

Revista núm. 13 // Maig 2014

de l'Escola Superior de Conservació i Restauració
de Béns Culturals de Catalunya

/ 10€



Unicum

Mètodes de reproducció d'imatge de la filigrana

Les filigranes són l'element identificador més important del paper. A partir d'aquest estudi hem analitzat i optimitzat els mètodes existents per reproduir la imatge de la filigrana, buscant els que són econòmicament més assequibles i a la vegada més senzills i fidedignes.

Methods of reproduction of image of watermarks

The watermarks in paper are the most important element to its identification. As a result of this study we have analyzed and optimized the existent methods to reproduce the image of the watermarks, looking for those that are mostly affordable, so as simple and trustworthy.

M. Dolores Díaz de Miranda y Macías. Doctora de Conservació i Restauració del Patrimoni per la Universitat de Barcelona. Directora del Taller de Restauracions de Document Gràfic del Monestir de Sant Pere de les Puel·les, Barcelona.
PhD in Conservation and Restoration of Heritage for the Universitat de Barcelona. Director of the Laboratory of Graphic Document Restorations in the Sant Pere de les Puel·les' Monastery, Barcelona.
mddiazmiranda@hotmail.com

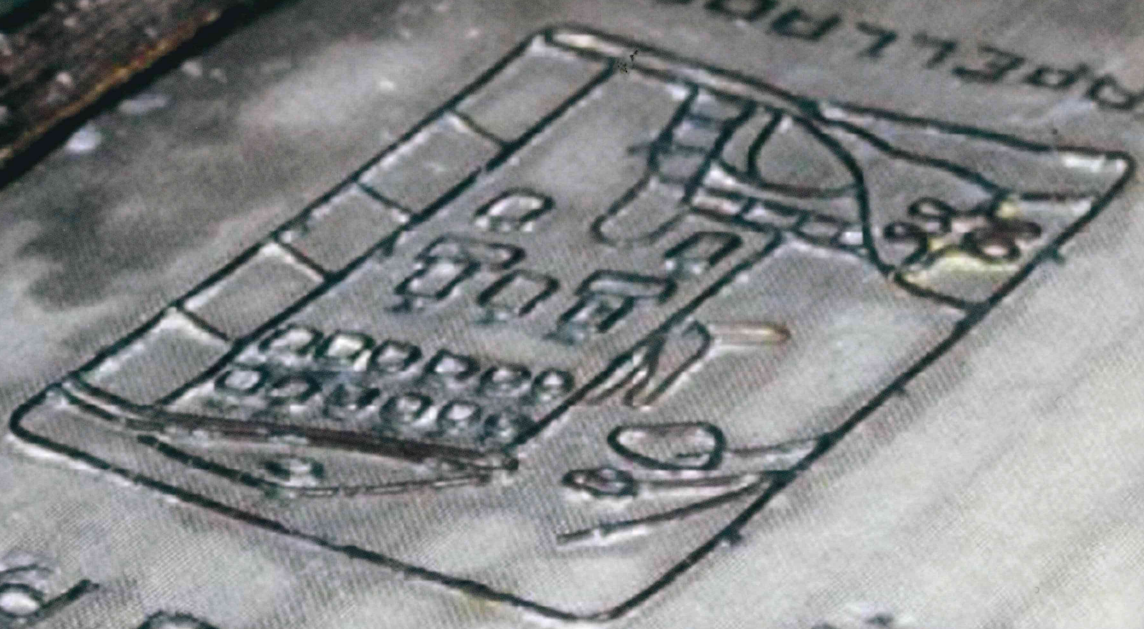
Paraules clau: paper, filigrana, reproducció, identificació, document gràfic.

Keywords: paper, watermark, reproduction, identification, graphic document.

Data de recepció: 30-12-2012 / **Date of receipt:** 30-12-2012.



TRAPPELL ROES



MUSSEU MOU PAPER

INTRODUCCIÓ¹

Les filigranes o marques d'aigua, des de la seva introducció a l'elaboració del paper fins als nostres dies, són l'element identificador més important d'aquest suport escritural.² La seva imatge, fruit de l'empremta que deixen uns fils metàl·lics cosits a la verjura de la forma, es visualitza en observar el paper a contrallum. Tot i que el paper té altres elements identificadors, la representació de la imatge de la filigrana és, sens dubte, la dada que més informació ens pot aportar sobre la datació, l'origen o la ruta comercial que ha seguit el paper, d'aquí la necessitat de comptar amb uns mitjans adequats que permetin la seva visualització i reproducció.

MÈTODES DE CAPTACIÓ DE LA IMATGE DE LES FILIGRANES

Si fem un recorregut pels diferents mètodes emprats per reproduir les filigranes, els podríem classificar en quatre grans grups atenent a si predomina la **tècnica d'obtenció manual**: còpia per calc o per fregat; el **sistema fotogràfic**: fotografia per transparència, per contacte directe, per UV-paper Dylux® o fosforescència; el **mètode radiogràfic**: radiografia amb rajos X de baixa intensitat, betagrafia o radiografia d'electrons i, finalment, un grup heterogeni en el qual situaríem la **resta de mètodes** com l'escanejat, el mètode *Black Light*, la filmació per vídeo càmera, la termografia, etc.

Imatge d'una forma amb la verjura i el motiu de la filigrana en relleu (Fotografia: M^a Dolores Díaz de Miranda).

Esquemàticament, podem agrupar els mètodes anomenats de la següent manera:³

- Manuals:
 - Calc
 - Fregat
- Fotogràfics:
 - Fotografia: per transparència, analògica o digital, i per contacte
 - UV-paper Dylux®
 - Fosforescència
- Radiogràfics:
 - Radiografia amb rajos X de baixa intensitat
 - Betagrafia
 - Radiografia d'electrons (*electron radiography*)
- Altres:
 - Escàner
 - Llum transmesa (*Back Light*)
 - Vídeo Espectre Comparador (VSC)
 - Termografia
 - etc.

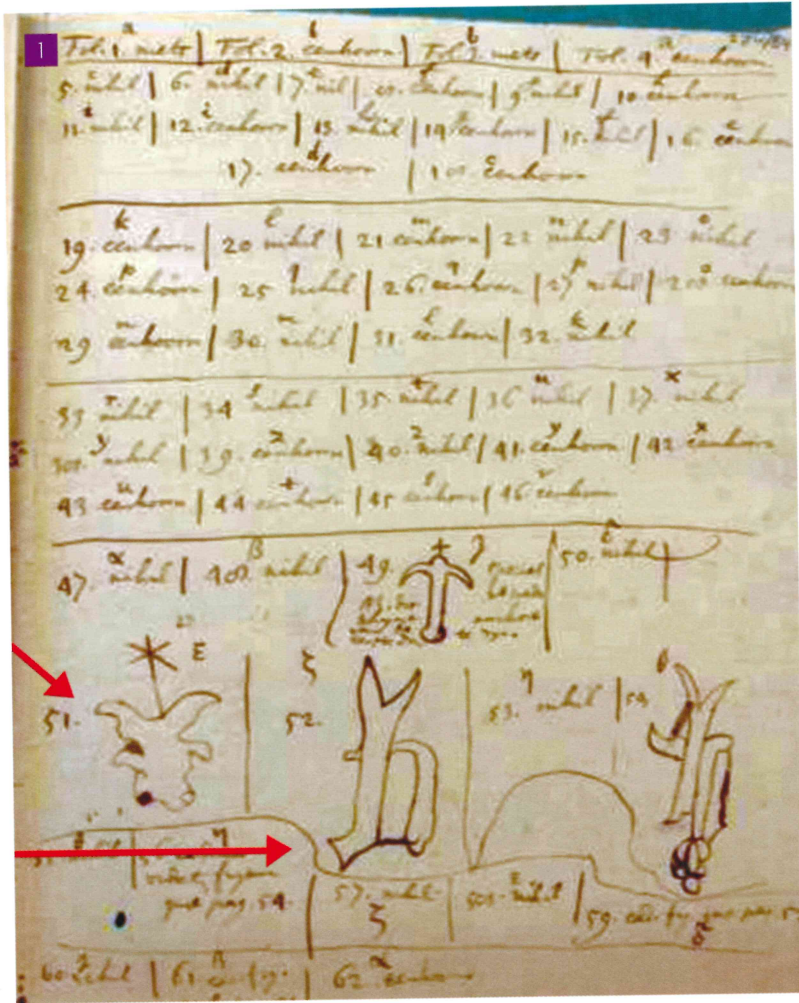
Entre els sistemes manuals es troba el **dibuix esquemàtic** a mà alçada de la filigrana. Al Museu Meermann de La Haia es conserven nombrosos exemples d'aquesta tècnica que estan recollits dins la col·lecció i en els treballs de l'erudit holandès Gerard Meermann (1722-1771).⁴

en España. Tom 1, Madrid: Empresa Nacional de Celulosa, 1978 (filigrana núm. 21).

³ Una valuosa publicació, realitzada fa quinze anys, és la que ofereix el Museu del Louvre sobre les tècniques de reproducció de la imatge en aquell moment en ús; vegeu: CHAPELLE, A. de la, LE PRAT, A. *Les relevés de filigranes*. París: Musée du Louvre, 1996. Actualment, l'aparició de noves tècniques qüestiona la tècnica tradicional del calc manual, tot i que, en calcs com els de Gerhard Piccard (un dels pares de la filigranologia) s'ha demostrat l'alta fidelitat de les reproduccions respecte a l'original. Vegeu: DELFT, M. van, DIETZ, G. "Le filigrane e lo studio dei manoscritti, disegni e stampa". A *Testa di bue e sirena. La memoria delle carta e delle filigrane dal medioevo al seicento* (catàleg d'exposició). Stuttgart: Landesarchiv Baden-Württemberg, 2007, p. 27-30.

¹ Aquest article ha estat traduït de l'original en castellà per Anna Olivé Gabarró, alumna de primer curs de l'ESCRBCC.

² La més antiga data de l'any 1282. Vegeu: BRIQUET, C. M. *Les filigranes. Dictionnaire historique des Marques du Papier dès leurs apparition vers 1282 jusqu'en 1600*. Hildesheim-Zuric-Nova York: Georg Olms, 1991. Reproducció facsímil de l'edició d'Anton Hiersemann, Leipzig, 1923 (filigrana núm. 5.410) i VALLS i SUBIRÀ, O. *Historia del Papel*



[1] Dibuixos a mà alçada de filigranes fets per Gerard Meerman (1761-1763). Museum Meermano-Westree-nianum. Archief Meerman, Sig. MM274_084r (Fotografia: M. Dolores Díaz de Miranda).

Actualment és una tècnica en desús, tot i que, puntualment es poden trobar treballs que la utilitzen. **1**

El **calc manual** realitzat sobre la filigrana original és la tècnica manual més difosa, tècnica consagrada pels grans pares de la filigranologia: Charles Moïse Briquet i Gerhard Piccard, i que ha arribat fins als nostres dies com l'escollida per la pràctica totalitat dels investigadors.⁵ Tot i així, des de fa unes dècades els nous sistemes de reproducció de la filigrana, que es comentaran més endavant, ofereixen noves possibilitats a la vegada que qüestionen la seva primacia. Una versió moderna d'aquesta tècnica manual seria el calc digital sobre la filigrana original o el dibuix digital sobre una reproducció de la mateixa, tècnica que es presenta com inèdita, paternitat de la qual es deu a Juan Sanchez.⁶

El **fregat** és un altre mètode manual molt senzill que consisteix en obtenir la impressió de l'empremta de la filigrana en un paper a partir del ratllat de la seva superfície amb una mina de grafit;⁷ és un sistema que s'utilitza també en arqueologia o enquadernació per obtenir el relleu de la decoració de les cobertes, i que recorda els nostres jocs d'infància en els quals s'aconseguia reproduir l'empremta de l'efígie de les monedes en un paper de seda.

Els mètodes fotogràfics, tot i que són econòmicament més cars que els anteriors, en general també són senzills i assequibles, si bé alguns d'ells, com **la fotografia analògica per contacte**, és feixuc (en ser necessari treballar amb el full en el qual està la filigrana en un laboratori fotogràfic), o en d'altres és difícil adquirir determinats materials, com la fulla Dylux®.⁸ El tradicional mètode fotogràfic, basat en la impressió de la imatge en una pel·lícula fotosensible, actualment està desbancat per **la fotografia digital**, que ofereix la possibilitat d'obtenir la imatge instantàniament i treballar amb ella directament.

Els resultats obtinguts amb els mètodes comentats són superats pels mètodes radiogràfics, com és el cas de les excel·lents **radiografies d'electrons** que he pogut veure a la Reial Biblioteca de La Haia (*Koninklijke Bibliotheek*) i que tenen el seu web a l'abast dels usuaris, (*Watermarks in Incunabula in the Low Country, WILC*),⁹ o els resultats que s'estan obtenint amb la radiografia de baixa intensitat,¹⁰ però són mètodes que per ara s'han de descartar per no ser accessibles a la gran majoria de les institucions i investigadors, a causa del seu elevat cost i a un mínim de mesures de seguretat que s'han de contemplar en la seva utilització.

Sobre els altres mètodes de reproducció, s'ha de fer referència a **l'escanejat** i a la reproducció amb el **Vídeo Espectre Comparador (VSC)**, que la Policia Científica Nacional utilitza per a l'autenticació dels documents

⁴ Agraeixo la gentil guia de Jos van Heel, conservador del museu, que em va oferir l'oportunitat de conèixer i consultar aquesta col·lecció el febrer de 2010.

⁵ Vegeu: HIDALGO BRINQUIS, M. C. "Sistemas tradicionales en la reproducción de filigranas". A *Actas del I Congreso Nacional de Historia del Papel en España y sus Filigranas*. Barcelona: AHHP (Asociación Hispánica de Historiadores del Papel), 1995, p. 352.

⁶ Vegeu: SÁNCHEZ SÁNCHEZ, J. (inèdit). "Calcos digitales". Conferència impartida a les I Jornades de Filigranas celebrades a l'IPCE, Madrid 20 i 21 de maig, 2010.

