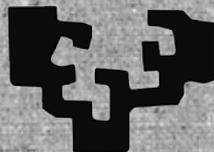


# **MODIFICACIONES EN LA IMAGEN RADIOGRÁFICA DE PINTURAS REENTELADAS**

**Doctoranda: Dña. M<sup>a</sup> Pilar Chaves Castanedo**  
**Directora: Dra. Dña. M<sup>a</sup> Pilar Bustinduy Fernández**

**(TESIS DOCTORAL)**

eman ta zabal zazu



**Universidad  
del País Vasco**

**Euskal Herriko  
Unibertsitatea**

**Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea**  
**Facultad de Bellas Artes. Departamento de Pintura**

**Leioa.Vizcaya**

**2015**

MODIFICACIONES EN LA IMAGEN  
RADIOGRÁFICA DE PINTURAS  
REENTELADAS

Modificaciones en la Imagen Radiográfica de Pinturas Reenteladas.

© M<sup>a</sup>. Pilar Chaves Castanedo, 2015.

Diseño y maquetación: Juan Carlos Abascal Fernández.

Impreso en Gráficas Ebro. Santander. Cantabria.

Inscrito en el Registro de la Propiedad Intelectual.

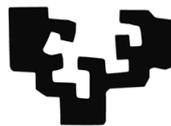
Todos los derechos reservados. No se permite la reproducción total o parcial de esta obra, ni su incorporación a un sistema informático, ni su transmisión en cualquier forma o por cualquier medio (electrónico, mecánico, fotocopia, grabación u otros), sin autorización previa y por escrito del copyright.

# MODIFICACIONES EN LA IMAGEN RADIOGRÁFICA DE PINTURAS REENTELADAS

Doctoranda: Dña. M<sup>a</sup> Pilar Chaves Castanedo  
Directora: Dra. Dña. M<sup>a</sup> Pilar Bustinduy Fernández

(TESIS DOCTORAL)

eman ta zabal zazu



Universidad  
del País Vasco

Euskal Herriko  
Unibertsitatea

Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea  
Facultad de Bellas Artes. Departamento de Pintura

Leioa. Vizcaya

2015



## ***Dedicatoria***

*Niños de ir y venir, llevando arena  
del mar aquí, de aquí a la mar, jugando.  
Niños de pocas lunas, gravitando  
sobre un húmedo pie de espuma llena.*

*Oh, qué tierna canción de mar que estrena  
velámenes y nubes, navegando,  
y qué niñez de espuma y sal lavando  
niños en casta desnudez serena.*

**\*\*\***

*Mientras los niños traen un sol de tarde  
sobre sus tiernos torsos, y las olas...  
el remoto rumor de tantas veces.*

***Julio Maruri***

A mis hijos Guillermo y Sergio; por mis ausencias.

A Luismi; por su completa entrega.



## **AGRADECIMIENTOS**

Quiero dar las gracias a todas aquellas personas que han creído en este proyecto y me han infundido su apoyo para que llegase a buen fin.

En primer lugar a mi querida profesora, amiga y directora de tesis, Dra. M<sup>a</sup> Pilar Bustinduy Fernández, por enseñarme tanto acerca de la restauración de obras de arte e inculcarme toda la rigurosidad y respeto que merece esta profesión. Por sus sabios consejos, y por su paciencia para manejar una barca que a veces iba a la deriva. Es un enorme orgullo vivir como alumna, amiga y profesional a su lado.

A la Dra. Natalia González, profesora de la Universidad de Cantabria, por su ánimo y aliento para seguir adelante, por sus acertadas indicaciones para superar esos momentos en los que parece que no llegas al final.

A todo el personal de los Museos tanto españoles como extranjeros que han contribuido con su ayuda, en distinta medida facilitando así mi trabajo, y que por motivo de espacio no puedo citar. No obstante, he de señalar mi especial gratitud a los siguientes profesionales y sus Instituciones:

Jose Merino, Jefe del Departamento de Conservación y Restauración del Museo de Bellas Artes de Bilbao; Xavier Rossell, Conservador Restaurador del Museo de Arte Contemporáneo de Barcelona (MACBA); Rachel Billinge, Investigadora del Departamento de Conservación de la National Gallery de Londres; Naoto Yoshida, Center for Conservation Science and Restoration Techniques of National Research Institute for Cultural Properties, Tokyo; Tomoko Sato, The University Museum, Tokyo University of the Arts; Rei Kozakai, Curatorial Department to Yamanashi Prefectural Museum of Art. Tokyo; Barbara Sommermeyer, Conservation Hamburger Kunsthalle; Marie Claire Guillard-Le Bourdelles, Jefa del Departamento de Investigación y Colecciones del Museo del Louvre y finalmente a Pilar Palacia, directora de The Rockefeller Foundation, Bellagio Center, Italia.

A los bibliotecarios de las diversas facultades, que han colaborado de forma amable y entusiasta; y en especial a Ángela Saiz, de la Universidad de Cantabria, por su interés y profesionalidad en la revisión bibliográfica y por recibirme siempre con los brazos abiertos.

A mi queridísima prima Susana, quién desde la distancia me ha ayudado a que todas las interpretaciones bibliográficas en lengua extranjera fuesen correctas, por su implicación y dedicación a pesar del gran esfuerzo que la suponía.

También todo mi agradecimiento a José M<sup>a</sup> Lafuente por su inmensa generosidad y confianza demostrada; y al equipo del Archivo Lafuente, en especial a Noelia, M<sup>a</sup> José y Sonia, por su colaboración y comprensión, por creer y apoyarme en mi investigación.

A la Dra. Blanca Crespo, por su constante ánimo y por aportarme su experiencia y conocimientos.

A Mela Dávila y a Ángel Gómez, por su ayuda y ánimos brindados.

A todos mis amigos y amigas, por estar ahí, por valorar la importancia que para mí suponía culminar este trabajo y demostrarlo con su apoyo incondicional.

Como broche final quiero dedicar este trabajo a toda mi familia; en especial a mis padres, por su total confianza y transmitirme los valores humanos, el esfuerzo y el trabajo; y a mis queridísimas hermanas, Montse y Luzma, por su tolerancia y comprensión, por aguantar las tensiones a las que se han visto sometidas motivadas por mi ritmo de trabajo. A mi sobrino Roberto, por su respeto y admiración mostrada hacia mi progresión académica.

## RESUMEN

El examen científico aplicado a la conservación de obras de arte, contribuye sin lugar a dudas, a avanzar en la conservación de nuestro legado histórico artístico y cultural. Sin embargo, en el desarrollo de nuestra actividad profesional venimos apreciando en radiografías de pinturas que han sido restauradas, que dependiendo de las intervenciones realizadas, los registros radiográficos varían.

Las radiografías de pinturas reenteladas, proporcionan a veces imágenes más difusas de lo normal, fenómeno que no podemos evaluar hasta que punto, pudiera obedecer a los materiales aplicados en estos procesos.

Dado que la suma de espesores de materiales de bajo peso atómico, acaba absorbiendo mayor cantidad de radiación, podría darse el caso de que muchas de las radiografías realizadas en que se diesen estas características (pinturas reenteladas), ofreciesen imágenes alteradas respecto a las que les correspondería de no haber sido reenteladas.

*El núcleo de esta investigación, se ha centrado en el estudio de radiografías tomadas a pinturas realizadas sobre lienzos que posteriormente han sufrido una intervención de reentelado, con el fin de verificar si los registros radiográficos procedentes de estas últimas ofrecen un contraste diferente que el estimado en la misma obra de no haber sufrido este tipo de intervención, lo que se podría atribuir a la adición de estos materiales.*

No se conocen hasta el momento estudios que aclaren este aspecto, por lo que no se sabe en qué medida la presencia de un reentelado puede afectar en la interpretación del documento radiográfico obtenido tras la aplicación de este proceso.

*El objetivo fundamental de esta tesis, pretende demostrar que los materiales añadidos en el proceso de reentelado de una pintura, alteran su contraste radiográfico y el grado de absorción de RX, por lo que provocan modificaciones en su imagen radiográfica, que a su vez podría dificultar su correcta interpretación.*

Para conseguir los objetivos, se ha realizado un ensayo práctico que ha permitido caracterizar los materiales originales constitutivos de una pintura y los que se añaden en los procesos de reentelado, mediante radiografía.

*Los resultados obtenidos en nuestra investigación, ponen de manifiesto que los adhesivos utilizados en el proceso de reentelado; gacha y cera-resina alteran la imagen radiográfica en función de su espesor y de la naturaleza de los pigmentos presentes en las pinturas.*

## INDICE

### 1. INTRODUCCIÓN

1.1 Génesis del tema; Antecedentes .....	17
1.2 Bases para la realización del estudio .....	20
1.2.1 Límites. ....	20
1.2.2 Materiales para la preparación de probetas. ....	21
1.2.2.1 Constitutivos de las pinturas. ....	21
1.2.2.1.1 Soporte: Tela de lino. ....	21
1.2.2.1.2 Preparación/Imprimación. ....	21
1.2.2.1.3 Técnica pictórica: Colores primarios al óleo. ....	21
1.2.3 Materiales de reentelado: Tela y adhesivos. ....	22
1.3 Metodología. ....	22
1.4 Fuentes. ....	24
1.5 Objetivos. ....	25
1.6 Estado de la cuestión. ....	25
1.6.1 Casos recogidos: España. ....	29
1.6.1.1 Museo Nacional del Prado. ....	29
1.6.1.1.1 Pinturas reenteladas y radiografiadas de Diego de Velázquez. ....	30
1.6.1.1.2 Pinturas reenteladas y radiografiadas de Jean Antonio Watteau. ....	50
1.6.1.2 Museo de Bellas Artes de Bilbao. ....	54
1.6.1.2.1 Pintura reentelada y radiografiada de El Greco. ....	55
1.6.1.2.2 Pintura reentelada y radiografiada de Francisco de Zurbarán. ....	57
1.6.1.3 Museo Thyssen Bornemisza. ....	59
1.6.1.3.1 Pinturas reenteladas y radiografiadas de El Greco. ....	60
1.6.1.4 Instituto Andaluz de Patrimonio Histórico. ....	67
1.6.1.4.1 Pintura reentelada y radiografiada de Francisco de Zurbarán. ....	68
1.6.1.4.2 Pintura reentelada y radiografiada de la Escuela de Murillo. ....	70
1.6.1.4.3 Pintura reentelada y radiografiada de Diego de Velázquez. ....	71
1.6.1.5 Instituto del Patrimonio Cultural de España. ....	72
1.6.2 Casos recogidos: Europa. ....	73
1.6.2.1 National Gallery of London. ....	74
1.6.2.1.1 Pintura reentelada y radiografiada de Diego de Velázquez. ....	74
1.6.2.1.2 Pinturas reenteladas y radiografiadas de Peter Paul Rubens. ....	77
1.6.2.1.3 Pinturas reenteladas y radiografiadas de Anthony Van Dyck. ....	81
1.6.2.2 National Museum Stockholm. ....	90
1.6.2.2.1 Pintura reentelada y radiografiada de Francisco de Zurbarán. ....	91
1.6.2.3 The Rockefeller Foundation. Bellagio Center. Italy. ....	92
1.6.3 Casos recogidos: Estados Unidos. ....	92
1.6.3.1 Metropolitan Museum of Art. New York. ....	92
1.6.3.1.1 Pintura reentelada y radiografiada de Diego de Velázquez. ....	93
1.6.3.2 Boston Museum of Fine Arts. ....	94
1.6.3.2.1 Pintura reentelada y radiografiada de Diego de Velázquez. ....	95

1.6.4 Casos recogidos: Asia. ....	96
1.6.4.1 Yamanashi Prefectural Museum of Art. Tokyo. ....	96
1.6.4.1.1 Pinturas reenteladas y radiografiadas de Jean-François Millet. ....	97
1.6.5 Otras publicaciones. ....	99
<b>II. PRIMERA PARTE TEÓRICA. LA RADIOGRAFÍA EN LA PINTURA</b>	
2.1 La investigación radiográfica de pinturas. ....	105
2.1.1 Generalidades. ....	105
2.1.2 Componentes de una pintura. ....	107
2.1.3 Absorción de Rayos X por los componentes de la pintura. ....	107
2.1.3.1 Color: composición química y absorción de RX de algunos pigmentos básicos. ....	109
2.1.3.2 Soportes de lienzo. ....	110
2.1.3.2.1 Imágenes que muestran la aplicación de la radiografía para el estudio del soporte textil. ....	110
2.1.3.3 Capa de imprimación y preparación. ....	111
2.1.3.3.1 Imágenes que muestran la aplicación de la radiografía para el estudio de la capa de preparación. ....	112
2.1.3.4 Capa de pintura. ....	114
2.1.3.4.1 Imágenes que muestran la aplicación de la radiografía para el estudio de la capa pictórica. ....	114
2.1.3.5 Alteraciones efectuadas en intervenciones anteriores. ....	117
2.1.3.5.1 Aplicación de la radiografía para inspeccionar una antigua intervención. ....	117
2.1.3.5.2 Ejemplos de hallazgos mediante radiografía de pinturas subyacentes. ....	118
2.1.3.5.3 Manipulación de una pintura ocultando parte del original. ....	122
2.1.3.6 Atribuciones mediante la aplicación del examen radiográfico. ....	123
<b>III. SEGUNDA PARTE TEÓRICA. MATERIALES CONSTITUTIVOS DE LA OBRA DE ARTE (PINTURAS) Y MATERIALES USADOS EN LA FORRACIÓN</b>	
3.1. Materiales constitutivos de la obra de arte (pinturas). ....	129
3.1.1 Materiales propios. ....	129
3.1.1.1 Textiles. ....	129
3.1.1.1.1 Los tejidos de lino. Breve reseña histórica. ....	131
3.1.1.1.1.1 El lino; Composición y Anatomía. ....	131
3.1.1.1.1.2 El cáñamo; Composición y Anatomía. ....	132
3.1.1.1.1.3 El algodón; Composición y Anatomía. ....	133
3.1.1.1.1.4 El yute; Composición y Anatomía. ....	134
3.1.1.2 Imprimación - preparación; concepto. ....	135
3.1.1.2.1 Tipos de preparación. ....	137
3.1.1.2.1.1 Tipos de preparaciones tradicionales de un lienzo. ....	138
3.1.1.3 El óleo. ....	140
3.1.2 Materiales añadidos en la forración. ....	143
3.1.2.1 Técnicas de reentelado. ....	143
3.1.2.1.1 Adhesivos. ....	144
3.1.2.1.1.1 Gacha. ....	144
3.1.2.1.1.2 Cera-resina. ....	144

**IV. ESTUDIO EMPÍRICO**

4.1 Ensayo práctico. ....	149
4.1.1 Materiales pictóricos utilizados. ....	150
4.1.2 Elaboración de probetas. ....	151
4.1.2.1 Identificación de probetas (fotografías). ....	153
4.1.3 Estudio radiográfico. ....	156
4.1.3.1 Caracterización radiográfica de materiales de reentelado. ....	156
4.1.3.2 Caracterización radiográfica de materiales originales de las probetas. ....	159
4.1.3.3 Caracterización radiográfica de las probetas reenteladas. ....	171
4.1.3.4 Estudio del pigmento sintético azul ultramar. ....	215
4.1.3.4.1 Identificación de probetas (fotografías). ....	215
4.1.3.4.2 Caracterización radiográfica de materiales originales de las probetas. ....	216
4.1.3.4.3 Caracterización radiográfica de las probetas reenteladas. ....	218
4.1.3.5 Resultados del ensayo práctico. ....	226
4.2 Aplicación del ensayo práctico en un caso real. ....	231
4.3 Conclusiones del Ensayo Práctico. ....	242
4.4 Nuevas líneas de investigación. ....	245

<b>V. BIBLIOGRAFÍA</b> .....	249
------------------------------	-----

<b>GLOSARIO DE TÉRMINOS</b> .....	263
-----------------------------------	-----

<b>RELACIÓN DE FIGURAS</b> .....	267
----------------------------------	-----

<b>RELACIÓN DE IMÁGENES</b> .....	275
-----------------------------------	-----

<b>RELACIÓN DE TABLAS</b> .....	281
---------------------------------	-----

<b>RELACIÓN DE GRÁFICOS</b> .....	285
-----------------------------------	-----

<b>ANEXO</b> .....	289
--------------------	-----

<b>ENGLISH TRANSLATION</b> .....	317
----------------------------------	-----



---

## I. INTRODUCCIÓN



## 1. INTRODUCCIÓN

### 1.1. Génesis del tema; Antecedentes.

En las razones que me llevaron a centrar la atención en este tema confluyen varias cuestiones; Por un lado, el incremento del número de estudios radiográficos sobre pinturas que ya han sido publicadas; por otro, el interés que ello despertó en relación con mi desarrollo profesional, a lo largo de veinte años trabajado en la Conservación de Patrimonio. Y por último, la proximidad al Laboratorio de RX de la UPV/EHU, a cargo de mi directora<sup>1</sup>, que me ha permitido conocer de forma privilegiada interesantes aspectos que brinda la técnica de examen radiográfico de obras de arte.

Los exámenes de obras de arte mediante sistemas como la Reflectografía de Infrarrojos o los RX, se vienen utilizando desde hace varias décadas. La primera radiografía aplicada con el fin de estudiar una obra de arte está documentada en 1896. Walter Koning, alumno de Roentgen, estudió radiográficamente un grabado de Dürero para identificar la firma (Roentgen 1897).

Con el transcurso de los años la radiografía se ha seguido empleando en los estudios del patrimonio cultural mueble en combinación con otras técnicas de examen científico (Mendoza Cuevas y Velázquez Maldonado 2011). Su uso de un modo más generalizado, ha discurrido con lentitud, debido entre otras cuestiones al coste de los equipos y a la necesidad de formar especialistas en dichas técnicas, enfocadas a mejorar el conocimiento de las obras de arte.

Debido a las dificultades que ello entraña, la mayoría de los estudios realizados a día de hoy, proceden de Museos ó Instituciones que cuentan con los medios y los equipos humanos de carácter interdisciplinar necesarios.

La incorporación de los talleres de restauración y los laboratorios de análisis químicos a los museos, ha favorecido la investigación en el estudio histórico- artístico de las obras de arte, que tiende a ser más científica (Macarrón Miguel 2008, pp. 53). A partir de los años 30, aparecen nuevos laboratorios y se actualizan los ya creados, como el IRPA<sup>2</sup>, el ISCR<sup>3</sup>, la National Gallery, el MoMA<sup>4</sup>, o el Museo del Louvre (Sedano Espín 2008). Este hecho favorecerá la información de los avances científicos realizados en sus laboratorios, así como las colaboraciones entre ellos y otras instituciones, como es el caso a destacar del museo del Louvre (Moreno Rodríguez 2000, pp. 55).

Coinciden muchos investigadores en éste punto, como la doctora M<sup>a</sup> Luisa Gómez<sup>5</sup>, quien ratificaba en su libro (Gómez González 2008, pp. 148), que el examen científico aplicado a la

---

1 Doctora y profesora titular de la UPV/EHU, Dña. M<sup>a</sup> Pilar Bustinduy Fernández.

2 Instituto Real de Patrimonio Artístico en Bruselas, que cuida los museos belgas.

3 El Instituto Superior para la conservación y la restauración, en Roma.

4 Museo de Arte Moderno de Nueva York.

5 Química y miembro del Área de Laboratorio del Instituto de Patrimonio Cultural de España.

conservación de obras de arte se incorporó a la metodología de trabajo en las últimas décadas, al haberse demostrado que contribuye sin lugar a dudas, a mejorar la salvaguarda del patrimonio histórico artístico y cultural y favorecer así su transmisión.

En la misma línea se pronuncia Concha Cirujano<sup>6</sup>, al asegurar que las intervenciones realizadas en las obras de arte deben responder a unos requerimientos entre los que se encuentra la incorporación de un código deontológico que defienda el enfoque científico (Cirujano, Schoebel y Foundation World Art Service 2005).

En relación a esta observación, el enfoque científico con el fin de contribuir a la salvaguarda del patrimonio artístico, se estableció el punto de partida de la presente investigación.

Las pinturas en su envejecimiento natural sufren degradaciones a las que se pueden sumar las derivadas de malas condiciones de conservación, descuidos ó incluso agresiones y desafortunadas intervenciones que se realizaban en el pasado por falta de rigor y dedicadas a maquillar su aspecto original.

Una de las medidas de restauración habitual cuando el soporte de una pintura estaba muy dañado era reforzar la tela, colocando otra similar unida mediante un adhesivo (Sedano 2001, pp. 579). A este proceso se le conoce como reentelado, forración o entelado.

El reentelado es una técnica muy antigua y son varias la hipótesis acerca del comienzo de esta práctica de restauración. Por un lado, se tiene constancia de que se empezó a realizar en el siglo XVI, y las primeras noticias, se hallan en los inventarios de las colecciones reales<sup>7</sup> en las que aparece el término “reenteladas” en algunas pinturas (Villarquide Jevenois 2005, pp.197). Otros autores sitúan su origen en los Países Bajos basándose en documentos antiguos encontrados, fechados en 1660 (Martín Rey y Castell Agustí 2005, pp. 52).

Por otro lado, a finales de los años 20 se comenzaron a utilizar los Rayos X al servicio del arte con más frecuencia, pero los resultados obtenidos no se consideraron científicos sino documentales, ya que estaban basados en observaciones y comparaciones y apoyados con tratados técnicos y artísticos coetáneos (Durán 2010, pp. 29).

En tan solo hace unas décadas, ya en el s. XX, se produjo una gran mejora y adaptación de distintos medios y sistemas para el estudio de obras de arte como los Rayos X y la Reflectografía de IR. Por ello hoy día contamos con numerosos documentos que han servido para obtener variada información acerca de las pinturas así estudiadas (Bustinduy Fernández y Chaves Castanedo 2003, pp. 56).

Este tipo de información de carácter técnico, aparece publicada en Boletines de Museos, actas de Congresos, o revistas y monografías específicas. Son cada vez más abundantes, ya que hoy en día

---

6 Arqueóloga Restauradora del IPHE (Instituto de Patrimonio Histórico Español del Ministerio de Cultura).

7 Como el inventario de Baylli.

es muy habitual elaborar exhaustivos informes acerca de un determinado artista, aprovechando la ocasión de una gran exposición.

A su vez, estas publicaciones aportan una interesante información generalmente desconocida o poco conocida hasta ese momento que permite ahondar en las características técnicas del autor, y que en ocasiones desvelan aspectos que han obligado a corregir la historia como por ejemplo la obra hasta hace poco tiempo considerada autógrafa de Francisco de Goya, *El Coloso*, que tras un estudio técnico-científico llevado a cabo por Manuela Mena (2009), Jefa de Conservación del Pintura del S.XVIII y Goya en el Museo del Prado, fue atribuida a quién fuera su discípulo Asensio Juliá.

Desde el campo técnico de estudio de los Conservadores/Restauradores, se observa por un lado que las aplicaciones mayoritarias de exámenes radiográficos se encaminan a caracterizar el soporte, la preparación o la técnica pictórica. También para observar algunos procesos creativos, o conocer el estado de conservación de la obra, y si esta fue objeto de alguna intervención. La información que aportan estos documentos radiográficos, como se explicará más adelante en el Estado de la Cuestión, han contribuido enormemente a mejorar la calidad de las intervenciones de los restauradores y a incrementar el corpus de conocimiento histórico que existe actualmente sobre muchos artistas.

De los archivos del Laboratorio de RX de la UPV/EHU, hemos hecho una selección de imágenes radiográficas de trabajos de investigación y documentación técnica realizada, que recogiesen las casuísticas más significativas a las que nos hemos referido en nuestro estudio.

Sin embargo, por otro lado hemos tenido ocasión de observar que de modo generalizado los comentarios que acompañan a los documentos radiográficos en las publicaciones se centran en la descripción de algunos aspectos técnicos citados anteriormente como tipo de soporte, estado de conservación, etc., sin hacer referencia a otros más concretos, como puede ser el caso de la presencia de un reentelado, y su posible interferencia en el documento radiográfico.

En relación a las pinturas reenteladas, los materiales usados para ello; tela y adhesivos por su naturaleza tienen un bajo peso atómico, y por tanto un bajo grado de absorción de radiación (Garri-do 2005, pp. 189). Por ello, la imagen radiográfica correspondiente a la absorción de los materiales originales del cuadro, no debería verse alterada significativamente. Sin embargo éste aspecto está sin confirmar.

No se conocen hasta el momento estudios en este sentido por lo que no se sabe en qué medida la presencia de un reentelado puede afectar en la lectura e interpretación del documento radiográfico.

Observamos en el análisis de radiografías de pinturas reenteladas, imágenes más difusas de lo normal, fenómeno que no podemos evaluar hasta que punto, pudiera obedecer a la presencia del reentelado. Hay que tener en cuenta que la suma de espesores de materiales de bajo peso atómico, acaba absorbiendo mayor cantidad de radiación (Bustinduy Fernández 1994, pp. 101). Sería el caso de las pinturas reenteladas por lo que sus correspondientes radiografías ofrecerían imágenes diferentes respecto a las que se obtendrían de no haber sufrido este proceso.

Para esclarecer esta interrogante, nuestra investigación se ha centrado por un lado en realizar una revisión bibliográfica de las publicaciones que tratan sobre radiografías de pinturas, óleo sobre lienzo, que fueron reenteladas. Así como analizar los comentarios que acompañan a las radiografías en relación a la posible interacción de los materiales añadidos en el reentelado y su posible interferencia en la imagen radiográfica.

Se ha completado el estudio con un ensayo práctico encaminado a la verificación en probetas de nuestra hipótesis, que como veremos más adelante arroja interesantes resultados.

## **1.2. Bases para la realización del estudio.**

Ha sido necesario establecer los puntos esenciales que han posibilitado la comprensión y viabilidad del presente estudio. Además de la acotación del tema se ha propuesto una metodología, que comprende la búsqueda de las fuentes documentales, tanto sobre la técnica radiográfica en su aplicación al estudio de obras de arte, como para el conocimiento de sus materiales constitutivos, así como los añadidos en el reentelado, lo que se completará con el ensayo práctico.

### **1.2.1. Límites.**

Para favorecer la viabilidad de la investigación, los límites se han definido tomando como referencia los estudios radiográficos de pinturas españolas del s. XVII<sup>8</sup> ya que son las que en mayor número fueron reenteladas y de las que existen bastantes documentos publicados. Boletines de museos nacionales e internacionales, conferencias, actas de congresos, artículos de revistas especializados, monografías, tesis doctorales, etc. Se pretende extraer de ellos la base de esta hipótesis en cuanto a la ausencia de estudios encaminados a conocer la posible interferencia de los materiales de reentelado con los originales de un cuadro, en cuanto a su manifestación en la radiografía.

No se trata en este trabajo de estudiar la composición de los materiales componentes de las pinturas y de los añadidos en reentelados, sino sus características ante los Rayos X.

Sin embargo, hemos considerado importante hacer también una revisión de las características físico-químicas de los materiales presentes en las obras que han sido estudiadas, y citadas en el párrafo anterior con el fin de relacionarlas en cuanto a su comportamiento ante los Rayos X, lo que se explicará en el apartado siguiente (1.2.2).

Se han estudiado por separado, los considerados originales: tela del soporte, preparación y capa pictórica. Y en otro bloque los correspondientes a los adhesivos más utilizados en el proceso de reentelado: gacha y cera-resina.

---

8 Si se localizaran documentos con una relevancia determinada, puede darse el caso de citar obras cronológicamente muy próximas (anteriores o posteriores) al s. XVII.

## **1.2.2. Materiales para la preparación de probetas.**

### **1.2.2.1. Constitutivos de las pinturas.**

#### **1.2.2.1.1. Soporte: Tela de lino.**

En coherencia con los límites establecidos, se ha seleccionado para el ensayo la tela de lino, por ser la de uso más generalizada como soporte en la época tomada como referencia; el siglo XVII.

Aunque sus primeros usos datan del siglo XVI, los artistas la han seguido utilizando dado que presenta más ventajas sobre otras fibras naturales, por su mayor resistencia.

En el siglo XVII, generalmente se utilizaban telas de trama gruesa, para facilitar la aplicación de la preparación. En Italia ya se usaba por entonces el cáñamo para los cuadros de gran formato, y su uso será más común a partir del s. XVIII y hasta mediados del s. XIX, cuando se comienzan a usar telas variadas como el algodón (Urkullu Polo 2001, pp. 358).

#### **1.2.2.1.2. Preparación/Imprimación.**

Su finalidad es fijar la pintura al soporte y determinar su luminosidad. Los lienzos se preparaban con mezclas de aglutinantes magros de origen animal y cargas de yeso mate; variaban según el gusto del artista ó la escuela a la que pertenecían. Así la preparación blanca se utilizó casi de forma exclusiva hasta el siglo XVII cuando aparecen las de color. Desde el s. XVIII hasta hoy, coexisten ambas (Martirena 1992, pp. 202).

En la elaboración de probetas se incluirán por esa razón los dos tipos de preparación; blanca y tierra roja a base de cola más carbonato de cal, para su caracterización radiográfica posterior.

#### **1.2.2.1.3. Técnica pictórica: Colores primarios al óleo.**

Incluiremos en la elaboración de las probetas la pintura al óleo que desde mediados del s. XVI en que alcanzó una gran difusión fue la técnica más utilizada por los antiguos maestros (Villarquide Jevenois 2004), y durante el s. XVII su empleo se hizo universal (Mayer 1993, pp. 19). Se someterán a ensayo pigmentos de colores puros; los primarios (amarillo, rojo y azul), más blanco y dos tipos de negros, puesto que ambos se utilizaban en ese período y tienen características químicas diferentes.

Además, también añadiremos el azul ultramar como elemento comparativo, al ser un pigmento sintético que comenzó a utilizarse a partir del s. XIX, y fue utilizado por numerosos artistas, desde entonces hasta hoy en día. Su caracterización radiográfica puede ser de gran interés a la hora de diferenciar algunos procesos pictóricos de distintos períodos históricos.

### **1.2.3. Materiales de reentelado: Tela y adhesivos.**

Para los reentelados se utilizaban materiales que guardaban afinidad con los empleados para preparar los lienzos (Bruquetas 2002, pp. 247). En consecuencia, durante muchas décadas solamente se usaron telas de lino preparadas con colas de origen animal y pastas tipo “gacha” como adhesivo. La forración o reentelado por medio de un engrudo de harina aplicado en caliente, también llamado forración a la gacha, se convirtió en un procedimiento habitual y especializado en varios países, incluido España. En la primera mitad del siglo XX, tenemos un importante testimonio de la práctica de esta técnica en numerosas obras intervenidas por el restaurador Luis Roig d’Alós, (Bosch Roig 2012); y de hecho se continuó practicando hasta entrados los años 80 (Museo del Prado).

En los Países Bajos, debido al elevado índice de humedad, por el contrario usaban una mezcla conocida como cera-resina, ya que resultaba mucho más estable que la gacha (Sánchez Barriga 2008). Incluiremos también este adhesivo en el ensayo, puesto que se reentelaron numerosos cuadros con esta fórmula, también en España.

### **1.3. Metodología.**

La metodología escogida para realizar esta tesis se divide en dos grandes bloques, uno de carácter teórico, dedicado a la recopilación bibliográfica y documental y otro de carácter práctico, dedicado al ensayo empírico mediante el uso de probetas.

En la parte teórica, se han recogido además de la bibliografía general, la específica correspondiente a cada apartado; aplicación de RX al estudio de obras de arte, estudio de los materiales que componen las pinturas y los materiales de forrado.

Esta recopilación, es lo que ha permitido comprobar, como se verá en el Estado de la Cuestión, que nuestro tema de investigación no ha sido abordado hasta ahora.

La selección de radiografías del archivo del Laboratorio de Rayos X de la UPV/EHU, realizadas a lo largo de 20 años ha contribuido a completar el Estado de la Cuestión, mostrando como siendo actualmente muy frecuente el uso de esta técnica de examen por restauradores e historiadores, su finalidad es muy diversa.

Al tratarse nuestra investigación de un tema tan específico dentro de la aplicación de los RX al estudio de obras de arte, hicimos una consulta a responsables de Conservación y Restauración de varios museos del entorno europeo, y alguno americano, que contaban con laboratorios de RX. Con el fin de conocer si alguna de sus investigaciones confluía con la nuestra, hemos incorporado sus respuestas como testimonio actualizado en el Estado de la Cuestión.

La revisión de los textos<sup>9</sup> se ha efectuado críticamente con el fin de comprobar la existencia de lagunas en relación con nuestro tema de investigación y evaluar así su interés.

En cuanto a los archivos radiográficos consultados, se ha procedido a su estudio individualizado con el fin de detectar algún detalle que presenta se discordancia, con nuestra hipótesis, o por el contrario la avalase. Estudiado este material, se ha continuado con el desarrollo de la redacción de los distintos apartados.

Estructuralmente, la tesis se divide en una introducción en la que se expone el tema de estudio, sus objetivos y el contexto, que permite valorar el interés del mismo.

En el capítulo II se profundiza en el conocimiento de la aplicación de la técnica radiográfica para el mejor conocimiento de las obras de arte. En él también se incluyen estudios de investigación que hacen referencia al uso de probetas para avalar su uso en el ensayo práctico.

Las características de los componentes materiales de las pinturas sobre lienzo y de los adhesivos más utilizados en los reentelados se estudiarán en el capítulo III, con el fin de conocer su comportamiento ante los RX.

El capítulo IV se dedica al ensayo empírico explicando desde la preparación de las probetas, su radiografiado y el estudio y análisis crítico de los documentos obtenidos. Una vez concluido el ensayo en probetas, se aplicó el mismo, a una pintura del s. XVII, cuyos interesantes resultados han dejado abiertas otras líneas de investigación.

El planteamiento del ensayo práctico, al que llamaremos “Estudio Empírico” se ha dividido en las siguientes fases:

- Diseño de un método propio para la realización del ensayo.
- Elaboración de probetas que permitan caracterizar los materiales sometidos a ensayo mediante la técnica radiográfica y permitan demostrar nuestra hipótesis.
- Estudio y análisis de la documentación radiográfica obtenida.
- Aplicación del ensayo práctico a un caso real.
- Análisis de resultados.

Por último se dedica un capítulo a la discusión y a las conclusiones finales.

---

9 Bibliografía y comentarios de las imágenes radiográficas.

#### 1.4. Fuentes.

Las fuentes utilizadas han sido esencialmente bibliográficas<sup>10</sup> y documentales. Extraídas éstas últimas de los informes publicados por investigadores de museos, así como otros procedentes de trabajos prácticos (no publicados), realizados por profesionales y que guardan relación con este tema. En ellos han estudiado las características de diferentes materiales, tanto constitutivos de las pinturas como los utilizados en intervenciones de restauración antiguas; aspecto este que se ha desarrollado en el Estado de la Cuestión.

Cabe señalar que dada la escasa bibliografía existente acerca del tema que investigamos, sólo se ha citado aquella de la que expresamente se ha hecho uso. No obstante, se ha consultado además de la bibliografía general y específica, otras fuentes clásicas ampliamente conocidas en el campo de la restauración, puesto que su consulta nos ayudó a evaluar con mayor rigor la escasez de la específica.

Consideramos de gran importancia y hacemos mención al proyecto que se está llevando a cabo por la Universidad Politécnica de Valencia acerca de la creación de un Archivo Histórico de Restauradores Españoles, puesto que uno de sus objetivos es “*recuperar, conservar y difundir los documentos e información sobre los restauradores y sus intervenciones*” (Roig Picazo et al. 2012, pp. 427). La difusión de estos resultados permitirá un intercambio de conocimientos a la vez que impulsará el avance en investigaciones en las diferentes áreas que conlleva el campo de la conservación y restauración de obras de arte.

En este sentido, afirma M<sup>a</sup> Teresa Escohotado<sup>11</sup> (2012, pp. 129), que la innovación es un proceso que los restauradores venimos desarrollando en nuestro trabajo desde siempre. Toda innovación provoca cambios que se deben optimizar en pro de una funcionalidad y para mejora de la calidad y adecuación de los nuevos recursos a la demanda de las nuevas tecnologías.

Una fuente documental de gran interés para esta investigación, procede del archivo radiográfico del Laboratorio de Rayos X y Reflectografía Infrarroja de obras de arte, del Dpto. de Pintura de la UPV/EHU, sección de restauración; que cuenta con un importante número de documentos radiográficos de pinturas que nos han servido para analizar detalles en ocasiones diferentes a los de nuestra investigación, pero siempre en relación con él.

No obstante la fuente más importante ha venido dada por los resultados del ensayo práctico que ha dotado de contenido al núcleo de la investigación y permitido su desarrollo y posterior discusión y análisis final.

Por último señalar que se han tenido en cuenta los resultados de investigaciones vinculadas al tema que pudieran aparecer en el desarrollo del presente trabajo y hasta su finalización.

---

10 Generales, específicas y por Internet.

11 Catedrática de Restauración de la Universidad del País Vasco. UPV/EHU.

### 1.5. Objetivos.

El objetivo general de esta tesis, pretende demostrar que “los materiales añadidos en el proceso de reentelado de una pintura provocan modificaciones en su imagen radiográfica” debido a la incidencia de los mismos en la absorción de RX, lo que podría dificultar su correcta interpretación.

Además de este objetivo principal y derivados de la aplicación y desarrollo de la metodología propuesta, nos ha parecido necesario concretar los siguientes objetivos específicos:

1. Registrar y caracterizar individualmente mediante radiografía los materiales constitutivos de una pintura sobre lienzo, mediante radiografiado de las probetas; **T**.
2. Registrar y caracterizar individualmente mediante radiografía los materiales utilizados en el proceso de reentelado; (adhesivos gacha y cera-resina).
3. Registrar y caracterizar mediante radiografía las probetas de pintura, una vez reenteladas; **R**.
4. Registrar y caracterizar mediante radiografía las probetas de pintura, ya reenteladas, añadiendo galletas de adhesivos gacha y cera-resina de mayor espesor; **R2**.
5. Estudiar y analizar las diferencias encontradas entre las series de radiografías; **T, R, R2**, así como extraer las conclusiones a que diera lugar el análisis.
6. Crear un nuevo archivo radiográfico con los resultados obtenidos una vez concluida nuestra investigación, e incorporarlo a una base de datos, con el fin de que pueda ser consultada por el colectivo de investigadores.

### 1.6. Estado de la cuestión.

La mayoría de los estudios técnicos que se efectúan a las obras de arte, (pinturas) se encaminan a conocer en profundidad diferentes aspectos como son los históricos, estéticos, materiales y los relativos a su estado de conservación.

Conocer el proceso material seguido por el artista, la estructura de la obra, la historia material de la misma, las modificaciones que se han ido produciendo sobre ella y su estado de conservación (García 2010). Se considera que muchos de estos datos son esenciales para disciplinas como la conservación del patrimonio artístico en general, puesto que contribuyen a su revisión y actualización documental; o a la mejora de los protocolos de conservación y tratamientos de restauración, en el caso de estos últimos (Garrido Pérez 1998).

En España, grandes pinacotecas como el Museo del Prado lo hacen obedeciendo a distintos fines<sup>12</sup> y aplican una serie de exámenes físico-químicos que revelan numerosos aspectos no conocidos hasta ese momento por ser invisibles en la inspección visual directa.

---

<sup>12</sup> Como se desarrolla en el capítulo II. La radiografía en la pintura.

Rovira Llorens (2005) utiliza dos modelos de laboratorios punteros en investigación como son el del British Museum y el Musée du Louvre, para hacer una revisión de los métodos de análisis de las obras de arte de cara a su estudio y conservación con nuevas perspectivas de futuro. En este sentido, señala Janousek<sup>13</sup> (2000), que la tecnología y una nueva metodología de trabajo ha modificado el funcionamiento de los museos. Esta adaptación al cambio supone un reto en la realización de este tipo de estudios (Madrid García 2012, pp. 17).

La aplicación de los métodos de examen científicos para estos fines, comenzó a finales del s. XVIII, cuando algunos especialistas<sup>14</sup> intentaron aclarar mediante estos novedosos procedimientos la técnica de algunos artistas (González-Varas 1991, pp. 226).

Sin embargo, el s. XIX fue decisivo. En 1850, Faraday en la National Gallery realizó un interesante estudio sobre disolventes y su aplicación a la limpieza de pinturas. Al tiempo que se producían grandes avances en el mundo científico y técnico, como el descubrimiento en 1880 los rayos infrarrojos y en 1895 de los Rayos X, se crea el primer laboratorio para la investigación de obras de arte en Alemania. Desde el momento de su descubrimiento, los RX se incorporaron a los centros de investigación y laboratorios en los grandes museos, tanto en Europa, como en América (Madrid 2010).

Por otro lado, los RX y como medio la radiografía como documento, contribuyeron a una nueva visión plástica de la realidad y desplegaron el horizonte de visión de científicos, filósofos y artistas del momento (Lamata 2010, pp. 11).

Los Rayos X o rayos Roentgen<sup>15</sup>, permiten atravesar cuerpos opacos proporcionándonos una imagen de su estructura interna en función de la densidad de los materiales que los constituyen. Se aplicaron por primera vez al estudio de un cuadro en el mismo año de su descubrimiento en la Universidad de Múnich, a la que le siguieron otras de Francia y Suiza; pero sería a partir de 1914, tras los trabajos de Faber, cuando se comenzaron a utilizar de forma sistemática (Garrido 1984, pp. 7).

Los métodos de examen no destructivos conocidos también como ensayos no destructivos<sup>16</sup> han adquirido en nuestro campo profesional enorme relevancia (Bustinduy 2001, pp. 80), especialmente la Radiografía y la Reflectografía de infrarrojos debido a que por un lado como ya se ha comentado, nos aportan interesantes datos y por otro, al no precisar de toma de muestras, respetan al máximo la integridad física de la obra sometida al estudio (Leona 2009). Entre otras aplicaciones son utilizados para aproximación a procedimientos pictóricos empleados por importantes artistas que aportan datos claves para el restaurador (Illán y Romero 2008).

La información que pueden suministrar es diversa pero debemos establecer de antemano la necesidad y la finalidad del examen, ya que de no ser así nos encontraríamos con datos difíciles de

---

13 Director del Museo Nacional de la Técnica de Praga.

14 Cabe señalar algunos como A-M de Wild, C. Wolters, A.P.Laurie A.Burroughs, Renato Mancia, Gilbert Vergnet-Ruiz, etc...

15 Nombre del físico alemán que los descubrió.

16 E.N.D. El procedimiento diagnóstico “*se basa en el análisis de comportamiento de una determinada propiedad física en el interior o en la superficie de un material, por ejemplo la transmisión de un ultrasonido, la conductividad de una corriente eléctrica, la emisión de una radiación determinada o la absorción de esta por un detector*” (Barrio Martín 2006, pp. 42).

interpretar o que finalmente no tuviesen ninguna validez por no contar con elementos de contraste fiables, o en número suficiente (Ineba 2010, pp. 71).

Desde entonces hasta ahora, el uso de la radiografía como método de examen para el estudio de obras de arte queda validado y demostrado por el elevado número de documentos publicados. Sin embargo no hemos encontrado en la bibliografía consultada<sup>17</sup>, ningún dato sobre el tema que tratamos en esta investigación; las alteraciones en la imagen radiográfica de pinturas sobre lienzo, que pudieran tener su origen en los materiales procedentes de un reentelado. La mayoría tratan sobre monografías o incorporan comentarios que señalan la técnica de ejecución de un artista o algún otro aspecto aislado de la pintura.

En este orden de cosas, hemos podido comprobar que en las pinturas que han sido restauradas y reenteladas, no se hace mención en general a la incidencia de los materiales añadidos, salvo en algunos casos muy concretos en los que se refieren a estucos añadidos en alguna intervención de restauración.

Muchos materiales que se usan habitualmente en algunos procesos de restauración poseen cierto grado de absorción de radiación, por lo que estarían modificando la imagen radiográfica del cuadro, antes de su adición y en consecuencia podrían inducir a un error o cuando menos, a una incorrecta interpretación del documento. Con el fin de conocer el estado de la cuestión sobre ello, hemos revisado las publicaciones que por distintas razones hacen referencia a la investigación de pinturas mediante radiografía.

En algunas encontramos solamente comentarios de texto mientras que en otras, se incorporan fotografías de las radiografías. Son estas últimas las que más nos interesan, ya que permiten analizar con mayor rigor la existencia o no de investigaciones precedentes relacionadas con nuestro objetivo de investigación.

De la lista confeccionada por el científico Benoit de Tapol (2005), hemos seleccionado publicaciones de algunos Museos e Instituciones del territorio español, ya que consideramos que era un interesante punto de partida para nuestra búsqueda.

Hacemos mención también a diversos estudios científicos realizados en el extranjero, en centros en los que disponen de laboratorios de RX, puesto que la información vertida en ellos podría ser igualmente de interés para nuestra investigación. En aquellos casos en los que se ha localizado la fotografía de la pintura y su radiografía correspondiente, se han incorporado junto con el comentario que las acompaña. Como veremos, su lectura crítica pone en evidencia la ausencia de estudios directamente relacionados nuestra investigación. A continuación se expone la relación de centros de los que se ha extraído algún tipo de información.

---

17 Véase anexo.

**Museos e Instituciones públicas españolas consultados:**

- *Museo Nacional del Prado.*
- *Museo de Bellas Artes de Bilbao.*
- *Museo Thyssen Bornemisza.*
- *Instituto del Patrimonio Cultural de España<sup>18</sup>.*
- *Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico<sup>19</sup>.*

**Museos e Instituciones europeas consultados:**

- *National Gallery of London.*
- *National Museum Stockholm.*
- *The Rockefeller Foundation. Bellagio Center. Italy.*

**Museos e Instituciones americanas consultados:**

- *The Metropolitan Museum of Art. New York.*
- *Museum of Fine Arts Boston. MFA.*

**Museos e Instituciones asiáticas consultados:**

- *The University Museum, Tokyo University of the Arts.*
- *Center for Conservation Science and Restoration Techniques of National Research Institute for Cultural Properties, Tokyo.*
- *Yamanashi Prefectural Museum of Art. Tokyo.*

---

18 En adelante IPCE.

19 En adelante IAPH.

### **1.6.1. Casos recogidos: España.**

#### **1.6.1.1. Museo Nacional del Prado.**

Se han seleccionado fundamentalmente los estudios de diversas pinturas ejecutadas por el gran maestro Diego de Velázquez por ser exhaustiva la documentación existente sobre ellas y cuyos resultados ya fueron publicados hace décadas (Garrido 1992). Las referencias a Velázquez son muy numerosas puesto que se ha estudiado su obra completa.

Aunque no todas, muchas de las pinturas se encuentran reenteladas, por lo que estos estudios han supuesto una importantísima fuente de información. Por su abundancia, queremos señalar que no se trata de hacer aquí una revisión crítica a los textos de la autora, sino ahondar a través de ellos en el conocimiento del estado actual del tema objeto de nuestra investigación.

También se hará referencia a otro estudio técnico comparativo de dos obras del pintor Jean-Antoine Watteau realizado por la misma autora (Garrido 1989, pp. 55). Hemos seleccionado sus pinturas aparte de por su completo estudio radiográfico, por las similitudes e influencia en su pintura de maestros como Velázquez<sup>20</sup> y Rubens entre otros.

Al revisar los estudios técnicos de estas pinturas, hemos podido extraer también algunos datos relativos a la técnica que usaban los artistas en esa época. En relación a la preparación, hemos tomado nota de algunos detalles, como que Velázquez cambia de preparación según la época, hecho que marca su evolución (Garrido 1992).

En el caso de los dos lienzos de Jean Antoine Watteau, se dice que tienen “dos capas de preparación”; la primera de una tonalidad roja, y la segunda, “que puede ser tomada como una imprimación”, más anaranjada (Garrido 1989, pp. 60). Por ello se ha tenido en cuenta la variedad de tipos de preparación-imprimación que poseen las pinturas seleccionadas y que reproduciremos en nuestro ensayo práctico.

---

20 Entrado el s. XVIII, Pierre-Jean Mariette, coleccionista y amigo de Watteau, hablaría en su *Abecedario* de su admiración por la obra el genio español.

**1.6.1.1.1. Pinturas reenteladas y radiografiadas de Diego de Velázquez.**



Fig. 1. Diego de Velázquez. *Adoración de los Magos*. 1619. O. s./L. 2014x126,2 cm. (Fuente: Museo Nacional del Prado).  
 Fig. 2. Radiografía general del cuadro. (Fig.1).

**FICHA DEL ESTUDIO TÉCNICO REALIZADO**

Técnica pictórica	O/L. Prep. Creta; Carbonato cálcico
Reentelado	A la gacha
Radiografía	SI
Comentario sobre la acción del reentelado en la radiografía	NO <sup>21</sup>

21 En el comentario del análisis radiográfico de esta pintura se señalan aspectos como el alto contraste radiográfico del documento, que se atribuye al empleo del blanco de plomo. Se menciona que la obra ha sido restaurada, pero sin referencia al reentelado que porta (Garrido Pérez 1992, pp. 70). El estudio está enfocado a examinar el estado de conservación de la obra.



Fig. 3. Diego de Velázquez. *La venerable madre Jerónima de la Fuente*. 1620. O. s./L. 162x107,5 cm. (Fuente: Museo Nacional del Prado).



Fig. 4. Radiografía general del cuadro. (Fig.3).

#### FICHA DEL ESTUDIO TÉCNICO REALIZADO

Técnica pictórica

O/L. Prep. Creta; Carbonato cálcico

Reentelado

A la gacha

Radiografía

SI

Comentario sobre la acción del reentelado en la radiografía

NO<sup>22</sup>

22 Se hace referencia a la presencia del reentelado al hablar de la estructura material del cuadro.

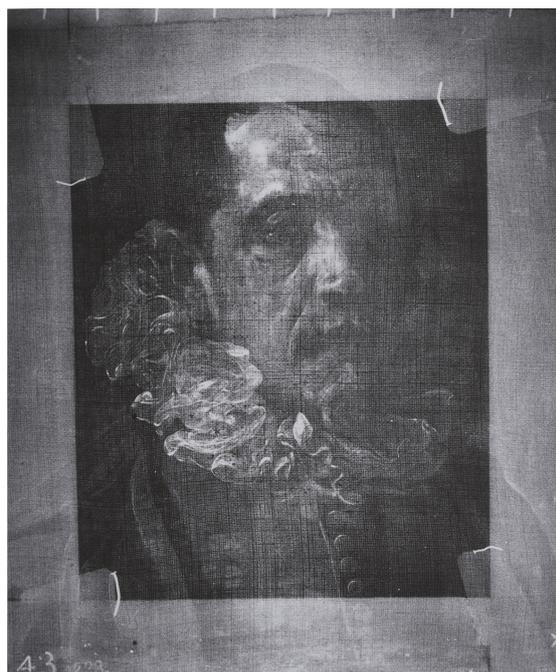


Fig. 5. Diego de Velázquez. *Francisco Pacheco*. 1620-1622. O. s./L. 41x36 cm. (Fuente: Museo Nacional del Prado).

Fig. 6. Radiografía general del cuadro. (Fig.5).

**FICHA DEL ESTUDIO TÉCNICO REALIZADO**

Técnica pictórica	O/L. Prep. Creta; Carbonato cálcico
Reentelado	A la gacha
Radiografía	SI
Comentario sobre la acción del reentelado en la radiografía	NO <sup>23</sup>

23 Al igual que en la obra anterior, se menciona el reentelado únicamente en el apartado material del cuadro. Se señala la intervención como causa directa del recrecimiento de la pintura (Garrido Pérez 1992, pp. 101).



Fig. 7. Diego de Velázquez. *La imposición de la casulla a San Ildefonso*. 1623. O. s./L. 166x120 cm. (Fuente: Museo Nacional del Prado).

Fig. 8. Radiografía general del cuadro. (Fig.7).

#### FICHA DEL ESTUDIO TÉCNICO REALIZADO

Técnica pictórica	O/L. Prep. Creta; Carbonato cálcico
Reentelado	A la gacha
Radiografía	Si
Comentario sobre la acción del reentelado en la radiografía	NO <sup>24</sup>

<sup>24</sup> El comentario del documento radiográfico, hace relación al reentelado considerado como una desafortunada intervención, a la que se atribuyen los daños que se aprecian en la pintura. Literalmente dice: “Entre la mano derecha de la Virgen y la cabeza de San Ildefonso se observan unas manchas de fuerte densidad que, a primera vista, podrían interpretarse como estucados -con contraste radiográfico- de alguna pérdida importante de pintura, pero que están motivados por una materia aplicada por el reverso del cuadro entre el lienzo original y el de forración” (Garrido Pérez 1992, pp. 106. Pese a que comenta que la pintura ha sido reentelada, no se hace referencia a la posible interferencia de los materiales de forrado sino a otros añadidos como el estuco.

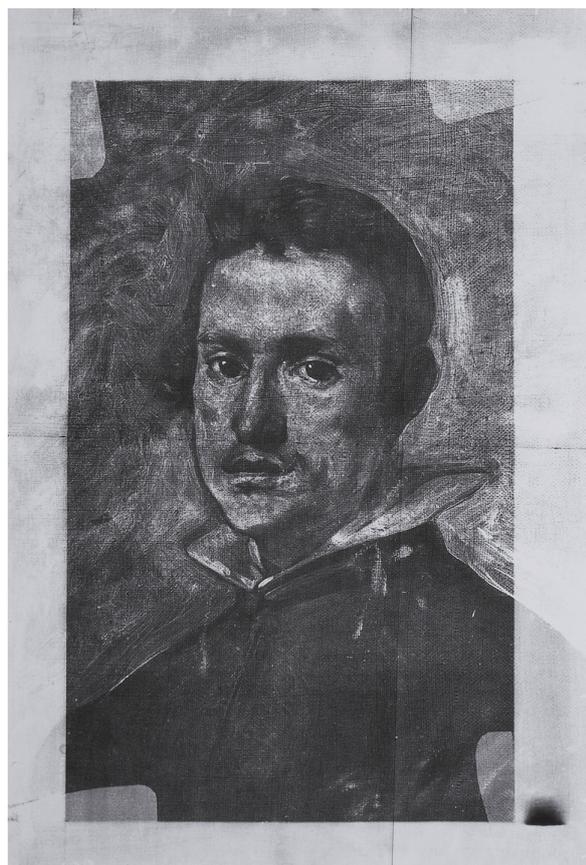


Fig. 9. Diego de Velázquez. *Retrato de hombre joven*. 1624. O. s./L. 55,5x38 cm. (Fuente: Museo Nacional del Prado).  
 Fig. 10. Radiografía general del cuadro. (Fig.9).

**FICHA DEL ESTUDIO TÉCNICO REALIZADO**

Técnica pictórica	O/L. Prep. Creta; Carbonato cálcico
Reentelado	A la gacha
Radiografía	Si
Comentario sobre la acción del reentelado en la radiografía	NO <sup>25</sup>

25 En el apartado de estructura material del cuadro, se señala la intervención del reentelado.



Fig. 11. Diego de Velázquez. *Felipe IV*. 1625. O. s./L. 198x101,5 cm. (Fuente: Museo Nacional del Prado).

Fig. 12. Radiografía general del cuadro. (Fig.11).

#### FICHA DEL ESTUDIO TÉCNICO REALIZADO

Técnica pictórica

O/L. Prep. Creta; Carbonato cálcico

Reentelado

A la gacha

Radiografía

SI

Comentario sobre la acción del reentelado en la radiografía

SI<sup>26</sup>

26 Al igual que en la obra *La imposición de la casulla a San Ildefonso* (Fig.7), se hace referencia a la presencia en el documento radiográfico de pequeños puntos blancos pero muy numerosos, con alto contraste radiopaco, y que señala la autora que pueden ser debidos al estucado de las lagunas o pérdidas pictóricas o a “algún material de alta radiopacidad presente entre la tela original y la de forración” (Garrido Pérez 1992, pp. 123).



Fig. 13. Diego de Velázquez. *El Infante don Carlos*. 1628. O. s./L. 210,5x126,5 cm. (Fuente: Museo Nacional del Prado).  
 Fig. 14. Radiografía general del cuadro. (Fig.13).

**FICHA DEL ESTUDIO TÉCNICO REALIZADO**

Técnica pictórica	O/L. Prep. Creta; Carbonato cálcico
Reentelado	A la gacha
Radiografía	SI
Comentario sobre la acción del reentelado en la radiografía	NO <sup>27</sup>

27 El examen radiográfico y reflectográfico de esta obra, es comparativo con el realizado a otras pinturas citadas anteriormente, como *Felipe IV* (Fig.11), o *La venerable madre Jerónima de la Fuente* (Fig.3). Todos los estudios se centran en analizar aspectos formales sobre la ejecución de las pinturas y los cambios de composición. Tan solo se señala que el efecto de las diferentes pinceladas motiva los cambios de densidades en el documento radiográfico (Garrido Pérez 1992, pp. 130).

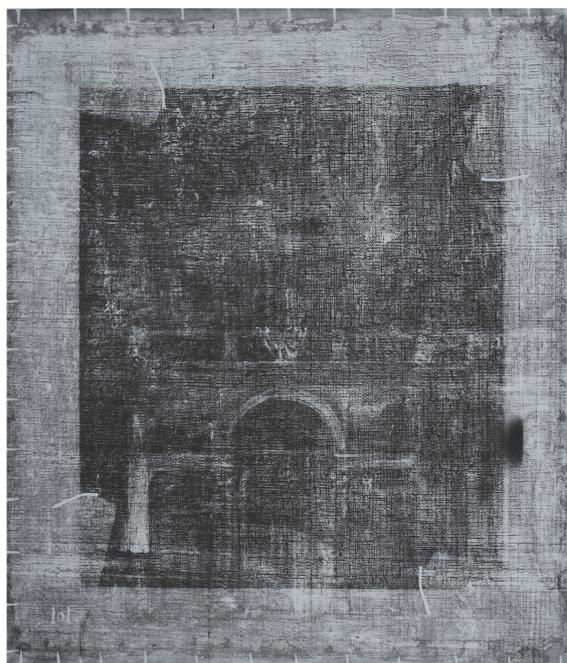


Fig. 15. Diego de Velázquez. *Paisaje de Villa Medici. Fachada de la Gruta-Logia*. 1629-1649. O. s./L. 48,5x43 cm. (Fuente: Museo Nacional del Prado).

Fig. 16. Radiografía general del cuadro. (Fig.15).

#### FICHA DEL ESTUDIO TÉCNICO REALIZADO

Técnica pictórica

O/L. Prep. Creta; Carbonato cálcico  
+ blanco de plomo

Reentelado

A la gacha

Radiografía

SI

Comentario sobre la acción del reentelado en la radiografía

SI<sup>28</sup>

28 Resulta muy interesante para nuestro estudio, el comentario realizado acerca del reentelado de esta pintura, en el que se indica que: “Sobre la tela de la forración, se aprecian manchas rojizas que han sido determinadas como cola, causadas por el exceso del material dado en la forración y por la consistencia del mismo” (Garrido Pérez 1992, pp. 215); Sin embargo, no se profundiza la incidencia que podría tener esta adición de materiales adhesivos en la radiografía.



Fig. 17. Diego de Velázquez. *Doña Antonia de Ipeñarrieta y Galdós y su hijo don Luis*. 1631. O. s./L. 205x115 cm. (Fuente: Museo Nacional del Prado).

Fig. 18. Radiografía general del cuadro. (Fig.17).

#### FICHA DEL ESTUDIO TÉCNICO REALIZADO

Técnica pictórica

O/L. Prep. creta; carbonato cálcico  
y B pb poco mezclado

Reentelado

A la gacha

Radiografía

SI

Comentario sobre la acción del reentelado en la radiografía

SI<sup>29</sup>

29 Centra nuestra atención el comentario realizado acerca de la alta radiopacidad apreciada en el ojo derecho del niño, y que se atribuye a que la zona coincide con alguna mancha blanca, que también están extendidas por otras partes del lienzo. Añade, que este hecho podría ser debido a la aplicación desigual de la preparación, o “*estar motivada por algún material interpuesto por el reverso del cuadro*” (Garrido Pérez 1992, pp. 256).



Fig. 19. Diego de Velázquez. *Don Diego del Corral y Arellano*. 1631. O. s./L. 205x116 cm. (Fuente: Museo Nacional del Prado).  
Fig. 20. Radiografía general del cuadro. (Fig.19).

#### FICHA DEL ESTUDIO TÉCNICO REALIZADO

Técnica pictórica

O/L. Prep. Creta carbonato cálcico

Reentelado

A la gacha

Radiografía

SI

Comentario sobre la acción del reentelado en la radiografía

NO<sup>30</sup>

30 En el análisis de esta radiografía, únicamente se hace referencia al reentelado que presenta la obra, sin embargo destacan en la radiografía numerosos trazos semicirculares, que la autora atribuye en otras ocasiones a la forma de extender la preparación.



Fig. 21. Diego de Velázquez. *San Antonio Abad y San Pablo del ermitaño*. 1633. O. s./L. 261x192,5 cm. (Fuente: Museo Nacional del Prado).

Fig. 22. Radiografía general del cuadro. (Fig.21).

#### FICHA DEL ESTUDIO TÉCNICO REALIZADO

Técnica pictórica	O/L
Reentelado	A la gacha
Radiografía	SI
Comentario sobre la acción del reentelado en la radiografía	NO <sup>31</sup>

31 Se repite la mención en el documento radiográfico de “*unas manchas blancas*”, que en esta ocasión no se atribuyen a ningún material en concreto, pero sí se señala la confusión que genera al observar las escenas (Garrido Pérez 1992, pp. 303).



Fig. 23. Diego de Velázquez. *Retrato ecuestre del Conde Duque de Olivares*. 1630-1638. O. s./L. (Fuente: Museo Nacional del Prado).

Fig. 24. Radiografía general del cuadro. (Fig.23).

#### FICHA DEL ESTUDIO TÉCNICO REALIZADO

Técnica pictórica

O/L. Prep. creta; carbonato cálcico con poco B pb

Reentelado

A la gacha

Radiografía

SI

Comentario sobre la acción del reentelado en la radiografía

NO<sup>32</sup>

<sup>32</sup> Como en otros casos citados anteriormente tan solo se hace mención del reentelado en el apartado del estudio material del cuadro.



Fig. 25. Diego de Velázquez. *Las lanzas*. 1634. O. s./L. 307,5x370,5 cm. (Fuente: Museo Nacional del Prado).



Fig. 26. Radiografía general del cuadro. (Fig.25).

#### FICHA DEL ESTUDIO TÉCNICO REALIZADO

Técnica pictórica	O/L. Prep. B pb. fondo oscuro
Reentelado	A la gacha
Radiografía	SI
Comentario sobre la acción del reentelado en la radiografía	NO <sup>33</sup>

33 El análisis de este documento radiográfico se centra en la complicada lectura de su imagen, debido a que manchas de diferente densidad y tamaño se entremezclan y que en este caso se atribuyen a la preparación. No se hace mención alguna durante este estudio radiográfico a la presencia de un reentelado. Si lo hace en el apartado de estructura material del cuadro.



Fig. 27. Diego de Velázquez. *Felipe III, a caballo*. 1634. O. s./L. 305x320 cm. (Fuente: Museo Nacional del Prado).

Fig. 28. Radiografía general del cuadro. (Fig.27).

#### FICHA DEL ESTUDIO TÉCNICO REALIZADO

Técnica pictórica	O/L. Prep. B pb + pigmentos
Reentelado	A la gacha
Radiografía	Si
Comentario sobre la acción del reentelado en la radiografía	NO <sup>34</sup>

34 Las pinturas correspondientes a las figuras 27 y 29, se analizan conjuntamente. En el retrato del rey, el estudio destaca como los RX revelan la huella que ha dejado la aplicación desigual de la preparación. También sirve para señalar varias modificaciones en las figuras del monarca y del caballo, así como el recrecimiento de las dos pinturas. Los dos cuadros presentan además de un reentelado, la colocación de bandas laterales. “*Tal vez para pegar los añadidos laterales se interpusieron en las uniones unas tiras de lienzo*”. En algunas zonas se aprecia la presencia de las tres telas (Garrido Pérez 1992, pp. 362). No se realiza ninguna alusión a la posible interferencia de los materiales adhesivos añadidos en los procesos de restauración señalados.



Fig. 29. Diego de Velázquez. *La Reina Margarita de Austria, a caballo*. 1634. O. s./L. 302x312 cm. (Fuente: Museo Nacional del Prado).

Fig. 30. Radiografía general del cuadro. (Fig.29).

#### FICHA DEL ESTUDIO TÉCNICO REALIZADO

Técnica pictórica	O/L. Prep. B pb + pigmentos
Reentelado	A la gacha
Radiografía	Si
Comentario sobre la acción del reentelado en la radiografía	NO <sup>35</sup>

35 En este caso, se relaciona la dificultad de lectura del documento radiográfico con la mayor o menor carga de preparación del cuadro. Se cita nuevamente la presencia de manchas en el fondo, que “sugieren muchas veces imágenes que no sabemos hasta qué punto deben ser tomadas en cuenta o son fruto de la imaginación [...]”, a las que no se da excesivo interés (Garrido Pérez 1992, pp. 357).

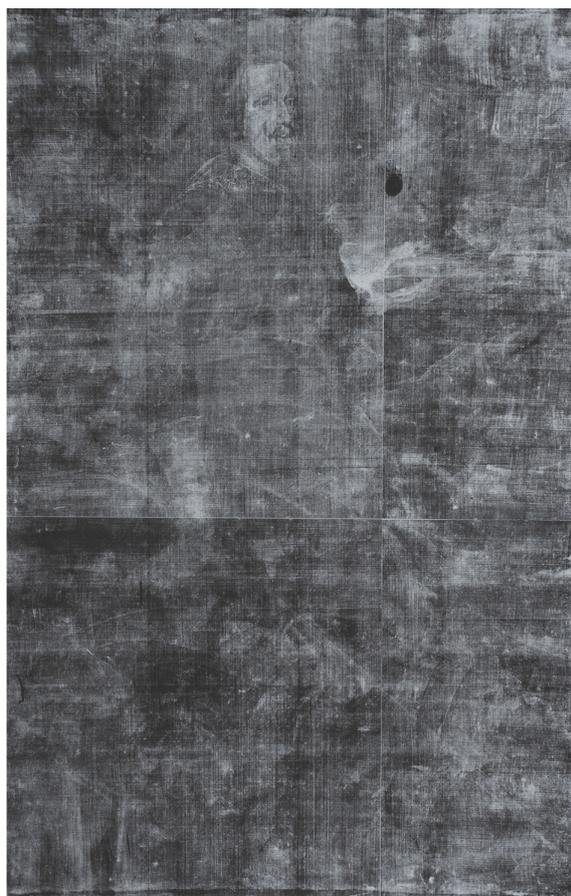


Fig. 31. Diego de Velázquez. *Felipe IV, cazador*. 1630-1635. O. s./L. 189x124,5 cm. (Fuente: Museo Nacional del Prado).

Fig. 32. Radiografía general del cuadro. (Fig.31).

#### FICHA DEL ESTUDIO TÉCNICO REALIZADO

Técnica pictórica

O/L. Prep. B pb + pigmentos

Reentelado

A la gacha

Radiografía

SI

Comentario sobre la acción del reentelado en la radiografía

NO<sup>36</sup>

36 Al final del estudio radiográfico, se hace referencia a que el lienzo está reentelado, para justificar la posición de la tela original en sus bordes (Garrido Pérez 1992, pp. 389).



Fig. 33. Diego de Velázquez. *El bufón Barbarroja, don Cristobal de Castañeda y Pernía*. 1630. O. s./L. 200x121,5 cm. (Fuente: Museo Nacional del Prado).

Fig. 34. Radiografía general del cuadro. (Fig.33).

#### FICHA DEL ESTUDIO TÉCNICO REALIZADO

Técnica pictórica

O/L. Prep. B pb

Reentelado

A la gacha

Radiografía

SI

Comentario sobre la acción del reentelado en la radiografía

NO<sup>37</sup>

37 Al igual que en otras obras solo se menciona la presencia de un reentelado en el apartado de estructura material del cuadro (Garrido Pérez 1992, pp. 416).

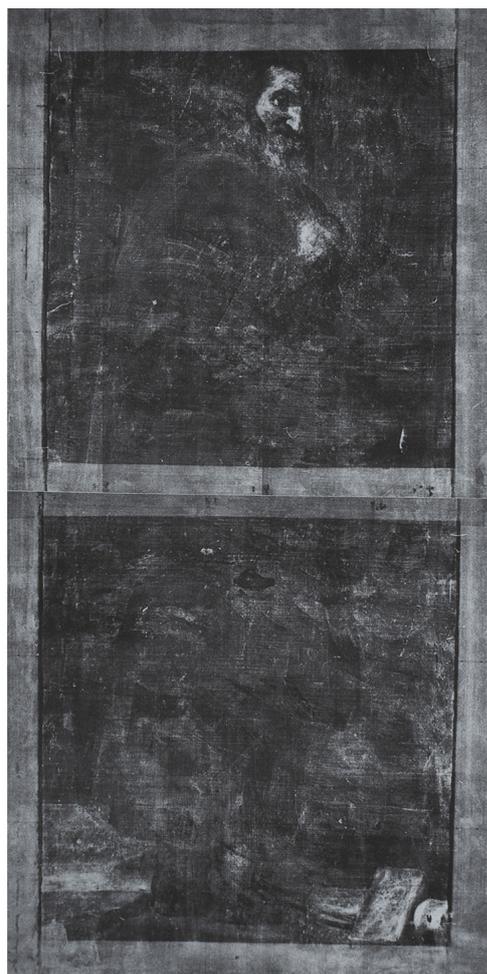


Fig. 35. Diego de Velázquez. *Menipo*. S.f. O. s./L. 178,5x93,5 cm. (Fuente: Museo Nacional del Prado).  
 Fig. 36. Radiografía general del cuadro. (Fig.35).

