



MEMORIA FINAL

BIBLIA DE GUTENBERG (Volumen II)

1454-1456

UNIVERSIDAD DE SEVILLA

Mayo, 2015



Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico
CONSEJERÍA DE EDUCACIÓN, CULTURA Y DEPORTE



ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	1
FINALIDAD Y OBJETIVOS.....	2
I. METODOLOGÍA Y CRITERIOS GENERALES.....	3
II. IDENTIFICACIÓN DEL BIEN.....	5
II.1. Ficha catalográfica.....	5
III. ESTUDIO DEL BIEN.....	7
III.1. Estudio histórico.....	7
III.2. Estudio técnico.....	24
IV. VALORACIÓN CULTURAL.....	26
V. ESTADO DE CONSERVACIÓN Y DIAGNOSIS.....	27
VI. METODOLOGÍA Y CRITERIOS DE ACTUACIÓN.....	35
VII. TRATAMIENTO/ACTUACIÓN.....	36
VIII. EVALUACIÓN DE RESULTADOS.....	50
IX. PROGRAMA DE MANTENIMIENTO Y CONSERVACIÓN ²⁴	51
EQUIPO TÉCNICO.....	55
ANEXO.....	56
ESTUDIO CIENTÍFICO ²⁵	57

INTRODUCCIÓN

El presente documento es la Memoria Final de Intervención de todos los estudios y tratamientos aplicados a la **Biblia de Gutenberg**.

Esta obra bibliográfica llegó a las dependencias del IAPH para su restauración a raíz de la Orden de 28 de mayo de 2013 (BOJA 119, de 20 de junio) por el que la Consejería de Educación, Cultura y Deporte encomienda al Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico (IAPH) la redacción del proyecto de conservación y la ejecución de la restauración de las pinturas del techo existentes en el palacio de Monsalves (Sevilla) procedentes de la antigua casa del poeta Juan de Arguijo.

Dicha encomienda de gestión, en su fase 4, incluía la redacción de un programa de difusión del proceso de restauración.

Con vistas a contextualizar la obra literaria de Arguijo y de los pintores, poetas y literatos de la época, el IAPH contactó con el Fondo Antigo de la Biblioteca de la Universidad de Sevilla (US).

El 14 de marzo de 2014, el IAPH y la US suscribieron el Convenio Específico de colaboración para el desarrollo del Proyecto sobre el poeta Juan de Arguijo y su entorno humanístico. Entre las actividades recogidas en dicho convenio, se aprueba, en la estipulación tercera, la restauración de una obra bibliográfica vinculada al entorno humanístico de las pinturas de Arguijo. En este marco, y dentro del catálogo de la US, se seleccionó la obra denominada **Biblia de Gutenberg** por su vinculación con la Casa Profesa de la Compañía de Jesús, institución con la que Arguijo mantuvo estrecha relación.

En el mes de julio del mismo año técnicos del IAPH giraron visita técnica al Fondo Antigo de la US al objeto de valorar y diagnosticar la intervención de la obra. El 18 de septiembre de 2014 tuvo lugar el depósito provisional de la **Biblia de Gutenberg** en las instalaciones del IAPH para la formulación del Proyecto de Conservación. Dicho proyecto se remitió el día 4 de noviembre siguiente a la Delegación territorial de la Consejería de Educación Cultura y Deporte, en virtud de lo previsto en el art. 43.2 de la Ley 14 de 2007, de 26 de noviembre, en relación a las obras inscrita en el Catálogo General del Patrimonio Andaluz.

El presente documento aporta toda la información derivada de cada fase de actuación, indicando el tipo de intervención, las condiciones y lugar de trabajo, medios técnicos utilizados para el estudio de la obra y para el desarrollo de los trabajos, resultado de las investigaciones históricas y científico-técnicas realizadas, y por último, la síntesis de la estructura y contenido de la memoria.

La Memoria Final de Intervención se estructura en varios puntos. Identifica el bien cultural y realiza una valoración histórico-artística y puesta al día de la documentación existente sobre el bien. Posteriormente, se trata la diagnosis y tratamiento, profundiza en la materialidad, el estado de conservación de la obra y los procesos llevados a cabo para lograr la más adecuada intervención de conservación-restauración. Por último, se recogen las recomendaciones y exponen las medidas preventivas de conservación propuestas por los técnicos del IAPH para que el documento se mantenga en las mejores condiciones posibles.

FINALIDAD Y OBJETIVOS

El motivo que origina la intervención de la Biblia de Gutenberg, objeto de la presente memoria, es el deterioro de sus elementos constituyentes unido a su visión estética. La falta de cohesión de los pigmentos, la rotura del cajo en la encuadernación, así como el gran deterioro de las cubiertas han sido los principales deterioros de la obra.

Junto a estos problemas se encuentran otros derivados del envejecimiento natural del resto de los materiales constitutivos.

El objetivo de este proyecto es la conservación del bien patrimonial para su perdurabilidad en el tiempo en las mejores condiciones posibles. Para garantizar dicho objetivo es necesario actuar desde el conocimiento exhaustivo del bien en lo que respecta a sus características técnicas y estado de conservación.

I. METODOLOGÍA Y CRITERIOS GENERALES

La metodología de trabajo e intervención del Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico en cualquier actuación que realiza sobre bienes culturales, comienza con una fase cognoscitiva que incluye diferentes estudios. Se trata de conocer las características materiales de la obra, evaluar los factores de deterioro, las circunstancias de riesgos y las patologías presentes.

Los resultados obtenidos permiten formular en una segunda fase, denominada operativa, el proyecto de actuación que requieran los bienes tomados en consideración.

Este método de trabajo permite establecer los criterios de actuación y los tratamientos y materiales a emplear en cada una de las intervenciones. Así mismo aporta datos imprescindibles para definir la actuación de mantenimiento que proceda y las acciones complementarias que sobre el entorno sean necesarias efectuar con objeto de garantizar la permanencia y transmisión al futuro de los objetos intervenidos y su presentación y disfrute de la forma más adecuada a las características y tipologías de los bienes.

Este planteamiento exige una articulación multidisciplinar del trabajo de investigación y formulación del proyecto. Los distintos especialistas aportan, desde su óptica profesional, aquellas informaciones de interés del bien en estudio. Informaciones complementarias entre sí que van a garantizar su conocimiento, y en consecuencia, aportar resultados suficientemente avalados para definir los criterios teóricos, la índole de la intervención y su cuantificación económica.

Sintetizando, los principios teóricos fundamentales en los que se basa la metodología de actuación del IAPH son los siguientes:

- Investigación.
- Acción interdisciplinar: Investigación aplicada al diagnóstico.
- Definición de los criterios teórico-prácticos de intervención.
- Definición de la intervención.
- Documentación de los procesos.
- Transferencia de resultados.

Toda esta metodología de actuación debe apoyarse en unos criterios generales:

. Prioridad de la conservación y el mantenimiento antes de la intervención. Detectar y eliminar previamente a la intervención los factores de deterioro que directa e indirectamente han incidido en el estado de conservación del bien, potenciando o desarrollando la aparición de alteraciones en él.

. Establecer la conveniencia de la intervención. La actuación ha de estar justificada por el estado de conservación y nunca debe responder a satisfacer meros principios estéticos.

. Adaptar la intervención a los recursos humanos, técnicos y económicos disponibles.

. Fundamentar la intervención desde el principio de mínima intervención.

- . Necesidad de efectuar los estudios preliminares necesarios y simultáneos a la intervención, que permitan contrastar la intervención propuesta bajo la premisa "Conocer para intervenir".
- . Los tratamientos y materiales empleados deben estar justificados y probados, y responder realmente a las necesidades conservativas de la obra.
- . Discernibilidad. La intervención ha de ser fácilmente distinguible y circunscribirse a los márgenes de las pérdidas.
- . Valorar los condicionantes socio-culturales que envuelven al bien objeto de estudio a la hora de definir el tipo de intervención a realizar.
- . No desubicar a la obra de su entorno a menos que las condiciones medioambientales del lugar de origen no le permitan permanecer en él con garantías de conservación, y esta situación no se pueda subsanar con otro tipo de acciones.
- . Documentación de todas y cada una de las etapas de la intervención. Cualquier intervención ha de quedar documentada con indicación expresa del técnico que la realiza, metodología empleada, productos y proporciones utilizados en cada uno de los tratamientos efectuados.

II. IDENTIFICACIÓN DEL BIEN

II.1. FICHA CATALOGRÁFICA

Nº EXP.: 19_2014_PA

1. CLASIFICACIÓN

Patrimonio Bibliográfico

2. DENOMINACIÓN

BIBLIA DE GUTENBERG (Volumen II)

3. LOCALIZACIÓN

3.1. Provincia: Sevilla

3.2. Municipio: Sevilla

3.3. Inmueble: Universidad de Sevilla. Rectorado. C/ San Fernando, 4

3.4. Ubicación en el inmueble: Biblioteca General Rector Antonio Machado y Núñez

3.5. Signatura: BUS A 336/116

4. IDENTIFICACIÓN

4.1. Tipología: Documento canónico. Biblia.

4.2. Periodo histórico: Inicio de la Era Moderna

4.3. Estilo: Gótico

4.4. Lugar y fecha de impresión: Maguncia (Alemania), c.1454-agosto, 1456

4.5. Autoría: Johann Gutenberg (1395/99-1467/8)

4.6. Tipo de escritura / Idioma: Impresa / latín

4.7. Materiales: Papel (cuerpo); papel, cartón y pergamino (encuadernación)

4.8. Técnicas: Impresa, manuscrita e iluminada

4.9. Medidas (alto, ancho, profundo): 367 x 275 x 35 mm

4.10. Inscripciones, marcas, monogramas, firmas y elementos de validación: Sellos de la Casa Profesa de la Compañía de Jesús y de la Universidad de Sevilla. Signaturas en la guarda volante (Est 336 / nº7 y Cat. 31). Otras anotaciones y notas de aviso.

5. DESCRIPCIÓN / ICONOGRAFÍA

Volumen con encuadernación holandesa en folio. Contiene 130 folios de papel artesanal impresos (2 en blanco). Letra gótica. Texto impreso a 2 columnas de 42 líneas (tinta negra). Incipit y encabezamiento manuscritos (tinta roja). Capitales en azul/rojo, rojo/pardo y azul/rosa/blanco/negro y oro fino. Sin foliación.

6. USO / ACTIVIDAD:

- 6.1. Uso / actividad actual: Coleccionismo y fuente de investigación vinculada a la historia de la invención de la imprenta.
- 6.2. Uso / actividad históricas: Religiosa

7. DATOS HISTÓRICOS

- 7.1. Origen e hitos históricos: Primera versión impresa de la biblia vulgata.
- 7.2. Cambios, modificaciones y restauraciones: Reencuadernación en la segunda mitad del siglo XIX.
- 7.3. Posibles paralelos: El manuscrito 5 de la Biblioteca Mazarina, posible modelo de copia. Las iluminaciones se presume realizadas en Brujas (Bélgica).
- 7.4. Procedencia: Casa Profesa de la Compañía de Jesús de Sevilla.

8. CATEGORIA JURÍDICA Y OTROS DATOS:

- 8.1. Estado de protección: Pertenece al Catálogo del Patrimonio Histórico Andaluz (Inventario General de Bienes Muebles del Patrimonio Histórico Andaluz) en virtud de la disposición adicional 6ª de la Ley 14/2007, de 26 de noviembre, del Patrimonio Histórico de Andalucía.
- 8.2. Propietario: Universidad de Sevilla

9. VALORACIÓN CULTURAL

Joya bibliográfica de primera fila, se considera el primer y más importante libro impreso en la historia de occidente por su perfección y repercusión. A nivel nacional sólo se conserva este ejemplar y el completo en la Biblioteca Pública de Burgos.

III. ESTUDIO DEL BIEN

III.1. ESTUDIO HISTÓRICO

1. Origen histórico.

La invención de la imprenta supuso una auténtica revolución histórica y cultural, y la Biblia de Gutenberg o Biblia de las 42 líneas (en adelante B42), –nombre tomado del número de líneas de la caja del texto–, sin ser el primer incunable, por su perfección y repercusión se considera el paradigma del nacimiento de la imprenta moderna; un hito que para muchos marca el inicio de la Edad Moderna, y de paso, inaugura la era de la comunicación y la difusión masiva del libro.¹

Varios fueron los factores que confluyeron en el nacimiento de la B42 a mediados del siglo XV en la pequeña ciudad alemana de Maguncia.²

La convicción del experto en metales Johann Gensfleisch, llamado Gutenberg, vinculado al oficio de acuñación de monedas por influencia de su familia, y capaz de idear un sistema de impresión innovador a partir del molde para fundir tipos móviles; la visión de negocio del empresario y prestamista Johann Fust para invertir su capital en un proyecto editorial sin precedentes; y el proyecto de diseño desarrollado por el calígrafo y copista experto en manuscritos Peter Schöffer, figura considerada en la actualidad al mismo nivel que el inventor de la imprenta en la concepción de la B42.

El contacto entre Fust y Gutenberg parece que se produce a través del hermano del primero, Jakob, vinculado a la Casa de la Moneda de Maguncia.

Un cuarto factor vino de la gran acogida del público hacia un producto bibliográfico seriado frente al tradicional libro manuscrito en el contexto de la secularización de la cultura, la consolidación de la universidad y la progresiva desacralización del libro.

Pero el éxito de la imprenta de tipos móviles debe leerse en clave de negocio. Es probable que los experimentos con los tipos móviles de madera de Laurent Coster, y el crecimiento experimentado por el mercado de la estampa en Alemania desde 1420, –abundando en santorales, naipes y calendarios impresos con planchas de madera fuertemente marcadas en una de las caras del papel–, no pasase desapercibido para un visionario como Gutenberg. Las limitaciones que tenían estas impresiones, dejaban un campo amplio para la experimentación y parece que algunos emprendedores buscaron la forma de desarrollar este

1 El éxito del invento y la apertura de decenas de talleres tipográficos modificaron radicalmente el panorama económico y social de la época. Por una parte, el nuevo negocio atrajo a multitud de profesionales de formación y procedencia diversa, al tiempo que surgen profesiones vinculadas a la distribución y comercio del libro impreso. Para hacer frente a esta nueva mercancía en cantidades hasta ahora desconocidas se debió plantear un sistema de distribución y transporte mucho más complejo; comerciantes y libreros, o a un nivel inferior de la sociedad, buhoneros o vendedores ambulantes, vendían los libros como mercancía al por mayor en los circuitos comerciales consolidados, o para su venta al detalle en mercados y ferias como las de Leipzig y Frankfurt-am-Main. También los gremios tradicionales se vieron afectados por la intensiva demanda de papel, pergamino y encuadernaciones.

2 HANS-JOACHIM KOPPITZ (1995): "El invento de Gutenberg. Importancia y consecuencias". En *Biblia de las cuarenta y dos líneas*. Valencia: Vicent García, pp. 23-50

negocio. De hecho, investigadores de otros países han querido buscar en paisanos suyos, sin mucho éxito, al verdadero artífice de la imprenta.

Es evidente la visión comercial de Gutenberg para elegir la impresión de un libro que, aunque extenso y complejo como la biblia, representaba la obra más importante de la cultura cristiana. Como se vio después, esta elección le aseguró una clientela que llegó incluso a reservar los libros antes de que la impresión estuviese ultimada.³

Aunque la B42 es una obra estudiada a todos los niveles, se desconoce los términos del acuerdo alcanzado por sus protagonistas. Los datos relativos al préstamo y plazos de ejecución se han interpretado del acta notarial del escribano público de Maguncia Ulrich Helmasperger, a raíz de la demanda interpuesta por Johann Fust.⁴

La sociedad debió iniciarse a mediados de 1449 y el acuerdo determinó un primer préstamo de 800 guldens (florines) que recibió Gutenberg para "fabricar y ajustar su apparatus". Tal aparato quedó en prenda y sólo podía ser liberado cuando Gutenberg devolviese el préstamo al 6% de interés. En enero de 1452 Fust presta otros 800 guldens para "el trabajo de los libros". Suponemos que esta nueva aportación implicó la aceptación por parte de Gutenberg de un nuevo colaborador, Schöffer, venido de París donde había desarrollado actividades de copista y calígrafo de manuscritos.

Las desavenencias entre Gutenberg y Fust llevaron a la disolución de la sociedad pero, como sabemos, el invento logró salir adelante. Entonces ni Gutenberg, ni Fust, ni Schöffer podían imaginar el alcance de este *ars nova* de escribir, aunque es probable que intuyeran su potencial si nos atenemos al celo y secreto con el que trabajaron.

Se desconoce el tiempo que experimentó Gutenberg hasta la impresión de la B42. Hay que suponer que emprendió los primeros intentos en Estrasburgo varios años antes. Ejemplos de esta etapa de experimentación son la desequilibrada tipografía del fragmento del Juicio Final (sin fecha), las bulas de Nicolás II impresas en 1451 o el calendario astronómico de 1454, cerca del momento inminente de la aparición de la biblia. Aunque desconocemos si fueron pruebas de impresión para su proyecto más ambicioso, se imprimieron pensando en un amplio público y no sólo las clases cultas y eruditos. Con una visión comercial se hicieron grandes tiradas que garantizaba elevados ingresos. Aunque buscaba también la máxima difusión, la B42 tuvo un planteamiento un poco más exclusivo.

Las últimas investigaciones apuntan a que la impresión de la B42 fue superior a los 160 o 180 volúmenes inicialmente planteados, de los que un tercio se imprimieron en pergamino (40 o 60). Hoy día otras hipótesis plantean que la tirada pudo superar los 200 ejemplares para obtener mayores beneficios.⁵

En la actualidad se conservan alrededor de cuarenta y ocho biblias en todo el

3 Ver Nota 8

4 INTERNET (19/1/2015): <http://www.gutenbergdigital.de/gudi/eframes/index.htm>

5 Luz M^a RANGEL (2011): *Del Arte de imprimir a la biblia de 42 líneas. Aportación de un estudio crítico*. Universidad de Barcelona, pp. 226-228

mundo, algunas muy fragmentadas, de las que sólo la mitad están completas (4 en pergamino y 17 en papel). En España tenemos el ejemplar íntegro de la Biblioteca Pública de Burgos y el tomo segundo dedicado al Nuevo Testamento de la Universidad de Sevilla (en adelante US).⁶

Son muchas las hipótesis publicadas en torno al modelo en que se basaron Gutenberg y Schöffer para fabricar la primera biblia impresa. No se conoce ningún manuscrito de la Vulgata Latina de San Jerónimo que ofrezca el texto exacto, incluso se ha planteado la utilización de varios modelos, pero en cualquier caso la elección de un modelo u otro no se debió sólo a la necesidad de contar con un texto de referencia. La idea de reproducirlo con acuerdo a los usos de los copistas medievales también debió ser un factor determinante.

En la actualidad se considera el manuscrito 5 de la Biblioteca Mazarina el prototipo copiado. Se trata de una versión del siglo XIII manuscrita con letra gótica a dos columnas de 56 líneas. Dicho modelo es perfectamente factible teniendo en cuenta la sistematización de los textos manuscritos en las universidades que germinaron en las denominadas biblias parisinas. La vinculación de Schöffer está clara al haber desarrollado parte de su carrera profesional en la Universidad de París, pero no debe descartarse el factor personal puesto que tanto él como el propio Gutenberg podían haber tomado como modelo el prototipo que les resultase más cómodo y familiar.

Aunque se han barajado muchas fechas en relación al inicio y término del trabajo de impresión de la B42, se da como fecha inicial el año 1454 y final agosto de 1456, en base a la nota manuscrita en el ejemplar del cardenal Mazarino conservado en la Biblioteca Nacional de París.⁷

Sobre el avance de los trabajos de impresión da cuenta el futuro Papa Pio II, Enea Silvio Piccolomini, en una carta fechada en 12 de marzo de 1455. Piccolimi escribe al cardenal Juan de Carvajal que había visto en Frankfurt varios cuadernos (quiniones) de la biblia "*presentados en una escritura nítida y correcta, en ningún punto contrahecha, que su eminencia habría podido leer sin esfuerzo y sin lentas*".⁸

La aparición de la B42 fue todo un acontecimiento social y casi desde su nacimiento se convirtió en un libro muy valioso. Su clientela debió estar vinculada a las clases altas y las instituciones eclesiásticas si nos atenemos a la expectación que originó su comercialización y al elevado precio de su acabado final.⁹

Si bien el proyecto editorial tenía como principal objetivo la reproducción más rápida de los libros para liberar al copista de parte del laborioso proceso manual, y de paso abaratar el precio del libro, el resultado final no debía perder en

6 Cleveland NORMAN (1961): *The 500th anniversary pictorial census of the Gutenberg Bible*. Chicago Coverdale Press

7 Aparece una nota manuscrita en el A.T. (Tomo I) indicando que se terminó de iluminar, rubricar y encuadernar el 15 de agosto de 1456 por un vicario de la Colegiata de San Esteban de Maguncia, Enrique Cremer, el cual finalizó el día 24 del mismo mes el N.T. (Tomo II).

8 Hans-Joachim KOPPITZ (1995), op. cit, p. 44

9 Según Piccolimi ya se habían enviado varios ejemplares al emperador de Viena y la lista de compradores estaba completa antes de que los textos estuviesen rematados. En P. NEEDHAM (1985), op. cit. p. 309

ningún caso la calidad y las normas de composición tradicionales. La necesidad de que fuese familiar para el público se pudo sustentar en el temor a que la prestancia de la tradición rechazase el primer prototipo de libro impreso. Por ello, Gutenberg no sólo quería imitar el códice desde la percepción visual, sino también en el resto de sus acabados. La imitación del códice significó la participación de los talleres de copistas e iluminadores en la segunda fase de la producción de la biblia, una vez los textos estuvieron impresos y se inició la decoración, con los costes que ello implicaba. Tradición y modernidad se dan la mano en la B42.

Sabemos el coste del ejemplar de la Biblioteca Pública de Burgos. Luis de Maluenda, racionero de la catedral de Burgos y después canónigo, tesorero y capellán mayor de la capilla de la Visitación, según su testamento fechado en Burgos en 23 de septiembre de 1488, dona al monasterio de San Juan de Ortega "*la mi biblia de molde grande que me costó tres mil e dozientos e cinquenta maravedís*".¹⁰

El ejemplar de la US, aunque con iluminaciones aparentemente más sencillas, se decoró con oro fino por lo que el coste material pudo ser superior.

La faceta artesanal es la que otorga a la B42 su carácter único y singular; no existen dos ejemplares iguales. La producción seriada salida de las prensas de Gutenberg se entregaba en rama a los clientes, que la embellecían según su gusto y recursos económicos. Además de su evidente originalidad, es la razón de que la B42 cubra un espectro tan amplio de estilos decorativos.

Si bien una parte de los ejemplares de la B42 desprovistos de decoración fueron iluminados en Maguncia, otros acabaron en centros más alejados como Leipzig, Brujas y Londres.¹¹ El ejemplar de la US se cree iluminado en un taller de la ciudad de Brujas pero no hemos encontrado más información al respecto.¹²

2. Cambios de ubicación y/o propiedad.

Donde quiera que se iluminase el ejemplar de la US, es factible que acabase en Sevilla, entonces centro neurálgico del comercio de India, de la mano de comerciantes y viajeros venidos del norte de Europa. Desafortunadamente no se han localizado datos en relación a este ejemplar ni de su desaparecido volumen compañero.

