

CRÉDITOS



ANÁLISIS DEL KLUCEL® G EN EL LAMINADO DE PAPEL ALBANENE Y VEGETAL

Jennifer Libertad Bringas Botello / María Magdalena Castañeda Hernández

RESUMEN

Una de las principales problemáticas que tiene la restauración de documentos en papel albanene y vegetal, radica en su acusada sensibilidad al agua, lo que limita la aplicación de la mayoría de los tratamientos tradicionales. Ante la búsqueda de alternativas, se realizó la evaluación de la capacidad adhesiva del polímero semisintético Klucel® G,¹ debido a que puede aplicarse disuelto en solventes medianamente polares como etanol, acetona y sus mezclas para ejecutar un procedimiento en seco. El objetivo fue probarlo dentro del sistema de laminado de papel albanene y vegetal con papel japonés de Kozo.

En primer lugar, se estableció el comportamiento de los papeles antes mencionados mediante la revisión de sus procesos de producción y la identificación de sus materiales constitutivos, se determinó que la gran reactividad que tienen ante la humedad es producto de su agresivo método de fabricación. Una de las principales características del papel albanene y vegetal, es que las fibras que lo conforman no están definidas, se observan como una pasta compacta sin espacios de aire. En relación al adhesivo se reflexionó en torno a los métodos de aplicación, que se han ido perfeccionando para poder mejorar la correcta unión entre ambos sustratos del laminado. Como parte del diseño experimental para la evaluación del sistema de laminado, se realizaron, pruebas de *peeling* y mediciones de colorimetría.

Palabras clave: laminado, albanene, vegetal, papel traslúcido y restauración.

¹ Klucel® G: Hidroxipropilcelulosa, de aquí en adelante se nombrará como HPC.

INTRODUCCIÓN



REFLEXIONES



POSTERS



PANORAMA DE LA CONSERVACIÓN DEL PATRIMONIO DOCUMENTAL

MÉTODOS Y MATERIALES

CRÉDITOS



INTRODUCCIÓN



REFLEXIONES



POSTERS



INTRODUCCIÓN

Los archivos y acervos bibliográficos contienen una variada y basta cantidad de documentos sobre este tipo de soportes, por citar algunos ejemplos: registros civiles y eclesiásticos, planos arquitectónicos, registros arqueológicos, estarcidos, entre otros. Tradicionalmente la restauración de este tipo de documentos ha sido con adhesivos acuosos, sin embargo, resulta perjudicial porque les promueven arrugas, deformación de plano y sobre todo cambios dimensionales. Este último aspecto, se agrava en el caso de planos arquitectónicos y mapas, porque se modifican las escalas.

La conservación de estos bienes resulta un reto, debido a que son materiales que se alteran con gran facilidad ante los cambios bruscos de humedad relativa (HR) del ambiente. Frecuentemente los documentos son de gran formato por lo tanto, su manipulación y resguardo resulta complejo, de tal suerte que la mayoría de los acervos tiene material con daños físico mecánicos.

PAPELES TRASLÚCIDOS COMO SOPORTE DE BIENES CULTURALES

El papel traslúcido coloquialmente llamado “calco o transparente”, se ha usado desde hace varios siglos como soporte de documentos y obras gráficas; su fabricación se reporta desde la Edad Media, cuya tradición y uso han evolucionado hasta nuestros días.²

² Claude Laroque, *History and analysis of transparent papers*, en *The paper Conservator*, vol. 28, 2004, p. 19.

