



Tecnologías de imagen multibanda en la documentación de pinturas murales ocultas: la ‘Santa Cena de la Ermita de Sant Roc de Ternils’ (Carcaixent, Valencia)

Miquel Àngel Herrero-Cortell, María Antonia Zalbidea Muñoz

Resumen: El presente artículo describe la aplicación de un protocolo multi-técnico y de imagen multibanda, para la identificación de pinturas murales ocultas bajo un estrato de pintura y su sucesiva documentación, durante y después de los trabajos de conservación-restauración. El artículo recoge tres propósitos para el uso de la tecnología multibanda: por una parte, para la confirmación inicial de la presencia de las pinturas bajo uno o varios estratos de cal, a través de imágenes en bandas no visibles del espectro; en segundo lugar, el empleo de las imágenes multibanda como herramientas auxiliares durante en el proceso de restauración de las pinturas; y, en tercer lugar, el registro final de las pinturas descubiertas y ya restauradas. Además de ponerse de manifiesto la operatividad de este tipo de técnicas en la constatación de la existencia de pinturas ocultas —lo que supone una novedosa aportación—, se evidencia su utilidad a la hora de afrontar una intervención restaurativa. Por último, se demuestra la conveniencia del uso de este tipo de imágenes —complementadas con otras técnicas de análisis—, para el conocimiento de los procedimientos técnicos y materiales utilizados en la gestación de la obra.

Palabras clave: imagen multibanda, imagen infrarroja, imagen ultravioleta, pintura mural, diagnosis artística, análisis no invasivos

Multiband imaging technologies in the documentation of hidden mural paintings: the ‘The Holy Supper at the Ternils, Saint Roch hermitage’ (Carcaixent, Valencia)

Abstract: This paper describes the application of a multi-technical and multi-band imaging protocol for the identification of wall paintings (hidden under a layer of paint) and their subsequent documentation, during and after conservation-restoration work. The article sets out three purposes for the use of multiband technology: on the one hand, for the initial confirmation of the presence of the paintings, hidden under layers of lime, through images in non-visible bands of the spectrum; secondly, the use of multiband images as auxiliary tools during the restoration process of the paintings; and, thirdly, the final record of the discovered paintings, already restored. In addition to highlighting the operability of this type of techniques in verifying the existence of hidden paintings (which represents a novel contribution) the paper evidences the usefulness of such techniques when facing a restorative intervention. Finally, the article demonstrates the convenience of using this type of images —complemented with other analysis techniques—, for knowledge of the technical procedures and materials used in the mural artwork.

Keywords: multiband image, infrared image, ultraviolet image, mural painting, art diagnosis, non-invasive techniques

Tecnologias de imagem multibanda na documentação de pinturas murais ocultas: a ‘Santa Ceia da Ermida de Sant Roc de Ternils’ (Carcaixent, Valência)

Resumo: Este artigo descreve a aplicação de um protocolo multitécnico e de imagem multibanda para a identificação de pinturas murais ocultas sob uma camada de tinta e a sua sucessiva documentação, durante e após os trabalhos de conservação e restauro. O artigo aborda três propósitos para o uso da tecnologia multibanda: primeiro, para a confirmação inicial da presença das pinturas sob uma ou várias camadas de cal, através de imagens em bandas não visíveis do espectro; em segundo lugar, o uso de imagens multibanda como ferramentas auxiliares durante o processo de restauro das pinturas; e, em terceiro lugar, o registo final das pinturas descobertas e já restauradas. Além de evidenciar a eficácia deste tipo de técnicas na confirmação da existência de pinturas ocultas - uma contribuição inovadora -, demonstra-se a sua utilidade na abordagem de uma intervenção de restauro e, por último, a conveniência do uso deste tipo de imagens - complementadas com outras técnicas de análise - para o conhecimento dos procedimentos técnicos e materiais utilizados na criação da obra.

Palavras-chave: imagem multibanda, imagem infravermelha, imagem ultravioleta, pintura mural, diagnóstico artístico, análise não invasiva

Introducción: tecnología multibanda en el estudio de pinturas murales

Gracias a la inclusión de los sistemas de captación digital, en las últimas décadas han proliferado los estudios de pinturas mediante metodologías no invasivas. Particularmente interesantes resultan aquellas que comprenden distintas técnicas de imagen en diversas bandas del espectro electromagnético, visibles y no visibles (Pereira 2019) comprendidas en el protocolo de imagen multibanda (o en su término en inglés *multiband technical imaging*, MBTI), un método ampliamente utilizado para el examen de obras de arte (Dyer *et al.*, 2013; Grifoni *et al.* 2015; Herrero-Cortell *et al.* 2018; Picollo *et al.* 2019; Herrero-Cortell *et al.* 2022; Rahrig *et al.* 2023). En los últimos años nos venimos ocupando de explorar y mostrar las diversas utilidades del antedicho protocolo en obras de arte, pero ciertamente aún son muy escasas las aplicaciones de este tipo de metodologías en pinturas murales (Cosentino *et al.* 2014; Appolonia 2019; Picollo *et al.* 2020; Artoni *et al.* 2022; Rahrig *et al.* 2023).

Si bien no existe un consenso universal sobre las técnicas que comprende MBTI, a menudo se considera un elenco de imágenes obtenidas en bandas diversas del espectro electromagnético, incluyendo más de una decena de técnicas, de reflexión, transmisión, luminiscencia y falso color (Herrero-Cortell *et al.* 2022). No obstante, no todas pueden aplicarse en pinturas murales, por lo que, en este ámbito la selección resulta algo más exigua, quedando restringida a aquellas técnicas de reflexión y luminiscencia, y, en este caso en concreto, falso color infrarrojo, al no tener aquí el falso color ultravioleta utilidad. En el presente trabajo se han incluido las diversas técnicas multibanda que pueden obtenerse con un sensor fotográfico CMOS, es decir: fotografía visible (VIS); fotografía de luminiscencia visible inducida por radiación ultravioleta (UVL); ultravioleta reflejado (UVR), fotografía infrarroja (IR); y fotografía infrarroja de falso color (IRFC).

En este estudio, se explora el uso de técnicas multibanda (de registro y apoyo) en diferentes etapas metodológicas. El enfoque principal es la localización y documentación de la escena de la *Santa Cena*, la cual estaba oculta bajo múltiples capas de pintura, impidiendo su visualización directa (Rubio 2015; Rubio y Zalbidea 2017a; 2017b). A través de estas técnicas, se logra revelar la escena y obtener información preliminar de gran valor para abordar la subsiguiente remoción y limpieza de las capas superpuestas. Si es muy escasa la literatura referente a aplicaciones de técnicas multibanda en pinturas murales, para el caso que nos ocupa —el de la documentación o localización de vestigios de pinturas ocultas, encaladas o cubiertas por estratos de pintura— podría afirmarse que no existen precedentes. El motivo más probable es porque nunca se ha considerado el valor de estas técnicas con tales fines, aplicadas al muro. Algunos autores han incidido en los beneficios del uso de este tipo de baterías de imágenes en la documentación conservativa, procedimental y

técnica de las pinturas murales (Cosentino *et al.* 2014a; Cosentino *et al.* 2014b; Cosentino *et al.* 2015; Artoni *et al.* 2022), pero nunca sobre pinturas cubiertas.

Siguiendo con el uso de las técnicas multibanda en el presente trabajo, durante la fase de intervención, las imágenes multibanda adquieren un papel instrumental de apoyo, para afrontar proceso de recuperación y restauración con mayores garantías. Por último, para concluir la intervención, se vuelve a aplicar un protocolo multibanda para documentar aspectos materiales y procedimentales de las pinturas, permitiendo una mayor comprensión del conjunto mural, al tenerse en cuenta no solo la banda visible, sino también las bandas no visibles del espectro electromagnético.

— El caso de estudio: una 'desaparecida' Santa Sena

La ermita de *Sant Roc de Ternils*, actualmente perteneciente al municipio de Carcaixent (Valencia, España) es uno de los mejores ejemplos conservados del 'Gótico de Reconquista' en Valencia (Zaragozá 1990) [Figura 1]. El templo, de primitivo estilo gótico valenciano, nave única, techumbre de dos aguas y arcos diafragmáticos entre contrafuertes, es un claro ejemplo de este tipo de edificios, entre los que destacan también, entre otros, las ermitas de *Sant Felu de Xàtiva* o la *Sang de Lliria* (Rubio y Zalbidea 2019). El inmueble fue construido en el siglo XIII, en el antiguo poblado morisco de Ternils, cercano a la aldea de *Cogullada*, enclave que hoy queda en medio de la Huerta de Carcaixent, en una zona algo apartada del área urbana, situándose en origen sobre una antigua alquería islámica donde se reunirían los primeros feligreses repartidos por el término de *l'Horta de Cent*, dependiente de Alzira (Serra 2007). Por ello, la ermita de Ternils, gozó del privilegio de ser la primera parroquia cristiana instalada en toda la Huerta de Carcaixent, y una de las primeras del antiguo Reino de Valencia. Con la despoblación de *Cogullada*, Ternils quedó relegada a la condición de Ermita extraurbana (como se conoce actualmente). Consagrada inicialmente a San Bartolomé, desde 1573 pasó a ser dedicada a San Roque, nombre que aún conserva (Rubio 2015). El especial interés de este edificio, radica en que no estuvo revestido de decoraciones barrocas, como ocurrió con la mayor parte de templos de ese tiempo. Sí estuvo, sin embargo, encalado repetidamente, ocultando las policromías que lo ornamentarían.

