

SOLUCIONES ESTRUCTURALES Y CONSTRUCTIVAS EN CERCHAS DE MADERA DEL S. XIX

INVESTIGACIÓN DEL FUNCIONAMIENTO, RESPUESTAS
PATOLÓGICAS Y REHABILITACIÓN, MEDIANTE SU
REPRESENTACIÓN GRÁFICA TRIDIMENSIONAL
EL COLEGIO MÁXIMO DE CARTUJA TRAMO 4, NUDO 5

ÍNDICE

1. RESUMEN	3
2. INTRODUCCIÓN	4
2.1. INFORMACIÓN PREVIA	4
2.1.1. Antecedente y condicionante de partida	4
2.1.2. Entorno físico y emplazamiento	5
2.1.3. Descripción general del edificio	6
2.2. DATOS DE PARTIDA	7
2.3. PRESTACIONES DEL EDIFICIO	8
Limitaciones de uso del edificio:	9
Limitaciones de uso de las dependencias:	9
Limitación de uso de las instalaciones:	9
Las instalaciones se diseñan para los usos previstos en proyecto, no podrán ser utilizadas para otros distintos a los indicados en el proyecto. En este caso sólo para iluminación interior de las cubiertas para cuando se estén efectuando trabajos de mantenimiento, conservación y reparación.	9
2.4. MARCO TEÓRICO	10
2.5. DESCRIPCIÓN DE LOS DIFERENTES ELEMENTOS	11
2.5.1. Sustentación del edificio	11
2.5.2. Sistema estructural	11
2.5.3. Sistema envolvente	11
2.5.4. Sistema de compartimentación	12
2.5.5. Sistemas de acabados	12
2.5.6. Sistemas de acondicionamiento de instalaciones	15
2.5.7. Equipamiento	15
2.5.8. Espacios exteriores a la edificación	15
3. MÉTODO	16
3.1. CUMPLIMIENTO DEL CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN (CTE)	16
3.1.1. DB-SE Exigencias básicas de seguridad estructural	16
3.1.2. DB-SI Exigencias básicas de seguridad en caso de incendio	16
3.1.3. DB-SUA Exigencias básicas de seguridad de utilización y accesibilidad	18
3.1.4. DB-HS Exigencias básicas de salubridad	18
3.1.5. Este dato se obtiene de la tabla 2.9 y 2.10, exigencia básica HS1, CTE	20
3.1.6. DB-HR Exigencias básicas de protección frente al ruido	21
3.1.7. DB-HE Exigencias básicas de ahorro de energía	21
3.2. PLANOS	22
3.2.1. ESTADO ACTUAL, SITUACIÓN, ALZADO PRINCIPAL, SECCIONES	22
3.2.2. ESTADO ACTUAL, REPORTAJE FOTOGRÁFICO	23
3.2.3. ESTADO ACTUAL. ZONA DE ACTUACIÓN	24
3.2.4. DETALLES DE CERCHAS, PLANTAS Y FOTOGRAFÍAS	25
3.2.5. ACTUACIÓN SOBRE EL NUDO 5	26
3.2.6. ACTUACIÓN SOBRE CAPILLA	29
4. RESULTADOS	30
5. BIBLIOGRAFÍA	31

1. RESUMEN

El Colegio Máximo de Cartuja actualmente Campus Universitario de Granada, fue construido a final del siglo XIX declarado Bien de Interés Cultural en 1983. El conjunto de la edificación responde un claro exponente del historicismo Mudéjar. Se hizo fundamental una profunda investigación en las tipologías y procesos constructivos de la época.

Proceso de investigación e intervención subvencionado por la Universidad de Granada. Iniciados los trabajos de campo para dicha investigación, se detectó que debido a las malas intervenciones realizadas en esta tipología constructiva por falta de su conocimiento y estudio en estas tipologías mudéjares estaba fuertemente dañada presentando peligro de agotamiento.

Teniendo siempre en cuenta las premisas anteriores y los parámetros de las teorías de restauración y reconstrucción asumidas por la legislación vigente en materia de patrimonio, así como la exhaustiva investigación realizada de las intervenciones en este edificio así como en otros edificios de la época, se optó por el desmontaje estructural y la reconstrucción del mismo. La intervención se basó principalmente en su clasificación, desmontaje, limpieza, reintegración de policromía y en el tratamiento de las partes inestables consolidando toda su estructura.

Como resultado de toda la investigación surgió una metodología de trabajo sobre estas tipologías constructivas neomudéjares muy utilizadas a finales del s.XIX y principios del XX en toda España y principalmente en Andalucía. Esta metodología ha podido ser extrapolable a otras intervenciones posteriores en este mismo edificio y otros.

Para ello, se utilizó la representación tridimensional, como método de aproximación y análisis del estado actual. Se levantó el conjunto de la cubierta de cerchas para tener una visión general y más acertada de la situación de la misma, comprobándose que ciertas soluciones realizadas en su origen y en posteriores intervenciones, no eran las más adecuadas. Con el modelo tridimensional se constató que había uniones y maclas que provocaban un reparto de fuerzas no homogéneo ni equilibrado en ciertos puntos, generando daños en las propias cerchas, cesiones en los faldones de teja y empujes en los muros de carga perimetrales en los que se apoyaban.

El factor temporal (poder obtener vistas desde cualquier perspectiva en tiempo real) ayudó sobremanera a detectar los desajustes mencionados y a poder ensayar múltiples opciones que llevaron a la adopción de las medidas correctoras finales de una forma más rápida que con la tradicional representación bidimensional.

La problemática aquí planteada, es extrapolable a muchos edificios catalogados, pero que se encuentran en pleno uso, y que se ven obligados a cumplir normativas diseñadas para edificaciones construidas con soluciones actuales.

Esta investigación ha dado como resultado, la participación en un contrato y proyecto para la ejecución de dichas soluciones. Ha generado un incremento en el valor tanto económico como arquitectónico del inmueble y ha causado un impacto económico positivo para la Universidad de Granada. Dicho contrato tiene como investigador principal a Antonio García Bueno, Doctor Arquitecto.

2. INTRODUCCIÓN

2.1. INFORMACIÓN PREVIA

2.1.1. Antecedente y condicionante de partida

Ante el deteriorado estado estructural y constructivo de algunas zonas de la Cubierta del Colegio Máximo de Cartuja, se recibió por parte de la Universidad de Granada, el encargo de realizar una inspección visual de la cubierta y redactar un informe con exposición del estado de la misma y qué trabajos acometer de forma prioritaria, ya que en las últimas fechas y por la abundante lluvia caída en períodos recientes, habían aparecido goteras en las plantas inferiores y se apreciaban movimientos en la estructura del edificio.

En dicho informe, elaborado en Marzo de 2016 por el Dr. Arquitecto Antonio García Bueno, se establecieron una serie de medidas urgentes que había que acometer para garantizar la estabilidad y durabilidad de algunas partes de la cubierta.

Tras el estudio del informe el Área de Infraestructuras y Patrimonio de la Universidad de Granada a tomado la decisión de intervenir de manera urgente en parte de las cubiertas, y concretamente en la zona de la cubiertas de la Capilla Neomudéjar y en el cruce de cubierta de las dos naves o volúmenes que conforman los cuatro patios del edificio, dicho cruce se denomina (mirar documentación grafica) nudo 5. Posteriormente cuando económicamente encuentre financiación intervendrá en el resto de las cubiertas. Es el motivo del presente proyecto de ejecución de intervención parcial en las cubiertas del colegio Máximo de Cartuja.

Por otra parte también se pretende realizar una intervención de las vidrieras que integran la capilla Neo-mudejar para darle o devolverles su función tanto de protección y cerramiento, como estética e ideológica.

Además, hay que indicar que algunas soluciones constructivas que se van a ejecutar fueron autorizadas previamente por la Delegación Provincial en Granada de la Consejería de Cultura según informe favorable firmado el 3 de enero de 2011 en relación al Proyecto de Rehabilitación de la Cubierta del Colegio Máximo de Cartuja redactado por el Dr. Arquitecto Antonio García Bueno en Diciembre 2009 - Mayo 2010. (Ver Anexo 5.10 Autorizaciones administrativas, de este proyecto).

Se hace hincapié que en este proyecto de intervención sólo se contemplan las medidas urgentes que se van a acometer en zonas parciales y puntuales de la cubierta. No obstante, hay otras zonas de la cubierta que requieren también de trabajos de rehabilitación y refuerzo y que, por motivos presupuestarios, como he indicado con anterioridad, y porque su estado, a fecha de hoy, no es tan alarmante, no han sido tratadas aún en este proyecto. Estos trabajos aún por realizar se recogen en el informe redactado por el Dr. Arquitecto Antonio García Bueno, firmado el 4 de Abril de 2016, y entregado en el Registro de la Unidad Técnica de la Universidad de Granada en la misma fecha.

Se ha de indicar que el edificio está catalogado como Bien de Interés Cultural y catalogado por el ministerio de cultura, en el que se ubican actualmente las facultades de Odontología y Biblioteconomía de la Universidad de Granada.

2.1.2. Entorno físico y emplazamiento

Colegio Máximo, Campus Universitario de Cartuja CP: 18071 Granada (Granada).

Se trata de la cubierta de un Edificio Catalogado dentro de un conjunto Universitario. Dicho edificio se encuentra exento y, por tanto, con cuatro fachadas. Los jardines que rodean al mismo también están catalogados por el Plan General de Ordenación Urbana de Granada. La orientación de la fachada principal (la de la entrada) es suroeste.



2.1.3. Descripción general del edificio

El edificio construido en 1894 y catalogado como Bien de Interés Cultural (BIC), alberga en la actualidad a la Facultad de Comunicación y Documentación, la Facultad de Odontología y el Servicio de Publicaciones de la Universidad de la Universidad de Granada.

Es un edificio rectangular ordenado en torno a cuatro patios: dos grandes en la parte anterior y dos más estrechos en la parte posterior.

Tiene una superficie construida de 13552 m2 aproximadamente (según indicación del Plan de Autoprotección del edificio), sin contar los patios interiores.

Constructivamente es un edificio de muros de carga con forjados autorresistentes y cubierta a dos aguas de teja cerámica sobre una estructura de cerchas de cuchillo de madera de par y tirante.

La edificación es exenta y tiene diferentes alturas según la zona: tres plantas en la fachada principal y en las laterales, dos plantas en la fachada trasera (salvo la zona de la capilla en la esquina noreste), cuatro plantas en la portada del acceso principal y cuerpos de las esquinas y cinco plantas en las torres que flanquean el acceso.

El entorno del edificio, está constituido por edificios docentes que conforman el Campus Universitario de Cartuja.



2.2. DATOS DE PARTIDA

A. Sistema de cimentación y estructural:		
A.1 Cimentación:		El proyecto trata de una actuación en cubierta y, por tanto, no afecta a la cimentación existente.
A.2 Estructura portante:	Descripción del sistema:	<p>El sistema estructural existente del edificio es de muros de carga de dos pies de espesor. En cuanto a la cubierta que en nuestro caso si nos interesa es de la siguiente forma:</p> <p>La estructura de la cubierta la forma un conjunto de cerchas de madera de par y tirante, con un pendolón central que viene desde la hilera que forma la cumbrera hasta el tirante. Las secciones de los pares medidas en las cerchas son de 33 cms de canto por 7 cms de ancho, estando constituidos los puentes de rigidización de los pares, que apoyan en el pendolón, por dos vigas unidas de 16 cms de canto por 7 de espesor cada una. Los pares soportan las correas, también de madera y de sección rectangular 12x6 cms, sujetas a los mismos mediante ejiones. Las correas sirven de base para la tablazón de la formación de pendientes, a dos aguas, donde se apoyan las tejas.</p> <p>El alero está formado por varias hiladas de ladrillo visto como terminación del muro de carga, dispuesto en tres filas dobles de pico de gorrión. El encuentro con el tejado se produce a través de un voladizo de canecillos de madera que se ha realizado sobre el pico de gorrión.</p>
	Parámetros:	Los aspectos básicos que se tienen en cuenta a la hora de reforzar la estructura, la cual en algunos puntos está totalmente quebrada, han sido los indicados por las instrucciones que marca la Ley que rige los Bienes de Interés Cultural como es la reconstrucción con el mismo sistema estructural existente pero eliminando las malas intervenciones que se habían realizado con anterioridad, y con diferenciación de las nuevas intervenciones. También se tendrá en cuenta principalmente la resistencia mecánica y estabilidad, la seguridad, la durabilidad, la economía, la facilidad constructiva, la modulación y las posibilidades de mercado.
A.3 Estructura horizontal:		El proyecto trata de una actuación en cubierta que no afecta a los forjados.