Pudo también llegar a Sevilla a través de algún religioso vinculado a los jesuitas, pues se confirma por el sello que reza en la primera página del volumen que perteneció a la Casa Profesa de la Compañía de Jesús de Sevilla.

Es seguro que la propiedad del ejemplar cambió de manos a raíz de la expulsión de los jesuitas por el rey Carlos III en abril de 1767, al pasar el edificio de la

10 M^a Carmen MONJE MATÉ, (1995): "El ejemplar de la Biblia de 42 líneas de la Biblioteca Pública de Burgos". *Biblia de las cuarenta y dos líneas*. Vicent García, Valencia, pp. 109-112

11 Edberhard KÖNING (1995): "La iluminación de la Biblia de Gutenberg de la Biblioteca Pública". En *Biblia de las cuarenta y dos líneas*. Valencia: Vicent García, pp. 113-120

12 Hans-Joachim KOPPITZ (1995), op. cit, p. 49. Este trabajo nos ha puesto sobre la pista de una publicación colectiva fundamental que, desafortunadamente, no hemos conseguido consultar y titulada *Kommentarband zur faksimile-ausgabe*. München, 1979.

Casa Profesa, actual facultad de Bellas Artes, a sede de la US. Los fondos de su biblioteca, por la celeridad de la expulsión, permanecieron en sus lugares, pasando directamente a la propiedad de la US como nuevo inquilino.

"En atención a estar situada en medio de la Ciudad y a la proporción del edificio, se aplicó para establecimiento de la real Universidad literaria, con su magnífica iglesia en que se celebran los actos públicos, grados y demás funciones; y por su mucha capacidad se dividirá su habitación en dos cuerpos: el uno para la dicha universidad, y el otro para seminario de estudios, en que puedan habitar maestros y admitir pensionistas. Después, en virtud de otra real orden, espedita en el año 1771, se trasladaron las clases y estudios generales, como así mismo el claustro de doctores, a la dicha casa, separándose del colegio mayor de Santa María de Jesús, con que estaba unido desde su fundación, lo que se verificó solemnemente con máscara y festejo público en la tarde del 31 de diciembre del espresado año, habiendo establecido las clases en su patio principal y se le concedió el uso de la famosa librería e iglesia...".¹³

Una de las características de la Compañía fue el carácter secular de sus residencias, diferenciándose de las demás órdenes religiosas que se materializaban en conventos o monasterios por estrechar contactos con la sociedad a través de domicilios. La casa profesa fue la residencia de las autoridades de la orden, las casas de probación los centros de estudio donde se preparaban los novicios y los colegios los lugares en donde se impartían las clases. No sería extraño que los libros más importantes se conservasen en la biblioteca de la sede principal.¹⁴

3. Restauraciones y/o modificaciones efectuadas.

Aunque no existen intervenciones documentadas, a todas luces la actual encuadernación no es la original. Por sus características podemos confirmar que se fabricó en el siglo XIX, probablemente en la segunda mitad si nos atenemos a los elementos decorativos. El desafortunado guillotinado provocó la modificación del formato original y la pérdida de parte del encabezamiento de los textos.

Se aprecian también algunas notas y marcas de aviso y la corrección en números arábigos a los capítulos de los textos correspondientes a San Mateo.

4. Exposiciones.

La biblia de Gutemberg participó en la exposición "*Un tesoro en la Universidad de Sevilla: Incunables y obras de los siglos XVI y XVII*" celebrada entre noviembre y diciembre de 1993 en la propia US.¹⁵

¹³ *Compendio histórico de la fundación del orden regulares jesuitas en Sevilla, sus progresos, expulsión, destinos que con este motivo se dieron á sus casas, concluyendose con su nuevo restablecimiento en virtud de los reales decretos de nuestro católico monarca el señor Fernando Séptimo.* Sevilla : Antonio Carrera, 1817, pp. 66 y 67

¹⁴ VVAA. (2013): *Fondos y procedencias: Bibliotecas en la Biblioteca de la Universidad de Sevilla.* Sevilla: Universidad de Sevilla, Secretariado de Publicaciones, pp. 60-64

¹⁵ Rocío CARACUEL MOYANO y Aurora DOMÍNGUEZ GUZMÁN (1993): *Un tesoro en la Universidad de Sevilla: incunables y obras de los siglos XVI y XVII: exposición* Universidad de Sevilla, noviembre-diciembre, pp. 29 a 31

5. Análisis documental.

Se aborda el análisis del incunable desde la doble perspectiva física e intelectual. La parte física se refiere a sus características materiales, la técnica de ejecución y la escritura así como otros aspectos relacionados con la confección del documento.

Entendemos por enfoque intelectual la comprensión del contenido y la manera en que se estructura y presenta la B42. En este caso nos limitamos a describir los aspectos básicos de su origen e identificación.

Ambos aspectos se analizan por separado.

- Caracteres externos.

La búsqueda de la mayor fidelidad a los modelos manuscritos es una característica *sine qua non* de los impresos incunables. Es la razón de que su concepción seriada se vea camuflada por el tratamiento posterior que los amanuenses e iluminadores, siguiendo las directrices del propietario, llevan a cabo en los espacios en blanco asignados a las capitales, y también en la labor de encuadernación.

A primera vista, el volumen de la US presenta una encuadernación que en modo alguno anuncia la categoría del documento que atesora. De tipo holandesa en folio, presenta lomo y puntas en pergamino con tejuelo de piel dorado, y planos de papel marmoleado a juego con los cortes. Un trabajo propio del XIX como se ha dicho, y con bastante probabilidad de la segunda mitad de la centuria si nos atenemos a los elementos decorativos de los papeles de stormont a la trementina en las tapas y guardas que combina azules y pardos. Un efecto muy elegante, pero al fin y al cabo, materiales pobres frente a la importancia y riqueza del contenido.

En cambio, la fabricación del cuerpo del libro pone gran cuidado en su confección y selecciona materiales de primera calidad. El soporte de papel, las tintas, la ordenación de los cuadernillos, la división de los textos, la puntuación y los espacios para la ornamentación. Todos estos aspectos están perfectamente planificados y casi siempre correctamente ejecutados. Repasemos, en primer lugar, los materiales constituyentes asociados al proceso de impresión de la B42.

Los pliegos del volumen de la US son de papel artesanal. No se ha determinado claramente la procedencia de este soporte, y aunque en el siglo XV Alemania contaba con manufacturas molineras en la región suroeste (Basilea, Estrasburgo, Ratisbona, Metz y Friburgo en la parte Suiza), la distribución del papel de calidad procedía de España y, sobre todo, Italia. Los pliegos de papel utilizados para la B42 son de gran calidad y se cree que pudieron fabricarse en Piamonte, cerca de Casella, a principios de 1450. Las resmas de papel pudieron cruzar los Alpes a lomos de mulas hacia Basilea y de allí hasta la compleja red comercial del Rin por barco.¹⁶

Procede, mínimo, de tres molinos si nos atenemos a las filigranas localizadas,

16 Paul NEEDHAM (1985): "The paper supply of the Gutenberg Bible". *The paper of the bibliographical society of America*, 79. Third Quater, p. 307

posicionadas en el centro de uno de los dos folios del pliego, visibles en gran parte al coincidir con el espacio intercolumnio de la caja del texto.

Aunque algunas marcas presentan variaciones fisionómicas que pueden ser debidas tanto al uso de la forma y la deformación de la propia filigrana como por su pertenencia a distintos molinos dentro de un área geográfica de manufactura, se han identificado las siguientes filigranas:

- una de las varias versiones localizadas en otros ejemplares de la B42, relativa a la cabeza de buey con el signo de la cruz en aspa o de san Andrés sobre el testuz. Esta versión presenta el morro del animal terminado en dos círculos pero hay otras versiones en las que los orificios hocicales terminan en aspa.
- una de las dos versiones del racimo de uvas, en este caso la del tallo terminado en círculo.
- una última del perfil de un buey con la cabeza encornada y sus extremidades silueteadas que no tiene otras variantes en la B42.

Briquet localiza nada menos que 228 variantes del racimo de uvas y hasta 1390 de la cabeza de buey; ambas repartidas por Italia, Francia y Alemania. En la elección de las formas se ha querido ver connotaciones religiosas que rebasan la propia materialidad.¹⁷ Sin entrar en este tema, resulta difícil determinar la procedencia exacta del papel teniendo en cuenta que estas filigranas están muy extendidas en tiempo y espacio.

Los estudios llevados a cabo calculan que la producción de papel se conformó en un 70% por papel de la cabeza de buey, un 20% de papel del molino perteneciente al racimo de uvas, y un 10% del procedente de la silueta del buey, o lo que es lo mismo, se consumieron siete balas de papel (70 resmas) de la cabeza de buey, dos balas del racimo (20 resmas) y una de la silueta (10 resmas).¹⁸

En el caso del volumen segundo de la US, la más numerosa es la cabeza de buey (32 bifolios), seguida muy de cerca del racimo de uvas (21 bifolios) y, puntualmente, de la silueta del animal (8 bifolios).

Estos porcentajes han llevado a los investigadores a plantear la adquisición del papel de la B42 en tres momentos. El primer pedido se adquirió calculando el papel necesario para toda la edición, es decir, al principio del trabajo, de ahí la presencia más numerosa de la cabeza de buey. La segunda compra corresponde a la marca del racimo de uvas. Aunque la B42 de Sevilla sólo conserva la versión que termina en anillo, existe otra con tallo natural. Aunque procedían de molinos distintos, es probable que viniesen de la misma región y llegasen en la misma bala de papel. Este segundo pedido debió encargarse cuando el desperdicio de papel era considerable y se constató la necesaria reposición. La tercera compra corresponde a la marca de la silueta completa del buey y es la menos numerosa porque corresponde a la producción final del libro.

El bloque de papel del ejemplar de la US cuenta con un total de 128 folios y dos en blanco al final, repartidos en cuadernillos anclados a la encuadernación

17 José NUEVO ABALÓS (2009): "Las filigranas cristianas de la biblia de Gutenberg". *Actas VIII Congreso de Historia del Papel. Congreso Nacional de Historia del Papel en España*. Burgos, 9-11 julio, pp. 117-120

18 Paul NEEDHAM, op. cit. p. 308

mediante el cosido a los nervios. Al no contemplar la restauración el desmontaje del cuerpo del libro y tampoco querer forzar la encuadernación, la colación está incompleta. No obstante, con ayuda de las filigranas podemos confirmar que cuenta con siete cuadernillos quiniones, seguidos de un sextión, un quinión con un folio suelto y otro quinión. La parte final y los dos primeros folios del volumen no hemos sabido ligarlos.

Con respecto a las tintas utilizada, se desconoce la fórmula original creada por Gutenberg y Schoffer para las tintas de impresión. En cualquier caso, debieron ser fórmulas experimentales adaptadas de los materiales existentes.

Aunque hasta la fecha se confirma el uso del aceite de linaza y el litargirio, sustancias que desde luego estuvieron presentes en recetas de tintas impresas de épocas posteriores, los elementos orgánicos analizados no detectan aceites en las tintas impresas y sí azúcares presentes en las gomas, aglutinante común en las tintas manuscritas.

Sin duda, la falta de adhesión de las tintas metaloácidas al propio metal de los tipos móviles, obligó a buscar alternativas con mayor poder de adhesión. Para hacer las tintas compatibles con los tipos es posible que se aumentase la proporción del aglutinante gomoso (goma árábica, tragacanto, sandaraca, copal, etc.) para otorgarle más tiro y viscosidad, proporción que ha mantenido la tinta negra, brillante e intensa de la B42 hasta a la actualidad.

Hasta que se asentaron las tintas de impresión a base de barnices, las primeras fórmulas debieron estar a medio camino entre la técnica pictórica conocida como óleo y la técnica manuscrita con tintas metaloácidas. Los estudios realizados por fluorescencia de rayos X sobre las tintas impresas de la B42 confirman en las trazas de cobre detectadas su inicial naturaleza metálica.

Para conocer más en profundidad los materiales utilizados en el ejemplar de Sevilla, se han analizado las tintas manuscritas, y los pigmentos y el oro de las iluminaciones. Los elementos identificados se describen en el estudio científico anexo del que podemos adelantar la presencia de oro fino y la identificación de pigmentos como bermellón, azurita, blanco de plomo, entre otros.

Estos estudios, implementados con lupas binocular y digital, ha permitido apreciar perfectamente el pan de oro, la preparación de sulfato de calcio y los pigmentos superpuestos.

Dentro del proceso de la preparación de la página, entendida como un ejercicio de planificación y diseño de los espacios impresos, es evidente que la B42 sigue la inconfundible estética de los manuscritos de las universidades, manifiesta en la disposición del texto en espejo mediante dos columnas separadas por un reducido espacio intercolumnio, la apariencia ordenada, pero agolpada de los caracteres escriturarios, y los extensos márgenes entorno a la caja de escritura. La proporción de la caja de escritura con respecto al folio se basa en las mismas fórmulas antropométricas aplicadas en los manuscritos que aquí se han perdido a causa del guillotinado. Las únicas medidas no alteradas con las que podemos configurar el margen original vienen de la caja de escritura de las columnas que miden 290 x 78 mm cada una, el margen interno y el espacio intercolumnio de 235 mm.

En su afán por imitar a la perfección el códice manuscrito, los textos se imprimieron en escritura gótica en la variante denominada librería o textura

(*littera textualis*), letra nacional en Alemania hasta el siglo XV indicada para la edición de libros de lujo. Con el firme propósito de no transgredir la apariencia habitual de los textos, Gutenberg talló 290 tipos metálicos en los que incluía todos los signos necesarios para la puesta en página: 50 versales, 64 minúsculas, 6 signos de puntuación, 50 ligaduras y 123 abreviaturas así como signos de separación de sílabas o letras sobresalientes para evitar grandes espacios entre los caracteres.¹⁹ Durante la impresión Gutenberg seguía retocando los tipos defectuosos buscando la máxima perfección. Todavía hoy no se conoce ninguna impresión posterior que supere la calidad tipográfica de la B42.

La división del trabajo en la producción de la primera biblia impresa no es una excepción en la primera etapa del libro impreso o incunable, aunque más tarde estas divisiones se consoliden de manera distinta. Como si de un manuscrito se tratase, en la B42 se configuraron los espacios asignados a los incipit y capitales durante el proceso de confección de la caja de escritura. Copiando la antigua costumbre de los amanuenses, los impresores clasificaron los pasajes del texto y dejaron sin imprimir espacios de diversos tamaños en base a la importancia del contenido.

El tipo y módulo de los textos manuscritos y la decoración de la iluminación que llevarían estos espacios en blanco ya no la decidían los impresores, de tal modo que su trabajo no determinaba el aspecto definitivo del libro. Es el principal motivo de que no haya un ejemplar de la B42 igual a otro.

Pero, no obstante, los amanuenses sí debieron ceñirse a las pautas marcadas por los impresores a la hora de completar los textos faltantes. Si bien todavía muchas publicaciones describen la B42 como una impresión a dos colores, parece que la idea inicial sólo se mantuvo en los primeros libros (Pentateuco y Génesis). Gutenberg terminó abandonando esta idea, pero a cambio adjuntó a cada ejemplar una *tabula rubricarum* con instrucciones para proceder y el texto que debían introducir en cada pasaje.²⁰

Hasta aquí la labor de la imprenta. El paso siguiente corría a cargo del cliente una vez adquiría el bloque impreso. Parece que Johann Fust tuvo estrechos contactos con un pintor anónimo que vino a Maguncia atraído por los ecos de la invención de la imprenta. Es bastante probable que el propio Fust gestionase la decoración de algunos de los últimos ejemplares impresos de la B42.²¹

Pero en la mayoría de los casos, el propietario encargó a un taller de su confianza la copia de los textos (incipit y encabezamientos) y las iluminaciones de las capitales. Repasemos ahora estas tareas.

El amanuense, ayudado de la *tabula rubricarum*, insertó cuidadosamente, pero a su criterio en cuanto a la elección de las abreviaturas del texto y módulo de los caracteres, los fragmentos asignados a los incipit, los encabezamientos y la numeración correspondiente a cada capítulo en el característico color rojo del minio, respetando en mayor o menor medida el módulo y el estilo gótico del

19 Hans-Joachim KOPPITZ (1995), op. cit., p. 46

20 Conservan la *tabula rubricarum* los ejemplares de la Biblioteca Nacional Austríaca de Viena y Biblioteca del Estado de Baviera en Munich. Consiste en un texto impreso en 42 líneas desarrollado en cuatro folios (42 líneas).

21 Edberhard KÖNING,(1995), op. cit.

texto impreso.

El amanuense asume también otras actividades como marcar dentro del texto impreso las mayúsculas mediante una oblicua línea roja en aras a facilitar la lectura.

Las capitales de la B42 se estructuran principalmente en espacios de dos, cuatro y seis líneas con algunas excepciones, según la importancia del párrafo, en correspondencia con los versos de los salmos, el comienzo de los capítulos y el inicio de los libros respectivamente.

Estos artesanos, como comprobamos, debieron ceñirse a las pautas marcadas por los impresores completando los textos faltantes. Pero ahí acababa el control del impresor pues en la fase de decoración la situación cambia radicalmente.

Al no ser necesario prescribir la forma y decoración de la letra, en la mayoría de los casos los iluminadores se atuvieron a las indicaciones y deseos del cliente. La letra no sólo venía a rellenar el espacio sino que frecuentemente se completaba con elementos decorativos que se extendían a las columnas y los márgenes a base de ornamentos florales, animales, santorales, etc. De nuevo la idea recurrente de que cada ejemplar de la biblia es una obra única.

Las decoraciones del ejemplar de la US pisan tímidamente los márgenes pero se recrea en los adornos que rodean a las capitales. Cuenta con 281 versales iluminadas. En las capitales más sencillas alternan letras en azul y en rojo, decoradas respectivamente con filigranas en tinta roja o en tinta metaloácida. Son las más pequeñas y numerosas, un total de 208 capitales, y anuncian los distintos capítulos. Esta alternancia de colores atañe también a las 14 capitales externas situadas junto a la caja del texto.

En un segundo grupo, correspondiente al inicio de los distintos libros, se aprecian ricas capitales doradas y encuadradas en rosa y azul adornado con delicados y finos trazos en blancos sobre el conjunto. Perfilado en negro, delimita con las áreas de oro fino y del cuadro decorativo. Cuenta con 50 capitales que ocupan cuatro, cinco, seis y hasta siete renglones, siempre dentro de los límites de la caja de escritura. Como en el grupo anterior, hay 9 capitales externas a la caja de escritura con decoraciones más limitadas (Figura I.2).

Estas iluminaciones con probabilidad se realizaron en varias fases. Creemos que después de encajar las iniciales, el dorador aplicó la preparación de sulfato de calcio en toda la silueta de la letra a modo de cama para el oro. Después del dorador, el iluminador rellenaría el cuadro decorativo que rodea la letra alternando espacios en rosa, tono que se aplica primero, y azurita en segundo lugar, a veces solapando al rosa. Todo el conjunto se decora con sulfato de bario (blanco) mediante finos trazos es espiral. El último paso era perfilar la letras y el borde del cuadro de decoración.

En su conjunto el ejemplar de Sevilla aparenta austeridad pero resulta de los más elegante cuando reparamos en la combinación de colores y materiales. Es la ausencia de decoración en sus márgenes, frente a otros ejemplares más sobrecargados, lo que le confiere un aspecto más sobrio, aunque esta percepción cambia cuando reparamos en la meticulosa ejecución de todo el exorno y en la calidad de su ejecución.

En cuanto a la encuadernación de la B42, al no estimarse la foliación del

impreso, el cliente podía disponer el contenido en uno o dos volúmenes indistintamente.

- Caracteres internos

Aunque no tienen portada, característica común en los incunables, la Biblia de Gutenberg se denomina en los catálogos consultados Biblia latina (Novum Testamentum) ya que corresponde al segundo volumen de la reconocida obra.

Como sabemos, el vocablo latino Biblia procede del griego y significa "los libros". Designa un conjunto de libros escritos en hebreo, arameo y griego por más de cuarenta autores que vivieron entre el 1513 aC y hasta el 98 dC. Los términos Antiguo y Nuevo Testamento hacen referencia al pacto o alianza de Dios y la humanidad; a partir del siglo II dC sirvieron para designar los dos conjuntos de libros de las Sagradas Escrituras, viniendo la división marcada por el nacimiento de Jesús.

El Nuevo Testamento se escribió en su mayor parte en griego y comprende los cuatro evangelios canónicos (Mateos, Marcos, Lucas y Juan), los hechos de los apóstoles, las epístolas (Romanos, Corintios, Gálatas, Efesios, Filipenses, Colosenses, Tesalonicenses, Timoteo, Tito, Filemón, Hebreos, Santiago, San Pedro, San Juan y San Judas) y el Apocalipsis.

Hasta el Concilio de Trento no se establece el orden y los contenidos de los textos sagrados (1546). El segundo volumen de la Biblia de Gutenberg, atípicamente, inserta los hechos de los apóstoles entre las epístolas de los Hebreos y Santiago.

Como sabemos, esta biblia corresponde a la versión vulgata latina hecha por San Jerónimo. El latín fue la lengua común en la Europa medieval, empleada con carácter internacional en ámbitos como el comercio, el derecho, la erudición y el culto.

Su contenido se ordena mediante capítulos siguiendo la división imperante desde el siglo XIII. Pero hasta el siglo XVI no se dividirá el Nuevo Testamento en versículos para su mejor memorización, localización y comparación de pasajes bíblicos por lo que se facilita la lectura de los textos puntuando las iniciales.

6. Estudio comparativo con otros ejemplares de la B42.

Nos hemos basado en el facsímil del segundo tomo de la Biblia en dos volúmenes conservada en la Biblioteca Pública de Burgos²² (en adelante BPB) para el estudio comparativo.

Como hemos señalado a lo largo de la historia material, los ejemplares de la B42 son únicos, no hay dos iguales, y se diferencian principalmente en los aspectos extratipográficos, relacionados con la elaboración artesanal del rubricado, la iluminación y la encuadernación.

Los aspectos que denominamos comunes, se refieren a la apariencia inicial de estos ejemplares cuando salieron de los talleres tipográficos, salvo si el soporte

²² El facsímil puede consultarse en la Biblioteca del Fondo Antiguo de la Universidad de Sevilla (signatura A Arm. 14/1/01)

es papel o pergamino, y por algunos ajustes tipográficos en las primeras páginas del primer volumen al pasar de 40 a 42 líneas o por la inclusión en los primeros libros de las dos tintas. Del estudio comparativo de los elementos comunes de estos ejemplares, podemos conocer aspectos originales que se han modificado a lo largo de su historia.

Un aspecto fundamental son las dimensiones originales de estos libros. El ejemplar de la US tiene en la actualidad unas medidas algo menores de 367 x 550 mm debido al refinado del bloque. Si lo comparamos con el ejemplar de la BPB, la diferencia es tan considerable que nos plantea la posibilidad de que el libro de la US haya tenido, al menos, tres encuadernaciones: la primera cuando el cliente encuadernó el bloque en rama, una segunda reencuadernación en fecha sin determinar, y la tercera en el siglo XIX que es la que conserva actualmente.

