

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

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

* Autor de Contato: sivorra@ua.es

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

Recebido: 07/11/2023 | Correções recebidas: 07/12/2023 | Aceito: 12/12/2023 | Publicado: 01/01/2024

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.

Citar como: Ivorra, S., Spairani, Y., Huesca, J. A., Saura, P., Jordá, E. (2024), “Restauração da fachada da Igreja de San Pedro Apóstolo de Agost, Espanha”, 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).

Contribuição de cada autor

Neste trabalho, o autor da ideia original é Salvador Ivorra, com a participação de Yolanda Spairani e José Antonio Huesca na coleta de dados, cada um com 50% de participação. Na realização do projeto de intervenção, participaram Pascual Saura (30%), Yolanda Spairani (40%) e Salvador Ivorra (30%). O desenvolvimento físico da intervenção foi conduzido por Enrique Jordá, com supervisão de Pascual Saura e Yolanda Spairani, cada um com 50% de participação. As atividades de laboratório foram realizadas por Yolanda Spairani (70%) e Enrique Jordá (30%). Na redação do artigo, contribuíram Yolanda Spairani (30%), Salvador Ivorra (60%) e Pascual Saura (10%), com colaboração na discussão de resultados de Yolanda Spairani (30%), Salvador Ivorra (30%), Pascual Saura (20%) e José Antonio Huesca (20%).

Licença Creative Commons

Copyright (2024) é propriedade dos autores. Este trabalho é um artigo de acesso aberto publicado sob os termos e condições de uma Licença Internacional Creative Commons Atribuição 4.0 ([CC BY 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)).

Discussões e correções pós-publicação

Qualquer discussão, incluindo a réplica dos autores, será publicada no terceiro número do ano de 2024, desde que a informação seja recebida antes do fechamento do segundo número do mesmo ano.

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 delicate intervention process using innovative techniques, the facade was completed in June 2023.

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

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

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.

Informações legais

Revista ALCONPAT é uma publicação trimestral da Associação Latino-Americana de Controle de Qualidade, Patologia e Recuperação de Construção, Internacional, A.C., Km. 6, antiga estrada para Progreso, Merida, Yucatán, C.P. 97310, Tel.5219997385893, alconpat.int@gmail.com, Website: www.alconpat.org

Reserva de direitos de uso exclusivo No.04-2013-011717330300-203, eISSN 2007-6835, ambos concedidos pelo Instituto Nacional de Direitos Autorais. Editor responsável: Dr. Pedro Castro Borges. Responsável pela última atualização deste número, Unidade de Informática ALCONPAT, Eng. Elizabeth Sabido Maldonado.

As opiniões expressas pelos autores não refletem necessariamente a posição do editor.

A reprodução total ou parcial do conteúdo e das imagens da publicação é realizada de acordo com o código COPE e a licença CC BY 4.0 da Revista ALCONPAT.

1. INTRODUÇÃO

A igreja de San Pedro Apóstolo de Agost, localizada na província de Alicante, Espanha, foi construída no século XVI. Desde a sua construção, passou por reformas, especialmente no século XVIII, quando foram adicionados vários elementos, como a elevação da torre do campanário e a porta lateral objeto deste estudo, entre outros. Este edifício destaca-se por ser isolado e possui duas cúpulas: uma coroando a torre e outra sobre um amplo tambor octogonal, localizada acima do cruzeiro sobre quatro arcos torais (Figura 1a).

A igreja é composta por uma nave central de quatro tramos de dimensões consideráveis. As capelas laterais, separadas por pilastras pouco ornamentadas, distribuem-se ao longo da nave. Além disso, há um cruzeiro e um presbitério de profundidade regular.

A porta lateral (Figura 1b), objeto de análise neste estudo, está localizada no muro da Epístola da igreja, especificamente à altura do 4º tramo, junto ao cruzeiro.



Figura 1. Fachadas principais da igreja obtidas mediante levantamento topográfico com Laser-Scanner. (a) Acesso Principal, (b) Fachada de San Pedro.

A primeira notícia sobre a construção desta entrada data de 12 de março de 1772. Por meio dela, sabe-se que o autor foi Victoriano Sevilla, diretor da obra. Ele continuou trabalhando na construção até 8 de agosto de 1774, e presume-se que a própria entrada tenha sido concluída em 1773, visto que esta data está inscrita nas enjuntas dela.

Durante a Guerra Civil Espanhola (1936-1939), o edifício sofreu danos significativos, incluindo um incêndio. Em ambas as fachadas, as imagens existentes foram destruídas, especialmente nesta fachada, a imagem de San Pedro (Figura 2a). Após uma intervenção importante no edifício nos anos 60, não foram realizadas mais intervenções estruturais significativas que tenham afetado esta fachada (Figura 2b). Em 2014, foram detectados desprendimentos em elementos desta entrada, sendo necessário instalar uma rede de proteção que teve que ser substituída novamente em 2021 devido a desprendimentos de elementos pétreos (Figura 2c). Em 2023, iniciou-se o processo de restauração após um estudo e projeto realizados na Universidade de Alicante.