Además de las pinturas murales, existe una policromía decorativa en todo el artesonado, parcialmente conservada. De las pinturas que nos ocupan, ocultas hasta hoy en día bajo capas de cal, se tienen referencias bibliográficas que ponen de manifiesto los avatares que han sufrido. Ya en 1887, el arabista Julián Ribera (*cf.* Garín 1971) había advertido de la existencia de "pinturas al fresco" en el muro junto al lateral del evangelio. La designación de 'fresco', obviamente, corresponde a una manera coloquial de referirse a cualquier pintura mural. Tal identificación



Figura 1.- Ermita de *Sant Roc* de Ternils. a) vista exterior. b) vista del interior, con indicación del paño en el que se encuentra el conjunto mural. c) aspecto del muro con eventuales restos de pintura subyacentes ocultas por capas de cal.

se produjo cuando, merced de un somero estudio, se retiró la capa de cal que por entonces las cubría, capa que posteriormente volvió a aplicar el ermitaño que ocupaba la ermita de Ternils. En la pared descubierta, el arabista describe que había representada una Santa Cena donde estaban escritos los nombres de los apóstoles a los pies de cada figura. Sin embargo, su testimonio no trascendió hasta tiempos recientes, cuando Felipe Garín (1971: 9) lo reporta, si bien éste ya no pudo ver las pinturas. Según Elías Tormo (1929: 435) también el historiador Roque Chabás en 1908 nombra su existencia bajo capas de cal y,

por su parte, afirma que “... en la igl. [sic.] que fue del pueblo de Ternils, despoblado hace muchos siglos, junto al Júcar a 2 km, apenas se conservan ya unas pinturas murales de la Edad Media”. También manifiesta que sobre las figuras representadas se pueden leer los nombres escritos con caracteres góticos, que designan los personajes, dispuestos en una línea: “·s·jacm·s·mteu·s·jacm·s·brtmu·s·perejh... [sic.]”. Añade Chabás que, bajo la escena de la Santa Cena, se representa otra en la que aparecen dos figuras de unos 50 cm, que hoy en día se reconocen como san Senén y san Abdón (Daràs 2016; Rubio y Zalbidea 2017a). El hecho de que Chabás sólo describa los nombres de cinco apóstoles y tampoco acabe de completar la descripción general de la escena, debe interpretarse, en nuestra opinión, como una muestra del mal estado de conservación en el que se encontraba la pintura mural a comienzos del siglo XX.

Con motivo de la investigación doctoral de Rubio (2015) a propósito de la pintura mural gótica valenciana, los vestigios de la iglesia de Ternils volvieron a cobrar importancia como un ejemplo muy significativo en dicho territorio. En aras de poder investigarlas se pensó en realizar estudios técnicos fotográficos no invasivos, que pudieran aportar datos diagnósticos determinantes tratando de poder previsualizar lo que pudiese quedar de dichas pinturas bajo los estratos que las cubrían.

En una primera campaña tentativa, en 2020, se determinó trabajar con imagen infrarroja, para comprobar si algún tipo de información podía recabarse sobre la existencia de pinturas murales bajo los estratos de cal que las cubrían, así como sobre su eventual estado de conservación. Dadas las dimensiones del paño sobre el cual se encontraban las pinturas (9m x 4m), se montó un andamio móvil en el presbiterio de la ermita y se procedió a tomar la fotografía IR. Para ello se utilizó una cámara Nikon® D800, equipada con un filtro Heliopan 1000. Al forzar el contraste de la imagen, pudieron intuirse las pinturas ocultas (en especial los nimbos y las siluetas de algunas figuras de apóstoles), lo que permitió una interpretación provisional de parte de la escena, que en gran medida parecía haberse conservado bajo los estratos de cal.

A partir de la obtención de la mencionada fotografía infrarroja, se consideró interesante explorar el potencial uso de otras imágenes en bandas visibles y no visibles, que pudieran servir para recabar una mayor información específica (Pereira 2019). Se consideró que debían probarse técnicas como la luminiscencia visible inducida por radiación ultravioleta (UVL). El fenómeno de la luminiscencia (a menudo llamado fluorescencia) goza hoy de una larga tradición en nuestro ámbito, desde los primeros estudios de Rorimer (1931), habiendo crecido paulatinamente (Aldrovandi y Picollo 1999: 67-84), especialmente en lo concerniente a la visualización de repintes y barnices (Mairinger 2000: 56-65). También en lo alusivo al propio fenómeno de luminiscencia característico de ciertos materiales pictóricos han ido apareciendo publicaciones (de la Rie 1982: 1-7; 65-69; 102-108 y 1986:

91-108; Poldi y Villa 2006: 157-161). Por último, desde tiempos más recientes, existen ya referencias que abordan específicamente los fundamentos físicos, teóricos y prácticos del método, así como la instrumentación y sus variables (Picollo *et al.* 2019). Sin embargo, resulta curiosa la escasa atención que ha recibido en el ámbito de la pintura mural, en el que, paradójicamente la imagen UVL puede resultar especialmente útil. En presencia de morteros a base de carbonato o sulfato de calcio, típicamente luminiscentes, ciertos elementos realizados con materiales absorbentes, como los pigmentos tierra o los negros, devienen claramente visibles por contraste. También algunos materiales pictóricos, orgánicos e inorgánicos, exhiben un característico comportamiento de luminiscencia (Herrero-Cortell *et al.* 2022), por lo que en ocasiones se ha podido realizar un cierto mapeo del material pictórico (Boularand *et al.* 2019), además de visualizar de forma mejorada las siluetas de las figuras (Artoni *et al.* 2022). La imagen ultravioleta reflejada, en cambio, no ha sido muy utilizada en el ámbito de la pintura mural, al ser aparentemente más reducidas sus posibilidades, pero igualmente se pensó que podría ser útil, al menos para obtener cierta información sobre la textura del muro y su estado conservativo. Otras técnicas, como la fotografía reflejada infrarroja o la imagen infrarroja de falso color sí gozan de una mayor tradición en la documentación de conjuntos murales (en particular la segunda, por la información que puede aportar acerca de las metodologías de trabajo usadas y en el mapeo de pigmentos).

Materiales y métodos

Como se ha indicado, los primeros resultados obtenidos en 2020 nos empujaron a utilizar otras metodologías de imagen en bandas visibles y no visibles del espectro. Así, se decidió aplicar un protocolo multibanda más completo en una segunda campaña de trabajo realizada en 2022. Para obtener las diversas imágenes que conforman este segundo estudio, se utilizaron diversos equipamientos y dispositivos de iluminación y radiación. Por una parte, para la imagen visible (VIS), para la fotografía infrarroja (IR), para la fotografía ultravioleta reflejada (UVR), y para la luminiscencia visible inducida por radiación ultravioleta (UVL) se utilizó una Cámara Nikon® D800 digital *full spectrum* (36 MP, con sensor CMOS, de sensibilidad entre 300 y 1100 nm), con un objetivo Nikon Nikkor de 50 mm 1:1. Los diversos filtros utilizados fueron el pack de filtros de fotografía técnica Robertina® de Cultural Heritage Science Open Source (CHSOS), similar al descrito en otros artículos (Herrero-Cortell *et al.* 2022), y cuyos espectros de transmitancia adjuntamos [Figura 2]. Adicionalmente, se utilizó el filtro OptoSigma ITF-50S-76IR, que, por su naturaleza, permite todo el paso de banda a partir de los 760nm, [Figura 2] (curva espectral verde), a diferencia del filtro Heliopan 1000 que, al igual que el filtro IR del set Robertina®, va abriendo progresivamente el paso de banda desde los 800nm hasta los 1000nm [Figura 2] (curva espectral negra).

