

ESTUDIO DE LOS MÉTODOS DE REPRODUCCIÓN DE LAS MARCAS DE AGUA EN LOS DOCUMENTOS MEDIEVALES¹

M^a Dolores Díaz de Miranda Macías
Monasterio de Sant Pere de les Puel·les
Barcelona

Juan Sánchez Sánchez
Instituto del Patrimonio Cultural Español
Madrid

Loreto Rojo García
Comisaría General de Policía Científica
Madrid

Introducción

Las filigranas o marcas de agua desde su introducción en la elaboración del papel hasta nuestros días son el elemento identificador más importante de este soporte escritorio². Su imagen, fruto de la huella que dejan unos hilos metálicos cosidos a la verjura de la forma, se visualiza al observar el papel al trasluz. En el estudio del papel medieval la representación de la imagen de la filigrana es, sin discusión alguna, el dato que más información nos puede aportar sobre el origen o la ruta comercial que ha seguido el papel, de aquí la necesidad de contar con unos medios adecuados que permitan su visualización y reproducción.

A través de este estudio hemos buscado y analizado los métodos que son económicamente más asequibles y a la vez más sencillos y fidedignos para reproducir las filigranas papeleras³. Estudio de carácter interdisciplinar que tiene como trasfondo los trabajos que hemos estado realizando para la creación del Corpus de Filigranas Hispánicas⁴ y la tesis doctoral de M^o Dolores Díaz de Miranda.⁵

1 Esta ponencia se presentó en el XI Congreso de Sevilla pero por no haber llegado en tiempo no se incluyó en las actas.

2 La más antigua data del año 1282. (BRIQUET, 1991: filigrana nº 5.410); (VALLS 1978: filigrana nº 21).

3 Recientemente se ha publicado un estudio magnífico que analiza diversas técnicas de reproducción de las filigranas, pero los resultados dejan sin estudiar dos técnicas (la fotografía y el escaneado) que consideramos muy factibles para las posibilidades y medios con que contamos en la actualidad la mayoría de los investigadores. (STAALDUINEN, 2010: 15-38).

4 "La création d'un Corpus des Filigranes Hispaniques en ligne" [HIDALGO y DÍAZ DE MIRANDA, 2013: 169-174]. "La creación del Corpus de Filigranas Hispánicas online" (DÍAZ DE MIRANDA, M^oD., 2011: 185-206).

5 Análisis y desarrollo de una base de datos para el estudio del papel y de las filigranas: fuente para la elaboración de la historia del papel en España. (DÍAZ DE MIRANDA, M^oD., 2013, inédita)

Si hacemos un recorrido por los diversos métodos empleados para reproducir las filigranas los podríamos clasificar en cuatro grandes grupos atendiendo a si predomina la técnica de obtención manual: copia por calco o por frotado; el sistema fotográfico: fotografía por transparencia, por contacto directo, por UV-papel Dylux o fosforescencia; el método radiográfico: radiografía con rayos X de baja intensidad, betagrafía o electrón radiografía y, finalmente, un grupo heterogéneo en el que situaríamos el resto de métodos como el escaneado, el método Back light, la filmación por vídeo cámara, la termografía etc.

Métodos de captación de filigranas

Esquemáticamente podemos agrupar los métodos mencionados del siguiente modo⁶:

- **Manuales:**

Calco.

Frotado.

- **Fotográficos:**

Fotografía: por transparencia, analógica o digital, y por contacto.

UV-papel Dylux⁷

Fosforescencia

- **Radiográficos⁸:**

Radiografía con Rayos X de baja intensidad.

Betagrafía⁹.

Electrón radiografía.

- **Otros:**

Escáner.

Back Light¹⁰

Vídeo Espectro Comparador VSC.

Termografía¹¹, etc.

6 Una valiosa publicación, realizada hace quince años, es la que ofrece el Museo del Louvre sobre las técnicas de reproducción de la imagen en ese momento en uso (CHAPELLE y LE PRAT, 1996). Actualmente, la aparición de nuevas técnicas cuestiona la técnica tradicional del calco manual, aunque en calcos como los de Piccard se ha demostrado la alta fidelidad de las reproducciones respecto al original. (DELFT y DIETZ, 2007: 27-30).

7 (GRAVELL, 1975: 95-104).

8 Una breve explicación de estos métodos se puede encontrar en (DIETZ y DELF, 2009: 67-69)

9 (CAMPOS, 1995: 354-359)

10 La imagen es transluminada por una fuente de luz consistente en una placa ultra delgada de acrílico y con un sistema de puntos que reflejan hacia la cara delantera del acrílico la luz producida por dos tubos CCFL (lámpara catódica fluorescente fría) colocados en dos cantos del acrílico

11 Esta técnica que consiste en radiaciones infrarrojas está siendo utilizada por la BSB, Biblioteca de Muenchen, para reproducir su colección de libros xilográficos (Blockbuecher) del siglo XV. <<http://www.bsb-muenchen.de/Blockbooks-Xylographa>>. [Consultado: 27.03.2011].

Entre los sistemas manuales, se encuentra el dibujo esquemático a mano alzada de la filigrana. En el Museo Meermanno de la Haya se conservan numerosos ejemplos de esta técnica que están recogidos en la colección y en los trabajos del erudito holandés Gerard Meerman (1722-1771)¹² (véase ilustración nº 1). Actualmente es una técnica en desuso, aunque excepcionalmente se pueden encontrar trabajos que la utilizan¹³.

El *calco manual* realizado sobre la filigrana original es la técnica manual más difundida, técnica consagrada por los grandes padres de la filigranología: Charles Moïse Briquet y Gerhard Piccard, y que ha llegado hasta nuestros días como la elegida por la práctica totalidad de los investigadores. Sin embargo, desde hace unas décadas los nuevos sistemas de reproducción de la filigrana, que comentaremos más adelante, ofrecen nuevas posibilidades a la vez que cuestionan su primacía.

Una versión, llamémosla, moderna de esta técnica manual sería el calco digital sobre la filigrana original o el dibujo digital sobre una reproducción de la misma, técnica que presentamos como inédita y cuya paternidad debemos a Juan Sánchez¹⁴.

El *frotado* es otro método manual muy sencillo que consiste en obtener la impresión de la huella de la filigrana en un papel mediante el “rayado” de su superficie con una mina de grafito¹⁵; es un sistema que se utiliza también en arqueología o en encuadernación para obtener el relieve de la decoración de las cubiertas, y que nos recuerda nuestros juegos de la infancia en los que conseguíamos reproducir la impronta de la efigie de las monedas en un papel de seda.

Los métodos fotográficos, aunque son económicamente más costosos que los anteriores, en general también son sencillos y asequibles, si bien alguno de ellos, como la fotografía analógica por contacto es engorroso al ser necesario trabajar con la hoja en la que está la filigrana en un laboratorio fotográfico, o en otros casos es difícil adquirir determinados materiales, como las hojas Dylux. El tradicional método fotográfico, basado en la impresión de la imagen en una película fotosensible actualmente está desbancado por la fotografía digital, que ofrece la posibilidad de obtener la imagen instantáneamente y trabajar con ella directamente.

12 Agradecemos la gentil guía de Jos van Heel, conservador del museo, que nos ofreció la oportunidad de conocer y consultar esta colección hace un año.

13 Como en el estudio de la documentación del Vallfogona hechos por nuestro colega y amigo Sergi Gascón (GASCÓN, 2007: 313-390)

14 Juan SÁNCHEZ, “Calcos digitales”. Conferencia impartida en las I Jornadas de Filigranas celebradas en el IPCE, Madrid 20 y 21 de mayo de 2010.