⁷ La col·lecció més important de reproduccions fetes amb aquest sistema és la WIES (*Watermarks in Incunabula Printed in España*) de Gerard van Thienen, accessible a Internet a <http://www.ksbm.oew.ac.at/wies/> [Consulta: 27 març 2011]. Vegeu: THIENEN, G. van, ENDERMAN A., DÍAZ DE MIRANDA, M. D. "El papel y las filigranas de los incunables impresos en España a través de los diversos ejemplares conservados en las bibliotecas del mundo". *Sigma. Revista de Historia del libro y de la Lectura*. (2008) 2, p. 239-261.

⁸ Dupont Dylux® *Proofing Paper*.

⁹ <http://watermark.kb.nl/> [Consulta: 27 març 2011]. L'existència d'aquest web de 4.300 imatges obtingudes per la radiografia electrònica i 11.700 a través del sistema de fregat permet l'estudi comparatiu d'ambdues tècniques. Vegeu: THIENEN, G. van, VELDHUIZEN, M. "Watermarks in Incunabula printed in the Low Countries (WILC). An online illustrated database". A *Piccard-Online, Digitale Präsentationen von Wasserzeichen und ihre Nutzung*. Stuttgart: Kohlhammer, 2007, p. 65-69.

¹⁰ Els resultats comparatius d'aquestes tècniques dins l'estudi de les filigranes en obres d'art són molt il·lustratius, tal com Manfred Schreiner exposà en el *Bernstein Symposium* celebrat a Viena a l'*Austrian Academy*, el mes de febrer del 2009. Vegeu: SCHREINER, M. "Technical Studies of Watermarks at the Academy of Fine Arts Vienna: Soft X-ray Radiography of Rembrandt Objects and Drawings of the 19th cent". Viena/Austria: Bernstein-Symposium, 2009. Disponible en línia: <http://www.bernstein.oew.ac.at/twiki/bin/viewfile/Main/Symposium20090218?rev=1;filename=Bernstein_Symposium_Schreiner1_25.pdf>. [Consulta: 27 març 2011].

i obres d'art, i que Loreto Rojo¹¹ ha aplicat per primera vegada en l'estudi de filigranes.

Després d'analitzar aquests mètodes,¹² es presenten en dos grups: el primer, format per aquells sistemes que considero els més assequibles econòmicament i a la vegada més senzills i fidedignes per reproduir les filigranes papereres; en el segon grup es troben els altres, tal com els mètodes radiogràfics que, malgrat que en la majoria dels casos els seus resultats són òptims, no són accessibles a la majoria de les institucions i investigadors a causa del seu elevat cost i a les mesures de seguretat que cal tenir en la seva utilització.¹³ He dedicat un apartat al mètode de "dibuix digital d'una reproducció" per ser, des de fa tres anys, un sistema inèdit i en el qual seguim treballant amb la finalitat de millorar els resultats aconseguits.

INDICACIONS PRÀCTIQUES PER A L'OBTENCIÓ DE LES FILGRANES

Normes per a la reproducció:

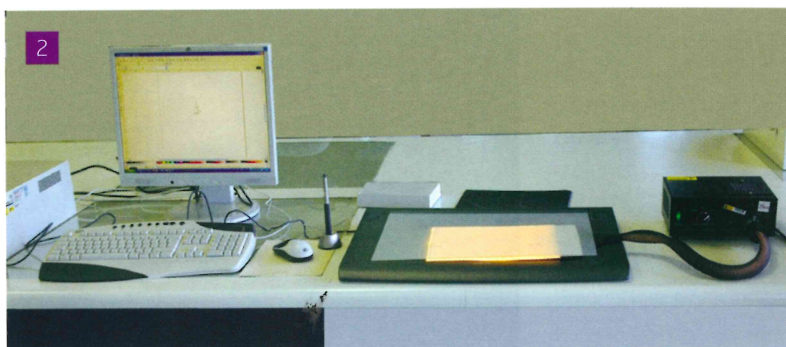
- La reproducció es farà sempre a escala 1:1.
- En papers verjurats es reproduirà la filigrana i els corondells, des del més proper a l'esquerra de la filigrana fins al més proper a la dreta. En cas de reproducció fotogràfica o escanejat es col·locarà un regle mil·limetrat paral·lel al corondell esquerre més proper a la filigrana.
- Per al paper continu o vitel·la, es reproduirà només la silueta de la filigrana.
- La qualitat de reproducció de la filigrana ha de permetre una lectura llegible de la imatge.

A més a més, hem de tenir en compte que:

- En documents individuals o solts l'escanejat i la fotografia digital donen molts bons resultats. D'ambdós preferim l'escàner perquè el seu cost és similar al d'una bona càmera fotogràfica digital, permet els mateixos resultats (a vegades una mica millors), reproduceix la imatge amb les mateixes dimensions que l'original, i el procés i el tractament de les reproduccions és més ràpid que amb la càmera fotogràfica.
- Per a documents que formin part d'un llibre enquadernat la fotografia digital i el fregat són els mètodes preferibles.
- Per als fulls que formen part de la guarda fixa de les enquadernacions (encolades a la contratapa o contracoberta) el fregat és el sistema preferent.
- La fotografia amb llum transmesa ultraviolada o llum infraroja aporta dades interessants sobre les tintes i l'estat de conservació del document, però la qualitat de la imatge reproduïda sol ser inferior a l'aconseguida mitjançant la llum freda.

En l'obtenció de la imatge per interpretació directa de la seva silueta o treta d'una reproducció de la mateixa:

- El calc manual des del document original està sotmès als errors propis de la lectura humana de l'original i a la destresa per dibuixar-lo.
- El calc digital també es pot aconseguir directament del document original, degudament protegit, a partir d'un full de llum o una tauleta digital, però el traç sortirà discontinu. **2**



[2] Document amb la filigrana sobre un full de llum freda col·locat sobre una tauleta digital, connectada a un ordinador (Fotografia: Juan Sánchez).

DESCRIPCIÓ DELS SISTEMES I MÈTODES D'OBTENCIÓ DE LA IMATGE DE LA FILGRANA MÉS ASSEQUIBLES PER A QALSEVOL INVESTIGADOR CALC MANUAL

El calc manual realitzat sobre la filigrana original és la tècnica manual més difosa, utilitzada pels grans pares de la filigranologia: Charles Moïse Briquet i Gerhard Piccard.

Té els avantatges de la seva fàcil execució, cost econòmic baix i ser a escala 1:1. El seu inconvenient principal és que pot donar lloc a una interpretació subjectiva de l'objecte representat.

La fidelitat de la reproducció envers l'original depèn en primer lloc de la nitidesa de la visualització de la filigrana, que està condicionada per la profunditat de l'empremta que ha produït la matriu i per la presència de grafies; així, en els fulls en què l'empremta de la filigrana és tènue i la densitat de les grafies és molt alta, resulta difícil fer una lectura correcta i es corre el risc de fer calcs que difereixen sensiblement de la imatge original. **3**

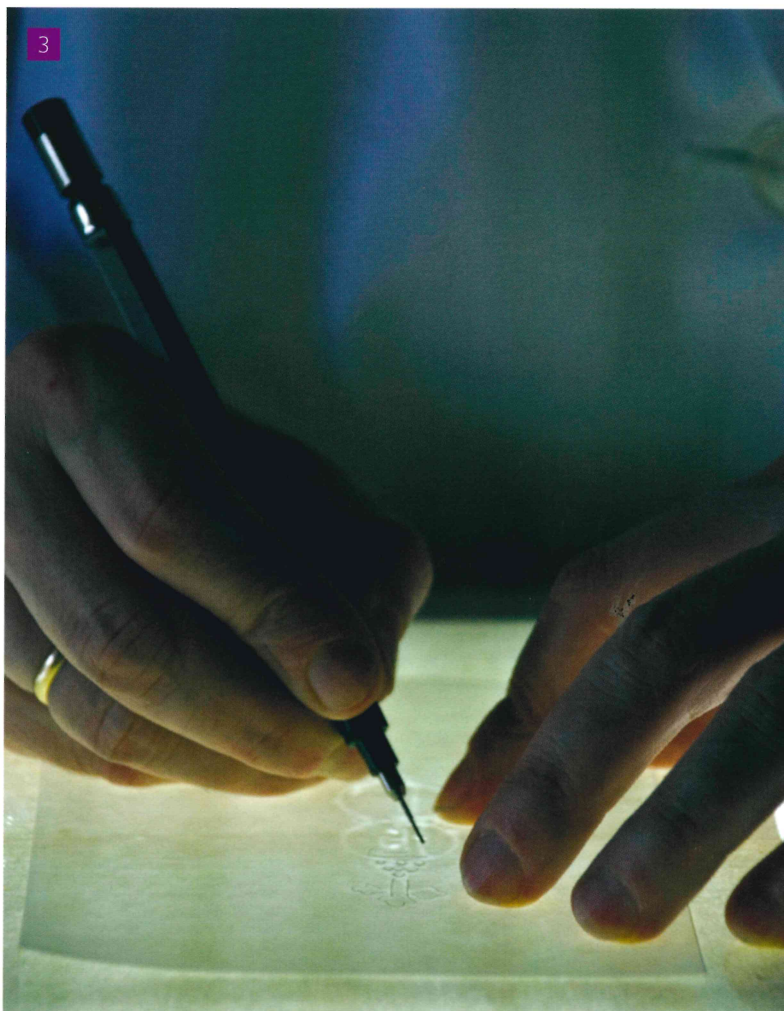
Procediment:

- Sobre la superfície il·luminada col·loquem el full que conté la filigrana i a sobre seu una làmina protectora transparent. Tipus Mylar® o Melinex®.
- Sobre la làmina protectora posem un paper translúcid. El millor és el paper vegetal.
- En el dibuixem la filigrana, el corondell o corondells portadors (si n'hi ha) i els corondells esquerre i dret més propers a la filigrana; sobre el corondell esquerre,

¹¹ Loreto Rojo García és Facultativa en Art de la Comissaria General de la Policia Científica, del Cos Nacional de Policia.

¹² Estudi que m'ha portat a deu anys d'investigació, del qual han sorgit diversos articles i en el que, a vegades, els resultats han estat el fruit d'un treball interdisciplinari.

¹³ Recentment s'ha publicat un magnífic treball que analitza diverses tècniques de reproducció de les filigranes, però els resultats deixen sense estudiar dues tècniques (la fotografia i l'escanejat) que creiem que són les més factibles per a les possibilitats i els mitjans amb els quals comptem en l'actualitat la majoria dels investigadors. Vegeu: STAALDUINEN, M. van. *Content-based Paper Retrieval Towards Reconstruction of Art History*. Enschede (Països Baixos): ASCI, 2010, p. 15-38.



[3] Calc manual (Fotografia: Júlia Potrony).

al cap de la filigrana, tracem els puntillons existents en un espai d'entre 10 i 20 mm.

- El traç de la filigrana i de la verjura el farem amb un portamines de grafit tou i fi. Si es veiessin malament, podem utilitzar una lupa compta-fils per poder diferenciar l'espai entre els puntillons. La silueta de la filigrana es puntejarà en el cas d'existir dubtes sobre el seu traçat.
- Finalment es pot repassar el dibuix amb una ploma de tinta capil·lar.

Per realitzar aquesta tècnica és necessari una caixa de llum freda o, en el cas que la filigrana es trobi en un llibre, resulta quasi sempre imprescindible disposar d'un full de llum.

La caixa de llum freda és econòmicament assequible; al mercat hi ha diferents models, un d'ells no arriba als dos centímetres i mig de gruix i es pot introduir entre els fulls dels llibres.

El full de llum pot ser de llum blanca o fibra òptica. És, sense cap dubte, l'instrument auxiliar més vàlid per realitzar calcs en aquells llibres que tinguin la filigrana a la

zona del llom, la zona dels descosits dels quadernets i, en general, en llibres amb una enquadernació que dificulti els altres mètodes, perquè el seu gruix és de poc més d'un mil·límetre.

Tant els fregats com els calcs manuals o els dibuixos digitals s'haurien de convertir en una imatge digitalitzada situant un regle mil·limetrat de la mateixa manera que hem indicat més amunt.

FREGAT

El fregat consisteix en obtenir la impressió de l'empremta de la filigrana en un paper a partir del ratllat de la seva superfície amb una mina de grafit tou.

És una forma senzilla, econòmica i ràpida d'aconseguir la filigrana, i l'única aplicable quan es troba un full adherit, com la guarda fixa d'una enquadernació.

L'inconvenient és que la reproducció serà molt deficient si la filigrana és poc nítida o el full que la conté es troba per la cara que va estar en contacte amb la forma. No es pot utilitzar en papers en mal estat de conservació o que siguin suport de tècniques pulverulentes. S'ha de tenir en compte que reproduïxen la silueta de la filigrana i la verjura amb un gruix una mica superior al real i que s'accentuen les puntades, els nusos o altres deformacions del fil metàl·lic utilitzat per realitzar la filigrana.

Procediment:

- Situem el document sobre una superfície dura (si està il·luminada amb llum rasant veurem molt bé la ubicació de la filigrana).
- Col·loquem a sobre un full de paper fi. Els millors resultats els hem aconseguit amb un paper fi, tipus bíblia, de 40 gr/m².
- Amb un portamines tou ratllem d'esquerra a dreta la superfície obtenint el dibuix. Els portamines de grafit emprats pel dibuix a carbonet són els millors per aquesta tasca. (*Graphite pure 3B o 2B 2900* de Faber Castell). **4**
- Fixarem la imatge amb un fixatiu en esprai.



4

La qualitat de la imatge aconseguida amb el fregat és inferior a la de la fotografia i l'escanejat, tot i que, només quan la densitat de la grafia sobre la filigrana és molt alta, la qualitat del fregat pot arribar a ser sensiblement superior a aquestes dues tècniques. Aquest cas, es pot veure comparant les imatges de les il·lustracions 4 i 5, corresponents a la mateixa filigrana.

Les imatges obtingudes s'han de convertir en imatges digitalitzades, per mitjà de la fotografia digital o escanejat. 5 i 6

FOTOGRAFIA AMB CÀMERA DIGITAL

Els mètodes fotogràfics, tot i que són econòmicament més costosos que els anteriors, en general, també són senzills i assequibles. El tradicional mètode fotogràfic, basat en la impressió de la imatge en una pel·lícula fotosensible, actualment ha estat reemplaçat per la fotografia digital, que ofereix la possibilitat d'obtenir la imatge a l'instant i treballar amb ella directament.