PANORAMA DE LA CONSERVACIÓN DEL PATRIMONIO DOCUMENTAL

MÉTODOS Y MATERIALES

A nivel comercial se encuentra una amplia variedad: papel calco, translúcido, encerado, *glassine*, vegetal, albanene, cebolla entre otros. Dianne van der Reyden³ menciona que existen cuatro tipos de papel que han sido usados para la elaboración de documentos translúcidos (con respecto a las especificaciones para papel calco de la Federación Americana UU-P_561H 1972):⁴

1. Calca natural (*natural tracing paper*): Deberá su transparencia al batido de las fibras, pero sobre todo a un ultra-refinado. El papel albanene corresponde a este rubro.
2. Papel pergamino vegetal (*vegetable parchment paper*): también llamado como papel “pergamino genuino” que se define como un papel fuerte, liso y rígido con apariencia de pergamino. La translucidez está dada por la inmersión de la hoja en un baño ligeramente ácido.
3. Imitación pergamino (*imitation parchment paper*): comúnmente llamado papel cristal y se caracteriza por ser un papel liso, denso, transparente y a prueba de grasa y aceite, cuya transparencia se magnifica por medio del super-calandrado de la hoja. El papel comúnmente llamado vegetal corresponde a esta categoría.
4. Papel vitela o calca preparado: el cual se genera impregnando o cubriendo la hoja formada con aditivos para generar transparencia.

³ Dianne van der Reyden, History, technology, and treatment of specialty papers found in archives, libraries and museums: tracing and pigment-coated papers, *Smithsonian Center for Materials Research and Education*, en <http://www.si.edu/mci/downloads/RELACT/coat_special_papers.pdf>, [consulta: noviembre 2012].

⁴ Dianne van der Reyden, *op cit.*, p. 22.

CRÉDITOS



INTRODUCCIÓN



REFLEXIONES



POSTERS



PANORAMA DE LA CONSERVACIÓN DEL PATRIMONIO DOCUMENTAL

MÉTODOS Y MATERIALES

CRÉDITOS



INTRODUCCIÓN



REFLEXIONES



POSTERS



El grado de translucidez lo obtienen a través de variaciones en el proceso de producción del papel, involucra desde la elección de las fibras hasta el acabado final que se le da a las hojas.

Deterioro por el proceso de producción⁵

Para todos los tipos de papel transparente, el procesamiento de las fibras que lo conforman es muy agresivo; se llevan a cabo en mayor o menor medida, acciones de corte, enrollado, aplastamiento y tracción por las cuchillas provocando la eliminación de la pared de las fibras, penetración de agua en la pared celular, rotura de enlaces de puentes de hidrógeno fibra-agua, debilitamiento de las fibras, fibrilación extrema, deformación y acortamiento de las fibras. En algunos casos se realiza la inmersión en un ácido fuerte o se someten a un alto calandrado, además de la impregnación de aceites y resinas; con excepción de la inmersión en ácido, todos producen hojas débiles que tienden a deteriorarse rápidamente. En el caso de los papeles obtenidos por un proceso químico, suelen tener las fibras más fuertes y flexibles debido a que el batido en su caso es moderado.

Todos estos procesos causan que el papel sea altamente higroscópico y reaccione de forma inmediata, porque absorbe e interactúa con el agua con mayor facilidad provocando el hinchamiento de las fibras, liberando tensión y creando ondulación y arrugas (ver figura 1). Son sumamente susceptibles al rasgado



Figura 1. Deterioro del papel traslúcido

⁵ Lois Olcott Price, Line, Shade and Shadow. The fabrication and Presentation of Architectural Drawings. EU, Oak Knoll / HES & DE GRAFF Publishers / Winterthur Museum and Garden & Library, 2010, p. 227.

PANORAMA DE LA CONSERVACIÓN DEL PATRIMONIO DOCUMENTAL

MÉTODOS Y MATERIALES

CRÉDITOS



y al doblez lo que se debe al nivel de alteración de las fibras por los procesos de manufactura. En el caso del laminado y colocación de refuerzos, se prefiere el empleo de métodos no acuosos para minimizar su reactividad.