M^a Dolores Díaz de Miranda y J. Sánchez. «Elección y optimización de los sistemas de obtención de las imágenes de las marcas de agua». En Actas del XVIII Congreso Internacional de Conservación y Restauración de bienes Culturales, Granada, 9-11 de noviembre: Universidad de Granada, 2011 pp. 425-429.

15 La colección más importante de reproducciones hechas con este sistema es la WIES de Gerard van Thienen, accesible en internet (<http://www.ksbm.oeaw.ac.at/wies/>). Cfr. (THIENEN, ENDERMAN y DÍAZ-MIRANDA, 2008: 239-261).

Los resultados obtenidos con los métodos comentados son superados por los métodos radiográficos, como es el caso de las excelentes electrón radiografías que hemos visto en la Real Biblioteca de La Haya (la Koninklijke Bibliotheek) y que tienen en su Web al abasto de los usuarios, (Watermarks in Incunabula in the Low Countries, WILC)¹⁶, o los resultados que se están obteniendo con la radiografía de baja intensidad¹⁷, pero son métodos que por ahora hemos de descartar al no ser accesibles a la gran mayoría de las instituciones e investigadores, debido a su elevado coste y a un mínimo de medidas de seguridad que se han de tener en su manejo.

Sobre los demás métodos de reproducción, comentaremos el *escaneado* y la reproducción con el Vídeo Espectro Comparador (VSC), que la Policía Científica Nacional emplea para la autenticación de los documentos y obras de arte, y que Loreto Rojo ha aplicado en el estudio de las filigranas. En esta publicación es la primera vez que se analiza su utilidad en el estudio de la filigrana.

Estudio de la obtención de la imagen de la filigrana

A raíz de la creación del Corpus de Filigranas Hispánicas sentimos la urgencia de hacer una revisión de los métodos existentes de reproducción de las filigranas para buscar aquellos que se adecuan mejor a este proyecto. Es decir:

- a) que pudieran ser utilizados por un amplio público de investigadores y de instituciones,
- b) que ofreciera unos costes económicos razonables y
- c) que permitiera una alta fidelidad a la imagen original.

Tarea que hemos hecho desde la interdisciplinariedad, ya que hemos participado representantes de tres instituciones: el Monasterio de Sant Pere de les Puel·les de Barcelona, el Instituto del Patrimonio Cultural de España y la Sección de Documentoscopia de la Unidad Central de Criminalística de la Comisaría General de Policía Científica de España¹⁸.

Partimos del resultado que en estos años M^a Dolores Díaz de Miranda había conseguido a través de tres estudios:

- a) 300 filigranas sacadas por los sistemas de calco manual, frotado y fotografía convencional en B/N, (aproximadamente 1.500 reproducciones).
- b) 100 filigranas obtenidas por calco manual, frotado y fotografía digital, (aproximadamente 500 reproducciones).
- c) 1.600 filigranas hechas por calco manual.

¹⁶ <http://watermark.kb.nl/>. La existencia en esta Web de 4.300 imágenes obtenidas por la electrón radiografía y 11.700 por el sistema de frotado permite el estudio comparativo de ambas técnicas. (THIENEN y VELDHUIZEN, 2007: 65-69).

¹⁷ Los resultados comparativos de estas técnicas en el estudio de las filigranas en obras de arte son muy ilustrativos, tal como Manfred SCHREINER (2009) expuso en el Simposio celebrado por el Bernstein en Viena el mes de febrero del 2009.

¹⁸ Además, en la redacción final del texto contamos con el asesoramiento del Dr. Manuel Pedraza (Departamento de Ciencias de la Investigación de la Universidad de Zaragoza).

Los dos primeros grupos le habían permitido comparar los tres sistemas utilizados en una misma filigrana. Los resultados en el tratamiento de estas imágenes presentaban problemas en cuanto a la exactitud de las reproducciones conseguidas por el sistema de calco manual con las imágenes originales, a la claridad de las imágenes logradas por el frotado cuando la huella de la filigrana era tenue y a la nitidez de la filigrana por la fotografía cuando hay mucha densidad de graffas o es débil la impronta de la filigrana en el papel, y, finalmente, al tiempo que se ha de emplear para obtener la imagen.

Tomando como base estos resultados, planificamos el estudio sistemático de un grupo de filigranas utilizando diferentes sistemas de reproducción de sus imágenes, comparando los resultados y evaluando los pros y contras de cada sistema. Para ello elegimos como nuestra 38 documentos de papel de los siglos XIV-XV, perteneciente al archivo diocesano de Girona¹⁹. Los sistemas de reproducción de la imagen los clasificamos en dos grupos:

1) *Obtención de la imagen original* mediante frotación, fotografía o escaneado, sin ningún tipo de interpretación de la misma. Para poder trabajar con los frotados los tuvimos que convertir en imágenes digitalizadas.

Completamos el estudio con el Vídeo Espectro Comparador VSC 5000, de la Policía Científica Nacional, que nos permitió obtener la imagen de la filigrana con luz natural, con luz transmitida, con luz ultravioleta e infrarroja y con luz oblicua lateral derecha, izquierda y combinada.

2) *Elaboración de calcos* mediante:

- Calco manual sobre la imagen original.
- Dibujo digital sobre imagen digital de un frotado, fotografía o escaneado.

Con estos sistemas sacamos 1.250 imágenes de las 38 filigranas. (Véase Tabla Anexa nº1).

Sistemas y métodos de obtención de imágenes objeto de este estudio

1. Calco manual

Descripción de la técnica: Sobre una superficie plana iluminada colocamos la hoja que lleva la filigrana, encima pusimos una lámina protectora transparente y sobre ésta un papel vegetal en el que dibujamos, con un lapicero, la silueta de filigrana. Finalmente, emplazando el papel vegetal sobre una mesa repasamos el dibujo con una pluma de tinta capilar²⁰.

¹⁹ *Testaments I, años 1348-1497*, Parroquia de Cogolls, Gerona. Archivo Diocesano de Gerona. Agradecemos a Joan Villar, archivero, que nos haya permitido el estudio de estos documentos, depositados en el Taller de Restauración del Monestir de Sant Pere de les Puel·les y el permiso de su traslado al IPCE y a la Policía Científica de Madrid para completar el tratamiento de las imágenes.

²⁰ Se puede encontrar de forma detallada tanto la descripción de esta técnica como la del frotado y de la fotografía en (DÍAZ DE MIRANDA y HERRERO MONTERO, 2009: 90-100).

Características de los materiales empleados:

- superficie iluminada: caja de luz fluorescente de cátodo frío de $5000^{\text{a}} \pm 270^{\text{a}}$ K (Medalight).
- lámina protectora: de tereftalato de polietileno de 0,75 mm (Melinex).
- papel vegetal: papel vegetal plotter de 70-75 gr/m² (Guarro).
- portaminas de mina de grafito 2B/0,5 mm (Faber Castell).
- pluma de tinta capilar de 0,6 mm (Rotring).

El objeto de este ensayo fue determinar la fidelidad de la reproducción al original. Este parámetro lo graduamos en una escala del 1 a 5 en razón de:

- Muy baja 1
- Baja 2
- Media 3
- Buena 4
- Muy buena 5

Resultados obtenidos respecto a la fidelidad de la reproducción a la filigrana original: Véase la Tabla Anexa N° 4: “Resultados obtenidos en la reproducción: Manual, Ordenador, Tableta”.