Aquest mètode és idoni quan el paper té dibuixos pulverulents, com els realitzats amb pastel, o que estan en mal estat de conservació. En els resultats influeixen fonamentalment dos factors: la profunditat de l'empremta de la filigrana al full de paper i l'existència i densitat de grafies sobre la zona on es troba la filigrana.

Procediment:

- Posarem el full que té la filigrana sobre una superfície lluminosa.
- A sobre seu col·locarem un regle mil·límetrat, transparent i amb els números i ratlles intensament marcats, paral·lela als corondells, de manera que permeti mesurar l'espai entre els puntillons i situada a dos o quatre centímetres de distància del corondell esquerre més proper a la filigrana. Sobre el regle podem posar la signatura del full.
- La càmera fotogràfica tindrà un objectiu macro i la muntarem en un trípode, o un suport fix, situat sobre la taula de llum. 7



5

[4] Fregat (Fotografia: Júlia Potrony).

[5] Imatge de l'original a partir d'escàner (Fotografia: M. Dolores Díaz de Miranda).

[6] Imatge de l'original per fregat (Fotografia: M. Dolores Díaz de Miranda).

[7] Reproducció per fotografia digital (Fotografia: Júlia Potrony).



6

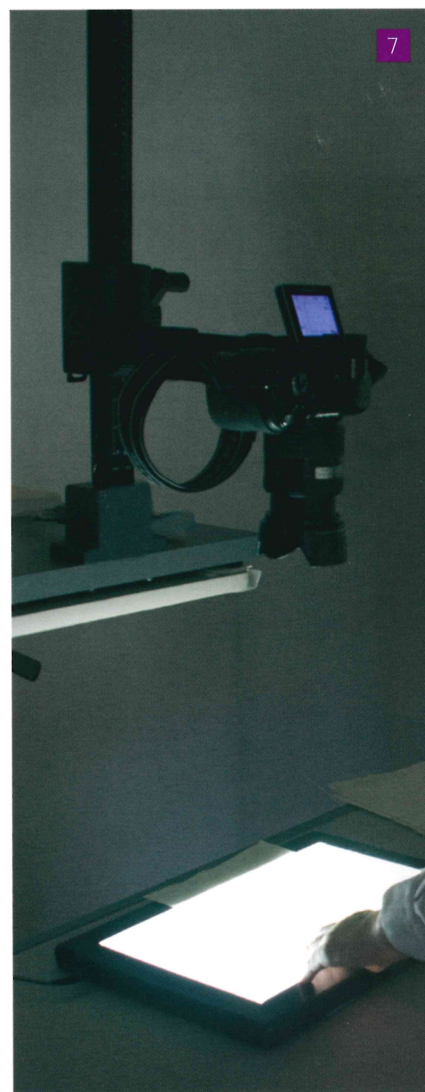
Les imatges es poden fer en format JPG amb alta resolució i comprimir-les si es desitgen col·locar al web. L'obtenció de la imatge no necessita revelat i té el gran avantatge de poder-la treballar amb un programa de tractament d'imatges, com l'Adobe® Photoshop.

ESCANEJAT

Aquest mètode apareix a finals del segle XX i té l'avantatge que les dades es poden emmagatzemar directament en una base de dades.

Procediment

Col·loquem el full amb la filigrana sobre la superfície de la pantalla de l'escàner i obtenim la imatge.



7

Unicatum, nº13, 2014

Únicament els escàners per negatius permeten la reproducció de la imatge de la filigrana de qualsevol tipus de paper.¹⁴ Amb els escàners normals s'obté la imatge de la filigrana només si el paper és fi i la filigrana és nítida. En aquests casos s'ha de deixar oberta la tapa de l'escàner per tal que, el full amb la filigrana, per una de les seves cares estigui en contacte amb el vidre de l'escàner i per l'altre rebí la llum exterior.



L'escanejat de les filigranes no presenta problemes quan es tracta de documents solts; si el document forma part d'una encuadernació, lligall o qualsevol altre sistema en el qual els fulls es troben cosits entre si, és molt complicat utilitzar-lo. Igual que en el cas de la fotografia, influeix en la qualitat de la imatge obtinguda la profunditat de l'empremta que ha deixat la filigrana en el full de paper i l'existència i densitat de les grafies sobre la zona on es localitza la filigrana. **8**

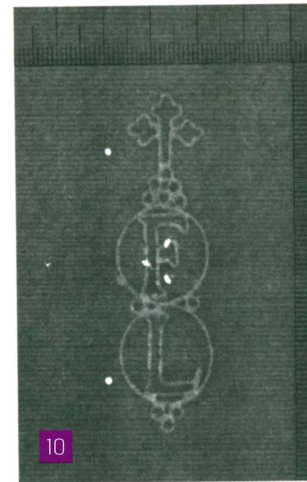
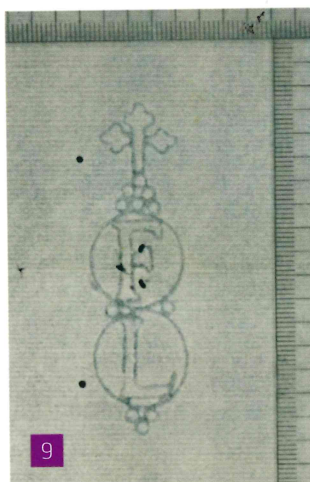
Per tant, per als documents solts, un escàner per a negatius fotogràfics amb una superfície d'escanejat de 20 x 25 cm i resolució 300 dpi, abasta la majoria dels formats de filigranes. Sempre s'ha de posar un regle al costat de la filigrana per obtenir l'escala de les seves dimensions. La qualitat d'aquestes imatges és lleugerament superior a les aconseguïdes amb la fotografia digital amb llum transmesa, descrita més amunt. En ambdós mètodes la imatge es veurà interferida pel text que hi hagi damunt la filigrana. **9, 10 i 11**

ALTRES MÈTODES DE REPRODUCCIÓ DE LES FILIGRANES

MÈTODES FOTOGRÀFICS

Fotografiat per contacte

Mètode molt utilitzat en fotografia per positivar negatius a la seva mida original. Consisteix a situar el full que conté la filigrana entre una font lumínica i un paper fotogràfic convencional en una premsa de contacte de les utilitzades en fotografia; aquest mètode només pot ser utilitzat per fulls solts i sobre els que es pugui exercir una pressió considerable, com més gramatge tingui el full, menor és la qualitat de la reproducció obtinguda. **12**



[8] Escàner per negatius (Fotografia: Júlia Potrony).

[9] Imatge amb escàner normal (Fotografia: M. Dolores Díaz de Miranda).

[10] Imatge amb escàner de negatius (Fotografia: M. Dolores Díaz de Miranda).

La font de llum més còmode d'utilitzar és la d'una ampliadora de fotografia, ja que amb el seu diafragma s'ajusten els temps d'exposició (la il·luminació necessària es troba relacionada amb el gruix del full de paper). Com a paper fotogràfic ens val qualsevol dels existents en el mercat i el procés de revelat és el mateix que utilitzen els fotògrafs.

Fotografiat per transparència

Aquest mètode és el mateix que el de la fotografia digital. L'inconvenient prové del fet que el positiu de la pel·lícula, en la majoria de casos, s'ha de fer de forma manual per poder destacar correctament la imatge de la filigrana sobre el text del document i, a més a més, és recomanable fer-ho a escala 1:1, amb un cost tres vegades superior al d'una fotografia normal en color.

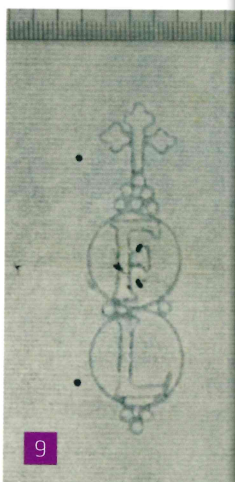
Posem el full amb la filigrana sobre una superfície lluminosa.

escàners
ermeten la
la imatge
e qualsevol
14 Amb els
als s'obté
la filigrana
per és fi i
nítida. En
s'ha de
la tapa de
l que, el full
per una de
estigui en
el vidre de
altre rebí la



8

les filigranes no presenta
es tracta de documents
ument forma part d'una
lligall o qualsevol altre
al els fulls es troben cosits
olt complicat utilitzar-lo.
cas de la fotografia, influeix
le la imatge obtinguda la
l'empremta que ha deixat
full de paper i l'existència
grafies sobre la zona on es
na. 8



9

als documents solts, un
negatius fotogràfics amb
'escanejat de 20 x 25 cm
dpi, abasta la majoria dels
ines. Sempre s'ha de posar
t de la filigrana per obtenir
eves dimensions. La qualitat d'aquestes
erament superior a les aconseguides amb
gital amb llum transmesa, descrita més
ós mètodes la imatge es veurà interferida
gi damunt la filigrana. 9, 10 i 11

[8] Escàner per negatius (M. Dolores Díaz de Miranda).
[9] Imatge amb escàner no contacte (M. Dolores Díaz de Miranda).
[10] Imatge amb escàner de contacte (M. Dolores Díaz de Miranda).

MÈTODES DE REPRODUCCIÓ DE FILIGRANES

MÈTODES FOTOGRÀFICS

Mètode de contacte

itzat en fotografia per positivar negatius original. Consisteix a situar el full que es vol reproduir entre una font lumínica i un paper sensible a la llum, amb una pressió funcional en una premsa de contacte de contacte amb el paper original; aquest mètode només pot utilitzar-se amb fulls solts i sobre els que es pugui exercir una pressió considerable, com més gramatge tingui el full, millor serà el resultat de la reproducció obtinguda. 12

La font de llum utilitzada és de fotografia de contacte. Aquest mètode d'exposició és el més adequat amb el gruix de paper de qualsevol de les filigranes del mateix que es vol reproduir.

Fotografiat amb llum transmesa

Aquest mètode consisteix a situar el full que es vol reproduir sobre una font lumínica i un paper sensible a la llum, amb una pressió funcional en una premsa de contacte de contacte amb el paper original; aquest mètode només pot utilitzar-se amb fulls solts i sobre els que es pugui exercir una pressió considerable, com més gramatge tingui el full, millor serà el resultat de la reproducció obtinguda. 12

L'inconvenient d'aquest mètode és que en la majoria dels casos no es pot destacar la filigrana sobre el text.

Per fer-ho a escala digital, cal fer una fotografia d'una filigrana amb un escàner de contacte.

Posem el full que es vol reproduir sobre una font lumínica i un paper sensible a la llum, amb una pressió funcional en una premsa de contacte de contacte amb el paper original; aquest mètode només pot utilitzar-se amb fulls solts i sobre els que es pugui exercir una pressió considerable, com més gramatge tingui el full, millor serà el resultat de la reproducció obtinguda. 12

Posem el full que es vol reproduir sobre una font lumínica i un paper sensible a la llum, amb una pressió funcional en una premsa de contacte de contacte amb el paper original; aquest mètode només pot utilitzar-se amb fulls solts i sobre els que es pugui exercir una pressió considerable, com més gramatge tingui el full, millor serà el resultat de la reproducció obtinguda. 12

Posem el full que es vol reproduir sobre una font lumínica i un paper sensible a la llum, amb una pressió funcional en una premsa de contacte de contacte amb el paper original; aquest mètode només pot utilitzar-se amb fulls solts i sobre els que es pugui exercir una pressió considerable, com més gramatge tingui el full, millor serà el resultat de la reproducció obtinguda. 12

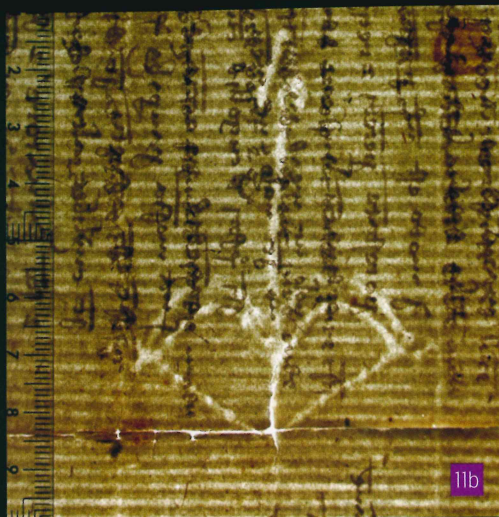
Posem el full que es vol reproduir sobre una font lumínica i un paper sensible a la llum, amb una pressió funcional en una premsa de contacte de contacte amb el paper original; aquest mètode només pot utilitzar-se amb fulls solts i sobre els que es pugui exercir una pressió considerable, com més gramatge tingui el full, millor serà el resultat de la reproducció obtinguda. 12

Posem el full que es vol reproduir sobre una font lumínica i un paper sensible a la llum, amb una pressió funcional en una premsa de contacte de contacte amb el paper original; aquest mètode només pot utilitzar-se amb fulls solts i sobre els que es pugui exercir una pressió considerable, com més gramatge tingui el full, millor serà el resultat de la reproducció obtinguda. 12

Posem el full que es vol reproduir sobre una font lumínica i un paper sensible a la llum, amb una pressió funcional en una premsa de contacte de contacte amb el paper original; aquest mètode només pot utilitzar-se amb fulls solts i sobre els que es pugui exercir una pressió considerable, com més gramatge tingui el full, millor serà el resultat de la reproducció obtinguda. 12

Posem el full que es vol reproduir sobre una font lumínica i un paper sensible a la llum, amb una pressió funcional en una premsa de contacte de contacte amb el paper original; aquest mètode només pot utilitzar-se amb fulls solts i sobre els que es pugui exercir una pressió considerable, com més gramatge tingui el full, millor serà el resultat de la reproducció obtinguda. 12