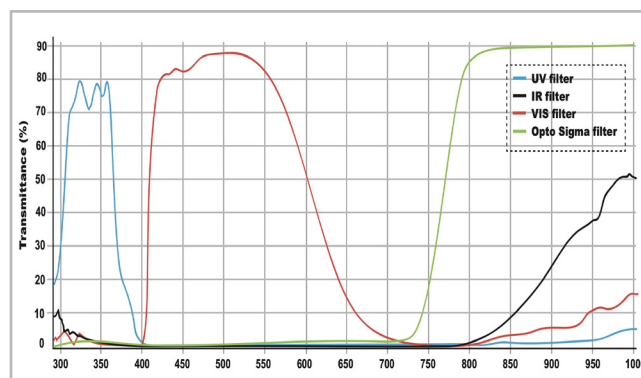


Figura 2.- Espectros de transmitancia de los filtros empleados. Obsérvese el diverso comportamiento de los filtros infrarrojos. En negro el filtro de CHSOS®, de comportamiento similar al Heliopan 1000 y en verde el Optosigma®.

Para la obtención de imágenes VIS e IR se utilizaron dos lámparas halógenas (800W) con difusor, orientadas a unos 45°, mientras que para las técnicas de UVL y UVR se utilizó una lámpara Fabrizio UV High-Flux 365nm LED (filtrada y exclusivamente con paso UV y corte de emisión VIS-IR) proporcionada también por CHSOS. Esta lámpara fue utilizada barriendo la superficie del mural y variando el tiempo de exposición. Para el calibrado de las imágenes se utilizó una carta de calibración CHSOS, consistente en una tarjeta AIC PhD (*The American Institute of Conservation Photo Documentation*), que incorpora adiciones pigmentarias que responden en bandas IR y UV. Las imágenes se tomaron en formato RAW y se corrigió su color mediante el balance de blancos, usando el gris neutral N8 de la tarjeta AIC. Además, se corrigió la exposición: N8 150 +/- 5 para VIS. El mismo gris se utilizó en la corrección de otras imágenes 100+/-5 para IR y 50 para UVR (Herrero-Cortell *et al.* 2018: 6).

Para un conocimiento más preciso de los materiales utilizados en la realización de la pintura se recurrió al empleo de espectroscopía de reflectancia FORS, utilizando un espectrómetro Gorgias®, suministrado por CHSOS. La espectroscopía FORS muestra, para cada longitud de onda, la relación entre la intensidad de la luz reflejada y la luz incidente, medida con respecto a una referencia blanca estándar (reflectancia). Los espectros de reflectancia proporcionan información útil para la identificación de pigmentos. El espectrómetro de reflectancia cubre el rango espectral de 300-1000 nm con una resolución de 2 nm. Tiene una electrónica básica de 16 bits y un núcleo de matriz lineal Toshiba® TCD1304DG (sin patrón de interferencia), de 3648 píxeles. El dispositivo cuenta con una sonda de fibra óptica de reflectancia (un tubo entorchado de acero inoxidable de 7 fibras de 600 micras (6 fibras de excitación, 1 fibra de recolección).

Por último, se recurrió a la microscopía de superficie, para observar el aspecto de los pigmentos y entender mejor ciertas patologías. Para ello, se utilizó un microscopio-USB Dino-Lite, con luz led, modelo MEDL4HM, capaz de llegar hasta los 200X. Este microscopio de superficie, al incorporar un polarizador, está diseñado para reducir los reflejos, ya que

mejora la nitidez de la imagen al modular la luz y cambiar su orientación, impidiendo la distorsión óptica causada por la refracción superficial.

Resultados preliminares

—Imagen infrarroja

La fotografía infrarroja preliminar se tomó a modo de prueba, con escasas esperanzas sobre su posible funcionalidad o utilidad. Sin embargo, el resultado fue sorprendente. No esperábamos haber obtenido una información significativa de la misma, pues sobre películas claras o de tonalidad blanca (como era el estrato que cubría tales pinturas) la radiación tiende a rebotar, dificultando la visualización de estratos subyacentes (Herrero-Cortell *et al.* 2021: 69). Sin embargo, no fue así, y pudimos obtener una imagen en la que se podía intuir bastante la composición de la escena y la disposición de las figuras, evidenciándose algunos ropajes y construcciones anatómicas.

Apoyándonos en ciertos trabajos de caracterización de los filtros IR, se estimó conveniente utilizar un filtro de mayor paso

de banda (Deng 2020: 88-113), para tratar de optimizar aún más los resultados. Así, en la segunda campaña, acometida en 2022, se tomó una nueva fotografía infrarroja de las pinturas (implementando el antedicho filtro OptoSigma ITF-50S-76IR). Esta imagen consiguió recabar una información algo más definida de la escena, al obtener un reflectograma con una mayor señal en la banda infrarroja [Figura 3].

— Imágenes multibanda preliminares

Como se ha indicado, dados los buenos resultados de la primera fotografía infrarroja, tomada tentativamente, se pensó en una secuencia multibanda que incluía otras técnicas, entre las que se contó con luminiscencia ultravioleta (UVL), a priori un tipo de imagen que se tendería a concebir como poco adecuada para el propósito de documentación de las pinturas subyacentes. De hecho, conviene subrayar que el papel de esta técnica nunca se ha descrito en casos de pinturas ocultas. No es de extrañar, por una parte, por su baja capacidad de penetración en los estratos y, por otra, porque que la luminiscencia emitida por los materiales puede ser mitigada casi en su totalidad al ser recubiertos por un estrato pictórico. No obstante, el fenómeno

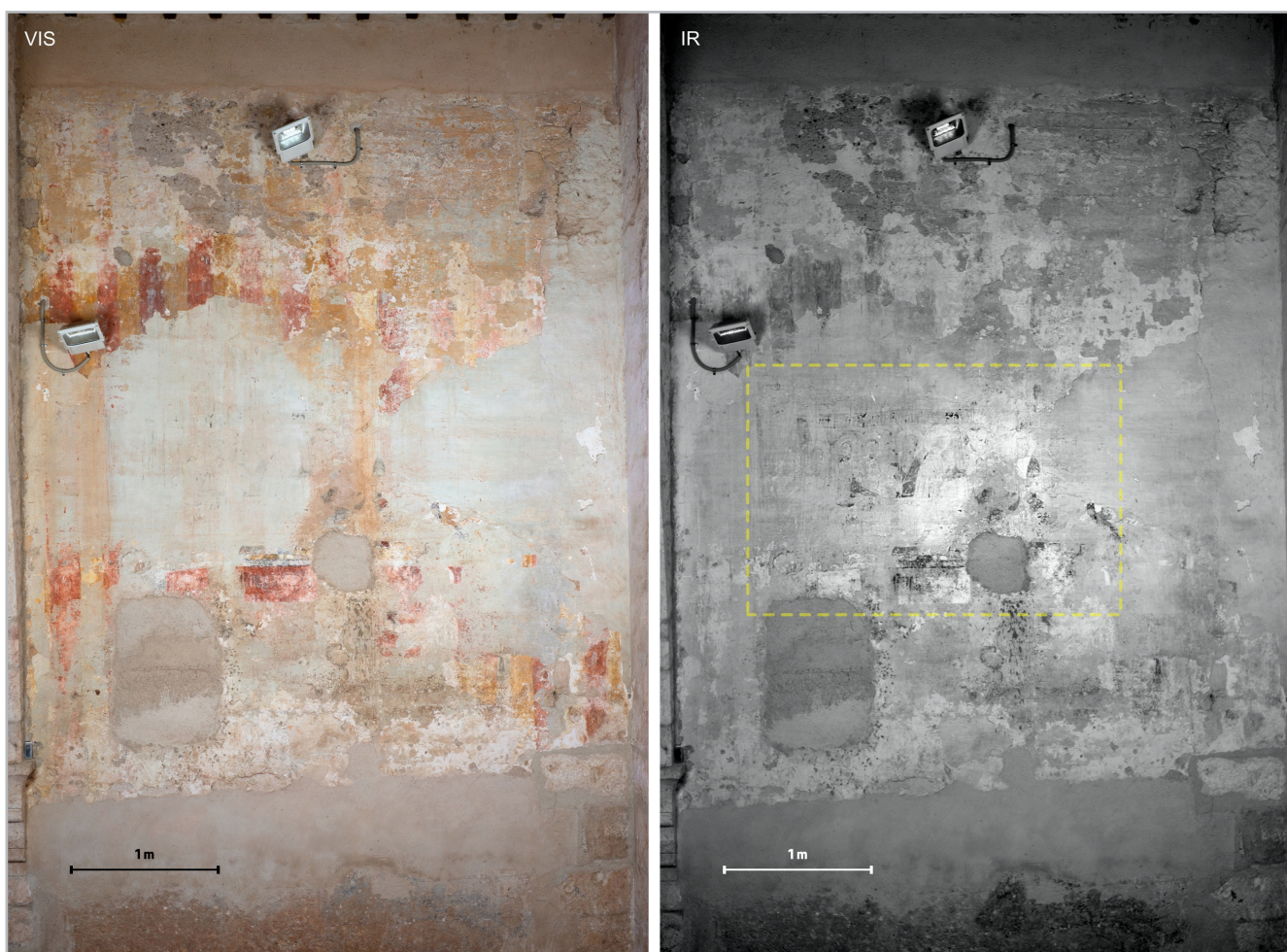


Figura 3.- Yuxtaposición de la imagen visible y la imagen IR del paramento con restos de policromía (9m x 4m). En la imagen IR puede observarse cómo mientras que algunas decoraciones en rojo y ocre tienden a desaparecer, en el centro de la imagen (evidenciado en amarillo) se viene observando un conjunto de figuras.