La fidelidad de la reproducción al original depende en primer lugar de la nitidez de visualización de la filigrana, que está condicionada por la profundidad de la huella que ha producido la “matriz” de la filigrana en el pliego de papel formado y por la existencia de grafías en la hoja que lleva la filigrana; así, en las hojas en las que la huella de la filigrana es muy tenue y la densidad de las grafías muy alta resulta difícil hacer una lectura correcta de la imagen de la filigrana y se corre el riesgo de hacer calcos que difieren sensiblemente de la imagen original. Uno segundo factor que interviene es el grado de dificultad y complejidad de la imagen de la filigrana; así, por ejemplo, es más difícil dibujar círculos que trazos lineales o calcar una imagen sencilla que una compuesta por múltiples elementos afiligranados, tal como se puede comprobar en el racimo de uvas de la filigrana N° 726, que se muestra en la ilustración n° 2.

2. Frotado

Descripción de la técnica: Situamos el documento con la filigrana sobre una superficie dura iluminada, colocamos una hoja de papel fino y con un lapicero blando rayamos la superficie obteniendo el dibujo.

Características de los materiales empleados:

- Papel:
 - a) papel de seda copiadador de 12,5 gr/m²
 - b) papel de seda 20 gr/m²
 - c) papel continuo fino, tipo biblia, de 40 gr/m²
 - d) papel vegetal 70-75 gr/m² (Guarro)

- Lapicero: barra de Barra Graphite pure 2900 de Faber Castell de las siguientes durezas:
 - a) 2B
 - b) 3B
 - c) 6B
- Superficie iluminada: caja de luz fluorescente de cátodo frío de $5000^a \pm 270^a$ K (Medalight).

El objeto de este ensayo tenía por finalidad determinar el tipo de papel más idóneo y la dureza del lapicero, valoramos la mayor o menor idoneidad de estos materiales bajo los parámetros de visibilidad de la reproducción de la filigrana e interferencia del texto del documento original en la lectura de esta reproducción de la imagen.

Los parámetros los graduamos atendiendo a:

VISIBILIDAD		INTERFIERE EL TEXTO	
Muy baja	1	Muchísimo	5
Baja	2	Mucho	4
Media	3	Algo	3
Buena	4	Poco	2
Muy buena	5	Nada	1

Resultados obtenidos respecto a la visibilidad de la imagen: Véase la Tabla Anexa N° 2 “Resultados obtenidos en la captación manual: Frotado”.

De los papeles utilizados los menos idóneos son los papeles excesivamente finos o “duros” (papel vegetal) y los lapiceros de grafito muy blandos -6B-. Los mejores resultados los hemos logrado con un papel fino, tipo biblia, de 40 gr/m² y rayando con un lapicero de Graphite pure 3B (2900 de Faber Castell), también con un lapicero 2B obtuvimos buenos resultados. Normalmente la calidad del frotado es inferior a la de la fotografía y el escaneado, sólo cuando la densidad de la grafía sobre la filigrana es muy alta la calidad del frotado puede llegar a ser sensiblemente superior a estas dos técnicas, como muestra la ilustración n° 3.

Para poder trabajar con los frotados tuvimos que convertirlos en imágenes digitalizadas, valoramos la digitalización por medio de la fotografía digital y por el escaneado²¹, también tratamos alguna de las imágenes obtenidas con el programa Adobe Photoshop CS para ver si era posible mejorar los resultados logrados. Constatamos que la digitalización de la imagen del frotado por medio de fotografía digital o escaneado no ofrece diferencia en el resultado. La imagen del frotado tratada con el programa Photoshop puede mejorar la visibilidad de la filigrana.

21 La cámara empleada fue la Olympus E-330 y el escáner CanoScan 3000, a 300 dpi y en escala de grises.

3. Fotografía con cámara digital

Descripción de la técnica: Colocamos la hoja con la filigrana sobre una superficie luminosa, sobre esta pusimos una regla milimetrada y fotografiamos la imagen con una cámara digital,

Instalada en un soporte fijo.

Características de los materiales empleados:

- Caja de luz de lámpara fluorescente de cátodo frío de $5000^a \pm 270^a$ K (Medalight).
- Soporte fijo para la cámara fotográfica (Kaiser).
- Cámara fotográfica réflex digital (Olympus E-330).
- Formato de la imagen: JPG.

El objeto de este ensayo fue analizar la imagen obtenida bajo los parámetros de visibilidad de la reproducción de la filigrana e interferencia del texto del documento original en la lectura de esta reproducción de la imagen.

Resultados obtenidos respecto a la visibilidad de la imagen: Véase la Tabla Anexa N° 3: “Resultados obtenidos en la captación digital” y la imágenes de las filigranas N° 704 y 712.

Influyen fundamentalmente dos factores: profundidad de la huella de la filigrana en la hoja de papel y la existencia y densidad de grafías sobre la zona donde se ubica la filigrana.

4. Fotografía con el Vídeo Espectro Comparador

Características de los materiales empleados: el VSC 5000 es un aparato que permite la obtención de imágenes mediante la combinación de intensidades de luz con filtros predeterminados, asociados a un programa informático, fotografía y scanner.

Descripción de la técnica: Situamos la hoja con la filigrana sobre la superficie del área de trabajo del VSC y realizamos la toma de las imágenes bajo las siguientes condiciones de iluminación:

- *Fotografía natural:* Luces: Proyector 100%; Paso Largo: 668; Pasabanda: DESCON-; Aumento: 2,042; Exposición automática (Integración: 1/30 Sec, Iris: 50%, Ganancia: 0dB); Brillo: Auto; Contraste: Auto.
- *Fotografía al trasluz:* Luces: transmitida 100%; Paso largo: VIS; Paso largo: VIS; Pasabanda: DESCON-; Aumento: 2,042; Exposición automática (Integración: 0.75 Sec, Iris: 50%, Ganancia: 0dB); Brillo: Auto; Contraste: Auto.
- *Fotografía con luz infrarroja:* Luces: Proyector 445-640; Paso Largo: 668; Pasabanda: DESCON-; Aumento: 2,042; Exposición automática (Integración: 2,4 Sec, Iris: 53%, Ganancia: 2dB); Brillo: Auto; Contraste: Auto.

- *Fotografía con luz ultravioleta*: Luces: transmitida UV; Paso largo: VIS; Paso largo: VIS; Pasabanda: DESCON-; Aumento: 2,042, Exposición automática (Integración: 2,4 Sec, Iris: 55%, Ganancia: 0dB); Brillo: Auto; Contraste: Auto.
- *Fotografía con luz rasante*: izquierda, derecha y combinada:
 Combinada: Luces Lateral L y R; Paso largo: VIS; Pasabanda: DESCON-; Aumento: 2,042; Exposición automática (Integración: 1/2 Sec, Iris: 50%, Ganancia: 0dB); Brillo: Auto; Contraste: Auto.
 Derecha: Luces Lateral R; Paso largo: VIS; Paso largo: VIS; Pasabanda: DESCON-; Aumento: 2,042; Exposición automática (Integración: 1 Sec, Iris: 50%, Ganancia: 0dB); Brillo: Auto; Contraste: Auto.
 Izquierda: Luces Lateral L; Pasabanda: DESCON-; Aumento: 2,042; Exposición automática (Integración: 1 Sec, Iris: 50%, Ganancia: 3dB); Brillo: Auto; Contraste: Auto.

El objeto de este ensayo fue analizar la imagen obtenida bajo los parámetros de visibilidad de la reproducción de la filigrana e interferencia del texto del documento original en la lectura de la reproducción de la imagen.

Resultados obtenidos respecto a la visibilidad de la imagen: Véase la Tabla Anexa N° 3: “Resultados obtenidos en la captación digital”.

