HA-30/B/20/IIb+Qb y tapa prefabricada de hormigón armado, bomba sumergible para achique de aguas de infiltración, limpias o ligeramente cargadas, construida en acero inoxidable, con una potencia de 0,25 kW.						
			Total Ud .....			1,000	664,71	664,71
Total presupuesto parcial nº 2 Acondicionamiento del terreno :								7.261,65

## Presupuesto parcial nº 3 Estructuras

Nº	Ud	Descripción	Medición			Precio	Importe	
3.1	M²	Desmontaje de entarimado de 3 mm de espesor, de tablas machihembradas de madera, clavadas a las viguetas del forjado, con medios manuales y carga manual de escombros sobre camión o contenedor.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			4	190,000			760,000	
							760,000	760,000
			Total m² .....			760,000	3,14	2.386,40
3.2	M²	Tratamiento curativo contra la carcoma en elementos de madera, mediante la realización de 3 taladros por metro y línea, con 2 líneas por cara del elemento, practicados al tresbolillo sobre una de sus caras, inyección de líquido protector en cada uno de los taladros efectuados y posterior aplicación con brocha o pincel de dos manos, de 0,2 l/m² cada una, de líquido protector anticarcoma.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
VIGAS			5	190,000			950,000	
PILARES			5	7,000	5,000		175,000	
							1.125,000	1.125,000
			Total m² .....			1.125,000	20,01	22.511,25
3.4	M²	Cepillado mecánico de las caras del elemento estructural de madera, de 20x10 cm de sección, mediante garlopa eléctrica.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			4	190,000		0,300	228,000	
							228,000	228,000
			Total m² .....			228,000	3,66	834,48
3.5	M2	M2. Entablado con tabla machihembrada del país de 23 mm. de espesor y ancho variable, clavada a estructura portante, l/alineado, recibido, barnizado y p.p. de costes indirectos.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			4	190,000			760,000	
							760,000	760,000
			Total M2 .....			760,000	23,94	18.194,40
3.6	MI	MI. Vigüeta de madera de pino del país de 17x20 cms., nivelada y repartida, l/ tratamiento fungicida, cortes, entalladuras para su correcto acoplamiento, colocación de elementos de atado, según CTE/ DB-SE-MI.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			4	190,000	0,500		380,000	
							380,000	380,000
			Total MI .....			380,000	23,24	8.831,20
3.7	M	Refuerzo de viga de madera, de 10x10 cm de sección, mediante la colocación en cada una de sus caras mayores de una viga de madera laminada de 15*7cm, fijada a la madera con pernos metálicos pasantes cada 40cm, con tuerca y arandela.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			4	190,000	1,660	0,300	378,480	
							378,480	378,480
			Total m .....			378,480	26,47	10.018,37
			Total presupuesto parcial nº 3 Estructuras :					62.776,10

## Presupuesto parcial nº 4 Aislamientos e impermeabilizaciones y revestimientos

Nº	Ud	Descripción	Medición			Precio	Importe	
4.1	M²	Aislamiento térmico y acústico de suelos flotantes formado por panel rígido de lana de roca volcánica, según UNE-EN 13162, no revestido, de 40 mm de espesor, resistencia térmica 1,1 (m²K)/W, conductividad térmica 0,035 W/(mK), cubierto con film de polietileno de 0,2 mm de espesor, preparado para recibir una solera de mortero u hormigón (no incluida en este precio).						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			4	190,000			760,000	
							760,000	760,000
					Total m² .....	760,000	11,30	8.588,00
4.3	M2	M2. Aislamiento acústico a ruidos de impacto con lámina acústica de polietileno reticulado en célula cerrada y 10 mm. de espesor, IMPACTODAN-10 de DANOSA, colocada bajo el pavimento según D.I.T nº 439.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			4	190,000			760,000	
							760,000	760,000
					Total M2 .....	760,000	6,00	4.560,00
4.4	M²	Pavimento laminado de lamas de 1200x190 mm, ensambladas sin cola, tipo 'Clic', colocadas sobre lámina de espuma de polietileno de alta densidad de 3 mm de espesor con film de polietileno de 0,2 mm.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			4	190,000			760,000	
							760,000	760,000
					Total m² .....	760,000	14,43	10.966,80
4.5	M	Rodapié de aglomerado chapado de roble 7x1 cm.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			4	190,000			760,000	
							760,000	760,000
					Total m .....	760,000	3,39	2.576,40
<b>Total presupuesto parcial nº 4 Aislamientos e impermeabilizaciones y revestimientos :</b>							<b>26.691,20</b>	

Proyecto: EDIFICIO CON ESTRUCTURA DE MADERA

<b>Capítulo</b>	<b>Importe</b>
1 Demoliciones .....	4.724,43
2 Acondicionamiento del terreno .....	7.261,65
3 Estructuras .....	62.776,10
4 Aislamientos e impermeabilizaciones y revestimientos .....	26.691,20
<b>Presupuesto de ejecución material</b>	<b>101.453,38</b>
13% de gastos generales	13.188,94
6% de beneficio industrial	6.087,20
<b>Presupuesto de ejecución por contrata</b>	<b>120.729,52</b>

Asciende el presupuesto de ejecución por contrata a la expresada cantidad de CIENTO VEINTE MIL SETECIENTOS VEINTINUEVE EUROS CON CINCUENTA Y DOS CÉNTIMOS.

Valladolid a 24 de Julio de 2015  
Arquitecto Técnico

Roberto Rojo Arranz

# Capítulo 3.

## Edificio singular con bóvedas de piedra

### 3.1. Introducción

En un principio, las construcciones de este tipo se realizaban con estructura de piedra y bóvedas de cañón<sup>31</sup> de medio punto para posteriormente realizar la cubierta del edificio con una estructura de madera tipo cercha.

Este tipo de construcción presentaba un grave problema como son los incendios. Para eliminarle, se dio un paso más allá, realizando una bóveda con piedra de cañón apuntada consiguiendo eliminar por completo la madera en la cubierta puesto que las bóvedas son más altas y permiten realizar sobre ellas las pendientes del tejado facilitando la colocación de las tejas.

Con el cambio de la bóveda también se conseguía reducir el ancho de los muros y dar a las construcciones mayor altura y estabilidad. Esta idea se entiende fácilmente con el esquema estructural que se adjunta,

---

<sup>31</sup> Bóveda cuyo arco de desarrollo es un arco de medio punto

donde se detecta que cuanto más altura tenga la bóveda, menos empujes horizontales realiza en los muros laterales.

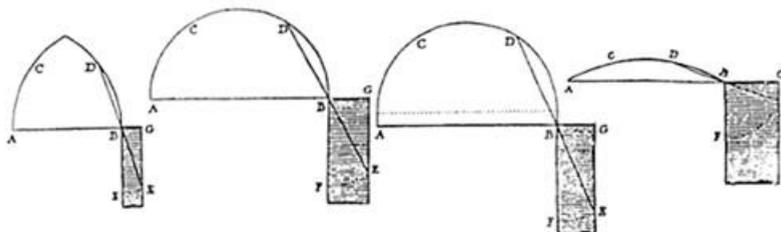


Figura 47 Relación entre bóvedas y espesores de muros de carga. Año 2004.  
Fuentes: Libro arcos, bóvedas y cúpulas, de Santiago Huerta

En este tipo de edificios, las manifestaciones patológicas más importantes son: las humedades provenientes del terreno, el deterioro de las piedras por la intemperie y el agrietamiento de las bóvedas. Esta última se debe a que la piedra tiene el inconveniente de no trabajar a tracción ni a flexión y cualquier movimiento de los muros, provoca una gran grieta en la bóveda.

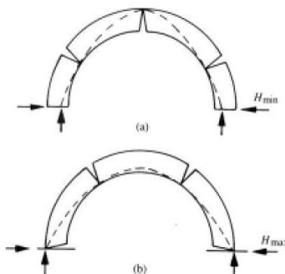


Figura 48 Agrietamiento de arco por movimiento de laterales. Año 2004.  
Fuente: Arco, bóvedas y cúpulas, Santiago Huerta.

Según se aprecia en el esquema, el desplazamiento de los muros hacia el exterior provoca las grietas de la primera figura y un desplazamiento de los muros hacia el interior origina las grietas de la segunda figura.

Este edificio es una ermita en Burgos en la que trabaje en colaboración con la empresa constructora<sup>32</sup>. Es una construcción de una sola planta y de una sola nave. Dispone de una cimentación superficial y la solera de planta baja esta sobre relleno de tierra.

Para este caso se ha elegido otro tipo de edificación completamente diferente a los dos anteriores, donde trataremos una sintomatología patológica diferente como es un deterioro estructural de una bóveda, poco habitual entre las manifestaciones patológicas que podemos encontrar habitualmente.

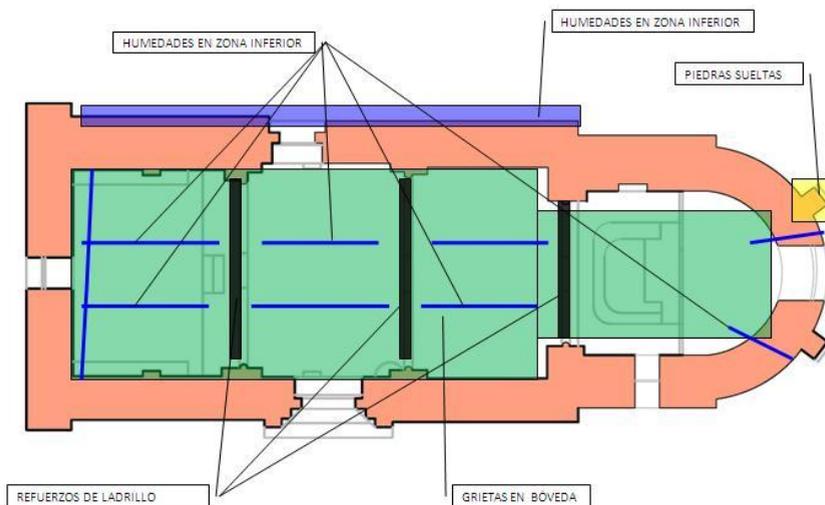
Dispone de muros de carga de 1.30 m. de espesor y una bóveda de arco apuntado de 6.65 m. de altura máxima. No dispone de estructura de madera y las bóvedas tienen funciones estructurales, siendo las que sujetan la cubierta.