**FICHA DEL ESTUDIO TÉCNICO REALIZADO**

Técnica pictórica	O/L. Prep. B pb + pigmentos
Reentelado	A la gacha
Radiografía	SI
Comentario sobre la acción del reentelado en la radiografía	NO <sup>38</sup>

38 En el análisis de esta pintura, el comentario específico sobre el reentelado que se le aplicó, se realiza en el apartado de estructura material del cuadro, mientras que el estudio radiográfico se centra en analizar la técnica de ejecución de la pintura.

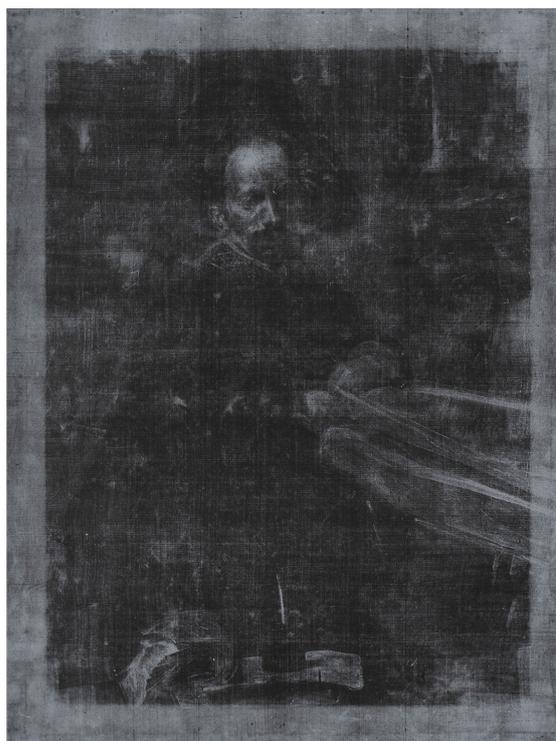


Fig. 37. Diego de Velázquez. *El bufón don Diego de Acebo, el Primo*. 1636-1638. O. s./L. 106x82,5 cm. (Fuente: Museo Nacional del Prado).

Fig. 38. Radiografía general del cuadro. (Fig.37).

#### FICHA DEL ESTUDIO TÉCNICO REALIZADO

Técnica pictórica

O/L. Prep. B pb + pigmentos

Reentelado

A la gacha

Radiografía

SI

Comentario sobre la acción del reentelado en la radiografía

NO<sup>39</sup>

39 En el comentario de este documento radiográfico, nuevamente se señalan las manchas blancas diseminadas por el fondo y que se relacionan con la desigual aplicación de la capa de preparación. Como en otros casos, el estudio está dirigido a examinar la técnica de ejecución de la pintura. En el apartado de estructura material del cuadro se menciona la presencia del reentelado.

### 1.6.1.1.2. Pinturas reenteladas y radiografiadas de Jean-Antoine Watteau.



Fig. 39. Jean-Antoine Watteau. *Capitulaciones de boda y baile campestre*. 1710. O s./L. 46,4x54,7 cm. (Fuente: Museo Nacional del Prado).

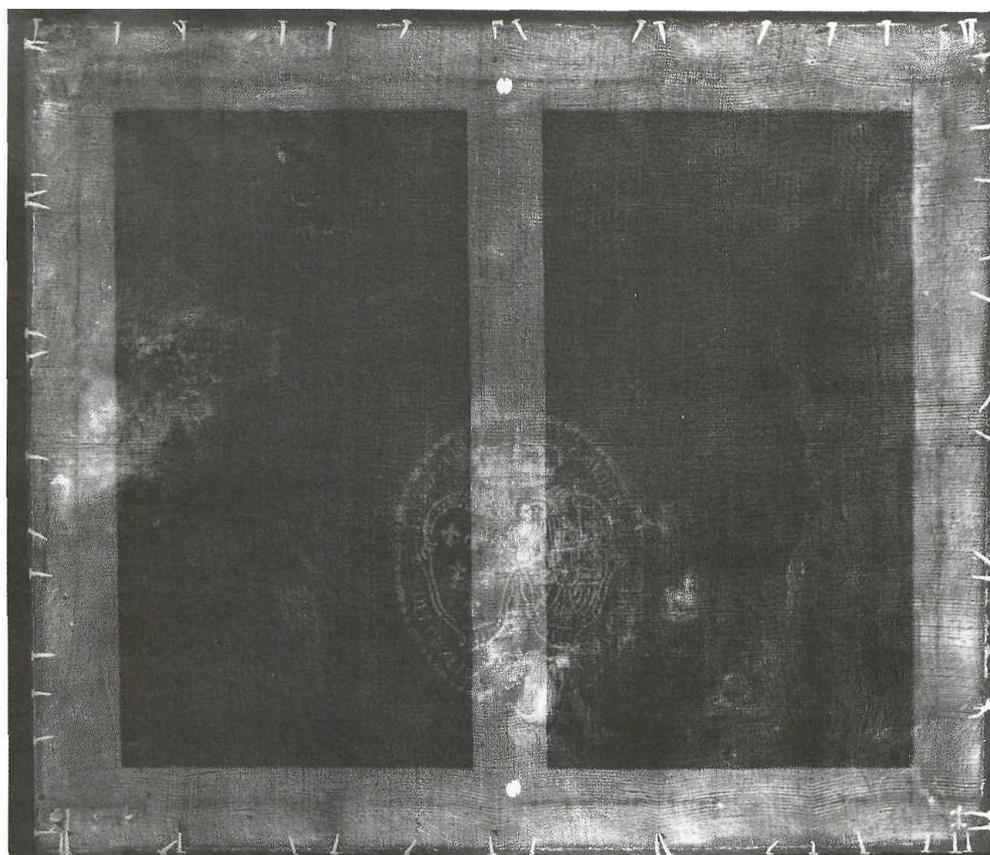


Fig. 40. Radiografía general del cuadro. (Fig.39).

#### FICHA DEL ESTUDIO TÉCNICO REALIZADO

Técnica pictórica	O/L. Prep. B pb + pigmentos
Reentelado	A la gacha
Radiografía	SI
Comentario sobre la acción del reentelado en la radiografía	NO <sup>40</sup>

40 El estudio radiográfico de esta pintura, señala un escaso o nulo contraste radiográfico que impide ver con claridad las diferentes imágenes. La presencia del reentelado hace que un escudo pintado por el reverso del lienzo original no sea visible. Tampoco en este caso se profundiza en la posible incidencia que pudieran tener los materiales adhesivos añadidos en este proceso de restauración.



Fig. 41. Jean-Antoine Watteau. *Fiesta en un parque*. 1710. O. s./L. 47,8x57 cm. (Fuente: Museo Nacional del Prado).

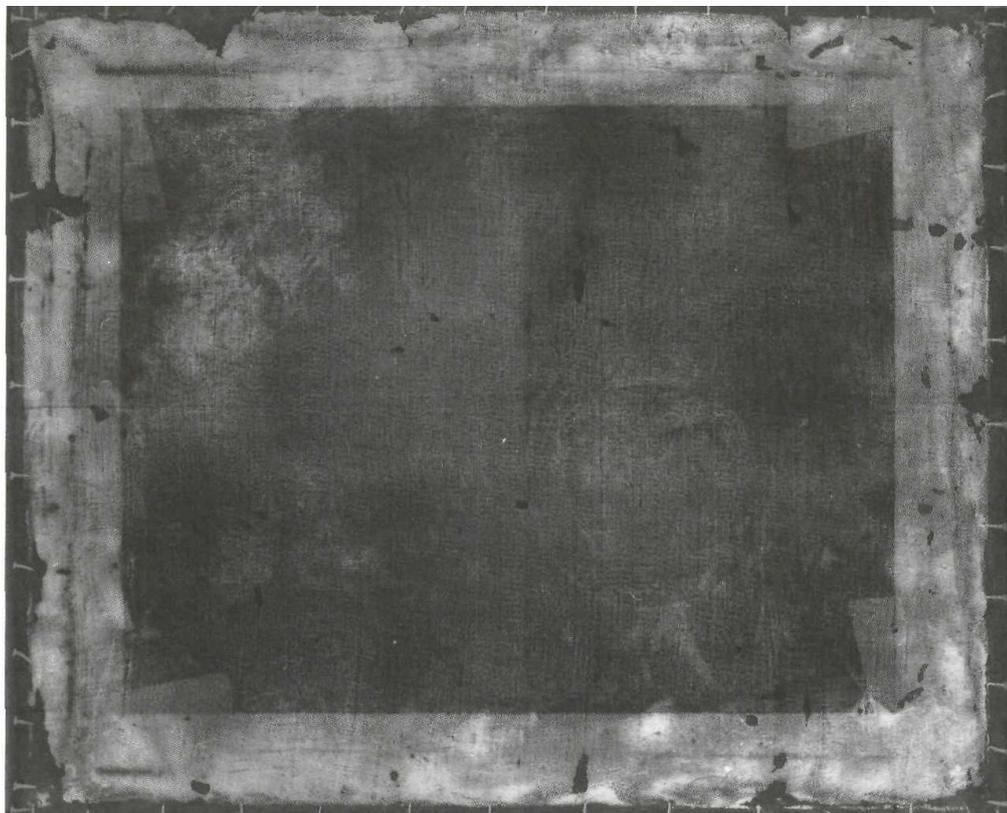


Fig. 42. Radiografía general del cuadro. (Fig.41).

#### FICHA DEL ESTUDIO TÉCNICO REALIZADO

Técnica pictórica	O/L. Prep. B pb + pigmentos
Reentelado	A la gacha
Radiografía	SI
Comentario sobre la acción del reentelado en la radiografía	NO ESPECIFICAMENTE <sup>41</sup>

<sup>41</sup> Al igual que en la obra anterior, se compara en el análisis radiográfico de ambas pinturas la diferente visión de un elemento pintado que representa un escudo, (Fig.39). En este, se señala una visión más borrosa en su densidad radiográfica, y lo atribuyen a dos posibles causas; una de ellas podría deberse a la cantidad de pigmento utilizado en la pintura. La otra pudiera ser el resultado de la práctica del reentelado que presenta la obra, para el cual se solía lijar el reverso del lienzo original, para que las telas, (original y nueva) tuvieran mayor adherencia a través de los productos aplicados (adhesivos) para su unión. No se hace referencia específica a la interacción de estos materiales (Garrido Pérez 1989, pp. 57).

### **1.6.1.2. Museo de Bellas Artes de Bilbao.**

A partir de los años 90, el Museo de Bellas Artes de Bilbao protagoniza una importante transformación; consciente de la demanda cultural de la sociedad y su ciudad. Emprende un plan de reforma y ampliación, que situará a la pinacoteca en una de las referentes a nivel nacional.

Dentro de la colección permanente del Museo, la pintura barroca española del s. XVII, cobra una especial importancia, con obras relevantes, con obras de Ribera, Zurbarán y Murillo entre otros.

A través de los boletines que publica el museo hemos revisado aquellos trabajos que recogen investigaciones técnico-científicas, que pudieran tener relación con nuestra investigación. Entre ellas hemos seleccionado un reciente estudio de una pintura de El Greco, *San Francisco en oración ante el Crucificado* (Sánchez-Lassa y Merino Gorospe 2014), y *La Santa Faz* de Francisco de Zurbarán (Delenda 2013).

1.6.1.2.1. Pintura reentelada y radiografiada de El Greco.



Fig. 43. El Greco. Doménikos Theotokópoulos. *San Francisco en oración ante el crucificado*. 1585. O. s./L. 105,5x86,5 cm. (Fuente: Museo de Bellas Artes de Bilbao).



Fig. 44. Radiografía general del cuadro. (Fig.43).

#### FICHA DEL ESTUDIO TÉCNICO REALIZADO

Técnica pictórica	O/L. Prep. Creta +B pb + pigmentos
Reentelado	A la gacha italiana
Radiografía	SI
Comentario sobre la acción del reentelado en la radiografía	NO <sup>42</sup>

42 El estudio radiográfico de la obra está enfocado principalmente a corroborar el estado de conservación de la misma, objeto de debate y depreciación en otra época. Se menciona el reentelado practicado en el Museo del Prado en 1938, como una intervención más en la historia de la obra. Menciona también el juego de densidades radiográficas atribuidas a la forma de aplicar la preparación: *“En la radiografía se detecta una serie de líneas curvadas de mayor densidad radiográfica formando arcos que no coinciden con ningún elemento de la composición, sino que delatan el empleo de una raedera [...], para extender esta primera capa de preparación”* (Sánchez-Lassa y Merino Gorospe 2014, pp. 143).

1.6.1.2.2. Pintura reentelada y radiografiada de Francisco de Zurbarán.



Fig. 45. Francisco de Zurbarán. *La Santa Faz*. 1660. O. s./L. 104,3x84,5 cm. (Fuente: Museo de Bellas Artes de Bilbao).



Fig. 46. Radiografía general del cuadro. (Fig.45).

#### FICHA DEL ESTUDIO TÉCNICO REALIZADO

Técnica pictórica	O/L
Reentelado	A la gacha
Radiografía	SI
Comentario sobre la acción del reentelado en la radiografía	NO <sup>43</sup>

---

43 Pese a habernos sido facilitado el informe de restauración realizado a esta obra, no hemos hallado en él, ningún análisis del estudio radiográfico efectuado a la pintura (Delenda 2013).

### **1.6.1.3. Museo Thyssen Bornemisza.**

El Museo Thyssen Bornemisza, es otra de las instituciones españolas cuyo esfuerzo en materia de Conservación y Restauración de su colección, está directamente ligado a la labor de investigación que realiza. La continua renovación de su equipamiento, le permite alcanzar una continua innovación tecnológica que revierte directamente en la futura conservación de sus fondos.

En 2014, con motivo del IV Centenario del fallecimiento del pintor cretense Doménikos Theotokópoulos, conocido en España como El Greco, el museo hizo público un estudio técnico acerca de la restauración realizada a cuatro obras del artista pertenecientes a la colección particular de la Institución situadas entre los siglos XVI y XVII.

Hemos realizado una revisión de dicho trabajo para analizar los estudios radiográficos efectuados a las obras y poder determinar la relación que tuvieran con nuestro estudio.

### 1.6.1.3.1. Pinturas reenteladas y radiografiadas de El Greco.

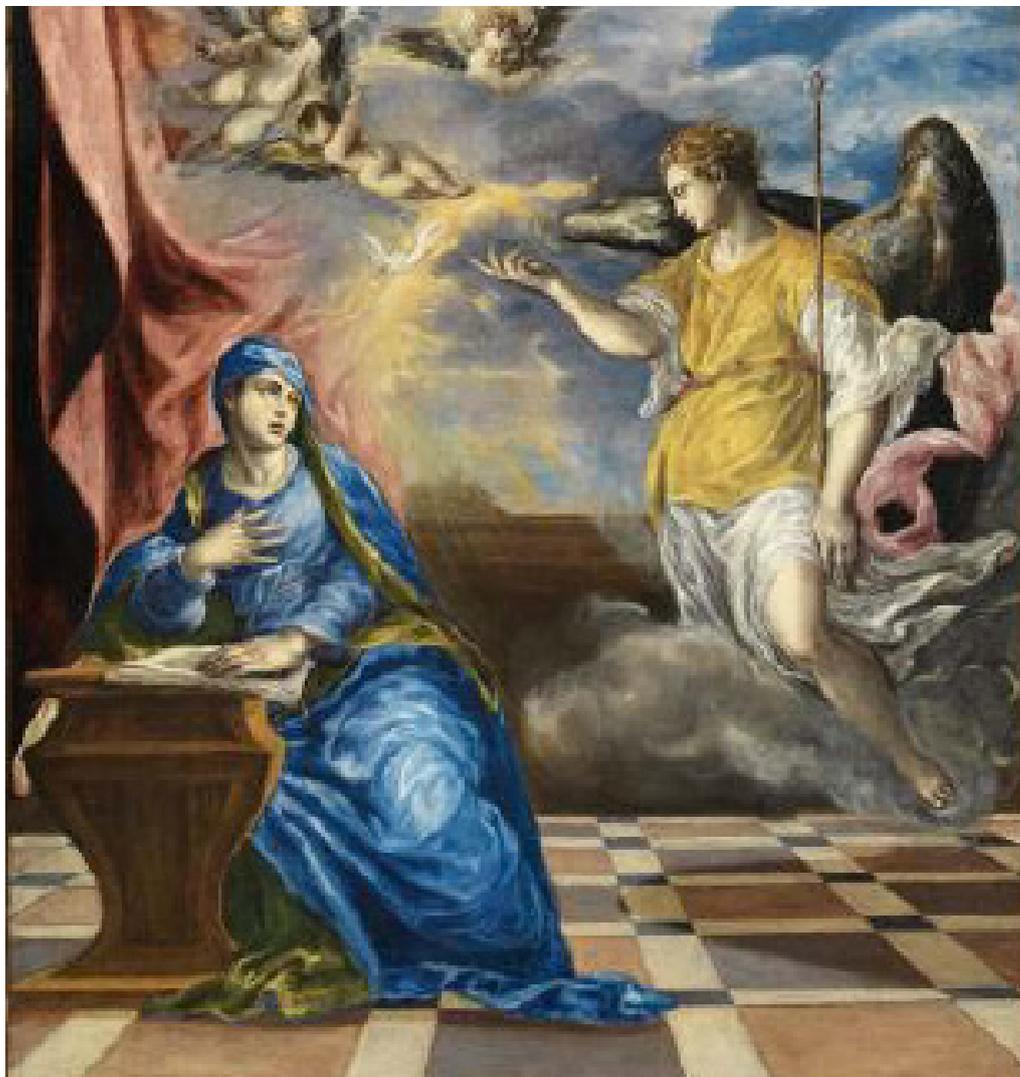


Fig. 47. El Greco. Doménikos Theotokópoulos. *La Anunciación*. 1576. O. s./L. 117x98 cm. (Fuente: Museo Thyssen Bornemisza).



Fig. 48. Radiografía general del cuadro. (Fig.47).

#### FICHA DEL ESTUDIO TÉCNICO REALIZADO

Técnica pictórica	O/L
Reentelado	A la gacha
Radiografía	SI
Comentario sobre la acción del reentelado en la radiografía	NO ESPECIFICAMENTE <sup>44</sup>

44 En el estudio radiográfico de esta obra se centra en analizar la concepción y estudio previos a su realización. Hace referencia a los cambios producidos en la ejecución de la pintura, y sus correspondientes modificaciones. Señala del literal: “*Los resultados que se muestran en la imagen de RX dependen de la densidad de los materiales y de la estructura de las capas de la pintura. Las zonas que poseen más capas de pintura y tienen materiales con elevado peso atómico, dificultan el paso de la radiación a la placa por lo que en la imagen de RX se muestran en tonalidades grisáceas o blanquecinas.*” (Pérez et al. 2014, pp. 7). El estudio se refiere al reentelado del lienzo original en el apartado de la descripción del soporte por el reverso, indicando la diferencia de tejido del original (sarga) al superpuesto (tafetán), sin hacer ninguna otra referencia a la intervención.



Fig. 49. El Greco. Doménikos Theotócopoulos. *La Anunciación*. 1596-1600. O. s./L. 114x67 cm. (Fuente: Museo Thyssen Bornemisza).

Fig. 50. Radiografía general del cuadro. (Fig.49).

**FICHA DEL ESTUDIO TÉCNICO REALIZADO**

Técnica pictórica	O/L
Reentelado	A la gacha
Radiografía	SI
Comentario sobre la acción del reentelado en la radiografía	NO <sup>45</sup>

45 Al igual que la anterior obra citada, el análisis de la radiografía se basa en definir y detallar la génesis de la pintura de El Greco, tanto en documento general como en las radiografías realizadas a detalles. Coincide en señalar que el lienzo está reentelado en el apartado de soporte.



Fig. 51. El Greco. Doménikos Theotócopulos. *Cristo abrazando la Cruz*. 1587-1596. O. s./L. 66x52,5 cm. (Fuente: Museo Thyssen Bornemisza).



Fig. 52. Radiografía general del cuadro. (Fig.51).

#### FICHA DEL ESTUDIO TÉCNICO REALIZADO

Técnica pictórica	O/L
Reentelado	A la gacha
Radiografía	SI
Comentario sobre la acción del reentelado en la radiografía	NO <sup>46</sup>

---

46 A pesar de que esta obra ha sufrido diferentes intervenciones con añadidos de refuerzo a los que se superpuso el lienzo de forración, no se hace ninguna mención a la posible incidencia de estos materiales en el documento radiográfico. Una vez más este examen se enfoca al estado de conservación de la obra y a posibles cambios de composición (Pérez et al. 2014, pp. 25).



Fig. 53. El Greco y Jorge Manuel. *La Inmaculada Concepción*. 1608-1614. O. s./L. 108x82 cm. (Fuente: Museo Thyssen Bornemisza).



Fig. 54. Radiografía general del cuadro. (Fig.53).

#### FICHA DEL ESTUDIO TÉCNICO REALIZADO

Técnica pictórica	O/L
Reentelado	A la gacha
Radiografía	SI
Comentario sobre la acción del reentelado en la radiografía	NO <sup>47</sup>

47 En esta obra, la autora utiliza la radiografía para comentar la composición pictórica de la obra. Este análisis pictórico lo centra más en la mitad superior por tener “*detalles radiográficos más significativos a señalar*” o “[...] *el estado de conservación que nos muestran los RX es estable [...]*” (Pérez et al. 2014, pp. 33).

#### **1.6.1.4. Instituto Andaluz de Patrimonio Histórico<sup>48</sup>.**

La densa actividad en el marco de intervenciones de restauración, documentación, formación y publicación que vienen desarrollando en esta institución desde 1995, unidos a la innovación y desarrollo de nuevas tecnologías que aplican, nos ha llevado a revisar algunas de esas publicaciones que nos han servido para nuestra investigación.

Una de ellas, recoge la restauración con examen científico incluido, de una obra del pintor barroco Francisco de Zurbarán del s. XVII, y la otra corresponde al estudio de uno de cuatro retratos que pintó Velázquez del poeta D. Luis de Góngora y Argote<sup>49</sup>, perteneciente a la Fundación Lázaro Galdiano de Madrid (Núñez Casares et al. 2009).

---

48 En adelante IAPH.

49 *“Existen cuatro versiones significativas del retrato: la conservada en el Museo de Boston, ésta de la Fundación Lázaro Galdiano, otra en el Museo del Prado y la que se conserva en la actualidad en una colección particular de San Sebastián”* (Núñez Casares et al. 2009, pp. 112).

**1.6.1.4.1. Pintura reentelada y radiografiada de Francisco de Zurbarán.**



Fig. 55. Francisco de Zurbarán. *La Porciúncula*. 1630. O. s./L. 248x167 cm. (Fuente: IAPH).

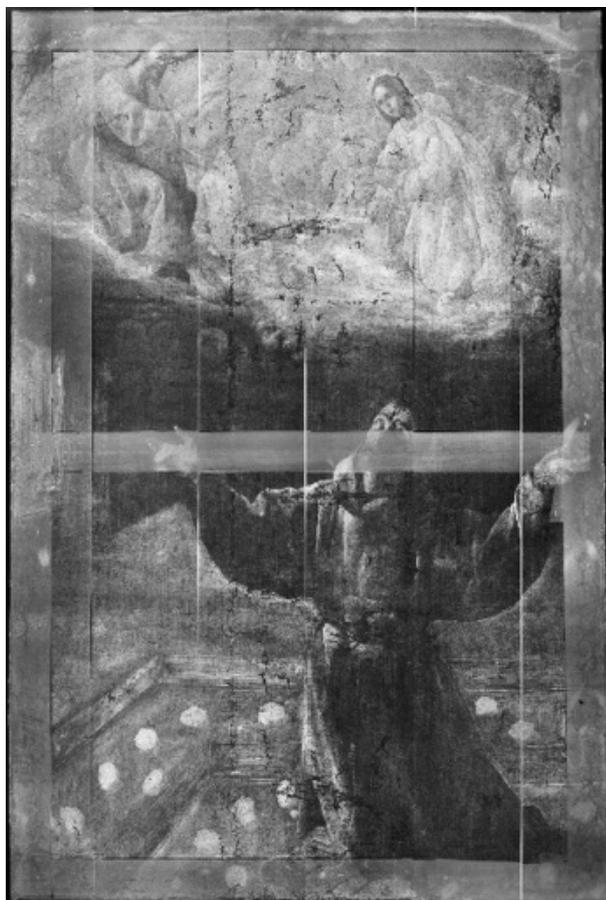


Fig. 56. Radiografía general del cuadro. (Fig.55).

#### FICHA DEL ESTUDIO TÉCNICO REALIZADO

Técnica pictórica	O/L
Reentelado	No se especifica
Radiografía	SI
Comentario sobre la acción del reentelado en la radiografía	NO <sup>50</sup>

50 El estudio radiográfico está enfocado a determinar y localizar los posible daños que presenta la obra (IAPH 2013).

**1.6.1.4.2. Pintura reentelada y radiografiada: Escuela de Murillo.**



Fig. 57. Escuela de Murillo. *Descanso en la huida a Egipto*. S. XVII. S.f. O. s./L. 206x247,5 cm. (Fuente: IAPH)

**FICHA DEL ESTUDIO TÉCNICO REALIZADO**

Técnica pictórica	O/L
Reentelado	A la gacha
Radiografía	NO. SI Estudio radiográfico
Comentario sobre la acción del reentelado en la radiografía	NO <sup>51</sup>

51 No hemos encontrado imagen radiográfica de la obra, pero se ha podido consultar el estudio radiográfico. Este examen se dirige fundamentalmente a señalar los cambios en la composición y su estado de conservación (IAPH 2010).

### 1.6.1.4.3. Pintura reentelada y radiografiada de Diego de Velázquez.



Fig. 58. Diego de Velázquez. *Retrato del poeta D. Luis de Góngora y Argote*. 1622. O. s./L. 55x45 cm. (Fuente: IAPH).

Fig. 59. Radiografía parcial del cuadro. (Fig.58)

#### FICHA DEL ESTUDIO TÉCNICO REALIZADO

Técnica pictórica	O/L. Prep. creta + B pb.
Reentelado	A la gacha
Radiografía	SI
Comentario sobre la acción del reentelado en la radiografía	NO <sup>52</sup>

52 Los comentarios realizados acerca del análisis radiográfico efectuado a la obra, están enfocados a registrar los materiales y técnica de ejecución del artista, pincelada, aplicación del color, y arrepentimientos; Se menciona el reentelado en los apartados de *Soporte y Técnicas de Examen por Imagen*, pero no se realiza ningún comentario acerca de la posible interferencia de los materiales añadidos en este proceso (Núñez Casares et al. 2009, pp. 118,119).

### 1.6.1.5. Instituto del Patrimonio Cultural de España <sup>53</sup>.

Una de las premisas del IPCE, es la conservación y restauración de nuestro patrimonio. Lo avalan las numerosas intervenciones llevadas a cabo con unos criterios y metodología basados en la constante investigación tecnológica.

Esta institución posee un amplio fondo radiográfico, fuente de investigación y documentación, cuyos responsables Araceli Gabaldón y Tomás Antelo (1997), han sido claves en el desarrollo de esta técnica, que les ha permitido alcanzar una metodología de interpretación de documentos, basada en un amplio conocimiento de la física.

Según Gabaldón, en el IPCE han empezado a desarrollar una metodología de interpretación radiográfica, basada *“no tanto en aspectos estilísticos [...], sino en otra forma de ver la radiografía”*; y añade: *“Con la interpretación de la radiografía, nosotros nos preguntábamos ¿podemos hacer algo más desde otro punto de vista que no sea el histórico, basado fundamentalmente en los aspectos estilísticos?”* (Bruquetas y Gómez 2010, pp. 63).

Se habla por tanto de establecer una sistematización metodológica como medio o instrumento para la lectura de un documento radiográfico. Recoge también Gabaldón (2011, pp. 26) entre sus reflexiones, el futuro de los procedimientos radiográficos en el campo de los bienes culturales. Los avances en la industria y medicina, también repercuten en nuestro futuro y nos orientan a los sistemas de captación digital, también denominados radiografía digital directa e indirecta.

En esta misma línea, señalan otros investigadores (Janssens et al. 2010), que los métodos tradicionales para el estudio de pinturas, como son la reflectografía infrarroja y los rayos X<sup>54</sup>, tienen sus limitaciones, pero que combinadas con un nuevo enfoque basado en técnicas tomográficas, que ofrecen una penetración en profundidad en la materia que se trate, permiten examinar las obras de una forma nueva y más completa. Indican así mismo que hace varios años conservadores y museos han aplicado nuevas variantes de los tradicionales métodos de examen R.I.R y RX, basados en métodos de imagen, cuyos informes comienzan a emerger.

Debido al interés que nos ha generado el trabajo desarrollado por esta institución, hemos revisado sus publicaciones de los períodos comprendidos entre 2008 y 2015. Algunos de sus trabajos e investigaciones aparecen referenciados en nuestra bibliografía, como ejemplo de casuísticas que tienen relación con nuestro estudio.

En estas revisiones efectuadas, hemos encontrado una interesante publicación (Bruquetas et al. 2011), acerca de las intervenciones que en 1964, esta Institución entonces denominada Instituto Central de Restauración y Conservación (ICCR), realizó en una serie de pinturas de Zurbarán, situadas en el Monasterio de Nuestra Señora de Guadalupe, en Cáceres; en la que el maestro representó a

---

53 En adelante IPCE.

54 Técnicas que se complementaron con los análisis de muestras al microscopio.

unos monjes. Este conjunto de obras ha sido revisado en 2009, comparando los datos archivados por el IPCE, acerca de su anterior restauración, con los análisis y estudios actualizados.

Estos cuadros se reentelaron a la gacha; y el análisis comparativo de ambas series radiográficas (1964 y 2009), señala además de la diferencia entre los documentos radiográficos de ambas series, debido a las distintas constantes de captura, la posibilidad de que interfiriera la existencia de una forración en la serie antigua.

En sus investigaciones sobre las dos series observan diferencias de densidades, por lo que se refuerza la idea de que una forración podría interferir en el resultado. De los resultados de estos estudios se previó una futura publicación; no localizada en el momento actual.

### **1.6.2. Casos recogidos: Europa.**

Con el fin de reunir el máximo de documentación relacionada con nuestra investigación, hemos hecho un seguimiento en varios Museos e Instituciones extranjeras.

De algunos, obtuvimos rápida respuesta, como la National Gallery de Londres, que aunque señalan la poca existencia de pinturas de s. XVII que poseen, hemos podido recoger de sus boletines algunos artículos interesantes para nuestra investigación.

De este Museo, hemos seleccionado pinturas de Velázquez, dado que es uno de los autores con más número de obras encontradas que se adaptaban a nuestra investigación; de Peter Paul Rubens, y de Anthony van Dyck, puesto que la National Gallery posee la mayor parte de las obras más significativas de su carrera. A lo largo de los años 90, la Pinacoteca adquirió algunas de estas obras, a las que realizaron exámenes físicos con estudio radiográfico. Los trabajos que hemos utilizado corresponden a las siguientes pinturas: *Christ after the Flagellation*, *Drunken Silenus supported by Satyrs*, *Minerva protects Pax from Mars (Peace and War)*; *Portrait of awomn and child*; *Portrait of George Gage with Two Attendants*; *The Balbi Children*; *Equestrian Portrait of Charles I*; y *Lady Elizabeth Thimbelby and Dorothy, Viscountess Andover*.

### 1.6.2.1. National Gallery of London.

#### 1.6.2.1.1. Pintura reentelada y radiografiada de Diego de Velázquez.



Fig. 60. Diego de Velázquez. *Christ after the Flagellation*. 1628. O. s./L. 165,1x206,4 cm. (Fuente: National Gallery. London).

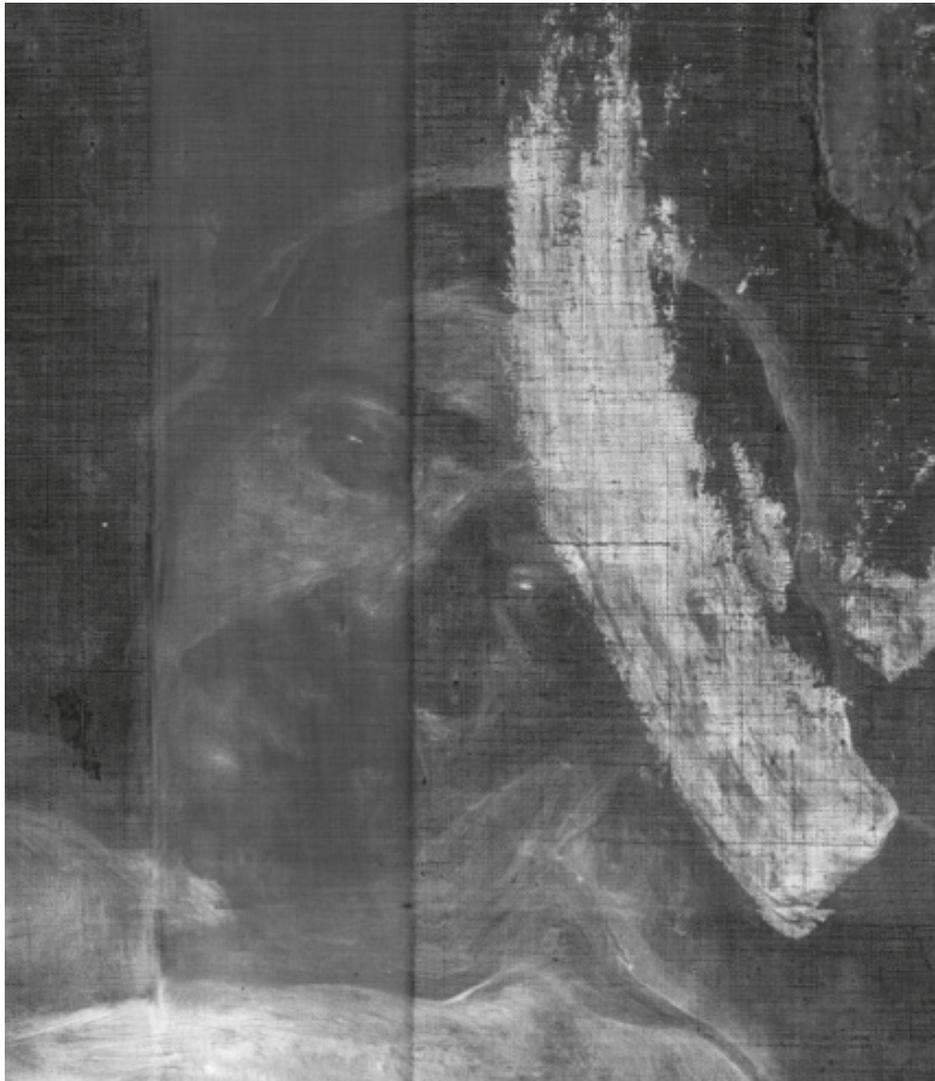


Fig. 61. Radiografía parcial del cuadro. Detalle del rostro del Cristo. (Fig.60).



Fig. 62. Radiografía parcial del cuadro. Detalle de The Christian Soul. (Fig.60).

#### FICHA DEL ESTUDIO TÉCNICO REALIZADO

Técnica pictórica	O/L
Reentelado	A la gacha
Radiografía	SI
Comentario sobre la acción del reentelado en la radiografía	NO <sup>55</sup>

55 El comentario radiográfico de esta obra, en principio está enfocado a estudiar la técnica del artista español. Cita las preparaciones rojizas “tierra de Sevilla” utilizadas en su edad temprana. También se hace referencia a uso del dibujo preparatorio, aspectos compositivos y arrepentimientos o “pentimenti” (Keiht et al. 2009, pp. 59). No obstante destacamos el comentario de un pie de foto de radiografía parcial, que se corresponde con la (Fig.61): *“la pincelada en tono claro y ascendente a la derecha de la imagen no es parte de la aplicación de pintura de Velázquez, es un material que se ha añadido posteriormente en el reverso de la tela durante un viejo tratamiento de conservación”* (Keiht et al. 2009, pp. 63). La radiografía de la (Fig.62), permite observar a través de los Rayos X las sombras cristalizadas debajo de una capa de pintura opaca, especialmente en la mandíbula.

**1.6.2.1.2. Pinturas reenteladas y radiografiadas de Peter Paul Rubens.**



Fig. 63. Peter Paul Rubens. *Drunken Silenus supported by Satyrs*. 1620. O. s./L. 133,5x197 cm. (Fuente: National Gallery. London).



Fig. 64. Radiografía general del cuadro. (Fig.63).

#### FICHA DEL ESTUDIO TÉCNICO REALIZADO

Técnica pictórica	O/L
Reentelado	A la gacha
Radiografía	SI
Comentario sobre la acción del reentelado en la radiografía	NO <sup>56</sup>

56 El comentario de análisis radiográfico de esta pintura señala que este examen revela un método de pintura sistematizada y de alta organización. Precisamente por este tipo de calidad pictórica no hay arrepentimientos. Tan sólo se localizan cambios en el hombro izquierdo de Silenus y pequeñas alteraciones en el follaje alrededor de su cabeza. A simple vista no se puede detectar con los rayos X un dibujo preliminar si lo hubiera, ya que en las composiciones de esbozos los materiales utilizados solían ser tiza, carbón o un dibujo “cepillado”, que con esta técnica no se aprecia (Keith 1999, pp. 99). No se hace referencia alguna al reentelado que porta la obra.



Fig. 65. Peter Paul Rubens. *Minerva protects Pax from Mars (Peace and War)*. 1629-30. O. s./L. 203,5x298 cm. (Fuente: National Gallery. London).

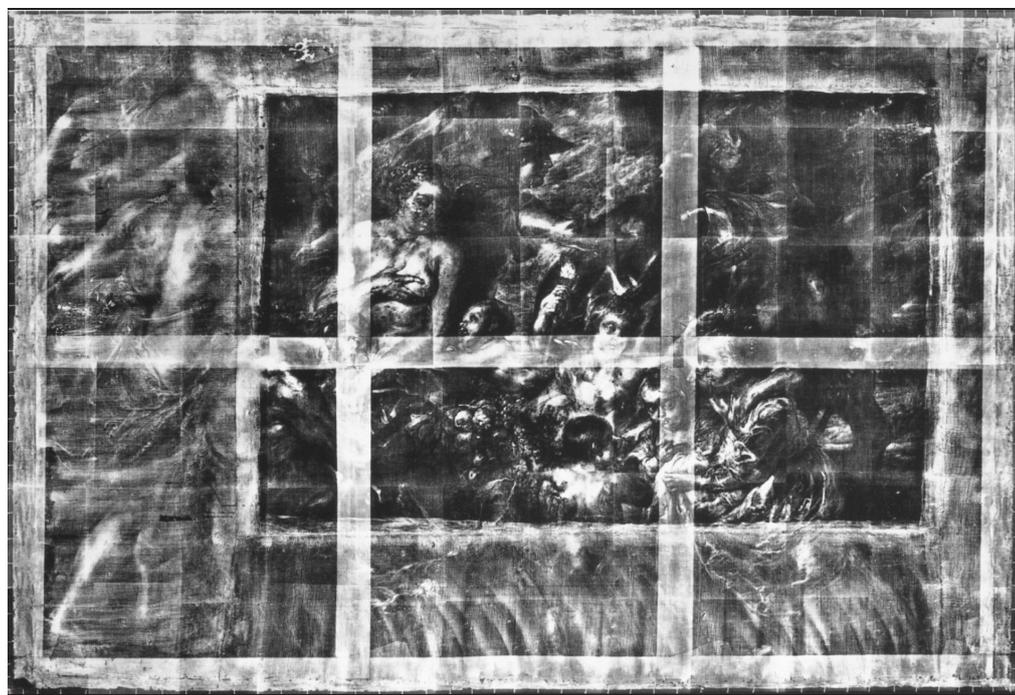


Fig. 66. Radiografía general del cuadro. (Fig.65).

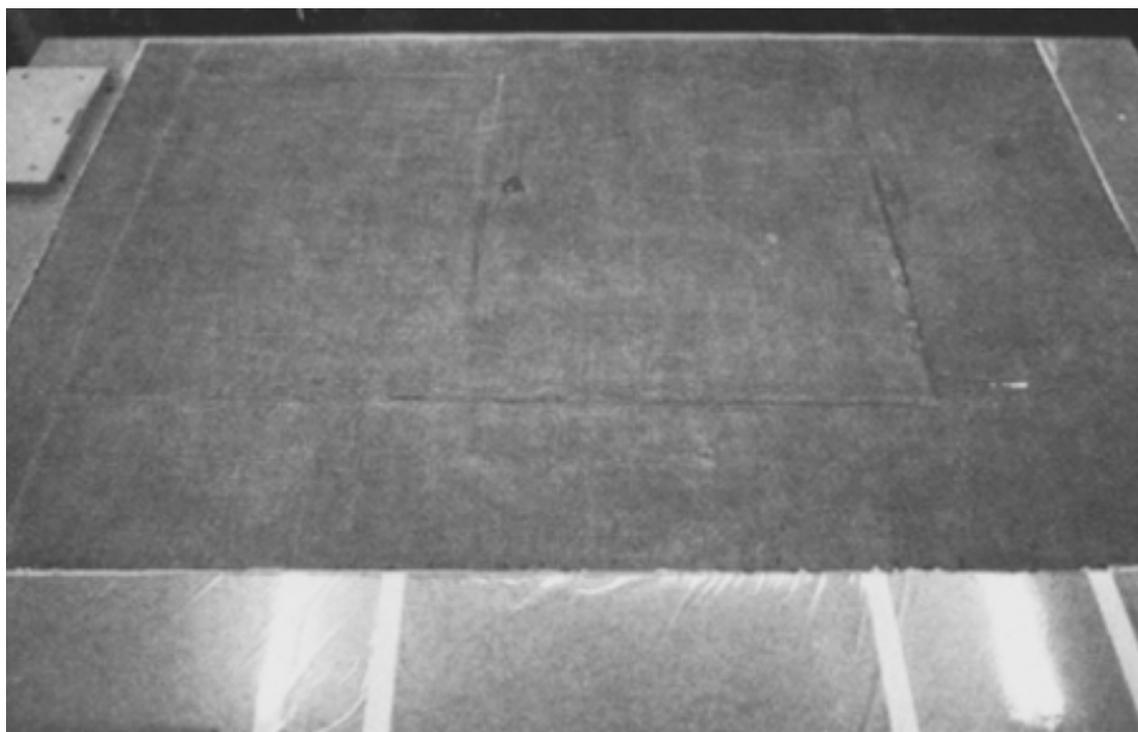


Fig. 67. Imagen del reverso del lienzo original (Fig.65), una vez retirada la tela del reentelado. Se pueden observar las diferentes uniones de telas que constituyen el soporte original de la pintura.

#### FICHA DEL ESTUDIO TÉCNICO REALIZADO

Técnica pictórica	O/L
Reentelado	A la gacha
Radiografía	SI
Comentario sobre la acción del reentelado en la radiografía	NO <sup>57</sup>

57 El estudio radiográfico de esta pintura, permitió descubrir el entramado de telas unidas que formaban la totalidad del soporte de la pintura, en total siete fragmentos de tela. A través de los RX, se puede ver los dos centrales, son del mismo tejido, mientras que el resto de añadidos son de diferente composición y ligeramente más finos. También el estudio, aporta detalles de la composición de las capas de pintura aplicadas así como la alta densidad radiográfica de estas zonas de unión con respecto al resto del soporte, debido al empaste más grueso utilizado para cubrir las costuras. No obstante lo más relevante de este estudio se refiere al hallazgo de la composición exacta de los fragmentos del soporte de tela que pudieron observarse al retirar el reentelado en 1983, (Fig.67) (Roy 1999, pp. 92). Sin embargo ni el proceso de reentelado sufrido por la pintura, ni el estudio radiográfico realizado a la obra no se ha comentado con los fines que nosotros perseguimos.

**1.6.2.1.3. Pinturas reenteladas y radiografiadas de Anthony Van Dyck.**



Fig. 68. Anthony van Dyck. *Portrait of a woman and child*. 1620. O. s./L. 131,5x106 cm. (Fuente: National Gallery, London).



Fig. 69. Radiografía parcial del cuadro. Detalle de la cabeza del niño. (Fig.68).

#### FICHA DEL ESTUDIO TÉCNICO REALIZADO

Técnica pictórica	O/L
Reentelado	A la gacha
Radiografía	SI
Comentario sobre la acción del reentelado en la radiografía	NO <sup>58</sup>

---

58 El comentario radiográfico de esta pintura detalla aspectos de los materiales utilizados por el artista en su ejecución, como el blanco de plomo para las carnaciones, ropaje y alzacuellos del niño; así mismo detalla la manera directa de aplicación de la pincelada sin apenas correcciones. Tanto los rayos X como el examen de infrarrojos, así lo demuestran. No se hace mención al reentelado que porta la obra, ni a la posible interferencia de los materiales añadidos en el mismo.



Fig. 70. Anthony van Dyck. *Portrait of George Gage with Two Attendants*. 1622-23. O. s./L. 115x113,5 cm. (Fuente: National Gallery. London).



Fig. 71. Radiografía parcial del cuadro. Detalle de uno de los rostros. (Fig.70).

#### FICHA DEL ESTUDIO TÉCNICO REALIZADO

Técnica pictórica	O/L
Reentelado	A la gacha
Radiografía	SI
Comentario sobre la acción del reentelado en la radiografía	NO <sup>59</sup>

---

59 En la imagen radiográfica de detalle (Fig.71), se observan los fines a los que está dirigido el estudio radiográfico, que son los de determinar el estado de conservación de la obra. El comentario realizado a pie de foto, indica la apreciación a través de este tipo de examen de la costura que une la adición de otro trozo de tela, en la parte derecha del lienzo (Roy 1999, pp. 58).



Fig. 72. Anthony van Dyck. *The Balbi Children*. 1625-7. O. s./L. 219x151 cm. (Fuente: National Gallery. London).



Fig. 73. Radiografía parcial del cuadro. Detalle del niño más mayor. (Fig.72).

#### FICHA DEL ESTUDIO TÉCNICO REALIZADO

Técnica pictórica	O/L
Reentelado	A la gacha
Radiografía	SI
Comentario sobre la acción del reentelado en la radiografía	NO <sup>60</sup>

60 Los comentarios realizados del análisis radiográfico indican aspectos como que el lienzo es de una sola pieza; de tela gruesa. Así mismo se refieren a los cambios de composición en el curso de ejecución de la pintura, y al contraste radiográfico entre las figuras, sobre todo en las cabezas de los niños (Roy 1999, pp. 62). Destaca la ejecución del collar y los bordados grises, que son una combinación sutil de blanco de plomo con carbón molido negro y finamente pálido esmalte gris-azul (Roy 1999, pp. 63). La pincelada empastada de los trajes y el telón de fondo absorben con fuerza los rayos X, mientras que el fondo es relativamente más homogéneo. Los arrepentimientos más evidentes se encuentran alrededor de las cabezas de los niños más mayores. Tampoco en este caso se hace mención de la posible interferencia de los materiales añadidos en el reentelado.



Fig. 74. Anyhony van Dyck. *Equestrian Portrit of Charles I*. 1637-8. O. s./L. 367x292 cm. (Fuente: National Gallery. London).

#### FICHA DEL ESTUDIO TÉCNICO REALIZADO

Técnica pictórica	O/L
Reentelado	A la gacha
Radiografía	NO. Si estudio radiográfico.
Comentario sobre la acción del reentelado en la radiografía	NO <sup>61</sup>

61 Aunque no disponemos de imagen radiográfica, el estudio indica aspectos acerca de las intervenciones sufridas en la pintura. En este caso si se indica que el lienzo está reentelado y que está formado por dos piezas de tela cosidas. Durante el proceso de reentelado se ocultó la costura original con masilla, pero aún son visibles las puntadas a través de los rayos X (Roy 1999, pp. 77).



Fig. 75. Anthony van Dyck. *Lady Elizabeth Thimbelby and Dorothy, Viscountess Andover*. 1637. O. s./L. 132x149 cm. (Fuente: National Gallery. London).



Fig. 76. Radiografía parcial del cuadro. Detalle de la cabeza de la Vizcondesa. (Fig.75).

#### FICHA DEL ESTUDIO TÉCNICO REALIZADO

Técnica pictórica	O/L
Reentelado	A la gacha
Radiografía	SI
Comentario sobre la acción del reentelado en la radiografía	NO <sup>62</sup>

62 El estudio radiográfico de esta pintura, al igual que los anteriores está enfocado hacia aspectos compositivos de la obra. Señala que los rayos X revelan una forma directa de trabajo, “*alla prima*”, como se demuestra en las cabezas de la hermanas; una de ellas, la Vizcondesa, la podemos observar en la (Fig.76). Este dato, señala el comentario, demuestra la audacia del maestro, trabajando dentro de los contornos del dibujo subyacente. Existen muy pocos arrepentimientos, tan solo en una columna del fondo (Roy 1999, pp. 75). Tampoco en este caso se hace mención a los materiales añadidos en el reentelado, y su posible interferencia en el documento radiográfico.

### 1.6.2.2. National Museum Stockholm.

El Museo Nacional de Estocolmo, es el mayor museo de arte en Suecia. En actualidad, está llevando a cabo un ambicioso proyecto de modernización para cubrir los requerimientos de cualquier institución museográfica actual en sus diferentes departamentos (Evans y Käberg 2013). Este hecho, coincide con el desarrollo de un proyecto de investigación conjunto con el Center for Art Technological Studies and Conservation<sup>63</sup>, que a su vez está en colaboración con, Statens Museum for Kunst<sup>64</sup>, The National Museum of Denmark y The School of Conservation at the Royal Danish Academy of Fine Arts. De esta forma se han asegurado disponer de todos los recursos necesarios para el estudio a fondo de dos obras, una de ellas de Rembrandt y la otra está pendiente de determinar su autoría, ya que se cree que es un alumno de su círculo quién ejecutó el trabajo. Los resultados se darán a conocer coincidiendo con la apertura del museo tras su remodelación.

De todas las obras de artistas españoles que posee el museo hemos seleccionado una de Zurbarán, *El velo de la Santa Verónica*, también llamada *La Santa Faz*. El artista repitió al menos en nueve ocasiones el motivo iconográfico de La Verónica, por lo que la encontramos representada en varios museos<sup>65</sup>. De todas las versiones, el cuadro que se encuentra en el Museo Nacional de Estocolmo, se considera la más hermosa (Frenkel y Álvarez 2000).

---

63 CATS

64 SMK

65 National Gallery of Art Washington DC. *El velo de la Verónica*. 1616-1622; Museo Nacional de Escultura de Valladolid. 1658. 106x83,5 cm; y Colección Fundación GMG. Madrid. Anteriormente de la colección privada de M<sup>a</sup> Luisa Cartula. Santa Faz.

### 1.6.2.2.1. Pintura reentelada y radiografiada de Francisco de Zurbarán.



Fig. 77. Francisco de Zurbarán. *The Veil of Saint Veronica*. 1635. O. s./L. 70x51,5 cm. (Fuente: National Museum Stockholm).

#### FICHA DEL ESTUDIO TÉCNICO REALIZADO

Técnica pictórica	O/L
Reentelado	A la gacha
Radiografía	NO. Si estudio radiográfico
Comentario sobre la acción del reentelado en la radiografía	NO <sup>66</sup>

<sup>66</sup> No hemos podido encontrar el informe específico con examen radiográfico que posee el museo; pero todos los datos que hemos localizado en artículos y otras publicaciones (Stoichita 1991; Delenda 2013), se refieren a la información que se desprende de este estudio técnico, en aspectos como la calidad de la obra en su ejecución, estado de conservación y disposición de los estratos pictóricos. No se hace ninguna referencia a cuestiones relacionadas con la presencia de un reentelado.

### **1.6.2.3. The Rockefeller Foundation. Bellagio Center. Italy.**

También nos han facilitado información otras instituciones europeas, como *The Rockefeller Foundation*, en su sede italiana Bellagio Center, poniendo a nuestra disposición sus trabajos de restauración de varias obras del s. XVII, aunque ninguna de ellas contenía informes con estudios técnicos de RX.

### **1.6.3. Casos recogidos: Estados Unidos.**

#### **1.6.3.1. Metropolitan Museum of Art. New York.**

Este museo goza de un gran reconocimiento mundial por su labor de investigación científica y técnica de conservación, así como por sus instalaciones. Además de desarrollar una labor divulgativa y de formación de conservadores de todo el mundo.

El departamento de investigaciones científicas, es el responsable de la investigación de los trabajos de arte de la colección del Museo. Científicos del departamento cooperan con los conservadores y restauradores y estudian, preservan y conservan las obras, al mismo tiempo que persiguen la investigación innovación en nuevas tecnologías para analíticas, conservación preventiva y metodologías de trabajo.

Hemos seleccionado la obra *Portrait of a man* de Diego de Velázquez, además de por reunir las características de las pinturas que buscábamos para nuestra investigación, por darse la hipótesis de ser precisamente el estudio mediante examen de rayos X aplicado en la restauración de la pintura en 2009, el que diera por definitiva su autoría al gran maestro tras varios cambios de atribución desde 1979 (Christiansen 2009).

Fuentes de la época señalan la existencia de tres autorretratos del pintor Diego de Velázquez. Se cree que éste es el que aparece en el inventario de sus bienes que el propio artista elaboró en 1661.

### 1.6.3.1.1. Pintura reentelada y radiografiada de Diego de Velázquez.



Fig. 78. Diego de Velázquez. *Portrait of a man*. 1630. O. s./L. 68,6x55,2 cm. (Fuente: Metropolitan Museum of Art. N.Y.).  
Fig. 79. Radiografía general del cuadro. (Fig.78).

#### FICHA DEL ESTUDIO TÉCNICO REALIZADO

Técnica pictórica	O/L
Reentelado	A la gacha
Radiografía	SI
Comentario sobre la acción del reentelado en la radiografía	NO <sup>67</sup>

67 El comentario respecto al estudio de Rayos X realizado a la obra, está enfocado hacia su génesis y el estado de conservación de la misma, incluso a través de este examen se pudo visualizar el escudo de George V, rey de Hannover, un antiguo dueño de la pintura (zona inferior derecha de la radiografía). Además, se detallan aspectos como la estructura de la pintura, la capa de preparación e incluso la herramienta utilizada para su aplicación, típica del medio de trabajo de Velázquez (Gallagher 2009). Es extensivo el informe de restauración que condujo a la definitiva atribución de la pintura, pero no se hace referencia en el estudio a la posible incidencia del proceso de reentelado en la imagen radiográfica resultante.

### **1.6.3.2. Boston Museum of Fine Arts.**

El Museo de Bellas Artes de Boston, posee obras de pintura europea de gran valor. Es particularmente importante en el siglo XVII, la pintura holandesa y flamenca, que incluye obras de Rembrandt, Rubens y de Van Dyck. Así mismo, cuenta con una excelente colección de pintura española, entre la que se encuentran obras maestras de Velázquez, Zurbarán y El Greco.

Hemos elegido de entre estas obras, una de Diego de Velázquez, por considerarse la más importante de cuantas representaciones se han hecho del personaje. El retrato de *don Luis de Góngora y Argote* que se conserva en el Museo de Bellas Artes de Boston, ha sido el más alabado por la crítica especializada, llegando incluso en ocasiones a considerar el resto de copias existentes como obras de taller.

### 1.6.3.2.1. Pintura reentelada y radiografiada de Diego de Velázquez.

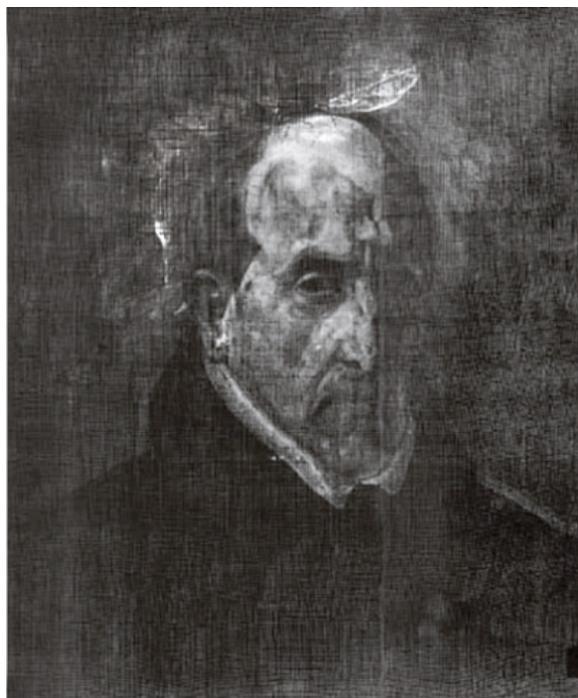


Fig. 80. Diego de Velázquez. *D. Luis de Góngora y Argote*. 1622. O. s./L. 50,2x40,6 cm. (Fuente: Museum of Fine Arts, Boston.).

Fig. 81. Radiografía general del cuadro. (Fig.80).

#### FICHA DEL ESTUDIO TÉCNICO REALIZADO

Técnica pictórica	O/L
Reentelado	A la gacha
Radiografía	SI
Comentario sobre la acción del reentelado en la radiografía	NO <sup>68</sup>

<sup>68</sup> Existen varias interpretaciones acerca de los estudios radiográficos a esta pintura. En una temprana radiografía realizada a la obra, se identificó una corona de laurel, que fue interpretada como un “pentimento” y que suscitó variadas críticas por parte de historiadores, entre los que se encontraba Camón Aznar (Marías 2012, pp. 52). El examen radiográfico se centra en determinar el estado de conservación de la obra y la historia de ejecución. Respecto al reentelado que porta la obra, no se profundiza en ningún aspecto de este proceso de restauración.

#### **1.6.4. Casos recogidos: Asia.**

##### **1.6.4.1. Yamanashi Prefectural Museum of Art. Tokyo.**

Con el fin de conocer el estado de la cuestión relativo a nuestro estudio en los museos asiáticos, nos pusimos en contacto con el Center for Conservation Science and Restoration Techniques of National Research Institute for Cultural Properties, de Tokyo.

Ellos nos remitieron a The University Museum, Tokyo University of The Arts, quiénes a su vez nos indicaron que el Yamanashi Prefectural Museum of Art de Tokyo, encargó en 2003 a la Universidad Nacional de Bellas Artes de Tokyo, como parte de un proyecto, un estudio científico y de restauración<sup>69</sup> de la obra considerada de gran valor *The Sower*, de Jean-François Millet.

Los investigadores que habían colaborado en dicho proyecto nos enviaron el catálogo correspondiente a la publicación del trabajo realizado sobre la obra citada, de la cual incorporamos el extracto junto con otra obra del mismo autor titulada *Daphnis and Chloë*.

Pese a ser este autor de época posterior al período estudiado aquí lo hemos incluido por el interés del estudio.

---

69 Los miembros de este equipo son: Takayasu Kijima y Motomitsu Momii, como restauradores; Ichiro Sato, como encargado de estudio de técnica y materiales de la pintura; Fumiyo Kirino, encargado de análisis y Shinsuke Utada, como coordinador del proyecto.

### 1.6.4.1.1. Pinturas reenteladas y radiografiadas de Jean-François Millet.



Fig. 82. Jean-François Millet. *The Sower*. 1850. O. s./L. 100,5x80,9 cm. (Fuente: Yamanashi Prefectural Museum of Art, Tokyo.).

Fig. 83. Radiografía general del cuadro. (Fig.82).

#### FICHA DEL ESTUDIO TÉCNICO REALIZADO

Técnica pictórica	O/L
Reentelado	A la gacha y cera-resina
Radiografía	SI
Comentario sobre la acción del reentelado en la radiografía	NO <sup>70</sup>

70 El estudio radiográfico se enfocó principalmente a determinar el estado de conservación de la pintura. Este, reveló la existencia de una pintura subyacente sin poder determinar exactamente la figuración representada; también refleja los cambios compositivos en la figura del sembrador (*The Sower*), y las intervenciones anteriores poco afortunadas, como la observación en los bordes perimetrales de la adhesión o reentelado de hasta tres capas de lienzo; dos de las cuales han sido adheridas con un tipo de adhesivo acuoso, que podemos pensar que fue gacha y un tercero con un adhesivo con alto componente de cera de abejas, que nos induce a pensar en un reentelado a la cera-resina (Kijima et al. 2004, pp. 54). Estas sospechas sobre los adhesivos utilizados, aunque se mencionan no se han podido confirmar.

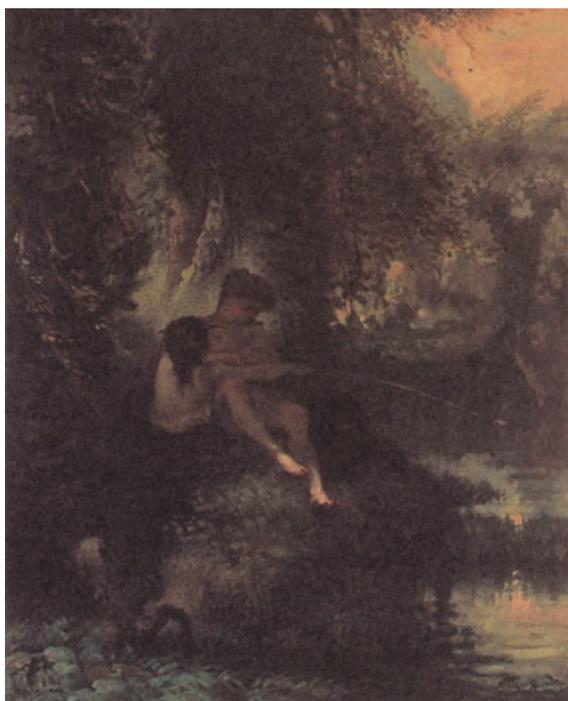


Fig. 84. Jean-François Millet. *Daphnis and Chloë*. O. s./L. 81,6x65,4 cm. (Fuente: Yamanashi Prefectural Museum of Art, Tokyo.)

Fig. 85. Radiografía general del cuadro. (Fig.84).

#### FICHA DEL ESTUDIO TÉCNICO REALIZADO

Técnica pictórica	O/L
Reentelado	A la gacha
Radiografía	SI
Comentario sobre la acción del reentelado en la radiografía	NO <sup>71</sup>

71 En el estudio realizado a esta pintura se habla de una intervención antigua en la que se reenteló el lienzo. Debido a este proceso de restauración, el material del lienzo original no se puede ver directamente. No se mencionan específicamente los resultados del examen radiográfico realizado, aunque todos los datos obtenidos, apuntan a que está dirigido a determinar el estado de conservación de la pintura (Miyazaki 2004, pp. 63).

### 1.6.5. Otras publicaciones.

Hemos recogido también otras publicaciones de profesionales de amplio prestigio en el campo de la investigación como los realizados por la doctora Pilar Bustinduy (2005), donde se insiste en la necesidad de la utilización de la técnica al servicio del arte y la dificultad que conlleva en ocasiones la interpretación de los resultados obtenidos. El estudio recoge la identificación de dos pinturas del Greco una de ellas inédita hasta su publicación. Ambas están reenteladas. Dicho estudio radiográfico está dirigido a corroborar aspectos compositivos y génesis de las obras ya que se plantea la necesidad de sistematizar un protocolo de actuación en los estudios técnicos que contribuirán sin duda a facilitar autorías de atribuciones dudosas.

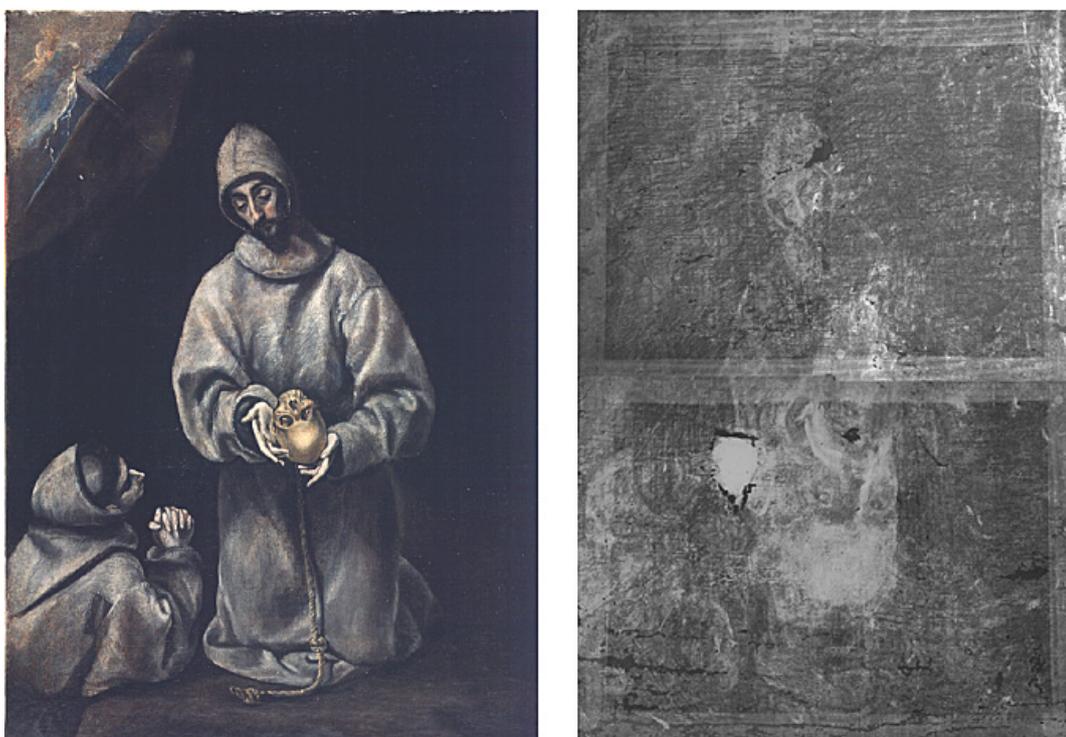


Fig. 86. El Greco. *San Francisco y el Hermano León*. S.f. O. s./L. 78,4x57,2 cm. (Fuente: Archivo Bustinduy Fernández).  
Fig. 87. Radiografía general del cuadro. (Fig.86). Mosaico radiográfico en el que apreciamos las características constructivas y matéricas de la obra, donde adquiere gran protagonismo el retrato subyacente.

La misma autora, presenta otro estudio técnico de gran relevancia en la restauración de otra pintura del mismo autor, El Greco propiedad del Museo Diocesano de Vitoria (Bustinduy Fernández 2005), y que también presenta una forración.



Fig. 88. El Greco. *San Francisco meditando de rodillas en una cueva*. 1586-1592. O. s./L. 137x102 cm. (Fuente: Museo Diocesano de Vitoria).

Fig. 89. Radiografía general del cuadro. (Fig.88).

Se han consultado las observaciones recogidas en un estudio radiográfico realizado en el departamento de Conservación y Restauración del *Museo de América de Madrid*, aunque sus estudios están enfocados a pintura sobre tabla. Señala el estudio la posibilidad o no de encontrarse lienzo sobre tabla en algunas de las pinturas correspondientes a esta colección y como en algunas ocasiones, este material vuelve (doblado) por la parte posterior de la tabla, pudiendo dar lugar a equivocaciones con respecto a la imagen radiográfica obtenida (Escalera Ureña y Rivas Díaz 2002).

Finalizada la revisión bibliográfica y documental, podemos extraer las siguientes conclusiones; los comentarios efectuados por la doctora Garrido, correspondientes a pinturas de la colección del Museo del Prado, no hacen relación específica a la posible interferencia de los materiales de forrado en las radiografías de las pinturas estudiadas.

Sin embargo en las imágenes correspondientes a varias de las obras, relaciona algunas manchas blancas con la manera de aplicar la preparación.

Conviene tener en cuenta que pese a que la mayoría de estudios revisados no hacen referencia a la interferencia de materiales de reentelado en la imagen radiográfica, probablemente esto obedezca por un lado a que el enfoque del estudio estaba encaminado a indagar sobre otros aspectos, como la manera de ejecución de la pintura, posibles cambios de composición, materiales utilizados o revisar más en profundidad el estado de conservación de la obra. Si bien todo ello confirma la ausencia de investigaciones relacionadas con la presente tesis.

Algunos de los comentarios de estos análisis los hemos tenido en cuenta para comparar con nuestro ensayo práctico y elaborar las conclusiones.

Tampoco en el caso de los investigadores Sánchez-Lassa de los Santos y Merino Gorospe, se hace referencia a los reentelados, aplicando la radiografía a uno de sus fines más comunes, como es el de aportar información relevante del estado de conservación de una obra.

Los autores de ambos estudios técnicos, recogen en el informe correspondiente a la pintura de El Greco, *San Francisco en oración* frente al crucificado, interesantes datos como la existencia de dos capas de preparación, una primera blanca y sobre esta otra rojiza, habituales en los pintores del momento, como ya se ha señalado en la Introducción.

En el Capítulo II, expondremos otros casos en los que el enfoque del estudio radiográfico ha sido diferente.

