



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
CUAUTITLAN

**“ Optimización del proceso de encolado en la
fabricación de papel ”**

T E S I S

Que para obtener el título de:
INGENIERO QUIMICO

P r e s e n t a :

Miguel Angel Cano Castillo

Director de la Tesis: I. Q. Manuel J. Castillo Aguilar

Cuautitlan Izcalli, Edo. de Méx.

1986

del
9



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

I N D I C E

"OPTIMIZACION DEL PROCESO DE ENCOLADO EN LA FABRICACION DE PAPEL."

	Pág.
I N T R O D U C C I O N	1
CAPITULO I.- GENERALIDADES SOBRE EL ENCOLADO	
1.- QUE ES EL ENCOLADO	3
2.- BREVE RESEÑA HISTORICA	6
3.- TIPOS DE ENCOLADO	9
4.- USOS DEL PAPEL ENCOLADO	10
4.1.- PAPELES DE ENVOLTURA	10
4.2.- PAPELES PARA BOLSAS	11
4.3.- PAPELES BOND Y DE ESCRITURA	12
4.4.- PAPEL OFFSET	12
4.5.- PAPELES PARA CONSTRUCCION	12
4.6.- CARTONES PARA ENVASES	13
4.7.- PAPELES PARA ENVASES DE ALIMENTOS	14
4.8.- PAPELES PARA IMPRESION	15
CAPITULO II.- MATERIAS PRIMAS	
1.- MATERIAS PRIMAS USADAS EN EL ENCOLADO INTERNO	17
1.1.- BREA Y ENCOLANTE DE BREA	17
1.2.- ENCOLANTES FORTIFICADOS	24
1.3.- CERA EMULSIFICADA	30
1.4.- EMULSIONES BITUMINOSAS	35
1.5.- SILICONES	37

	Pág.
1.6.-- DIMEROS CETONICOS	38
2.-- MATERIAS PRIMAS USADAS EN EL ENCOLA- DO EXTERNO.	40
 CAPITULO III.- TEORIAS DEL PROCESO DE ENCOLADO	
1.-- ANGULO DE CONTACTO	53
1.1.-- EFECTO DE LA ACCION DE CAPILARIDAD .	54
2.-- REACCIONES DEL SULFATO DE ALUMINIO .	57
2.1.-- QUIMICA DEL SULFATO DE ALUMINIO. . .	58
3.-- TEORIA ELECTRICA O ELECTROFORETICA .	62
3.1.-- QUE ES EL POTENCIAL ZETA	64
4.-- TEORIA DE COORDINACION	66
 CAPITULO IV.- FACTORES QUE AFECTAN EL ENCOLA- DO.	
1.-- CANTIDADES DE ENCOLANTE Y SULFATO DE ALUMINIO.	70
2.-- TIPO DE PULPA	72
3.-- EFECTO DEL PH	74
3.1.-- PH INICIAL	74
3.2.-- PH DE PRECIPITACION	75
4.-- ACIDEZ TOTAL	77
4.1.-- DETERMINACION DE LA ACIDEZ TOTAL . .	77
4.2.-- RELACION ENTRE EL PH Y LA ACIDEZ TOTAL	78
5.-- REFINACION DE LA PASTA	79
6.-- DUREZA DE LAS AGUAS	80
7.-- CARGAS	81
8.-- TEMPERATURA DE SECADO.	82
9.-- CONSISTENCIA DE LA PULPA	83
10.-- POROSIDAD DEL PAPEL	84
11.-- ESPESOR DEL PAPEL	84

CAPITULO V.- DESCRIPCION DEL PROCESO DE ENCO
LADO Y PRUEBAS REALIZADAS

1.-	PROCESO ACTUAL	86
1.1.-	ADICION Y REZCLADO DE MATERIALES . .	86
1.2.-	FABRICACION DE LA HOJA DE PAPEL. . .	87
2.-	PRUEBAS REALIZADAS	91
CAPITULO VI.- CONCLUSIONES		110
BIBLIOGRAFIA		113

INTRODUCCION

El papel se encola para resistir la penetración de líquidos o, más específicamente, para resistir la penetración del agua o soluciones acuosas. Además de la resistencia a la penetración por el agua, el encolado imparte ciertas propiedades deseables al papel por ejemplo: el cartón de fibra sólida o corrugada se caracteriza porque después de estar sumergido en agua por 24 hr., retiene un porcentaje alto de su resistencia a la explosión original en seco y guarda una excelente laminación efectiva de sus componentes, en comparación con las correspondientes calidades de los cartones comerciales domésticos; este tipo de cartones se utilizan primordialmente para el empaque exterior de artículos que van a estar sujetos a riesgos de almacenamiento o transporte que impliquen la exposición a condiciones atmosféricas. Más del 70 % de todo el papel y cartoncillo que se fabrica tiene cierto grado de encolado, los tipos principales de papeles que no se encolan son los papeles absorbentes, papeles tissue sanitarios y papel periódico.

Después de observar la importancia que posee el encolado en el papel, es de igual importancia el analizar las desviaciones tan notables que presenta esta característica en el proceso de formación del papel; por tal motivo se procedió a realizar el presente estudio relativo al proceso, variables y teorías que intervienen para obtener la característica de encolado en la fabricación de papel; con la finalidad de obtener la información adecuada por medio de la cual la calidad del encolado en el papel sea en grado mayor y mejor, y buscando también obte-

ner el menor número de variaciones posibles, reduciendo todo esto en la economía de fabricación.

El presente estudio revisa el proceso actualmente-- utilizado, haciendo mención de la importancia que tiene el control de variables como: pH y acidez del sistema en el proceso de formación del papel, proporción de agente-precipitante necesaria para el aprovechamiento integral- del agente encolante, tipos de pasta que se va a encolar etc. .

La intención y objetivo que persigue el presente -- trabajo es, en conclusión el "OPTIMIZAR" la característi- ca de encolado en la fabricación de papel y cartón.

CAPITULO I

GENERALIDADES SOBRE EL ENCOLADO

I.1 ¿Que es el Encolado?

La permeabilidad del papel a fluidos (sean estos gases o líquidos) es una propiedad muy importante; es de gran importancia práctica en papeles secantes, de escritura, toallas, envolturas, de empaques, aislantes, de impresión y muchos otros tipos; cada uno de estos papeles deben de satisfacer un estandar de permeabilidad sobre la base del uso al cual ha sido destinado.

El papel se prepara con materias celulósicas, a las cuales se incorporan sustancias destinadas a aglutinarlas para formar redes más o menos compactas, de manera que resulte una mayor cohesión en la masa, y de ahí el nombre de cola para papel.

El término encolado es un término vago. Este es usado, como se menciona arriba, para expresar la resistencia a la penetración de líquidos, tales como agua o tintas de escritura acuosas, tintas para impresión no acuosas, sangre, o aceites y grasas. En este sentido, el término se refiere a una propiedad del papel; pero este es también usado como una descripción del proceso para obtener la resistencia a la penetración de líquidos.

A causa del amplio significado de la palabra "ENCOLADO" como se usa actualmente, es más apropiado, cuando se refiere a las propiedades del papel, el usar términos más precisos, los cuales permitiran distinguir entre las dife

rentes propiedades encolantes; algunos de estos términos son: repelencia al agua; resistencia al agua; resistencia al aceite, y resistencia a las tintas.

La repelencia al agua es caracterizada por la resistencia a la humedad provocada por agua; la resistencia al agua se refiere a la habilidad para retardar la penetración al agua líquida; resistencia a humedad-vapor es confundido en algunas ocasiones con los dos términos anteriores, pero es una propiedad enteramente diferente, la cual se refiere a la resistencia del papel al paso del agua en estado de vapor.

