

A large, abstract graphic showing multiple layers of paper or fabric curving and overlapping in a dynamic, flowing manner. The colors transition from a deep blue on the left to a light grey on the right, with soft lighting and shadows that give it a three-dimensional appearance.

Formación

Fabricación de papel

Formación

Fabricación del Papel

ÍNDICE

1. Esquema del proceso de fabricación	3
2. Preparación de pastas	4
El púlper	5
Despastillado	6
Refinado	7
A. Composición de la fibra	10
B. Estructura de la fibra	11
C. Efectos del refinado	12
D. Propiedades afectadas por el refinado	13
Mezcla de aditivos	14
A. Aditivos	14
B. Auxiliares	16
Depuración	17
A. Origen y clasificación de las impurezas	18
B. Depuradores	18
C. Depuración secundaria	20
3. Formación de la hoja	21
Mesa de fabricación	23
A. Clasificación de las mesas de fabricación	23
4. Prensado en húmedo	24
Fases del prensado	25
Variables del prensado	26
Tipos de prensas	26
5. Secado	29
Mecanismos de secado	30
El vapor	31
A. Ventilación de la sequería	33
Condensados	33
6. Estucado del papel	34
Elementos que intervienen en el estucado	35
A. Soporte	36
B. Salsa de estucado	36
C. Estucadora	37
Estucado en máquina	37
Estucado fuera de máquina	38
Variables que intervienen en la capa de estucado	39
Defectos más notables en el estucado	40
7. Calandrado	40
Tipos de calandrado	41
Presión de calandrado	41
Características del papel calandrado	42
Defectos producidos en el calandrado	43

Formación

Fabricación del Papel

8. Bobinado	43
La bobinadora	44
Bobinadora de dos tambores	44
A. Variables que intervienen en el bobinado (en la bobinadora de doble tambor)	44
Bobinadora con bobinado individual	45
A. Variables que intervienen en el bobinado (en la bobinadora con un tambor central)	45
Ensayos en la bobina	46
Defectos producidos en el bobinado	46
9. Cortado	47
Cortadora	48
Desbobinado	49
Corte	50
A. Corte longitudinal	50
B. Corte transversal	51
Operaciones finales	52
A. Detección de defectos	52
B. Transporte	52
C. Apilado	52
D. Conteo	52
10. Resumen de la unidad	54

Formación Fabricación del Papel

Las normas españolas UNE (57003) definen el papel como una hoja constituida esencialmente por fibras celulósicas de origen natural, afieltradas y entrelazadas. Por encima de cierto gramaje (250 g/m^2) y de cierta rigidez, el papel se denominará "cartón".

1. Esquema del proceso de fabricación

El proceso de fabricación del papel se divide en una serie de operaciones que citamos a continuación:

- ✓ **Preparación de las pastas:**
 - Desintegración.
 - Despastillado.
 - Refino.
 - Mezcla de los diferentes aditivos.
 - Depuración.

- ✓ **Formación de la hoja:** mesa de fabricación.

- ✓ **Prensado en húmedo.**

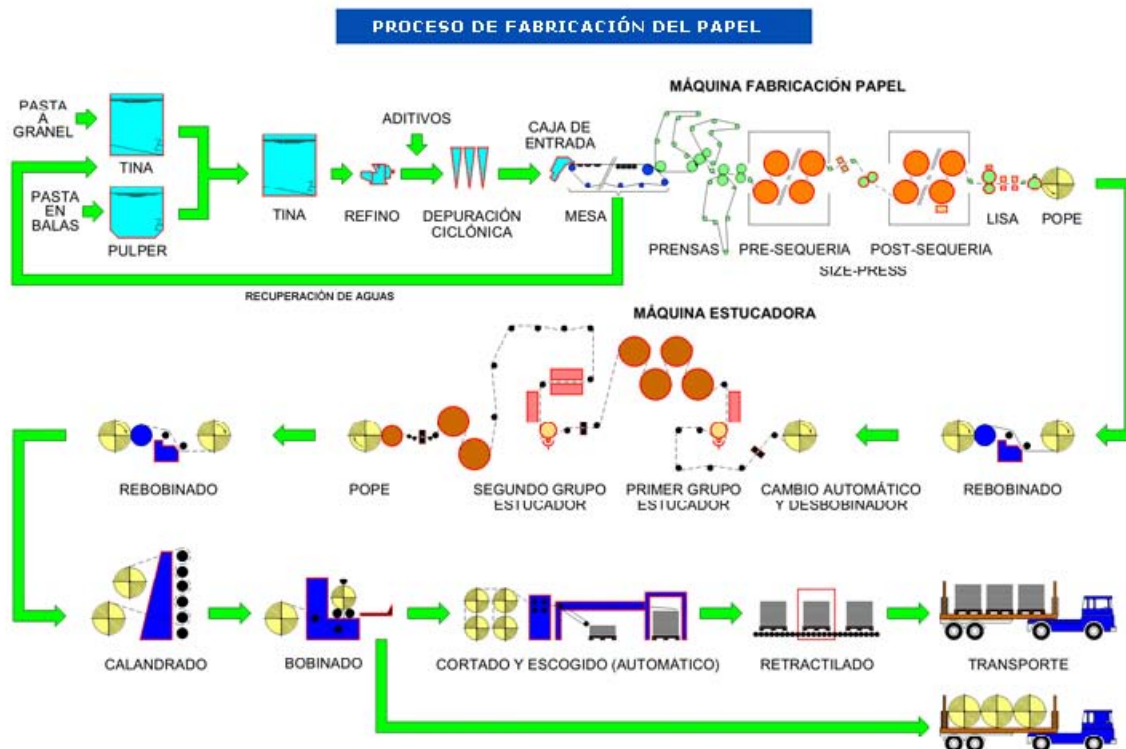
- ✓ **Secado.**

- ✓ **Estucado.**

- ✓ **Acabado del papel:**
 - Calandrado.
 - Bobinado.
 - Cortado.

En los siguientes apartados se describirán los conceptos básicos de cada una de estas operaciones que forman el proceso de fabricación de papel y cuyo desarrollo se puede ver en el siguiente esquema:

Formación Fabricación del Papel



2. Preparación de pastas

La preparación de las pastas es la primera operación que hay que realizar en la fabricación del papel. En realidad, lo que hay que hacer es "poner" a esa pasta en condiciones de "hacer" papel.

Normalmente, cuando hablamos de "preparación de pastas" nos referimos a las siguientes operaciones que serán descritas en siguientes apartados:

- Desintegración.
- Despastillado.
- Refino.
- Mezcla de los diferentes aditivos.
- Depuración.

Las fábricas de papel pueden obtener por sí mismas la pasta papelera (en este caso se denominan "fábricas integradas") o, por el contrario, utilizar la pasta que reciben de otras fábricas (denominándose en estos casos "fábricas no integradas").

En una fábrica de papel donde no se fabrica la pasta, ésta es recibida en forma de **hojas prensadas** que es necesario deshacer en agua para poder utilizarla convenientemente. También el recorte de papel, que en todas las fábricas se produce como consecuencia de roturas, restos o tiras, orillas de bobinas, etc., se reutiliza o

Formación Fabricación del Papel

recicla en el proceso y es preciso volver a deshacerlo en agua. Esta operación es lo que se llama **desintegración**.



Cuando en la propia fábrica se dispone del proceso de obtención de pasta no es necesaria esta operación, ya que la suspensión fibrosa (agua y fibras) pasa directamente a la operación de refinado.

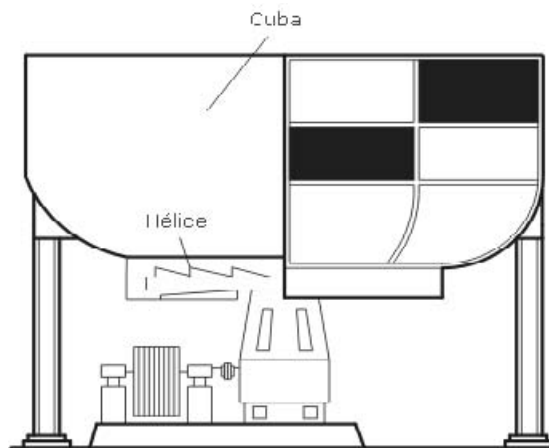
La desintegración es la operación mecánica por medio de la cual se consigue poner, en suspensión en agua, pasta que viene en forma de hojas o cartones prensados y que es necesario deshacer.

Esta operación de deshacer las balas de pasta, o el recorte, para separar las fibras se realiza en un aparato llamado **púlper**. Posteriormente, las fibras, deberán someterse a una serie de operaciones que las modificarán y así proporcionarán las propiedades necesarias para obtener un papel determinado.

El púlper

El púlper es un aparato de gran rendimiento donde se realiza la operación de desintegración. Está formado por un recipiente, en forma cilíndrica, que tiene una hélice en su parte inferior, la cual agita las hojas de pasta que son introducidas en él. Por medio del frote continuo de la pasta contra la hélice, se consigue separar las fibras de las cuales está formada la bala de pasta, quedando una suspensión en el agua con una consistencia (porcentaje de materia seca) de entre un 6% y un 12%.

Formación Fabricación del Papel



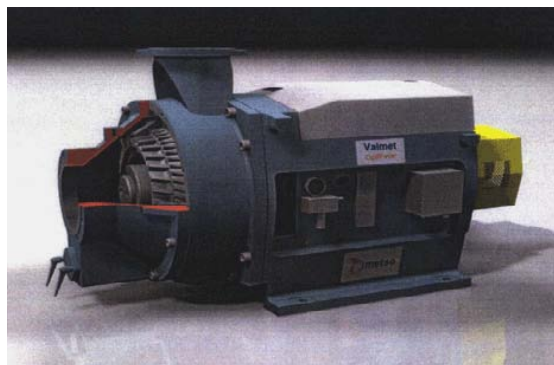
Esquema del púlper.

Cuando la hoja está deshecha, el púlper es vaciado haciendo pasar la pasta a través de una rejilla, que no permite el paso de fragmentos grandes que no hayan sido suficientemente deshechos, y se depositará en una tina o cuba para su posterior utilización.

Despastillado

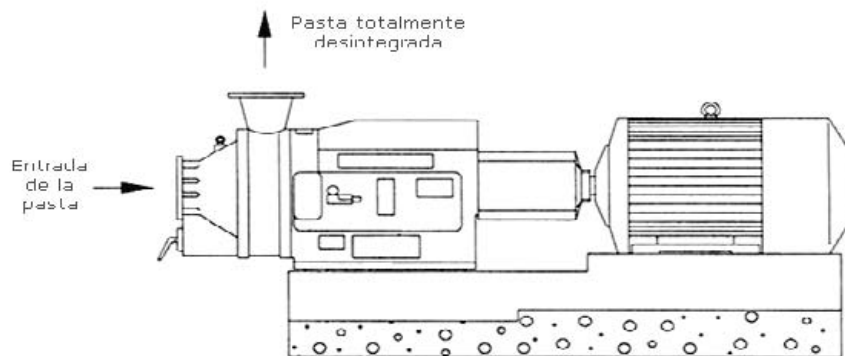
El púlper, a veces, no es el aparato más indicado para realizar la última fase del proceso de desintegración (fase en la que se consigue la total desintegración de las fibras) debido al excesivo gasto de energía que ocasiona esta fase. Para solucionar este problema se utilizan máquinas más apropiadas para la desintegración total, llamadas **despastilladores**.

El despastillador es una máquina compuesta por tres discos (pueden ser perforados o ranurados): dos exteriores fijos provistos de púas y salientes, y otro disco central con movimiento giratorio a gran velocidad. El movimiento de estos discos hace que, debido a choques violentos y pasando por conductos estrechos, las fibras se rompan consiguiendo la individualización total.



Despastillador.

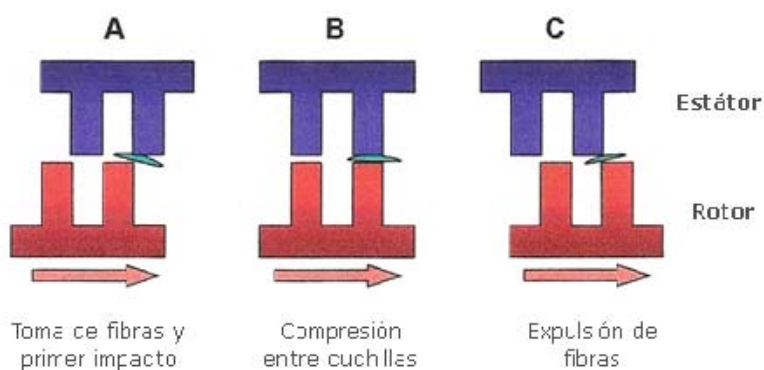
Formación Fabricación del Papel



Refinado

Las fibras que se obtienen originalmente de la madera u otros vegetales necesitan del refinado para que desarrollen o mejoren unas propiedades necesarias para la formación adecuada de la hoja y su posterior uso. Cada papel requiere de un refinado apropiado que mejore en unas características concretas. Con esta operación la pasta adquiere aptitudes específicas para producir diversos tipos de papel: papel para impresión, embalaje, vegetal, etc.

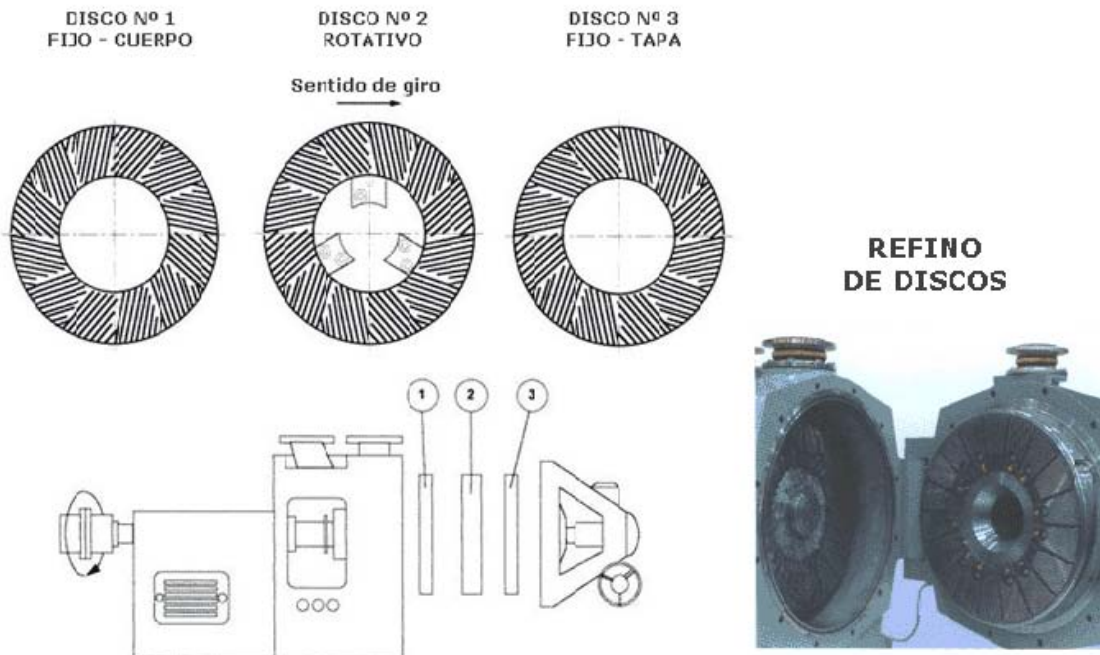
El refinado es la operación en la preparación de la pasta por la cual, mediante la acción de un trabajo mecánico y en presencia de un medio acuoso (agua), se modifica la morfología de las fibras y su estructura físico-química.