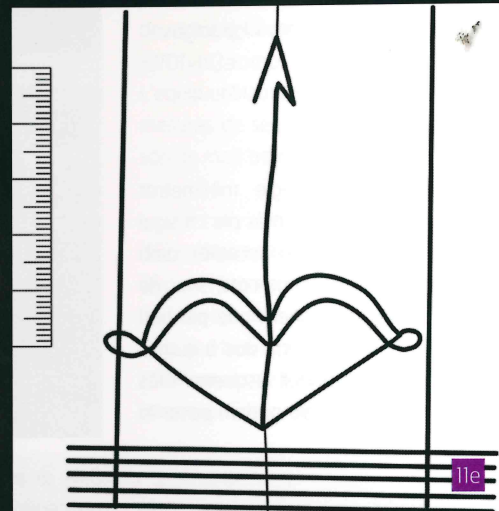
Posem el full que es vol reproduir sobre una font lumínica i un paper sensible a la llum, amb una pressió funcional en una premsa de contacte de contacte amb el paper original; aquest mètode només pot utilitzar-se amb fulls solts i sobre els que es pugui exercir una pressió considerable, com més gramatge tingui el full, millor serà el resultat de la reproducció obtinguda. 12



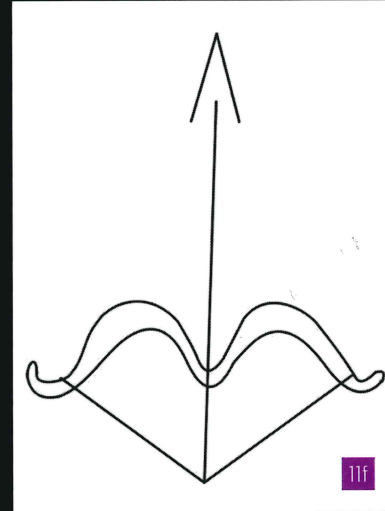
11b



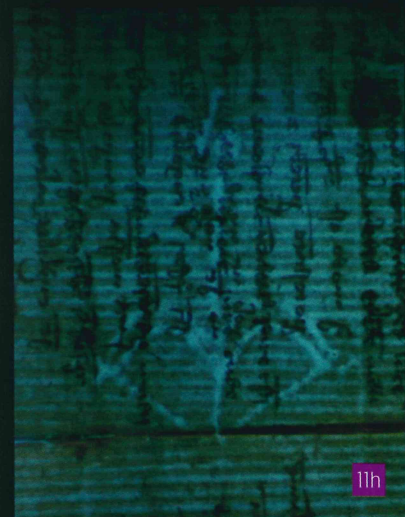
11c



11e



11f



11h



11i

Imatge de les filigranes: **a.** Imatge de l'original per escàner **b.** Imatge de l'original per escàner de contacte **c.** Imatge de l'original per calc manual, **d.** Imatge de l'original per calc manual, **e.** Imatge d'una reproducció per tauleta digital, **f.** Imatge de l'original per llum infraroja transmesa, **g.** Imatge de l'original per llum obliqua esquerra (Fotografies: M. Dolores Díaz de Miranda), **h.** Imatge de l'original per llum obliqua esquerra (Fotografies: M. Dolores Díaz de Miranda), **i.** Imatge de l'original per llum obliqua esquerra (Fotografies: M. Dolores Díaz de Miranda), **j.** Imatge de l'original per llum obliqua esquerra (Fotografies: M. Dolores Díaz de Miranda).



La qualitat de la imatge aconseguida amb el fregat és inferior a la de la fotografia i l'escanejat, tot i que, només quan la densitat de la grafia sobre la filigrana és molt alta, la qualitat del fregat pot arribar a ser sensiblement superior a aquestes dues tècniques. Aquest cas, es pot veure comparant les imatges de les il·lustracions 4 i 5, corresponents a la mateixa filigrana.

Les imatges obtingudes s'han de convertir en imatges digitalitzades, per mitjà de la fotografia digital o escanejat. **5** i **6**

FOTOGRAFIA AMB CÀMERA DIGITAL

Els mètodes fotogràfics, tot i que són econòmicament més costosos que els anteriors, en general, també són senzills i assequibles. El tradicional mètode fotogràfic, basat en la impressió de la imatge en una pel·lícula fotosensible, actualment ha estat reemplaçat per la fotografia digital, que ofereix la possibilitat d'obtenir la imatge a l'instant i treballar amb ella directament.

Aquest mètode és idoni quan el paper té dibuixos pulverulents, com els realitzats amb pastel, o que estan en mal estat de conservació. En els resultats influeixen fonamentalment dos factors: la profunditat de l'empremta de la filigrana al full de paper i l'existència i densitat de grafies sobre la zona on es troba la filigrana.

Procediment:

- Posarem el full que té la filigrana sobre una superfície lluminosa.
- A sobre seu col·locarem un regle mil·limetrat, transparent i amb els números i ratlles intensament marcats, paral·lela als corondells, de manera que permeti mesurar l'espai entre els puntillons i situada a dos o quatre centímetres de distància del corondell esquerre més proper a la filigrana. Sobre el regle podem posar la signatura del full.
- La càmera fotogràfica tindrà un objectiu macro i la muntarem en un trípode, o un suport fix, situat sobre la taula de llum. **7**



[4] Fregat (Fotografia: Júlia Potrony).
 [5] Imatge de l'original a partir d'escàner (Fotografia: M. Dolores Díaz de Miranda).
 [6] Imatge de l'original per fregat (Fotografia: M. Dolores Díaz de Miranda).
 [7] Reproducció per fotografia digital (Fotografia: Júlia Potrony).



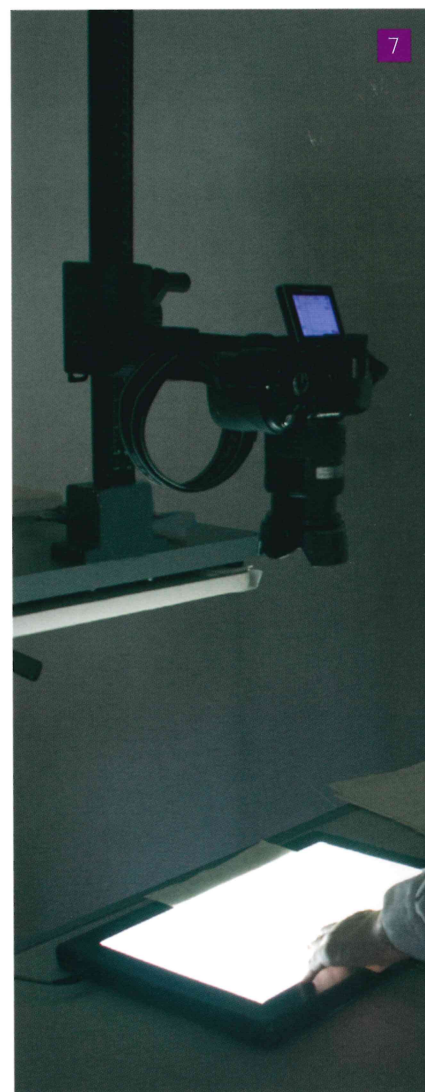
Les imatges es poden fer en format JPG amb alta resolució i comprimir-les si es desitgen col·locar al web. L'obtenció de la imatge no necessita revelat i té el gran avantatge de poder-la treballar amb un programa de tractament d'imatges, com l'Adobe® Photoshop.

ESCANEJAT

Aquest mètode apareix a finals del segle XX i té l'avantatge que les dades es poden emmagatzemar directament en una base de dades.

Procediment

Col·loquem el full amb la filigrana sobre la superfície de la pantalla de l'escàner i obtenim la imatge.



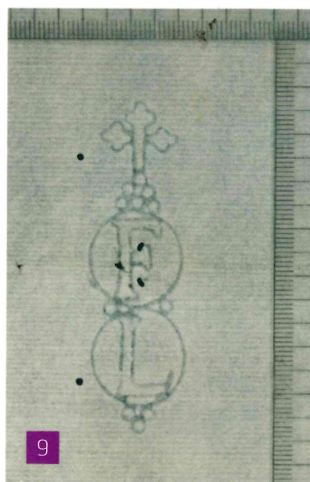
Únicament els escàners per negatius permeten la reproducció de la imatge de la filigrana de qualsevol tipus de paper.¹⁴ Amb els escàners normals s'obté la imatge de la filigrana només si el paper és fi i la filigrana és nítida. En aquests casos s'ha de deixar oberta la tapa de l'escàner per tal que, el full amb la filigrana, per una de les seves cares estigui en contacte amb el vidre de l'escàner i per l'altre rebí la llum exterior.



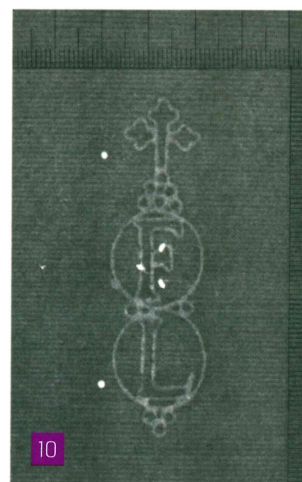
8

L'escanejat de les filigranes no presenta problemes quan es tracta de documents solts; si el document forma part d'una encuadernació, lligall o qualsevol altre sistema en el qual els fulls es troben cosits entre si, és molt complicat utilitzar-lo. Igual que en el cas de la fotografia, influeix en la qualitat de la imatge obtinguda la profunditat de l'empremta que ha deixat la filigrana en el full de paper i l'existència i densitat de les grafies sobre la zona on es localitza la filigrana. **8**

Per tant, per als documents solts, un escàner per a negatius fotogràfics amb una superfície d'escanejat de 20 x 25 cm i resolució 300 dpi, abasta la majoria dels formats de filigranes. Sempre s'ha de posar un regle al costat de la filigrana per obtenir l'escala de les seves dimensions. La qualitat d'aquestes imatges és lleugerament superior a les aconseguïdes amb la fotografia digital amb llum transmesa, descrita més amunt. En ambdós mètodes la imatge es veurà interferida pel text que hi hagi damunt la filigrana. **9**, **10** i **11**



9



10

[8] Escàner per negatius (Fotografia: Júlia Potrony).

[9] Imatge amb escàner normal (Fotografia: M. Dolores Díaz de Miranda).

[10] Imatge amb escàner de negatius (Fotografia: M. Dolores Díaz de Miranda).

La font de llum més còmode d'utilitzar és la d'una ampliadora de fotografia, ja que amb el seu diafragma s'ajusten els temps d'exposició (la il·luminació necessària es troba relacionada amb el gruix del full de paper). Com a paper fotogràfic ens val qualsevol dels existents en el mercat i el procés de revelat és el mateix que utilitzen els fotògrafs.

Fotografiat per transparència

Aquest mètode és el mateix que el de la fotografia digital. L'inconvenient prové del fet que el positiu de la pel·lícula, en la majoria de casos, s'ha de fer de forma manual per poder destacar correctament la imatge de la filigrana sobre el text del document i, a més a més, és recomanable fer-ho a escala 1:1, amb un cost tres vegades superior al d'una fotografia normal en color.

Posem el full amb la filigrana sobre una superfície lluminosa.

ALTRES MÈTODES DE REPRODUCCIÓ DE LES FILIGRANES

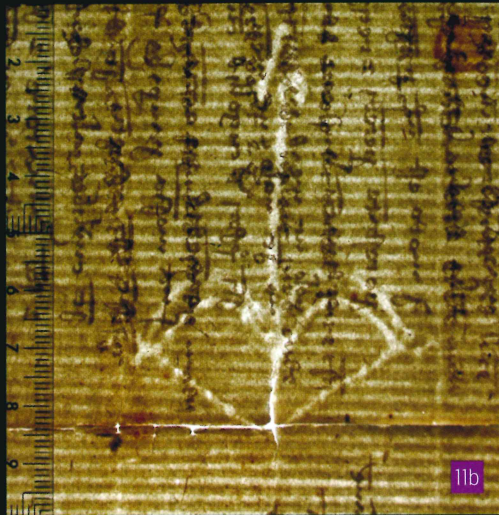
MÈTODES FOTOGRÀFICS

Fotografiat per contacte

Mètode molt utilitzat en fotografia per positivament negatius a la seva mida original. Consisteix a situar el full que conté la filigrana entre una font lumínica i un paper fotogràfic convencional en una premsa de contacte de les utilitzades en fotografia; aquest mètode només pot ser utilitzat per fulls solts i sobre els que es pugui exercir una pressió considerable, com més gramatge tingui el full, menor és la qualitat de la reproducció obtinguda. **12**