El tema de encolado está íntimamente relacionado a muchos otros temas en la fabricación del papel. El encolado es un elemento importante en la impresión de papeles; es también una propiedad importante de protección en papeles de envoltura a las grasas, aceites o comidas húmedas.

El encolado es también de gran importancia en operaciones tales como, recubrimientos o revestimientos y laminación, debido a que el grado de encolado determina la capacidad de penetración del adhesivo en estas operaciones.

El tratamiento del papel con agentes encolantes internos, no sólo afecta el encolado del papel, sino también tiene un efecto definitivo en otras propiedades del papel. Excesos de resinas para encolar internamente, tienden a bajar el brillo del papel además de disminuir el estadillo, tensión, esfuerzo de rasgado y plegado del papel (aunque el esfuerzo de plegado puede ser ligeramente incrementado por pequeñas adiciones de resina encolante. El encolado interno (resina) produce también disminución en la estabilidad, debido a que estas sustancias producen

decoloración y pérdidas en los esfuerzos característicos estos deterioros son particularmente más rápidos en presencia de ferruro férrico y luz ultravioleta.

Los anteriores efectos nocivos, no son debidos en su totalidad a la presencia de los agentes encolantes, más bien, estos efectos pueden ser atribuidos en gran parte a la elevada acidez del papel originada por el alumbre adicionado al agente encolante.

I.2 Breve reseña histórica

La fabricación del papel tiene una gran influencia en la economía de un país, cuya sociedad difícilmente podría funcionar sin él.

Originalmente el papel se hacía a mano, por lo que era un material muy escaso.

Se acredita la invención del papel a Tsai Lun, un artesano chino que vivió en el año 105 A.C., utilizando la corteza de mora, la cual era mezclada con henequen, la mezcla era batida con agua hasta formar una pulpa. La pulpa así formada se colaba y prensaba en trapos, con lo que al mismo tiempo que se eliminaba el agua, se aglutinaban las fibras, formando de ésta manera la hoja, la cual era secada al aire o sobre una superficie caliente.

La superficie de la hoja, así obtenida, era muy áspera y no muy blanca, buscando blanquearla la hoja era expuesta al sol.

Cuando el papel fue inventado en la China legendaria y muchos siglos después de ello, se usó exclusivamente para escritura. Para evitar la penetración demasiado rápida de la tinta, las hojas de papel hecho a mano se sumergían en cubas de soluciones diluidas de cola u otros adhesivos y luego se secaban al aire. Este procedimiento superficial fue usado universalmente hasta poco después de 1807, cuando el encolado interno fue desarrollado por Moritz Illig, de Alemania.

Illig demostró que la resistencia del papel a la penetración por el agua podía efectuarse precipitando con -

alumbre el encolante de brea sobre las fibras de la pulpa conforme éstas circulaban en la pila holandesa. En 1798, Robert inventó en Francia la máquina formadora de papel - KRAFT (KRAFT en alemán significa fuerte), la cual fue - desarrollada por los hermanos Fourdrinier en Inglaterra. La aparición de un nuevo proceso de encolado fue, por --- consiguiente propicia.

Originalmente, las sales de sodio o potasio se ha--- cían reaccionar con brea hasta la neutralidad. El encolan--- te o jabón de brea resultante se agregaba en solución di--- luida a la pulpa, en la pila holandesa, y se precipitaba con alumbre. Se consideraba que esta precipitación era -- una simple doble descomposición en la que el resinato de aluminio, repelente al agua, se precipitaba y en la que - se formaría, como subproducto inutilizable, un sulfato -- alcalino soluble en agua.

En las décadas subsiguientes al descubrimiento de -- Illig, se encontró que en la práctica también se producía un encolado satisfactorio si parte de la brea no era con--- vertida en jabón por el álcali. Es decir, se lograba un - buen encolado si existía algo de brea libre. Wurster, en, 1879, propuso que el encolado se debía a la precipitación de la brea libre y que el alumbre era, sencillamente, un precipitante de la brea; se supuso que el resinato de alu--- minio, que de modo incidental se formaba, era inactivo. Aunque no del todo correctas, las conclusiones alcanzadas por Wursten eran bastante interesantes si se tiene en --- cuenta que Arrhenius todavía no había explicado la ioniza--- ción y que la química coloidal aún no existía como cien--- cia.

La teoría coloidal recibió el apoyo científico de Sieber, en 1922, y de Ostwald y Lorenz, en 1923. De acuerdo con ellos, por hidrólisis del alumbre se forman partículas de alúmina, cargadas positivamente, de esta manera:



Se creía que las partículas de alúmina atraían hacia ellas tanto a las fibras de la pulpa, cargadas negativamente también, para formar un complejo repelente al agua.

Por otra parte, los proponentes de la teoría iónica señalan que el alumbre y el jabón de brea se ionizan al disolverse en agua y que no hay razón para suponer que los cationes de aluminio no son atraídos hacia los aniones de brea para formar el resinato de aluminio, repelente al agua. Preece concluyó que era el ion aluminio más que la alúmina lo que se necesitaba para la formación de un precipitado efectivo de encolante de brea.

Puesto que la controversia ha persistido durante tantos años, la verdadera teoría, como la afirmaron Griffin y Little en 1894, puede quedar entre esos dos extremos. Es decir, los proponentes de la teoría coloidal deben admitir cierta precipitación coloidal efectiva, o coprecipitación, independientemente de la brea no ionizada.

Al margen del acuerdo o desacuerdo sobre la química fundamental de la reacción del encolado, el papel se ha encolado y se sigue encolando.

I.3 Tipos de encolado

Los dos procesos de encolado son: Encolado Interno y Encolado Superficial.

El encolado interno consiste en una mezcla del agente encolante en las fibras celulósicas, formando la pasta que dará origen a la hoja de papel, la cual tendrá una distribución relativamente uniforme de fibras y agente encolante.

El encolado superficial, por otra parte, involucra la aplicación del agente encolante a la superficie del papel una vez formado. El encolado superficial normalmente se realiza por medio de prensas encolantes o en calandrias.

Los agentes encolantes usados en la industria del papel abarcan un amplio rango de materiales, entre los cuales se incluyen: colas animales, resinas encolantes, caseína, alcohol polivinílico, almidón, cera emulsificada, y muchas más sustancias similares.

En algunos casos, materiales coloidales son usados para la fabricación del papel, debido a diferentes efectos que estos materiales producen, como por ejemplo: para incrementar la afinidad de las fibras, para mejorar la dispersión de las fibras, o para incrementar la retención de cargas.

I.4 Usos del papel encolado

Casi todos los tipos de papel poseen cierto grado de encolado y por tanto deben satisfacer definidos requerimientos encolantes. Los resultados finales de tales requerimientos, dependen en gran parte del encolante usado y del método de aplicación utilizado.

En general se encolan los siguientes tipos de papel:

- 1.- Papel de envoltura
- 2.- Papel para bolsas
- 3.- Papeles bond, de escritura, de dibujo, base para heliográficos, y para mapas y gráficas
- 4.- Papel para impresión offset
- 5.- Papeles para construcción, incluyendo los diferentes tipos de cartones
- 6.- Papeles para cajas corrugadas y de cartón sólido algunos cartones para cajas
- 7.- Papeles para envases de alimentos, incluyendo vasos y platos de cartón
- 8.- Tipos generales de papeles de impresión que no contengan cargas de carbonato de calcio.