Principio del refinado.

El aparato donde se realiza el refinado se llama **refino**, y está basado en un elemento **fijo** (estator) y otro de **rotación** (rotor), entre los cuales se hace pasar la pasta

Formación Fabricación del Papel

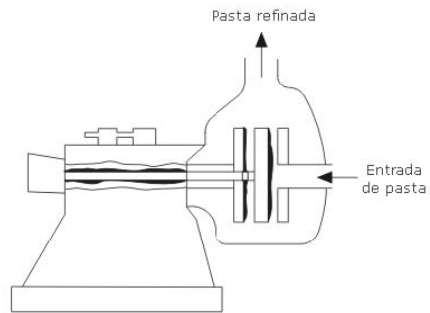


Estos elementos (rotor y estator) están equipados con barras o cuchillas metálicas de aleaciones especiales que reciben el nombre de **guarniciones**,



cuya composición y temple están estudiados con relación a las fibras que se van a tratar y el papel que se desea obtener.

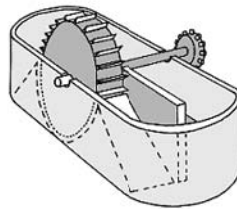
Formación Fabricación del Papel



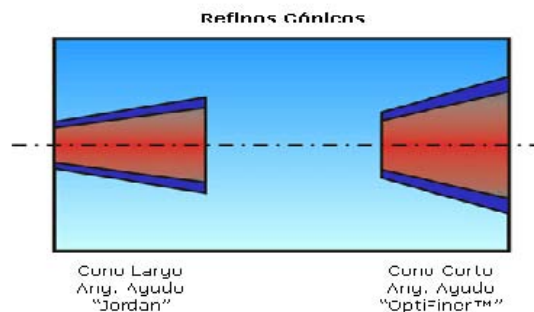
Esquema de un refino de discos.

Existen distintos tipos de refinados, siendo los más conocidos los siguientes:

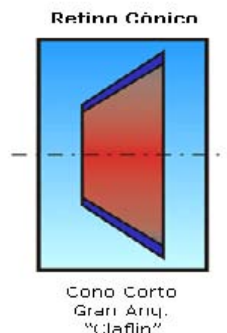
- Pilas holandesas.



- Refinos cónicos de pequeño ángulo.

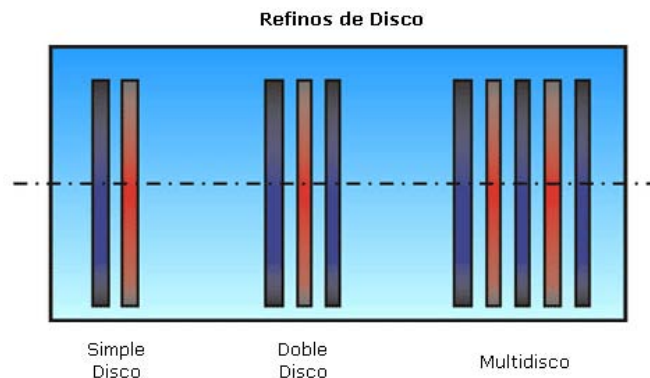


- Refinos cónicos de gran ángulo.



- Refinos de discos (son los utilizados mayoritariamente).

Formación Fabricación del Papel



La operación de refinado supone un gran consumo de energía. Sin embargo, la mayor parte de esta energía es utilizada para dar movimiento a la máquina, y no para la operación de refinado en sí, en la cual el gasto es relativamente pequeño.

Para comprender el proceso de refinado es necesario recordar lo que es la fibra y de qué está compuesta. Por eso, vamos a dar un pequeño repaso de lo que es cada cosa.

A. Composición de la fibra

Las fibras están compuestas por diferentes **constituyentes químicos**. Los más importantes son los siguientes:

✓ **Carbohidratos (celulosa y hemicelulosa):**

Celulosa. Es el 40% aproximadamente del total. Es un hidrato de carbono (carbono, oxígeno e hidrógeno), que contiene esencialmente glucosa. Forma una red tridimensional cristalina donde la zona externa es amorfa e hidrófila. Pueden diferenciarse tres estados cristalinos:

- **α -celulosa**, con cadenas largas de glucosa, hidrófoba e insoluble en sosa.
- **β -celulosa**, con cadenas más cortas que la α -celulosa. Se forma por degradación de la α -celulosa en la cocción y blanqueo, es soluble en sosa y precipita en ácido. Es la fracción amorfa.
- **γ -celulosa**, con cadenas cortas de glucosa, soluble en sosa y no precipita en ácido. Es también parte amorfa. un 40%.

Así una parte de la celulosa está en forma cristalina dando resistencia y otra es amorfa pudiéndose hidratar.

Hemicelulosa. Contiene hasta cinco azúcares diferentes. Además:

- Tiene estructura de cadenas ramificadas cortas e hidrófilas, con afinidad por el agua y favoreciendo el hinchamiento de las fibras y las uniones entre las fibras.
- Se refina con facilidad y da resistencia al papel.

✓ **Lignina.** Es un compuesto químico muy variable de color oscuro, que provoca

envejecimiento al papel. Además:

No permite la hidratación (absorción del agua), por lo que tiene nulo interés papelerero.

Se elimina mediante la cocción (reblandece a temperaturas de 130 a 160 °C).

Puede haber hasta un 25%.

Puede quedar una pequeña fracción del 3% de lignina ligada a la celulosa que no puede eliminarse.

✓ Otros compuestos:

Resinas. Sustancia de consistencia pastosa que crea problemas en los circuitos de fabricación.

Taninos. Dificultan el blanqueo.

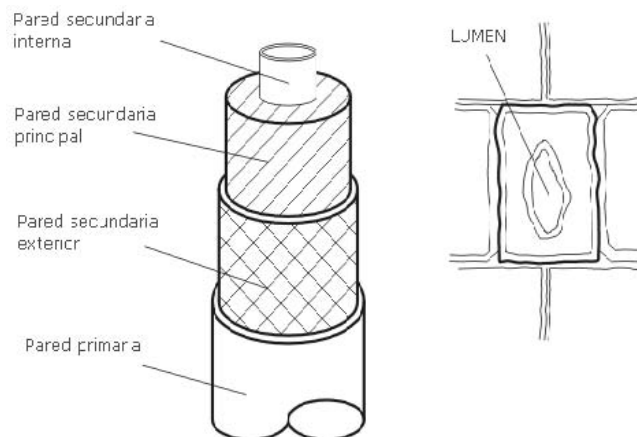
Material mineral. El contenido es bajo (0,2 - 1%).

B. Estructura de la fibra

La fibra está formada por diversas capas, integradas en una pared primaria y en una pared secundaria (compuesta a su vez en tres capas diferentes):

- ✓ **Pared primaria.** Es muy delgada y contiene pocos filamentos, cruzados entre ellos y orientados casi perpendicularmente al eje de la fibra. Puede tener hasta un 50% de lignina y es la que desaparece con el blanqueo y cocción en los procesos de fabricación de la pasta..
- ✓ **Pared secundaria.** Está formada a su vez por tres capas bien diferenciadas:
 - **Pared secundaria exterior** (también llamada lámina de transición). Está formada por dos capas de microfibrillas dispuestas en sentidos contrarios. Su capacidad de hinchamiento es débil. Tiene lignina.
 - **Pared secundaria principal (o media).** Es la más ancha. Formada por microfibrillas orientadas casi paralelamente al eje de la fibra. Está formada casi totalmente por celulosa. Su capacidad de hinchamiento es elevada y da al papel rigidez y resistencia. Es de máximo interés papelerero. En el refinado se fibrila fácilmente aumentando la superficie específica y facilitando las uniones interfibrilares en el papel.
 - **Pared secundaria interna (o pared terciaria).** Es muy delgada. Las microfibrillas son numerosas y están muy apretadas. El constituyente principal es la hemicelulosa y tiene una capacidad de hinchamiento muy grande.

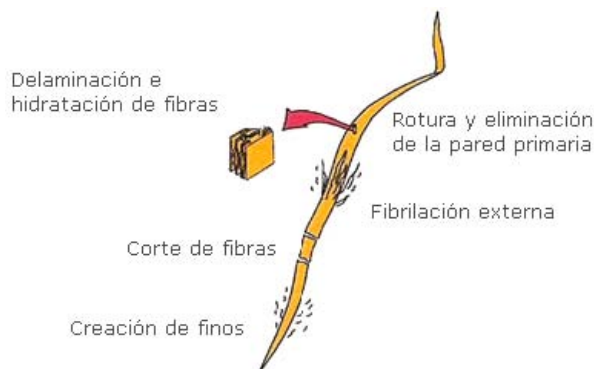
Formación Fabricación del Papel



Estructura de la fibra.

C. Efectos del refinado

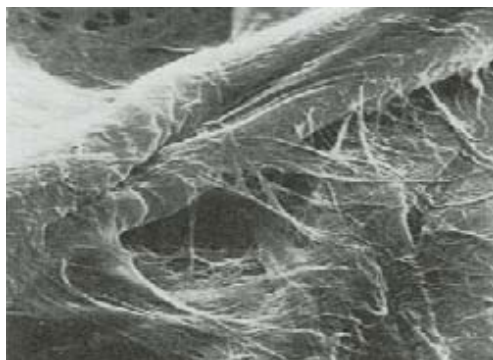
Durante el refinado, las paredes "primaria" y "secundaria exterior" de la fibra se rompen y eliminan parcialmente. De esta forma, es posible la penetración del agua en el interior de la misma, provocando su "hinchamiento". También permite la liberación de fibrillas internas que se separan y producen una formación de microfibrillas más finas en la superficie de la fibra.



Efecto del refinado.

Debido a todos estos efectos, la fibra se vuelve más flexible y blanda, aumentando a la vez su superficie y volumen específico. Todos estos efectos los podemos agrupar en tres:

- **Hidratación.** Se produce cuando, debido al batido o agitación de las fibras en el refino, el agua penetra por entre las fibrillas produciendo un efecto de hidratado en la fibra. Esto es debido a que el agua y la celulosa se combinan mediante una reacción química.
- **Fibrilación.**



Es la liberación y separación de fibrillas producidas por la ruptura parcial de las paredes, durante el roce de las cuchillas del refino y las fibras entre sí.

- **Corte.** Es el efecto ocasionado por la acción de las cuchillas sobre las fibras, sufriendo roturas (cortes) y por tanto, disminuyendo su longitud.

D. Propiedades afectadas por el refinado

La operación de refinado influye de manera diferente en las propiedades técnicas y mecánicas del papel fabricado, aumentando unas y disminuyendo otras. A continuación se dan algunas de estas propiedades:

PROPIEDADES AFECTADAS POR EL REFINADO	
Propiedades que aumentan	Propiedades que disminuyen
<ul style="list-style-type: none">• La densidad aparente (g/cm³).• El índice de tracción (N/m/g) (aumenta la longitud de rotura).• La transparencia.• El alargamiento (%).• La cohesión interna (Scott).	<ul style="list-style-type: none">• La porosidad.• La opacidad.• El desgote de la pasta.• El índice de volumen.

La operación del refino se controla mediante un aparato conocido como SCHOPPER-RIEGLER, el cual se basa en la capacidad de desgote que tiene la pasta, es decir, la velocidad con que la pasta deja escurrir el agua absorbida. Esta medida se expresa en "grados Schopper (°SR)".

Mezcla de aditivos

En la fabricación del papel es imprescindible que el resultado final tenga una serie de características y propiedades adecuadas para el diferente uso (papel de escritura, papel para revistas, papel higiénico...) a que vaya destinado el papel, y que con sólo fibra no se logra obtener.

En el proceso de preparación de pasta ya se modifican convenientemente las características de las materias primas (fibras) mediante procedimientos químico-mecánicos, como puede ser el refinado; pero sólo con esto no basta. Es más, hay propiedades cuya optimización se contraponen con estas operaciones, por ejemplo, resistencia y opacidad.

Normalmente, en la fabricación de papel, no es suficiente con utilizar diferentes tipos o mezclas de fibras vegetales para conseguir diferentes productos de las condiciones que se necesitan. Por eso, según sea el tipo de papel que se pretenda obtener, se deben añadir a las fibras una serie de **productos no fibrosos** que modifican sus propiedades y las del papel obtenido de ellas, y que podemos agrupar en dos familias:

- Aditivos.
- Auxiliares.

A. Aditivos

Son productos que se añaden en el proceso de fabricación para modificar las características del papel. Los más empleados son:

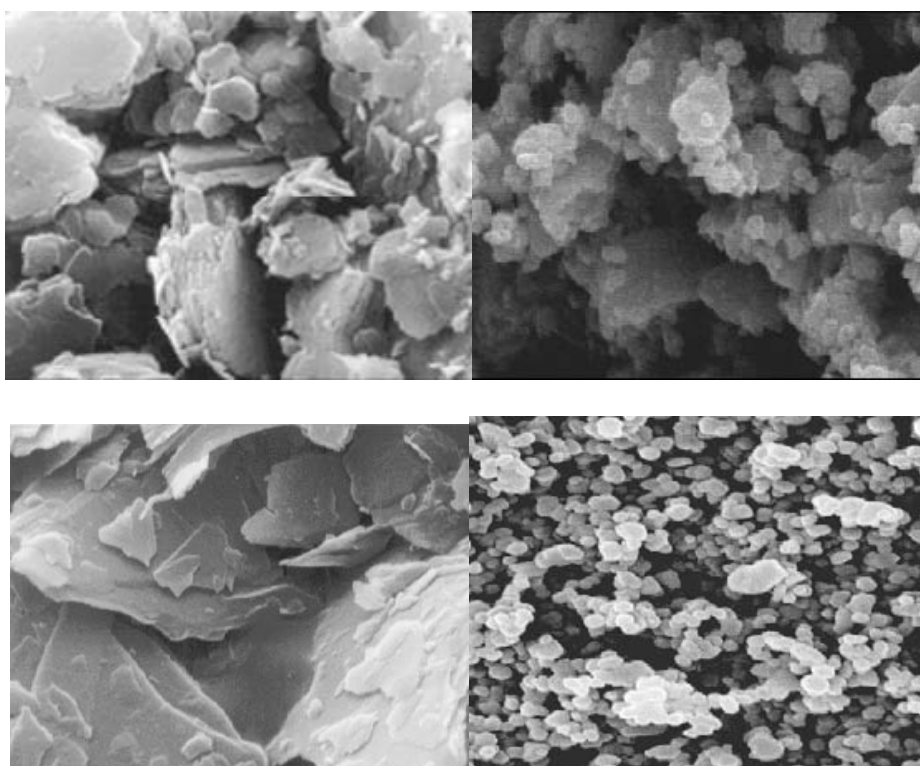
- **Cargas y pigmentos.** Son aditivos de carácter inorgánico (de origen mineral). Siendo su composición química básicamente igual, la diferencia esencial entre ambos es que los pigmentos tienen un tamaño de partícula más pequeño, y mientras que las cargas se aplican en masa, los pigmentos se aplican en superficie.