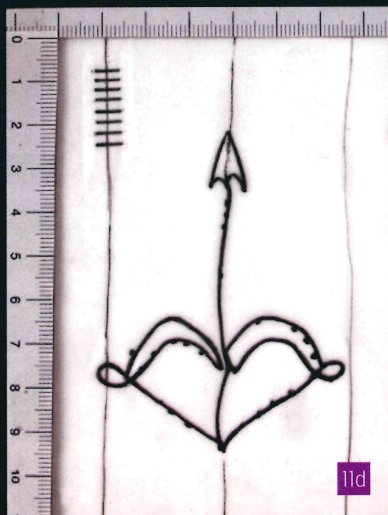
11a



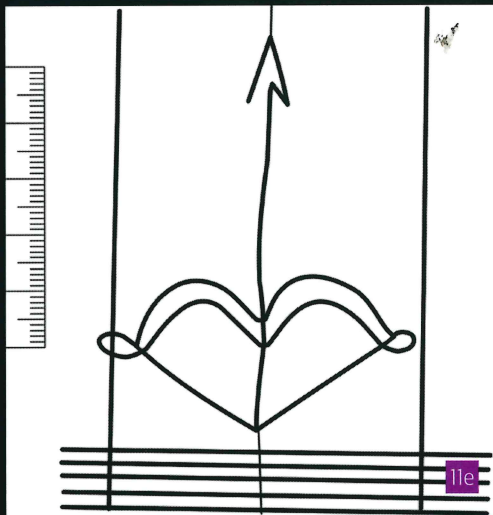
11b



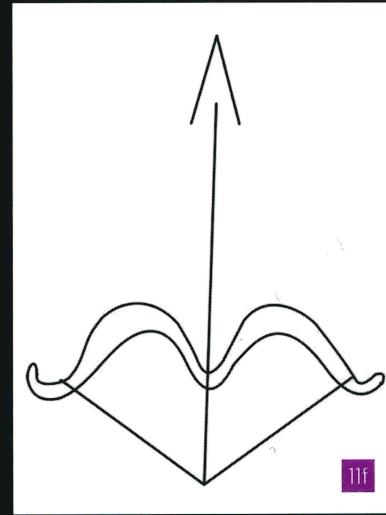
11c



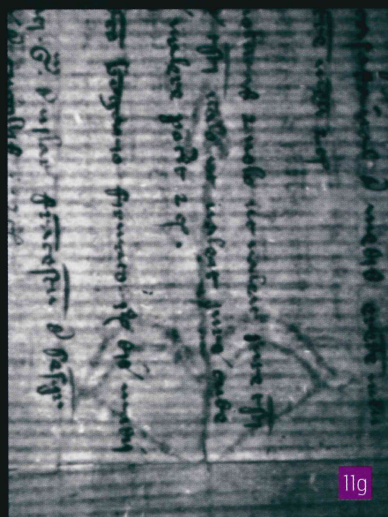
11d



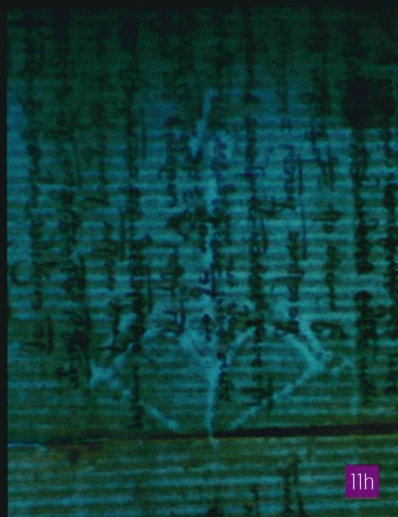
11e



11f



11g

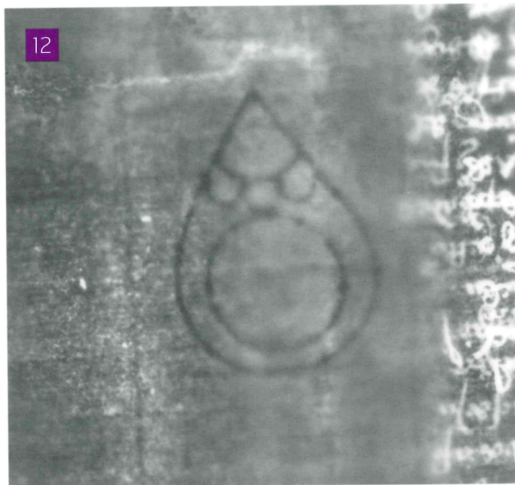


11h



11i

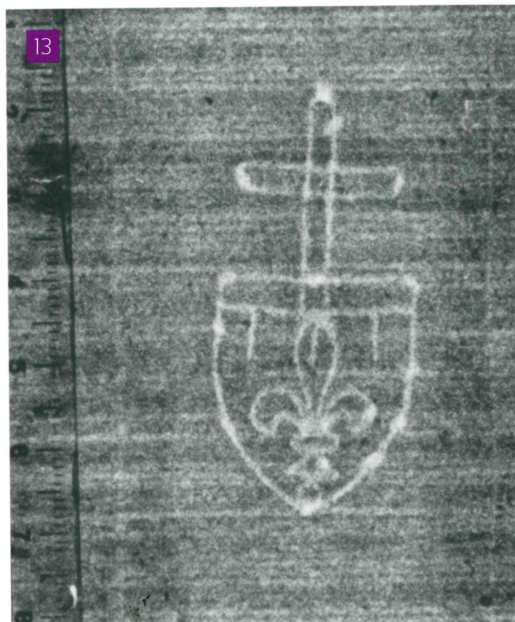
[11a-11i] Diferents sistemes per reproduir la imatge de les filigranes: **a.** Imatge de l'original per escàner **b.** Imatge de l'original per fotografia digital, **c.** Imatge de l'original per-fregat G-3B, **d.** Imatge de l'original per calc manual, **e.** Imatge d'una reproducció per dibuix digital, **f.** Imatge d'una reproducció per tauleta digital, **g.** Imatge de l'original per llum infraroja transmesa, **h.** Imatge de l'original per llum ultraviolada transmesa, **i.** Imatge de l'original per llum obliqua esquerra (Fotografies: M. Dolores Díaz de Miranda, Loreto Rojo i Juan Sánchez).



[12] Fotografia per contacte (Fotografia: Javier Querol).

[13] Fotografia analògica (Fotografia: Javier Querol).

[14] Vídeo Espectre Comparador (http://www.igp.sc.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=101&Itemid=124 [Consulta: 30 d'octubre 2013]).



Sobre aquest full col·loquem un regle mil·limetrat transparent, de qualsevol material, com més pla i fi sigui millor (per exemple de paper vegetal o polietilè), amb els números i les ratlles intensament marcats, s'ha de situar paral·lela als corondells, de manera que permeti mesurar l'espai entre els puntillons, i entre dos o quatre centímetres de distància del corondell esquerre més proper a la filigrana. Sobre aquest regle podem posar la signatura del full.

La càmera fotogràfica tindrà un objectiu macro i la muntarem sobre un trípode o un suport fix a la taula de llum. La pel·lícula ha de ser en B/N de sensibilitat ISO 100 o d'alta sensibilitat per a papers de gran gramatge (ISO 400). El revelat serà normal i s'ha de realitzar a escala 1:1. ^[13]

Fotografia per UV- paper Dylux®

S'utilitza com a font lumínica la llum ultraviolada i com a material sensible el full Dylux®. El full de paper amb la filigrana es col·loca sobre el paper fotosensible (Dylux®) i s'exposa a la llum visible (410-500 nanòmetres) uns cinc minuts. Posteriorment (no immediatament després de l'exposició), el paper fotosensible s'exposa a la radiació UV (200-400 nanòmetres).¹⁵ Per raons pràctiques, aquest ordre pot invertir-se. La llum UV es genera per un aparell portàtil estàndard.

Tècnica de fosforescència

Aquesta tècnica consisteix en una placa fosforescent activada per una radiació UV en la què, posteriorment, es col·loca el full de paper amb la filigrana i s'irradia la placa amb radiacions UV i IR. Finalment, la placa es posa en contacte amb una pel·lícula pancromàtica de

B/N, de les que hi ha al mercat, i es revela seguint el procediment habitual.

Fotografia amb Vídeo Espectre Comparador (VSC)

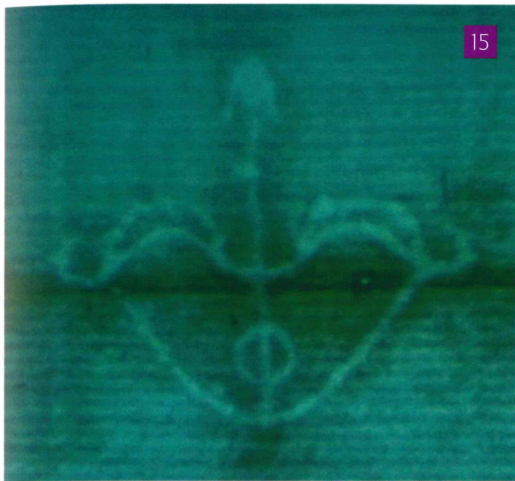
L'Exton VSC 500¹⁶ és un aparell que permet l'obtenció d'imatges a partir de la combinació d'intensitats de llum amb filtres predeterminats, associats a un programa informàtic, fotografia i escàner. És una eina que la Policia Científica Nacional utilitza per l'autenticació dels documents i obres d'art, i que Loreto Rojo ha aplicat per primera vegada a l'estudi de les filigranes. ^[14]

Situem el full amb la filigrana sobre la superfície de l'àrea de treball del VSC i realitzem la presa d'imatges; s'han de tenir en compte les següents consideracions sobre quina il·luminació cal utilitzar:

- La fotografia amb llum transmesa ultraviolada o llum infraroja ofereix resultats interessants sobre les tintes i l'estat de conservació del document, però la qualitat de la imatge reproduïda és generalment molt inferior a l'aconseguida a partir d'una llum freda. ^[15] i ^[16]
- La fotografia amb llum rasant (obliqua) aporta dades vàlides sobre la textura del paper i l'empremta de la

¹⁵ Vegeu: GRAVELL, T. L. "A New Method of Reproducing Watermarks for Study". *Restaurator*, (1975) 2, p. 95-104 i DESSAUER, R. "Photographic technique for identification of watermarks of old documents. Technique photographique et numérisation de documents Anciens". A *Actes du colloque Vers une nouvelle érudition: numérisation et recherche en histoire du livre*. Rencontres. Jacques Cartier. Lyon, 1999. Disponible en línia a: <http://www.enssib.fr/bibliotheque-numerique/document-1500>. [Consulta: setembre 2011].

¹⁶ *Extron VSC 500 High Resolution Computer-to-Video Scan Converter*.



15

filigrana. És molt útil per determinar el costat del paper que ha estat en contacte amb la forma, tot i que, la imatge obtinguda no se sol fer servir per reproduir la filigrana. ¹¹

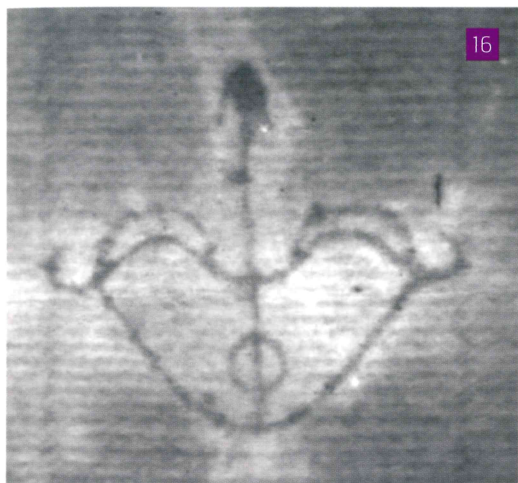
MÈTODES RADIOGRÀFICS

Els mètodes radiogràfics requereixen tenir una placa emissora de rajos [rajos X, partícules beta (β) o electrons], el full amb el dibuix de la filigrana i una emulsió fotogràfica (en què queda registrada la imatge virtual deixada pels rajos):

Rajos X de baixa intensitat

És un sistema molt apropiat per a l'obtenció de filigranes en el camp historicoartístic. El full, col·locat sobre una pel·lícula sensible als rajos X, s'exposa a una font emissora de radiació (d'una intensitat entre 7 i 10 kV). ¹⁷

L'equip utilitzat és transportable i no es necessiten grans mesures de seguretat, ja que les radiacions dels rajos X són de molt baixa intensitat.

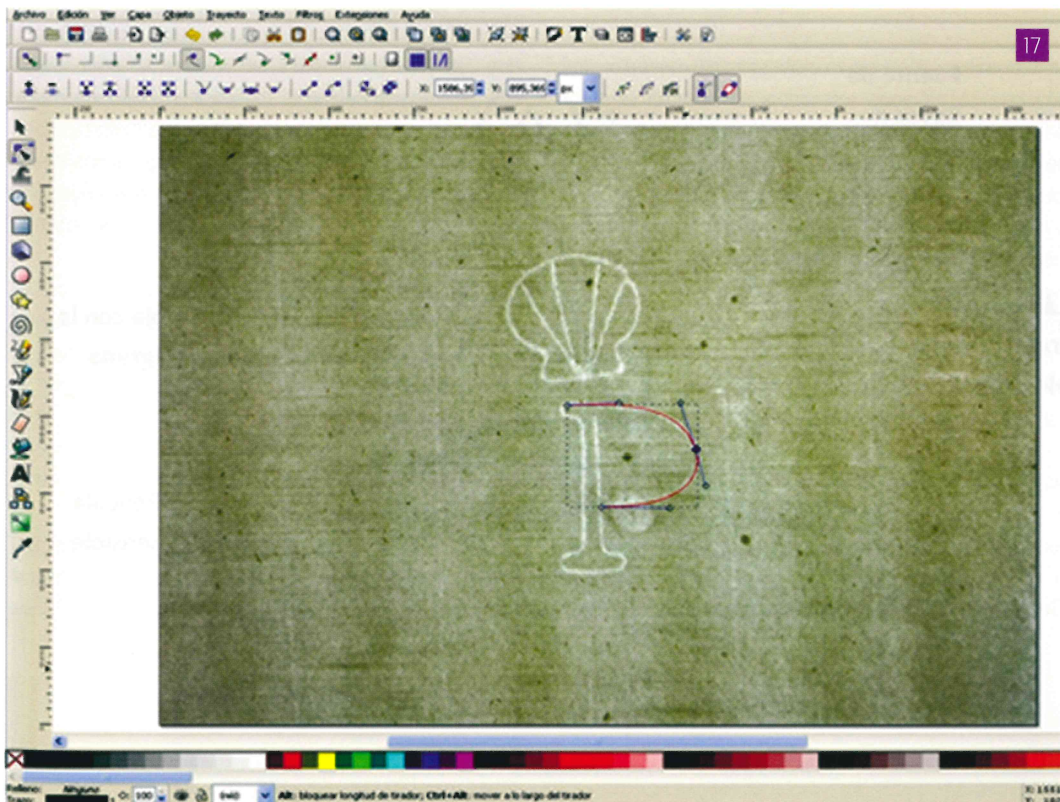


16

[15] Imatge amb llum ultraviolada (Fotografia: M. Dolores Díaz de Miranda i Loreto Rojo).

[16] Imatge amb llum infraroja (Fotografia: M. Dolores Díaz de Miranda i Loreto Rojo).

[17] Pantalla de l'ordinador visualitzant el programa Inkscape (Fotografia: Juan Sánchez).



17

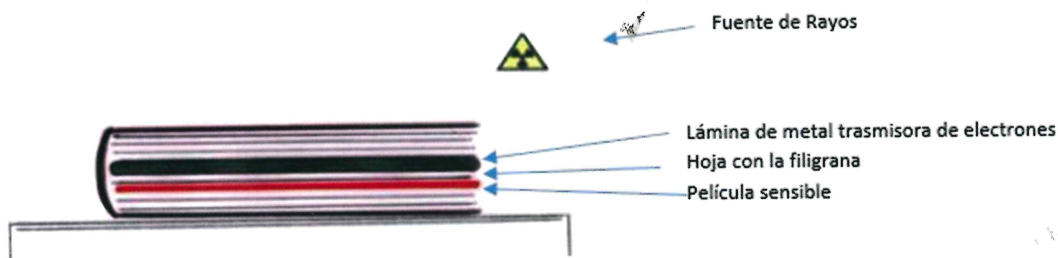
¹⁷ Els resultats obtinguts amb aquesta tècnica, comparats amb els d'altres tècniques, en l'estudi de les filigranes en obres d'art són evidents, tal i com Manfred Shreiner va exposar en el Bernstein Symposium titulat "The History of Paper and Watermarks from the Middle Ages to the Modern Period", celebrat a Viena el mes de febrer de l'any 2009. Vegeu: SCHREINER, M. "Technical Studies of Watermarks...".

