

Restauración de la fachada de la iglesia de San Pedro Apóstol de Agost, España

S. Ivorra^{1*} , Y. Spairani² , J. A. Huesca² , P. Saura² , E. Jordá³

*Autor de Contacto: sivorra@ua.es

DOI: <https://doi.org/10.21041/ra.v14i1.710>

Recibido: 07/11/2023 | Correcciones recibidas: 07/12/2023 | Aceptado: 12/12/2023 | Publicado: 01/01/2024

RESUMEN

Este trabajo describe los estudios realizados y la intervención llevada a cabo para la restauración de la portada de la fachada de San Pedro Apóstol en la Iglesia parroquial de Agost. Esta portada se realizó a finales del siglo XVIII en piedra calcárea. Tras una primera inspección y levantamiento gráfico de la misma se identificaron las lesiones, su origen y la solución a las mismas, empleando técnicas avanzadas de restauración. Los elementos de piedra dañados o destruidos por el paso del tiempo están compuestos por calcita, dolomita y sílice, con juntas de yeso, y se han reconstruido bien mediante el uso de nuevos elementos o, en su mayor parte, mediante sistemas de recuperación del volumen inicial con la utilización de un núcleo ligero de poliestireno, morteros de cal, arcilla expandida, fibra de vidrio y carbono junto con infiltraciones de resinas en las zonas disgregadas. Tras un proceso delicado proceso de intervención con técnicas innovadoras la fachada ha finalizado su restauración en junio de 2023.

Palabras clave: restauración; piedra calcárea; arcilla expandida; mortero; edificio histórico.

Citar como: Ivorra, S., Spairani, Y., Huesca, J. A., Saura, P., Jordá, E. (2024), “Restauración de la fachada de la iglesia de San Pedro Apóstol de Agost. España”, Revista ALCONPAT, 14 (1), pp. 57 – 69, DOI: <https://doi.org/10.21041/ra.v14i1.710>

¹ Departamento de Ingeniería Civil. Universidad de Alicante. Alicante (España).

² Departamento de Construcciones Arquitectónicas. Universidad de Alicante (España).

³ Enrique Jordá. Escultura y Proyectos Artísticos. Alicante (España).

Contribución de cada autor

En este trabajo el autor de la idea original es Salvador Ivorra, participando Yolanda Spairani y José Antonio Huesca en la toma de datos con un 50% de participación de cada uno de ellos. En la realización del proyecto de intervención participaron Pascual Saura (30%), Yolanda Spairani (40%) y Salvador Ivorra (30%). El desarrollo físico de la intervención fue realizado por Enrique Jordá con la supervisión de Pascual Saura y Yolanda Spairani al 50% cada uno de ellos. Los trabajos de laboratorio fueron realizados por Yolanda Spairani (70%) y Enrique Jordá (30%). En la redacción del artículo participaron Yolanda Spairani (30%), Salvador Ivorra (60%) y Pascual Saura (10%) con la colaboración en la discusión de resultados de Yolanda Spairani (30%), Salvador Ivorra (30%), Pascual Saura (20%) y José Antonio Huesca (20%).

Licencia Creative Commons

Los derechos de autor (2024) son propiedad de los autores. Este trabajo es un artículo de acceso abierto publicado bajo los términos y condiciones de una licencia internacional Creative Commons Attribution 4.0 International License ([CC BY 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)).

Discusiones y correcciones posteriores a la publicación

Cualquier discusión, incluyendo la réplica de los autores, se publicará en el tercer número del año 2024 siempre y cuando la información se reciba antes del cierre del segundo número del año 2024.

Restoration of the facade of the church of San Pedro Apostol in Agost, Spain

ABSTRACT

This work describes the studies and the intervention carried out for the restoration of the facade of San Pedro Apostol in the parish church of Agost. This facade was made at the end of the 18th century in limestone. After an initial inspection and graphic survey of the facade, the lesions, their origin, and the solution to them were identified by using advanced restoration techniques. The stone elements damaged or destroyed by the passage of time are composed of calcite, dolomite and silica, with plaster joints, and have been reconstructed either through the use of new elements or, for the most part, through systems of recovery of the initial volume with the use of a light core of polystyrene, lime mortars, expanded clay, fiberglass and carbon together with infiltrations of resins in the disintegrated areas. After a delicated intervention process using innovative techniques, the facade was completed in June 2023.

Keywords: restoration; limestone; expanded clay; mortar; historic building.

Restauração da fachada da Igreja de San Pedro Apóstolo de Agost, Espanha

RESUMO

Este trabalho descreve os estudos realizados e a intervenção realizada para a restauração da fachada da Igreja Paroquial de São Pedro Apóstolo, em Agost em Espanha. Esta fachada foi construída no final do século XVIII em pedra calcária. Após uma primeira inspeção e levantamento gráfico, foram identificadas as manifestações patológicas, sua origem e a solução para elas, utilizando técnicas avançadas de restauração. Os elementos de pedra danificados ou destruídos pelo tempo são compostos por calcita, dolomita e sílica, com juntas de gesso, e foram reconstruídos, seja pelo uso de novos elementos ou, em grande parte, através de sistemas de recuperação do volume inicial com a utilização de um núcleo leve de poliestireno, argamassas de cal, argila expandida, fibra de vidro e carbono, juntamente com infiltrações de resinas nas áreas desagregadas. Após um delicado processo de intervenção com técnicas inovadoras, a restauração da fachada foi concluída em junho de 2023.

Palavras-chave: restauração; pedra calcária; argila expandida; argamassa; edifício histórico.

Información Legal

Revista ALCONPAT es una publicación cuatrimestral de la Asociación Latinoamericana de Control de Calidad, Patología y Recuperación de la Construcción, Internacional, A. C., Km. 6, antigua carretera a Progreso, Mérida, Yucatán, C.P. 97310, Tel.5219997385893, alconpat.int@gmail.com, Página Web: www.alconpat.org

Reserva de derechos al uso exclusivo No.04-2013-011717330300-203, eISSN 2007-6835, ambos otorgados por el Instituto Nacional de Derecho de Autor. Editor responsable: Dr. Pedro Castro Borges. Responsable de la última actualización de este número, Unidad de Informática ALCONPAT, Ing. Elizabeth Sabido Maldonado.