B. Sistema envolvente:		
B.1 Cubiertas:	Descripción del sistema:	<p>La estructura de la cubierta la forma un conjunto de cerchas de madera de par y tirante, con un pendolón central que viene desde la hilera que forma la cumbrera hasta el tirante. Las secciones de los pares medidas en las cerchas son de 33 cms de canto por 7 cms de ancho, estando constituidos los puentes de rigidización de los pares, que apoyan en el pendolón, por dos vigas unidas de 16 cms de canto por 7 de espesor cada una. Los pares soportan las correas, también de madera y de sección rectangular 12x6 cms, sujetas a los mismos mediante ejiones. Las correas sirven de base para la tablazón de la formación de pendientes, a dos aguas, donde se apoyan las tejas.</p> <p>El alero está formado por varias hiladas de ladrillo visto como terminación del muro de carga, dispuesto en tres filas dobles de pico de gorrión. El encuentro con el tejado se produce a través de un voladizo de canecillos de madera que se ha realizado sobre el pico de gorrión.</p>

		Parámetros:	Se remite al apartado 3. Cumplimiento del CTE de esta memoria, a los anexos correspondientes, a la documentación gráfica y a la medición y presupuesto del proyecto.
--	--	-------------	--

C. Sistema de compartimentación:

			El proyecto trata de una actuación en cubierta que no afecta al sistema de compartimentación.
--	--	--	---

D. Sistema de acabados:

	D.1 Cubierta:		Se mantienen los acabados ya que se reutilizan los existentes y se sustituyen, en caso de que sea necesario, por otros de iguales características.
	D.2 Carpintería exterior:		Se mantienen los acabados ya que se sustituyen por otras de iguales características a las existentes al tratarse de una rehabilitación En la zona de la Capilla, las vidrieras se encuentra en muy mal estado y se plantea una intervención de las mismas para recuperar y devolverles su función tanto de protección y cerramiento, como estética e ideológica.

E. Sistema de acondicionamiento ambiental:

			No es objeto de este proyecto.
--	--	--	--------------------------------

F. Sistema de servicios:

	F.1 Iluminación:		En la obra se prevé la nueva instalación de iluminación interior de cubiertas con arreglo a las necesidades exigidas para su buen funcionamiento y conservación segura. La instalación consiste en la sustitución de la existente de las zonas puntuales en donde se interviene.
--	-----------------------------------	--	--

2.3. PRESTACIONES DEL EDIFICIO

Requisitos básicos:	En CTE	En proyecto	Prestaciones que superan el CTE en proyecto
---------------------	--------	-------------	---

Seguridad	SE	Seguridad estructural	Asegurar un comportamiento estructural adecuado del edificio frente a las acciones e influencias previsibles a las que pueda estar sometido durante su construcción y uso previsto.	DB SE	No procede
------------------	-----------	-----------------------	---	--------------	------------

SI	Seguridad en caso de incendio	Reducir a límites aceptables el riesgo de que los usuarios del edificio sufran daños derivados de un incendio de origen accidental.	-	No procede
SUA	Seguridad de utilización y accesibilidad	Reducir a límites aceptables el riesgo de que los usuarios sufran daños inmediatos durante el uso previsto de los edificios.	-	No procede

Habitabilidad	HS	Salubridad	Reducir a límites aceptables el riesgo de que los usuarios, dentro de los edificios y en condiciones normales de utilización, padezcan molestias o enfermedades, así como el riesgo de que los edificios se deterioren y de que deterioren el medio ambiente en su entorno inmediato.	DB HS	No procede
	HR	Protección frente al ruido	Limitar dentro de los edificios, y en condiciones normales de utilización, el riesgo de molestias o enfermedades que el ruido pueda producir a los usuarios.	-	No procede
	HE	Ahorro de energía y aislamiento térmico	Conseguir un uso racional de la energía necesaria para la utilización de los edificios, reduciendo a límites sostenibles su consumo y conseguir asimismo que una parte de este consumo proceda de fuentes de energía renovable.	-	No procede

Funcionalidad	Utilización		-	No procede
	Accesibilidad		-	No procede
	Acceso a los servicios		-	No procede

Limitaciones

Limitaciones de uso del edificio:	El edificio sólo podrá destinarse a los usos previstos en el proyecto. La dedicación de algunas de sus dependencias a uso distinto del proyectado requerirá de un proyecto de reforma y cambio de uso que será objeto de licencia nueva. Este cambio de uso será posible siempre y cuando el nuevo destino no altere las condiciones del resto del edificio ni sobrecargue las prestaciones iniciales del mismo en cuanto a estructura, etc. y, además, no incumpla la Normativa Urbanística de aplicación. La cubierta no se podrá utilizar como lugar de almacenamiento ni como zona de uso ni estancia de personal. Únicamente accederá a ella personal autorizado para trabajos de mantenimiento, conservación y reparación.
Limitaciones de uso de las dependencias:	
Limitación de uso de las instalaciones:	Las instalaciones se diseñan para los usos previstos en proyecto, no podrán ser utilizadas para otros distintos a los indicados en el proyecto. En este caso sólo para iluminación interior de las cubiertas para cuando se estén efectuando trabajos de mantenimiento, conservación y reparación.

2.4. MARCO TEÓRICO

Se toman como documentos de referencia:

- Proyecto Básico y de Ejecución y Estudio de Seguridad y Salud de Rehabilitación de la cubierta del Colegio Máximo de Cartuja. Mayo 2006. Luis Delgado Méndez. Arquitecto.
- Modificado de Proyecto de Rehabilitación de la Cubierta del Colegio Máximo de Cartuja y Proyectos Complementarios. Junio 2007. Antonio García Bueno. Dr. Arquitecto.
- Informe sobre estado de conservación de cubiertas del Colegio Máximo de Cartuja, Facultad de Odontología y Biblioteconomía de Granada. Enero 2009. Antonio García Bueno. Dr. Arquitecto.
- Proyecto de Rehabilitación de la Cubierta del Colegio Máximo de Cartuja. Diciembre 2009 - Mayo 2010. Antonio García Bueno. Dr. Arquitecto.
- Informe sobre intervención por urgencia en elementos puntuales de cubiertas del Colegio Máximo de Cartuja, Facultad de Odontología y Biblioteconomía de Granada. Enero 2013. Antonio García Bueno. Dr. Arquitecto. (Para la solicitud de autorización para la ejecución de las medidas urgentes).
- Segundo informe sobre intervención por urgencia en elementos puntuales de cubiertas del Colegio Máximo de Cartuja, Facultad de Odontología y Biblioteconomía de Granada. Mayo 2013. Antonio García Bueno. Dr. Arquitecto. (Para la solicitud de nueva autorización y/o ampliación de plazo en la ejecución de las medidas urgentes).
- Informe sobre la necesidad de ampliación de presupuesto autorizado para realizar trabajos de emergencia y rehabilitación en el Tramo 1 de las Cubiertas del colegio Máximo de Cartuja, Facultad de Odontología y Biblioteconomía de la Universidad de Granada. Septiembre 2013. Antonio García Bueno. Dr. Arquitecto.
- Informe sobre el estado de la Cubierta del Colegio Máximo de Cartuja tras la ejecución de las últimas medidas urgentes finalizadas en noviembre de 2013 y trabajos pendientes de realizar en la misma. Noviembre 2013. Antonio García Bueno. Dr. Arquitecto.
- Informe sobre estado de conservación de cubiertas del Colegio Máximo de Cartuja, en zona de secretaria de la Facultad de Odontología (Tramo 5) y Zona central de Capilla. marzo 2016. Antonio García Bueno. Dr. Arquitecto.

2.5. DESCRIPCIÓN DE LOS DIFERENTES ELEMENTOS

2.5.1. Sustentación del edificio

El proyecto tiene por objeto la rehabilitación de parte de la cubierta de un edificio existente y, por tanto, no se actúa sobre el sistema de cimentación ni sobre el terreno de apoyo del mismo.

2.5.2. Sistema estructural

- Cimentación:

El proyecto tiene por objeto la rehabilitación de parte de la cubierta de un edificio existente y, por tanto, no se actúa sobre el sistema de cimentación del mismo.

- Sistema de contenciones:

El proyecto tiene por objeto la rehabilitación de parte de la cubierta de un edificio existente y, por tanto, no se actúa sobre el sistema de contenciones del mismo.

- Estructura portante:

El proyecto tiene por objeto la rehabilitación de parte de la cubierta de un edificio existente y no se actúa sobre la estructura portante del mismo. Únicamente se interviene en la estructura portante de la cubierta a rehabilitar (sistema de cerchas de madera).

Para el cálculo de las mismas se ha utilizado el programa informático para maderas:

TRICAL VERSION 7.0 ADAPTADO AL CTE.

Los materiales que intervienen son: escuadrías de madera de pino rojo gallego (madera de similares características a las existentes) y elementos metálicos de refuerzo. Para mayor detalle se remite a la documentación gráfica y al apartado siguiente 2.3 Sistema envolvente.

- Estructura horizontal:

El proyecto tiene por objeto la rehabilitación de parte de la cubierta de un edificio existente y no se actúa sobre los forjados existentes.

2.5.3. Sistema envolvente

El proyecto tiene por objeto la rehabilitación de parte de la cubierta de un edificio existente y, por tanto, en los únicos subsistemas de la envolvente del edificio en los que se interviene son: cubierta y carpinterías exteriores en "perros sentados".

CUBIERTA:

Las soluciones constructivas propuestas, en este proyecto, se mostraban en el proyecto de rehabilitación autorizado por la Delegación Provincial en Granada de la Consejería de Cultura de la Junta de Andalucía, en fecha 3 de enero de 2011

La cubierta se compone de las siguientes capas y elementos (de interior a exterior):

1. Cerchas: Las cerchas que componen la cubierta son de madera, de pino rojo, de par y tirante, con pendolón y jabalcones. Las uniones se realizan con pletinas metálicas y con uniones en Rayo de Júpiter.

El pendolón central viene desde la hilera que forma la cumbrera hasta el tirante. Las secciones de los pares medidas en las cerchas son de 33 cms de canto por 7 cms de ancho, estando constituidos los puentes de rigidización de los pares, que apoyan en el pendolón, por dos vigas unidas de 16 cms de canto por 7 de espesor cada una. Los cuchillos soportan las correas. (mirar documentación)

2. Correas de madera y de sección rectangular 12x6 cms, sujetas a los pares mediante ejiones. Dichas correas sirven de base para la tablazón de la formación de pendientes, a dos aguas, donde se apoyan las tejas.

3. Tablazón de madera fijada a las correas.

4. Yeso negro aligerado.

5. Rastreles horizontales de madera.

6. Tela transpirable (Permo Ultra SK).

7. Rastreles de espiga.

8. Mortero de cal cogiendo las tejas una a una.

9. Teja curva árabe

10. El alero está formado por varias hiladas de ladrillo visto como terminación del muro de carga, dispuesto en tres filas dobles de pico de gorrión. El encuentro con el tejado se produce a través de un voladizo de canchillos de madera que se ha realizado sobre el pico de gorrión.

Comportamiento del subsistema:

En el cálculo estructural se han tenido en cuenta las acciones permanentes (peso propio), acciones variables (viento) y acciones accidentales (sismo) según lo indicado en el DB-SE, DB SE-AE, DB SE-M y NCSE-02.

En cuanto a la seguridad en caso de incendio no se han tenido consideraciones especiales, la rehabilitación se ha efectuado conforme a los materiales existentes y las técnicas habituales.

En cuanto a la evacuación de agua, comportamiento frente a la humedad, protección frente al ruido y aislamiento térmico, la solución de cubierta cumple con las exigencias requeridas a este respecto.

CARPINTERÍAS EXTERIORES EN CUBIERTAS:

Las carpinterías colocadas en los “perros sentados” son de madera y de iguales características.

Comportamiento del subsistema:

En cuanto a la seguridad en caso de incendio no se han tenido consideraciones especiales, la rehabilitación se ha efectuado conforme a los materiales existentes y las técnicas habituales.