también puede darse al revés, como avanzábamos, al incrementarse por contraste la fuerte absorbancia de ciertos materiales, frente a zonas luminiscentes. Así, por ejemplo, en la imagen UVL [Figura 4] las siluetas de los apóstoles, junto con ciertos ropajes, sus caras o sus nimbos se llegan a apreciar de manera mucho más clara incluso que en la imagen IR, al tiempo que se observa comparecer una banda horizontal en la parte superior que permite adivinar ciertos caracteres góticos. También se observan unas aguadas ligeramente luminiscentes (probablemente restos de pintura a la cal) y numerosas salpicaduras de color blanco que, curiosamente, no son perceptibles a

simple vista. En zonas en las que se ha perdido el estrato pictórico que ocultaba las pinturas se observa, además, una cierta luminiscencia de color amarillo intenso. Es evidente que la imagen UVL está aportando información muy precisa que no puede ser percibida de otra manera y que ayuda a esbozar una idea de la composición subyacente, complementando la información recabada con la fotografía IR [Figura 3].

Para fomentar una mayor legibilidad (no distorsionada por el color característico de esta técnica), se trabajó con diversas imágenes MBTI en blanco y negro (escalas de



Figura 4.- Confrontación de un detalle de la Santa Cena en imagen visible y el mismo detalle en luminiscencia visible inducida por radiación ultravioleta (UVL).

grises), [Figura 5], comenzando por las imágenes visibles, que fueron sometidas a un proceso de postproducción para intensificar el contraste y la nitidez. Esto mismo fue aplicado también a la mencionada imagen UVL que, en blanco y negro, permitía una lectura aún más definida de los personajes subyacentes [Figura 5: inferior izquierda]. La imagen IR, por su parte, y como anteriormente se ha advertido, venía a mostrar el conjunto de las figuras, evidenciando las siluetas con cierta claridad, así como una serie de manchas oscuras identificables como ropajes, que en la imagen visible llegaban a percibirse tras aumentar el contraste y la nitidez, aunque no con tanta claridad. En la imagen IR ciertos colores devienen prácticamente transparentes, al tiempo que se potencian los materiales ricos en carbón, haciéndose más visibles (Poldi y Villa 2006: 157-161). Por ello, las líneas de contorno, así como ciertas letras góticas de la leyenda inferior, se aprecian más claramente aquí —fenómeno ya explicado por Artoni *et al.* (2022)—. La mayor o menor legibilidad de la imagen subyacente viene determinada por factores variables, como la existencia de materiales carbonosos o absorbentes en la banda IR, o bien por el grosor de la capa de cal que oculta las pinturas. De hecho, al ser esta capa irregular, la escena

no se consigue colegir en la totalidad de la fotografía IR, aunque sí en una buena mayoría de la misma. Por su parte la imagen UVR aporta interesantes datos sobre la textura de la pintura y, al mismo tiempo, en las áreas descubiertas de la misma, permite una legibilidad mayor, como sucede en el pequeño fragmento de friso con letras góticas.

A veces, los materiales dejan una huella y aunque hayan desaparecido, pueden leerse vestigios de estos en las diversas técnicas. Así sucede, por ejemplo, con unas decoraciones punteadas que se podían apreciar circundando los nimbos de los apóstoles sobre los estratos de cal que cubrían el muro, en técnicas como el UVL preliminar [Figura 6b]. Probablemente se tratase de elementos añadidos, en forma de bullones, posiblemente de cera, práctica reportada en fuentes como Cennini (Cap. CXXX), que, aunque desprendidos del muro, dejaron una mancha absorbente, visible en técnicas como la de luminiscencia inducida por radiación ultravioleta.

Por todo ello, las imágenes obtenidas en bandas diversas del espectro consintieron una legibilidad preliminar del conjunto pictórico, aspecto fundamental que permitió

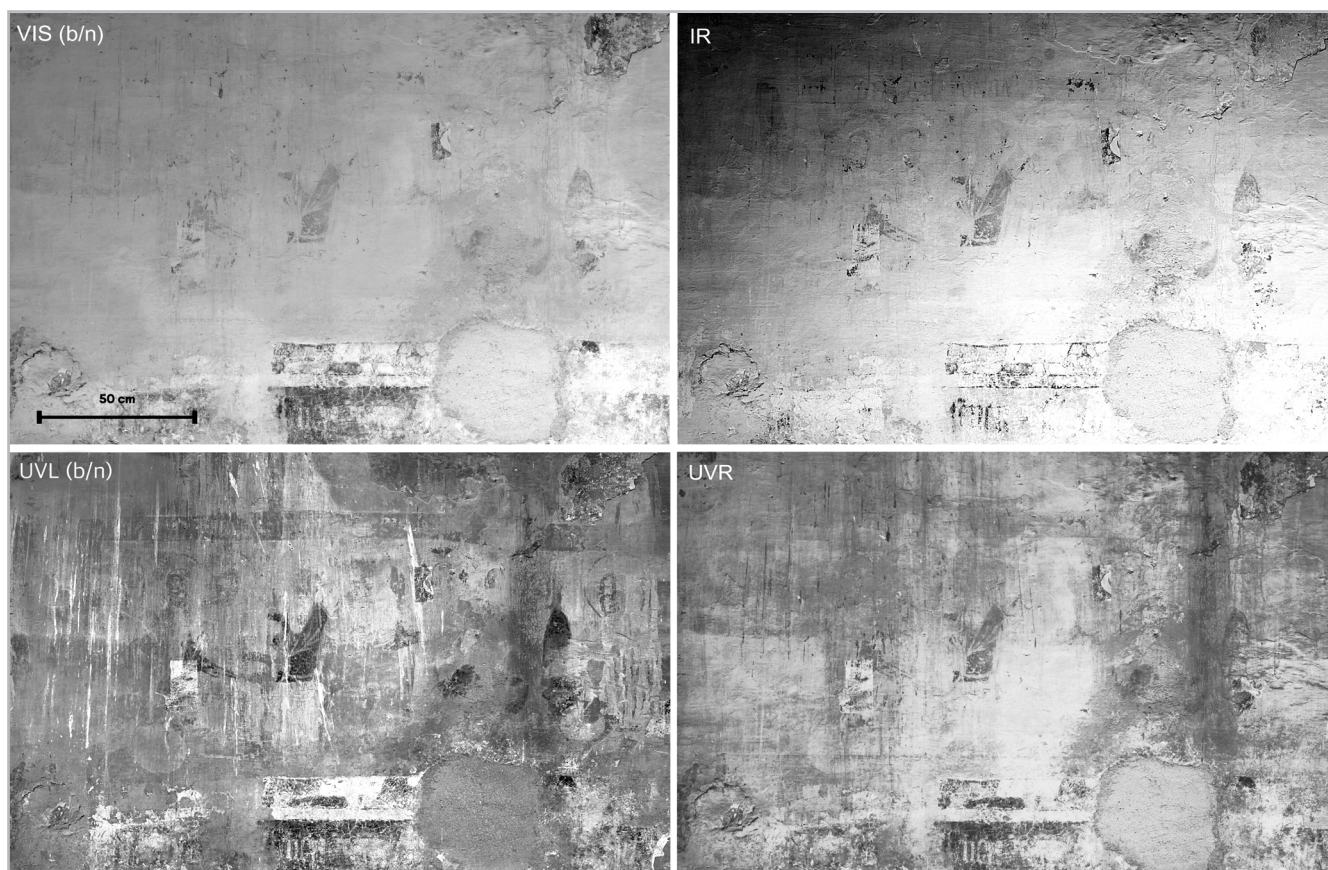


Figura 5.- Imágenes multibanda en diversas bandas espectrales. Obsérvese como cada una de ellas aporta una información diferente. La imagen VIS en blanco y negro contrastado muestra ligeramente donde se encuentran las figuras. La imagen IR, por su parte las hace mucho más visibles, del mismo modo que llega a evidenciar una banda con texto gótico en la parte superior y ciertos caracteres góticos en la parte inferior, mostrando los lineamientos más oscuros, realizados con materiales carbonosos. Así, por ejemplo, sobre un fondo claro se lee: ‘sene [...]’. La imagen UVL muestra manchas de diversos tipos, goterones y humedades que no son visibles en las anteriores imágenes. Destacan, entre los elementos revelados por esta técnica, los nimbos punteados. La imagen UVR, por su parte, hace evidentes manchas (algunas no coincidentes con las visibles en UVL) y otros detalles de la textura del muro (obsérvese, por ejemplo, el tercio derecho de la imagen).