---

<sup>32</sup> Propiedad: Ayuntamiento Santa Gadea del Cid. Autor del proyecto: D. Julio César Munguía Sáinz. Arquitecto. Colegiado nº 514 en el C.O.A.C.Y.L.E Fecha: Marzo 2012

## 3.2. Manifestaciones patológicas observadas

Los edificios antiguos, aun siendo históricos sufren a veces la dejadez de los usuarios. No se tiene en cuenta que un mantenimiento preventivo puede evitar su degradación y posible ruina. La ermita objeto de estudio disponía de grandes grietas en la bóveda en las juntas de las piedras, dejándola al borde del colapso. Por suerte, en este caso se realizó una estabilización muy básica y simple, aunque efectiva a base de paredes de ladrillo que sujetan las bóvedas.



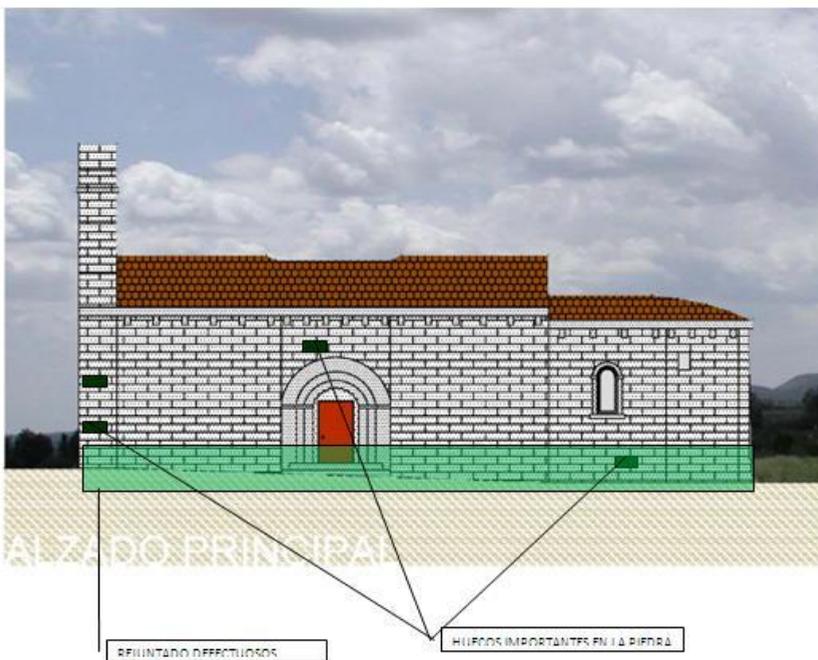
*Figura 49 Manifestaciones Patológicas observadas. Año 2009. Fuente: elaboración propia.*

Las manifestaciones patológicas en fachadas son:

**Fachada principal:**

Defectuoso rejuntado de piedras en la parte inferior de la fachada.

Faltan piedras en la fachada.



*Figura 50 Manifestaciones patológicas en alzado principal. Año 2009. Fuente: elaboración propia*

### Fachada lateral derecha:

Defectuoso rejuntado de piedras en la parte inferior de la fachada.

Faltan piedras en la fachada.

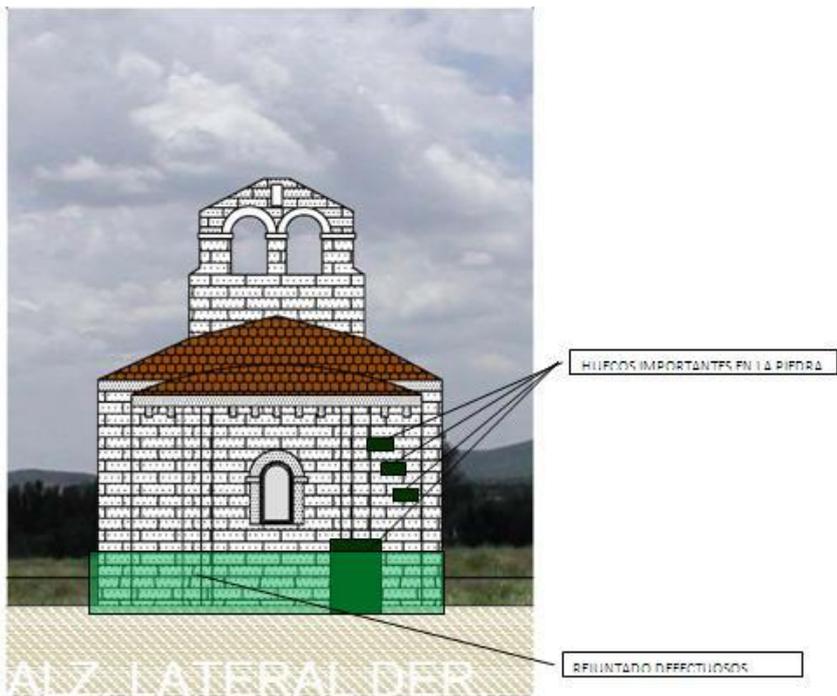


Figura 51 Manifestaciones patológicas en alzado lateral derecho. Año 2009.

Fuente: elaboración propia

### Fachada lateral izquierda:

Defectuoso rejuntado de piedras en la parte inferior de la fachada.

Faltan piedras en la fachada.

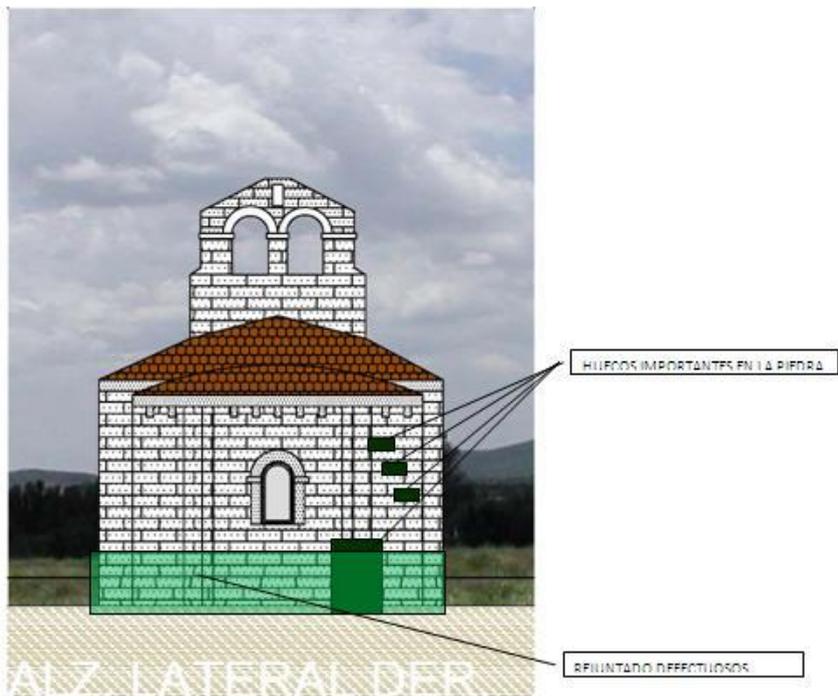


Figura 52 Manifestaciones patológicas en alzado lateral izquierdo. Año 2009.

Fuente: elaboración propia

### Fachada posterior:

Defectuoso rejuntado de piedras en la parte inferior de la fachada y manchas de humedad.

Faltan piedras en la fachada.

Grietas en la fachada.

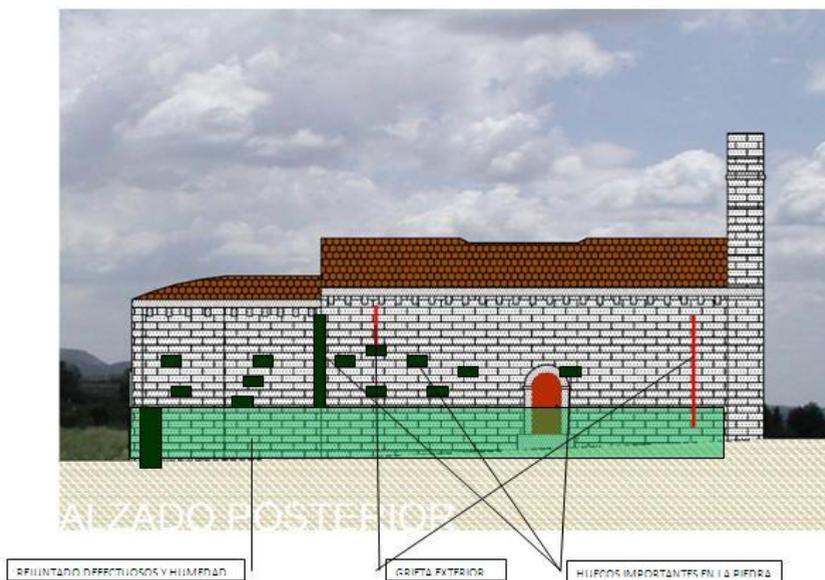


Figura 53 Manifestaciones patológicas en alzado posterior. Año 2009. Fuente: elaboración propia