Las **cargas** son partículas minerales, de color blanco, que se utilizan como relleno en los espacios entre fibras, con el fin de mejorar algunas propiedades del papel, como la **opacidad** y la **blancura**, y además aumentar la calidad de la impresión al mejorar la superficie. No obstante, su utilización también tiene desventajas, ya que produce una disminución de las resistencias mecánicas del papel, al disminuir las uniones entre fibras, lo que hace que haya un límite en las formulaciones.

Los **pigmentos** contribuyen a mejorar determinadas propiedades del papel (especialmente la blancura, opacidad y aptitud a la impresión). Los pigmentos se utilizan especialmente en "superficie", mediante una operación llamada **estucado**.

Formación Fabricación del Papel

CARGAS Y PIGMENTOS MÁS UTILIZADOS	
Cargas	Pigmentos
Caolín. Carbonato de calcio. Talco. Sulfato de calcio.	Caolín. Carbonato de calcio. Dióxido de titanio.



- **Colorantes.** Se utilizan básicamente para conseguir un papel con un color determinado y, a su vez, darle un matiz más agradable.
- **Agentes de blanqueo óptico (A.B.O.).** Son unos compuestos que tienen la particularidad de proporcionar a los papeles que los contienen la propiedad de emitir una **luminosidad azulada** cuando están en presencia de una luz ultravioleta, siendo ópticamente más blancos.
- **Resinas para dar resistencia en húmedo.** Son productos (resinas) que se añaden para ayudar a conservar la resistencia del papel cuando su uso comporte una necesidad de resistir la acción del agua. Estas resinas desarrollan esta propiedad gracias a la formación de enlaces químicos entre resina y fibra que impiden las

Formación Fabricación del Papel

uniones entre fibra y agua (el agua no puede unirse a la fibra ya que ésta está "recubierta" por la resina).

- **Ligantes.** Son productos (especie de "pegamento") que se añaden en la operación de estucado para que los pigmentos queden unidos entre sí y, a su vez, queden fijados a la superficie del papel (al ser la fibra un componente de naturaleza orgánica, de forma fibrosa, y los pigmentos de naturaleza inorgánica, en forma de partículas, su unión no puede realizarse sin la presencia de un ligante).
- **Productos de encolado.** Son aquellos que se utilizan para ofrecer resistencia a la penetración de los líquidos en el papel, es decir, tienen por objeto conseguir un papel más impermeable al agua.
- **Productos para dar resistencia en seco.** Son productos que se utilizan para mejorar la fuerza de uniones fibra-fibra individualmente gracias a la creación de **puentes de hidrógeno** suplementarios entre las fibras, sin necesidad de refinar excesivamente (el refinado incrementa la resistencia en seco, pero empeora el drenaje en la tela de fabricación aumentando el consumo energético para el secado).

B. Auxiliares

Son aquellos que no modifican de manera importante las propiedades del papel, siendo su misión principal la de **facilitar el trabajo** y **ayudar en el proceso de fabricación**. Los más utilizados son:

- **Antiespumantes.** Su función es la de **eliminar o impedir la formación de la espuma** que se suele producir en diferentes puntos de la máquina de papel, ya que dicha espuma disminuye la calidad del papel y ocasiona roturas y defectos.

La espuma evita la oxigenación del agua, y en circuitos cerrados sin aporte de agua fresca puede ser un problema por el crecimiento de bacterias anaerobias facultativas. Además, la espuma es una emulsión que puede aglutinar carbonato formando depósitos en las superficies de los canales de conducción.

Un antiespumante debe ir acompañado de unas instalaciones bien diseñadas sin saltos de agua ni turbulencias y con unos rociadores "mataespumas" eficaces.

- **Microbicidas.** Estos productos se utilizan para evitar la posible formación de colonias de bacterias u otros microorganismos que se adhieren a las paredes de tinas o circuitos, fieltros y demás elementos de la máquina. Debido a la humedad, estos microorganismos encuentran una zona perfectamente acondicionada para su proliferación y pueden provocar ensuciamiento del papel, roturas en la banda, infecciones, etc.
- **Retentivos.** Los retentivos se añaden en la fabricación del papel para **mejorar la fijación** de diferentes aditivos, finos (trozos de fibra) y cargas, evitando que éstos se vayan por las **aguas blancas del desgote** en la mesa de fabricación, lo que ocasionaría pérdida económica y problemas en los circuitos. Mediante los agentes de retención se consigue incorporar poco a poco al papel componentes que, de no

Formación Fabricación del Papel

hacerlo, pueden generar problemas de depósitos, o pitch, al dejar acumularse en el circuito de aguas coladas y que podrían provocar agujeros o roturas.

Los productos no fibrosos (aditivos o auxiliares) se pueden aplicar de dos formas:

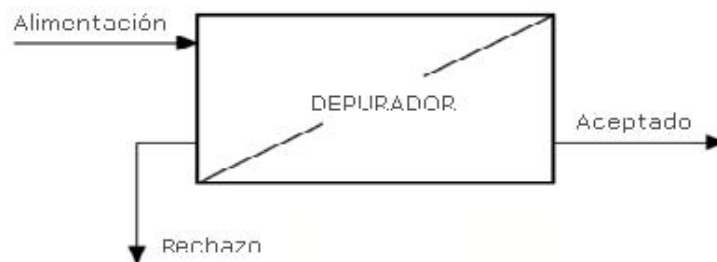
- En "masa": cuando se hace durante el proceso de preparación de la pasta.
- En "superficie": cuando la hoja ya está formada. Para este método se suele utilizar una máquina denominada "Speed Sizer" .

Depuración

En la fabricación de papel es necesario llevar un control de los elementos que pasan a formar parte de la hoja. Durante el proceso de preparación de la pasta, este control se hace mediante unos sistemas de depuración que pretenden separar las fibras, o productos considerados como buenos, de todas aquellas partículas no deseadas que perjudican el papel y que incluso pueden causar problemas en la fabricación.

Los objetivos principales de la depuración son:

- Obtener un papel limpio, sin manchas.
- Evitar roturas y desgastes en la fabricación.



Esquema de depuración primaria.

La depuración es un proceso por el cual se pretende eliminar aquellas partículas que no son deseables durante el proceso de fabricación o en el papel acabado.

La depuración puede realizarse en diferentes momentos del proceso de fabricación del papel: a la salida del púlper, en cabeza de máquina, etc. Dependiendo del tipo de papel se realizará una mayor o menor depuración (por ejemplo, un papel "Ink Jet" requerirá una mayor exigencia en la depuración que un papel de embalaje).

A. Origen y clasificación de las impurezas

Las impurezas se pueden clasificar como:

- Impurezas de **peso** (pesadas y pequeñas): arenas, grapas...
- Impurezas de **tamaño** (voluminosas y ligeras): astillas, pegotes...

El origen de estas impurezas puede ser diferente:

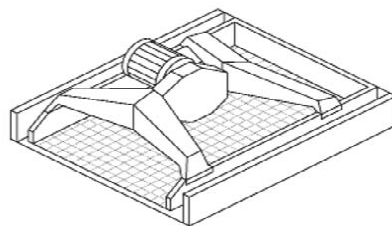
- Propias de la **pasta**: astillas, resinas, cenizas, etc.
- Debidas al **transporte y almacenaje**: arena, alambres, cuerdas, metales, etc.
- Debido a la **fabricación**: limaduras, pastillas, pegotes, aceite, etc.

B. Depuradores

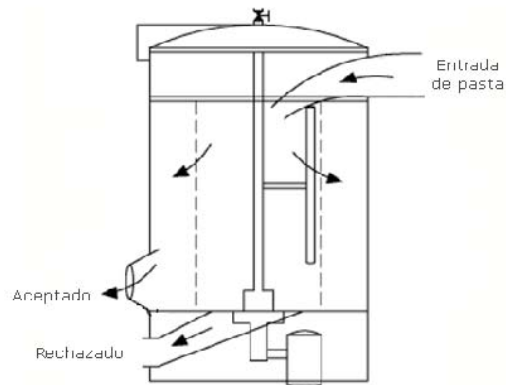
El aparato donde se realiza la depuración se llama **depurador**. Se diferencian dos sistemas de depuración según el modo de trabajar:

- Depuradores "**probabilísticos**" o "**de ranuras y perforaciones**". Este tipo de depuradores elimina las partículas de tamaño relativamente grande. Se basa en las probabilidades de que una partícula atraviese una malla o tamiz perforado. Para pastas se suelen utilizar tamices o mallas con ranuras, y en la fabricación de papel, tamices con perforaciones (agujeros).

El depurador consta de un tamiz con ranuras o agujeros, según sea el caso, que evita que pasen a través de él las partículas voluminosas, separándolas así de las fibras, que son más pequeñas y sí pasan por las ranuras o agujeros. Se pueden encontrar dos tipos de depuradores probabilísticos: planos vibrantes y cerrados a presión.



Formación Fabricación del Papel



- Depuradores **"dinámicos"** o **"ciclónicos"**. Este tipo de depuradores eliminan las partículas más pesadas. El depurador ciclónico, conocido con el nombre de **"cleaner"**, consiste en un cono de material plástico o bien cerámico (más duraderos pero más caros) según la fase de tratamiento y el tipo de cargas que se adicionan en máquina. Tiene una salida superior para la pasta aceptada y una boquilla inferior para las partículas de rechazo.

La pasta es alimentada a una presión de entrada creando una especie de torbellino y, por efecto de la fuerza centrífuga de rotación de la pasta, las partículas más pesadas (impurezas) van hacia la pared, resbalando hacia la boquilla inferior y produciéndose lo que se llama "rechazo". Las partículas más ligeras quedan en capas centrales, para salir finalmente por la parte superior a una presión diferente a la de entrada.



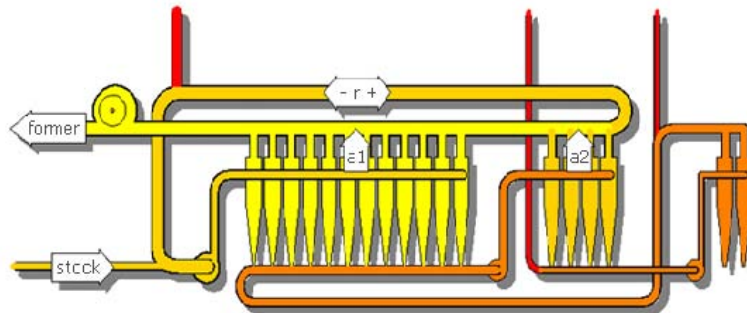
Depurador ciclónico.

Ambos sistemas de depuración son complementarios y necesarios durante la fabricación del papel. Ello es debido a las propiedades y finalidades de trabajo específicos que posee cada uno.

Formación Fabricación del Papel

C. Depuración secundaria

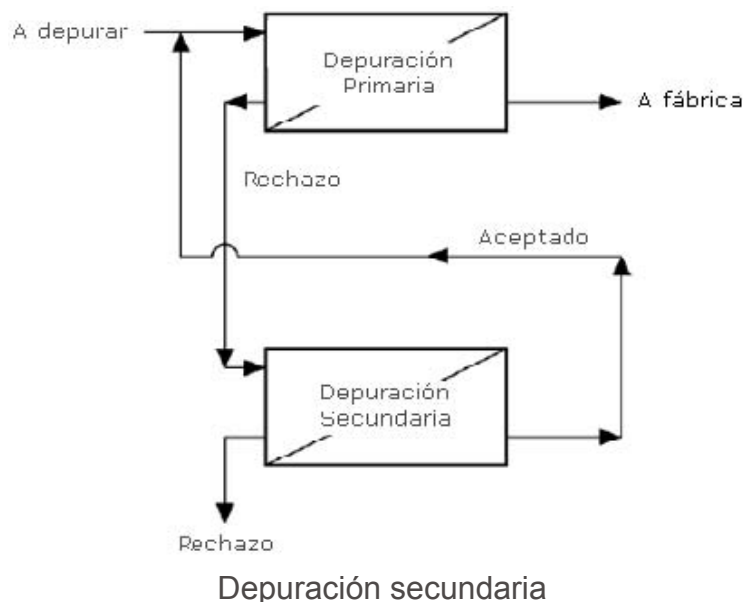
La depuración secundaria consiste en volver a depurar el material de rechazo que viene de la depuración primaria, para asegurarse de que no se pierde mucha pasta durante esta primera fase. Este proceso se puede realizar hasta tres y cuatro veces, para conseguir un mayor rendimiento y una menor eficacia. Cuando el rechazo llega a tener una cantidad despreciable de fibras se puede verter directamente al desagüe.



Depuración en cascada (tres fases).

La pasta aceptada en la depuración secundaria nunca se da por definitiva, sino que se vuelve a depurar.

A continuación se puede ver un esquema donde se observa el recorrido que hace la pasta durante la depuración antes de pasar a la máquina de fabricación.



3. Formación de la hoja

Una vez que se han dado las propiedades necesarias a la pasta de papel y se ha preparado convenientemente la mezcla de materias primas (fibras, aditivos, pigmentos,

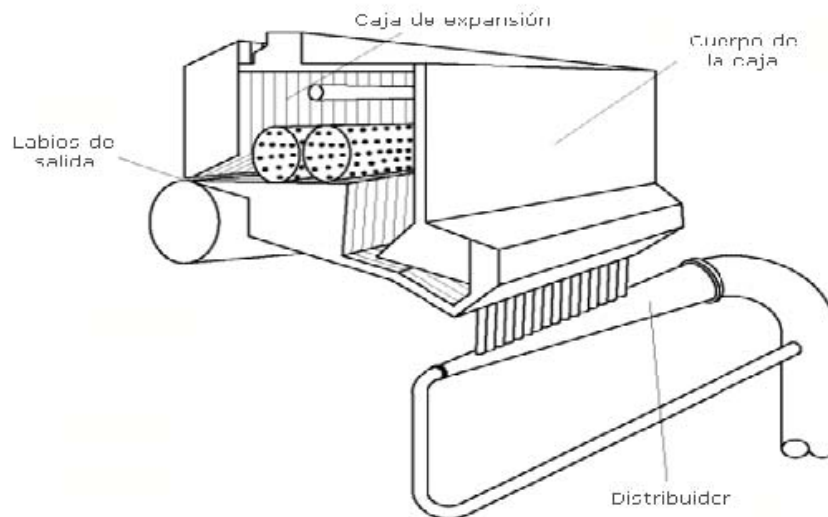
Formación Fabricación del Papel

etc.) en la **tina de mezclas**, las siguientes fases del proceso de fabricación de papel van a ser básicamente iguales para cualquier tipo de papel.

A partir de aquí se realizará la **formación de la hoja**, es decir, se tratará de transformar un caudal de esa pasta diluida en una lámina delgada, ancha y uniforme, con todos los componentes perfectamente distribuidos. Esta lámina constituye lo que más tarde será la **hoja de papel**.