Las opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan la postura del editor.

La reproducción total o parcial de los contenidos e imágenes de la publicación se realiza en apego al código COPE y a la licencia CC BY 4.0 de la Revista ALCONPAT.

1. INTRODUCCIÓN

La iglesia de San Pedro Apóstol de Agost, ubicada en la provincia de Alicante, España, fue construida en el siglo XVI. Desde su construcción ha experimentado reformas, especialmente en el siglo XVIII, cuando se añadieron diversos elementos como la elevación de la torre campanario y la portada lateral objeto de este estudio, entre otros. Este edificio se destaca por ser exento y contar con dos cúpulas: una que corona la torre y otra sobre un amplio tambor octogonal, situada encima del crucero sobre cuatro arcos torales (Figura 1a).

La iglesia consta de una nave central compuesta por cuatro tramos de dimensiones considerables. Las capillas laterales, separadas por pilastras poco ornamentadas, se distribuyen a lo largo de la nave. Además, se encuentra un crucero y un presbiterio de profundidad regular.

La portada lateral (Figura 1b), objeto de análisis en este estudio, se encuentra en el muro Epístola de la iglesia, específicamente a la altura del 4º tramo y que se encuentra junto al crucero.

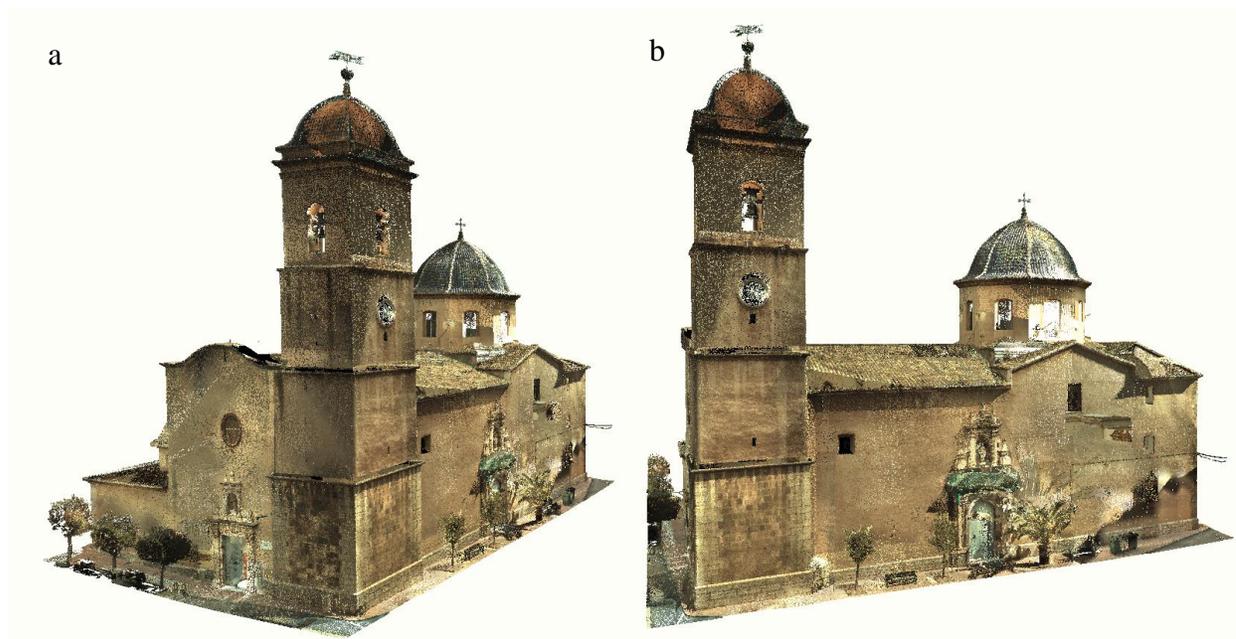


Figura 1. Fachadas principales de la iglesia obtenidas mediante levantamiento topográfico con Láser-Escáner. (a) Acceso Principal, (b) Fachada de San Pedro.

La primera noticia que se tiene de la construcción de esta portada proviene del 12 de marzo de 1772. Por ella se sabe que el autor de la misma fue Victoriano Sevilla, director de la obra. Este siguió trabajando en la obra hasta el 8 de agosto de 1774, se supone que la portada como tal, se terminaría en el año 1773, ya que en las enjutas de la misma aparece esta fecha inscrita.

Durante la Guerra Civil Española (1936-39) el edificio sufrió importantes daños e incluso un incendio. En ambas fachadas se destruyeron las imágenes existentes, concretamente en esta fachada la imagen de San Pedro (Figura 2a). Tras una importante intervención del edificio en los años 60, no se han realizado más intervenciones estructurales de envergadura que hayan afectado a esta fachada (Figura 2b). En 2014 se detectaron algunos desprendimientos en elementos de esta portada y hubo que colocar una red de protección que tuvo que volverse a sustituir en 2021 debido a que se produjeron desprendimientos de elementos pétreos (Figura 2c). En 2023 se ha iniciado el proceso de restauración tras un estudio y un proyecto realizado en la Universidad de Alicante.