Respecto a las obras de El Greco pertenecientes al Museo Thyssen, ya se aclara en la introducción del Informe Técnico, que éste se dirige a investigar la evolución formal, material y conceptual del artista entre dos décadas que transcurren entre su etapa italiana y española. Todas las obras seleccionadas también presentan una doble preparación, con tonalidades diferentes según la etapa a la que corresponden, que van desde el gris utilizado en Italia, al rojizo de la etapa española. Entre los datos aportados por el examen radiográfico, señalan los autores el instrumental utilizado por el artista según qué zonas, (rostros o fondos), así como la cantidad de materia (pigmento) utilizada con “generosidad” y a lo que se atribuye la gran intensidad del contraste radiográfico de los documentos.

En la misma línea de comentarios dirigen los estudios de exámenes no destructivos, RX, el resto de Museos e Instituciones extranjeras. Algunos de ellos hacen especial hincapié en el estudio radiográfico para investigar la autoría de alguna de las obras pertenecientes a sus colecciones, como es el caso del Metropolitan Museum of Art o del National Museum of Stockholm.

En síntesis, podemos afirmar tras esta revisión del Estado de la Cuestión, que la mayoría de las investigaciones radiográficas, por un lado tienen el objetivo de innovar en la tecnología a fin de conseguir imágenes más nítidas, mejorar el contraste, y lograr unas calidades que permitan mejor la contemplación de los documentos radiográficos obtenidos. Sin embargo ningún análisis reflexiona o profundiza sobre la posible interferencia de los materiales añadidos en un proceso de restauración, como son los reentelados.

---

II. PRIMERA PARTE TEÓRICA.  
LA RADIOGRAFÍA EN LA PINTURA



## II. PRIMERA PARTE TEÓRICA. LA RADIOGRAFÍA EN LA PINTURA

### 2.1. La investigación radiográfica de pinturas.

#### 2.1.1. Generalidades.

El examen radiográfico es una herramienta importantísima para el mejor conocimiento y comprensión de las obras de arte. Pone de manifiesto la técnica empleada por el artista en su ejecución, desde las capas iniciales, hasta los toques finales con los que se da por concluida la composición. Evidencia los cambios que se hayan podido producir bien por el propio artista o por manos ajenas a él. Revela también el estado material de conservación o la existencia de restauraciones anteriores, poniendo de manifiesto la autenticidad o falsedad de una pintura<sup>72</sup>.

Técnicas como los Rayos X o la reflectografía de rayos infrarrojos, son en la actualidad de habitual para la investigación. No obstante, señalar que existe un continuo avance de estas técnicas no destructivas, que obliga al profesional conservador-restaurador a realizar constantes estudios con el fin de intentar mejorar los resultados en este tipo de análisis (Madrid García 2002, pp. 233).

Investigadores del CAL<sup>73</sup>, han trabajado sobre otra técnica llamada autorradiografía<sup>74</sup> activada con neutrones. Concebida en los años 70, ha sido perfeccionada en un programa conjunto del CAL y el NIST<sup>75</sup>. Las autorradiografías, se parecen a las radiografías y la información que ofrecen también es similar; aportan datos sobre la técnica del artista, los ajustes de composición, los arrepentimientos, etc. Señalan los autores consultados Goriesky y Zelts (1994, pp. 16), que las diferencias se encuentran en que los Rayos X, *“revelan principalmente los elementos pesados, como el plomo de la pintura blanca. Las autorradiografías, indican dónde están situados en la pintura otros elementos o los pigmentos”*.

En los años 80, el Museo Metropolitano de Nueva York, llevo a cabo una investigación basándose en esta técnica, para examinar obras de Rembrandt, Van Dyck y Vermeer (Wynn, 1989).

Los exámenes radiográficos por tanto, son considerados también como punto de partida para estudios técnicos de una obra de arte, puesto que generan importante información tanto de la génesis de una pintura que normalmente está oculta, así como de su posterior evolución a través del tiempo.

---

72 Véase entre otros como ejemplo lo sucedido con la herencia Masaveu, tras el estudio y conclusiones de la colección de arte (González-Fanjul et al. 2007).

73 Conservation Analytical Laboratory. Washington D.C .EE.UU.

74 Esta técnica fue utilizada por la doctora Ingrid Alexander, historiadora e investigadora del arte, para estudiar la obra de Albert P. Ryder, un pintor norteamericano del siglo XIX. Este pintor, llevaba una vida bohemia en Nueva York y creó su propia visión imaginaria del mundo traduciendo los gruesos trazos de color en vibrantes escenas bíblicas y literarias. Era frecuente que volviera a trabajar sus cuadros, a veces durante varios años, y se sabe que introducía muchos cambios a medida que avanzaba en la composición. (Goriesky y Zelts 1994, pp. 17).

75 National Institute of Standards and Technology. Washington D.C. EE.UU.

Esta información junto a la obtenida mediante otros estudios científicos como la reflectografía infrarroja, se convierten en importantes fuentes documentales.

Desde hace algunos años, la técnica radiográfica está sufriendo una transformación del soporte tradicional analógico al sistema digital. Este cambio no solo afecta al equipamiento<sup>76</sup>, sino también al soporte, lo que obliga a revisar la metodología de trabajo (Madrid 2012, pp. 259).

Este continuo avance en investigación lo reflejan también investigadores de la Universidad de Michigan<sup>77</sup> (Whitaker 2008), junto a científicos del Museo del Louvre, aportando aplicaciones de esta técnica de examen con una nueva tecnología de Rayos-Terahertz<sup>78</sup>. Este tipo de radiación, ilumina a través de pulsaciones materiales que las técnicas actuales no pueden detectar como el lápiz o la tiza, utilizados en los dibujos preparatorios de muchas pinturas.

En 2010, varias Instituciones españolas incorporaron la radiografía digital en sus laboratorios; destacamos el Instituto Universitario de Restauración de Patrimonio (IRP) en la Universidad Politécnica de Valencia, con más de catorce años de experiencia en análisis radiográficos. Asegura Madrid García<sup>79</sup> (2012), que esa transición al cambio *“ha ayudado a mejorar las imágenes obtenidas para el proceso de conservación”*.

Otra de las Instituciones españolas pionera en este hacer, fue la UPV/EHU, lo que ha posibilitado una forma de trabajo e investigación novedosa. Una de las ventajas que se obtiene mediante un registro radiográfico digital, es la inmediatez de resultados (Madrid García 2014, pp. 87).

No obstante, cabe tener en cuenta que es necesario saber interpretar bien una radiografía, para lo que se necesita no solo un buen equipo que proporcione buenas placas radiográficas, con diferenciadas escalas de grises que permitan distinguir bien los materiales, sino que además es preciso estar familiarizado con la lectura de tales documentos (González-Fanjul, Gabaldón y Alba 2010, pp. 164). Este hecho, permite identificar la correspondencia de las formas, así como los materiales constitutivos y los añadidos en la obra, además de los deterioros. También es importante la elección de unos parámetros determinados en el equipo, como la medida de distancia, valor de voltaje o dosis integrada de radiación en la placa, para lo que se necesita amplia experiencia en este campo (Madrid García 2006, pp. 261; Marijnissen 1985, pp. 317-318).

---

76 Dada la dificultad que conlleva en ocasiones mover las obras a un laboratorio, se han diseñado equipos portátiles que permiten el estudio de la obras in situ (Eveno, Durán y Castaing 2010).

77 UM.

78 Los rayos Terahertz no son ionizantes, por lo que no resultan tan dañinos como los Rayos X, que pueden atravesar una materia, pero no pueden producir pulsaciones lo suficientemente rápidas como para obtener una imagen suficientemente nítida en profundidad, ni distinguir posibles capas superpuestas, como en el caso del yeso (Arbor 2008).

79 Supervisor de la instalación de Rayos X del Dpto. de Conservación y Restauración de Bienes Culturales. Universidad Politécnica de Valencia.

### 2.1.2. Componentes de una pintura.

Como ya se ha recogido en numerosas publicaciones (Bustinduy Fernández 1994) para realizar un estudio o análisis de una pintura, es necesario conocer sus partes fundamentales y mediante la radiografía podemos caracterizar todos sus materiales que generalmente suelen ser:

- El soporte, que puede ser de diferentes materiales, lienzo, madera, cartón, cobre, marfil y otros<sup>80</sup>.
- La capa de preparación realizada a base de yeso o carbonato de cal y aglutinado con colas animales y aceites secativos.
- La capa de pintura: compuesta de pigmentos coloreados y aglutinantes. Los más utilizados hasta la revolución industrial fueron el carbonato de plomo y el óxido de zinc para acentuar los blancos, el óxido de hierro para el ocre y otro tipo de minerales para los tonos tierra (Gilar-doni 1977).
- Finalmente está, (aunque no siempre) la capa de protección que normalmente consiste en una capa de barniz transparente.

### 2.1.3. Absorción de Rayos X por los componentes de la pintura.

Los Rayos X penetran en la materia dependiendo de su naturaleza material, densidad y su espesor (Tum y Middleton 2006). La absorción de radiación X de un material está directamente relacionada con su peso atómico y aumenta proporcionalmente cuando su número atómico y su peso específico son más elevados; por lo que es esencial conocer las características de los componentes de una pintura, antes de realizar el examen.

Así mismo para obtener un buen resultado en una imagen radiográfica es necesario tener en cuenta otros factores que influyen de forma directa en la calidad de la radiografía. Por un lado el equipo de rayos que se utiliza y por otro la naturaleza de la radiación; además se ha de estudiar previamente la obra, y la finalidad del estudio, puesto que sus características físicas, como los materiales constitutivos o el espesor de los mismos, pueden ayudar a decidir si la técnica es adecuada (Antelo et al. 2010, pp. 27).

El uso de rayos blandos está indicado para materiales que tienen una absorción baja de radiación X, como pueden ser pinturas o dibujos. Los Rayos X duros están indicados sin embargo para objetos pesados como la madera o el metal entre otros, cuyos pesos atómicos son más elevados (Madrid 2000).

---

80 En el campo del arte es conocida la variedad de soportes existentes para la pintura, pero en este trabajo nos vamos a centrar en las telas.

En la pintura al óleo, que es la técnica de referencia en nuestro estudio, el espesor originado por las capas de pintura es lo que origina mayor o menos escala de grises. Las zonas más blancas, corresponderán a las de mayor espesor, con un peso atómico más elevado. Por el contrario las zonas más oscuras corresponderán a las capas finas de pintura o las que estén compuestas por materiales de bajo peso atómico. En este fenómeno tienen protagonismo los pigmentos que se utilizan puesto que unos retienen mayor absorción que otros (González-Fanjul, Gabaldón y Alba 2010, pp. 165).

- Podemos sintetizar de menor a mayor absorción de los Rayos X los siguientes materiales:
- Baja absorción: los textiles; soportes de lienzo, hilo, cartón y estampas; incluso soportes de madera muy delgada. En cuanto a los colores, son los orgánicos los de menor absorción.
- Media: soportes de madera gruesa, preparaciones de carbonato de calcio o sulfato de calcio. Los colores minerales claros también se incluyen en este grupo.
- Alta: pigmentos como el óxido de hierro utilizado en los ocreos o el óxido de zinc para el blanco.
- Muy alta: carbonato de plomo para el blanco; plomo y estaño para el amarillo; sulfato de mercurio para el bermellón; a estos se podrían añadir otra serie de pigmentos metálicos pesados usados con menos frecuencia.

**TABLA 1**

BAJO	MEDIO	ALTO	MUY ALTO
Soportes de hilo/cartón/lienzo	Soportes de madera gruesa de 20 a 60 mm.	Óxido de hierro (ocres)	Carbonato de plomo (blanco)
Soportes de madera delgada (hasta 20mm)	Carbonato de calcio	Óxido de zinc	Plomo-estaño (amarillo)
Agentes astringentes (aceites secativos)	Sulfato de calcio (Gesso)	Otros pigmentos minerales de peso atómico medio y peso medio	Sulfato de mercurio (bermellón, cinabrio)
Colores vegetales y animales (colores orgánicos)	Colores minerales claros		Otros pigmentos metálicos pesados

Tabla 1. Cuadro que muestra la absorción de los RX por los componentes de una pintura. (Bustinduy Fernández 1994, pp. 102).

### 2.1.3.1. Color: composición química y absorción de RX de algunos pigmentos básicos.

Los colores compuestos se obtienen mezclando diferentes pigmentos básicos. Entre los pigmentos que producen un mayor contraste radiográfico por su peso atómico elevado, se encuentran el blanco de plomo (albayalde); Este pigmento puede ser utilizado por si solo o como base para la consecución de diversas tonalidades, como el amarillo de plomo y estaño; y el bermellón de mercurio. Por el contrario, los pigmentos de origen orgánico, tales como las tierras o las lacas, tienen una respuesta nula en las radiografías, ya que su escaso peso atómico repercute en la poca absorción de las radiaciones. No obstante para entender mejor esta clasificación de los pigmentos según su peso atómico nos ayudaremos de la siguiente tabla.

**TABLA 2**

COLOR	NOMBRE	COMPOSICIÓN QUÍMICA	ABSORCIÓN RX
Blanco	Blanco de plata	Carbonato de plata y plomo	Muy alta
	Blanco de nieve	Carbonato de plomo	Muy alta
	Blanco de zinc	Óxido de zinc	Alta
	Blanco de china	Óxido de zinc	Alta
	Blanco mortero de cal	Carbonato de calcio	Media
Amarillo y naranja	Amarillo cromado claro, medio, profundo, naranja	Cromato de plomo	Muy alta
	Amarillo cadmio claro, medio, profundo, naranja	Sulfato de cadmio	Alta
	Amarillo de zinc	Cromato de zinc	Alta
	Amarillo aurora	Sulfato de cadmio	Alta
	Amarillo ocre (dorado oro, transparente, marrón, ocre de piedra, Siena crudo, Siena ardiente)	Oxido de hierro, alumina	Medio-Alta
	Gamboge	Resina de gamboge (orgánico)	Baja
	Amarillo de Nápoles	Antimonio de plomo	Muy alta
	Massicot	Óxido de plomo	Muy alta
	Amarillo de Marte	Óxido de hierro	Media
	Amarillo de laca	Laca (orgánico)	Baja
Rojo	Rojo plomizo	Óxido de plomo	Muy alto
	Bermellón- Cinabrio	Sulfato de mercurio	Muy alto
	Rojo de Venecia	Óxido de hierro	Medio
	Carmín de laca	Laca (orgánico)	Baja
	Rosa, marrón, púrpura de Rubbia	Orgánico	Baja
	Umbrá crudo y ardiente	Óxido aluminio de hierro	Medio-alta

Tabla 2. Color, composición química y absorción de RX de algunos de los pigmentos básicos. (Bustinduy Fernández 1994, pp. 103).

### 2.1.3.2. Soportes de lienzo.

Cuando observamos radiográficamente una pintura, tenemos numerosas informaciones sobre su técnica de ejecución y sobre su historia material. Las características de lienzo constituyen una valiosa fuente de información para el estudio de los diferentes periodos de la pintura.

La imagen radiográfica nos revela el origen del lienzo, si es manual o industrial; el tipo de hilo y la forma del tejido, que nos puede situar en una época u otra; por ejemplo si el tejido forma espiguilla responde al utilizado en los siglos XVI y XVII, mientras que si es adamascado, estos son característicos del XVII y XVIII.

Nos permite además obtener una clara visión de las telas originales, en aquellos soportes que han sido reentelados o se ha variado su formato inicial.

Es fundamental documentar bien los resultados de este tipo de análisis, ya que cimentan una teoría sobre la forma de trabajar del pintor y su técnica. Algunas pinturas sobre lienzo contienen adiciones como la anteriormente citada, que han provocado más de una controversia de datación e incluso problemas de atribuciones.

#### 2.1.3.2.1. Imágenes que muestran la aplicación de la radiografía para el estudio del soporte textil.



Imagen 1. Detalle en el que se puede apreciar la trama de la tela y deformaciones por el tensado. (Fuente: Museo Nacional del Prado).



Imagen 2. Detalle en el que la tela irregular que se observa responde a una elaboración mecánica manual. (Fuente: Museo Nacional del Prado).

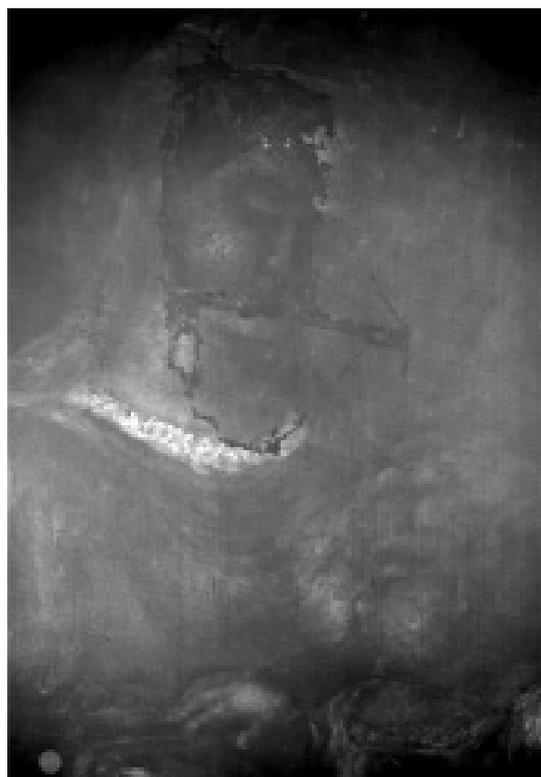


Imagen 3. Radiografía detalle en el que la imagen muestra un fragmento de tela añadida con el detalle de una costura. (Fuente: Museo Nacional del Prado).

Imagen 4. Radiografía detalle que muestra la reutilización de varios lienzos para unificar la composición. (Fuente: Archivo Bustinduy Fernández).

### **2.1.3.3. Capa de imprimación y preparación.**

La imagen radiográfica de un lienzo ofrece la posibilidad de individualizar cualquier soporte dependiendo de su naturaleza, en este caso de los tipos de tela, ya que cada una deja una huella característica. La capa de imprimación se mostrará a través de los intersticios del tejido, y debido a esa impronta que retiene el soporte original, nos permitirá distinguirlo en el caso de que la pintura haya sido trasladada a otro soporte.

La capa de preparación, también mostrará la forma de aplicación: espátula, pincel, así como su densidad y calidad.

**2.1.3.3.1. Imágenes que muestran la aplicación de la radiografía para el estudio de la capa de preparación.**



Imagen 5. Radiografía en la que se muestra una preparación a base de blanco de plomo. La fina capa permite diferenciar la génesis de la pintura. (Fuente: Museo Nacional del Prado).



Imagen 6. Radiografía en la que se puede apreciar una obturación en la trama de la tela debido a la utilización del blanco de plomo. (Fuente: Museo Nacional del Prado).



Imagen 7. Radiografía en la que se observa un reparto irregular de la preparación de alto peso atómico. (Fuente: Archivo Laboratorio de RX. UPV/EHU).



Imagen 8. Radiografía en la que se observa un salpicado blanco, que sugiere que la preparación a base de blanco de plomo se ha acumulado de modo irregular en la trama de la tela<sup>81</sup>. (Fuente: Musées royaux des Beaux-Arts. Bruxelles).

---

81 No obstante, estas revelaciones mediante este examen de RX deben ser revisadas por otros métodos de investigación (Marijnissen 1985, pp. 175)

#### 2.1.3.4. Capa de pintura.

A través del registro radiográfico de una pintura, podemos observar al mismo tiempo, el soporte, la imprimación, la preparación y las diferentes capas de color, recoge por tanto todas las fases de la creación pictórica en una sola imagen; quizá por ello el proceso creativo sea el centro de información más interesante. No hay que olvidar que el proceso de ejecución de la pintura, queda reflejado en la radiografía, como una superposición de estratos pictóricos.

La radiografía, sigue siendo uno de los mejores métodos de diagnóstico. Nos permite conocer el estado material del cuadro, y el estado real de conservación en el que nos llega.

Se puede determinar si la pintura está dañada, e incluso situar el incidente en el tiempo. Revela además si ha habido restauraciones anteriores o si el lienzo ha sido reutilizado, hecho muy común en algunos pintores de reconocido prestigio.

##### 2.1.3.4.1. Imágenes que muestran la aplicación de la radiografía para el estudio de la capa pictórica.



Fig. 90. Anónimo. *Marianito*. S. XVIII. O. s./L. 42x32 cm. (Fuente: Archivo Bustinduy Fernández).

Fig. 91. Radiografía general del cuadro. (Fig.90). Esta imagen radiográfica, permite ver la enorme laguna de la capa pictórica en la zona del pelo, así como los craquelados prematuros.



Fig. 92. Anónimo. *Niño Jesús recostado*. S. XVII. O. s./L. 46x62 cm. (Fuente: Archivo de la autora).



Fig. 93. Radiografía de detalle del cuerpo del Niño. (Fig.92). (Fuente: Archivo Laboratorio RX UPV/EHU). Las pérdidas de capa pictórica diseminadas por toda la superficie, revelan el estado de conservación de esta pintura; dato que no se puede observar en la imagen visible.



Fig. 94. Diego de Velázquez. Detalle de la cabeza del Conde Duque de Olivares. (Fuente: Museo Nacional del Prado).  
Fig. 95. Radiografía de detalle. (Fig.94).



Fig. 96. Diego de Velázquez. *Autorretrato*. 1640. O. s./L. 38x16 cm. (Fuente: Museo Nacional del Prado).  
Fig. 97. Radiografía general del cuadro. (Fig.96).

Estas imágenes demuestran como la radiografía revela aspectos de la génesis de la pintura ya que destacan los cambios de composición, más conocidos como “arrepentimientos”.

Las diferentes imágenes que hemos seleccionado dan muestra de la interacción de los pigmentos en la radiografía. Aquellos que tienen un elevado peso atómico, generalmente son de naturaleza mineral, como el blanco de plomo. Por el contrario los de origen orgánico y terrosos, no retienen prácticamente radiación y por ello la imagen resultante es nula.

La imagen en RX de una pintura, depende por tanto de la densidad de los materiales y de la estructura de sus capas. Las materias que absorben más cantidad de radiación se muestran en tono más claro, y corresponden a los materiales de mayor peso atómico, mientras que los que menos radiación absorben aparecen más oscuros<sup>82</sup> (Fernández Arenas 1996, pp. 147).

### 2.1.3.5. Alteraciones efectuadas en intervenciones anteriores.

Cuantas más intervenciones tenga una pintura, los documentos radiográficos se vuelven más complejos en su interpretación, debido a que se suman los contrastes de las diferentes capas y pinceladas.

Las alteraciones realizadas ajenas al artista como cambios de composición, o superposiciones de elementos aportan una información importante para resolver problemas que se plantean en ocasiones, como puede ser la atribución de una obra o su datación. También pueden llegar a observarse, las manipulaciones que siempre han estado sujetas a los gustos de cada época.

#### 2.1.3.5.1. Aplicación de la radiografía para inspeccionar una antigua intervención.

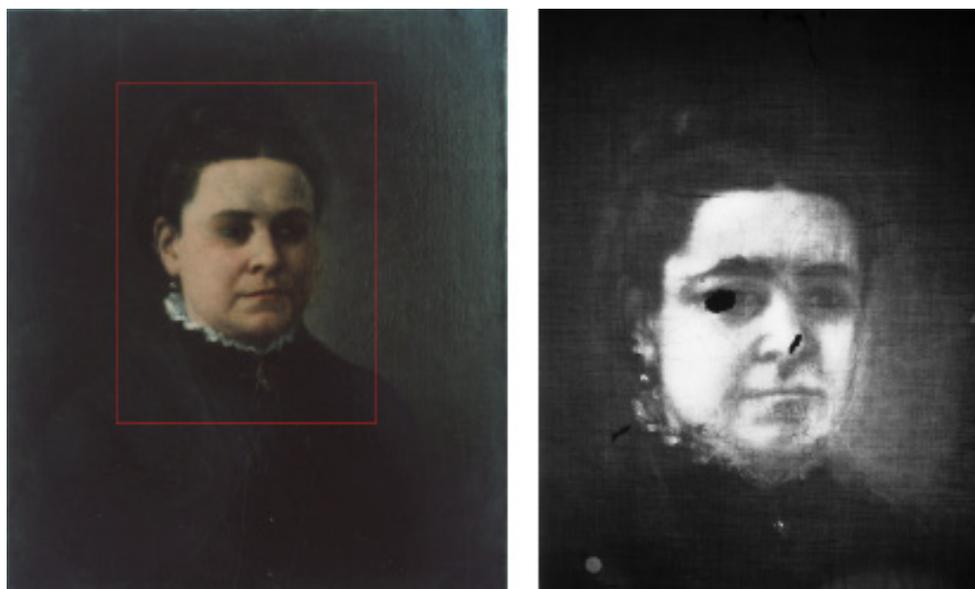


Fig. 98. Autoría ilegible. S.t. S.XIX. O. s./L. 55x46 cm. (Fuente: Archivo de la autora).

Fig. 99. Radiografía detalle del rostro. (Fig.98). (Fuente: Archivo Laboratorio RX UPV/EHU). Muestra la zona con pérdida de pintura.

82 Materias orgánicas o de menor peso atómico.

### 2.1.3.5.2. Ejemplos de hallazgos mediante radiografía de pinturas subyacentes.



Fig. 100. Anónimo. *Bodegón o Sta. Dorotea*. S. XIX ó S. XVII. O. s./L. 152x104 cm. (Fuente: Archivo de la autora).



Fig. 101. Fragmento seleccionado aproximado de la zona a radiografiar.

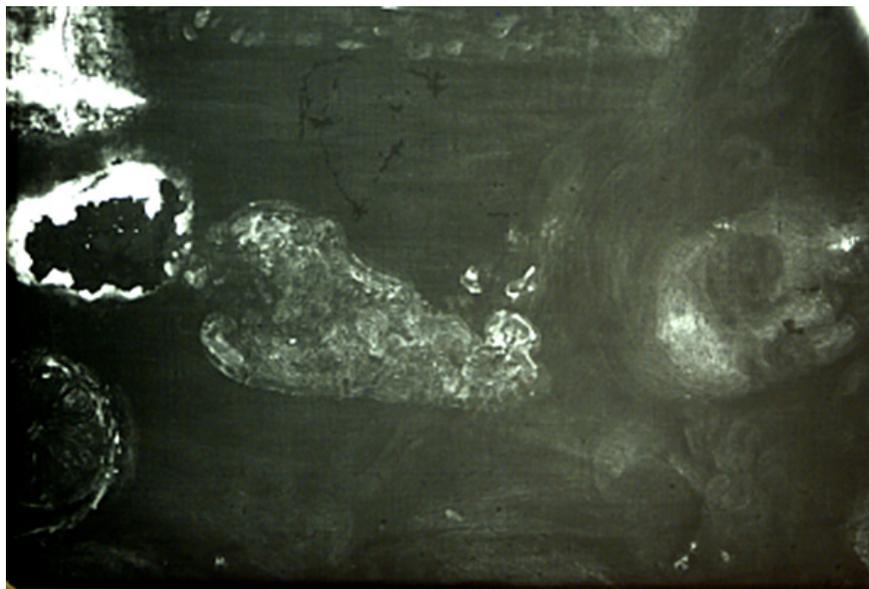


Fig. 102. Radiografía detalle. (Fig.101). (Fuente: Archivo Laboratorio RX UPV/EHU). Detalle en el que se aprecia parte de la pintura subyacente con la cara de la Santa.



Fig. 103. Pintura subyacente. *Santa Dorotea*. Siglo XVII O. s./L. 152 x 104 cm. (Fuente: Archivo de la autora).



Fig. 104. Anónimo. *Paisaje o San José y el Niño*. S. XIX ó S. XVII. O. s./L. 151x96 cm. (Fuente: Archivo de la autora).



Fig. 105. Radiografía detalle. (Fig.104). Imagen radiográfica en la que se aprecia parte de la pintura subyacente con el rostro de San José.

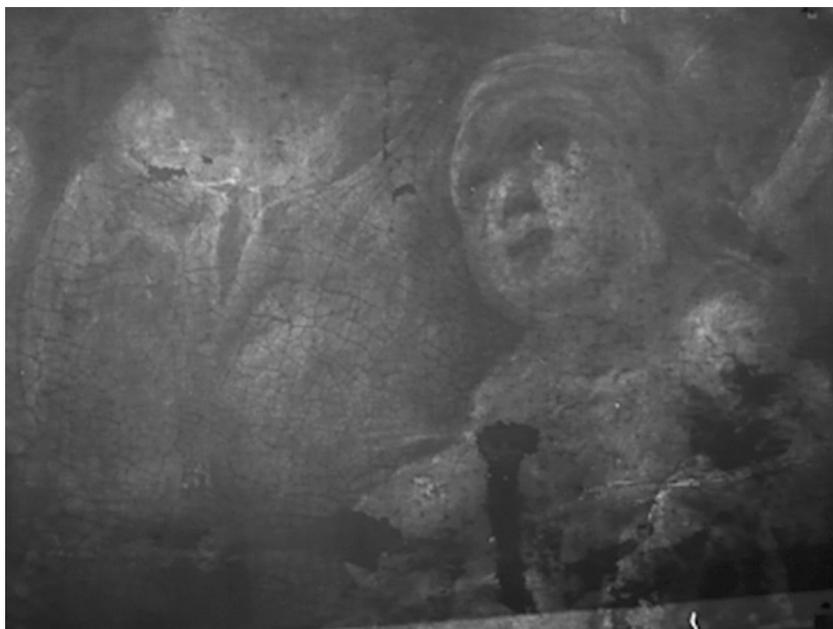


Fig. 106. Radiografía detalle. (Fig.104). Imagen radiográfica en la que se aprecia parte de la pintura subyacente con la cara del Niño.



Fig. 107. Pintura subyacente. *San José y el Niño*. S. XVII. O. s./L. 151x96 cm. (Fuente: Archivo de la autora).

### 2.1.3.5.3. Manipulación de una pintura ocultando parte del original.



Fig. 108. Wenceslao Andersch. *Aldeanos en la huerta*. S. XX. O. s./L. 70x97 cm. (Fuente: Archivo Bustinduy Fernández).



Fig. 109. Radiografía detalle. (Fig.108). Se muestra la figura oculta de un niño situado en primer plano.

### **2.1.3.6. Atribuciones mediante la aplicación del examen radiográfico.**

Como hemos visto, una de las aplicaciones más interesantes de la radiografía es la información que proporciona acerca de la génesis de una pintura. Estos aspectos nunca visibles en la imagen real aportan datos rigurosos sobre la manera de aplicar la pintura, el orden en el que fue ejecutada y las características de los materiales. Todo ello constituye en ocasiones todo un tratado sobre la forma de pintar de algunos artistas.

Según Delojo (1997, pp. 89), “[...] tanto la restauración como la autenticación, requieren un conocimiento previo tan completo como sea posible de la naturaleza y el estado de los materiales sobre los que se va a trabajar”. Por esta razón este método de examen se solicita siempre que se estudia un cuadro para incorporarlo al catálogo de algún gran artista del que previamente ya se tiene información.

Del mismo modo, en su introducción al examen científico de pinturas, Asperen de Boer (1975), ya establecía la necesidad de colaboración entre ciencia y arte debido a los conocimientos sobre la técnica y los materiales de una pintura que pueden aportar los resultados de estas investigaciones.

Presentamos aquí tres casos; una pintura atribuida a Millet, otra a Goya y la final atribución a Velázquez de la obra *Felipe IV*, en una restauración llevada a cabo por el Museo Metropolitano de Nueva York; y que fue considerada en 1973, como obra de taller.

La primera aún sin confirmar su autoría, pese a estar firmada, los datos recogidos indican su probable autenticidad. La técnica de los impresionistas está siendo estudiada con profundidad (Bomford), lo que proporcionará datos que permitan (llegado el caso), realizar nuevas atribuciones.

En el caso de Goya (Bustinduy Fernández 2011), una pintura religiosa tenida por anónima sin gran interés, tras su exhaustivo estudio y restauración fue incorporada recientemente al catálogo del genial maestro.



Fig. 110. Jean-François Millet. *El Angelus*. S.XIX. O. s./L. 90x60 cm. (Fuente: Archivo Bustinduy Fernández).



Fig. 111. Radiografía detalle. (Fig.110).



Fig. 112. Francisco de Goya. *La Virgen con San Joaquín y Sta. Ana*. Hacia 1800. O. s./L. 96,6x74,7 cm. (Fuente: Archivo Bustinduy Fernández).



Fig. 113. Radiografía detalle. (Fig.112). La imagen radiográfica muestra el personaje de San Joaquín.

Si bien en la imagen visible se aprecia con claridad la destreza de las pinceladas, la radiografía lo confirma. La enorme pincelada que describe el manto de San Joaquín está realizada de un solo trazo y alcanza los 20 cm de longitud, identificativo del gran maestro aragonés.

En el tercer caso, tras una restauración llevada a cabo por Gallagher (2010), restaurador jefe del Metropolitan Museum, la obra *Philip IV. King of Spain*, recuperó su autoría después de una exhaustiva investigación en la que la tecnología de Rayos X contribuyó de manera decisiva a revelar detalles de la génesis de la pintura ocultos por numerosas capas de repintes y barnices antiguos; además, se obtuvieron importantísimos datos al comparar los documentos radiográficos obtenidos de otras obras del gran maestro sobre la figura del rey Felipe IV, sometidas también a procesos de restauración, entre ellas la perteneciente al Museo del Prado, y que también citamos en el apartado del Estado de la Cuestión. La similitud de ambas composiciones a través de los Rayos X, fue determinante en la investigación y autoría.



Fig. 114. Diego de Velázquez. *Felipe IV. King of Spain*. 1624. O. s./L. 200x102,9 cm. (Fuente: The Metropolitan Museum of Art. N.Y.)

Fig. 115. Radiografía general del cuadro. (Fig.114).

---

III. SEGUNDA PARTE TEÓRICA. MATERIALES  
CONSTITUTIVOS DE LA OBRA DE ARTE (PINTURAS)  
Y MATERIALES USADOS EN LA FORRACIÓN



### **III. SEGUNDA PARTE TEÓRICA. MATERIALES CONSTITUTIVOS DE LA OBRA DE ARTE (PINTURAS) Y MATERIALES USADOS EN LA FORRACIÓN**

#### **3.1. Materiales constitutivos de la obra de arte (pinturas).**

##### **3.1.1. Materiales propios.**

###### **3.1.1.1. Textiles.**

La primera referencia conocida en el empleo de las telas como soporte pictórico se relaciona con el descubrimiento de unos fieltros enterrados en el hielo de Mongolia datados del s. IV a. de C. También se localizaron en tumbas precolombinas y en las tumbas egipcias que contienen pinturas con tejido de lino (Guillow y Sentance 2004, pp. 10).

No obstante, su uso no se generalizó de forma sistemática hasta el s. XVI; a esa generalización contribuyeron varias razones: era más barato, de mayor facilidad de aparejo que el que requería el soporte de tabla, el más requerido hasta entonces (Maltese 1973, pp. 311), ya que ofrecía mayor ligereza y comodidad de transporte. Al ser flexibles, las telas podían ser enrolladas para proceder a su traslado. Todo ello favoreció notablemente la divulgación de la pintura al óleo (Pacheco 2001, pp. 481).

En relación con nuestra investigación, los materiales textiles forman parte tanto de la obra original, como de los añadidos en procesos de reentelado, razón por la cual en este capítulo profundizaremos en su estudio para conocer sus propiedades. Nos referiremos específicamente a las propiedades de las fibras textiles naturales y dentro de ellas a las de origen vegetal.

Se hará especial hincapié en aquellos textiles que han sido más utilizados en los siglos XVII y XVIII, y que se usaran hasta la mitad del siglo XIX, que son el lino y el cáñamo. Dedicaremos una reseña al algodón y al yute, por haberse utilizado en reentelados y porque podrían estar presente en alguna obra de las que tomemos como referencia.

Prácticamente hasta el siglo XIX, las únicas fibras empleadas para el hilado y tejido eran las llamadas fibras naturales, procedentes de los reinos vegetal y animal<sup>83</sup> y dentro de las de origen vegetal las más utilizadas para uso artístico han sido el lino, el cáñamo y el yute, obtenidas de las fibras del liber; y el algodón que se obtiene de las semillas de la planta.

---

83 A partir de entonces se inicia la fabricación de las llamadas *fibras artificiales o semisintéticas*.

El conocimiento de las propiedades fisico-químicas de las fibras textiles en general, es importante dado que puede influir directamente en el comportamiento mecánico de una tela (Martínez de la Marías 1976, pp. 153).

Todas las fibras naturales del reino vegetal contienen celulosa como elemento principal en proporción que varía entre un 60 ó 90 %. La celulosa es el polímero natural más extendido que acompañado por cantidades variables de otros productos como pectinas, hemicelulosas o agua, constituye el material de sostén de las células vegetales (Martínez de las Marías 1976, pp. 12).

Tabla 2 Composición media de fibras vegetales (en tanto por ciento)		
	Algodón	Lino
Celulosa	84	75
Hemicelulosa y pectinas	6	5
Proteínas	1,5	3,5
Grasas y ceras	0,5	2,5
Cenizas y residuos	1,5	5
Agua	6,5	9

Tabla 3. Composición de las fibras vegetales aportada por Martínez de las Marías (1976).

Según el profesor Martínez (1976, pp. 16), las características mecánicas de las fibras de celulosa, tienen una resistencia a la rotura similar a los metales. Sin embargo, sus propiedades ópticas y la resistencia mecánica son distintas en dirección longitudinal y en dirección transversal, por lo que muestran un comportamiento anisótropo. Además, los movimientos mecánicos pueden provocar degradaciones, como variaciones dimensionales entre la trama y la urdimbre, pérdida de tenacidad, pérdida de flexibilidad y rigidez, o incluso amarilleamiento con un evidente cambio de color de la fibra.

Cabe señalar así mismo, que los tintados y decoloraciones en los tejidos, tienen su propio proceso de degradación según su propia naturaleza y características. El factor más perjudicial en este caso sería la luz, que provoca una pérdida progresiva del color y afecta a las fibras, llegando incluso a desintegrar su estructura (Masdeu y Morata 2001, pp. 12-13).

En cuanto al comportamiento químico de la celulosa, es una sustancia incolora, insoluble en agua, ácidos y álcalis diluidos, así como en la mayoría de los disolventes orgánicos; y debido a su complejidad estructural, no se conoce bien el mecanismo de sus reacciones (Martínez 1976, pp. 18).

A continuación se efectuará una somera revisión de las fibras textiles citadas, con lo que se pretende conocer sus características más esenciales y después su comportamiento ante los RX, como su grado de absorción de radiación puesto que estará relacionado con su peso atómico.

#### **3.1.1.1.1. Los tejidos de lino. Breve reseña histórica.**

El empleo del lino para la elaboración de lienzos para pinturas viene siendo utilizado desde que se eligió como soporte pictórico la tela. Actualmente se sigue usando además para forrados. No obstante en las últimas décadas se han incorporado para esta finalidad telas sintéticas cuya composición mayoritaria es a base de poliéster.

Respecto al lino, existen dos tipos: el de flor azul, que genera una fibra más fina, y los tipos comunes de flor blanca. También se clasifican según variedades de fibrillas y tipos de trama.

- Lino romano: Se designaba a tejidos de cáñamo, pero también de lino, en los que la urdimbre y la trama se habían tejido con doble hilo en una dirección.
- Los linos bastos o de trabajo: Son los que se hacen con fibras poco elaboradas y de desecho.
- El lino casero o lino campesino: Es el nombre que recibe en muchos lugares un lino pálido de fibras bastas, con hilos de grosor irregular y motas.

Aunque no tiene relevancia para nuestra investigación, conviene señalar que desde la industrialización se fabrican otras variedades como el llamado lino tapiz y otros lienzos sintéticos, cuya problemática ya conocida del anonimato que rodea a muchos de estos materiales hace que desconozcamos la composición cualitativa de sus telas.

#### **3.1.1.1.1.1. El lino; Composición y Anatomía.**

El lino es una planta que produce además de la semilla de la que se obtiene el aceite de linaza, una de las fibras principales de liber, extraída de la planta del mismo nombre *Linum Usitatissimum*.

El término “fibras de liber”, se usa para indicar las fibras obtenidas de la corteza y periciclo, además de las del floema.

La planta del lino se cría en zonas templadas, principalmente en Europa y sus fibras alcanzan una longitud de 20 a 90 cm (Martínez 1976, pp. 12).

Las fibras primarias, están constituidas por células muy puntiagudas, de paredes muy gruesas y con un lumen muy pequeño. Están en la vaina del tallo, al que se adhieren con relativa fuerza, al igual

que entre ellas, mediante una cola vegetal, la pectosa. Hay que llevar a cabo diferentes operaciones complejas, para liberar las fibras de otras materias y hacerlas aptas para el hilado.

Una peculiaridad de la fibra de lino, común a la mayoría de fibras bastas, es la presencia de dislocaciones transversales o nódulos, normalmente en forma de X, que se observan con facilidad al microscopio (Campo Francés 2009, pp.18).



Imagen 9. Fibra del lino observada al microscopio óptico con luz transmitida. (Fotografía: R. Bagan y N. Oriols 2009).

#### **3.1.1.1.2. El cáñamo; Composición y Anatomía.**

El tejido de cáñamo se obtiene de la planta “Cannabis Sativa”. Está íntimamente relacionado con el lino. La planta en origen procede de la India, pero hoy en día se cultiva también en el próximo Oriente, en China y en la URSS (Doerner 1998, pp. 83), desarrollándose bien en climas templados.

Fue la fibra más usada junto con el lino para elaborar lienzos para pintura hasta mediados del siglo XIX.

Las fibras del cáñamo son blandas y blancas; química y físicamente son muy parecidas a las del lino, pero presentan más hinchamientos e irregularidades. No son tan uniformes de aspecto. Son menos transparentes.

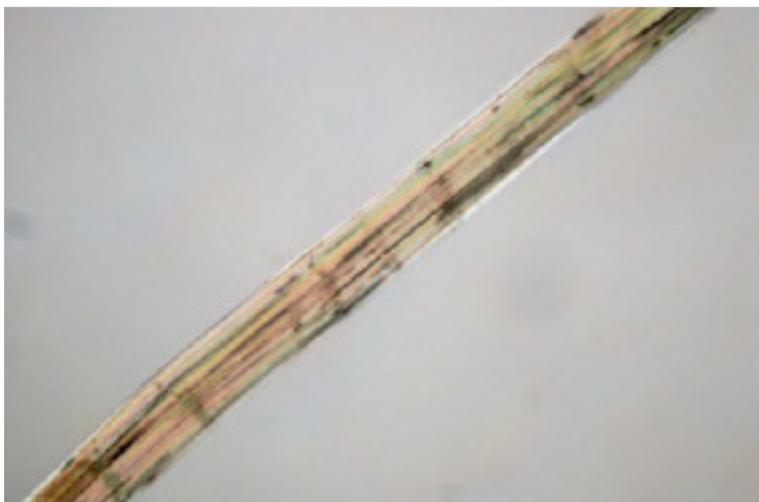


Imagen 10. Fibra de cáñamo observada al microscopio óptico con luz transmitida. (Fotografía: R. Bagan y N. Oriols 2009).

Al igual que el lino, este tejido, posee una notable rigidez, que les hace más aptos que otros soportes textiles para pintura; sin embargo el cáñamo mantiene las deformaciones y eso dificulta los tratamientos posteriores (Calvo 2003).

Las fibrillas externas de la pared de la célula en el cáñamo, siguen una dirección que corresponde a una vuelta en Z, en sentido contrario al de las agujas del reloj y opuesto al proporcionado por el lino, que sigue la dirección de las agujas del reloj en el experimento de secado-rizado.

### **3.1.1.1.3. El algodón; Composición y Anatomía.**

Introducido en Inglaterra a finales del s. XVIII, sus fibras se extraen de la semilla del algodón, debido al alargamiento que se produce en sus células epidérmicas. Existen diferentes tipos y denominación, según la longitud de sus fibras y su lugar de producción.

Las fibras de cualquier muestra única de algodón no son uniformes ni en diámetro ni en longitud. Observadas sus fibras con el microscopio, se nos presentan en forma de cintas más o menos torcidas, típicas de muchos vegetales. Estas cintas están formadas por unos haces de fibras llamados macrofibrillas, que están entrelazadas entre sí torcidas en forma de espiral.



Imagen 11. Fibra de algodón observada al microscopio óptico con luz transmitida. (Fotografías: R. Bagan y N. Oriols 2009).

Los tratamientos químicos y de acabado pueden tener un marcado efecto en la apariencia y propiedades de la fibra. El algodón es esencialmente celulosa, pero en estado virgen (algodón gris) contiene pequeñas cantidades de grasa y cera, pectina, proteínas y materias colorantes naturales. La eliminación de estas impurezas, se efectúa por métodos apropiados de descruado a presión y blanqueo, obteniendo una fibra que absorbe gran cantidad de humedad (Villarquide Jevenois 2004, pp. 112), por lo que no es el más recomendable<sup>84</sup>. No obstante, sigue siendo una de las fibras más populares para la preparación de soportes para pintura.

#### **3.1.1.1.4. El yute; Composición y Anatomía.**

Al igual que las anteriores es una fibra natural basta, que se obtiene de los tallos de varias especies como “*Corchorus Capsularis*” y “*Corchorus Olitorius*” de la familia botánica de las Tiliaceae.

La fibra se presenta a lo largo del tallo de la planta, en forma de una masa anular, y está compuesta de más de una capa de fibras. Estas son generalmente lisas y suaves, con nódulos. La anchura a lo largo de las fibras varía del centro hasta el extremo; a los extremos de la fibra, el lumen se ensancha y las paredes se adelgazan por lo que es bastante irregular. Al observarlas en sentido longitudinal los extremos de las células parecen puntiagudos. Los nódulos o cruces pronunciados como los que pueden verse en otras fibras del líber, no se suelen observar en muestras normales de yute (Campo Francés 2009, pp. 20).

---

84 Mezclado con lino también ofrece problemas en tratamientos de restauración como son los reentelados o forraciones de pinturas .

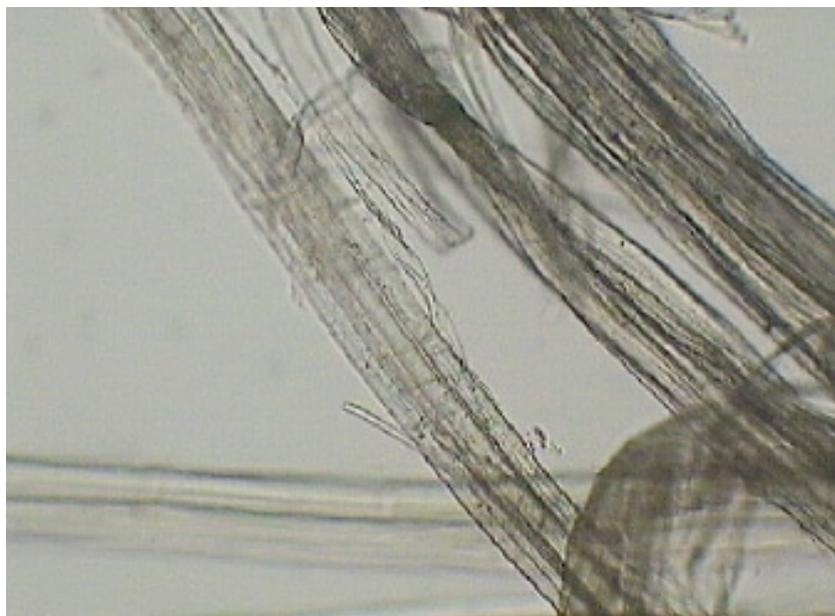


Imagen 12. La urdimbre de una fibra de yute al microscopio óptico. (Fotografía: R. Rocabayera 2011).

Contiene mayor proporción de lignina y menos de celulosa que las otras fibras vegetales y tiene una resistencia relativa y poco duradera, que pierde al humedecerse.

A modo de resumen se puede concluir que las fibras textiles que hemos revisado presentan características muy similares entre ellas, puesto que en su composición está presente el carbono....todos ellos elementos de bajo peso atómico. Esta característica nos hace prever que el grado de absorción de radiación debe ser bajo; lo que se comprobará en el ensayo práctico.

### **3.1.1.2. Imprimación - preparación; concepto.**

Algunos autores definen la imprimación como la capa de fondo que se aplica sobre el soporte con el fin de ponerlo en condiciones de recibir un tipo de pintura que contribuirá a su durabilidad. En este sentido señalan que el término *preparación*:

*“es una denominación moderna que hace referencia al conjunto de capas que se aplican sobre el soporte para poder pintar en él. Esta preparación comprende tanto el aparejo como la imprimación”* (Gayo y Jover 2011, pp. 39).

Otros, sin embargo establecen una distinción entre preparación e imprimación (Fernández Arenas 1996, pp. 83). Consideramos más adecuada esta apreciación, ya que permite entender la función y el uso de cada una, aunque ambas constituyan juntas los fondos de los lienzos, previos a la aplicación de la pintura.

En términos artísticos se denomina preparación al nivel que se sitúa entre el soporte y la película pictórica. Se compone a su vez de dos partes diferenciadas; la primera (preparación), está constituida

por un aglutinante y una carga, generalmente una cola animal, a la que se añadía una sustancia de relleno, tipo sulfato de cal.

Esta mezcla se aplica directamente sobre la tela, con el fin de neutralizar sus movimientos de contracción y dilatación, y además sellar los poros de su trama dejándola más lisa.

La imprimación suele consistir en una mezcla de similar composición, pero de distinta consistencia, que variaba según los intereses del artista, y a la que se le añadía generalmente color. Este color procedía de la materia de carga, por lo que es muy común encontrar cretas rojas o bien ocre. Las preparaciones rojas, se realizaban con la llamada tierra de Sevilla, y era muy corriente utilizarlas en la época que acotamos sobre todo en la zona del sur de España de donde provienen (Pedrola 1990, pp. 61).

Los primeros soportes sobre los que se utiliza en la pintura el óleo fueron tablas. La preparación que requerían era muy costosa de ejecutar, llegando a dar en ocasiones, según Cennini (1988), hasta siete capas, con el fin de dejar lo más lisa y perfecta la superficie irregular que ofrece una madera.

A finales del s. XV el uso del lienzo sobre bastidor fue liberando a los artistas de los soportes de madera debido a que la preparación de los lienzos era menos fatigosa.

Las telas se montaban sobre un bastidor con pequeñas cuñas en los ángulos para así poder tensarlas y ajustarlas más adecuadamente. Después se aplicaba la preparación.

Entre los siglos XVI al XIX, se generalizó casi por completo el uso de fondos de color en diversos tonos que variaban de un pintor a otro (Maltese 2001, pp. 312); su elección, dependía de los colores que se iban a superponer. Por ejemplo, los pintores venecianos, extendían sobre el lienzo ya húmedo y sobre el bastidor una mano de cola; transcurridas unas horas se aplicaba una mezcla de yeso y cola repitiendo manos en distintos sentidos y rascando con la espátula. Casi siempre trabajaban sobre una base roja y repintaban con temple.

Poussin, utilizaba una preparación con imprimación demasiado roja, y en ocasiones se han alterado determinadas relaciones de color.

Rubens empleó la transparencia de la preparación para elaborar sus cuadros a partir de una base lavada con un gris suave. Este influyó notablemente en Velázquez quién junto con Tizziano ha utilizado distintas preparaciones y colores según las zonas. Por ejemplo en la “Venus del Espejo” de Velázquez se ha reservado el espacio de la figura con imprimación en blanco de plomo, mientras en el resto se cubrió con una capa de rojo oscuro.

El método de Rembrandt, aunque similar al de Rubens, variaba en algunos aspectos como construir zonas en un solo color.

Los tonos más utilizados en imprimaciones en la época en la que se centra este estudio (S.XVII y XVIII) eran los siguientes (Smith 1991, pp. 11):

- Ocre o sombra en la gama desde el amarillo pálido al marrón
- Arcilla roja o siena tostada en la gama del rojo pálido al marrón naranja
- En ocasiones se mezclaban con verdes para complementar los colores de las carnaciones más cálidas en los retratos.
- En el siglo XVIII, casi todas las pinturas partían de un método de preparación en forma de grisalla, es decir partiendo del gris claro, iluminaban con color (Hayes 1999, pp. 37).

#### **3.1.1.2.1. Tipos de preparación.**

Existían diferentes tipos de preparaciones según el país al que pertenecía el artista, pero básicamente los materiales constitutivos de las mismas eran similares: aglutinantes y sustancias de relleno.

**Aglutinantes:** Son las colas. Las principales eran las de origen animal que se obtenían como en actualidad, por la cocción de retales de piel sin curtir, de huesos y cartílagos. Son sustancias albuminoideas que al ser sumergidas en agua fría se hinchan, disolviéndose en agua caliente.

Algunas de las colas animales más utilizadas son la cola de piel o de colonia, de aspecto transparente, sin ampollas, clara, no muy tostada y siempre lisa; como cualidades podemos decir que es resistente a la rotura y se conserva en formol o vinagre.

Menos adherente que la de piel, pero también empleada es la cola de cuero de guantería<sup>85</sup>. Otras variedades son las colas fluidas en frío como la caseína, de huesos, de liebre, de pescado. Sin embargo estas últimas son muy higroscópicas y no son muy aconsejables para fondos.

**Sustancias de relleno:** es la materia que se añade a la cola, y casi siempre tiene un tono blanco. Las más usuales son el yeso mate o de dorados<sup>86</sup> que es el más cubriente, y tiene la ventaja de ser absolutamente inocuo e inactivo, compacto y absorbente e inofensivo. Da un buen efecto óptico y no es necesario pulir. Se disuelve en caliente, y es muy bueno para tela y tabla. Tan bueno como el yeso mate es el blanco de España o creta.

Otra de las sustancias con gran poder cubriente es el Blanco de plata o albayalde, también llamado óxido de plomo. Ya era conocido desde la antigüedad, y fue utilizado por los egipcios. Posee sin embargo un gran inconveniente ya que es venenoso al ser derivado del plomo.

---

85 Puede ser de oveja o de cabritilla.

86 Sulfato de cal hidratado.

Otro de los mejores pigmentos para la imprimación y para la pintura es el Blanco de Zu<sup>87</sup>. Su aspecto es el de un polvo casi inconsistente y cubre muy poco, por lo cual al tener poco cuerpo, para empastar hay que emplear gran cantidad. Igual pasa con el Blanco de Titanio, aunque cubre más que el de Zu. En ambos casos esta característica no constituye un problema ya que ninguno de los dos es venenoso.

Finalmente señalar otra sustancia que aunque conocida es una tierra no aconsejable por sus características, que se llama Blanco Navín.

### **3.1.1.2.1.1. Tipos de preparaciones tradicionales de un lienzo.**

Existen varias fórmulas de preparación de un lienzo:

- A la creta: Es la más sencilla y proporciona muy buenos resultados. Se suele hacer con yeso mate al que puede añadirse óxido de zinc para aumentar su blancura. Los ingredientes para prepararla son: cola de conejo, agua, miel, y yeso mate. Se puede preparar muy absorbente o poco absorbente, y todas las mezclas se hacen en caliente.
- A la media creta: Se diferencia de la anterior en que lleva además cierta cantidad de aceite de linaza cocido, por lo que tarda algo más en secar. Esta mezcla se hace en frío.
- A la caseína: La caseína obra del mismo modo que la cola fuerte y tiene la ventaja, en ciertos casos de que al secar se hace insoluble al agua. Resulta una preparación muy luminosa que se usa para óleo y temple. Dura mucho, el resultado es bueno y se aplica en capas delgadas por ser quebradiza. Lleva tan sólo como ingredientes la caseína en polvo y agua templada. El empleo de la caseína exige buenos soportes, bastante rígidos, como madera, táblex, cartón, o lienzo fuerte para evitar su cuarteamiento. Condición indispensable para cualquier otro tipo de soporte es que las capas sean muy finas.
- A la gacha: Es una imprimación muy antigua, con el inconveniente de que al entrar en su composición materias orgánicas, es atacada fácilmente por la humedad, favoreciendo los hongos. Son imprimaciones sobre las que se pueden pintar al temple porque son muy solubles al agua. Si se quiere una base de fondo coloreado se puede añadir a la mezcla una tierra cualquiera.
- Preparación grasa: Se prepara como a la media creta, pero con más aceite. Cuanto más grasa, más delgadas deben ser las capas. No se deben emplear aceites de nueces o adormideras pues son de secado muy lento, tardando hasta un año en estar seco del todo (Doerner 1991, pp. 119).

---

87 Óxido de azufre.

La preparación que hemos elegido en nuestro estudio es la creta blanca a base de carbonato cálcico. Se utilizó entre los s. XV y XVII, habitualmente en las preparaciones de las tablas primitivas italianas y del norte de Europa. Se trata de una preparación magra muy porosa y mezclada con cola animal. Estas superficies son muy luminosas<sup>88</sup> y muy aptas para realizar veladuras, aunque debido a su falta de elasticidad se vuelven quebradizas, por lo que se trataba de una operación larga y trabajosa. Algunos pintores como los flamencos, preferían preparar una preparación fina y aplicar varias capas, y en ocasiones también añadían el pigmento blanco de plomo para lograr luminosidad.

En base a los datos aquí recogidos, tomaremos como referencia para el ensayo práctico las preparaciones a la creta blanca y roja, de propiedades similares, por ser las más utilizadas en el periodo en el que se enmarca esta investigación.

<b>Producto: CARBONATO CALCICO</b>	
Formula teorica: CaCO3	
<b>Análisis químico %</b>	
CaO .....	55,35
K2O .....	0,03
MgO.....	0,16
Na2O.....	0,02
MnO .....	0,01
Al2O3 .....	0,17
Fe2O3.....	0,06
SiO2 .....	0,67
TiO2 .....	0,01
H2O.....	0,20
Perdida por calcinacion.....	43,28
Peso molecular.....	100,8
<b>Propiedades físicas:</b>	
Blancura en seco .....	92
Absorcion de aceite .....	12
Peso especifico.....	2,7
Indice de refraccion.....	1,49
pH, valor .....	9
Estructura .....	granular
<b>Granulometria:</b>	
Corte granulometrico .....	44 μ
Particula media .....	10 μ

Tabla 4. Propiedades del carbonato cálcico (Vicentiz 2005).

<sup>88</sup> Propiedad que mantienen estas superficies aunque se aplique sobre ellas otra preparación de color.

### 3.1.1.3. El óleo.

A partir de mediados del s. XVI, la pintura al óleo progresó hasta convertirse en la técnica más utilizada por los antiguos maestros, probablemente por ser el material que proporciona multiplicidad de modos de representación. Es de efectos rápidos e inmediatos, facilita la combinación y fusión de tonalidades y tonos inferiores, lo cual permite la corrección aún estando la pintura fresca. Sólo en los últimos 20 años, ha cedido parte de su supremacía a las resinas poliméricas sintéticas, pero probablemente sigue siendo el medio más popular.

El color es uno de los factores más importantes en la apariencia estética de una obra de arte; el color de los pigmentos, es el resultado de la absorción parcial y la reflexión de la luz visible (Durán et al. 2011).

Las pinturas, se componen de un agente que entre otras características determina su color, y un aglutinante como vehículo. Dentro de las sustancias que aportan color a las pinturas cabe hacer una distinción entre colorantes o tintes y pigmentos. Ambas son pequeñas partículas de polvo, cuya diferencia está en su disolución o dispersión en el líquido en el que se viertan (Sacristan Cuadrón 2010). Ralph Mayer (1993, pp. 26), recoge la diferencia entre ambos términos en la siguiente definición: “*Un pigmento es una sustancia coloreada y finamente repartida, que confiere su color a otro material, bien cuando se mezcla íntimamente con él, bien cuando se aplica a su superficie en una capa fina. Cuando un pigmento se muele y se mezcla con un vehículo líquido para formar una pintura, no se disuelve sino que queda disperso o en suspensión en el líquido. Las sustancias coloreadas que se disuelven en líquidos e imparten su color a estos materiales al ser absorbidos se llaman tintes o colorantes*”. Según el grupo químico al que pertenezcan los pigmentos, sus características son muy diferentes, atendiendo a su forma y estructura (Smith 1991, pp. 192).

La composición química de los pigmentos presenta una gran diversidad y de acuerdo con esta se dividen en orgánicos e inorgánicos. Ambos están a su vez compuestos por una gran variedad de compuestos químicos que hacen que su reactividad sea muy diferente (Saurí Peris 2007, pp. 29).

La pintura al óleo se hace con pigmento pulverizado seco. Los pigmentos utilizados en las pinturas al óleo, en principio son los mismos que para cualquier otra técnica; acuarela, gouache, temple y acrílicos, aunque no todos son aptos para su utilización en cualquiera de las técnicas. Por tanto, el concepto de estabilidad aplicado a los pigmentos es relativo ya que no llegan a ser totalmente inertes (Saurí Peris 2007, pp. 29). El pigmento adecuado, es el que mantiene su color inalterable a los ácidos, la luz, calor, humedad y otros agentes.

Se utilizan como aglutinantes aceites secantes y los más comunes suelen ser el “*Aceite de linaza o de adormidera*”; Se obtiene al prensar la semilla de lino. La historia del aceite de nuez y de adormidera, es tan antigua como la del aceite de linaza. Las semillas se extraen de la adormidera y de la nuez. Estos aceites amarillean menos que el de linaza pero su aspecto de secado es más lento y la película filmógena que producen es menos dura.

La influencia perjudicial del amarilleo sobre los tonos fríos, era ya conocida por los viejos maestros, así advierte Mayerne<sup>89</sup>, que van Dyck en sus cuadros al óleo aplicaba el azul de los ropajes al temple. En los libros sobre pintura de los grandes teóricos como Leonardo, Vasari, hasta Mayerne y aún posteriormente es recomendado el aceite de nueces para los colores claros, ya que el de linaza amarillea (Villarquide 2004, pp. 222).

Las propiedades de secado en los aceites eran también conocidas por los autores más antiguos, y se pueden encontrar muchos casos de aplicación a la pintura en inventarios y facturas de materiales. El proceso de oxidación de los materiales que componen esta técnica, confiere una especial riqueza y profundidad a los colores del pigmento seco y el artista puede variar las proporciones de óleo y disolvente, como la trementina para que la superficie pintada presente toda una gama de calidades, opaca, transparente, brillante o mate.

La pintura al óleo, convenientemente aplicada, cambia muy poco de color al secarse, aunque a largo plazo tiende a amarillear ligeramente. Su capacidad para soportar sucesivas capas, permite al artista desarrollar un concepto pictórico por etapas, y la lentitud del proceso, permite retirar pintura o reparar zonas enteras.

Señalamos a continuación las características de algunos de los pigmentos más utilizados con fines pictóricos y que por tanto usaremos en nuestro ensayo práctico.

Comenzaremos por el Blanco de plomo, también denominado albayalde, por ser el más antiguo que se conoce, y utilizado por egipcios, griegos y romanos (Huertas Torrejón 2010, pp. 154). Este pigmento blanco ha sido empleado en todas las técnicas pictóricas<sup>90</sup>, hasta comienzos del s. XIX en que apareció el blanco de zinc.

Es un pigmento de origen mineral artificial y su composición es carbono básico de plomo. Es un pigmento muy pesado y por tanto con alto peso atómico. A pesar de ser elevadamente tóxico, debido a su opacidad y poder cubriente en la pintura tuvo una gran aceptación por los grandes maestros de la pintura. Al poder además admitir cargas como el carbonato de cal, fue aplicado en las preparaciones e imprimaciones de los lienzos. Otra de sus características es que seca con gran rapidez, y con el tiempo genera un fenómeno<sup>91</sup> denominado saponificación, al aplicarlo en capas muy finas (Huertas Torrejón 2010, pp. 155).; pudiéndose ver en los arrepentimientos y correcciones de las pinturas de Velázquez, Rubens, van Dyck entre otros. Este fenómeno, sin embargo forma parte según Nicolaus (1998, pp. 162), de un proceso de degradación de la pintura, al mezclarse determinados pigmentos con blanco de plomo, y puede comenzar a los dos años de haber sido pintada la obra.

---

89 Autor de uno de los tratados más importantes sobre los procedimientos pictóricos de los artistas de su época. Genovés de origen francés, fue médico de Carlos I de Inglaterra, y conoció a muchos artistas de la corte como van Dyck, con quien tuvo una gran amistad (Báez y San Andrés 2001, pp. 72).

90 Excepto para la pintura al fresco.

91 Sólo en la pintura al óleo.

Los colores de cadmio, como el amarillo o el rojo, constan de sulfuro de cadmio. Los que tenemos en el mercado actualmente, se fabrican con un método similar al empleado para hacer litopón, y contienen sulfato de bario. Esta combinación sulfato-bario o litopones de cadmio, les hace muy superiores en casi todas sus características a los antiguos sulfuros de cadmio. Esta similitud en la composición con los antiguos pigmentos, es la que nos ha hecho seleccionar ambos para nuestro estudio, ya que las composiciones químicas son semejantes (Mayer 1993, pp. 44).

El amarillo cadmio comienza a utilizarse a principios del s. XVIII. Es un pigmento de origen mineral y puede mezclarse con blanco de plomo y otros pigmentos que contengan azufre. El cadmio medio es el más estable, y es que utilizaremos en nuestro ensayo.

Al grupo de tierras rojas, rojos de óxido de hierro tanto natural como sintético, pertenece un gran número de pigmentos utilizados desde la antigüedad.

El siena tostado, fue muy utilizado desde la antigüedad. Se empleaba para las carnaciones en sustitución de los rojos de cadmio y bermellones. Nosotros en nuestro ensayo lo utilizaremos como color en la preparación roja una de sus características es su transparencia lo que hace que a pesar de ser un pigmento mineral tenga un bajo peso atómico.

Respecto al rojo cadmio, a pesar de ser uno de los pigmentos inorgánicos más recientes, puesto que su uso comienza a principios del siglo XX, lo hemos seleccionado para nuestro estudio por ser un pigmento mineral de características similares en su composición al amarillo cadmio como ya hemos señalado anteriormente.

El azul cobalto comienza a utilizarse en el s. XVIII, como sustituto del lapislázuli. Es un pigmento mineral artificial a base de aluminato de cobalto; Es tóxico y tiene las mismas propiedades que los pigmentos que contienen blanco de plomo en su composición, ya que el cobalto actúa como secativo, además de tener un poder bastante cubriente.

En cuanto a los pigmentos negros, señala entre otros Huertas Torrejón (2010, pp. 173), que merecen especial atención porque se cree que todos tienen las mismas características, cuando en realidad cada uno reúne las suyas propias.

El negro marfil, fue el negro más intenso hasta la aparición del negro de óxido de hierro sintético. De origen animal, se obtiene de la calcinación de marfil. También fue muy utilizado por su capacidad cubriente y estabilidad.

El negro humo, también de origen animal, se obtiene de la calcinación de huesos de distintos animales.

### **3.1.2. Materiales añadidos en la forración.**

#### **3.1.2.1. Técnicas de reentelado.**

Gran parte de las pinturas correspondientes a los siglos XVII y XVIII, han llegado hasta nuestros días gracias a las intervenciones de conservación a que fueron sometidos. Uno de los procesos más generalizados para salvar pinturas muy deterioradas, fue sin duda el del reentelado. Se sabe que debieron existir expertos forradores<sup>92</sup> a mediados del siglo pasado, que conocían su oficio y dominaban el procedimiento de la gacha.

Los primeros reentelados que se conocen, datan del siglo XVII; de esta época hasta ahora se han seguido practicando adecuándose a las nuevas técnicas y sobre todo siendo totalmente reversibles. Es variada y extensa la bibliografía que recoge las técnicas y aplicaciones del reentelado tradicional (Melchor Rodríguez 1987).

Son muchas las razones de orden técnico que aconsejan este tratamiento de conservación, siendo las más frecuentes:

- La tela original está muy debilitada por la oxidación y no puede soportar la tensión normal del bastidor.
- La tela está agujereada o rota.
- La tela presenta deformaciones debidas a una tensión mal repartida.
- El lienzo ha sido reentelado anteriormente, deficientemente ejecutado y es necesario eliminarlo.
- La tela es muy débil para resistir las contracciones ejercidas por una capa pictórica muy tenaz.
- Un lienzo cortado en trozos puede recobrar su identidad.

En suma, siempre que una o varias degradaciones pongan en riesgo la permanencia de la pintura, se consideraba adecuado aplicar un reentelado. El procedimiento de la gacha fue utilizado para reentelar casi la totalidad de las obras de la época que hemos tomado como referencia para nuestro estudio, y será por tanto sus componentes materiales los que utilizaremos en el ensayo; Además de la cera-resina, por su gran difusión en la misma época en los Países Bajos, y haber llegado a nuestros días también muchas de sus pinturas reenteladas con dicha técnica.

---

92 Maestros de taller conocedores del oficio y expertos en este proceso de restauración.

### **3.1.2.1.1. Adhesivos.**

La función principal de un adhesivo es la de fijar o pegar algo; en el caso de las pinturas, restablece la adherencia entre capas de preparación y pictórica, y en ocasiones restituye la cohesión de esta última. El adhesivo tiene una característica fundamental, que le hace diferente de otros materiales como el consolidante, y es que no debe penetrar en el cuerpo o materia a pegar. El endurecimiento se produce debido a un cambio de temperatura en los termofusibles, cuando se solidifica una materia fundida.

En este grupo entran todos los adhesivos que se utilizaban para los forrados y que incluyen a las mezclas de ceras-resinas, y las acuosas como la gacha.