En cuanto a la evacuación de agua, comportamiento frente a la humedad, protección frente al ruido y aislamiento térmico, las carpinterías cumplen con las exigencias requeridas a este respecto.

2.5.4. Sistema de compartimentación

El proyecto tiene por objeto la rehabilitación de parte de la cubierta de un edificio existente y, por tanto, en el sistema de compartimentación interior del edificio no se actúa.

2.5.5. Sistemas de acabados

CUBIERTA:

La cubierta como se ha indicado anteriormente se termina con teja curva árabe. Las tejas se reutilizarán las existentes. En el caso de que haya que sustituir algunas porque su deterioro sea grande, se cambiarán por otras de similares características y se dispondrán, en la medida de lo posible, en las canales.

CARPINTERÍAS EXTERIORES EN CUBIERTAS:

Las carpinterías como se ha indicado anteriormente serán de madera de similares características a las sustituidas.

CARPINTERÍAS EXTERIORES EN CAPILLA NEO-MUDEJAR (VIDRIERAS EN PARAMENTOS VERTICALES):

Una vez instalado los medios de acceso se procederá a la extracción de las vidrieras para su traslado al taller y posterior intervención. La extracción se ejecutará por el lado exterior, el mismo por el que fueron colocadas.

Tras la retirada de los vidrios de protección y las varillas que los sustentan, insertos en el mismo marco en el que se ubican las vidrieras, se fijarán aquellas piezas de vidrio del panel que se encuentren fragmentadas o con riesgo de desprenderse durante el desmontaje del panel, para ello se asegurarán con cinta adhesiva o bien se retirarán, siendo cuidadosamente marcadas, para su posterior colocación en el mismo lugar. Por el lado interno se eliminarán los puntos de sujeción del panel a la varilla y por el exterior se retirarán las puntillas y el enmasillado que sostienen las vidrieras al marco, a continuación se extraerán los paneles. Para evitar accidentes o daños en el momento de la extracción se comienzan a extraer los paneles de abajo hacia arriba.

Tratamiento del marco que sostiene la vidriera

Para el tratamiento del marco de madera que sustenta la vidriera hay que tener en cuenta dos intervenciones muy distintas, en primer lugar la cara interna que presenta una capa de policromía sobre base estucada y la exterior sin, aparentemente tratamiento alguno, en un estado de conservación peor que el interior debido a la exposición a los agentes medioambientales.

La cara externa se limpiará mediante métodos químicos, aplicando cloruro de metileno y posterior retirada y neutralización con disolvente de hidrocarburos saturados. En las zonas de conexión con el paramento base, los morteros que lo precisen por su estado de conservación o presenten oquedades serán sustituidos o rellenados con mortero de cal y arena. Para la protección de la madera se aplicará un biocida de amplio espectro.

En el caso de la cara interna con policromía, el tratamiento de limpieza será mucho más cuidadoso; se procederá a la eliminación de suciedad superficial de forma mecánico manual con ayuda de brochas, pinceles y bisturís. En aquellos casos en los que la suciedad superficial se encuentre más adherida se recurrirá al uso de goma wishab, goma para limpieza de

mural o limpieza química mediante el uso de una mezcla hidroalcohólica (50% Etanol-50% Agua Destilada), previa realización de una prueba, siguiendo un sistema de ajedrezado para evitar un aporte excesivo de humedad en la zona.

Las grietas y fisuras que presenta la policromía coinciden con los puntos de unión entre partes del bastidor o paramento base, ya que no constituyen un tipo de alteración interna no se propone su relleno debido a que los movimientos naturales de la madera provocarán un nuevo agrietamiento de la zona.

Tratamiento de los elementos metálicos (varillas de sujeción)

La limpieza del óxido se realizará mediante métodos mecánicos con abrasivos suaves (cepillos y lanas de acero) aplicando posteriormente un inhibidor de corrosión mediante ácido tánico disuelto al 5% en etanol.

A su vez se procederá a la revisión de los clavos de sujeción siendo sustituidos aquellos que estén más deteriorados por otros de acero inoxidable.

Tratamiento de las vidrieras

Una vez trasladadas las vidrieras al taller donde se ejecutarán los procesos para su conservación-restauración, en primer lugar se procederá a la documentación gráfica inicial.

Se procederá a la eliminación de forma mecánico-manual de los nudos de alambre que sostienen el panel a las varillas de sujeción.

Los paneles que presenten una deformación o abombamiento de la superficie deberán ser tratados para corregir tal deterioro. Se procederá a la aplicación de una presión de forma gradual colocando saquitos de arena previa protección del original.

En el caso de que la presión gradual no pueda corregir tales deformaciones se deberá cortar la red de plomo por varios puntos, reubicar la pieza en el mismo plano que las demás y volver a soldar.

Antes de acometer las labores de limpieza de los paneles se realizarán una serie de pruebas para determinar cuáles serán los productos y procesos más adecuados para la vidriera, así como determinar cuál va a ser el grado de limpieza.

El estado de conservación de las grisallas, en general, es bastante óptimo. No obstante pueden existir puntos muy localizados que requieran de una consolidación para evitar la pérdida posterior en la ejecución de los tratamientos de limpieza. Para la consolidación de estas zonas puntuales se procederá a la aplicación de una resina acrílica, Paraloid B72, diluida en Tolueno en una concentración entre el 5-8%.

Según los deterioros registrados tras la realización de un examen organoléptico podemos precisar que estos tratamientos se iniciarán con una limpieza mecánico-manual mediante el uso de cepillos blandos y bisturí. Para la suciedad superficial más adherida se procederá a una limpieza química con el uso de hisopos, mediante la aplicación de una mezcla hidroalcohólica (50% Etanol-50% Agua Destilada) y compresas para aquellas zonas donde se aprecian restos de la masilla de impermeabilización de la red de plomo.

En la mayoría del conjunto de vidrieras existen fracturas del vidrio en mayor o menor proporción. Para aquellas fracturas que no presenten desplazamiento de las superficies se recomienda la realización de un pegado, sin des-emplomar la pieza, con resina epoxi (Araldite 2020), mediante capilaridad y aplicación por la cara exterior. En el caso de que la pieza fracturada presente un desnivel entre fragmentos será preciso des-emplomar la pieza para la realización de un pegado igual al anterior, por capilaridad de las dos piezas al mismo nivel.

La presencia de lagunas en los vidrios del conjunto de vidrieras, según se recoge en el estado de conservación, son poco abundantes. Atendiendo a la extensión de la laguna se plantea la realización de varios tratamientos. Para aquellas lagunas de extensiones menores de dos centímetros se procederá al relleno con resina epoxi (Araldite 2020) mediante el uso de moldes con placas de cera de dentista. Para aquellas de mayor extensión se procederá a la inserción de un vidrio de similares características al original que se adapte a la forma de la laguna y se adhiera al original mediante el sistema de adhesión propuesto para el pegado de vidrios fracturados.

En el caso de que la laguna en el vidrio afecte a una zona de dibujo en grisalla, se planteará su reintegración. El criterio para la reintegración se basará en la recuperación de las líneas de dibujo, evitando una distorsión en la lectura. Para ello, una vez colocada la pieza en la red de emplomado, se procederá a la realización o continuación de las líneas de dibujo mediante el uso de un pigmento mineral, negro humo, suspendido en una resina acrílica (Paraloid B72) diluida al 8-10% en Tolueno.

La red de plomo, a pesar de presentar algunas deformaciones concernientes a su proceso de fabricación, se encuentra en un estado de conservación óptimo. El tratamiento se centrará en la corrección de deformaciones, devolviéndoles su forma original, mediante la aplicación de pequeñas presiones de forma manual y la adhesión de puntos de soldadura en zonas localizadas donde se observan pequeñas fisuras. Puede que existan zonas puntuales, que tras una mejor valoración en el taller, requieran la sustitución de un tramo de la red de plomo por ruptura de las alas y pérdida de su función. Para ello se procederá a la sustitución del tramo por un plomo de similares características y dimensiones un poco inferiores para distinguirlo del original.

Una vez que las piezas se encuentren ubicadas en su sitio y se haya procedido a la corrección de los deterioros en la red de emplomado, se propone el relleno de las juntas entre el plomo y el vidrio con masilla, compuesta por blanco de España y Aceite de Linaza. Se aplicará con espátula o siguiendo el sistema tradicional. En ambos casos se procederá a una exhaustiva limpieza del material en exceso para evitar posibles alteraciones que ya se observaban en un inicio por amarilleamiento de los restos de masilla inicial.

Se colocarán nuevos puntos de sujeción en el panel siguiendo el mismo sistema que los originales, mediante soldadura, para la sujeción posterior del panel a la varilla.

Sistema de protección

A excepción de las vidrieras ubicadas más al oeste, el resto de vidrieras, en su cara exterior, presentan un sistema de protección contemporáneo a la realización de la vidriera, con vidrios transparentes sencillos y que por lo tanto son susceptibles de sufrir fácilmente roturas, tanto por agresiones exteriores producidas por efectos meteorológicos (lluvia intensa, granizo, vibraciones) como por agresiones mecánicas (piedras, pájaros, etc....).

Se plantean dos propuestas para solucionar este problema. Una propuesta sería la simple instalación de vidrio laminar de seguridad en los cercos de madera primitivos.

El vidrio que sustituiría al actual sería vidrio laminar de seguridad compuesto por dos lunas transparentes de 3 mm. Unidas por un butyral de polivinilo también transparente, colocado sobre los mismos cercos de madera existentes, después de sanearlos y dotarlos de los correspondientes junquillos de madera adaptados a la nueva dimensión del grosor del vidrio (6mm).

El sistema procura un más que aceptable aislamiento térmico y acústico y suficiente resistencia a las agresiones externas. Para el tipo de vidrieras del que se trata, creemos suficiente este sistema si la ejecución es correcta y los sellados se realizan correctamente.

Una segunda propuesta sería instalar también vidrio laminar de seguridad con la misma composición (3+3), pero colocado sobre una nueva armadura metálica recibida sobre el muro y separada de los cercos de madera que soportarían los paneles de vidriera.

La estructura portante del vidrio sería una armadura de metálica en ángulo y T de hierro de 30 mm. Y tubo de 12 mm. para los junquillos, dividida en al menos dos partes una superior circular y otra inferior rectangular, pero con las esquinas superiores redondeadas, siguiendo el muro.

Este sistema también procura un más que aceptable aislamiento térmico y acústico y suficiente resistencia a las agresiones externas, y facilita una relativa ventilación del conjunto.

REVESTIMIENTOS EN PARAMENTOS Y ARTESONADO EN CAPILLA NEO-MUDEJAR:

Los paramentos de la capilla están cubiertos con yeserías policromadas y mortero intercalado con cerámica vidriada bajo las ventanas. El zócalo, cubierto igualmente con cerámica vidriada.

Todos estos materiales se encuentran en un aceptable estado de conservación, apreciando tan sólo una gran acumulación de polvo, así como pequeños levantamientos muy localizados en la pintura que cubre el mortero liso.

La policromía de las yeserías conserva poco aglutinante, por lo que tiene gran fragilidad y riesgo de pérdida parcial en labores de limpieza, por lo que este tratamiento no debe realizarse hasta que no se acometa una intervención más general en las yeserías, con pre-consolidación antes de la limpieza.

Limpieza superficial

Se realizará una limpieza superficial para eliminar el polvo adherido a la superficie, mediante brochas de cerda blanda, con ayuda de un aspirador para recoger la suciedad. Este tratamiento se realizará en las zonas de paramentos sin yeserías.

Artesonado

Los vanos que se crean en el conjunto de vigas y peinazos se cubren con casetones octogonales en la parte central y exagonal en las calles laterales. El estado de conservación del intradós es aparentemente bueno, apreciando únicamente polvo adherido a superficie. Destacar que no se ha podido estudiar de cerca, por lo que se desconocen patologías asociadas a la policromía.

En el trasdós del artesonado se puede apreciar gran cantidad de polvo y detritus de paloma, así como algún esqueleto de estas aves.

Actualmente se encuentra cubierto por lonas de plástico, ya que hay filtraciones del agua de lluvia por la cubierta.

Dada la necesidad de desmontar algunos casetones para permitir la intrusión del andamio, observamos que las distintas piezas que conforman el casetón están unidas por puntillas metálicas.

