

BPG Secado y Aplanado

Los procesos de secado y aplanado en la conservación del papel, se llevan a cabo generalmente de manera simultánea después del [lavado](#) u otros tratamientos acuosos. La mayoría de las técnicas de secado también son técnicas de aplanado. Sin embargo, el aplanado puede constituir un tratamiento por derecho propio, realizado a parte del tratamiento acuoso aunque muchas veces requiere mojado o [humectación](#). Esta página solo cubre el secado y aplanado del papel. El secado y aplanado del [pergamino](#) se encuentra en una página wiki separada dedicada a ese material.

Compiladores de Wiki: Susie Cobbledick

Traducción: Cecilia Salgado, Ángela Gallego, Carina Cruz

Revisor de traducción: Laura Inés Milán

Autores de Wiki: Susie Cobbledick, [Katherine Kelly](#), Stacey Mei Kelly, Diane Knauf, Lydia Lyu, Bill Minter, Brook Prestowitz, Theresa J. Smith, Hsin-Chen Tsai, Hildegard Homburger, *su nombre podría estar aquí*

Compiladores originales: T. J. Vitale, Doris Hamburg

Para obtener una lista completa de los autores originales de esta página, consulte la sección sobre el [historial](#) de esta página.

Copyright 2021. [The Book and Paper Group Wiki](#) is a publication of the [Book and Paper Group](#) of the [American Institute for Conservation](#). It is published as a convenience for the members of the Book and Paper Group. Publication does not endorse nor recommend any treatments, methods, or techniques described herein. Information on [researching with the wiki and citing the BPG Wiki](#) can be found on the [Reference and Bibliography Protocols page](#). The BPG Wiki coordinators can be reached at bookandpapergroup.wiki@gmail.com.

Cite this page:

BPG Drying and Flattening. 2021. Book and Paper Group Wiki. American Institute for Conservation (AIC). Accessed May 18, 2021. https://www.conservation-wiki.com/wiki/BPG_Drying_and_Flattening



Contenido

1. Definiciones	4
1.1 Formas de distorsión dimensional causadas por agua	4
2. Cuándo secar y aplanar	4
3. Cuándo no aplanar	5
4. Factores a considerar	6
4.1 Materiales y manufactura	6
4.2 Método de formación	7
4.3 Peso (gramaje)	7
4.4 Historia	8
4.5 Cuánta agua necesita ser retirada	9
4.6 Fuerza o debilidad	9
4.7 Debilidad o daño local	9
4.8 Uso posterior	9
4.9 Textura y acabado superficial	9
4.10 Procesos de tratamiento	10
4.11 Medios (elementos sustentados)	10
5. Equipo	10
5.1 Herramientas para aplicar restricción (presión/tensión)	10
5.2 Soportes rígidos	10
5.3 Soportes flexibles	12
5.4 Materiales absorbentes	13
6. Métodos de secado y aplanado	13
6.1 Restringir o no restringir	14
6.2 Sin Restricción	15
6.2.1 Microclima	15
6.2.2 Pantallas tensas cara a cara	16
6.2.3 Aplanamiento posterior	17
6.3 Semi-restringido	17
6.3.1 Peso ligero	17
6.3.2 Método Karibari	18
6.4 Restricción	21
6.4.1 Método estándar	21
6.4.2 Aire forzado	22
6.4.3 Secado por contacto	24
6.4.4 Mylar / Teflón / Gore-Tex	26
6.4.5 Sandwich Duro / Blando	27

6.4.6 Restricción lateral	29
6.4.7 Mesa de succión	30
6.5 Aplanamiento en seco	31
6.6 Casos especiales	32
6.6.1 Libros	32
7. Bibliografía	33

1. Definiciones

- Secado (*Drying*): Proceso mediante el cual el papel húmedo o mojado llega al equilibrio con la humedad relativa ambiental (HR). Cuando el papel ha alcanzado el equilibrio con el medio ambiente y se considera seco, el papel aún retiene agua. A una HR del 20% al 70% el contenido de agua será del 4% al 8% ([Banik and Brückle 2018, 91](#)). Este es un fenómeno que ocurrirá naturalmente, pero en un contexto de conservación, es importante que este proceso sea controlado para lograr los objetivos de tratamiento específicos.
- Aplanado (*Flattening*): Eliminar o prevenir la formación de distorsiones dimensionales en el papel con el objetivo de mantener o recrear lo mejor posible la dimensionalidad original del papel. A diferencia del secado, este no es un proceso natural y requiere intervención, aunque no siempre utiliza agua.
- Humectación ([Humidification](#)): Exposición del papel al vapor de agua. Esto flexibiliza el papel al romper los enlaces dentro de las fibras, pero no dará como resultado la ruptura de los enlaces de fibra a fibra ([Sugarman and Vitale 1992](#)).
- Mojado (*Wetting*): Introducción de agua líquida en el papel. Los métodos de mojado pueden ser por nebulización, flotación, usando materiales absorbentes como papeles secantes o por inmersión.

1.1 Formas de distorsión dimensional causadas por agua

Las distorsiones dimensionales pueden surgir durante el proceso de secado, después de que el papel haya sido mojado o humectado. Una técnica de secado adecuada puede minimizarlas.

- Enrollado (*Curling*): Distorsión en forma de rollo que afecta a toda la hoja del papel. Es causada por la expansión o contracción desigual de los dos lados de la hoja debido a las diferencias físicas creadas durante el proceso de fabricación. También puede producirse al humedecerse solo una de las caras del papel.
- Arrugas (*Cockling*): Distorsiones que afectan a secciones de la hoja de papel que se ha humedecido y posteriormente secado al aire sin restricciones (peso, presión o tensión). Sugarman and Vitale ([1992](#)) las definen como mayores de 1 cm cuadrado y menores que la hoja entera. Son causados por la diferencia de grados de evaporación de la humedad en la hoja debido a una distribución irregular de fibras ([Banik and Brückle 2018, 450](#)) y/o a una distribución irregular del agua ([Sugarman and Vitale 1992](#)).
- Aspereza (*Roughness*): Aumento general de la textura de la superficie y pérdida de suavidad después de mojar una hoja. Es causada por el hinchamiento de las fibras, su distribución irregular y/o la liberación de agua durante el secado por tensión.

2. Cuándo secar y aplanar

Cada vez que un papel es mojado o humedecido, se debe secar de una manera controlada y, elegida cuidadosamente, para evitar la aparición de distorsiones dimensionales.

El papel deberá secarse y aplanarse después de:

- Tratamientos acuosos como el [lavado](#) y la [desacidificación](#).
- [Humectación](#).
- [Reparación de roturas](#).
- Aplicación local de [geles](#) o humedad.
- [Eliminación de residuos](#) de adhesivo.

El papel puede requerir aplanado con o sin uso de agua cuando:

- Ha sido almacenado incorrectamente; por ejemplo papel enrollado en un tubo o un libro mal colocado en un estante.
- Se ha manipulado incorrectamente; por ejemplo doblado o aplastado.
- Un tratamiento anterior que no se realizó correctamente; por ejemplo reparaciones con adhesivo y tissue que no secaron bajo peso.

3. Cuándo no aplanar

El papel siempre se debe secar cuidadosamente después de haber sido mojado y humedecido, considerando especialmente la medida o nivel en que debe aplanarse. También es importante entender qué puede provocar distorsión en una hoja de papel.

El papel no es un objeto plano; es un objeto con tres dimensiones.

Los papeles hechos a mano tienen un carácter ondulado intrínseco que debe ser respetado. Hay otras distorsiones que deben ser respetadas y conservadas. Estas formas de dimensionalidad no son características que necesiten corrección y se debe hacer todo lo posible para protegerlas durante los tratamientos mojados o húmedos. Incluyen:

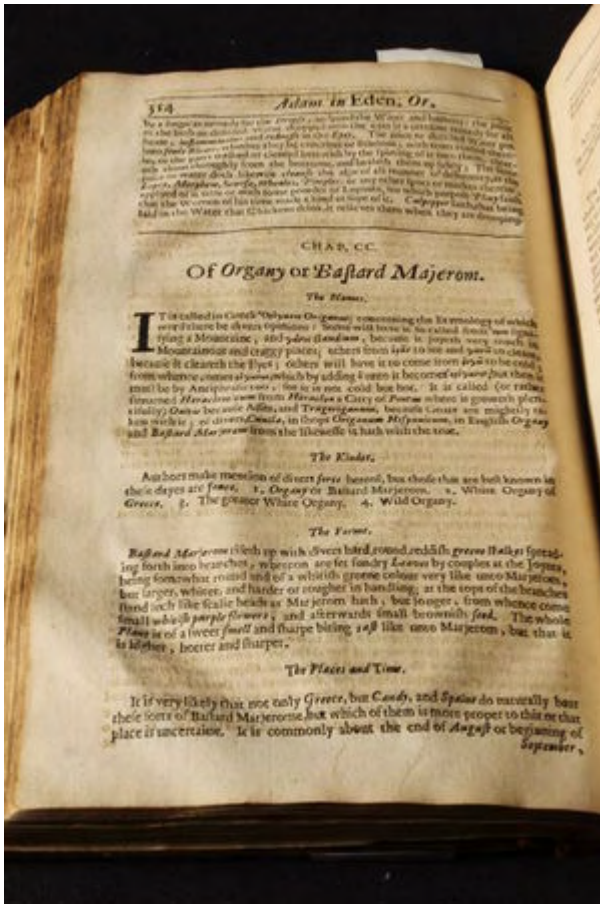
- Textura superficial.
- Marcas de placa.
- Impresiones.
- Estiramientos en el centro de las hojas de los libros hechos durante la era de la prensa manual.
- Ondulación natural de las hojas secadas al aire.

Existen otras situaciones que requieren cuidado en cuanto al aplanado:

- Posibles daños de los medios (elementos sustentados).
- Posibles daños del sustrato.



(Marca de placa)



(Ondulación natural de los libros hechos durante la era de la prensa manual)

4. Factores a considerar

El papel mojado o humedecido cambia de manera irreversible.

Los métodos elegidos para secar y aplanar el papel, también alteran el papel. Los procedimientos de intervención deben ser elegidos cuidadosamente teniendo en cuenta los siguientes factores:

4.1 Materiales y manufactura

Fibras

Las características de las fibras nativas pueden perderse durante el procesamiento de la pulpa, pero pueden ser un factor que condicione la respuesta de una hoja ante el agua.

La presencia de hemicelulosa, por ejemplo, puede hacer que el papel sea más absorbente, lo que significa que el papel fabricado con celulosa pura, como el algodón o pulpas químicas, retendrá menos agua a la misma humedad relativa ([Uesaka 2002](#)). La longitud de la fibra también puede afectar a la estabilidad dimensional, ya que las fibras más largas pueden minimizar la expansión húmeda ([Lindner 2018](#)). De las plantas europeas tradicionales para hacer papel, el lino es el que tiene la fibra más larga, seguido del algodón, el cáñamo de Manila, la madera de conífera y, finalmente, la madera de hoja caduca ([Grant 1962](#)). De las fibras tradicionales japonesas, las fibras de *mitsumata* y *gampi* son más cortas que las fibras de *kozo* ([Nielsen 1997](#)).

Componentes no celulósicos

La lignina, el apresto de colofonia/saponificado y los minerales de relleno pueden interferir en la unión de la fibra y retrasar la contracción o encogimiento ([Banik and Bruckle 2018, 190 and 193](#)).

Se puede necesitar menos restricción (presión-tensión) al secar para mantener las dimensiones originales.