¹⁸ Vegeu: CAMPOS, J. "La radiación beta X en la obtención de filigranas". *Investigación y Técnica* (1995), núm. 124, p. 354-359.

Betagrafia

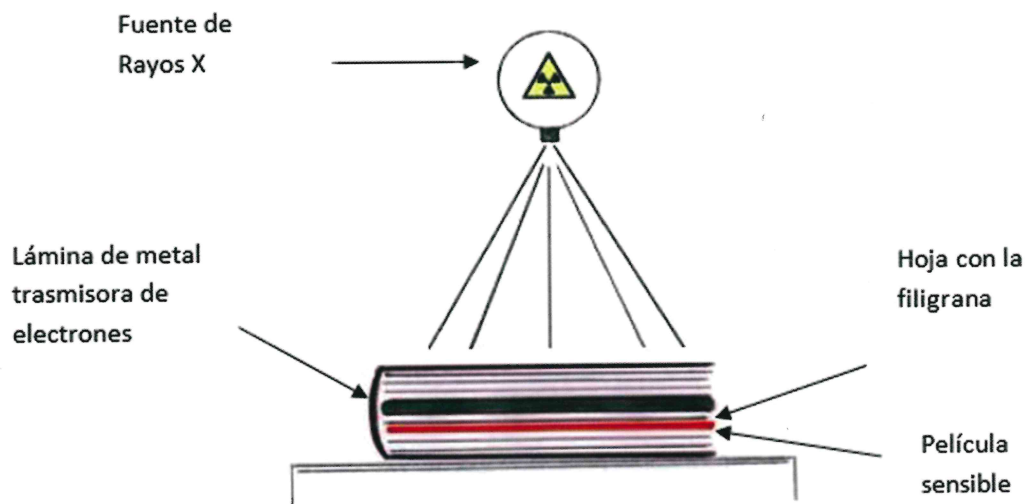
El registre de la filigrana s'obté situant el paper entre una font plana i homogènia emissora de radiacions beta (β) i la corresponent pel·lícula sensible. Per a l'obtenció de la imatge es necessita un temps entre 2,2 i 8 hores. Proporciona imatges d'alta qualitat, altament contrastades.¹⁸ És un mètode experimentat als anys quaranta del segle XX als Estats Units, però la primera imatge de filigranes reproduïdes per aquest sistema no es va publicar fins a l'any 1960, per D.P. Erastov. **Gràfic núm.1**

Gràfic núm. 1



[Gràfic núm. 1] Betagrafia (Imatge: M. Dolores Díaz de Miranda).

Gràfic núm. 2



[Gràfic núm. 2] Radiografia d'electrons (Imatge: M. Dolores Díaz de Miranda).

El procediment és el següent:

En una habitació fosca, com les utilitzades per revelar fotografies, se selecciona del llibre el full de paper que conté la filigrana, es col·loca a sota la pel·lícula sensible, i a sobre d'aquest full una làmina de plom de poc gruix, el conjunt s'embolica amb un plàstic negre perquè la pel·lícula no entri en contacte amb la llum solar. El llibre s'irradia amb una font de rajos Röntgen¹⁹ a intensitat variable (entre 200–250 kV). La irradiació incident sobre la placa de plom emet els electrons, que passen a través del paper. Els electrons s'absorbeixen de diferent forma segons la densitat i l'estructura del paper i l'absorció diferenciada es registra a la pel·lícula sensible, col·locada sota el paper. Aquesta pel·lícula, un cop processada per un fotògraf, dona la imatge de la filigrana.

És un mètode desenvolupat fa uns vint anys per Dierk Schnitger, Eva Ziesche i Eberhard Mundry a Berlín. A La Haia la *Koninklijke Bibliotheek* l'ha adoptat amb la cooperació del *Röntgen Technische Dienst* (RTD)²⁰ de Rotterdam. Han estat capaços de fer en quatre hores entre 250 i 300 negatius de Röntgen de filigranes de quaranta incunables, atès que té l'avantatge de permetre obtenir diverses imatges de les filigranes d'un llibre amb un únic impuls de radiació.

MÈTODES DERIVATS D'ALGUNA DE LES TÈCNIQUES ANTERIORS

Mètode *Black Light*

Aquest mètode, emprat per obtenir filigranes des dels anys noranta del segle passat, és un dels que promet tenir més possibilitats en un futur. És un sistema molt apropiat per obtenir les imatges de les filigranes dels fulls de paper amb dibuixos o gravats. És un sistema còmode i fàcil de transportar.²¹

Consisteix en l'obtenció de dues imatges fotogràfiques del mateix document: una fotografia amb llum frontal i una altra amb llum transmesa. Per mitjà d'un *software* de tractament d'imatges, la primera imatge és estreta de la segona. Com que l'única diferència entre ambdues fotografies és l'estructura del paper i la filigrana, a l'hora de treure les imatges serà el que ens queda.

Termografia

Aquesta tècnica consisteix a obtenir les imatges a partir de radiacions infraroges. Està sent utilitzada

per la Biblioteca Estatal de Baviera (BSB), a Munic, per reproduir la seva col·lecció de llibres xilogràfics del segle XV.²²

DIBUIX DIGITAL SOBRE UNA REPRODUCCIÓ

Aquest és un mètode dissenyat arran de l'estudi i revisió dels mètodes de reproducció de les filigranes.²³ A partir d'un programa informàtic de dibuix, si es compta amb la reproducció de la filigrana (fregat, fotografia o escanejat) que es visualitza a la pantalla de l'ordinador, es pot realitzar el calc de la imatge sobre una tauleta digitalitzadora (o tauleta gràfica) o a la mateixa pantalla de l'ordinador.

Característiques dels materials emprats:

- Document original o reproducció fotogràfica digital o fregat de la filigrana.
- Ordenador i/o tauleta gràfica: Walcom Intuos3, àrea activa de 48,7 x 30,4 cm i una resolució de 5.080 dpi.
- Programa informàtic de dibuix, Inkscape.²⁴

Es poden aconseguir dibuixos vectorials de les filigranes amb qualitats "Bones" o "Molt bones" a l'ordinador amb el programa Inkscape. Un avantatge és que el dibuix digital vectorial es pot ampliar sense pèrdua de qualitat de la imatge i es pot rectificar fàcilment; també és possible realitzar el treball en qualsevol moment, ja que es treballa amb imatges prèviament digitalitzades. A la reproducció es dibuixarà també el regle per tenir la referència de les dimensions de la filigrana.

Amb la tauleta digitalitzadora es pot treballar directament sobre la filigrana del document original, sobre el calc manual d'aquesta o veient a la pantalla de l'ordinador la imatge d'una reproducció de la filigrana. En els dos primers casos els resultats poden ser similars als del calc manual, sempre que es tingui certa experiència i destresa en la utilització de la tauleta digital i el programa Inkscape, però com que s'ha de dibuixar la filigrana contornejant la seva silueta amb el llapis de la tauleta digitalitzadora, el traç dibuixat apareixerà discontinu, ja que no s'està aplicant el dibuix vectorial. En el tercer cas els resultats són els comentats anteriorment per al dibuix digital a l'ordinador.

Tant amb l'ordinador com amb la tauleta digital, quan es treu la imatge de la filigrana la seva visibilitat es veurà interferida pel text, si n'hi ha, excepte quan es treballa sobre la imatge del calc manual o la reproducció d'un fregat.

¹⁹ El físic alemany Wilhelm Conrad Röntgen va descobrir els rajos X el 1895.

²⁰ Servei Tècnic Röntgen.

²¹ Vegeu: DIETZ, G., DELFT, M. van, "Watermark Imaging Technologies. Watermark Collectors and their Collections". A *Bull's Head and Mermaid: The History of Paper and Watermarks from the Middle Ages to the Modern Period* (catàleg d'exposició). Stuttgart: Landesarchiv Baden-Württemberg, 2009, p. 69.

²² Vegeu: <http://www.bsb-muenchen.de/Blockbooks-Xylographa> [Consulta: 9 octubre 2013].

²³ Vegeu: DÍAZ DE MIRANDA, M. D.; SÁNCHEZ, J., ROJO, L. (inèdit). "Estudio de los métodos de reproducción de las marcas de agua en los documentos medievales". Presentat a: *Actas del I Congreso internacional. El soporte escritorio en la Edad Media. El protagonismo de la villa de Xàtiva*, València, 5-7 de maig de 2011.

²⁴ Inkscape és un editor de gràfics en format vectorial SVG (*Scalable Vector Graphics* o Gràfics Vectorials Redimensionables), gratuït, lliure i multiplataforma.

Els resultats obtinguts pel dibuix digital són variables respecte al calc manual, no podem dir que sempre són superiors, però tampoc podem assegurar que el calc manual sigui més fiable que el dibuix digital. ¹¹ Si la reproducció de la imatge d'una filigrana per qualsevol d'aquests dos sistemes s'acompanya de les imatges obtingudes per un sistema directe com el fregat, la fotografia o l'escanejat, podrem assegurar que el calc manual no ofereix grans avantatges sobre el dibuix digital, excepte quan la silueta de la filigrana es percep amb dificultat, ja que l'ull humà pot arribar a captar i reflectir en la reproducció el que els anteriors mètodes no arriben a recollir de la filigrana. ² i ¹⁷

BIBLIOGRAFIA

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

DÍAZ DE MIRANDA, Ma D., SÁNCHEZ, J. "Elección y optimización de los sistemas de obtención de las imágenes de las marcas de agua". A *Actas del XVIII Congreso Internacional de Conservación y Restauración de Bienes Culturales*, Granada, 9-11 de noviembre: Universidad de Granada, 2011, p. 425-429.

MATERIAL PER A LES BELLES ARTS I RESTAURACIÓ



CÒRSEGA, 298 - 08008 BARCELONA
TEL. 932 181 448 - FAX. 932 172 440

VIA AUGUSTA, 161 - 08021 BARCELONA
TEL. 934 143 330 - FAX 932 094 759

Tratamientos

Garbi, S.L

- Decapat per immersió de portes i finestres
- Tractament contra corcs per "shock tèrmic"
- Decapat de bigues per xorro de micro-partícules
- Tractaments estructurals contra termites i corcs
- Productes Sinto per reparació de fusta i pedra
- Tractaments contra humitats
- Autoritzats pel Departament de Sanitat

Tel. 93.421.81.03

www.garbi.biz

Documento Gráfico //

Métodos de reproducción de la imagen de la filigrana

Las filigranas son el elemento identificador más importante del papel. A través de este estudio hemos analizado y optimizado los métodos existentes para reproducir la imagen de la filigrana, buscando los que son económicamente más asequibles y a la vez más sencillos y fidedignos.

M^a Dolores Díaz de Miranda y Macías. Doctora en Conservación y Restauración del Patrimonio por la Universidad de Barcelona. Directora del Taller de Restauraciones de Documento Gráfico del Monasterio de Sant Pere de les Puel·les, Barcelona.
mddiazmiranda@hotmail.com

Palabras clave: papel, filigrana, reproducción, identificación, documento gráfico.
Fecha de recepción: 30-10-2013



Imagen de una forma de verjura y el motivo de la filigrana en relieve (Fotografía: M^a Dolores Díaz de Miranda).

MÉTODOS DE CAPTACIÓN DE LA IMAGEN DE LAS FILIGRANAS

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 radiografía de electrones 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.

¹ La más antigua data del año 1282. Ver: BRIQUET, C. M. *Les filigranes. Dictionnaire historique des Marques du Papier dès leurs apparition vers 1282 jusqu' en 1600*. Hildesheim-Zurich-Nueva York: Georg Olms, 1991. Reproducción facsímil de la edición de Anton Hiersemann, Leipzig, 1923 (filigrana nº 5.410) y VALLS i SUBIRÀ, O. *Historia del Papel en España*. Tomo I, Madrid: Empresa Nacional de Celulosa, 1978 (filigrana nº 21).

² 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; ver: CHAPELLE, A. de la, LE PRAT, A. *Les relevés de filigranes*. París: Musée du Louvre, 1996. Actualmente, la aparición de nuevas técnicas cuestiona la técnica tradicional del calco manual, aunque en calcos como los de Gerhard Piccard (uno de los padres de la filigranología) se ha demostrado la alta fidelidad de las reproducciones respecto al original. Ver: DELFT, M. van, DIETZ, G. "Le filigrane e lo studio dei manoscritti, disegni e stampa". En *Testa di bue e sirena. La memoria delle carta e delle filigrane dal medioevo al seicento* (catálogo de exposición). Stuttgart: Landesarchiv Baden-Württemberg, 2007, p. 27-30.

INTRODUCCIÓN¹

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 escritorio.¹ 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. Aunque el papel tiene otros elementos identificadores, la representación de la imagen de la filigrana es, sin discusión alguna, el dato que más información nos puede aportar sobre la datación, 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.

Esquemáticamente, podemos agrupar los métodos mencionados del siguiente modo:²

- Manuales:
 - Calco
 - Frotado
- Fotográficos:
 - Fotografía: por transparencia, analógica o digital, y por contacto
 - UV-papel Dylux®
 - Fosforescencia
- Radiográficos:
 - Radiografía con Rayos X de baja intensidad
 - Betagrafía
 - Radiografía de electrones (*electron radiography*)

- Otros:
 - Escáner
 - Transiluminación (Back Light)
 - Vídeo Espectro Comparador (VSC)
 - Termografía
 - etc.