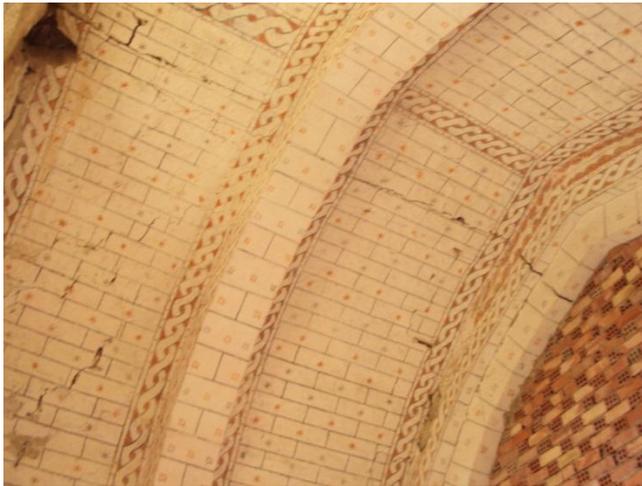
*Figura 54 Desaparición de piedras. Año 2009. Fuente: elaboración propia*



*Figura 55 Grietas en bóveda. Año 2009. Fuente: elaboración propia*



*Figura 56 Grietas en bóveda y arco. Año 2009. Fuente: elaboración propia*



*Figura 57 Grieta en bóveda. Año 2009. Fuente: elaboración propia*

### 3.3. Estudio y causas de las manifestaciones

La piedra es un material resistente y duradero como se puede observar en todas las piedras que vemos en las distintos edificios históricos por los que ha transcurrido el tiempo sin afectarles prácticamente y como demuestra el tiempo que duran los edificios de piedra (catedrales, iglesias,...) No obstante, dependiendo del tipo de material y de las oquedades que tengan pueden verse afectadas en mayor o menor medida por la humedad y las heladas.

La piedra como elemento estructural tiene muy buena resistencia a compresión. Por el contrario es un material con malas características para soportar esfuerzos de tracción y de flexión. Si en una estructura de piedra se originan esfuerzos a tracción o a flexión, la estructura se derrumba, llevándola al colapso.

Este es el caso de este edificio en el que la estructura ha funcionado bien, a pesar del abandono sufrido, pero en el momento que se han originado esfuerzos de tracción, han aparecido graves problemas en la misma. Un pequeño movimiento en los muros de apoyo, origina esfuerzos de tracción en la estructura de piedra, dando lugar a grandes grietas en la bóveda.

Pasaremos ahora a analizar las causas de las diferentes manifestaciones patológicas.

El **movimiento del muro lateral** y de **la espadaña**<sup>33</sup> se debe a que las **aguas superficiales**<sup>34</sup> del contorno se canalizaban a dicha zona, que deteriora la cimentación dado que el terreno se observaba empapado.

El muro ha sufrido un giro, desplazando los apoyos hacia el exterior. En la bóveda han aparecido grietas asimilables al tipo “a” de la figura 46. Correspondiendo a la fisuración por desplazamiento exterior de los muros laterales. Grietas en la parte alta y en los laterales de la bóveda.

No se aprecia un descenso del muro, simplemente un giro, por lo tanto puede concluirse que el suelo es resistente, si bien ha cedido el terreno más próximo a la humedad exterior afectando en menor medida según penetra hacia el interior de la ermita. El agua siempre socava con más intensidad en la zona con más corriente de agua, paralizando la entrada del mismo hacia el interior la propia cimentación. El giro es debido a que apoya menos en la parte exterior el muro girando hacia ese lateral, tal como se aprecia en la siguiente figura:

---

<sup>33</sup> Campanario formado por una pared que se eleva del tejado de la iglesia, en la que se colocan las campana

<sup>34</sup> Agua que discurre por la superficie del terreno, principalmente debido a la lluvia.

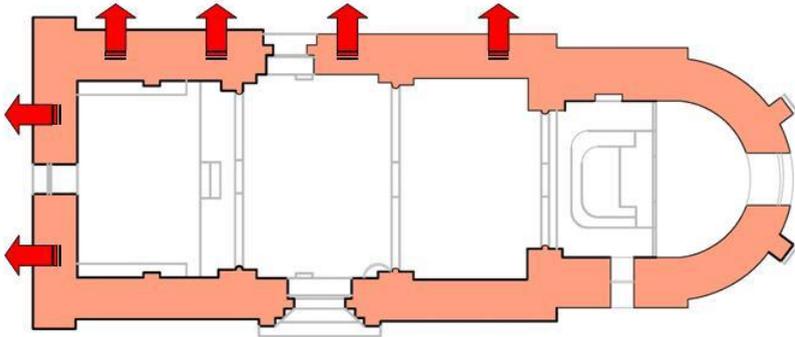


Figura 58 Desplazamiento de muros. Año 2009. Fuente: elaboración propia.

El **deterioro del mortero del rejuntado** se ha visto afectado por tres motivos:

El **primero** es la humedad perimetral del terreno en todo el contorno, que por capilaridad ascienda, y al evaporarse por su cara exterior deteriora el mortero del rejuntado.

El **segundo** es que el edificio no dispone de canalones, ni bajantes, por lo que el agua de goteo de las tejas salpica a la parte inferior del muro. Aumentando la humedad del muro y su deterioro.

El **tercero** son las heladas que se producen en Burgos. Cuando el agua se acumula en una oquedad y se hiela, este incrementa de volumen y rompe la piedra y el mortero.



*Figura 59 Zona inferior deteriorada. Año 2009. Fuente: elaboración propia*

La unión de estos tres factores hace que el efecto del deterioro aumente y desprenda el mortero de rejuntado, que es el elemento más débil. Se puede observar que el efecto llega hasta una altura aproximada de 1,2-1,5 m. que es donde los tres factores se juntan. El resto de la fachada sufre deterioros pero no son, ni mucho menos, tan importantes.

La **falta de piedras en la fachada**, se deben principalmente a dos causas:

La **primera** es que antiguamente se anexionaban edificaciones menores junto al edificio principal. Aprovechaban la fachada del edificio existente para apoyar las vigas de madera. Para lo cual hacían huecos en la fachada e introducían las vigas de la nueva construcción. Normalmente se observan cortes rectos en la piedra.



*Figura 60 Señales de la existencia de edificios adosados. Año 200. Fuente: elaboración propia.*

Se observan dos huecos simétricos en la fachada con bordes rectos que no dan la impresión de ser naturales. Su altura, ubicación y simetría, hace lógico pensar que antiguamente había un tejadillo, a modo de soportal, a la entrada de la ermita, con la finalidad de protegerse de la lluvia y del sol.



*Figura 61 Indicios de antiguas construcciones. Año 2009. Fuente: elaboración propia.*

La **segunda** es que hay piedras que por su composición ó morfología<sup>35</sup> ó ubicación<sup>36</sup>, tienen peor resistencia a la intemperie pudiendo llegar a disgregarse completamente.

---

<sup>35</sup> Forma de las piedras, oquedades, poros, tamaño...

<sup>36</sup> Se pueden ver afectadas por salpicaduras, escorrentías, etc

### 3.4. Posibles soluciones a adoptar

Para poder solucionar todas las manifestaciones patológicas se debe comenzar por eliminar las causas que las originaron y posteriormente reparar las parte afectadas. El proceso constructivo consistiría en lo siguiente:

- A. Lo primero es alejar las aguas superficiales del edificio para lo cual, se cambian las pendientes de los alrededores de la ermita. Con realizar un pequeño movimiento de tierras consigues que las aguas no tiendan hacia la ermita.
- B. También existen humedades por nivel freático, mayores en la fachada posterior, por lo que es necesario realizar una atarjea ventilada en dicha fachada. Este sistema permite que el agua del muro se evacue por dicha cámara, evitando que la humedad ascienda y vuelva a ocasionar lesiones a los muros de carga
- C. Realizar una consolidación del arco de la bóveda y del resto de las piedras con un cosido con varillas metálicas y resinas. La idea es unir las piedras entre sí con una varilla adherida con resina.
- D. Reparaciones estéticas del interior y exterior de la ermita. Rejuntado y colocación de nuevas piedras. Se repara con mortero de cal, similar al existente. No con mortero de cemento, como han realizado en una zona del zócalo. Se colocan piedras de material y color similar en las oquedades que faltan.