Las encuadernaciones son uno de los principales aspectos que diferencian la B42. Bajo las premisas de sus propietarios conservan encuadernaciones muy diferentes —piel gofrada con cantoneras, manecillas y cierre característicos del primer tercio del siglo XVI el ejemplar de la BPB (muy probablemente una reencuadernación) frente la de estilo decimonónica en papel y pergamino de la US—. Las encuadernaciones, además de poseer un carácter protector, son elementos decorativos que anuncian el contenido y suelen estar en consonancia con la categoría del documento, requisito que ya hemos dicho no se cumple en los materiales pobres que conserva el ejemplar de la US.

En el cuerpo del libro la forma de afrontar el rubricado y la puntuación es lo que más diferencia los ejemplares. En la labor de rubricado, la ejecución de los textos manuscritos del ejemplar de la US es muy superior. La proporción de los caracteres, el espaciado regular y el módulo ejecutado con buen pulso son obra de un calígrafo experto; tan perfecto que en la primera fase de nuestro estudio se cuestionó su técnica y se recurrió al estudio paleográfico de varios caracteres y de la lupa binocular para detectar los trazos manuales.

Por el contrario, el acabado del ejemplar de la BPB no es uniforme, los caracteres cambian de dimensión en función del espacio y denotan la falta de pericia del calígrafo en una letra poco segura que muestra desequilibrio y falta de homogeneidad de sus caracteres.

La diferencia de calidades se percibe también en las capitales que alternan en rojo y azul a lo largo de todo el texto. Las formas planas, mal perfiladas e inseguras del ejemplar de la BPB, contrastan con la perfección de la US que, además del trazo seguro y correcta forma de las iniciales, incorpora delicadas decoraciones de filigranas contrastantes. De manera muy puntual en la B42 de Sevilla, pero muy presente en el ejemplar de Burgos, se conservan pequeñas letras de aviso en el centro de los espacios para estas capitales.

Otras diferencias substanciales se observan en la puntuación de los textos. Si bien ambos ejemplares marcan los capítulos en números arábigos en rojo, el de la BPB señala el texto en el margen derecho con iniciales mayúsculas A, B, C y D. Asimismo, la puntuación dentro del texto se marca con trazos rojos como vienen siendo común en los manuscritos. Estos trazos siguen la curvatura o recta de los caracteres excepto en la letra M que lo cruza. Por el contrario, en el ejemplar de la US esta tarea de puntuación se sustituye por el relleno de las versalitas en amarillo (Figura IV.1.2).

Para terminar, en cuanto a la iluminación de las capitales más importantes, es cierto que el ejemplar de la US es de las menos suntuosas. Frente al ejemplar de la BPB con una decoración mucho más historiada que rebasa ampliamente los márgenes. Está pintado por una única mano, emplea colores pastel (gris, verde claro, rosa pálido, violeta, azul) y dorado, aunque prescinde del pan de oro presente en el ejemplar de la US. Los motivos recrean formas puntiagudas y estilizadas en un repertorio donde apenas introduce motivos naturales pero los ornamentos vegetales de fantasía y animales, fundamentalmente pájaros, inspirados en los grabados al cobre de los naipes, son de gran perfección. El autor tienen un perfecto dominio del color y la línea y se cree que pertenecen al iluminador con el que colaboró estrechamente el taller de Fust (Figura IV.1.3)

La riqueza ornamental de este ejemplar está muy lejos del concepto más sobrio y sencillo del ejemplar de la US, limitado a una paleta reducida de colores sin rebasar el cuadro que rodea las versalitas. El oro fino cubre la forma completa de la letra en torno a la cual se reparten los espacios en rosa y azul como si de planos positivos y negativos se tratara, enriquecidos con finos trazos en espiral sobre el conjunto.

7. Conclusiones

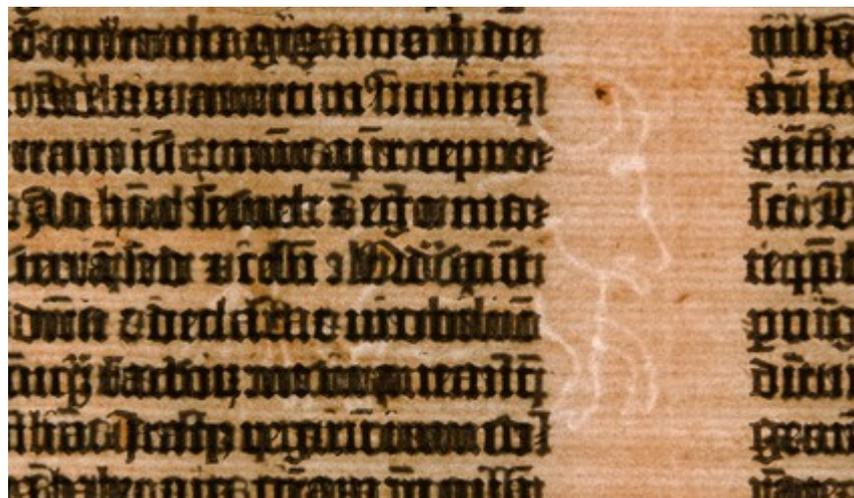
Los trabajos de conservación-restauración han permitido mantener y estabilizar el ejemplar de la B42 perteneciente al Fondo Antigo de la US.

Como sabemos, en una obra tan estudiada a nivel histórico y artístico como la biblia de Gutenberg²³, resulta complicado aportar nuevos datos en relación a su confección. A ello hay que añadir que la intervención conservativa llevada a cabo, que no ha implicado el desmontaje del bloque al descartarse su reencuadernación por ahora, ha limitado la investigación de la historia material al no poder acceder a la colación para conocer el modo en que se construyó el volumen, y a sabiendas de que los estudios anteriores publicados sobre este mismo ejemplar no reflejan la realidad.

No obstante, creemos que los estudios realizados y desarrollados a lo largo de la presente memoria y la puesta en común interdisciplinar han permitido reconstruir el modo en que se confeccionó la B42, principalmente en algunos aspectos relacionados con la faceta más artesanal (texto manuscrito y las iluminaciones que atesora).

23 Muchas publicaciones fundamentales no ha sido posible localizarlas pero es preciso citarlas: K. Dziatzko (1890): *Gutenberg früheste Druckerpraxis*, Sammlung bibliothekswissenschaftlicher Arbeiten 4 Heft., Berlin; I. Hubay, O. Mazal, E. Köning, et al. (1979): *Kommentarband zur faksimile-ausgabe*. München; W.A. Kazmeier (1952): "Wasserzeichen und Papier der zweiundvierzigzeiligen Bibel". *Gutenberg Jahrbuch*, p. 21-29; G. Powitz (1990): "Die Frankfurter Gutenberg bibel". *Ein Beitrag zum Buchwesen des 15 Jahrhunderts*. Frankfurt, p. 119-133; P. Schwenke (1923): *Johannes Gutenbergs Zweiundvierzigzeilige Bibel: Ergänzungsband zur Faksimile Ausgabe*, Iminsel, Leipzig; G. Zedler (1929): *Die Sogenannte Gutenbergbibel*, XX. Gutenberg-Gesellschaft, Mainz; E. Ziesche y D. Schnitger (1980): *Archiv für Geschichte des Buchwesen. Elektronenradiographische Untersuchungen des Wasserzeichen des Mainzer Catholicon von 1460*, p. 1303-1360

Figura III.1.1



FILIGRANAS

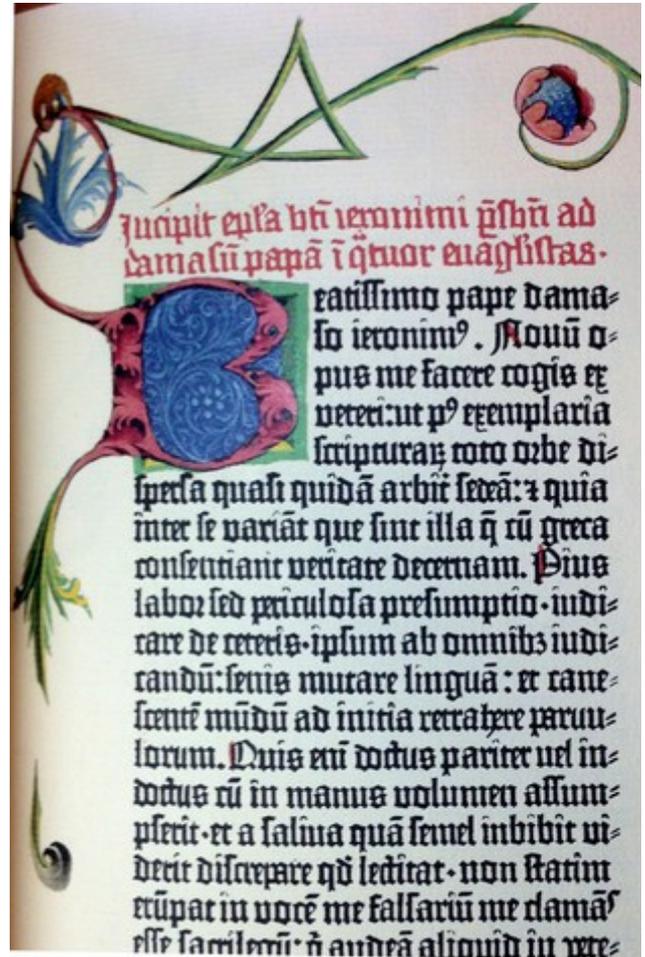
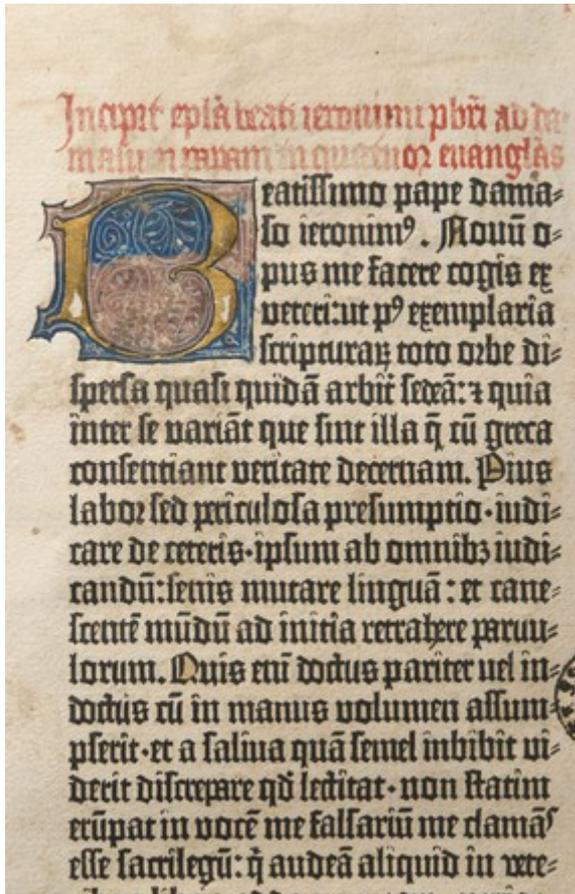
Figura III.1.2

vultu. vultu te deo in. an ego a me
 ipso loquar. Qui a semetipso loquitur
 gloriam propriam querit. Qui autem querit
 gloriam eius qui misit eum. hic verax
 est: et iniusticia in illo non est. Nonne
 moyses dedit vobis legem? Et nemo
 ex vobis facit legem. Quid me queritis
 interficere? Respondit turba et dixit.
 Demonium habes. Quis te querit inter-
 ficere? Respondit iherosolimitanus et dixit ei

in pacem. et in bonum in iudicio inter-
 gerent veritate: et fideles in dilectione
 acquiescent illi: quoniam dominus et pax est electis
 eius. Impii autem secundum quod cogitauerunt
 correptionem habebunt: quod neglexerunt iustum
 a domino recesserunt. Sapientiam enim et disci-
 plinam quod abicit infelix est: et vacua est spes
 illorum: et labores sine fructu: et inutilia
 opera eorum. Mulieres eorum insensate sunt: et

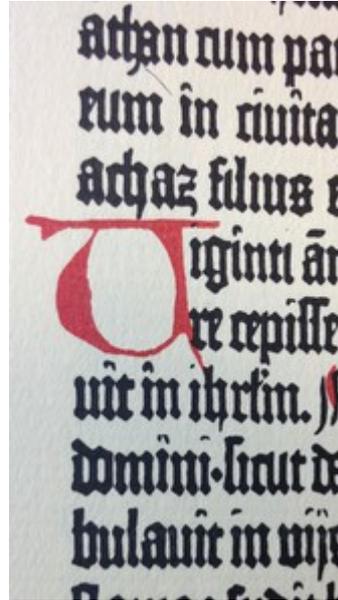
COMPARATIVA EJEMPLAR DE LA US Y EJEMPLAR DE LA BPB (FACSÍMIL).
PUNTUACIÓN

Figura III.1.3



COMPARATIVA EJEMPLAR DE LA US (IZQ.) Y EJEMPLAR DE LA BPB (FACSÍMIL).
 ILUMINACION INICIOS DE LIBROS E INCIPIIT

Figura III.1.4



COMPARATIVA EJEMPLAR DE LA US (IZQ.) Y EJEMPLAR DE LA BPB (FACSÍMIL).
ILUMINACION INICIALES MENORES

III.2. ESTUDIO TÉCNICO

Se realizaron una serie de estudios previos, encaminados a la obtención de un conocimiento inicial que posteriormente profundizamos mediante una serie de exámenes más exhaustivos, tanto organolépticos como analíticos. Estos estudios han consistido en:

- Estudio organoléptico.
- Estudio fotográfico inicial, de seguimiento y final. Realizando tomas generales y de detalle.
- Estudio Histórico.
- Estudios analíticos no destructivos y portátiles, de fluorescencia de rayos X y de espectrometría VIS-SWIR (350-2500nm).

1. Tipología

Dentro de la tipología del Patrimonio Documental y Bibliográfico, la obra que tratamos se caracteriza, según su contenido, por ser una obra textual y gráfica; según su morfología, un volumen, y atendiendo a su técnica de ejecución, un impreso iluminado.

2. Dimensiones

Las dimensiones de la obra son de 367 mm x 275 mm x 35mm (h x a x e).

3. Caracterización/identificación de los materiales constitutivos

3.1. Cuerpo del libro

Presenta un soporte de naturaleza celulósica (papel). En cuanto a los elementos gráficos se distinguen tintas grasas de impresión para el texto general de color negro, y oro y tintas pictóricas para las capitales y el texto rojo.

3.2. Encuadernación

Se ha realizado en cartón, pergamino y papel.

Presenta una encuadernación rígida con tapas de cartón. La cubierta lleva un papel de aguas en tonos azules y ocre, similares a las guardas pegadas y volantes.

Presenta el lomo liso, de pergamino y con un tejuelo de color verde rotulado en oro. Las puntas también están realizadas en pergamino.

Los cortes se pintaron en tono gris azulado.

Por último, las cabezadas son de tipo comercial de color rojo y blanco.

4. Características constructivas / técnica de elaboración.

4.1. Cuerpo del libro

La técnica de elaboración del soporte es artesanal y la de los elementos gráficos es impresa y manuscrita e iluminada.

4.2. Encuadernación

El volumen está formado por cuadernillos cosidos entre si a los nervios. El anclaje del cuerpo del libro a las tapas está realizado mediante cosido.

El papel tanto de las guardas como el de la cubierta es de fabricación industrial, así como las tapas de cartón.

5. Intervenciones anteriores

La obra fue intervenida al menos una vez en su encuadernación (guillotinado), debido a esta intervención, la obra sufrió una modificación en sus dimensiones, sufriendo más el corte de cabeza donde se puede apreciar el encabezamiento cortado.

El volumen fue reencuadernado siguiendo un modelo no acorde con su época.

IV. VALORACIÓN CULTURAL

La invención de la imprenta supuso una auténtica revolución histórica y cultural, siendo la Biblia de Gutenberg, también conocida como la Biblia de 42 líneas (B42), uno de los primeros incunables y el más importante por su perfección y repercusión. Un hito que para los historiadores ha marcado el periodo de su nacimiento como una de las posibles fechas de inicio de la era Moderna.

De los más de 200 ejemplares que se presume salieron de la imprenta de Gutenberg-Schöffer-Fust, hoy existen alrededor de cuarenta biblias en todo el mundo, algunas muy fragmentadas, de las que sólo la mitad se conservan completas. En España existen el ejemplar completo en la Biblioteca Pública de Burgos y el segundo volumen de la Universidad de Sevilla.

Si bien el nacimiento de la imprenta supuso la proliferación de copias múltiples, la B42 se encuentra a medio camino entre la producción industrial y la artesanal. La participación de artesanos iluminadores en la decoración de las capitales y la mayor o menor riqueza de éstas y de sus encuadernaciones, estaba en consonancia con el nivel económico de sus propietarios. La variedad y originalidad de los motivos decorativos de cada ejemplar hace que pierdan su carácter múltiple para convertirse en obras singulares y únicas.

Esta joya bibliográfica de primera fila, por su importancia y repercusión ha sido estudiada a todos los niveles (histórico, artístico, técnico, material, codicológico, tipográfico, de diseño, etc.). El estudio comparativo del volumen conservado en la universidad de Sevilla con otros ejemplares de la B42 podría aportar nuevos datos en torno a su ejecución.

V. ESTADO DE CONSERVACIÓN Y DIAGNOSIS

El estado de conservación de la obra, en general, era bueno aunque presentaba ciertas alteraciones, algunas de las cuales era conveniente tratar ya que podrían derivar en problemas importantes e irreversibles.

Las alteraciones que presentaba en orden de importancia son las siguientes:

1. Cuerpo del libro:

- Falta de cohesión de los pigmentos en algunas iluminaciones y textos, el aglutinante había perdido su poder de adhesión, con lo cual los pigmentos estaban disgregados y sin sujeción al soporte (Fig.VI.1).
- Suciedad superficial de manera generalizada, encontramos en todo el volumen polvo y otros elementos depositados sobre su superficie, haciéndose más evidente en el primer folio, donde esta suciedad había penetrado en mayor medida en las fibras del papel, debido sobre todo a la presencia de sustancias como la grasa de la piel (al pasar los folios sin guantes), contaminantes del aire, humedad, etc. que han servido como aglutinantes de la suciedad (Fig.VI.2).
- Manchas de diversas naturalezas (Fig.VI.3) como amarilleamiento, manchas de oxidación, humedad, etc. Todas producidas por diversas causas como puede ser la formación de productos químicos resultantes del envejecimiento de los compuestos orgánicos del papel o la caída de agua.
- Pérdida de soporte o lagunas, algunas de ellas provocadas por insectos xilófagos formando las típicas galerías (Fig.VI.4).

2. Encuadernación:

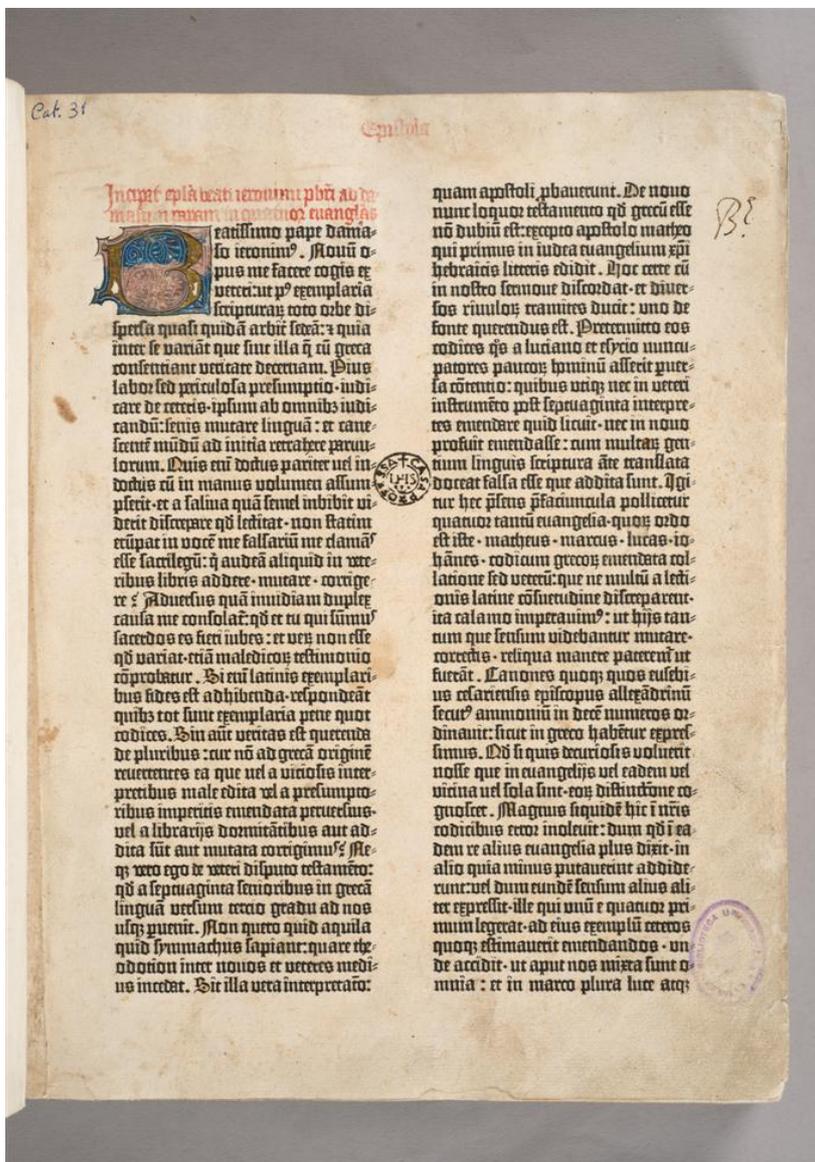
- La cubierta realizada con papel de aguas se encontraba muy deteriorada, presentando arañazos, roces y pérdidas del soporte debido al uso e inadecuada manipulación (Fig.VI.5).
- El lomo y las puntas, realizados en pergamino, presentaban suciedad superficial y pérdidas de soporte.
- Tanto en las tapas de cartón y en las puntas también se habían producido pérdidas de soporte y exfoliación (Fig.VI.6) .
- El cajo, tanto interior como el exterior de la cubierta delantera, se encontraba roto (Fig.VI.7) .

Figura V.1



CUERPO DEL LIBRO. Disgregación de los pigmentos.

Figura V.2



CUERPO DEL LIBRO. Suciedad superficial generalizada.