Estos adhesivos acuosos datan de finales del siglo XVII y se componen de mezclas naturales a base de colas orgánicas. Los más usados, junto con las pastas de harina ó gacha, son las mezclas de cera-resina, empleándose en estos últimos años también las resinas sintéticas (Díaz Martos 1975, pp. 74)<sup>93</sup>.

#### **3.1.2.1.1.1. Gacha.**

Término utilizado en España para denominar al adhesivo que se realiza a base de pastas de cola y harina; pueden obtenerse de muy distintas maneras, pero los materiales constitutivos más usuales son el agua, la harina de trigo, o de centeno (menos corriente), la cola fuerte y uno o varios plastificantes, como la miel mezclada con trementina de Venecia, que mantienen la elasticidad de la pasta y evitan el peligro de la cristalización de la cola una vez seca. También se le suele añadir pequeñas cantidades de desinfectantes, para prevenir la proliferación de microorganismos.

Las proporciones varían según se desee que el adhesivo resultante sea más o menos denso; el resultado final del reentelado vendrá condicionado según sea de abierta o cerrada la trama de la tela nueva que se aplique en la forración.

#### **3.1.2.1.1.2. Cera-resina.**

También llamado método holandés. La cera de abejas sin blanquear es un adhesivo por sí mismo, aunque no lo suficientemente fuerte para utilizarlo en la forración de cuadros. Normalmente se mezclaba con resinas blandas, como la dammar, la colofonia o la trementina. Este tipo de adhesivo fue el más utilizado en países húmedos del norte de Europa en la primera mitad del s. XX. Al igual

---

93 Todos ellos, con diferente composición, comprometen de algún modo el porvenir de la obra, unos porque son afectados por los cambios climáticos y otros por su difícil reversibilidad. Las fórmulas de los adhesivos han ido cambiando a lo largo de la historia de la restauración.

que la gacha, puede generar cambios en una pintura ya que si los adhesivos penetran en la película pictórica estos procesos serán irreversibles (Sánchez Ortiz 2012, pp. 110).

El origen natural de la mayoría de los materiales presentes en estas mezclas, con alto contenido de celulosa y de grasa en el caso de la cera, hace que tengan pesos atómicos muy bajos, al igual que las telas utilizadas, por lo que su grado de absorción de radiación X es también muy bajo.

Sin embargo, hemos considerado importante conocer su comportamiento ante los RX por separado, antes de incorporarlos a las probetas a modo de forrado. De este modo, se podrán analizar los cambios que se pudieran producir al implementarse en las pinturas ya que al sumarse los espesores de ambas, podría influir en la modificación de la imagen radiográfica.

En este orden de cosas, se viene apreciando que en radiografías obtenidas de diferentes tipos de pinturas que fueron reenteladas, no se hace mención a la incidencia de los materiales añadidos en la interpretación del documento.

Es de suponer, que muchos materiales que se usan habitualmente en determinados procesos de restauración como es el caso de los reentelados, poseen cierto grado de absorción de radiación, por lo que, de ser así, podrían estar modificando la imagen radiográfica del cuadro antes de su adición y en consecuencia podrían inducir a error o cuando menos a una incorrecta interpretación del documento.

El objetivo fundamental de este trabajo, consiste en verificar que los registros radiográficos procedentes de pinturas reenteladas ofrecen un contraste diferente que el estimado en la misma obra de no haber sufrido este tipo de intervención, lo que se puede relacionar con la adición de otros materiales.

Cuando se reentela una pintura, se produce una modificación de su materialidad, y por tanto los documentos radiográficos que se generen con posterioridad deben ser revisados ya que su interpretación, podría dar a lugar a error.

Por otro lado, durante el desarrollo de esta tesis, no se han encontrado bibliografía ni documentos que clarifiquen este aspecto.



---

## IV. ESTUDIO EMPÍRICO



## IV. ESTUDIO EMPÍRICO.

### 4.1. Ensayo práctico.

El ensayo práctico consta de dos fases; en la primera se han preparado 12 probetas para individualizar los materiales constitutivos de una pintura<sup>94</sup> mediante el examen con Rayos X. Las 12 probetas corresponden a las dos series, una con preparación blanca y otra roja, para cada uno de los 6 colores seleccionados.

Con este fin, se han realizado radiografías de todas ellas, que nos han servido como testigos: **T**. Tras el radiografiado, se han reentelado las probetas con 4 franjas alternas de gacha y de cera-resina, de distinto espesor, correspondiendo las dos superiores al más fino: **a**, y las inferiores al más grueso: **b**. Así preparadas, se ha realizado una nueva serie de radiografías denominadas: **R**.

Con el fin de ahondar en el problema de la interacción de materiales añadidos en la forración, con los originales de una pintura, y para su mejor conocimiento, incorporamos en una fase posterior unas “galletas” de gacha de 2 mm. de espesor, y de cera-resina de 1,5 mm., que hemos superpuesto al forrado anterior. (Ver gráfico 5). El aumento de los espesores de los adhesivos, ha permitido evaluar su incidencia en el estudio radiográfico, siempre en relación con los materiales originales, ya que simula la presencia de cúmulos de adhesivo, que se encuentran con frecuencia en cuadros que fueron reentelados.

Seguidamente se realizó una tercera serie de radiografías a las que hemos codificado como: **R2**.

Previamente, se radiografiaron por separado los materiales de reentelado; tela y los dos adhesivos, gacha y cera-resina, para caracterizarlos por separado radiográficamente y conocer así su comportamiento ante los Rayos X. Esto nos ha permitido evaluar con mayor rigor su grado de interferencia con el material de las probetas.

En la segunda fase, se ha procedido al estudio individualizado de los documentos radiográficos de las probetas (36 unidades), y a un estudio comparativo entre las tres secuencias **T**, **R** y **R2**, correspondientes a cada color (6) y a las dos preparaciones, blanca y tierra roja.

De él, se destilan interesantes datos sobre la interferencia de materiales añadidos en el forrado de las pinturas.

Por otro lado, según avanzábamos en la investigación, nos pareció oportuno incorporar en el ensayo al menos un pigmento de naturaleza sintética, en la idea de poder comparar los resultados de su comportamiento ante los rayos X.

Consideramos que ésta información, además del interés propio de la respuesta del pigmento Azul Ultramar ante los RX y el efecto de los materiales de reentelado en él, (presumiblemente similar al de algunos pigmentos orgánicos), ofrece la posibilidad de “discriminar” su presencia en pinturas antiguas, que tuvieran repintes posteriores, o incluso descartar copias o falsificaciones. Temas estos con suficiente complejidad é interés, como para ser abordados en nuevas líneas de investigación.

94 Tela, aguacola, capa de preparación y pintura.

Finalizado el estudio empírico como se explicará más adelante se aplicó el mismo procedimiento del ensayo sobre una pintura del s. XVII.

Al detectarse algunas contradicciones entre los resultados (del ensayo en probetas) y la pintura del s. XVII, se prepararon otras dos fajas de tela con preparación a base de creta y blanco de plomo (dos espesores; **a** y **b**), y otras dos de creta blanco de plomo y tierra roja (**a** y **b**).

Las conclusiones finales del estudio, como veremos más adelante, han permitido avalar nuestra investigación.

#### **4.1.1. Materiales pictóricos utilizados.**

Las probetas se han elaborado tomando como referencia los datos históricos de los materiales que se usaban en el s. XVII en España, puesto que es el período ya acotado en el inicio de nuestra investigación.

Atendiendo a ello, la tela seleccionada ha sido de lino, conocida comercialmente como lienzo Velázquez<sup>95</sup>. El lienzo se ha preparado con una cola orgánica<sup>96</sup> más una carga<sup>97</sup>. La técnica pictórica utilizada ha sido el óleo, con aceite de lino purificado<sup>98</sup> para pastar los pigmentos, y disolvente con esencia de trementina.

Los pigmentos elegidos se corresponden con los tres colores primarios: Amarillo Cadmio: **Am Cd**, Rojo Cadmio: **R Cd** y Azul Cobalto: **Az C**, además de los Negros, Marfil: **NM**, y de Humo: **NH**, y el Blanco de plomo: **B pb**<sup>99</sup>.

Con esta selección, se pretende por un lado ser consecuentes con los datos históricos acerca de su uso y por otro, evaluar sus comportamientos en el ensayo. De otro modo, los resultados del mismo podrían no ser coincidentes al existir enormes diferencias entre la naturaleza de los pigmentos de épocas pasadas y los sintéticos de hoy en día.

Sin embargo, y con el fin de completar un estudio comparativo, explicado brevemente en párrafos anteriores, hemos incorporado al ensayo el pigmento Azul Ultramar: **Az U**, sustituto de origen sintético del pigmento mineral lapislázuli, muy utilizado a partir de 1828. Se produce a partir de silicato de aluminio con impurezas de azufre. Este pigmento moderno también es llamado ultramar francés, azul francés, azul de Guimet, nuevo azul, ultramar sintético o azul permanente, y tiene una composición química similar a la de la lazurita.

---

95 El fabricante es Mora y Rey (Fabricación propia).

96 Cola de conejo.

97 Blanco de España.

98 Casa comercial, Titan.

99 Sulfato básico de plomo perteneciente a Agroquímica del Vallés.

#### 4.1.2. Elaboración de probetas.

Como se ha explicado, con el fin de caracterizar el comportamiento ante los RX de los materiales de reentelado, se han preparado, además de las probetas con pintura otras cuatro fajas de tela con los adhesivos de reentelado correspondientes; gacha en dos espesores **a** y **b**. Y tela más adhesivo cera-resina **a** y **b** colocadas en alternancia. De este modo la secuencia es: gacha **a**; cera-resina **a**; gacha **b**; cera-resina **b**.

Las probetas de pintura, se han preparado según se describe a continuación;

Sobre la tela de lino tensada, de unas medidas de 38x30 cm. se aplica una mano de aguacola a base de cola orgánica<sup>100</sup> muy diluida en agua; y una vez seca la preparación; blanca (serie a) y roja (serie b), sobre ellas, se ha pintado libremente a pincel, pero aplicando la pintura en capas de menor espesor en la zona superior (**a**), y de mayor espesor en la zona inferior (**b**).

Todo ello para ampliar el estudio de las posibles interferencias entre materiales según su naturaleza y espesor.

El número total de probetas asciende a 14, en correspondencia con los seis colores ya citados: Amarillo y Rojo Cadmio, Azul Cobalto, Negro Marfil y Humo, y Blanco de plomo; y con las dos series de preparación blanca y roja. Junto con las dos correspondientes al Azul Ultramar, preparación blanca y roja, incorporadas al final de ésta parte del ensayo.

---

100 Formada por gelatinas que se obtienen del colágeno animal.

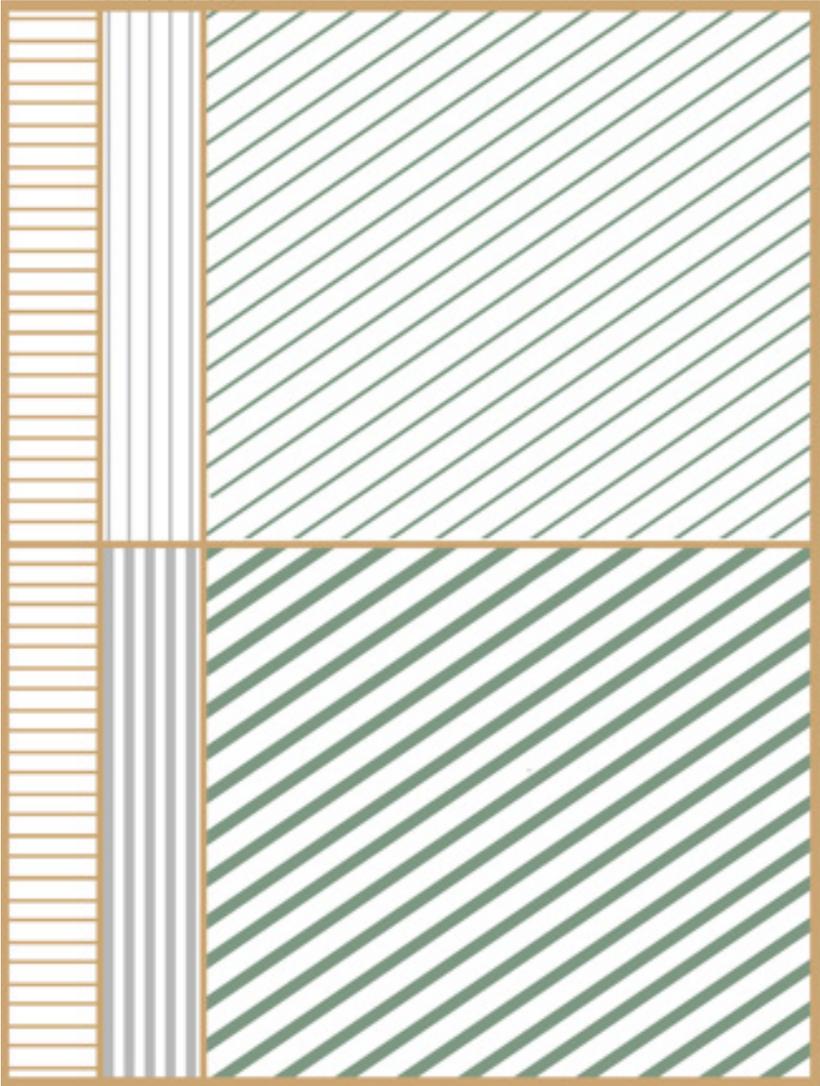


Gráfico 1. Correspondiente a la elaboración de probetas.

#### 4.1.2.1. Identificación de probetas (fotografías).

Amarillo Cadmio: **Am Cd**



Imagen 13. **PAm Cd** *pr b*



Imagen 14. **PAm Cd** *pr r*

Azul Cobalto: **Az C**



Imagen 15. **PAz C** *pr b*



Imagen 16. **PAz C** *pr r*

Blanco de plomo: **Bpb**



Imagen 17. **PBpb** *pr b*



Imagen 18. **PBpb** *pr r*

Negro Humo: **NH**



Imagen 19. **PNH** *pr b*



Imagen 20. **PNH** *pr r*

Negro Marfil: **NM**



Imagen 21. **PNM** *pr b*



Imagen 22. **PNM** *pr r*

Rojo Cadmio: **RCd**



Imagen 23. **PRCd** *pr b*



Imagen 24. **PRCd** *pr r*

### 4.1.3. Estudio radiográfico.

#### 4.1.3.1. Caracterización radiográfica de materiales de reentelado.

Comenzaremos con el radiografiado de los materiales de reentelado que se van a utilizar sobre las probetas, con el fin de conocer previamente sus características ante los RX. Este paso, permite establecer el grado de absorción de radiación de la tela y de los adhesivos, gacha y cera-resina, en los dos espesores establecidos; **a** y **b**.

Para la realización de las radiografías se ha utilizado un equipo Transportix 100-100 y las constantes para todos los disparos han sido de 52 Kv; 20 mA; T: 0,5'', a una distancia focal de 1,50 m.

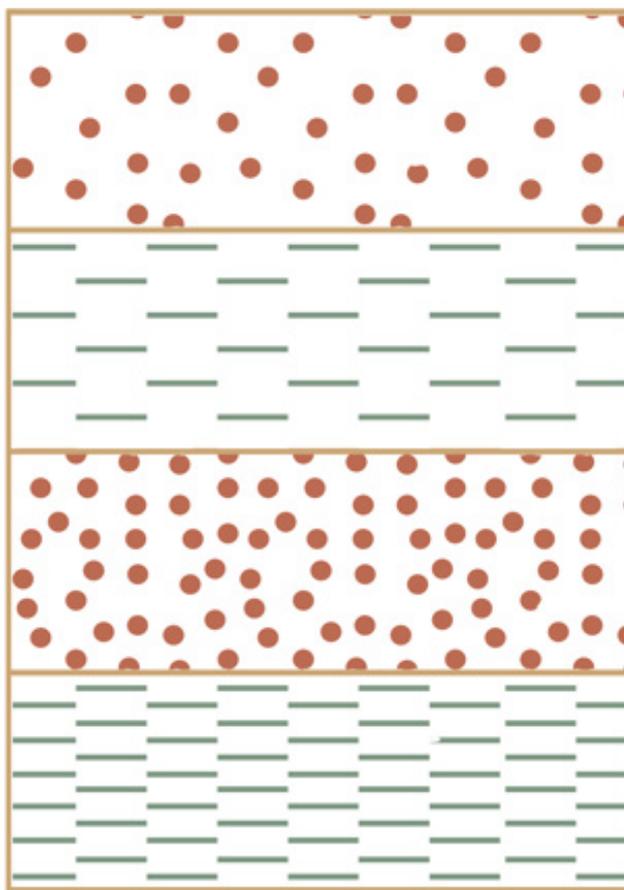


Gráfico 2. Correspondiente a la distribución en bandas de los adhesivos de reentelado.

De arriba hacia abajo: Gacha y cera-resina, espesor **a**; y gacha y cera-resina, espesor **b**.



Imagen 25. Adhesivos de reentelados.

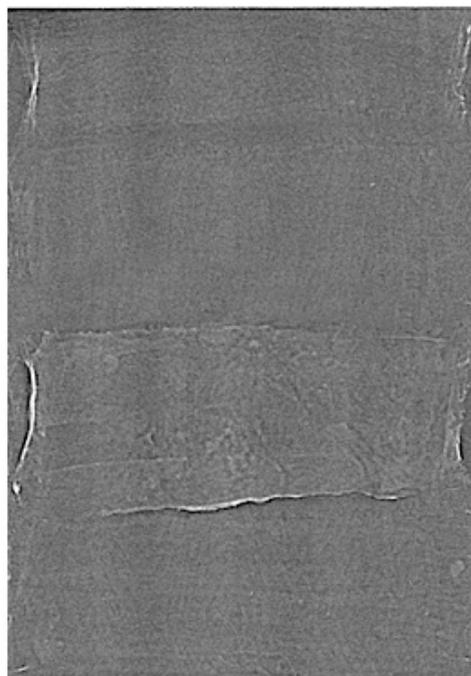


Imagen 26. Radiografía correspondiente (Imagen 25).

Esta radiografía nos permite identificar el comportamiento de los materiales de reentelado ante los RX. Se evidencia el bajo grado de absorción de la tela y los adhesivos aunque se diferencian con claridad éstos últimos en los dos espesores, **a** y **b**.

La gacha es un adhesivo de carácter orgánico, preparado a partir de una base de cola animal<sup>101</sup>. Por ese motivo en el espesor **a**, la absorción de radiación es baja<sup>102</sup>, mientras que el mayor espesor del mismo material en **b**, muestra un mayor grado de absorción y produce por ello más variedad de grises en la radiografía que también resulta más contrastada.

---

101 Preparadas a partir de colágeno de mamíferos, principal proteína del cuero, huesos y tendones.

102 Dependiendo de la transformación del colágeno más o menos tratado varía su peso molecular. De este modo el peso molecular más bajo corresponde a un tratamiento más enérgico de dicha materia y con más impurezas, cuyo resultado es una cola animal más oscura.

En el caso de la cera-resina, las dos sustancias que la componen, son igualmente de naturaleza orgánica y tienen un bajo peso atómico<sup>103</sup>.

La comparación entre ambos adhesivos, pone de manifiesto que la gacha es la que muestra un grado de absorción mayor respecto a la cera resina.

Este fenómeno es más evidente en el espesor **b** donde se aprecian las irregularidades procedentes de la aplicación de la pasta de gacha. El mismo fenómeno mucho más leve permite apreciar las huellas del pincel en el caso de la cera-resina.

---

103 La cera utilizada es de abeja, denominada de opérculo por ser limpiada de impurezas. Su utilidad en el arte es amplia desde la antigüedad a la edad moderna. La resina utilizada es la de colofonia, materia prima natural y de amplias aplicaciones en el mundo del arte, debido a la versatilidad y buenas propiedades que presenta. Se obtiene de la resina de pinos y está compuesta en la mayoría de los casos por el 85% de ácidos resínicos y su peso molecular es bajo (Giudice y Pereyra 2009, pp. 23).

#### 4.1.3.2. Caracterización radiográfica de materiales originales de las probetas.

##### AMARILLO CADMIO preparación blanca



Imagen 27. Probeta; *P Am Cd pr b*

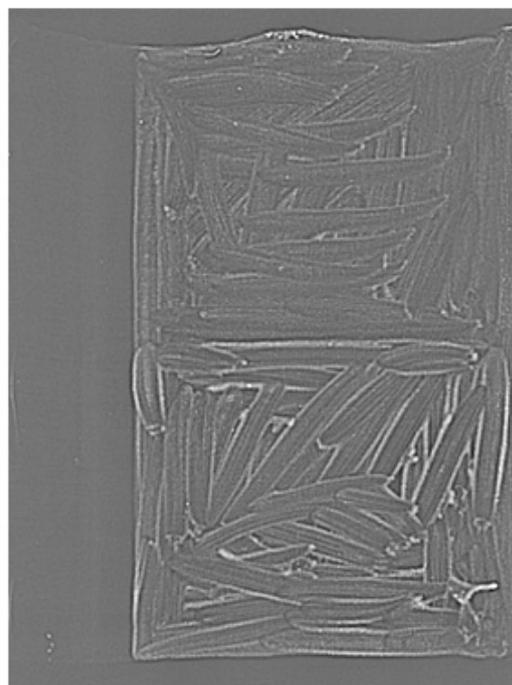


Imagen 28. Rga. *T Am Cd pr b*

##### **Análisis:** *T Am Cd pr b*

Documento radiográfico que ofrece un contraste medio alto, debido a la naturaleza mineral del pigmento<sup>104</sup>.

La radiografía recoge con precisión la huella de la pincelada por lo que la absorción más alta se concentra en los bordes por la mayor acumulación de pigmento; este efecto es más notable en el espesor **b**.

Destaca un fino punteado que se corresponde con la desigual saturación de pintura sobre la tela por lo que se hace más visible su trama.

Las bandas libres de pintura, a la izquierda de la imagen, muestran la baja absorción de la tela y de la preparación blanca, puesto que esta última, apenas se diferencia de la primera.

104 A base de cristales mixtos de sulfuro de cadmio y sulfuro de zinc.

**AMARILLO CADMIO** preparación roja



Imagen 29. Probeta; ***P Am Cd pr r***

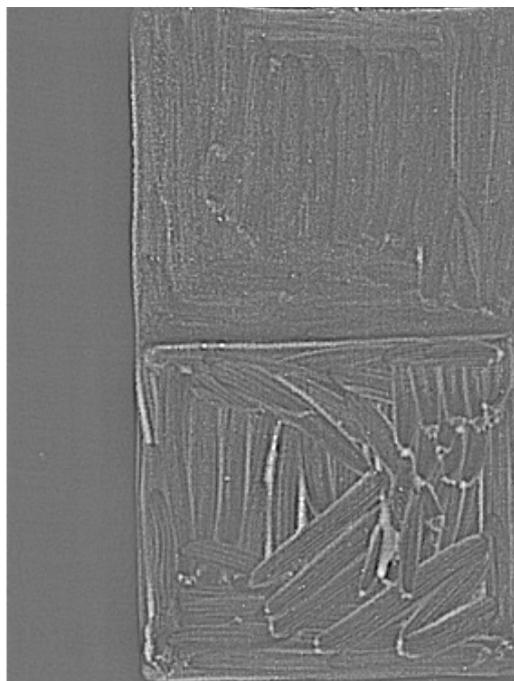
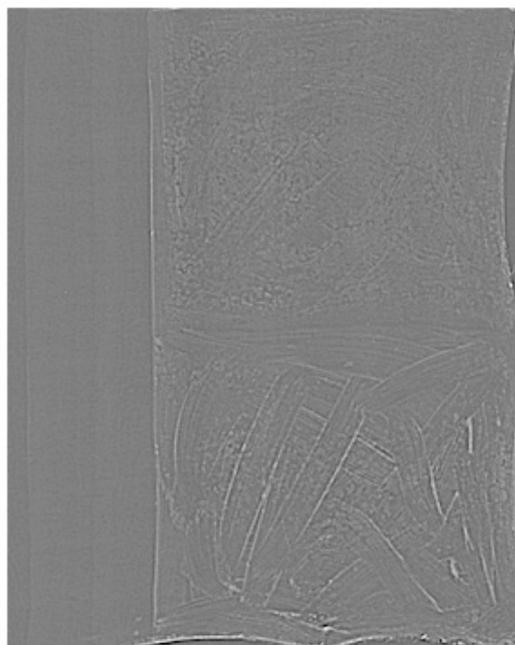


Imagen 30. Rga. ***T Am Cd pr r***

**Análisis:** ***T Am Cd pr r***

No se aprecian diferencias respecto a las observaciones anotadas en la radiografía testigo con preparación blanca, salvo las que se corresponden con el diferente trazado de la pincelada.

Cabe señalar a pesar de ello, se repite el mismo fenómeno de saturación de pigmento en la tela por el cual su trama queda registrada en la radiografía.

**AZUL COBALTO** preparación blancaImagen 31. Probeta; **PAz C pr b**Imagen 32. Rga. **TAz C pr b****Análisis: TAz C pr b**

El contraste radiográfico en este documento es medio bajo, a pesar de corresponder a un pigmento mineral<sup>105</sup>.

También el grado de absorción de radiación que muestra, es relativamente bajo, salvo en los bordes de las pinceladas donde se queda depositada la pintura.

---

105 Elaborado con aluminatos y silicatos de cobalto.

**AZUL COBALTO** preparación roja



Imagen 33. Probeta; **PAzC<sub>pr r</sub>**

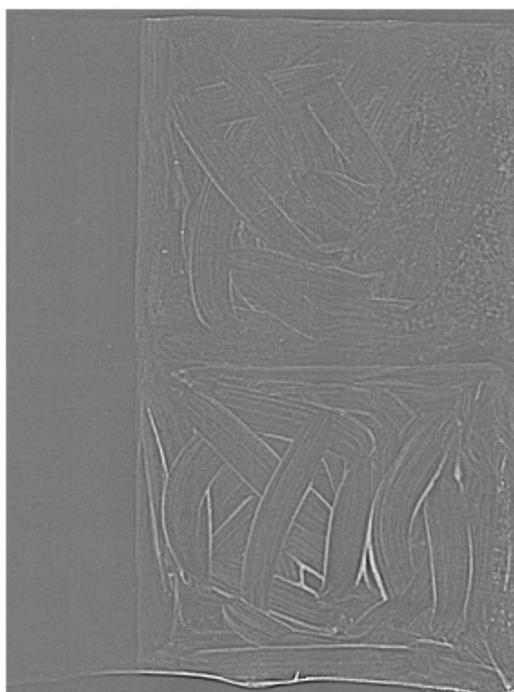


Imagen 34. Rga. **TAzC<sub>pr r</sub>**

**Análisis: TAzC<sub>pr r</sub>**

Apenas existe diferencia con la radiografía testigo de preparación blanca.

En ambos documentos, la diferencia de absorción de RX es ligeramente mayor en el espesor **b**. Este hecho es debido a la mayor acumulación de pigmento en el borde de las pinceladas, que origina las diferencias de contraste entre blancos y negros más acusadas que en **TAzC<sub>pr b</sub>**.

**BLANCO DE PLOMO** preparación blancaImagen 35. Probeta; **PB pb pr b**Imagen 36. Rga. **TB pb pr b****Análisis: TB pb pr b**

Radiografía que muestra una elevada absorción de radiación que se corresponde con la naturaleza mineral del pigmento a base de plomo de alto peso atómico.

Incide en ello el espesor de las pinceladas que proporciona una imagen radiográfica homogénea en escala de grises y por tanto con ausencia de contraste entre de blancos y negros en el área pintada.

Cabe señalar sin embargo la gran diferencia de absorción de RX que se registra entre esta zona que cubre el pigmento y la zona correspondiente a preparación y tela cuyos pesos atómicos son mucho más bajos, lo que genera un alto contraste general en la radiografía.

En esta probeta, se aprecia además de las huellas del pincel, un punteado por toda la superficie; más evidente en **b**, que se corresponde con acumulaciones de pigmento aplicado de forma desigual.

**BLANCO PLOMO** preparación roja



Imagen 37. Probeta; **P B pb** *pr r*

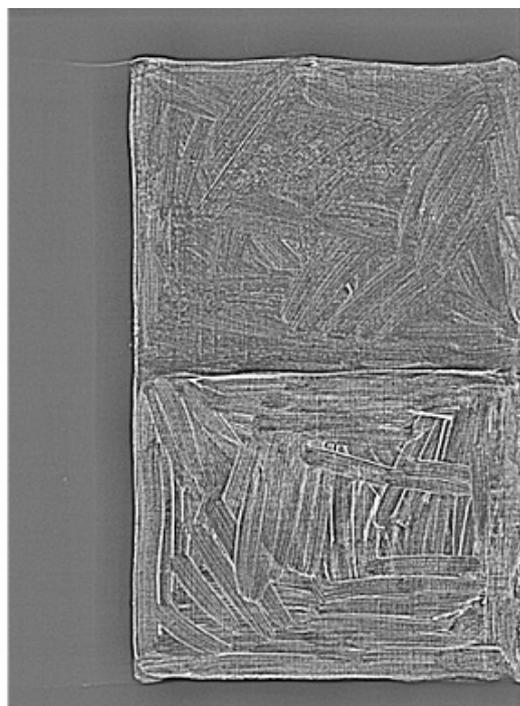
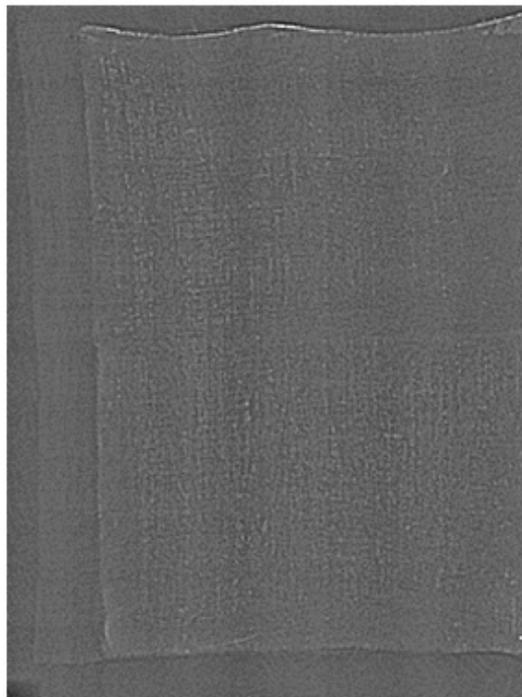


Imagen 38. Rga. **T B pb** *pr r*

**Análisis:** **T B pb** *pr r*

Esta radiografía presenta una imagen con características similares a la testigo con preparación blanca.

Difiere no obstante, en el modo en que se aplicó la pintura que en este caso no presenta los cúmulos señalados en la probeta anterior. Por la misma razón se aprecia un grado diferente de absorción entre los espesores **a** y **b**.

**NEGRO HUMO** preparación blancaImagen 39. Probeta; **PNH** *pr b*Imagen 40. Rga. **TNH** *pr b***Análisis: TNH** *pr b*

Radiografía con bajo contraste debido a la naturaleza del pigmento compuesto por carbono, elemento de bajo peso atómico.

Apenas se aprecian las huellas de la pincelada en ninguno de los dos espesores.

Es imperceptible la diferencia de absorción entre la capa de preparación y la pintura, lo que obedece al peso atómico similar de los materiales presentes en ambas.

**NEGRO HUMO** preparación roja



Imagen 41. Probeta; **PNH** *pr r*

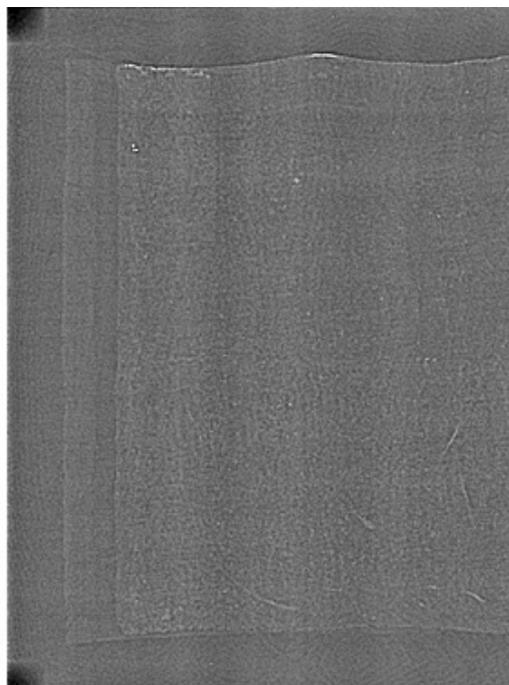
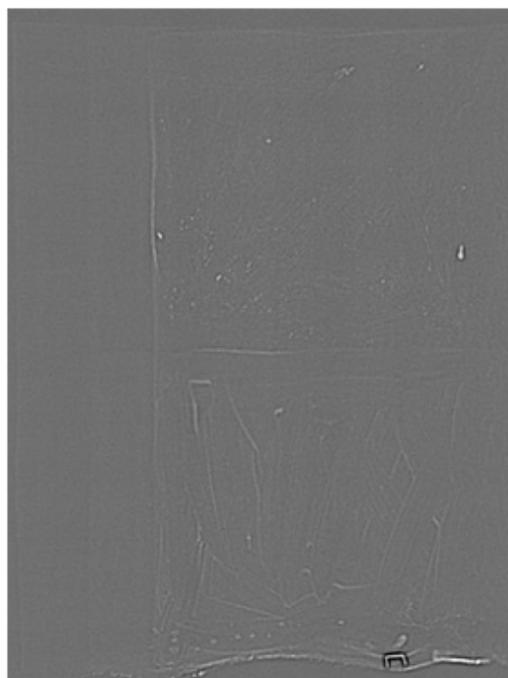


Imagen 42. Rga. **TNH** *pr r*

**Análisis:** **TNH** *pr r*

La imagen radiográfica registra un bajo contraste. Apenas se detectan diferencias con la radiografía testigo de preparación blanca, por lo que no hay muestras evidentes de cambios entre ambas preparaciones.

**NEGRO MARFIL** preparación blancaImagen 43. Probeta; **PNM** *pr b*Imagen 44. Rga. **T NM** *pr b***Análisis: T NM** *pr b*

Radiografía que muestra un contraste general y grado de absorción medio bajo, que se corresponde con la naturaleza de los materiales presentes, de peso atómico bajo, tela, preparación y del propio del pigmento<sup>106</sup> pese a su naturaleza mineral.

Se aprecian los espesores de las pinceladas en las dos zonas, siendo mucho más evidentes en **b**, por lo que el contraste aumenta ligeramente.

---

106 A base de fosfato, carbonato cálcico y carbono.

### NEGRO MARFIL preparación roja



Imagen 45. Probeta; **PNM** *pr r*

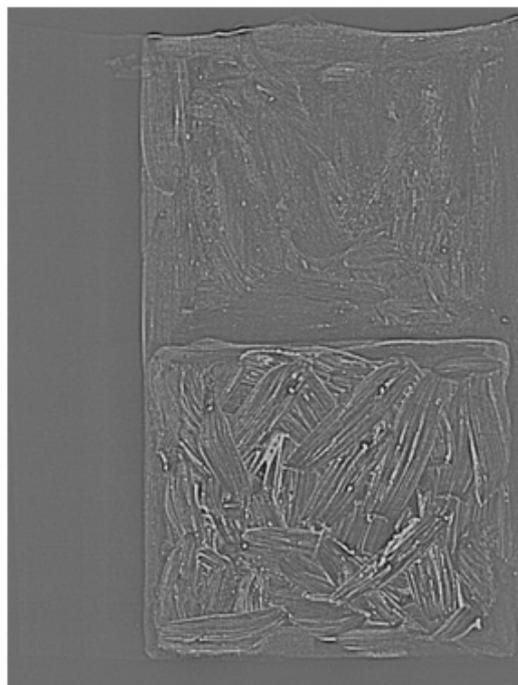


Imagen 46. Rga. **T NM** *pr r*

#### **Análisis:** **T NM** *pr r*

Al igual que en la radiografía testigo, correspondiente a la preparación blanca, el contraste general es medio bajo, así como el grado de absorción, en correspondencia con la naturaleza del pigmento.

Se aprecian los espesores de las pinceladas en las dos zonas, siendo mucho más evidentes en el espesor **b**, por lo que el contraste y la absorción aumentan ligeramente.

**ROJO CADMIO** preparación blancaImagen 47. Probeta; **PR Cd** *pr b*Imagen 48. Rga. **TR Cd** *pr b***Análisis: TR Cd** *pr b*

El grado de absorción que muestra este pigmento rojo es alto y el contraste general de esta radiografía es medio-alto, debido a la naturaleza mineral del cadmio, de peso atómico alto.

La parte superior la imagen (espesor **a**) es más homogénea, menos contrastada, con una mayor escala de grises que permite apreciar la trama de la tela.

En la zona inferior, es más acusado el contraste, que se corresponde con la aplicación de la capa gruesa de pintura. Se aprecian con mayor nitidez los bordes de la pincelada, por acumulación de pigmento.

## ROJO CADMIO preparación roja



Imagen 49. Probeta; **PR Cd** *pr r*

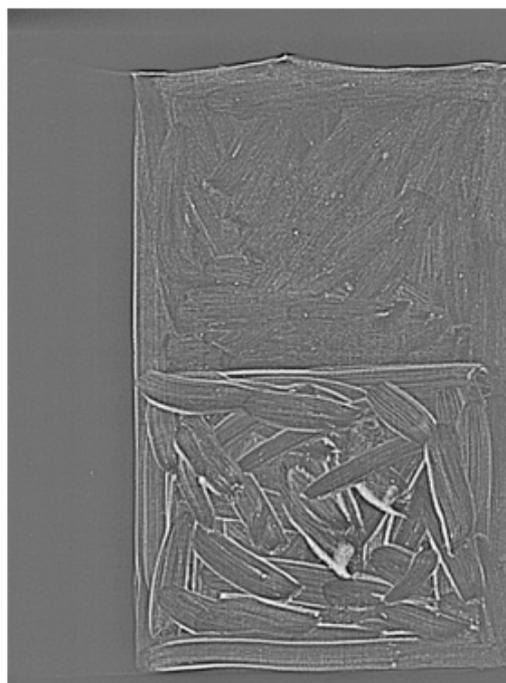


Imagen 50. Rga. **TR Cd** *pr r*

### Análisis: **TR Cd** *pr r*

La radiografía testigo de esta probeta es muy similar a la de la preparación blanca en cuanto al contraste radiográfico, ya que las diferencias que se pueden observar entre ellas vienen derivadas de la distinta aplicación de la pintura.

En cuanto a la preparación no observamos ningún dato relevante.

Cabe señalar, que al igual que en la probeta de Blanco de plomo, el contraste que se observa en las zonas correspondientes a la pintura es bastante homogéneo. Sin embargo, en comparación con las de la tela y preparación, se registra una importante diferencia, resultando así una radiografía con contraste general alto.

También se produce el mismo fenómeno por el cual la trama de la tela queda registrada perfectamente en la radiografía, debido a la acumulación del pigmento mineral de alto peso atómico en sus intersticios.

#### 4.1.3.3. Caracterización radiográfica de las probetas reenteladas.

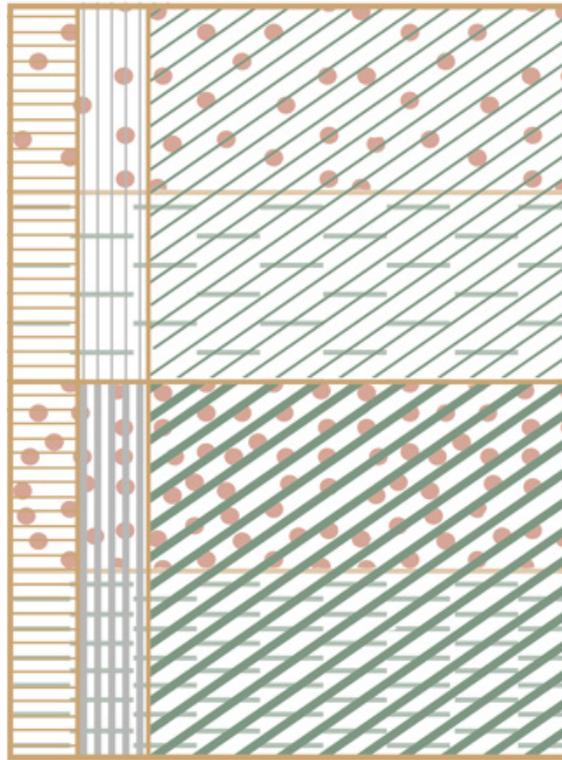


Gráfico 3. Correspondiente a las probetas reenteladas: **R**; superposición de gráficos 1 y 2.

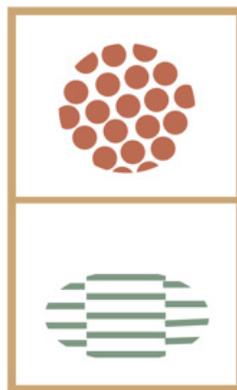


Gráfico 4. Correspondiente a la identificación de las galletas; superior gacha, inferior cera-resina.

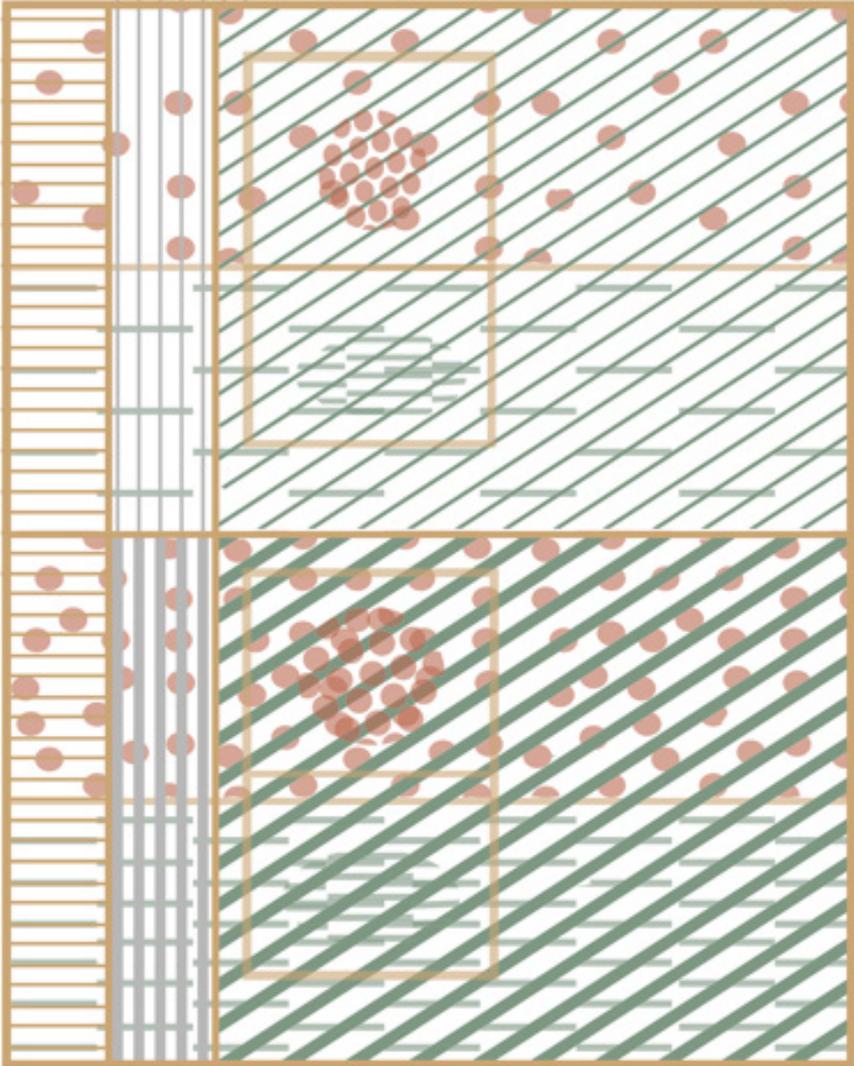
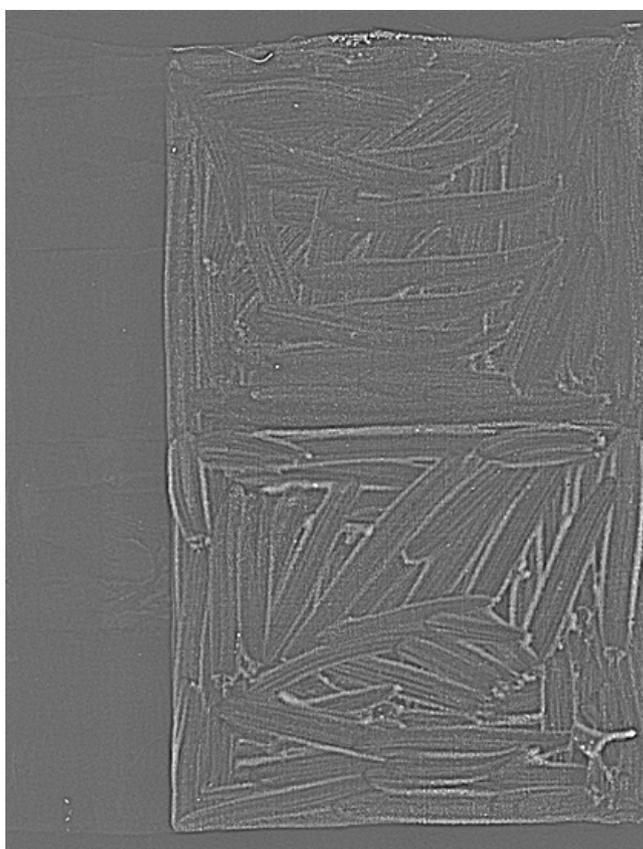
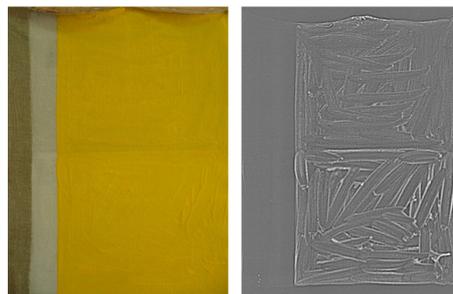


Gráfico 5. Correspondiente a la implementación de las galletas;

**AMARILLO CADMIO** preparación blancaImagen 51. Rga ***R Am Cd pr b*****Análisis: *R Am Cd pr b***

Esta imagen radiográfica tiene un contraste ligeramente atenuado respecto a la radiografía testigo que relacionamos con el efecto de las bandas de reentelado; el fenómeno se acentúa en el caso de la gacha espesor **b**.



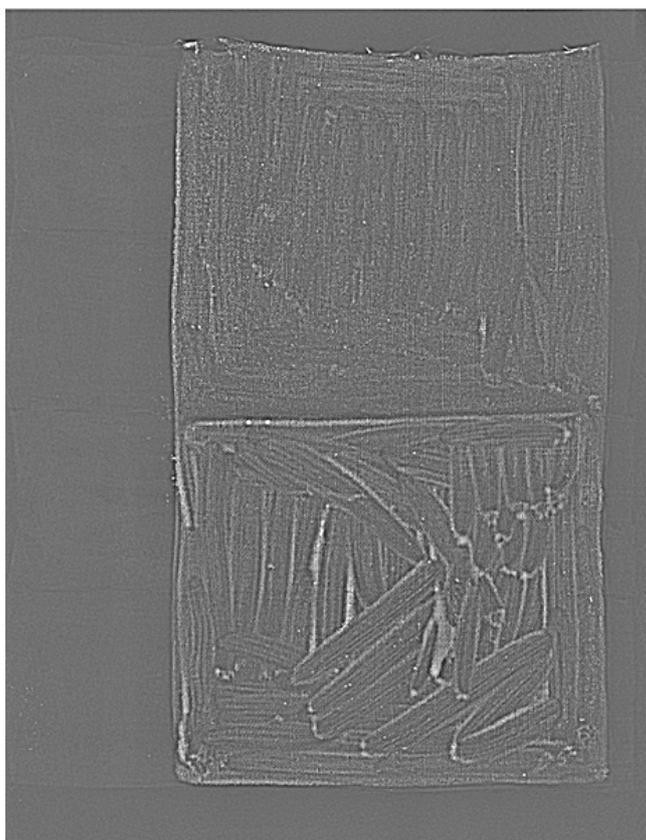
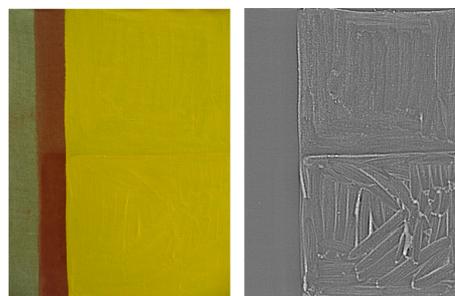
Imagen 52. Rga. **R2 Am Cd** *pr b*

**Análisis: R2 Am Cd** *pr b*

En **R2**, las galletas de gacha se hacen visibles en ambos espesores, aunque es más evidente en **a**.

También se observa una modificación de la imagen radiográfica, en una de las pinceladas por efecto de este adhesivo.

No se aprecia sin embargo interferencia de las galletas de cera-resina en ninguno de los espesores **a** y **b**.

**AMARILLO CADMIO** preparación rojaImagen 53. Rga. ***R Am Cd pr r*****Análisis: *R Am Cd pr r***

En esta radiografía, se registra un contraste ligeramente atenuado respecto a la radiografía testigo. Señalar la aplicación más regular de los adhesivos en este caso, ofrecen menor contraste que en ***R pr b.***



Imagen 54. Rga. **R2 Am Cd** *pr r*

**Análisis: R2 Am Cd** *pr r*

En el documento radiográfico son visibles las diferencias de absorción de las galletas de gacha respecto de la zona circundante.

Es más notable el efecto en el espesor **b** ya que retienen aquí más radiación. No se aprecian sin embargo diferencias de absorción en las galletas de cera-resina.

### Conclusión

Se aprecia una ligera interacción de los dos adhesivos en **R** con la pintura puesto que atenúan el contraste general de la radiografía.

En general es mayor el que presenta la gacha en todos los espesores, si bien se acentúa el efecto en **b**, al sumarse el espesor de las galletas de adhesivo (detalles imagen).

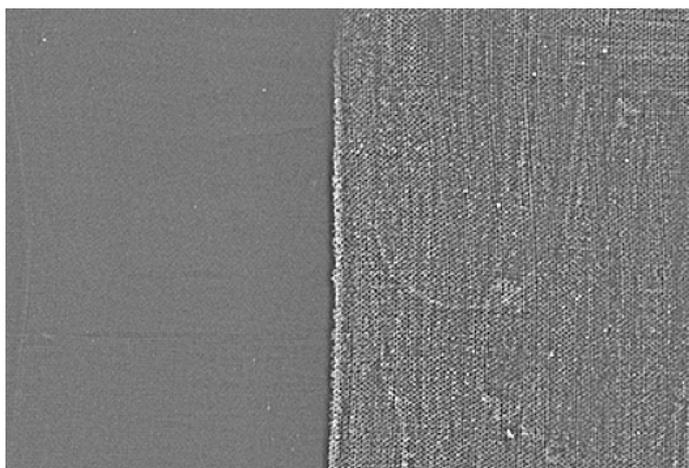


Imagen 55. Rga. **R2 Am Cd** *pr r*. Detalle espesor **a**.

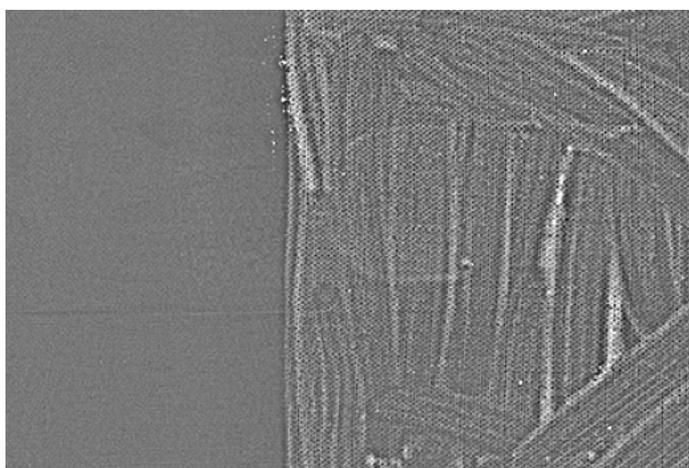


Imagen 56. Rga. **R2 Am Cd** *pr r*. Detalle espesor **b**.

Cuando el pigmento mineral penetra en la trama de la tela incluso sobre la preparación, provoca que esta quede registrada en la radiografía.

Las diferencias de absorción entre preparaciones blanca y roja son escasas.

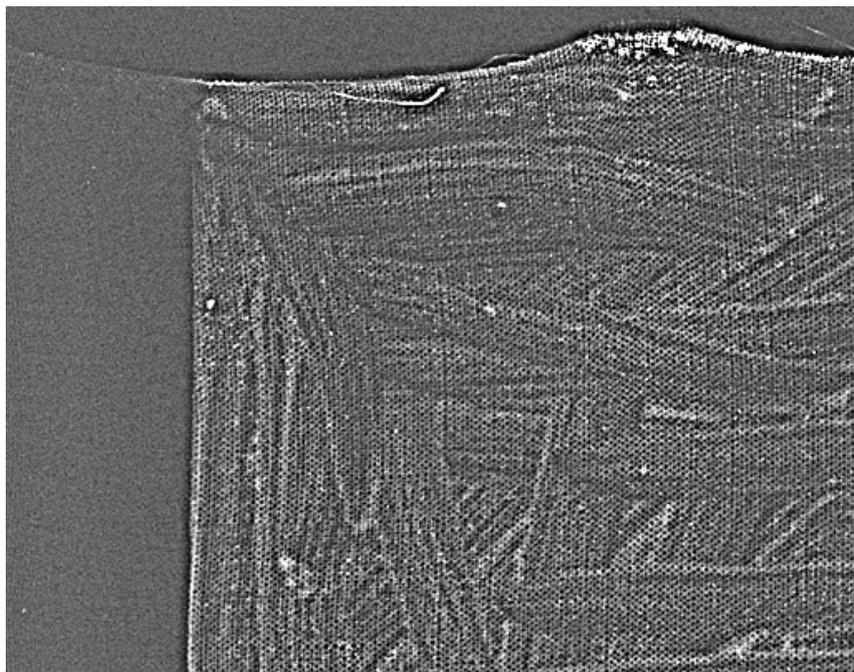


Imagen 57. Rga. **T Am Cd** *pr b*. Espesor **a**. Detalle.

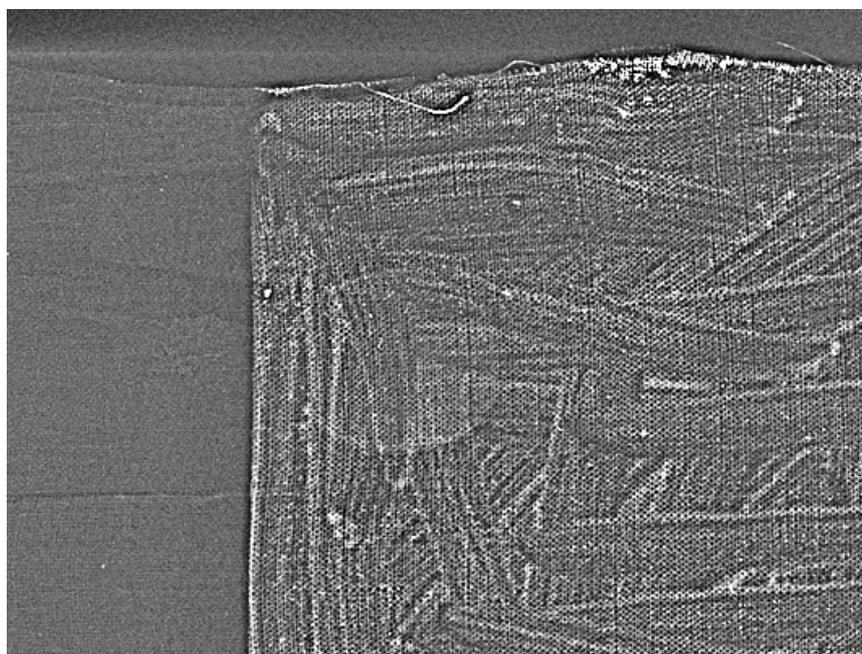
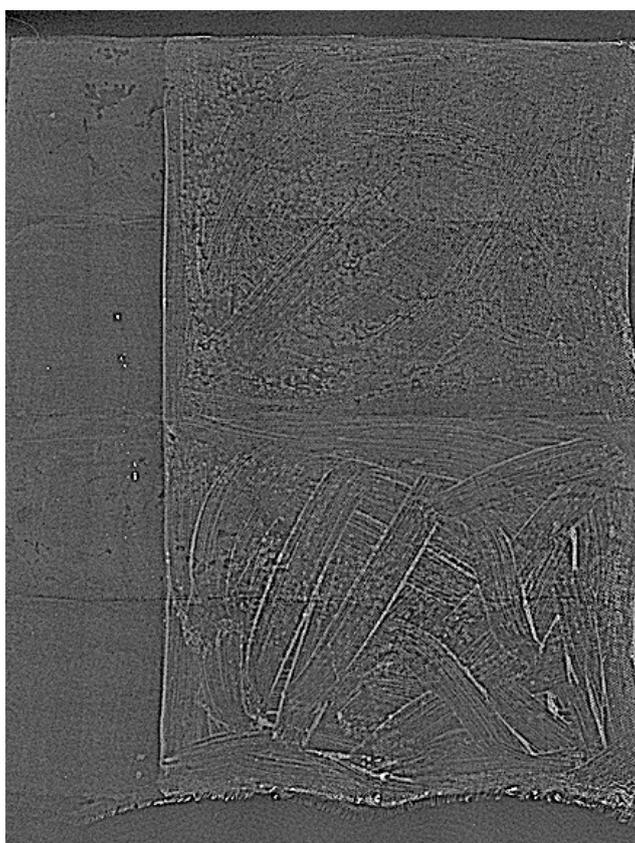
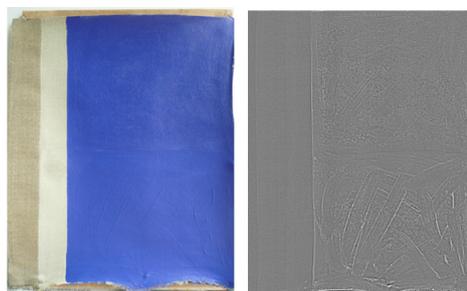


Imagen 58. Rga. **R2 Am Cd** *pr b*. Espesor **a**. Detalle.

**AZUL COBALTO** preparación blancaImagen 59. Rga. ***RAz C pr b*****Análisis: *RAz C pr b***

Esta imagen radiográfica correspondiente a los reentelados alternos de adhesivos, es bastante homogénea tanto en **a**, como en **b**. Se aprecia una ligera mayor absorción en el adhesivo de gacha, y en ambos espesores, pero no es nada significativo.

Entre la capa de preparación y la tela, tampoco se detectan diferencias de absorción.

Lo más significativo del documento reside en la huella que deja el adhesivo de gacha en la zona no pintada, en ambos espesores, debido a su desigual aplicación, que origina las diferencias de absorción.

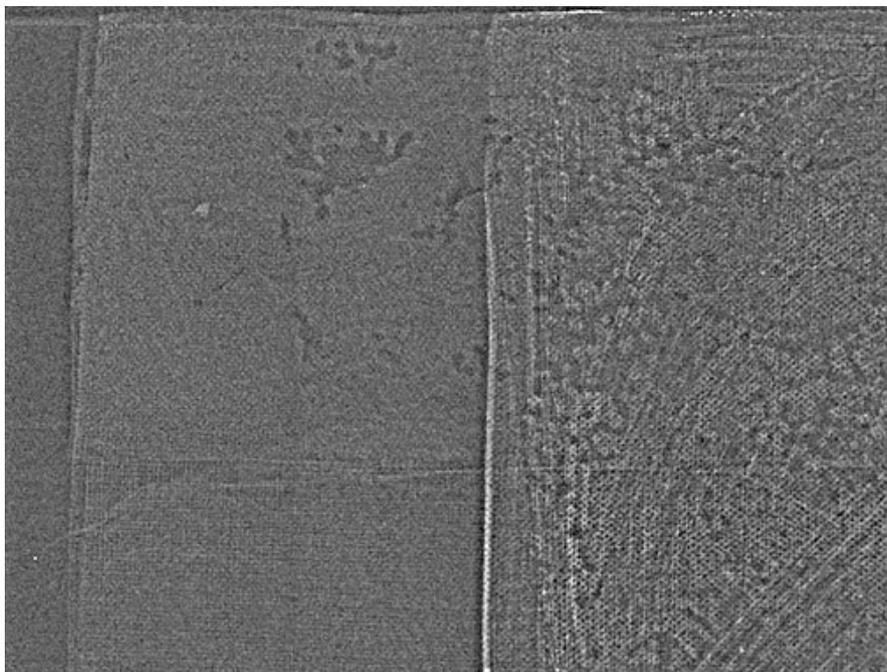


Imagen 60. Rga. **RAz C** *pr b*. Detalle espesor **a**.

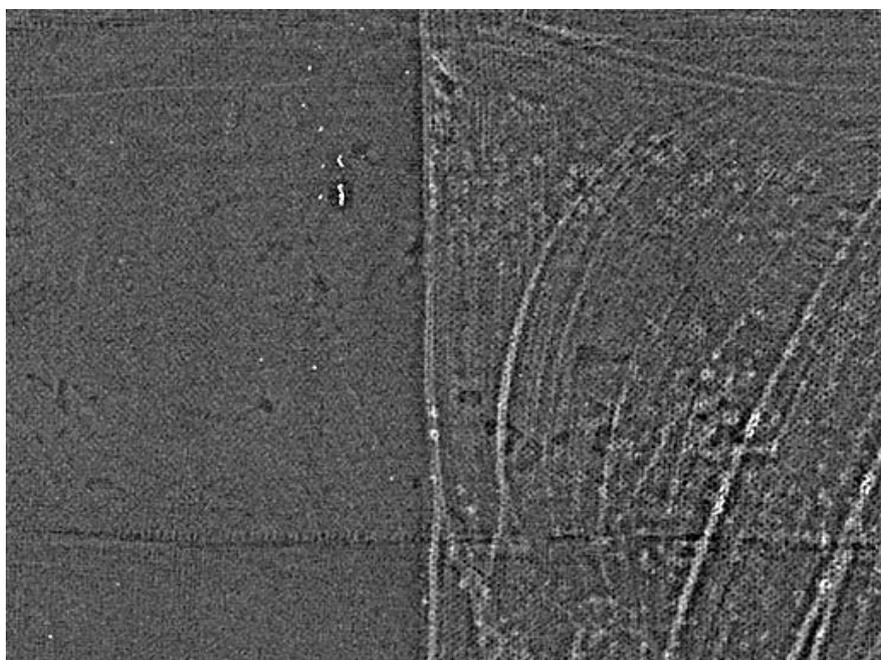


Imagen 61. Rga. **RAz C** *pr b*. Detalle espesor **b**.

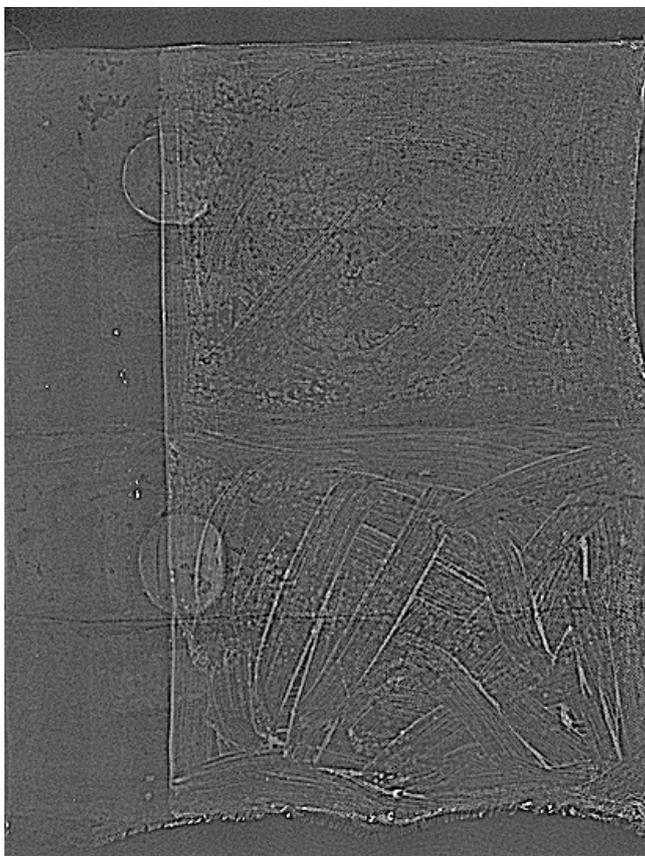


Imagen 62. Rga. **R2 Az C** *pr b*

**Análisis:** **R2 Az C** *pr b*

Esta imagen radiográfica nos resulta muy interesante; la colocación fortuita de las galletas de los adhesivos, gacha y cera-resina fuera de la zona pintada, en ambos espesores, **a** y **b**, han invadido parte de la capa de preparación, quedando en evidencia, como el aumento en el espesor de los adhesivos retiene más radiación y modifica por tanto dicha imagen radiográfica.

Este efecto se aprecia mejor en las siguientes imágenes de detalle.

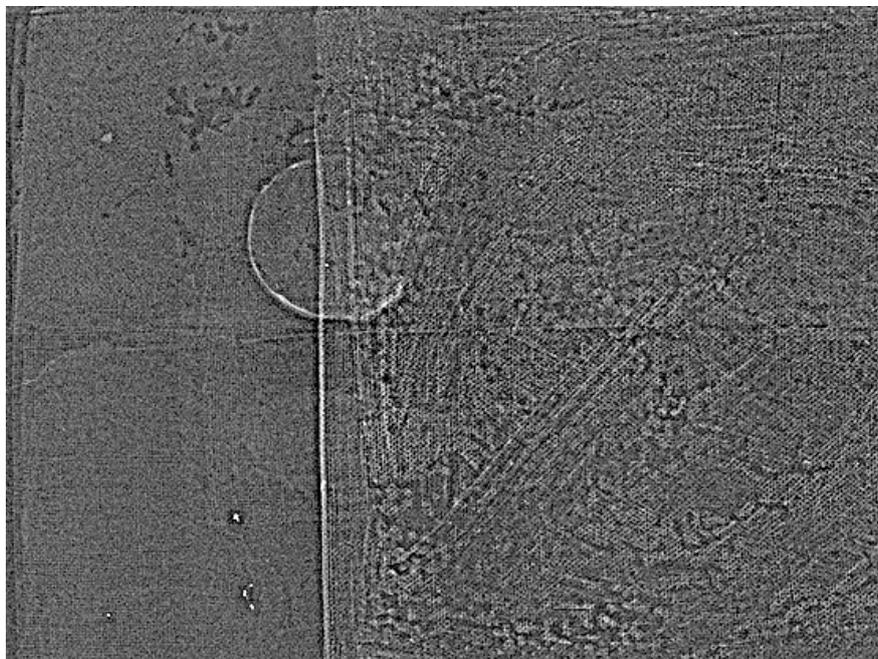


Imagen 63. Rga. **R2 Az C** *pr b* Detalle espesor **a**.