En la industria papelera, se entiende por formación de la hoja a la disposición mediante la cual las fibras se entrelazan unas con otras (esto se puede observar mirando la hoja a transparencia). Esta formación de la hoja se realiza en dos partes bien diferenciadas de la máquina:

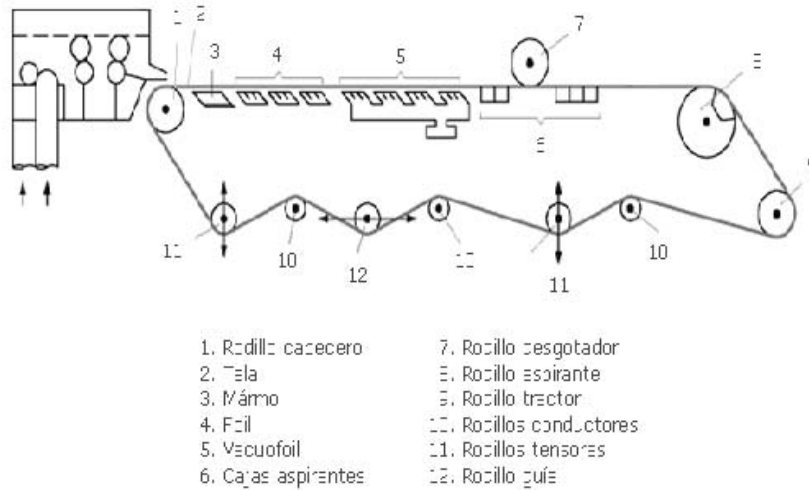
Caja de entrada.



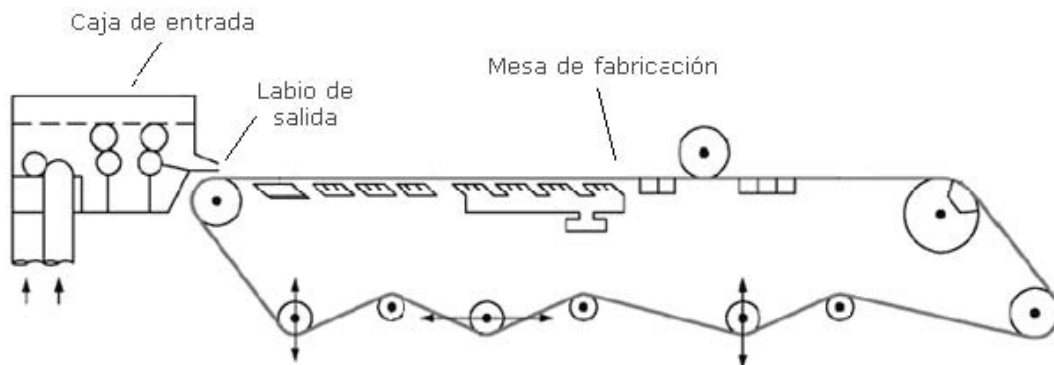
La caja de entrada es la encargada de dar salida a la pasta sobre la mesa de fabricación, en forma de lámina delgada, ancha y uniforme (antes la pasta viene por tuberías circulares).

Formación Fabricación del Papel

Mesa de fabricación.

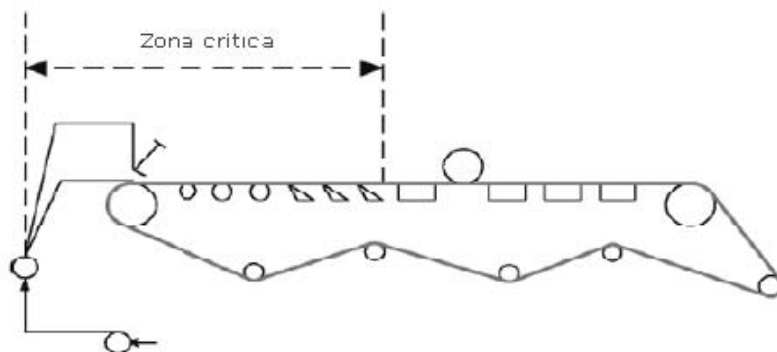


La mesa de fabricación es la encargada de formar la hoja y reducir parte del agua que contiene la pasta.



Máquina de papel (caja de entrada y mesa de fabricación).

En la máquina de papel existe una **zona crítica**



que va desde la entrada de la caja hasta los primeros metros de la mesa de fabricación. En esta zona crítica se puede decir que la hoja queda prácticamente

Formación Fabricación del Papel

constituída fijando su estructura y características principales:

- Distribución de las fibras: debe ser lo más uniforme posible.
- **Orientación de las fibras** en sentido longitudinal (sentido de marcha de la máquina) o en sentido transversal.
- Distribución homogénea de las cargas y finos.

Mesa de fabricación

Como hemos visto, a continuación de la caja de entrada se encuentra situada la mesa de fabricación, que tiene la misión de **deshidratar la pasta** (eliminando una gran cantidad del agua que contiene) y de **formar la hoja de papel**.

Una mesa de fabricación está formada por una serie de elementos que permiten, cada uno a su manera, realizar el proceso de formación de la hoja convenientemente. La pasta, enviada a través del labio de la caja de entrada, se deposita sobre una "tela" sin fin, la cual se encarga de transportar las fibras a lo largo de la mesa de fabricación. Durante ese recorrido se va consolidando la hoja pasando sobre los diferentes elementos, realizando el efecto de **desgote** (eliminación del agua).

Al perder el agua, las fibras quedan depositadas sobre la superficie de la tela, constituyendo lo que será la hoja de papel. El desgote en la mesa de fabricación se realiza en dos etapas:

- **1ª etapa: desgote por gravedad.** En los primeros metros de la mesa, el agua se elimina pasando libremente a través de la tela por efecto de su propio peso (fuerza de gravedad) y por la pequeña depresión que crean algunos elementos de la mesa ("foils", "rodillos desgotadores",...). Las fibras quedan retenidas en la parte superior de la tela.
- **2ª etapa: desgote por vacío.** Cuando ya no es posible eliminar más agua por medio de la fuerza de la gravedad, se utilizan elementos de vacío que, mediante el efecto de una fuerza aspirante, eliminan el agua que hubiera quedado entre las fibras. Dichos elementos son los "vacuofoils", las "cajas aspirantes" y los "cilindros aspirantes", colocando los más enérgicos al final. Se puede lograr hasta un 20% de sequedad.

A. Clasificación de las mesas de fabricación

Las mesas de fabricación de papel se pueden clasificar en:

- **Mesa plana convencional.** En este tipo de mesa, la cara inferior de la lámina de pasta, llamada **cara tela**, está apoyada sobre la tela, mientras que la cara superior, llamada **cara fieltro**, queda libre.

El desgote del agua se produce en un solo sentido, es decir, hacia abajo. Debido a esto, las dos caras del papel tienden a tener una configuración diferente, soliendo ser más rugosa la cara tela que la cara fieltro.

- **Mesa de doble tela.** En este tipo de mesa, las dos caras de la hoja están en contacto con la tela. En este caso es posible dirigir el desgote del agua tanto hacia arriba como hacia abajo con ayuda de cajas aspirantes. De esta forma

Formación Fabricación del Papel

se obtiene una hoja más simétrica y con las dos caras más igualadas.

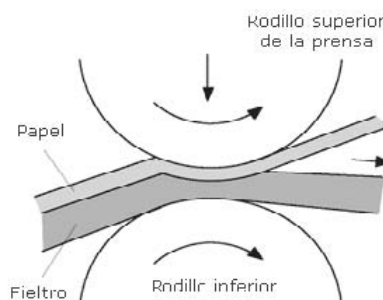
4. Prensado en húmedo

En la mesa de fabricación de papel, con ayuda de una serie de elementos desgrotadores, es posible eliminar una parte del agua contenida la hoja. Posteriormente, a lo largo de su recorrido hasta su formación total, el papel necesita ir eliminando el resto del agua que contiene.

El procedimiento de secado que se utiliza inmediatamente a continuación de la mesa de fabricación es el llamado **prensado húmedo**, y puede considerarse por tanto como una continuación del proceso de eliminación del agua que se había comenzado en la mesa de fabricación.

La hoja de papel, al salir de la mesa de fabricación y entrar en la sección de prensas, tiene una **consistencia** aproximada de un 20%, es decir, contiene aproximadamente un 80% de agua. Al final de la operación de prensado quedará, aproximadamente, con un **60% de agua**. En este proceso, la hoja es transportada a través de unos rodillos que la presionan, los cuales consiguen extraer hasta un 20% más del agua y, a la vez, le dan al papel unas condiciones superficiales y de resistencia favorables para su posterior utilización.

En la sección de prensado, la hoja es transportada a través de una serie de prensas donde se elimina gran parte del agua y se consolida la hoja (la fibras son forzadas a un contacto íntimo) para facilitar posteriormente la operación de secado. El prensado húmedo se realiza haciendo pasar la hoja, en contacto con un **fieltro**, entre dos rodillos.



Contacto de hoja y fieltro en el prensado húmedo.

Una especie de operación de prensado ya se realizaba hace muchos años cuando las amas de casa hacían pasar su ropa lavada, por medio de una manivela, a través de unos rodillos. De esta forma conseguían eliminar gran parte del agua y a la vez estirla.

El **fieltro** es un tejido que gira alrededor de los rodillos de las prensas y que se encarga de transportar la hoja y absorber el agua gracias a su alto poder de absorción. A lo largo de su recorrido será lavado y secado para un nuevo contacto con el papel.

Los **rodillos** se encargan de aplicar la presión sobre el papel, el cual deja salir el agua

Formación Fabricación del Papel

que es absorbida por el fieltro para ser evacuada a continuación.

Las funciones principales de la operación de prensado son:

Extracción de la mayor cantidad de agua posible, uniformemente a todo lo ancho de la máquina.

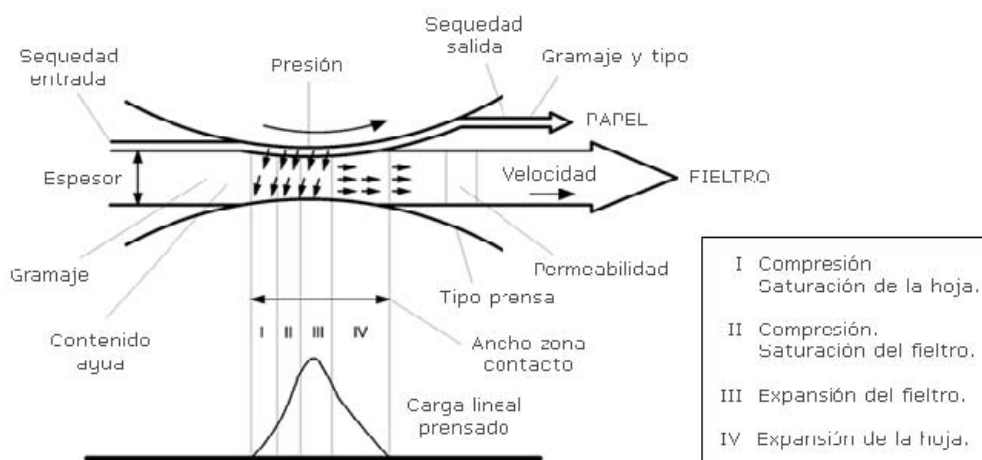
Altos niveles de eficiencia y maquinabilidad, dando mayor resistencia mecánica a la hoja en la zona de prensas o parte húmeda.

Ahorro energético en la operación posterior de secado.

Maximizar la calidad de la hoja suministrando lisura superficial al papel sin reducir el espesor del papel en exceso y asegurando una igualdad de caras.

Fases del prensado

Una de los objetivos principales del prensado es el **desgote** del papel, que dependerá de diferentes parámetros (presión, **gramaje** del papel, velocidad, contenido de agua, etc.). El proceso de prensado de papel se puede dividir en **cuatro fases** bien diferenciadas según el comportamiento de los elementos.



Principales parámetros que inciden en el desgote de la hoja.

Las cuatro fases del prensado son:

Compresión y saturación de la hoja (fase I). Comprende desde que la hoja entra en la zona de prensado hasta el punto en que ésta alcanza la **saturación**. En esta fase, debido a la compresión, el aire sale de los poros del papel, los cuales son ocupados por el agua. El agua va llenando la hoja hasta que ésta queda saturada, es decir, llega a contener la mayor cantidad de agua que es capaz de admitir. En esta fase la presión del agua no aumenta y el agua todavía no pasa de la hoja al fieltro.

Compresión y saturación del fieltro (fase II). Comprende desde la saturación con agua de la hoja hasta el punto de presión máxima del agua (hacia la mitad de la zona

Formación

Fabricación del Papel

de prensado), que es donde el fieltro alcanza la saturación. Al llegar a esta fase la hoja ya está saturada, y el aumento de presión hidráulica provoca un movimiento del agua del papel hacia el fieltro, es decir, se produce el desgote del papel. El fieltro comienza a absorber agua hasta su saturación.

Expansión del fieltro (fase III). Comprende desde el punto en que la presión hidráulica (presión del agua) es máxima hasta el punto de máxima sequedad de la hoja. En esta fase, la zona de prensado se expande hasta que la presión del fluido en el papel se anula. El fieltro se expande más rápido que la hoja por lo que éste succiona el agua. El desgote del papel continúa hasta el punto en que la hoja elimina la mayor cantidad de agua posible.

Expansión de la hoja (fase IV). Comprende desde el punto de máxima sequedad de la hoja hasta la separación de ésta del fieltro. En esta fase, el papel y el fieltro se descomprimen y el papel ya no se encuentra saturado. La presión hidráulica se convierte en "negativa", es decir, se produce un vacío de manera más acentuada en el papel, lo que produce un flujo de agua de retorno desde el fieltro hasta la hoja. Este último comportamiento del retorno del agua hacia el papel debe procurarse evitarse y para ello se debe cumplir:

- Una zona de contacto estrecha para reducir el tiempo de retorno del agua.
- Una separación rápida del papel y el fieltro.

Variables del prensado

Las principales variables que afectan a las prestaciones y funcionamiento de las prensas se resumen a continuación:

- Tipo de prensas y configuración.
- Velocidad de la máquina: a bajas velocidades hay que trabajar con bajas presiones, mientras que a altas velocidades se trabaja con altas presiones.
- Presión en la zona de prensado: a medida que las máquinas van siendo más rápidas las presiones van siendo mayores.
- Humedad de la hoja a la entrada de la prensa: un papel más seco puede soportar mayores presiones mientras que un papel muy húmedo reventaría.
- Humedad del fieltro: cuanto más seco está el fieltro, más tarda en saturarse y más agua es capaz de desgotar.
- Tipos de fieltro y conservación: acertar con el fieltro adecuado y mantenerlo en buenas condiciones favorece mucho la sequedad del papel.
- Propiedades del papel (composición, grado de refinado, compresibilidad, gramaje, temperatura, etc.).