Entre los sistemas manuales se encuentra el **dibujo esquemático** a mano alzada de la filigrana. En el Museo Meermano 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).³ Actualmente es una técnica en desuso, aunque excepcionalmente se pueden encontrar trabajos que la utilizan. ■ [pág. 72]

El **calco manual** realizado sobre la filigrana original es la técnica manual más difundida, técnica consagrada por los grandes padres de la filigranología: Charles Moise Briquet y Gerhard Piccard, y que ha llegado hasta nuestros días como la elegida por la práctica totalidad de los investigadores.⁴ Sin embargo, desde hace unas décadas los nuevos sistemas de reproducción de la filigrana, que se comentarán más adelante, ofrecen nuevas posibilidades a la vez que cuestionan su primacía. Una versión 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 se presenta como inédita y cuya paternidad se debe a Juan Sánchez.⁵

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 grafito;⁶ es un sistema que se utiliza también en arqueología o en encuadernación para obtener el relieve de la decoración de las cubiertas, y que recuerda nuestros juegos de infancia en los que se conseguía 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 es difícil adquirir determinados materiales, como la hoja Dylux®.⁷ 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.

Los resultados obtenidos con los métodos comentados son superados por los métodos radiográficos, como es el caso de las excelentes **radiografías de electrones** que he podido ver en la Real Biblioteca de La Haya (*Koninklijke Bibliotheek*) y que tienen en su web al abasto de los usuarios, (*Watermarks in Incunabula in the Low Countries*, WILC),⁸ o los resultados que se están obteniendo con la radiografía de baja intensidad,⁹ pero son métodos que por ahora se han 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 medias de seguridad que se han de guardar en su manejo.

Sobre los demás métodos de reproducción, se debe hacer referencia al **escaneado** y a 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 Rojo¹⁰ ha aplicado por primera vez en el estudio de las filigranas.

Tras analizar estos métodos,¹¹ se presentan en dos grupos: el primero, formado por aquellos sistemas que considero los más asequibles económicamente y, a la vez más sencillos y fidedignos para reproducir las filigranas papeleras; en el segundo grupo están los demás, tales como los métodos radiográficos que, a pesar de que en la mayoría de los casos sus resultados son óptimos, no son accesibles a la mayoría de las instituciones e investigadores debido a su elevado coste y a las medidas de seguridad que se han de tener en su manejo.¹² He dedicado un apartado al método de "dibujo digital de una reproducción" por ser, hasta hace tres años, un sistema inédito y en el que seguimos trabajando a fin de mejorar los resultados logrados.

INDICACIONES PRÁCTICAS PARA LA OBTENCIÓN DE LAS FILIGRANAS

Normas para la reproducción:

- La reproducción se hará siempre a escala 1:1.
- En papeles verjurados se reproducirá la filigrana y los corondeles, desde el más próximo a la izquierda de la filigrana hasta el más próximo a la derecha. En caso de reproducción fotográfica o escaneado se colocará una regla milimetrada paralela al corondel izquierdo más próximo a la filigrana.
- Para el papel continuo o vitela se reproducirá sólo la silueta de la filigrana.
- La calidad de la reproducción de la filigrana debe permitir una lectura legible de la imagen.

Además, habremos de tener en cuenta que:

- 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 al de 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.
- Para las hojas que forman parte de la guarda fija de las encuadernaciones (pegadas a la contratapa o contracubierta) el frotado es el sistema preferente.
- 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 mediante una luz fría.

³ Agradezco la gentil guía de Jos van Heel, conservador del museo, que me ofreció la oportunidad de conocer y consultar esta colección en febrero de 2010.

⁴ Ver: HIDALGO BRINQUIS, M^o C. "Sistemas tradicionales en la reproducción de filigranas". En *Actas del I Congreso Nacional de Historia del Papel en España y sus Filigranas*. Barcelona: AHHP (Asociación Hispánica de Historiadores del Papel), 1995, p. 352.

⁵ Ver: SÁNCHEZ SÁNCHEZ, J. (inédito). "Calcos digitales". Conferencia impartida en las *I Jornadas de Filigranas* celebradas en el IPCE, Madrid 20 y 21 de mayo, 2010.

⁶ La colección más importante de reproducciones hechas con este sistema es la WIES (*Watermarks in Incunabula Printed in España*) de Gerard van Thienen, accesible en internet en <http://www.ksbm.oew.ac.at/wies/> [Consulta: 27 marzo 2011]. Ver: THIENEN, G. van, ENDERMAN A., DÍAZ DE MIRANDA, M^o D. "El papel y las filigranas de los incunables impresos en España a través de los diversos ejemplares conservados en las bibliotecas del mundo". *Sigma. Revista de Historia del libro y de la Lectura*, (2008) 2, p. 239-261.

⁷ Dupont Dylux® Proofing Paper.

⁸ <http://watermark.kb.nl/> [Consulta: 27 marzo 2011].

La existencia en esta web de 4.300 imágenes obtenidas mediante la radiografía electrónica y 11.700 por el sistema de frotado permite el estudio comparativo de ambas técnicas. Ver: THIENEN, G. van, VELDHIJZEN, M. "Watermarks in Incunabula printed in the Low Countries (WILC). An online illustrated database". En *Piccard-Online, Digitale Präsentationen von Wasserzeichen und ihre Nutzung*. Stuttgart: Kohlhammer, 2007, p. 65-69.

⁹ Los resultados comparativos de estas técnicas en el estudio de las filigranas en obras de arte son muy ilustrativos, tal como Manfred Schreiner expuso en el Bernstein Symposium celebrado en Viena en la Austrian Academy, el mes de febrero del 2009. Ver: SCHREINER, M. "Technical Studies of Watermarks at the Academy of Fine Arts Vienna: Soft X-ray Radiography of Rembrandt Objects and Drawings of the 19th cent". Vienna/Austria: Bernstein-Symposium, 2009. Disponible en línea: <http://www.bernstein.oew.ac.at/twiki/bin/viewfile/Main/Symposium20090218?rev=1;filename=Bernstein_Symposium_Schreiner_25.pdf>, [Consulta: 27 marzo 2011].

¹⁰ Loreto Rojo García es Facultativa en Arte de la Comisaría General de la Policía Científica, del Cuerpo Nacional de Policía.

¹¹ Estudio que me ha llevado más de diez años de investigación, del que han surgido diversos artículos y en el que, en ocasiones, los resultados han sido fruto de un trabajo interdisciplinar.

¹² Recientemente se ha publicado un magnífico trabajo que analiza diversas técnicas de reproducción de las filigranas, pero los resultados dejan sin estudiar dos técnicas (la fotografía y el escaneado) que creemos son de las más factibles para las posibilidades y medios con que contamos en la actualidad la mayoría de los investigadores. Ver: STAALDUINEN, M. van. *Content-based Paper Retrieval Towards Reconstruction of Art History*. Enschede (Países Bajos): ASCI, 2010, p. 15-38.

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 sometido a los errores propios de la lectura humana del original y a la destreza en dibujarlo.
- 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. **2** [pág. 73]

DESCRIPCIÓN DE LOS SISTEMAS Y MÉTODOS DE OBTENCIÓN DE LA IMAGEN DE LA FILIGRANA MÁS ASEQUIBLES PARA CUALQUIER INVESTIGADOR

Calco manual

El calco manual realizado sobre la filigrana original es la técnica manual más difundida, utilizada por los grandes padres de la filigranología: Charles Moïse Briquet y Gerhard Piccard.

Tiene las ventajas de su fácil ejecución, bajo coste económico y ser a escala 1:1. Su inconveniente principal es que puede dar lugar a una interpretación subjetiva del objeto representado.

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 y por la presencia de graffas; así, en las hojas en las que la huella de la filigrana es muy tenue y la densidad de las graffas muy alta, resulta difícil hacer una lectura correcta y se corre el riesgo de hacer calcos que difieren sensiblemente de la imagen original. **3** [pág. 74]

Procedimiento:

- Sobre la superficie iluminada colocamos la hoja que contiene la filigrana y sobre ella una lámina protectora transparente. Tipo Mylar® o Melinex®.
- Sobre esta hoja protectora ponemos un papel translúcido. El mejor es el papel vegetal.
- En ella dibujamos la filigrana, el corondel o corondeles portadores (si los hay) y los corondeles izquierdo y derecho más próximos a la filigrana; sobre el corondel izquierdo, a la cabeza de la filigrana, trazamos los puntizones existentes en un espacio de entre 10 y 20 mm.
- El trazo de la filigrana y de la verjura lo haremos con un lapicero de grafito blando y fino. Si se vieran mal, podemos utilizar una lupa cuenta hilos para distinguir el espaciado de los puntizones. La silueta de la filigrana se hará en punteado en el caso de existir dudas sobre su trazado.
- Finalmente se puede repasar el dibujo con una pluma de tinta capilar.

Para realizar esta técnica es necesario una caja de luz fría o, en el caso que la filigrana se encuentre en un libro, resulta casi siempre imprescindible disponer de una hoja de luz.

La caja de luz fría es económicamente bastante asequible; en el mercado hay distintos modelos, uno de ellos no llega a alcanzar los dos centímetros y medio de espesor pudiendo ser introducido entre las hojas de los libros.

La hoja de luz puede ser de luz blanca o de fibra óptica. Es, sin duda alguna, el instrumento auxiliar más válido para realizar calcos en libros que tengan la filigrana en la zona del lomo, zona del cosido de los cuadernillos y, en general, en libros con una encuadernación que dificulte los otros métodos, pues su grosor es poco más de un milímetro.

Tanto los frotados como los calcos manuales o dibujos digitales se deberán convertir en una imagen digitalizada situando una regla milimetrada del mismo modo que hemos indicado más arriba.

Frotado

El frotado consiste en obtener la impresión de la huella de la filigrana en un papel mediante el rayado de su superficie con una mina de grafito blando.

Es una forma sencilla, económica y rápida de conseguir la filigrana, y la única aplicable cuando se encuentra en una hoja adherida, como la guarda fija de una encuadernación. El inconveniente es que la reproducción será muy deficiente si la filigrana es poco nítida o la hoja que la contiene está por la cara que estuvo en contacto con la forma. No se puede utilizar en papeles en mal estado de conservación o que sean soporte de técnicas pulverulentas. Ha de tenerse en cuenta que reproducen la silueta de la filigrana y la verjura con un grosor algo superior al real y que se acentúan las puntadas, los nudos u otro tipo de deformaciones del alambre empleado para realizar la filigrana.

Procedimiento:

- Situamos el documento sobre una superficie dura (si está iluminada con luz rasante veremos muy bien la ubicación de la filigrana).
- Colocamos encima una hoja de papel fino. Los mejores resultados los hemos logrado con un papel fino, tipo biblia, de 40 gr/m².
- Con un lapicero blando rayamos de izquierda a derecha la superficie obteniendo el dibujo. Los lapiceros de grafito puro empleados para dibujo al carboncillo son los mejores para esta labor (*Graphite pure 3B* o *2B 2900* de Faber Castell). **4** [pág. 75]
- Fijaremos la imagen con un fijativo en spray.

La calidad de la imagen conseguida con el frotado es inferior a la de la fotografía y el escaneado aunque, sólo cuando la densidad de la graffa sobre la filigrana es muy alta, la calidad del frotado puede llegar a ser sensiblemente superior a estas dos técnicas. Este caso se puede ver comparando las imágenes de las ilustraciones 4 y 5, correspondientes a la misma filigrana.

Las imágenes obtenidas se han de convertir en imágenes digitalizadas, por medio de fotografía digital o escaneado. **5** y **6** [pág. 75]

Fotografía con cámara digital

Los métodos fotográficos, aunque son económicamente más costosos que los anteriores, en general también son sencillos y asequibles. El tradicional método fotográfico, basado en la impresión de la imagen en una película fotosensible, actualmente ha sido reemplazado por la fotografía digital, que ofrece la posibilidad de obtener la imagen al instante y trabajar con ella directamente.

Este método es el idóneo cuando el papel tiene dibujos pulverulentos, como los realizados con pastel, o está en mal estado de conservación. En los resultados influyen fundamentalmente dos factores: la profundidad de la huella de la filigrana en la hoja de papel y la existencia y densidad de graffas sobre la zona donde se ubica la filigrana.

Procedimiento:

- Pondremos la hoja con la filigrana sobre una superficie luminosa.
- Sobre ella colocamos una regla milimetrada, transparente y con los números y rayas intensamente marcados,

paralela a los corondeles, de modo que permita medir el espaciado de los puntizones y situada a dos o cuatro centímetros de distancia del corondel izquierdo más próximo a la filigrana. Sobre esta regla podemos poner la signatura de la hoja.

- La cámara fotográfica tendrá un objetivo para macro y la montaremos sobre un trípode, o un soporte fijo, situado sobre la mesa de luz. ⁷ [pág. 75]

- Las imágenes se pueden hacer en formato JPG con alta resolución y comprimirlas si se desean colocar en una web. La obtención de la imagen no necesita revelado y tiene la gran ventaja de poder ser trabajada con un programa de tratamiento de imágenes, como el Adobe® Photoshop.

Escaneado

Este método aparece en la última década del siglo XX y tiene la ventaja de que los datos se pueden almacenar directamente en una base de datos.

Procedimiento

Colocamos la hoja con la filigrana sobre la superficie de la pantalla del escáner y obtenemos su imagen.

Solamente los escáneres para negativos permiten la reproducción de la imagen de la filigrana de cualquier tipo de papel.¹³ Con los escáneres normales se obtiene la imagen de la filigrana sólo si el papel es fino y la filigrana muy nítida. En estos casos se ha de dejar abierta la tapa del escáner de modo que, la hoja con la filigrana, por una de sus caras esté en contacto con el cristal del escáner y por la otra reciba la luz exterior.

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. ⁸ [pág. 76]

Por lo tanto, para documentos sueltos, un escáner para negativos fotográficos con una superficie de escaneado de 20 x 25 cm 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 sus dimensiones. La calidad de estas imágenes es ligeramente superior a las logradas con la fotografía digital con luz transmitida, descrita más arriba. En ambos métodos la imagen se verá interferida por el texto que hubiere sobre la filigrana. ⁹, ¹⁰ [pág. 76], y ¹¹ [pág. 77]

OTROS MÉTODOS DE REPRODUCCIÓN DE LAS FILIGRANAS

Métodos fotográficos

Fotografiado por contacto

Método muy utilizado en fotografía para positivizar negativos a su tamaño original. Consiste en situar la hoja que contiene la filigrana entre una fuente luminosa y un papel fotográfico convencional en una prensa de contacto de las empleadas en fotografía; este método sólo puede ser utilizado para hojas sueltas y sobre las que se pueda ejercer una presión considerable, cuanto más gramaje tenga la hoja menor es la calidad de la reproducción obtenida. ¹² [pág. 78]

La fuente de luz más cómoda de emplear es la de una ampliadora de fotografía, pues con su diafragma se ajustan los

tiempos de exposición (la iluminación necesaria está relacionada con el espesor de la hoja de papel). Como papel fotográfico vale cualquiera de los existentes en el mercado y el proceso de revelado es el mismo que utilizan los fotógrafos.