Figura V.3

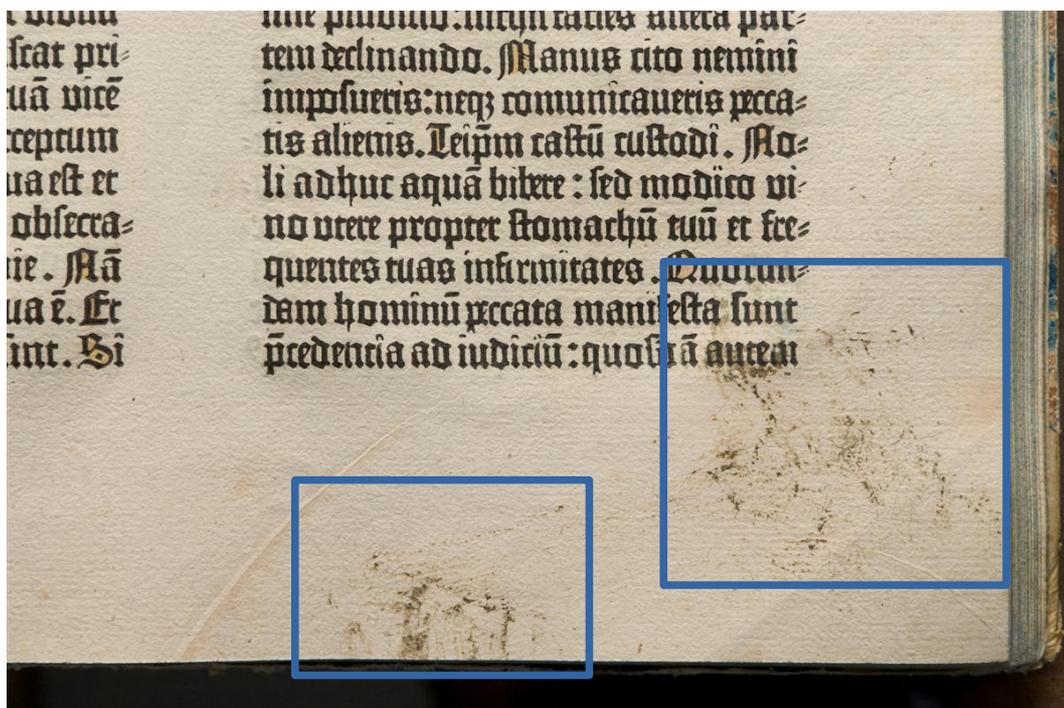
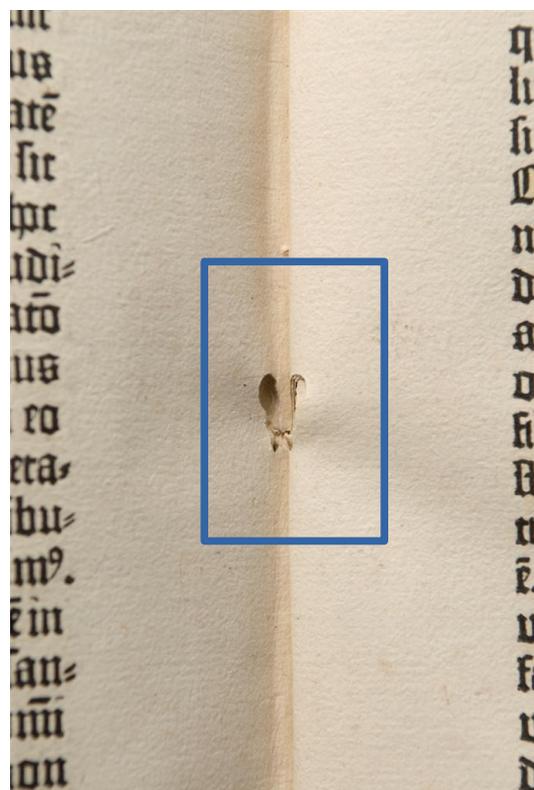
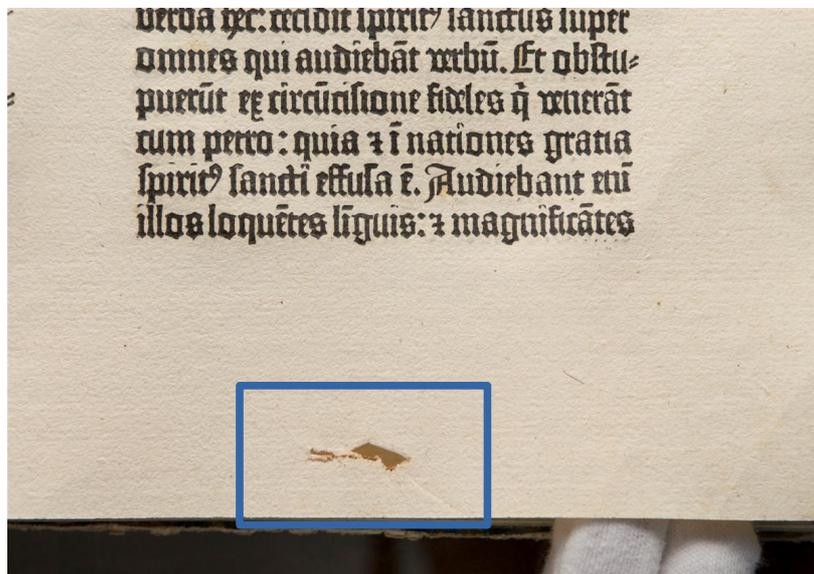


Figura V.4



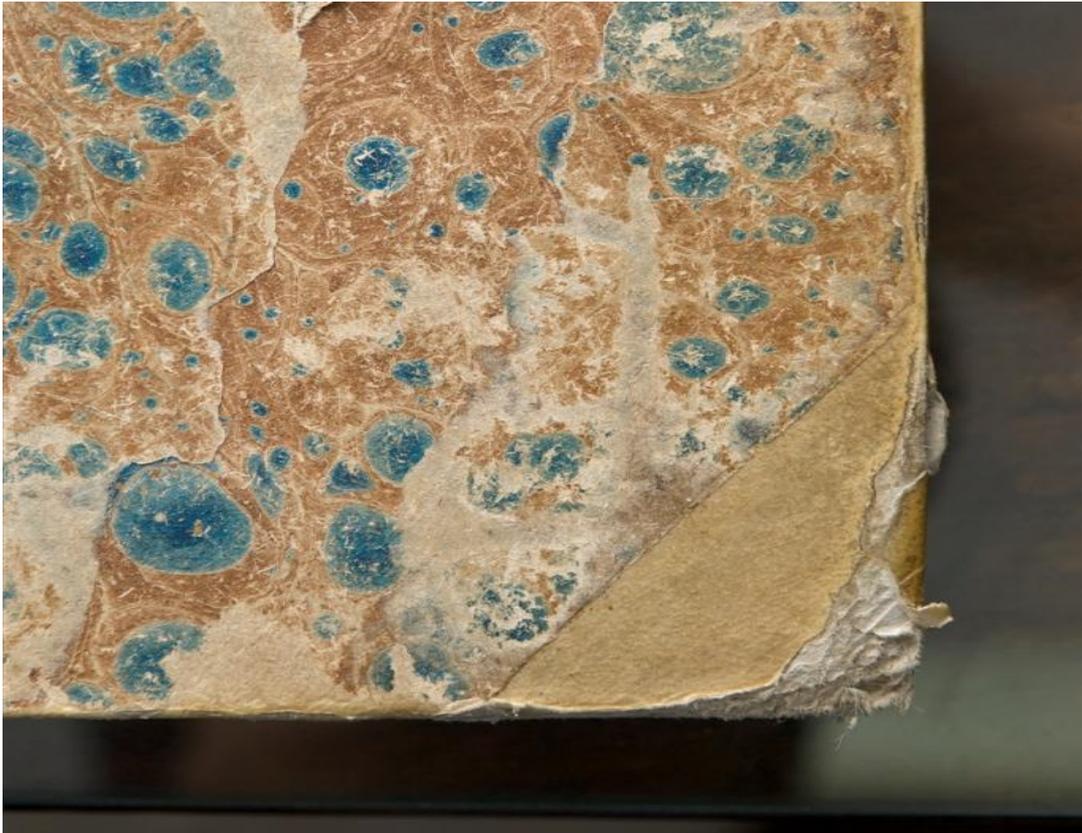
CUERPO DEL LIBRO. Pérdidas de soporte.

Figura V.5



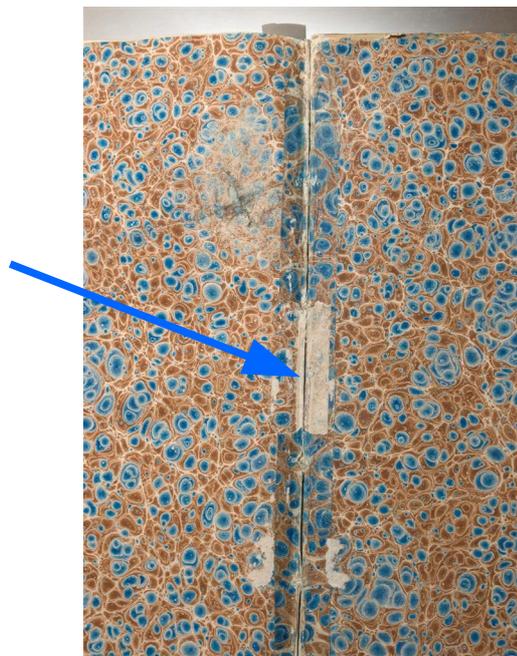
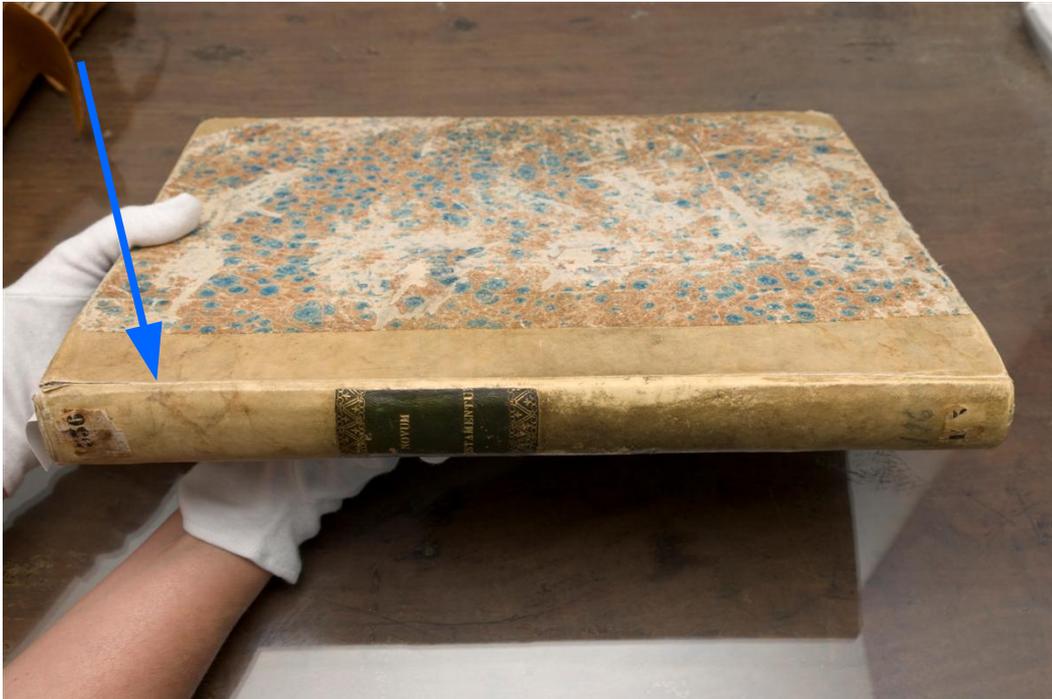
ENCUADERNACIÓN. Cubierta trasera. Arañazos, roces y pérdidas del soporte.

Figura V.6



ENCUADERNACIÓN. Cubierta delantera. Suciedad superficial, pérdida de soporte y exfoliación en las puntas.

Figura V.7



ENCUADERNACIÓN. Rotura de cajo exterior e interior.

VI. METODOLOGÍA Y CRITERIOS DE ACTUACIÓN

La realización de una intervención de conservación-restauración conlleva la aplicación de unos tratamientos que, con absoluto respeto hacia la obra, consigan salvaguardar su contenido documental y artístico.

En función de los resultados obtenidos en los estudios, se ejecutó una intervención parcial de la obra.

Los objetivos fundamentales de esta intervención han sido frenar los efectos de las alteraciones y los deterioros sufridos por la obra, recuperar el mayor número posible de sus características materiales y funcionales e incluir los elementos necesarios de protección que puedan asegurar la futura permanencia de la misma. Para este último punto se establece el diseño y elaboración de una caja de conservación individual hecho a medida para la obra.

Tanto los estudios como la intervención han sido realizados en distintos departamentos del Centro de Intervención a cargo del equipo interdisciplinar de profesionales que lo componen.

VII. TRATAMIENTO/ACTUACIÓN

Los tratamientos realizados han sido los siguientes:

· Cuerpo del Libro:

Se realizó en primer lugar la limpieza superficial mecánica en la totalidad del cuerpo del libro, mediante la utilización de pinceles y brochas de pelo suave, bisturí y goma de humo (Fig.VIII.1, 2, 3 y 4).

Posteriormente se consolidaron y fijaron los pigmentos que presentaban signos de descohesión utilizando para ello un adhesivo como el funori al 2% en agua (Fig.VIII.5).

Por último se realizó la reintegración manual del soporte en las zonas de pérdidas más evidentes, empleando papel japonés de un tono y espesor más bajo que el original, en la realización de los injertos y almidón como adhesivo (Fig.VIII.6,7 Y 8).

· Encuadernación:

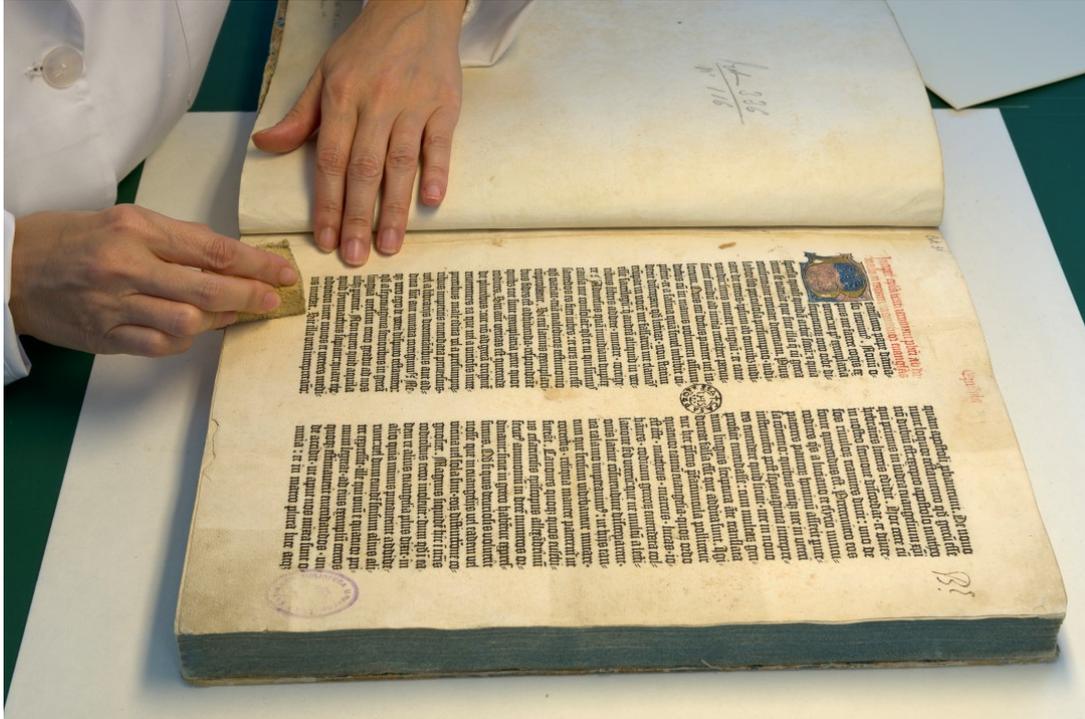
En primer lugar se realizó la limpieza superficial mecánica de la cubierta, lomo, puntas y guardas, utilizando los mismos medios que para el cuerpo del libro (Fig.VIII.9).

Se consolidaron las puntas y los cantos de las tapas aplicando papel japonés y almidón como adhesivo (Fig.VIII.10). Después se reforzaron las líneas de cajo utilizando también el mismo papel y adhesivo que en la consolidación (Fig.VIII.11).

Por ultimo se reintegraron cromáticamente las cubiertas y las nuevas zonas de los cajos intervenidos, mediante la aplicación de pigmentos solubles en agua (acuarela) y usando la técnica denominada "rigattino"(Fig.VIII.12). Finalmente se aplicó como protección final sobre las zonas reintegradas de color una capa de Klucel G al 3% en etanol (Fig.VIII.13) .

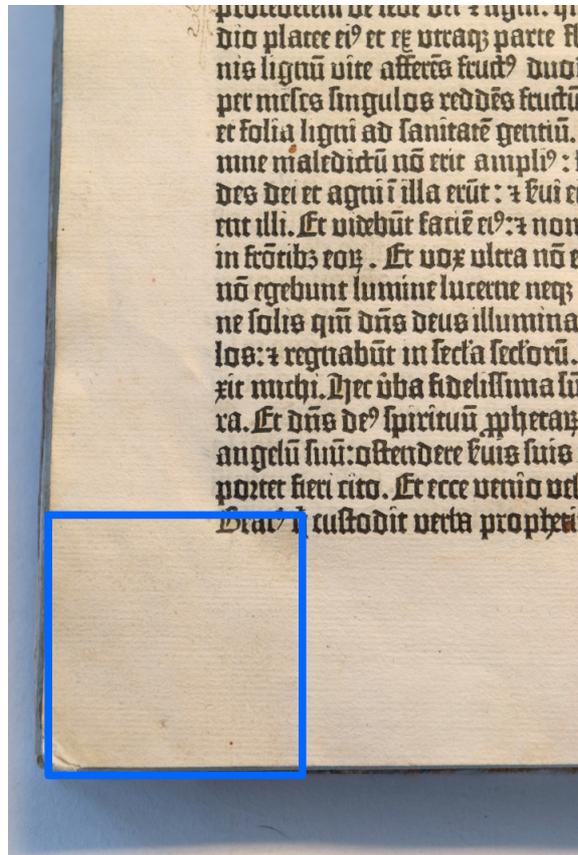
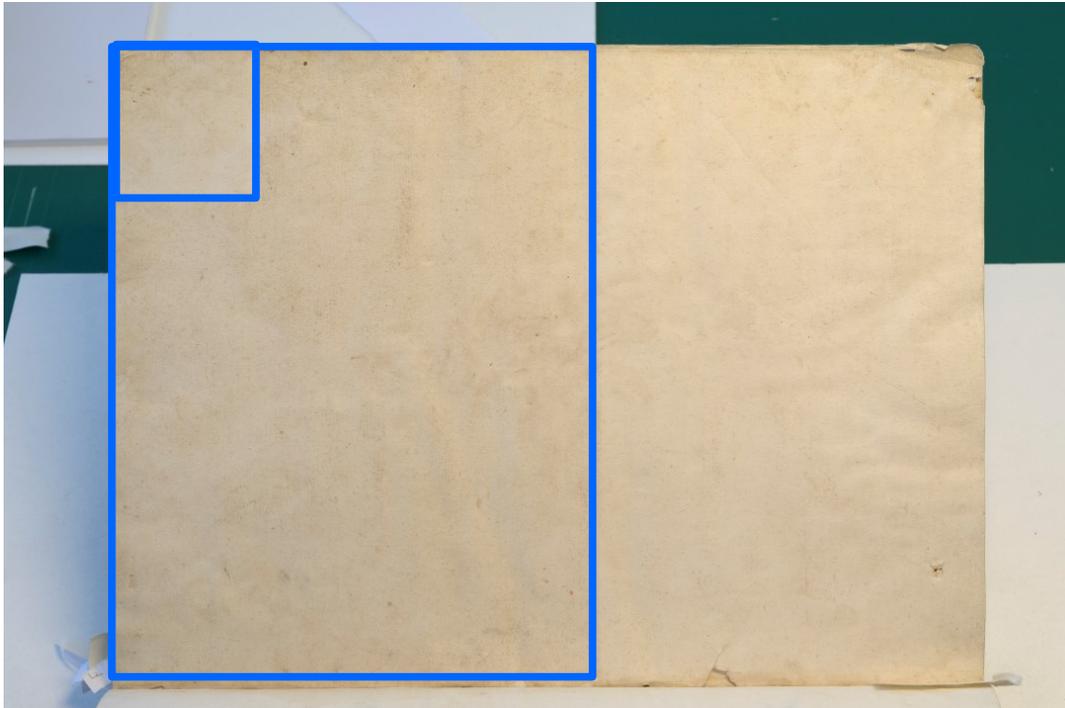
Se recomendó la realización de una caja de conservación hecha a medida con materiales que garantizaran la estabilidad de la obra.

Figura VII.1



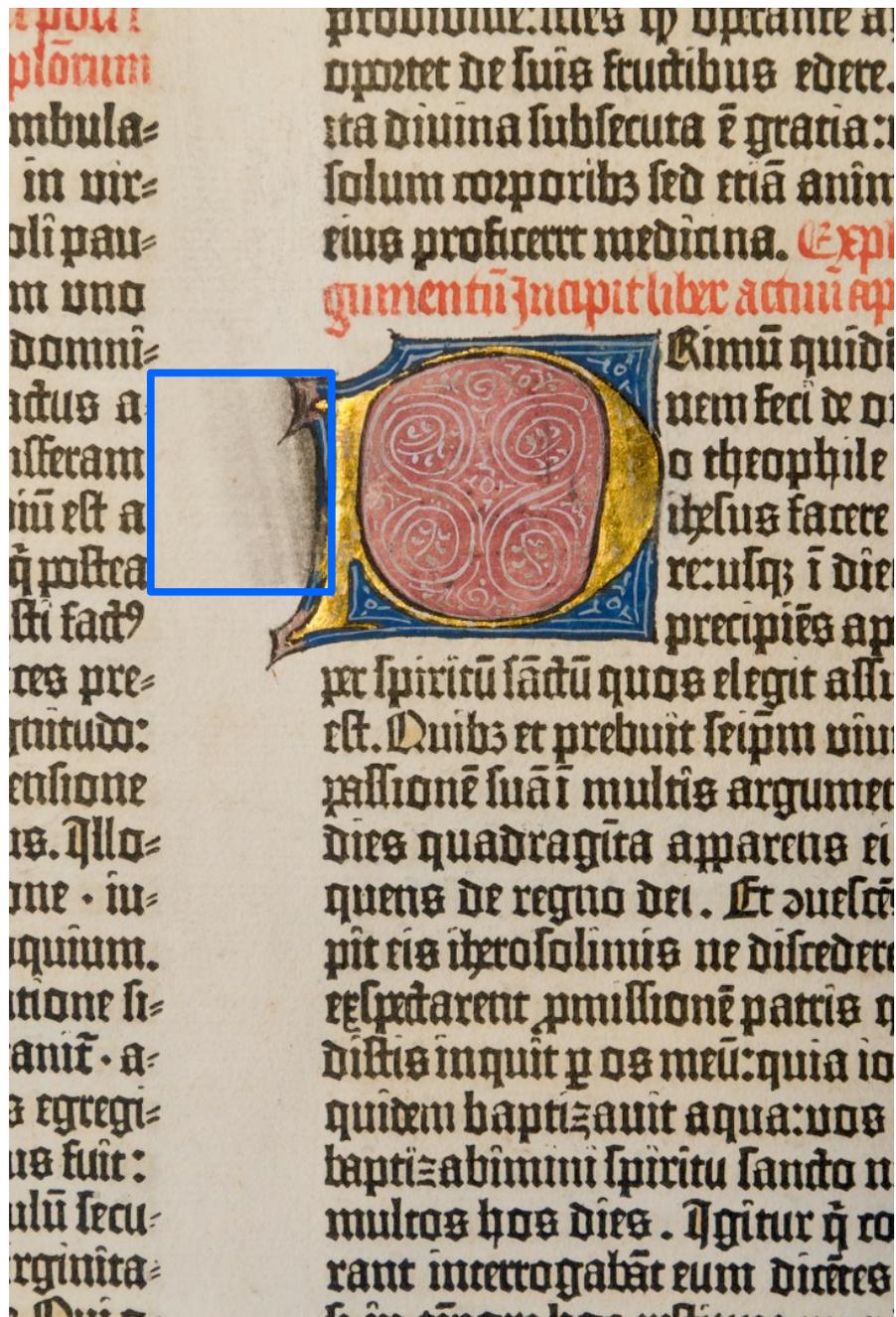
CUERPO DEL LIBRO. Limpieza superficial mecánica.