Limpieza

Se retirarán todas las lonas de plástico que cubren el artesonado en su trasdós, así como toda la suciedad acumulada en las mismas (polvo, detritus y esqueletos de paloma).

Una vez retirados los plásticos, se realizará una limpieza superficial para eliminar el polvo adherido a la superficie lígnea, mediante brochas de cerda blanda, con ayuda de un aspirador para recoger la suciedad.

Este mismo tipo de limpieza se realizará en el intradós, si tras estudiar la policromía se determina que puede soportar este tratamiento.

Desmontaje casetones

Para desmontar los casetones seleccionados para la intrusión del andamio, en primer lugar se señalarán las distintas piezas, dejando constancia de este señalado en un plano de planta. Posteriormente se procederá a eliminar las puntas metálicas mediante acción mecánica, con ayuda de pequeñas tenazas, previo enderezado de las puntas. No se aconseja desmontar pieza a pieza el casetón, sino prever el desmontaje en su base, de modo que se extraiga el casetón en una sola pieza o en las menos posibles.

Una vez desmontados los casetones, se embalarán en film alveolar y se almacenarán en una estancia alejada de las obras que determine la propiedad.

Montaje casetones

Tras terminar la intervención en cubiertas, se procederá a ubicar los casetones desmontados en su lugar de origen. Para ello se atornillarán mediante tornillos galvanizados de corta longitud, utilizando el menor número posible, sólo con objeto de estabilizar la pieza. Se selecciona este tipo de anclaje para evitar las vibraciones producidas por golpes de las puntillas y para facilitar su extracción si en un futuro se requiere

2.5.6. Sistemas de acondicionamiento de instalaciones

INSTALACIÓN DE ILUMINACIÓN INTERIOR:

La instalación prevista viene a sustituir la existente, (en la zona que se actúa); por ser insuficiente y encontrarse en mal estado para el mantenimiento. Se cambiarán los cuadros, el cableado y los puntos de luz. Además contará con un reloj en el cuadro.

2.5.7. Equipamiento

El proyecto tiene por objeto la rehabilitación de parte de la cubierta de un edificio existente (nudo 5 y tramo 4) y, por tanto, en el equipamiento del edificio no se interviene.

2.5.8. Espacios exteriores a la edificación

El proyecto tiene por objeto la rehabilitación de parte de la cubierta de un edificio existente y, por tanto, no se interviene en los espacios exteriores.

3. MÉTODO

3.1. CUMPLIMIENTO DEL CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN (CTE)

Como ya se ha descrito en apartados anteriores, la intervención que se proyecta es la de rehabilitación de parte de la cubierta de un edificio declarado BIC (máximo grado de protección).

Para ello, la Ley 16/1985 establece los principios de mínima intervención y de respeto a las aportaciones de todas las épocas históricas establecidos en dicha ley. Esto entra en colisión con la aplicación del CTE.

Además, la naturaleza de la intervención no va encaminada a la consecución de estándares de calidad en la edificación de nueva construcción sino que atiende a la conservación, consolidación y rehabilitación de un elemento de la envolvente del edificio (cubierta).

Según Art. 2, Apdo. 3) de la Parte I del CTE, el CTE se aplicará a las obras de ampliación, modificación, reforma o rehabilitación que se realicen en edificios existentes, siempre y cuando dichas obras sean compatibles con la naturaleza de la intervención y, en su caso, con el grado de protección que puedan tener los edificios afectados.

Se entiende que prevalece, por tanto, la conservación del patrimonio histórico frente a los requisitos del CTE.

Por tanto, pese que a continuación hacemos algunas consideraciones respecto a su cumplimiento, se considera que no sería de aplicación en este proyecto.

A continuación se aporta copia del escrito de propuesta de moratoria para la aplicación del CTE a las obras de intervención en el patrimonio arquitectónico protegido.

Las soluciones constructivas propuestas, en este proyecto, se mostraban en el proyecto de rehabilitación autorizado por la Delegación Provincial en Granada de la Consejería de Cultura de la Junta de Andalucía, en fecha 3 de enero de 2011.

3.1.1. DB-SE Exigencias básicas de seguridad estructural

Se remite al apdo. 5.2 Cálculo de la estructura, incluido como anejo de esta memoria.

3.1.2. DB-SI Exigencias básicas de seguridad en caso de incendio

Tipo de proyecto y ámbito de aplicación del documento básico

Tipo de proyecto ⁽¹⁾	Tipo de obras previstas ⁽²⁾	Alcance de las obras ⁽³⁾	Cambio de uso ⁽⁴⁾
Ejecución	Rehabilitación	Rehabilitación parcial	No

⁽¹⁾ Proyecto de obra; proyecto de cambio de uso; proyecto de acondicionamiento; proyecto de instalaciones; proyecto de apertura...

⁽²⁾ Proyecto de obra nueva; proyecto de reforma; proyecto de rehabilitación; proyecto de consolidación o refuerzo estructural; proyecto de legalización...

⁽³⁾ Reforma total; reforma parcial; rehabilitación integral...

⁽⁴⁾ Indíquese si se trata de una reforma que prevea un cambio de uso o no.

Las obras no alteran la ocupación ni la distribución de los elementos de evacuación. La actuación objeto de este proyecto no menoscaba las condiciones de seguridad preexistentes.

SI 1: Propagación interior

Se trata de la rehabilitación de parte de la cubierta de un edificio BIC. Dicha rehabilitación se efectúa con los mismos materiales y técnicas constructivas (o similares) con las que se ejecutó la original. No se actúa, por tanto, en estancias interiores.

SI 2: Propagación exterior

Se trata de la rehabilitación de parte de la cubierta de un edificio BIC. Dicha rehabilitación se efectúa con los mismos materiales y técnicas constructivas (o similares) con las que se ejecutó la original. El edificio es exento.

Distancia entre huecos

Se limita en esta Sección la distancia mínima entre huecos entre dos edificios, los pertenecientes a dos sectores de incendio del mismo edificio, entre una zona de riesgo especial alto y otras zonas, o hacia una escalera o pasillo protegido desde otras zonas. El paño de fachada o de cubierta que separa ambos huecos deberá ser como mínimo EI-60.

Fachadas					Cubiertas	
Distancia horizontal (m) ⁽¹⁾			Distancia vertical (m)		Distancia (m)	
Ángulo entre planos	Norma	Proyecto	Norma	Proyecto	Norma	Proyecto
180º	≥0,50m	≥0,50m	≥1m-b	≥1m	d≥2.50m h=0m	cumple

⁽¹⁾ La distancia horizontal entre huecos depende del ángulo α que forman los planos exteriores de las fachadas: Para valores intermedios del ángulo α , la distancia d puede obtenerse por interpolación

α	0º (fachadas paralelas enfrentadas)	45º	60º	90º	135º	180º
d (m)	3,00	2,75	2,50	2,00	1,25	0,50

SI 3: Evacuación de ocupantes

No procede por tratarse de la rehabilitación de parte de la cubierta de un edificio BIC.

No se actúa, por tanto, en estancias interiores susceptibles de ocupación.

Se considera ocupación nula por ser una zona de ocupación ocasional y accesible únicamente a efectos de mantenimiento.

SI 4: Dotación de instalaciones de protección contra incendios**Dotación de instalaciones de protección contra incendios**

La rehabilitación de cubierta dispone de los equipos e instalaciones de protección contra incendios requeridos según la tabla 1.1 de DB SI 4 Instalaciones de protección contra incendios. El diseño, ejecución, puesta en funcionamiento y mantenimiento de dichas instalaciones, así como sus materiales, componentes y equipos, cumplirán lo establecido, tanto en el artículo 3.1 del CTE, como en el Reglamento de Instalaciones de Protección contra Incendios (RD. 1942/1993, de 5 de noviembre), en sus disposiciones complementarias y en cualquier otra reglamentación específica que les sea de aplicación.

Dotación de instalaciones de protección contra incendios en los sectores de incendio					
Dotación	Extintores portátiles	Bocas de incendio equipadas	Columna seca	Sistema de detección y alarma	Instalación automática de extinción
Sector de incendio (Uso 'Residencial Vivienda')					
Norma	No	No	No	No	No
Proyecto	Si (cuadro de mando)	No	No	Si. (detectores iónicos de humo)	No

Señalización de las instalaciones manuales de protección contra incendios

Los medios de protección contra incendios de utilización manual (extintores, luminaria de emergencia y dispositivos de disparo de sistemas de extinción) (con cada luminaria de emergencia se colocará una señalización de recorrido de evacuación indicando la salida de emergencia más próxima) están señalizados mediante las correspondientes señales definidas en la norma UNE 23033-1. Las dimensiones de dichas señales, dependiendo de la distancia de observación, son las siguientes:

- De 210 x 210 mm cuando la distancia de observación no es superior a 10 m.
- De 420 x 420 mm cuando la distancia de observación está comprendida entre 10 y 20 m.
- De 594 x 594 mm cuando la distancia de observación está comprendida entre 20 y 30 m.

Las señales serán visibles, incluso en caso de fallo en el suministro eléctrico del alumbrado normal, mediante el alumbrado de emergencia o por fotoluminiscencia. Para las señales foto luminiscentes, sus características de emisión luminosa cumplen lo establecido en las normas UNE 23035-1:2003, UNE 23035-2:2003 y UNE 23035-4:2003 y su mantenimiento se realizará conforme a lo establecido en la norma UNE 23035-3:2003.

SI 5: Intervención de los bomberos

Las condiciones del entorno del edificio, de la aproximación al mismo y la accesibilidad por su fachada son las existentes ya que el presente proyecto sólo contempla la rehabilitación de parte de la cubierta.

SI 6: Resistencia al fuego de la estructura

No procede por tratarse de la rehabilitación de parte de la cubierta de un edificio BIC.

3.1.3. DB-SUA Exigencias básicas de seguridad de utilización y accesibilidad

No procede por tratarse de la rehabilitación de parte de la cubierta de un edificio BIC.

No se actúa, por tanto, en estancias interiores susceptibles de ocupación.

Se considera ocupación nula por ser una zona de ocupación ocasional y accesible únicamente a efectos de mantenimiento.

3.1.4. DB-HS Exigencias básicas de salubridad

HS 1: Protección frente a la humedad

Se trata de la rehabilitación de parte de la cubierta de un edificio BIC.

HS1 Protección frente a la humedad Cubiertas, terrazas y balcones Parte 1	Grado de impermeabilidad	único
	Tipo de cubierta	
	<input type="checkbox"/> plana <input checked="" type="checkbox"/> inclinada	
	<input type="checkbox"/> convencional <input type="checkbox"/> invertida	
	Uso	
	<input type="checkbox"/> Transitable <input type="checkbox"/> peatones uso privado <input type="checkbox"/> peatones uso público <input type="checkbox"/> zona deportiva <input type="checkbox"/> vehículos	
	<input checked="" type="checkbox"/> No transitable	
	<input type="checkbox"/> Ajardinada	
	Condición higrotérmica	
	<input checked="" type="checkbox"/> Ventilada <input type="checkbox"/> Sin ventilar	
Barrera contra el paso del vapor de agua		
<input type="checkbox"/> barrera contra el vapor por debajo del aislante térmico (01)		
Sistema de formación de pendiente		
<input type="checkbox"/> hormigón en masa		
<input type="checkbox"/> mortero de arena y cemento		
<input type="checkbox"/> hormigón ligero celular		
<input type="checkbox"/> hormigón ligero de perlita (árido volcánico)		
<input type="checkbox"/> hormigón ligero de arcilla expandida		
<input type="checkbox"/> hormigón ligero de perlita expandida (EPS)		
<input type="checkbox"/> hormigón ligero de picón		
<input type="checkbox"/> arcilla expandida en seco		

- placas aislantes
- elementos prefabricados (cerámicos, hormigón, fibrocemento) sobre tabiquillos
- chapa grecada
- elemento estructural (forjado, losa de hormigón)
- cerchas de madera

Pendiente

30º (02)

Aislante térmico (03)

Material

espesor

Capa de impermeabilización (04)

- Impermeabilización con materiales bituminosos y bituminosos modificados
- Lámina de oxiasfalto
- Lámina de betún modificado
- Impermeabilización con poli (cloruro de vinilo) plastificado (PVC)
- Impermeabilización con etileno propileno dieno monómero (EPDM)
- Impermeabilización con poliolefinas

Tela transpirable
(Permo Ultra SK)

- Impermeabilización con un sistema de placas

Sistema de impermeabilización

- | | | | |
|-----------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------|---|
| <input type="checkbox"/> adherido | <input type="checkbox"/> semiadherido | <input type="checkbox"/> no adherido | <input checked="" type="checkbox"/> fijación mecánica |
|-----------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------|---|

Cámara de aire ventilada La existente

Área efectiva total de aberturas de ventilación: $S_s = \frac{\text{[]}}{\text{[]}}$

Superficie total de la cubierta: $A_c = \frac{\text{[]}}{\text{[]}} = \text{[]}$ $30 > \frac{S_s}{A_c} > 3$

Capa separadora

- Para evitar el contacto entre materiales químicamente incompatibles
 - Bajo el aislante térmico
 - Bajo la capa de impermeabilización
- Para evitar la adherencia entre:
 - La impermeabilización y el elemento que sirve de soporte en sistemas no adheridos
 - La capa de protección y la capa de impermeabilización
 - La capa de impermeabilización y la capa de mortero, en cubiertas planas transitables con capa de rodadura de aglomerado asfáltico vertido sobre una capa de mortero dispuesta sobre la impermeabilización
- Capa separadora antipunzonante bajo la capa de protección.