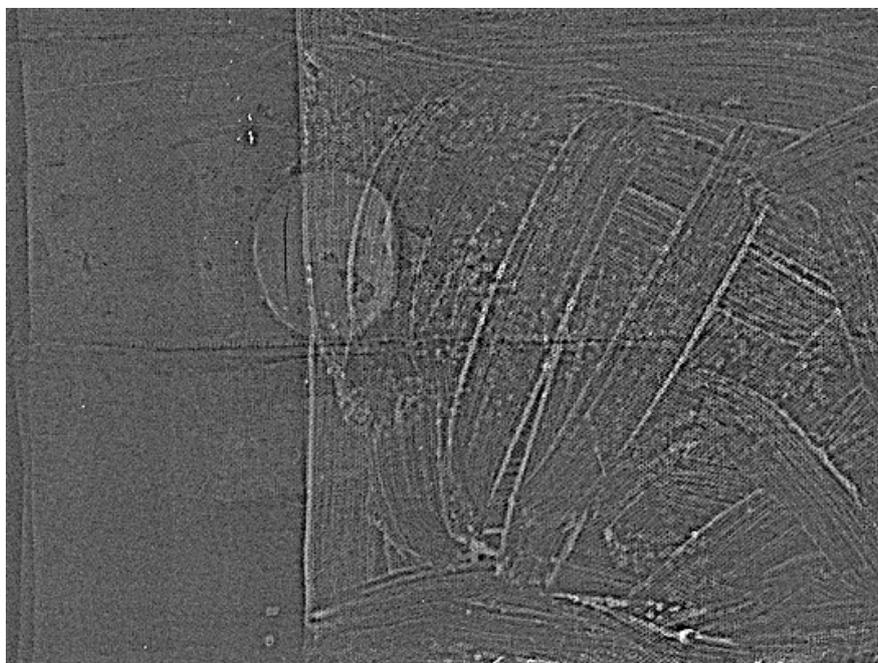
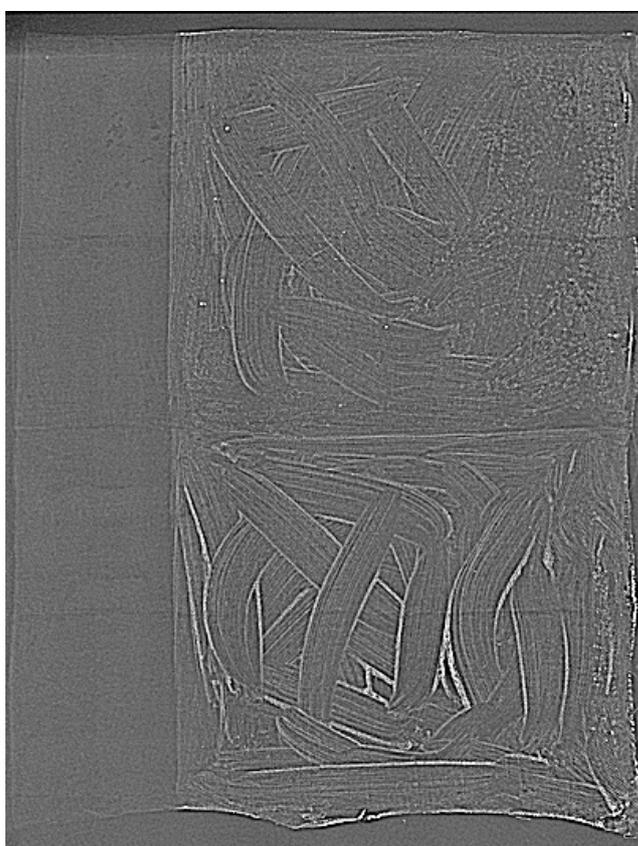
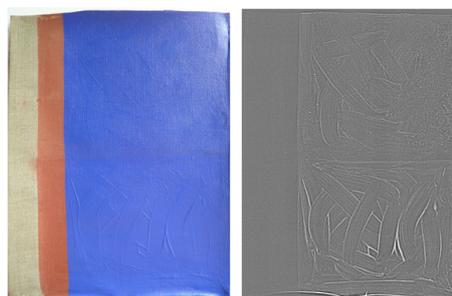


Imagen 64. Rga. **R2 Az C** *pr b* Detalle espesor **b**.

**AZUL COBALTO** preparación rojaImagen 65. Rga. ***RAzCpr r*****Análisis: *RAzCpr r***

En esta radiografía se aprecia el efecto de interferencia del adhesivo gacha en **a** y **b** que provoca una alteración del contraste respecto a **T**, al producirse una mayor absorción de radiación.

Al igual que en ***Rpr b***, en la zona sin pintura se pueden apreciar los empastes de adhesivo que al tener mayor espesor absorben más radiación.

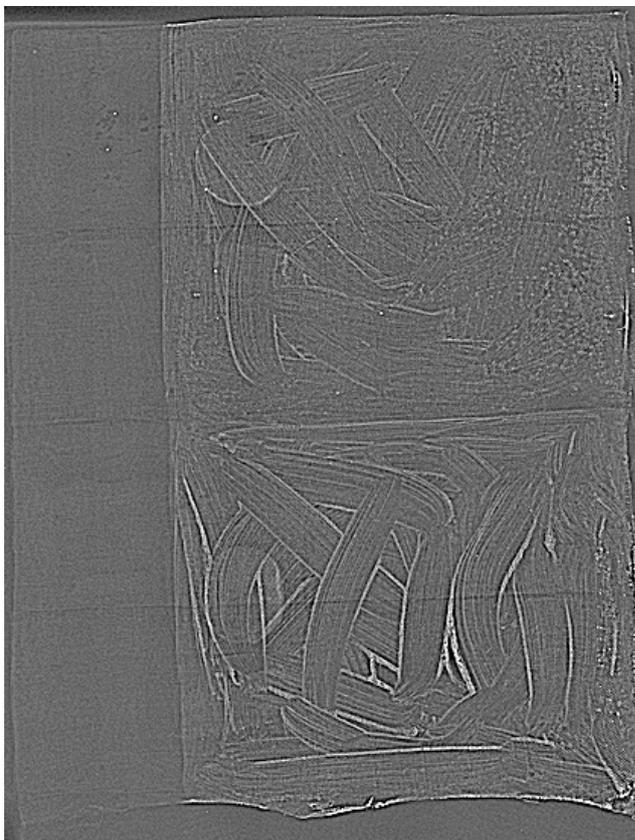


Imagen 66. Rga. **R2 Az C** *pr r*

**Análisis:** **R2 Az C** *pr r*

Comparando este documento radiográfico con **R**, podemos apreciar la interferencia que provocan las galletas tanto de gacha como de cera-resina en ambos espesores.

El estudio detallado, permite apreciar como en una de las pinceladas (dentro de la zona **a** gacha), se produce una interferencia en la absorción de la misma por efecto del espesor de la galleta, lo que modifica su lectura en el documento.

La colocación de forma accidental de la galleta de gacha en **b**, que invade el reentelado de cera-resina, nos ha permitido corroborar cómo la absorción del primer adhesivo, es mayor que la del segundo.

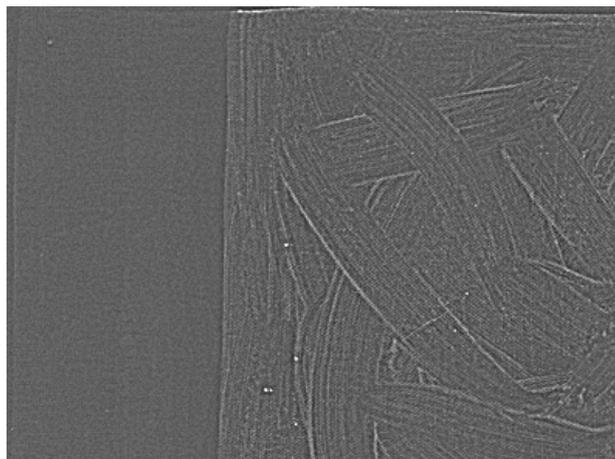


Imagen 67. Rga. **T Az C** *pr x*. Detalle espesor **a**.

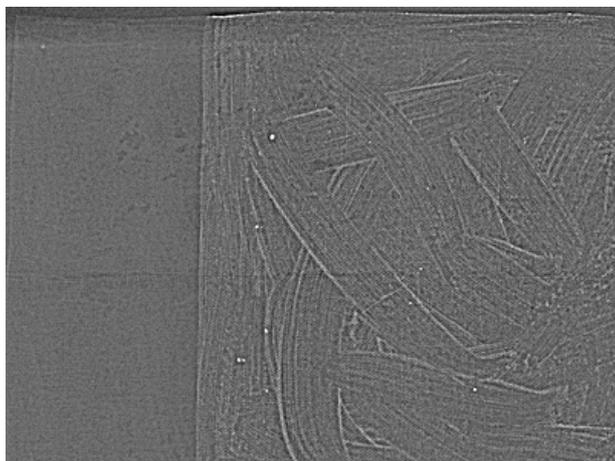


Imagen 68. Rga. **RAz C** *pr x*. Detalle espesor **a**.



Imagen 69. Rga. **R2 Az C** *pr x*. Detalle espesor **a**.

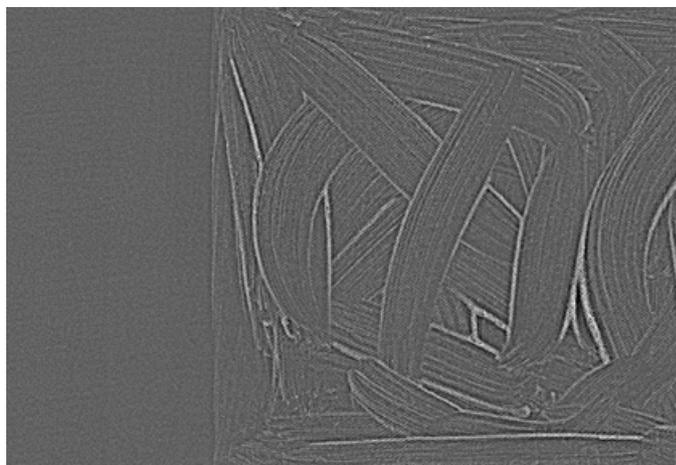


Imagen 70. Rga. **T Az C** *pr r*. Detalle espesor **b**.

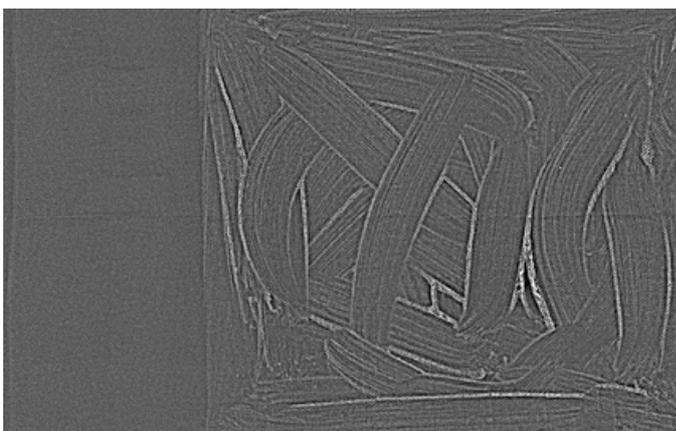


Imagen 71. Rga. **R Az C** *pr r*. Detalle espesor **b**.



Imagen 72. Rga. **R2 Az C** *pr r*. Detalle espesor **b**.

**Conclusiones**

Los resultados obtenidos en esta serie de radiografías, ponen de manifiesto la interacción de los materiales añadidos y su interferencia en la imagen radiográfica.

A mayor espesor de adhesivo, mayor absorción de radiación y por tanto más probabilidad de modificar dicha imagen.

Se repite el mismo fenómeno de aumento de la absorción por efecto de los adhesivos, siendo mayor el grado de retención de radiación de la gacha que la cera-resina.

## **BLANCO DE PLOMO** preparación blanca



Imagen 73. Rga. ***R B pb pr b***

### **Análisis: *R B pb pr b***

En el reentelado **R**, no se registran cambios significativos en cuanto a la imagen radiográfica de **T**. La alta absorción de la pintura de blanco de plomo no permite apreciar ninguna información de las capas inferiores.

El único registro que generan los materiales añadidos de reentelado son los que se observan en las bandas laterales de preparación y tela.



Imagen 74. Rga. **R2 B pb** *pr b*

**Análisis: R2 B pb** *pr b*

En reentelado **R2**, apenas se observan diferencias con la radiografía anterior, **R**, siendo lo más destacable en cuanto al estudio, la ausencia de huella de los materiales añadidos en los espesores **b**.

Esto se debe a que su capacidad de absorción de radiación mucho menor que la del pigmento de plomo queda completamente anulada.

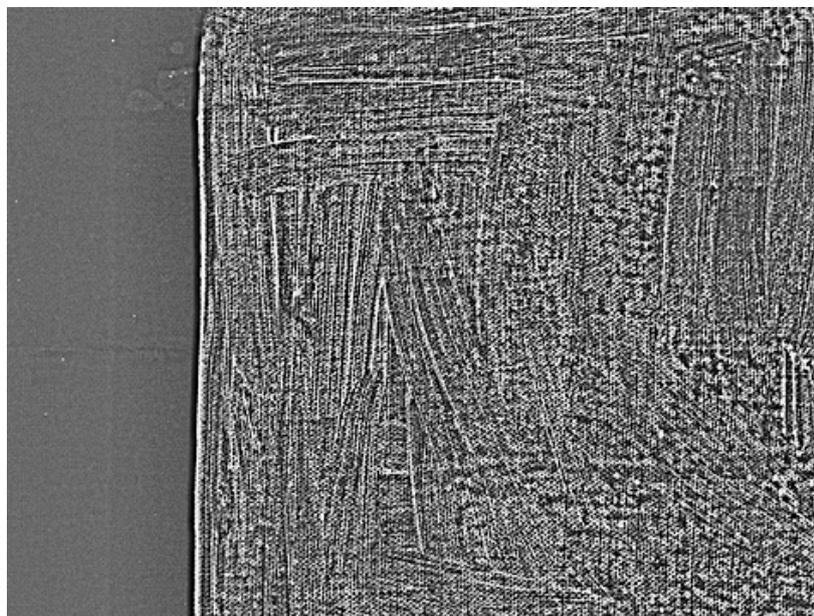


Imagen 75. Rga. **RBpb** *pr b*. Detalle espesor **a**.

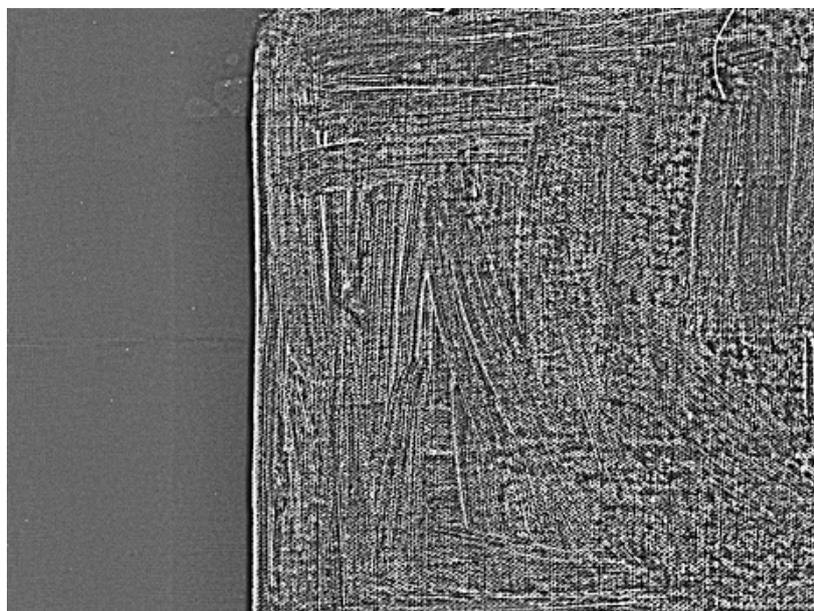
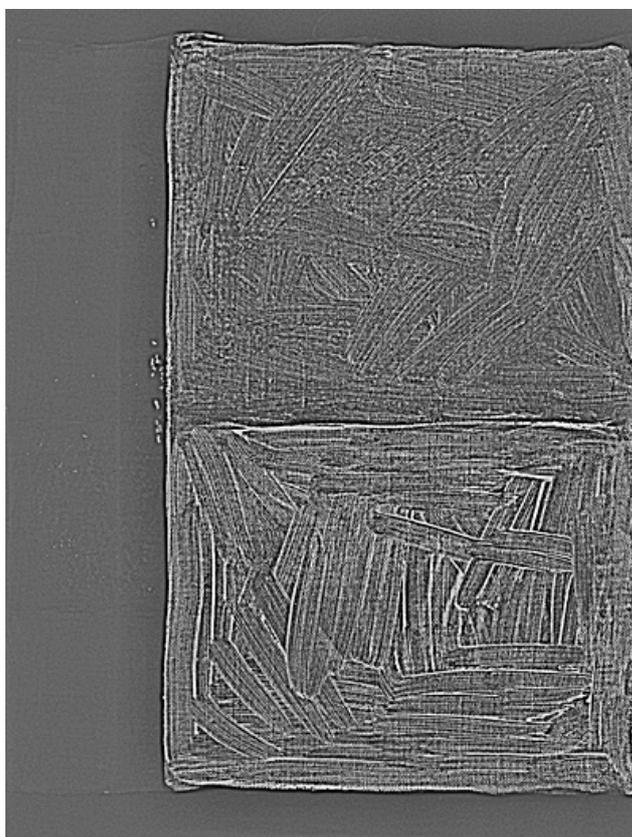
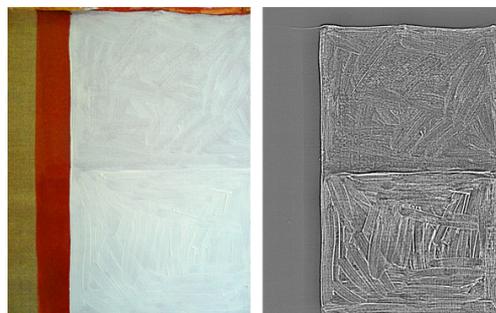


Imagen 76. Rga. **R2Bpb** *pr b*. Detalle espesor **a**.

Detalles de la misma zona en la que se añadieron las galletas de gacha 2mm y cera-resina 1,5 mm. No se detecta ninguna interferencia por efecto de los materiales añadidos.

**BLANCO DE PLOMO** preparación rojaImagen 77. Rga. ***R B pb pr r*****Análisis: *R B pb pr r***

En ***R***, no se observan signos evidentes de interferencia de los materiales de reentelado; en todo caso una ligera atenuación del contraste general muy poco significativo y que pudiera obedecer a diferencias de gradación de la propia imagen por lo que consideramos oportuno no tenerlas en consideración para nuestro estudio.

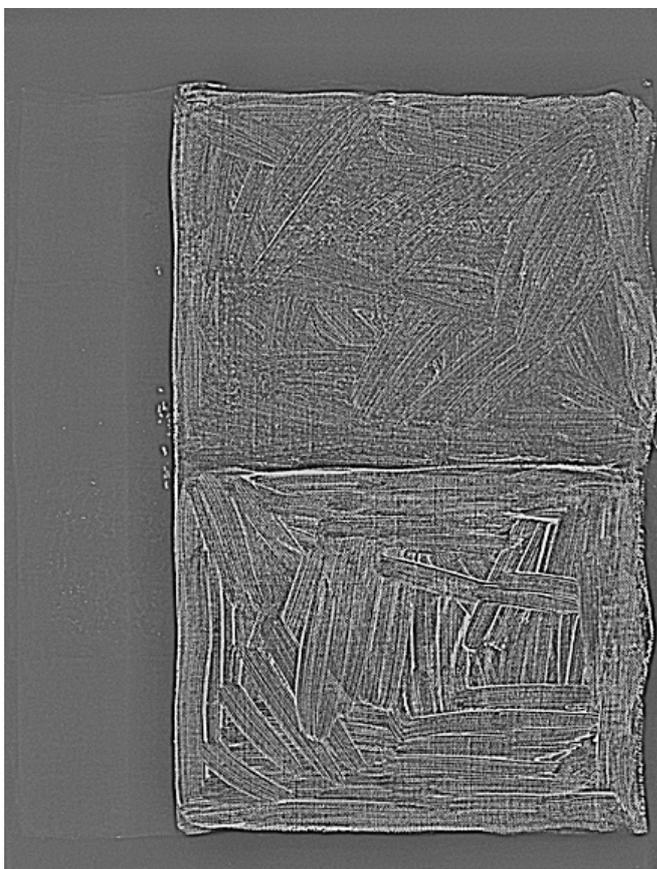


Imagen 78. Rga. **R2 B pb pr r**

**Análisis: R2 B pb pr r**

En **R2**, al igual que en la preparación blanca, no se observan diferencias con la radiografía anterior, **R**.

No se registra huella alguna de los materiales añadidos en ambos espesores por la misma razón.

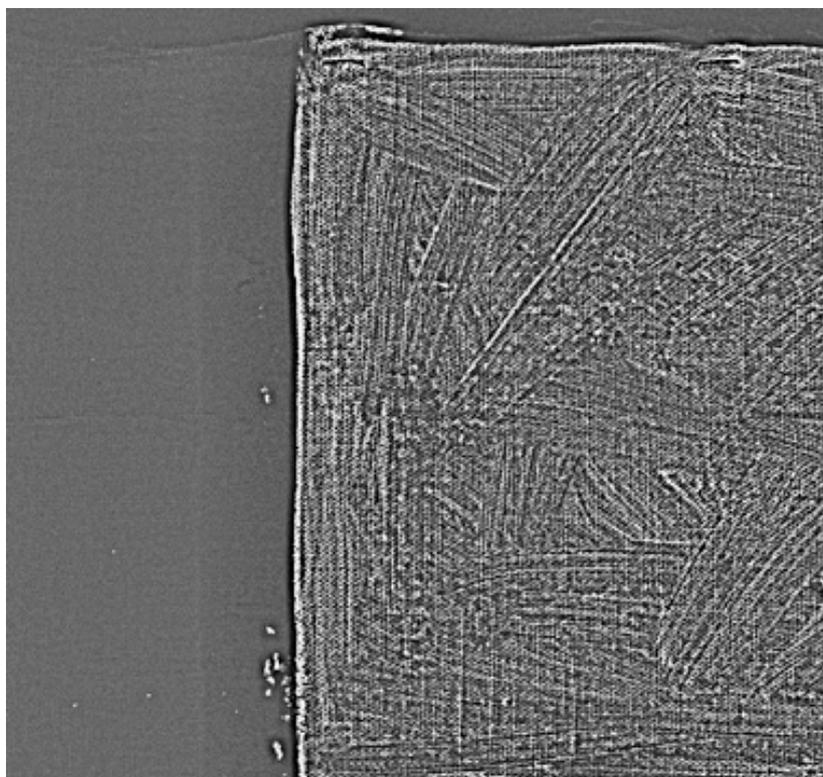


Imagen 79. Rga. **R2 B pb** *pr r*. Detalle espesor **a**.

### Conclusiones

El grado de absorción de radiación de éste pigmento es muy alto debido a su naturaleza mineral y su elevado peso atómico por lo cual los documentos radiográficos ofrecen en este caso una escala de grises cercanos al blanco.

Los materiales añadidos en el reentelado, no producen ningún efecto atenuante en el contraste general de la radiografía. Tampoco en **R2**, cuando los espesores de las galletas añadidas son de 2 y 1,5 mm. respectivamente, se detecta ningún signo de interferencia.

El elevado peso atómico del Blanco de plomo impide la interferencia de otros materiales por lo que en éste caso no se daría el fenómeno planteado en nuestra hipótesis, puesto que no es común la adición en reentelados de espesores mayores a los aquí estudiados<sup>107</sup>.

---

107 Podría ser un tema de estudio posterior; otras investigaciones, en las que se podría valorar, que tipo de materiales y en que espesores crearían interferencias con este pigmento.

**NEGRO HUMO** preparación blanca

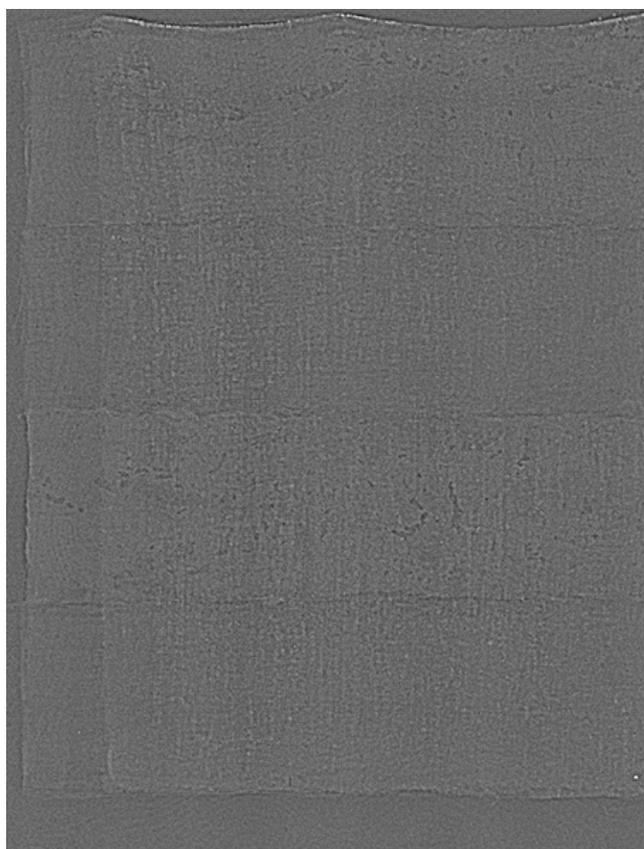
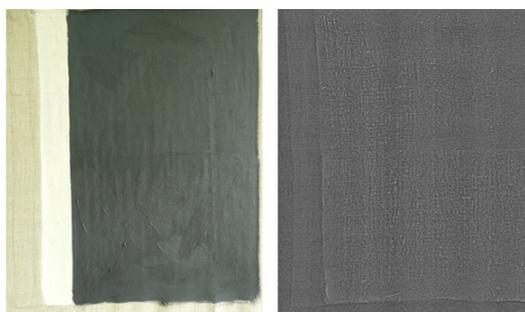


Imagen 80. Rga. **RNH** *pr b*

**Análisis:** **RNH** *pr b*

La imagen radiográfica en **R**, al igual que en **T**, está poco contrastada. No obstante se aprecian las bandas de ambos reentelados. Por esta razón se registra una mayor absorción en relación a **T** y la escala de grises en el documento tiende más al blanco

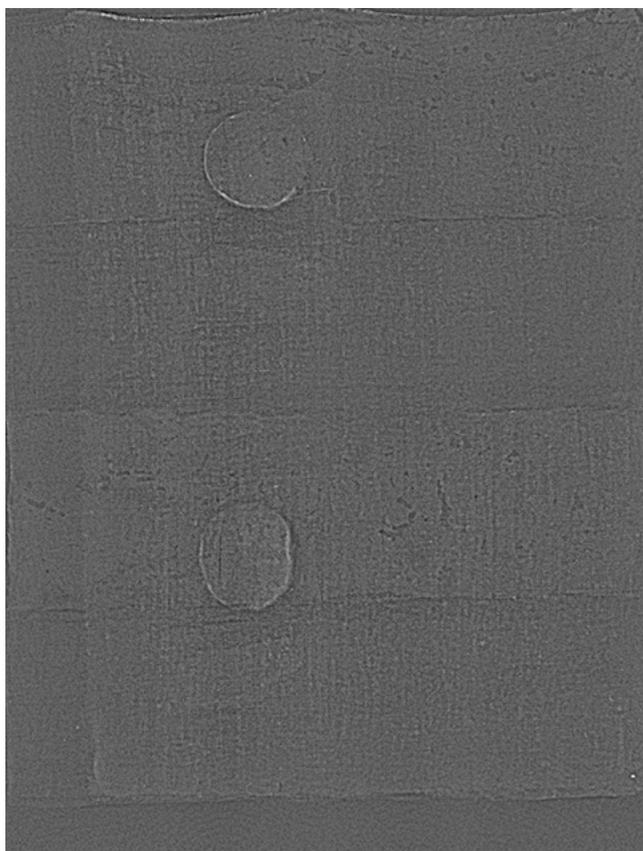


Imagen 81. Rga. **R2 NH** *pr b*

**Análisis: R2 NH** *pr b*

La interferencia de los materiales añadidos es muy evidente sobre todo en el caso de las galletas de gacha en ambos espesores.

Las de cera-resina se aprecian de forma más tenue, registrando en el espesor **b** mayor absorción.

Este fenómeno corrobora el interés de la hipótesis planteada en esta investigación puesto que demuestra la interferencia de los materiales añadidos en el proceso de reentelado en una pintura. Si bien, como vamos viendo está a su vez condicionado por la naturaleza de los pigmentos y los espesores de todos los materiales que se suman.

**NEGRO HUMO** preparación roja

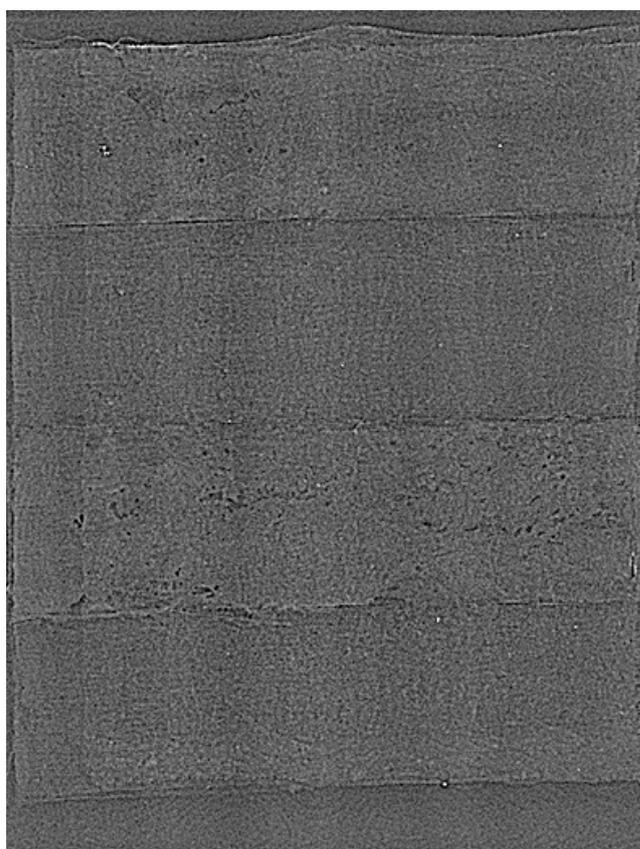
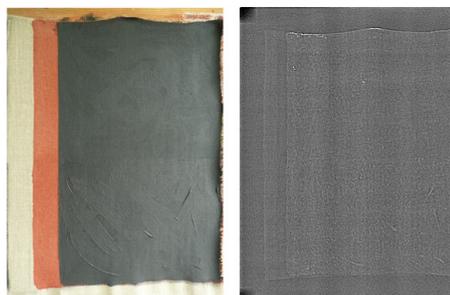


Imagen 82. Rga. **RNH** *pr r*

**Análisis:** **RNH** *pr r*

En esta radiografía, se aprecia una atenuación del contraste general.

Apenas es perceptible la transición de la zona de reentelados a la zona en la que solo están presentes tela original y preparación.

En ambos espesores la gacha presenta una mayor absorción respecto a la cera- resina; Se puede destacar en espesor **b** las diferencias de absorción que se corresponden con distintas acumulaciones de gacha y desigual aplicación.

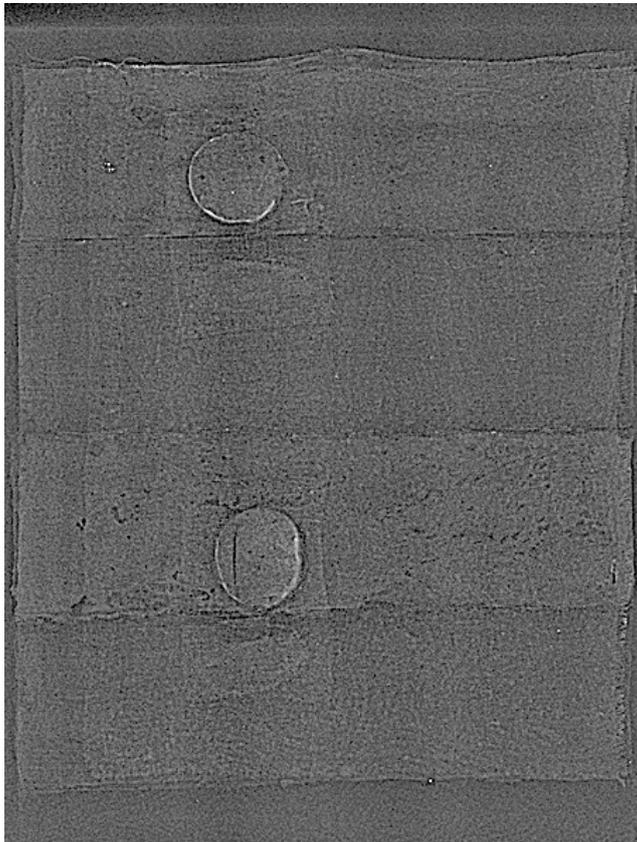


Imagen 83. Rga. **R2 NH** *pr r*

**Análisis:** **R2 NH** *pr r*

Son muy visibles las interferencias de los adhesivos añadidos, en especial las galletas de gacha en ambos espesores. Se registra un mayor contraste en los bordes de las galletas por acumulación de adhesivo.

La cera-resina tiene una absorción significativa en ambos espesores, aunque no presenta el efecto de acumulación en el borde que se observa en la gacha.

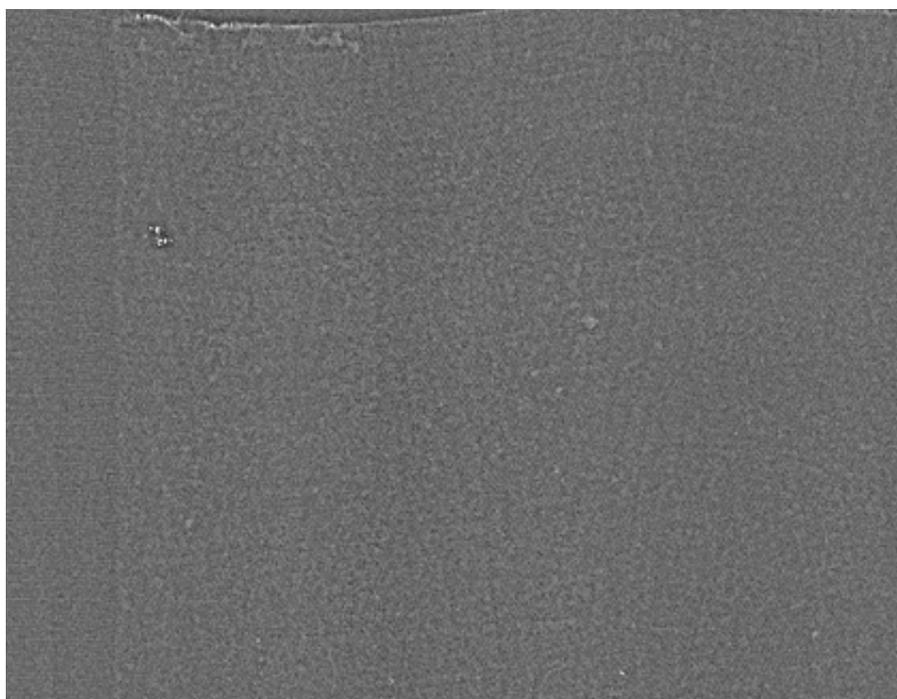


Imagen 84. Rga. **TNH** *pr r*. Detalle espesor **a**.

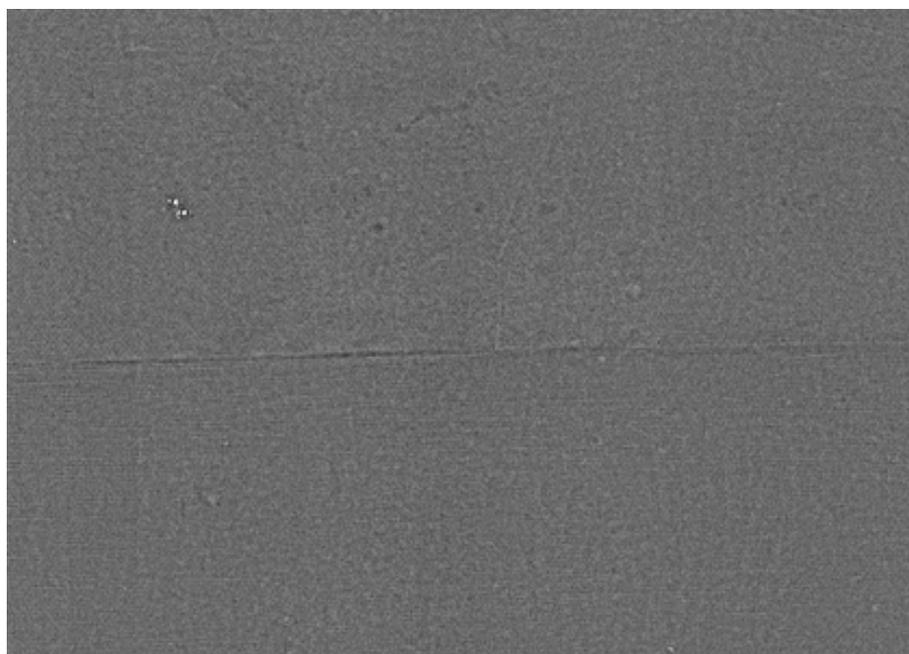


Imagen 85. Rga. **RNH** *pr r*. Detalle espesor **a**.

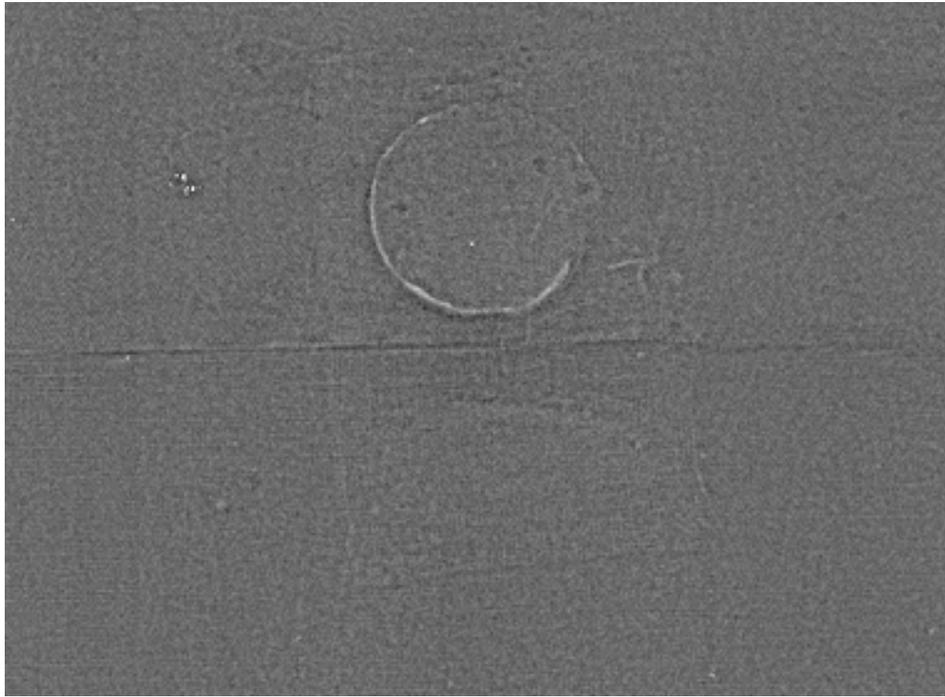


Imagen 86. Rga. **R2 NH** *pr x*. Detalle espesor **a**.

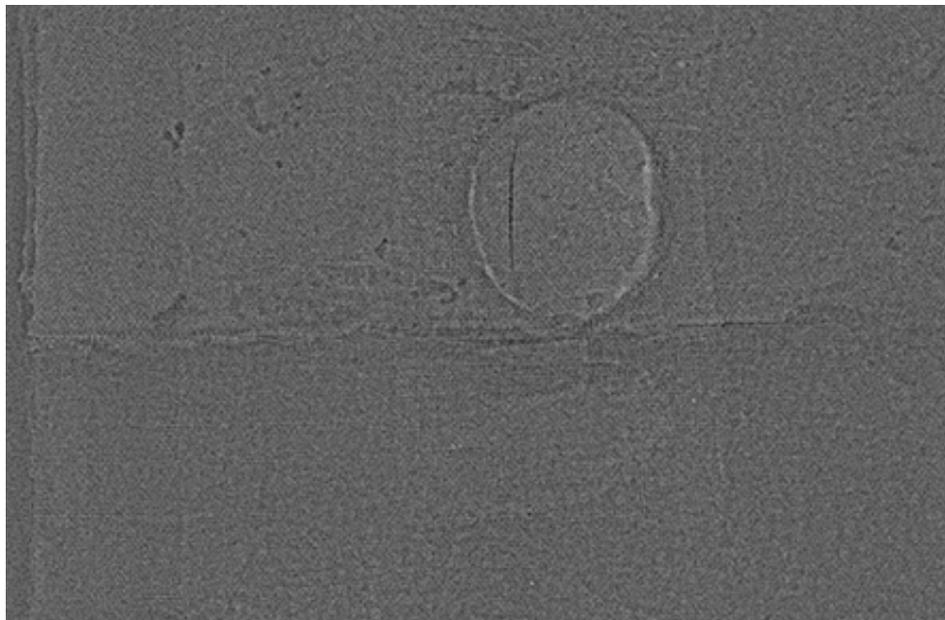


Imagen 87. Rga. **R2 NH** *pr x*. Detalle espesor **b**.

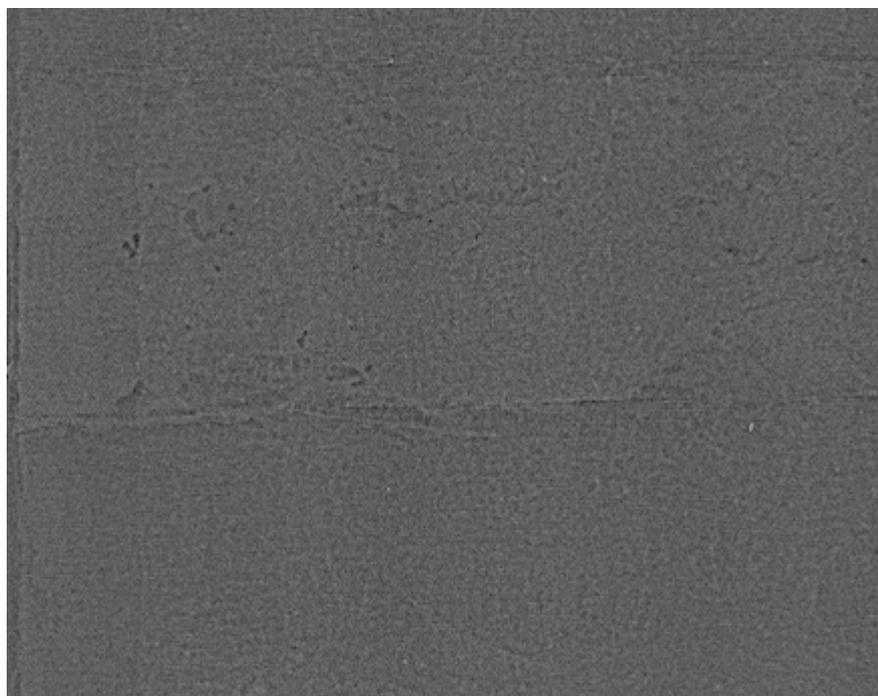


Imagen 88. Rga. **RNH** *pr r* Detalle espesor **b**.

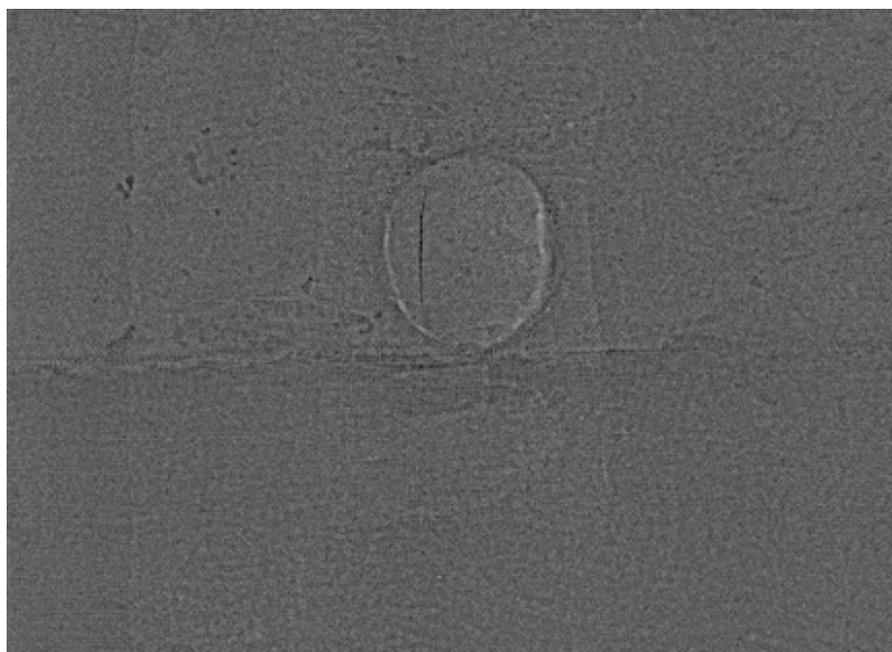


Imagen 89. Rga. **R2 NH** *pr r* Detalle espesor **b**.

### **Conclusiones**

Debido a la naturaleza orgánica del pigmento de muy bajo peso atómico, las radiografías ofrecen un bajo contraste no diferenciándose con claridad los distintos estratos.

El efecto de los adhesivos es perceptible por aumentar la absorción de radiación y en consecuencia el documento radiográfico presenta una mayor escala de grises en la que destacan la tela soporte de las galletas, y el efecto de estas ya comentado en los párrafos anteriores.

**NEGRO MARFIL** preparación blanca

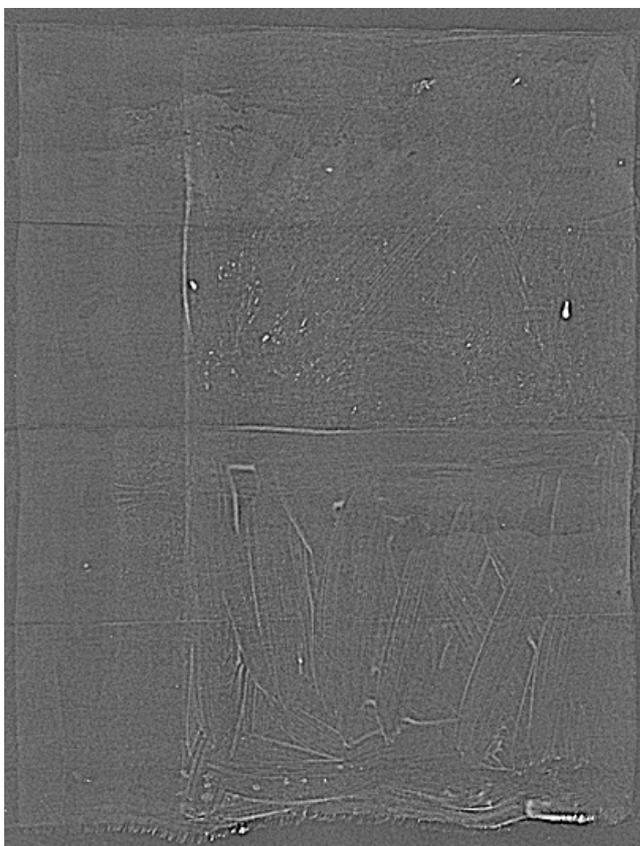


Imagen 90. Rga. **RNM** *pr b*

**Análisis:** **RNM** *pr b*

La radiografía **R**, en general muestra una mayor escala de grises que se correspondería a la suma de la absorción de los materiales añadidos.

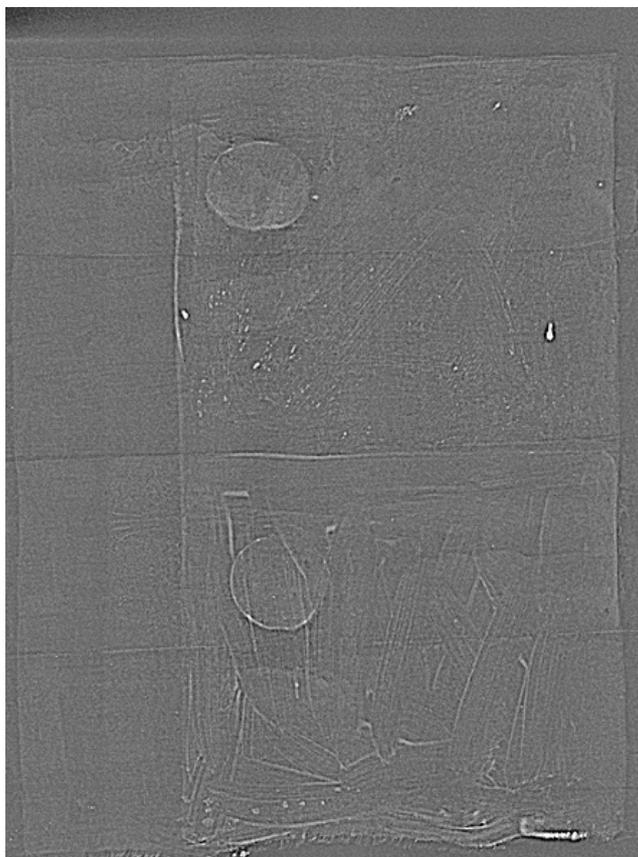


Imagen 91. Rga. **R2 NM** *pr b*

**Análisis:** **R2 NM** *pr b*

En **R2**, se registra una notable interferencia de dichos materiales, más evidente en **a**, en correspondencia con una zona más empastada de gacha. Interrumpen las pinceladas y por tanto distorsionan la lectura del documento, lo que corrobora nuestra tesis, núcleo de esta investigación, puesto que ésta radiografía, difiere notablemente de la testigo, **T**, que sería la que se obtendría de la pintura antes de ser reentelada.

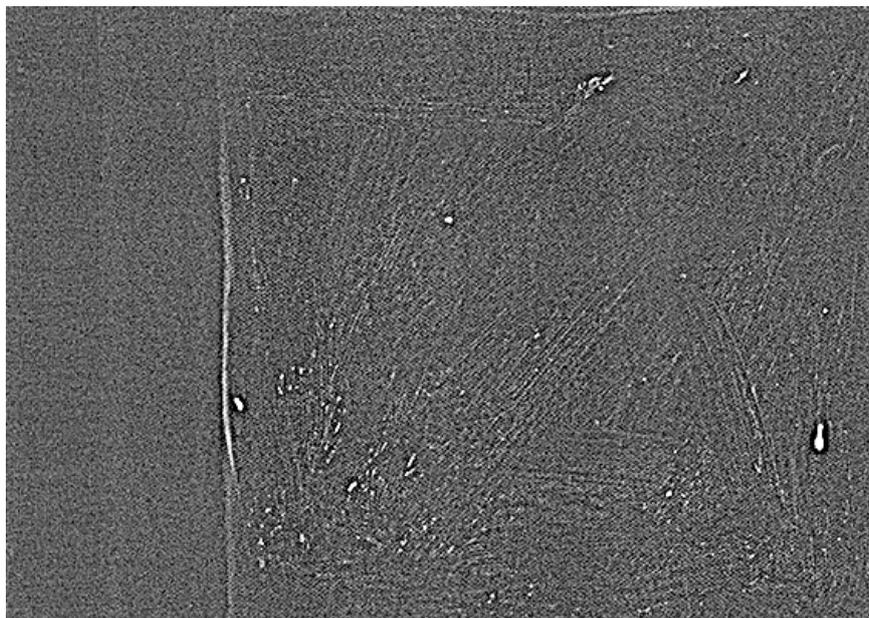


Imagen 92. Rga. **TNM** *pr b*. Detalle espesor **a**.

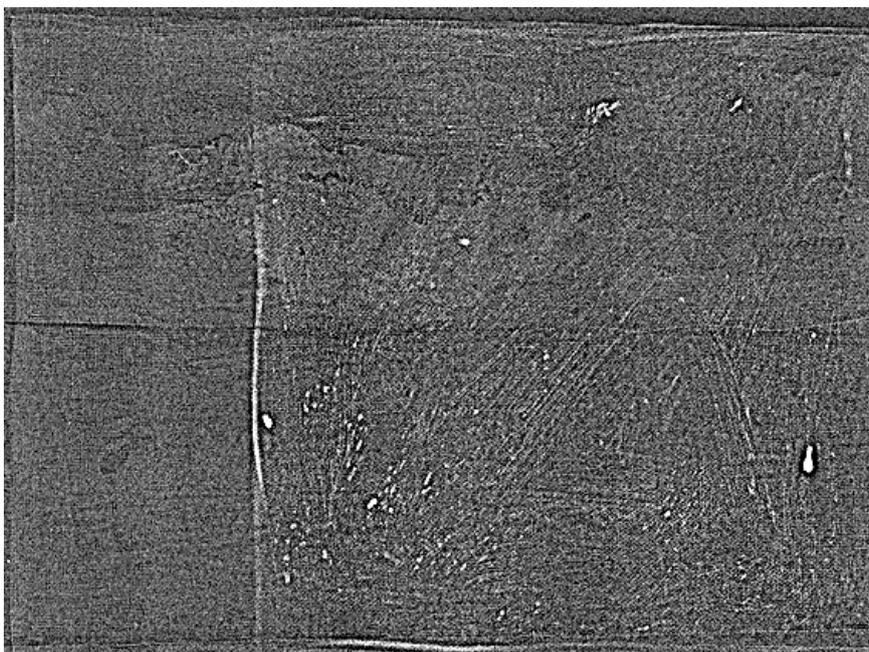


Imagen 93. Rga. **RNM** *pr b*. Detalle espesor **a**.

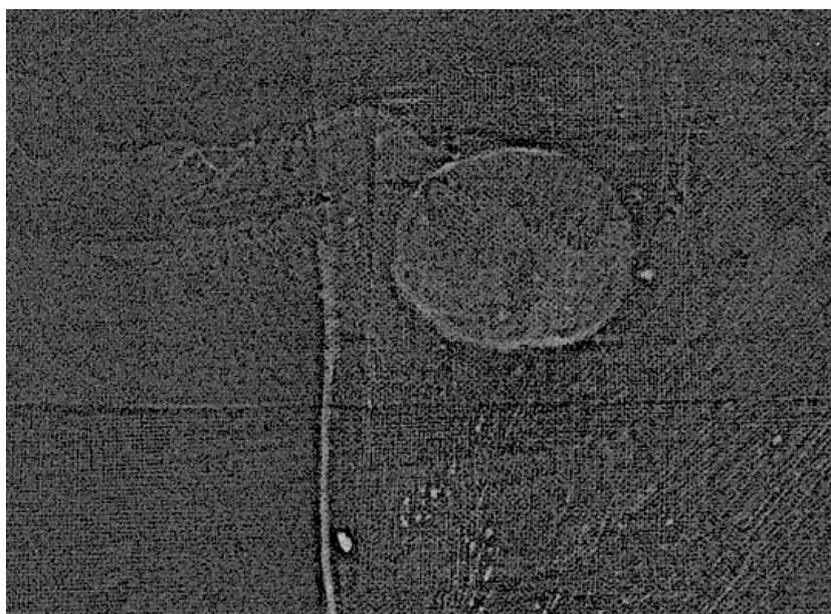


Imagen 94. Rga. **R2 NM** *pr b*. Espesor **a**. Detalle galleta de gacha.



Imagen 95. Rga. **R2 NM** *pr b*. Espesor **b**. Detalle galleta de gacha.

En **R2**, la interferencia de las galletas de gacha y cera-resina es muy evidente, siendo mayor la de gacha en ambas zonas, **a** y **b**.

La suma de espesores provoca una mayor absorción de radiación local, que recoge el documento radiográfico.

Este fenómeno interfiere en la lectura correcta de la radiografía, puesto que como se ha comentado en el estudio de **R**, ésta imagen, no se correspondería con la que se obtendría en caso de no reentelarse la pintura.

**NEGRO MARFIL** preparación roja

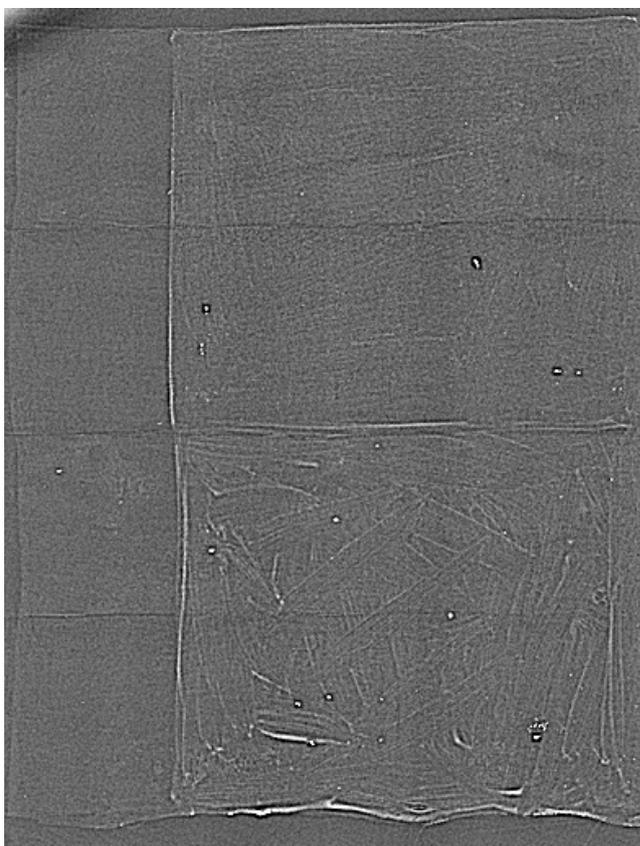


Imagen 96. Rga. ***R NM pr r***

**Análisis:** ***R NM pr r***

En ***R***, se aprecia una ligera mayor absorción de radiación general, pero poco significativa para nuestro estudio puesto que la mayor evidencia, se registra en las zonas sin pintura.

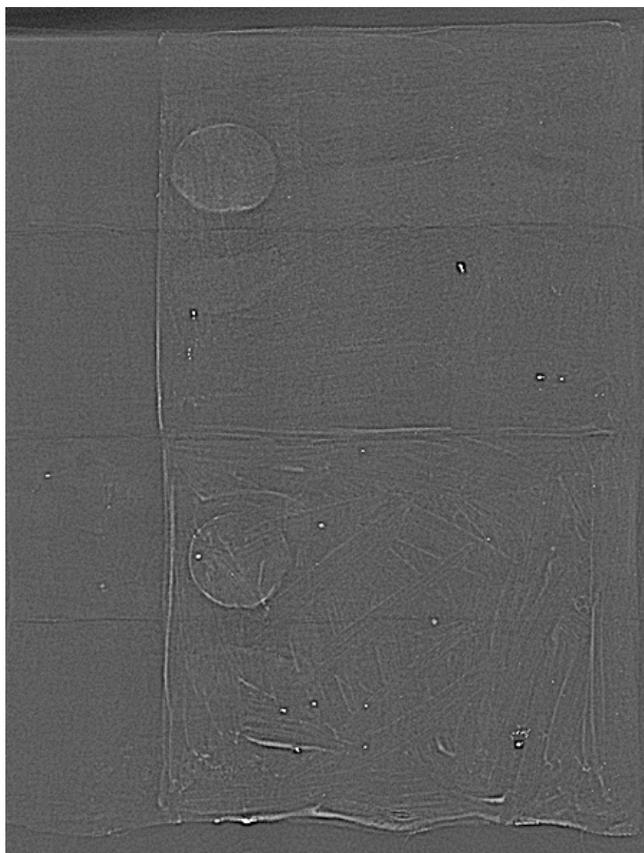


Imagen 97. Rga. **R2 NM** *pr r*

**Análisis: R2 NM** *pr r*

En **R2**, las galletas de adhesivo en espesor **a**, interfieren claramente en la absorción de las pinceladas sobre las que se han situado.

Se observa incluso el recorte de la tela soporte de las galletas que al superponerse con las pinceladas, éstas pierden su definición.

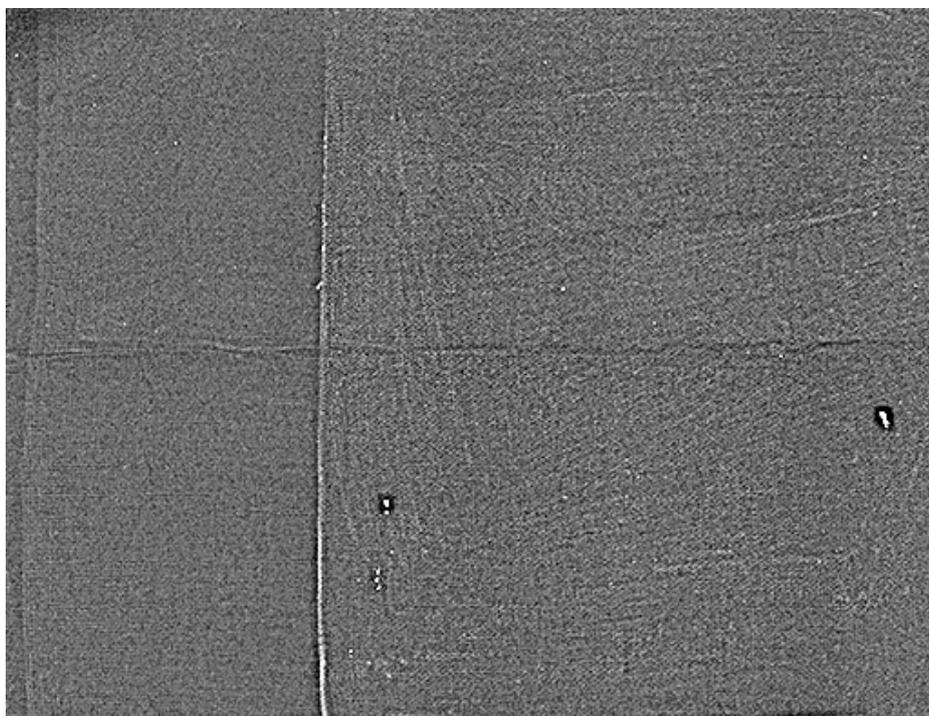


Imagen 98. Rga. **RNM** *pr r*. Detalle espesor **a**; gacha y cera-resina.



Imagen 99. Rga. **R2 NM** *pr r*. Detalle espesor **a**; galletas gacha y cera-resina.

**Conclusiones:**

Pese a la naturaleza mineral de este pigmento, su peso atómico no es muy alto por lo que su capacidad de absorción de radiación es media baja y así se recoge en las radiografías.

Por esta razón la diferencia de absorción entre la zona pintada y la cubierta solo con preparación o la propia tela, es poco significativa por lo que la escala de grises es muy semejante.

En relación con el efecto de los reentelados, queda demostrada su interferencia con la pintura según el espesor de los adhesivos y en ambas preparaciones, siendo mucho más evidente en el caso de la probeta con preparación blanca en correspondencia con una mayor acumulación casual de adhesivo de gacha.

**ROJO CADMIO** preparación blanca

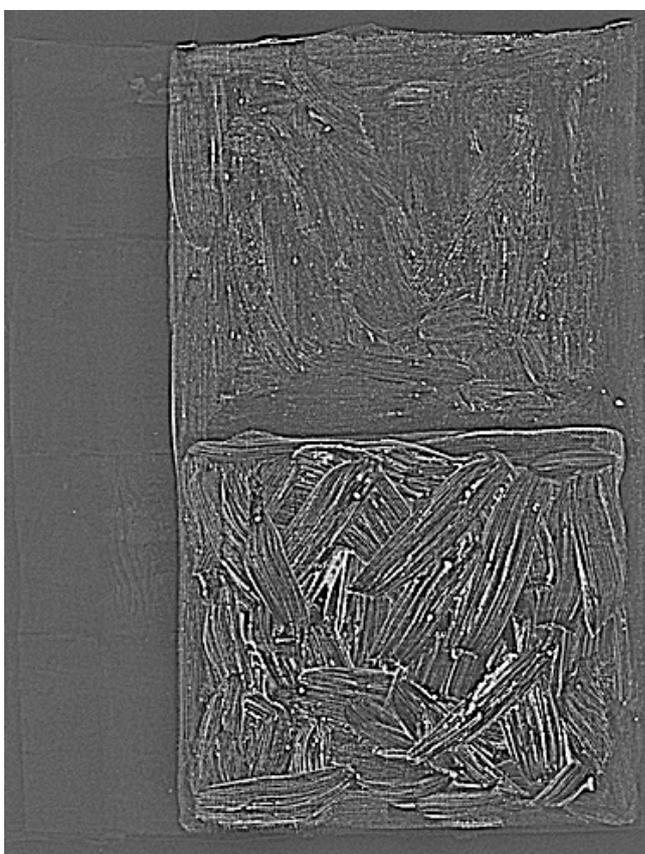
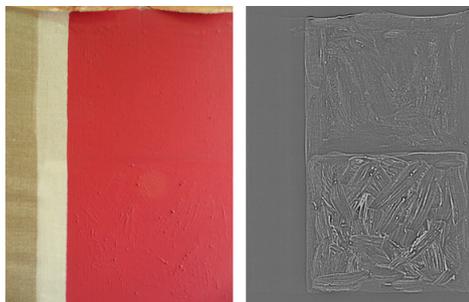


Imagen 100. Rga. **RR Cd** *pr b*

**Análisis:** **RR Cd** *pr b*

Apenas se aprecian diferencias de contraste entre los dos reentelados de gacha y cera-resina y en ambos espesores.

Con respecto a la radiografía testigo la imagen general de **R**, aparece más velada. No se distinguen datos de interés en cuanto al efecto de los adhesivos entre ambos tipos de reentelados.



Imagen 101. Rga. **R2 R Cd** *pr b*

**Análisis:** **R2 R Cd** *pr b*

En relación a **R**, cabe destacar en esta radiografía la interferencia que provoca la galleta de gacha en espesor **a**. No se aprecia el mismo impacto en el espesor **b**.

En cuanto al efecto de las galletas de cera-resina es apenas perceptible.

## ROJO CADMIO preparación roja

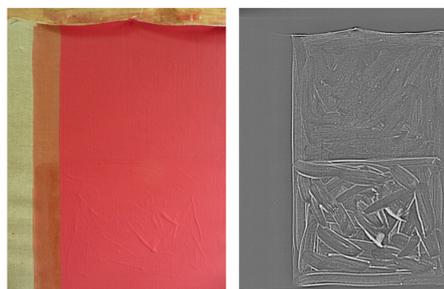


Imagen 102. Rga. **RR Cd** *pr r*

### **Análisis:** **RR Cd** *pr r*

El contraste de esta imagen radiográfica no difiere significativamente de los resultados obtenidos en **T**.

Las bandas de los reentelados quedan recogidas en el documento por su nivel de absorción ligeramente mayor, sobre la zona de tela y preparación al potenciarse este efecto. No se distingue sin embargo en el área pintada.

Este fenómeno obedece a que el elevado peso atómico del pigmento impide su visualización en la radiografía.



Imagen 103. Rga. **R2 R Cd** *pr r*

**Análisis:** **R2 R Cd** *pr r*

La comparación de las radiografías **R** y **R2**, pone en evidencia el efecto de los adhesivos en la imagen radiográfica, al aumentar su espesor. La galleta de gacha se hace muy visible en **a**, tanto sobre la preparación como dentro de la zona pintada. Es aquí donde se aprecia una ligera interferencia con alguna de las pinceladas que podría dificultar su correcta lectura.

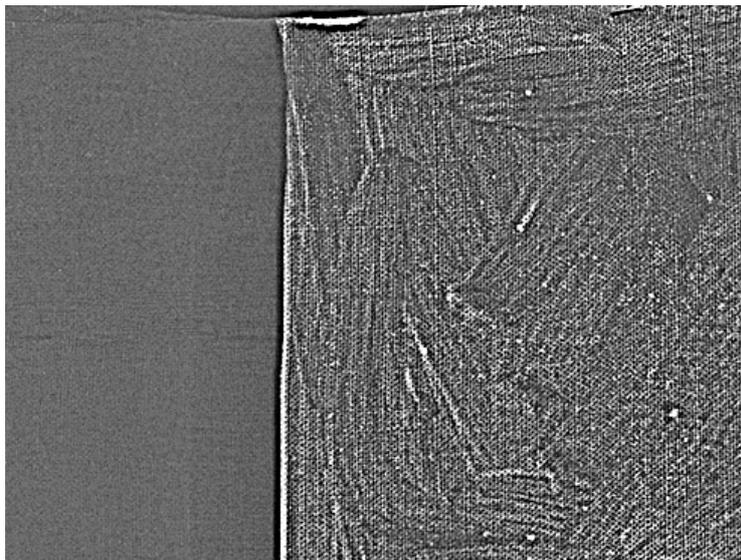


Imagen 104. Rga. **RR Cd** *pr r.* Detalle en **a.**

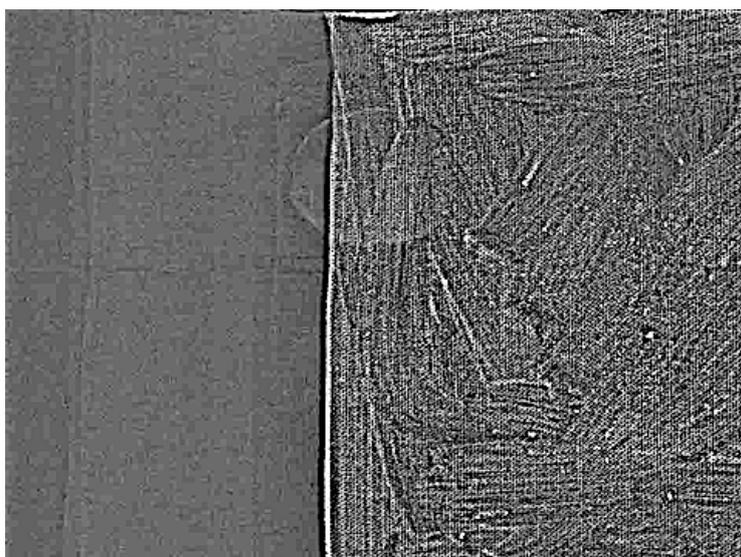


Imagen 105. Rga. **R2 R Cd** *pr r.* Detalle en **a.**

### **Conclusiones**

La naturaleza mineral del pigmento proporciona documentos radiográficos altamente contrastados.

En relación al efecto de los materiales añadidos en el reentelado, esencialmente los adhesivos cabe destacar la modificación radiográfica observada en **R2 a** por efecto de la galleta de gacha.

Este fenómeno no se produce con las galletas de cera-resina.