Las labores de cosido se realizan de la siguiente forma:



*Figura 62 Cosido piedra 1 (taladro). Año 2009. Fuente: elaboración propia.*



*Figura 63 Cosido piedra 2 (introducir resina). Año 2009. Fuente: elaboración propia.*



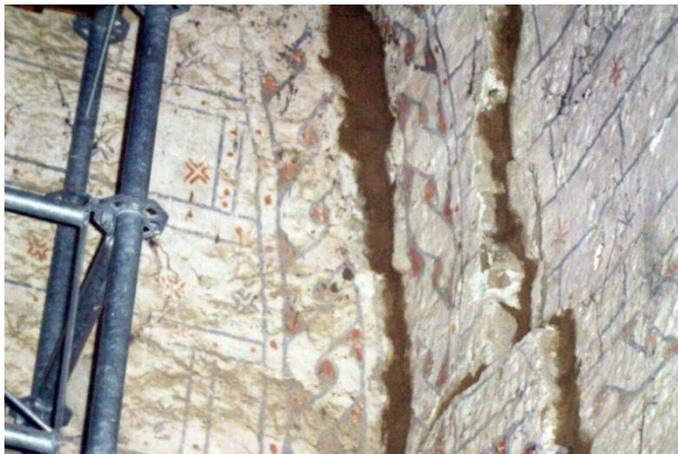
*Figura 64 Cosido piedra 3 (Inserción de varilla). Año 2009. Fuente: elaboración propia.*



*Figura 65 Cosido piedra 4 (retacado varilla). Año 2009. Fuente: elaboración propia.*



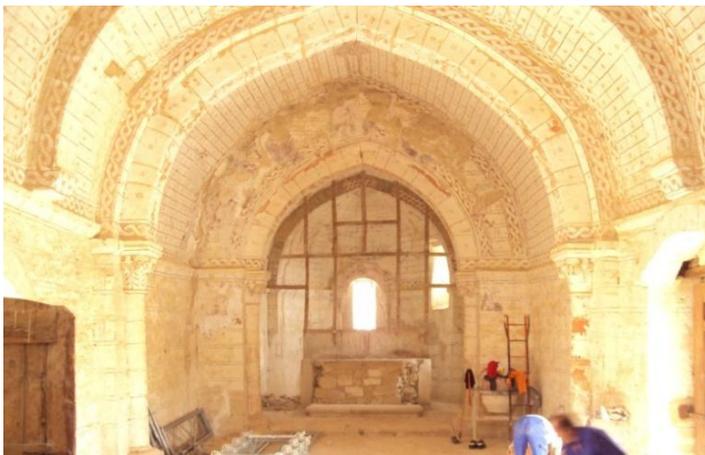
*Figura 66 Cosido de piedra 5 (retacado de varilla). Año 2009. Fuente: elaboración propia.*



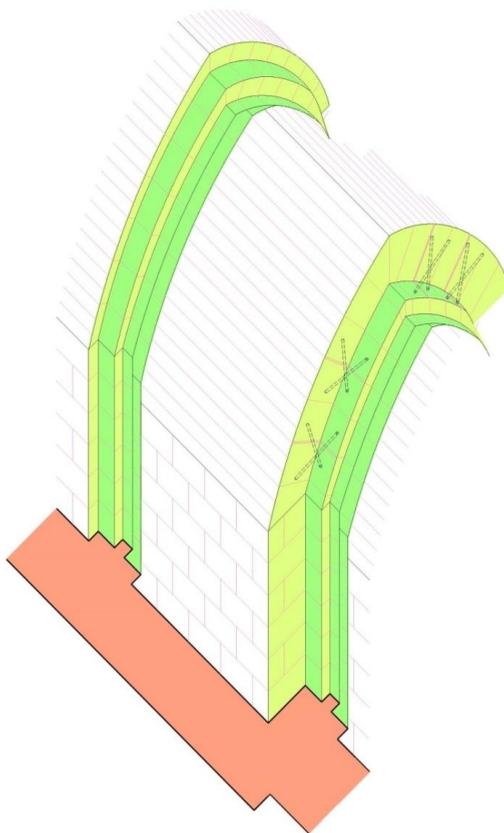
*Figura 67 Rejuntado de piedra interior. Año 2009. Fuente: elaboración propia.*



*Figura 68 Rejuntado de piedra exterior. Año 2009. Fuente: elaboración propia.*



*Figura 69 Acabado interior, eliminación de tabiques interiores. Año 2009.  
Fuente: elaboración propia.*



*Figura 70 Cosido de piedras (vista en 3D<sup>37</sup> con perspectiva militar<sup>38</sup> desde el suelo). Año: 2012. Fuente: elaboración propia*

---

<sup>37</sup> 3 Dimensiones con perspectiva militar.

<sup>38</sup> Perspectiva con la planta en verdadera magnitud.

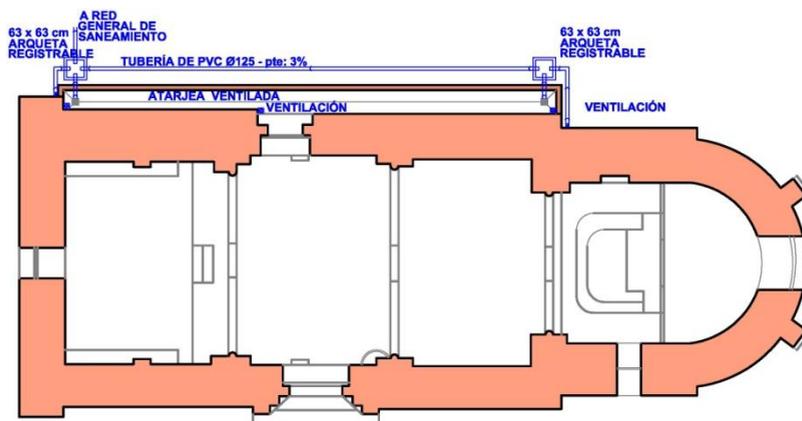


Figura 71 Atarjea ventilada<sup>39</sup>. Año: 2009. Fuente: elaboración propia.

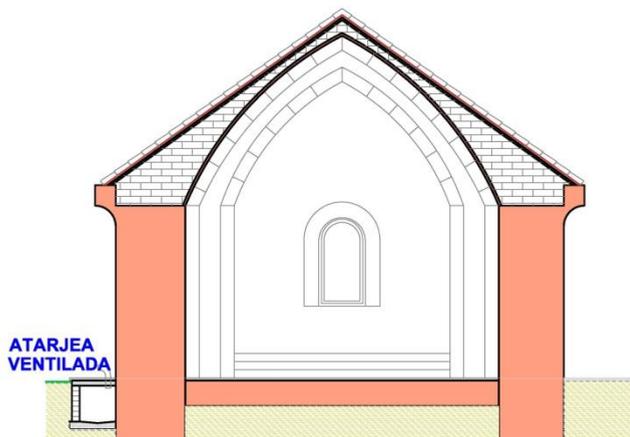


Figura 72 Atarjea ventilada sección. Año 2009. Fuente: elaboración propia.

<sup>39</sup> Canalización de evacuación del agua de filtración del muro.



Figura 73 Detalle de cosido<sup>40</sup>. Año 2009. Fuente: elaboración propia

<sup>40</sup> Unión de dos elementos, normalmente con un elemento metálico y resina

### 3.5. Valoración de la solución propuesta

El proceso de reparación consistiría en lo siguiente:

- Realizar una atarjea en la fachada posterior según detalles gráficos. Para lo cual, se excava, se realiza la atarjea, se impermeabiliza y se vuelve a tapar.
- Evacuación del agua de pluviales y de la atarjea.
- Realizar el cosido de piedras por el interior de la ermita.
- Retacar las piedras cosidas.
- Retacar las fisuras del interior de la ermita.
- Picado y rejuntado de fábrica de mampostería, en la zona inferior.
- Reposición y “taqueado<sup>41</sup>” de huecos de piedra en fachada.
- Recolocación, reparación y rejuntado de pilar exterior.
- Demolición de tabiques de ladrillo interiores.

Todo esto queda reflejado en el presupuesto de la siguiente forma:

---

<sup>41</sup> Argot de la construcción que se refiere a la acción de tapar, obstruir y rellenar con mortero una cavida

## Presupuesto parcial nº 1 Demolición y acondicionamiento del terreno

Nº	Ud	Descripción	Medición			Precio	Importe	
1.1	M²	Demolición de partición interior de fábrica revestida, formada por ladrillo hueco sencillo de 11 cm de espesor, con medios manuales, y carga manual de escombros sobre camión o contenedor.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			3	5,500	6,000		99,000	
							99,000	99,000
			Total m² .....:			99,000	3,54	350,46
1.2	M²	Excavación en zanjas para instalaciones en suelo de arcilla semidura, con medios mecánicos, entibación ligera, retirada de los materiales excavados y carga a camión y transporte a vertedero.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			1	14,000	1,500	1,000	21,000	
							21,000	21,000
			Total m³ .....:			21,000	31,33	657,93
1.3	M...	Arqueta de paso, de obra de fábrica, no registrable, de dimensiones interiores 50x50x85 cm.						
			Total mMI .....:			2,000	122,80	245,60
1.4	MI	M2. Formación de cámara de ventilación en suelo, de 60 cm. de alto y 60cm de ancho formada por tablero de ladrillo machihembrado, sobre tabiques de ladrillo hueco doble palomero, capa de compresión de hormigón HM-20 N/mm2 Tmáx.20 mm.						
			Total MI .....:			11,500	58,75	675,63
1.5	MI	MI. Tubería de PVC SANECOR, de 200 mm. de diámetro, compuesta por dos paredes extruidas y soldadas simultáneamente con una altura del nervio de las paredes de 7,4 mm, la interior lisa para mejorar el comportamiento hidráulico y la exterior corrugada para aumentar la resistencia mecánica en uso enterrado, unión por enchufe con junta elástica de cierre, color teja, en tubos de longitud de 6 m., colocada sobre cama de arena de río lavada y posterior relleno de al menos 5 cm con arena seleccionada exenta de piedras mayores a 10 mm., con una pendiente mínima del 2 %, /ipp. de piezas especiales, instalación de acuerdo al Pliego de prescripciones Técnicas Generales para tuberías de saneamiento de poblaciones (MOPU), según UNE EN 1329 y CTE/DB-HS 5.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			1	15,000			15,000	
			2	1,000			2,000	
			1	10,000			10,000	
							27,000	27,000
			Total MI .....:			27,000	36,67	990,09
1.6	Ud	Ud. Arqueta de hormigón prefabricada de 150x70x95cm. colocada sobre solera de HM-20 N/mm2, según CTE/DB-HS 5.						
			Total Ud .....:			2,000	343,40	686,80
1.7	M2	M2. Impermeabilización bicapa autoprotégida en cubiertas con pendiente igual o superior al 1%, no transitables, sistema adherido, constituida por: lámina asfáltica de oxiasfalto con peso medio de 4 Kg/m², de superficie no protegida, acabada con film de polietileno por ambas caras, con armadura de fieltro de poliéster de 160 gr/m², ESTERDAN 40 P ELAST (Tipo LBM-40-FP), totalmente adherida al soporte con soplete, previa imprimación con emulsión asfáltica CURIDAN de 0,30 Kg/m²; y lámina de betún modificado con elastómeros SBS, con peso medio de 4 Kg/m², con autoprotección mineral de gránulos de pizarra gris y acabada en film de polietileno por su cara interna, armada con fieltro de fibra de vidrio de 60 gr/m², GLASDAN 40/GP ERF ELAST GRIS (negro), con plegabilidad positiva a -20°C (Tipo LBM-40/G-FV), totalmente adherida a la anterior con soplete. Membrana GA-2 s/UNE 104-402/96.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			1	15,000	1,500		22,500	
							22,500	22,500
			Total M2 .....:			22,500	25,35	570,38
Total presupuesto parcial nº 1 Demolición y acondicionamiento del terreno :							4,176,89	