Figura 6.- Detalle de la *Santa Cena*. a) fragmento antes de la intervención. Se aprecian dos catas preliminares. b) El mismo fragmento documentado en UVL (b/n), antes de la remoción del estrato que lo cubría. Obsérvense las manchas en forma de puntos alrededor de los nimbos de los apóstoles. c) El mismo fragmento durante el proceso de restauración.

abordar la remoción de la capa de cal con una referencia o pauta de aquello que se esperaba encontrar. Así, durante los sucesivos meses, comenzaron las tareas de conservación-restauración, centradas en la remoción del estrato pictórico que ocultaba las pinturas.

— *Imágenes multibanda durante la fase de restauración*

Durante la remoción del estrato pictórico que cubría las pinturas, en ocasiones se llegó a hacer un uso puntual de ciertas técnicas multibanda (esencialmente IR y UVL). Se trató siempre de imágenes parciales o de detalle, puesto que el sistema de andamiajes utilizado durante la campaña de restauración no era móvil e imposibilitaba la obtención de tomas generales. A tales imágenes se recurrió cuando existieron eventuales dudas en el proceso de remoción mecánica del estrato superficial [Figura 7].

Además, la mencionada lámpara de radiación UV filtrada, *Fabrizio*, fue usada constantemente como instrumento

de ayuda en las labores de limpieza. La diferencia entre este dispositivo y la mayoría de las lámparas UV del mercado radica en que esta incorpora un filtro de corte VIS-IR, por lo que no emite luz visible ni picos de radiación IR, permitiendo la correcta visualización de luminiscencias que de otra manera no podrían apreciarse (Cosentino 2015: 54). Este fenómeno, de hecho, ya ha sido convenientemente explicado y desarrollado en publicaciones específicas al respecto (Picollo *et al.* 2019), por lo que no nos detendremos en él, limitándonos a subrayar la conveniencia de que el ámbito de la conservación y restauración se usen estos tipos de fuentes de radiación adecuadamente filtradas, puesto que de lo contrario la contaminación parasitaria de luz visible y los picos emitidos de radiación IR mitigan la respuesta luminiscente de ciertos materiales (Wang 2020: 64). Así, gracias al uso continuado de esta lámpara se pudieron identificar, por una parte, eventuales luminiscencias de pigmentos y otros materiales subyacentes. En segundo lugar, por el antedicho fenómeno de contraste con el enlucido de cal, altamente luminiscente, se podían evidenciar los contornos y otros



Figura 7. - a) Fotografía VIS de un detalle de la Santa Cena durante el proceso de remoción de los estratos de cal que ocultaban la escena. b) El mismo detalle en fotografía IR. Obsérvese la mayor legibilidad de las partes oscuras y las líneas de contorno. c) Imagen del mismo detalle durante el proceso de reintegración cromática. La imagen IR sirvió para acometer de manera más precisa la remoción de los estratos de cal y entender mejor la morfología de las figuras de cara a su reintegración cromática.

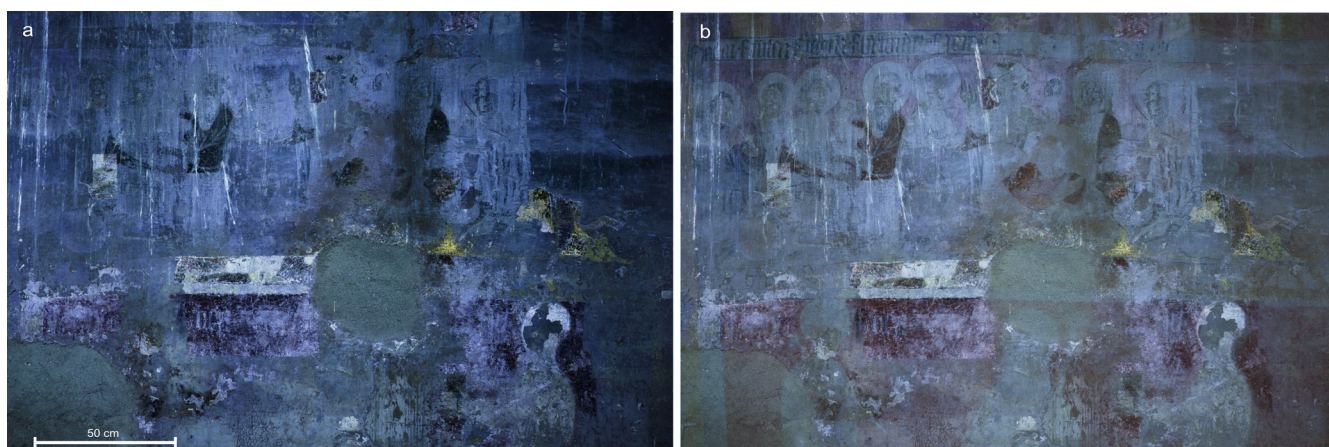


Figura 8. - a) Fotografía UVL antes de la intervención (detalle de la escena de la Santa Cena). b) Imagen híbrida UVL-VIS durante el proceso de reintegración. En esta imagen híbrida se ha usado la UVL previa junto a la imagen visible (al 50% de opacidad) para controlar los procesos de limpieza y reintegración.

dibujos absorbentes en esta técnica (Herrero-Cortell *et al.* 2022; Artoni *et al.* 2022). En tercer lugar, se pudieron también evidenciar las zonas en las que aún quedaban restos del estrato de cal, controlando de manera mucho más precisa su total remoción.

Por último, las imágenes IR se utilizaron igualmente para buscar vestigios poco visibles de líneas de contorno, así como partes elaboradas con materiales absorbentes en la banda infrarroja, ayudando, al igual que las anteriores imágenes, a realizar una reintegración cromática más precisa [Figura 7]. A menudo se recurrió a confrontaciones de las imágenes UVL antes y durante el proceso de limpieza y recuperación de la escena, controlando así mejor la efectividad de la remoción de los estratos de cal y otras manchas o, incluso, el proceso de reintegración cromática [Figura 8].

—*Espectroscopía de reflectancia de fibra óptica y Microscopía superficial*

A medida en la que se iba avanzando en la intervención de recuperación de las pinturas, resultaron de gran utilidad la microscopía óptica superficial (MOS) y la espectroscopía de reflectancia de fibra óptica (FORS), especialmente en la localización de restos pictóricos en zonas muy deterioradas, la primera, y en la identificación de los materiales utilizados en el proceso de creación, la segunda. La microscopía sirvió, en primer lugar, para propósitos de caracterización conservativa, —al evidenciar el estado de compactación de la pintura, desvelando áreas craqueladas o de tendencia a la disgregación, manchas, pérdidas y otras patologías—. En segundo lugar, permitió también realizar una aproximación cualitativa de los materiales, pues consiente estudiar el tamaño, dispersión o distribución de las partículas pigmentarias. También permitió analizar a pequeña escala las variaciones en cuanto a la homogeneidad o heterogeneidad de las mismas y así contribuir a la caracterización realizada con otras técnicas.