Figura VII.2



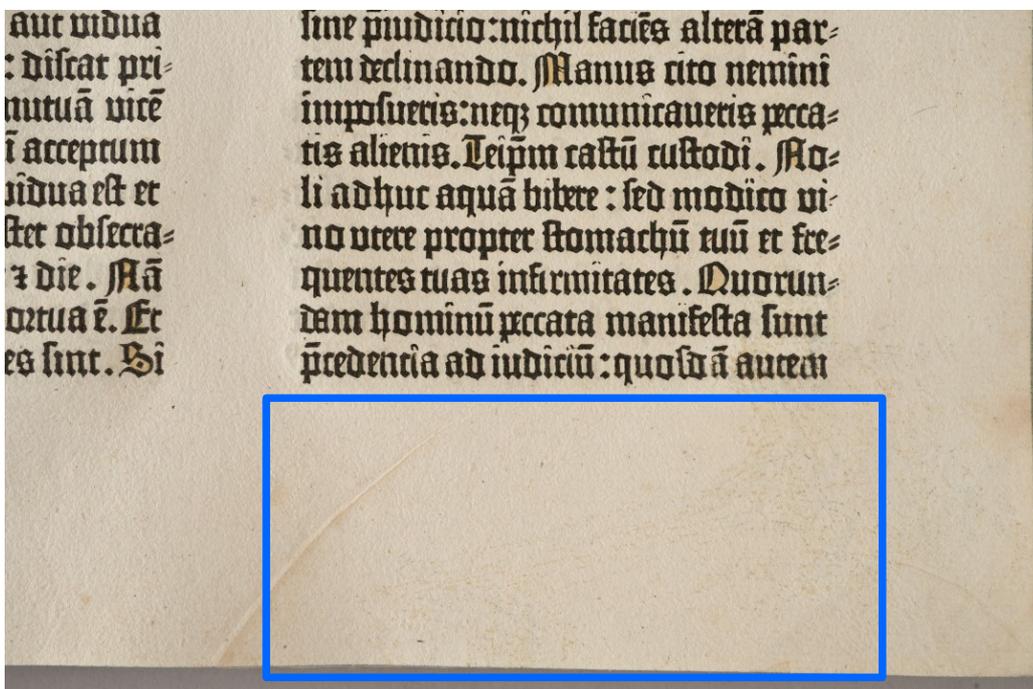
CUERPO DEL LIBRO. Testigos de suciedad y catas de limpieza.

Figura VII.3



CUERPO DEL LIBRO. Testigos de suciedad.

Figura VII.4



CUERPO DEL LIBRO. Eliminación de manchas.

Figura VII.5



CUERPO DEL LIBRO. Consolidación y fijación de los pigmentos.

Figura VII.6



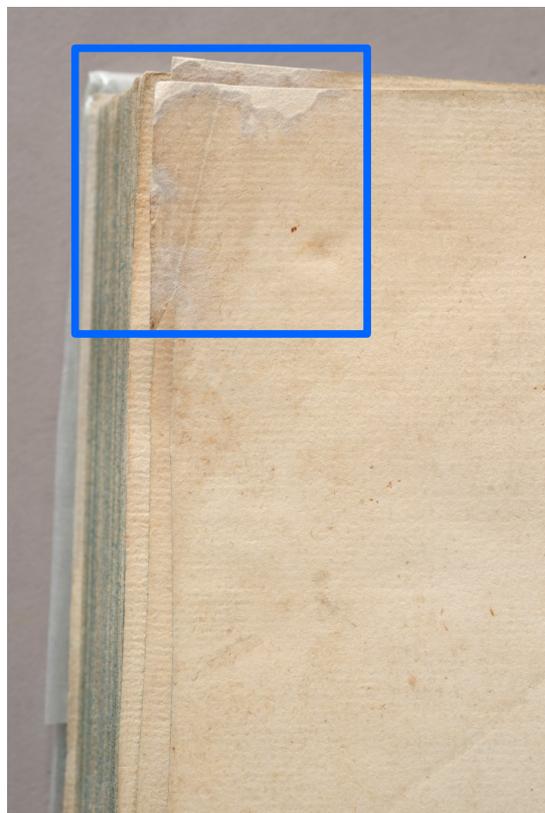
CUERPO DEL LIBRO. Reintegración manual del soporte.

Figura VII.7



CUERPO DEL LIBRO. Reintegración manual del soporte.

Figura VII.8



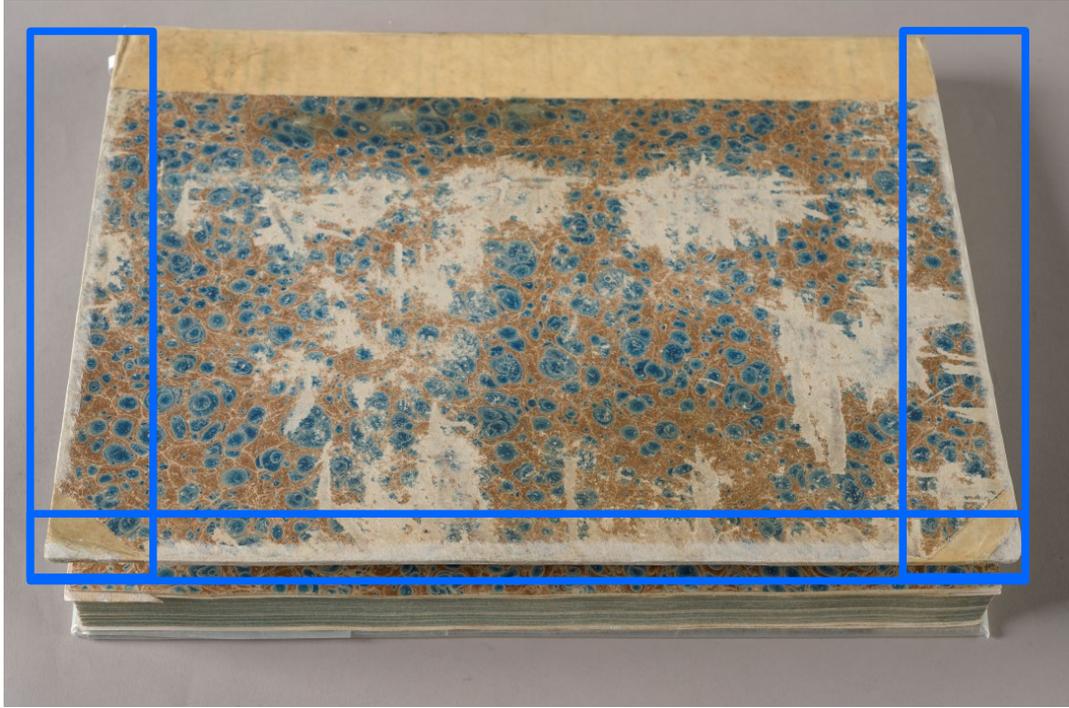
CUERPO DEL LIBRO. Reintegración manual del soporte.

Figura VII.9



ENCUADERNACIÓN. Limpieza superficial mecánica.

Figura VII.10



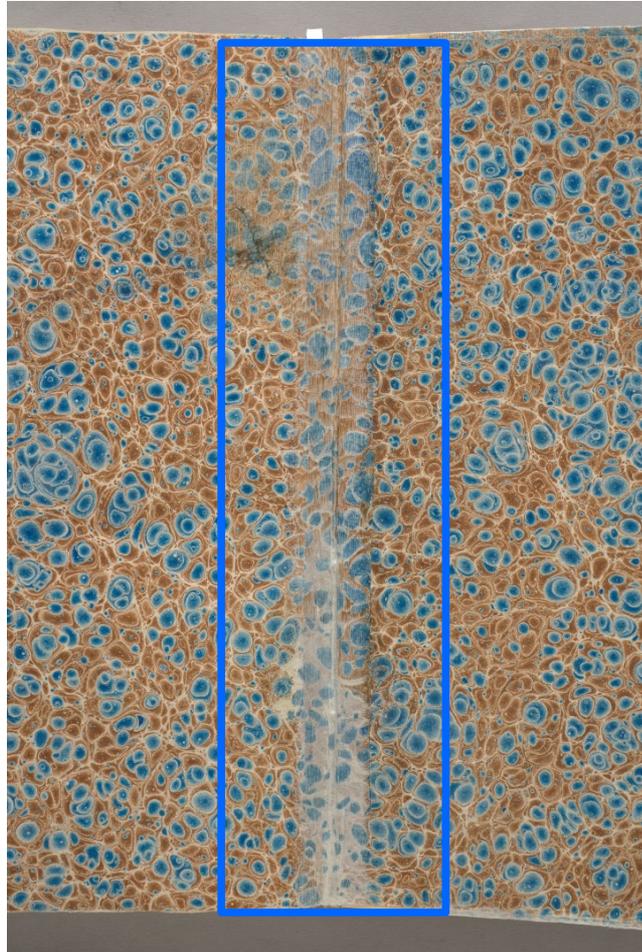
ENCUADERNACIÓN. Consolidación de puntas y cantos mediante refuerzos de papel japonés.

Figura VII.11



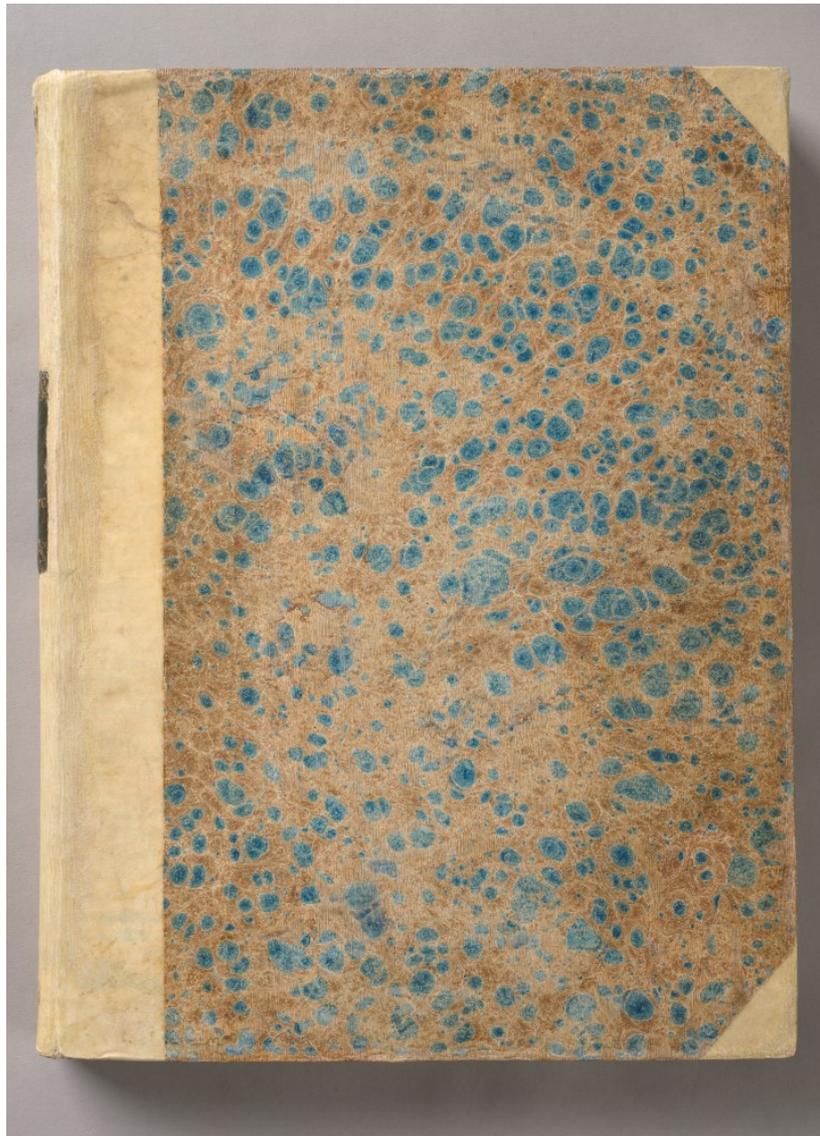
ENCUADERNACIÓN. Refuerzo de la línea de cajo.

Figura VII.12



ENCUADERNACIÓN. Reintegración cromática del cajo interior y cubiertas.

Figura VII.13



ENCUADERNACIÓN. Final. General.

VIII. EVALUACIÓN DE RESULTADOS

Los tratamientos aplicados han tenido como fin la consolidación material de la obra para recuperar la legibilidad de la imagen artística, restablecer la unidad potencial y funcionalidad de la misma.

La aplicación directa implica una gran responsabilidad tanto hacia la obra como hacia su propia historia, por ello es importante hacer uso de medios y procedimientos como los utilizados, inocuos y reversibles, obteniendo por tanto un buen resultado en la ejecución del tratamiento.

Esta intervención ha comprendido la aplicación de un conjunto de tratamientos realizados directamente sobre la obra, y aconseja la realización de un montaje que evite su manipulación directa y la proteja durante los traslados, depósitos y exposiciones.

IX. PROGRAMA DE MANTENIMIENTO Y CONSERVACIÓN²⁴

· Embalaje y traslado:

Si fuera necesario someter la obra a un traslado, recomendamos como sistema de embalaje una caja rígida, que la protegerá frente a manipulaciones incorrectas, cambios bruscos de humedad y temperatura, ataques de insectos/microorganismos, fuego y luz.

La caja debe ir forrada con espumas de poliestireno extruído anti-impacto, que disipan la energía de los golpes.

Se mantendrá constante la humedad relativa en la proximidad de la obra. Para conservar su contenido en humedad, basta envolverlo en un material permeable y utilizar amortiguadores como el gel de sílice (en láminas o gránulos) para controlar los niveles de humedad. La caja debe ir bien sellada para que se mantenga hermética.

La temperatura se controlará mediante aislamiento térmico interior de la caja, cuidando que no sobrepase nunca los 18-20°C.

Si es posible la caja debe ir acompañada de un correo (persona responsable de la seguridad la obra).

Para garantizar que tanto el embalaje como el traslado de la obra se realicen en las condiciones climáticas mencionadas, dichos trabajos deben ser realizados mediante la contratación de una empresa especializada en estas actividades y que ofrezcan garantías.

· Sistema de montaje y exposición:

De igual manera, para exponer la obra se requerirá los servicios de empresas solventes dedicadas a estos trabajos.

También se debe contar con el asesoramiento técnico de un especialista en conservación-restauración de patrimonio documental para el diseño y montaje de la exposición, así como para garantizar la correcta conservación de la obra hasta su entrega después del desmontaje de la exposición.

Si ambos requisitos no son posible debe tenerse en cuenta que el documento para su exposición deberá colocarse sobre un atril con un ángulo que en ningún caso supere los 45º de apertura.

²⁴ CANO ARROYO, D. *Fondo Antigo y Archivo Histórico de la Biblioteca de la Universidad de Sevilla. Un plan de conservación preventiva adaptado a sus necesidades conservativas y funcionales* [en línea]. GONZÁLEZ LÓPEZ, M.J. Sevilla. Universidad de Sevilla, 2014. 667 p. [Consulta: 3 de marzo de 2015]. Disponible en: <http://fondosdigitales.us.es/tesis/tesis/2528/fondo-antigo-y-archivo-historico-de-la-biblioteca-de-la-universidad-de-sevilla-un-plan-de-conservacion-preventiva-adaptado-sus-necesidades-conservativas-y-funcionales/>

· Sistema de almacenaje/depósito:

La obra se almacenará en posición horizontal.

Recomendamos que la obra esté protegida por cajas, fundas o envoltorios de materiales especiales en conservación para evitar el contacto directo con estanterías, planeros o compactos metálicos sobre los que esté depositada. Conviene evitar el mobiliario de madera, por ser muy vulnerable al ataque de agentes biológicos.

En archivos, en general, recomendamos que la primera balda de las estanterías esté a veinte centímetros del suelo para evitar golpes e inundaciones.

La sala donde se ubique la obra debe airearse periódicamente y mantener unas normas de limpieza e higiene. Es necesario desempolvar mediante un plumero periódicamente los libros y de manera más esporádica un aspirador.

Se recomienda el control periódico de las obras almacenadas en los muebles y contenedores, como sistema preventivo para detectar posibles focos de ataques o deterioros.

· Recomendaciones para la manipulación:

Para manipular correctamente los documentos restaurados se recomienda situarlos sobre una mesa amplia y despejada para facilitar la consulta, no colocar nunca ningún objeto sobre ellos, y realizar la manipulación usando guantes de algodón. No se debe comer o beber cerca de libros o documentos ni utilizar bolígrafos, plumas o cualquier instrumento de escritura que pueda mancharlo. A excepción del lápiz de grafito. Los libros han de abrirse primero por la parte central y de ahí desplazarse luego a la página deseada.

· Acondicionamiento ambiental:

Es muy importante, evitar los cambios bruscos de las constantes climáticas, ya que provocan notables alteraciones en muchos casos irreversibles.

Para una buena conservación se recomienda mantener la humedad relativa entre unos valores de 50-60% y la temperatura de 18-20°C.

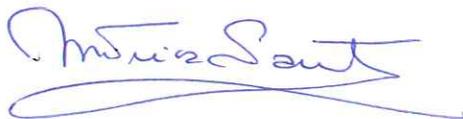
La iluminación también es importante, ya que la luz no debe incidir nunca de forma directa sobre la obra, y en caso de exposición no debe sobrepasar los 50 lux de intensidad.

Se debe proteger tanto de los rayos solares como de la luz artificial con filtros en ventanas y lámparas especiales, para mitigar la degradación fotoquímica.

La sala donde se ubique la obra debe airearse periódicamente y mantener unas normas de limpieza e higiene.

Es necesario desempolvar periódicamente la obra, utilizando medios suaves y no agresivos. En caso de contar con personal especializado, se debe realizar mediante aspiración.

Se evitará la polución ambiental colocando filtros en las ventanas, ya que los productos de desecho que se encuentran en la contaminación, provocan acidez y suciedad.



Fdo.: Mónica R. Santos Navarrete
TÉCNICO EN CONSERVACIÓN Y RESTAURACIÓN
DEL PATRIMONIO HISTÓRICO



Fdo.: María Campoy Naranjo
TÉCNICO DE ESTUDIOS
HISTÓRICOS ARTÍSTICOS



EQUIPO TÉCNICO

Coordinación general:

Lorenzo Pérez del Campo. Facultativo del Cuerpo Superior de Conservadores del Patrimonio Histórico. Jefe de Centro de Intervención. IAPH.

Coordinación técnica:

Araceli Montero Moreno. Jefa del Área de Tratamiento de Bienes Muebles. Centro de Intervención. IAPH.

María del Mar González González. Jefa del Departamento de Talleres de conservación y restauración. Centro de Intervención. IAPH.

Reyes Ojeda Calvo. Jefa del Departamento de Estudios Históricos y Arqueológicos. Centro de Intervención. IAPH.

Coordinación de la Memoria Final y Ejecución de la Intervención:

Mónica Santos Navarrete. Técnico en restauración y conservación del Patrimonio histórico. Centro de Intervención. IAPH.

Ejecución de la Intervención:

Eulalia Bellón Cazabán. Técnico en restauración y conservación del Patrimonio histórico. Centro de Intervención. IAPH.

Estudio histórico:

María Campoy Naranjo. Técnico de estudios histórico-artísticos. Departamento de Estudios Históricos y Arqueológicos. Centro de Intervención. IAPH.

Estudio científico:

Lourdes Martín Martín. Jefa de proyectos del Laboratorio de Análisis Químicos. Centro de Intervención. IAPH.

Auxiliadora Gómez Morón. Química. Laboratorio de Análisis Químicos. Centro de Inmuebles, obras e infraestructuras. IAPH.

Estudio fotográfico:

José Manuel Santos Madrid. Técnico en técnicas de Examen por imagen. Laboratorio de medios físicos de examen. Centro de Intervención. IAPH.

Sevilla, 12 de mayo de 2015



VºBº Lorenzo Pérez del Campo
JEFE DEL CENTRO DE INTERVENCIÓN

ANEXO

ESTUDIO CIENTÍFICO²⁵

Introducción

En este informe se recogen los resultados preliminares obtenidos por los métodos de análisis no destructivos y portátiles, de fluorescencia de rayos X y de espectrometría VIS-SWIR (350-2500nm) para el estudio de la biblia de Gutenberg de la Universidad de Sevilla en depósito en el ÍAPH para su restauración. Los espectros de fluorescencia de rayos X se han utilizado para la identificación cualitativa y de abundancia relativa de los elementos químicos presentes en los puntos analizados. La identificación de las fases responsables de las composiciones químicas observadas se han realizado a partir de los espectros de reflectancia difusa.

Uno de los objetivos de este estudio es la caracterización de composición y naturaleza de las tintas y pigmentos utilizados en la realización de los siguientes elementos diferenciados en la obra:

- a) de las tintas utilizadas en color negro realizado con tipografías de imprenta (Foto 1)
- b) de las tintas en color rojo realizadas con escritura manual (Foto 1)
- c) de las pigmentos y tintas de las iluminaciones más sencillas; se han analizado las dos combinaciones identificadas que se han realizado a base de dos colores, una con letra en rojo con orla en color pardo (Foto 2), la otra con letra en azul con orla en rojo (Foto 3)
- d) de las pigmentos utilizados en la realización de los colores de las iluminaciones más elaboradas, que incluyen dorado, azul, rosa y blanco (Foto 1).



²⁵ En colaboración con Ángel Polvorinos del Río. Grupo RNM185 Teledetección y Geoquímica de la Universidad de Sevilla.



Foto 1. Tipografías de imprenta (texto en negro) y manual (texto en rojo). Iluminación con dorado azul, rosa y blanco.



Foto 2 . Iluminación con letra en rojo y orla rosa.



Foto 3 . Iluminación con letra en azul y decoración rojo.

Metodología

En la mayoría de los trabajos previos de las biblias de Gutenberg se han utilizado técnicas PIXE (Schwab et al. 1983, Cahill et al. 1984, Schwab et al. 1985) y se han centrado en el análisis de las tintas de impresión y de los papeles utilizados; a través de las variaciones en relación Cu/Pb de las tintas en las caras recto y anverso de las páginas y de los análisis de la composición de los papeles, se ha planteado la hipótesis de la utilización de seis unidades de impresión simultáneas para la realización de las Biblias de Gutenberg, aunque se sugiere la necesidad de incrementar los análisis (Teigen, P. M. 1993).

La fluorescencia de rayos X con radiación sincrotrón es otra de las técnicas que se han demostrado útiles para la comparación de los contenidos en Cu y Pb de la tinta, habiendo sido utilizada esta técnica para el análisis de una sola hoja de una Biblia de 42 líneas de Gutenberg y la de otros 21 documentos del siglo XV de Alemania, Italia y Suiza (Mommsen et al. 1996); la utilización de la microfluorescencia de rayos X también ha sido propuesta como una técnica adecuada para abordar dichos análisis de tintas y papeles (Janssens 2000).