Tipos de prensas

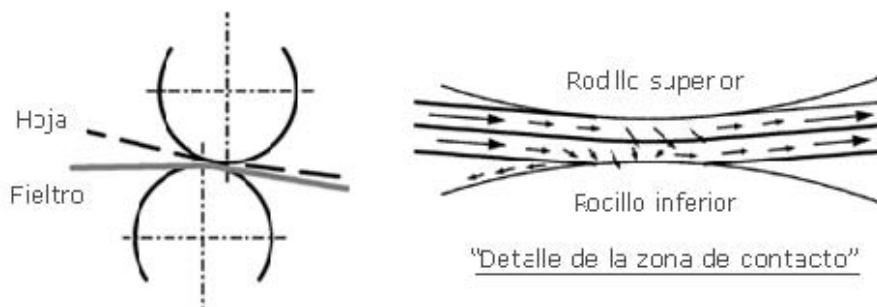
Lo más importante a la hora de diseñar una prensa es hacerlo de tal manera que se facilite el desgote de la hoja. Por eso, es muy importante proporcionar al agua que sale

Formación Fabricación del Papel

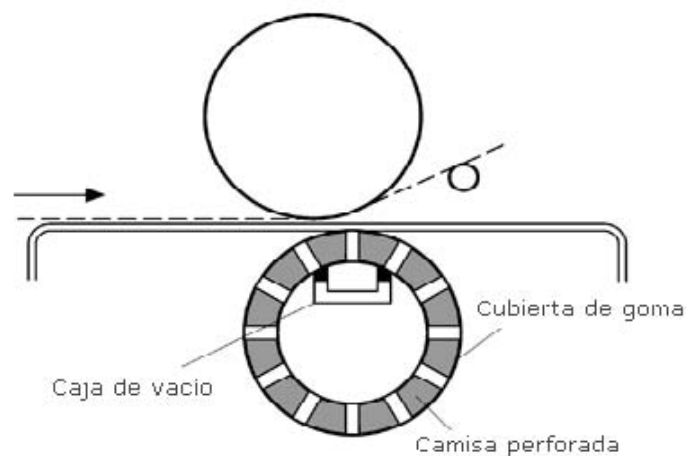
de la zona de prensado el camino más corto para su evacuación.

Teóricamente, la distancia más corta para el desgote coincide con el espesor del fieltro, por eso, el flujo principal de agua debería ser perpendicular al mismo y lo más vertical posible. De acuerdo con la forma de facilitar el desgote se puede hacer la siguiente clasificación de las prensas:

- ✓ Prensas lisas.

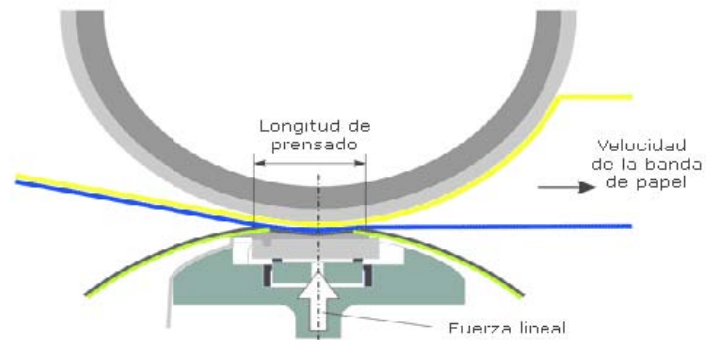


- ✓ Prensas aspirantes.



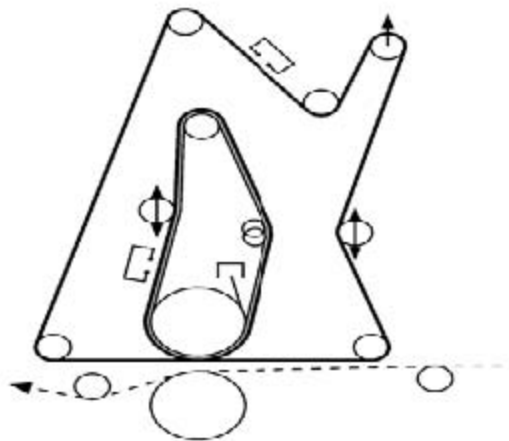
- ✓ Prensas de zapata.

Formación Fabricación del Papel

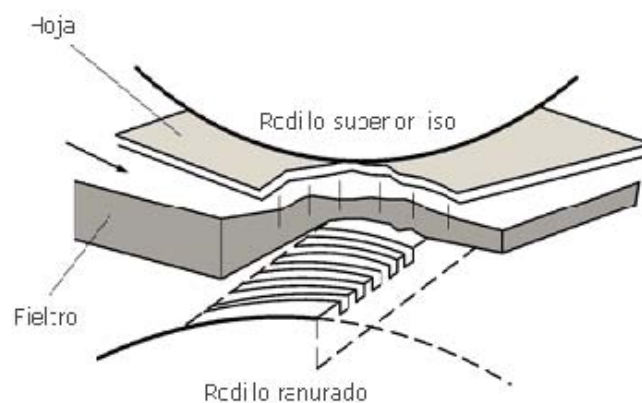


✓ Prensas transversales:

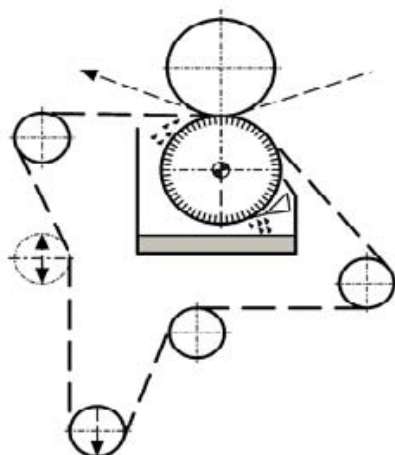
- Prensa "fabric".



- Prensa con rodillos ranurados.



✓ Prensa de rodillos de agujeros ciegos.



5. Secado

Cuando el papel sale de la sección de prensas, su contenido de agua suele ser de un 60%. A partir de aquí no es posible eliminar más agua por medios físicos, sino que la única manera de hacerlo será mediante la aplicación de **calor**. Esto se realiza con la operación de **secado**, con la cual se conseguirá reducir la humedad del papel hasta un **5% de agua**, que es el contenido que debe tener al final del proceso de fabricación.

La operación de secado se realiza en una sección conocida como **sequería**, y en ella el calor hace que el agua de la hoja se evapore dejándola seca. Al final de esta operación, el papel habrá eliminado prácticamente la totalidad del agua que tenía, quedando con una ligera humedad (aproximadamente el 5%) deseada en su composición final para mantener su elasticidad.

La operación de secado es la más costosa dentro de la fabricación de papel. Por eso, es necesario tener una serie de cuidados durante el desarrollo de la misma para reducir al máximo sus costes.

El agua que se encuentra en el papel antes de ser eliminada es de tres tipos, tal como se recoge en la siguiente tabla:

TIPOS DE AGUA EN EL PAPEL ANTES DEL SECADO	
Agua embebida	Es aquella que está ocupando los huecos del papel. Se encuentra en un 20-30%. Es fácil de eliminar.
Agua capilar	Es aquella que proviene del refino. Se encuentra ocupando las zonas amorfas de las fibras. Oscila entre 6-8%. Es más difícil de eliminar.

Formación Fabricación del Papel

Agua coloidal

Es la que está formando parte de los compuestos químicos (hidratos de carbono).

Su contenido es de un 0-6%.

No se elimina en la sequería.

El secado del papel consiste en aplicar una gran cantidad de calor a la hoja, mediante el método apropiado, con el propósito de elevar su temperatura hasta conseguir la **evaporación del agua**. Se trata de un procedimiento químico, ya que provoca un cambio de estado de líquido a vapor.

En la operación de secado se produce:

- Una **transferencia de energía** (aplicamos calor a la hoja).
- Una **transferencia de masa** (agua en forma de vapor que debemos eliminar rápidamente hacia la atmósfera).

Por otra parte, la efectividad en la evaporación del agua depende de:

- La temperatura.
- La calidad del aire ambiental.
- La circulación del aire en la sequería.

Con la operación de secado se pretende obtener:

- Una **formación homogénea de la hoja**.
- Un **perfil homogéneo de secado**.
- Una **distribución regular de la temperatura a la hoja**.
- Una **ventilación eficaz y equilibrada**.

Mecanismos de secado

La transmisión del calor empleado para calentar la hoja en la operación de secado se produce principalmente de dos maneras:

- Por **conducción**. Se realiza a través del cuerpo (de molécula a molécula).
- Por **convección**. Es la forma de propagarse el calor en los fluidos (líquidos y gases). Los fluidos, al calentarse tienen menos densidad que cuando están fríos, por lo que tienden a subir.

Formación

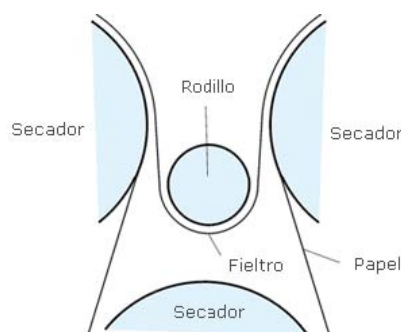
Fabricación del Papel

Si cogemos una barra de metal con la mano y la calentamos por el otro extremo, el calor avanza a través de la barra hasta que notamos el calor en el extremo por el cual la estamos agarrando. En este caso, el calor se transmite por "conducción".

Cuando ponemos la calefacción en casa, el aire se calienta, por lo que sube a las partes más altas de la habitación desplazando hacia abajo el aire frío. El aire frío se va calentando del mismo modo hasta que todo el aire de la habitación se encuentre a la misma temperatura. Estamos ante una transferencia de calor por "convección".

Basándose en los distintos métodos de transmisión del calor, existe una amplia variedad de equipos de secado en la fabricación de papel:

- **Secado por aire a través.** Mediante el paso de aire caliente a través de la estructura porosa del papel. Se utiliza en papel tissue, papel de toallas, papel para filtro...
- **Secado con cilindro Yankee.** Mediante contacto del papel sobre un cilindro de grandes dimensiones calentado con vapor. Se utiliza en papel carbón, papel glassine, papel para envolver el pan,...
- **Secado por chorro de aire.** Mediante el choque de un chorro de aire caliente sobre la cara del papel. Se utiliza para secar los revestimientos en muchos tipos de papel.
- **Secado infrarrojo.** Se utiliza para el secado de los recubrimientos y para el presecado de la hoja. Es muy empleado en papeles estucados.
- **Secado con cilindros calentados (sequería multicilíndrica).** Es el método general empleado en el secado de cualquier tipo de papel. Consiste en una serie de cilindros de diámetro variable y calentados con vapor. El papel queda en contacto con los cilindros superiores por una cara y, con los cilindros inferiores por la otra, permitiendo el secado por ambas caras. En este método de secado se utilizan fieltros (excepto en la fabricación de cartón) para mantener la hoja en contacto con los cilindros.



Secado por cilindros secadores (sequería multicilíndrica).

Formación

Fabricación del Papel

El vapor

El vapor es un gran transportador de energía que presenta las siguientes **ventajas**:

- Para su producción se utiliza agua (hay gran cantidad, es económica y fácil de obtener).
- Es muy controlable (a cada temperatura le corresponde una energía específica y un volumen específico).
- Transporta grandes cantidades de energía por unidad de masa, y es de fácil distribución y control.

TIPOS DE VAPOR SEGÚN SU CALIDAD	
Vapor saturado	Es un vapor formado en su totalidad por agua evaporada, es decir, no contiene gotas de agua.
Vapor húmedo	Es un vapor que contiene gotas de agua en suspensión. Este vapor aumenta la erosión en las tuberías y reduce la transferencia de calor.
Vapor recalentado	Es el vapor que se encuentra a temperaturas superiores a la del vapor saturado, asegurando así que no contiene gotas de agua.

Es importante que el vapor no contenga impurezas (restos de sólidos procedentes de la misma agua, corrosión de las tuberías, restos de soldaduras...). Para eliminar estas impurezas se instalan filtros en las tuberías. Tampoco puede transportar ni gotas de agua (producen corrosión en las tuberías) ni aire (efecto negativo en la transferencia de calor), y para eliminarlos se instalan purgadores.

Como hemos visto, la evaporación del agua del papel se realiza por el calentamiento de éste al entrar en contacto con el metal caliente de los rodillos secadores. Estos rodillos, a su vez, son calentados introduciendo en ellos vapor. Este vapor proviene de una **caldera** y es conducido por una tubería hasta la entrada del cilindro, en cuyo interior se introduce mediante una "caja de vapor", que es la que une el secador con la tubería.

Para evitar condensaciones en las tuberías durante la conducción del vapor hasta los cilindros secadores se utiliza el **vapor recalentado**.

VAPOR SATURADO Y VAPOR RECALENTADO

Cuando calentamos el agua a una presión determinada, su temperatura se eleva hasta alcanzar el **punto de ebullición** o **temperatura de saturación**, que es cuando comienza a hervir. El calor necesario para realizar este aumento de temperatura se denomina **calor sensible**. Una vez alcanzado el punto de ebullición del agua, todo el calor que se le aplique a partir de entonces será utilizado para realizar el cambio de estado de líquido a vapor. Este calor se denomina **calor latente**.

El vapor de agua puro es un gas invisible, pero cuando el agua hierve, el vapor suele arrastrar minúsculas gotas de agua, lo que hace que pueda verse. En este caso se dice que el vapor está húmedo. Cuando el aire, a una temperatura determinada, absorbe vapor de agua hasta que no es capaz de admitir más cantidad de agua, se dice que el vapor está saturado, es decir, ha alcanzado el **grado de saturación**.

El vapor saturado es el que se encuentra a la temperatura de saturación. Si este vapor se calienta aún más (sin variar la presión y sin que se produzca cambio de estado), por encima de la temperatura de saturación, el resultado será un vapor recalentado.

El vapor recalentado, al entrar en los secadores y tomar contacto con las paredes de los cilindros cede calor a través de ellas, disminuyendo su temperatura hasta alcanzar la de saturación. A esta temperatura el vapor se condensa (aparecen gotas de agua), con lo cual nos devuelve el calor (latente) que previamente se le había dado en la caldera.

APLICACIÓN DEL VAPOR	
EN LA CALDERA	EN LOS SECADORES
Agua + Calor → Vapor	Vapor → Agua + Calor

A. Ventilación de la sequería

Durante el secado, el vapor que se forma al evaporarse el agua contenida en la hoja de papel se mezcla con el aire que rodea a la sequería. Al aumentar la temperatura del aire, éste eleva a su vez la capacidad de admitir vapor de agua (aumenta su temperatura de saturación), mejorando por tanto la velocidad de secado.

Sin embargo, este aire, a medida que absorbe el agua, tiende a saturarse, llegando a un punto en el cual no es capaz de recibir más cantidad de vapor procedente de la evaporación del agua del papel, con la consecuencia de que se retrasa el secado. Por esta razón, es necesario mantener el aire que rodea a la sequería caliente y seco. Esto se realiza extrayendo el aire saturado de vapor.

Formación Fabricación del Papel

Condensados

Hemos visto que el vapor cede calor al papel a través de los cilindros secadores y que, al perder calor, el vapor empieza a condensarse en gotas de agua que se depositan en el interior del cilindro. Estas gotas de agua es lo que se conoce como "condensados".