La reactividad que tienen este tipo de soportes ante la humedad se debe principalmente a su proceso de producción. Los papeles albanene y vegetal tienen un comportamiento similar debido a que no se tienen materiales añadidos para lograr la traslucidez, reaccionan en consecuencia al tamaño y tipo de sus fibras generando importantes distorsiones de plano por el gran número de uniones interfibrilares que existen entre ellas. Por otra parte, el amarillamiento que presentan los documentos envejecidos se debe a las impurezas que contiene la pulpa como lignina y hemicelulosa que se conservan durante su elaboración.⁶

Laminado

El principal objetivo del laminado es brindarle estabilidad estructural al documento, mejorando las propiedades físico-mecánicas del soporte original, favoreciendo así su conservación, manipulación, consulta y almacenamiento.

En el caso de los documentos y obra gráfica sobre papel albanene, la aplicación del laminado resulta complicada ya que los adhesivos de base acuosa comúnmente empleados pueden generar severos cambios dimensionales, además que la colocación de un soporte nuevo puede llegar a modificar las características ópticas del bien.⁷ Los procesos de aplicación son muy diversos. Sin embargo, es importante destacar que

⁶ Jennifer Libertad Bringas Botello y Magdalena Castañeda Hernández, *Análisis de las propiedades físico mecánicas del adhesivo hidroxipropil-celulosa en el proceso de laminado de documentos en soporte de papel albanene y vegetal*, México, 2013, tesis, ENCRYM, pp. 44-52.

⁷ *Ibidem*, pp. 54-55.

INTRODUCCIÓN



REFLEXIONES



POSTERS



PANORAMA DE LA CONSERVACIÓN DEL PATRIMONIO DOCUMENTAL

MÉTODOS Y MATERIALES

CRÉDITOS



para la mayoría de los documentos u obra gráfica, los tratamientos llevan a cabo la misma metodología, dependiendo del adhesivo seleccionado:

1. Humectación previa (para los soportes de albanene y vegetal no se recomienda, se plantea como parte de la devolución de plano con alcohol).
2. Unión de ambos soportes previa aplicación del adhesivo en el soporte auxiliar.
 - a. Aplicación directa del adhesivo y unión.
 - b. Reactivación del adhesivo con disolventes y unión.
3. Método de secado.
 - a. Con peso.
 - b. Por tensión.
 - c. Mesa de succión y peso.

INTRODUCCIÓN



REFLEXIONES



POSTERS



DISEÑO EXPERIMENTAL

La HPC como adhesivo presenta dos ventajas, la primera radica en que puede utilizarse en solución con agua y solventes polares, y la segunda es que puede ser reactivado por medio de solventes.

El adhesivo se ha aplicado mediante distintos métodos, se reporta para el laminado de papeles transparentes en 1994 por Marina Bicchieri, en 1997 por Susan Page, en el 2000 por Sara Wagner, y en el 2009 por Estibaliz Guzmán Solano. En todos los casos se reporta que el adhesivo ha tenido resultados satisfactorios tras aplicar al menos tres capas entre el 2 y 3%, dejando secar y posteriormente reactivándolo con solventes como etanol.⁸

⁸ *Ibidem.* p. 84.

PANORAMA DE LA CONSERVACIÓN DEL PATRIMONIO DOCUMENTAL

MÉTODOS Y MATERIALES

CRÉDITOS



INTRODUCCIÓN



REFLEXIONES



POSTERS



Para la selección de los solventes a estudiar y la concentración del adhesivo, se recuperó la información de la recopilación bibliográfica y se verificó que es un producto difícil de manejar arriba del 6%, ya que forma una solución muy viscosa que sólo puede ser distribuida por medio de brocha y que se han obtenido los mejores resultados cuando se utiliza en solución con acetona y etanol. Inclusive se recomienda en mezcla con tolueno. Sin embargo se hizo la prueba para observar su comportamiento, lo que dio como resultado una capa muy heterogénea con secciones del adhesivo no disueltas.