La fotografía con luz transmitida ultravioleta o luz infrarroja ofrece datos interesantes sobre las tintas y el estado de conservación del documento (véase la imagen con luz infrarroja de la filigrana N° 704), pero la calidad de la imagen reproducida es generalmente muy inferior a la lograda por medio de una luz fría, sólo en un caso con la luz infrarroja y en otro con la ultravioleta la visibilidad fue superior, pero en ningún caso llegó a ser superior a la alcanzada con el escáner, tal como se puede comprobar en las imágenes correspondientes de la filigrana N° 712.

La fotografía con luz rasante (oblicua) aporta datos válidos sobre la textura del papel y la impronta de la filigrana. Es muy útil para determinar el lado de la hoja que ha estado en contacto con la forma, sin embargo la imagen obtenida no suele servir para reproducir la filigrana. Véase las imágenes de las filigranas N° 704 y 712 del anexo.

5. Escaneado

Descripción de la técnica: Colocamos la hoja con la filigrana sobre la superficie de la pantalla del escáner y obtuvimos su imagen.

Características de los materiales empleados: ensayamos con cuatro tipos de escáner.

- Escáner de la Copiadora – Impresora Infotec ISC 2525, en el modo “escala de grises”, resolución 300 dpi y formato de la imagen JPG.
- Escáner de mano Reflecta KWIK-Scan, en el modo “color contacto”, resolución 300 y 600 dpi, formato JPG.
- Escáner de negativos EPSON Perfection V500.
- Escáner de negativos EPSON Perfection V700 PHOTO.

El objeto de este ensayo fue comprobar si se podía obtener la imagen de la filigrana con un escáner y valorar la calidad de esta imagen bajo los parámetros de visibilidad de la reproducción de la filigrana e interferencia del texto del documento original en la lectura de esta reproducción, según la graduación arriba descrita.

Resultados obtenidos respecto a la visibilidad de la imagen: Véase la Tabla Anexa N° 3: “Resultados obtenidos en la captación digital”.

Solamente los escáneres para negativos nos han permitido la reproducción de la imagen de la filigrana²². La diferencia principal entre los escáneres V500 y V700 está en el área de trabajo que en el primero es de 11,5 x 25 cm y en el segundo de 20 x 25 cm.

Con estos dos escáneres la calidad de la imagen, en muchos casos, es sensiblemente superior a la lograda por medio de la fotografía digital.

El escaneado de las filigranas no ofrece problemas cuando se trata de documentos sueltos, si el documento forma parte de una encuadernación, legajo u otro sistema en el que las hojas están cosidas entre sí es muy complicado utilizarlo. Igual que en el caso de la fotografía influye en la calidad de la imagen obtenida la profundidad de la impronta que ha dejado la huella de la filigrana en la hoja de papel y la existencia y densidad de grafías sobre la zona donde se ubica la filigrana.

Por lo tanto, para documentos sueltos el escáner V700, (con una superficie de escaneado de 20 x 25 cm) en modo “profesional” y resolución 300 dpi, cubre la mayoría de los formatos de filigranas. Siempre se ha de poner una regla al lado de la filigrana, para tener la escala de dimensionalidad. La calidad de estas imágenes es seguida por las logradas con la fotografía digital con luz transmitida (se utilizará una hoja o caja de luz), que sirve tanto para documentos sueltos como encuadernados, también se ha de poner una regla para tener la escala de dimensionalidad. En ambos métodos la imagen se verá interferida por el texto que hubiere sobre la filigrana.

²² Nicolangelo Scianna nos ha informado que está trabajando sobre la optimización y comercialización de un escáner manual que ofrezca los mismos resultados que el escáner de negativos (SCIANNA 2009: 369).

6. Dibujo digital sobre una reproducción

Descripción de la técnica: contando con una reproducción de la filigrana (frotado, fotografía o escaneado), que se visualiza en la pantalla del ordenador, con un programa de dibujo se realiza el calco de la imagen sobre una tableta digitalizadora o sobre la pantalla del ordenador.

Características de los materiales empleados:

- Documento original o reproducción fotográfica digital o frotado de la filigrana.
- Ordenador
- Tableta digitalizadora: Wancon Intuos3, área activa de 48'7 x 30'4 cms y una resolución de 5.080 dpi.
- Programa de dibujo Inkscape

El objeto de este ensayo fue determinar la fidelidad de la reproducción al original: haciendo el dibujo sobre:

- a) una tableta digitalizadora y
- b) sobre la pantalla del ordenador.

Otra consideración que tuvimos en cuenta fue la experiencia de la persona que realizaba el ensayo. Con la tableta digitalizadora la persona que hacía la reproducción era la primera vez que utilizaba este instrumento y en el segundo caso, la reproducción de la imagen en el ordenador, la persona disponía de experiencia de trabajo con este instrumento.

Este parámetro lo graduamos en una escala del 1 a 5, de la misma forma que en el apartado nº 1 (Calco manual).

Resultados obtenidos respecto a la fidelidad con el original: Véase la Tabla Anexa Nº 4: "Resultados obtenidos en la reproducción: Manual, Ordenador, Tableta".

Se pueden conseguir dibujos vectoriales de las filigranas con calidades "Buenas" o "Muy buenas" en el *ordenador* con el programa Inkscape. Una de las ventajas es que el dibujo digital vectorial se puede ampliar sin pérdida de calidad de imagen y se puede rectificar fácilmente, también es posible realizar el trabajo en cualquier momento ya que se trabaja con imágenes previamente digitalizadas. En la reproducción se dibujará también la regla para tener la referencia de dimensionalidad de la filigrana.

Con la *tableta digitalizadora* se puede trabajar directamente sobre la filigrana del documento original, sobre el calco manual de ésta o viendo en la pantalla del ordenador la imagen de una reproducción de la filigrana. En los dos primeros casos los resultados pueden ser similares a los del calco manual, siempre que la persona tenga cierta experiencia y destreza en el manejo de la tableta digitalizadora y el programa Inkscape; pero, como se ha de dibujar la filigrana contorneando su silueta con el lapicero de

la tableta digital, el trazo dibujado aparece discontinuo, ya que no se está aplicando el dibujo vectorial. En el tercer caso los resultados son los arriba comentados para el dibujo digital en el ordenador.

Tanto con el ordenador como con la tableta digitalizadora, cuando se saca la imagen de la filigrana su visibilidad estará interferida por el texto, si lo hubiere, excepto cuando se trabaja sobre la imagen del calco manual o la reproducción de un frotado.

Los resultados obtenidos por el dibujo digital son variables respecto al calco manual, no podemos decir que siempre son superiores, pero tampoco podemos asegurar que el calco manual es más fiable que el dibujo digital, como se puede ver en las imágenes de las filigranas N° 704 y 712. Si la reproducción de la imagen de una filigrana por cualquiera de estos dos sistemas se acompaña de las imágenes obtenidas por un sistema directo como el frotado, la fotografía o el escaneado, podemos asegurar que el calco manual no ofrece grandes ventajas sobre el dibujo digital, excepto cuando la silueta de la filigrana se percibe con dificultad, ya que el ojo humano puede llegar a captar y reflejar en la reproducción lo que los anteriores métodos no llegan a recoger de la filigrana, como se puede apreciar en la ilustración nº 5.