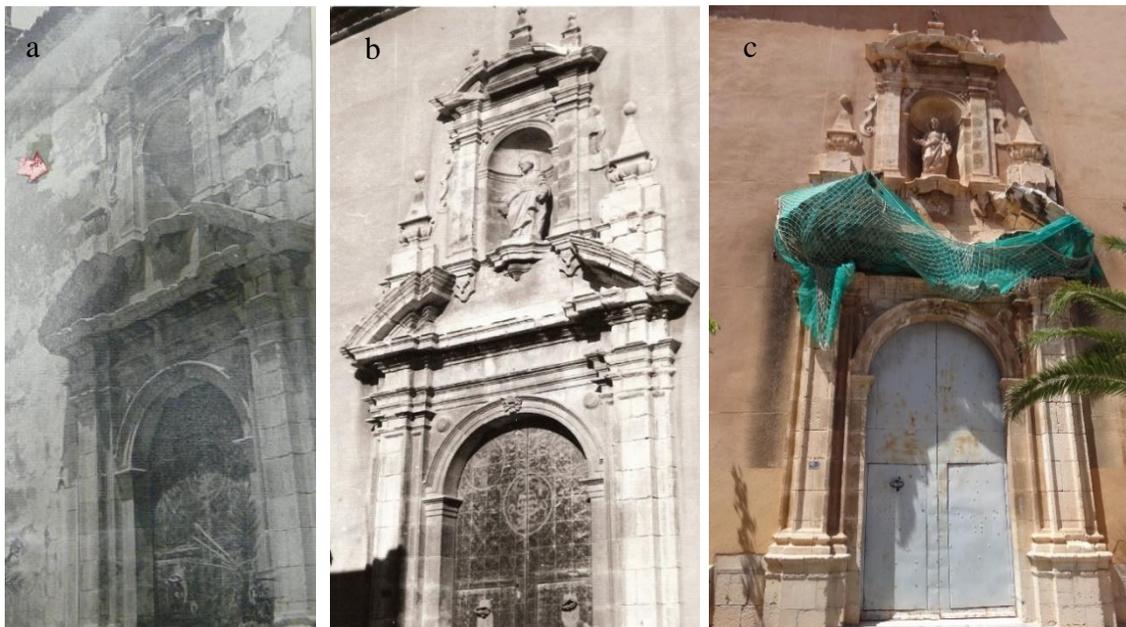


Figura 2. Fotografias de vários estados históricos. (a) 1964, (b) 1973 (c) 2021

1.1 Descrição arquitetônica.

Esta entrada representa um elemento arquitetônico e artístico de interesse que merece uma análise detalhada para compreender sua estrutura e características estilísticas (Vidal-Bernabé, 1981). Apresenta dois corpos separados por um entablamento corrido. O corpo inferior se organiza ao redor do ingresso de arco pleno, cuja rosca é percorrida por diversas molduras, apresentando na clave o emblema de São Pedro. As juntas são ocupadas por dois pequenos medalhões com uma inscrição: Ano de 1773. Limitam o ingresso pilastras com retro pilastras sobre o térreo, que apresentam base ática, fuste canelado e capitel dórico. Estas ordens sustentam um entablamento corrido e sem decoração, acima do qual se ergue um frontão curvo partido.

O segundo corpo é constituído em torno de um nicho, coberto por uma abóbada de forno, figurando nela uma escultura de San Pedro, Apóstolo. O santo segura um livro com sua mão esquerda, enquanto com a direita segura chaves.

O arco do nicho mostra em sua rosca molduras idênticas às do arco de ingresso, marcando a linha de impostas por dois listéis e um boleto, da mesma forma que no primeiro. As juntas são ocupadas por uma flor. Ladeiam o nicho pilastras e retro pilastras idênticas às do corpo inferior, exceto no fuste que é liso. Sobre o muro, há uma decoração muito geométrica, como se fossem aletas. O entablamento é idêntico ao do corpo inferior. A entrada termina em um frontão curvo e acima dele, três pirâmides com bolas. Motivos iguais se repetem nos laterais do segundo corpo, no eixo das pilastras do corpo inferior.

1.2 Objetivos.

O objetivo principal deste trabalho é a Restauração da Fachada de San Pedro Apóstolo da Igreja de Agost (Alicante) com uma intervenção mínima que garanta uma recuperação arquitetônica ao seu estado inicial, visando solucionar o processo de deterioração em que se encontrava e oferecer uma resposta à conservação do patrimônio, respeitando os princípios do restauro. Após analisar a composição formal e material da fachada e estudar as manifestações patológicas, propõe-se a restituição volumétrica dos elementos necessários para recuperar sua missão estrutural e funcional, utilizando materiais compatíveis e leves que assegurem a conservação do conjunto.