No obstante, ambas técnicas se utilizaron conjuntamente, para poder abordar mejor un estudio de la paleta pictórica. De hecho, la espectroscopía FORS permitió una caracterización bastante fiable de la misma, desvelando el comportamiento espectral de los pigmentos empleados, que fueron puestos en relación con su apariencia microscópica [figura 9]. Pese a lo reducido de la paleta, pudieron identificarse diversos tipos de tierras (ocres, tierras y almagras), bermellón, negro carbón, y blanco de plomo. Especialmente interesante resultó la identificación de restos de un pigmento muy degradado a base de indigotina. Este tipo de colorante azul, muy probablemente procedente del pastel —habida cuenta de la economía de los materiales pictóricos escogidos—, fue ampliamente utilizado en pintura mural (Herrero-Cortell 2019a: 210-216; Rubio y Zalbidea 2019: 34). Así es muy posible que se tratase de un pigmento de procedencia local, puesto que durante el siglo XV el pastel se produjo ampliamente en

la vecina villa de Alcira (García 2017: 291), de la que, como advertíamos en la introducción, dependía la parroquia de Ternils (Gual 1983: 145). Obviamente, la elección de materiales como el blanco de plomo, el bermellón, o el índigo, resulta esclarecedora para entender que no se trata de una pintura mural al fresco, sino de una técnica a seco. Conviene recordar que, de hecho, durante el siglo XV en el área valenciana, con la salvedad de las pinturas del altar mayor de la Catedral de Valencia, —realizadas por los italianos Paolo da San Leocadio y Francesco Pagano entre 1472 y 1478 —, no se utiliza la técnica al fresco. En cambio, en los libros de obras y otros documentos, se registra de manera habitual para pinturas murales, el empleo de temple de cola o huevo, o incluso de aceites (Herrero-Cortell 2018: 30-59; Herrero-Cortell 2019a; Herrero-Cortell 2019b: 766-786), tal y como además corroboran los análisis químicos de aglutinantes de diversos conjuntos (Rubio y Zalbidea 2014: 81-91). La observación microscópica también corrobora la técnica al seco, tal y como se observa, por ejemplo, en la superficie cuarteada de la tierra roja a 200X [Figura 9] que, aun tratándose de un pigmento férrico, aparece aplicado en masa, en un medio aglutinante que se cuartea (probablemente clara de huevo). Esto mismo es claramente evidenciable en el resto de tierras y pigmentos, aplicados en superficie (véanse las partículas heterogéneas amarillas, rojas y pardas 200X) [Figura 9].

—*Imágenes multibanda tras la fase de restauración*

Al concluir la intervención restaurativa, se volvió a recurrir a las imágenes multibanda para documentar el resultado de la intervención a lo largo del espectro [figura 10b]. Concretamente se realizó la secuencia UVR – UVL – VIS – IR – IRFC [Figura 10a]. La imagen ultravioleta reflejada (UVR) consintió un registro del muro tras el proceso de limpieza, que permitía verificar que no existiesen alteraciones superficiales en forma de chorretones y goterones. Por su parte, la imagen de luminiscencia visible inducida por radiación ultravioleta (UVL) posibilitó un registro de las intervenciones de reintegración, la comprobación de la correcta limpieza de la superficie, y un mapeo de las respuestas luminiscentes de ciertos materiales. La imagen visible, por su parte, se limitaba a registrar fotográficamente el estado final de la intervención, mientras que la imagen infrarroja, permitió visualizar el dibujo de contorno y otros elementos con una mayor precisión. Por último, la imagen infrarroja de falso color se usó para mapear materiales en función de su respuesta cromática, permitiendo observar ciertas diferencias entre zonas de un mismo color en las que se habían usado pigmentos diferentes (como las partes pintadas en almagra y las partes en bermellón, —verdosas las primeras y amarillentas las segundas—, pero todas ellas de rojos tonalmente parecidos en la fotografía visible). La imagen IRFC consintió, además, una mejor visualización del dibujo con relación al color, así como un mapeo parcial de las intervenciones de reintegración cromática, al presentar estas respuestas tonales ligeramente diversas de las partes con policromía original.

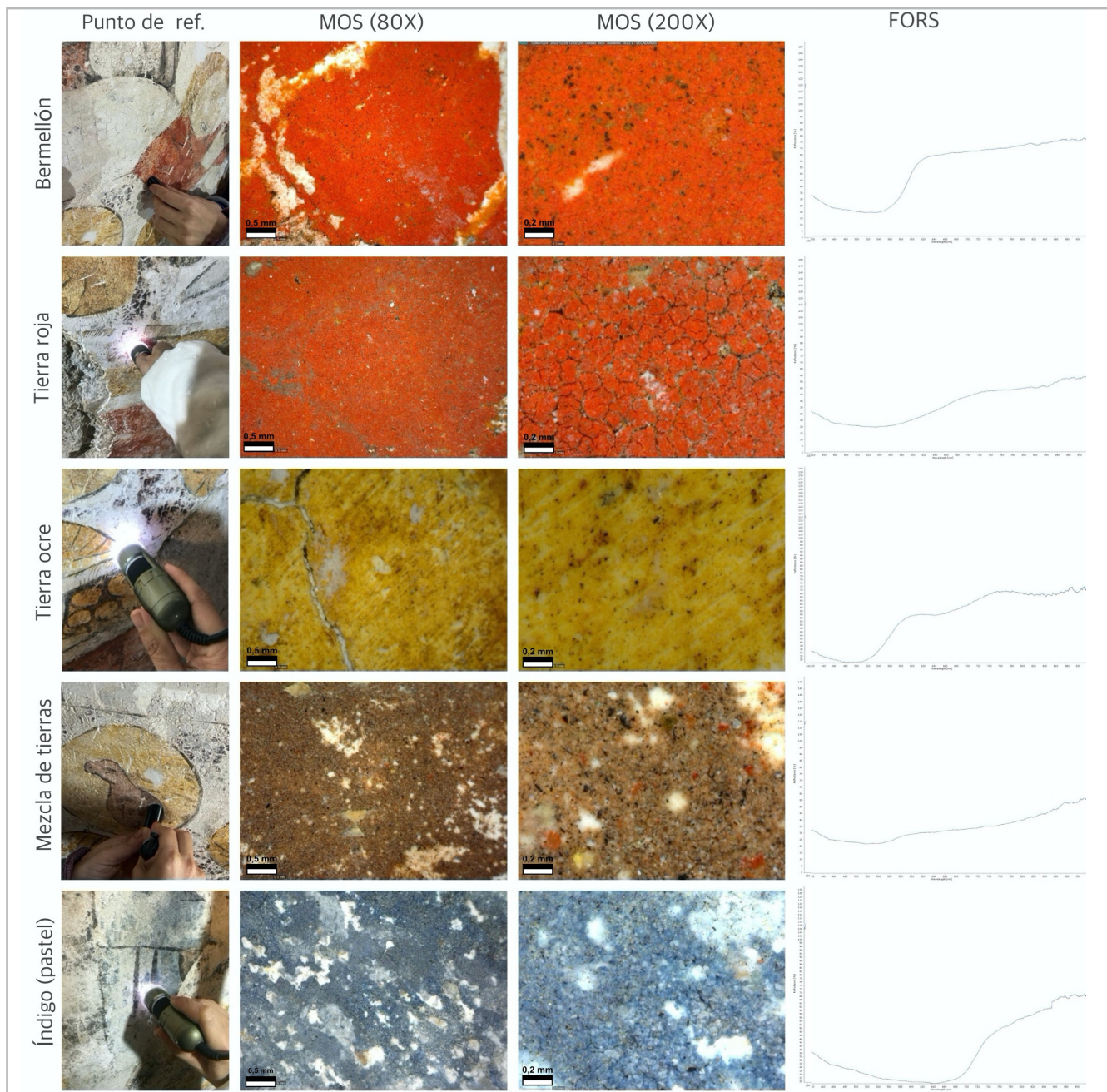


Figura 9.- Tabla gráfica en la que se indican ciertos puntos analizados con microscopía, yuxtaponiéndolos a las imágenes de MOS y a los espectros FORS obtenidos de esos mismos puntos.



Figura 10.-a) *Santa Cena* de la Ermita de Ternils. Secuencia de imágenes multibanda, resultantes, tras la intervención. b) Aspecto final de la escena tras concluir la intervención.

Conclusiones

A lo largo del presente artículo se han presentado los resultados obtenidos en una campaña de análisis no invasivos, mediante técnicas de imagen multibanda, aplicadas sobre unas pinturas murales del siglo XV, inicialmente ocultas y posteriormente descubiertas y restauradas. Así, se ha evidenciado la utilidad de estas técnicas en las diversas fases del proceso de reconocimiento y restauración: desde recuperación de las partes originales, limpieza, y reintegración cromática; hasta la documentación final.

Es conveniente recordar que las técnicas multibanda no generan 'imágenes mágicas', sino que son técnicas complejas que requieren un conocimiento profundo del equipo fotográfico que se debe de utilizar, así como de las condiciones experimentales y de la técnica pictórica que se estudia, para poder determinar las diferentes interacciones entre materiales. No existe una técnica de diagnóstico o de estudio que resulte perfecta, puesto que se dan una serie de variables (conservativas, procedimentales, materiales, de acceso, etc.) que pueden cambiar en función de cada obra. Por ello, resulta conveniente investigar y generar patrones y bases de documentación normalizadas, que favorezcan el desarrollo de una estandarización, especialmente en la creación de pautas o guías en el uso de la fotografía científica o multibanda, también en aplicaciones murales.