## Presupuesto parcial nº 2 Estructuras

Nº	Ud	Descripción	Medición			Precio	Importe	
2.1	MI	MI. Sellado de grietas existentes, en los muros con mortero de cemento M 10 según UNE-EN 998-2, previo al cosido para evitar fugas de mortero.						
			Total MI .....	100,000	15,83		1.583,00	
2.2	M2	M2. Limpieza y consolidación de bóveda de piedra, con descarnado de juntas, acuñado, y pegado de fracturas, con p.p. de andamios.						
			Total M2 .....	120,000	41,39		4.966,80	
2.3	M²	Relleno y reparación de juntas de muros de mampostería, sin maestrear, con mortero de albañilería, de cal hidratada, metacaolín y arena silícea, para reparación de elementos estructurales.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			2	23,000	1,500		69,000	
			2	9,500	1,500		28,500	
							97,500	97,500
			Total m² .....			97,500	29,92	2.917,20
2.4	MI	MI. Perforación de diametro medio 10 mm. para inyecciones armadas de cosido y consolidación de fabricas de piedra, incluso varilla de 6mm roscada galvanizada con rexima epoxi y retacado superficial, i/suministro de lechada de mortero de cal.						
			Total MI .....	200,000			55,63	11.126,00
2.5	M2	M2. Taqueado de paramentos de sillería caliza, con piedra análoga a la existente, con sillares rectangulares y de un tizón no menor de 20 cm. colocados con mortero de cemento y arena de río M 5 según UNE-EN 998-2 y rejuntado con mortero bastardo 1/1/4 de cemento blanco, cal y arena de río, i/p.p. de andamios.						
			Total M2 .....	20,000			229,55	4.591,00
2.6	Ud	Ud. Aplomado de pilares, i/apeo, desmontado del pilar, saneado de los apoyos y nueva colocación.						
			Total Ud .....	1,000			451,51	451,51
2.7	Ud	Ud. Contenedor tipo standar para escombros de capacidad 7m3, colocado en obra a pie de carga, primera colocación, y p.p. de medios auxiliares de señalización.						
			Total Ud .....	5,000			82,40	412,00
			Total presupuesto parcial nº 2 Estructuras :					26.047,51

El resumen de capítulos y del PEM se inserta a continuación:

Proyecto: ERMITA EN BURGOS

<b>Capítulo</b>	<b>Importe</b>
1 Demolición y acondicionamiento del terreno .....	4.176,89
2 Estructuras .....	26.047,51
<b>Presupuesto de ejecución material</b>	<b>30.224,40</b>
13% de gastos generales	3.929,17
6% de beneficio industrial	1.813,46
<b>Suma</b>	<b>35.967,03</b>
21% IVA	7.553,08
<b>Presupuesto de ejecución por contrata</b>	<b>43.520,11</b>

Asciende el presupuesto de ejecución por contrata a la expresada cantidad de CUARENTA Y TRES MIL QUINIENTOS VEINTE EUROS CON ONCE CENTIMOS.

VALLADOLID 24 DE JULIO DE 2015  
ARQUITECTO TÉCNICO

ROBERTO ROJO ARRANZ

## Conclusiones

Como conclusión del presente trabajo hay que indicar, en primer lugar, que se trata de un trabajo abierto dado que podrían presentarse muchos casos más de patologías en la construcción, susceptibles de análisis cada uno de ellos porque como se ha indicado a lo largo de todos los capítulos en temas de patologías en edificación cada caso es diferente.

Hay que resaltar que **hay tantas manifestaciones patológicas distintas como edificios** distintos existen y hemos de recordar que no hay dos edificios iguales (del mismo modo se dice en medicina que “no hay enfermedades, sino enfermos”<sup>42</sup>). Con esta afirmación se pretende indicar que cada MP tiene condicionantes diferentes.

Para realizar los estudios de las MP's **es necesario tener un conocimiento global de todas las materias** que se cursan a través del proceso formativo de un Arquitecto Técnico y además hay que conocer el uso de los diferentes materiales (piedra, madera, hormigón, etc), de sus características, de la evolución histórica de la construcción, del comportamiento estructural, de las instalaciones del edificio, etc.

También es muy importante conocer la antigüedad del edificio, dado que el **sistema constructivo** suele estar bastante asociado el momento

---

<sup>42</sup> Opinión generalizada entre el personal sanitario

de construcción así como los materiales empleados y la forma de utilizarles.

Además, sin duda el factor estrella para el análisis de una patología constructiva es la inspección o toma de datos "in situ". **La inspección<sup>43</sup> se debe de realizar con dedicación y exactitud**, tomando nota de todas las sintomatologías por dos razones, la primera porque cualquier pequeño indicio nos puede dar idea de la solución al problema y la segunda, porque hay muchas veces que las sintomatologías se ocultan unas detrás de otras no dejándote ver las otras MP que se encuentran ocultas o enmascaradas por la MP principal o por otras circunstancias coyunturales. En este punto hay que indicar también que no siempre es fácil realizar una inspección correcta dado que en múltiples ocasiones los edificios se encuentran en uso y resulta complicado acceder al interior de los mismos (en las viviendas ocurre mucho) por diversos factores: negativa del propietario, desinterés por la actuación o simplemente porque no vive nadie.

Es muy importante destacar que las patologías en edificación nunca conviene darlas por evidentes, sin haberlas analizado en profundidad. En general el **análisis de una patología** parte de una premisa, de una suposición de lo que ha pasado, basada en la experiencia, la formación y el conocimiento de casos similares, de forma que en base a los indicios existentes se abre una línea de trabajo en un sentido u otro. Una vez analizado con detenimiento el tema es posible establecer unas conclusiones que pueden dar como resultado que se confirme la hipótesis de trabajo utilizada o que por el contrario se desmienta. Para

---

<sup>43</sup> La inspección y la observación de los pequeños detalles es fundamental para detectar los problemas.

este último caso habrá que realizar un nuevo planteamiento para la resolución de la misma.

También hay que indicar que los sistemas de reparación de las lesiones están en constante evolución, **apareciendo cada día nuevos materiales y sistemas constructivos** que facilitan la labor y tienen cada vez mejores propiedades. La labor desarrollada por los Colegios Profesionales a través de jornadas divulgativas resulta esencial, para que los técnicos conozcan las últimas novedades existentes.

Para finalizar hay que indicar que un alto porcentaje de las manifestaciones patológicas obedecen a una **falta de mantenimiento**. En general el mantenimiento de los edificios no ha calado en la sociedad como debiera. Los últimos avances legislativos en estos temas como la implantación del Informe de Evaluación del Edificio van contribuyendo a crear esa cultura preventiva beneficiosa para los edificios. Esto ocurre tanto en edificios privados como en edificios históricos (estos últimos por la escasez de recursos públicos de que disponen las administraciones titulares para estos temas)

Hay que indicar que en los tiempos actuales las manifestaciones patológicas se han convertido en un gran **nicho de trabajo** para la profesión del Arquitecto Técnico, máxime cuando la obra nueva ha disminuido vertiginosamente azotada por la fuerte crisis económica mundial que se viene atravesando desde los últimos siete años.

También en reparación de manifestaciones patológicas hemos de tener en cuenta las últimas tecnologías como resulta ser el BIM.

**BIM-Building Information Modeling**, puede decirse que es el nuevo sistema de gestión de proyectos de construcción que se está imponiendo en obras privadas y públicas<sup>44</sup>

El BIM interviene no solo en la fase de diseño y construcción de edificios sino también la fase posterior de mantenimiento de los mismos. Esta metodología está pensada no solo para la fase de redacción del proyecto de obra, sino también para la propia ejecución de la obra y para el posterior mantenimiento de la misma a lo largo de toda su vida útil.

Para finalizar estas conclusiones ya, indicar que el presente Trabajo Fin de Grado, **integra** todo un conjunto de patologías existentes en los edificios.

Por parte del autor del mismo se han **aportado** los conocimientos de que se dispone en base a la experiencia de más de 15 años desarrollando labores tanto en empresa como de dirección facultativa de obras de rehabilitación y restauración de edificios.

La **utilidad** del presente trabajo pasa por servir de ayuda a aquellos directores de ejecución que deseen introducirse en el campo de las patologías, y por extensión, para todo aquel director de ejecución que desee adquirir unos conocimientos iniciales de manifestaciones patológicas en la edificación.