Pulpas químicas y mecánicas

Que un papel esté hecho de pulpa química o mecánica no tiene un efecto constante sobre el grado de expansión al humectarlo o mojarlo, pero el papel de pulpa mecánica tiende a encoger menos ya que tiene menos capacidad de retener agua ([Uesaka 2002](#)).

Pulpas recicladas

Los papeles hechos de fibras recicladas se expanden y encogen menos después de la exposición a la humedad que los papeles hechos de fibras vírgenes ([Caulfield 1988](#)).

4.2 Método de formación

Máquina

Los papeles hechos a máquina tienen varias características que afectan a la forma en que responden al agua. 1) Tienen una dirección de fibra definida. La mayoría de sus fibras están orientadas paralelamente a la cinta en la que se formó el papel, 2) Estas fibras en la dirección de la máquina se secan bajo restricción (peso, presión) considerable y 3) Como resultado del proceso de secado durante su manufactura, estos papeles tienden a presentar tensiones o diferencias en el crecimiento al momento de humectarlos. Al exponerlos al agua, estos papeles se expandirán poco en la dirección de la máquina, pero pueden expandirse considerablemente en sentido contrario de la dirección de la fibra ([Lindner 2018, 13](#)). Si se secan sin restricciones, se arrugarán naturalmente ([Smith 1950](#)), y si el papel es relativamente nuevo, probablemente habrá una contracción irreversible en la dirección de la máquina a medida que se liberen las tensiones ([Uesaka, Moss and Nanri 1992](#)). Si se seca con restricción, se puede contener en cierta medida la expansión de la fibra con dirección cruzada.

Mano

Estos papeles tienen dirección de fibra, pero es menos pronunciada que en los papeles hechos a máquina. En el momento de su fabricación, son secados bajo una tensión significativamente menor que el papel hecho a máquina. Cuando se exponen al agua se expandirán casi uniformemente en ambas direcciones. Estas hojas generalmente se pueden secar sin mucha restricción.

Golpeado

Mientras más fuerte se hayan golpeado las fibras durante la fabricación del papel, mayor será su grado de expansión cuando se exponga al agua y, posteriormente, encogerá si se seca sin restricciones ([Munoz-Vinas 2009](#)). Los papeles occidentales hechos a máquina tienden a ser más golpeados que los papeles hechos a mano y los papeles asiáticos.

4.3 Peso (gramaje)

Cuanto más pesado (gramaje alto) sea el papel, menos se arrugará cuando se exponga al agua ([Kajanto and Niskanen 1998](#)). Los papeles de mayor peso necesitarán menos restricción durante el secado.

4.4 Historia

Condiciones de almacenamiento

Los papeles que están sujetos a repetidas fluctuaciones de humedad y temperatura pierden su capacidad de absorber agua, probablemente como resultado de un aumento en los puentes de hidrógeno y la densidad ([Knop 2007](#)). Es probable que estos papeles se expandan y encojan menos cuando se expongan al agua y se sequen.

Edad

A medida que los papeles envejecen tienden a perder las tensiones de secado y tienen menos probabilidad de encogerse cuando se sumergen en agua y se secan ([Munoz-Vinas 2009](#)).

Tratamiento previo

Al igual que con el envejecimiento y el almacenamiento en condiciones ambientales fluctuantes, el tratamiento acuoso previo puede dejar el papel más denso, menos absorbente y menos propenso a tener tensiones durante el secado.

4.5 Cuánta agua necesita ser retirada

Algunas técnicas de secado y aplanado son, obviamente, más apropiadas para el papel mojado que para el papel humedecido. El papel mojado es más plástico y puede cambiar significativamente en dimensión y acabado superficial durante el secado. En el caso del papel mojado, especialmente, es necesario tomar decisiones sobre los resultados deseados y cómo lograrlos con los procesos apropiados.

4.6 Fuerza o debilidad

El papel fino y/o quebradizo puede dañarse fácilmente durante los procesos de secado y aplanado. Las técnicas de secado con tensión perimetral (bandas) no son apropiadas para papeles quebradizos, por ejemplo, mientras que los papeles delgados responden bien al secado por contacto y al uso de materiales blandos como el vellón de polipropileno.

4.7 Debilidad o daño local

Las áreas deterioradas (ej: roturas, craqueladuras, daños por moho, etc.) se pueden agravar en el transcurso del tratamiento, especialmente si no se ha detectado su presencia. Examine el papel detenidamente, preferiblemente en una mesa de luz, e identifique los daños y las áreas que son más delgadas que el papel circundante. En hojas deterioradas es mejor utilizar procesos de secado que impliquen que la presión se distribuya uniformemente por toda la hoja. El secado por contacto es una buena opción.

4.8 Uso posterior

El nivel de cambios aceptables en el papel durante los tratamientos acuosos y su posterior secado y aplanado deben determinarse y reflejarse en el informe de tratamiento. Por ejemplo, es posible que sea necesario minimizar el cambio dimensional si el papel se va a volver a unir a las tapas originales del libro o la textura puede ser una cualidad estética importante en una impresión.

4.9 Textura y acabado superficial

Todos los procesos acuosos harán que las superficies del papel se vuelvan rugosas, pero el efecto es especialmente agresivo en tratamientos con agua líquida y en papeles con cantidades significativas de lignina, como el papel de pulpa mecánica ([Forseth and Helle 1997](#)). La rugosidad se puede minimizar utilizando humidificación (vapor de agua) o procesos secos para aplanar, pero si el papel debe sumergirse, existen algunas técnicas de secado y aplanado que minimizaran los cambios de la textura superficial, incluido el secado por bandas y el uso de materiales lisos como Mylar y Gore-Tex® contra la superficie del papel.

4.10 Procesos de tratamiento

En el proceso de tratamiento, una hoja puede cambiar de manera que afecte la forma en que responde a la humectación y secado posterior. Por ejemplo, si el papel ha sido laminado, debe considerarse, además, la expansión y contracción del papel de laminación, además de las características del papel que se está estabilizando ([Nielsen 1997](#)).

La presencia de restauraciones de roturas e injertos también pueden modificar el comportamiento del papel durante los procesos de secado y aplanado.

4.11 Medios (elementos sustentados)

Debe considerarse la estabilidad de los medios a la hora de elegir un método específico de secado o aplanado. Algunos medios pueden reblandecerse mediante tratamientos acuosos y no deben colocarse bajo peso. Los medios frágiles pueden no responder bien a los procesos que puedan provocar cambios en la dimensión del papel.

Ver también: [problemas con los medios](#).

5. Equipo

5.1 Herramientas para aplicar restricción (presión/tensión)

- Prensas manuales: algunas instalaciones de conservación cuentan con prensas de varios tipos, como prensas de pie y de presión. Ambas se pueden usar para secar papel bajo presión, ahorrando espacio en la mesa. La presión de la prensa aplicada de manera manual puede ser significativa y ajustable, pero es difícil saber exactamente cuánta presión se está haciendo.
- Vidrio u otro material rígido como madera o plexiglás grueso, con o sin peso adicional en la parte superior: la disposición de estos sobre la mesa tiende a ocupar más espacio. El peso que se puede aplicar con ellos es limitado, pero puede conocerse.
- Prensa neumática: es costosa, pero permite aplicar un mayor rango de peso conocido.
- Pesos: estos pueden colocarse sobre vidrio, madera o plexiglás o usarse solos en el secado de restricción lateral. Los pesos pueden ser de muchas formas, incluido el plomo en contenedores plásticos, planchas antiguas de hierro, ladrillos, etc. Los pesos que no están hechos de materiales limpios e inertes deben estar dentro de contenedores de materiales limpios e inertes, como Tyvek ® o polipropileno. Hay que prestar atención aquellos que tengan óxido, o desprendan partículas. Los objetos de hierro puede que requieran de un tratamiento de limpieza y sellado antes de su uso.

5.2 Soportes rígidos

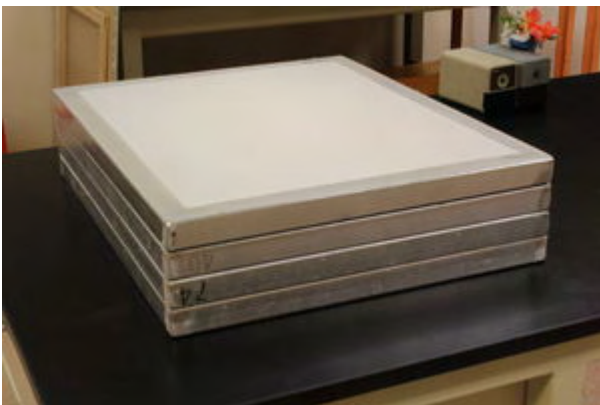
- Estantes de secado: pueden adquirirse con proveedores de material de conservación, arte u horneado. Los bastidores de secado de conservación tienen pantallas móviles que pueden deslizarse fuera de una estructura de soporte. Los estantes de secado usados en arte,

diseñados para su uso en imprentas, tienen estantes metálicos de alambre con bisagras en la parte posterior. Estos no pueden retirarse, pero se abren hacia arriba. Los estantes de panadería pueden ser útiles, pero están diseñados para sostener bandejas para hornear, no pantallas. Por lo tanto tendrían que fabricarse pantallas apropiadas. Los bastidores de secado diseñados personalmente también son una opción.

- Pantallas: marcos de aluminio o madera con tela de poliéster (malla) montada con tensión, pueden apilarse hasta formar un estante de secado cerrado o se pueden usar solos para soportar papel frágil húmedo. Las pantallas pueden adquirirse con proveedores de serigrafía.



(Estante de secado diseñado por Bill Minter en el laboratorio de conservación de Penn State University Libraries)

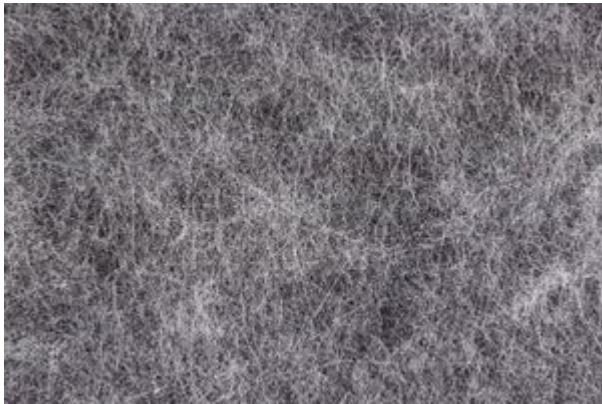


(Estante de secado hecho de pantallas apiladas)

5.3 Soportes flexibles

Por lo general, es mejor colocar los papeles a manera de sándwich entre soportes permeables de poliéster sin trama durante todo el tratamiento, siempre que los papeles estén mojados o húmedos. Estos soportes de red de poliéster incluyen:

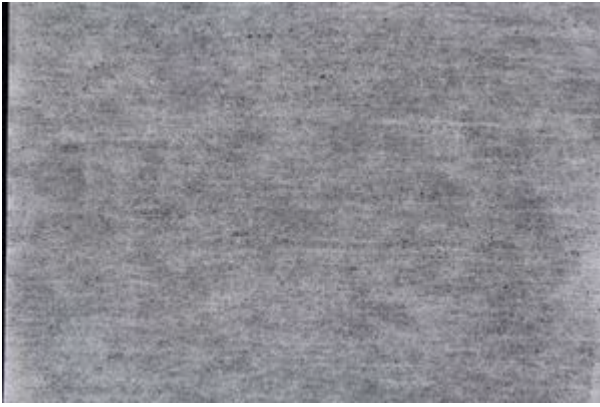
- Reemay: La opción con mayor textura de superficie. Proporciona un buen agarre del papel mojado en el proceso de lavado.
- Hollytex: Más suave que Reemay. Hecho mediante un proceso de calandrado. Úselo si le preocupa la transferencia de textura en los medios (elementos sustentados) o el papel.
- Bondina: Más suave que Hollytex con una disposición de fibra más ordenada y densa. Otra opción por si la transferencia de textura preocupa.