Resultado del estudio comparativo de estas técnicas

La metodología seguida y los resultados los ofrecemos en las tablas anexas. Para cada filigrana elaboramos una ficha con las imágenes obtenidas: "Reproducción de la imagen de la filigrana", debido a los límites de esta publicación sólo ofrecemos las de la filigrana N° 704 y 712. Seguidamente valoramos los sistemas de reproducción según los parámetros ya descritos y colocamos en una tabla general los resultados más significativos, a tenor de éstos sacamos las siguientes conclusiones:

1. En cuanto a la obtención de la imagen original:
 - En documentos individuales o sueltos: el escaneado y la fotografía digital dan muy buenos resultados. Entre ambos preferimos el escáner, puesto que su coste es similar a una buena cámara fotográfica digital, permite los mismos resultados (a veces algo mejores), reproduce la imagen con las mismas dimensiones del original y el proceso y tratamiento de las reproducciones es más rápido que con la cámara fotográfica.
 - Para documentos que formen parte de un libro encuadernado: la fotografía digital y el frotado son los métodos preferibles.
 - La fotografía con luz transmitida ultravioleta o luz infrarroja ofrece datos interesantes sobre las tintas y el estado de conservación del documento, pero la calidad de la imagen reproducida suele ser inferior a la lograda por medio de una luz fría.
 - La fotografía con luz rasante (oblicua) aporta datos válidos sobre la textura del papel y la impronta de la filigrana. Es muy útil para determinar el lado de la hoja que ha estado en contacto con la forma, sin embargo la imagen obtenida no suele servir para reproducir la filigrana.

2. En la obtención de la imagen por interpretación directa de su silueta o sacada de una reproducción de la misma:

- El calco manual del documento original está sometidos a los errores propios de la lectura humana del original y a la destreza en dibujarlo.
- El calco digital de la fotografía, el escaneado o el frotado de una filigrana se puede hacer por medio de un programa de dibujo vectorial lográndose tan buenos resultados o incluso superiores al calco manual. También está sometido a errores humanos de lectura de la imagen original o de la destreza para reproducirla. Se necesita un tiempo de aprendizaje para manejar el programa. Es un método cuyas posibilidades son muy innovadoras pues permite trabajar con la imagen sin necesidad del documento original, hacer la corrección instantánea o posterior del dibujo y guardarla en baja resolución sin perder calidad.

El calco digital también se puede obtener directamente del documento original, debidamente protegido, mediante una hoja de luz y una tableta digital, pero el trazo saldrá discontinuo.

3. Respecto a los sistemas descritos es necesario señalar que:

- Con el frotado los mejores resultados los hemos conseguidos empleando una hoja de papel continuo fino de 40-50 gr/m² y un lapicero de grafito puro de 2B - 3B, la superficie se raya de izquierda a derecha manteniendo un ángulo de inclinación de unos 45°.
- La fotografía digital la hemos hecho instalando la cámara en un soporte fijo y manteniéndola paralela al documento que estaba sobre una caja u hoja de luz fría. Al lado de la filigrana colocamos una regleta milimetrada. Sobre la filigrana se puede colocar un cristal, en este caso al zoom de la cámara se le ha poner una lente antirreflejo.
- El escaneado lo hicimos con un escáner de diapositivas, colocamos sobre el cristal una regleta milimetrada y encima el documento.
- El calco con la tableta digital hemos comprobado que tiene la misma validez con las distintas gamas de modelos que ofrece la casa Wacom, desde los más sencillos a los que ofrecen múltiples aplicaciones.
- El programa de dibujo digital vectorial que elegimos es el Inkscape, que se puede descargar gratuitamente de Internet, es fácil de utilizar y tiene múltiples recursos con el que consigue óptimos dibujos.

Conclusión final

Los resultados obtenidos, teniendo en cuenta las características de los papeles, se pueden aplicar a la documentación manuscrita en papel de los siglos XIV al XVIII. Para la documentación impresa, la intensa impronta que en algunos casos dejan los tipos reduce tanto la visibilidad de la filigrana que los resultados que hemos obtenido por medio del fotografiado o escaneado de la filigrana pueden variar.

Como conclusión a este estudio, proponemos la obtención de dos tipos de imágenes: la imagen original (por frotado, fotografía o escaneado) y la imagen que sería el esquema de la filigrana (calco o dibujo). Esta segunda imagen se sacaría en un segundo tiempo a la reproducción de la imagen de la filigrana original, excepto en el caso del calco sobre el documento original. En cuanto al calco manual de la filigrana original creemos que para las situaciones en que la imagen de la filigrana original es nítida puede ser sustituido por la fotografía digital o el escaneado, y en un segundo momento se obtendría de esta imagen el esquema de la filigrana con una tableta digital o un programa digital de dibujo. Sólo cuando la imagen de la filigrana original no sea clara, por ser su impronta débil o defectuosa o estar en un documento profusamente escrito o impreso, el calco manual permite reflejar elementos que capta el ojo humano y que no se perciben en los demás sistemas comentados.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRIQUET, C.M. (1991): *Les filigranes. Dictionnaire historique des Marques du Papier dès leurs apparition vers 1282 jusqu'en 1600*. Georg Olms, Hildesheim-Zürich-New York. Reprod. facs. de la ed. de Anton Hiersemann, Leipzig, 1923.

CAMPOS, J. (1995): «La radiación beta X en la obtención de filigranas». *Rev. Investigación y Técnica*, 124: 354-359.

CHAPELLE, A. de la y LE PRAT, A. (1996): *Les relevés de filigranes*. Musée du Louvre, París.

DELFT, M. van y DIETZ, G. (2007): «Le filigrane e lo Studio dei manoscritti, disegni e stampa». En *Catálogo Della mostra "Testa di bue e sirena. La memoria delle carta e delle filigrane dal medioevo al seicento"*. Landesarchiv Baden-Württemberg, Stuttgart: 27-30.

DIETZ, G. y DELF, M. van (2009): «Watermark Imaging Technologies. Watermark Collectors and their Collections». En *Catálogo: Bull's Head and Mermaid: The History of Paper and Watermarks from the Middle Ages to the Modern Period*. Landesarchiv Baden-Württemberg. Stuttgart: 67-69.

DÍAZ DE MIRANDA, M^a D. y HERRERO MONTERO A.M^a (2009): *El papel en los archivos*. Trea, Gijón.

DÍAZ DE MIRANDA, M^a D. (2011): «La creación del Corpus de Filigranas Hispánicas online». *Actas del IX Congreso Nacional de Historia del Papel en España*, Zaragoza: 185-206.

DÍAZ DE MIRANDA, M^a D. (2013). *Análisis y desarrollo de una base de datos para el estudio del papel y de las filigranas: fuente para la elaboración de la historia del papel en España*. Universidad de

Barcelona Facultad de Bellas Artes, (inédita).

DÍAZ DE MIRANDA, M^a D y SÁNCHEZ (2011): J «Elección y optimización de los sistemas de obtención de las imágenes de las marcas de agua». En Actas del XVIII Congreso Internacional de Conservación y Restauración de bienes Culturales, Granada, Universidad de Granada, 425-429.

GASCÓN, S. (2007): «Las filigranas de papel de la encomienda hospitalaria de Vallfogona de Riuborb (conca de Barberà, Tarragona): 3º y 4º partes». *Actas VII Congreso Nacional de Historia del Papel en España*. Asociación Hispánica de Historiadores del Papel. El Paular (Rascafría), 313-390.

GRAVELL, T.L. (1975): «A New Method of Reproducing Watermarks for Study». *Rev. Restaurator*, 2: 95-104.

HIDALGO BRINQUIS, M^a C. y DÍAZ DE MIRANDA, M^a D. (2013): «La création d'un Corpus des Filigranes Hispaniques en ligne». IPH Congress Book, Vol. 19, 169-174.