En cuanto al **impacto social**, el tema tratado en este trabajo no suele profundizarse mucho a lo largo de los planes de estudio, por lo que este manual puede servir de guía no solo a directores de ejecución sino

---

<sup>44</sup> Según se desprende de las últimas directivas publicadas

también a directores de obra, coordinadores de seguridad ó también a jefes de obra que tengan necesidad de introducirse al tema de las manifestaciones patológicas.

El presente trabajo ha servido, **a título personal** del autor, para recopilar, refundir y actualizar conocimientos sobre patologías recogidos de su experiencia profesional en el tema, habiendo elaborado un documento disponible para cualquier lector del mismo.

Como **juicio crítico** finalmente indicar que la fortaleza del presente trabajo se fundamenta en la recopilación de patologías elementales en edificios habituales así como en la documentación gráfica de que se compone. Por el contrario, la debilidad del resultado posiblemente se encuentre en que es un tema tan amplio que puede quedarse escaso si se desea profundizar en el mismo, sirviendo simplemente de introducción a las manifestaciones patológicas en los edificios.

## Referencias Bibliográficas

### Normativa sobre IEE.CV<sup>45</sup>:

- Ley 8/2013, de 26 de junio, de rehabilitación, regeneración y renovación. Urbanas.  
<https://www.boe.es/boe/dias/2013/06/27/pdfs/BOE-A-2013-6938.pdf>
- Real Decreto 233/2013, de 5 de abril por el que se regula el Plan Estatal de fomento del alquiler de viviendas, la rehabilitación edificatoria, y la regeneración y renovación urbanas. <https://www.boe.es/boe/dias/2013/04/10/pdfs/BOE-A-2013-3780.pdf>
- Ley 5/2014, de 25 de julio, de la Generalitat, de Ordenación del Territorio, Urbanismo y Paisaje, de la Comunitat Valenciana [http://www.docv.gva.es/datos/2014/07/31/pdf/2014\\_7303.pdf](http://www.docv.gva.es/datos/2014/07/31/pdf/2014_7303.pdf)
- Resolución de 8 de septiembre de 2014, de la Dirección General de Obras Públicas, Proyectos Urbanos y Vivienda, relativa a la implementación en la Comunitat Valenciana del informe de evaluación del edificio a partir del informe de conservación y de la certificación energética del edificio. [http://www.docv.gva.es/datos/2014/10/03/pdf/2014\\_8891.pdf](http://www.docv.gva.es/datos/2014/10/03/pdf/2014_8891.pdf)

---

<sup>45</sup> Informe de Evaluación del edificio de la Comunidad Valenciana

- Resolución de 3 de marzo de 2015, de la Consellería de Infraestructuras, Territorio y Medio Ambiente, por la que se aprueba el documento reconocido para la calidad en la edificación denominado «Procedimiento para la elaboración del Informe de Evaluación del Edificio. Comunitat Valenciana [http://www.docv.gva.es/datos/2015/03/20/pdf/2015\\_2357.pdf](http://www.docv.gva.es/datos/2015/03/20/pdf/2015_2357.pdf)
- Ley 13/1995 de 18 de mayo, de Contratos de las Administraciones Públicas URL: <https://www.boe.es/boe/dias/1995/05/19/pdfs/A14601-14644.pdf>

### Libros (por orden alfabético)

- Apolo Lozano, Geronimo. (1999). *Curso diseño, calculo, construcción y patología de los forjados Consultores técnicos de construcción*. ISBN 9788492040131
- Calavera Ruiz, José, (2002). *Cálculo, construcción, patología y rehabilitación de forjados de edificación: unidireccionales y sin vigas-hormigón metálicos y mixtos (5ª ed.)*. Intemac ediciones, ISBN 9788488764140
- Lozano Apolo, Lozano; Lozano , Martinez, Alfonso. (1998). *Curso de diseño, calculo, construccion y patologia de cimentacion es y realces. Ciencia y tecnologia ciencia tres*. ISBN 9788492040124
- Lozano Martinez-Luengas, Alfonso. (2006). *Curso : sindrome, patologia y terapeutica de las humedades. Autor-Editor*. ISBN 9788461142521

- Monjo Carrio, Juan; Maldonado Ramos, Luis ,(2001). *Patología y técnicas de intervención en estructuras arquitectónicas Munillalera*. ISBN 9788489150478
- Muñoz Hidalgo, Manuel (1994). *Diagnosis y causas en patología de la edificación*. ISBN 9788460490135
- Muñoz Hidalgo, Manuel (2004). *Influencias, daños y tratamientos de las humedades en la edificación*. ISBN 9788460909446
- Muñoz Hidalgo, Manuel. (2001). *Problemas, dudas y soluciones durante el proyecto y ejecución de la edificación*. ISBN 9788460714194
- Muñoz Hidalgo, Manuel. (2001). *Manual de patología de la edificación. detección, diagnosis y soluciones. + cd*. ISBN: 9788461562169
- Muñoz Hidalgo, Manuel. (2009). *Como evitar errores en proyectos y obras (100 casos prácticos)*. ISBN: 9788461312177
- Muñoz Hidalgo, Manuel. (2004). *Influencias, daños y tratamientos de las humedades en edificación. Autor-Editor*. ISBN: 9788460909446
- Petiti Martínez, Rene. (2009). *Protección y conservación de la madera (2ª ed.)*. S.L. Torculo ediciones. ISBN 9788484085348

- Rodríguez Barreal, Jose A, Arriaga Martitegui, Francisco. (2002). *Patología tratamiento y consolidación de la madera puesta en obra*. ISBN 2910008507099
- Sanchez-Ostiz Gutierrez, Ana. (2006) *Cubiertas; cerramientos de edificios*. S.L. CIE INVERSIONES EDITORIALES DOSSAT-2000. ISBN 9788496437555
- Serrano Alcudia, Francisco. (2002). *Patología de la edificación Fundación Escuela de la Edificación*. ISBN 9788486957759

### Páginas web

- Patología+Rehabilitación+Construcción URL: <http://www.patologiasconstruccion.net/>
- Fundación Musaát. URL: <http://www.fundacionmusaat.musaat.es/template.php?idtempate=123&idblock=113>
- Eliminación plagas. URL: <http://www.eliminacionplagas.com/>
- Plaguiplan. URL: <http://www.plaguiplan.es/>
- Plaguisur. URL: <http://www.plaguisur.com/>
- Edeferic. Ingeniera constructora: URL: <http://edeferic.com/patologia-de-la-piedra-en-la-construccion/>
- Pagina de facebook URL: <https://esla.facebook.com/patologiaconstruccion>
- Sites.google: URL: <https://sites.google.com/site/construcciondeedificios/>

- Termitas madera URL: <http://www.termitasmadera.com/>
- Blog de Enrique Alario: URL: <http://www.enriquealario.com/category/patologias/>
- Sites.google: URL: <https://sites.google.com/site/construcciondeedificios/>

## Índice de figuras

Figura 1 Publicidad de Viguetas Castilla en una caja de cerillas. Años 60 aproximadamente.	Fuente: <a href="http://www.todocoleccion.net/coleccionismo-cerillas/caja-cerillas-publicidad-viguetas-castilla-anos-60-aprox-usado~x23741527">http://www.todocoleccion.net/coleccionismo-cerillas/caja-cerillas-publicidad-viguetas-castilla-anos-60-aprox-usado~x23741527</a> .....	24
Figura 2 Levantamiento de fisuras. Año 2012. Fuente: elaboración propia.....		26
Figura 3 Fisuras alzado SOE. Año 2012. Fuente: elaboración propia. ...		27
Figura 4 Fisuras alzado SE. Año 2012. Fuente: elaboración propia. ....		27
Figura 5 Fisuras alzado NE. Año 2012. Fuente: elaboración propia. ....		28
Figura 6 Fisuras alzado NOE. Año 2012. Fuente: elaboración propia....		28
Figura 7 Defectuoso apoyo y colocación de viguetas. Año 2012. Fuente: elaboración propia.....		29
Figura 8 Forjado sin capa de compresión ni negativos. Año 2012. Fuente: elaboración propia.....		30
Figura 9 Esquema de apoyo de las viguetas. Año 2012. Fuente: elaboración propia.....		32
Figura 10 Apoyo de viguetas tipo 1, con cierta continuidad. Año 2012. Fuente: elaboración propia.....		33
Figura 11 Apoyo de viguetas tipo 2, sin continuidad Año 2012. Fuente: elaboración propia.....		33
Figura 12 Volcado de fachada provocado por las viguetas de alero. Año 2012. Fuente: elaboración propia. ....		35
Figura 13 Fisura zona interior. Año 2012. Fuente: elaboración propia. 35		
Figura 14 Fisura zona exterior. Año 2012. Fuente: elaboración propia. 36		

Figura 15 Vuelco en viguetas con apoyo tipo 2. Año 2012. Fuente: elaboración propia.....	38
Figura 16 Fisuras en fachada NOE Año 2012. Fuente: elaboración propia.....	38
Figura 17 Fisuras en fachada NOE. Año 2012. Fuente: elaboración propia.....	39
Figura 18 Grieta en tabique central paralelo a fachada. Año 2012. Fuente: elaboración propia.....	40
Figura 19 Grieta por hundimiento de solera. Año 2012. Fuente: elaboración propia.....	41
Figura 20 Hundimiento de solera. Año 2012. Fuente: elaboración propia.....	41
Figura 21 Asentamiento del terreno. Año 2012. Fuente: elaboración propia.....	42
Figura 22 Grieta por asentamiento y deformación. Año 2012. Fuente: elaboración propia.....	43
Figura 23 Asentamiento y desplazamiento de 1cm. Año 2012. Fuente: elaboración propia.....	43
Figura 24 Asentamiento de solera. Año 2012. Fuente: elaboración propia.....	44
Figura 25 Planta de nuevos pilares. Año 2012. Fuente: elaboración propia.....	46
Figura 26 Drenaje y saneamiento. Año 2012. Fuente: elaboración propia.....	47
Figura 27 Termitas y carcomas. Año 2015. Fuente: <a href="http://pinturasdami.com">http://pinturasdami.com</a> .....	53
Figura 28 Pendientes del solado en planta pisos. Año 2015. Fuente: elaboración propia.....	54