(Reemay)



(Hollytex)



(Bondina)

5.4 Materiales absorbentes

Los materiales absorbentes se usan a menudo en el secado y aplanado para acelerar la eliminación del agua del papel. Estos materiales incluyen:

- Papel secante: papeles gruesos, ligeramente golpeados, hechos de algodón o pulpa química sin apresto. Preferentemente usar 100% algodón. Estos papeles se manchan y deforman con el uso y eventualmente deben reemplazarse. Viene en diferentes pesos. Se pueden usar en combinación con algún material amortiguante, como espuma o fieltro, ya que la rigidez de la hoja del papel secante puede no ajustarse bien a un papel con varios grosores. Se distorsiona cuando está mojado.
- Fieltro, lana y sintético: absorbente, duradero, lavable y reutilizable. El fieltro está disponible en varias densidades y espesores. El fieltro más suave y menos denso tiene la capacidad de ajustarse al grosor variable con el que cuenta cada hoja de papel, incluso las hechas a máquina. Los fieltros más suaves también pueden minimizar el daño a las marcas de placa, impresiones tipográficas y otras evidencias dimensionales, siendo parte de un sistema de secado con poca tensión o ligero. Hay que considerar que la lana contiene azufre y puede afectar negativamente a algunos pigmentos. En la medida en que el fieltro es más delgado y menos denso, tiende a encogerse en presencia de humedad.
- Tek-Wipe: material sin trama hecho de 45% poliéster y 55% celulosa. Lavable y reutilizable. Este material contiene abrillantadores ópticos, aunque actualmente se desconocen sus efectos en los resultados del tratamiento. Se generan ligeras distorsiones cuando está mojado.
- Evolon®: material sin trama hecho de 70% de poliéster y 30% de microfibra de poliamida. También incluye una pequeña cantidad de dióxido de titanio. Lavable y reutilizable. Dimensionalmente estable cuando está mojado ([Molina and Hughes 2016](#)).

6. Métodos de secado y aplanado

Tenga en cuenta lo siguiente antes de comenzar un proceso de secado y / o aplanado:

- Cada vez que una hoja de papel se expone al agua, vapor o líquido, cambia permanentemente debido a que los enlaces entre las fibras se modifican. El tamaño original, la densidad, la resistencia y la textura de la superficie se pierden. Los procesos de secado y aplanado pueden elegirse para minimizar los cambios, pero no pueden evitarlos.

- Cuantas menos veces se moje/humedezca una hoja y luego se seque, mejor.
- Generalmente es mejor mojar/humedecer hojas enteras que partes de hojas porque las fibras en la interfaz entre áreas secas y mojadas /húmedas pueden dañarse o deformarse.
- Deje las hojas mojadas/húmedas intercaladas en una red de poliéster sin trama durante el tratamiento.
- El secado idealmente debe hacerse de manera lenta y uniforme.
- Evite la introducción de calor en el proceso de secado, especialmente el calor aplicado solo a una parte de la hoja de papel. El calor puede acelerar el secado y causar distorsiones y tensiones no deseadas.
- La mayoría de los procesos de secado deben iniciarse después de que el agua libre que se aprecia como un brillo, desaparezca y el papel tenga una superficie mate ([Sugarman and Vitale 1992](#)). El agua libre puede eliminarse mediante:
 1. Evaporación natural
 2. Material absorbente (papel secante)
 3. Drenando por un ángulo o esquina
- La cantidad de peso que se pone en el papel mojado o húmedo, especialmente en el papel mojado, hace una diferencia en los resultados. Cuanto mayor sea el peso, es más probable que se seque según su grado de expansión húmeda; cuanto menor sea el peso, más probable será la contracción ([Munoz-Vinas 2009](#)).
- La cantidad de tiempo requerida para cada proceso varía y es difícil de predecir, pero en caso de duda, dé al papel una cantidad generosa de tiempo para que se seque. Como regla general, cuanto más restricción se aplique, más tiempo llevará el secado/ aplanado. Los papeles hechos a máquina necesitarán más tiempo que los hechos a mano. El secado con restricción de papeles hechos a máquina puede llevar semanas.

6.1 Restringir o no restringir

La medida en que se restringe el papel durante el secado puede afectar su plano, textura, resistencia y dimensión. Como regla general, considere secar el papel hecho a máquina con más restricción que el papel hecho a mano. La restricción se puede crear colocando peso sobre la hoja o sujetando sus bordes. Las técnicas de laminado también pueden implicar el secado del papel bajo restricción, pero esas técnicas serán tratadas en otra sección.

Restricción

Pros

- Previene las distorsiones de plano y la pérdida de resistencia que resulta si la hoja se seca sin restricción. Evidencia de la pérdida de resistencia en hojas con secado sin restricción se puede encontrar en Vitale ([1992](#)) y en MacKay y Smith ([1994](#)). En contraste, Smith ([1997](#)) encontró pocos cambios en la resistencia cuando las hojas se secaron con restricción ligera. Algunas fuentes sugieren que el secado bajo presión aumenta la unión entre fibras ([Banik y Brückle 2018, 455](#)) y ayuda a mantener la textura original del papel ([Sugarman and Vitale 1992](#)). Una presión significativa puede minimizar los cambios incluso en superficies calandradas o bruñidas y evitar la expansión vertical.

Contras

- Puede eliminar evidencia importante de la fabricación e historia del papel al ocultar marcas de planchas, impresiones tipográficas, dimensionalidad del papel, etc. También puede provocar un secado de acuerdo a la expansión húmeda, dejando la hoja con dimensiones más grandes que las que tenía antes del tratamiento.

Poca / ninguna restricción

Pros

- Conserva las ondulaciones naturales de las hojas hechas a mano y otras zonas fuera de plano. Los papeles viejos y hechos a mano se secan de forma similar a sus dimensiones originales, aunque a menudo pueden presentar algo de contracción o encogimiento.

Contras

- Cierta pérdida de resistencia del papel, rugosidad de la superficie y distorsiones de plano. Contracción significativa en papeles nuevos con golpeado de fibras en su fabricación y hechos a máquina, especialmente en la dirección de la máquina. ([Uesaka, Moss and Nanri 1992](#)).

6.2 Sin Restricción

Secado del papel al aire libre en ausencia de pesos, restricción lateral o material absorbente. Para minimizar las distorsiones del plano, el secado sin restricciones debe realizarse lenta y uniformemente. Se pueden colocar finas tiras de papel (como papel de periódico) a lo largo de los bordes del papel que son perpendiculares al grano. Esto aleja el frente o borde de evaporación de la hoja y evita que el borde se doble. El papel que se seca al aire necesita un soporte plano, preferiblemente uno que permita que el aire circule por encima y por debajo de la hoja. Para una evaporación libre del agua o un secado sin restricciones, las rejillas de secado y pantallas de secado ofrecen soporte, circulación de aire y un microclima que permite que la evaporación y el secado se desarrollen lenta y uniformemente.

6.2.1 Microclima

Crear un microclima es propicio para un secado lento y uniforme. Se puede usar en papel mojado o húmedo.

Equipo

- Rejillas de secado o pantallas tensas
- Una cubierta para las pantallas de secado, como plexiglás

Coloque el papel mojado o húmedo protegido por una red de poliéster en una rejilla de secado, en una pila de pantallas tensas o en una pantalla tensa debajo de una cubierta. Todos estos arreglos crean microclimas semicerrados que conducen a un secado lento y uniforme que minimiza las distorsiones.

Variaciones

- También se puede hacer un microclima colocando la hoja en papel secante, en una bandeja. La bandeja se puede cubrir con un trozo de plexiglás, con una ligera abertura para permitir el intercambio de aire.

Pros

- Un buen método de secado para papeles antiguos, hechos a mano que tienden a no encogerse, arrugarse o doblarse mucho cuando se mojan o humedecen. Permite que estos papeles se mantengan cercanos a sus dimensiones originales y ayuda a conservar marcas de placas, impresiones, ondulaciones, etc.

Contras

- No es un buen método de secado para papeles más nuevos hechos a máquina debido a que pueden presentar arrugas y encogimiento.
- Según algunas fuentes, todos los papeles pierden fuerza cuando se secan al aire, mientras que sus texturas cambian y se vuelven más pronunciadas (Vitale 1992, Sugarman and Vitale 1992).

6.2.2 Pantallas tensas cara a cara

El método de pantallas tensas cara a cara se pueden utilizar en papeles mojados o húmedos.

Equipo

- Tela/ red de poliéster
- Pantallas tensas

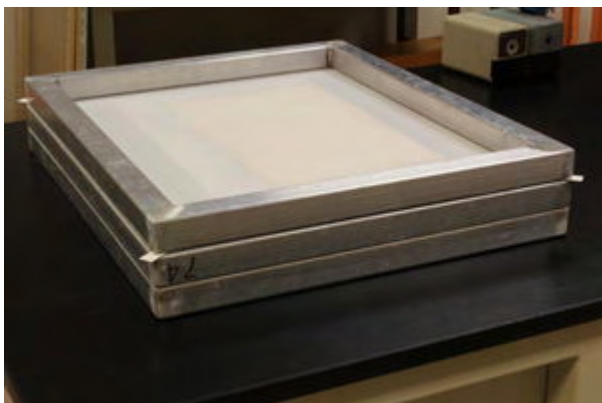
El papel se coloca entre un sandwich de red de poliéster sobre una pantalla tensa (tipo bastidor de serigrafía), y luego se coloca una segunda pantalla boca abajo sobre el papel pero con cuñas para evitar que la segunda pantalla toque el papel. El papel no se seca con restricción, pero la segunda pantalla evitará que se formen distorsiones en el plano ya que el papel queda en un sándwich de red poliéster.

Pros

- Este método es bueno para conservar relieves o marcas originales en hojas antiguas hechas a mano. Minimiza cualquier distorsión que pueda surgir.
- Hace que sea más factible secar al aire los papeles hechos a máquina y someterlos posteriormente a un procedimiento de devolución de plano, ya que hay menos distorsiones.

Contras

- Si bien puede minimizar la aparición arrugas en papeles hechos a máquina, es posible que estas no se eliminen del todo.
- Al igual que con otros métodos de secado al aire, puede perderse resistencia del papel y la textura puede hacerse más rugosa.



(Pantallas tensas cara a cara)



(Esquema de pantallas tensas cara a cara)

6.2.3 Aplanamiento posterior

Después de que el papel se haya secado al aire, se puede aplanar ya sea con humedad o en seco mediante los métodos [semi-restringidos](#), [restringidos](#) o [secos](#) que se presentan a continuación.

Pros

- Según Sugarman y Vitale ([1992](#)), el método de secado al aire / humidificación / secado bajo peso es tan bueno como los sistemas de restricción con mojado para mantener la textura original de la hoja.
- Permitir que los papeles se sequen al aire antes de aplanarlos también puede permitirles mantener algo cercano a sus dimensiones originales ya que las hojas están húmedas, no mojadas, cuando se secan bajo peso. Este es un método efectivo para usar con papeles de libros hechos a máquina que deben volver a encuadernarse en las cubiertas originales más o menos sin cambiar de dimensión.