I.4.1 Papeles de envoltura

Los papeles de envoltura están siempre encolados. De éstos, el tipo más conocido, es la envoltura Kraft, del color natural de la pasta, en muchos pesos y acabados. También importantes, son los papeles de pulpas blanqueadas, para envolturas blancas o de colores, utilizados, casi siempre en los pesos más ligeros, en las droguerías, -

almacenes de regalos, etc. El encolante interno retarda la penetración del agua a través de la envoltura, del exterior al interior, hacia los materiales o mercancías que el papel está protegiendo. Inversamente, también retarda la penetración a través de la envoltura de adentro hacia afuera, del agua de los materiales o mercancías, húmedos o mojados, que pueden estar envueltos en el papel. En empaques de alimentos, en especial, en los que el paso de vapor de agua se debe inhibir ya sea para preservar el sabor y la textura o para prevenir la contaminación por olores indeseables, el papel con encolado interno está además encerado para ofrecer una barrera a la humedad del vapor.

I.4.2 Papel para bolsas

El papel para bolsas es, en realidad, papel de envoltura y, por consiguiente, siempre está encolado. Los tipos de estas envolturas varían desde las pequeñas bolsas de una sola capa, de papeles delgados, de pulpas blanqueadas, para confituras y pasteles, pasando por las bolsas de papel Kraft de color natural de la pasta, más pesado, hasta las grandes bolsas multicapas o sacos. En todos casos, como en el papel de envoltura, la función del encolado es retardar la penetración del agua, tanto de afuera hacia adentro como viseversa, a través del papel. En muchos de los usos industriales de las bolsas multicapas, el encolado interno no es suficiente para proporcionar una protección adecuada.

En tales casos, una o varias de las capas pueden estar laminadas con alguna película plástica, con hoja de aluminio, con papel "glassine" o con otro material simi-

lar, flexible y resistente a la humedad.

I.4.3 Papeles bond, de escritura y ledger

Los papeles bond, de escritura y ledger siempre tienen encolado interno; además de lo cual con mucha frecuencia también están encolados externamente. El propósito principal del encolado en estos tipos de papeles, es retardar la absorción de la tinta de escritura, aunque el encolado superficial también consolida las fibras de la superficie para que no sean levantadas por el punto de la pluma de escribir, ni por las gomas de borrar, llegado el caso.

I.4.4 Papel Offset

Los papeles para impresión offset, por lo general, están bien encolados, con objeto de disminuir al mínimo el arrugado y la expansión y contracción laterales inducidas por la humedad del rodillo de agua que es parte del proceso de impresión offset. Es decir, el encolante mejora la estabilidad dimensional que se debe tener si el papel se va a imprimir con un registro preciso. Esto es particularmente importante en la impresión a color en las nuevas prensas offset de alta velocidad, que pueden operar a más de 450 metros lineales por minuto, e imprimir simultáneamente cuatro colores de cada lado del papel.

I.4.5 Papeles para Construcción

Los papeles para construcción, incluyendo los cartones de varias capas o sólidos, están bien encolados. El papel para forrar partes de la construcción es un papel

lar, flexible y resistente a la humedad.

I.4.3 Papeles bond, de escritura y ledger

Los papeles bond, de escritura y ledger siempre tienen encolado interno; además de lo cual con mucha frecuencia también están encolados externamente. El propósito principal del encolado en estos tipos de papeles, es retardar la absorción de la tinta de escritura, aunque el encolado superficial también consolida las fibras de la superficie para que no sean levantadas por el punto de la pluma de escribir, ni por las gomas de borrar, llegado el caso.

I.4.4 Papel Offset

Los papeles para impresión offset, por lo general, están bien encolados, con objeto de disminuir al mínimo el arrugado y la expansión y contracción laterales inducidas por la humedad del rodillo de agua que es parte del proceso de impresión offset. Es decir, el encolante mejora la estabilidad dimensional que se debe tener si el papel se va a imprimir con un registro preciso. Esto es particularmente importante en la impresión a color en las nuevas prensas offset de alta velocidad, que pueden operar a más de 450 metros lineales por minuto, e imprimir simultáneamente cuatro colores de cada lado del papel.

I.4.5 Papeles para Construcción

Los papeles para construcción, incluyendo los cartones de varias capas o sólidos, están bien encolados. El papel para forrar partes de la construcción es un papel -

Kraft, del color natural de la pasta, pesado, dos hojas - del cual se pueden laminar con asfalto caliente para proporcionar una protección adicional contra la penetración de la humedad.

Mucho del cartón para construcción se hace actualmente de pasta mecánica corriente, aunque la mezcla fibrosa puede también incluir rechazos de depuración de pulpas químicas y pulpa semiquímica corriente; las propiedades aislantes de calor y sonido son excelentes en estos cartones. Con frecuencia se les agrega productos químicos especiales para repeler insectos y otras plagas, así como para retardar su enmohecimiento y hacer los repelentes al fuego.

Un buen encolado interno es necesario no sólo para preservar su sequedad y, así, su resistencia estructural, sino también para evitar que se lixivien los productos químicos especialmente agregados. El papel tapiz, aunque más decorativo que funcional, podría considerarse un papel para construcción. Está lo bastante encolado, para que pueda retener su resistencia cuando se humedece con pegamentos al aplicarlo.

I.4.6 Cartones para envases

Tanto los cartones sólidos como corrugados para envases, reciben cierto encolado, dependiendo de su uso final. Obviamente, todas las capas o forros exteriores deben estar bien encolados para resistir la penetración de la humedad durante su transporte y almacenamiento. En el caso del papel para corrugar para las cajas de cartón corrugado, se recomienda un encolado controlado de modo que la velocidad de penetración del adhesivo a base de almidón o silicato pueda ser uniforme y no demasiado rápida; de ---

otra manera, el adhesivo no se mantendría en las crestas de las ondulaciones para adherirse a los forros o "linears". En el caso de envases de cartón de fibra sólida hecho en máquinas de formadores, se recomienda que al menos la pulpa del primero y último formadores esté bien encolada y que ambos lados de la hoja resulten uniformemente encolados; de lo contrario, más tarde se puede presentar un enriscamiento excesivo en condiciones variables de humedad.

Una excepción a esta regla general se tiene cuando el cartón se engruesa a mayores espesores fuera de la máquina por laminación. En este caso el encolado controlado se recomienda para ajustar la velocidad de penetración del adhesivo en el lado del cartón que se vaya a laminar con otro.

Todas las capas de los envases de cartón sólido requieren papeles precisos. Un ejemplo, de tal cartón encolado a su máximo, fue el cartón V, desarrollado durante la Segunda Guerra Mundial. Se confiaba que los envases hechos de este cartón retuvieran su forma y sus contenidos aun después de estar sumergidos varios días bajo los oleajes de los mares del Pacífico del Sur. Los recipientes de madera utilizados en estas condiciones se despedazaban y perdían su contenido. Este cartón no sólo estaba bien encolado internamente, sino que también recibía el mejor tratamiento para resistencia húmeda y todas las laminaciones y cierres estaban hechos con adhesivos a prueba de agua.

I.4.7 Papeles para envases de alimentos

Los papeles para envases de alimentos, tales como envases de leche, de helados y de productos lácteos similares, así como los papeles que se van a usar para vasos, platos, etc., siempre están encolados internamente. Casi -

todas esas calidades de papel reciben un tratamiento adicional de encolado, como el encerado. Los vasos de papel para bebidas calientes requieren un encolado superficial-particular, que evite la penetración del agua en el papel aun a temperaturas superiores al punto de ebullición.

I.4.8 Papeles para Impresión

Todos los papeles de impresión, con excepción de los que contienen carga de carbonato de calcio, reciben diversas cantidades de encolado interno. La razón por la que los papeles cargados con carbonato de calcio no se encolan internamente es la siguiente: cuando ocasionalmente se ha intentado encolar el papel cargado con carbonato, se ha tenido que usar un exceso de alumbre; esto no es conveniente desde el punto de vista económico, porque no es sólo propicia el gasto excesivo de alumbre para ajustar el pH, sino que dicho exceso de alumbre resulta perjudicial para el carbonato.