Figura 29 Manifestaciones patológicas 4ºD. Año 2015. Fuente: elaboración propia.....	55
Figura 30 Carcoma en 1ºD. Año 2015. Fuente: elaboración propia. ....	56
Figura 31 Humedades en planta baja. Año 2015. Elaboración propia. .	57
Figura 32 Tejado trasteros derrumbado. Año 2015. Fuente: elaboración propia.....	58
Figura 33 Trasteros en mal estado con vegetación. Año 2015. Fuente: elaboración propia.....	59
Figura 34 humedades en el portal. Año 2015. Fuente: elaboración propia.....	60
Figura 35 Humedad en bajante. Año 2015. Fuente: elaboración propia. ....	61
Figura 36 Humedad en 4ºD. Año 2015. Fuente: elaboración propia. ...	62
Figura 37 Pendientes y descenso de estructura de madera. Año 2015. Fuente: elaboración propia.....	63
Figura 38 Detalle de carcoma en viga. Año 2015. Fuente: elaboración propia.....	65
Figura 39 Vista general de la carcoma. Año 2015. Fuente; elaboración propia.....	66
Figura 40 Solera y drenaje en planta baja. Año 2015. Fuente: elaboración propia.....	68
Figura 41 Detalle forjado existente. Año 2015. Fuente: elaboración propia.....	72
Figura 42 Inyección producto anticarcoma. Fuente: eliminacionplagas.com .....	73
Figura 43 Tratamiento de carcoma con pulverización. Año 2015.Fuente: plaguiplan.es .....	73
Figura 44 Tratamiento anticarcoma con gel. Año 2015. Fuente:plaguisur.com .....	74

Figura 45 Tratamiento anticarcoma de atmósfera controlada. Año 2015 Fuente: termitasmadera.com .....	75
Figura 46 Detalle propuesto para refuerzo de forjado. Año 2015. Fuente: elaboración propia.....	77
Figura 47 Relación entre bóvedas y espesores de muros de carga. Año 2004. Fuentes: Libro arcos, bóvedas y cúpulas, de Santiago Huerta ..	87
Figura 48 Agrietamiento de arco por movimiento de laterales. Año 2004. Fuente: Arco, bóvedas y cúpulas, Santiago Huerta.....	87
Figura 49 Manifestaciones Patológicas observadas. Año 2009. Fuente: elaboración propia.....	89
Figura 50 Manifestaciones patológicas en alzado principal. Año 2009. Fuente: elaboración propia.....	90
Figura 51 Manifestaciones patológicas en alzado lateral derecho. Año 2009. Fuente: elaboración propia .....	91
Figura 52 Manifestaciones patológicas en alzado lateral izquierdo. Año 2009. Fuente: elaboración propia .....	92
Figura 53 Manifestaciones patológicas en alzado posterior. Año 2009. Fuente: elaboración propia.....	93
Figura 54 Desaparición de piedras. Año 2009. Fuente: elaboración propia.....	94
Figura 55 Grietas en bóveda. Año 2009. Fuente: elaboración propia ...	94
Figura 56 Grietas en bóveda y arco. Año 2009. Fuente: elaboración propia.....	95
Figura 57 Grieta en bóveda. Año 2009. Fuente: elaboración propia ....	95
Figura 58 Desplazamiento de muros. Año 2009. Fuente: elaboración propia.....	98
Figura 59 Zona inferior deteriorada. Año 2009. Fuente: elaboración propia.....	99

Figura 60 Señales de la existencia de edificios adosados. Año 200.	
Fuente: elaboración propia.....	100
Figura 61 Indicios de antiguas construcciones. Año 2009. Fuente:	
elaboración propia.....	101
Figura 62 Cosido piedra 1 (taladro). Año 2009. Fuente: elaboración	
propia.....	103
Figura 63 Cosido piedra 2 (introducir resina). Año 2009. Fuente:	
elaboración propia.....	103
Figura 64 Cosido piedra 3 (Inserción de varilla). Año 2009. Fuente:	
elaboración propia.....	104
Figura 65 Cosido piedra 4 (retacado varilla). Año 2009. Fuente:	
elaboración propia.....	104
Figura 66 Cosido de piedra 5 (retacado de varilla). Año 2009. Fuente:	
elaboración propia.....	105
Figura 67 Rejuntado de piedra interior. Año 2009. Fuente: elaboración	
propia.....	105
Figura 68 Rejuntado de piedra exterior. Año 2009. Fuente: elaboración	
propia.....	106
Figura 69 Acabado interior, eliminación de tabiques interiores. Año	
2009. Fuente: elaboración propia. ....	106
Figura 70 Cosido de piedras (vista en 3Dcon perspectiva militar desde el	
suelo). Año: 2012. Fuente: elaboración propia .....	107
Figura 71 Atarjea ventilada. Año: 2009. Fuente: elaboración propia..	108
Figura 72 Atarjea ventilada sección. Año 2009. Fuente: elaboración	
propia.....	108
Figura 73 Detalle de cosido. Año 2009. Fuente: elaboración propia... 109	