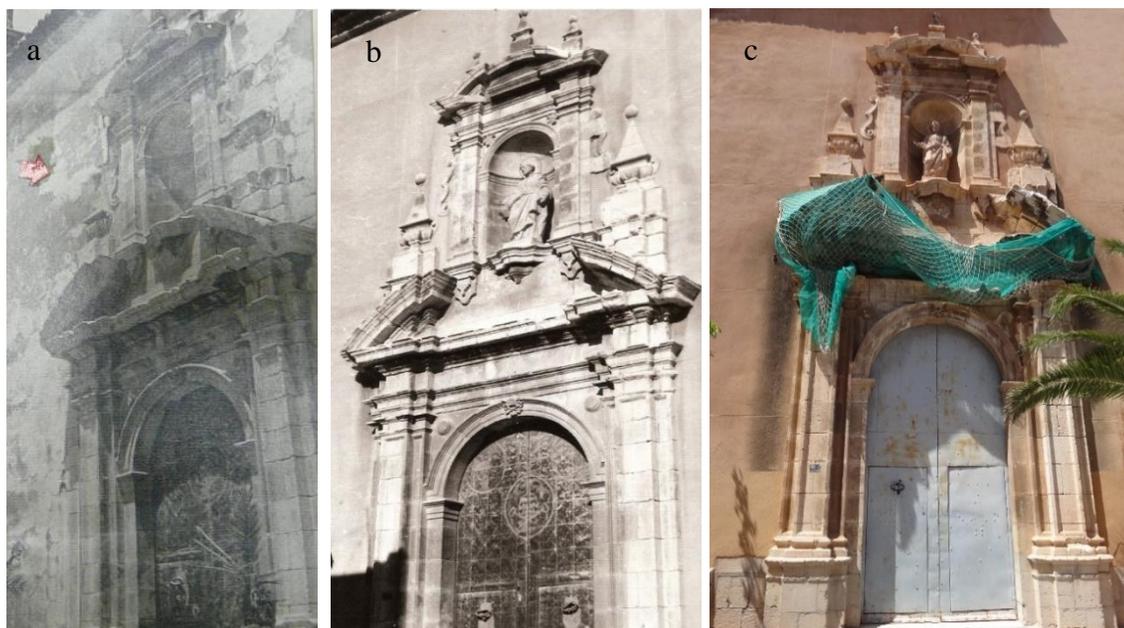


Figura 2. Fotografías de varios estados históricos. (a) 1964, (b) 1973 (c) 2021

1.1 Descripción arquitectónica.

Esta portada representa un elemento arquitectónico y artístico de interés que merece un análisis detallado para comprender su estructura y características estilísticas (Vidal-Bernabé, 1981). Presenta dos cuerpos separados por un entablamento corrido. El cuerpo bajo se organiza alrededor del ingreso de medio punto, cuya rosca va recorrida por diversas molduras presentando en la clave el emblema de San Pedro. Las enjutas vienen a ser ocupadas por dos pequeños medallones con una inscripción: Año de 1773. Limitan el ingreso sendas pilastras con retropilastras sobre basamento, que presentan basa ática, fuste cajeado y capitel dórico. Estos órdenes sustentan un entablamento corrido y sin decoración, por encima del cual se levanta un frontón curvo partido.

El segundo cuerpo se constituye en torno a una hornacina, cubierta por una bóveda de horno, figurando en aquella una escultura de San Pedro, Apóstol. El santo sujeta un libro con su mano izquierda, mientras que con la derecha sostiene unas llaves.

El arco de la hornacina muestra en su rosca idénticas molduras que las del arco de ingreso, marcándose la línea de impostas mediante dos listeles y un baquetón, al igual que en aquel. Las enjutas son ocupadas por una flor. Flanquean la hornacina pilastras y retropilastras idénticas a las del cuerpo inferior, salvo en el fuste que es liso. Sobre el muro, una decoración muy geométrica como si se tratase de aletas. El entablamento es idéntico al del cuerpo bajo. La portada remata en un frontón curvo y por encima de él, tres pirámides con bolas. Iguales motivos se repiten en los laterales del segundo cuerpo, en el eje de las pilastras del cuerpo inferior.

1.2 Objetivos.

El objetivo principal de este trabajo es la Restauración de la Portada de San Pedro Apóstol de la Iglesia de Agost (Alicante) con una mínima intervención que garantice una recuperación arquitectónica a su estado inicial para dar solución al proceso de deterioro en que se encontraba y ofrecer una respuesta a la conservación del patrimonio respetando la carta del restauro. Una vez analizada la composición formal y material de la portada y estudiadas las lesiones se plantea la restitución volumétrica de los elementos necesarios para recuperar su misión estructural y funcional con materiales compatibles y ligeros que aseguren la conservación del conjunto

2. TRABAJOS PRELIMINARES

Para abordar con rigor cualquier intervención en el patrimonio edificado se deben realizar estudios previos que sirvan de soporte tanto documental como en las fases de diagnóstico y de ejecución de la obra de restauración.

2.1 Metodología.

Se siguen las recomendaciones de los expertos y diferentes organismos que velan por la conservación del patrimonio como Ebert and Losada (2003), Laborde, (2013), González-Moreno (1991) o Solá-Morales (2001) entre otros. Estos estudios previos se sustentan principalmente en los siguientes aspectos:

- a) Recopilación, estudio y análisis de datos documentales sobre el origen y evolución del edificio y su construcción centrándose en la Portada de San Pedro Apóstol. Se incluye el estudio de posibles canteras de extracción.
- b) Toma de datos in situ aplicando técnicas instrumentales de precisión. Toma de muestras de los materiales que conforman la portada para su caracterización y análisis. Diagnóstico de su estado de conservación.
- c) Evaluación de la eficacia de los posibles morteros y tratamientos a aplicar en función de las características de los materiales que conforman la portada y teniendo en cuenta las premisas de las diferentes teorías y cartas del restauro.

La recopilación de datos documentales se ha llevado a cabo especialmente en el archivo parroquial y el despacho de arquitectura Serrano y Valderrama de Elche, donde se custodian los estudios y proyecto del arquitecto Antonio Serrano Peral, que intervino a mediados del siglo XX en la iglesia, siendo el autor del plano de la Figura 3. En su proyecto se recogen los daños que presentaba la iglesia en los años 60. Principalmente grietas en el interior y fachadas del edificio provocadas por las excavaciones realizadas en el interior de la iglesia. No se describen los daños de la portada, aunque el muro que la soporta presenta una grieta junto a la misma en la zona derecha, probablemente por el mismo origen que las grietas del interior. En la figura 3b) se puede observar que hay una zona hueca junto a la fachada que contiene la portada, lo que corrobora el origen de dicha fractura.