Para corroborar la eficacia del laminado con Klucel® G en etanol y acetona, al 4, 5 y 6%, se realizaron pruebas de *peeling*, las cuales consistieron en preparar probetas del sistema de laminado (papel albanene o vegetal- Klucel® G -papel japonés de Kozo) y aplicar una fuerza de tracción en un ángulo determinado de 90°, para generar la separación de los papeles y conocer la capacidad adhesiva de la HPC. Se utilizó una maquina AUTOGRAPH SHIMADZU AG-100KNG, del Instituto de Física de la UNAM, bajo las normas ASTM D1876-01 y D903-98. Para contrastar los resultados de la HPC se hicieron probetas con almidón, adhesivo altamente probado en la conservación y cuya fuerza se considera adecuada (ver figura 2 y 3).



Figura 2. Máquina AUTOGRAPH SHIMADZU AG-100KNG, del Instituto de Física de la UNAM



Figura 3. Pruebas de *peeling* probetas del sistema de laminado

PANORAMA DE LA CONSERVACIÓN DEL PATRIMONIO DOCUMENTAL

MÉTODOS Y MATERIALES

CRÉDITOS



INTRODUCCIÓN



REFLEXIONES



POSTERS



Las concentraciones que dieron los mejores resultados en ambos papeles fueron, etanol al 5 y 6% así como la mezcla de etanol-acetona al 5%, es importante señalar que no existió una diferencia adhesiva relevante entre ambos papeles. Debido a que algunas secciones de las probetas no adhirieron adecuadamente se considera que el método de aplicación no fue adecuado, ya que no se logró una distribución homogénea, rasgo que se consideró fundamental cuando se extrapolaron los resultados para la intervención directa de obra original.

Una vez concluida la prueba de *peeling*, se observaron cuatro probetas en cortes estratigráficos en el MEB⁹ dónde fue posible apreciar el comportamiento del sistema ante los solventes, así como la forma del anclaje mecánico entre ambos sustratos. Fue muy interesante observar el comportamiento de la probeta de almidón donde se hace evidente la afectación que sufren las fibras por el agua, debido al hinchamiento y la redistribución de las mismas (ver figura 4 y 5).

Para complementar el análisis del sistema de laminado, se realizó un estudio colorimétrico, debido a que invariablemente se produce una alteración cromática sobre el papel albanene, por lo que se consideró importante entender el impacto visual que le generaría el adhesivo así como el uso del papel japonés como soporte auxiliar. Se reconoce que una de las principa-

⁹ MEB: microscopio electrónico de barrido.