Contras

- A diferencia del método de restricción con mojado, el método de secado al aire / humidificación / secado bajo peso no ayuda a mantener la resistencia de la hoja ([Vitale 1992](#)).

6.3 Semi-restringido

6.3.1 Peso ligero

El peso ligero se puede usar con papel húmedo o mojado.

Equipo

- Filtros suaves, de lana o sintéticos.

- Superficie plana, dimensionalmente estable, como una mesa limpia, tapete de silicona, pantalla tensa o un material rígido pero absorbente, como cartón corrugado (*honeycomb board*) con o sin papel secante o cartón (*mat board*).

El papel en su sándwich de red de poliéster se coloca sobre una superficie plana y dimensionalmente estable. Una pantalla tensa tiene la ventaja de permitir la evaporación desde la base de sandwich. Las superficies absorbentes también se pueden usar siempre que permanezcan dimensionalmente estables. Se coloca un fieltro grueso pero suave sobre el papel. No se necesita otro peso. También se pueden usar varias capas de fieltro más delgado. Deje la pila durante la noche y retire el fieltro por la mañana. No es necesario cambiar el fieltro, ya que puede evaporar gran parte del agua que absorbe. Es importante que el fieltro sea suave para que pueda mantenerse en contacto con el papel si se sale ligeramente de plano.

Variaciones

- También se puede agregar a la pila un peso ligero adicional, como una pantalla tensa volteada sobre su cara.

Pros

- Evita distorsiones planas significativas a la vez que evita el aplanamiento excesivo. Los papeles retienen las marcas de planchas, impresiones tipográficas, etc. Otra buena opción para papeles hechos a mano además del secado al aire si parece que una restricción ligera es más segura. También podría ser una opción en algunos casos que presenten medios frágiles.

Contras

- Tiene algunos de los mismos inconvenientes que el secado al aire.
- No es una buena opción para los papeles más nuevos hechos a máquina, que quedarán con distorsiones de plano y probable contracción.
- La textura de la superficie se puede poner áspera o rugosa.
- Según Vitale, tanto el papel secado bajo peso ligero, como el papel secado al aire, perderá resistencia ([Vitale 1992](#)).

6.3.2 Método *Karibari*

El *karibari* se puede usar en papel mojado o humedecido ([Webber 2017](#)). Si se humedece, el papel debe estar completamente relajado.

Equipo

- Tablero *Karibari*
- Papel de estilo asiático
- Brocha de alisado como *nadebake*
- Pasta de almidón

El método descrito aquí se utiliza para secar y aplanar sin laminado, aunque sí utiliza un falso laminado. El papel a tratar debe estar mojado en lugar de húmedo. Se coloca boca abajo sobre una superficie protectora, como una red de poliéster. Si el papel no está mojado, puede humedecerse y luego rociarse de manera controlada con agua. Se coloca una hoja más grande de gramaje mediano de papel asiático húmedo en el reverso del papel que se va a tratar y las dos hojas se alisan o se presionan para que entren en contacto, y que el agua las mantenga juntas. Se puede usar una brocha, como un *nadebake*, pero también una plegadera de hueso, aunque en ese caso se coloca una red de poliéster sobre los

papeles antes de usar la plegadera. Asegúrese de que el laminado falso se extienda aproximadamente una pulgada más allá de los cuatro bordes del papel que se está tratando, generalmente es mejor que las direcciones de grano de las dos hojas coincidan. Después de que el laminado falso esté en su lugar, voltee las dos hojas y aplique pasta a los bordes del laminado falso. Lleve las dos hojas al tablero de *karibari* y use un cepillo o una plegadera de hueso para adherir el paquete a la superficie del tablero, con la cara del papel tratada contra el tablero. Coloque la tabla en posición vertical contra un soporte (por ejemplo, una pared o una mesa) para ahorrar espacio y permitir que el aire fluya por la parte posterior. Los papeles se secan bastante rápido (en menos de un día), pero en Japón, los papeles podrían dejarse en el tablero durante períodos prolongados para pasar por ciclos estacionales de alta y baja humedad.

Variaciones

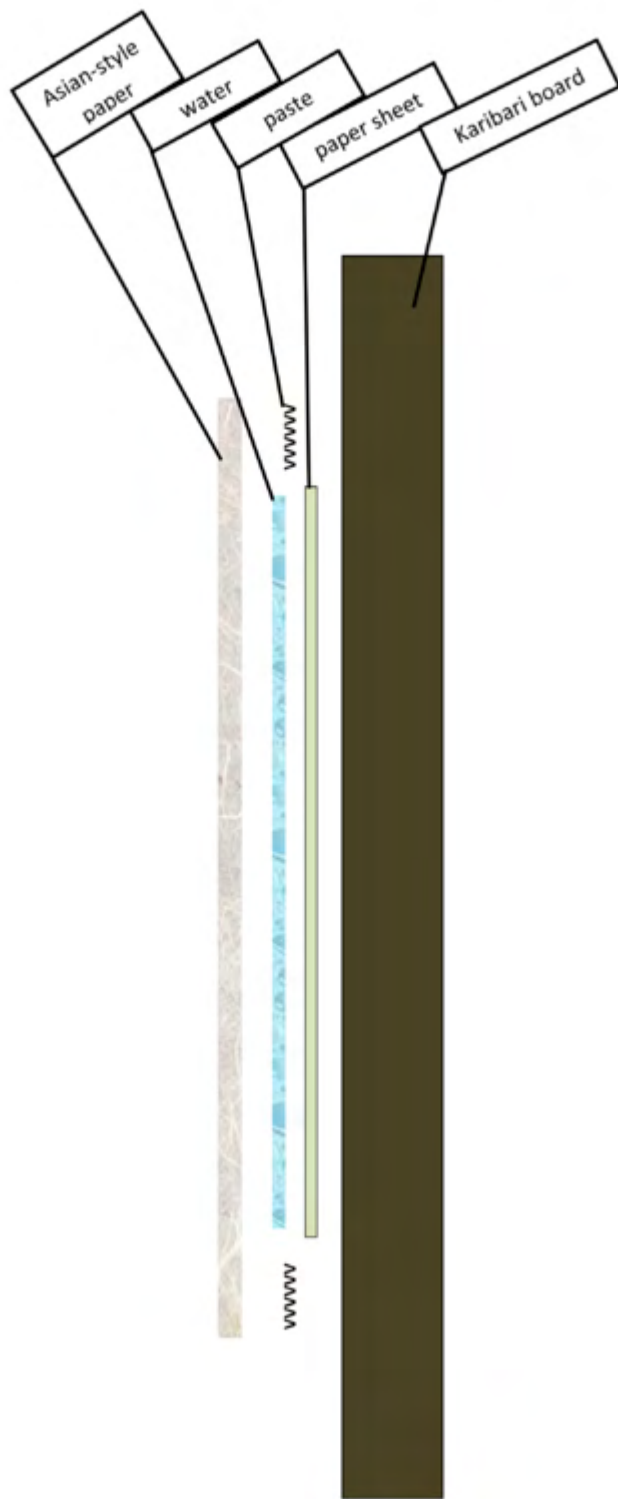
- El proceso de secado se puede ralentizar agregando capas de papel húmedo sobre el laminado falso.
- Como sustituto de un tablero de *karibari* tradicional se puede usar un lienzo de pintura en un bastidor cubierto con papel tissue japonés hecho a máquina o papel con trama ([Webber 2017](#)).
- En China, se utiliza un método similar para secar en las paredes ([Kato y Kimishima 2017](#)).
- También se pueden usar otros tipos de tableros, como madera, vidrio o plexiglás, aunque no son tan suaves como el *karibari* tradicional.

Pros

- El tablero tradicional de *karibari* permite la evaporación de ambos lados y cede ligeramente a medida que los papeles se secan, por lo que es una forma de sujeción bastante suave.
- Muy adecuado para papeles de estilo asiático.
- Ideal para el clima de Japón.

Contras

- El secado rápido podría dañar los papeles débiles, especialmente los papeles de estilo occidental de fibras cortas.



(Esquema del método *Karibari*)

6.4 Restricción

6.4.1 Método estándar

Vitale ([1992](#)), Sugarman y Vitale ([1992](#)) y Watkins ([2002](#)) describen este método de uso común. Se puede utilizar tanto para papeles mojados como humectados. Si el papel se ha mojado, entonces debe secarse primero el agua libre, escurrirse o dejar que se evapore del papel antes de realizar el proceso de restricción. Una vez que se elimina el agua libre, el papel debe tener una apariencia mate pero aún húmeda. Si se deja que el papel se seque más allá de este punto, la distorsión y la unión ya habrán comenzado a producirse, lo que dará como resultado una pérdida más pronunciada de la textura de la superficie original ([Sugarman y Vitale 1992](#)).

Equipo

- Superficie plana, dimensionalmente estable, como una mesa, vidrio pesado, plexiglás o una placa de madera
- Material absorbente, como papel secante, fieltro, (*capillary matting*) o paño de Tek (*Tek-wipe*)
- Superficie sólida y pesada como vidrio, plexiglás, placa de madera
- Pesas o prensa, como una prensa manual o una prensa de pie (*nipping press, standing press*).

El papel mojado o húmedo se coloca entre capas absorbentes en el siguiente sandwich descrito de abajo hacia arriba: superficie plana / material absorbente / red de poliéster / papel / red de poliéster / material absorbente / placa / pesas. Si se usan papel secantes, puede ser útil respaldar al menos el papel secante superior con un material más suave como fieltro, *capillary matting*, *Tek-wipe* o espuma (*foam*) para ajustarse a las variaciones naturales de grosor del papel. El sándwich se coloca en una prensa o debajo de pesas.

El material absorbente debe cambiarse por material seco aproximadamente 4 veces a intervalos cada vez más largos, como diez minutos, treinta minutos, dos horas, etc. La cantidad de peso colocada en la pila varía según el material absorbente utilizado y la naturaleza del papel. Un peso considerable (p. Ej., 200 g/cm²) según [Munoz-Vinas 2009](#) combinado con papel secante dará como resultado un papel más plano y un secado de acuerdo a la expansión húmeda (*dried-in wet expansión*). Esta combinación puede no ser apropiada para papel hecho a mano o papel con marcas de placa, impresiones tipográficas u otra evidencia dimensional. Es mejor secar estos papeles con un peso más ligero utilizando materiales absorbentes más suaves, como fieltros.

La cantidad de tiempo que los documentos necesitan pasar en la pila puede variar, pero cuando tenga dudas, sea generoso con el tiempo. Los papeles hechos a mano pueden ser estables después del secado durante la noche. Los papeles hechos a máquina pueden necesitar varios días o más. Es común retirar los papeles hechos a máquina de la pila de secado después de varios días, sacarlos de sus soportes de red de poliéster y luego colocarlos en una prensa durante varias semanas.