#### 4.1.3.4. Estudio del pigmento sintético Azul Ultramar.

##### 4.1.3.4.1. Identificación de probetas (fotografías).

Azul Ultramar: **Az U**



Imagen 106. Probeta; **PAz U<sub>pr b</sub>**

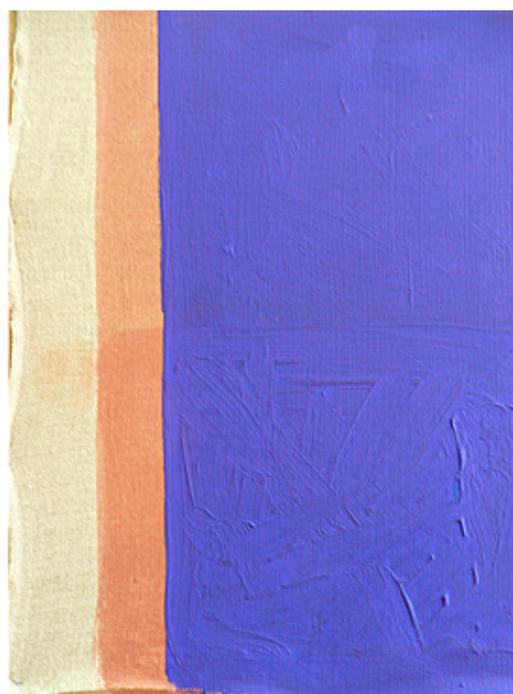


Imagen 107. Probeta; **PAz U<sub>pr r</sub>**

#### 4.1.3.4.2. Caracterización radiográfica de materiales originales de las probetas.

##### AZUL ULTRAMAR preparación blanca



Imagen 108. Probeta; **PAz U pr b**



Imagen 109. Rga. **TAz U pr b**

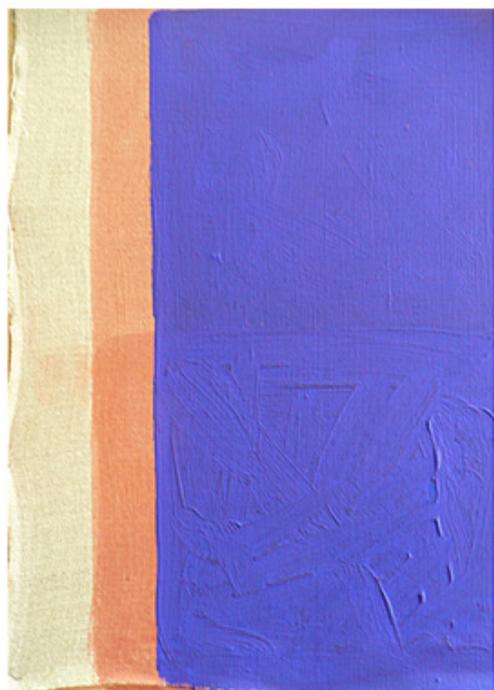
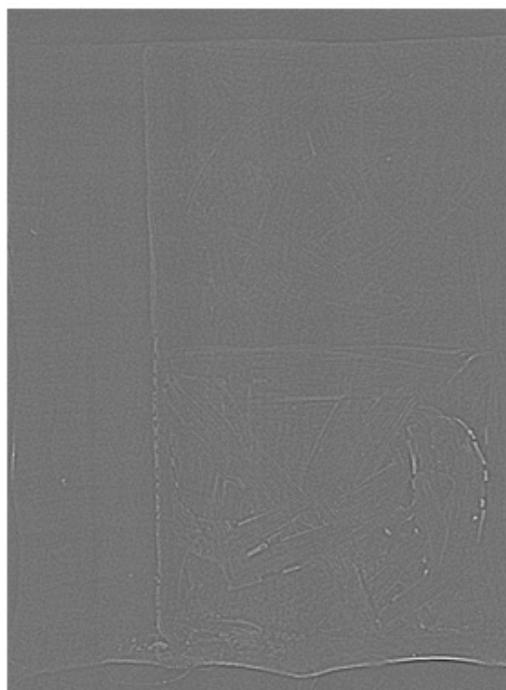
##### **Análisis:: TAz C pr b**

Contraste medio; un poco más alto en espesor **b**, que se corresponde a la naturaleza sintética del pigmento y de peso atómico bajo.

Apenas hay diferencia con la absorción que registra la tela y la preparación en espesor **a**.

Se aprecian las pinceladas en ambos espesores, más acentuadas en **b**, en correspondencia con el mayor espesor de pintura.

Se aprecia la trama de la tela y ligeramente la banda de la preparación en **b**, que registra una ligera mayor absorción.

**AZUL ULTRAMAR** preparación rojaImagen 110. Probeta; **PAzU***pr r*Imagen 111. Rga. **TAzU***pr r***Análisis: TAzC***pr r*

Contraste medio; un poco más alto en espesor **b**.

Se aprecian las pinceladas en ambos espesores, más acentuadas en **b**.

Se aprecia la trama de la tela y ligeramente la banda de la preparación en **b**, que registra una ligera mayor absorción.

#### 4.1.3.4.3. Caracterización radiográfica de las probetas reenteladas.

**AZUL ULTRAMAR** preparación blanca

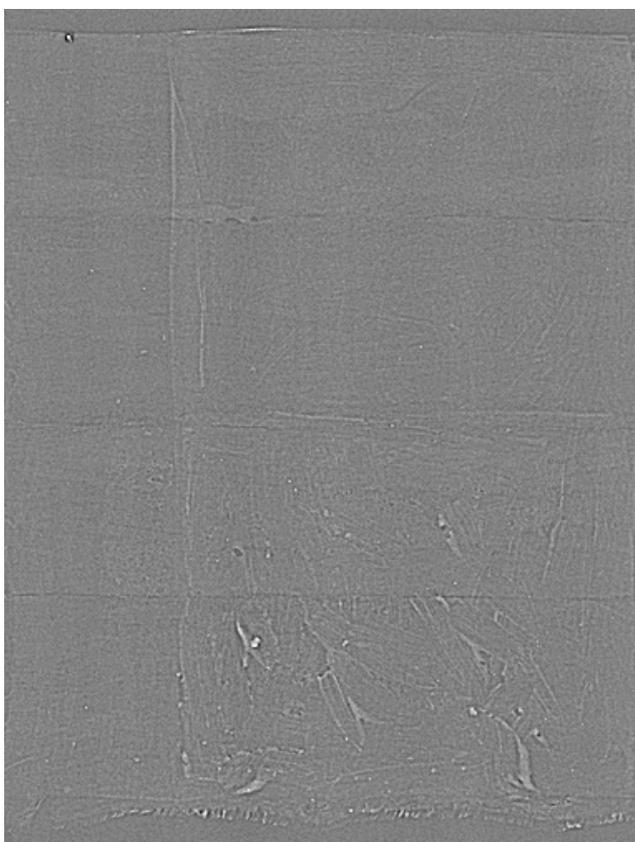
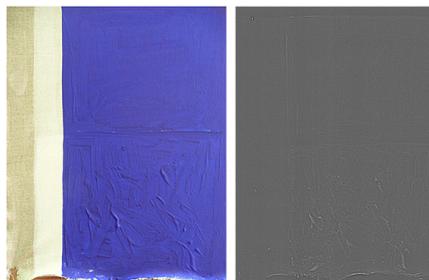


Imagen 112. Rga. **RAz U pr b**

#### **Análisis: RAz U pr b**

En **R**, se registran las bandas correspondientes a las secuencias de los reentelados.

Lo más destacable es la atenuación del contraste general que aparece por efecto del reentelado y por tanto con mayor absorción de radiación. Es ligeramente más notable en la gacha en ambos espesores.

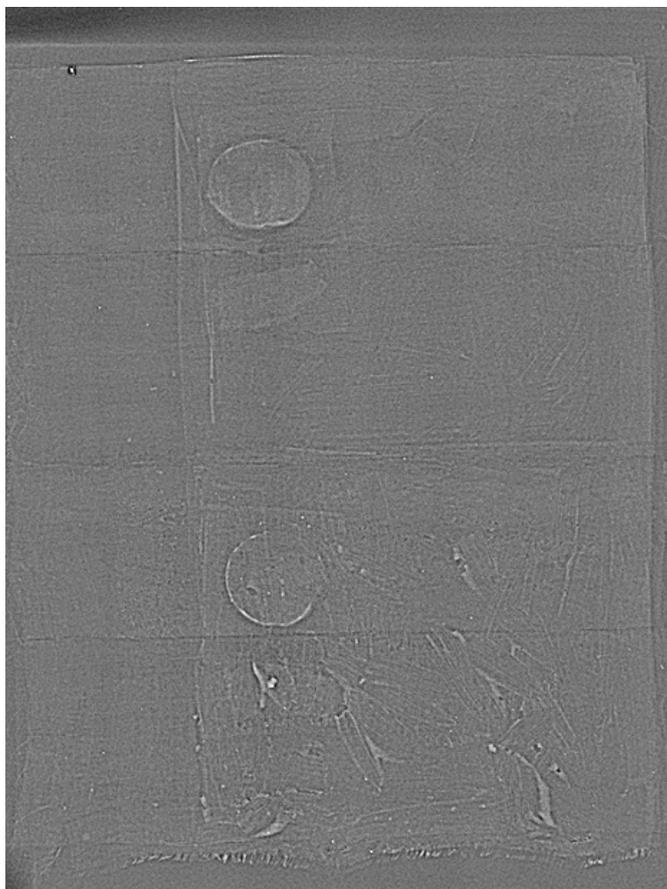


Imagen 113. Rga. **R2 Az U** *pr b*

**Análisis: R2 Az U** *pr b*

En **R2** espesor fino de gacha, se aprecia la tela añadida y la galleta de 2mm. del adhesivo señalado, que interrumpe la huella de la pincelada modificando el contraste localmente; es más notable en bordes por la acumulación de materia.

En el mismo espesor, pero en el reentelado de cera-resina, se aprecia la tela añadida y la galleta ovalada de 1.5 mm. , que interrumpe la huella de la pincelada y modifica el contraste localmente por la mayor absorción de la suma de materiales.

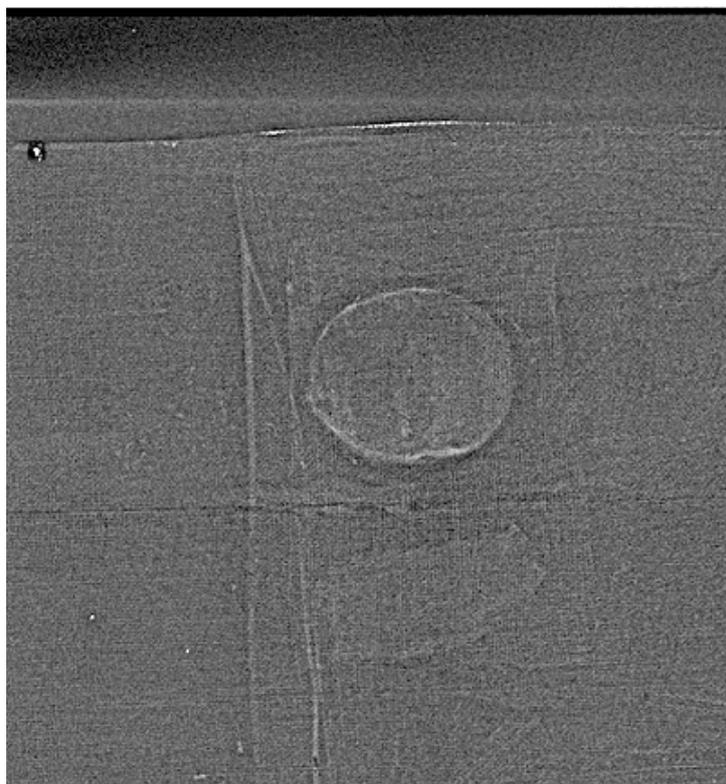


Imagen 114. Rga. **R2 Az U pr b**. Detalle espesor **a**; reentelados galletas gacha y cera-resina.

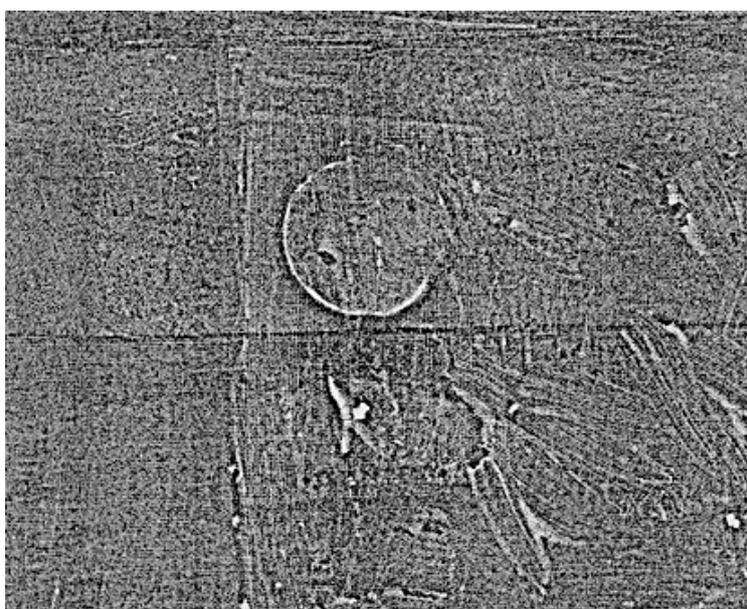
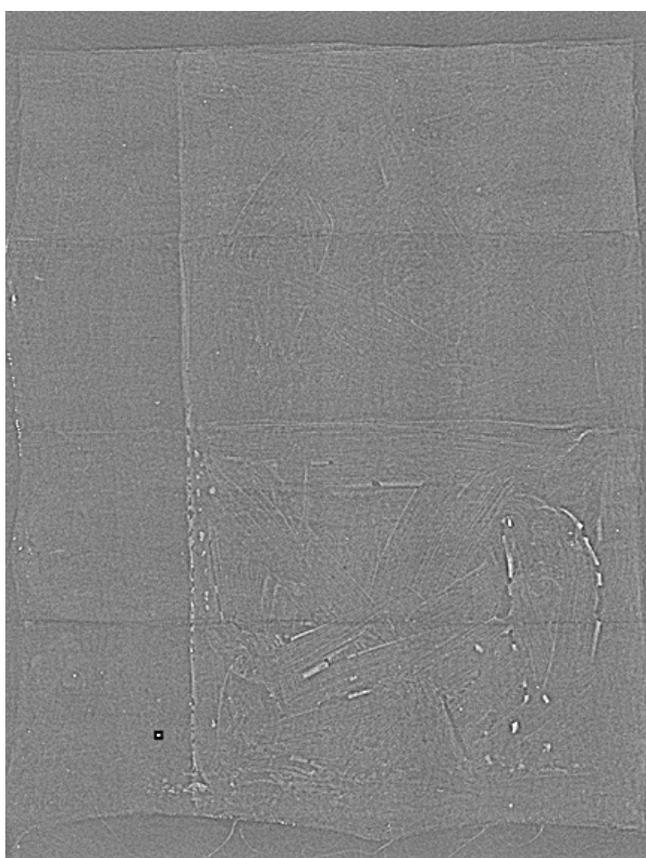
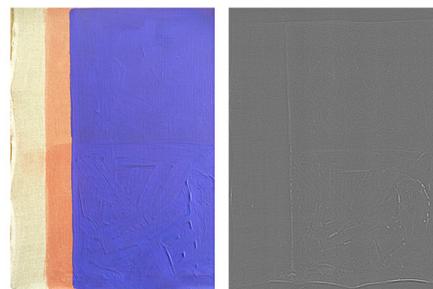


Imagen 115. Rga. **R2 Az U pr b**. Detalle espesor **b**; reentelados galleta gacha y cera-resina.

**AZUL ULTRAMAR** preparación rojaImagen 116. Rga. ***RAzU***<sub>pr r</sub>**Análisis:** ***RAzU***<sub>pr r</sub>

En ***R***, se registran las bandas correspondientes a las secuencias de los reentelados.

Lo más destacable es la atenuación del contraste general que se registra por efecto del reentelado. Es más notable en el espesor ***a***.



Imagen 117. Rga. **R2 Az U<sub>pr r</sub>**

**Análisis: R2 Az U<sub>pr r</sub>**

En **R2**, en el espesor **a** de gacha, se aprecia la tela añadida y la galleta de 2mm., que interrumpe la huella de la pincelada modificando el contraste localmente más notable en bordes por la acumulación de materia.

En el mismo espesor **a** de cera-resina, se aprecia la tela añadida y el óvalo de 1.5 mm. que interrumpe la huella de la pincelada modifica el contraste localmente por su mayor absorción.

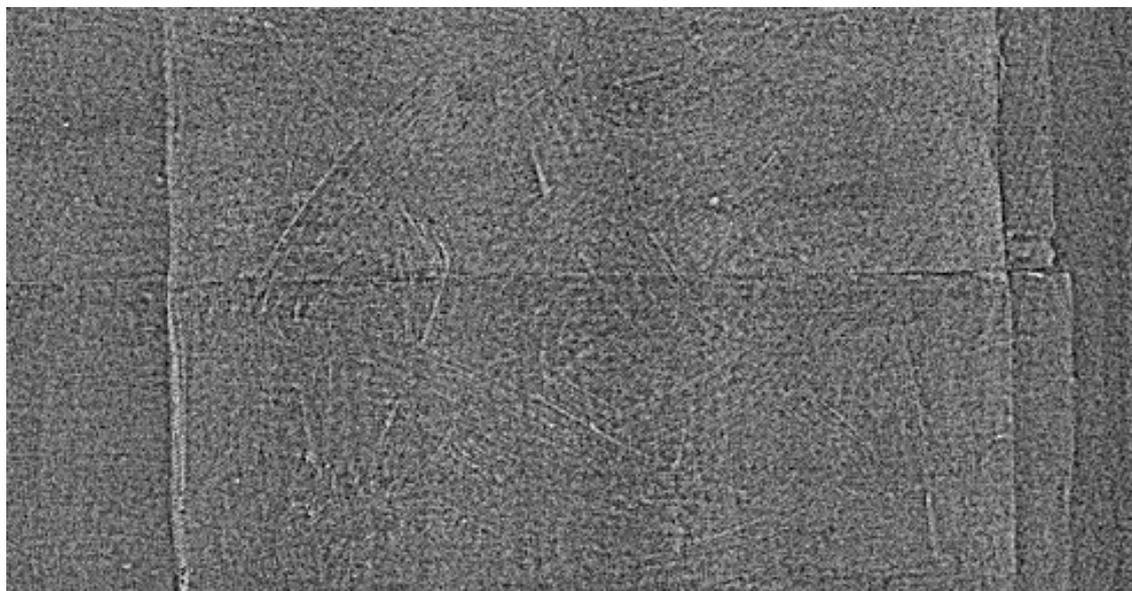


Imagen 118. Rga. **RAzU** *pr r*. Detalle espesor **a**; gacha y cera-resina.

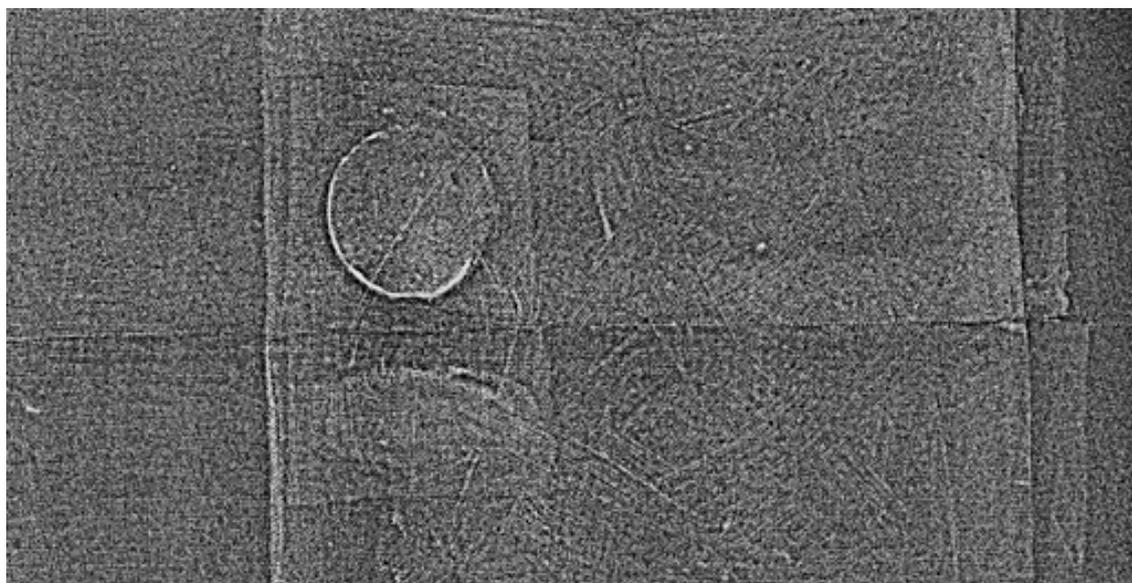


Imagen 119. Rga. **R2AzU** *pr r*. Detalle espesor **a**; gacha y cera-resina.

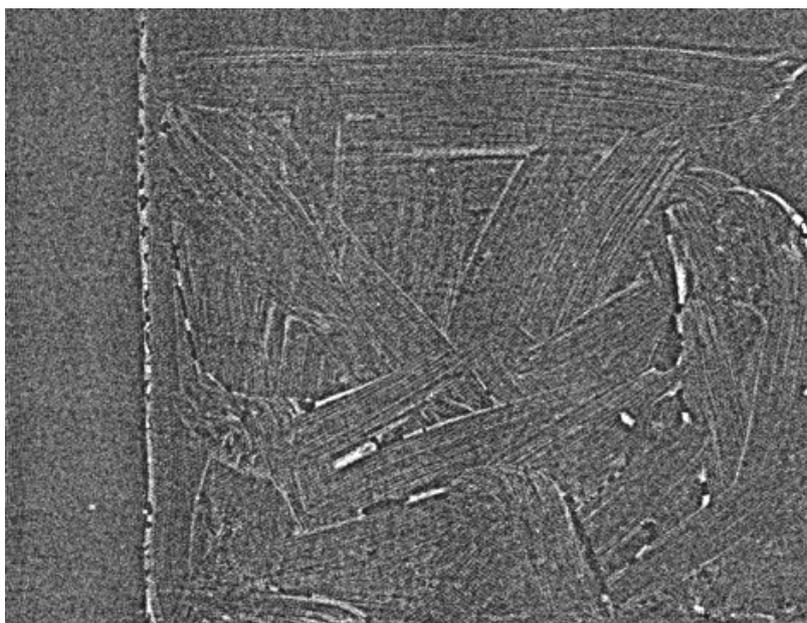


Imagen 120. Rga. **RAz Upr r**. Detalle espesor **b**; gacha y cera-resina.



Imagen 121. Rga. **R2Az Upr r**. Detalle espesor **b**; galletas gacha y cera-resina.

En **R**, espesor **b** de gacha, se aprecia el mismo efecto que en **a**, aunque cabe destacar la clara interrupción de la pincelada, así como la “confusión” que crea la acumulación de adhesivo en los bordes. (Se podría confundir con una pincelada).

En el mismo espesor de cera-resina, se aprecia el mismo efecto que en **a**, si bien es ligeramente más atenuado.

**Conclusión.**

El grado de absorción de radiación de éste pigmento debido a su naturaleza sintética y a su peso atómico bajo; es medio bajo por lo que el mayor contraste se registra en el nivel 2 correspondiente al mayor espesor de pintura.

El reentelado produce un efecto general de atenuación del contraste al aumentar la absorción de radiación, por lo que aparece una mayor escala de grises.

Aumentando el espesor de los adhesivos (2 mm. en gacha y 1,5 mm. en cera- resina); se registra una interferencia clara con la imagen inicial (Rga. **T**).

El efecto es mayor en el caso de la gacha aunque no es despreciable en la cera-resina.

Destacar que tanto el efecto de la gacha, como el de la cera- resina, pueden llegar a confundirse con pinceladas en zonas de mayor acumulación. Este fenómeno potenciaría nuestra tesis.

No se observan diferencias significativas relacionables con las distintas preparaciones, blanca y roja.

#### 4.1.3.5. Resultados del ensayo práctico.

En cuanto a la identificación radiográfica de materiales originales de una pintura se han podido individualizar las 14 probetas con los materiales constitutivos de una pintura.

De cada uno de los siete colores, (6 naturales y 1 sintético), se ha individualizado una serie con preparación blanca y otra con preparación roja.

También se han caracterizado radiográficamente todas las probetas con el reentelado implementado de bandas alternas de gacha y cera-resina. Y en una fase posterior con las galletas de adhesivo de mayor espesor.

El resumen del análisis efectuado indica que:

##### **Am Cd** (Amarillo Cadmio)

En **T**; Documento radiográfico que ofrece un contraste medio alto, debido a la naturaleza mineral del pigmento que muestra un grado de absorción medio alto.

La penetración de la pintura en el soporte, permite apreciar la trama de la tela.

No se aprecian diferencias relacionables con las distintas preparaciones, blanca y roja.

En **R**; tela y bandas de gacha y cera-resina; se aprecia una ligera atenuación del contraste general de la radiografía, sin evidencias significativas del efecto de los adhesivos.

**R2**; galletas de gacha y cera-resina, se registra con claridad la galleta de gacha en ambos espesores, creando interferencias con los originales de las probetas (preparación blanca y roja).

No se produce el mismo fenómeno con la cera-resina.

##### **Az C** (Azul Cobalto)

En **T**; El contraste general en este documento radiográfico es medio. El grado de absorción del pigmento, es medio bajo pese a su origen mineral.

La trama de la tela, queda registrada en la Rga, por la acumulación del pigmento que se incrusta en ella.

No se aprecian diferencias relacionables con las distintas preparaciones, blanca y roja.

En **R**; tela y adhesivos, gacha y cera-resina; se percibe una ligera mayor absorción en la banda correspondiente al adhesivo gacha, y en ambos espesores. No siendo sin embargo un dato significativo.

En **R2**; galletas de gacha y cera-resina.

El aumento de espesor de los adhesivos de las galletas de gacha, un fenómeno mayor de absorción de radiación modificando la imagen radiográfica.

**Bpb** (Blanco de plomo)

En **T**; se obtiene una radiografía con elevada absorción de radiación que se corresponde con la naturaleza mineral del pigmento a base de plomo y alto peso atómico.

El espesor de las pinceladas, proporciona una imagen radiográfica homogénea en escala de grises y por tanto con ausencia de contraste entre de blancos y negros dentro del área pintada; no en el documento general que muestra una gran diferencia con la zona sin pintar.

La individualización de la probeta *pr b* permite apreciar además de las huellas del pincel, un punteado por toda la superficie, más evidente en **b**, que se corresponde con acumulaciones de pigmento aplicado de forma desigual.

Por esto se diferencia claramente de la imagen radiográfica de la probeta *pr r*.

En esta ocasión tanto en **R** como en **R2**, no se registran cambios significativos en las imágenes radiográficas correspondientes, por la alta absorción del plomo que no permite apreciar ninguna información de las capas inferiores. Razón por la cual no se detecta huella alguna de las galletas de gacha y cera-resina.

**NH** (Negro Humo)

La radiografía correspondiente a **T**, proporciona una imagen de bajo contraste debido a la naturaleza del pigmento compuesto por un elemento de bajo peso atómico. Son imperceptibles las huellas de la pincelada en ninguno de los dos espesores de la probeta.

En **R**, la radiografía igualmente de bajo contraste, registra las bandas de ambos reentelados. Porque el grado general de absorción en el documento es mayor en relación a **T**.

En **R2**; En esta radiografía la interferencia de los materiales añadidos es muy evidente sobre todo en el caso de las galletas de gacha en ambos espesores.

Las de cera-resina se aprecian de forma más tenue, mostrando en el espesor **b** mayor absorción.

En el caso de este pigmento, Negro Humo, se demuestra con claridad la interferencia de los materiales añadidos en el proceso de reentelado.

**NM** (Negro Marfil)

La radiografía testigo, **T**, muestra un contraste general medio bajo. Se aprecian los espesores de las pinceladas en las dos zonas, siendo mucho más evidentes en **b**.

En **R**, la imagen radiográfica presenta una escala mayor de grises por la suma de absorción de los materiales añadidos; mientras que en **R2**, se observa una notable interferencia de las galletas de adhesivo que interrumpen el trazo de las pinceladas y por tanto distorsionan la lectura del documen-

to. Ya que difiere notablemente de la radiografía testigo, **T**, obtenida de la pintura antes de añadir los materiales de reentelado.

### **R Cd** (Rojo Cadmio)

El contraste general de esta radiografía testigo, **T**, es medio-alto, en correspondencia a la naturaleza mineral del cadmio, de peso atómico alto.

Al igual que en Amarillo Cadmio, la penetración de la pintura en el soporte, permite apreciar la trama de la tela en la radiografía; sin embargo no se aprecian diferencias relacionables con las distintas preparaciones, blanca y roja.

La imagen general de la radiografía correspondiente a **R** aparece más velada por efecto de los adhesivos del reentelado.

En **R2**; galletas de gacha y cera-resina, el aumento en el espesor de los adhesivos retiene más radiación y modifica la imagen radiográfica provocando interferencias más notables en el espesor **a**.

### **Az U** (Azul Ultramar)

Radiografía testigo, **T**, con contraste medio bajo; un poco más alto en espesor **b**, debido a su naturaleza sintética. La absorción de radiación es baja y similar en todos los materiales presentes en las probetas. No habiendo diferencias relacionables con las distintas preparaciones, blanca y roja.

**R**; tela y dos adhesivos, gacha y cera-resina.

En este caso, y debido a la naturaleza sintética del pigmento de peso atómico muy bajo, se registran las bandas correspondientes a las secuencias de los reentelados tanto de gacha como de cera-resina con fenómeno de atenuación del contraste general por la mayor absorción de radiación. Es ligeramente más notable en la banda correspondiente a la gacha en ambos espesores.

En las radiografías **R2**, galletas de gacha y cera-resina incorporadas, se registra incluso la tela que soporta las galletas además de los adhesivos en ambos espesores.

Interrumpen la huella de la pincelada modificando el contraste localmente, debido a la mayor absorción de radiación que se produce por la adición de materiales.

Tanto el efecto de la gacha, como el de la cera-resina, pueden llegar a confundirse con pinceladas en zonas de mayor acumulación.

	RX T		RX R Gacha		RX R Cera resina		RX R2 Gacha		RX R2 Cera resina			
	Ab	C	Ab	C	Ab	I	Ab	C	Ab	I		
Soprote: Tela de lino	Am Cd	prb	***	•••	**	++	••	**	••••	+++	∅	∅
		pr r	***	•••	**	++	••	**	••••	+++	∅	∅
	Az C	prb	**	••	**	++	••	**	•••	+++	••	+
		pr r	**	••	**	++	••	**	•••	+++	••	+
	B pb	prb	*****	•••••	*****	∅	•••••	*****	•••••	∅	•••••	∅
		pr r	*****	•••••	*****	∅	•••••	*****	•••••	∅	•••••	∅
	NM	prb	*	••	*	+	••	*	••••	++++	••	++
		pr r	*	••	*	+	••	*	••••	++++	••	++
	NH	prb	**	••	**	++	••	**	••••	++++	••••	++++
		pr r	**	••	**	++	••	**	••••	++++	••••	++++
	R Cd	prb	****	••••	***	++	•••	**	•••	++	∅	∅
		pr r	****	••••	***	++	•••	**	•••	++	∅	∅
	Az U	prb	*	••••	****	++++	••••	****	••••	++++	••••	++++
		pr r	*	••••	****	++++	••••	****	••••	++++	••••	++++

Nivel bajo: / \* / +  
 Nivel medio bajo: •• / \*\* / ++  
 Nivel medio alto: ••• / \*\*\* / +++  
 Nivel alto: •••• / \*\*\*\* / ++++  
 Nivel Muy alto: ••••• / \*\*\*\*\* / +++++

Absorción (Ab): •  
 Contraste (C): \*  
 Interferencia(I): +

Tabla 5. Resultados espesor a.

	RX T		RX R Gacha		RX R Cera resina		RX R2 Gacha		RX R2 Cera resina					
	Ab	C	Ab	C	Ab	C	Ab	C	Ab	C				
Soporte: Tela de lino	Am Cd	pr b	•••	•••	**	++	••	**	+	••••	***	++++	∅	∅
		pr r	•••	•••	**	++	••	**	+	••••	***	++++	∅	∅
	Az C	pr b	••	**	**	++	••	**	+	•••	***	+++	**	+
		pr r	••	**	**	++	••	**	+	•••	***	+++	**	+
	B pb	pr b	•••••	•••••	•••••	∅	•••••	•••••	∅	•••••	•••••	∅	•••••	∅
		pr r	•••••	•••••	•••••	∅	•••••	•••••	∅	•••••	•••••	∅	•••••	∅
	NM	pr b	•	*	*	+	••	*	+	•••	••••	++++	•••	+++
		pr r	•	*	*	+	••	*	+	•••	••••	++++	•••	+++
	NH	pr b	••	**	**	++	••	**	++	••••	••••	++++	•••	++++
		pr r	••	**	**	++	••	**	++	••••	••••	++++	•••	++++
	R Cd	pr b	••••	••••	••••	+	••••	••••	+	••	*	+	∅	∅
		pr r	••••	••••	••••	+	••••	••••	+	••	*	+	∅	∅
	Az U	pr b	•	**	••••	++++	••••	••••	+++	••••	••••	++++	••••	++++
		pr r	•	**	••••	++++	••••	••••	+++	••••	••••	++++	••••	++++

Nivel bajo: • / \* / +  
 Nivel medio bajo: •• / \*\* / ++  
 Nivel medio alto: ••• / \*\*\* / +++  
 Nivel alto: •••• / \*\*\*\* / ++++  
 Nivel Muy alto: ••••• / \*\*\*\*\* / +++++

Absorción (Ab): •  
 Contraste (C): \*  
 Interferencia(I): +

Tabla 6. Resultados espesor **b**.

#### 4.2. Aplicación del ensayo práctico en un caso real.

Una vez extraídas las conclusiones del apartado correspondiente al ensayo práctico en el que se ha podido verificar nuestra hipótesis, quisimos extrapolarlo a un caso real.

Aplicamos inicialmente el mismo procedimiento reentelado parcial, sobre una pintura del s. XVII, en la que se representa a *San Francisco en oración*.

Tras realizar una primera radiografía testigo **T**, localizada en la zona de la cabeza del Santo, efectuamos una segunda radiografía con el reentelado añadido; **R**, y pudimos comprobar que no se daba el mismo fenómeno que en el ensayo, ya que los materiales añadidos eran invisibles en la radiografía.

La tercera radiografía se efectuó una vez añadidas las galletas correspondientes a **R2**; la respuesta fue la misma; tampoco en esta ocasión el documento radiográfico recogía rastro alguno de los adhesivos de mayor espesor.

Tras la reflexión sobre lo que estaba ocurriendo, que cuestionaba alguno de los resultados del ensayo práctico, dedujimos que podía obedecer a la presencia en el cuadro de una preparación con materiales de alto peso atómico.

Tal y como explicábamos en el apartado del *Estado de la Cuestión*, algunos autores como Velázquez y muchos otros de la época utilizaron preparaciones a base de blanco de plomo añadido a la creta. Por tanto el cuadro de *San Francisco en oración*, perteneciente a ese período, podría contener una preparación de estas características.

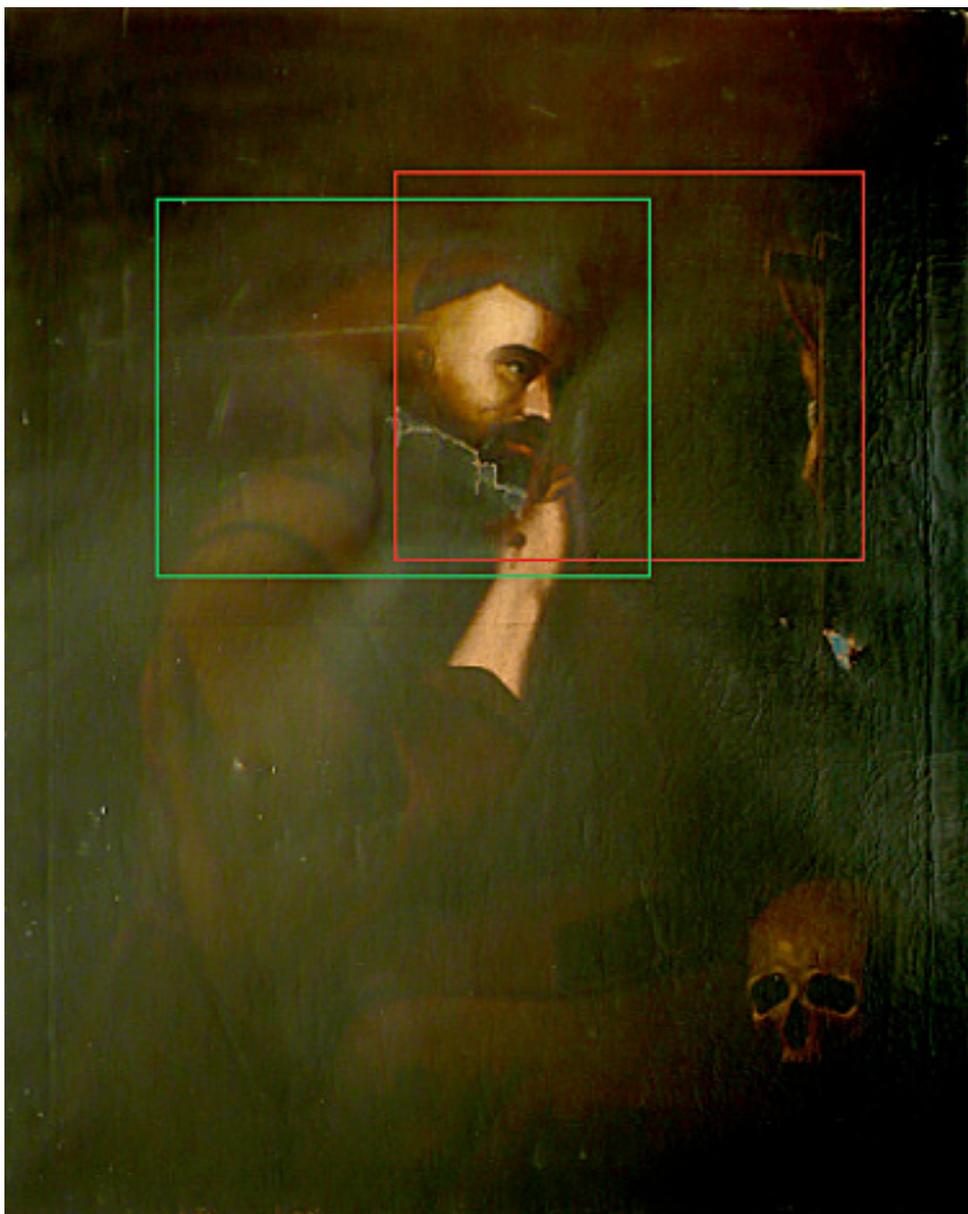


Fig. 116. Anónimo. *San Francisco en oración*. S. XVII. O. s./L. 112x75 cm. (Fuente: Archivo Bustinduy Fernández).

- Zona sobre la que se colocaron las fajas de reentelado con adhesivos.
- Zona sobre la que se colocaron las fajas con preparación a base de Blanco de plomo.



Fig. 117. Radiografía detalle. (Fig.116). Rostro de San Francisco y el crucificado.

La radiografía testigo, **T**; aparece poco contrastada y predomina en ella la huella de la trama de la tela que muestra un grado de absorción general alto por efecto de la preparación incrustada en el tejido. Esto impide que se puedan observar otros detalles de la composición, como la túnica del santo probablemente pintados con tierras y negros de bajo peso atómico.

Destacan sobre la trama, los empastes de la cara; esencialmente la zona de la frente y la mejilla, ojo y nariz. Más atenuados se perciben algunos trazos de la capucha.

En la zona central de la imagen se recoge (en negro), el recorrido de un rasgado de la tela que supone el contrapunto en cuanto al contraste del documento por la ausencia de absorción en ésta área.

**Aplicación de fajas de gacha y cera-resina, en las zonas señaladas y sus correspondientes radiografías.**



Imagen 122. Adhesivo gacha; espesores **a** y **b**

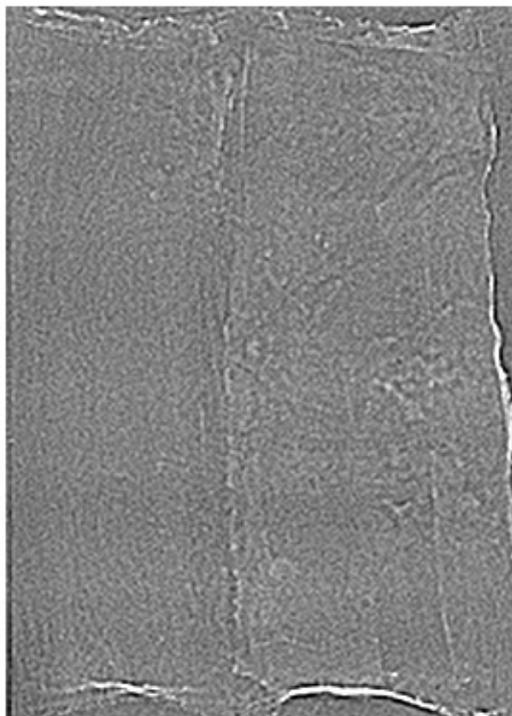


Imagen 123. Rga. Adhesivo gacha (Imagen 122).



Imagen 124. Adhesivo cera-resina; espesores **a** y **b**

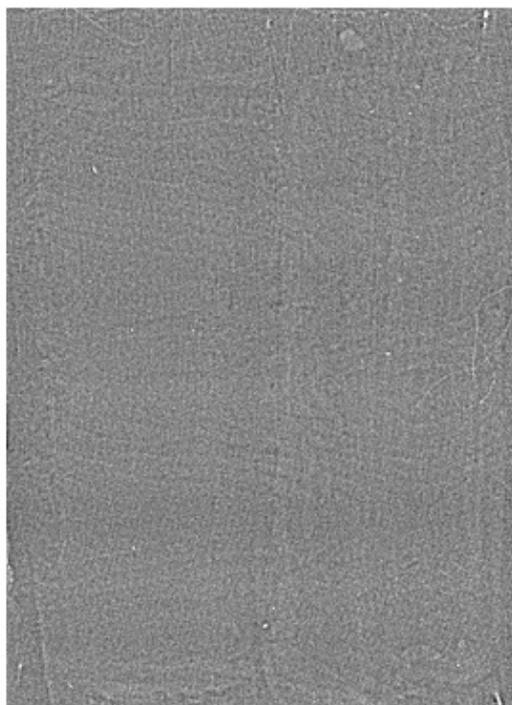


Imagen 125. Rga. Adhesivo cera-resina (Imagen 124).

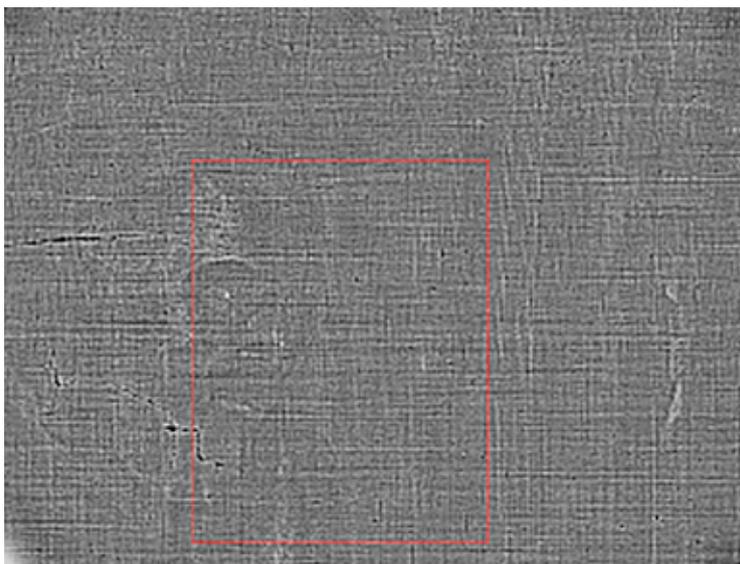


Imagen 126. Rga. Parcial. *San Francisco en oración*. Tela y adhesivo gacha **a** y **b**



Imagen 127. Fajas de gacha **a** y **b**

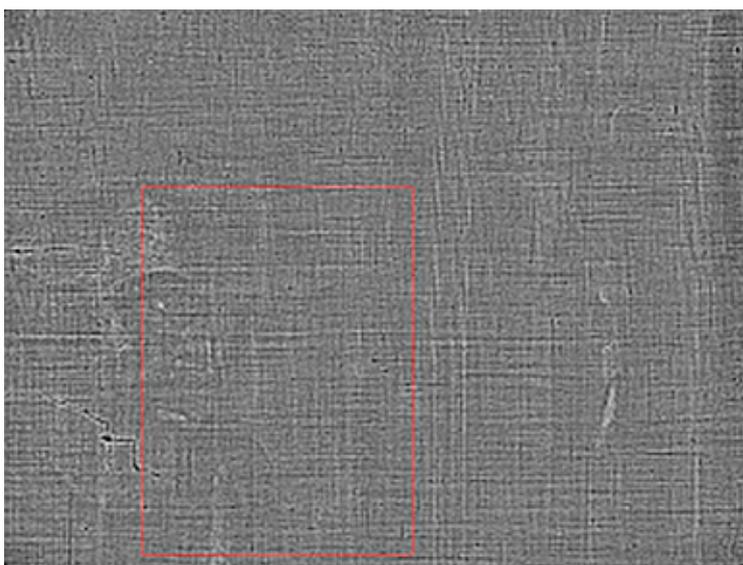


Imagen 128. Rga. Parcial *San Francisco en oración*. Tela y adhesivo cera- resina **a** y **b**



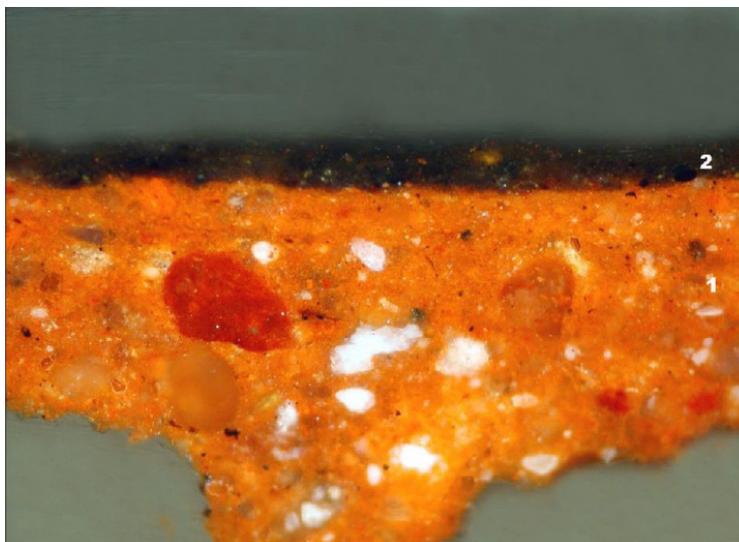
Imagen 129. Fajas de cera-resina **a** y **b**

Ambas radiografías, ponen en evidencia la ausencia de interferencia de ambos adhesivos en el estudio radiográfico del *San Francisco en oración*, pese al espesor de ambos en **b**.

Todo ello, como apuntábamos es indicativo de la presencia de algún componente mineral en la preparación de peso atómico elevado que debido a su alta absorción de radiación impediría visualizar en la radiografía, otros elementos de menor peso atómico, como es el caso de los adhesivos.

Es en éste punto cuando realizamos el análisis químico de la preparación, que reveló la presencia de blanco de plomo entre sus componentes.

Por el interés que añade a nuestra investigación, incorporamos el extracto de dicho examen efectuado por el profesor D. Andrés Sánchez Ledesma de Artelab<sup>108</sup>.



3.1.- Microscopía óptica con luz polarizada, incidente y transmitida. Luz halógena y luz UV.

3.2.- Espectroscopia infrarroja por transformada de Fourier.

3.3.- Microscopía electrónica de barrido – microanálisis mediante espectrometría por dispersión de energías de rayos X (SEM – EDX).

Capa	Color	Espesor	Pigmentos / cargas	Observaciones
2	pardo oscuro	50	tierras, negro de huesos, carbonato cálcico, albayalde (m. b. p.) <sup>109</sup>	capa de pintura
1	anaranjado	200-350	tierras <sup>110</sup> , carbonato cálcico, albayalde (b. p.)	preparación

108

*Equipo Arte-Lab S.L*      *Supervisión técnica y realización*

*Andrés Sánchez Ledesma*      *Lda. Bioquímica*

*Luisa Vega Bolaños*      *Lda. Bioquímica*

*Especialistas en análisis para la documentación y restauración de bienes culturales*

109 b. p. = baja proporción, m. b. p. = muy baja proporción

110 Granos de hematites

3 Describimos como tierras a aquellos pigmentos coloreados compuestos por minerales en los que se identifican óxido o hidróxido de hierro y que pueden estar acompañados de dióxido de manganeso, carbonato cálcico, carbonato cálcico magnésico y silicatos de aluminio, potasio, magnesio, entre otros. El color de las tierras que han sido utilizadas como pigmentos depende del tipo y proporción del compuesto de hierro y de la presencia de los otros óxidos y silicatos. Por esta razón, acompañamos la denominación “tierras” del color que presenta el pigmento en la capa de pintura, haciendo referencia a tierra roja, tierra amarilla y tierra verde a las que presentan estos colores, tierra de sombra a las de color pardo y utilizamos el genérico tierras en las que muestran una tonalidad pardo anaranjada que no se clasifica de forma evidente en los grupos anteriores

### **Aplicación de fajas de preparación a base de creta y tierra roja, más blanco de plomo y sus correspondientes radiografías.**

Nos planteamos entonces estudiar más a fondo, el efecto de los adhesivos procedentes del reentelado, en presencia de preparaciones que contienen blanco de plomo, variando su composición y espesor.

Para ello, añadimos a la pintura sendas fajas de tela preparadas una, a base de creta blanca y otra con tierra roja; más blanco de plomo, para continuar con el estudio radiográfico.

Si bien este pequeño ensayo efectuado en el cuadro de *San Francisco en oración*, se apartaba en cierta medida del núcleo de la investigación, consideramos que introducía otra interesante variable. La cual además de suponer en si misma una nueva posible línea de investigación, nos ha permitido ahora realizar una nueva reflexión sobre el análisis de las radiografías de pinturas reenteladas o no; que contuvieran preparaciones a base de blanco de plomo.



Imagen 130. Rga. Fajas de preparación creta blanca y tierra roja más blanco de plomo; espesores **a** y **b**.

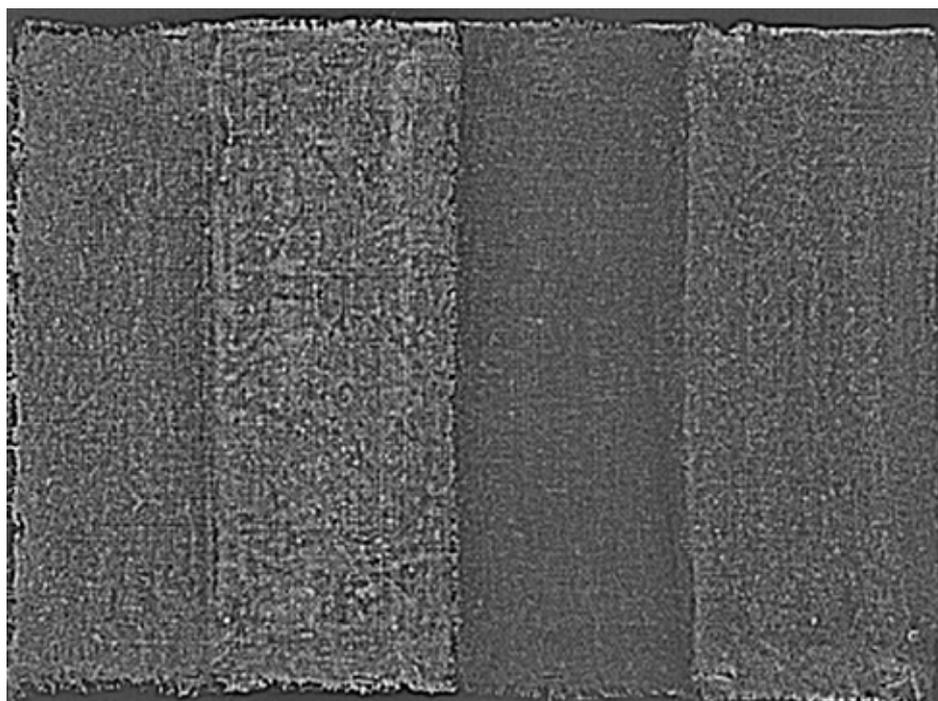


Imagen 131. Rga. (Imagen130). Fajas de preparación creta blanca y tierra roja, más blanco de plomo; espesores **a** y **b**.

En esta imagen radiográfica, se muestran las diferencias de absorción de RX en las preparaciones blanca y roja, elaboradas con blanco de plomo añadido a la creta (izda.), y a las tierras (dcha.), siguiendo las pautas de los maestros del s. XVII, que hemos tomado como punto de referencia en nuestro estudio<sup>111</sup>.

Las diferencias observadas, varían según la composición de la mezcla y los espesores **a** y **b**. La preparación blanca consta a partes iguales de creta y blanco de plomo, mientras que a la roja, se le añade otra parte de tierra. De este modo, la proporción de plomo en la mezcla es menor.

La preparación blanca en **b**, destaca por su mayor absorción de radiación sobre las demás.

Aunque el espesor de preparación aplicado a las fajas, sería difícil de encontrar en una pintura, se pone en evidencia que una preparación de esta naturaleza y con una aplicación irregular, puede originar cúmulos de distintos espesores y crear importantes interferencias en las imágenes radiográficas cuya lectura sería cuando menos compleja.

Las preparaciones blanca en **a** y roja en **b**, tienen un grado de absorción similar a pesar de que en esta última el espesor es mayor. Esto tiene relación con el menor peso atómico de la tierra roja que añadido a la creta y al blanco de plomo, disminuye el grado de absorción de radiación de éste último.

111 Como Velázquez y los pintores flamencos, Van Dyck y Rubens.

La baja absorción de radiación de la tierra roja, queda perfectamente registrada en la radiografía, en la faja correspondiente al espesor **a**.

Las radiografías que se muestran a continuación registran con toda claridad la elevada absorción de los materiales añadidos en las fajas. Su lectura en el documento confirma que se hacen visibles debido al grado de absorción muy elevado de estos materiales; mayor aún que el de la preparación original del cuadro, ya analizada.

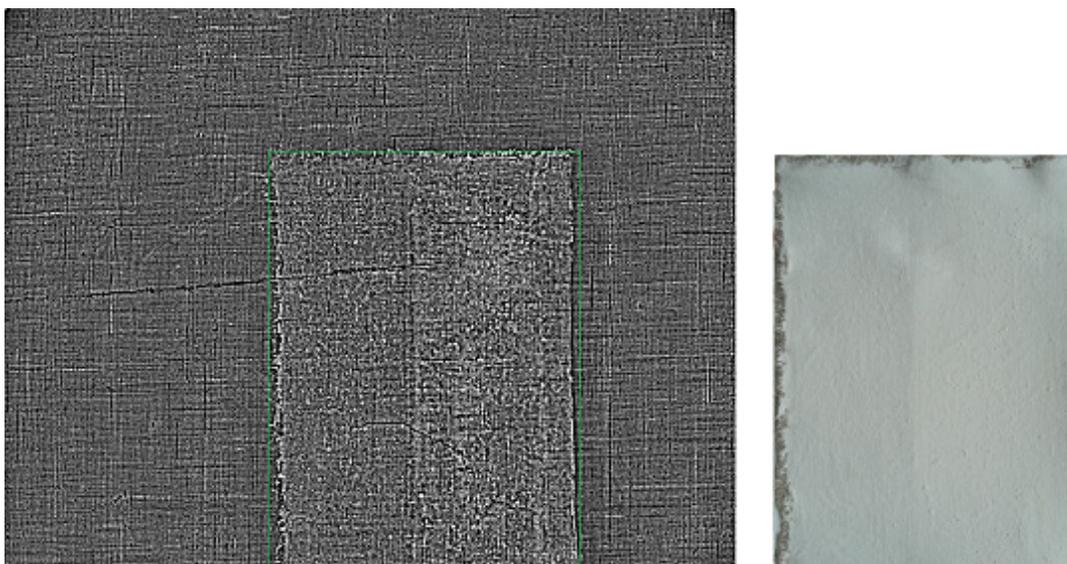


Imagen 132. Rga. *San Francisco en oración*. Tela y preparación blanca, más blanco de plomo; espesores **a** y **b**.

Imagen 133. Fajas de preparación blanca, más blanco de plomo; espesores **a** y **b**.

El grado de absorción de radiación del plomo que ya habíamos comprobado en la radiografía anterior, es elevadísimo. Presente (el plomo) en los dos espesores, aquí se suman a los de los materiales originales.

A la izquierda, la franja correspondiente al espesor **a** de creta y blanco de plomo, se distingue con nitidez sobre la tela del cuadro. Al mismo tiempo, impide visualizar la trama del soporte, al potenciarse el efecto de absorción por la superposición de materiales.

En la franja de la derecha correspondiente al espesor **b**; el fenómeno de absorción que se produce es aún mucho más elevado. Esto se debe a la mayor acumulación de plomo por su mayor espesor.

Es interesante observar cómo prácticamente desaparece bajo ella la cara del santo.

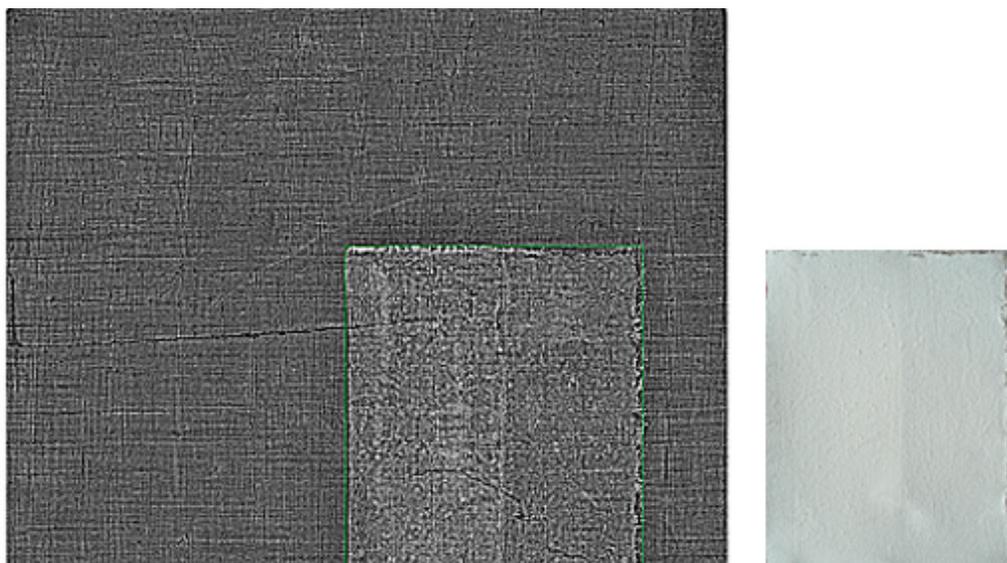


Imagen 134. Rga. *San Francisco en oración*. Tela y preparación blanca, más blanco de plomo; espesores **b** y **a**.

Imagen 135. Fajas de preparación blanca, más blanco de plomo; espesores **b** y **a**.

En esta ocasión se han colocado las fajas en sentido opuesto y se repite el mismo fenómeno observado en la radiografía anterior. Sin embargo al cambiar de lado las preparaciones y tener un menor grado de absorción el espesor **b**, situado sobre el rostro, vemos como todavía a través de ella se intuyen levemente los empastes de la cara del santo.

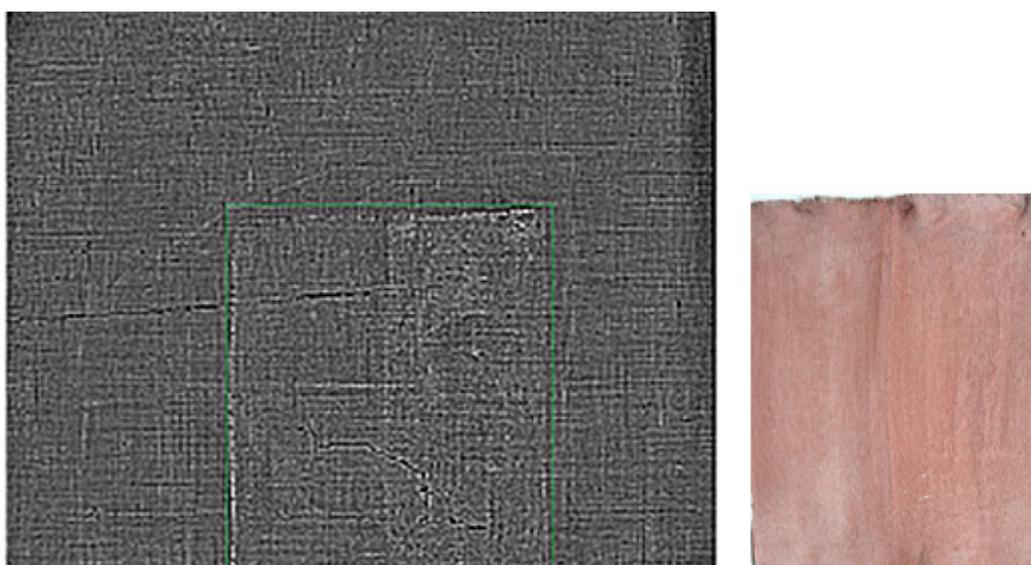


Imagen 136. Rga. *San Francisco en oración*. Tela y preparación tierra roja, más blanco de plomo; espesores **a** y **b**.

Imagen 137. Fajas de preparación tierra roja, más blanco de plomo; espesores **a** y **b**.

El grado de absorción de radiación del plomo presente en los dos espesores de la preparación a base de tierra, es también muy elevado como se aprecia en la radiografía, aunque ligeramente menor que la blanca, como se ha explicado en párrafos anteriores.

A la izquierda, la franja correspondiente al espesor **a**, que se distingue ligeramente sobre la tela del cuadro, sin impedir visualizar la trama del soporte original.

En la franja de la derecha correspondiente al espesor **b**; el fenómeno de absorción que se produce es más elevado por la mayor acumulación de plomo en este espesor.

A pesar de esto, no desaparece bajo ella la cara del santo cuyos trazos permanecen visibles en la radiografía, si bien aparecen modificados en relación a **T**.

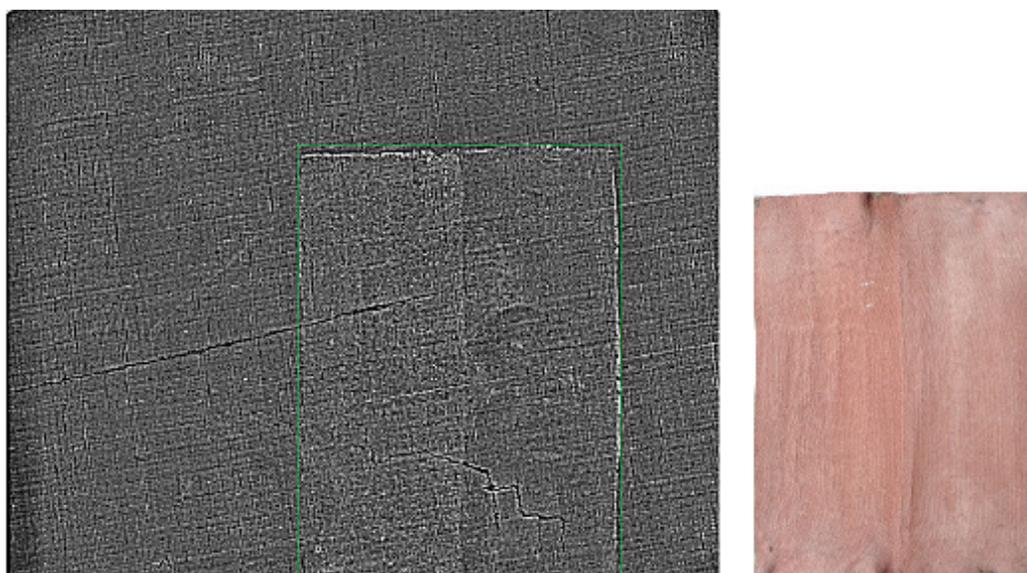


Imagen 138. Rga. *San Francisco en oración*. Tela y preparación tierra roja, más blanco de plomo; espesores **b** y **a**.

Imagen 139. Fajas de preparación tierra roja, más blanco de plomo; espesores **b** y **a**.

Al invertir las fajas podemos observar con más nitidez en la izquierda; cómo aumenta la absorción del **B<sub>pb</sub>**, al estar más concentrado en el espesor **b**.

Resulta más evidente ésta interpretación al no interferir con los empastes del rostro como en caso anterior. Aquí, se distinguen con alguna modificación respecto a **T**.

### 4.3. Conclusiones del Ensayo Práctico.

Se han dado respuesta a los objetivos planteados al inicio del trabajo y se han caracterizado e individualizado radiográficamente, los materiales constitutivos de las pinturas de las probetas, así como los materiales añadidos en el reentelado.

De ésta caracterización, podemos establecer que el grado de absorción de dichos materiales, oscila notablemente en función de su naturaleza; (peso atómico) y de su espesor.

Las diferencias que se observan en las imágenes radiográficas analizadas, vienen dadas por el nivel de absorción de RX debido a las características de los materiales que componen las probetas.

De esta manera en la tela sola, la radiación traspasa, porque no hay absorción, por su bajo peso atómico y su reducido espesor; resultando así una imagen oscura y poco contrastada en la radiografía.

Las capas de preparación absorben más cantidad de radiación que la tela, aunque en nuestro estudio, las diferencias de absorción que presentan ambas preparaciones blanca y roja, apenas son relevantes ya que se comportan de un modo similar.

Respecto a los colores, el blanco de plomo, es el pigmento que retiene más cantidad de radiación por su elevado peso atómico, e impide visualizar cualquier elemento añadido. Mientras que los negros, (marfil y humo) son los que menos, al poseer cualidades opuestas al blanco de plomo.

Entretanto los colores Amarillo Cadmio, Azul Cobalto y Ultramar, presentan un nivel medio-bajo de absorción similar, mientras que el Rojo de Cadmio, alcanza un nivel medio-alto.

En una relación de menor a mayor, el grado de absorción que han mostrado los materiales constitutivos de las probetas es:

**Bajo:** tela, preparación roja, preparación blanca, Negro Humo y Negro Marfil y Azul Ultramar.

**Medio:** Azul cobalto y Amarillo Cadmio.

**Alto:** Rojo Cadmio.

**Muy alto:** Blanco de plomo.

Analizado individualmente el comportamiento de los materiales, en el caso de la tela sola, presente en todas las probetas; la radiación atraviesa directamente la materia por lo que no se registran datos relevantes siempre en relación a nuestro estudio.

Al aplicar a la tela el estrato de la preparación, aunque la absorción sigue siendo baja, si se observan cambios ya que aumenta el grado de retención de radiación y en la imagen radiográfica se recoge esta diferencia en la franja correspondiente. La cual aparece en un gris más claro como puede

verse en todas las radiografías de las probetas **T**, y en ambos tipos de preparación. No habiéndose detectado diferencias significativas entre ellas (blanca y roja).

En cuanto a la caracterización é individualización de las probetas con sus pinturas correspondientes, se ponen de manifiesto las características específicas de cada pigmento determinadas por su peso atómico y el modo de aplicar la pintura, puesto que han quedado reflejados los distintos espesores y las huellas del pincel utilizado.

En relación con la interferencia de los materiales de reentelado; gacha y cera resina, las mayores diferencias que se han registrado en las imágenes radiográficas de las distintas series (**T**, **R** y **R2**), se relacionan con la implementación gradual de los adhesivos, siendo mucho más evidentes cuando se aumenta el espesor de ambos.

En la serie **R**, correspondiente a la implementación de las bandas de reentelado con una fina capa de gacha y cera-resina, se aprecia una ligera atenuación del contraste general de la radiografía, mas evidente en: *NH* y *NM*, así como en el Azul Ultramar. Y menor en los colores: *Am C* y *Az C*.

No se registra este fenómeno en el Rojo y en el *B pb*.

En la serie correspondiente a **R2**; (implementación de galletas de gacha y cera-resina), destacan por su visibilidad en: *NH*, *NM*, *Az U*, *Am C*, en ambos espesores y en *Az C*, donde la interferencia de la gacha, con la pintura es muy evidente. En grado menor se observa el efecto de la cera-resina.

En el Rojo Cadmio, se observa el mismo fenómeno, en grado ligeramente menor.

No se registran interferencias de ambos adhesivos con el Blanco de plomo.

Por tanto, se puede establecer que la naturaleza mineral de determinados pigmentos, proporciona generalmente, documentos altamente contrastados al contrario que los de origen orgánico que proporcionan largas escalas con matices de grises.