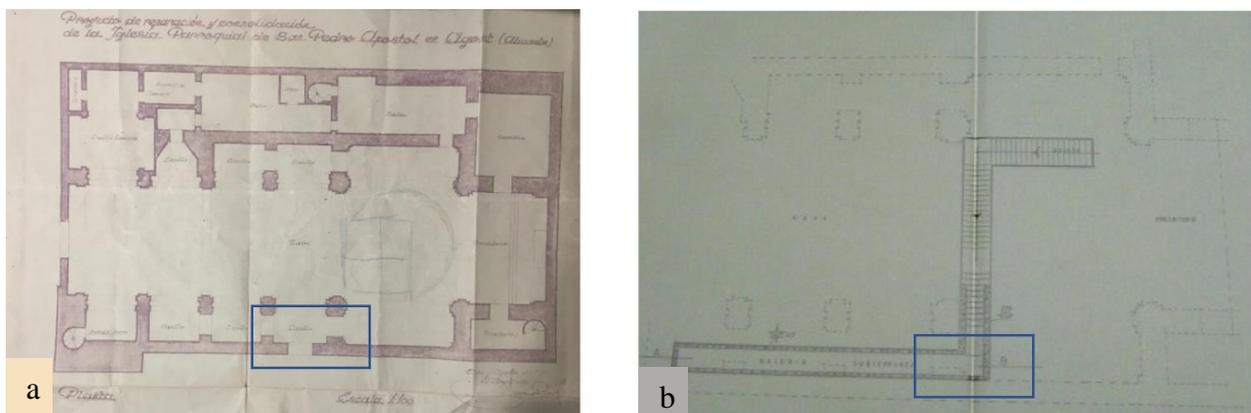


Figura 3. a) Planta general de la iglesia realizada para la intervención desarrollada a lo largo de los años 60 del s. XX por Antonio Serrano Peral. b) Detalle de la escalera y zona excavada en el interior de la iglesia. Se indica la ubicación de la portada objeto de estudio. Fuente: archivo particular familia Serrano Peral.

La toma de datos in situ se ha realizado partiendo de la nube de puntos obtenida con escáner láser. Se han tomado muestras sin degradar la portada siguiendo las recomendaciones de expertos como

Esbert and Losada (2003). Se ha procedido a coger pequeños fragmentos de piedra calcarenita beige depositados en las cornisas y una lasca suelta de la piedra negra de la base (Figura 4).



Figura 4. Diferentes aspectos de la toma de datos y muestras. a) Detalle del registro geométrico con escáner láser. b) Recogida de muestras de fragmentos sueltos sobre la cornisa. c) Lasca de piedra negra en esquina inferior para su observación.

A partir de la información geométrica obtenida, así como las lesiones observadas se plantea en la Figura 5 la situación en la que se encuentra la portada.

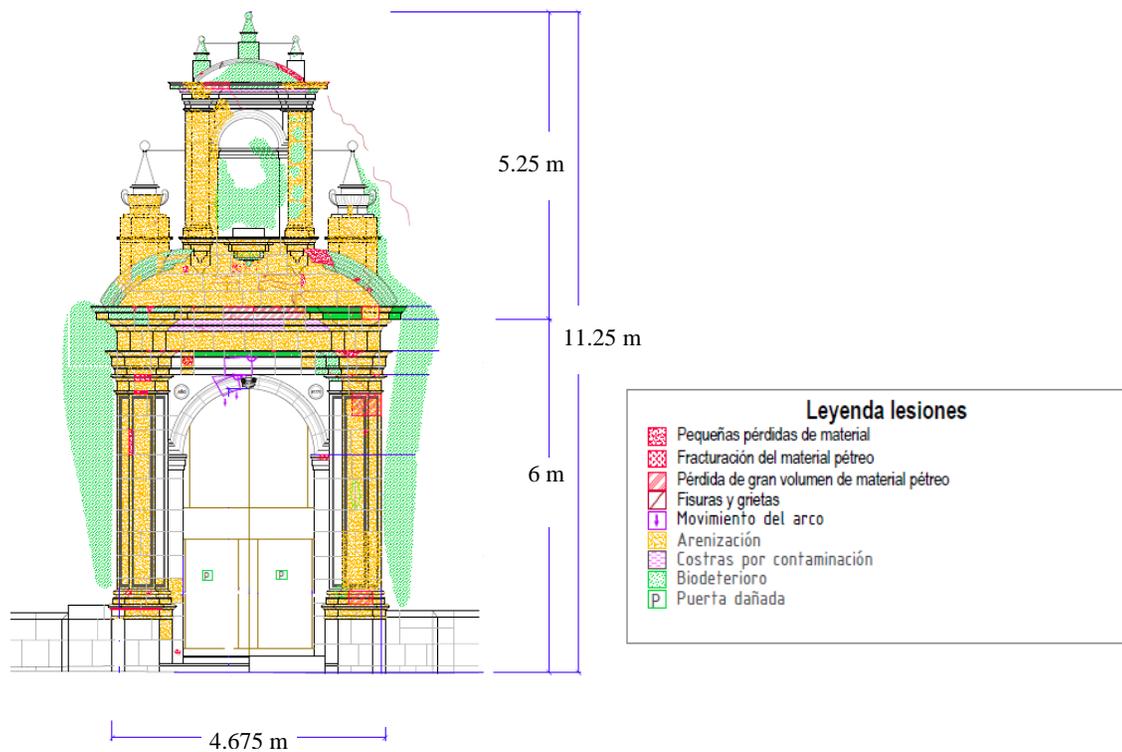


Figura 5. Geometría general de la portada. Lesiones observadas.

2.2 Diagnóstico.

El diagnóstico del estado de conservación de los materiales que conforman la portada se ha basado en el glosario del ICOMOS-ISCS (2008) y se ha efectuado una valoración del grado de deterioro y su peligrosidad por el equipo multidisciplinar que ha realizado el proyecto de restauración.