2. TRABALHOS PRELIMINARES

Para abordar com rigor qualquer intervenção no patrimônio edificado, devem ser realizados estudos prévios que sirvam tanto de suporte documental como nas fases de diagnóstico e execução das obras de restauro.

2.1 Metodologia.

Seguem-se as recomendações de especialistas e diferentes organismos que zelam pela conservação do patrimônio, como Esbert e Losada (2003), Laborde (2013), González-Moreno (1991) ou Solá-Morales (2001), entre outros. Esses estudos prévios são fundamentados principalmente nos seguintes aspectos:

- a) Coleta, estudo e análise de dados documentais sobre a origem e evolução do edifício e sua construção, com foco na Fachada de São Pedro Apóstolo. Isso inclui o estudo de possíveis pedreiras de extração.
- b) Coleta de dados in loco aplicando técnicas instrumentais de precisão. Amostragem dos materiais que compõem a fachada para caracterização e análise. Diagnóstico do estado de conservação.
- c) Avaliação da eficácia dos possíveis argamassas e tratamentos a serem aplicados, considerando as características dos materiais que compõem a fachada e levando em conta as premissas das diferentes teorias e cartas de restauração.

A coleta de dados documentais foi realizada especialmente no arquivo paroquial e no escritório de arquitetura Serrano y Valderrama de Elche, onde são mantidos os estudos e projetos do arquiteto Antonio Serrano Peral, que atuou na igreja na década de 1960, sendo o autor do plano da Figura 3. Seu projeto registra os danos apresentados pela igreja naquela época, principalmente fissuras no interior e nas fachadas do edifício causadas por escavações realizadas no interior da igreja. Os danos da fachada não são descritos, embora o muro que a suporta apresente uma fissura ao lado dela na zona direita, provavelmente devido à mesma origem das fissuras no interior. Na figura 3b), pode-se observar que há uma área oca ao lado da fachada que contém a fachada, o que confirma a origem dessa fratura.

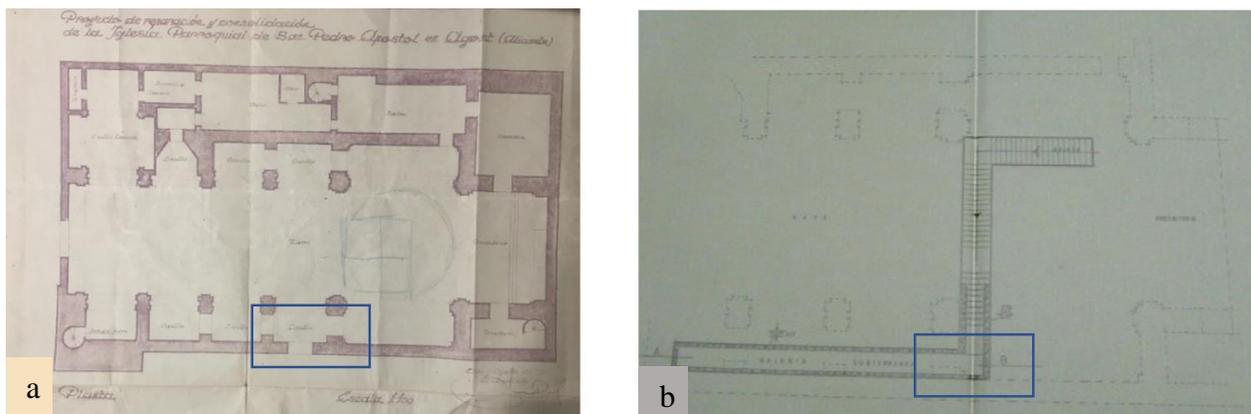


Figura 3. a) Planta geral da igreja realizada para a intervenção desenvolvida ao longo dos anos 60 do século XX por Antonio Serrano Peral. b) Detalhe da escadaria e área escavada no interior da igreja. Indica a localização da fachada objeto de estudo. Fonte: arquivo particular da família Serrano Peral.

A coleta de dados in loco foi realizada a partir da nuvem de pontos obtida com scanner a laser. Foram coletadas amostras sem degradar a fachada, seguindo as recomendações de especialistas

como Esbert e Losada (2003). Pequenos fragmentos de pedra calcária bege depositados nas cornijas e uma lasca solta da pedra negra da base foram coletados (Figura 4).



Figura 4. Diferentes aspectos da coleta de dados e amostras. a) Detalhe do registro geométrico com scanner a laser. b) Coleta de amostras de fragmentos soltos sobre a cornija. c) Lasca de pedra negra no canto inferior para observação.

Com base nas informações geométricas obtidas, bem como nas manifestações patológicas observadas, a Figura 5 apresenta a situação em que se encontra a fachada.