Fotografiado por transparencia

Este método es el mismo que el de la fotografía digital. El inconveniente proviene de que el positivado de la película, en la mayoría de los casos, debe hacerse de forma manual para lograr destacar correctamente la imagen de la filigrana sobre el texto del documento y, además, es aconsejable hacerlo a escala 1:1, resultando su coste tres veces superior al de una fotografía normal en color.

Ponemos la hoja con la filigrana sobre una superficie luminosa. Sobre esta hoja colocamos una regla milimetrada transparente, de cualquier material, cuanto más plana y fina sea mejor (por ejemplo en papel vegetal o polietileno), con los números y rayas intensamente marcados, debe situarse paralela a los corondeles, de modo que permita medir el espaciado de los puntizones, y entre dos o cuatro centímetros de distancia del corondel izquierdo más próximo a la filigrana. Sobre esta regla podemos poner la signatura de la hoja.

La cámara fotográfica tendrá un objetivo macro y la montaremos sobre un trípode o un soporte fijo a la mesa de luz. La película ha de ser en B/N de sensibilidad (ISO 100) o de alta sensibilidad para papeles de gran gramaje (ISO 400). El revelado será normal y se ha de realizar a escala 1:1. ¹³ [pág. 78]

Fotografía por UV-papel Dylux®

Se utiliza como fuente lumínica la luz ultravioleta y como material sensible la hoja Dylux®. La hoja de papel con la filigrana se coloca sobre el papel fotosensible (Dylux®) y se expone a la luz visible (410-500 nanómetros) unos cinco minutos. Posteriormente (no inmediatamente después de la exposición), el papel fotosensible se expone a la radiación UV (200-400 nanómetros).¹⁴ Por razones prácticas, este orden puede invertirse. La luz UV se genera con un aparato portátil estándar.

Técnica de fosforescencia

Esta técnica consiste en una placa fosforescente activada por la radiación UV en la que, posteriormente, se coloca la hoja de papel con la filigrana y se irradia la placa con radiaciones UV e IR. Finalmente, la placa se pone en contacto con una película pancromática de B/N, de las que hay en el mercado, y se revela siguiendo el procedimiento habitual.

Fotografía con Vídeo Espectro Comparador (VSC)

El Extron VSC 500¹⁵ 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 escáner. Es una herramienta que la Policía Científica Nacional emplea para la autenticación de los documentos y obras de arte, y que Loreto Rojo ha aplicado por primera vez en el estudio de las filigranas. ¹⁴ [pág. 78]

Situamos la hoja con la filigrana sobre la superficie del área de trabajo del VSC y realizamos la toma de las imágenes; hay que tener en cuenta las siguientes consideraciones sobre la iluminación a utilizar:

- 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

¹³ Nicolangelo Scianna está trabajando sobre la optimización y comercialización de un escáner manual que ofrezca los mismos resultados que el escáner de negativos. Ver: SCIANNA, N. "Le filigrane bolognesi de Charles Moïse Briquet". En *Belle le contrade della memoria. Studi su documenti e libri in onore di Maria Gioia Tavoli*. A cura de Federica Rossi e Paolo Tinti. Bologna: Pàtron, 2009, p. 369.

¹⁴ Ver: GRAVELL, T. L. "A New Method of Reproducing Watermarks for Study". *Restaurator*, (1975) 2, p. 95-104 y DESSAUER, R. "Photographic technique for identification of watermarks of old documents. Technique photographique et numérisation de documents Anciens". En *Actes du colloque Vers une nouvelle érudition: numérisation et recherche en histoire du livre*. Rencontres. Jacques Cartier. Lyon, 1999. Disponible en línea en: <http://www.enssib.fr/bibliotheque-numerique/document-1500>. [Consulta: septiembre 2011].

¹⁵ Extron VSC 500 High Resolution Computer-to-Video Scan Converter.

¹⁶ Los resultados obtenidos con esta técnica, comparados con los de otras técnicas, en el estudio de las filigranas en obras de arte son evidentes, tal como Manfred Shreiner expuso en el Bernstein Symposium titulado "The History of Paper and Watermarks from the Middle Ages to the Modern Period", celebrado en Viena el mes de febrero de 2009. Ver: SCHREINER, M. "Technical Studies of Watermarks...".
¹⁷ Ver: CAMPOS, J. "La radiación beta X en la obtención de filigranas". *Investigación y Técnica* (1995), nº 124, p. 354-359.

¹⁸ El físico alemán Wilhelm Conrad Röntgen descubrió los rayos X en 1895.

¹⁹ Servicio Técnico Röntgen.

²⁰ Ver: DIETZ, G., DELFT, M. van, "Watermark Imaging Technologies. Watermark Collectors and their Collections". En *Bull's Head and Mermaid: The History of Paper and Watermarks from the Middle Ages to the Modern Period* (catálogo de exposición). Stuttgart: Landesarchiv Baden-Württemberg, 2009, p. 69.

²¹ Ver: <http://www.bsb-muenchen.de/Blockbooks-Xylographa> [Consulta: 9 octubre 2013].

²² Ver: DÍAZ DE MIRANDA, Mª D.; SÁNCHEZ, J., ROJO, L. (inédito). "Estudio de los métodos de reproducción de las marcas de agua en los documentos medievales". Presentado en: *Actas del I Congreso internacional. El soporte escritorio en la Edad Media. El protagonismo de la villa de Xátiva*, Valencia, 5-7 de mayo de 2011.

²³ Inkscape es un editor de gráficos en formato vectoriales SVG (*Scalable Vector Graphics* o Gráficos Vectoriales Redimensionables), gratuito, libre y multiplataforma.

la imagen reproducida es generalmente muy inferior a la lograda por medio de una luz fría: 15 y 16 [pág. 79]

- 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. 11 [pág. 79]

Métodos radiográficos

Los métodos radiográficos requieren tener una placa emisora de rayos [rayos X, partículas beta (β) o electrones], la hoja con el dibujo de la filigrana y una emulsión fotográfica (donde queda registrada la imagen virtual dejada por los rayos):

Rayos X de baja intensidad

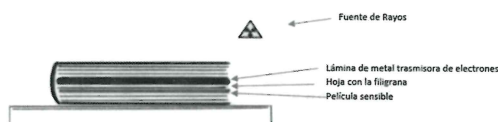
Es un sistema muy apropiado para la obtención de filigranas en el campo histórico-artístico. La hoja, colocada sobre una película sensible a los rayos X, se expone a una fuente emisora de radiación (de una intensidad entre 7 y 10 kV).¹⁶

El equipo utilizado es transportable y no se necesitan grandes medidas de seguridad, puesto que las radiaciones de los rayos X son de muy baja intensidad.

Betografía

El registro de la filigrana se obtiene situando el papel entre una fuente plana y homogénea emisora de radiaciones beta (β) y la correspondiente película sensible. Para la obtención de la imagen se necesita un tiempo entre 2,2 y 8 horas. Proporciona imágenes de alta calidad, altamente contrastadas.¹⁷ Es un método experimentado en los años cuarenta del siglo XX en los Estados Unidos, pero la primera imagen de filigranas reproducidas por este sistema no se publicó hasta 1960, por D.P. Erastov.

(Gráfico nº 1)

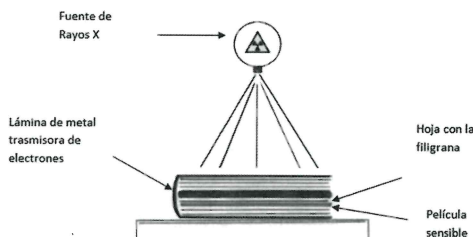


Radiografía de electrones

Es una radiografía por electrones. Se usan los electrones secundarios producidos por la incidencia de un haz de rayos X sobre una hoja metálica.

Este sistema ofrece muy buenas reproducciones de las filigranas, pero su instalación es más costosa que los anteriores, relativamente voluminosa y se han de respetar ciertas normas de seguridad, aunque bien utilizado no entraña peligro alguno. La obtención de la imagen necesita un tiempo medio de unos dos minutos.

(Gráfico nº 2)



El procedimiento es el siguiente:

En un cuarto oscuro, como los utilizados para revelar fotografías, se selecciona del libro la hoja de papel que contiene la filigrana, se coloca debajo una película sensible y encima de esta hoja una lámina de plomo de poco espesor, el conjunto se envuelve con un plástico negro para que la película no entre en contacto con la luz solar. El libro se irradia con una fuente de rayos Röntgen¹⁸ a intensidad variable (entre 200-250 kV). La irradiación incidente sobre la placa de plomo emite los electrones, que pasan a través del papel. Los electrones se absorben de distinta forma según la densidad y estructura del papel y la absorción diferenciada se registra en la película sensible colocada debajo del papel. Esta película, tras ser procesada por un fotógrafo, da la imagen de la filigrana.

Es un método desarrollado hace unos veinte años por Dierk Schnitger, Eva Ziesche y Eberhard Mundry en Berlín. En La Haya la *Koninklijke Bibliotheek* lo ha adoptado en cooperación con el *Röntgen Technische Dienst* (RTD)¹⁹ de Rotterdam. Han sido capaces de hacer en cuatro horas entre 250 a 300 negativos de Röntgen de filigranas de cuarenta incunables, pues tiene la ventaja de permitir sacar diversas imágenes de las filigranas de un libro con un único impulso de radiación.

Métodos derivados de alguna de las técnicas anteriores

Método Back Light

Este método, empleado para obtener filigranas desde los años noventa del siglo pasado, es uno de los que promete tener más posibilidades en un futuro. Es un sistema muy apropiado para obtener las imágenes de las filigranas de hojas de papel con dibujos o grabados. Es un sistema cómodo y fácil de transportar.²⁰

Consiste en la obtención de dos imágenes fotográficas del mismo documento: una fotografía con luz frontal y otra con luz trasmitida. Por medio de un software de tratamiento de imágenes, la primera imagen es sustraída de la segunda. Como la única diferencia entre ambas fotografías es la estructura del papel y la filigrana, al sustraer las imágenes será lo que nos queda.

Termografía

Esta técnica consiste en obtener las imágenes por radiaciones infrarrojas. Está siendo utilizada por la Biblioteca Estatal de Baviera (BSB), en Munich, para reproducir su colección de libros xilográficos del siglo XV.²¹

DIBUJO DIGITAL SOBRE UNA REPRODUCCIÓN

Este es un método diseñado a raíz del estudio y revisión de los métodos de reproducción de las filigranas.²² Mediante un programa informático de dibujo, si se cuenta con una reproducción de la filigrana (frotado, fotografía o escaneado) que se visualice en la pantalla del ordenador, se puede realizar el calco de la imagen sobre una tableta digitalizadora (o tableta gráfica) o en la propia pantalla del ordenador.

Características de los materiales empleados:

- Documento original o reproducción fotográfica digital o frotado de la filigrana.
- Ordenador y/o tableta digitalizadora: Wacom Intuos3, área activa de 48,7 x 30,4 cms y una resolución de 5.080 dpi.
- Programa informático de dibujo Inkscape.²³

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 las dimensiones 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 se 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 lápiz de la tableta digitalizadora, 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 sea más fiable que el dibujo digital. ¹¹ [pág. 77] 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. ² [pág. 73] y ¹⁷ [pág. 79]

BIBLIOGRAFÍA

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

DÍAZ DE MIRANDA, M^a D., SÁNCHEZ, 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, 9-11 de noviembre: Universidad de Granada, 2011, p. 425-429.

FOTOGRAFÍAS:

¹ Dibujos a mano alzada de filigranas realizados por Gerard Meerman (1761-1763). Museum Meermano-Westreenianum. Archief Meerman, Sig. MM274_084r (Fotografía: M^a Dolores Díaz de Miranda).

² Documento con la filigrana sobre una hoja de luz fría colocada sobre una tableta digital, conectada a un ordenador (Fotografía: Juan Sánchez).

³ Calco manual (Fotografía: Júlía Potrony).

⁴ Frotado (Fotografía: Júlía Potrony).

⁵ Imagen del original por escáner (Fotografía: M^a Dolores Díaz de Miranda).

⁶ Imagen del original por frotado (Fotografía: M^a Dolores Díaz de Miranda).

⁷ Reproducción por fotografía digital (Fotografía: Júlía Potrony).

⁸ Escáner para negativos (Fotografía: Júlía Potrony).

⁹ Imagen con escáner normal (Fotografía: M^a Dolores Díaz de Miranda).

¹⁰ Imagen con escáner de negativos (Fotografía: M^a Dolores Díaz de Miranda).

^{11a} - ¹¹ⁱ Diversos sistemas de reproducir la imagen de las filigranas: a. Imagen del original por escáner, b. Imagen del original por fotografía digital, c. Imagen del original por frotado G-3B, d. Imagen del original por calco manual, e. Imagen de una reproducción por dibujo digital, f. Imagen de una reproducción por tableta digital, g. Imagen del original por luz infrarroja transmitida, h. Imagen del original por luz ultravioleta transmitida, i. Imagen del original por luz oblicua izquierda (Fotografías: M^a Dolores Díaz de Miranda, Loreto Rojo y Juan Sánchez).

¹² Fotografía por contacto (Fotografía: Javier Querol).

¹³ Fotografía analógica (Fotografía: Javier Querol).

¹⁴ Vídeo Espectro Comparador (http://www.igp.sc.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=101&Itemid=124 [Consulta: 30 de octubre 2013]).

¹⁵ Imagen con luz ultravioleta (Fotografía: M^a Dolores Díaz de Miranda y Loreto Rojo).

¹⁶ Imagen con luz infrarroja (Fotografía: M^a Dolores Díaz de Miranda y Loreto Rojo).

¹⁷ Pantalla del ordenador visualizándose el programa Inkscape (Fotografía: Juan Sánchez).

Gráfico nº 1: Betagrafía (Imagen: M^a Dolores Díaz de Miranda).

Gráfico nº 2: Radiografía de electrones (Imagen: M^a Dolores Díaz de Miranda).