Capa de protección

- Impermeabilización con lámina autoprottegida
- Capa de grava suelta (05), (06), (07)
- Capa de grava aglomerada con mortero (06), (07)
- Solado fijo (07)

HS1 Protección frente a la humedad
 Cubiertas, terrazas y balcones
 Parte 2

Baldosas recibidas con mortero Capa de mortero Piedra natural recibida con mortero

Adoquín sobre lecho de arena Hormigón Aglomerado asfáltico

Mortero filtrante

Otro:

Solado flotante (07)

Piezas apoyadas sobre soportes (06)

Baldosas sueltas con aislante térmico incorporado

Otro:

Capa de rodadura (07)

Aglomerado asfáltico vertido en caliente directamente sobre la impermeabilización

Aglomerado asfáltico vertido sobre una capa de mortero dispuesta sobre la impermeabilización (06)

Capa de hormigón (06)

Adoquinado

Otro:

Tierra Vegetal (06), (07), (08)

Tejado

Teja

Pizarra

Zinc

Cobre

Placa de fibrocemento

Perfiles sintéticos

Aleaciones ligeras

Otro:

(01) Cuando se prevea que vayan a producirse condensaciones en el aislante térmico, según el cálculo descrito en la sección HE1 del DB "Ahorro de energía".

(02) **3.1.5.** Este dato se obtiene de la tabla 2.9 y 2.10, exigencia básica HS1, CTE

(03) Según se determine en la sección HE1 del DB "Ahorro de energía"

(04) Si la impermeabilización tiene una resistencia pequeña al punzonamiento estático se debe colocar una capa separadora antipunzonante entre esta y la capa de protección. Marcar en el apartado de Capas Separadoras.

(05) Solo puede emplearse en cubiertas con pendiente < 5%

(06) Es obligatorio colocar una capa separadora antipunzonante entre la capa de protección y la capa de impermeabilización. En el caso en que la capa de protección sea grava, la capa separadora será, además, filtrante para impedir el paso de áridos finos.

(07) Es obligatorio colocar una capa separadora antipunzonante entre la capa de protección y el aislante térmico. En el caso en que la capa de protección sea grava, la capa separadora será, además, filtrante para impedir el paso de áridos finos.

(08) Inmediatamente por encima de la capa separadora se dispondrá una capa drenante y sobre esta una capa filtrante.

HS 2: Recogida y evacuación de residuos

No procede por tratarse de la rehabilitación de parte de la cubierta de un edificio BIC.

No se actúa en el presente proyecto en lo concerniente a la recogida de residuos que se puedan generar en el.

HS 3: Calidad del aire

No procede por tratarse de la rehabilitación de parte de la cubierta de un edificio BIC.

No se actúa, por tanto, en estancias interiores susceptibles de ocupación.

Se considera ocupación nula por ser una zona de ocupación ocasional y accesible únicamente a efectos de mantenimiento.

HS 4: Suministro de agua

No procede por tratarse de la rehabilitación de parte de la cubierta de un edificio BIC.

No se actúa en el presente proyecto en la instalación de suministro de agua del edificio.

HS 5: Evacuación de aguas residuales

No procede por tratarse de la rehabilitación de parte de la cubierta de un edificio BIC.

No se actúa en el presente proyecto en las instalaciones de evacuación de aguas residuales y pluviales del edificio.

La evacuación de aguas pluviales se hace de forma directa desde los faldones inclinados de teja.

3.1.6. DB-HR Exigencias básicas de protección frente al ruido

Según al apdo. II Ámbito de aplicación del DB-HR: Protección frente al ruido, por tratarse de una rehabilitación no integral y tratarse de un edificio protegido, queda excluido de la aplicación de dicho DB.

3.1.7. DB-HE Exigencias básicas de ahorro de energía

HE 1: Limitación de demanda energética

No procede por tratarse de la rehabilitación de parte de la cubierta de un edificio BIC.

No entra en el ámbito de aplicación de esta sección por tratarse de un edificio protegido (BIC).

HE 2: Rendimiento de las instalaciones térmicas

No procede por tratarse de la rehabilitación de parte de la cubierta de un edificio BIC.

No se actúa en el presente proyecto en las instalaciones térmicas del edificio.

HE 3: Eficiencia energética de las instalaciones de iluminación

No procede por tratarse de la rehabilitación de parte de la cubierta de un edificio BIC.

No se actúa en el presente proyecto en las instalaciones de iluminación del edificio.

No entra en el ámbito de aplicación de esta sección por tratarse de un edificio protegido (BIC).

La instalación de alumbrado interior que incluye la actuación es de uso ocasional y es sustitución de la instalación existente.

HE 4: Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria

No procede por tratarse de la rehabilitación de parte de la cubierta de un edificio BIC.

No se actúa en el presente proyecto en las instalaciones de ACS del edificio.

HE 5: Contribución fotovoltaica mínima de energía eléctrica

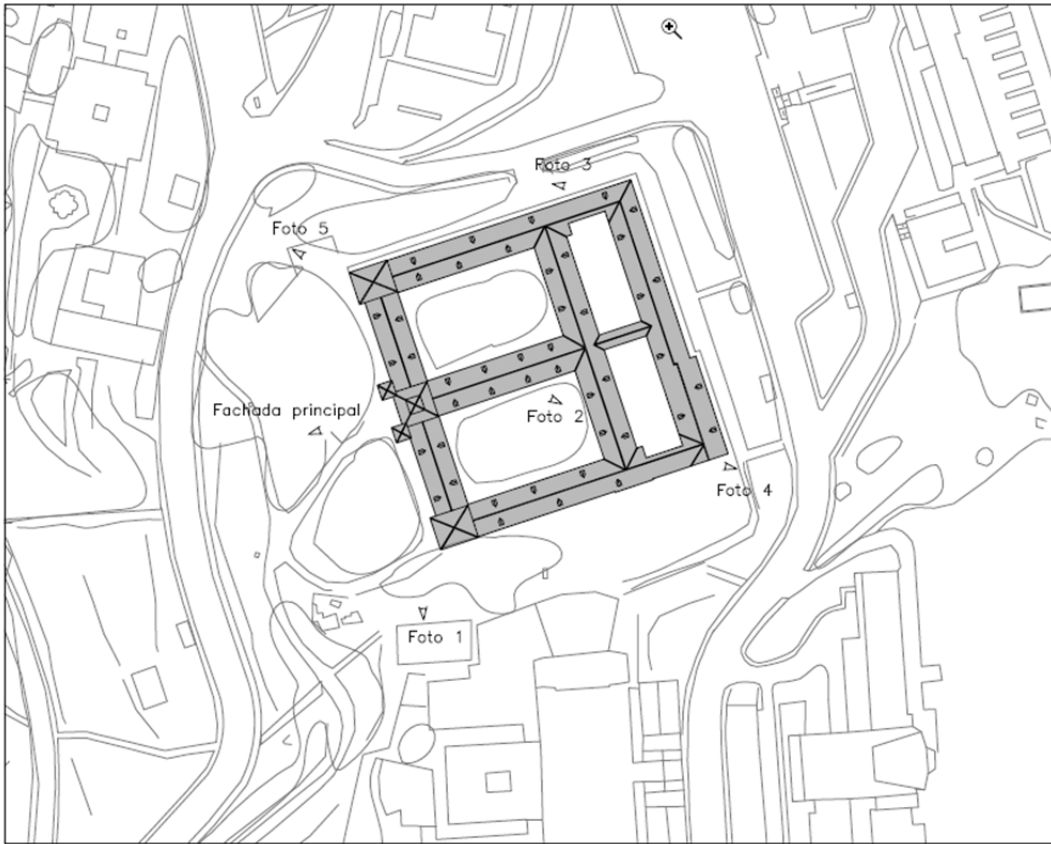
No procede por tratarse de la rehabilitación de parte de la cubierta de un edificio BIC.

No se actúa en el presente proyecto en las instalaciones de electricidad del edificio.

La instalación de alumbrado interior que incluye la actuación es de uso ocasional y es sustitución de la instalación existente.

3.2. PLANOS

3.2.1. ESTADO ACTUAL, SITUACIÓN, ALZADO PRINCIPAL, SECCIONES



SITUACION DEL COLEGIO MAXIMO DE LA CARTUJA

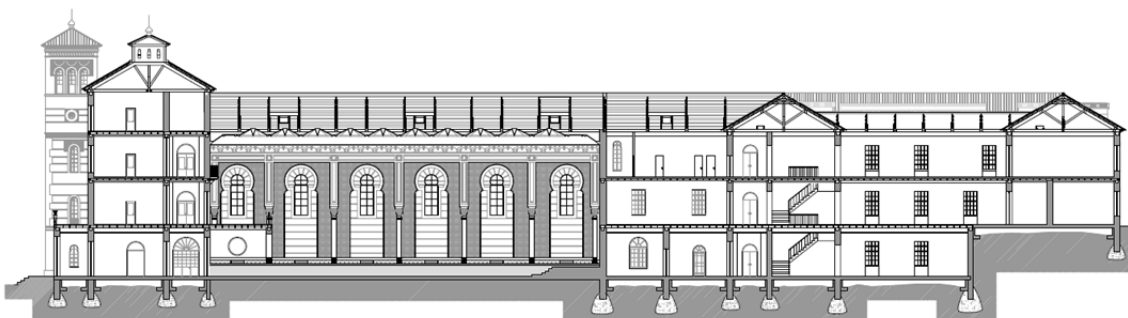
ALZADOS



ALZADO PRINCIPAL



Fachada principal



SECCION POR CAPILLA CENTRAL



Fachada principal

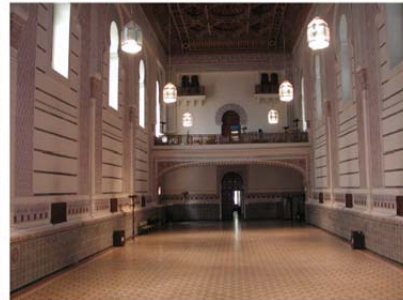
3.2.2. ESTADO ACTUAL, REPORTAJE FOTOGRÁFICO



Vista aérea del Colegio Máximo de la Cartuja



Foto 1



Vista del interior de la capilla central



Fachada principal



Vista aérea.



Patio interior



Vista del interior de la capilla central



Exterior de la cubierta del tramo 4. Vista superior.