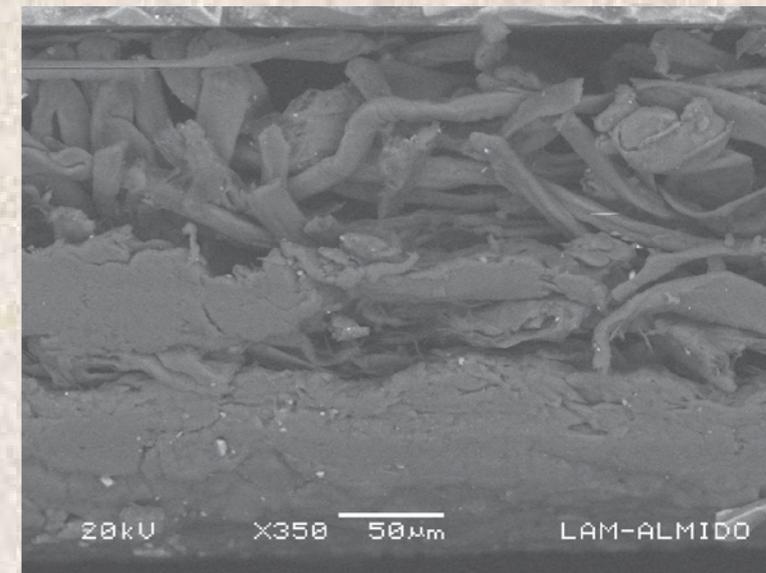


Figura 4. Corte estratigráfico del sistema de laminado con almidón, MEB 350X

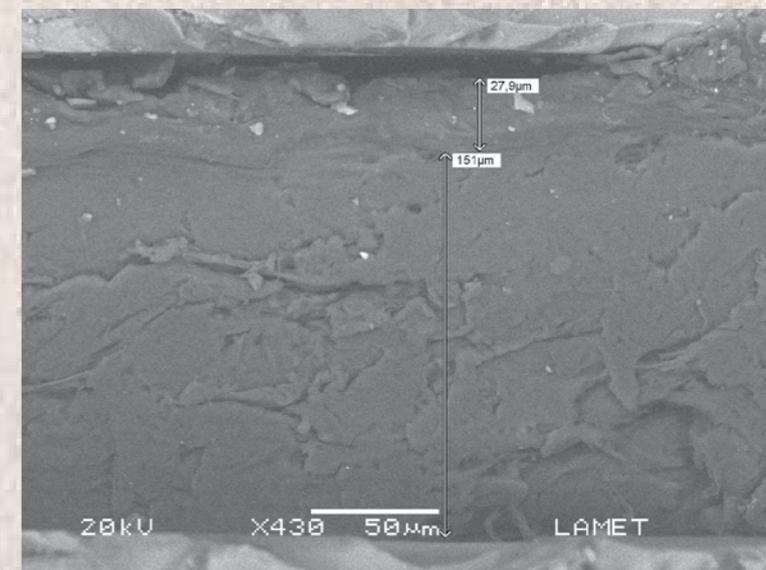


Figura 5. Corte estratigráfico del sistema de laminado con etanol al 6%, MEB 430X

PANORAMA DE LA CONSERVACIÓN DEL PATRIMONIO DOCUMENTAL

MÉTODOS Y MATERIALES

CRÉDITOS



INTRODUCCIÓN



REFLEXIONES



POSTERS



Las ventajas que tiene el papel japonés tipo Kozo es su gran estabilidad. Sin embargo, podemos encontrar una amplia gama que va desde tonos crudos hasta blancos, debido a la diversidad se decidió analizar dos tipos de papel japonés uno blanco y uno amarillo, para poder evaluar los contrastes.

Las mediciones se realizaron con un espectrofotómetro de contacto CM2500d de la marca Konica Minolta®, usando el sistema de la Comisión Internacional de Iluminación, registrándose los valores $L^*a^*b^*$ (L= luminosidad, a= eje amarillo azul, b= eje rojo verde). Debido a la translucidez del sistema de laminado, los experimentos se llevaron a cabo bajo un fondo blanco como referencia (ver figura 6 y 7).

Los resultados arrojaron que el laminado con papel blanco no altera de forma significativa el papel albanene, ya que los valores de luminosidad obtenidos se mantienen similares entre ambos sustratos: albanene y japonés. Con el uso de papel japonés amarillo si hubo un cambio visual evidente, sin embargo no se detectó ninguna variación relacionada con las distintas concentraciones de Klucel® G.

CASO DE ESTUDIO

Para evaluar los resultados obtenidos se realizó el laminado de un pliego de papel albanene, de un plano arquitectónico del Fondo del General Heriberto Jara del Archivo Histórico de la UNAM y de un dibujo arqueológico



Figura 6. Espectrofotómetro de contacto CM2500d de la marca Konica Minolta®. ENCRyM