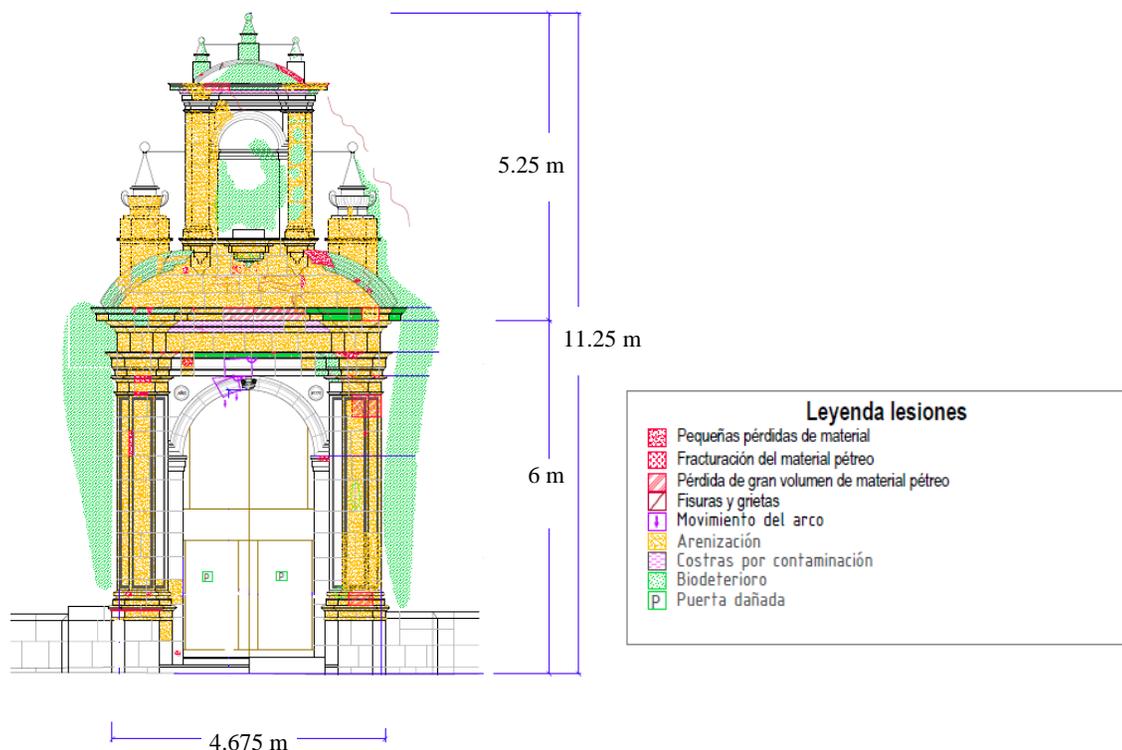


Figura 5. Geometria geral da fachada. Manifestações patológicas observadas.

2.2 Diagnóstico.

O diagnóstico do estado de conservação dos materiais que compõem a fachada baseou-se no glossário do ICOMOS-ISCS (2008), e uma avaliação do grau de deterioração e seu perigo foi realizada pela equipe multidisciplinar que conduziu o projeto de restauração.

A fachada de São Pedro Apóstolo estava muito degradada, com elementos pétreos perdidos, como no caso de vários fragmentos de cornija que se desprenderam nos últimos anos. Ao comparar as imagens da fachada de 2014 com as de 2021 (Figura 6), é possível observar o aumento da deterioração que ela sofreu. Em 2014, foi aconselhada a instalação de redes de proteção, uma vez que a fachada já apresentava muita deterioração.

Em janeiro de 2020, ocorreram vários desprendimentos de fragmentos de grande dimensão que foram recolhidos na rede de proteção (Figura 6b). Em outras áreas expostas da fachada, onde a água pode se acumular, também foi constatado o aumento da deterioração.



Figura 6. a) Aparecimento da capa em 2014 (Autor Javier García Galán; 2014) e b) 2021 (autora Yolanda Spairani; elaboração própria). Estão indicadas as áreas com maiores deslocamentos.

Para a reintegração volumétrica de áreas faltantes, decidiu-se utilizar argamassas de cal. Existem diversas argamassas pré-fabricadas no mercado cuja densidade é semelhante à da pedra a ser substituída, mas neste caso, a pedra da fachada sobre a qual o material que compõe o volume perdido deve ser ancorado está muito frágil e apresenta microfissuras. Isso levou a equipe redatora do projeto, juntamente com o restaurador de belas artes Enrique Jordá, a projetar sistemas leves de reintegração volumétrica com argamassas de cal.

As principais manifestações patológicas que esta fachada apresenta são degradações pétreas muito elevadas, especialmente nas áreas mais expostas à água, como remates superiores e cornijas. Na alvenaria à direita da fachada, aparecem algumas fissuras na fachada que coincidem com outras fissuras no interior do edifício. Em um relatório de 2020, foi diagnosticado que o edifício sofre um assentamento diferencial em direção à área da torre, então as fissuras mencionadas respondem a essa origem. Esse movimento também pode ter influenciado o deslizamento da pedra que compõe o arco da fachada.