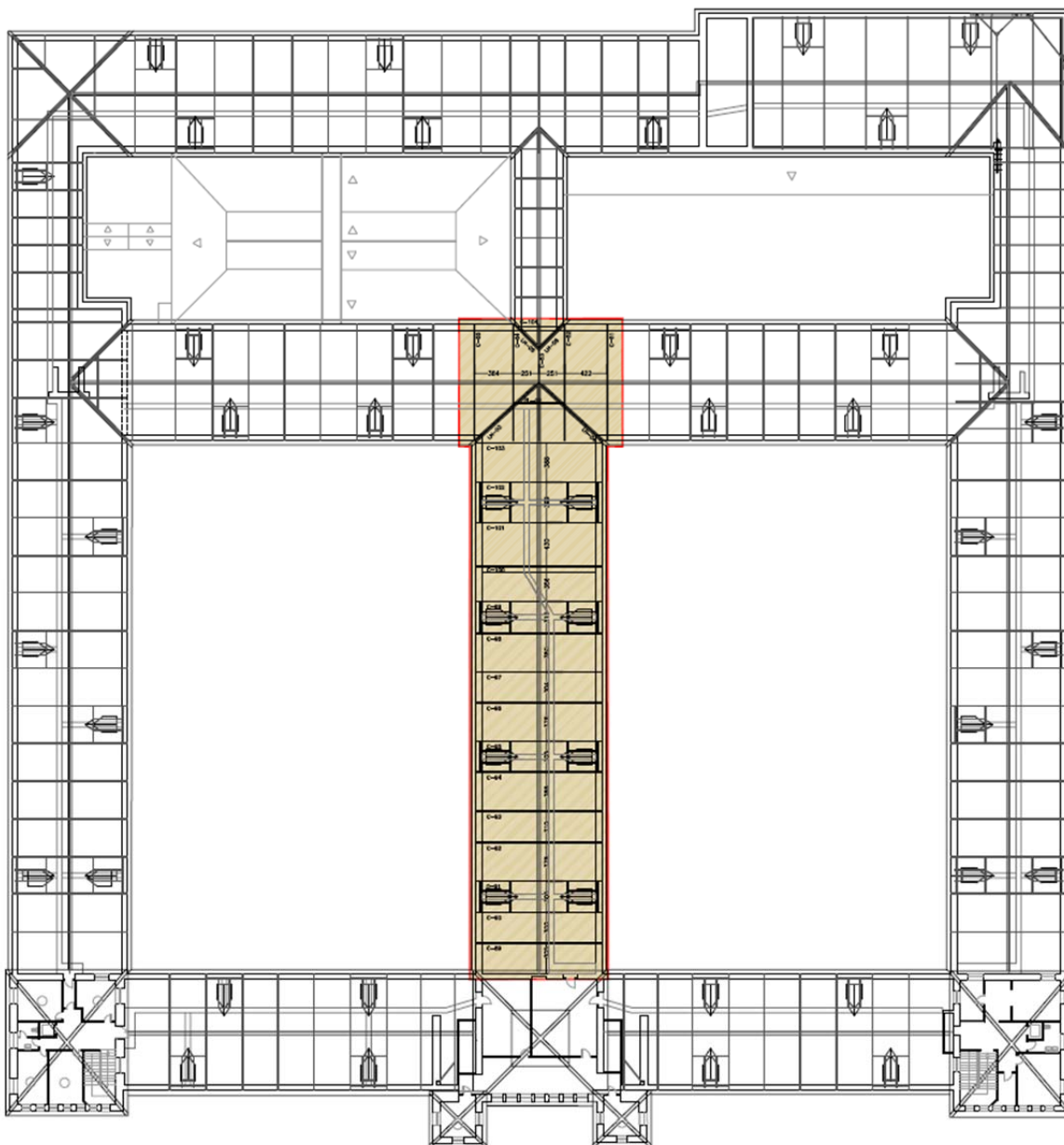


Vista del artesonado de la capilla.



Exterior de la cubierta del tramo 4 por patios

3.2.3. ESTADO ACTUAL. ZONA DE ACTUACIÓN



LOCALIZACION	TIPO DE ACTUACION
TRAMO 4	CORREAS DEFORMADAS: REFUERZO COMPLETO DE CUBIERTA Y REFUERZO ESTRUCTURAL DE CERCHAS Y REFUERZO DE CORREAS DEFORMADAS E INSTALACION ELECTRICA
NUDO 5	DESMONTAJE Y MONTAJE DE FALDON COMPLETO DE CUBIERTA DESMONTAJE Y MONTAJE DE ESTRUCTURA DE CERCHAS POR AGOTAMIENTO Y DEFORMACION E INSTALACION ELECTRICA

3.2.4. DETALLES DE CERCHAS, PLANTAS Y FOTOGRAFÍAS

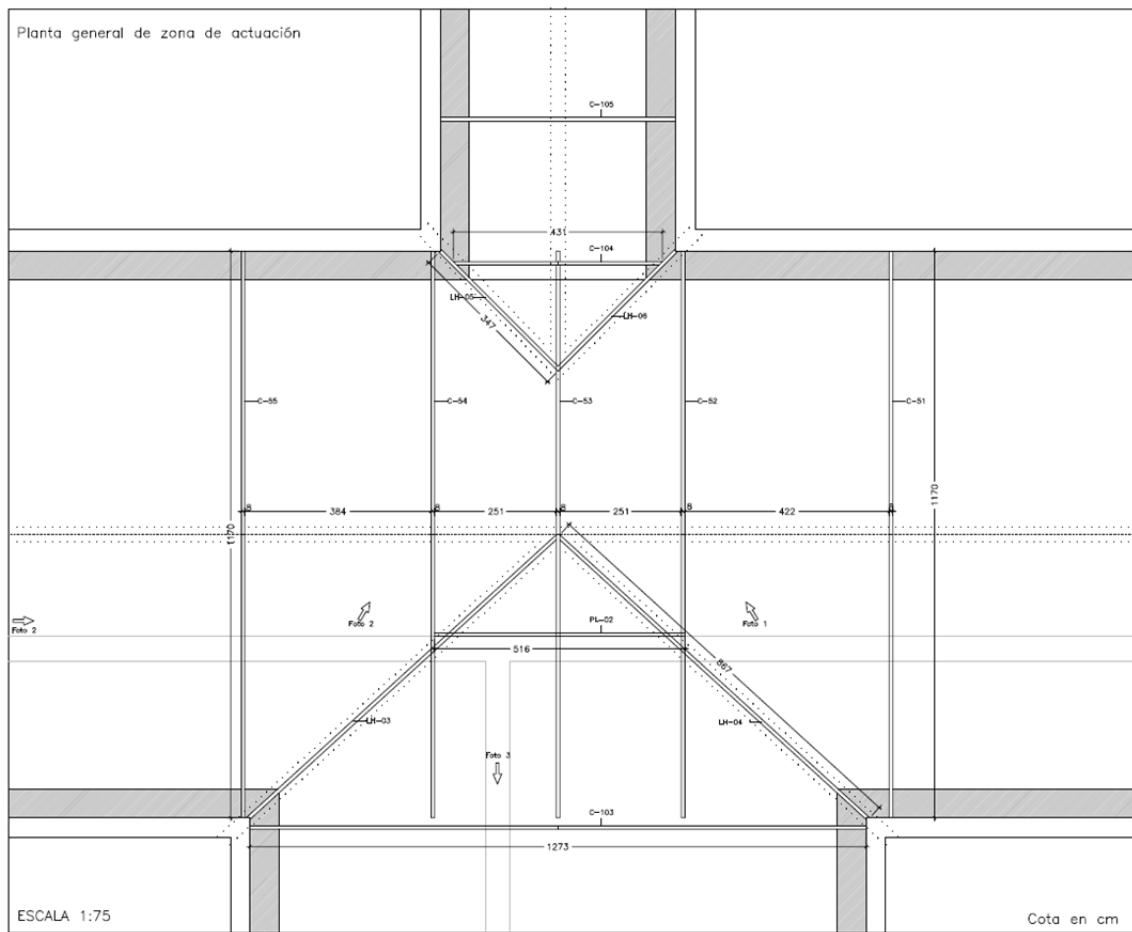
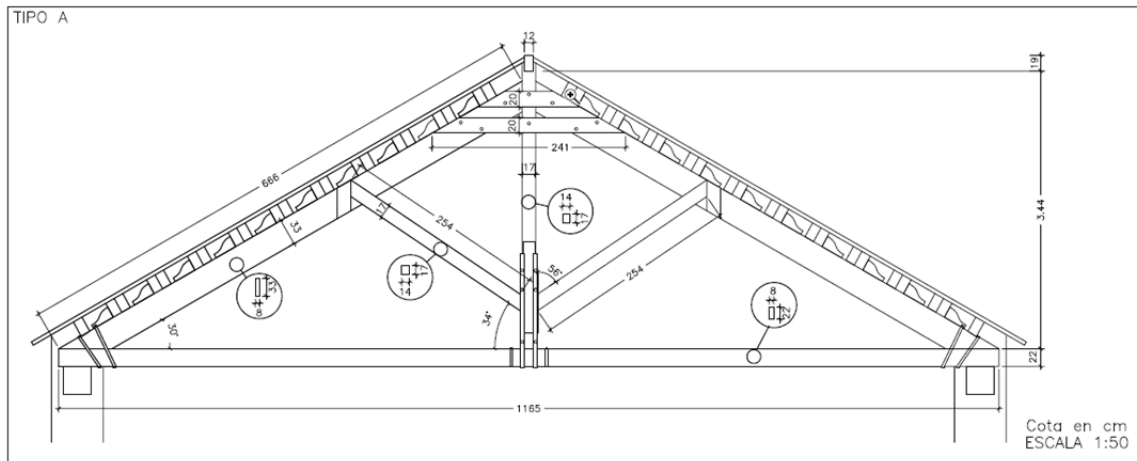
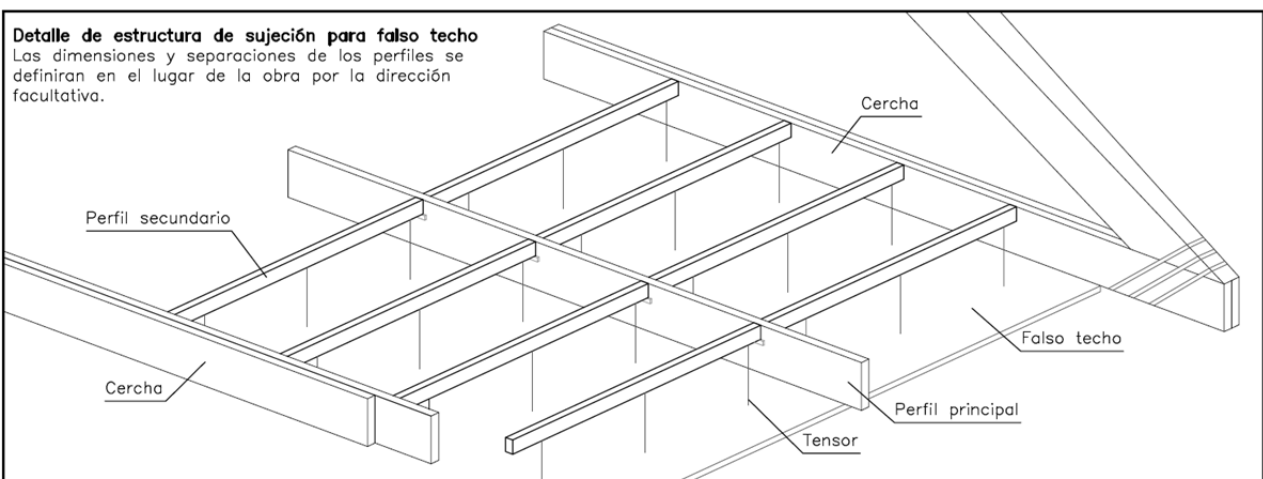
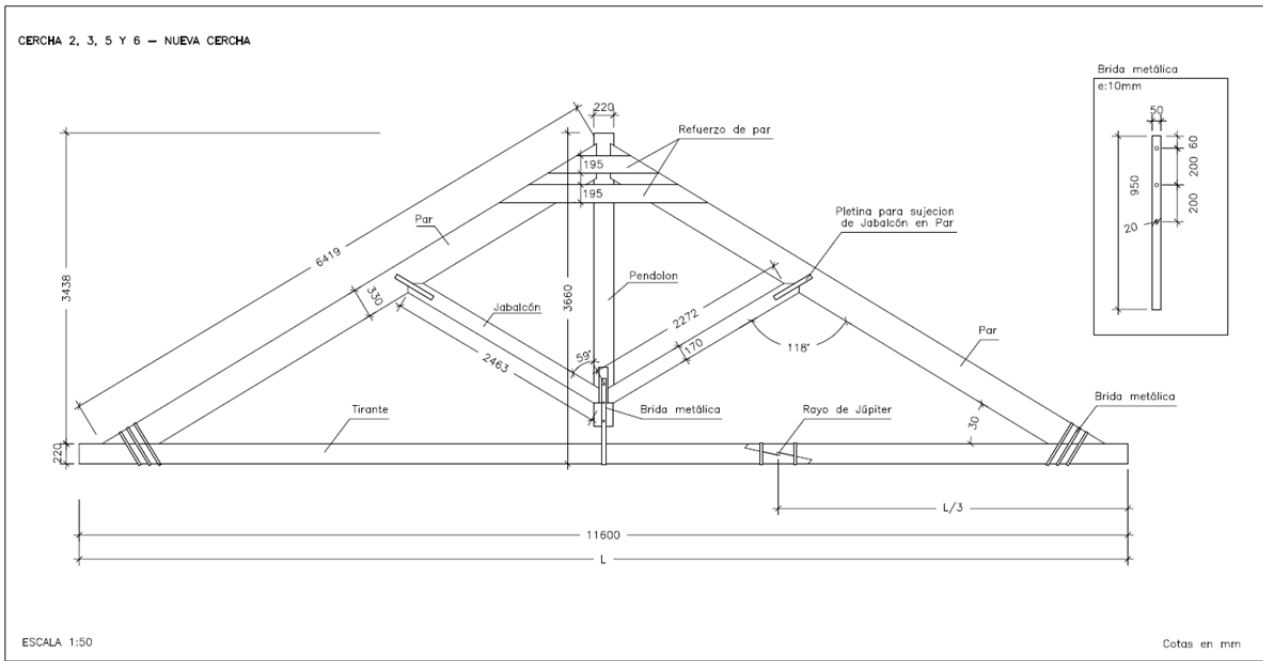
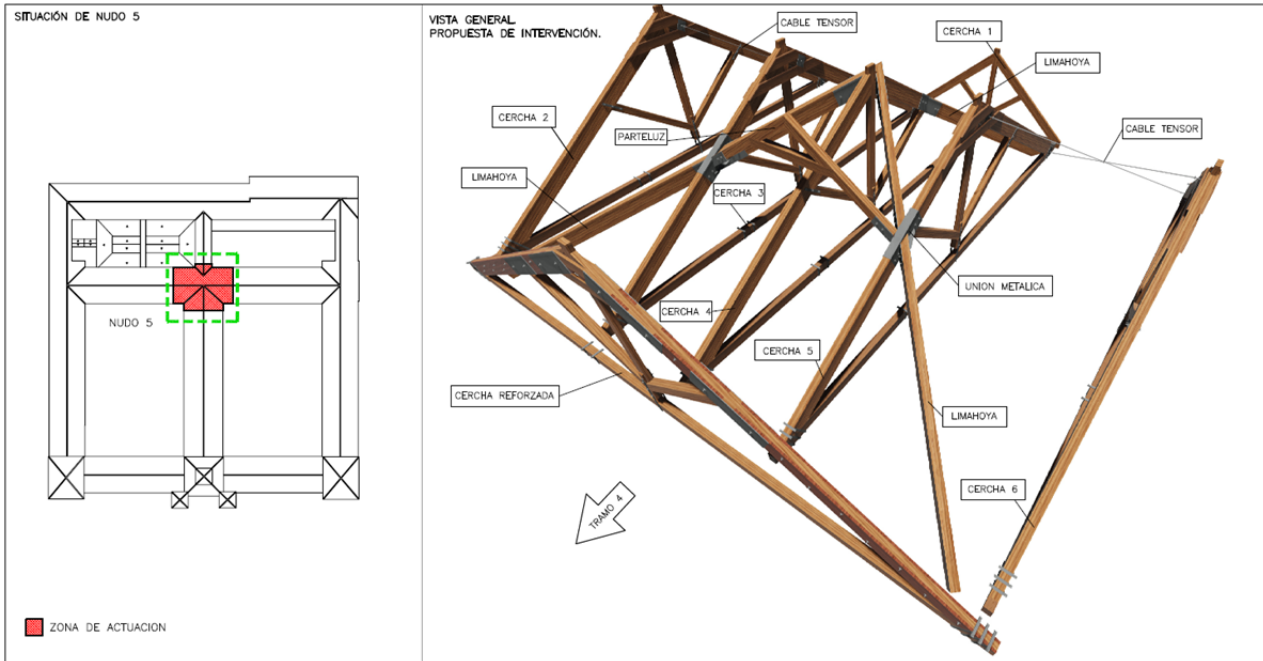