El comportamiento de los condensados, según la velocidad de la máquina, puede ser de tres tipos, tal como se recoge en el cuadro siguiente:

DISPOSICIÓN DE LOS CONDENSADOS	
Régimen de balsa	Se da cuando la velocidad de rotación del secador es lenta. Los condensados se acumulan en el fondo del secador por efecto de la gravedad.
Régimen de cascada	Al aumentar la velocidad, los condensados comienzan a subir adheridos a la pared del secador, aunque vuelven a caer por su propio peso, ya que la velocidad de rotación no es lo suficiente elevada.
Régimen de anillo	A velocidades de rotación suficientemente altas, los condensados se adhieren a la pared debido a la fuerza centrífuga, formando una capa de espesor uniforme en forma de anillo por la pared interna del secador. Para estos casos se dispone de barras de turbulencia , que son una serie de barras montadas en el interior del cilindro secador que permiten romper el anillo de condensado, permitiendo una mejor evacuación de los condensados, y mejorar el perfil de transferencia de calor.



Los condensados pueden perjudicar el funcionamiento de los secadores produciendo:

- Un **aumento de peso en los rodillos**, entorpeciendo la marcha y demandando más consumo de energía.
- Una **reducción en la efectividad de transmisión del calor**, sobre todo en los cilindros inferiores, ya que el papel toma contacto con ellos en el punto donde los condensados tienden a quedar depositados (en los regímenes de balsa y cascada).

Formación Fabricación del Papel

Es necesario extraer el agua condensada del interior de los secadores para evitar problemas durante el secado.

6. Estucado del papel

El papel, cuando termina su formación, tiene una superficie que no es la más adecuada para la impresión de la tinta. Para mejorar su calidad superficial con objeto de poder aplicar tintas de impresión de una manera fácil y eficaz, se realiza una operación muy importante, denominada **estucado**, que consiste en aplicar una especie de pintura que proporciona a la hoja la lisura y el brillo necesario para que la tinta se adapte bien al papel.

El papel tiene una estructura porosa debido a las fibras. Por eso, cuando el papel entra en contacto con la tinta de impresión, ésta tiende a extenderse en todas direcciones. Para evitar esto, es necesario conseguir una superficie **lisa y uniforme**.

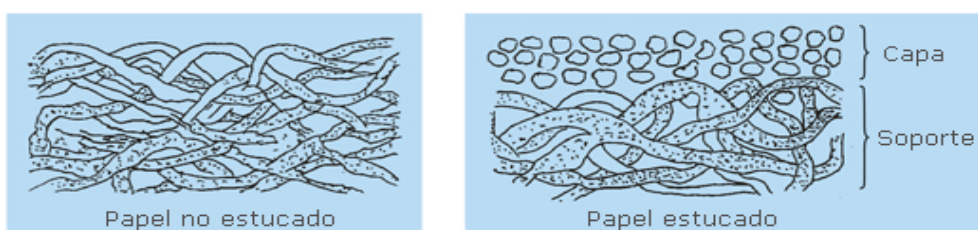
Con el fin de eliminar o tapar las cavidades del papel (macroporos) se le aplican una serie de aditivos que mejoran su superficie, haciéndola más lisa, con vistas a una buena impresión, disminuyendo las cavidades a un tamaño muy pequeño (microporos) aunque suficiente para que la tinta pueda introducirse en el papel. A la vez, también se le proporciona propiedades como brillo, opacidad, lisura y blancura.

Esta operación es lo que se llama **estucado**, y se realiza exclusivamente en los papeles destinados a la impresión o escritura.

El estucado se puede definir como la operación consistente en cubrir la superficie de un papel o cartón con un material en estado líquido dándole a la hoja una serie propiedades adecuadas para la impresión.

Con la operación de estucado se consiguen, principalmente, una serie de **ventajas** con respecto a un papel no estucado, como son:

- Mayor nitidez en las imágenes impresas.
- Papel más opaco.
- Consumo más reducido de tintas.
- Mejor limpieza en los contornos.



Estructura del papel estucado y del papel no estucado.

El papel estucado adquiere una gran cantidad de propiedades, como son:

- Alta resistencia al agua.
- Bajo poder absorbente, lo cual hace que se consuma menos tinta a la hora de imprimir.
- Superficies muy finas.
- pH alcalino, lo cual proporciona mayor facilidad para el secado de tintas.

Elementos que intervienen en el estucado

El estucado consiste en aplicar una especie de pintura, denominada **salsa**, en la superficie del papel. En dicha operación intervienen, por tanto, tres elementos sin los cuales no sería posible realizar la operación que son:

- El **soporte** (papel).
- La **salsa**.
- La **estucadora**.

A continuación vamos a explicar brevemente lo que es cada uno, para en apartados posteriores, profundizar más sobre ellos.

A. Soporte

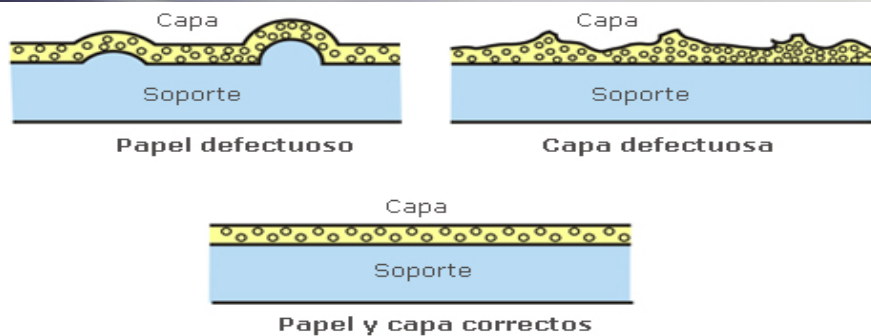
Cuando hablamos de soporte en la operación de estucado nos estamos refiriendo al **papel** en el cual se realiza la operación. Éste se presenta como un cuerpo poroso, compuesto de fibras y cargas, con más o menos espacios vacíos.

El soporte deberá ser:

- Homogéneo.
- Resistente.
- De espesor uniforme.
- Opaco.
- Limpio.
- Con las caras igualadas.

Para conseguir que el tratamiento sea efectivo, la superficie del papel tiene que tener una buena formación, sin defectos.

Formación Fabricación del Papel



Formación del estucado en el soporte.

B. Salsa de estucado

La salsa de estucado es el material o compuesto que se aplica sobre la superficie del papel, y que está formada por:

- Pigmentos.
- Ligantes.
- Aditivos auxiliares.

A la hora de aplicar dicha salsa, ésta se encuentra en estado líquido, más o menos viscoso, para poder extenderla con facilidad. Finalmente se seca mediante la evaporación del agua permaneciendo una capa de estuco sólida. La salsa de estucado se prepara en una sección que se denomina **cocina**.

C. Estucadora

La estucadora es el elemento donde se aplica la salsa de estucado, previamente fabricada en la cocina, sobre la superficie del papel. Se compone de:

- Una cubeta donde se deposita la salsa que se renueva continuamente.
- Un sistema de filtrado.
- Un dispositivo para aplicar y dosificar el baño (Backing-Roll).
- Un dispositivo para igualar la capa aplicada (cuchilla, rodillo, cuchilla de aire, etc.).
- Un sistema de secado.

Existen diferentes sistemas de aplicación de la salsa, los cuales se pueden realizar en la misma máquina de fabricación de papel o fuera de ella. Cada uno de estos métodos presenta una serie de ventajas con respecto al otro. Más adelante veremos los diferentes sistemas que se utilizan dentro o fuera de la máquina y las ventajas de cada uno.

Formación

Fabricación del Papel

Según el lugar en que se realiza la operación, se distinguen dos modos de estucado:

- Estucado "en máquina": la estucadora se encuentra dentro de la máquina de fabricación de papel.
- Estucado "fuera de máquina": la estucadora se encuentra fuera de la máquina de fabricación de papel.

Estucado en máquina

El método de estucado en máquina se caracteriza porque la estucadora se encuentra instalada dentro de la propia máquina de papel y se utiliza cuando **no se requiere una calidad muy exigente** en el estucado.

Con estas máquinas se consigue un estucado brillante o mate, aunque lo más habitual es obtener **papel estucado mate**. Si se desea un mayor brillo se le realiza posteriormente un **calandrado** que, mediante un fuerte alisado de la superficie del papel, le proporciona más brillo. Este tipo de estucado se utiliza para libros de enseñanza, folletos, libros de instrucciones, etc.

En el siguiente cuadro se indican las ventajas y desventajas de este tipo de estucado.

ESTUCADO EN MÁQUINA	
Ventajas	Se evita el transporte de la bobina, reduciendo el riesgo de dañado. Se evita el almacenado intermedio de las bobinas de papel hasta su posterior aplicación del estucado. Ocupa menor espacio. Reduce la mano de obra.
Desventajas	Menor capa. Menos lisura superficial.

Hay varios sistemas de estucado en máquina, entre los cuales cabe destacar:

- **Size-press.**
- Estucadora de rodillos (Gate-roll).
- Estucadora de labio soplador.

Formación

Fabricación del Papel

- Estucadora de varilla.
- Estucadora de cuchilla.

Estucado fuera de máquina

El método de estucado fuera de máquina se caracteriza porque se realiza como una operación completamente separada de la máquina de papel, en otro punto de la fábrica; es decir, que la estucadora no pertenece a la máquina de papel. Con este método se obtiene lo que se conoce como **papel estucado tradicional**.

Uno de los métodos más antiguos es el de la "estucadora de cepillos". Con él, la capa de estucado se aplica con un cepillo, pulverizador o rodillo. La hoja pasa, a continuación, por un rodillo, y la capa se homogeneiza mediante una serie de cepillos que se mueven transversalmente al sentido de movimiento del papel.

Uno de los sistemas más especializados en el estucado fuera de máquina es el conocido como **estucado de alto brillo**, principalmente empleado en papeles para etiquetas y embalajes de alta calidad. En este sistema, durante la fase de secado, el papel se prensa sobre un cilindro de gran diámetro y con una elevada temperatura, donde se consigue su excepcional brillo y lisura, no siendo necesario el calandrado. El acabado brillante en los papeles de este tipo se consigue por calor.

En el siguiente cuadro se indican las ventajas y desventajas de este tipo de estucado:

ESTUCADO FUERA DE MÁQUINA	
Ventajas	<ul style="list-style-type: none">• Gran flexibilidad, pudiendo trabajar con diferentes condiciones de estucado, diferentes tipos de papel, etc.• Al estar fuera de la máquina de fabricación, no le afecta para nada su funcionamiento (velocidad, paradas por avería, etc.).• Proporciona mayor calidad en el estucado.

Se conocen dos sistemas de estucado de alto brillo:

- Sistema Warren.
- Sistema Champion.

Variables que intervienen en la capa de estucado

Formación

Fabricación del Papel

En el momento de realizar la aplicación de la salsa sobre el papel, la capa resultante va a estar condicionada por una serie de factores que es necesario regular:

- La **viscosidad de la salsa**. Esta variable depende de los siguientes factores:
 - La temperatura.
 - El tipo de ligante.
 - El porcentaje de materia sólida.
 - La velocidad de cizallamiento.
 - Los espesantes.
- Las **características de la cuchilla**. En el empleo de la cuchilla, que suele ser de acero, influye:
 - La forma.
 - El espesor.
 - La longitud.
 - La elasticidad (una cuchilla flexible permite la aplicación de mayor cantidad de capa).
 - El ángulo de aplicación (ángulo de contacto sobre el rodillo aplicador).
 - La presión aplicada sobre la capa.
 - La altura libre.
- El **rodillo de apoyo**. Respecto al rodillo podemos decir que influye:
 - La dureza del material.
 - La lisura de su superficie (cuanto mayor lisura tenga el rodillo, mayor lisura se conseguirá en el papel).
 - Las deformaciones que puede sufrir.
 - El tipo de recubrimiento.

Defectos más notables en el estucado

Al final de una operación de estucado suelen aparecer y se pueden observar una serie de defectos que, gracias a la experiencia y el avance de la tecnología, va siendo posible corregir e incluso eliminar por completo.

A continuación se recoge una lista de aquellos defectos que se dan con más frecuencia:

DEFECTOS MÁS FRECUENTES EN EL ESTUCADO

Formación

Fabricación del Papel

- Suciedades o motas en la superficie.
- Capa mal extendida.
- Marcas de fibras.
- Marcas de rodillos.
- Pegotes o cuerpos extraños (salpicaduras).
- Fajas oscuras (rodillos que no giran).
- Pegaduras (empalmes).
- Superficie áspera.
- Cráteres de espuma (demasiado antiespumante).
- Manchas de colorantes y grasas.
- Cortaduras en las orillas.
- Roturas y agujeros.
- Mala dispersión del pigmento (ojos de pez).
- Látex mal disperso (piel de naranja).
- Olores extraños.
- Capa quebrada.

7. Calandrado

Hay papeles que, tal y como salen de la máquina de papel y tras pasar por un proceso de estucado, ya son aptos para su utilización en procesos de impresión de tintas. Sin embargo, muchos otros, sobre todo aquellos que requieren un elevado acabado superficial, se les hace pasar por una operación denominada calandrado.

Con la operación de calandrado se pretende mejorar principalmente el **brillo del papel** y las **propiedades de impresión**. En la siguiente figura se puede ver una vista general de la máquina que realiza este proceso, y que se denomina **calandra**.



Vista general de la calandra.

La calandra consta de una **serie de rodillos** (normalmente 12) colocados uno sobre otro y que giran haciendo pasar la hoja de papel entre ellos. Normalmente se alterna un rodillo de material duro (acero) y otro rodillo recubierto de material blando (material fibroso), siendo los de metal los que proporcionan el brillo al papel.

Tipos de calandrado

El acabado del papel, lógicamente, no siempre es el mismo. El cliente es el que marca el tipo de acabado requerido dependiendo de la utilización que le vaya a dar.

Formación Fabricación del Papel

Los objetivos primordiales del calandrado son homogeneizar el espesor y dar uniformidad a la superficie del papel para conseguir una correcta absorción de tintas; sin embargo, no siempre es imprescindible ni deseado aumentar el brillo, ya que al aumentar éste disminuyen otras características del papel, como la blancura y la opacidad. También, en según que tipos de productos, un brillo en el papel impreso causa dificultades a la hora de leerlo.

Según el tipo de acabado obtenido con el calandrado se distinguen tres tipos de calandrado:

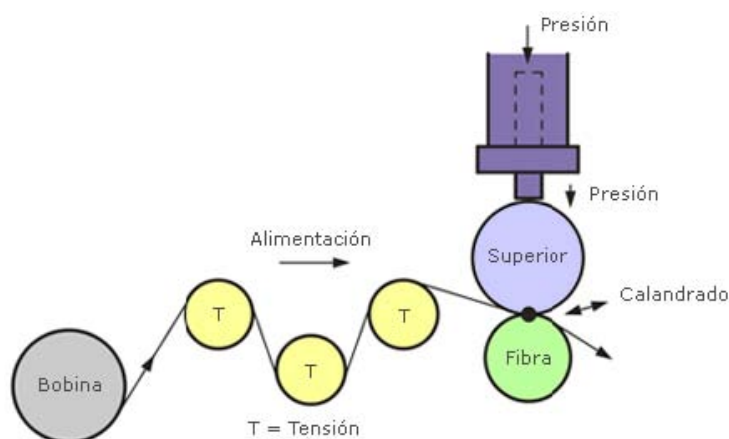
- **Calandrado semimate.** Se denomina así a cualquier técnica de calandrado usada para producir una superficie lisa (uniformizar la superficie y el espesor) con un aumento mínimo de brillo. Utiliza una calandra con menos rodillos (normalmente cuatro).
- **Calandrado de brillo.** En este caso, el papel pasa a través de una serie de zonas de prensado formadas por un rodillo relativamente blando y un rodillo muy liso, de acero rectificando, a alta temperatura.
- **Calandrado de alto brillo.**

Presión de calandrado

Como ya hemos visto, durante el calandrado el papel pasa a través de una serie de rodillos colocados verticalmente que efectúan una presión sobre el papel en el punto de contacto. Esta presión se logra por efecto de dos factores:

- El propio **peso de los cilindros.**
- Una **carga adicional** sobre el cilindro superior, producida por un cilindro hidráulico.