As bases inferiores são executadas em dolomita e apresentam menor grau de deterioração do que o restante da fachada, feito com calcário e arenito de cor bege muito claro. Nas bases, as principais

degradações são a perda de rejuntamento, alveolizações e alterações de cor superficial, pois atualmente apresentam cor cinza claro, enquanto a amostra "fresca" é preta. Há pequenos desprendimentos nas quinas. Esses danos são causados pela ação da umidade ascendente capilar e da chuva, especialmente com a presença de sais (Benavente et al., 2021). Nas áreas onde a umidade é retida, proliferaram plantas inferiores capazes de biodegradar a região onde crescem (De los Ríos et al., 2009).

O fato de o material de rejuntamento ser gesso propiciou sua fácil alteração em contato com a água da chuva e a ascensão capilar, e uma vez perdida essa junta, a água pode se reter, favorecendo a degradação gradual das pedras de natureza calcária.

A seguir, são enumeradas (Figura 7) as diferentes manifestações patológicas observadas na fachada, por ordem de gravidade do problema, e são anexadas fotografias que ilustram cada uma das diferentes manifestações patológicas:

1. Desprendimentos de fragmentos de pedra
2. Fraturas na pedra
3. Pequenas perdas de material pétreo
4. Perda generalizada de material de rejuntamento
5. Crostas de contaminação
6. Depósitos de sujeira
7. Biodeterioração
8. Alteração da pátina superficial

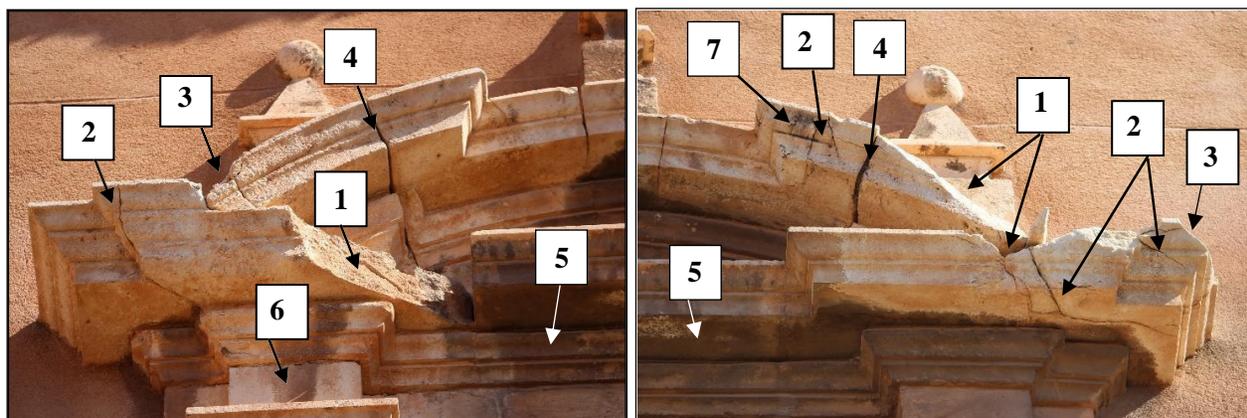


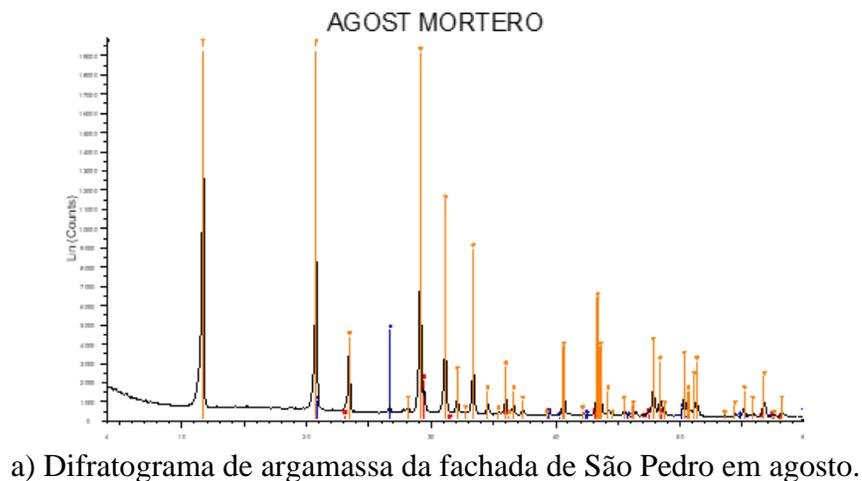
Figura 7. Detalhe das lesões na região superior. Depósitos de sujeira são vistos em áreas protegidas da chuva.