Foto 1



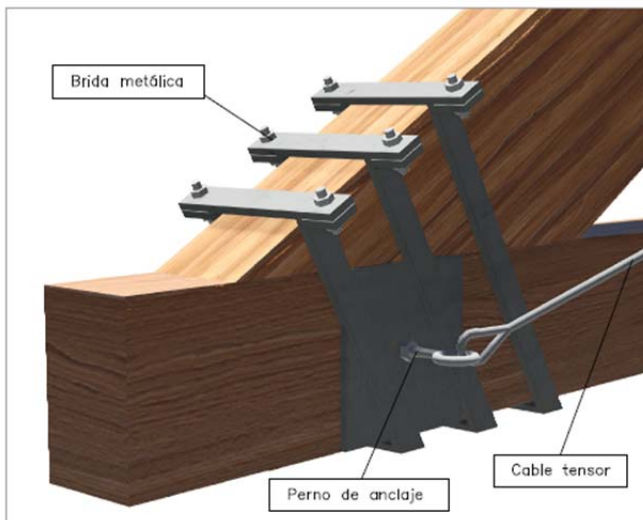
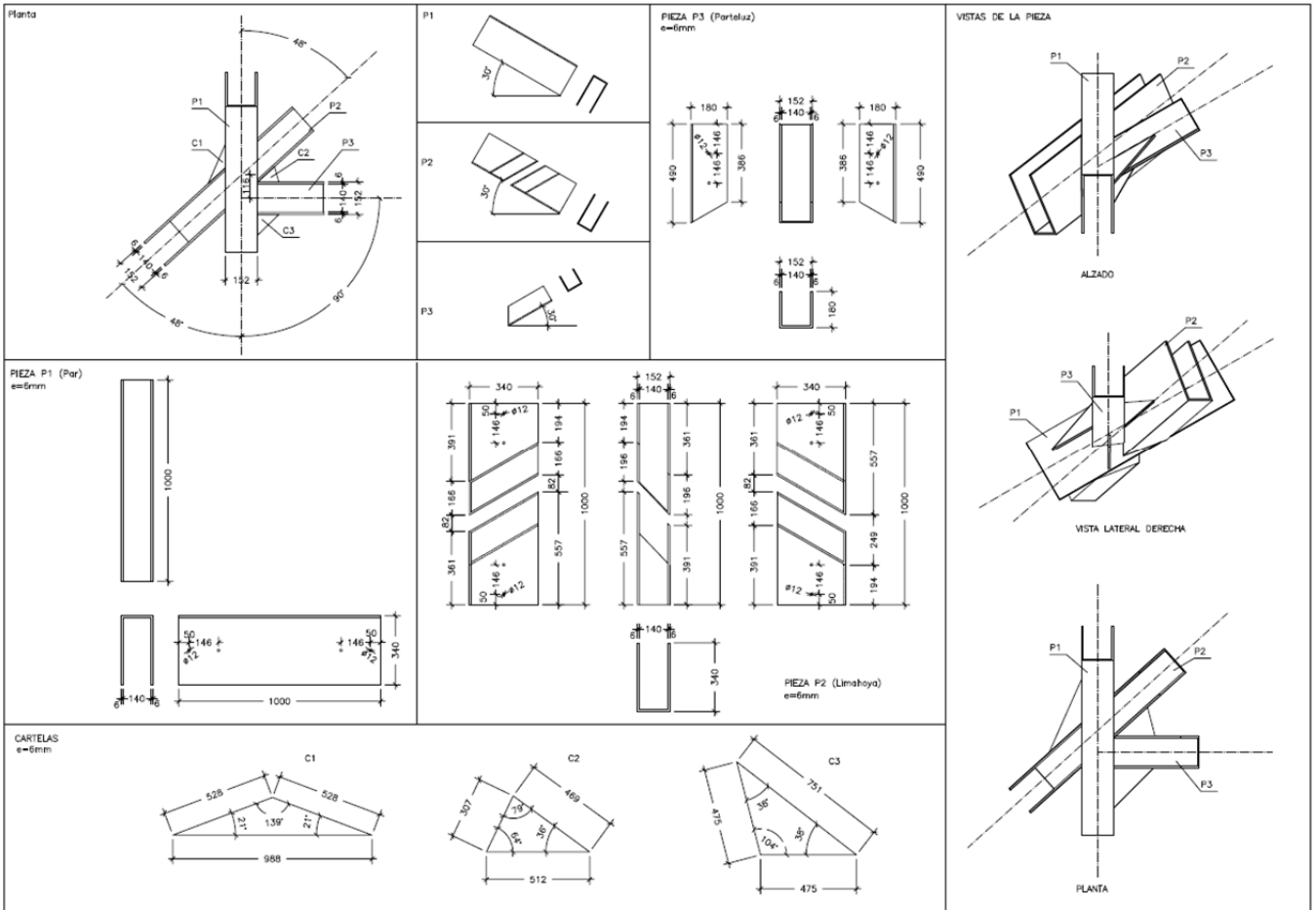
Foto 2

3.2.5. ACTUACIÓN SOBRE EL NUDO 5

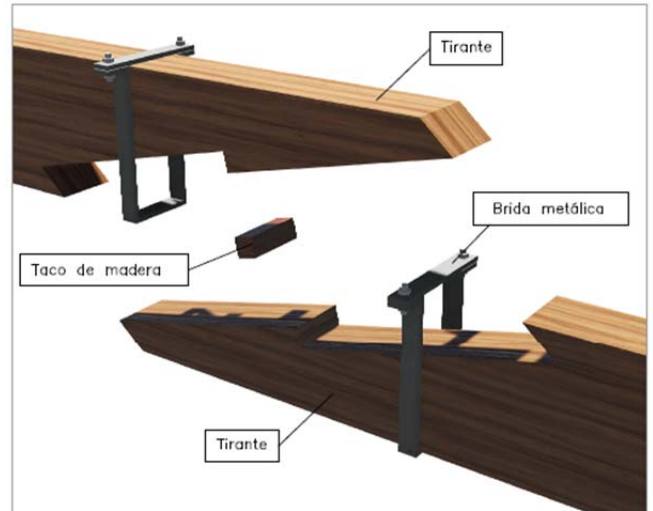


ANGULOS RESPECTO A LA HORIZONTAL

ANGULOS RESPECTO A LA VERTICAL



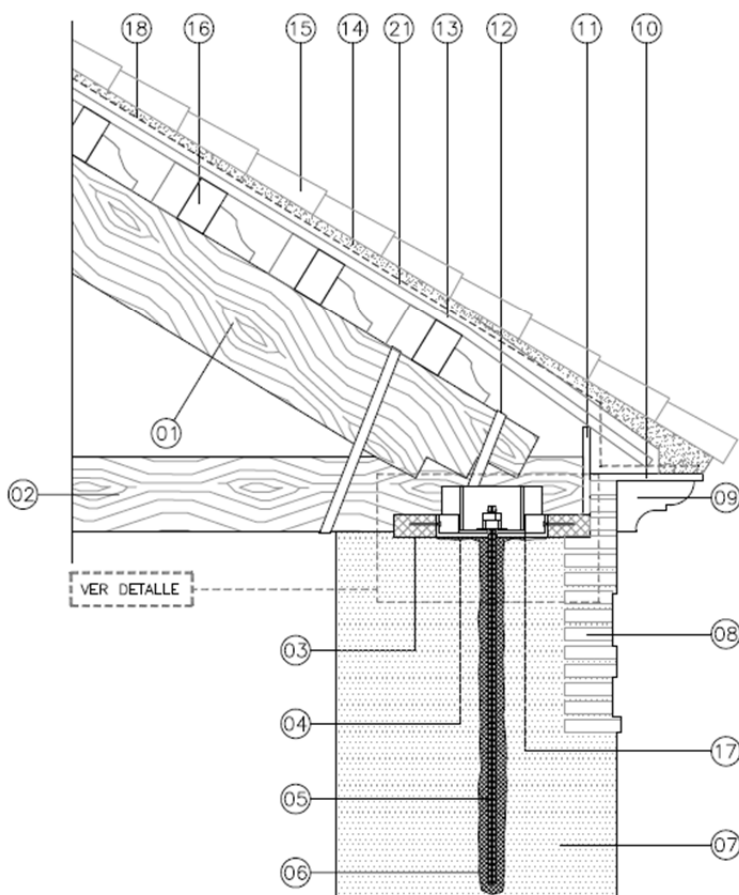
DETALLE DE BRIDAS METÁLICAS Y PERNO PARA CABLE TENSOR



RAYO DE JUPITER (Despiece)