En este trabajo se plantean los primeros resultados de la aplicación de la técnica de fluorescencia de rayos X portátil para el análisis de las tintas, pigmentos y papeles de La Biblia de Gutenberg de la Universidad de Sevilla.

Para el análisis in situ por FRX se ha dispuesto el libro apoyado horizontalmente sobre un soporte en forma de cuña que evita forzar la apertura excesiva del lomo del libro; para el análisis de cada página, se ha soportado el folio correspondiente en un plano vertical y perpendicular al tubo y detector del equipo de fluorescencia; para ello se ha utilizado una guía metálica que soporta el folio con pequeños imanes. Dado el tamaño del haz de rayos X, del orden de 2mm de diámetro, ha sido inviable abordar el análisis diferenciado del anverso y reverso de las páginas, por lo que el análisis químico de cada punto integra la contribución de la tinta del anverso y reverso, así como de la materia,

básicamente celulosa, de la que está hecha el folio.

Dado el tiempo limitado para realizar los análisis se ha analizado un conjunto de folios distribuidos de forma regular a través de la obra, siguiendo el criterio inicial de analizar uno de cada diez folios, si bien el número de páginas analizadas se incrementó, ya que se incluyeron todos los folios con iluminaciones accesibles para su análisis. En total se han realizado 63 análisis en total que incluyen 19 páginas en las que se ha analizado la tinta negra y 9 páginas con iluminaciones en las que se analizaron además de las tintas los pigmentos. Aunque no se ha abordado el análisis exhaustivo de los posibles cambios en las composiciones de las tintas de cada folio para abordar el análisis de la organización utilizada en la producción de la Biblia de 42 líneas de Gutenberg, si se analiza la composición de dichas tintas y pigmentos a través de la obra estudiada, con el objeto de detectar si existen cambios significativos en los mismos.

La caracterización de las composiciones químicas de los pigmentos y tintas de los folios analizados se ha realizado con un espectrómetro portátil de FRX marca AMPTEK utilizando un tubo de rayos X con ánodo de Wolframio de 3,6W de potencia máxima a 40kV y 90 μ A de corriente. La medida de los rayos X de fluorescencia se realiza con un detector «Silicon Drift» refrigerado por efecto Peltier a -10°C , que tiene una resolución de 165 eV a 5,9 keV. La geometría relativa entre la fuente y el detector es fija y la posición del punto de análisis se controla en la intersección de dos punteros laser. Las condiciones de excitación del tubo de rayos X han sido de 40kV y 0.1 mA; la superficie de análisis es próxima a un círculo de 2mm de diámetro y la profundidad del espesor analizado es variable ya que depende de la composición química del punto de análisis. Se ha fijado un tiempo de 200s para la adquisición de cada espectro, siendo posteriormente identificados los elementos presentes por sus líneas características utilizando el programa PyMca desarrollado en el ESRF (European Synchrotron Radiation Facility) por Solé et al. (2007). Los elementos ligeros tales como Na, Al ó Mg cuya baja energía de emisión es fuertemente absorbida por el aire y la ventana de Be no se detectan en los espectros y dadas las condiciones experimentales no se ha abordado el análisis cuantitativo de composiciones.

La identificación de pigmentos utilizados en la iluminaciones y tintas de determinadas páginas de siete copias de Biblias de Gutenberg europeas por medio de técnicas Raman, portátiles y microscópicas, se han demostrado útil para identificar la diversidad de fases responsables de las distintas paletas de color (Chaplin et al. 2005).

En este trabajo se demuestra por primera vez la utilización de la técnica de reflectancia difusa en el rango 350-2500nm para identificar las fases utilizadas en las iluminaciones de la Biblia Gutenberg de la Universidad de Sevilla. El espectrofotómetro portátil utilizado incorpora un detector de fotodiodos de Si de 512 elementos para el rango 350-1000nm y dos de InGaAs enfriados por efecto Peltier de 1000 a 1700nm y de 1700 a 2500nm; para la excitación se ha utilizado una fuente de luz halógena acoplada a una fibra óptica bifurcada, para la iluminación y la transmisión de la radiación reflejada por el punto de análisis al espectrómetro;. La orientación del haz incidente con respecto a la superficie de análisis se ha fijado con el objeto de eliminar la contribución de la reflexión especular, manteniendo una distancia constante de 2mm entre la sonda y el punto de análisis lo que supone una superficie de iluminación de un círculo de 1 mm de diámetro. La reflectancia, definida como el cociente entre la luminancia

de la muestra y la luminancia de un reflector difuso perfecto, se mide en las mismas condiciones experimentales en la muestra y en un estándar de Spectralon. Los espectros se han medido utilizando un promedio de 30 adquisiciones, y cada espectro se ha remuestreado a 1nm en el intervalo 350-2500nm. Para la identificación de pigmentos nos hemos servido de distintos algoritmos de identificación de fases, cálculo de derivadas espectrales, eliminación del espectro continuo etc. utilizando bases de datos espectrales disponible en red (Clark et al. 2007, CNR-IFAC. 2011) y elaboradas en nuestro laboratorio.

Análisis de los caracteres tipográficos

Para diferenciar los elementos químicos que forman parte del papel de los de las tintas, se han comparado los espectros de FRX adquiridos en un mismo folio en dos puntos próximos, uno sobre el papel (sin tinta) y el otro con tinta negra; en la Figura 1 se presentan los espectros FRX de la tinta negra en el folio 76 (F76N) y del papel (F76 papel) y las líneas características de los elementos identificados; en primer lugar se evidencia que las líneas de Ca, Mn y Fe prácticamente se superponen en ambos espectros, por lo que se puede concluir que estos elementos químicos forman parte mayoritariamente del papel; en segundo lugar se observa que las líneas de fluorescencia de cobre y plomo no aparecen en el espectro del papel, por lo que se deduce que el Cu y Pb observado forma parte de la composición de la tinta; este resultado coincide con análisis previos de otras obras similares y es representativo del tipo de tinta utilizado en la impresión de la Biblia de Gutenberg. La semejanza entre los espectros de tinta negra medidos en distintos folios de la obra (Figura 2) sugiere un elevado grado de homogeneidad de la tinta empleada.

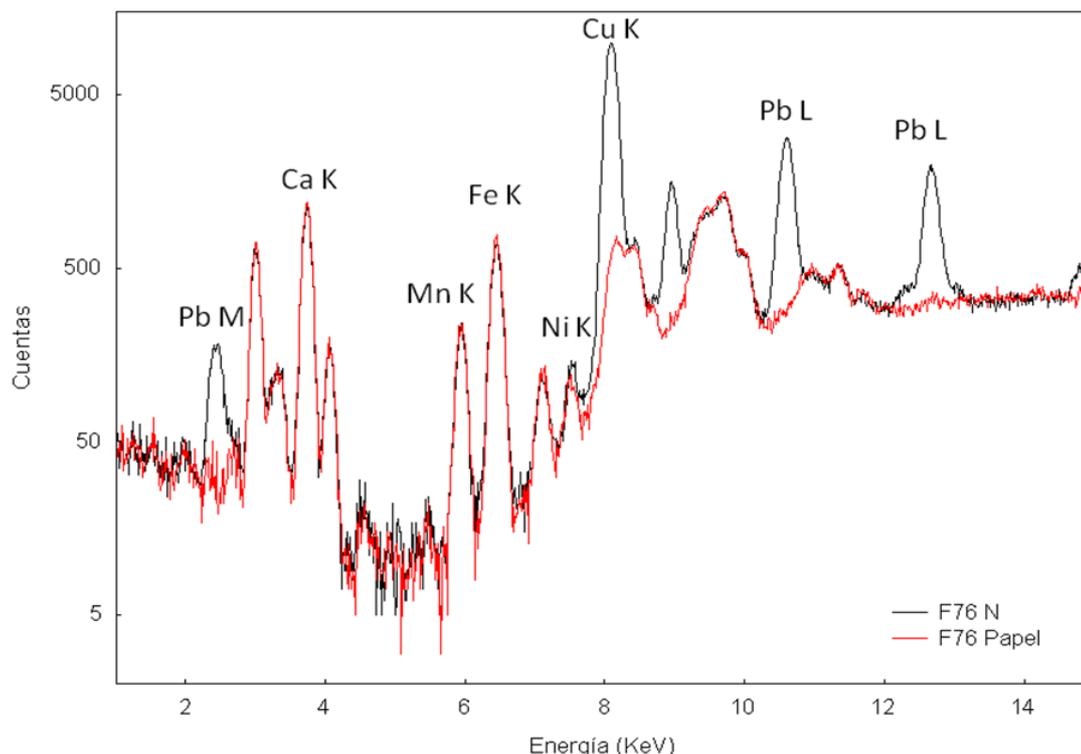


Figura 1. Espectros de la tinta negra (F76N) y del papel del Folio 76.

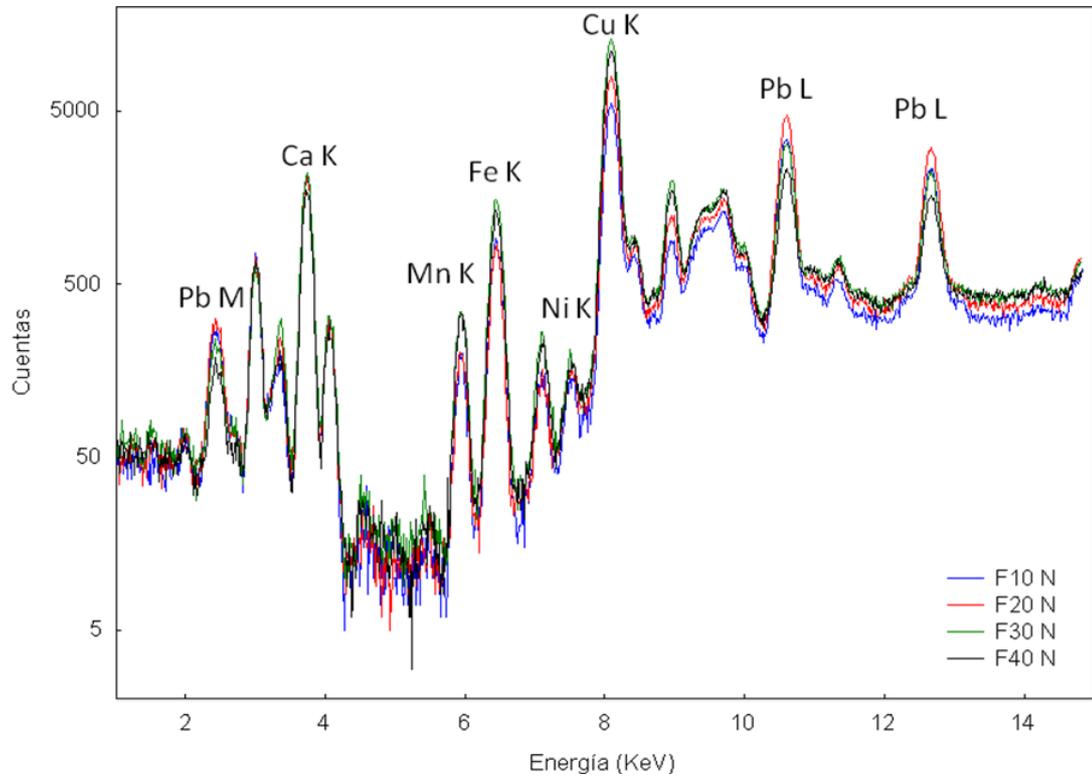


Figura 2. Espectros de caracteres tipográficos con tinta negra.

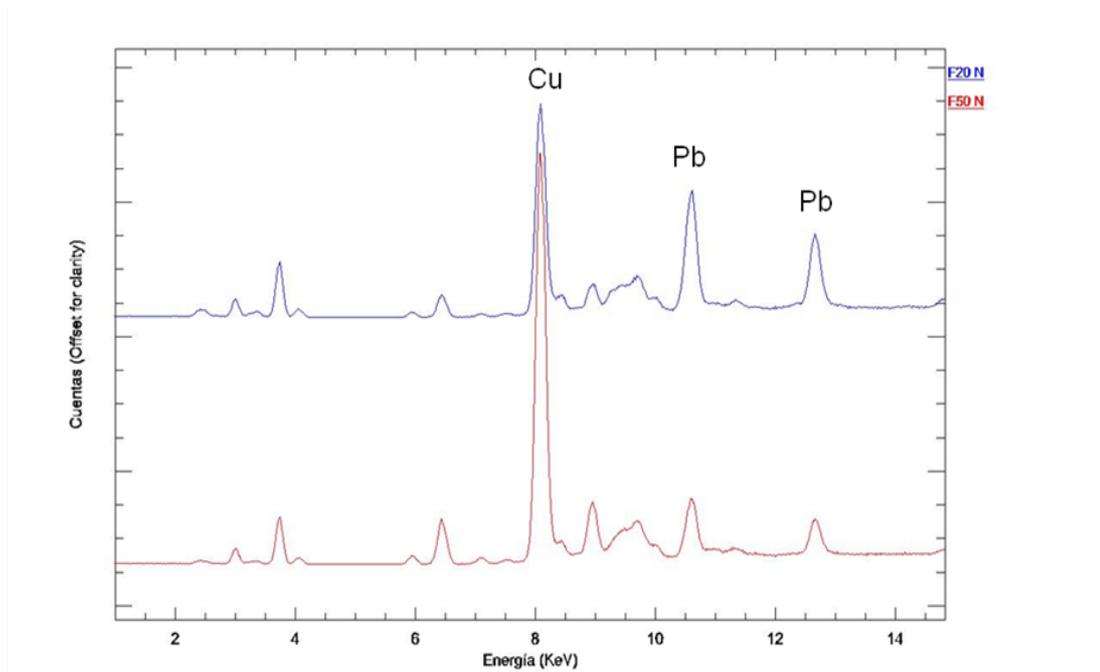


Figura 3. Variabilidad de los espectros de caracteres tipográficos con tinta negra.

Sin embargo a pesar de la semejanza de los espectros medidos, existe una cierta variabilidad (Figura 3) lo que sugiere el interés de un análisis más detallado del conjunto de los espectros medidos.

Para ello cada espectro de FRX ha sido ajustado utilizando el programa Pymca utilizando los parámetros experimentales de medida, lo que ha permitido obtener el valor de las áreas de las líneas K, L, ó M de cada elemento químico presente en cada punto de análisis; aunque la superficie de análisis en cada punto es constante, no lo es la superficie con tinta analizada por lo que con el objeto de hacer comparables las áreas de las líneas K, L, ó M de cada elemento, en cada punto de análisis, ha sido normalizado por el área de la línea K del Ca.

En consecuencia para cada observación correspondiente a un punto con tinta negra folio analizado se dispone de los valores del área total de las líneas K de los elementos químicos K, Ti, Mn, Fe, Ni, Cu, así como las líneas L y M del Pb, normalizadas por el área de la línea K del Ca. Este conjunto de datos ha sido sometido al método de análisis factorial que tiene por objeto extraer la estructura de la matriz de correlación entre las variables indicadas. Las cargas factoriales después de una rotación varimax de los ejes factoriales principales, así como la varianza y la proporción total de cada uno de los tres factores extraídos se indican en la Tabla 1.

TABLA 1: Cargas factoriales con rotación varimax de las áreas normalizadas por la línea K del Ca.

	Factor 1	Factor 2	Factor 3
K/Ca	0.49	0.12	-0.08
Ti/Ca	0.92	-0.20	-0.03
Mn/Ca	0.85	0.13	0.47
Fe/Ca	0.72	-0.08	0.64
Ni/Ca	0.080	0.24	0.78
Cu/Ca	0.28	0.38	0.74
Pb L/Ca	-0.04	0.95	0.14
Pb M/Ca	-0.08	0.91	0.14
Expl.Var	2.42	2.02	1.83
Prp.Totl	0.30	0.25	0.23

En el primer factor se acumula la variabilidad debida a los elementos Ti, Mn, y Fe y representa más del 30% de la variabilidad total; dado que estos elementos forman parte del papel, esta fuente de variabilidad se debe a posibles cambios en los tipos de papel empleados. Una contribución independiente de la composición del papel, es la debida a la variabilidad del contenido en Pb, por

supuesto debido a la tinta, que representa el 25% de la variabilidad total y corresponde al Factor 2. El último factor refleja la contribución del contenido en Cu y Ni de la tinta y representa casi el 23% de la variabilidad total dada por las 8 variables utilizadas en el análisis.

La representación gráfica de las marcas factoriales se indican en las Figuras 4 a 7. En la representación del Factor 1 vs Factor 3 (Figura 4) se ha señalado en un recuadro un conjunto de folios (1, 10, 20, 60, 70, 85, 95, 118 y 127) en el que las marcas de ambos factores es bajo y que contrasta con el resto de los folios analizados, y en particular los folios 50 y 80. La variación a lo largo del eje del Factor 1 indica la presencia de dos conjuntos de folios con composición en Ti, Mn y Fe diferente, el conjunto 1, 10, 20, 60, 70, 85, 95, 118 y 127 tiene un contenido menor que el resto de los folios; la variabilidad en el Factor 3 que se asigna a la composición en Cu, Ni de las tintas, indica que el conjunto de folios con menor contenido en Ti, Fe, Mn se concentran en el límite inferior izquierdo del gráfico, y se resaltan en un recuadro rojo (Figura 4); este resultado subraya la menor dispersión en la composición de las tintas utilizadas en estos folios frente a la del resto de los folios analizados, además de una cierta tendencia a presentar una concentración menor en Cu de sus tintas.

La representación de los Factores 1 y 2 (Figura 5), en la que se señala en un recuadro rojo la separación de los folios evidenciada anteriormente a lo largo del Factor 1, indica que tanto el contenido en Pb de las tintas dado por el Factor 2, como su dispersión es similar en los distintos tipos de papel (Figura 5); por tanto no se puede identificar diferencias significativas en los contenidos en Pb de las tintas.

Del análisis de la representación de los factores 2 y 3 (Figura 6) se puede deducir que las tintas no presentan una variación sistemática en su composición en Cu y Pb; los folios con tintas cuyos contenidos en Cu son menores (Factor 3) tienen unos rangos de concentración y variación en Pb (Factor 2) similares.

Con el objeto de resaltar las diferencias entre las tintas analizadas, y su relación con el papel empleado, en la Figura 7 se representa la relación entre las áreas de las líneas K de Cu y las L del Pb frente al Factor 1, evidenciándose cambios significativos en la proporción de Cu/Pb de las tintas; en consecuencia las tintas con una mayor concentración en Cu se han utilizado en papeles con menores contenidos en Ti, Mn y Fe. La fuerte asociación entre los contenidos en estos elementos químicos característicos de la composición del papel se ilustra en los diagramas de dispersión de las figuras 8 y 9.

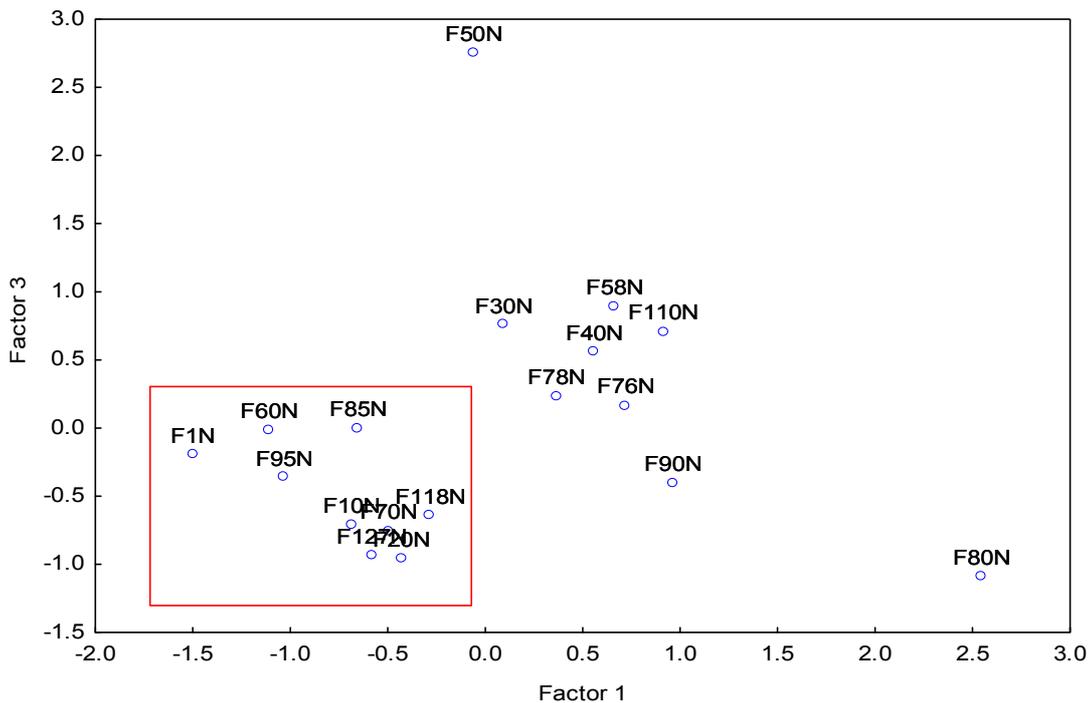


Figura 4. Representación del Factor 1 (Ti, Mn, y Fe del papel) frente al Factor 3 (Cu de la tinta).

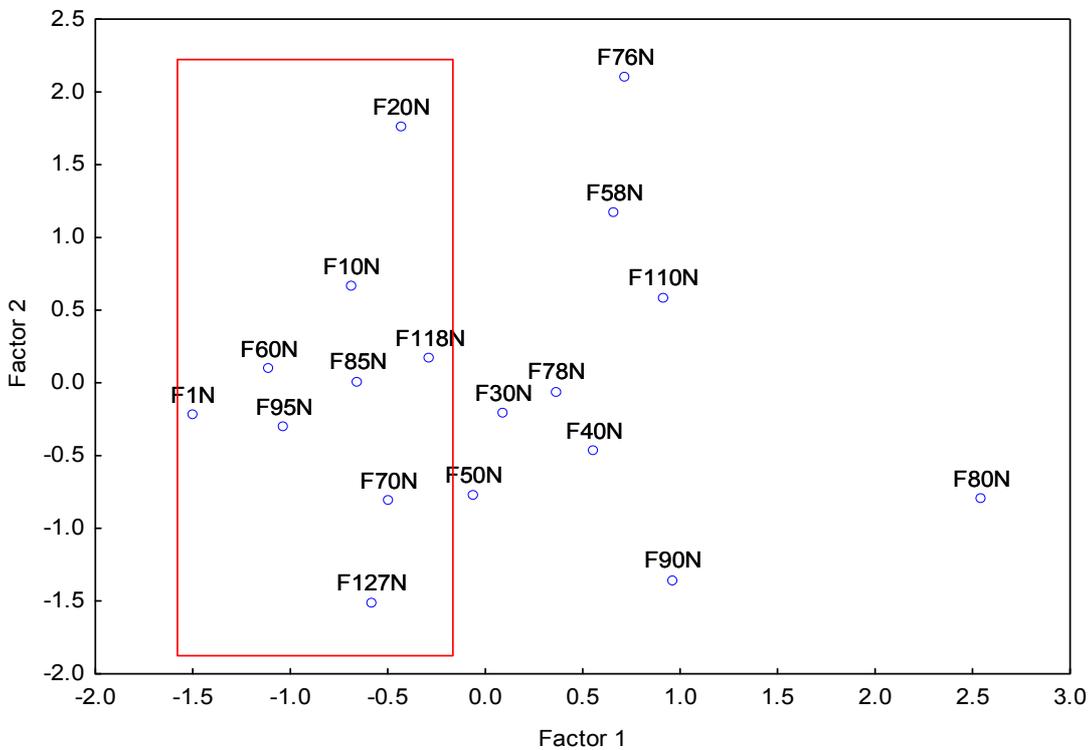


Figura 5. Representación del Factor 1 (Ti, Mn, y Fe del papel) frente al Factor 2 (Pb de la tinta).