Los papeles de impresión, excepto los utilizados en el proceso offset, no se encolan primordialmente para retener la penetración de humedad, aunque el encolado debe contribuir a proporcionar ciertas mejoras en estabilidad-dimensional y en resistencia al enriscamiento. Parte del encolado de estos papeles de impresión se utiliza para aumentar la retención de la carga, mejorar la formación y cuando se va a hacer papeles de color, para estabilizar la concentración de iones hidrógeno y lograr así un tefido firme y uniforme.

En ocasiones se utilizan cantidades pequeñas de alumbre solo, sin encolante de brea alguno, para obtener mejoras en la formación y en la uniformidad del color. En las fábricas de papel periódico con frecuencia se aplica este procedimiento buscando el efecto adicional de precipitar - en forma continua las resinas naturales que siempre existen en la pasta mecánica, que dependen de la edad y especie de madera utilizada.

Esta precipitación continua origina un encolado apreciable, pero aparentemente evita que las resinas se acumulen en el sistema de agua blanca hasta producir por coagulación, depósitos de resina sobre el equipo y vestidura de la máquina.

CAPITULO II

MATERIAS PRIMAS

II.1 Materias Primas Usadas en el Encolado Interno.

Los diversos materiales usados en el encolado interno se enlistan en la Tabla II.1.1

Tabla II.1.1. MATERIALES USADOS EN EL ENCOLADO INTERNO

ENCOLANTES	PRECIPITANTES
Brea y encolante de brea.	Alumbre de fabricantes de papel.
Encolantes fortificados.	Sulfato de Aluminio.
Cera emulsificada.	Aluminato de Sodio.
Emulsiones bituminosas, siliconas y otros.	Otras sales de metales tri-- valentes.

II.1.1 Brea y encolante de brea.

La brea es una resina de origen vegetal, de color amarillo o ámbar, quebradiza, que se obtiene de las diferentes especies del pino, es una mezcla compleja de un 80 - 90 % de ácidos resínicos con 10 - 20 % de esterres o material insaponificable.

Los tres tipos básicos de brea son:

- 1.- Brea de goma.- Se obtiene "sangrando", desde el principio de la primavera hasta finales de otoño los arboles en crecimiento ;

la oleorresina que exuda de las incisiones se colecta y se destila --- con vapor.

- 2.- Brea de madera.- Se obtiene a partir de tocones y raíces, que se reducen a astillas y luego se extraen con solventes para obtener brea y aguarrás.
- 3.- Brea de aceite.- Se obtiene como subproducto en la -- de bogol (Tall fabricación de pulpa al sulfato -- Oil) (kraft), a partir de maderas de pinos. Las desnataduras de aceite de bogol, negras alcalinas y espumosas del licor de cocción gastado, se -- neutralizan, se lavan y luego se -- destilan a vacío para obtener brea y ácidos grasos en proporciones casi iguales.

En México la brea se obtiene por el primero de los métodos mencionados, en la siguiente descripción se mencionan los pasos principales del proceso.

El exudado que es obtenido durante la recolección de cada uno de los árboles, está compuesto por una mezcla de brea y aguarrás, el cual se recolecta directo del pino en un recipiente de barro y posteriormente se almacena en barriles. Luego se lleva a las destiladoras donde es filtrado, acidulado, neutralizado, lavado y destilado en alambiques; el destilado está compuesto por un azeótropo de agua y aguarrás, el cual es separado posteriormente por decantación.

El residuo en el alambique es la brea, cuya calidad

dependen del tipo de árbol, el clima y el contacto que el exudado haya tenido durante su almacenamiento con materiales ferrosos.

Químicamente, la brea es ácido abiético más un 15 % de ácidos resínicos y resenos (levopimárico, palústrico, neoabiético, dehidroabiético, pimárico e isopimárico). Es insoluble en agua pero soluble en alcoholes inferiores, acetona, cloroforno, disulfuro de carbono, éter y algunos aceites.

El único grupo carboxilo en el ácido abiético se considera que es el reactivo en la reacción de encolado. El ácido abiético contiene dobles ligaduras que pueden ser oxidadas; cuando tal cosa ocurre, tiene lugar un oscurecimiento en el color. Esto es notorio en papeles bien encolados, blancos y de colores ligeros.

El punto de fusión de la brea puede variar, aproximadamente, de 66 a 82 °C, dependiendo de su pureza. Los grados de color de la brea se designan por letras: A es el más oscuro y WW es blanco agua; en la preparación de encolantes para papel generalmente se emplean los grados de color correspondientes a G y más claros.

Para el aprovechamiento de la brea como encolante para la industria del papel, se preparan diferentes productos de este terpeno:

Saponificación total del ácido abiético contenido en la brea.

Saponificación parcial del ácido abiético, dejando por lo tanto un determinado porcentaje de acidez libre.

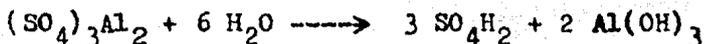
Emulsificación de la brea por medio de un emulsican

te adecuado y dejando la casi totalidad del ácido abiético libre.

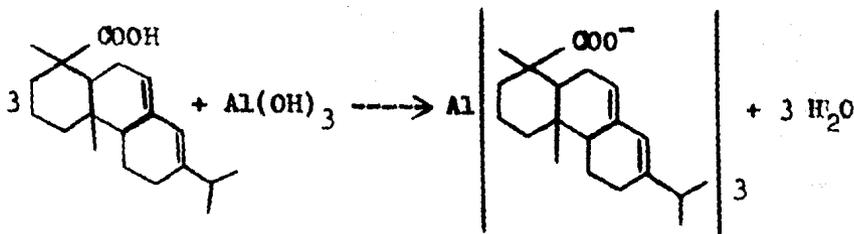
Hace más de siglo y medio se encontró que las colofonias (breas), tenían cierto poder encolante sobre el papel, sin poderse explicar cómo actuaban en el proceso de encolado. Cuando se descubrió que algunas sustancias tales como el sulfato de aluminio, reforzaban el poder encolante de la colofonia, se trató de encontrar la explicación lógica a este hecho.

Se admitió que el resinato de aluminio se formaba por acción del ácido abiético con el aluminio del sulfato aluminico, según las siguientes ecuaciones:

a) El sulfato de aluminio se hidroliza en agua dando hidróxido de aluminio.



b) El ácido abiético reacciona con el hidróxido de aluminio, dando abietato de aluminio (resinato de aluminio).



Este resinato de aluminio se sitúa en los espacios vacíos que existen entre las fibras de celulosa.

En este concepto de encolado serían igualmente agen

tes encolantes del papel todas las sustancias aglutinantes que podrían ocupar los espacios vacíos; tales como -gelatina, caseína, etc., que rellenan los espacios libres hacen una unión perfecta entre las fibras de papel y el aglutinante empleado. Esto da una masa compacta -mucho más impermeable que por razones de homogeneidad no permitiría el paso de la tinta entre las dos caras del -papel.