La portada de San Pedro Apóstol estaba muy degradada con elementos pétreos perdidos como el caso de varios fragmentos de cornisa que se han desprendido en los últimos años. Si se comparan las imágenes de la portada del año 2014 con las del 2021 (figura 6) se puede apreciar el incremento de deterioro que ha sufrido. En el año 2014 se aconsejó la colocación de redes de protección puesto que la portada ya presentaba un grado elevado de deterioro.

En enero del año 2020 se produjeron varios desprendimientos de fragmentos de gran dimensión que quedaron recogidos en la red de protección (figura 6b). En otras zonas expuestas de la portada, donde el agua se puede retener, también se ha constatado el aumento del deterioro.



Figura 6. a) Aspecto de la portada en el año 2014 (Autor Javier García Galán; 2014) y b) 2021 (autora Yolanda Spairani; elaboración propia). Se indican las zonas con mayores desprendimientos.

Para la reintegración volumétrica de zonas faltantes se ha decidido emplear morteros de cal. Existen diversos morteros ya prefabricados en el mercado cuya densidad es semejante a la de la piedra a reponer, pero en este caso la piedra de la portada sobre la que debe anclarse el material que conforma el volumen perdido está muy débil y presenta microfisuras. Esto ha motivado que el equipo redactor del proyecto junto al restaurador de bellas artes Enrique Jordá hayan diseñado sistemas ligeros de reintegración de volumen con morteros de cal.

Las principales lesiones que presenta esta portada son degradaciones pétreas muy elevadas especialmente en las zonas más expuestas al agua como son remates superiores y cornisas. En la fábrica a la derecha de la portada aparecen algunas grietas de la fachada que coinciden con otras grietas del interior del edificio. En un informe realizado en el año 2020 se diagnosticó que el edificio sufre un asiento diferencial hacia la zona de la torre, por lo que las grietas mencionadas responden a dicho origen. Dicho movimiento también ha podido influir en el deslizamiento de la dovela que presenta el arco de la portada.

Las basas inferiores están ejecutadas con dolomía y presentan menor grado de deterioro que el resto

de la portada ejecutada con calcarenita de color beige muy claro. En las basas las mayores degradaciones son, pérdida de rejuntado, alveolizaciones y alteraciones de color superficial, ya que en la actualidad presentan color gris claro, mientras que la muestra “fresca” es de color negro. Hay pequeños desprendimientos en las esquinas. Estos daños se deben a la acción de la humedad de ascensión capilar y de lluvia especialmente con presencia de sales (Benavente et al., 2021). En las zonas donde se retiene la humedad han proliferado plantas inferiores que son capaces de biodegradar la zona donde crecen (De los Ríos et al., 2009).

El hecho de que el material de rejuntado sea yeso ha propiciado que se altere fácilmente en contacto con el agua de lluvia y de ascensión capilar, y una vez perdida esa junta el agua puede retenerse favoreciendo la degradación paulatina de los pétreos de naturaleza caliza.

Se enumeran a continuación (figura 7) las diferentes lesiones observadas en la portada por orden de gravedad del problema y se adjuntan fotografías que ilustran cada una de las diferentes lesiones:

- 1.- Desprendimientos de fragmentos de piedra
- 2.- Fracturas en la piedra
- 3.- Pérdidas pequeñas de material pétreo
- 4.- Pérdida de material de rejuntado de forma generalizada
- 5.- Costras por contaminación
- 6.- Depósitos de suciedad
- 7.- Biodeterioro
- 8.- Alteración de la pátina superficial

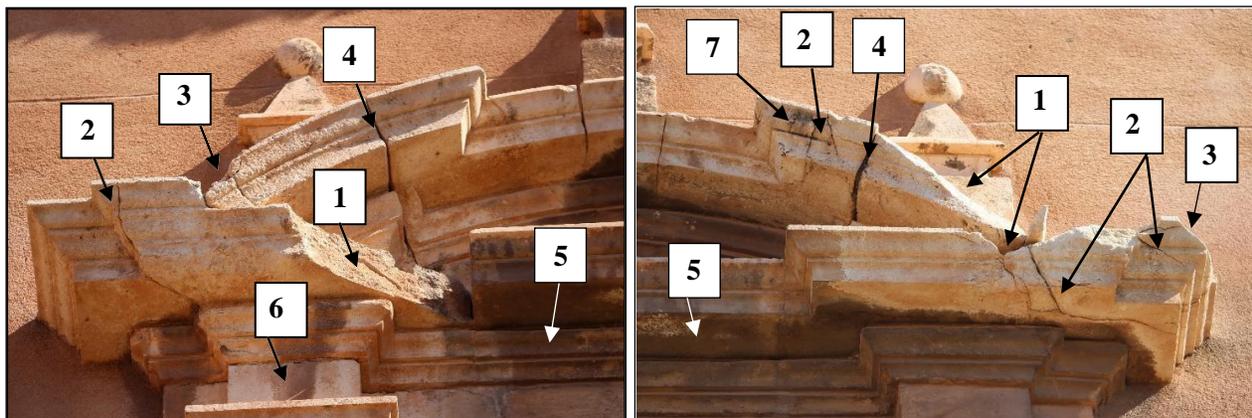


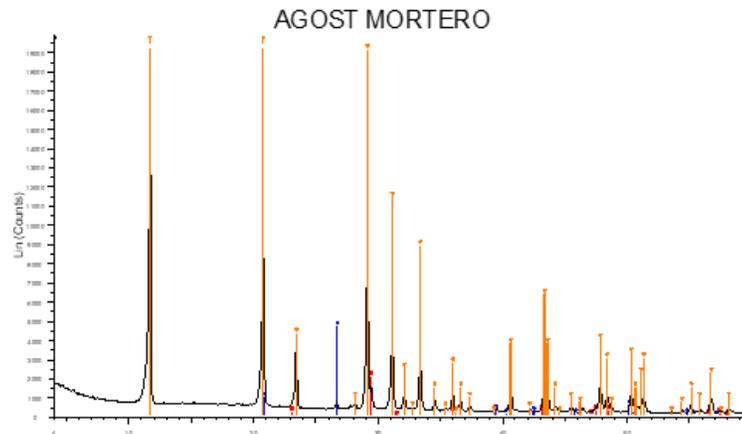
Figura 7. Detalle de las lesiones en la zona alta. Se aprecian depósitos de suciedad en las zonas protegidas de la lluvia.