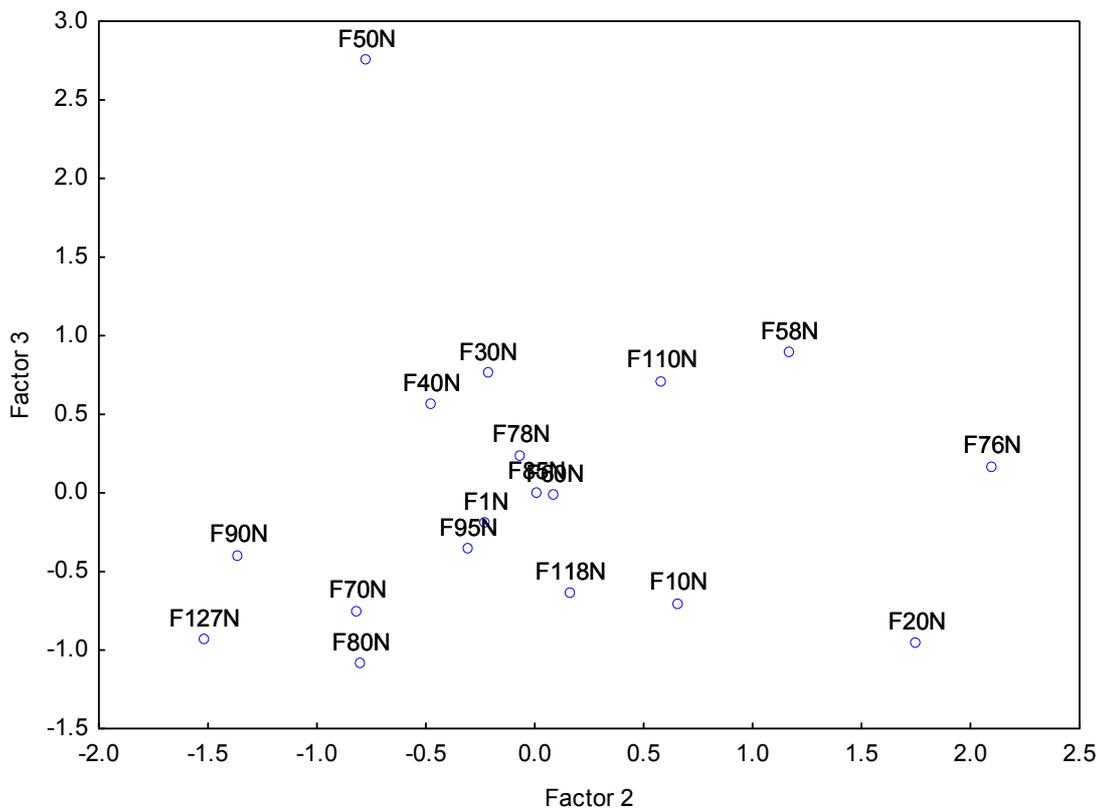


Figura 6. Representación del Factor 2 (Pb de la tinta) frente al Factor 3 (Cu de la tinta)..

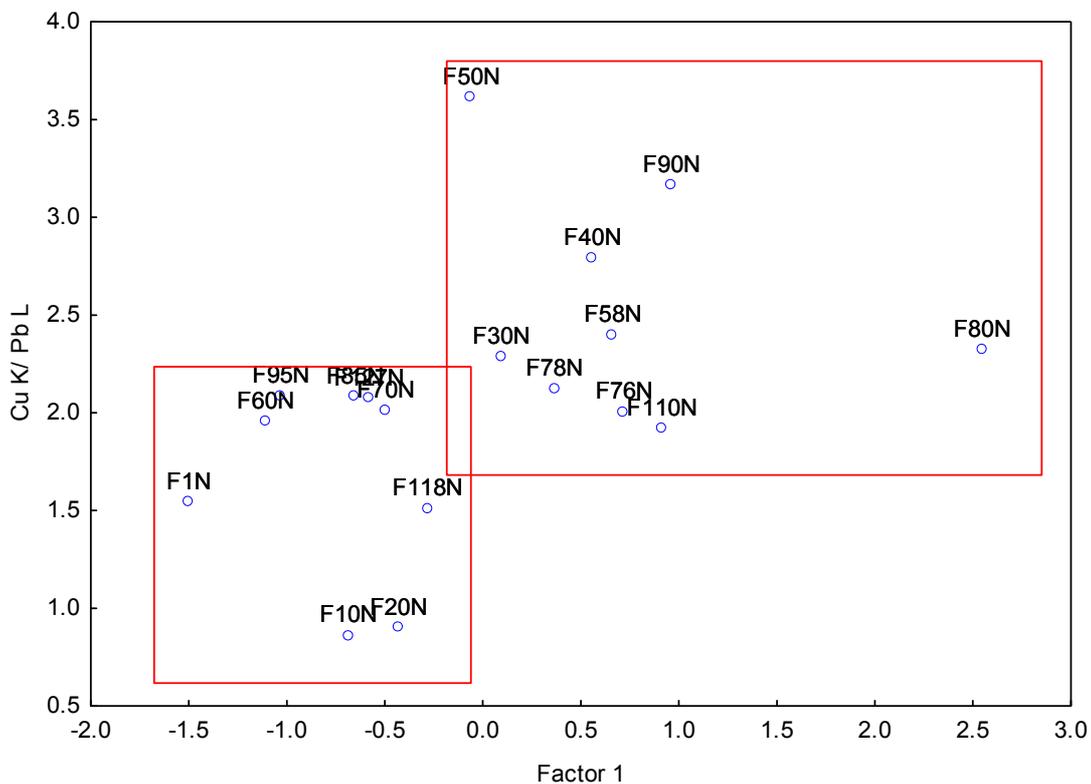


Figura 7. Representación del Factor 1 (Ti, Mn, y Fe del papel, frente la relación de áreas entre las líneas K del Cu y L del Pb, características de la tinta.

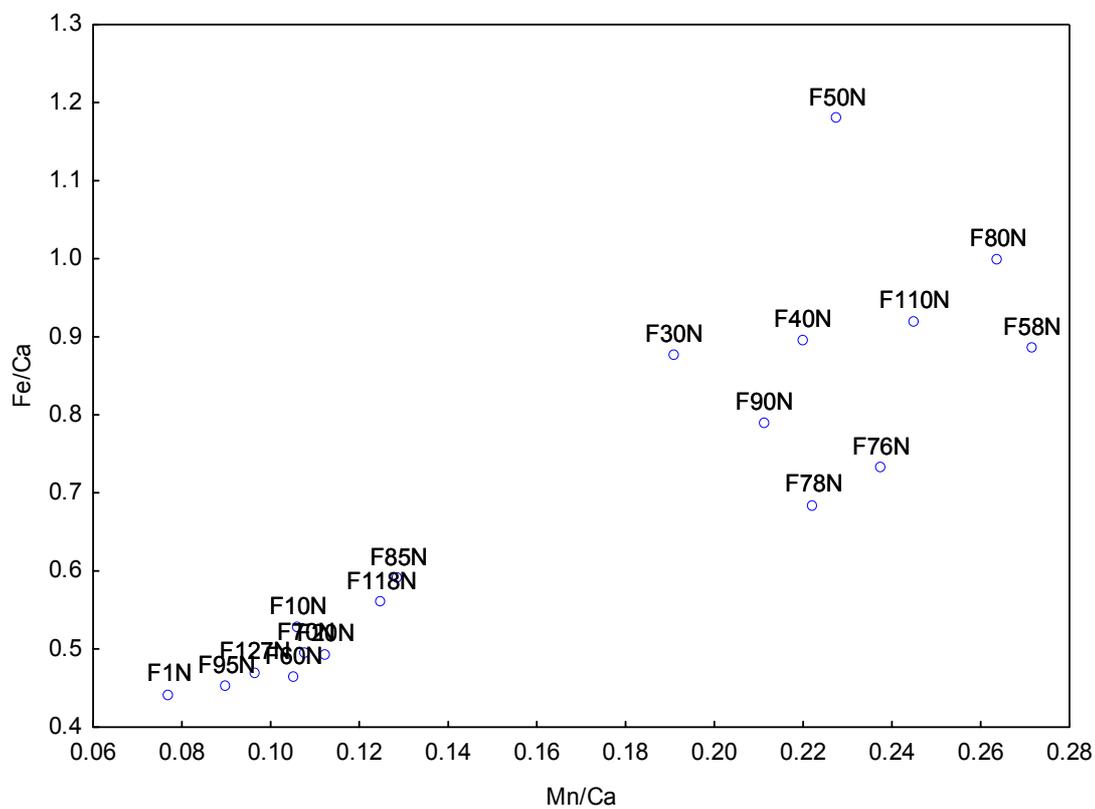


Figura 8. Dispersión característica de los tipos de papel utilizados.

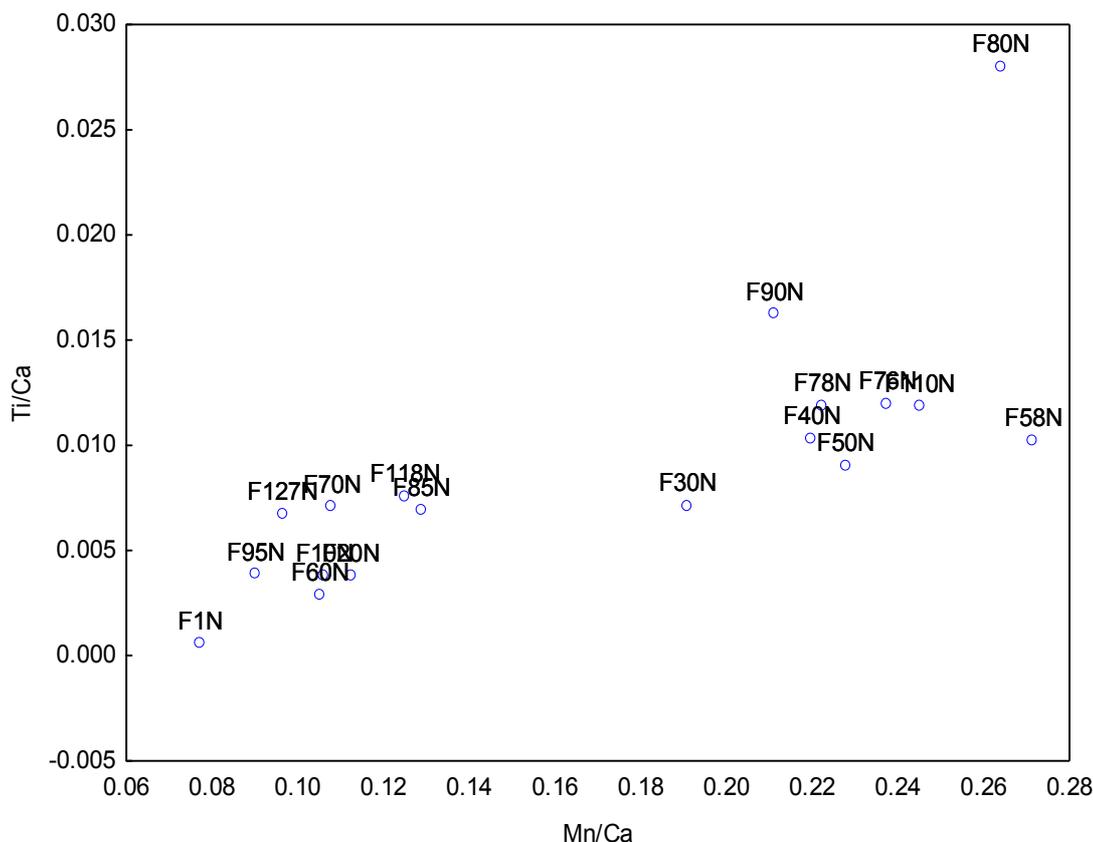


Figura 9. Dispersión característica de los tipos de papel utilizados.

Del análisis de todos los espectros de FRX medidos en las letras de color rojo se concluye la presencia sistemática de Hg, identificándose por tanto el cinabrio o bermellón como el pigmento responsable del color. Además se observan las líneas características del papel (Ca, Mn, Fe), así como indicios de Pb y Cu debidos a la contribución de la tinta negra de las contrapáginas, lo que genera una cierta variabilidad en la intensidad de las líneas características de Pb y Cu (Figura 10).

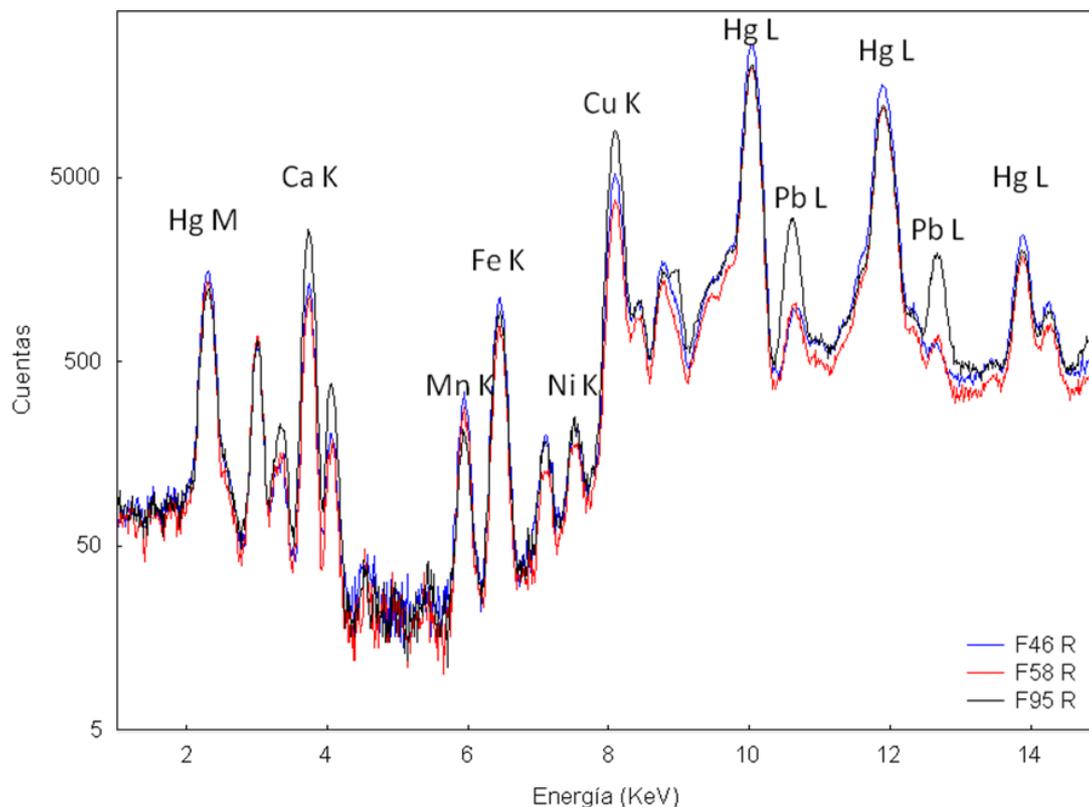


Figura 10. Espectros significativos de los caracteres rojos.

Aunque a partir de los espectros de FRX, la presencia de elementos químicos específicos pueden asignarse a la presencia de determinados pigmentos, como es el caso de la presencia de Hg en la tinta roja que se asocia a la utilización del mineral cinabrio (HgS) o de su equivalente sintético bermellón, puede haber indeterminaciones en muchos casos, por lo que con el objeto de complementar los análisis por FRX y eventualmente identificar las fases responsables de las composiciones químicas observadas, se han analizado los espectros de reflectancia difusa de las tintas y pigmentos. Para ello se han comparado los espectros de reflectancia VIS-NIR medidos con varias bases de datos públicas de espectros (Clark et al., 2007; CNRIFAC,2011), y desarrolladas en nuestros laboratorios. En dichas bases de datos se incluyen minerales, pigmentos puros y mezclados y pintados en distintos soportes.

En la Figura 11 se representan los espectros de reflectancia difusa del papel, de las tintas roja y negra y el espectro de reflectancia de un estándar de celulosa; el espectro de reflectancia del estándar de celulosa y sus bandas de absorción características, que se han señalado con flechas, coinciden con las del papel; la celulosa del papel subyacente a las tintas también se puede identificar en los espectros de reflectancia por las bandas de absorción, siendo evidente en el caso de las tintas rojas y con menor reflectancia en el de la tinta negra. La forma característica del espectro del cinabrio con el punto de inflexión a 605 nm, se ha identificado en todos los puntos con tinta roja analizados, resultado que corrobora el análisis por FRX; se conoce el uso de este pigmento en la antigüedad y el de su equivalente sintético bermellón desde el siglo VIII en el mundo occidental.

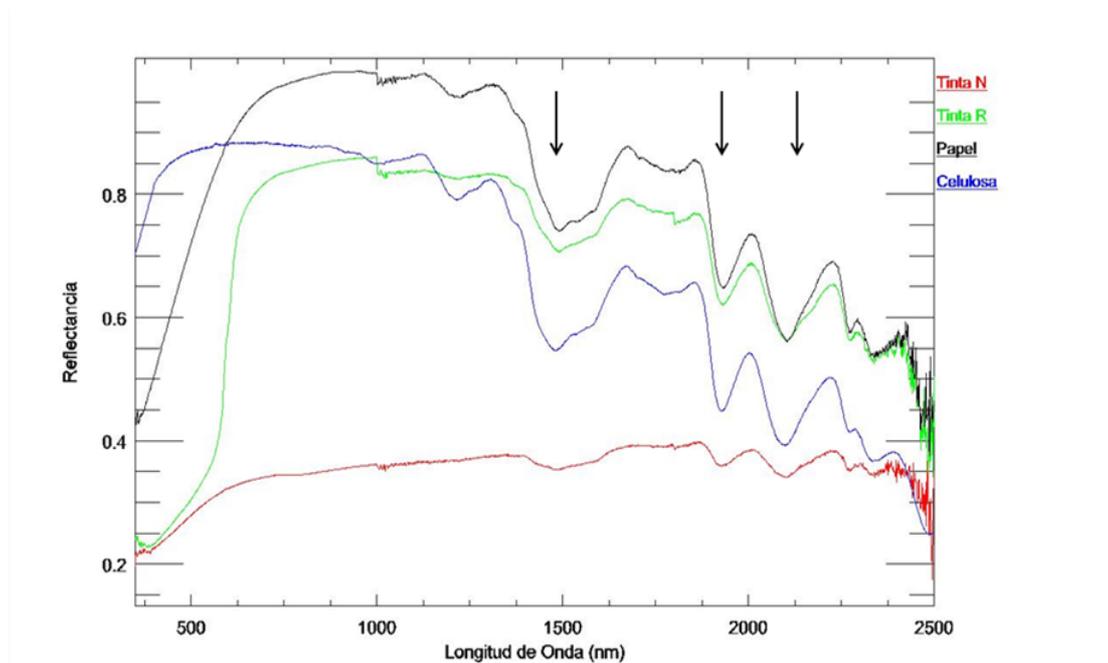


Figura 11. Espectros de reflectancia difusa de las Tintas N(egra), R(oja), Papel y Celulosa

Análisis de las iluminaciones

Todas las iluminaciones del libro son similares en su diseño e incluyen cuatro colores, dorado, azul, rosa y blanco (Foto 1).

La composición de las miniaturas indica la utilización de capas superpuestas de pigmentos, así como evidentes deterioros en algunas de los colores, siendo especialmente evidente en los dorados. En el detalle fotográfico de la iluminación P120 (Foto 4) se observan desprendimientos del dorado, la superposición del pigmento azul sobre el rosa, la aplicación de decoraciones blancas sobre el conjunto y el perfilado del conjunto en negro. Algo similar puede decirse de las demás iluminaciones en las que son evidentes distintos grados de deterioro (Foto 5).



Foto 4. Detalle de la iluminación en P120.

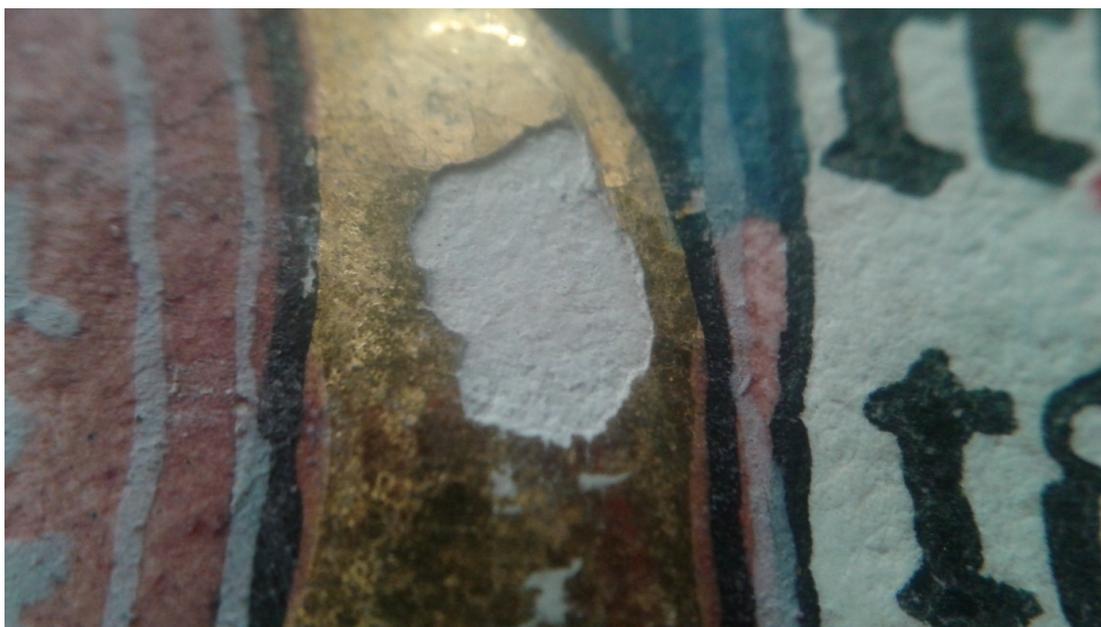


Foto 5. Detalle de la iluminación en P148.

En todos los espectros de fluorescencia portátil medidos en los dorados se detecta la presencia sistemática de Au (Figuras 12 y 13), así como la presencia variable de Pb y Cu, y de los elementos característicos de la composición del papel.