3. MATERIAIS EMPREGADOS

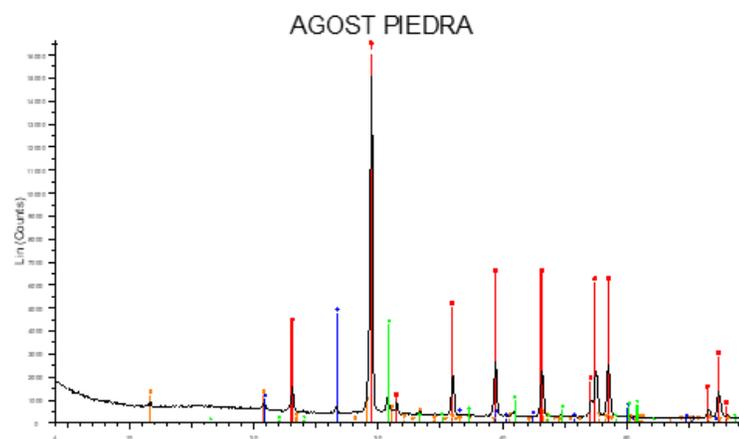
A fachada foi executada com dois tipos de pedra, uma calcarenita de cor muito clara na parte superior que atualmente apresenta uma pátina ocre, e uma calcária cinza estriada nas bases inferiores e no rodapé, que ao longo dos anos descoloriu, apresentando uma cor cinza claro.

Tanto o rejuntamento quanto a pedra calcária/arenito e a calcária cinza do rodapé foram estudados e analisados.

O rejuntamento mostrou ser de gesso, conforme indicam os resultados da DRX realizada (Figuras 8a e 8b). A pedra é principalmente composta por calcita (carbonato de cálcio CaCO_3), com um pouco de dolomita (carbonato de cálcio e magnésio $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$), quartzo (mineral composto de sílica SiO_2) e gesso (sulfato de cálcio CaSO_4), como pode ser visto nos difratogramas seguintes em sua composição, onde os picos laranjas no gráfico correspondem ao gesso, os calcários ao vermelho, os silicosos ao azul e os dolomitos ao verde.



a) Difratoograma de argamassa da fachada de São Pedro em agosto.



b) Difratoograma da pedra calcarenita da fachada de San Pedro in Agost.

Figura 8. Difratoграмas

Estes resultados indicam uma presença significativa de sulfato de cálcio (picos laranjas) nos revestimentos existentes que estão expostos aos agentes atmosféricos (água da chuva), e, portanto, sua fragilidade e deterioração, por ser um material higroscópico (ganho e perda de água em sua composição molecular $\text{CaSO}_4 \cdot n(\text{H}_2\text{O})$), tornando-o pouco estável. No entanto, a presença desses sulfatos também pode acelerar a degradação da pedra, uma vez que a pedra contém o magnésio da dolomita e podem ser produzidas sais muito danosos, como os sulfatos de magnésio (Grossi and Esbert, 1994), (Benavente, 2002, 2021) (Figura 9).

Um fragmento que se desprendeu da fachada foi transferido para o laboratório de Construções Arquitetônicas da Universidade de Alicante e serviu como base para o estudo da densidade e cor, além de testar técnicas de limpeza. A Figura 10 mostra algumas das tarefas desenvolvidas no laboratório.

Dessa análise, conclui-se que os produtos a serem usados na restauração devem ser compatíveis com a pedra e com os sulfatos das argamassas de rejuntamento. As argamassas de cal atendem a esses requisitos, por isso opta-se por escolher a argamassa "Morcem cal piedra" da empresa Puma, pois foi testada anteriormente pela equipe redatora do projeto e os resultados foram satisfatórios em termos de resistência mecânica ($R_{mc}=6,55\text{N/mm}^2$ com 30% de pérolas de eps), propriedades petrofísicas e resistência à cristalização de sais. Também foi testada a argamassa "Biocalce MuroSeco" da empresa Kerakoll, mas sua cor base não foi compatível com as pedras a serem reintegradas, apesar de suas características serem mecânicas.