3. MATERIALES EMPLEADOS

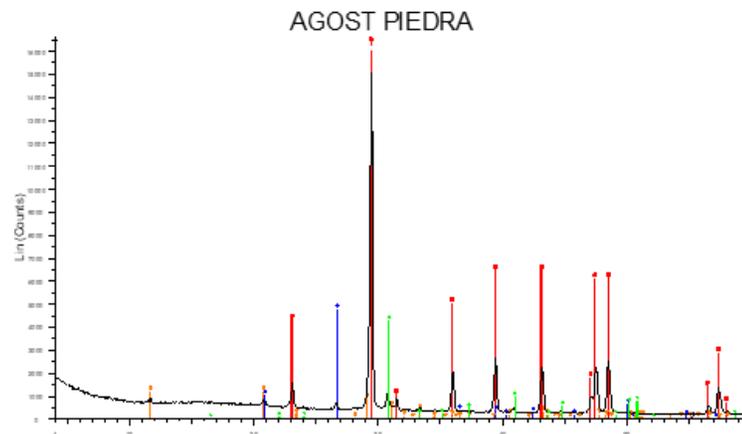
La portada se ejecutó con dos tipos de piedra, una calcarenita de color muy claro en la parte superior que actualmente presenta una pátina ocre, y una caliza gris vetada en las basas inferiores y zócalo que con los años se ha decolorado presentando un color gris claro.

Se han estudiado analizado tanto el mortero de rejuntado como la piedra calcarenítica y la caliza gris del zócalo.

El mortero ha resultado ser de yeso según muestran los resultados de los DRX realizados (figuras 8a y 8b). La piedra está formada principalmente por calcita (carbonato cálcico CaCO_3), con algo de dolomía (Carbonato de calcio y magnesio $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$), cuarzo (mineral compuesto de sílice SiO_2) y yesos (Sulfato cálcico CaSO_4) tal y como se puede apreciar en los difractogramas siguientes en su composición, donde los picos naranjas en el gráfico corresponden al yeso, los calizos al rojo, silíceos al azul y dolomías al verde.



a) Diffractograma del mortero de la portada de San Pedro en Agost.



b) Diffractograma de la piedra calcarenita de la portada de San Pedro en Agost.

Figura 8. Diffractogramas

Estos resultados indican una importante presencia de sulfato cálcico (picos naranja) en los morteros existentes que se encuentran expuestos a los agentes atmosféricos (agua de lluvia), y por tanto su debilidad y deterioro por tratarse de un material higroscópico (ganancias y pérdidas de agua en su composición molecular $\text{CaSO}_4 \cdot n(\text{H}_2\text{O})$) que lo hace poco estable; pero también esta presencia de sulfatos puede acelerar la degradación pétreo ya que la piedra contiene el magnesio de la dolomita y se pueden producir sales muy dañinas como son los sulfatos de magnesio (Grossi and Esbert, 1994), (Benavente, 2002, 2021). (Figura 9).

Se trasladó hasta el laboratorio de Construcciones Arquitectónicas de la Universidad de Alicante un fragmento que se había desprendido de la portada y que ha servido de base para el estudio de la densidad y color además de para ensayar técnicas de limpieza. La figura 10 muestra algunas de las tareas desarrolladas en laboratorio.

De todo esto se deduce que los productos a emplear en la restauración deben ser compatibles con la piedra y con los sulfatos de los morteros de rejuntado. Los morteros de cal cumplen con estos requisitos por ello se opta por elegir el mortero “Morcem cal piedra” de la empresa Puma por haberlo ensayado previamente por parte del equipo redactor del proyecto¹ y los resultados fueron satisfactorios en lo referente a resistencias mecánicas ($R_{mc}=6,55\text{N/mm}^2$ con un 30% de perlas de eps), propiedades petrofísicas y frente a la cristalización de sales. También se probó el mortero

¹ Estudios previos para la restauración de Las Eras de la Sal en Torrevieja realizado por Yolanda Spairani.

“Biocalce MuroSeco” de la empresa Kerakoll, pero su color de base no resultó compatible con los pétreos a reintegrar pese a que sus características sí lo son mecánicamente.

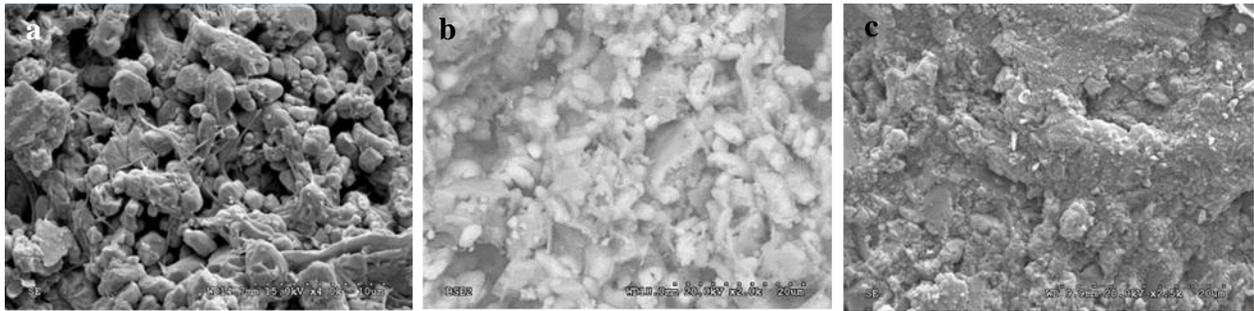


Figura 9. Microfotografías de los materiales que conforman la portada de San Pedro de Agost. a) Piedra calcarenítica, se aprecian arcillas y abundante porosidad. b) Mortero de yeso con signos de recristalizaciones. c) Piedra negra caliza con sales puntuales.