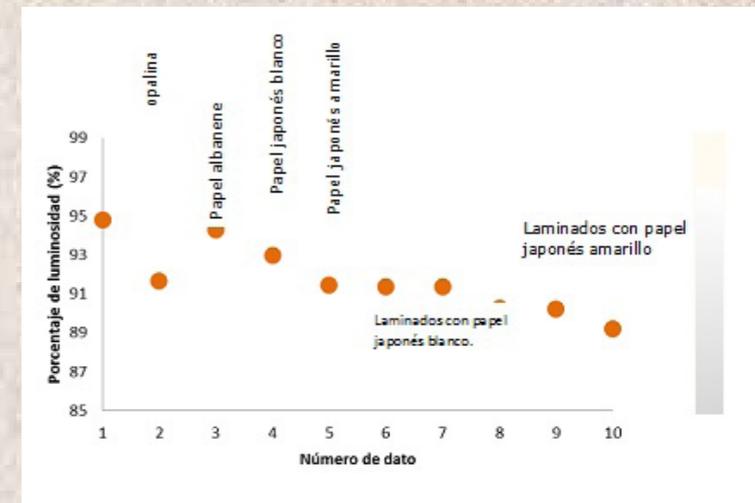


Figura 7. Variación promedio comparativa de la luminosidad L empleando una escala porcentual para un fondo blanco

PANORAMA DE LA CONSERVACIÓN DEL PATRIMONIO DOCUMENTAL

MÉTODOS Y MATERIALES

del Archivo Histórico de Laurette Séjourné. El objetivo era poner en juego todos los requerimientos necesarios para llevar a cabo un laminado con obra de mediano formato. Se utilizaron dos métodos de aplicación del adhesivo: en el pliego de papel albanene, se hizo la aplicación del Klucel® G en etanol al 5% mediante brocha sobre el soporte de papel japonés de Kozo de 24 g e inmediatamente se llevó a cabo la unión de ambos sustratos. Mientras que para el plano y el dibujo, se aplicaron dos capas del adhesivo y se dejó secar para ser reactivado posteriormente con etanol antes de realizar la unión.

En relación al adhesivo, se dejó de manifiesto que la concentración al 5% en etanol dio resultados favorables cuando se utilizó mediante el método de reactivado debido a que se potencializa la fuerza adhesiva del Klucel® G con la formación de una película homogénea. Se destaca que no se requiere la formación de una película gruesa entre ambos sustratos, sino que para lograr una adhesión adecuada se tiene que asegurar el anclaje mecánico del adhesivo por medio de presión (ver figuras 8, 9, 10 y 11).



Figura 8. Dibujo arqueológico del Archivo de Laurette Séjourné, antes de proceso



Figura 9. Dibujo arqueológico del Archivo de Laurette Séjourné, después de proceso

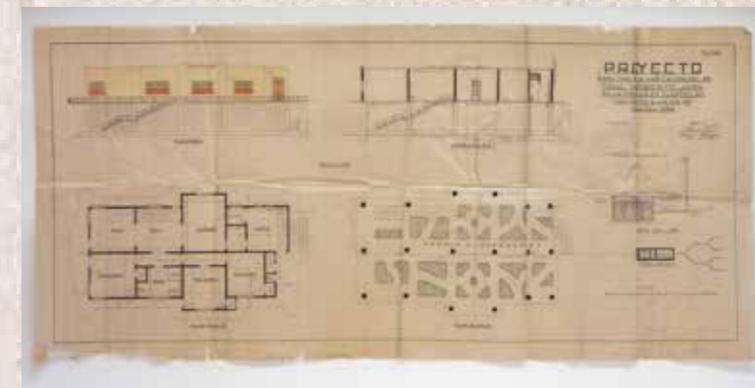


Figura 10. Plano arquitectónico del Fondo del General Heriberto Jara del Archivo Histórico de la UNAM, antes de proceso