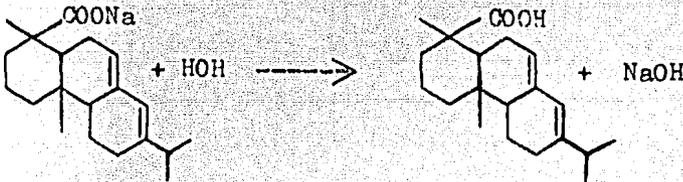
En esta explicación del encolado, tanto de la colofonia como de todos los aglutinantes, tienen una semejanza en su actividad o acción encolante, y no explican de modo alguno la homogeneidad de la pasta. No hay ninguna razón para que la distribución del aglutinante se reparta entre los espacios vacíos y por tanto, igual puede estar en mayor cantidad en una zona determinada, perdiendo así la homogeneidad de la pasta. Tampoco se explica, en función de qué se retienen en la pasta los agentes encolantes, que por esta razón podrían escurrir de las pastas, ya que su poder de fijación no está definido.

Una explicación más clara del proceso es la siguiente:

Las soluciones de cola (colofonia) en el proceso de encolado son diluidas (débiles) para que puedan fijarse como partículas de la suficiente concentración, como para rellenas los huecos del papel y hacer así una pasta compacta que hiciera impermeable el papel al paso de la tinta. Sin embargo las soluciones relativamente diluidas de colofonia se hidrolizan, dando por tanto, ácido -abiético e hidróxido sódico, lo cual aumenta el poder de reacción de la resina, ya que un abietato neutro es susceptible de dar una gran cantidad de colofonia en forma coloidal, lo que hace que la precipitación de la resina en este estado tenga un aspecto lechoso, como indicio de

este fino estado de división de la colofonia.

Una vez que la cola de resina está disuelta y, por tanto, hidrolizada en ácido e hidróxido sódico, se disuelve el sulfato de aluminio, hasta conseguir de la solución de cola una determinada acidez. El sulfato de aluminio se hidroliza y el ácido sulfurico que va quedando libre en la hidrólisis se va combinando con el hidróxido sódico, producido por la hidrólisis de la cola, para dar sulfato sódico, que queda soluble en las aguas de encolado de la pasta.



Así pues, por efecto de la hidrólisis de la cola, - tenemos ácido abiético libre (resina) con carga negativa y por la hidrólisis del sulfato de aluminio tenemos hidróxido de aluminio con carácter positivo. Las fibrilla de papel que están en suspensión tienen carácter negativo y, por tanto, no puede existir una unión electrostática entre las fibras de papel y la resina. Si estas sustancias permanecieran unidas, sería sencillamente por interposición, siempre que la cola fuera lo suficientemente concentrada como para que ejerciera su papel de aglutinante; es decir, haciendo el efecto de una verdadera cola, pero sin que fuera posible una distribución homogénea entre ambos productos.

Por esta razón, antes de añadir el sulfato de aluminio, solamente hay una distribución de las partículas de cola entre las fibrillas del papel; si se tiene en cuenta que al añadir el sulfato de aluminio se ha producido hidróxido de aluminio de carácter electropositivo, se puede pensar que esta carga positiva puede unir directamente las fibrillas de papel (celulosa) cargadas negativamente con las partículas de resina libre (ácido abiótico), cargadas negativamente lo que provocaría un acercamiento entre ambas (fibras de papel y resina).

Esta unión, celulosa-hidróxido de aluminio-resina - se produce en cualquier punto de la masa, formando verdaderas redes moleculares, tanto más apretadas cuanto más uniones, como la anterior, se verifiquen, explicando de esta forma los diferentes grados de encolado.

II.1.2 Encolantes fortificados.

Existen en el mercado otro tipo de encolantes derivados de la brea y que se conocen con el nombre de "encolantes reforzados".

Se trata de aductos tricarboxílicos, parcialmente saponificados, que muestran un poder encolante aproximadamente igual al doble que el logrado con un encolante de brea simple saponificada o emulsionada, obteniéndose de esta manera una economía en el renglón de encolado de papel. Además tomando en cuenta que la celulosa, tiene un límite máximo de adsorción del material hidrófobo, en éste punto máximo, se logra mayor impermeabilización con el encolante reforzado que con uno sin reforzar.

Las diversas colas para papel que han venido utilizándose, resultan de una saponificación más o menos completa de la colofonia con hidróxido o carbonato sódico, o bien incluso con hidróxido amónico, de manera que las colas muy ricas en resina libre, son verdaderas emulsiones de colofonia, mantenidas en suspensión gracias a -- ciertos coloides protectores, tales como caseína, etc. .

Los principales tipos se pueden clasificar de la siguiente forma:

- a.- Colas de resina con un contenido de resina libre del 65 al 85 % ; son verdaderas suspensiones de resina . Estas suspensiones de resina son preparadas en caliente, utilizando como agente de saponificación el carbonato sódico. No obstante, para mantener la suspensión es necesario un coloide protector; caseína -- por ejemplo, y la cantidad que se añade es de 4 a 8 kilogramos de caseína por 100 kilogramos de resina.

Se estima que el tamaño de las partículas de estas -
colas es de 0.5 u , notablemente mayor que el de -
colas muy saponificadas, en las cuales el tamaño de
su molécula es fija, como 0.05 u . Entre este tipo
de colas se encuentra la cola Bewoid, que contiene
hasta el 92 % de colofonia sin saponificar.

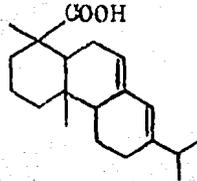
- b.- Colas con un contenido menor de resina libre (del 15
al 45 %); la obtención de estas resinas puede ser he
cha en caliente o en frío mediante una saponifica---
ción parcial de la colofonia por tiempo variable, se
gún sea el caso.
- c.- Colas sin nada de colofonia libre, porque hay una sa
ponificación total, o incluso que llevan una cierta
alcalinidad residual; su obtención es similar a las
del tipo anterior.

Los tres tipos de cola, han venido utilizándose por
los fabricantes de papel según sus necesidades. Se ha -
ido imponiendo la idea de que no existe entre ellas la -
cola ideal para todos los usos.

Así, una cola muy rica en resina libre, encola bién
en una máquina de velocidad media y produce un encolado
netamente inferior en una máquina de gran velocidad.

Los tres tipos de cola que se han expuesto, son los
productos de la saponificación del ácido abiético con le
jías y carbonatos alcalinos.

La estructura del ácido abiético es:

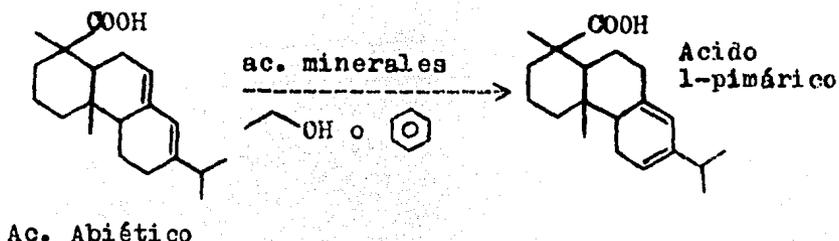


El grupo $-COOH$ está unido a un carbono terciario y está rodeado tan de cerca por otros grupos que tiene un gran impedimento estereométrico, que hace que sean difíciles las reacciones del grupo $-COOH$.

Esto hace que la electronegatividad de su molécula sea escasa, y de ahí que la polaridad de su molécula no sea grande, lo cual dificulta la formación de la red, - que forma con la celulosa por intermedio del hidróxido - de aluminio que queda libre en el encolado. Se presenta pues, el problema de aumentar la electronegatividad de su molécula.