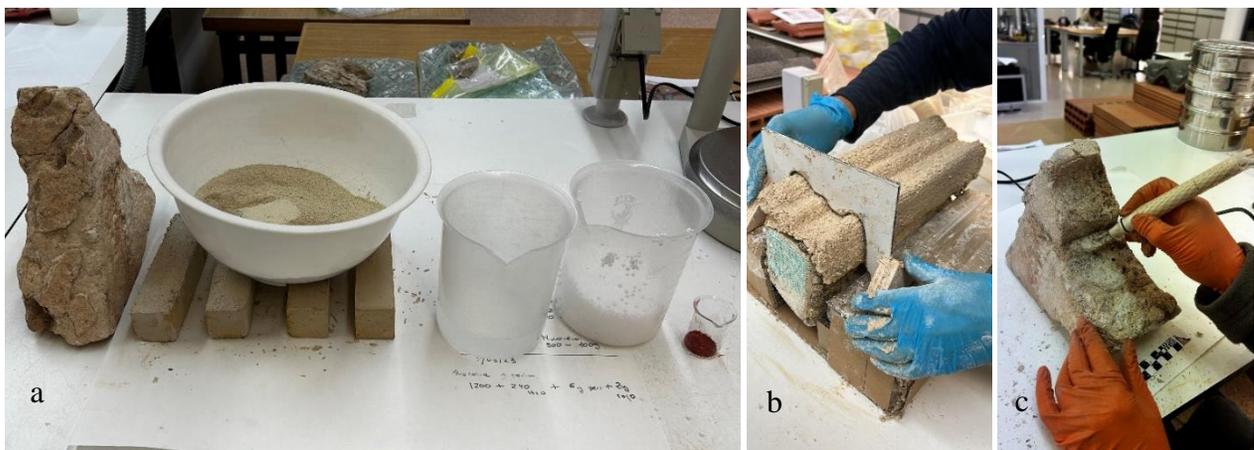


Figura 10. Diferentes aspectos de los estudios previos realizados para la restauración de la portada. a) Componentes preparados para realizar probetas para su posterior estudio junto al fragmento de cornisa de la portada, (Biocalce, agua, perlas de eps, y pigmentos naturales). b) Detalle de la prueba realizada en el laboratorio de reintegración con núcleo ligero de poliestireno y mortero de cal exterior. c) Detalle de una prueba de limpieza con ultrasonidos.

Con los datos obtenidos del estudio de dichos materiales se ha procedido a estudiar las posibles canteras de extracción de la zona. Se ha localizado al noreste de Agost unos antiguos frentes de cantera, se han tomado muestras y se han caracterizado, pudiéndose emplear en futuras intervenciones. En el caso de la portada no se ha considerado necesaria la inserción de dicho tipo de material.

4. PROCEDIMIENTO DE LA INTERVENCIÓN

Tanto a nivel conceptual como de actuación para la restauración de la portada se han seguido las recomendaciones de múltiples autores expertos en restauración patrimonial como Esbert and Losada, (2003), González-Moreno (2001, 2012) o Solá-Morales (2001) entre otros. Las premisas de partida han sido:

- 1.-Mínima intervención.
- 2.- Limpieza sin eliminar la pátina natural de envejecimiento.
- 3.-Restitución de volumen en aquellos elementos con misión estructural y/o funcional.

- 4.-Compatibilidad de materiales.
- 5.-Consolidación estructural asegurando el elemento a conservar.
- 6.-Restauración preventiva.
- 7.-Diferenciación entre añadido y preexistente.
- 8.-Documentación de todo el proceso.
- 9.-Divulgación de la restauración.

Previo al inicio de las obras se han efectuado pruebas de limpieza in situ, además de las anteriormente realizadas en el laboratorio con ultrasonidos. Se han probado varias técnicas con el fin de determinar el método y el tiempo de actuación que se debía dejar sin dañar la base, ya que una de las premisas de este proyecto era no eliminar la pátina natural de envejecimiento.

Se ha aplicado *Arboce* (pulpa de celulosa) con diferentes productos como agua destilada y AB57 sobre una zona poco visible de la portada. En ambos casos se ha protegido con film de plástico para evitar la pronta evaporación del líquido. Se ha dejado actuar primero 2 horas, luego 4 horas y se ha observado que en ambos casos era necesario más tiempo, por ello se ha dejado 24 horas actuar hasta su limpieza (figura 11). El resultado obtenido con el agua no ha sido satisfactorio ya que apenas se había eliminado suciedad adherida. Con AB57 sí ha funcionado bien. También se ha probado una técnica que se aplica en líquido y una vez aplicado solidifica atrapando la suciedad superficial en un periodo que va de 1 a 3 días. Esto en nuestro caso se ha decidido hacer una proporción del 33% de producto fuerte con un 67% de producto débil en la totalidad de la portada del limpiador para patrimonio denominado “Clean Galena” de la marca Remmers (figura 11a), en aquellas zonas que el cepillo de cerdas blandas no arrastraba la suciedad.

La intervención en la portada ha comenzado con un repaso in situ a pie de andamio para verificar las soluciones adoptadas en proyecto.

Durante el proceso de limpieza se han comenzado a desprender pequeños fragmentos por lo que se ha tenido que consolidar algunas zonas de pétreos. En este caso se han aplicado en las fisuras silicato de etilo, a nivel interno. Este material ya se ha probado previamente en el laboratorio con pétreos semejantes de la zona y tiene un alto poder consolidante, aunque modifica ligeramente el color y reduce la permeabilidad², pero como ligante interno resulta eficaz.



Figura 11. Diferentes aspectos de ensayos previos de limpieza y sellado de grietas.