SCHREINER, M. (2009): «Technical Studies of Watermarks at the Academy of Fine Arts Vienna: Soft X-ray Radiography of Rembrandt Objects and Drawings of the 19th cent». Bernstein-Symposium, Vienna/Austria». <http://www.bernstein.oeaw.ac.at/twiki/bin/viewfile/Main/Symposium20090218?rev=1;filename=Bernstein_Symposium_Schreiner1_25.pdf>, [consulta: 27.3.2011].

STAALDUINEN, M. van (2010): *Content-based Paper Retrieval Towards Reconstruction of Art History*. ASCI. Enschede.

SCIANN, N. (2009): «Le filigrane bolognesi de Charles Moïse Briquet». In: *Belle le contrade della memoria. Studi su documenti e libri in onore di Maria Gioia Tavoli. A cura di Federica Rossi, Paolo Tinti* Bologna, Pàtron, 365-378

THIENEN, G. VAN; ENDERMAN A. y DÍAZ-MIRANDA, M^aD. (2008): «El papel y las filigranas de los incunables impresos en España a través de los diversos ejemplares conservados en las bibliotecas del mundo». *Rev. Sigma. Revista de Historia del libro y de la Lectura*, 2: 239-261.

THIENEN, G. VAN y VELDHUIZEN, M. (2007): *Präsentationen von Wasserzeichen und ihre Nutzung. «Watermarks in Incunabula printed in the Low Countries (WILC). An online illustrated database»* Kohlhammer, Stuttgart: 65-69.

VALLS, O. (1978): *Historia del Papel en España*. Tomo I. Empresa Nacional de Celulosa, Madrid.

TABLAS ANEXAS

TABLA ANEXA N° 1

NÚMERO DE IMÁGENES REALIZADAS EN EL ESTUDIO

Sistema utilizado	N° de imágenes	N° total de imágenes
Calco manuales		47
- Utilizados:	38	
- Desechados:	9	
Frotados		306
- Utilizados:	178	
- Desechados:	128	
Reproducción de frotados		271
Reproducción de frotados por escáner:		
- Escáner Infotec ISC 2525 /6B	43	
- Escáner Hp/3B-2B	38	
Reproducción de frotados por fotografía:	190	
Fotografía originales		92
- Fotografías con luz transmitida (caja de luz)	74	
- Fotografía comparativas iluminación con caja de luz/hoja de luz	18	
- Imágenes fotográficas tratadas con el programa Photoshop	46	46
Escáner originales		89
- Escáner V500 Photo	44	
- Escáner V700 Photo	45	
Dibujos		76
- De los frotados con tableta digital	38	
- Con el ordenador programa Inescape	38	
Imágenes sacadas con el VSC	323	323
TO TAL		1.250

TABLA ANEXA N°2

RESULTADOS OBTENIDOS EN LA CAPTACIÓN MANUAL					
Filigrana	Frotado				otros
	F-6B	G-2B	G-3B	V-6B	
15	4	4	4	3	
16	3	4	4	3	×
17	3	4	4	2	×
618	1	3	3	2	
702	3	4	4	3	×
703	4	5	5	3	×
704	3	5	5	4	
705	1	4	2	1	×
706	2	4	3	3	×
707	1	1	2	1	×
708	3	2	3	2	
709	4	5	5	4	
710	1	5	5	1	
711	3	5	5	3	
712	3	3	4	4	
713	4	5	5	4	
714	2	4	4	3	
715	3	4	4	2	
716	3	4	5	3	
717	1	2	2	1	
718	1	3	4	2	
719	1	1	3	1	
720	3	4	4	3	
721	2	3	4	2	
722	2	4	4	2	
723	3	3	4	3	
724	1	3	3	1	
725	4	4	5	4	
726	3	4	4	3	
727	3	5	4	3	
728	3	5	5	3	×
729	3	3	3	3	
730	4	5	5	4	
731	4	5	5	4	
732	3	4	5	3	
736	3	3	4	3	×
737	2	5	4	2	×
738	3	5	4	3	×

F-6B - Papel seda copiad or de 12,5 gr/m² y Barra Graphite pure 2900 de Faber Castell 6B.

G-2B - Papel continuo fino, tipo biblia de 40 gr/m² y Barra Graphite pure 2900 de Faber Castell 3B.

G-3B - Papel continuo fino, tipo biblia de 40 gr/m² y Barra Graphite pure 2900 de Faber Castell 3B.

V-6B - Papel vegetal 70 - 75 gr/m² y Barra Graphite pure 2900 de Faber Castell 6B.

Si contabilizamos las máximas puntuaciones de cada fila y luego las sumamos obtenemos:

<i>Captación con Frotado</i>	<i>F-6B</i>	<i>G-2B</i>	<i>G-3B</i>	<i>V-6B</i>	<i>Totales</i>
1 - Muy baja					
2 - Baja		1	2		3
3 - Media	2	3	5	1	11
4 - Buena	1	11	14	1	27
5 - Muy buena		12	12		24
Totales	3	27	33	2	65

Resultados: Se pueden obtener imágenes con calidades Buenas o Muy buenas y sin poca interferencia del texto con el *Papel continuo fino, tipo biblia de 40 gr/m²* y *Barra Graphite pure 2900 de Faber Castell 3B y 2B*

TABLA ANEXA N°3

RESULTADOS OBTENIDOS EN LA CAPTACIÓN DIGITAL					
Filigrana	Fotografía				Escáner
	Digital	Infrarroja	U.V	Rasante	
15	3	1	1	3 lzq.	4
16	1	1	1	2 lzq.	2
17	4	1	3	2 lr	5
618	2	1	1	1	2
702	4	2	2	2	4
703	4	2	3	4 lzq.	4
704	5	3	3	1	5
705	2	1	1	1	3
706	4	3	3	3 lzq.	5
707	3	2	2	4 lzq.	4
708	3	1	1	1	4
709	5	4	5	4 C/lzq.	5
710	4	2	2	1	4
711	5	3	4	1	5
712	5	5	4	2 C	5
713	5	5	5	2 C/D	5
714	3	3	3	3 D	5
715	4	5	4	3C	5
716	4	2	3	1	5
717	3	1	2	2 lr	4
718	3	1	1	1	4
719	3	1	2	1	5
720	5	4	4	4 C	5
721	4	1	3	3	5
722	4	4	5	2 C/D	5
723	3	2	2	2	4
724	3	1	1	1	4
725	5	4	4	3	5
726	3	1	1	1	3
727	4	4	2	3 D	4
728	4	2	2	3 lr	4
729	4	2	3	1	5
730	5	1	3	1	5
731	5	4	4	4 C	5
732	4	3	3	3	5
736	3	2	2	1	4
737	5	2	2	3 C	5
738	3	2	3	3D/lr	5

Cámara fotográfica: Olympus E-330. Formato de imagen: JPG

Escáner: Epson V700 con una superficie de escaneado en diapositivas de 20 x 25 cm.

Modo: Diapositivas. Resolución: 300 dpi. Formato de imagen: JPG

<i>Captación Digital</i>	<i>Fotografía</i>	<i>Infrarojos</i>	<i>U.V.</i>	<i>Rasante</i>	<i>Totales</i>
1 - Muy baja					
2 - Baja	2			1	3
3 - Media	10	1	2	3	16
4 - Buena	11	1		2	14
5 - Muy buena	10	3	3		16
Totales	33	5	5	6	49

<i>Captación Digital</i>	<i>Fotografía</i>	<i>Escáner</i>	<i>Totales</i>
1 - Muy baja			
2 - Baja	2	2	4
3 - Media	10	2	12
4 - Buena	11	13	24
5 - Muy buena	10	21	31
Totales	33	38	71

Resultados: Con métodos fotográficos digitales, la fotografía digital normal consigue calidades, medias, buenas o muy buenas. Comparando a su vez estos resultados, con el escáner vemos que se logran calidades sensiblemente mejores que con la fotografía.