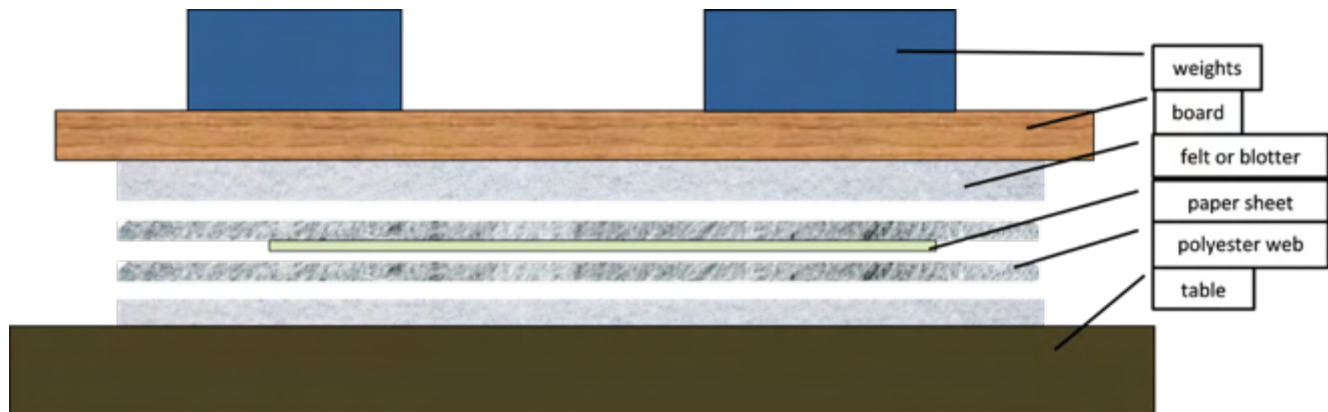
Pros

- Muy adecuado para papeles hechos a máquina, ya que imita algunas de las presiones a las que estuvieron sujetos durante la fabricación.
- Algunas investigaciones indican que el secado bajo peso evita la pérdida de resistencia del papel y puede aumentar la unión entre fibras ([Vitale 1992, Banik y Bruckle 2018](#)).

- Previene las distorsiones, especialmente en papeles hechos a máquina con tensiones (*dried-in stresses*).
- Debido a que el peso se distribuye uniformemente sobre la hoja, es menos probable que las tensiones localizadas provoquen rasgaduras, como puede suceder en la restricción lateral, lo que hace que este método sea apropiado para papeles más frágiles.

Contras

- No es bueno para papel con medios (elementos sustentados) frágiles.
- Mucho peso puede provocar la pérdida de evidencia dimensional de un papel, como marcas de placas e impresiones.
- No es una opción buena o necesaria para papeles hechos a mano, secados por colgado (*loft-dried*) que necesitan retener sus ondulaciones naturales.
- Puede dar como resultado un secado de acuerdo a la expansión húmeda (*dried-in wet expansion*), especialmente en papeles más nuevos, fuertemente golpeados, hechos a máquina o con pulpa química.



(Esquema del método estándar)

6.4.2 Aire forzado

Este proceso de secado imita los métodos utilizados en las fábricas de papel manuales. Ha sido descrito por Minter (2002) y es especialmente útil cuando se procesan muchas hojas a la vez.

Equipo

- Ventilador
- Cartón corrugado, preferiblemente de 2 o 3 capas de calidad de archivo
- Superficie plana, dimensionalmente estable
- Material absorbente, como papel secante, fieltro o paño Tek (*Tek-wipe*)
- Vidrio pesado, plexiglás o placa de madera
- Pesas o prensa

Siga el método “estándar” hasta preparar el sándwich de secado. Coloque los cartones corrugados entre cada hoja: superficie plana / cartón corrugado / material absorbente / red de poliéster / papel / red de poliéster / material absorbente / cartón corrugado / material absorbente / red de poliéster / papel / red de poliéster / material absorbente / cartón corrugado / *repetición* / placa / pesas. La pila se puede hacer tan alta como sea necesario. Asegúrese de que los canales en el cartón corrugado estén todos

en la misma dirección. Cuando termine la pila, configure el ventilador para que sople a través de los canales. La pila se puede colocar en una mesa debajo de pesas, o se puede colocar en una prensa grande, que es una excelente manera de ahorrar espacio.

Encienda el ventilador todo el día o durante la noche. Después de apagar el ventilador, se puede verificar que tan secos están los papeles. Es posible que deban dejarse en la pila durante otro día o dos, con o sin el ventilador. Los papeles hechos a máquina pueden necesitar varios días o más. A menudo es mejor quitar los papeles hechos a máquina de la pila de secado después de varios días, sacarlos de sus soportes de red de poliéster y luego colocarlos en una prensa durante varias semanas.

Variaciones

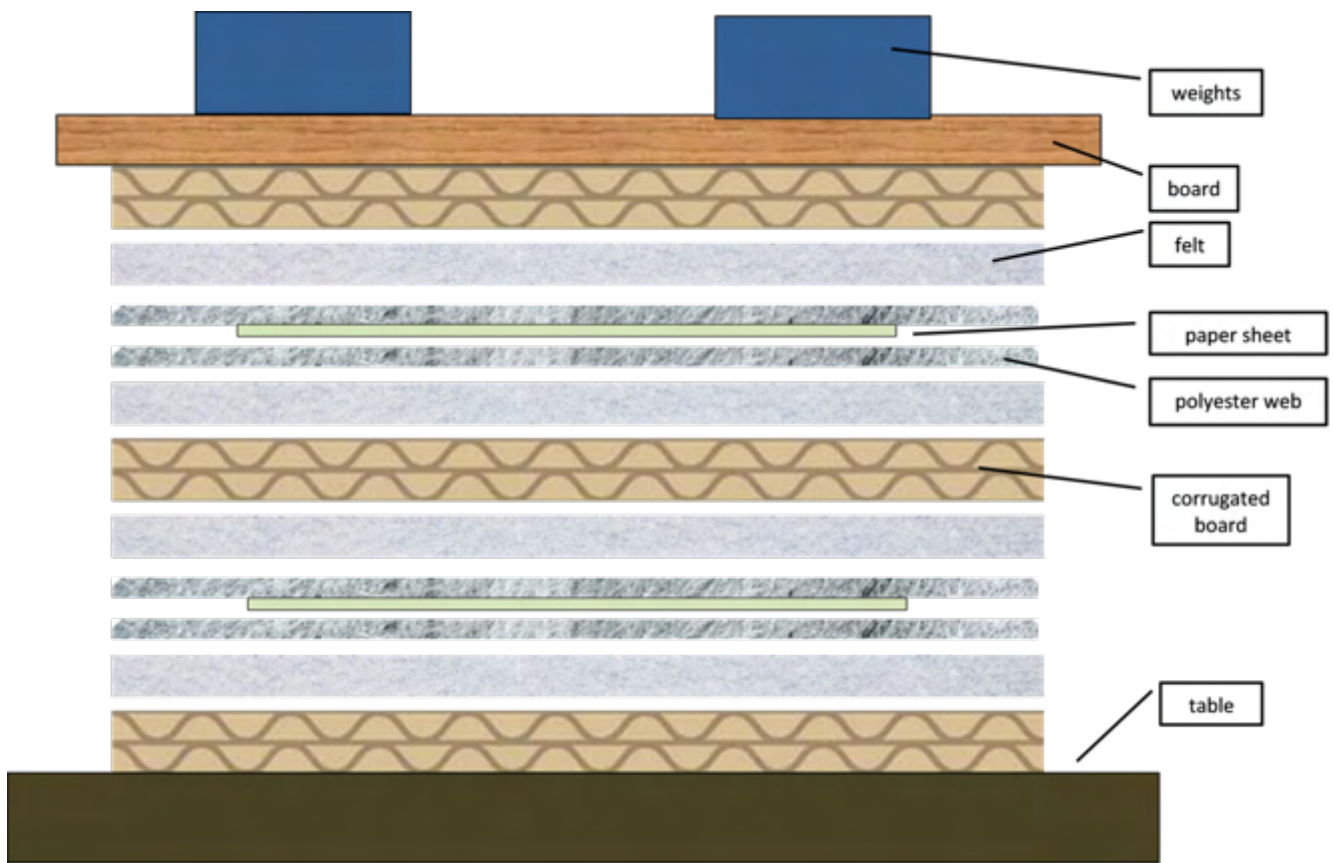
- Se puede usar una pila con cartones corrugados sin el ventilador si la pila no es demasiado alta o las hojas no están demasiado húmedas.

Pros

- Alivia la necesidad de cambiar los materiales absorbentes.
- Ahorra espacio y tiempo al facilitar el procesamiento de grandes cantidades de hojas en pilas de secado altas.
- Al igual que con el método "estándar", este proceso de secado funciona mejor para papeles hechos a máquina.

Contras

- No puede ser preciso en cuanto a la cantidad de presión bajo cada hoja.
- Las hojas en la parte inferior de la pila están bajo una presión ligeramente mayor que las que están cerca de la parte superior.
- No es una buena opción para papeles hechos a mano que necesitan mantener su ondulación natural.



(Esquema de aire forzado)



(Sistema de aire forzado usando una prensa)

6.4.3 Secado por contacto

Este método se puede utilizar para secar y aplanar papeles mojados y húmedos.

Equipo

- Papel de estilo asiático
- Brocha de cerdas duras de alisado como *nadebake*
- Superficie plana, dimensionalmente estable, como una mesa limpia o una tapete de silicona
- Material absorbente, como papel secante, fieltro o paño Tek (*Tek-wipe*)

- Vidrio pesado, plexiglás, placa de madera o prensa
- Pesas o prensa
- Material de soporte, como mylar o red de poliéster.

Comience eligiendo un papel de gramaje mediano de estilo asiático que se expanda y contraiga de la misma manera que el papel que se está tratando. Si está tratando otro papel de estilo asiático, intente hacer coincidir la fibra, es decir, *gampi* o *kozo* ([Fletcher y Walsh 1979](#)). Corte dos trozos de este papel aproximadamente cuatro pulgadas más grandes que el papel que se está tratando (dos pulgadas alrededor de todos los lados). Estas serán las hojas de contacto. Humedezca una hoja de contacto y colóquela en una superficie plana y dimensionalmente estable. Humedezca el papel a intervenir y colóquelo boca abajo en medio de la hoja de contacto, utilizando la brocha de alisado para hacer un buen contacto. Humedezca la otra hoja de contacto y colóquela encima del papel a tratar. Use la brocha nuevamente para hacer un buen contacto. En general, es buena idea hacer coincidir la dirección de las fibras en todas las hojas. La humectación de los papeles se puede también hacer con un rociador ([Keyes 1984](#)) o sumergiendo las hojas en agua y sacándolas sobre un material de soporte. El sándwich húmedo de tres hojas se seca a presión utilizando el método “estándar” o el método de aire forzado.