En las grietas (>1mm) se han inyectado lechadas de cal tras limpiarlas previamente con aire (figura 11e) y humectarlas con agua, en este caso se ha empleado “Mape Antique I” de la marca Mapei. Las juntas entre sillares se han limpiado con espátula (figura 11d) ya que como se ha visto anteriormente eran de yeso y estaban desagregadas. Se aplica aire para limpiar internamente antes de inyectar lechada de cal. Una vez limpia toda la portada se ha procedido a sellar las grietas y

² Resultados pendientes de ser publicados en revista especializada

fisuras con lechada de cal. Las zonas de gran volumen se han reintegrado con un sistema ligero diseñado para este caso, ya que la piedra base está muy degradada, y se ha pretendido someter a la piedra de sujeción a los menores esfuerzos externos posibles.

La unión entre material de aporte y base se realiza mediante varillas de fibras de vidrio y/o carbono tomadas con resinas, para esta operación se debe taladrar la piedra lo que genera vibraciones y posibles daños. Todo esto es lo que ha hecho que el equipo redactor y técnico restaurador tomara la decisión de no aportar piedra semejante, cuya densidad es $2,1\text{g/cm}^3$. (Figura 12).



Figura 12. Diferentes aspectos de la restitución de volumen mediante mortero con núcleo aligerado y mortero ligero. a) Zona faltante ya consolidada a la espera de hacer taladros para anclajes. b) Aspecto del núcleo aligerado preparado para añadir mortero exteriormente. c) Aspecto con mortero ya reintegrado a falta de aplicar veladura con agua cal y pigmentos para entonar la zona añadida con el resto de la portada.

El sistema diseñado consiste en un núcleo de poliestireno extruido que se talla con la forma de la piedra dejando como mínimo 3 cm para reintegrar con mortero de cal. Se envuelve el poliestireno con malla de fibra, se aplican resinas epoxídicas y se adhieren áridos aligerados para aumentar la superficie de adherencia al mortero. Se ancla, no menos de 20 cm en el interior de la piedra de la portada, con varillas de fibra de carbono y vidrio, según volumen a reintegrar. Una vez acabado se procede a aplicar el mortero de cal pigmentado en masa y con un porcentaje de un 25% de perlas de eps, para aligerar el mortero. De esta forma se ha conseguido rebajar el peso del material aportado en un 75% aproximadamente.

5. CONCLUSIONES

La intervención ha permitido una intensa colaboración entre investigadores de la Universidad de Alicante para aplicar técnicas innovadoras en la restauración y sobre todo en reintegración del volumen utilizando nuevos materiales ligeros compatibles con el patrimonio histórico. El resultado final ha permitido dar seguridad y evitar los problemas de desintegración de la piedra que estaban muy avanzados. Asimismo, se ha procedido a utilizar morteros, tratamientos mecánicos y químicos para proceder a la limpieza de la piedra, que tras años de exposición a la contaminación había impregnado los poros de esta piedra tan blanda y porosa. En definitiva, con una intervención sencilla y económica se ha realizado una restauración preventiva recuperando los elementos de protección frente a la lluvia restituyendo la imagen visual de esta parte de este monumento.

6. AGRADECIMIENTOS

Queremos agradecer al Excmo. Ayuntamiento de Agost todo el apoyo para la realización de las obras, la Excmo. Diputación de Alicante por los fondos recaudados y a la propia Parroquia de San Pedro Apóstol por las facilidades dadas para la realización de esta intervención.

7. REFERENCIAS

- Benavente, D. (2002). *Modelización y estimación de la durabilidad de materiales pétreos porosos frente a la cristalización de sales*. Tesis doctoral. Universidad de Alicante. <https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/9912/1/Benavente-Garcia-David.pdf>
- Benavente, D., De Jongh, M., Cañaveras, J. C. (2021). *Weathering processes and mechanisms caused by capillary waters and pigeon droppings on porous limestones*. Minerals, 11(1), 18. <https://doi.org/10.3390/min11010018>
- De los Ríos, A., Cámara, B., García del Cura, M. A., Rico, V. J., Galván, V., Ascaso, C. (2009). *Deteriorating effects of lichen and microbial colonization of carbonate building rocks in the Romanesque churches of Segovia (Spain)*. Science of The Total Environment, 407, 3, 1123-1134. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2008.09.042>
- Esbert, R. M., Losada, J. M. (2003). *Criterios de Intervención en materiales pétreos*. Revista del Instituto de Patrimonio Histórico Español. 2.
- García Galán, Javier (2014). *Análisis comparativo del comportamiento de diferentes Morteros de Reintegración en la construcción: Caso de la Iglesia de San Pedro Apóstol en Agost (Alicante)*. Trabajo Fin de Grado. Grado en Arquitectura Técnica. Universidad de Alicante (España)
- González-Moreno Navarro, A. (1991), *La restauración de monumentos a las puertas del siglo XXI*. Informes de la Construcción. 43 (413): 5-22. <https://dialnet.unirioja.es/revista/2142/V/43>
- González-Moreno Navarro, A. (2012), *Restauración monumental: ¿el método en crisis?*. Informes de la Construcción. 64: 13-22. <https://doi.org/10.3989/ic.11.077>
- Grossi, C. M., Esbert, R. M. (1994). *Las sales solubles en el deterioro de rocas monumentales. Revisión bibliográfica*. Materiales de construcción, 44, (235), 15-30. <https://doi.org/10.3989/mc.1994.v44.i235>
- ICOMOS International Scientific Committee for Stone (ISCS) (2008), *ICOMOS-ISCS: Illustrated glossary on stone deterioration patterns*. http://www.international.icomos.org/publications/monuments_and_sites/15/pdf/Monuments_and_Sites_15_ISCS_Glossary_Stone.pdf
- Laborde, A. (2013). *Proyecto COREMANS: Criterios de intervención en materiales Pétreos*. IPCE. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte.
- Solá-Morales, I. (2001), *Teorías de la Intervención Arquitectónica*. Revista PH. No. 37. <https://doi.org/10.33349/2001.37.1269>
- Vidal-Bernabé, I. (1981). *La Escultura Monumental barroca en la diócesis de Orihuela-Alicante*. Excmo. Diputación provincial de Alicante. Pag. 148-149.