El escáner se ha de usar en Modo "profesional" y con una resolución 300 dpi, para documentos sueltos y una superficie de escaneado de 20 x 25 cm. Tanto para la fotografía como para el escaneado la imagen se verá interferida por el texto.

TABLA ANEXA N°4

RESULTADOS OBTENIDOS EN LA REPRODUCCIÓN			
Filigrana	Manual	Ordenador	Tableta
15	5	4	5
16	2	4	4
17	4	5	2
618	3	2	1
702	2	5	4
703	3	5	3
704	5	5	4
705	3	3	2
706	5	4	4
707	4	2	1
708	4	4	2
709	5	5	5
710	3	4	3
711	3	5	3
712	4	3	2
713	5	4	4
714	4	4	2
715	4	3	2
716	3	2	1
717	3	3	1
718	3	3	1
719	4	4	1
720	4	3	2
721	3	4	1
722	4	3	3
723	3	4	3
724	3	3	2
725	4	4	4
726	4	4	2
727	3	4	2
728	4	4	2
729	3	4	4
730	3	5	3
731	4	5	2
732	3	4	1
736	4	3	3
737	3	3	2
738	4	4	2

Manual:

- Papel vegetal: papel vegetal plotter de 70 - 75 g/m².
- Portaminas de mina de grafito 2B/0,5 mm.
- Pluma de tinta capilar de 0,6 mm (Rotring).
- Caja de luz de lámpara fluorescente de cátodo frío de 5000^º ± 270^º K.

Ordenador:

- Reproducción sobre imagen fotográfica digital o de frotado de la filigrana.
- Programa de dibujo Inkscape.

Tableta digital:

- Tableta digitalizadora: Wacom Intuos3.
- Programa de dibujo: Inkscape.

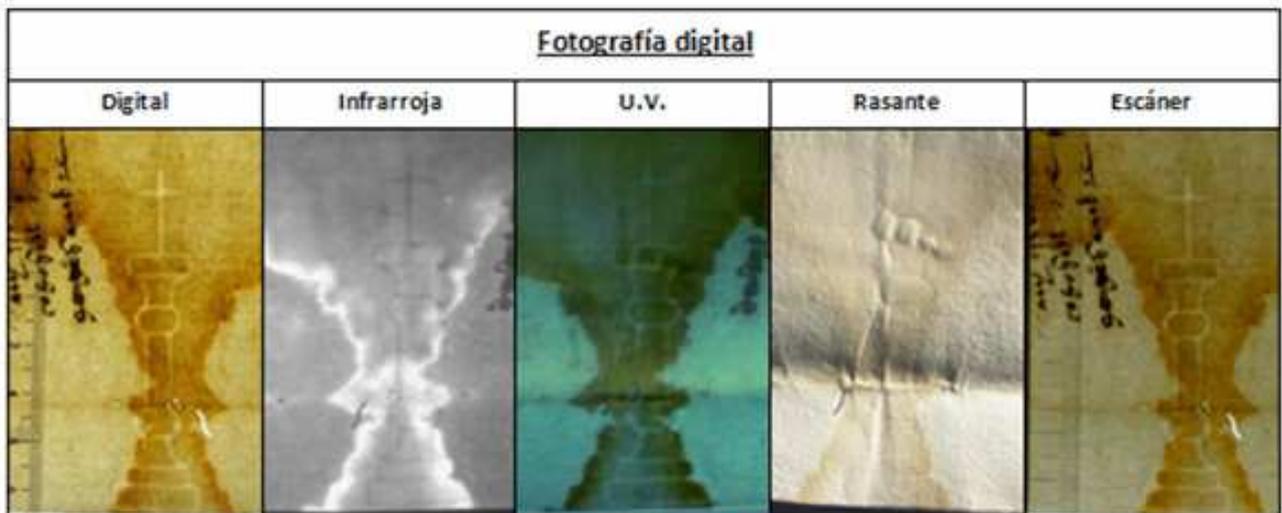
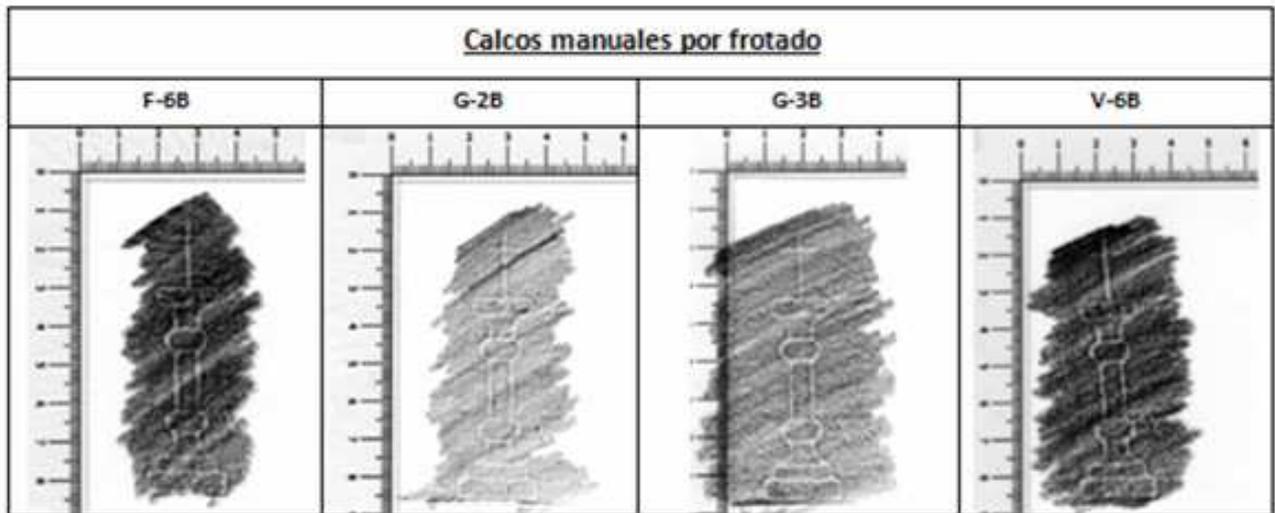
Si contabilizamos las máximas puntuaciones de cada fila y luego las sumamos obtenemos:

<i>Reproducción</i>	<i>Manual</i>	<i>Ordenador</i>	<i>Tableta digital</i>	<i>Totales</i>
1 - Muy baja				
2 - Baja				
3 - Media	7	5		12
4 - Buena	12	13	3	28
5 - Muy buena	5	8	2	15
Totales	24	26	5	55

Resultados: Se pueden conseguir dibujos vectoriales de las filigranas con calidades “Buenas” o “Muy buenas” en ordenador con el programa Inkscape. La ventaja del dibujo digital vectorial es que se puede ampliar sin pérdida de calidad de imagen y que se puede rectificar fácilmente. El “peso” de estas imágenes es muy pequeño, pensando en una base de datos.

Con el método manual también se pueden conseguir resultados buenos, pero con este método se ha de trabajar directamente con la filigrana o con el calco manual de esta.