PIEZA 01

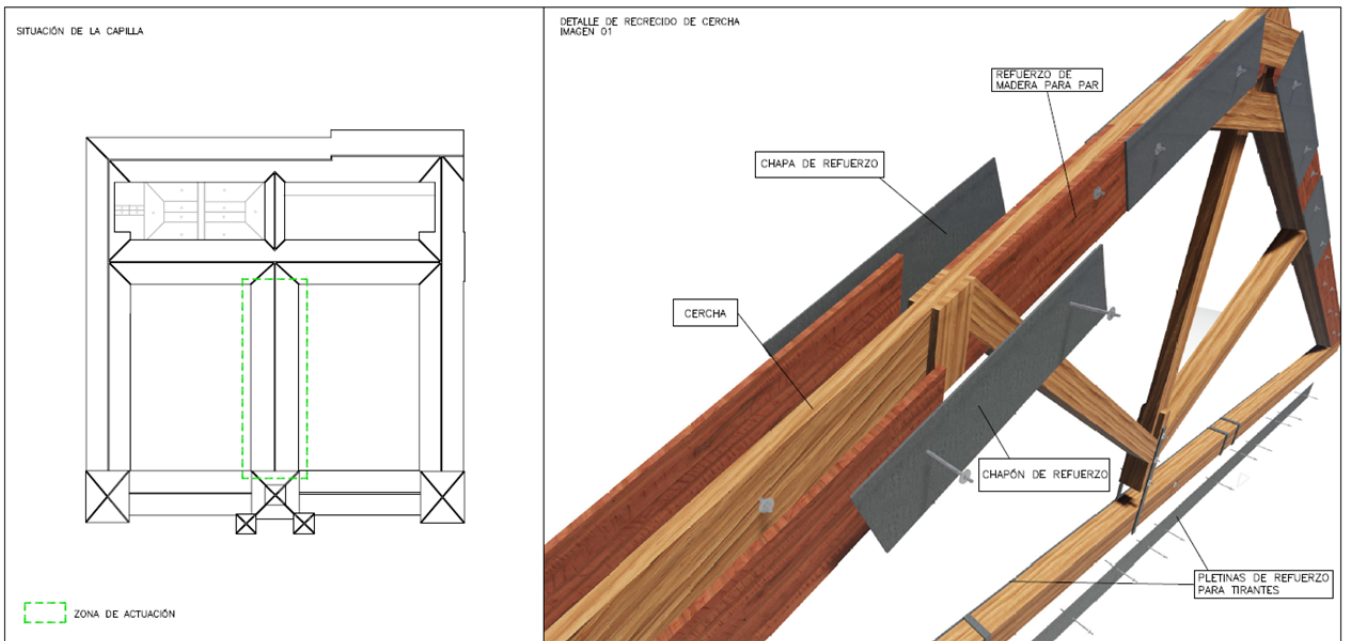
DETALLE DE COLOCACIÓN DE TOPE METÁLICO Y
DE APOYO DE CERCHA EN MURO.
SECCION DE ARRANQUE DE CERCHA



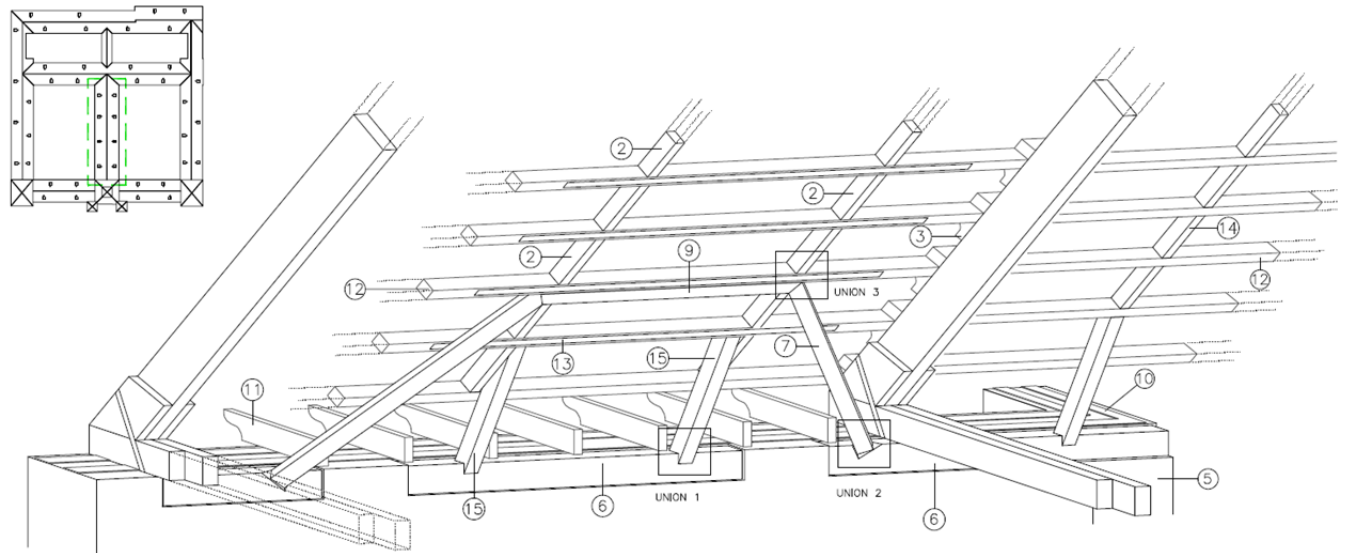
LEYENDA

- 01 PARTELUZ 300x140mm
- 02 APOYO (Durmiente) 220x140mm
- 03 DURMIENTES EXISTENTES 125x65mm
- 04 REGULARIZACION CAMA DE MORTERO
- 05 PERNO DE ACERO CORRUGADO DE $\varnothing 25$ mm Y 1m LONGITUD
- 06 RELLENO DE PERNO CON RESINAS EPOXICAS ENTRE MURO Y PERNO
- 07 MURO DE CARGA DE FACHADA EXISTENTE
- 08 PICO DE GORRIÓN
- 09 CANECILLO EXISTENTE
- 10 TABLA DE VUELO
- 11 TABLON PARA CIERRE DE HUECO
- 12 BRIDA METALICA
- 13 TABLAZON
- 14 MORTERO BASTARDO DE AGARRE
- 15 TEJA ORIGINAL
- 16 CORREA DE 140X90mm
- 17 PIEZA METALICA PARA REFUERZO DE SUJECION DE DURMIENTES (VER DETALLE)
- 18 LAMINA TRANSPIRABLE REFORZADA COBERT-FILM CEM 270/SK
- 19 GUIA DE MADERA PARA PARTELUZ PARA EVITAR MOVIMIENTOS POR TENSIONES PRODUCIDAS POR CRUZ DE SAN ADRES 100X100mm
- 20 TOPE METALICO PARA PARTELUZES (Ver detalle)
- 21 PROYECTADO DE YESO

3.2.6. ACTUACIÓN SOBRE CAPILLA



VISTA DETALLE DEL REFUERZO
ZONA DE ACTUACIÓN



LEYENDA

- | | |
|---|---|
| ① CUMBRERA | ⑫ CORREA 140X90mm (EXISTENTES) |
| ② VIROTILLO ATORNILLADO A CORREA | ⑬ CHAPON DE REFUERZO DE CORREAS
CON TORNILLOS Y RESINA |
| ③ EJION | ⑭ REFUERZO ADICIONAL DE FALDON |
| ④ CERCHA | ⑮ JABALCON COLOCADO EN SEGUNDA
CORREA - 10x10cm |
| ⑤ MURO | ⑯ CUÑA DE MADERA |
| ⑥ APOLLO DE JABALCONES EN MURO REGULARIZADO
CON YESO PARA ADOPTARLO AL NUECO - 15x10cm | ⑰ YESO |
| ⑦ JABALCON COLOCADO EN TERCERA CORREA - 10x10cm | ⑱ TORNILLO |
| ⑧ ESPIGA COLOCADA CON RESINAS EPOXICAS
(Opción para faldon contiguo en buen estado) | |
| ⑨ SOTACORREA - 11x7cm | |
| ⑩ DURMIENTES EXISTENTES | |
| ⑪ CANECILLOS | |

4. RESULTADOS

El colegio Máximo de Cartuja situado en las inmediaciones del Monasterio del mismo nombre, territorio ocupado actualmente por el Campus Universitario de Granada, fue construido a final del siglo XIX por el arquitecto Francisco Rabanal. En 1983 fue declarado Bien de Interés Cultural. A lo largo de su historia ha sufrido algunas transformaciones, debido principalmente a la adaptación del inmueble a nuevos usos, pero esencialmente mantiene su morfología original.

Ante el deteriorado estado estructural y constructivo de algunas zonas de la Cubierta del Colegio Máximo de Cartuja, se recibió por parte de la Universidad de Granada, el encargo de realizar una investigación del estado de la cubierta y qué trabajos acometer de forma prioritaria. En dicho informe, se establecieron una serie de medidas urgentes que había que acometer para garantizar la estabilidad y durabilidad de algunas partes de la cubierta.

La realización del análisis con técnicas tridimensionales que permitían visualizar todos los nudos y cerchas desde diferentes puntos de vistas, así como estudiar su funcionamiento y composición, permitió la toma de decisiones sobre como acometer las obras de rehabilitación. Tras manejar varias hipótesis y posibles formas de trabajo se optó por una reordenación geométrica de los distintos elementos para conseguir, que tanto cerchas como nudos, trabajasen de igual forma que cuando fueron construidas originalmente. Además, donde se localizaron elementos dañados, estos fueron sustituidos siguiendo siempre las premisas de conservación y protección.

La intervención se ha limitado a actuaciones puntuales de urgencia en diversas zonas de la cubierta desde una perspectiva coherente con la conservación y protección del patrimonio histórico. Se mantienen las huellas del pasado y se procura sustituir solamente lo indispensable para salvaguardar la estabilidad estructural del inmueble, teniendo en cuenta siempre los parámetros de las teorías de restauración y reconstrucción asumidas por la legislación vigente en materia de patrimonio.

Los buenos resultados obtenidos en la investigación han propiciado la participación en un contrato y proyecto para la ejecución de las soluciones estudiadas en dicha investigación.

5. BIBLIOGRAFÍA

A.A. V.V. *Estructuras de madera, diseño y cálculo*. Madrid: Gráficas Palermo, S.L., 2000. 730 p. ISBN 84-87381-7-0.

A.A. V.V. *Intervención en estructuras de madera*. Madrid: Artes Gráficas Palermo, S.L., 2002. 476 p. ISBN 84-87381-24-3.

HENARES CUELLAR, Ignacio L.; LÓPEZ GUZMÁN, Rafael J. *Arquitectura Mudéjar Granadina*. Granada: Caja General de Ahorros y Monte de Piedad, 1989. 215 p. ISBN 84-505-9006-X.

LÓPEZ OSORIO, José Manuel; MARTÍN MUÑOZ, Antonio. "Restauración de la Iglesia y Alminar de San Juan de los Reyes". *Revista Alzada*, nº 89, Abril-Junio 2007, p. 32-55.

LÓPEZ OSORIO, José Manuel; MARTÍN MUÑOZ, Antonio. "Restauración de la Iglesia Mudéjar y Alminar de San Juan de los Reyes de Granada". *PH Boletín del Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico*, nº 62, Mayo 2007, p. 86-107.

MILETO, Camilla; VEGAS LÓPEZ-MANZANARES, Fernando. *Renovar Conservando: Manual para la Restauración de la Arquitectura Rural del Rincón de Ademuz*. Valencia: Mancomunidad de Municipios Rincón de Ademuz, 2007. 64 p. ISBN 978-84-606-4470-5.