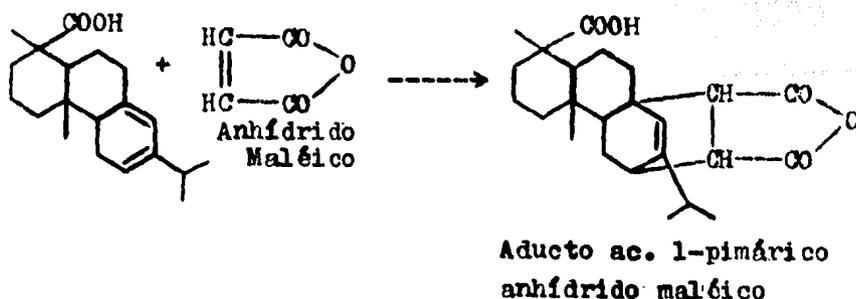
Existe además el problema, de que la configuración de los dobles enlaces (dobles enlaces conjugados), le hacen que absorba oxígeno con gran facilidad, por lo cual las colas se oxidan. La resolución de estos dos problemas da lugar a la obtención de las colas fortificadas.

Para aumentar la capacidad de reacción del ácido abiético, es necesario cambiar la configuración de los dobles enlaces, transformándolo en ácido levopimárico. Esta transformación se realiza por calentamiento prolongado o tratamiento por ácidos minerales; si este tratamiento se hace en presencia de una solución alcohólica o benéfica, se realiza en unos minutos.



La nueva configuración del ácido 1-pimárico hace que este ácido de con gran facilidad la reacción de Diel Alder con anhídrido maléico, de forma que si las condiciones son adecuadas esta puede ser cuantitativa; el aducto anhídrido maléico-ácido 1-pimárico es un producto perfectamente cristalizado y caracterizable. En condiciones idénticas, ni el ácido abiético, ni el neobiético reaccionan con anhídrido maléico.

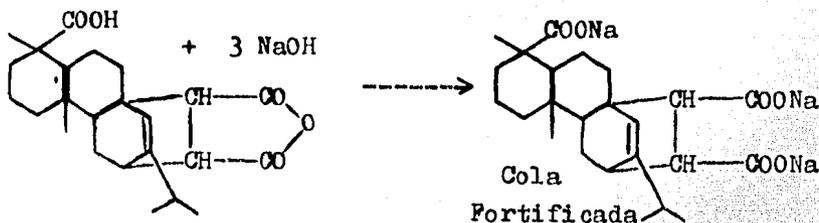
La reacción del ácido 1-pimárico con el anhídrido maléico se verifica según la ecuación:



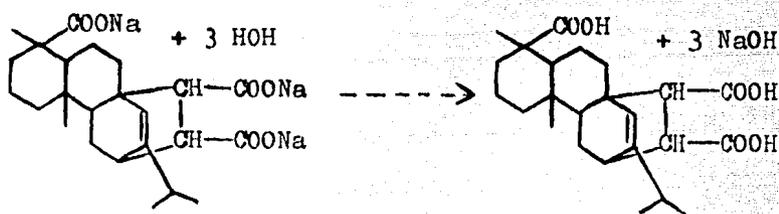
El compuesto obtenido es lo que se conoce con el nombre de colofonia fortificada. Este producto tiene una mayor polaridad y su poder de absorción de oxígeno es muy escaso.

La fabricación de colas reforzadas se consigue saponificando el aducto anhídrido maléico-ácido 1-pimárico.

El nuevo producto, cola fortificada tiene tres grupos carboxilo saponificados, que al disolverse en agua -



darán por hidrólisis tres grupos ácido libres que aumentarán fuertemente el carácter electronegativo de la molécula.



La presencia de sulfato de aluminio en el encolado hace que el hidróxido sódico sobrante de esta reacción, reaccione con el ácido sulfúrico que se produce de la hidrólisis del sulfato de aluminio. Quedando finalmente una molécula libre con tres cargas negativas libres (pertenecientes a los grupos -COOH), que pueden fijar mediante la ayuda del hidróxido de aluminio, más fibras de celulosa que forman el papel. Está claro entonces que las redes formadas son más compactas, ya que una molécula de cola puede fijarse a tres celulosas por intermedio del hidróxido de aluminio, haciendo así que un mayor número de moléculas de celulosa entren en la unión.

El mayor tamaño de las moléculas encolantes fortificadas, unido a que las partículas de resina fuertemente

hidratadas dada su polaridad, se funden durante el secado, hacen que se complete el encolado de una forma satisfactoria.

El resultado de estos factores acumulativos es que el índice de encolado se duplica cuando se emplean colas reforzadas; de manera que es suficiente añadir la mitad de cola para conseguir el mismo grado de encolado, con la particularidad de que la mayor solubilidad en agua de las colas reforzadas, hacen más fácil el encolado. Si tenemos en cuenta que se consigue además un blanco duradero, hace que las colas reforzadas sean moderadamente preferidas para todo tipo de encolado.

II.1.3 Cera emulsificada.

Durante muchos años se ha ido usando el jabón de resina para encolar el papel y el cartón. Durante los últimos años han aparecido varios descubrimientos de gran significación económica con respecto a la resina, los cuales han traído como resultado un creciente interés en el uso de emulsiones en conjunción con las resinas en la industria papelera.

El futuro que se presenta con relación a la dotación mundial de resina no es muy alagador, pues cada vez es ésta más escasa. La escasez de la resina ha traído como consecuencia el que actualmente se considere como un incentivo económico el acrecentar el uso de las emulsiones de cera. Estas han sido conocidas por muchos años, pero no fué sino hasta hace cuarenta años aproximadamente que se les empezó a tomar en cuenta comercialmente.

Las primeras emulsiones de cera eran bastante diferentes a las emulsiones comerciales de ahora; eran por lo general una mezcla de resina y cera de petróleo combinadas y emulsificadas con la ayuda de varias ceras naturales. Estas primitivas emulsiones de cera representaron un adelanto en el grado de encolado sobre el obtenido con resina sola y su uso empezó a extenderse gradualmente en ciertos tipos de papel. Aparecieron muchos productos que contenían porcentajes diferentes de resina y cera designados especialmente para aplicaciones específicas.

A través de los años se han llevado a cabo trabajos de investigación para descubrir el mecanismo de encolado del papel con la intención de desarrollar una teoría que explique el fenómeno. Una de las teorías que intenta explicar el mecanismo del encolado se basa sobre la reac-

ción de jabón de resina y alumbre. Al añadir el sulfato de aluminio al sodio resinado ocurre una reacción química en la que participa el jabón de aluminio. Otra teoría más se basa sobre el fenómeno coloidal relacionado con las propiedades electrocinéticas del sistema de encolado.

Aún no se ha llevado a cabo el trabajo necesario para exponer una teoría sobre el uso de las emulsiones de cera. Cuando se usan los tipos de cera estable sin ácido, probablemente la teoría química ofrezca una explicación razonable ya que la porción emulsificada de estos productos es generalmente un jabón, esta porción reaccionaría con alumbre en la misma forma en que lo hace la resina. Sin embargo, las emulsiones estables al ácido no son precipitadas por el alumbre y en vista de esto, la teoría arriba mencionada no explica su reacción. Cuando se emplean las ceras del tipo ácido estable en conjunción con la resina, parecería que la resina reaccionaría en forma similar que si fuera usada sola. Las emulsiones de cera al ácido no reaccionan con el alumbre y por tanto se adhiere a la fibra probablemente por medio de un fenómeno de tipo electrocinético; indudablemente que una porción de emulsión de cera es atrapada por la acción filtrante de la red húmeda de papel sobre la tela de la máquina; también es posible que las emulsiones de cera sean atrapadas físicamente por la resina precipitada. Si las emulsiones de cera se usan solas como único material de encolado, éste no es tan efectivo y se obtiene únicamente si se emplea también el alumbre; así pues obtenemos como una conclusión que el tal encolado sólo se puede explicar por medio de la teoría electro-cinética y que el alumbre juega un importante papel en esta operación. A pesar de que las teorías respecto al uso de las emulsiones de cera parecen ser indefinidas, desde la posición práctica su actividad y utilidad han sido plena

mente establecidas.