Variaciones

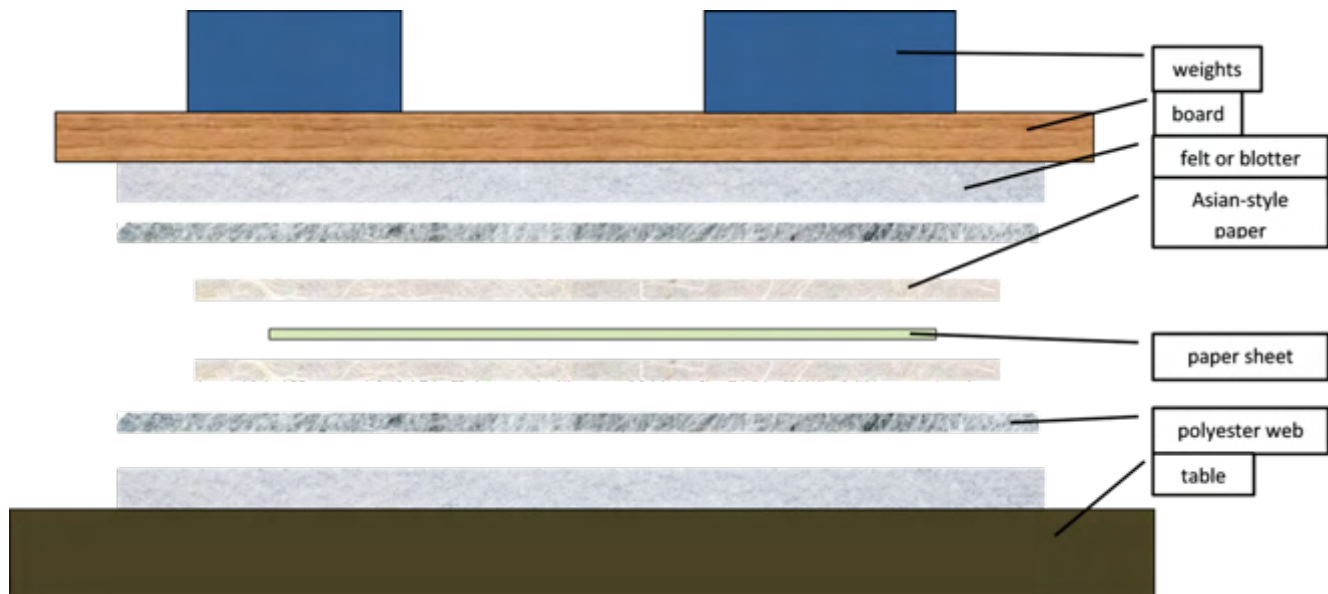
- Para papeles humedecidos, el método debe modificarse ligeramente. Como no hay agua líquida, no es necesario alisar las hojas con la brocha, pero se debe aplicar presión adicional sobre el sándwich mientras se seca, lo que hace que una prensa sea una mejor opción que una placa con pesas ([Keyes 1984](#)).

Pros

- Puede aplanar efectivamente papeles finos, frágiles, dañados o arrugados.
- Un buen método para papeles finos de estilo asiático.

Contras

- El papel de contacto puede impartir textura a la hoja que se está tratando, por lo que este proceso puede no ser apropiado para papeles con calandrado ([Neufeld 2014](#)).



(Esquema de secado por contacto)

6.4.4 Mylar / Teflón / Gore-Tex

El tratamiento acuoso y, en menor medida, la humectación tienden a volver más ásperas las superficies de papel, y si bien este efecto puede minimizarse mediante un secado con restricción húmeda (*early wet restraint drying*) (ver método estándar), no puede eliminarse por estos medios. Si una superficie calandrada es una parte importante del carácter de un papel, entonces se deben hacer esfuerzos especiales para conservarla durante el secado, y esto se puede hacer colocando un material liso contra el papel de forma similar al secado por fricción. Este método funciona mejor con papeles mojados, pero también se puede usar con papeles humedecidos.

Equipo

- Membrana lisa como Gore-Tex, Sympatex o Hydra Air
- Material antiadherente liso como Mylar, Teflón, silicón o Parafilm M
- Superficie plana, dimensionalmente estable
- Material absorbente, como papel secante, fieltro o paño Tek (*Tek-wipe*)
- Vidrio pesado, plexiglás, placa de madera o prensa
- Pesas o prensa

Mylar: este material se puede usar para sacar el papel mojado boca abajo de un baño de agua y luego se puede dejar en su lugar durante todo el proceso de secado. El papel también puede humedecerse con un rociador mientras está acostado boca abajo sobre el Mylar, usando un cepillo como *nadebake* para hacer un buen contacto. Deje que el Mylar / papel se drene en ángulo hasta que se agote el agua libre y luego colóquelo en un sándwich de secado: superficie plana / Mylar / papel / red de poliéster / material absorbente / placa / pesas ([Nicholson 1988](#)). El sándwich se puede secar a presión utilizando el método "estándar" o el método de aire forzado.

Teflón, silicón o Parafilm M: utilice el mismo método que con Mylar. Estos materiales antiadherentes se recomiendan si existe alguna preocupación en caso de que existan residuos de adhesivo.

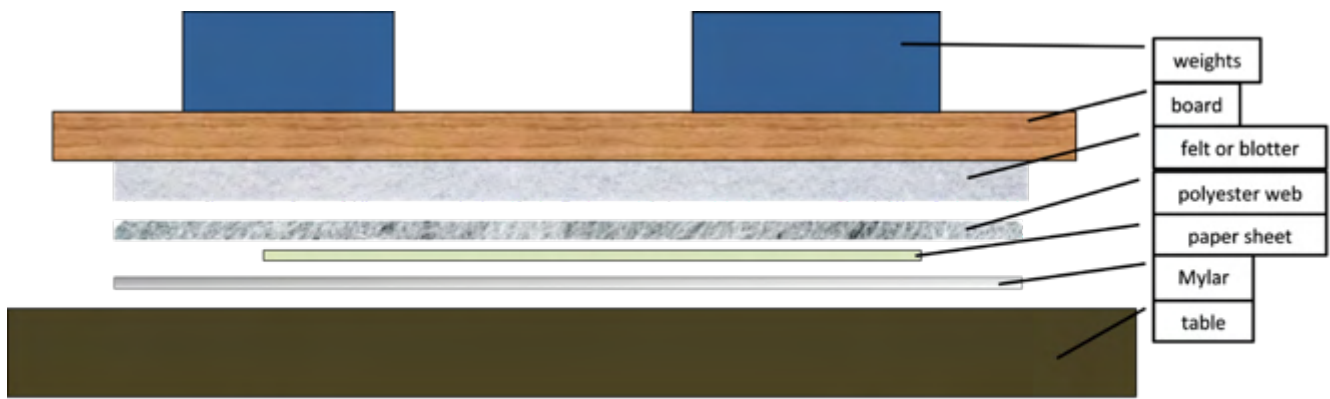
Gore-Tex y/o sustitutos: coloque el papel en una red de poliéster. Se puede humedecer con un rociador o en un baño de agua. Permita que el agua libre se evapore o drene como se describe en el método "estándar". Coloque en un sándwich de secado: superficie plana / material absorbente / Gore-Tex / papel / red de poliéster / material absorbente / placa / pesas. El lado liso del Gore-Tex siempre debe mirar hacia el papel. El sándwich se puede secar a presión utilizando el método estándar o de aire forzado. Como una variación, el Gore-Tex puede usarse en ambos lados del papel. También se puede cortar a la medida para que quepa en las marcas de la placa ([Dwan 1992](#)). El Gore-Tex y sus sustitutos tienen la ventaja de permitir la evaporación de ambos lados del papel.

Pros

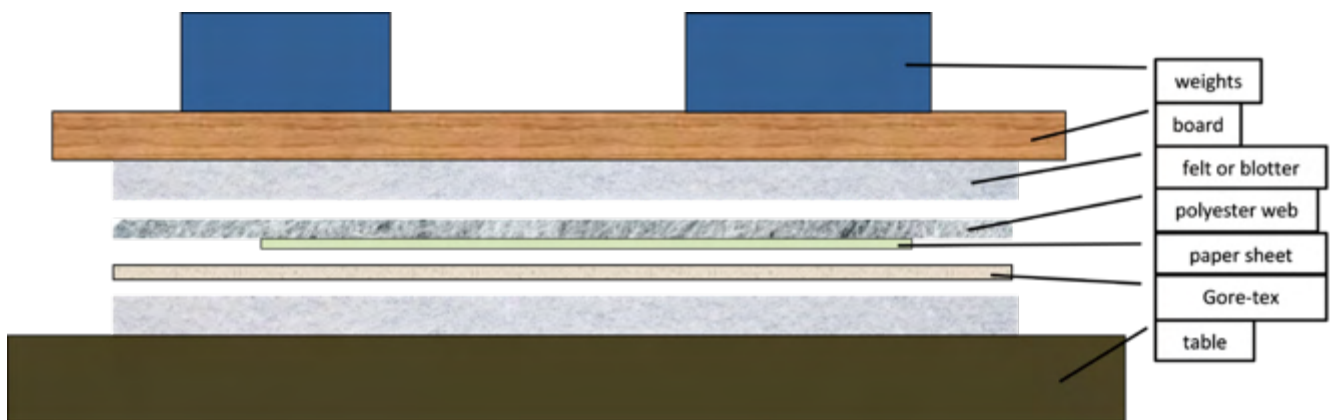
- Conserva las superficies calandradas en los papeles. Mylar / Gore-tex / Teflón / silicón / Parafilm actúan como soportes para papeles finos y frágiles.

Contras

- Si usa Mylar, Teflón, silicón o Parafilm M, la evaporación es solo de un lado. Esto podría causar enrollamiento después del secado.



(Esquema sistema con Mylar)



(Esquema sistema con Gore-Tex)

6.4.5 Sándwich Duro / Blando

El sándwich duro / blando se usa mejor para secar y aplanar papel humedecido, no mojado. Los papeles frágiles, delgados, muy arrugados y transparentes pueden necesitar un manejo especial y cuidadoso. Para estos papeles sensibles, hacer presión bajo capas de vellón de polipropileno suave puede ser más seguro y más efectivo que bajo secantes o fieltros densos. A diferencia de estos materiales rígidos, el polipropileno suave no dañará los papeles finos y frágiles cuando se coloque bajo presión, mientras que la presión en sí misma será más uniforme que bajo las superficies texturizadas de papel secante o fieltro denso. Homburger y Korbel ([1999](#)) desarrollaron por primera vez este sándwich duro / blando para aplanar dibujos arquitectónicos.

Equipo

- Vellón de polipropileno (*polypropylene fleece*)
- Material plano, dimensionalmente estable y ligeramente absorbente, como cartón de calidad de museo o para encuadernar.
- Vidrio pesado, plexiglás o placa de madera
- Pesas o prensa

El papel húmedo se coloca en el siguiente sandwich descrito de abajo hacia arriba: cartón / red de poliéster / papel / vellón de polipropileno / placa / pesas. Cuando se coloca la primera o única capa de vellón sobre el papel, se debe usar una brocha de cerdas duras, como un *nadebake*, una plegadera de hueso o la propia mano para alisar el vellón sobre el papel. Cuanto más distorsionado esté el papel, se necesitarán más capas de vellón de polipropileno, hasta aproximadamente cuatro capas. La cantidad adecuada de presión es crucial y generalmente es más de lo que usaría en un sándwich de secado "estándar". 80 kg / m² es una recomendación general, ya que a mayor número de capas de vellón de polipropileno se debe aumentar la presión ([Homburger 2020](#)). Deje que el sándwich se seque por al menos 2 días sin abrir. Después de abrir: cerrar y dejar bajo peso por más tiempo dependiendo de los resultados observados. Repita todo el proceso si es necesario.

Variaciones

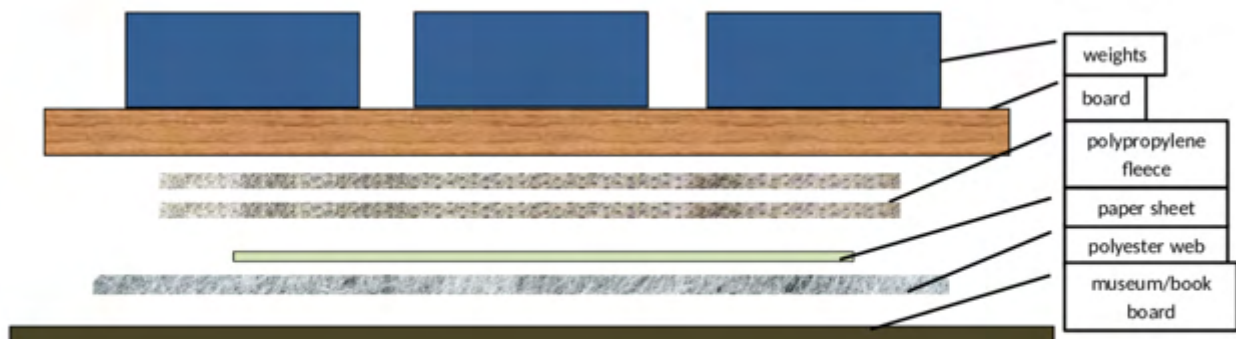
- Se pueden usar superficies no absorbentes como un tapete de silicón o la superficie de una mesa en lugar del cartón.
- Se pueden usar fieltros suaves en lugar del vellón de polipropileno con o sin una superficie absorbente.