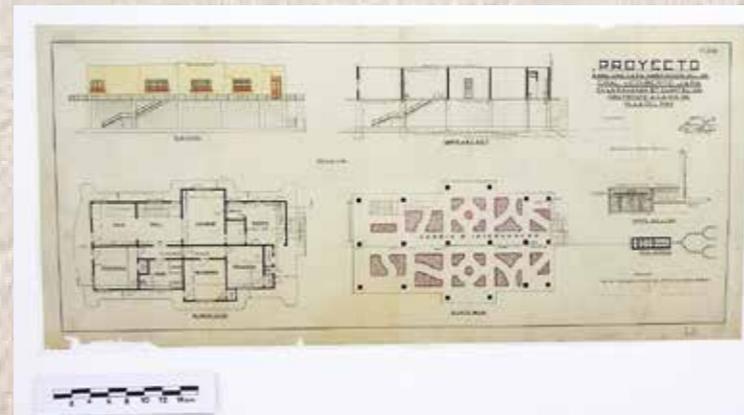


Figura 11. Plano arquitectónico del Fondo del General Heriberto Jara del Archivo Histórico de la UNAM, después de proceso

CRÉDITOS



INTRODUCCIÓN



REFLEXIONES



POSTERS



PANORAMA DE LA CONSERVACIÓN DEL PATRIMONIO DOCUMENTAL

MÉTODOS Y MATERIALES

CRÉDITOS



INTRODUCCIÓN



REFLEXIONES



POSTERS



CONCLUSIÓN

Se comprobó que el Klucel® G en etanol y acetona al 5 y 6% tiene la capacidad adhesiva necesaria para utilizarse en el laminado de papel traslúcido, su comparación con el almidón resultó un parámetro adecuado debido a que se contrastaron las diferencias adhesivas entre ambos, concluyendo que es posible potencializar la fuerza del Klucel® G por medio del método de aplicación, especialmente con la reactivación.

Las mezclas de la HPC con etanol, acetona y etanol-acetona se consideran óptimas porque no generaron distorsiones o cambios dimensionales en las probetas ni en los casos de estudio. Sin embargo, ya que se propone el empleo de solventes polares, es indispensable realizar pruebas de solubilidad del material sustentado así como controlar el método de aplicación para minimizar el riesgo de migración de las tintas.

En cuanto al método de reactivado, se recomienda seguir el método propuesto por Susan Page y Sara Wagner, considerando que la capa de adhesivo también puede construirse directamente sobre el papel japonés con solvente y aún generar superficies homogéneas con la adhesividad suficiente para unir ambos adherentes.

En relación al uso de los distintos disolventes se considera que no existe una diferencia relevante entre el uso de uno u otro, sin embargo por el grado de volatilidad de la acetona se sugiere su empleo en mezcla con etanol.

La presente investigación reporta información sobre el comportamiento de los papeles albanene y vegetal nuevos, por lo que tendrían que considerarse las características específicas de los papeles envejecidos, especialmente para la selección del color del papel japonés.

PANORAMA DE LA CONSERVACIÓN DEL PATRIMONIO DOCUMENTAL

MÉTODOS Y MATERIALES

CRÉDITOS



INTRODUCCIÓN



REFLEXIONES



POSTERS



REFERENCIAS Y FUENTES CONSULTADAS

Bringas Botello, Jennifer Libertad y Magdalena Castañeda Hernández, *Análisis de las propiedades físico mecánicas del adhesivo hidroxipropilcelulosa en el proceso de laminado de documentos en soporte de papel albanene y vegetal*, México, 2013, tesis, ENCRYM.

Laroque, Claude, *History and analysis of transparent papers*, en *The paper Conservator*, vol.28, 2004.

Olcott Price, Lois, *Line, Shade and Shadow. The fabrication and Presentation of Architectural Drawings*, EU, Oak Knoll / HES & DE GRAFF Publishers / Winterthur Museum and Garden & Library, 2010.

Reyden van der, Dianne, *History, technology, and treatment of specialty papers found in archives, libraries and museums: tracing and pigment-coated papers*, en *Smithsonian Center for Materials Research and Education*, en http://www.si.edu/mci/downloads/REACT/coat_special_papers.pdf, [consulta: noviembre 2012].