Obviamente, en la visualización de pinturas ocultas, como en este caso, factores como el grosor del estrato de cal que cubre las pinturas, así como su composición química, o la de los materiales subyacentes, pueden resultar determinantes a la hora de permitir o impedir su visualización. También la presencia de determinados pigmentos favorece su reconocimiento y mapeo en las diversas técnicas del protocolo multibanda. A veces, la naturaleza grasa de algunos elementos, pese a ser ya inexistentes (como los mencionados bullones) deja algún tipo de pista o evidencia. Así este tipo de elementos solamente pudieron ser evidenciados con técnicas multibanda, pues se registraban por efecto de radiación invisible sobre una capa que inmediatamente había de ser eliminada. Esto evidencia el valor documental de estas técnicas en fases anteriores a la intervención de conservación-restauración.

Por otra parte, el uso de diferentes filtros hace que las técnicas MBI sean más flexibles, al adaptarse a los requerimientos técnicos de cada caso de estudio, en función de los materiales constituyentes y otros factores. En el caso que nos ocupa, por ejemplo, se pudieron evidenciar resultados diferentes en la imagen IR en función del filtro que se utilizase su apertura espectral, lo que consintió, por ejemplo, mejorar la visualización de la escena bajo el estrato de cal que cubría el paramento en las fotografías preliminares.

Por otra parte, las diversas imágenes de reflexión, luminiscencia y falso color pueden ayudar a comprender mejor y mapear la localización de ciertos materiales y

patologías, y su disposición en el muro. Este resulta un paso fundamental para la selección de puntos de interés para investigaciones más detalladas, utilizando métodos más invasivos, cuando este se requiera, permitiendo una discriminación preliminar que ahorra acciones innecesarias.

El apoyo de las imágenes multibanda con técnicas adicionales no invasivas, como la espectroscopía FORS y la microscopía superficial, resulta fundamental para un conocimiento mucho más preciso de los materiales constitutivos de la obra, al tiempo que ambas sirven para la diagnosis de las patologías. El uso del espectrómetro ha permitido caracterizar la paleta pictórica, consintiendo también un discernimiento pigmentario que puede confrontarse posteriormente con los cambios cromáticos que registran los materiales en las diversas técnicas de imagen a lo largo del espectro. La observación microscópica de pigmentos, por su parte, ha podido revelar detalles como la morfología y tamaño de las partículas y su distribución, así como alteraciones y degradaciones.

El uso de protocolos no invasivos pone de manifiesto, una vez más, los resultados que estas técnicas son capaces de brindar en el estudio integral del patrimonio. En este caso, se evidencia su indiscutible funcionalidad en la documentación de pinturas ocultas, así como su potencial ayuda en las intervenciones conservativas y restaurativas. El empleo de este tipo de técnicas permite minimizar la cantidad de análisis invasivos, y optimizar su elección, así como la cantidad de muestras, para profundizar en el sucesivo análisis químico de la técnica pictórica. En última instancia, se favorece así un camino hacia el conocimiento holístico de la obra de arte, partiendo del respeto máximo hacia la misma.

Agradecimientos

Los autores agradecen a Aurora Rubio su altruismo y generosidad, al Dr. Joan Aliaga, del DCADHA de la UPV su disponibilidad en la realización de las primeras fotografías infrarrojas realizadas en la primera campaña de trabajo en 2020. También al Ajuntament de Carcaixent, en concreto a la Regidoria de Cultura y Patrimonio por la inversión económica realizada, que ha permitido acometer la restauración y el estudio de las pinturas murales de la ermita de Ternils. La restauración de las pinturas ha sido ejecutada por Andrés Ballesteros Labrado (Restauradores Pro Art SLU). Los resultados obtenidos se enmarcan en el Grupo de Investigación Consolidado de la Generalitat de Catalunya, SGR 2021-63, *Magistri Cataloniae & Mediterranei - Estudis artístics de la Mediterrània Medieval i la seua recepció*, así como en el proyecto: PID2020-120067GB-I00-*Manuscritos bizantinos iluminados en España: obra, contexto y materialidad* (2021-2024).

Referencias

ALDROVANDI, A. & PICOLLO, M. (1999). *Metodi di documentazione e indagini non invasive sui dipinti*. Prato: Padova.

- APPOLONIA, L. (2019). "La diagnostica propedeutica alla rimozione degli scialbi" En *Il Colore Negato e il Colore Ritrovato. Storie e procedimenti di occultamento e descialbo delle pitture murali*. Danti, C. e Felici, A. (coord.). Firenze: Nardini Editori, 219-226.
- ARTONI, P. BERTELLI, P. HERRERO-CORTELL, M. A. & RAÏCH, M. (2022). *Les pintures murals del Torneig-batalla de Louvezerp, de Pisanello. Diagnosi artística, estudi de la tècnica i proposta interpretativa*. Lleida: Publicacions de la Universitat de Lleida. <https://repositori.udl.cat/items/0590847b-a6d5-40c0-bc0a-7e52ccdc5df>
- BRIDGMAN, C. F., & GIBSON, L. H. (1963). "Infrared Luminescence in the Photographic Examination of Paintings and Other Art Objects", *Studies in Conservation*, 8: 3, 77-83.
- BOULARAND, S. GUILLON, O. BAUCHAU, F. & VALLET, J. M. (2019). "Rediscovering lost decorations of 15th century wall paintings in the chapel of our lady of the fountains (La Brigue, France) by means of UV-VIS luminescence imaging". En *CONSERVATION 360°*. Picollo, M. Fuster-López, L. Stols-Witlox, M. (Coords.). Valencia: Editorial de la Universitat Politècnica de Valencia, 233-259 https://monografias.editorial.upv.es/index.php/con_360/article/view/80/48
- CENNINI, C. (1988). *El libro del arte*. Madrid: Ediciones AKAL.
- COSENTINO, A. (2014). "Identification of pigments by multispectral imaging; a flowchart method", *Heritage Science*, 2: 1, 1-12. <https://link.springer.com/article/10.1186/2050-7445-2-8>
- COSENTINO, A. (2015). "Practical notes on ultraviolet technical photography for art examination", *Conservar Património*, 21: 53-62. <https://www.redalyc.org/pdf/5136/513651366004.pdf>
- COSENTINO, A. (2016). "Infrared technical photography for art examination", *e-Preservation science*, 13: 1-6.
- COSENTINO, A. STOUT, S. DI MAURO, R. & PERONDI, C. (2014a) "The Crucifix Chapel of Aci Sant'Antonio: Newly Discovered Frescoes", *Archeomatica*, 2: 36-42.
- COSENTINO, A. GIL, M. RIBEIRO, M. & DI MAURO, R. (2014b). "Technical photography for mural paintings: the newly discovered frescoes in Aci Sant'Antonio (Sicily, Italy)", *Conservar Património*, 20: 23-33. <https://conservarpatrimonio.pt/issue/view/1249/204>
- COSENTINO, A. STOUT, S. & SCANDURRA, C. (2015). "Innovative imaging techniques for examination and documentation of mural paintings and historical graffiti in the catacombs of San Giovanni, Syracuse", *International Journal of Conservation Science*, 6: 1, 23-34.
- DARÀS i MAHIQUES, B. (2016). *La Mare de déu de la salut de Cogullada*, https://www.carcaixent.es/sites/www.carcaixent.es/files/files/Cronista/Hist_religiosa/web_hisr_la_mare_de_deu_de_la_salut_de_cogullada.pdf [consulta: 5/07/2023].
- DE LA RIE, R. (1982). "Fluorescence of Paint and Varnish Layers" (Part I). *Studies in Conservation*, 27: 1-7; 65-69; 102-108.
- DENG, L. (2020). *Valutazione dell'uso di tecniche di imaging digitale tradizionali e iperspettrali per lo studio di superfici policrome*. Firenze: Università degli Studi di Firenze.
- DYER, J. VERRI, G. & AND CUPITT, J. (2013). *Multispectral Imaging in Reflectance and Photo-induced Luminescence Modes: A User Manual*. London: The British Museum.
- GARCÍA, J. V. (1998). "Producción y comercio de las plantas tintóreas en el País Valenciano bajomedieval". En *Ile Congrès International Pastel, indigo et autres teintures naturelles: passé, présent, futur*. (Toulouse, 1995), Arnstadt, Thüringer Chronik-Verlag, 283-317.
- GARCÍA, J. V. (2017). *Los colores del textil. Los tintes y el teñido de los paños en la Valencia medieval*. L'Histoire à la source: acter, compteur, enregistreur (Catalogne, Savoie, Italie, XIle-XVe siècle), edited by G. Castelnuovo, S. Victor, Université Savoie Mont Blanc: 283-315.
- GARÍN, F. M. (1971). "Templo protogótico de Ternils", *Archivo de Arte Valenciano*. 42: 8-10.
- GETTENS, R. J. FELLER, R. & CHASE, W.T. (1993). *Vermilion and Cinnabar. Artists' Pigments. A handbook of their history and characteristics*. Londres, Reino Unido: Archetype Publications. 2: 159-182.
- GETTENS, R.J. KÜHN, H. & CHASE, W.T. (1993). *Lead White. Artists' Pigments. A handbook of their history and characteristics*. Londres, Reino Unido: Archetype Publications. 2: 67-82.
- GRIFONI, E., BRIGANTI, L., MARRAS, L., ORSINI, S., COLOMBINI, M. P., LEGNAIOLI, S., PALLESCHI, V. (2015). The chemical-physical knowledge before the restoration: the case of "The Plague in Lucca", a masterpiece of Lorenzo Viani (1882–1936). *Heritage Science*, 3(1), 26. <http://doi.org/10.1186/s40494-015-0055-0>
- GUAL, J. M. (1983). El pastel en la España medieval: datos de producción, comercio y consumo de este colorante textil. *Miscelánea medieval murciana*, X: 133-165.
- HERRERO-CORTELL, M. Á. (2018) Las pinturas renacentistas del Altar Mayor de la Catedral de Valencia o la introducción de la técnica ad affresco en la Corona de Aragón; una lectura en clave material y procedimental. En: (Almansa, J.A. Martínez, N. eds.) *Pintura Mural en la Época Moderna. Entre Andalucía e Iberoamérica*, Universo Barroco Iberoamericano, Sevilla: Universidad de Jaén y Universidad Pablo de Olavide, 30-59.
- HERRERO-CORTELL, M. Á. RAÏCH, M. ARTONI, P. & SANCHIS, I. P. (2018). Multi-band technical imaging in the research of the execution of paintings. The case study of the portrait of Carlos IV, by Francisco de Goya. *Ge-Conservacion*, 14, 5-15. <https://doi.org/10.37558/gec.v14i1.583>