Pros

- Bueno para papeles problemáticos susceptibles de daño o distorsión cuando se secan al aire o se secan bajo papel secante o fieltro denso. Estos papeles problemáticos incluyen papeles frágiles, delgados, muy arrugados y transparentes.

Contras

- No funciona bien con papeles mojados.
- El método no proporciona ningún beneficio para los papeles de características susceptibles como los descritos anteriormente.



(Esquema sándwich duro / blando)

6.4.6 Restricción lateral

Esta técnica es especialmente útil para papeles delgados o papeles que contienen medios que por su fragilidad no se pueden prensar. Es más efectivo para papel mojado que húmedo.

Equipo

- Superficie plana, dimensionalmente estable o material absorbente como cartón de panal de abeja (*honeycomb board*) con o sin papel secante o cartón de calidad de museo
- Red de poliéster sin trama (non-woven polyester)
- Tiras de papel secante
- Pedazos de vidrio u otro material rígido como cartón para encuadernación
- Pesos

El papel sobre la red poliéster sin trama se coloca sobre una superficie plana y dimensionalmente estable, como una mesa limpia o un tapete de silicón. Las superficies absorbentes también se pueden utilizar siempre que permanezcan estables dimensionalmente. Los bordes del papel (aproximadamente 0,5-1 cm) están cubiertos por tiras de papel secante, que a su vez están cubiertos por tiras de cartón o vidrio sujetado por pesos. A medida que el papel se seca, quedará tenso y plano.

Variaciones

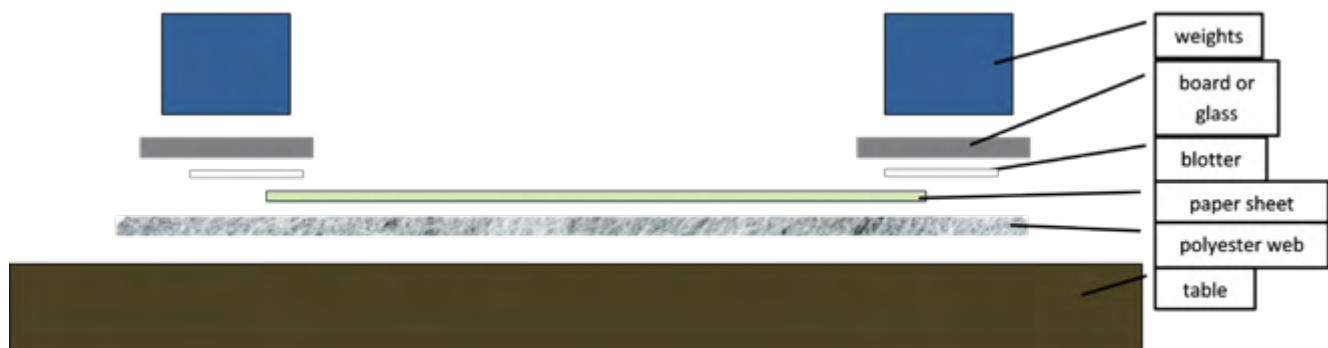
- Coloque una cubierta sobre el papel mientras se seca para ralentizar el proceso y hacer que el secado sea más uniforme.

Pros

- Bueno para hojas delgadas y papeles que contienen medios frágiles.

Contras

- El papel puede quedar con mayores dimensiones.
- El papel quebradizo puede romperse debido a que el secado desigual tensiona la hoja.
- No se recomienda para papel cuyos bordes están débiles.



(Esquema restricción lateral)

6.4.7 Mesa de succión

El secado y aplanado con mesa de succión es un método que permite cierto control sobre los cambios dimensionales en el papel. Es una opción de tratamiento para papeles con soportes sensibles que pueden migrar o adherirse a los materiales intercalados y para obras que no se pueden aplanar dentro de una pila de secado. Se puede realizar con una mesa de succión básica, o con una mesa de succión equipada con una cubierta o domo (para humidificar). En ocasiones se utiliza para terminar con tratamientos que ya se estaban realizando en la mesa de succión. Este método se puede utilizar sobre soportes mojados o humedecidos.

Si bien las obras se pueden secar completamente en la mesa de succión, también se realiza en un proceso de dos pasos: un secado inicial realizado en la mesa y luego transfiriendo el trabajo para que se seque entre una red de poliéster, secantes y / o fieltros, bajo peso. La mesa de succión también se puede utilizar para tratar el [pergamino](#).

Equipo

- Mesa de succión con o sin cubierta
- Red de poliéster
- Papel secante u otro material de barrera

Transfiera el papel a secar y aplanar a la mesa de succión. Se debe utilizar una red de poliéster como soporte. Si el papel ya está sobre la mesa después del tratamiento, déjelo en su lugar. Se puede utilizar un material de barrera, como un papel secante o una red de poliéster, entre la mesa y la obra. La obra se puede enrollar si se seca completamente en la mesa de succión. Coloque pesos a lo largo de los bordes del papel para evitar esto. También se pueden colocar tiras de poliéster sobre los bordes para evitar que se sequen más rápido que el resto de la hoja. Comience con una succión baja para disminuir las arrugas y ondulaciones, y aumente la succión a medida que el objeto se aplanan. Una vez que la obra se ha aplanado y los medios del objeto se encuentran secos al tacto, se puede apagar la succión y dejar que el objeto se seque con los bordes con peso ([Weidner 1993](#)). En este punto, el objeto también se puede transferir a una pila de secado de papel secante tradicional si se desea.

Si el papel se ha expandido mucho, podría ocurrir que se partiera. Para evitar esto, se pueden soltar los bordes con peso y apagar la succión para permitir que el papel se contraiga brevemente. Coloque de nuevo los pesos a lo largo de los bordes. Una vez que el objeto está plano, se puede apagar la succión y dejar que el objeto se seque en su lugar ([Weidner 1993](#)).

Variaciones

- La velocidad de secado se puede ralentizar trabajando debajo de una cubierta con un humidificador ultrasónico.
- La mesa de succión puede hacer que los contaminantes transportados por el aire y el polvo y la suciedad circundantes se incrusten en las fibras del papel; a menudo se ha recomendado una barrera Gore-tex como filtro. Gore-tex también se puede utilizar para ralentizar el secado ([Mowery 1991](#)).

Pros

- Una opción de tratamiento para obras con pliegues y arrugas que requieran manipulación durante el aplanamiento, y obras que no se pueden cubrir mientras están húmedas (pasteles sin fijar, gouache, *impasto*, papel texturizado, etc.) ([Weidner 1984](#)).

Contras

- No es un método ideal para objetos con medios sensibles en ambos lados.
- El uso de la mesa de succión puede provocar cambios en la textura y características del papel.
- No es ideal para papeles asiáticos.
- El secado con mesa de succión funciona en un estado de expansión que puede provocar enrollamiento, formación de pliegues y distorsiones y, a veces, desgarros o roturas ([Watkins 2002](#)).
- El aplanamiento y secado de la mesa de succión pueden causar graves distorsiones en los papeles de calco, albanenes (*tracing papers*) en comparación con el uso de una prensa secante tradicional ([Reyden, Hofmann y Baker 1993](#)).
- Los pigmentos de pastel pueden hundirse en el soporte o condensarse o aglutinarse en la superficie del papel dando como resultado cambios visibles en la textura del medio ([Kosek 1990](#), [Weidner y Zachary 1994](#), [Daniels 1998](#)).

6.5 Aplanamiento en seco

A veces es necesario introducir agua para aplanar el papel. Incluso cuando no es necesario para aplanar, el agua acelera el proceso y generalmente lo hace más efectivo. Sin embargo, hay ocasiones en las que es necesario aplanar el papel, pero el uso de agua no es una opción, como cuando:

- El papel contiene tintas ferrogálicas (*iron gall ink*).
- El papel contiene medios sensibles al agua.
- La textura del papel se considera una característica importante.
- Las dimensiones del papel no pueden cambiar.

En estos casos, el papel se puede colocar debajo de pesas o en una prensa y, con el tiempo suficiente, eventualmente se aplanará. Este proceso puede durar semanas o meses. Para evitar grietas en papel muy ondulado y en papel o medios frágiles, trabaje lentamente para darle forma al papel. Se puede agregar peso lentamente durante varios días o semanas o, si se usa una prensa, se puede bajar la platina tan gradualmente como sea necesario, es decir, un cuarto de vuelta todos los días, todas las semanas, etc. Las hojas deben colocarse entre materiales rígidos, protectores e inertes, como cartón para encuadernar. Agregue una barrera de red de poliéster alrededor de la hoja si le preocupa que se pegue. Sea consciente de la presión o el peso aplicado y agregue materiales blandos como fieltro o vellón de polipropileno si hay características dimensionales que deben guardarse.

El papel que se ha almacenado enrollado en un tubo se puede desenrollar asegurándose a una pared con clips forrados con papel y dejar que se desenrolle lentamente ([Watkins 2002](#)). Dado que este proceso puede llevar semanas, se debe cubrir el papel con una cubierta para protegerlo del polvo.

Pros

- Evita los problemas asociados a la introducción de humedad, como cambios de dimensión, aumento de rugosidad y pérdida o cambio del acabado superficial.

Contras

- Generalmente es menos eficaz y lleva más tiempo que otros métodos.
- Al aplanar el papel quebradizo o frágil de esta manera se pueden producir grietas.
- Los medios también pueden desprenderse del papel.

6.6 Casos especiales

6.6.1 Libros

Los libros son objetos híbridos complejos que a menudo requieren métodos especiales para tratar sus componentes de papel. Siempre que sea posible, evite retirar elementos del libro y trate sus componentes in situ.