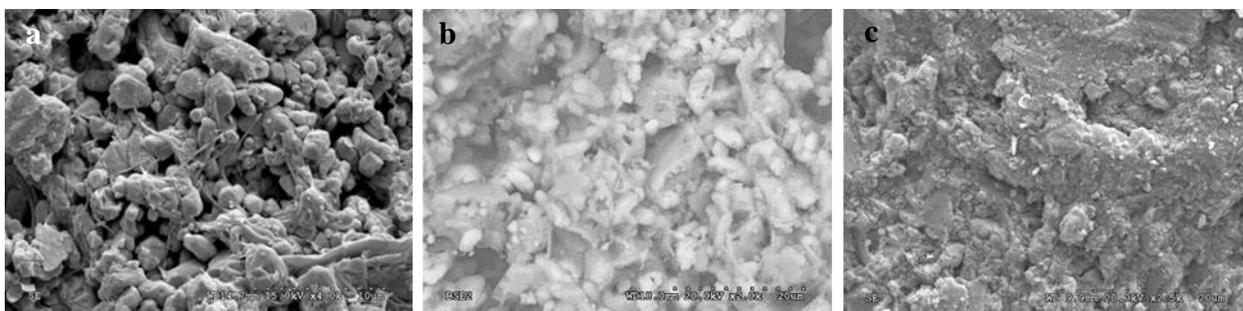


Figura 9. Microfotografias dos materiais que compõem a fachada de San Pedro de Agost. a) Pedra calcário/arenito, observam-se argilas e porosidade abundante. b) Argamassa de gesso com sinais de recristalizações. c) Pedra calcária negra com pontos de sais.

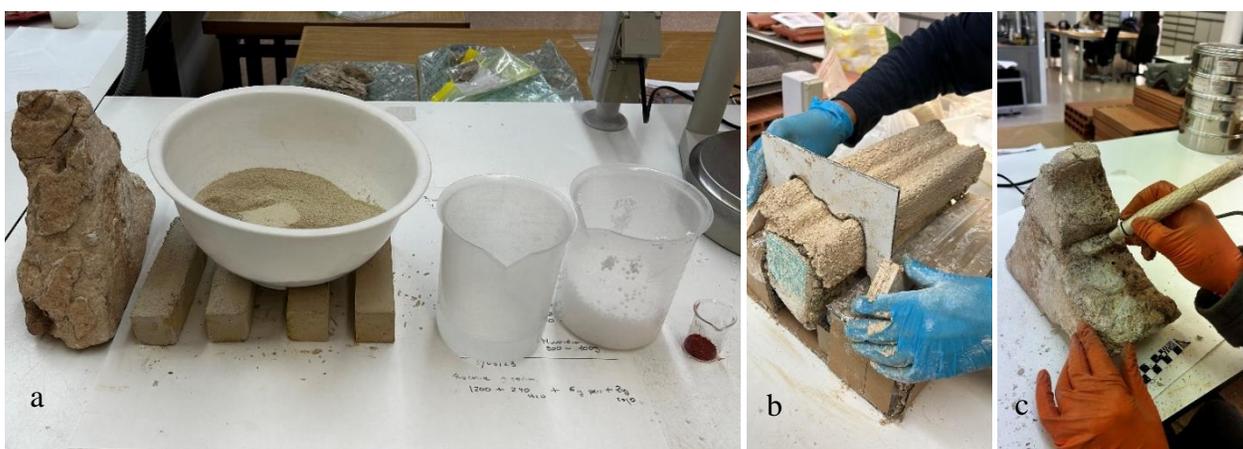


Figura 10. Diferentes aspectos dos estudos prévios realizados para a restauração da fachada. a) Componentes preparados para a realização de amostras para estudo posterior junto com o fragmento de cornija da fachada (Biocálcio, água, pérolas de eps e pigmentos naturais). b) Detalhe do teste realizado no laboratório de reintegração com núcleo leve de poliestireno e argamassa de cal exterior. c) Detalhe de um teste de limpeza com ultrassom.

Com os dados obtidos do estudo desses materiais, procedeu-se a estudar as possíveis pedreiras de extração da região. Foram localizadas, a nordeste de Agost, antigas frentes de pedra, amostras foram coletadas e caracterizadas, podendo ser utilizadas em futuras intervenções. No caso da fachada, não se considerou necessária a inserção desse tipo de material.

4. PROCEDIMENTO DA INTERVENÇÃO

Tanto a nível conceitual quanto na execução da restauração da fachada, foram seguidas as recomendações de vários autores especializados em restauração do património, como Esbert and Losada (2003), González-Moreno (2001, 2012) ou Solá-Morales (2001), entre outros. As premissas iniciais foram:

1. Intervenção mínima.
2. Limpeza sem remover a pátina natural de envelhecimento.
3. Reposição de volume nos elementos com função estrutural e/ou funcional.
4. Compatibilidade de materiais.
5. Consolidação estrutural assegurando a preservação do elemento.
6. Restauração preventiva.

7. Diferenciação entre adição e existente.
8. Documentação de todo o processo.
9. Divulgação da restauração.

Antes do início das obras, foram realizados testes de limpeza no local, além dos anteriormente realizadas em laboratório com ultrassom. Diversas técnicas foram testadas para determinar o método e o tempo de ação que deveriam ser aplicados sem danificar a base, uma vez que uma das premissas deste projeto era não remover a pátina natural de envelhecimento.