Este comportamiento, es muy similar al que muestran algunos pigmentos sintéticos como el Azul Ultramar aquí estudiado.

Este hecho, podría servir como método de identificación no invasivo de algunos pigmentos, ya que permitiría discriminar la presencia de un pigmento mineral o uno sintético (en el caso del azul) sin toma de muestra. Si bien como es sabido, ningún examen único, puede ser concluyente.

Con carácter general, cabe resaltar, la ligera mayor absorción que muestra el adhesivo de gacha, sobre la cera-resina, en las bandas del reentelado y en ambos espesores aunque es poco relevante. Sin embargo el fenómeno se repite al aumentar los espesores mediante la implementación de galletas, donde sí se puede observar con claridad.

En resumen y para concluir, podemos establecer que los adhesivos añadidos en el proceso de reentelado, producen interferencias en las imágenes radiográficas de las pinturas. Especialmente la gacha a partir de espesores de 0,5 mm, y mucho más evidentes si alcanzan los 1,5 mm.

Con la cera-resina, se produce un efecto similar, pero más leve, apreciándose especialmente en las probetas: **R2 NH pr b** (Imagen 81); **R2 NH pr r** (Imagen 83); **R2 NM pr b** (Imagen 91); **R2 NM pr b**, detalles (Imágenes 94,95); **R2 NM pr r** (Imagen 97); **R2 NM pr r**, detalle (Imagen 99); **R2 Az U pr b** (Imagen 113); **R2 Az U pr b**, detalles (Imágenes 114,115); **R2 Az U pr r** (Imagen 117); **R2 Az U pr r** detalles (Imágenes, 119,121); correspondientes a los pigmentos Negro Humo, Negro Marfil y Azul Ultramar.

Que este fenómeno, que obedece al aumento del grado de absorción de radiación de los adhesivos que se suma al de los pigmentos; se acentúa cuando el peso atómico de éstos últimos, es menor, bien sean de origen orgánico o sintético.

Por el contrario, cuando están presentes pigmentos de alto peso atómico como el Blanco de plomo, bien en la capa pictórica, o bien en la preparación (como hemos comprobado en la aplicación del ensayo a la pintura del *San Francisco en oración*), no se produce interferencia alguna de los adhesivos estudiados. El alto peso atómico de este pigmento, impide la visualización del fenómeno.

Sin embargo, sí se produciría un efecto similar, en el caso en que se implementase algún material de alto contenido mineral y peso atómico elevado ya que secuestraría información del original, tal y como se ha verificado también en éste último ensayo.

Todo ello nos lleva a proponer que: *“los análisis de radiografías de obras de arte; (pinturas), deben realizarse siempre por especialistas, quienes deberán tener en cuenta, además de la constitución original de las mismas, su historia material”*.

*“Que en caso de encontrarse reenteladas, debería tenerse en cuenta igualmente, el posible efecto que los adhesivos podrían haber producido en la imagen radiográfica, según el peso atómico de los materiales originales. Sabiendo que la interferencia sería mayor cuanto menor fuese el peso atómico de los pigmentos”*.

*“Cuando los lienzos están preparados o pintados con blanco de plomo, queda secuestrada la mayor parte de la información bajo dicho pigmento, impidiendo de este modo extraer datos acerca de otras capas”*.

#### **4.4. Nuevas líneas de investigación.**

En el desarrollo de esta tesis, han quedado abiertas varias vías, que por su complejidad y necesidad de profundización suponen nuevas líneas de investigación.

Aquí nos hemos centrado en valorar la interferencia de los adhesivos de reentelado, con seis pigmentos de origen natural y uno sintético. Los resultados sin duda apuntan a que entre éstos últimos, sintéticos, (la mayoría con pesos atómicos muy bajos), sufrirían notables interferencias al implementarse cualquier otro material.

Por otro lado, hemos estudiado el efecto de dos adhesivos, también de origen natural, usados tradicionalmente. Sería de gran interés, conocer el efecto de adhesivos sintéticos como la Beva gel, sustituto de la cera-resina, o de otras mezclas de polímeros sintéticos con cargas, de los que desconocemos su comportamiento ante los RX.

No deberíamos olvidar tampoco, los resultados obtenidos en relación con la presencia del Blanco de plomo en las pinturas, tanto en la capa pictórica, como en la preparación; cuyo efecto en la radiografía, podría señalar, la conveniencia de la “relectura” de alguna radiografía.



---

## V. BIBLIOGRAFÍA



## V. BIBLIOGRAFÍA

ANTELO, T.; GABALDON, A. 1997. Algunos comentarios sobre la radiografía y otras técnicas de análisis no destructivos aplicadas al estudio de los bienes culturales en el IPHE. *DIANA*. **72**(6), pp. 121-125.

ANTELO, T.; BUESO, M.; GABALDÓN, A.; VEGA, C.; 2010. Un espacio para lo invisible. En: *Ciencia y arte IV. Ciencias experimentales y conservación del patrimonio. Teoría, práctica e innovación en la conservación del Patrimonio*. Madrid: Ministerio de Educación, Cultura y Deporte, pp. 25-37.

ASPEREN DE BOER, J. R. J. van. 1975. An introduction to the Scientific Examination of Paintings. *Nederlands Kunthistorisch Jaarboek*, **26**(1), pp. 1-40.  
DOI: 10.1163/22145966-90000688

BAÉZ, M. I.; SAN ANDRÉS, M. 2001. La práctica de la pintura a través de las antiguas fuentes documentales. *Revista PH. Boletín*, **34**, pp. 64-76.

BAGAN, R.; ORIOLS, N. 2009. Fibras de lli observades al microscopi òptic amb llum transmesa [fotografia]. *Identificació de fibres. Suports tèxtils de pintures. Metodologia*, **1**, pp. 18.

BARRIO MARTÍN, J. 2006. Innovación Tecnológica y conservación- restauración del Patrimonio Arqueológico Mueble. En: J. C. BARBERO ENCINAS (coord.). *Actas del II Seminario sobre Restauración de Bienes Culturales. Aportaciones teóricas y experimentales en problemas de conservación*. Aguilar de Campoo: Fundación Santa María la Real, pp. 33-60.

BOMFORD, D.; KIRBY, J.; LEIGHTON, J.; ROY, A. 1991. *Art in the making: Impressionism*. London: National Gallery Publications.

BOSCH ROIG, L. 2012. *Archivo histórico de Conservadores y Restauradores españoles: La actuación del restaurador Luis Roig D'Alós (1904-1968)*. Tesis Doctoral. Valencia.: Universidad Politécnica. (UPV).

BRUQUETAS, R. 2002. *Técnicas y materiales de la pintura española en los Siglos de Oro*. Madrid : Fundación de Apoyo a la Historia del Arte Hispánico.

BRUQUETAS, R.; ANTELO, T.; GÓMEZ, M.; GABALDÓN, A.; ARGERICH, I.; ALBAR, A.; ALGUERÓ, M.; VALENTÍN, N.; VEGA, C.; FERNÁNDEZ, CH.; 2011. La serie Jerónima de Zurbarán en el Monasterio de Guadalupe (Cáceres). Estudio de sus Restauraciones. En: ICOM Committee for Conservation, ICOM-CC, 16th Triennial Conference [en línea]. [Consulta: 12-10-2014]. Disponible en: [https://www.google.es/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0CCIQFjAAahUKEwi08v\\_itYPIAhXCiRoKHThI1Bn0&url=http%3A%2F%2Fbh1.fpc.pt%2Fwinlib%2Fwinlibimg.aspx%3Fskcy%3D18CA61337F994A87BBCAEC832BE4F7EA%26doc%3D13797%26img%3D3625%26save%3Dtrue&usq=AFOjCNHdv4vwm4QF\\_F8-o8w-45zpxODeUwg](https://www.google.es/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0CCIQFjAAahUKEwi08v_itYPIAhXCiRoKHThI1Bn0&url=http%3A%2F%2Fbh1.fpc.pt%2Fwinlib%2Fwinlibimg.aspx%3Fskcy%3D18CA61337F994A87BBCAEC832BE4F7EA%26doc%3D13797%26img%3D3625%26save%3Dtrue&usq=AFOjCNHdv4vwm4QF_F8-o8w-45zpxODeUwg)

Lisbon: ICOM Committee for Conservation.

BUSTINDUY FERNÁNDEZ, M. P. 1994. *Utilización de contrastes radiopacos para el control de la consolidación de la fibra leñosa*. Tesis Doctoral. Bilbao: Universidad del País Vasco. (UPV/EHU).

BUSTINDUY FERNÁNDEZ, M. P. 1999. Utilización de contrastes radiopacos para el control de la consolidación de la fibra leñosa. En: *Actas I Congreso de la Asociación Española de Ensayos no Destructivos*. Vitoria: AEND (Asociación Española de Ensayos No Destructivos), pp. 213-228.

BUSTINDUY FERNÁNDEZ, M. P. 2001. Metodos de examen no destructivos aplicados al estudio de Obras de Arte. *Kobie Serie Bellas Artes*, **XII**, pp. 79-97.

BUSTINDUY FERNÁNDEZ, M. P. 2002. El Greco: Un nuevo san Francisco con el hermano León y un retrato subyacente. *Revista Goya*, **288**, pp. 157-171.

BUSTINDUY FERNÁNDEZ, M. P. 2004. La Aplicación de la Radiografía y la Reflectografía de Infrarrojos al estudio del Arte Contemporáneo. [CD]. En: *Actas IV Reunión del GEIIC*. Madrid: GEIIC.

BUSTINDUY FERNÁNDEZ, M. P. 2005. Dos Grecos recuperados para el catálogo “Importancia del estudio científico-técnico y de la restauración”. En: *Actas del II Congreso de GEIIC* [en línea]. [Consulta: 3-3-2015]. Disponible en: [http://geiic.com/files/2congresoGE/Dos\\_Grecos\\_recuperados.pdf](http://geiic.com/files/2congresoGE/Dos_Grecos_recuperados.pdf) Barcelona: GEIIC.

BUSTINDUY FERNÁNDEZ, M. P. 2005. Estudio técnico y restauración de “San Francisco en oración”, “San Francisco y el Hermano León”. En: *San Francisco de Asís por El Greco en el País Vasco*. País Vasco: Diputación Foral de Álava. pp. 57-83.

BUSTINDUY FERNÁNDEZ, M. P. 2011. Un Goya inédito de juventud. *Revista Ars Magazine*, **11**, pp. 54-67.

BUSTINDUY FERNÁNDEZ, M. P.; CHAVES CASTANEDO, P. . 2003. Bodegón s. XIX ó Sta. Dorotea del s. XVIII, *Galería Anticuaria*, **219**, pp. 56-57.

CALVO, A. 2003. *Conservación y restauración. Materiales, técnicas y procedimientos, de la A a la Z*. 3ª ed. Barcelona: Del Serbal.

CAMPO FRANCÉS, G. 2009. *Identificació de fibres: suports tèxtils de pintures: metodoloia*. Barcelona : Generalitat de Catalunya, Departament de Cultura i Mitjans de comunicació.

CASTRO, K.; PEREZ-ALONSO, M.; ELBUSTO, H.; BUSTINDUY, P.; MADARIAGA, J. M. 2005. - Non-destructive analysis of a supposedly Correggio s easel painting by Raman Spectroscopy, Infrared Reflectography and X ray radiography. *8th International Conference on Non-destructive Investigations and Microanalysis for the Diagnosis and Conservation of the Cultural and Environmental Heritage*. **Art05**. Italia, pp. 90-91.

CENNINI, C. 1988. *Il libro dell'arte (El libro del arte)*. Madrid : Akal.

CENTRE DE DOCUMENTATION DE L'ICOMOS 2003. *Wall paintings: ICOMOS principles for the preservation and conservation-restoration of wall paintings* [en línea]. [Consulta: 20-6-2015]. Disponible en: <http://www.icomos.org/victoriafalls2003/walpaintings-and-bibliography.pdf>

CENTRO DE CONSERVACIÓN Y RESTAURACIÓN DE CLM. [sitio web]. [Consulta el: 15-4-2015]. Disponible en: <http://www.patrimoniohistoricoclm.es/monograficos/centro-de-restauracion-y-conservacion-de-clm--restauracion-de-un-apostolado-procedente-de-peralejos-de-las-truchas-atribuido-a-miguel-march-ca-1630---ca-1670/>

CHRISTIANSEN, K. 2009. Velázquez Rediscovered. *Metropolitan Museum of Art Publications*, pp. 1-26.

CIRUJANO, C; SCHOEBEL, A.; FOUNDATION WORLD ART SERVICE. 2005. *Calidad en la Conservación y Restauración del Patrimonio Artístico*. Barcelona: GEIIC. (Grupo Español de Conservación y Restauración).

DELENDÁ, O. 2013. El paño llamado “de la Verónica” en la obra de Zurbarán. *Boletín del Museo de Bellas Artes de Bilbao*, **7**, pp. 125-261.

DELOJO, G. 1997. Aspectos técnicos de la conservación y autentificación de obras de arte y objetos de interés cultural. *DIANA*, **72**(6), pp. 87-92.

DÍAZ MARTOS, A. 1975. *Restauración y conservación en el arte pictórico*. Madrid : Arte Restauro.

DÍAZ PADRÓN, M. 1995. Un lienzo de Cornelis de Vos identificado en el Museo del Prado: “Apolo y Dafne”. *Boletín del Museo del Prado*, **Tomo III** (8), pp. 87-92.

DOERNER, M. 1991. *Los materiales de pintura*. 5ª ed. Barcelona : Reverté.

DURÁN, A. 2010. *Ciencia y tecnología al servicio del arte* [en línea]. [Consulta: 20-11-2014]. Disponible en: <http://digital.csic.es/bitstream/10261/41025/1/P%C3%A1ginas%20de%20EVENTOS310014%5B1%5D.pdf>.

ESCALERA UREÑA, A.; RIVAS DÍAZ, E. 2002. Un ejemplo de pintura “enconchada”. La Virgen de la Redonda: estudio radiográfico. *Anales del Museo de América*, **10**, pp. 291-305.

ESCOHOTADO IBOR, M. T. 2012. Innovación y Nuevas Tecnologías en la Conservación y Restauración de obras de Arte/ Innovation and new technologies in conservation and restoration specialties. *Frabrikart: arte, tecnología, industria, sociedad*, **10**, pp. 126-145.

EVANS, H.; KÄBERG, H. 2013. The Nationalmuseum Lighting Lab. *Art Bulletin of Nationalmuseum Stockholm*, **20**, pp. 139-146.

EVENO, M.; DURÁN, B.; CASTAING, J.; 2010. A portable X-ray apparatus for in situ analyses of master's paintings. *Applied Physics a-Materials Science & Processing*, **100**(3), pp. 577-584.  
DOI: 10.1007/s00339-010-5641-0

FAHY, E. 1971. A History of the Portrait and it's Painter. [Juan Pareja by Diego Velázquez]. *The Metropolitan Museum of Art Bulletin*, **29**(10), pp. 1-33.

FERNÁNDEZ ARENAS, J. 1996. *Introducción a la conservación del patrimonio y técnicas artísticas*. Barcelona: Ariel.

FRANQUELO, M. L.; DURÁN, A.; ARQUILLO, D.; PÉREZ- RODRIGUEZ, J.L. 2011. Old and Modern Pigments Identification from a 14th Century Sculpture by Micro-Raman. *Spectroscopy Letters: An International Journal for Rapid Communication*, **44**(7-8), pp. 464-468.  
DOI: 10.1080/00387010.2011.610401

FRENKEL, J.; ALVAREZ, F. 2000. *Pintura española en Suecia 5* [en línea]. [Consulta: 1-6-2015]. Disponible en: [http://www.ur.se/mb/pdf/sprak/spanska/pintura\\_esp\\_en\\_suecia/pintura\\_sammanslaget.pdf](http://www.ur.se/mb/pdf/sprak/spanska/pintura_esp_en_suecia/pintura_sammanslaget.pdf)

GABALDÓN, A. 2011. Treinta años de estudios físicos en el IPCE. En: *Ciencia y arte III. Ciencias experimentales y conservación del patrimonio. Teoría, práctica e innovación en la conservación del Patrimonio*. Madrid: Ministerio de Educación, Cultura y Deporte.

GALLAGUER, M. 2009. A Velázquez unveiled. In *Velázquez Rediscovered*. *Metropolitan Museum of Art Publications*, pp. 16-23.

GALLAGHER, M. 2010. Velázquez's Philip IV in the Metropolitan Museum. *Metropolitan Museum journal*, **45**, pp. 187-198.

GARCÍA, A. 2010. *Los Rayos X al servicio del arte* [en línea]. [Consulta: 10-1-2015]. Disponible en: [http://www.resonanciamagnetica.es/webmaster/resonanciamagnetica.es/ResonanciaMagnetica\\_y\\_mas/ResonanciaMagnetica\\_y\\_mas.html](http://www.resonanciamagnetica.es/webmaster/resonanciamagnetica.es/ResonanciaMagnetica_y_mas/ResonanciaMagnetica_y_mas.html).

GARRIDO PÉREZ, C. 1984. Aplicación de la metodología científica al estudio de la pintura. En: *Actas de la VII conferencia trienal. ICOM Comité for Conservation*. Copenhague : [s.n.]

GARRIDO PÉREZ, C. 1989. Capitulaciones de boda y baile campestre y Fiesta en un parque, de Jean Antoine Watteau (Estudio Técnico). *Boletín del Museo del Prado*, **10**, pp. 55-66.

GARRIDO PÉREZ, C. 1992. *Velázquez. Técnica y evolución*. Madrid : Museo del Prado.

GARRIDO PÉREZ, C. 1997. Técnica y Arte. El examen radiográfico en pinturas. *DINA*, **72**(6), pp. 133-136.

GARRIDO PÉREZ, C. 1998. Aplicación de la metodología científica al estudio de la pintura. En: *Arte: materiales y conservación*. Madrid: Antonio Machado, pp. 41-65.

GARRIDO PÉREZ, C. 2005. La investigación técnica y su aplicación para el estudio y conservación de la pintura. En: J.M. IGLESIAS GIL (coord.). *¿Qué orientación dar a la Ciencia de la Conservación Actas de los XVI Cursos Monográficos sobre el Patrimonio Histórico*, **10**, Reinosa : Universidad de Cantabria, pp. 185-200.

GARRIDO PÉREZ, C. 2013. *Aplicación de la metodología científica al estudio de la pintura* [en línea]. [Consulta: 26-11-2014]. Disponible en: [http://www.google.es/url?url=http://www.foronuclear.org/images/stories/recursos/zonadescarga/periodistas/2013/Aplicacion\\_metodologia\\_cientifica\\_estudio\\_pintura\\_Carmen\\_Garrido\\_Museo\\_Prado.pdf&rct=j&frm=1&q=&esrc=s&sa=U&ei=ZqEhVcDdBYOKaNLygmAB&ved=0CBQQFjA](http://www.google.es/url?url=http://www.foronuclear.org/images/stories/recursos/zonadescarga/periodistas/2013/Aplicacion_metodologia_cientifica_estudio_pintura_Carmen_Garrido_Museo_Prado.pdf&rct=j&frm=1&q=&esrc=s&sa=U&ei=ZqEhVcDdBYOKaNLygmAB&ved=0CBQQFjA).

GAYO, M. A.; JOVER DE CELIS, M. 2010. Evolución de las preparaciones en la pintura sobre lienzo de los siglos XVI y XVII en España. *Boletín del Museo del Prado*, **46**, pp. 39-59.

GAYO GARCÍA, L.; SANCHEZ LEDESMA, A. 1997. Técnicas de análisis aplicadas al estudio de los Bienes Culturales. *DIANA*, **72**(6), pp. 107-110.

GERERD, C. 2004. *Rx en el arte*. 2ª ed. Barcelona : Planeta.

GILARDONI, A. 1977. *X-Rays in art: Physis, technique, applications*. Italia : [s.n.]

GIUDICE, C. A.; PEREYRA, A. M. 2009. Tecnología de pinturas y recubrimientos [en línea]. Buenos Aires: Universidad Tecnológica Nacional. [Consulta: 28-4-2015]. Disponible en: [http://www.edutecne.utn.edu.ar/tecn\\_pinturas/A-TecPin\\_I\\_a\\_V.pdf](http://www.edutecne.utn.edu.ar/tecn_pinturas/A-TecPin_I_a_V.pdf)

GÓMEZ GONZÁLEZ, M. L. 2008. *La Restauración: exámen científico aplicado a la conservación de obras de arte*. 5º ed. Madrid : Cátedra: Instituto del Patrimonio Histórico Español.

GONZÁLEZ- FANJUL, C; GABALDON, A.; GONZÁLEZ -FANJUL, T. 2007. La herencia Masaveu: Documentación, estudio y plan de intervención. En: *Actas del III Congreso GE-IIC. La conservación infalible: de la teoría a la realidad*. Madrid: GE-IIC, pp. 115-126.

GONZÁLEZ-FANJUL, C.; GABALDON, A.; ALBA, T. 2010. En: *La Ciencia y el Arte III. Ciencias experimentales y Conservación del Patrimonio* [en línea]. Madrid: Ministerio de Cultura (IPCE), pp. 159-173. [Consulta: 10-6-2015]. Disponible en: <http://es.calameo.com/books/0000753358c5043d10a48>

GONZÁLEZ-VARAS IBÁÑEZ, I. 1991. La fundación disciplinar de la Historia del Arte en los escritos de Antonio Rafael Mengs. *Liño: Revista anual de historia del arte*, **10**, pp. 221-236.

GONZÁLEZ-VARAS IBÁÑEZ, I. 2006. *Conservación de Bienes Culturales. Teoría, Historia, Principios y Normas*. Madrid: Cátedra.

GORIESKY, G.; ZELTS, L. van. 1994. Iluminado la vida. *Museum International* [en línea], **183**, pp. 16-20. [Consulta: 20-06-2015]. Disponible en: <http://unesdoc.unesco.org/images/0009/000990/099048so.pdf>

GUILLOW, J.; SENTANCE, B. 2004. *Tejidos del mundo: Guía visual de las técnicas tradicionales*. Hondarribia (Guipúzcoa): Nerea.

HAYES, C. 1999. *Pintura y dibujo. Técnicas y materiales*. Barcelona: Blume.

HILL STONER, J.; RUSHFIELD, R. 2012. *Conservation of Easel Paintings*. New York: Routledge.

HUERTAS TORREJÓN, M. 2010. *Materiales, procedimientos y técnicas pictóricas I*. Madrid: Akal.

INEBA, P. 2010. Aplicación de los estudios físicos en el campo de la restauración. *La Ciencia y el Arte II: Ciencias experimentales y conservación del Patrimonio Histórico*. Madrid: Ministerio de Cultura, pp. 71-77.

ILLÁN, A.; ROMERO, R. 2008. El proceso creativo de Vicente Carducho, con especial referencia a los bocetos para el ciclo pictórico sobre la Orden de los Cartujos (Monasterio de El Paular). En: *Ciencia y Esencia. Cuadernos de Conservación y Tecnología del Arte*, **1**, pp. 9-28.

INSTITUTO ANDALUZ DE PATRIMONIO HISTÓRICO. [sitio web]. [Consulta: 12-12-2014]. Disponible en: <http://www.iaph.es/web/>

JANOUSEK, I. 2000. El “museo contextual”: la integración de la ciencia y la cultura. En *Museum International* (París-UNESCO) [en línea], **208**, pp. 21-24. [Consulta: 20-5-2015]. Disponible en: <http://unesdoc.unesco.org/images/0012/001211/121171so.pdf>

JANSSENS, K.; DICK, J.; COTTE, M.; SUSINI, J. 2010. Photon-Based Techniques for Nondestructive Subsurface Analysis of Painted Cultural Heritage Artifacts. *Accounts of chemical research*, **43**(6), pp. 814-825.  
DOI: 10.1021/ar900248e.

KIJIMA, T.; SATO, I.; KIRINO, F.; HOSHI, E.; OTAKE, H.; TANAKA, C.; MOMI, M.; OBA, S.; KIM, J.; ARIMURA, M. 2004. Restoration Report on Jean-François Millet's *The Sower* in The Collection of Yamanashi Prefectural Museum of Art. *Bulletin of Yamanashi Prefectural Museum of Art*, **19**, pp. 57-59.

KEITH, L. 1999. The Rubens Studio and the Drunken Silenus supported by Satyrs. *National Gallery Technical Bulletin*, **20**, pp. 96-104.

KEITH, L.; CARR, D. W. 2009. Velazquez's Christ after the flagellation: Technique in Context. *National Gallery Technical Bulletin*, **30**, pp. 52-70.

LAMATA MANUEL, A. 2010. *Superrealistas. De la contribución de los rayos-x a la visión y presentación de la realidad en el arte de comienzos del s.XX*. Tesis Doctoral. Madrid : Universidad Complutense. (UCM).

LEONA, M. 2009. The Materiality of Art: Scientific Research in Art History and Art Conservation at the Metropolitan Museum. *The Metropolitan Museum of Art Bulletin*, **67**(1), pp. 4-11.

- MACARRÓN MIGUEL, A. M. 2008. *Conservación del Patrimonio Cultural. Criterios y normativas*. Madrid: Síntesis.
- MADRID GARCÍA, J. A. 2000. *Metodología para la mejora del contraste en el análisis radiográfico aplicado a la conservación y restauración de obras de arte*. Tesis Doctoral. Valencia: Universidad Politécnica. (UPV).
- MADRID GARCÍA, J. A. 2002. Método para la mejora de contraste en un registro radiográfico en el estudio de obras de arte. En: *XIV Congreso de Conservación y Restauración de Bienes Culturales*, I. Valladolid : Ayuntamiento, pp. 233-240.
- MADRID GARCÍA, J. A. 2006. *Aplicación de la técnica radiográfica en la conservación y restauración de bienes culturales*. Valencia: UPV.
- MADRID GARCÍA, J. A. 2012. Radiographic Analysis of Two Automata Works by the Artist Francisco Sanz and Baldovi. En: *2nd International Workshop Physical and Chemical Analytical Techniques in Cultural Heritage*. Lisboa: Universidad.
- MADRID GARCÍA, J. A. 2012. Aplicación de la técnica radiográfica digital en el estudio de Bienes Culturales. Caso de estudio de un desollado. En: *Revista Asociación Española de Ensayos no Destructivos* [en línea], **61**, pp. 10-17. [Consulta: 15-5-2015]. Disponible en: <http://jmadrid.webs.upv.es/Files/Revista%20AEND%2061%20%20Arte%20y%20Patrimonio.pdf>
- MADRID GARCÍA, J. A. 2011-2012. Metodología para la obtención de una radiografía digital de gran formato, aplicada a la talla de San Juan Berchmans. *Arché. Publicación del Instituto Universitario de Restauración del Patrimonio de la UPV*, **6-7**, pp. 259-264.
- MADRID GARCÍA, J. A. 2014. Dos décadas de inspección radiográfica en España: retrospectiva y horizontes futuros en un contexto de cambio tecnológico. *Intervención. Revista Internacional de Conservación y Restauración y Museología* [en línea], **10**, pp. 85-93. [Consulta: 20-02- 2015]. Disponible en: <https://revistas.inah.gob.mx/index.php/intervencion/issue/view/274/showToc>
- MALTESE, C. 2001. *Las técnicas artísticas*. 11ª ed. Madrid: Cátedra.
- MARÍAS, F. 2012. El retrato de don Luis de Góngora y Argote. En: *Góngora. La estrella inextinguible*. Madrid. AC/E, pp. 47-59.
- MARIJNISSEN, R. H. 1985. *Tableaux: Authentiques, Maquilles, Faux; L'expertise des Tableaux et les Methodes de Laboratoire*. Bruxelles: Elsevier.
- MARTIARENA, X. 1992. Conservación y Restauración. *Cuadernos de Sección. Artes Plásticas y Documentales* [en línea], **10**, pp. 177-224. [Consulta: 26-11-2014]. Disponible en: <http://www.euskomedia.org/PDFAnlt/arte/10/10177225.pdf>.

MARTINEZ DE LAS MARÍAS, P. 1976. *Química y física de las fibras textiles.. Restauración y Conservación de tejidos*. Madrid: Alhambra.

MARTÍN REY, S.; CASTELL AGUSTÍ, M. 2005. *Aplicabilidad de entelados transparentes en pintura sobre lienzo: propiedades físicas y morfología de este tipo de refuerzos*. Barcelona : Museu Nacional d'Art de Catalunya.

MASDEU, C.; MORATA, Luz. 2000. *Restauración y conservación de tejidos*. Terrassa: Centre de Documentació i Museu Tèxtil.

MAYER, R. 1993. *Materiales y técnicas del arte*. 2ª ed. Madrid: Herman Blume.

MELCHOR, L. 1987. *La Praxis de la Restauración en el Taller de Pintura*. Madrid: UCM.

MENA, M. 2009. *El Coloso y su atribución a Goya*. Museo del Prado. [en línea]. [Consulta: 10-10- 2014]. Disponible en: <https://www.museodelprado.es/investigacion/estudios/emel-colosoem-y-su-atribucion-a-goya/>.

MENDOZA CUEVAS, A.; VELÁZQUEZ MALDONADO, L. R. 2011. Imágenes radiográficas de bienes culturales obtenidas con un sistema portátil de fluorescencia de rayos x modificado. *Núcleus* [en línea], **50**, pp. 1-6. [Consulta: 21-03-2015]. Disponible en: <https://www.sapac.es/recursos/publicacion.php?cod=8e9f5d2f106177c76b306df772ac6580>

MIYAZAKI, Y. 2004. Daphnis and Chloë by Jean-François Millet. *Bulletin of Yamanashi Prefectural Museum of Art*, **19**, pp. 28-63.

MORENO RODRIGUEZ, R. 2000. Laboratorio de Investigación en el Museo del Louvre. *Cuadernos de Restauración*, **2**, pp. 51-57.

MUSEO DEL PRADO. [sitio web]. [Consulta: 3-11- 2014]. Disponible en: <https://www.museodelprado.es/enciclopedia/enciclopedia-on-line/voz/restauracion-en-el-museo-del-prado/>.

NICOLAUS, K. 1999. *Manual de restauración de cuadros*. Alemania: Könemann.

NUÑEZ CASARES, L.; MARTÍN GARCÍA, L.; FERRERAS ROMERO, G.; GÓMEZ MORÓN, A.; CASTAING, J.; DURÁN BENITO, A. y POLVORINOS DEL RÍO, A. J. 2009. La tecnología unida a la restauración para el estudio de Retrato del poeta D. Luis de Góngora y Argote. *Revista PH*, **72**, pp. 110-125.

PACHECO, F. 2001. *El arte de la pintura*. 2ª ed. Madrid: Cátedra.

PEDROLA, A. 1990. *Materiales, procediments i tècniques pictòriques*. Barcelona : Barcanova.

PÉREZ, C.; JUANES, D.; DEL EGIDO, M. 2010. Las ciencias experimentales en los institutos de conservación. *En: La Ciencia y el Arte II. Ciencias experimentales y conservación del Patrimonio Histórico*. Madrid: Ministerio de Cultura, pp. 9-17.

- PÉREZ, S.; SEDANO, U.; SÁNCHEZ, A.; DESPLECHIN, H.; ARREAZA, A. 2014. *El Greco. De Italia a Toledo* [en línea]. [Consulta: 19-05-2014]. Disponible en: [http://www.museothyssen.org/microsites/exposiciones/2014/el-greco/pdf/DossierFinal\\_es.pdf](http://www.museothyssen.org/microsites/exposiciones/2014/el-greco/pdf/DossierFinal_es.pdf)
- PINNA, D.; GALLEOTI, M.; MAZZEO, R. 2009. *Scientific examination for the investigation of paintings: a handbook for conservator-restorers*. Firenze: Centro Di della Edifimi.
- ROCABAYERA, R. 2010. Imatge microscòpica de l'ordit d'una fibra de jute [fotografia]. *UNICUM. Revista de l'Escola Superior de Conservació i Restauració de Béns Culturals de Catalunya: Restauració d'una pintura sobre tela del Monestir de Sant Benet de Montserrat*, **9**, pp. 119.
- RODRIGUEZ SIMÓN, L. R. 1999. Examen técnico-científico de una obra del pintor granadino del s. XVII Juan de Sevilla: "Jesucristo dicta las reglas a San francisco". *Boletín del Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico*, **27**, pp. 76-82.
- ROENTGEN, W. C. 1897. *Testing pictures by the Roentgen rays* [en línea]. [Consulta: 21-04-15]. Disponible en: <http://www.unz.org/Pub/LiteraryDigest-1897jun12-00192a02>.
- ROIG PICAZO, P.; BERNAL NAVARRO, J. C.; MOLTÓ ORTS, M. T.; NEBOT DÍAZ, E. 2011-2012. Archivo Histórico de los Restauradores Españoles. Fase II. *Arché. Publicación del Instituto Universitario de Restauración del Patrimonio de la UPV*, **6-7**, pp. 427-432.
- ROY, A. 1993. *Artist Pigments. A Handbook of thesis history and Characteristics*. Oxford: University Press.
- ROY, A. 1999. The National Gallery Van Dicks: Technique and Development. *National Gallery Technical Bulletin*, **20**, pp. 50-83.
- ROY, A. 1999. Painting in Antwerp and London: Rubens and Van Dyck. *National Gallery Technical Bulletin*, **20**, pp. 89-95.
- ROVIRA LLORENS, S. 2005. *Nuevas tecnologías aplicadas al estudio y conservación de bienes culturales. Estado de la cuestión en los museos españoles* [en línea], pp. 39-46. [Consulta: 12-05-2015]. Disponible en: <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=1427760>
- SACRISTAN CUADRÓN, R. 1999. *Toxicología de los materiales pictóricos*. Tesis doctoral. Madrid: Universidad Complutense. (UCM).
- SÁNCHEZ BARRIGA, A. 2008. *Restauración de Obras de Arte: técnicas artísticas y de intervención en Obras de Arte* [en línea]. [Consulta: 25-04-2015]. Disponible en: <http://www.antoniosanchezbarriga.com/2008/08/el-entelado-otros-mtodos-i-continuacin.html>.
- SÁNCHEZ BARRIGA, A.; JIMÉNEZ, P.; GÓMEZ, M.; ALBAR, A.; ANTELO, T.; NASELLI, V.; MARZAL, C. 2014. Cristo y la mujer Adultera. Intervención y estudio de un lienzo de Anton Van Dyck. *Informe y Trabajos*, **10**, pp.71-95.

SÁNCHEZ -LASSA DE LOS SANTOS, A. ; MERINO GOROSPE, J. L. 2014. El San Francisco de El Greco del Museo de Bellas Artes de Bilbao. *Boletín del Museo de Bellas Artes de Bilbao*, **8**, pp. 111-280.

SÁNCHEZ ORTIZ, A. 2012. *Restauración de obras de arte: Pintura de caballete*. Madrid: Akal.

SAURÍ PERIS, M. C. 2007. *Desarrollo de métodos voltamperométricos para la identificación de pigmentos en objetos artísticos y arqueológicos*. Tesis doctoral. Valencia: Universidad Politécnica. (UPV).

SEDANO ESPÍN, P. 2001. *Desde los materiales tradicionales a los nuevos materiales y métodos aplicados en la conservación de obras de arte* [en línea]. [Consulta: 30-11- 2014]. Disponible en: <http://arbor.revistas.csic.es/index.php/arbor/article/viewFile/900/907>.

SEDANO ESPÍN, P. 2008. El área de restauración. Museo Nacional del Prado. Madrid. *Restauración y Rehabilitación. Revista Internacional del Patrimonio Histórico*, **109**, pp. 50-75.

SMITH, R. 1991. *El manual del artista*. 2ª ed. Madrid : Blume.

SONNENBURG, H. von. 1994. A Note on The Dimension of Juan Pareja. *The Metropolitan Museum of Art Bulletin*. New York: The Metropolitan Museum of Art, **51**(3), pp. 27-31.

STOICHITA, V. I. 1991. La Verónica de Zurbarán. *NORBA: Revista de arte*, **11**, pp. 71-90.

TAPOL, B. de. 2005. *¿Qué orientación dar a la Ciencia de la Conservación?*. En: *Actas de II Congreso del GEHC. Investigación en Conservación y Restauración*. Barcelona : GEHC, pp. 59-74.

TUM, J.; MIDDLETON, A. 2006. *Radiography of Cultural Material*. Londres: Routledge.

URKULLU POLO, M. T. 2001. *Investigación del comportamiento de algunos textiles utilizados como soporte de pintura como fuente de documentación a procesos de restauración*. Tesis Doctoral. Madrid : Universidad Complutense. (UCM).

VICENTIZ, J. L. 2005. *Materias primas* [en línea]. [Consulta: 20-04-2015]. Disponible en: [http://www.vicentiz.com/Acrobat/info\\_parcial/MatPrimas.pdf](http://www.vicentiz.com/Acrobat/info_parcial/MatPrimas.pdf)

VILLARQUIDE JEVENOIS, A. 2005. *La pintura sobre tela II: alteraciones, materiales y tratamientos de restauración*. San Sebastian : Nerea.

VILLARQUIDE JEVENOIS, A. 2004. *La pintura sobre tela: historiografía, técnicas y materiales*. San Sebastian : Nerea.

WHITAKER, J. 2008. *Arte oculto durante siglos podría revelarse con nueva tecnología de Rayos-Terahertz*. [en línea]. EE.UU: University of Michigan. [Consulta: 21-06-2014]. Disponible en: <http://espanol.umich.edu/noticias/comunicados-de-prensa/2008/01/31/arte-oculto-durante-siglos-podra-revelarse-con-nueva-tecnologa-de-rayos-terahertz/>

WYNN, M.; BREALEY, J.; HAVERKAMP-BEGEMANN, E.; MEYERS, P. 1987. Paintings by Van Dyck, Vermeer, and Rembrandt. Reconsidered Through Autoradiography. En: *Art and Autoradiography: Insights into the Genesis of Paintings by Rembrandt, Van Dyck and Vermeer*. New York: The Metropolitan Museum of Art, pp. 6-100.



---

## GLOSARIO DE TÉRMINOS



## **GLOSARIO DE TÉRMINOS**

### **Museos e Instituciones**

- CAL- Laboratorio analítico de conservación. Washington.
- CCRCLM- Centro de Conservación y Restauración de Castilla La Mancha.
- CATS- Centro de Estudios Tecnológicos de Arte y Conservación. Copenhague.
- IPCE- Instituto del Patrimonio Cultural de España.
- IAPH- Instituto Andaluz de Patrimonio Histórico.
- IRP- Instituto de Restauración de Patrimonio. Valencia.
- IRPA- Instituto Real de Patrimonio Artístico. Bruselas.
- ISCR- Instituto Superior para la conservación y Restauración. Roma.
- MFA- Museo de Bellas Artes de Boston.
- MoMA- Museo de Arte Moderno de Nueva York.
- NIST- Instituto Nacional de Estándares y Tecnología. Washington.
- SMK- Museo Nacional de Arte. Dinamarca.
- UM- Universidad de Michigan.
- UPV- Universidad Politécnica de Valencia.
- UPV/EHU- Universidad del País Vasco.

### **Otros**

- E.N.D.- Ensayos no destructivos.
- Fig.- Figura.
- N.Y.- Nueva York.
- O. s./L.- Óleo sobre lienzo.
- Rga.- Radiografía.
- RX- Rayos X.
- RIR- Reflectografía Infrarroja.
- S.f.- Sin fecha.
- S.t.- Sin título.
- Zu- Óxido de Azúfre.

## **Ensayo Empírico**

### **Proceso: Elaboración de las probetas.**

a- Espesor fino.

b- Espesor grueso.

P- Probeta.

pr b- Preparación blanca.

pr r- Preparación roja.

## **Pigmentos**

Am Cd- Amarillo Cadmio.

Az C- Azul Cobalto.

Az U- Azul Ultramar.

B pb- Blanco de plomo.

NH- Negro Humo.

NM- Negro Marfil.

R Cd- Rojo Cadmio.

## **Radiografías**

T- Testigo.

R- Reentelados.

R2- Reentelado con galletas añadidas.

---

## RELACIÓN DE FIGURAS



## RELACIÓN DE FIGURAS

FIG. 1.	DIEGO DE VELÁZQUEZ. <i>ADORACIÓN DE LOS MAGOS</i> . 1619. O. s./L. 2014x126,2 cm. (FUENTE: MUSEO NACIONAL DEL PRADO).....	30.
FIG. 2.	RADIOGRAFÍA GENERAL DEL CUADRO. (FIG.1).....	30.
FIG. 3.	DIEGO DE VELÁZQUEZ. <i>LA VENERABLE MADRE JERÓNIMA DE LA FUENTE</i> . 1620. O. s./L. 162x107,5 cm. (FUENTE: MUSEO NACIONAL DEL PRADO).....	31.
FIG. 4.	RADIOGRAFÍA GENERAL DEL CUADRO. (FIG.3).....	31.
FIG. 5.	DIEGO DE VELÁZQUEZ. <i>FRANCISCO PACHECO</i> . 1620-1622. O. s./L. 41x36 cm. (FUENTE: MUSEO NACIONAL DEL PRADO).....	32.
FIG. 6.	RADIOGRAFÍA GENERAL DEL CUADRO. (FIG.5).....	32.
FIG. 7.	DIEGO DE VELÁZQUEZ. <i>LA IMPOSICIÓN DE LA CASULLA A SAN ILDEFONSO</i> . 1623. O. s./L. 166x120 cm. (FUENTE: MUSEO NACIONAL DEL PRADO).....	33.
FIG. 8.	RADIOGRAFÍA GENERAL DEL CUADRO. (FIG.7).....	33.
FIG. 9.	DIEGO DE VELÁZQUEZ. <i>RETRATO DE HOMBRE JOVEN</i> . 1624. O. s./L. 55,5x38 cm. (FUENTE: MUSEO NACIONAL DEL PRADO).....	34.
FIG. 10.	RADIOGRAFÍA GENERAL DEL CUADRO. (FIG.9).....	34.
FIG. 11.	DIEGO DE VELÁZQUEZ. <i>FELIPE IV</i> . 1625. O. s./L. 198x101,5 cm. (FUENTE: MUSEO NACIONAL DEL PRADO).....	35.
FIG. 12.	RADIOGRAFÍA GENERAL DEL CUADRO. (FIG.11).....	35.
FIG. 13.	DIEGO DE VELÁZQUEZ. <i>EL INEANTE DON CARLOS</i> . 1628. O. s./L. 210,5x126,5 cm. (FUENTE: MUSEO NACIONAL DEL PRADO).....	36.
FIG. 14.	RADIOGRAFÍA GENERAL DEL CUADRO. (FIG.13).....	36.
FIG. 15.	DIEGO DE VELÁZQUEZ. <i>PAISAJE DE VILLA MEDICIS. FACHADA DE LA GRUTA-LOGIA</i> . 1629-1649. O. s./L. 48,5x43 cm. (FUENTE: MUSEO NACIONAL DEL PRADO).....	37.
FIG. 16.	RADIOGRAFÍA GENERAL DEL CUADRO. (FIG.15).....	37.
FIG. 17.	DIEGO DE VELÁZQUEZ. <i>DOÑA ANTONIA DE IPEÑARRIETA Y GALDÓS Y SU HIJO DON LUIS</i> . 1631. O. s./L. 205x115 cm. (FUENTE: MUSEO NACIONAL DEL PRADO). ....	38.
FIG. 18.	RADIOGRAFÍA GENERAL DEL CUADRO. (FIG.17).....	38.
FIG. 19.	DIEGO DE VELÁZQUEZ. <i>DON DIEGO DEL CORRAL Y ARELLANO</i> . 1631. O. s./L. 205x116 cm. (FUENTE: MUSEO NACIONAL DEL PRADO).....	39.
FIG. 20.	RADIOGRAFÍA GENERAL DEL CUADRO. (FIG.19).....	39.
FIG. 21.	DIEGO DE VELÁZQUEZ. <i>SAN ANTONIO ABAD Y SAN PABLO DEL ERMITAÑO</i> . 1633. O. s./L. 261x192,5 cm. (FUENTE: MUSEO NACIONAL DEL PRADO).....	40.
FIG. 22.	RADIOGRAFÍA GENERAL DEL CUADRO. (FIG.21).....	40.
FIG. 23.	DIEGO DE VELÁZQUEZ. <i>RETRATO ECUESTRE DEL CONDE DUQUE DE OLIVARES</i> . 1630-1638. O. s./L. (FUENTE: MUSEO NACIONAL DEL PRADO).....	41.
FIG. 24.	RADIOGRAFÍA GENERAL DEL CUADRO. (FIG.23).....	41.
FIG. 25.	DIEGO DE VELÁZQUEZ. <i>LAS LANZAS</i> . 1634. O. s./L. 307,5x370,5 cm. (FUENTE: MUSEO NACIONAL DEL PRADO).....	42.
FIG. 26.	RADIOGRAFÍA GENERAL DEL CUADRO. (FIG.25).....	43.
FIG. 27.	DIEGO DE VELÁZQUEZ. <i>FELIPE III, A CABALLO</i> . 1634. O. s./L. 305x320 cm. (FUENTE: MUSEO NACIONAL DEL PRADO).....	44.
FIG. 28.	RADIOGRAFÍA GENERAL DEL CUADRO. (FIG.27).....	44.

FIG. 29.	DIEGO DE VELÁZQUEZ. <i>LA REINA MARGARITA DE AUSTRIA, A CABALLO</i> . 1634. O. s./L. 302x312 cm. (FUENTE: MUSEO NACIONAL DEL PRADO).....	45.
FIG. 30.	RADIOGRAFÍA GENERAL DEL CUADRO. (FIG.29).....	45.
FIG. 31.	DIEGO DE VELÁZQUEZ. <i>FELIPE IV, CAZADOR</i> . 1630-1635. O. s./L. 189x124,5 cm. (FUENTE: MUSEO NACIONAL DEL PRADO).....	46.
FIG. 32.	RADIOGRAFÍA GENERAL DEL CUADRO. (FIG.31).....	46.
FIG. 33.	DIEGO DE VELÁZQUEZ. <i>EL BUFÓN BARBARROJA, DON CRISTOBAL DE CASTAÑEDA Y PERNÍA</i> . 1630. O. s./L. 200x121,5 cm. (FUENTE: MUSEO NACIONAL DEL PRADO). ....	47.
FIG. 34.	RADIOGRAFÍA GENERAL DEL CUADRO. (FIG.33).....	47.
FIG. 35.	DIEGO DE VELÁZQUEZ. <i>MENPO</i> . S.F. O. s./L. 178,5x93,5 cm. (FUENTE: MUSEO NACIONAL DEL PRADO).....	48.
FIG. 36.	RADIOGRAFÍA GENERAL DEL CUADRO. (FIG.35).....	48.
FIG. 37.	DIEGO DE VELÁZQUEZ. <i>EL BUFÓN DON DIEGO DE ACEBO, EL PRIMO</i> . 1636-1638. O. s./L. 106x82,5 cm. (FUENTE: MUSEO NACIONAL DEL PRADO).....	49.
FIG. 38.	RADIOGRAFÍA GENERAL DEL CUADRO. (FIG.37).....	49.
FIG. 39.	JEAN-ANTOINE WATTEAU. <i>CAPITULACIONES DE BODA Y BAILE CAMPESTRE</i> . 1710. O. s./L. 46,4x54,7 cm. (FUENTE: MUSEO NACIONAL DEL PRADO).....	50.
FIG. 40.	RADIOGRAFÍA GENERAL DEL CUADRO. (FIG.39).....	51.
FIG. 41.	JEAN-ANTOINE WATTEAU. <i>FIESTA EN UN PARQUE</i> . 1710. O. s./L. 47,8x57 cm. (FUENTE: MUSEO NACIONAL DEL PRADO).....	52.
FIG. 42.	RADIOGRAFÍA GENERAL DEL CUADRO. (FIG.41).....	53.
FIG. 43.	EL GRECO. DOMÉNIKOS THEOTOKÓPOULOS. <i>SAN FRANCISCO EN ORACIÓN ANTE EL CRUCIFICADO</i> . 1585. O. s./L. 105,5x86,5 cm. (FUENTE: MUSEO DE BELLAS ARTES DEL BILBAO). ....	55.
FIG. 44.	RADIOGRAFÍA GENERAL DEL CUADRO. (FIG.43).....	56.
FIG. 45.	FRANCISCO DE ZURBARÁN. <i>LA SANTA FAZ</i> . 1660. O. s./L. 104,3x84,5 cm. (FUENTE: MUSEO DE BELLAS ARTES DE BILBAO).....	57.
FIG. 46.	RADIOGRAFÍA GENERAL DEL CUADRO. (FIG.45).....	58.
FIG. 47.	EL GRECO. DOMÉNIKOS THEOTOKÓPOULOS. <i>LA ANUNCIACIÓN</i> . 1576. O. s./L. 117x98 cm. .... (FUENTE: MUSEO THYSSEN BORNEMISZA). ....	60.
FIG. 48.	RADIOGRAFÍA GENERAL DEL CUADRO. (FIG.47).....	61.
FIG. 49.	EL GRECO. DOMÉNIKOS THEOTÓCOPULOS. <i>LA ANUNCIACIÓN</i> . 1596-1600. O. s./L. 114x67 cm. (FUENTE: MUSEO THYSSEN BORNEMISZA). ....	62.
FIG. 50.	RADIOGRAFÍA GENERAL DEL CUADRO. (FIG.49).....	62.
FIG. 51.	EL GRECO. DOMÉNIKOS THEOTÓCOPULOS. <i>CRISTO ABRAZANDO LA CRUZ</i> . 1587-1596. O. s./L. 66x52,5 cm. (FUENTE: MUSEO THYSSEN BORNEMISZA). ....	63.
FIG. 52.	RADIOGRAFÍA GENERAL DEL CUADRO. (FIG.51).....	64.
FIG. 53.	EL GRECO Y JORGE MANUEL. <i>LA INMACULADA CONCEPCIÓN</i> . 1608-1614. O. s./L. 108x82 cm. (FUENTE: MUSEO THYSSEN BORNEMISZA). ....	65.
FIG. 54.	RADIOGRAFÍA GENERAL DEL CUADRO. (FIG.53).....	66.
FIG. 55.	FRANCISCO DE ZURBARÁN. <i>LA PORCIÚNCULA</i> . 1630. O. s./L. 248x167 cm. (FUENTE: IAPH). ....	68.
FIG. 56.	RADIOGRAFÍA GENERAL DEL CUADRO. (FIG.55).....	69.
FIG. 57.	ESCUELA DE MURILLO. <i>DESCANSO EN LA HUIDA A EGIPTO</i> . S. XVII. S.F. O. s./L. 206x247,5 cm (FUENTE: IAPH). ....	70.
FIG. 58.	DIEGO DE VELÁZQUEZ. <i>RETRATO DEL POETA D. LUIS DE GÓNGORA Y ARGOTE</i> . 1622. O. s./L. 55x45 cm. (FUENTE: IAPH). ....	71.

FIG. 59.	RADIOGRAFÍA GENERAL DEL CUADRO. (FIG.58).....	71.
FIG. 60.	DIEGO DE VELÁZQUEZ. <i>CHRIST AFTER THE FLAGELLATION</i> . 1628. O. s./L. 165,1x206,4 CM. .... (FUENTE: NATIONAL GALLERY. LONDON) .....	74.
FIG. 61.	RADIOGRAFÍA PARCIAL DEL CUADRO. DETALLE DEL ROSTRO DEL CRISTO. (FIG. 60).....	75.
FIG. 62.	RADIOGRAFÍA PARCIAL DEL CUADRO. DETALLE DE <i>THE CHRISTIAN SOUL</i> . (FIG. 60). ....	76.
FIG. 63.	PETER PAUL RUBENS. <i>DRUNKEN SILENUS SUPPORTED BY SATYRS</i> . 1620. O. s./L. 133,5x197 CM.....	77.
FIG. 64.	RADIOGRAFÍA GENERAL DEL CUADRO. (FIG.63).....	78.
FIG. 65.	PETER PAUL RUBENS. <i>MINERVA PROTECTS PAX FROM MARS (PEACE AND WAR)</i> . 1629-30. O. s./L. 203,5x298 CM. (FUENTE: NATIONAL GALLERY. LONDON).....	79.
FIG. 66.	RADIOGRAFÍA GENERAL DEL CUADRO. (FIG. 65). ....	79.
FIG. 67.	IMAGEN DEL REVERSO DEL LIENZO ORIGINAL (FIG. 65), UNA VEZ RETIRADA LA TELA DEL REENTELADO. SE PUEDEN OBSERVAR LAS DIFERENTES UNIONES DE TELAS QUE CONSTITUYEN EL SOPORTE ORIGINAL DE LA PINTURA. ....	80.
FIG. 68.	ANTHONY VAN DYCK. <i>PORTRAIT OF A WOMAN AND CHILD</i> . 1620. O. s./L. 131,5x106 CM. (FUENTE: NATIONAL GALLERY. LONDON). ....	81.
FIG. 69.	RADIOGRAFÍA PARCIAL DEL CUADRO. DETALLE DE LA CABEZA DEL NIÑO. (FIG. 68).....	82.
FIG. 70.	ANTHONY VAN DYCK. <i>PORTRAIT OF GEORGE GAGE WHIT TWO ATTENDANTS</i> . 1622-23. O. s./L. 115x113,5 CM. ....	83.
FIG. 71.	RADIOGRAFÍA PARCIAL DEL CUADRO. DETALLE DE UNO DE LOS ROSTROS. (FIG. 70). ....	84.
FIG. 72.	ANTHONY VAN DYCK. <i>THE BALBI CHILDREN</i> . 1625-7. O. s./L. 219x151 CM.....	85.
FIG. 73.	RADIOGRAFÍA PARCIAL DEL CUADRO. DETALLE DEL NIÑO MÁS MAYOR. (FIG. 72). ....	86.
FIG. 74.	ANYHONY VAN DYCK. <i>EQUESTRIAN PORTRIT OF CHARLES I</i> . 1637-8. O. s./L. 367x292 CM. .... (FUENTE: NATIONAL GALLERY. LONDON). ....	87.
FIG. 75.	ANTHONY VAN DYCK. <i>LADY ELIZABETH THIMBELBY AND DOROTHY, VISCOUNTESS ANDOVER</i> . 1637. O. s./L. 132x149 CM. (FUENTE: NATIONAL GALLERY. LONDON). ....	88.
FIG. 76.	RADIOGRAFÍA PARCIAL DEL CUADRO. DETALLE DE LA CABEZA DE LA VIZCONDESA. (FIG. 75).....	89.
FIG. 77.	FRANCISCO DE ZURBARÁN. <i>THE VEIL OF SAINT VERÓNICA</i> . 1635. O. s./L. 70x51,5 CM. .... (FUENTE: NATIONAL MUSEUM STOCKHOLM). ....	91.
FIG. 78.	DIEGO DE VELÁZQUEZ. <i>PORTRAIT OF A MAN</i> . 1630. O. s./L. 68,6x55,2 CM. (FUENTE: METROPOLITAN MUSEUM OF ART. N.Y). ....	93.
FIG. 79.	RADIOGRAFÍA GENERAL DEL CUADRO. (FIG. 78). ....	93.
FIG. 80.	DIEGO DE VELÁZQUEZ. <i>D. LUIS DE GÓNGORA Y ARGOTE</i> . 1622. O. s./L. 50,2x40,6 CM. (FUENTE: MUSEUM OF FINE ARTS. BOSTON.).....	95.
FIG. 81.	RADIOGRAFÍA GENERAL DEL CUADRO. (FIG.80).....	95.
FIG. 82.	JEAN-FRANÇOIS MILLET. <i>THE SOWER</i> . 1850. O. s./L. 100,5x80,9 CM. (FUENTE: YAMANASHI PREFECTURAL MUSEUM OF ART. TOKYO.).....	97.
FIG. 83.	RADIOGRAFÍA GENERAL DEL CUADRO. (FIG. 82). ....	97.
FIG. 84.	JEAN-FRANÇOIS MILLET. <i>DAPHNIS AND CHLOË</i> . O. s./L. 81,6x65,4 CM. (FUENTE: YAMANASHI PREFECTURAL MUSEUM OF ART. TOKYO.).....	98.
FIG. 85.	RADIOGRAFÍA GENERAL DEL CUADRO. (FIG. 84). ....	98.
FIG. 86.	EL GRECO. <i>SAN FRANCISCO Y EL HERMANO LEÓN</i> . S.F. O. s./L. 78,4x57,2 CM. (FUENTE: ARCHIVO BUSTINDUY FERNÁNDEZ). ....	99.
FIG. 87.	RADIOGRAFÍA GENERAL DEL CUADRO. (FIG. 86). MOSAICO RADIOGRÁFICO EN EL QUE APRECIAMOS LAS CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS Y MATÉRICAS DE LA OBRA, DONDE ADQUIERE GRAN PROTAGONISMO EL RETRATO SUBYACENTE. ....	99.

FIG. 88.	EL GRECO. <i>SAN FRANCISCO MEDITANDO DE RODILLAS EN UNA CUEVA</i> . 1586-1592. O. s./L. 137x102 cm. (FUENTE: MUSEO DIOCESANO DE VITORIA).....	100.
FIG. 89.	RADIOGRAFÍA GENERAL DEL CUADRO. (FIG. 88).....	100.
FIG. 90.	ANÓNIMO. <i>MARLANITO</i> . S. XVIII. O. s./L. 42x32 cm. (FUENTE: ARCHIVO BUSTINDUY FERNÁNDEZ).....	114.
FIG. 91.	RADIOGRAFÍA GENERAL DEL CUADRO. (FIG. 90). ESTA IMAGEN RADIOGRÁFICA, PERMITE VER LA ENORME LAGUNA DE LA CAPA PICTÓRICA EN LA ZONA DEL PELO, ASÍ COMO LOS CRAQUELADOS PREMATUROS.....	114.
FIG. 92.	ANÓNIMO. <i>NIÑO JESÚS RECOSTADO</i> . S. XVII. O. s./L. 46x62 cm. (FUENTE: ARCHIVO DE LA AUTORA).....	115.
FIG. 93.	RADIOGRAFÍA DE DETALLE DEL CUERPO DEL NIÑO. (FIG. 92). LAS PÉRDIDAS DE CAPA PICTÓRICA DISEMINADAS POR TODA LA SUPERFICIE, REVELAN EL ESTADO DE CONSERVACIÓN DE ESTA PINTURA; DATO QUE NO SE PUEDE OBSERVAR EN LA IMAGEN VISIBLE. ....	115.
FIG. 94.	DIEGO DE VELÁZQUEZ. DETALLE DE LA CABEZA DEL CONDE DUQUE DE OLIVARES. (FUENTE: MUSEO NACIONAL DEL PRADO).....	116.
FIG. 95.	RADIOGRAFÍA DE DETALLE. (FIG. 94).....	116.
FIG. 96.	DIEGO DE VELÁZQUEZ. AUTORRETRATO. 1640. O. s./L. 38x16 cm. (FUENTE: MUSEO NACIONAL DEL PRADO).....	116.
FIG. 97.	RADIOGRAFÍA GENERAL DEL CUADRO. (FIG. 96).....	116.
FIG. 98.	AUTORÍA ILEGIBLE. S.T. S.XIX. O. s./L. 55x46 cm. (FUENTE: ARCHIVO DE LA AUTORA). ....	117.
FIG. 99.	RADIOGRAFÍA DETALLE DEL ROSTRO. (FIG. 98). MUESTRA LA ZONA CON PÉRDIDA DE PINTURA.....	117.
FIG. 100.	ANÓNIMO. <i>BODEGÓN Ó STA. DOROTEA</i> . S. XIX Ó S. XVII. O. s./L. 152x104 cm. (FUENTE: ARCHIVO DE LA AUTORA).....	118.
FIG. 101.	FRAGMENTO SELECCIONADO APROXIMADO DE LA ZONA A RADIOGRAFIAR. ....	118.
FIG. 102.	RADIOGRAFÍA DETALLE. (FIG. 101). DETALLE EN EL QUE SE APRECIA PARTE DE LA PINTURA SUBYACENTE CON LA CARA DE LA SANTA. ....	119.
FIG. 103.	PINTURA SUBYACENTE. STA. DOROTEA.....	119.
FIG. 104.	ANÓNIMO. PAISAJE Ó SAN JOSÉ Y EL NIÑO. S. XIX Ó S. XVII. O. s./L. 151x96 cm. (FUENTE: ARCHIVO DE LA AUTORA). ....	120.
FIG. 105.	RADIOGRAFÍA DETALLE. (FIG.104). IMAGEN RADIOGRÁFICA EN LA QUE SE APRECIA PARTE DE LA PINTURA SUBYACENTE CON EL ROSTRO DE SAN JOSÉ.....	120.
FIG. 106.	RADIOGRAFÍA DETALLE. (FIG.104). IMAGEN RADIOGRÁFICA EN LA QUE SE APRECIA PARTE DE LA PINTURA SUBYACENTE CON LA CARA DEL NIÑO. (FUENTE: ARCHIVO LABORATORIO DE RX UPV/EHU).....	121.
FIG. 107.	PINTURA SUBYACENTE. SAN JOSÉ Y EL NIÑO. S. XVII. O. s/L. 151x96 cm. (FUENTE: ARCHIVO DE LA AUTORA). ....	121.
FIG. 108.	WENCESLAO ANDERSCH. ALDEANOS EN LA HUERTA. S. XX. O. s./L. 70x97 cm. (FUENTE: ARCHIVO BUSTINDUY FERNÁNDEZ).....	122.
FIG. 109.	RADIOGRAFÍA DETALLE. (FIG.108). SE MUESTRA LA FIGURA OCULTA DE UN NIÑO SITUADO EN PRIMER PLANO. ....	122.
FIG. 110.	JEAN-FRANÇOIS MILLET, EL ANGELUS. S.XIX. O. s./L. 90x60 cm. (FUENTE: ARCHIVO BUSTINDUY FERNÁNDEZ).....	124.

FIG. 111. RADIOGRAFÍA DETALLE. (FIG.110). LA COMPARACIÓN DE LAS IMÁGENES CON LOS ESTUDIOS REALIZADOS POR EL PROFESOR BOMFORD (1990), PERMITIRÍA VER LA CONCORDANCIA DE LA TÉCNICA ENTRE PINTURAS.....	124.
FIG. 112. FRANCISCO DE GOYA. LA VIRGEN CON SAN JOAQUÍN Y STA. ANA. HACIA 1800. O. s./L. 96,6x74,7 CM. (FUENTE: ARCHIVO BUSTINDUY FERNÁNDEZ).....	125.
FIG. 113. RADIOGRAFÍA DETALLE. (FIG.112). LA IMAGEN RADIOGRÁFICA MUESTRA EL PERSONAJE DE SAN JOAQUÍN.....	125.
FIG. 114. DIEGO DE VELÁZQUEZ. FELIPE IV. KING OF SPAIN. 1624. O. s./L. 200x102,9 CM. (FUENTE: THE METROPOLITAN MUSEUM OF ART. N.Y.).....	126.
FIG. 115. RADIOGRAFÍA GENERAL DEL CUADRO. (FIG.114).....	126.
FIG. 116. ANÓNIMO. SAN FRANCISCO EN ORACIÓN. S. XVII. O. s./L. 112x75 CM. (FUENTE: ARCHIVO BUSTINDUY FERNÁNDEZ).....	232.
FIG. 117. RADIOGRAFÍA DETALLE. (FIG. 116). ROSTRO DE SAN FRANCISCO Y EL CRUCIFICADO.....	233.
FIG. 118. DIEGO DE VELÁZQUEZ. THE PORTRAIT OF JUAN PAREJA. 1650. O. s./L. 81,3x69,9 CM. (FUENTE: METROPOLITAN MUSEUM OF ART. N.Y.).....	290.
FIG. 119. RADIOGRAFÍA GENERAL DEL CUADRO. (FIG.118).....	290.
FIG. 120. DIEGO DE VELÁZQUEZ. PAISAJE DE VILLA MEDICIS. PABELLÓN DE CLEOPATRA ARIADNA. 1650. O. s./L. 44,5x38,5 CM. (FUENTE: MUSEO NACIONAL DEL PRADO).....	291.
FIG. 121. RADIOGRAFÍA GENERAL DEL CUADRO. (FIG.120).....	291.
FIG. 122. DIEGO DE VELÁZQUEZ. LOS BORRACHOS. 1628. O.s./L. 165,5x227,5 CM. (FUENTE: MUSEO NACIONAL DEL PRADO). ....	292.
FIG. 123. RADIOGRAFÍA GENERAL DE CUADRO. (FIG.122). ....	293.
FIG. 124. DIEGO DE VELÁZQUEZ. EL CARDENAL INFANTE DON FERNANDO DE AUSTRIA, CAZADOR. 1632. O. s/L. 191x108 CM. (FUENTE: MUSEO NACIONAL DEL PRADO).....	294.
FIG. 125. RADIOGRAFÍA GENERAL DEL CUADRO. (FIG.124).....	294.
FIG. 126. DIEGO DE VELÁZQUEZ. EL PRINCIPE BALTASAR CARLOS, CAZADOR. 1635. O. s./L. 191x102 CM. (FUENTE: MUSEO NACIONAL DEL PRADO).....	295.
FIG. 127. RADIOGRAFÍA GENERAL DEL CUADRO. (FIG.126).....	295.
FIG. 128. DIEGO DE VELÁZQUEZ. LA CORONACIÓN DE LA VIRGEN. 1640. O. s/L. 178,5x134,5 CM. (FUENTE: MUSEO NACIONAL DEL PRADO). ....	296.
FIG. 129. RADIOGRAFÍA GENERAL DEL CUADRO. (FIG.128).....	296.
FIG. 130. ANTHONY VAN DYCK. CRISTO Y LA MUJER ADÚLTERA. S. XVII. O. s./L. 191x235 CM. (FUENTE: IPCE).....	297.
FIG. 131. RADIOGRAFÍA GENERAL DEL CUADRO. (FIG.130).....	298.
FIG. 132. PETER PAUL RUBENS, FELIPE II A CABALLO. 1630. O. s./L. 247x223 CM. (FUENTE: MUSEO NACIONAL DEL PRADO). ....	299.
FIG. 133. RADIOGRAFIA DETALLE, CABEZA DEL MONARCA. (FIG.132).....	299.
FIG. 134. RADIOGRAFÍA. DETALLE DE LA TELA AÑADIDA EN LA ZONA SUPERIOR DEL LIENZO. (FUENTE: MUSEO NACIONAL DEL PRADO). ....	300.
FIG. 135. CORNELIS DE VOS. APOLO PERSIGUIENDO A DAFNE. 1630-1638. O. s./L. 193x207 CM. (FUENTE: MUSEO NACIONAL DEL PRADO). ....	301.
FIG. 136. RADIOGRAFÍA DETALLE DE LA CABEZA DE APOLO. (FIG.135).....	302.
FIG. 137. RADIOGRAFÍA DETALLE DE LA CABEZA DE APOLO EN OTRA OBRA DEL PINTOR TITULADA: APOLO Y LA SERPIENTE PITÓN.....	302.

FIG. 138. MIGUEL MARCH. SAN BARTOLOMÉ. S. XVII. O. s./L. 112x89 CM. (FUENTE: IPCE). .....	303.
FIG. 139. RADIOGRAFÍA GENERAL DEL CUADRO. (FIG.138).....	303.
FIG. 140. MIGUEL MARCH. SAN FELIPE. S.XVII. O. s./L. 109,5x89,3 CM. (FUENTE: IPCE).....	304.
FIG. 141. RADIOGRAFÍA GENERAL DEL CUADRO. (FIG. 140).....	304.
FIG. 142. MIGUEL MARCH. SAN JAIME EL MAYOR. S. XVII. O. s./L. 112x90 CM. (FUENTE: IPCE). .....	305.
FIG. 143. RADIOGRAFÍA GENERAL DEL CUADRO. (FIG.142).....	305.
FIG. 144. MIGUEL MARCH. SAN JAIME EL MENOR. S. XVII. O. s./L. 110x85,5 CM. (FUENTE: IPCE).....	306.
FIG. 145. RADIOGRAFÍA GENERAL DEL CUADRO. (FIG.145).....	306.
FIG. 146. MIGUEL MARCH. SAN JUAN EVANGELISTA. S. XVII. O.s./L. 113x90 CM. (FUENTE: IPCE). ....	307.
FIG. 147. RADIOGRAFÍA GENERAL DEL CUADRO. (FIG.146).....	307.
FIG. 148. MIGUEL MARCH. SAN JUDAS TADEO. S. XVII. O. s./L. 110,5x89 CM. (FUENTE: IPCE). .....	308.
FIG. 149. RADIOGRAFÍA GENERAL DEL CUADRO. (FIG.148).....	308.
FIG. 150. MIGUEL MARCH. SAN MATEO APÓSTOL Y EVANGELISTA. S. XVII. O. s./L. 110,5x88 CM. (FUENTE: IPCE).....	309.
FIG. 151. RADIOGRAFÍA GENERAL DEL CUADRO. (FIG.150).....	309.
FIG. 152. MIGUEL MARCH. SAN MATÍAS. S. XVII. O. s./L. 110,5x88 CM. (FUENTE: IPCE). .....	310.
FIG. 153. RADIOGRAFÍA GENERAL DEL CUADRO. (FIG.152).....	310.
FIG. 154. MIGUEL MARCH. SAN PEDRO. S.XVII. O. s./L. 112x90 CM. (FUENTE: IPCE).....	311.
FIG. 155. RADIOGRAFÍA GENERAL DEL CUADRO. (FIG.154).....	311.
FIG. 156. MIGUEL MARCH. SALVADOR MUNDI. S. XVII. O. s./L. 113x90,7 CM. (FUENTE: IPCE).....	312.
FIG. 157. RADIOGRAFÍA GENERAL DEL CUADRO. (FIG. 156).....	312.
FIG. 158. MIGUEL MARCH. SAN SIMÓN. S.XVII. O. s./L. 110,5x88,5 CM. (FUENTE: IPCE).....	313.
FIG. 159. RADIOGRAFÍA GENERAL DEL CUADRO. (FIG.158).....	313.
FIG. 160. MIGUEL MARCH. SANTO TOMÁS. S. XVII. O. s./L. 110,5x88,5 CM. (FUENTE: IPCE).....	314.
FIG. 161. RADIOGRAFÍA GENERAL DEL CUADRO. (FIG.160).....	314.