Por tanto, regulando la presión en el cilindro hidráulico se consigue controlar la presión que los rodillos ejercen sobre el papel siempre que sea necesario.



Presión en el papel producida por los rodillos.

La presión actúa **comprimiendo el papel** entre los rodillos y esto hace que se obtenga una lisura y densidad uniforme en todo lo ancho del papel.

Características del papel calandrado

Formación

Fabricación del Papel

En este apartado veremos una serie de características en las cuales interviene el calandrado y que van a tener influencia en las posteriores utilidades que se den al papel:

- **Lisura.** Es un aspecto muy importante a la hora de imprimir sobre el papel y uno de los objetivos fundamentales del calandrado. Cuanto mayor sea la lisura mayor será el brillo y la absorción de tintas.
- **Espesor.** Con el calandrado disminuye el espesor del papel, a la vez que le da uniformidad en todo lo ancho de la hoja. El espesor se mide con calibres o micrómetros de alta precisión.

Características ópticas. Son una serie de características que se observan en función de la luz a que éste sea sometido. Tendremos en cuenta cuatro:

Color. Cuando la luz se refleja sobre el papel nosotros recibimos radiaciones (colores). Si el papel sólo refleja radiaciones de un determinado color (absorbe las demás), nosotros veremos el papel de ese mismo color.

Blancura. Cuando el papel refleja todas las radiaciones (colores) en la misma proporción nosotros lo apreciaremos de color blanco. Los pigmentos y aditivos favorecen la blancura.

Opacidad. Depende de la cantidad de luz que atraviesa al papel. Un papel que deja atravesar poca cantidad de luz se dice que tiene una elevada opacidad.

Brillo. Depende de la cantidad de luz que refleja el papel. Cuanto mayor sea la cantidad de luz reflejada (caso de una superficie lisa), mayor será el brillo en la superficie.

Defectos producidos en el calandrado

Cuando se fabrica papel se pretende obtener, lógicamente, un producto de calidad. Con la operación de calandrado ocurre lo mismo. Para ello, hay que tener en cuenta que se producen fallos y defectos durante su actuación. Para atajar estos defectos es necesario **conocer su origen** (motivo), **detectarlos** y **corregirlos**.

Algunos de los defectos más comunes que se dan en esta operación se recogen en el siguiente cuadro:

DEFECTOS MÁS FRECUENTES

- Zonas en el papel con mayor espesor (bordones).
- Zonas con mayor humedad (fajas).
- Arrugas en el papel (acumulación del papel en puntos)

concretos debido a una tensión inadecuada).

- Roturas (puntos débiles del papel).
- Pérdida de características en los rodillos con revestimiento (dimensiones, elasticidad, homogeneidad, deformaciones por partículas duras o arrugas...).
- Oxidación y marcas en los rodillos metálicos.

8. Bobinado

Los usuarios de papel necesitan que el papel les llegue de una forma adecuada a sus necesidades. Por ejemplo, en una imprenta se utilizan bobinas de papel con tamaños y diámetros apropiados para sus máquinas. Igual ocurre en la cortadora.

El papel que sale de la máquina de papel o el que sale de la calandra, en caso de realizarse el calandrado, se enrolla en forma de **bobinas** para facilitar su transporte y utilización en las demás operaciones. Cada una de estas bobinas, llamadas **bobinas madre**, son almacenadas hasta su siguiente operación, que será la de bobinado.

Una bobina es un rollo de papel con unas dimensiones (diámetro, ancho, longitud de papel) y unas características determinadas.

La operación de bobinado tiene la misión de cortar y rebobinar la bobina de la máquina, de gran diámetro (bobina madre), en bobinas de diámetro y anchura más pequeños (bobinas hijas). Este proceso se realiza en una máquina llamada **bobinadora**.

La bobinadora

La bobinadora es la máquina donde se desarrolla la operación de bobinado. Se basa en un dispositivo mecánico que transforma la "bobina madre" en varias bobinas más pequeñas de diámetro, tamaño y dureza apropiados.

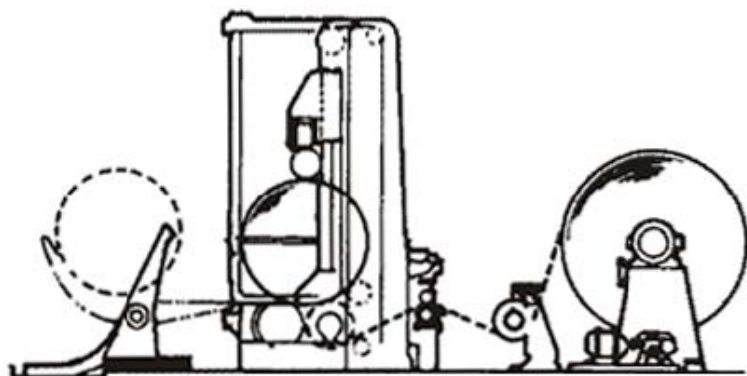
Estas características serán determinadas por los requerimientos del cliente o por las acciones que posteriormente se vayan a hacer (almacenado, transporte, reutilización).

Básicamente existen dos tipos de bobinadora, que son:

- La bobinadora **de dos tambores**.
- La bobinadora **con bobinado individual** (con un solo tambor central).

Bobinadora de dos tambores

Este tipo de bobinadora era la más común hasta que la aparición de la bobinadora con bobinado individual.



Bobinadora de dos tambores.

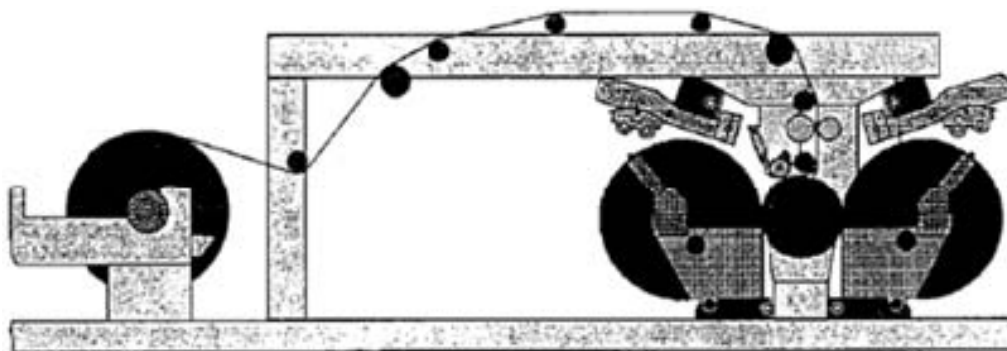
A. Variables que intervienen en el bobinado (en la bobinadora de doble tambor)

Los parámetros que nos indican la evolución del proceso de bobinado van variando a lo largo del mismo. Esta variación puede realizarse de dos modos: **manualmente** (accionando los comandos de control) o **automáticamente** (mediante sistemas de regulación). Para corregir la estructura natural (no deseada) a la que tiende a formar la bobinadora de dos tambores se actúa regulando una serie de factores. Los factores básicos que intervienen son tres:

- Tensión.
- Carga.
- Par diferencial.

Bobinadora con bobinado individual

Este tipo de bobinadora es el que se está imponiendo sobre las bobinadoras de doble tambor. Su aspecto se puede ver en la siguiente figura.



Bobinadora con bobinado individual.

A. Variables que intervienen en el bobinado (en bobinadora con tambor central)

En las bobinadoras de tambor central las variables que intervienen a lo largo del bobinado son:

- **Tensión.** En este caso se sigue el mismo procedimiento que en una bobinadora de doble tambor.
- **Presión en "nip".** Es la presión que existe en el punto de contacto del tambor con la bobina. Al inicio del bobinado, la presión con que la estación bobinadora aprieta contra el tambor central es mayor, y va disminuyendo paulatinamente al aumentar el diámetro de la bobina.

La ventaja que tenemos en este tipo de bobinadora es que la fuerza del peso (recordemos que el peso influye negativamente en la calidad de las bobinas al aumentar el diámetro) queda contrarrestada con la fuerza que ejerce la estación sobre el tambor central, y por consiguiente, la calidad de las bobinas es mayor con una bobinadora de tambor central.

PRINCIPALES VENTAJAS DE LA BOBINADORA CON BOBINADO INDIVIDUAL

- Dispone de un rebobinado individual de cada bobina hija por separado, sin riesgo a que dos bobinas consecutivas queden enganchadas ("casadas").
- El peso propio de las bobinas hijas (al ir aumentando el diámetro) no influye prácticamente en la dureza del bobinado, por lo tanto, los defectos que haya en la bobina madre quedarán más disimulados.
- Permite obtener bobinas de diámetro mayor.
- El proceso de dureza de la bobina producida depende de la presión lineal, controlada electrónicamente y dependiendo en cada momento del diámetro.
- El bobinado se efectúa sin ejes; se utilizan cabezales guías o "topos" de diferentes diámetros, lo que permite obtener bobinas con mandriles de diferentes diámetros.

Ensayos en la bobina

La bobina, una vez terminada, debe estar preparada para soportar los tratamientos y esfuerzos a que va a estar sometida: almacenamiento, transporte, etc. La calidad de su formación depende de dos factores: el **papel base** (bobina madre) y el **desarrollo del bobinado**.

Una vez terminada la bobina se realizan una serie de ensayos que indicarán la calidad final de la misma. Estos ensayos son:

- Dureza.
- Diámetro.
- Densidad.
- Fuerza de fricción entre capas.

Defectos producidos en el bobinado

En las bobinas se pueden encontrar algunos defectos de fabricación. En el siguiente cuadro se incluyen los más comunes:

POSIBLES DEFECTOS EN EL BOBINADO	
Defectos del bobinado	Bobina floja (blanda) al principio del enrollamiento. Arrugas de bobinadora. Base irregular. Papel suelto. Desgarros en el borde.
Defectos en el corte	Corte deficiente. Dobleces, pliegue.
Empalmes defectuosos	Empalme sobresaliente. Empalme adherente.
Bobina no uniforme	Bordes blandos. Cordones.
Defectos del mandril	Mandril salido. Mandril corrido. Mandril deteriorado.
Otros	Mandril aplastado. Bobina excéntrica. Bobina en estrella.

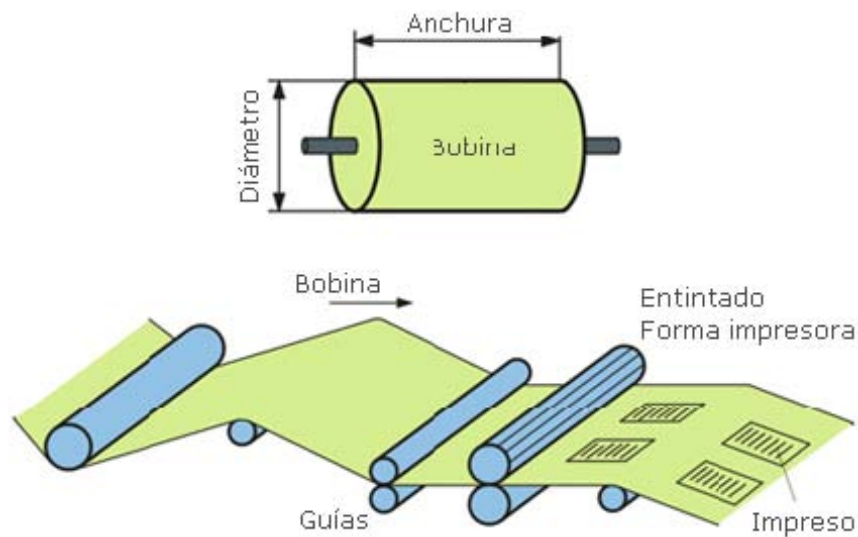
9. Cortado

El papel procedente de la máquina de fabricación se obtiene en forma de bobinas, y antes de que llegue a los clientes puede ser sometido a operaciones que le den las propiedades y dimensiones que éstos desean.

El cliente, según la aplicación que le vaya a dar al papel, lo puede solicitar de dos formas:

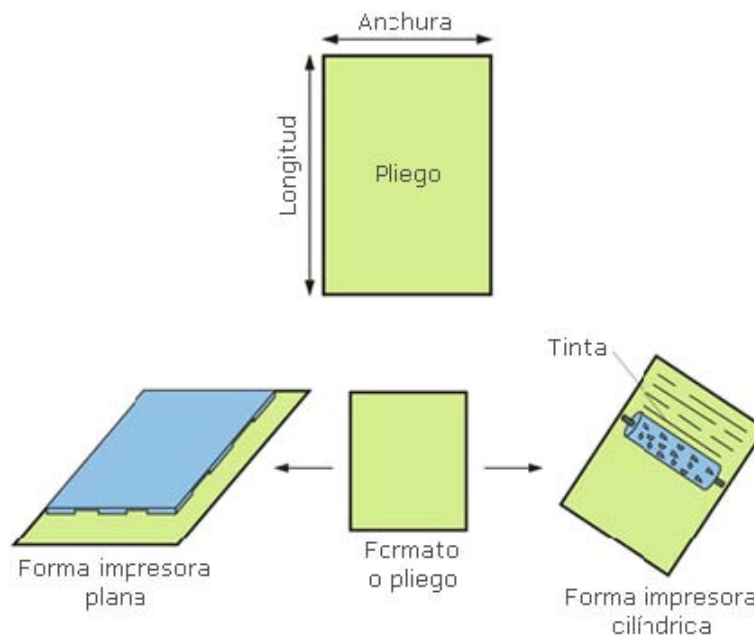
- En **bobinas**. Se obtienen en la propia bobinadora con unas dimensiones determinadas (diámetro y ancho de bobina y longitud de la banda). El comprador lo solicita por kilogramos de papel.

Formación Fabricación del Papel



Bobina de papel y método de impresión.

- En **formatos o pliegos**. Se obtienen a partir de la bobina de papel, mediante el corte de ésta en piezas rectangulares cuyas dimensiones (ancho y largo) pueden ser normalizadas o no, según la petición del cliente. La forma más usual de solicitarlo es mediante **resmas**.



Pliego y método de impresión

Por tanto, antes de que el papel llegue a los clientes en formatos o pliegos, éste es sometido a una operación de **cortado** en la que la bobina es transformada en hojas ajustadas a las medidas que el cliente pide para utilizarlas en otras máquinas.