Las emulsiones de cera pueden ser divididas en dos categorías básicas; una "al ácido" y, dos "sensibles al ácido" (estables sin ácido). Las emulsiones de cera de tipo estables al ácido no son afectadas por soluciones de aluminio, ácidos minerales fuertes u otros electrolitos. Sin embargo, el tipo de emulsiones sensibles al ácido son similares a la resina en cuanto que son inmediatamente precipitables por el alumbre o por ácido si se baja el pH.

Las ceras de petróleo del tipo de la parafina se usan mucho por su fácil obtención y por sus precios razonables. Las ceras microcristalinas se emplean también y poseen también la capacidad de impartir excelente resistencia a la sangre en papeles para envoltura de carnes. Las ceras sintéticas mencionadas anteriormente son capaces de impartir buen terminado en el encolado superficial.

Existen ciertas limitaciones en las cantidades de emulsión de cera que pueden ser usadas. Hablando en términos generales, cuando se usa más de un 0.5 % de emulsión de cera en papel bond o papel de escritura es posible que la pluma resbale. También al emplear aproximadamente el 2 % en papel o cartón la fricción sobre la superficie se reduce en tal manera que el papel o cartón resulta muy resbaloso.

Las emulsiones de cera pueden ser añadidas antes o después de la resina o inclusive se pueden mezclar con la solución de alumbre. En general, ésta se puede añadir en cualquier punto anterior a la caja de la máquina ya que hay agitación suficiente para dispersarla bien con toda la pasta. Sin embargo, en un sistema no continuo es más conveniente añadir la emulsión de cera en el mismo lugar en que se coloca la resina, o bien al añadir el alumbre.

Las emulsiones de cera sensibles al ácido deben ser manejadas en la misma forma que la resina. El pH debe ser alcalino para prevenir la precipitación de la cera antes de estar completamente dispersa a través de todo el sistema. Después de realizada esta operación se puede añadir el alumbre, lo que causará la precipitación de la resina y de la emulsión de cera sensible al ácido. Existen varias ventajas en el uso de emulsiones de cera, algunas son:

1.- Economía.

La mayor eficiencia de las emulsiones de cera significa que el encolado equivalente puede ser producido con la mezcla, a un precio más bajo o bien que este puede ser mejorado sin aumentar el costo. Según el porcentaje de emulsión empleado en la fórmula final, se obtendrán mejores resultados a un costo más bajo.

2.- Menor tendencia a formar espuma.

La resina es un jabón y como tal tiende a formar espuma. Cuando las emulsiones de cera, especialmente las de tipo ácido estable, sustituyen una parte de la resina hay una gran reducción de contenido de jabón con la probabilidad de formar mucho menos espuma. Así mismo, es bien sabido que las ceras emulsionadas contribuyen favorablemente a hacer desaparecer la espuma.

3.- Disminución del costo de vapor.

Las temperaturas de secado pueden ser más bajas con mezclas de cera y resina, ya que se necesita una temperatura menor para producir el encolado, esto trae consigo una economía en el consumo de vapor.

4.- Consumo menor de alumbre.

El alumbre es necesario para la reacción de la resina, así como para fijarla; cuando una parte de la resina es sustituida por una emulsión de cera se requiere menos alumbre. Sin embargo, la reducción en el consumo de alum

bre no es exactamente proporcional a la reducción en resina ya que una considerable porción de alumbre se consume para ajustar el pH del agua.

5.- Estabilidad en el color.

La cualidad de que el color que damos al papel soporta el paso del tiempo, mejora notablemente ya que la cera no tiende a decolorarse como la resina; asimismo la cera tiene una acción preventiva sobre la oxidación de la resina.

6.- Mejora las propiedades del papel.

El uso de emulsiones de cera trae como resultado varias mejoras en las propiedades del papel terminado; por ejemplo, se presenta menos tendencia a enroscarse, se mejoran las resistencias a las arrugas y doblamientos; las propiedades superficiales del papel o del cartón se mejoran con respecto al brillo, resistencia a la aspereza y facilidad de impresión.

II.1.4 Emulsiones bituminosas.

Las emulsiones bituminosas son algunas veces adicionadas a cartones fourdrinier y policilindricos. Estas emulsiones son tratadas en forma semejante a las emulsiones de cera, puesto que pueden ser mezcladas directamente con la pulpa y ser precipitadas con alumbre.

Las emulsiones bituminosas no pueden ser usadas para encolar papeles blancos o coloridos de tonos claros, debido a los efectos decolorantes del asfalto. No obstante las emulsiones de asfalto han sido bien aceptadas para el encolado de envases de cartón (cajas), cartones para estructuras o aislantes, tableros de control automotriz y para un número de resistencias especiales al agua en donde el color no es un factor importante.

Entre un 0.5 al 10 % en peso de sólidos de asfalto pueden ser aplicados a la fibra seca. Un alto porcentaje de emulsiones de asfalto fueron usadas (4 al 8 %) durante la Segunda Guerra Mundial para la manufactura de embarcaciones marinas (las cuales contenían el cartón llamado tipo V). Sin embargo, los cartones más comerciales contienen entre un 1 a 2 % de emulsión.

En cartones aislantes para exposición exterior, el asfalto es incorporado a las fibras en el momento del batido en forma de polvo; cuando el papel es pasado por los secadores, el asfalto funde y enlaza las fibras juntamente con un revestimiento impermeable. Las emulsiones asfálticas pueden ser usadas en combinación con asfalto pulverizado para obtener este propósito.

Dos tipos de emulsiones bituminosas son recomendadas: 1) aquellas mezcladas con jabón de resina solamente y, 2) las formuladas con agentes estabilizantes, tales como arcilla, caseína, para dar productos que sean estables en aguas duras y en presencia de sales metálicas.

El producto deseado a obtener, es aquel en el cual la emulsificación sea físicamente inerte, no adheriéndose ni obstruyendo las líneas y fieltros de la máquina de papel; pero que fluya y se adhiera juntamente con las fibras cuando la hoja de papel es secada.

Soles coloidales de sílica han sido utilizados para incrementar la retención de las emulsiones bituminosas - en 20 a 30 % , se usan dentro del rango de 8 a 12 ppm. .

II.1.5 Silicones

Los silicones son productos de organosilicio; contienen átomos de silicio rodeados por átomos de carbono y oxígeno. Estos grupos combinan las propiedades típicas de los materiales inorgánicos con aquellas de las resinas orgánicas sintéticas; las propiedades principales son: resistencia al calor, agua y químicos; son resistentes entre temperaturas de 480 a 570 °F.

Bergandohl y Libby trabajaron con organosilicones de la resina metil silicon y aceite metil silicon para encolados internos; descubrieron que en presencia de tolueno se obtenía una resina preservante capaz de obtener un grado encolante satisfactorio, aún reduciendo en un 0.1 % la cantidad de resina.

También obtuvieron resultados con mezclas de estas resinas y emulsiones ácidas o alcalinas de aceite metil silicon; pero el aceite metil silicon requiere de una muy alta temperatura.

La afinidad del silicon a las fibras es bajo, y por lo tanto la retención es baja. Aguas duras disminuyen los efectos encolantes obtenidos con productos de silicon.

te dividida, en la relación de una parte de dimero por una parte de silica.

Las emulsiones de dimeros alquil-cetónicos, pueden ser usadas para encolar internamente o como encolante externo.

No tiene lugar la reacción con los grupos hidroxilo de la celulosa, hasta que el papel se encuentra seco; de uno a cinco minutos a temperaturas entre 180 a 212 °F son suficientes para completar la reacción.