---

## RELACIÓN DE IMÁGENES



**RELACION DE IMÁGENES**

IMAGEN 1.	DETALLE EN EL QUE SE PUEDE APRECIAR LA TRAMA DE LA TELA Y DEFORMACIONES POR EL TENSADO. (FUENTE: MUSEO NACIONAL DEL PRADO).....	110.
IMAGEN 2.	DETALLE EN EL QUE LA TELA IRREGULAR QUE SE OBSERVA RESPONDE A UNA ELABORACIÓN MECÁNICA MANUAL. (FUENTE: MUSEO NACIONAL DEL PRADO). ....	110.
IMAGEN 3.	RADIOGRAFÍA DETALLE EN EL QUE LA IMAGEN MUESTRA UN FRAGMENTO DE TELA AÑADIDA CON EL DETALLE DE UNA COSTURA. (FUENTE: MUSEO NACIONAL DEL PRADO). ....	111.
IMAGEN 4.	RADIOGRAFÍA DETALLE QUE MUESTRA LA REUTILIZACIÓN DE VARIOS LIENZOS PARA UNIFICAR LA COMPOSICIÓN. (FUENTE: ARCHIVO BUSTINDUY FERNÁNDEZ).....	111.
IMAGEN 5.	RADIOGRAFÍA EN LA QUE SE MUESTRA UNA PREPARACIÓN A BASE DE BLANCO DE PLOMO. LA FINA CAPA PERMITE DIFERENCIAR LA GÉNESIS DE LA PINTURA. (FUENTE: MUSEO NACIONAL DEL PRADO).....	112.
IMAGEN 6.	RADIOGRAFÍA EN LA QUE SE PUEDE APRECIAR UNA OBTURACIÓN EN LA TRAMA DE LA TELA DEBIDO A LA UTILIZACIÓN DEL BLANCO DE PLOMO. (FUENTE: MUSEO NACIONAL DEL PRADO).....	112.
IMAGEN 7.	RADIOGRAFÍA EN LA QUE SE OBSERVA UN REPARTO IRREGULAR DE LA PREPARACIÓN DE ALTO PESO ATÓMICO. (FUENTE: ARCHIVO LABORATORIO DE RX. UPV/EHU).....	113.
IMAGEN 8.	RADIOGRAFÍA EN LA QUE SE OBSERVA UN SALPICADO BLANCO, QUE SUGIERE QUE LA PREPARACIÓN A BASE DE BLANCO DE PLOMO SE HA ACUMULADO DE MODO IRREGULAR EN LA TRAMA DE LA TELA. (FUENTE: MUSÉES ROYAUX DES BEAUX-ARTS. BRUXELLES). ....	113.
IMAGEN 9.	FIBRA DEL LINO OBSERVADA AL MICROSCOPIO ÓPTICO CON LUZ TRANSMITIDA. (FOTOGRAFÍA: R. BAGAN Y N. ORIOLS 2009).....	132.
IMAGEN 10.	FIBRA DE CÁÑAMO OBSERVADA AL MICROSCOPIO ÓPTICO CON LUZ TRANSMITIDA. (FOTOGRAFÍA: R. BAGAN Y N. ORIOLS 2009).....	133.
IMAGEN 11.	FIBRA DE ALGODÓN OBSERVADA AL MICROSCOPIO ÓPTICO CON LUZ TRANSMITIDA. (FOTOGRAFÍAS: R. BAGAN Y N. ORIOLS 2009). ....	134.
IMAGEN 12.	LA URDIMBRE DE UNA FIBRA DE YUTE AL MICROSCOPIO ÓPTICO. (FOTOGRAFÍA: R. ROCABAYERA 2011).....	135.
IMAGEN 13.	<i>PAM Cd PR B</i> .....	153.
IMAGEN 14.	<i>PAM Cd PR R</i> .....	153.
IMAGEN 15.	<i>PAz C PR B</i> .....	153.
IMAGEN 16.	<i>PAz C PR R</i> .....	153.
IMAGEN 17.	<i>PB PB PR B</i> .....	154.
IMAGEN 18.	<i>PB PB PR R</i> .....	154.
IMAGEN 19.	<i>P.NH PR B</i> .....	154.
IMAGEN 20.	<i>P.NH PR R</i> .....	154.
IMAGEN 21.	<i>P.NM PR B</i> .....	155.
IMAGEN 22.	<i>P.NM PR R</i> .....	155.
IMAGEN 23.	<i>PR Cd PR B</i> .....	155.
IMAGEN 24.	<i>PR Cd PR R</i> .....	155.
IMAGEN 25.	ADHESIVOS DE REENTELADOS. ....	157.
IMAGEN 26.	RADIOGRAFIA CORRESPONDIENTE FIG. 26. ....	157.
IMAGEN 27.	PROBETA; <i>PAM Cd PR B</i> .....	159.

IMAGEN 28.	RGA. <i>T AM CD PR B</i>	.....	159.
IMAGEN 29.	PROBETA <i>P AM CD PR R</i>	.....	160.
IMAGEN 30.	RGA. <i>T AM CD PR R</i>	.....	160.
IMAGEN 31.	PROBETA <i>PAz C PR B</i>	.....	161.
IMAGEN 32.	RGA. <i>TAz C PR B</i>	.....	161.
IMAGEN 33.	PROBETA; <i>PAz C PR R</i>	.....	162.
IMAGEN 34.	RGA. <i>TAz C PR R</i>	.....	162.
IMAGEN 35.	PROBETA; <i>PB PB PR B</i>	.....	163.
IMAGEN 36.	RGA. <i>TB PB PR B</i>	.....	163.
IMAGEN 37.	PROBETA; <i>PB PB PR R</i>	.....	164.
IMAGEN 38.	RGA. <i>TB PB PR R</i>	.....	164.
IMAGEN 39.	PROBETA; <i>P NH PR B</i>	.....	165.
IMAGEN 40.	RGA. <i>T NH PR B</i>	.....	165.
IMAGEN 41.	PROBETA <i>P NH PR R</i>	.....	166.
IMAGEN 42.	RGA. <i>T NH PR R</i>	.....	166.
IMAGEN 43.	PROBETA; <i>P NM PR B</i>	.....	167.
IMAGEN 44.	RGA. <i>T NM PR B</i>	.....	167.
IMAGEN 45.	PROBETA; <i>P NM PR R</i>	.....	168.
IMAGEN 46.	RGA. <i>T NM PR R</i>	.....	168.
IMAGEN 47.	PROBETA; <i>PR CD PR B</i>	.....	169.
IMAGEN 48.	RGA. <i>TR CD PR B</i>	.....	169.
IMAGEN 49.	PROBETA; <i>PR CD PR R</i>	.....	170.
IMAGEN 50.	RGA. <i>TR CD PR R</i>	.....	170.
IMAGEN 51.	RGA. <i>R AM CD PR B</i>	.....	173.
IMAGEN 52.	RGA. <i>R2 AM CD PR B</i>	.....	174.
IMAGEN 53.	RGA. <i>R AM CD PR R</i>	.....	175.
IMAGEN 54.	RGA. <i>R2 AM CD PR R</i>	.....	176.
IMAGEN 55.	RGA. <i>R2 AM CD PR R</i> . DETALLE ESPESOR A. ....	.....	177.
IMAGEN 56.	RGA. <i>R2 AM CD PR R</i> . DETALLE ESPESOR B. ....	.....	177.
IMAGEN 57.	RGA. <i>T AM CD PR B</i> . DETALLE. ....	.....	178.
IMAGEN 58.	RGA. <i>R2 AM CD PR B</i> . DETALLE. ....	.....	178.
IMAGEN 59.	RGA. <i>RAz C PR B</i>	.....	179.
IMAGEN 60.	RGA. <i>RAz C PR B</i> . DETALLE ESPESOR A. ....	.....	180.
IMAGEN 61.	RGA. <i>RAz C PR B</i> . DETALLE ESPESOR B. ....	.....	180.
IMAGEN 62.	RGA. <i>R2 Az C PR B</i>	.....	181.
IMAGEN 63.	RGA. <i>R2 Az C PR B</i> . DETALLE ESPESOR A. ....	.....	182.
IMAGEN 64.	RGA. <i>R2 Az C PR B</i> . DETALLE ESPESOR B. ....	.....	182.
IMAGEN 65.	RGA. <i>RAz C PR R</i>	.....	183.
IMAGEN 66.	RGA. <i>R2 Az C PR R</i>	.....	184.
IMAGEN 67.	RGA. <i>TAz C PR R</i> . DETALLE ESPESOR A. ....	.....	185.
IMAGEN 68.	RGA. <i>RAz C PR R</i> . DETALLE ESPESOR A. ....	.....	185.
IMAGEN 69.	RGA. <i>R2 Az C PR R</i> . DETALLE ESPESOR A. ....	.....	185.
IMAGEN 70.	RGA. <i>TAz C PR R</i> . DETALLE ESPESOR B. ....	.....	186.
IMAGEN 71.	RGA. <i>RAz C PR R</i> . DETALLE ESPESOR B. ....	.....	186.

IMAGEN 72.	RGA. $R2 A\zeta C PR R$ . DETALLE ESPESOR B. ....	186.
IMAGEN 73.	RGA. $R B PB PR B$ .....	188.
IMAGEN 74.	RGA. $R2 B PB PR B$ .....	189.
IMAGEN 75.	RGA. $R B PB PR B$ . DETALLE ESPESOR A. ....	190.
IMAGEN 76.	RGA. $R2 B PB PR B$ . DETALLE ESPESOR A. ....	190.
IMAGEN 77.	RGA. $R B PB PR R$ .....	191.
IMAGEN 78.	RGA. $R2 B PB PR R$ .....	192.
IMAGEN 79.	RGA. $R2 B PB PR R$ . DETALLE ESPESOR A. ....	193.
IMAGEN 80.	RGA. $R NH PR B$ .....	194.
IMAGEN 81.	RGA. $R2 NH PR B$ .....	195.
IMAGEN 82.	RGA. $R NH PR R$ .....	196.
IMAGEN 83.	RGA. $R2 NH PR R$ .....	197.
IMAGEN 84.	RGA. $T NH PR R$ . DETALLE ESPESOR A. ....	198.
IMAGEN 85.	RGA. $R NH PR R$ . DETALLE ESPESOR A. ....	198.
IMAGEN 86.	RGA. $R2 NH PR R$ . DETALLE ESPESOR A. ....	199.
IMAGEN 87.	RGA. $R2 NH PR R$ . DETALLE ESPESOR B. ....	199.
IMAGEN 88.	RGA. $R NH PR R$ . DETALLE ESPESOR B. ....	200.
IMAGEN 89.	RGA. $R2 NH PR R$ . DETALLE ESPESOR B. ....	200.
IMAGEN 90.	RGA. $R NM PR B$ .....	202.
IMAGEN 91.	RGA. $R2 NM PR B$ .....	203.
IMAGEN 92.	RGA. $T NM PR B$ . DETALLE ESPESOR A. ....	204.
IMAGEN 93.	RGA. $R NM PR B$ . DETALLE ESPESOR A. ....	204.
IMAGEN 94.	RGA. $R2 NM PR B$ . ESPESOR A. DETALLE GALLETA DE GACHA. ....	205.
IMAGEN 95.	RGA. $R2 NM PR B$ . ESPESOR B. DETALLE GALLETA DE GACHA. ....	205.
IMAGEN 96.	RGA. $R NM PR R$ .....	206.
IMAGEN 97.	RGA. $R2 NM PR R$ .....	207.
IMAGEN 98.	RGA. $R NM PR R$ . DETALLE ESPESOR A; GACHA Y CERA-RESINA. ....	208.
IMAGEN 99.	RGA. $R2 NM PR R$ . DETALLE ESPESOR A; GALLETAS GACHA Y CERA-RESINA. ....	208.
IMAGEN 100.	RGA. $R R CD PR B$ .....	210.
IMAGEN 101.	RGA. $R2 R CD PR B$ .....	211.
IMAGEN 102.	RGA. $R R CD PR R$ .....	212.
IMAGEN 103.	RGA. $R2 R CD PR R$ .....	213.
IMAGEN 104.	RGA. $R R CD PR R$ . DETALLE EN A. ....	214.
IMAGEN 105.	RGA. $R2 R CD PR R$ . DETALLE EN A. ....	214.
IMAGEN 106.	PROBETA; $PA\zeta U PR B$ .....	215.
IMAGEN 107.	PROBETA; $PA\zeta U PR R$ .....	215.
IMAGEN 108.	PROBETA; $PA\zeta U PR B$ .....	216.
IMAGEN 109.	RGA. $T A\zeta U PR B$ .....	216.
IMAGEN 110.	PROBETA; $PA\zeta U PR R$ .....	217.
IMAGEN 111.	RGA. $T A\zeta U PR R$ .....	217.
IMAGEN 112.	RGA. $R A\zeta U PR B$ .....	218.
IMAGEN 113.	RGA. $R2 A\zeta U PR B$ .....	219.
IMAGEN 114.	RGA. $R2 A\zeta U PR B$ . DETALLE ESPESOR A; REENTELADOS GALLETAS GACHA Y CERA-RESINA. ...	220.
IMAGEN 115.	RGA. $R2 A\zeta U PR B$ . DETALLE ESPESOR B; REENTELADOS GALLETA GACHA Y CERA-RESINA. ....	220.

IMAGEN 116.	RGA. <i>RAZUPRR</i> .....	221.
IMAGEN 117.	RGA. <i>R2AZUPRR</i> .....	222.
IMAGEN 118.	RGA. <i>RAZUPRR</i> . DETALLE ESPESOR A; GACHA Y CERA-RESINA.....	223.
IMAGEN 119.	RGA. <i>R2AZUPRR</i> . DETALLE ESPESOR A; GACHA Y CERA-RESINA.....	223.
IMAGEN 120.	RGA. <i>RAZUPRR</i> . DETALLE ESPESOR B; GACHA Y CERA-RESINA.....	224.
IMAGEN 121.	RGA. <i>R2AZUPRR</i> . DETALLE ESPESOR B; GALLETAS GACHA Y CERA-RESINA. ....	224.
IMAGEN 122.	ADHESIVO GACHA; ESPESORES A Y B. ....	234.
IMAGEN 123.	RGA. ADHESIVO GACHA (IMAGEN 122).....	234.
IMAGEN 124.	ADHESIVO CERA-RESINA; ESPESORES A Y B. ....	234.
IMAGEN 125.	RGA. ADHESIVO CERA-RESINA (IMAGEN 124). ....	234.
IMAGEN 126.	RGA. PARCIAL. SAN FRANCISCO EN ORACIÓN, TELA Y ADHESIVO GACHA A Y B. ....	235.
IMAGEN 127.	FAJAS DE GACHA, A Y B. ....	235.
IMAGEN 128.	RGA. PARCIAL. SAN FRANCISCO EN ORACIÓN. TELA Y ADHESIVO CERA-RESINA A Y B. ....	235.
IMAGEN 129.	FAJAS DE CERA-RESINA, A Y B. ....	235.
IMAGEN 130.	FAJAS DE PREPARACIÓN CRETA BLANCA Y TIERRA ROJA MÁS BLANCO DE PLOMO; ESPESORES A Y B. ....	237.
IMAGEN 131.	RGA. FAJAS DE PREPARACIÓN CRETA BLANCA Y TIERRA ROJA, MÁS BLANCO DE PLOMO; ESPESORES A Y B. (IMAGEN 130).....	238.
IMAGEN 132.	RGA. SAN FRANCISCO EN ORACIÓN. TELA Y PREPARACIÓN BLANCA, MÁS BLANCO DE PLOMO; ESPESORES A Y B. ....	239.
IMAGEN 133.	FAJAS DE PREPARACIÓN BLANCO, MÁS BLANCO DE PLOMO; ESPESORES A Y B.....	239.
IMAGEN 134.	RGA. SAN FRANCISCO EN ORACIÓN. TELA Y PREPARACIÓN BLANCA, MÁS BLANCO DE PLOMO; ESPESORES B Y A. ....	240.
IMAGEN 135.	FAJAS DE PREPARACIÓN BLANCA, MÁS BLANCO DE PLOMO; ESPESORES B Y A. ....	240.
IMAGEN 136.	RGA. SAN FRANCISCO EN ORACIÓN. TELA Y PREPARACIÓN TIERRA ROJA, MÁS BLANCO DE PLOMO; ESPESORES A Y B. ....	240.
IMAGEN 137.	FAJAS DE PREPARACIÓN TIERRA ROJA, MÁS BLANCO DE PLOMO; ESPESORES A Y B.....	240.
IMAGEN 138.	RGA. SAN FRANCISCO EN ORACIÓN. TELA Y PREPARACIÓN TIERRA ROJA, MÁS BLANCO DE PLOMO; ESPESORES B Y A. ....	241.
IMAGEN 139.	FAJAS DE PREPARACIÓN TIERRA ROJA, MÁS BLANCO DE PLOMO; ESPESORES B Y A.....	241.

---

## RELACIÓN DE TABLAS



---

**RELACIÓN DE TABLAS**

TABLA 1.	CUADRO QUE MUESTRA LA ABSORCIÓN DE LOS RX POR LOS COMPONENTES DE UNA PINTURA. (BUSTINDUY FERNÁNDEZ 1994, pp.102). .....	108.
TABLA 2.	COLOR, COMPOSICIÓN QUÍMICA Y ABSORCIÓN DE RX DE ALGUNOS DE LOS PIGMENTOS BÁSICOS. (BUSTINDUY FERNÁNDEZ 1994, pp. 103).....	109.
TABLA 3.	COMPOSICIÓN DE LAS FIBRAS VEGETALES APORTADA POR EL PROFESOR MARTÍNEZ DE LAS MARÍAS (1976). .....	130.
TABLA 4.	PROPIEDADES DEL CARBONATO CÁLCICO (VICENTIZ 2005). .....	139.
TABLA 5.	RESULTADOS ESPESOR A. ....	229.
TABLA 6.	RESULTADOS ESPESOR B. ....	230.



---

## RELACIÓN DE GRÁFICOS



**RELACION DE GRÁFICOS**

GRÁFICO 1. CORRESPONDIENTE A LA ELABORACIÓN DE PROBETAS.....	152.
GRÁFICO 2. CORRESPONDIENTE A LA DISTRIBUCIÓN EN BANDAS DE LOS ADHESIVOS DE REENTELADO. ....	156.
GRÁFICO 3. CORRESPONDIENTE A LAS PROBETAS REENTELADAS: <b>R</b> ; SUPERPOSICIÓN DE GRÁFICOS 1 Y 2.....	171.
GRÁFICO 4. CORRESPONDIENTE A LA IDENTIFICACIÓN DE LAS GALLETAS; SUPERIOR GACHA, INFERIOR CERA-RESINA. ....	171.
GRÁFICO 5. CORRESPONDIENTE A LA IMPLEMENTACIÓN DE LAS GALLETAS; <b>R2</b> . ....	172.



---

## ANEXO



## **ANEXO**

Incorporamos éste anexo, por considerarlo de interés, con una selección de pinturas y sus correspondientes imágenes radiográficas, que fueron consultadas como parte de las fuentes documentales que utilizamos para desarrollar el Estado de la Cuestión.

A diferencia de las incluidas en dicho apartado (EC), en el que todas las obras estaban reenteladas; las aquí seleccionadas pertenecen al grupo de no reenteladas.

Como se puede comprobar, los comentarios que acompañan a éstas radiografías, difieren bastante poco de los relativos a las pinturas reenteladas incluidas en el texto.

Este dato, nos llevó a pensar de nuevo, que con carácter general, hasta la fecha, no se ha valorado aquilatadamente el efecto de los reentelados en las radiografías.

Este anexo, proporciona a otros investigadores interesados en el tema, la posibilidad de consultarlo, sin tener que recurrir a su búsqueda en las fuentes originales.

**Obras restauradas no reenteladas seleccionadas.**

**Pinturas restauradas y radiografiadas de Diego de Velázquez.**



Fig. 118. Diego de Velázquez. *The portrait of Juan Pareja*. 1650. O. s./L. 81,3x69,9 cm. (Fuente: Metropolitan Museum of Art. N.Y.).

Fig. 119. Radiografía general del cuadro. (Fig.118).

**FICHA DEL ESTUDIO TÉCNICO REALIZADO**

Técnica pictórica	O/L
Reentelado	NO
Radiografía	SJ <sup>112</sup>

112 El comentario de esta radiografía no difiere mucho de los realizados en pinturas reenteladas. Indica que registra un fluído de las pinceladas, que son distribuidas de manera uniforme sobre el lienzo. Destacan las zonas de mayor densidad con pigmentos que contienen plomo, pero se difuminan con suavidad hacia el fondo. Apenas contiene “pentimenti”, “aunque no sorprende por su clásica y sencilla composición” (Fahy 1971). Otro de los estudios radiográficos realizado a esta obra, señala el interés de los resultados de este examen para determinar según el tipo de estrías, las dimensiones originales de las telas que han sido recortadas en los bordes (Sonnenburg 1994, pp. 30).

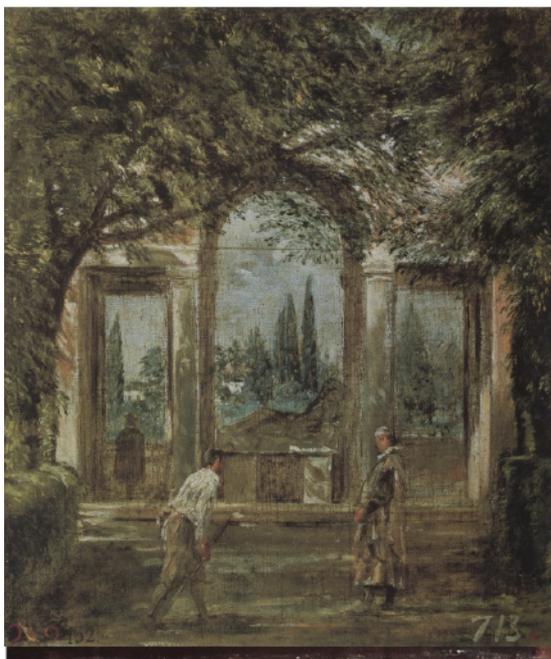


Fig. 120. Diego de Velázquez. *Paisaje de Villa Medici. Pabellón de Cleopatra Ariadna*. 1650. O. s./L. 44,5x38,5 cm. (Fuente: Museo Nacional del Prado).

Fig. 121. Radiografía general del cuadro. (Fig.120).

#### FICHA DEL ESTUDIO TÉCNICO REALIZADO

Técnica pictórica	O/L
Reentelado	NO
Radiografía	SI <sup>113</sup>

<sup>113</sup> El examen radiográfico de esta obra se realiza junto con *Paisaje de Villa Medici. Fachada de la Gruta-Loggia*. Se hace referencia al reentelado de este, para indicar la observación del recrecimiento de la tela durante la forración. No se establece ninguna comparación entre ambos documentos radiográficos en cuanto a este hecho (Garrido Pérez 1992, pp. 213).



Fig. 122. Diego de Velázquez. *Los Borrachos*. 1628. O.s./L. 165,5x227,5 cm. (Fuente: Museo Nacional del Prado).



Fig. 123. Radiografía general de cuadro. (Fig.122).

#### FICHA DEL ESTUDIO TÉCNICO REALIZADO

Técnica pictórica	O/L
Reentelado	NO
Radiografía	SI <sup>114</sup>

<sup>114</sup> El examen radiográfico realizado a esta pintura está fundamentalmente enfocado a examinar detenidamente los numerosos cambios de composición de la obra, así como el uso de materiales del alto peso atómico y cómo fueron empleados. No obstante, es significativo el comentario realizado para resaltar la definición de la pintura en determinadas zonas, y que dice del literal: *Estas pinceladas y trazos más o menos cortos se aprecian en todo su relieve, próximos a como fueron aplicados, al no estar forrado el soporte del cuadro* (Garrido Pérez 1992, pp. 170).



Fig. 124. Diego de Velázquez. *El Cardenal Infante don Fernando de Austria, cazador*. 1632. O. s/L. 191x108 cm. (Fuente: Museo Nacional del Prado).

Fig. 125. Radiografía general del cuadro. (Fig.124).

**FICHA DEL ESTUDIO TÉCNICO REALIZADO**

Técnica pictórica	O/L
Reentelado	NO
Radiografía	SI <sup>115</sup>

115 El comentario radiográfico de esta obra señala como dato más significativo el hallazgo de una pintura subyacente en sentido contrario a la posición actual del cuadro. La diferencia en el peso atómico de los materiales utilizados en ambos casos, no permiten contemplar con definición el primero de ellos, salvo el rostro. Una vez más se incide en aspectos como rectificaciones o el estado de conservación de la pintura (Garrido Pérez 1992, pp. 396).

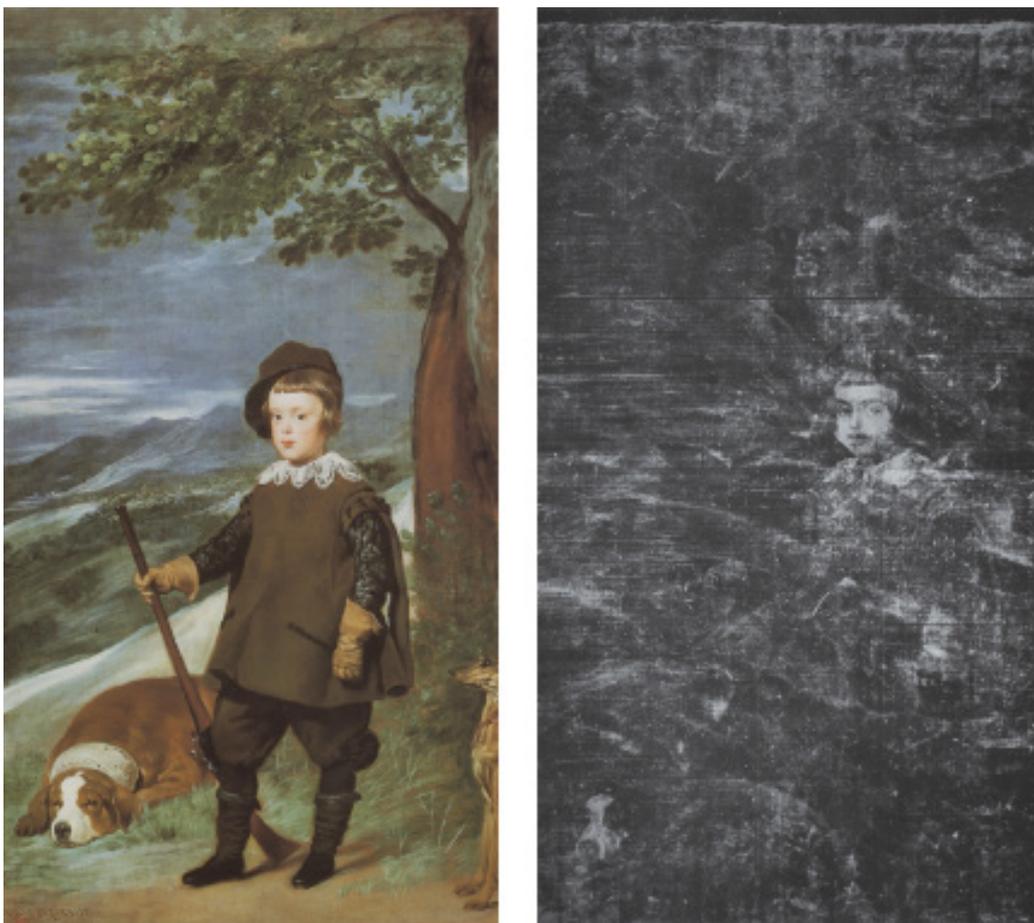


Fig. 126 Diego de Velázquez. *El Príncipe Baltasar Carlos, cazador*. 1635. O. s./L. 191x102 cm. (Fuente: Museo Nacional del Prado).

Fig. 127. Radiografía general del cuadro. (Fig.126).

#### FICHA DEL ESTUDIO TÉCNICO REALIZADO

Técnica pictórica	O/L
Reentelado	NO
Radiografía	SI <sup>116</sup>

116 En el análisis radiográfico de esta pintura, destaca la manera de trabajar del artista; como ha preparado el lienzo y aplicado la capa de pintura. Toda la gestualidad y movimiento que ofrece la imagen radiográfica, se atribuye a la forma de aplicar la imprimación (Garrido Pérez 1992, pp. 406).



Fig. 128. Diego de Velázquez. *La Coronación de la Virgen*. 1640. O. s/L. 178,5x134,5 cm. (Fuente: Museo Nacional del Prado).

Fig. 129. Radiografía general del cuadro. (Fig.128).

**FICHA DEL ESTUDIO TÉCNICO REALIZADO**

Técnica pictórica	O/L
Reentelado	NO
Radiografía	SI <sup>117</sup>

117 Al igual que en la mayor parte de los estudios radiográficos referenciados, este se dirige a la manera en que se realizó; instrumentos utilizados en la aplicación de la preparación, radiopacidad o peso atómico de los materiales, así como cambios en la composición o arrepentimientos (Garrido Pérez 1992, pp. 450).

**Pintura restaurada y radiografiada de Anthony Van Dyck.**



Fig. 130. Anthony Van Dyck. *Cristo y la mujer adúltera*. S. XVII. O. s./L. 191x235 cm. (Fuente: IPCE).



Fig. 131. Radiografía general del cuadro. (Fig.130).

#### FICHA DEL ESTUDIO TÉCNICO REALIZADO

Técnica pictórica	O/L
Reentelado	NO
Radiografía	SI <sup>118</sup>

---

118 El estudio radiográfico de esta obra, está enfocado a determinar el estado real de conservación de la pintura. Aporta información relativa a las pérdidas ocasionales de pintura; la no existencia de cambios de composición, así como los diferentes estratos de la pintura (Sánchez-Barriga et al. 2014, pp. 88).

**Pintura restaurada y radiografiada de Peter Paul Rubens.**



Fig. 132. Peter Paul Rubens, *Felipe II a caballo*. 1630. O. s./L. 247x223 cm. (Fuente: Museo Nacional del Prado).

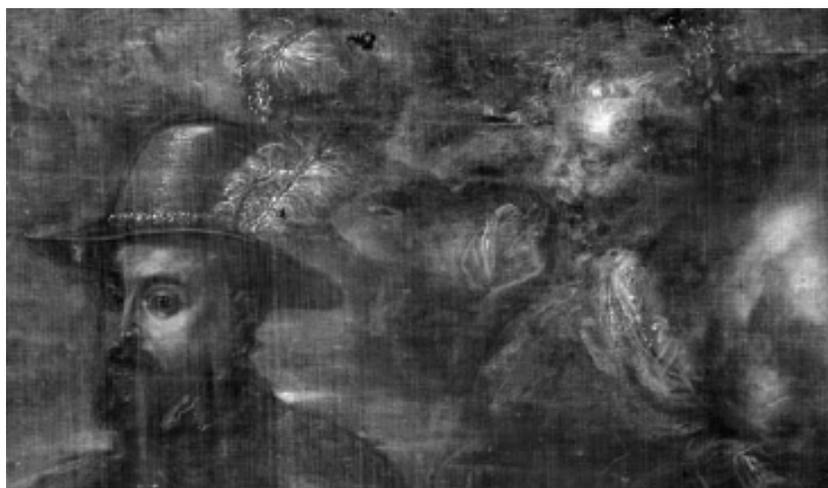


Fig. 133. Radiografía detalle, cabeza del monarca. (Fig.132).

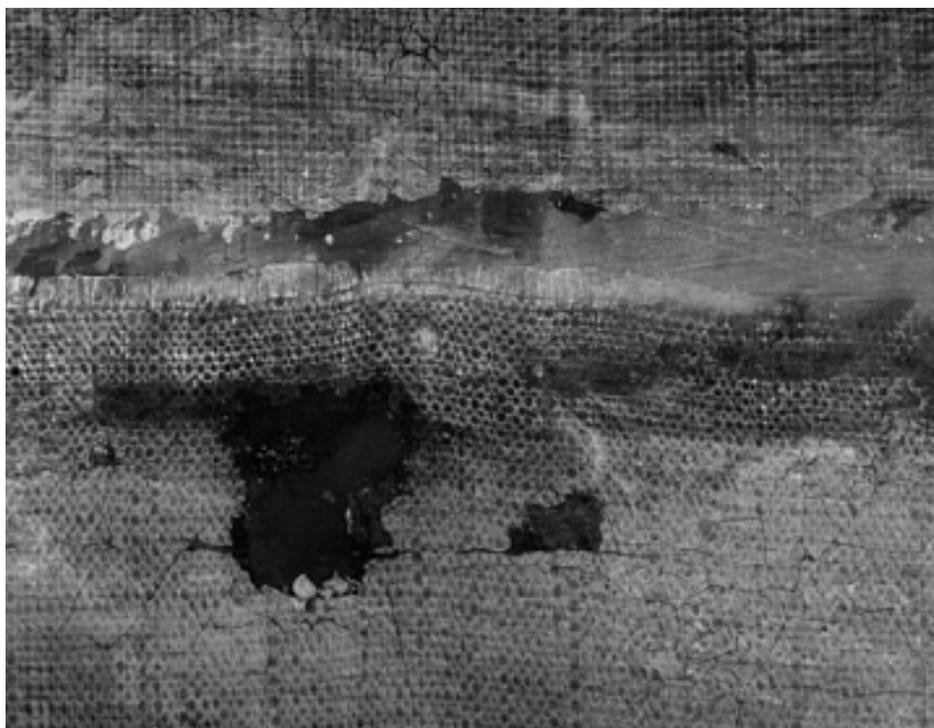


Fig. 134. Radiografía. Detalle de la tela añadida en la zona superior del lienzo. (Fuente: Museo Nacional del Prado).

#### FICHA DEL ESTUDIO TÉCNICO REALIZADO

Técnica pictórica

O/L. prep. rojiza; tierras + B pb en poca cantidad

Reentelado

NO

Radiografía

SI<sup>119</sup>

---

119 Mediante el estudio radiográfico realizado a la pintura, se constató el buen estado general de la obra; está enfocado además, a analizar la forma de ejecución de la pintura, que revela escasos arrepentimientos. En el mismo examen se identificaron unos añadidos, no originales que presentaba el soporte de lienzo en las zonas superior e inferior (Fig.134), y que se retiraron en la restauración por interferir en la lectura del conjunto, tal y como lo había concebido el artista (Museo del Prado).

**Pintura restaurada y radiografiada de Cornelis de Vos.**



Fig. 135. Cornelis de Vos. *Apolo y Dafne*. 1636. O. s./L. 193x207 cm. (Fuente: Museo Nacional del Prado).



Fig.136. Radiografía detalle de la cabeza del dios Apolo. (Fig.135).



Fig. 137. Radiografía detalle de la cabeza del dios Apolo en otra obra del pintor titulada: *Apolo y la serpiente Pitón*.

**FICHA DEL ESTUDIO TÉCNICO REALIZADO**

Técnica pictórica

O/L. prep. rojiza; tierras + B pb en poca cantidad

Reentelado

NO

Radiografía

SI<sup>120</sup>

120 A finales de siglo XIX, esta obra fue atribuida a la escuela de Rubens; posteriormente se atribuyó a Van Eyck, Burchard, y en un momento de la historia aparece el nombre de Cornelis de Vos. En definitiva este hecho, ha generado numeroso desconcierto entre historiadores de renombre como Rooses, Madrazo o Sánchez Cantón (Díaz Padrón 1995, pp. 89). Un estudio técnico y preciso con examen radiográfico incluido, ha hecho posible restituir la autoría de la obra. La comparación de documentos radiográficos entre esta obra con otra del pintor, de similares características (Fig.137. Detalle), ha revelado un mismo lenguaje plástico; una similar densidad radiográfica de los pigmentos utilizados en ambas pinturas (como el amarillo), además de la coincidencia de la técnica de ejecución y materiales empleados también en ambas obras.

**Pinturas restauradas y radiografiadas de Miguel March. (Discípulo de José de Ribera).**



Fig. 138. Miguel March. *San Bartolomé*. S. XVII. O. s./L. 112x89 cm. (Fuente: CCRCLM).

Fig. 139. Radiografía general del cuadro. (Fig.138).

**FICHA DEL ESTUDIO TÉCNICO REALIZADO**

Técnica pictórica	O/L. prep. de tierra rojiza y tierras
Reentelado	NO
Radiografía	SI <sup>121</sup>

121 El estudio radiográfico de esta obra permitió identificar el tipo de tejido utilizado, en este y el resto de pinturas que forman la serie del Apostolado. Se pudo de esta manera diferenciar por sus características, con los soportes utilizados habitualmente por el maestro Ribera y ayudar así a la atribución de las obras a Miguel March (CCRCLM 2013).



Fig. 140. Miguel March. *San Felipe*. S.XVII. O. s./L. 109,5x89,3 cm. (Fuente: CCRCLM).

Fig. 141 Radiografía general del cuadro. (Fig.140).

#### FICHA DEL ESTUDIO TÉCNICO REALIZADO

Técnica pictórica

O/L. prep. de tierra rojiza y tierras

Reentelado

NO

Radiografía

SI<sup>122</sup>

122 A través del estudio radiográfico realizado a la pintura se pudo constatar que el estado de conservación de esta obra era mucho mejor que las del resto del grupo. Apenas se detectaron daños de importancia. Tanto en la forma de ejecutar la pintura, como en su aspecto final, esta obra responde a los modelos de José de Ribera, lo que indica el conocimiento que Miguel March tenía de los mismos (CCRCLM 2013).



Fig. 142. Miguel March. *San Jaime el Mayor*. S. XVII. O. s./L. 112x90 cm. (Fuente: CCRCLM).

Fig. 143. Radiografía general del cuadro. (Fig.142).

#### FICHA DEL ESTUDIO TÉCNICO REALIZADO

Técnica pictórica	O/L. prep. de tierra rojiza y tierras
Reentelado	NO
Radiografía	SI <sup>123</sup>

123 El estudio radiográfico de esta pintura puso de manifiesto el precario estado de conservación en que se encontraba. También ha servido para comparar la técnica directa de ejecución de la pintura, y el seguimiento como ya se ha señalado, que Miguel March hizo de los modelos de Ribera. El conocimiento exhaustivo de los mismos, le permitió una amplia y profesional experiencia como copista (CCRCLM 2013).

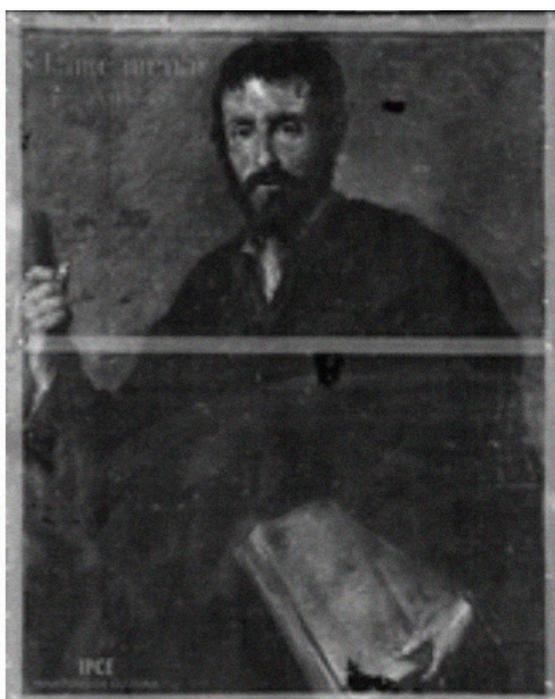
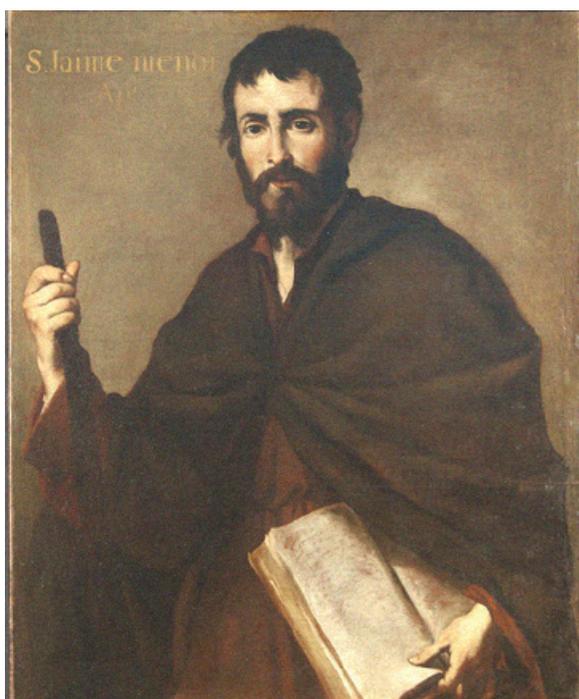


Fig. 144. Miguel March. *San Jaime el Menor*. S. XVII. O. s./L. 110x85,5 cm. (Fuente: CCRCLM).

Fig. 145. Radiografía general del cuadro. (Fig.144).

**FICHA DEL ESTUDIO TÉCNICO REALIZADO**

Técnica pictórica

O/L. prep. de tierra rojiza y tierras

Reentelado

NO

Radiografía

SI<sup>124</sup>

124 En este caso, el estudio radiográfico permitió verificar las desafortunadas intervenciones que sufrió esta pintura. Se puede constatar además que March, siguió un modelo original de Ribera, hoy perdido y que probablemente tuviera su origen en Roma.

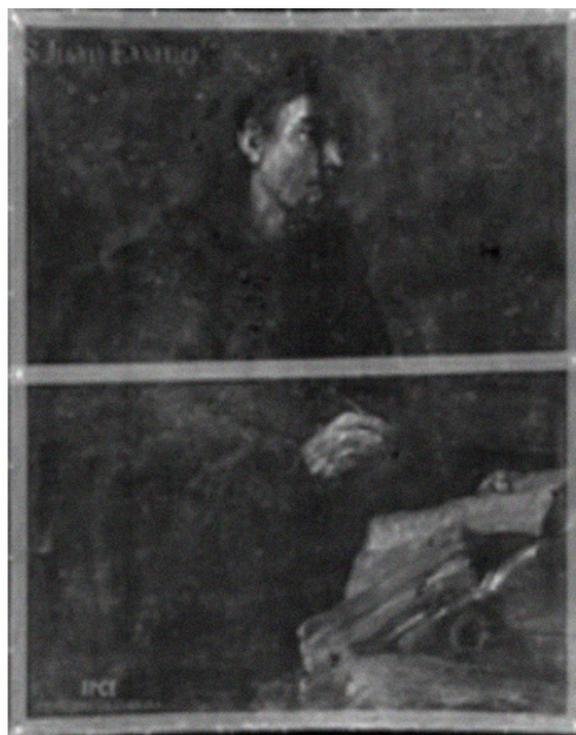


Fig. 146. Miguel March. *San Juan Evangelista*. S. XVII. O.s./L. 113x90 cm. (Fuente: CCRCLM).

Fig. 147. Radiografía general del cuadro. (Fig.146).

#### FICHA DEL ESTUDIO TÉCNICO REALIZADO

Técnica pictórica

O/L. prep. de tierra rojiza y tierras

Reentelado

NO

Radiografía

SI<sup>125</sup>

125 También en este caso el examen radiográfico arrojó datos relativos al estado de conservación de la pintura. Se localizó un extenso repinte en el rostro del santo que afectaba su fisonomía (CCRCLM 2013).



Fig. 148. Miguel March. *San Judas Tadeo*. S. XVII. O. s./L. 110,5x89 cm. (Fuente: CCRCLM).

Fig. 149. Radiografía general del cuadro. (Fig.148).

#### FICHA DEL ESTUDIO TÉCNICO REALIZADO

Técnica pictórica	O/L. prep. de tierra rojiza y tierras
Reentelado	NO
Radiografía	SI <sup>126</sup>

126 La radiografía de esta obra, puso de manifiesto un estilo más personal del artista, no limitado por el modelo a copiar; con una gama de color diferente y una ejecución de la pintura que fue determinante para atribuir la autoría al copista Miguel March (CCRCLM 2013).

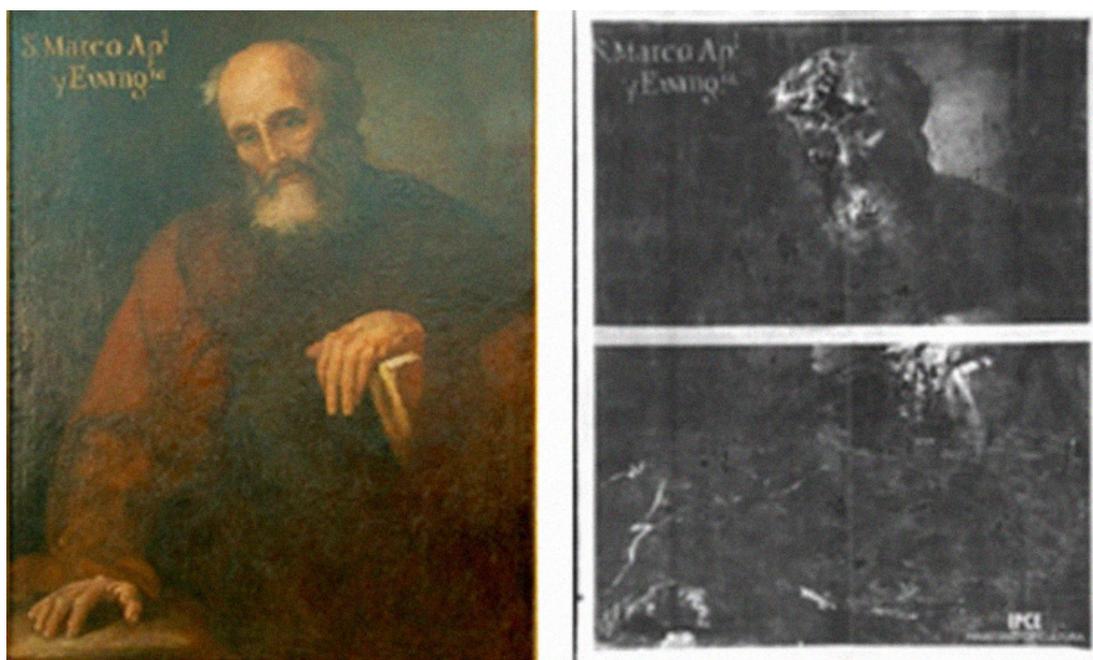


Fig. 150. Miguel March. *San Mateo Apóstol y Evangelista*. S. XVII. O. s./L. 110,5x88 cm. (Fuente: CCRCLM).

Fig. 151. Radiografía general del cuadro. (Fig.150).

#### FICHA DEL ESTUDIO TÉCNICO REALIZADO

Técnica pictórica

O/L. prep. de tierra rojiza y tierras

Reentelado

NO

Radiografía

SI<sup>127</sup>

127 El estudio radiográfico en esta obra, puso de manifiesto el deplorable estado de conservación que presentaba, siendo la más afectada del conjunto del Apostolado. A través de la radiografía se detectaron los restos de pintura conservados en las zonas con más capa de pintura como el rostro, cabeza y manos. Este documento radiográfico, también sirvió para la reconstrucción final de la figura del santo.

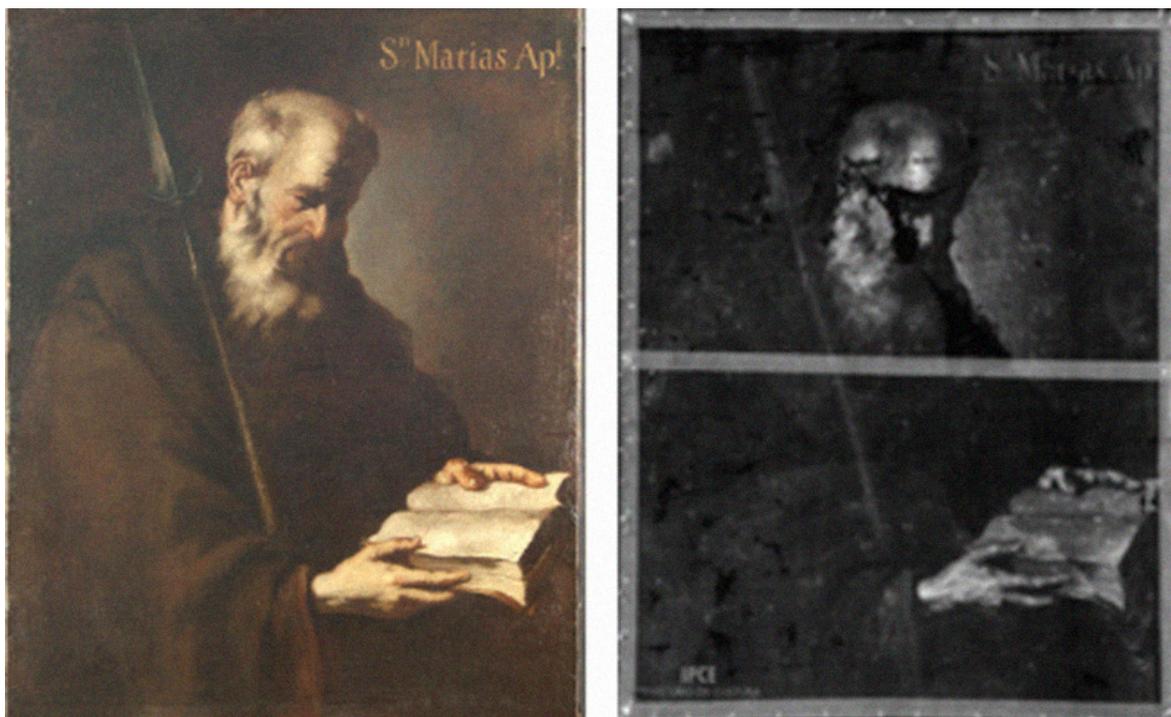


Fig. 152. Miguel March. *San Matías*. S. XVII. O. s./L. 110,5x88 cm. (Fuente: CCRCLM).

Fig. 153. Radiografía general del cuadro. (Fig.152).

#### FICHA DEL ESTUDIO TÉCNICO REALIZADO

Técnica pictórica

O/L. prep. de tierra rojiza y tierras

Reentelado

NO

Radiografía

SI<sup>128</sup>

128 El documento radiográfico está enfocado a examinar el estado de conservación de la pintura, constatando el principal deterioro en el rostro del santo.

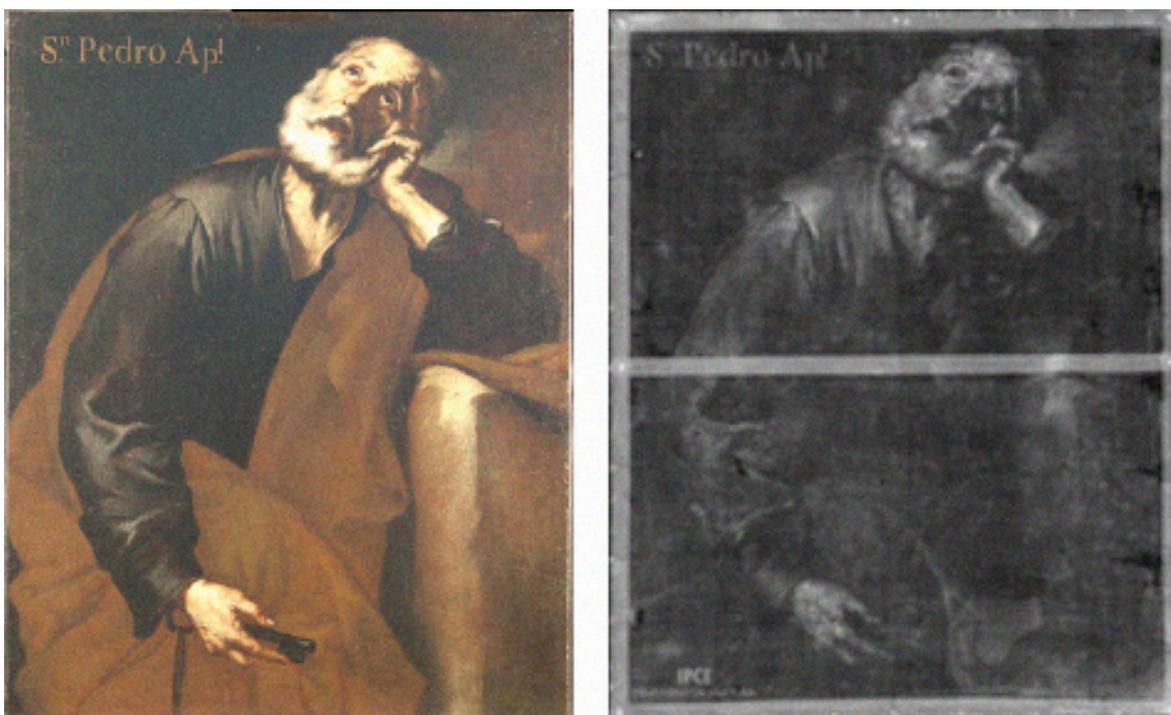


Fig. 154. Miguel March. *San Pedro*. S.XVII. O. s./L. 112x90 cm. (Fuente: CCRCLM).

Fig. 155. Radiografía general del cuadro. (Fig.154).

#### FICHA DEL ESTUDIO TÉCNICO REALIZADO

Técnica pictórica	O/L. prep. de tierra rojiza y tierras
Reentelado	NO
Radiografía	SI <sup>129</sup>

<sup>129</sup> En este caso, “El estudio radiográfico permitió reconocer en las capas subyacentes de la parte inferior derecha del lienzo, un dibujo previo [...] correspondiente a una composición iniciada en la tela con anterioridad a la imagen del Apóstol” (CCRCLM 2013).



Fig. 156. Miguel March. *Salvator Mundi*. S. XVII. O. s./L. 113x90,7 cm. (Fuente: CCRCLM).

Fig. 157. Radiografía general del cuadro. (Fig.156).

**FICHA DEL ESTUDIO TÉCNICO REALIZADO**

Técnica pictórica

O/L. prep. de tierra rojiza y tierras

Reentelado

NO

Radiografía

SI<sup>130</sup>

130 A través del estudio radiográfico de esta obra, se ha podido apreciar la cantidad de repintes que la afectaban.



Fig. 158. Miguel March. *San Simón*. S.XVII. O. s./L. 110,5x88,5 cm. (Fuente: CCRCLM).

Fig. 159. Radiografía general del cuadro. (Fig.158).

#### FICHA DEL ESTUDIO TÉCNICO REALIZADO

Técnica pictórica

O/L. prep. de tierra rojiza y tierras

Reentelado

NO

Radiografía

SI<sup>131</sup>

<sup>131</sup> Al igual que en casos anteriores, el estudio radiográfico de esta pintura está enfocado a revisar aspectos relacionados con el estado de conservación de la obra, y su técnica de ejecución.

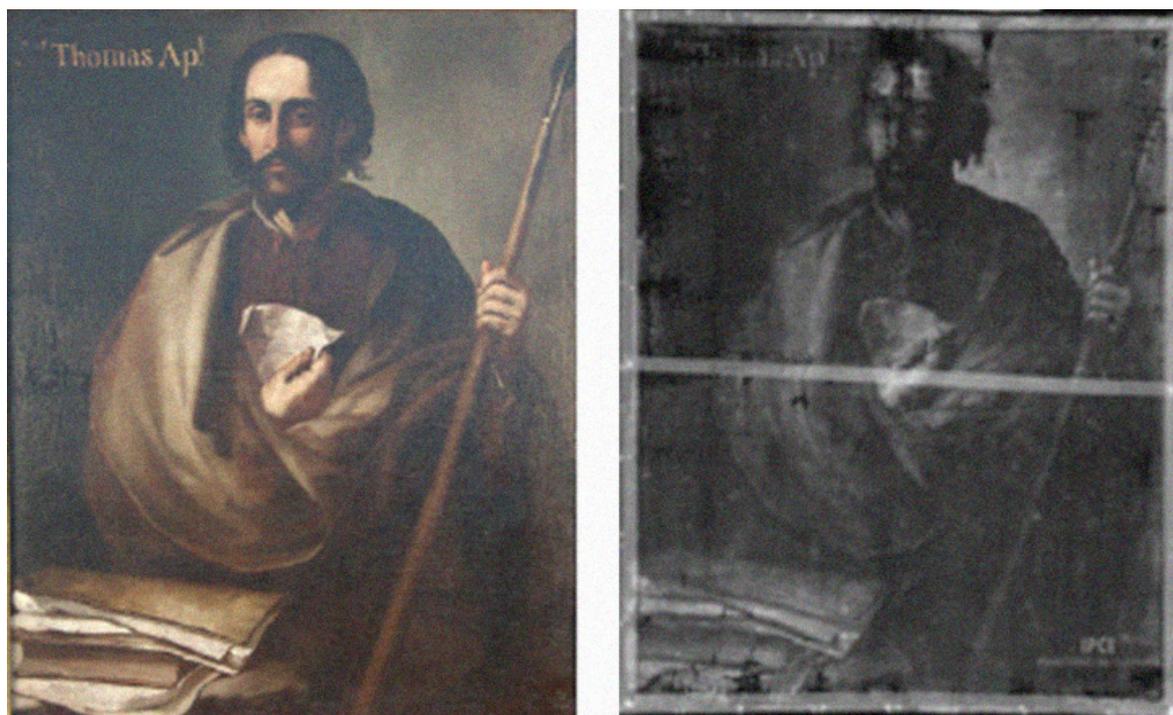


Fig. 160. Miguel March. *Santo Tomás*. S. XVII. O. s./L. 110,5x88,5 cm. (Fuente: CCRCLM).

Fig. 161. Radiografía general del cuadro. (Fig.160).

#### FICHA DEL ESTUDIO TÉCNICO REALIZADO

Técnica pictórica

O/L. prep. de tierra rojiza y tierras

Reentelado

NO

Radiografía

SI<sup>132</sup>

132 El examen radiográfico de esta obra, permitió valorar la afección que sufrió, debido a las extremas condiciones ambientales a las que estuvo expuesta. Este hecho, provocó las importantes pérdidas que afectaban también a las zonas con más capa de pintura.

---

ENGLISH TRANSLATION



## ACKNOWLEDGEMENTS

My most humble and sincere thanks to all those whom believed in this project and helped me fulfil it.

First and foremost, to my dear Professor, friend and Thesis' Director, Dra. M<sup>a</sup> Pilar Bustinduy Fernández, for teaching and instructing me so much with regards to the restoration of works of art and for instilling in me the respect and thoroughness that this profession deserves.

For her wise counsel, and for her patience in steering a boat threatening to drift at times.

It is a great honour and pride to live as a pupil, friend and professional along your side.

To the bright Dra. Natalia Gonzalez, Professor of the Cantabria's University, for her encouragement to go ahead, and for her reassurance when the end seemed so distant.

To all the staff of both Spanish and overseas' Museums, which have contributed with their assistance and helped me with my work.

Special gratitude to the following professionals and Institutions:

Jose Merino, Head of the Conservation and Restoration of the Bilbao's Museum of Fine Arts; Xavier Rossell, Conservation Restorer of Barcelona's Museum of Contemporary Art (MACBA); Rachel Billinge, Researcher of the Conservation Department of London's National Gallery; Naoto Yoshida, Center for Conservation Science and Restoration Techniques of The National Research Institute for Cultural Properties, Tokyo; Tomoko Sato, The University Museum, Tokyo University of the Arts; Rei Kozakai, Curatorial Department to Yamanashi Prefectural Museum of Art, Tokyo; Barbara Sommermeyer, Conservation Hamburger Kunsthalle; Marie Claire Guillard-Le Bourdelles, Head of Research and Collections of The Louvre's Museum and finally, Pilar Palacia, Director of the Rockefeller Foundation, Bellagio Center, Italia.

To the librarians of various Faculties, for their enthusiastic and friendly collaboration; in particular to Angela Saiz, from Cantabria's University, for her avid interest and professionalism in the bibliographic review and for her friendly approach.

To my dear cousin Susana, whom has helped me with the correct bibliographic interpretation in a foreign language, for her implication and dedication when needed.

My immense gratitude also to José María Lafuente, for his generosity and assurance, and the Archive Lafuente's team, specially Noelia, María José and Sonia, for their collaboration and support in my investigation.

To the Dra. Blanca Fernández Crespo, for her constant support and sharing her knowledge and expertise.

To Mela Dávila and Angel Gómez, for their help and encouragement.

To all my friends, for being there for me, for acknowledging the importance of this work and for their unconditional support.

Finally, I would like to dedicate this work to all my family; specially to my parents, for their courage and for imparting human values: effort and hard work; to my dearest sisters, Montse and Luzma, for your tolerance and understanding, and for bearing up with the pressures they have been under due to my work.

To my nephew Roberto, for his respect and admiration towards my academic progress.

**ABSTRACT**

The scientific research applied to the conservation of fine art, contributes to the conservation of our artistic and cultural historical legacy. Throughout our professional career we can appreciate through radiography, paintings which have been restored, and their level of intervention which varies from painting to painting.

The radiographs of lined paintings, provide sometimes, images which are more diffuse than average, this could, perhaps be due to the materials applied in the process of the lining of the painting.

Given that the total density of materials of low atomic weight end up with a higher absorption rate of radiation, it is likely that, lots of the radiographs carried out which depict these characteristics, provide altered images in respect to those which have not gone through a lining process.

*This investigation has focused on the study of radiographs taken from canvas paintings which have gone through a lining process, with the aim to verify if the radiographic data obtained, offers the same contrast as it would without the lining process. This would be attributed to the addition of other materials.*

There aren't any current studies which can shed any light to this matter, therefore it is not being possible to ascertain how the presence of the lining could affect the interpretation of the radiographic results carried out on the painting.

*The main objective of this thesis, is to demonstrate how the different materials used in the process of the lining of a painting, can alter the radiographic contrast and the grade of X-Ray absorption, which could cause modifications in the radiographic images and therefore affect their correct interpretation.*

In order to obtain the objectives, a practical test is carried out through radiography, which allows to distinguish the original materials constituent in a painting, and any additional materials added in the lining process.

*The results obtained in this investigation unmistakably show that the adhesives used in the lining process; glue and wax-resin, alter the radiographic image in terms of thickness and the nature of the pigments present in the paintings.*

## CONCLUSIONS OF THE PRACTICAL ESSAY

We have provided answers to the objectives set at the beginning of the thesis, and have characterized and individualized radiographically, the materials employed in the specimen paintings, as well as the materials added to the lining of the paintings.

We can then establish that the grade of absorption of these materials, ranges noticeably according to their atomic weight and density.

The differences observed in the analysed radiographic images are due to the level of X-Ray absorption brought by the characteristics of the materials of the specimens.

Thus, X-ray will penetrate plain fabric, as there is no absorption due to its low atomic weight and reduced density. The radiographic image will appear dark and with low contrast.

The preparation layers absorb more radiation than the fabric, however in this study, the differences in absorption in both white and red preparations, are not relevant as they perform in similar ways.

With regards to the pigments, white lead is the pigment which retains most radiation due to its high atomic weight, and prevents the visualization of any other added elements. While black pigments, like ivory and charcoal, retain the least, as they have opposite qualities to white lead.

Meanwhile the following colours : Cadmium Yellow, Cobalt Blue and Ultramarine show a similar medium-low level of absorption, whereas Cadmium Red reaches a medium-high level.

The level of absorption shown by the materials used in the specimens (from lowest to highest) is:

**Low;** fabric, red preparation, white preparation, Black Charcoal, Black Ivory and Ultramarine.

**Medium;** Cobalt Blue and Cadmium Yellow.

**High;** Cadmium Red.

**Very high;** White Lead.

Having analysed the individual performance of the materials, the plain cloth example, which is present in all specimens, the X-ray penetrates straight through the material, and there is no relevant data registered in relation to our study.

As the preparation layer is applied to the fabric, even though the absorption level is still low, some changes are observed as the absorption of radiation is increased, and this difference can be seen in the radiographic image in the appropriate border. This appears in a lighter grey tone, as seen in all the radiographs of the specimens **T**, and in both types of preparation. There were no significant differences detected amongst both (white and red).

With regards to the characterization and individualization of the specimens, in relation to their corresponding paintings, the specific characteristics of each pigment are demonstrated by its atomic weight and the method of the paint application, as the different thickness of the layers and the imprint of the brush used in the process, are reflected.

In relation to how the lining materials interact with each other, glue paste and wax resin, the biggest differences registered in the radiographic images in the particular series ( **T**, **R** and **R2** ) are related to the gradual implementation of the adhesives, which is much more noticeable when the thickness of both is increased.

In the series **R**, which corresponds to the implementation of the lining strips with a thin layer of glue paste and wax resin, a light attenuation in the general contrast of the radiograph is observed, more evident in *NH* and *NM*, as well as in Ultramarine . A lesser one is observed in the colours *Am Cd* and *Az C*.

This phenomenon is not registered on the *Red* nor the *B pb*.

In the series corresponding to **R2**; (implementation of glue paste and wax resin cookies) visibility is highlighted on the following: *NH*, *NM*, *Az U*, *Am Cd*, in both densities, and on *Az C*, whereby the interference of the glue paste with the paint is highly evident. To a lesser degree, the same is observed with wax resin. An even slighter extent is observed in the Cadmium Red. There aren't any interferences observed of both adhesives with White Lead.

Therefore, we can establish that the mineral nature of certain pigments, generally provide, highly contrast records, whereas the organic nature of other pigments, produce large bands of grey hues.

This action is very similar to some synthetic pigments' performance, such as the Ultramarine, studied here.

This method could be used as a non invasive form of identification for some pigments, as it would facilitate the researcher to ascertain if a pigment is of a mineral or synthetic origin (as the case of the Blue). However, as it is also well known, this single method would not be conclusive.

Generally, the slightly higher absorption shown by the glue paste, (as opposed to the wax resin), in the binding of the lining and in both densities is of lesser relevance. However, this phenomenon is replicated if the densities are increased through cookies, whereby it can be observed with clarity.

In summary and to conclude, we can establish that the adhesives added in the lining process, produce interferences in the radiographic images of paintings. Specially glue paste, with thickness over 0.5 mm, and even more evident if they reach 1.5mm.

A similar effect is produced with wax resin, of lesser extent however, as seen in the specimens: **R2 NH pr b** (Image 81); **R2 NH pr r** (Image 83); **R2 NM pr b** (Image 91); **R2 NM pr b**, details (Images 94,95); **R2 NM pr r** (Image 97); **R2 NM pr r**, detail (Image 99); **R2 Az U pr b** (Image 113); **R2 Az U pr b**, details (Images 114,115); **R2 Az U pr r** (Image 117); **R2 Az U pr r**, details (Images 119,121); which correspond to the pigments Black Charcoal, Black Ivory and Ultramarine.

This phenomenon, which responds to the increase in the rate of absorption of radiation of the adhesives, in addition to the pigments, is emphasized if the atomic weight of the pigments is of lesser value, whether they are organic or synthetic origin.

On the contrary, if there are pigments present of high atomic weight, such as White Lead, whether in the pictorial layer or in the preparation (as we have checked in the essay application of the painting *San Francisco en oración*, there aren't any interferences produced in the studied adhesives. The high atomic weight of this pigment prevents the display of this phenomenon.

However, a similar effect would be produced if there were any materials present with high mineral content or atomic weight, as the original information would be recorded, just as the last assay has demonstrated.

All this makes us conclude that: *“the radiographic analysis of fine art (paintings), should always be carried out by specialists, whom will bear in mind the paintings' original constitution as well as the history of their materials”*.

*“If these paintings have gone through a lining process, the effect the adhesives could have in the radiographic image (depending on the atomic weight of the original materials), should be taken into account. It is known that any interference is greater if the pigments' atomic weight is low”*.

*“When the canvas is either prepared or painted with white lead, most of the information is stored under each pigment, which prevents the extraction of data of other layers in the painting”*.

## **NEW LINES OF INVESTIGATION**

During the development of this thesis, we have left opened various lines of enquiry, which due to their complexity, they require new leads of investigation.

We have focused in this thesis, on the interference of adhesive materials in the lining process, mainly with six pigments of natural origin and one of synthetic origin. Results point to noticeable interferences found when synthetic pigments (the majority of low atomic weight) were implemented with any other material.

On the other hand, we have studied the effect of two adhesives, used traditionally, and both of natural origin. It would be of great interest to know the effect of synthetic adhesives, such as BEVA gel, a substitute to wax resin, or other polymer mixes with charges, as it is not known how they would react through X-Ray.

We should not forget either, the results obtained in relation to the presence of white lead in paintings, both in the pictorial layer, as well as the preparation, as the effects in the radiography are worth revising.