# Anexos

## A.1.-Vivienda Unifamiliar

Se insertan a continuación fotografías de estado inicial y planos

Fisura en tabique 1



Fisura en tabique 2



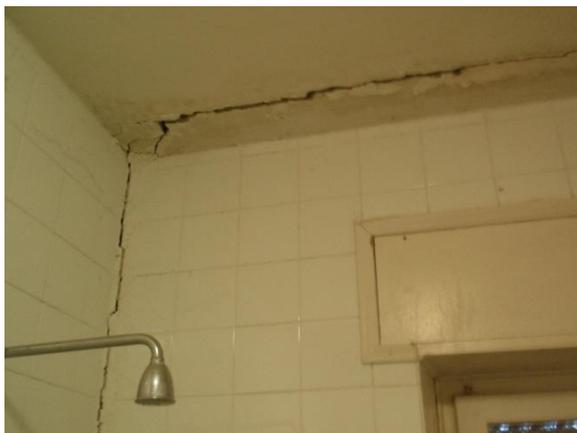
Fisura en tabique 3



Fisura en tabique 4



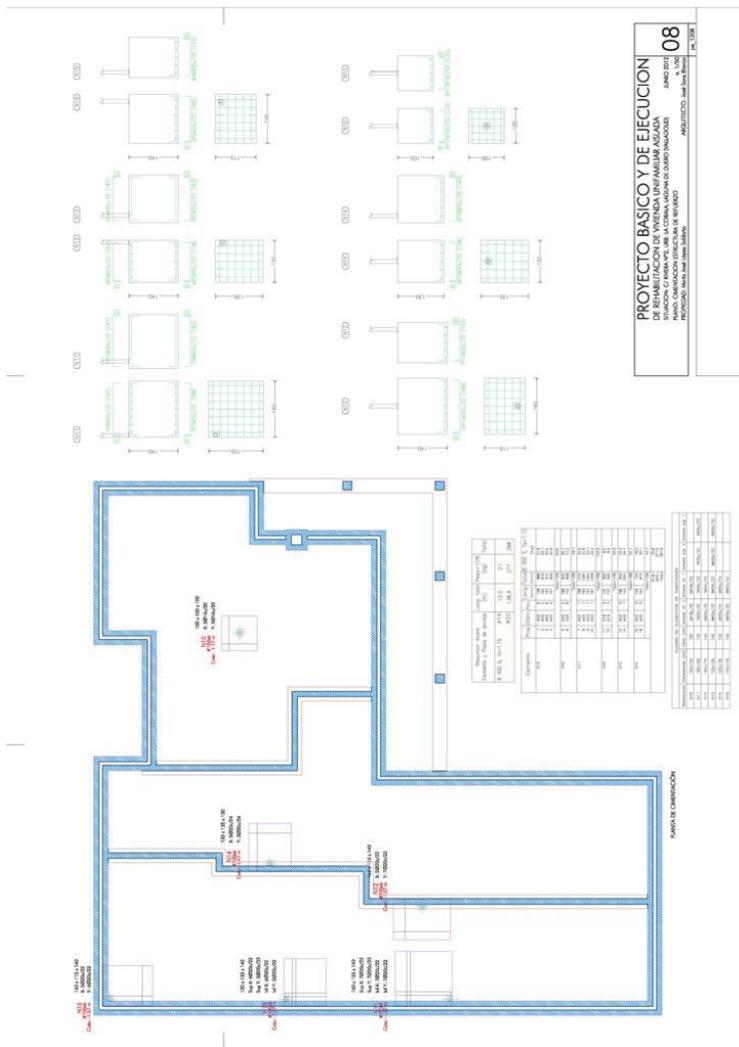
## Desprendimiento de fachada



## Marcado de viguetas

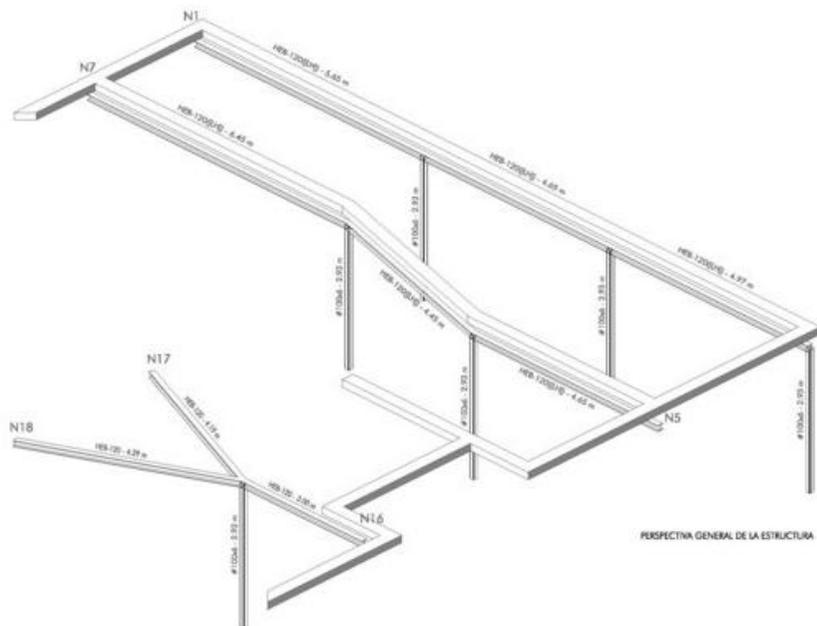


Plano de cimentación de proyecto de reforma (autor José Sanz Blanco)

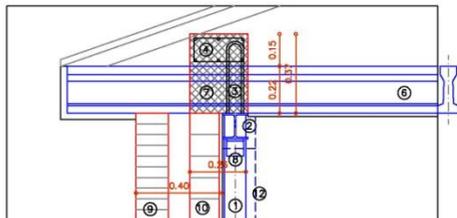




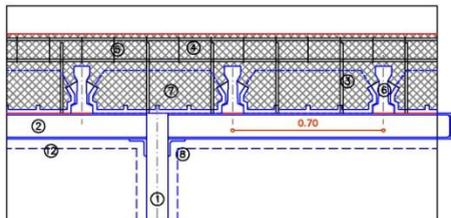
## Detalle de estructura metálica del proyecto de reforma (autor José Sanz Blanco)



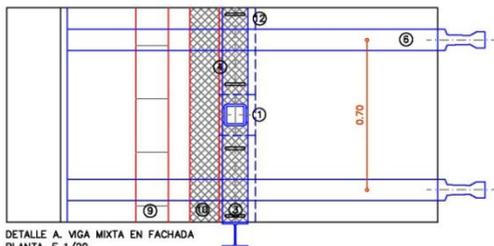
Detalles constructivos del proyecto de reforma (autor José Sanz Blanco)



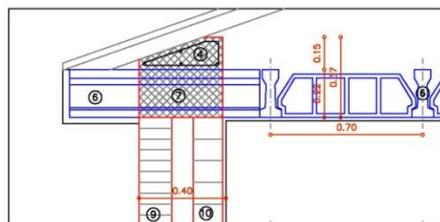
DETALLE A. VIGA MIXTA EN FACHADA  
ALZADO. E 1/20



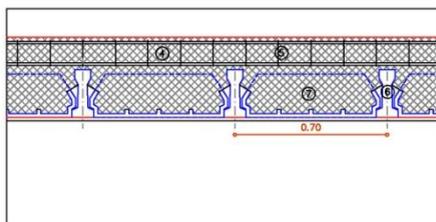
DETALLE A. VIGA MIXTA EN FACHADA  
SECCIÓN. E 1/20



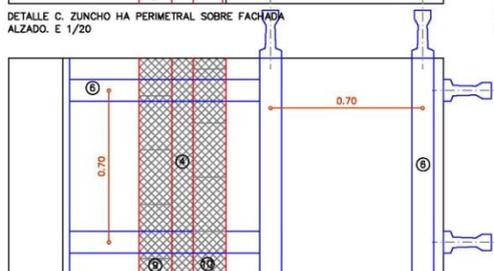
DETALLE A. VIGA MIXTA EN FACHADA  
PLANTA. E 1/20



DETALLE C. ZUNCHO HA PERIMETRAL SOBRE FACHADA  
ALZADO. E 1/20

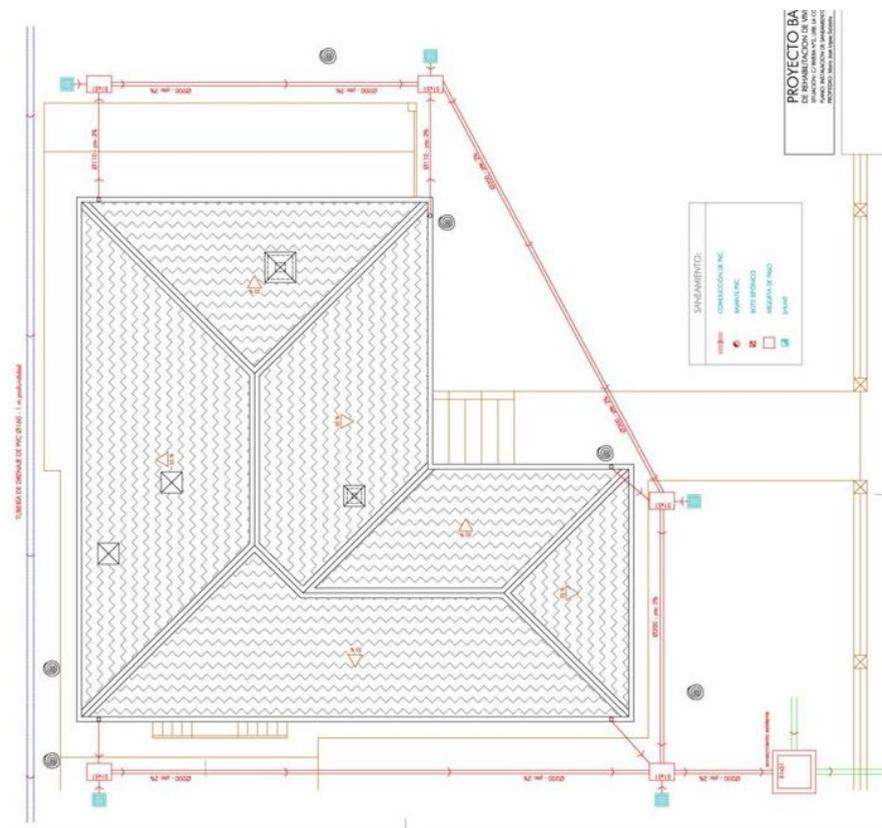


DETALLE C. ZUNCHO HA PERIMETRAL SOBRE FACHADA  
SECCIÓN. E 1/20



DETALLE C. ZUNCHO HA PERIMETRAL SOBRE FACHADA  
PLANTA. E 1/20

## Drenaje y saneamiento del proyecto de reforma (autor José Sanz Blanco)



## A.2.-Vivienda en bloque con estructura de madera

Se insertan a continuación fotografías del estado inicial.

Trasteros



Humedad en pilar de planta baja con asentamiento



### Tejado y tablero deformado



### Rotura de fachada con tabiquería 1



### Rotura de fachada con tabiquería 2



### Rotura de fachada con tabiquería 3



### A.3.-Edificio singular con bóvedas de piedra

Se insertan a continuación fotografías de inicial y final.

Fisuración de bóveda y espadaña



Fisuras retacadas



### Fisuras de bóveda retacada



### Falta de mantenimiento



Pilar exterior en muy mal estado



Pilar reparado



#### **A.4.-Derrumbe por falta de mantenimiento: Puente**

El presente anexo refleja fotografías del reciente derrumbe de puente de piedra en Cabezón de Pisuerga (Valladolid).

El puente en mayo. Fuente: <http://vallisoletvm.blogspot.com.es>



El puente el 24 de junio. Fuente: <http://cadenaser.com>



El puente actualmente. Fuente: <http://www.elnortedecastilla.es>



El puente actualmente. Fuente: <http://www.diariodeleon.es/>



El puente actualmente. Fuente: <http://www.elnortedecastilla.es>



El puente actualmente. Fuente: <http://www.patrimoniovalladolid.com/>



El puente actualmente. Fuente:  
<https://www.flickr.com/photos/psoecastillayleon/19119484006>



## A.5.-Deficiencias por falta de mantenimiento: Iglesia.

El presente anexo refleja fotografías de la Iglesia de Santa María en Alaejos (Valladolid). Fuente: <http://www.elnortedecastilla.es>

Artesonado afectado por la carcoma



Estado del exterior de la cúpula.



### Estado del forjado de la torre



### Estado de la torre



## A.6.-Derrumbe de edificio por falta de mantenimiento.

El presente anexo refleja fotografías del derrumbe de edificio por falta de mantenimiento en Madrid. Fuente: <http://www.que.es>

Derrumbe de viviendas



Derrumbe de viviendas



## **A.7.-Derrumbe de viviendas por falta de mantenimiento.**

El presente anexo refleja fotografías del derrumbe de viviendas por falta de mantenimiento en Lleida. Fuente: <http://ccaa.elpais.com>

Derrumbe de viviendas



## A.8.- Colapso estructural por falta de mantenimiento.

El presente anexo refleja fotografías del colapso de una estructura provocado por falta de mantenimiento en Elche (Alicante). Fuente: <http://www.lasprovincias.es>

Colapso en estructura de viviendas en Elche.



Colapso en estructura de viviendas en Elche.