HERRERO-CORTELL, M. Á. (2019a). *Procedimientos técnicos, soportes y materiales utilizados en los obradores pictóricos de la corona de Aragón (s. XV- XVI). Una aproximación a través del paradigma valenciano*. Lleida: Universitat de Lleida.

HERRERO-CORTELL, M. Á. (2019b). 'No avie en lo Regne mestre en lo art d'affrescar'. Consideraciones técnicas sobre la introducción de la pintura al fresco en el Renacimiento Hispano y su impacto en las Coronas de Castilla y Aragón. En: *Vestir la Arquitectura*, Actas del CEHA. Burgos: Universidad de Burgos, 2019, 766-786.

HERRERO-CORTELL, M. Á. RAÏCH, M. R. ARTONI, P. ALIAGA J., PUIG, I. (2021). Observando a través de los estratos: fotografía infrarroja transmitida (IRT) aplicada al estudio técnico y documental de pinturas sobre lienzo. *Ge-Conservación*, 19(1), 62-73. <https://doi.org/10.37558/gec.v19i1.840>

HERRERO-CORTELL, M. Á. RAÏCH, M. ARTONI, P. & MADRID, J. A. (2022). Caracterización de pigmentos históricos a través de técnicas de imagen, en diversas bandas del espectro electromagnético, *Ge-conservación*, 22: 58-75. <https://ge-iic.com/ojs/index.php/revista/article/view/1101>

MAIRINGER, F. (2000). The ultraviolet and fluorescence study of paintings and manuscripts. *Radiation in Art and Archeometry*, 1: 56-75.

MOON, T. SCHILLING, M. R. & THIRKETTLE, S. (1992). "A note on the use of false-color infrared photography in conservation". *Studies in Conservation*, 37: 42-52.

PEREIRA UZAL, J. M. (2019). *Diagnóstico por imagen en bandas no visibles sobre patrimonio cultural: Una aproximación a la imagen infrarroja, ultravioleta, fluorescencias y análisis de imagen*, Madrid: Books on Demand.

PICOLLO, M., STOLS-WITLOX, M., & FUSTER-LÓPEZ, L. (eds.) (2019). UV-Vis Luminescence imaging techniques/Técnicas de imagen de luminiscencia UV-Vis. Editorial Universitat Politècnica de València. <http://hdl.handle.net/10251/138517>

POLDI, G. & VILLA, G. (2006). *Dalla conservazione alla storia dell'arte: riflettografia e analisi non invasive per lo studio dei dipinti*, Edizioni della Normale, Pisa: 3. <http://hdl.handle.net/10446/30524>

RAHRIG, M. HERRERO-CORTELL, M. À. & LERMA, J. L. (2023). Multiband Photogrammetry and Hybrid Image Analysis for the Investigation of a Wall Painting by Paolo de San Leocadio and Francesco Pagano in the Cathedral of Valencia, *Sensors*, 23: 2301, 1-21. <https://www.mdpi.com/1424-8220/23/4/2301>

RORIMER, J.J. (1931). *Ultra-violet rays and their use in the examination of works of art*. New York: The Metropolitan Museum of Art.

RUBIO, A. & ZALBIDEA, M. A. (2014). Estudio comparativo de materiales y técnicas en tres conjuntos de pintura mural del periodo gótico lineal en territorio valenciano. En *EMERGE 2014 Jornadas de Investigación Emergente en Conservación y Restauración de Patrimonio*. Vivancos, MV.; Domenech, MT.; Sánchez, M.; Osca, MJ. Editorial Universitat Politècnica de València, 81-91, <http://hdl.handle.net/10251/47276>

RUBIO, A. (2015). La pintura mural gòtica lineal a territori valencià. Statu Quo del Corpus Conegut, Estudi i Anàlisi per la seua conservació. Tesis doctoral. <https://riunet.upv.es/handle/10251/59466?show=full>

RUBIO A. & ZALBIDEA M. A. (2017a). "La Ermita de Sant Roc de Ternils, las pinturas murales góticas por descubrir. Carcaixent" En *II Congreso comarcal de arquitectura tradicional y patrimonio*. Valencia: General de ediciones de Arquitectura, 140-146.

RUBIO, A. & ZALBIDEA, M. A. (2017b). "Estudio comparativo de la pintura mural gòtica valenciana a partir de elementos de estilo y materiales representativos" En *Glocal [codificar, mediar, transformar, vivir] III Congreso Internacional de Investigación en Artes Visuales*. Valencia: Universitat Politècnica de València, 720-730. <https://doi.org/10.4995/ANIAV.2017.5628>

RUBIO, A. & ZALBIDEA, M. A. (2019). *La pintura mural gòtica a territori valencià*, Benicarló: Onada edicions.

SERRA, A. (2007). La arquitectura de época medieval en la gobernación de Xàtiva. Catálogo de la *Llum de les Imatges de Xàtiva*. València: Generalitat Valenciana, 105-115.

TORMO, E. (1929). De Madrid a Valencia: de las guías del Centro de España, inédita, y de Levante. Edición digital a partir del Bolletín de la Real Acadèmia de la Historia: 94, 399-440.

WANG, Y. (2020). *Implementazione di sorgenti radiazione UV per tecnica di imaging di luminescenza UV per lo studio di dipinti*. Firenze: Università degli Studi di Firenze.

WARDA, J. (2011). *The AIC guide to digital photography and conservation documentation*. Washington, DC: Foundation of the American Institute for Conservation of Historic and Artistic Works.

ZARAGOZÁ, A. (1990). *Iglesias de arcos diafragma y armadura de madera en la arquitectura medieval valenciana*. Tesis doctoral, Valencia: Universitat Politècnica de València.

Autor/es



Miquel Àngel Herrero-Cortell

miquel_herrero@hotmail.com

Universitat Politècnica de Valencia

<https://orcid.org/0000-0002-3855-9542>

Doctor en Historia del Arte; Máster en Producción Artística y Máster en Conservación y Restauración de Bienes Culturales. Su investigación se liga especialmente a las técnicas, procedimientos y materiales de la pintura y a la diagnosis artística con técnicas de imagen. En la actualidad desempeña su labor docente como profesor de Historia del Arte en la Universitat Politècnica de Valencia.



María Antonia Zalbidea Muñoz
manzalmu@crbc.upv.es
Universitat Politècnica de València
<https://orcid.org/0000-0003-2159-3215>

Doctora en Bellas Artes. Especialidad de Conservación y Restauración de Bienes Culturales. Profesora Titular del Dept. Conservación y Restauración de Bienes Culturales. Universitat Politècnica de València. Desde 2022 forma parte del MAGISTRI CATALONIAE & MEDITERRANEI- Estudis artístics de la Mediterrània Medieval i la seva recepció/ MACMED. Grupo de investigación consolidado (SGR 2021-63) de la Universitat Autònoma de Barcelona, adscrito al Departament d'Art i Musicologia de la UAB.

Artículo enviado 08/08/2023
Artículo aceptado el 07/04/2024



<https://doi.org/10.37558/gec.v25i1.1250>