Formación Fabricación del Papel

Hay que tener en cuenta que no es lo mismo un papel con un formato de "70 x 100" que un papel con un formato de "100 x 70". Si las dos medidas se manipulan por igual, en una de ellas cambia la orientación de la fibra y, por tanto, varía el comportamiento de la hoja en la imprenta.

Cortadora

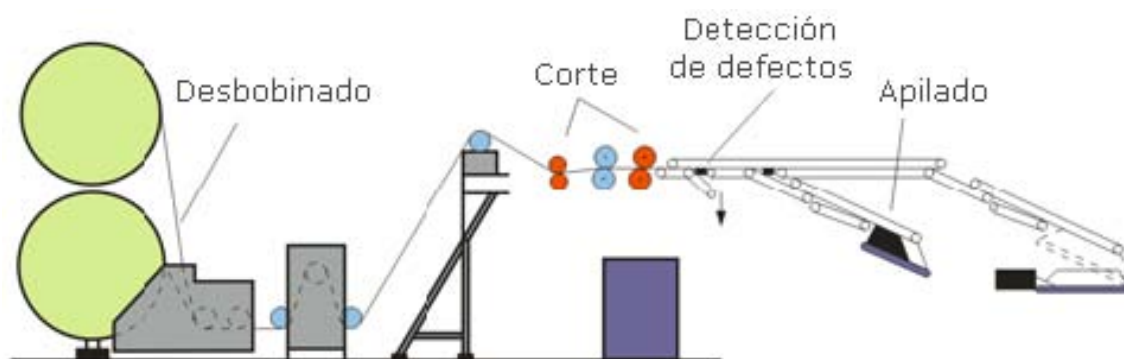
La cortadora es la máquina en la cual las bobinas de papel se transforman, mediante cortes, en una serie de formatos o pliegos con una longitud y anchura determinadas (si bien existe una normalización de formatos, éstos pueden ser solicitados por los clientes de manera muy diversa, pudiendo ser o no normalizados).

La cantidad de pliegos obtenidos dependerá del tamaño original de la bobina y del tamaño que se desea obtener para cada pliego.

Aunque el proceso de cortado se realiza automáticamente, el operario es el encargado de ajustar los elementos, comprobar el correcto funcionamiento y mantener el orden y limpieza de las instalaciones.

En la fábrica deberá haber una correcta distribución de las diferentes fases para un buen desarrollo de la operación de cortado. Las fases en las que se divide la operación son:

- Desbobinado.
- Corte en dos fases.
- Detección de defectos.
- Transporte.
- Apilado.
- Operación de conteo.



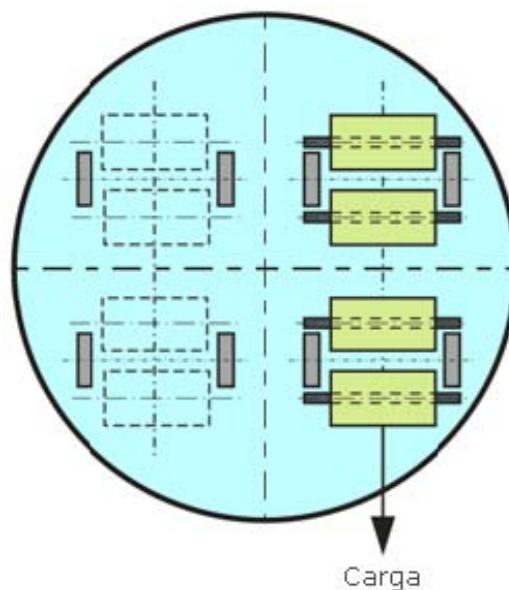
Desbobinado

Formación

Fabricación del Papel

Para introducir el papel de las bobinas en la cortadora es necesario realizar el **desbobinado** de las mismas a una velocidad adecuada. Este desbobinado debe realizarse de manera continua y sin interrupción, ya que el trabajo en la cortadora debe ser constante. Es decir, en el momento en que las bobinas que están siendo utilizadas se agoten será necesario introducir otras nuevas para no interrumpir el proceso.

La manera de conseguir que no exista interrupción en el desbobinado es utilizando un mecanismo que permita tener desbobinando simultáneamente una serie de bobinas, y que en el momento en que éstas se terminen, se introduzcan, bien sea mediante una plataforma giratoria o bien mediante un desplazamiento lateral, otras nuevas que hasta ahora habían estado a la espera.



Plataforma para carga de bobinas.

Corte

A medida que se realiza el desbobinado del papel, éste pasa a través de las cortadoras para ser transformado en pliegos con las dimensiones deseadas.

Se diferencian dos tipos de corte, los cuales, hoy en día, se desarrollan en la misma máquina:

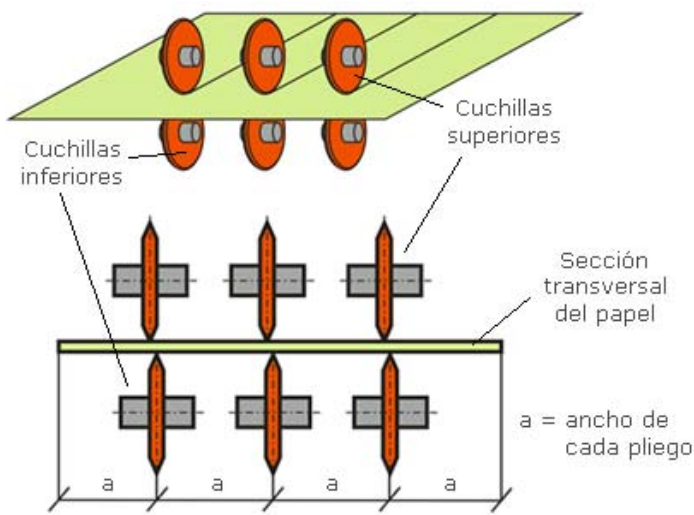
- **Corte longitudinal:** es el primero en realizarse y determina el ancho de los pliegos.
- **Corte transversal:** se realiza a continuación del corte longitudinal y determina la longitud de los pliegos.

Vamos a ver a continuación cómo se desarrolla cada uno de estos tipos de corte y qué elementos intervienen en cada operación.

Formación Fabricación del Papel

A. Corte longitudinal

El corte longitudinal se efectúa por medio de pares de cuchillas rotativas, que cortan el papel en tiras más estrechas, dando al pliego la **anchura final** del pedido. También realizan el **desbarbado** o recorte de los bordes exteriores. Cada par de cuchillas está formado por una cuchilla superior y otra inferior, perfectamente paralelas y ligeramente desplazadas entre sí, con lo cual el efecto de corte es similar al que se produce cuando cortamos un papel con unas tijeras.



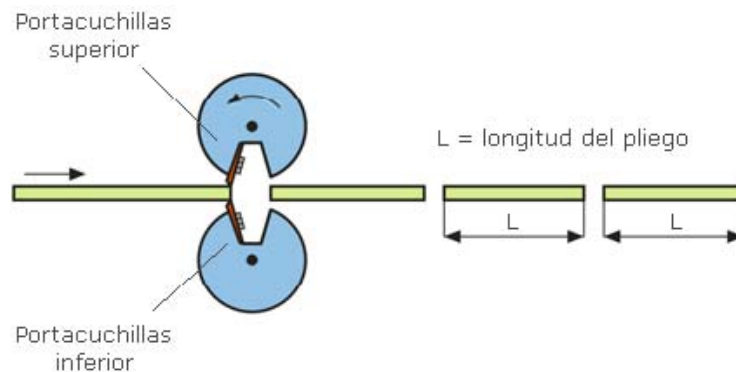
Corte longitudinal de la bobina.

B. Corte transversal

Una vez que las hojas han sido cortadas en bandas longitudinales (ancho del pliego), éstas se cortan mediante un corte transversal para transformarlas en pliegos de una longitud determinada.

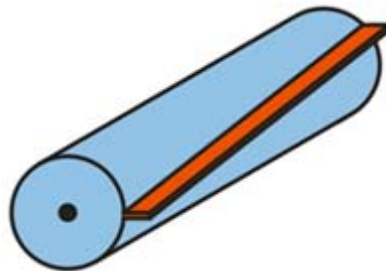
El corte transversal se realiza mediante cuchillas rotativas, de corte sincronizado, que son las que determinan la **longitud del pliego**. Esto se realiza haciendo pasar la banda de papel a través de unos tambores portacuchillas -uno superior y otro inferior, ambos rotativos-, los cuales se regulan antes de la puesta en marcha (fig. 38). Las cuchillas van montadas en los tambores y fijadas mediante tornillos con un ajuste que ha de ser lo más preciso posible para que en el momento del corte no choque la cuchilla inferior con la superior.

Formación Fabricación del Papel



Corte transversal de la bobina.

La longitud del pliego se fija con la velocidad de la cuchilla rotativa, es decir, el tambor deberá dar una vuelta completa en el mismo tiempo en que el papel recorre la longitud de corte deseada. De este modo, cada vez que el tambor desarrolle una vuelta completa, la cuchilla realizará un corte en el papel determinando la longitud de cada pliego. Durante la operación, el corte del papel se produce al girar al unísono los dos tambores portacuchillas (superior e inferior).



Inclinación de la cuchilla en el tambor portacuchillas.

Operaciones finales

Una vez que la hoja ya ha sido cortada se realizan las operaciones finales, que como hemos citado previamente son la detección de posibles defectos, el transporte, el apilado y el conteo.

A. Detección de defectos

En la operación de cortado siempre pueden aparecer defectos, por lo que es necesario detectar los pliegos defectuosos y eliminarlos, ya que si llegan al producto final, el cliente tendría problemas a la hora de utilizarlos en la impresión. Se pueden encontrar dos tipos de defectos:

- **Propios de la bobina.** Son defectos que ya vienen en el papel antes de entrar a la cortadora: manchas, gramaje, espesores...
- **Producidos en la cortadora.** Son defectos que se detectan después de pasar por la cortadora: tamaños, arrugas, pliegues, desgarros...

Aunque existen sistemas manuales de detección (el operario lo detecta visualmente), hoy en día se utilizan equipos de **control automático** instalados en las máquinas

Formación

Fabricación del Papel

cortadoras, que reducen el escogido a mano.

B. Transporte

Una vez que la banda de papel ya ha sido cortada y transformada en formatos con unas medidas determinadas se envían hacia la sección de apilado a través de unas **cintas transportadoras** accionadas mediante rodillos.

C. Apilado

Una vez que los pliegos atraviesan la estación detectora de defectos, eliminándose aquellos que estuvieran defectuosos, los pliegos sin defectos se llevan sobre la cinta transportadora hacia la unidad de apilado, donde son agrupados, perfectamente escuadrados, para su embalaje y envío posterior.

D. Conteo

Ya cortado el papel, hay que señalar cuántas hojas hay en cada paquete. Para ello, antes de que los pliegos lleguen a la unidad de apilado se realiza el conteo que, de forma automática, permitirá saber el número de pliegos que se acumulan en la fase final.

10. Resumen de la unidad

Máquina de papel

La máquina de papel es donde se realiza la formación de la hoja a partir de la pasta de papel. Esta máquina se divide en dos partes:

- **Caja de entrada:** es la encargada de dar salida a la pasta en forma de una lámina delgada, ancha y homogénea.
- **Mesa de fabricación:** en ella se realiza el desgote del agua y la formación de la hoja.

Prensado

El prensado es un proceso en el que se hace pasar la hoja de papel en contacto con un fieltro entre dos rodillos para eliminar parte del agua y consolidar la hoja. Este proceso se realiza en cuatro fases:

- Compresión y saturación de la hoja.
- Compresión y saturación del fieltro.
- Expansión del fieltro.
- Expansión de la hoja.

Las máquinas donde se realiza el prensado se llaman prensas, y según su capacidad de desgote y características podemos clasificarlas en: prensas lisas, prensas aspirantes, prensas de zapata, prensas transversales (prensa "fabric", prensa con rodillos ranurados, prensa de rodillos de agujeros ciegos).

Secado

El secado es la operación por la cual el papel reduce su contenido de agua hasta quedar aproximadamente con un 5% de humedad. Para ello existe una amplia variedad de métodos de secado: secado por aire a través, secado con cilindro Yankee, secado por chorro de aire, secado infrarrojo y secado con cilindros calentados (sequería multicilíndrica).

La sequería multicilíndrica es el método general empleado en el secado de cualquier tipo de papel. En el interior de estos cilindros se utiliza vapor recalentado, y durante el proceso se producen condensados que es necesario extraer para evitar problemas en la

Estucado

operación.

El estucado es la operación que consiste en cubrir la superficie del papel o cartón con una mezcla de componentes en estado líquido para darle a la hoja unas propiedades adecuadas para la impresión de tinta. En el estucado del papel intervienen tres elementos:

- El **soporte**: papel en el que se realiza el estucado.
- La **salsa**: material o compuesto (pigmentos, ligantes y aditivos) que se aplica sobre la superficie del papel o soporte.
- La **estucadora**: máquina donde se realiza la operación. En función de su ubicación, la operación puede ser de dos tipos: estucado en máquina y estucado fuera de máquina.

La calidad de la capa de estucado depende de una serie de factores, como son la viscosidad de la salsa, las características de la cuchilla encargada de igualar la capa de estuco, el rodillo de apoyo.

Calandrado

El calandrado es una operación que se realiza en aquellos papeles que requieren un elevado acabado superficial, y cuyos objetivos esenciales son uniformizar la superficie y el espesor del papel y aumentar su brillo. Con el calandrado se distinguen tres tipos de acabado: semimate, brillante y alto brillo.

La máquina donde se lleva a cabo esta operación se denomina calandra, que consiste en una serie de rodillos colocados uno sobre otro de manera que el papel pasa a través de ellos efectuando éstos una presión sobre el papel en el punto de contacto.

La operación de calandrado influye en una serie de características como son la lisura, el espesor, las características ópticas (color,

Bobinado

blancura, opacidad y brillo).

El bobinado es la operación mediante la cual se desenrolla y corta la "bobina madre" con el fin de obtener, tras su enrollado, nuevas bobinas más pequeñas con diámetro y anchura determinados. La máquina donde se desarrolla el bobinado se denomina bobinadora y básicamente existen dos tipos:

- Bobinadora de dos tambores.
- Bobinadora con bobinado individual (con un solo tambor central). Es la más utilizada en la actualidad.

Para comprobar la calidad final se realizan una serie de ensayos: dureza, medida del diámetro, densidad de la bobina y fuerza de fricción entre capas.

Cortado

Con la operación de cortado se obtiene de una bobina una serie de formatos o pliegos de una medida establecida para ser utilizada por el cliente. Las fases en las que se divide la operación son:

- Desbobinado: se realiza un desbobinado para poder introducir el papel en la cortadora.
- Corte en dos fases: se realiza un corte longitudinal (determina la anchura final) y otro transversal (determina la longitud).
- Detección de defectos: se utilizan células fotoeléctricas.
- Transporte: mediante cintas transportadoras se envían los pliegos a la unidad de apilado.
- Apilado: los pliegos acumulan para su embalaje y envío posterior.
- Operación de conteo: se cuentan los pliegos.

© 2008 Torraspapel, S.A.

No está permitida la reproducción total o parcial de este documento, sin el permiso previo y por escrito de los titulares del Copyright.