Foi aplicado Arbocel (polpa de celulose) com diferentes produtos como água destilada e AB57 em uma área pouco visível da fachada. Em ambos os casos, foi protegido com filme plástico para evitar a evaporação rápida do líquido. Foi permitido agir por 2 horas, depois por 4 horas, e observou-se que em ambos os casos era necessário mais tempo. Portanto, foi permitido agir por 24 horas antes da limpeza (figura 11). O resultado obtido com a água não foi satisfatório, pois a sujeira aderida mal foi removida. Com AB57, funcionou bem. Também foi testada uma técnica que é aplicada em líquido e, uma vez aplicada, solidifica, retendo a sujeira superficial em um período de 1 a 3 dias. Neste caso, decidiu-se usar uma proporção de 33% de produto forte com 67% de produto fraco em toda a fachada do limpador de patrimônio chamado "Clean Galena" da marca Remmers (figura 11a), nas áreas onde a escova de cerdas macias não removia a sujeira.

A intervenção na fachada começou com uma revisão no local, verificando as soluções adotadas no projeto. Durante o processo de limpeza, pequenos fragmentos começaram a se soltar, então foi necessário consolidar algumas áreas de pedra. Nesse caso, foram aplicados silicato de etila nas fissuras, internamente. Esse material já foi testado previamente em laboratório com pedras semelhantes da região e possui um alto poder consolidante, embora altere levemente a cor e reduza a permeabilidade, mas como ligante interno é eficaz.



Figura 11. Diferentes aspectos de ensaios prévios de limpeza e selagem de fissuras.

No entanto, nas fissuras (>1mm), foram injetadas caldas de cal após limpeza prévia com ar (Figura 11e) e umedecimento com água; neste caso, foi utilizado o "Mape Antique I" da marca Mapei. As juntas entre os blocos de pedra foram limpas com uma espátula (Figura 11d), pois, como visto anteriormente, eram de gesso e estavam desagregadas. O ar foi aplicado para limpar internamente antes da injeção da calda. Uma vez que toda a fachada foi limpa, procedeu-se ao selamento de fissuras e fendas com calda de cal. As áreas de grande volume foram reintegradas com um sistema leve projetado para esse caso, uma vez que a pedra base está muito degradada, e buscou-se submeter a pedra de sustentação a esforços externos mínimos.

A união entre o material de acréscimo e a base é realizada por meio de hastes de fibras de vidro e/ou carbono fixadas com resinas, sendo necessário perfurar a pedra para esta operação, o que gera vibrações e possíveis danos. Tudo isso levou a equipe redatora e o restaurador técnico a decidirem não fornecer pedra semelhante, cuja densidade é de 2,1 g/cm³ (Figura 12).



Figura 12. Vários aspectos da reintegração volumétrica utilizando argamassa com núcleo leve e argamassa leve. a) Área faltante já consolidada, aguardando perfurações para ancoragens. b) Aspecto do núcleo leve preparado para receber a aplicação da argamassa externamente. c) Aspecto com a argamassa já reintegrada, aguardando a aplicação de uma veladura com água de cal e pigmentos para harmonizar a área adicionada com o restante da fachada.

O sistema projetado consiste em um núcleo de poliestireno extrudado que é esculpido com a forma da pedra, deixando pelo menos 3 cm para ser reintegrado com argamassa de cal. O poliestireno é envolto em uma malha de fibra, são aplicadas resinas epóxi e agregados leves são aderidos para aumentar a superfície de aderência à argamassa. Ele é ancorado, não menos que 20 cm no interior da pedra da fachada, com barras de fibra de carbono e vidro, conforme o volume a ser reintegrado. Uma vez concluído, procede-se à aplicação da argamassa de cal pigmentada em massa, com aproximadamente 25% de pérolas de EPS para aliviar a argamassa. Desta forma, conseguiu-se reduzir o peso do material adicionado em cerca de 75%.

5. CONCLUSÕES

A intervenção permitiu uma colaboração intensa entre pesquisadores da Universidade de Alicante para aplicar técnicas inovadoras na restauração e, principalmente, na reintegração de volume usando novos materiais leves compatíveis com o patrimônio histórico. O resultado proporcionou segurança e evitou problemas de desintegração da pedra que estavam em estágio avançado. Além disso, foram utilizadas argamassas, tratamentos mecânicos e químicos para realizar a limpeza da pedra, que, após anos de exposição à poluição, tinha impregnado os poros dessa pedra tão macia e porosa. Em resumo, com uma intervenção simples e econômica, foi realizada uma restauração preventiva, recuperando os elementos de proteção contra a chuva e restituindo a imagem visual desta parte do monumento.

6. AGRADECIMENTOS

Queremos agradecer ao Exmo. Município de Agost todo o apoio para a realização das obras, à Exma. Província de Alicante pelos fundos arrecadados, e à própria Paróquia de San Pedro Apóstolo pelas facilidades concedidas para a realização desta intervenção.

7. REFERÊNCIAS

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*. Excm. Diputación provincial de Alicante. Pag. 148-149.