- Papel distorsionado en el bloque de texto: las hojas de los libros pueden doblarse, arrugarse o plegarse debido al daño por agua. Para aplanar estas hojas, aíslelas del resto del bloque colocando láminas de mylar a cada lado de la sección dañada. Inserte un trozo de papel secante ligeramente húmedo entre el mylar y las hojas dañadas, protegiendo a las hojas del secante con un trozo de red de poliéster. Si la sección dañada es lo suficientemente gruesa, coloque un segundo trozo de red de poliéster que proteja las hojas en contacto directo con el papel secante. Deje actuar durante unos veinte minutos. El volumen puede cerrarse o abrirse durante este proceso de humidificación. Retire el secante y la red de poliéster y cierre el libro. El libro puede ponerse debajo de una tabla o colocarse en una prensa. Observe la densidad natural del papel del libro y aplique más peso para un libro denso y menos o ningún peso para un libro cuyas hojas contienen una cantidad significativa de aire. Como regla general, los libros producidos antes del siglo XVIII son menos densos. Se pueden agregar hojas delgadas de papel usado a la sección humidificada para absorber la humedad. Estos deben eliminarse o cambiarse según sea necesario. Deje que el libro se seque cerrado durante la noche.
- Tapas deformadas (Warped boards): las tapas de libros deformados pueden ejercer presión sobre las estructuras de costura y dañar el bloque de texto, por lo que puede ser necesario tratarlos para devolverlos a la normalidad. Cuando las tapas están hechas de celulosa (soportes elaborados con pulpa o pasta de celulosa u hojas de papel pegadas y comprimidas) se pueden aplanar mediante humectación. Abra el libro de modo que las tapas queden planas sobre una superficie lisa. Apoye el resto del libro con una pesa, cuña de poliuretano, etc., sosteniéndolo casi en posición vertical. Corte un trozo de papel secante un poco más pequeño que la contraguada, humedezca un poco y colóquelo en el siguiente sándwich: cartón / red de poliéster / papel secante húmedo / mylar. Si la tapa es parte de un libro encuadernado en cuero, corte el papel secante de modo que sea un poco más pequeño que las vueltas internas. Esto protegerá el cuero debajo de la contraguada de ser afectado negativamente por la humedad. Deje el sándwich humidificado en su lugar durante unos veinte minutos y luego retire el papel secante y la red de poliéster, dejando el mylar en su lugar. Coloque el libro en una prensa entre dos piezas de cartón limpio y déjelo allí durante varias semanas. Puede ser necesario repetir el proceso. Si las tapas se separan del bloque de texto, siga el mismo procedimiento para aplanarlas y trátelas antes de volver a colocarlas.
- Secado y aplanamiento de cuadernillos: si se han separado las hojas para tratar el papel del cuerpo, intente mantener los cuadernillos doblados durante todo el tratamiento. Esto aliviará la tensión sobre el papel debilitado en el doblado. Cada cuadernillo se puede colocar en una hoja doblada de red de poliéster insertando un soporte de red de poliéster adicional colocado entre las hojas. El soporte adicional de poliéster debe colocarse en el pliegue del papel, sujetándolo contra el pliegue de la banda de poliéster. Coser con hilo a través de las tres capas de tela cada lado de los cuadernillos y atar sin apretar. Esta costura mantendrá el cuadernillo en su lugar durante todo el tratamiento. Una vez que el cuadernillo ha sido tratado (por ejemplo, [lavado](#), [desacidificado](#), etc.), se deja en el mismo soporte de poliéster para cambiar el tamaño y luego secar. Como regla general, el papel para libros se seca mejor con un método de restricción bajo o nulo. Dado que el papel debe volver a estar en sus cubiertas, es importante que se conserven

sus dimensiones originales tanto como sea posible. En el caso del papel hecho a mano de la época de las prensas manuales, también existe una importante evidencia dimensional (impresiones tipográficas, ondulaciones naturales, etc.) que puede perderse si el papel se seca bajo presión. Seque el cuadernillo durante la noche y luego retírelo de la red de poliéster. Colóquese en una pila, girando cada cuadernillo 180 grados en relación con el cuadernillo debajo de él, de modo que cada folio esté cubierto por un borde delantero y así sucesivamente. Para papel hecho a mano, coloque un peso ligero encima de la pila y déjelo toda la noche. Para el papel hecho a máquina (que probablemente estará mucho más arrugado) coloque la pila en una prensa entre dos pedazos de cartón calidad archivo limpio, aplique presión y déjelo en su lugar durante al menos 48 horas, o más tiempo si es posible. Por lo general, no es necesario rehumidificar los cuadernillos para ayudar a que se sequen completamente, pero es una opción si el prensado en seco durante varias semanas no funciona.



(Cuadernillo colocado entre una red de poliéster doblada)



(Cuadernillo asegurado en una red de poliéster)

7. Bibliografía

Banik, Gerhard, and Irene Brückle. 2018. *Paper and Water: A Guide for Conservators*. 2nd edition, München: Siegl.

Caulfield, Daniel F. 1987. "Dimensional Stability of Paper: Papermaking Methods and Stabilization of Cell Walls." In *Wood Science Seminar 1: Stabilization of the Wood Cell Wall*, edited by Otto Suchsland, 87-98. East Lansing, MI: Michigan State University.

- Daniels, Vincent. 1998. "The Effects of Water Treatments on Paper with Applied Pastel or Powder Pigment." *The Paper Conservator* 22 (1): 29-37.
- Dwan, Antoinette. 1992. "[Use of Goretex to Dry Smooth, Calendered, and Modern Papers.](#)" *Book and Paper Group Annual* 11: 22-23.
- Fletcher, Shelley, and Judith Walsh. 1979. "[The Treatment of Three Prints by Whistler on Fine Japanese Tissue.](#)" *Journal of the American Institute for Conservation* 18: 118-126.
- Forseth, T., and T. Helle. March 1997. "Effect of Moistening on Cross-Sectional Details of Calendered Paper Containing Mechanical Pulp." *Journal of Pulp and Paper Science* 23 (3): J95-102.
- Grant, Julius. 1962. "Influence of Fibre Types, Size and Shape on Paper Properties for Pulps Other Than Woodpulp." In *Formation and Structure of Paper*, edited by Francis Bolam, 573-595. London: Technical Section of the British Paper and Board Makers' Association.
- Homburger, Hildegard. 2020. Personal communication. Email received on April 21, 2020.
- Homburger, Hildegard and Barbara Korbel. 1999. "[Architectural Drawings on Transparent Paper: Modifications of Conservation Treatments.](#)" *Book and Paper Group Annual* 18.
- Htun, Myat. 1986. "The Control of Mechanical Properties by Drying Restraints." In *Paper: Structure and Properties*, edited by J Anthony Bristow and Petter Kolseth, 311-326. New York: Marcel Dekker.
- Kajanto, I., and K. Niskanen. 1998. "Dimensional Stability." In *Paper Physics: Papermaking Science and Technology Book 14*, edited by K Niskanen, 223-259. Helsinki: Fapet Oy, Finnish Paper Engineers' Association and TAPPI.
- Kato, Masato, and Takayuki Kimishima. 2017. "Karibari: The Japanese drying technique." In *Adapt & Evolve 2015: East Asian Materials and Techniques in Western Conservation. Proceedings from the International Conference of the Icon Book & Paper Group, London 8–10 April 2015*, 91-98. London: The Institute of Conservation.
- Keyes, Keiko M. 1984. "[The Use of Friction Mounting as an Aid to Pressing Works on Paper.](#)" *Book and Paper Group Annual* 3: 101-104.
- Knop, A, G Banik, I Bruckle, and U Schade. 2007. "Paper and Board in Closed Boxes: Alteration of Water Sorption Capacity During Cyclic Temperature Changes." *Restaurator* 28: 218-224.
- Kosek, J. 1990. "The Porosity of Pastels and the Effect of Water Treatments on the Suction Table; a Preliminary Investigation", *The Conservator* 14: 17-22.
- Lindner, Martina. 2018. "Factors Effecting the Hygroexpansion of Paper." *J Mater Sci* 53: 1-26.
- Mackay, Christine, and Anthony Smith. 1994. "The Effect of Wetting Agents on the Tensile Strength of Paper." In *Conservation of Historic and Artistic Works on Paper*, edited by Helen D Burgess, 199-203. Ottawa: Canadian Conservation Institute.
- Minter, Bill. 2002. "[Water Damaged Books: Washing Intact and Air Drying -- a Novel \(?\) Approach.](#)" *Book and Paper Group Annual* 21: 105-109.
- Molina, Marian Ruiz, and Amy E. Hughes. 2016. "[A Comparative Study of Cotton Blotter, Evolon® and Tek-Wipe as Absorbent Supports for Paper Conservation Treatment.](#)" Poster presented at the AIC & CAC-ACCR 44th Annual Conference, Montreal, Canada. Accessed April 19, 2020. <https://www.culturalheritage.org/docs/default-source/annualmeeting/73-a-comparative-study-of-cotton-blotter-evolon-and-tek-wipe-as-absorbent-supports-for-paper-conservation-treatment.pdf>.

- Mowery, J. Franklin. 1991. "[The Conservation of a Thirteenth Century Armenian Manuscript.](#)" *Book and Paper Group Annual* 10: 130-138.
- Munoz-Vinas, Salvador. 2009. "The Impact of Conservation Pressure-Flattening on the Dimensions of Machine-Made Paper." *Restaurator* 30: 181-198.
- Neufeld, Laura. 2014. "[Review of Flattening Techniques for Thin or Transparent Papers.](#)" *Book and Paper Group Annual* 33: 104-105.
- Nicholson, C. 1988. "The Conservation of Three Whistler Prints on Japanese Paper." In *The Conservation of Far Eastern Art*, edited by John S Mills, Perry Smith and Kazuo Yamasaki, 39-43. London: International Institute for Conservation of Historic and Artistic Works.
- Nielsen, Ingelise, and Derek Priest. 1997. "Dimensional Stability of Paper in Relation to Lining and Drying Procedures." *The Paper Conservator* 21 (1): 26-36.
- Reyden, D., Hofmann, C., and Baker, M. 1993. "[Effects of Aging and Solvent Treatments on Some Properties of Contemporary Tracing Papers.](#)" *Journal of the American Institute for Conservation* 32 (2): 177 – 206.
- Smith, Anthony W. 1997. "Effects of Aqueous Treatments on the Mechanical Properties of Paper." In *British Museum Occasional Paper Number 16: The Interface between Science and Conservation*, edited by Susan Bradley, 59-65. London: The British Museum.
- Smith, S. F. March 1950. "Dried-In Strains in Paper Sheets and Their Relation to Curling, Cockling and Other Phenomena." *The Paper-Maker and British Paper Trade Journal* 185-192.
- Sugarman, Jane E., and Timothy J. Vitale. Summer 1992. "[Observations on the Drying of Paper: Five Drying Methods and the Drying Process.](#)" *Journal of the American Institute for Conservation* 31 (2): 175-197.
- Uesaka, T, C Moss and Y Nanri. January 1992. "The Characterization of Hygroexpansivity of Paper." *Journal of Pulp and Paper Science* 18 (1): J11-16.
- Uesaka, Tetsu. 2002. "Dimensional Stability and Environmental Effects on Paper Properties." In *Handbook of Physical Testing of Paper*, edited by Jens Borch et al., 115-171.
- Vitale, Timothy. 1992. "Effects of Drying on the Mechanical Properties of Paper and Their Relationship to the Treatment of Paper." In *Materials Issues in Art and Archaeology III*, edited by Pamela B Vandiver, James R Druzik, George Segan Wheeler and Ian C Freestone, 429-445. Pittsburgh: Materials Research Society.
- Watkins, Stephanie. 2002. "[Practical Considerations for Humidifying and Flattening Paper.](#)" *Book and Paper Group Annual* 21: 61-76.
- Webber, Pauline. 2017. "The use of Asian paper conservation techniques in Western collections." In *Adapt & Evolve 2015: East Asian Materials and Techniques in Western Conservation. Proceedings from the International Conference of the Icon Book & Paper Group, London 8–10 April 2015*, 91-98. London: The Institute of Conservation.
- Weidner, Marilyn Kemp. 1984. "[Demonstration of Paper Suction Table Techniques.](#)" *Book and Paper Group Annual* 3: 122-130.
- Weidner, Marilyn Kemp. 1993. "[Treatment of Water Sensitive and Friable Media Using Suction and Ultrasonic Mist.](#)" *Book and Paper Group Annual* 12: 75-84.

Weidner, M. K. and Zachary, S. 1994. "The System: Moisture Chamber / Suction Table / Ultrasonic Humidifier / Air Filter." In *Conservation of Historic and Artistic Works on Paper: Symposium 88*, edited by H. D. Burgess, 109-115. Ottawa: Canadian Conservation Institute.