Filigrana N° 704



Filigrana N° 712

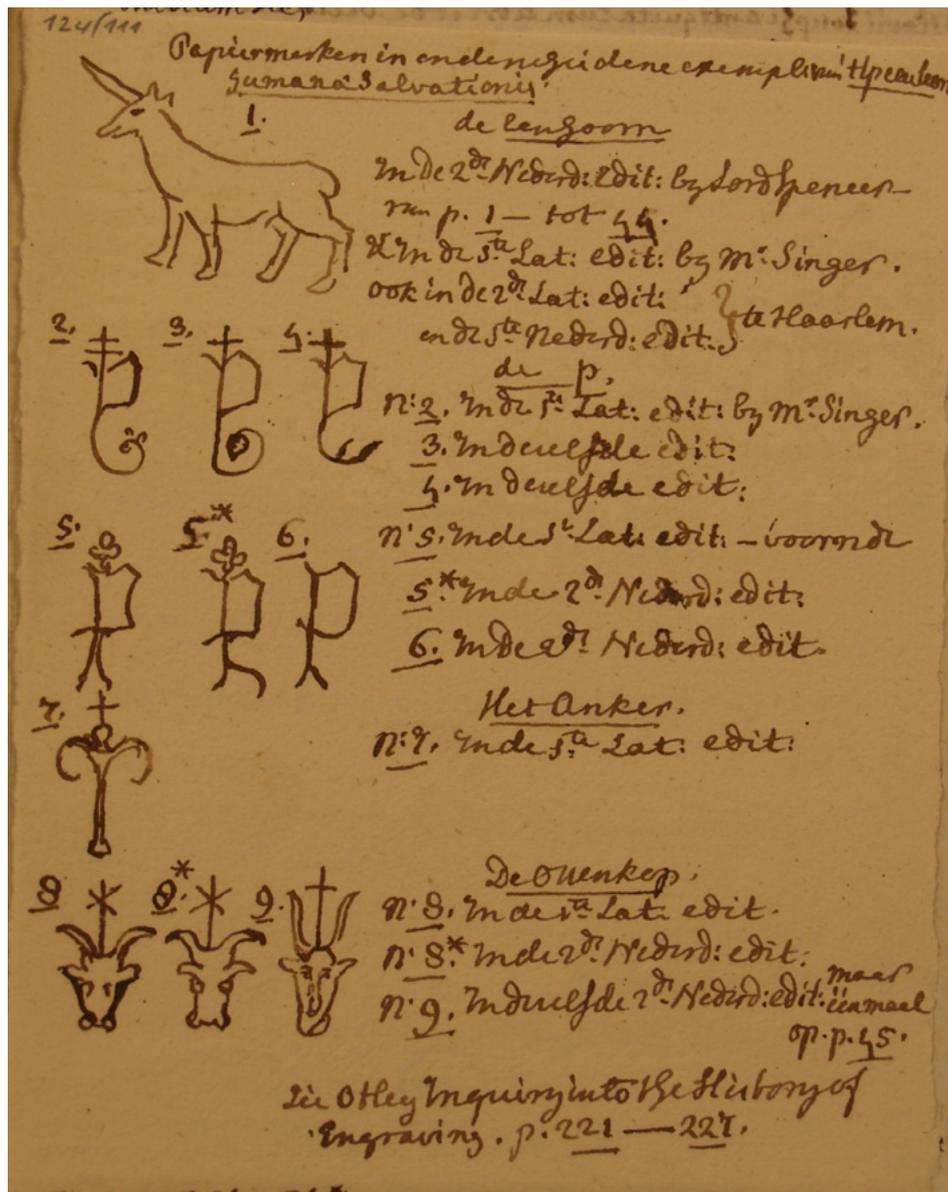


<u>Calcos manuales por frotado</u>			
F-6B	G-2B	G-3B	V-6B

<u>Fotografía digital</u>				
Digital	Infrarroja	U.V.	Rasante	Escáner

<u>Reproducción de filigranas</u>		
Manual	Ordenador con Inkscape	Ordenador con tableta digital.

Ilustración N° 1



Dibujos a mano alzada de filigranas realizados por Gerard Meerman (1761-1763). Museum Meermanno-Westreenianum. Archief Meerman, Sig. MM274_084r. Fotografía: M^{ra} Dolores Díaz de Miranda

Ilustración N° 2



Imagen del original por escáner

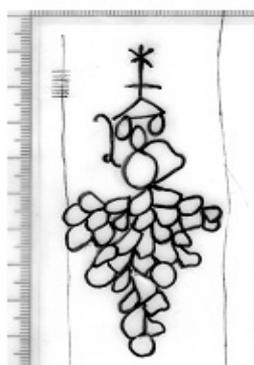


Imagen del original por calco manual

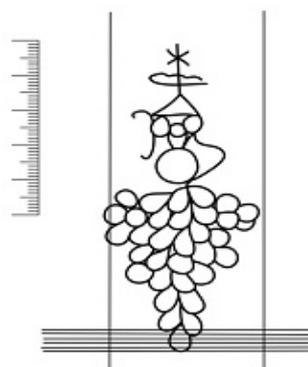


Imagen de una reproducción por dibujo digital

La abundancia de elementos que forman la filigrana y la interferencia del texto dificultan la reproducción dando lugar a diferentes interpretaciones de la imagen, tal como se ve entre el calco manual y el dibujo digital. Fotografía: M^a Dolores Díaz de Miranda

Ilustración N° 3

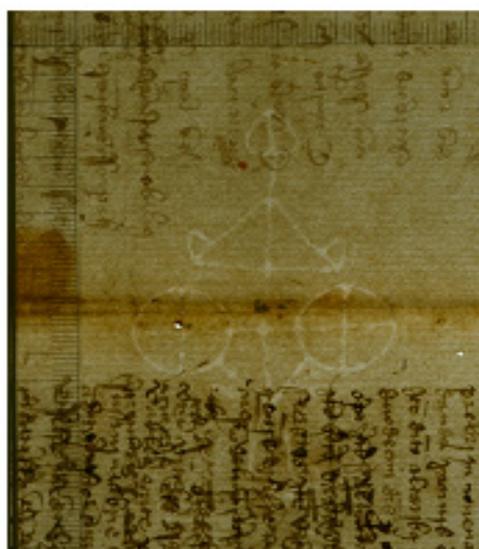


Imagen del original por escáner



*Imagen del original por frotado
G-3B*

En este caso el frotado da mejores resultados que el escáner o la fotografía, debido a las interferencias del texto sobre la filigrana. Fotografía: M^a Dolores Díaz de Miranda

Ilustración N° 4



Documento con la filigrana sobre una hoja de luz fría colocada sobre una tableta digital, conectada a un ordenador. En la pantalla del ordenador se visualiza el programa Inkscape. Fotografía: Juan Sánchez

Ilustración N° 5

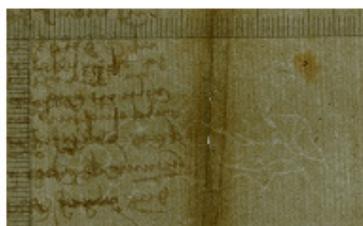


Imagen del original por escáner

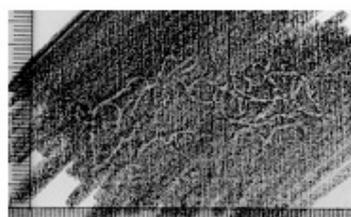


Imagen del original por frotado G-2B

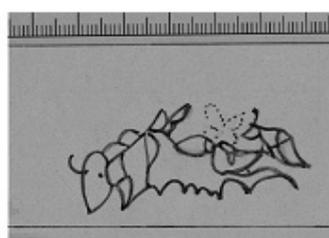


Imagen del original por calco manual



Imagen de una reproducción por dibujo digital

La dificultad de visibilidad de la filigrana hace que el calco manual refleje elementos, captados por el ojo humano, que no se perciben por los sistemas digitales o por el frotado. Fotografía: M^a Dolores Díaz de Miranda