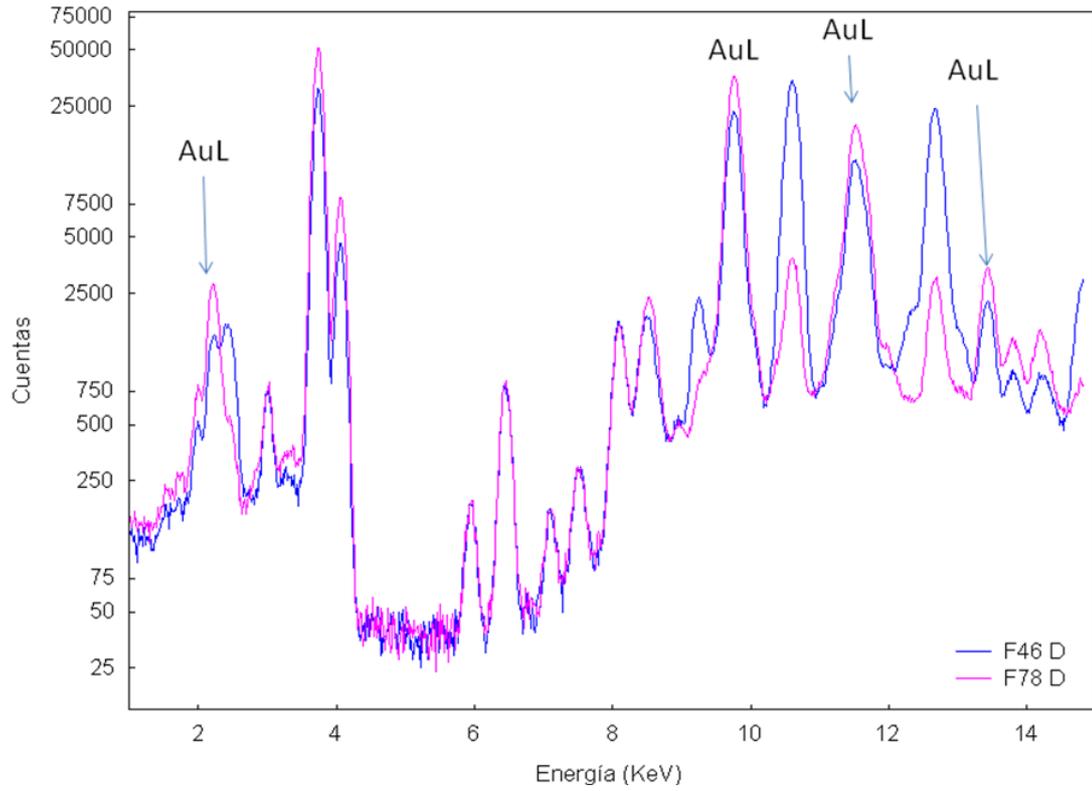


Figura 12. Espectros FRX de los dorados de los Folios 46 y 78.

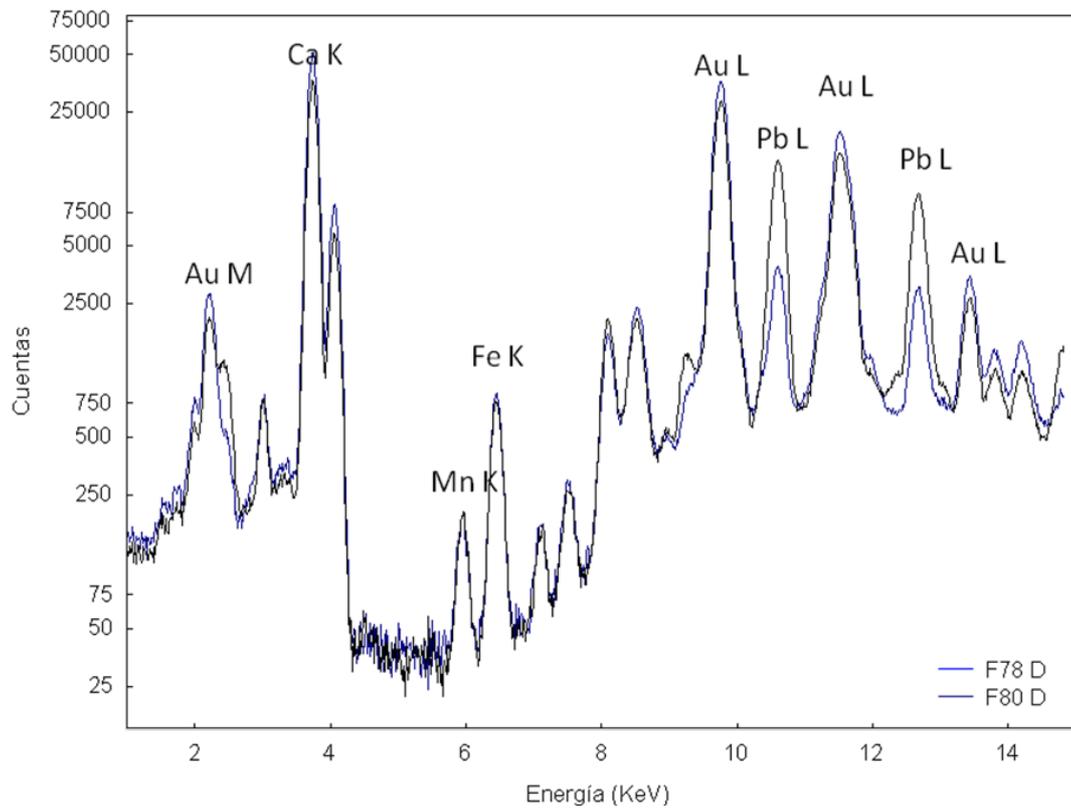


Figura 13. Espectros FRX de los dorados de los Folios 78 y 80.

Todos los espectros FRX medidos en los tonos rosa de las iluminaciones coinciden en tener abundante Pb en su composición y no se observa la presencia de Hg (Figura 14). Los espectros de reflectancia característicos de iluminaciones rosa (Figura 15) coinciden en tener una banda de absorción a 560nm y un punto de inflexión a 590 nm; estos datos son consistentes con la utilización de un tinte rojo tipo carmin, que es una antraquinona derivada de ciertas cochinillas (Bisulca et al., 2008); la evidente luminiscencia provocada por excitación UV en la iluminación rosa contribuyen a sostener esta hipótesis.

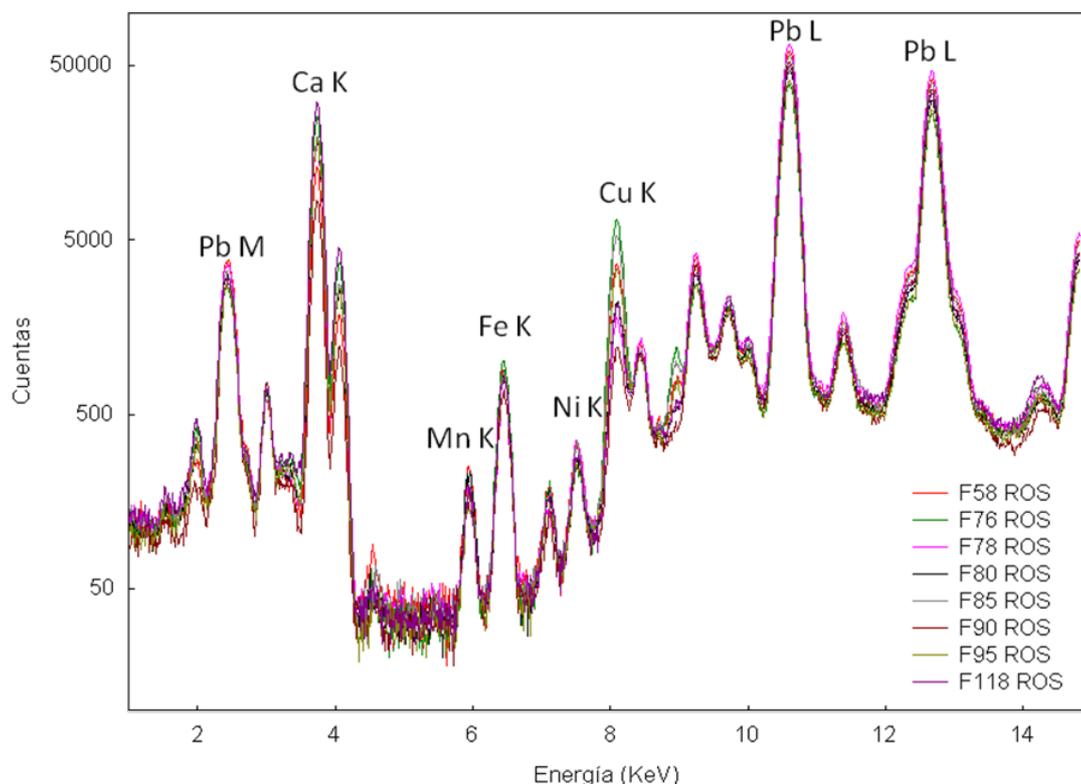


Figura 14. Espectros FRX de tonos rosados.

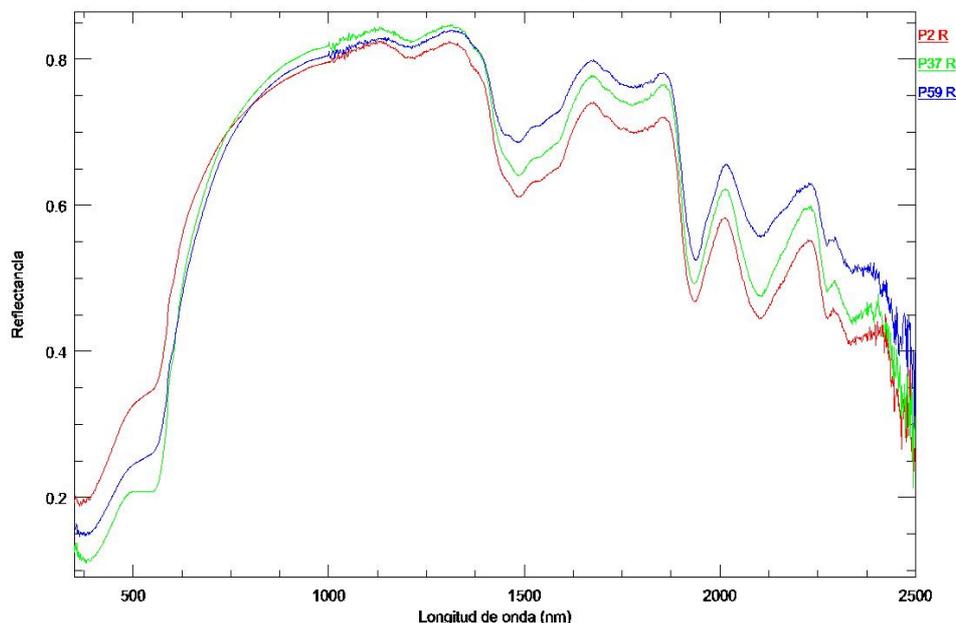


Figura 15. Espectros de reflectancia difusa de los tonos rosados de las iluminaciones.

Los espectros de fluorescencia de rayos X de los azules de las iluminaciones (Figura 16) indican una elevada homogeneidad en su composición, destacando la elevada concentración de Cu, lo que sugiere la utilización del mineral azurita un carbonato básico de cobre ($2\text{CuCO}_3\cdot\text{Cu}(\text{OH})_2$), cuya identificación inequívoca como fase responsable del color azul de las iluminaciones se ha realizado por medio de los espectros de reflectancia difusa VIS-NIR (Figura 17); en todas las iluminaciones analizadas se observa el pico de reflectancia a 480nm, la baja reflectancia entre 600 y 900nm y el aumento de reflectancia a longitudes de onda superiores; las bandas de absorción a 1498, 2280 y 2350 nm son coincidentes con las del estándar de azurita (Figura 17) y que corresponden a distintos modos vibracionales de los grupos OH^- y CO_3^- (Hunt y Salisbury, 1971; Crowley, J. K. 1986; Gaffey, S.J. 1986, 1987).

En todos los puntos azules analizados se detecta Ba, lo que sugiere la probable presencia de baritina (BaSO_4); la adición de baritina a la azurita podría ser intencionada o bien tratarse de impurezas asociadas a la azurita, siendo en todo caso un elemento discriminante de estas iluminaciones.

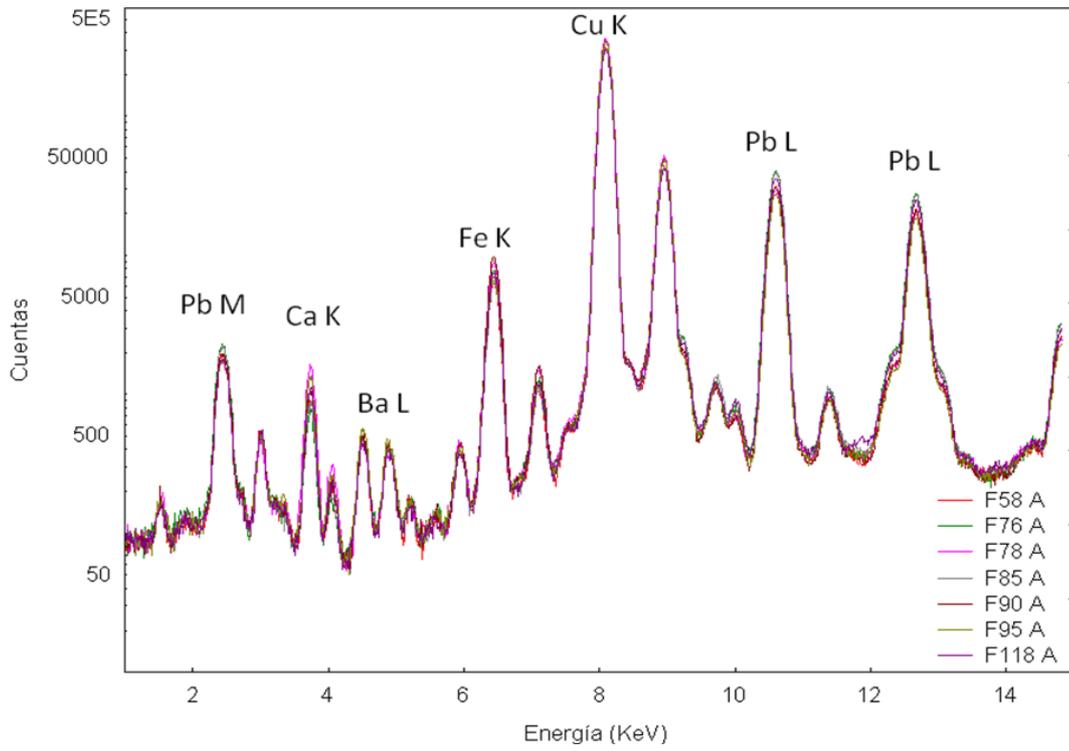


Figura 16. Espectros FRX de los azules de las iluminaciones.

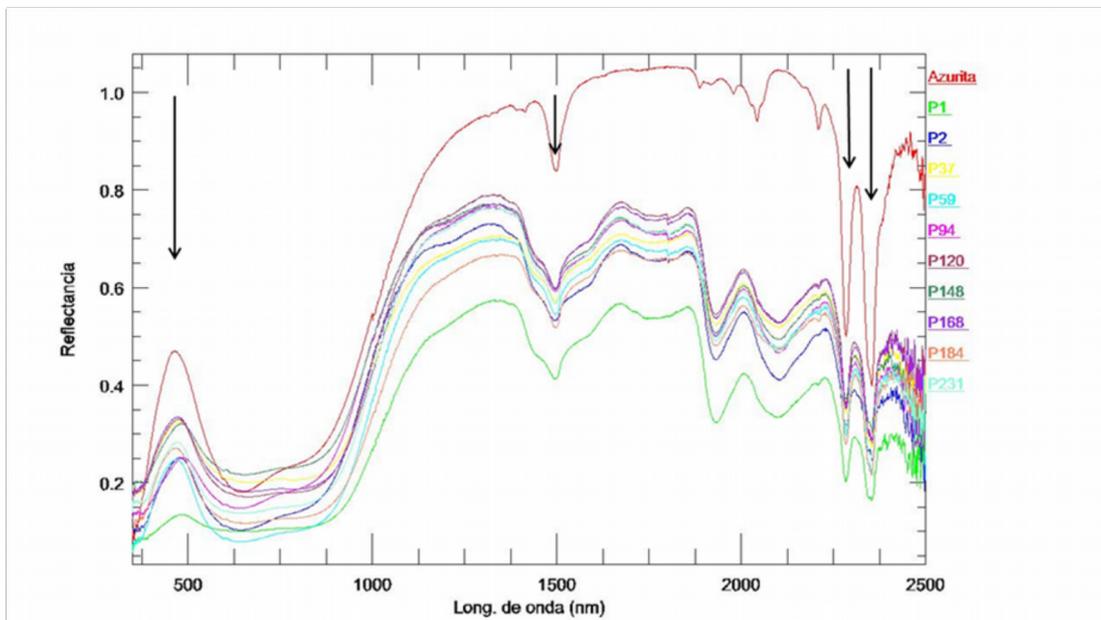


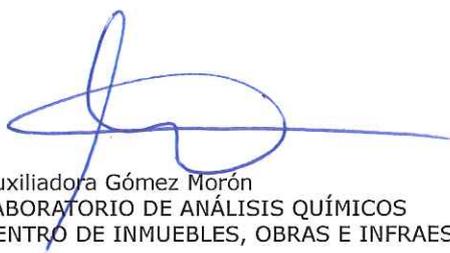
Figura 17. Espectros de reflectancia difusa de azurita y puntos azules de las iluminaciones.

Se ha constatado en todos los casos analizados la utilización de azurita para la realización de las letras mayúsculas (Foto 3); los espectros de fluorescencia de rayos X y los de reflectancia difusa medidos en los azules son similares a los medidos en los azules de las iluminaciones mas elaboradas. En las orlas de color rojo que decoran las letras en azul (Foto 3) se detecta la presencia de Hg y por tanto la utilización de cinabrio para su realización, siendo probablemente la misma tinta que se utiliza para las tipografías; esta composición a base de cinabrio es la detectada para el cuerpo de las letras mayúsculas en rojo como la de la Foto 2.

Conclusiones

La utilización simultánea de las técnicas de fluorescencia de rayos X portátil y espectrometría de reflectancia difusa en el VIS-NIR se ha demostrado útil para dilucidar la naturaleza de los pigmentos y de los papeles y las tintas encontrados en la Biblia de Gutenberg de la Universidad de Sevilla. El estudio estadístico de un conjunto limitado de análisis por FRX de la tinta negra de folios, ha permitido evaluar la contribución relativa de la variabilidad en la composición de los papeles, y de las tintas de distintos elementos químicos; por una parte las variaciones en Ti, Fe y Mn que se deben a los diferentes papeles; por su parte la relación Cu/Pb y los contenidos en Cu y Pb son característicos de la variabilidad en la composición de las tintas.

Los pigmentos específicos para la realización de la tinta roja y de las iluminaciones identificados subrayan la limitada paleta de colores utilizados. Los colores rojos se han realizado a base de cinabrio o bermellón, los azules por medio de azurita y los dorados con oro, mientras que los tonos rosas de las iluminaciones incorporan un pigmento orgánico.



Fdo.: Auxiliadora Gómez Morón
LABORATORIO DE ANÁLISIS QUÍMICOS
CENTRO DE INMUEBLES, OBRAS E INFRAESTRUCTURAS

Bibliografía

Bisulca, C., Picollo, M., Bacci, M. & Kunzelman, D. 2008. UV-VISNIR Reflectance Spectroscopy of Red Lakes in Paintings. In: 9th International Conference of NDT of Art, Jerusalem, Israel, 25–30 May 2008. Disponible en: www.ndt.net/article/art2008/papers/199Bisulca.pdf

Cahill, T., Kusko, B., Eldred R. A. y Schwab, R. N. (1984) Gutenberg's inks and papers nondestructive composition analyses by proton milliprobe. *Archaeometry* 26, 3-14.

Chaplin, T. D., Clark, R. J. H., Jacobs, D., Jensen, K., & Smith, G. D. (2005). The Gutenberg Bibles: Analysis of the illuminations and inks using Raman spectroscopy. *Analytical Chemistry*, 77(11), p. 3611-3622.

Clark, R.N., Swayze, G.A., Wise, R., Livo, E., Hoefen, T., Kokaly, R. & Sutley, S.J. 2007. USGS Digital Spectral Library splib06a. Denver: U.S. Geological Survey, Digital Data Series 231. Acceso en 15 marzo 2015 Disponible en: <http://speclab.cr.usgs.gov/spectral.lib06/ds231/index.html>

CNR-IFAC. 2011. Fiber Optics Reflectance Spectra Database of Pictorial Materials in the 270 to 1700 nm Range. Acceso en 15 marzo 2015. Disponible en: <http://fors.ifac.cnr.it/>

Crowley, J. K. 1986: "Visible and near-infrared spectra of carbonate rocks: Reflectance variations related to petrographic texture and impurities". *Journal of Geophysical Research*, 91 (B5) p.5001-5012.

Gaffey, S.J. 1986: "Spectral reflectance of carbonate minerals in the visible and near infrared (0.35-2.55 μm): Calcite, aragonite and dolomite", *American Mineralogist*, 71, p.151-162.

Gaffey, S.J. 1987: "Spectral reflectance of carbonate minerals in the visible and near infrared (0.35-2.55 μm): Anhydrous carbonate minerals", *Journal of Geophysical Research*, 92, p.1429-1440.

Hunt, G.R. y Salisbury, J.W. 1971. Visible and Near Infrared Spectra of Minerals and Rocks. II. Carbonates. *Modern Geology*, 2: 23–30.

Janssens, K., Vittiglio, G., Deraedt, I., Aerts, A., Vekemans, B., Vincze, L., Wei, F., de Ryck, I., Schalm, O., Adams, F., Rindby, A., Knöchel, A., Simionovici, A.S., Snigirev, A. (2000) Use of microscopic XRF for non-destructive analysis in art and archaeometry. *X-ray spectrometry* 29, p.73-91

Mommsen, H., Beier, Th., Dittmann, H., Heimermann, D., Hein, A., Rosenberg, A., Boghardt, M., Manebutt-Benz E.-M. and Halbey, H. (1996). *Archeometry* 38, 347

Picollo, M.; Bacci, M.; Casini, A.; Lotti, F.; Poeciani, S.; Radicati, B. y Stefani, L. 2000: Fiber optics reflectance spectroscopy: a non destructive technique for the analysis of works of art. En Martellucci et al. (Eds.). *Optical Sensors and Microsystems: New Concept, Materials. Technologies*. Kluwer Academic/Plenum Publishers. New York: 259-265.

Schwab, R. N., Cahill, T. A., Kusko, B. H., & Wick, D. L. (1983). Cyclotron analysis of the ink in the 42-line bible. *Papers of the Bibliographical Society of America*, 77, 285-315.

Schwab, R. N., Cahill, T. A., Eldred, R. A., Kusko, B. H., & Wick, D. L. (1985). New Evidence on the printing of the Gutenberg Bible: The inks in the Doheny copy. *Papers of the Bibliographical Society of America*, 79, 375-402.

Sole, V.A.; Papillon, E.; Cotte, M.; Walter, P. y Susini, J. 2007 A multiplatform code for the analysis of energy-dispersive X-ray fluorescence spectra. *Spectrochimica Acta Part B*, 62: 63-68.

Teigen, P. M. (1993) Concurrent printing of the Gutenberg Bible and the proton milliprobe analysis of its ink. *Papers of the Bibliographical Society of America*, 87, 437-451.