Este encolante es inefectivo en presencia de alumbre; y en papeles los cuales son fabricados con altos porcentajes de merma la cual contiene alumbre residual el encolado es casi nulo.

Cuando se adiciona al final de la zona húmeda, la retención es pobre, a menos que se usen agentes de retención, al usar almidones catiónicos con el dimero, retenciones del 75 al 85 % pueden ser obtenidas.

II.2 Materias Primas Usadas en el Encolado Externo.

Las materias más comúnmente usadas como agentes de encolado superficial son el almidón y la cola animal; utilizando también con éxito las emulsiones de cera, glicerinas, dextrinas, resinas sintéticas solubles en agua como alcohol polivinílico, melamina, urea formaldehído y carboximetil celulosa de sodio.

Siendo el almidón el agente de encolado externo más utilizado, me referiré a él para ilustrar la preparación y aplicación de los encolantes superficiales.

Los tipos de almidón más usados son los de maíz, ta pioca y papa, yendo desde el nativo hasta el modificado, de relativa baja viscosidad. Los almidones nativos no pueden ser usados para encolados superficiales debido a su alta viscosidad y es necesario convertirlos, para lo cual existen tres procesos:

- a) Descomposición hidrolítica por la acción de ácidos.
- b) Oxidación con hipoclorito de sodio.
- c) Conversión enzimática.

De los tres procesos mencionados la conversión enzimática es la más frecuentemente utilizada en las fábricas de papel en las que se aplica el encolado superficial con almidón.

La conversión enzimática consiste en la provocación de la hidrólisis del almidón, mediante las enzimas amilasa y diastasa (generalmente amilasa), cuya acción es la licuefacción y dextrinización (mayor dispersión de los glómeros de almidón) llegando hasta la sacarificación, en donde las moléculas de almidón se rompen en los extremos, produciendo dextrosa y maltosa, las cuales originan pérdidas de adhesividad y deficiencias de secado en la hoja.

Desde el punto de vista de adhesividad, la dextrinización debe terminarse con la formación de las dextrinas intermedias, ya que a partir de ese punto la adhesividad baja considerablemente.

La licuefacción se alcanza a 75-80 °C, y de ese punto comienza la dextrinización al mantener la temperatura durante 10-15 minutos. Al término de ese tiempo el proceso deberá terminarse por inactivación de la enzima, la cual puede ser química, con la adición de sulfato de cobre-formaldehído; o bien, con el incremento de temperatura a 95 °C.

Las condiciones de trabajo de las enzimas son con pH de 6.5 a 7.5 y en concentraciones de 0.1 a 0.6 % .

Una vez efectuada la conversión enzimática del almidón y cuando la solución se ha ajustado a la concentración deseada, es necesario mantener una temperatura de 55 °C y agregar preservativos, así como antiespumantes.

El uso del almidón en el papel es muy antiguo, ya que papiros egipcios de hace 5000 años contienen trazas de encolante a base de almidón. Plinio, menciona documentos del año 130 A.C., que eran encolados mediante la aplicación superficial de una pasta de harina de trigo, hervida con una débil solución de vinagre.

A partir de entonces, hay continuas evidencias del uso del almidón en el papel, y actualmente este polímero natural es materia prima básica en la elaboración de cartoncillos y papeles finos.

Siendo muy abundante en la naturaleza; teniendo propiedades filmógenas; dispersabilidad en agua; adhesividad y bajo costo, el almidón es muy atractivo en encolado interno o superficial.

Al igual que la celulosa, el almidón es un polímero de la glucosa, por lo que posee afinidad específica por la fibra de celulosa, uniéndose tenazmente a ella.

Esta propiedad se utiliza para aumentar la resistencia interna del papel y para mejorar la superficie del papel de escritura e impresión mediante un mayor control de la absorción de las tintas y un mejoramiento de la resistencia superficial.

En papeles muy finos como los de revistas y libros, se mejoran las propiedades del almidón mezclándolo con polímeros sintéticos que le imparten mejor plasticidad, insolubilidad y repelencia al agua, etc. .

En general hay dos técnicas de aplicación del almidón, que dan resultados muy diferentes pero complementarios entre sí. (Fig. II.2.1)

En lo que atañe a los diferentes tipos de almidones existen varios tipos según la planta de la que proviene el nativo (almidones y tubérculo o cereal), y cada una origina por modificación:

Pregelatinizados, oxidados, esterificados, eterificados, catiónicos y otras variedades. (Fig. II.2.2)

Estas variedades de almidones tienen un campo de aplicación actual, esquematizado en la (Fig. II.2.3) .

Habiendo en el mercado una variedad muy amplia de almidones, con su correspondiente escala de precios, el fabricante de papel está consciente de la necesidad de seleccionar el almidón específico para cada uso, o sea, aquel que proporcione los mejores resultados en la calidad al menor costo posible.

En general los almidones están constituidos por una mezcla de dos polímeros de glucosa básica más una pequeña porción de otros componentes orgánicos e inorgánicos, cuyo papel se cree no tiene importancia.

Los polímeros principales son:

Amilosa: polímero de forma longitudinal a base de unidades de glucosa; forma desde 200 a 2000 unidades.

TECNICA BASICA DE LA APLICACION DE ALMIDONES	
I.- Adición del Almidón : ANTES DE LA FORMACION DE LA HOJA	
ventajas	desventajas
<ol style="list-style-type: none"> 1) Aumenta la resistencia a TENSION 2) " " " " DOBLEZ 3) " " " " EXPLOSION 4) " " RETENCION 5) RINDEN MAS los encolantes 6) Mejora la FORMACION 7) Aumenta el ENCOLADO 8) " " CARTEO 	<ol style="list-style-type: none"> 1) No se retiene 100% pero en circuito cerrado aún a problema 2) Disminuye la resistencia al RASGADO
II. Adición del Almidón : DESPUES DE LA FORMACION DE LA HOJA	
ventajas	desventajas
<ol style="list-style-type: none"> 1) Mejora el ASPECTO 2) Incrementa la tersura (SATINADO) 3) Imparte BRILLO 4) Disminuye la PELUSA 5) Aumenta la cohesión (DENNISON) 6) " resistencia a la ABRASION 7) Aumenta la FACILIDAD DE BORRADO 8) Mejora el control de la penetración de las tintas. 	<ol style="list-style-type: none"> 1) Si no se vigila, penetrará excesivamente dentro de la hoja

Fig. II.2.1

TIPOS DE ALMIDONES MAS USUALES EN EL PAPEL

NATIVOS

Papa, tapioca, Maiz.

Se dispersan en agua, por cocimiento dando dispersiones de alta viscosidad a bajos sólidos (5 %) y aún geles insolubles. Retrogradan (Enturbian y gelan con el tiempo)

PREGELATINIZADOS

Papa, tapioca y maiz.

Son dispersables en agua fría, debido a un precocimiento y secado a polvo especialmente diseñados.

Presentan las mismas propiedades que los nativos.

OXIDADOS

Papa, tapioca, Maiz.

Se dispersan en agua por cocimiento dando dispersiones de baja viscosidad a altos sólidos (20%). No retrogradan o lo hacen muy poco.

Se obtienen oxidando el nativo con hipoclorito, lo cual escinde las moléculas (Baja viscosidad y reduce la retrogradación) además se introducen grupos carboxilos lo cual mejora la adhesividad.

ESTERIFICADOS, ETERIFICADOS Y CATIONICOS

Papa, tapioca, Maiz.

Algunos se dispersan en agua fría.

Al introducir en el polímero de almidón, radicales acetilo, éteres o inorgánicos se bloquean grupos químicos originales y se dejan otros más reactivos en sitios más adecuados. Se mejora notablemente su adhesividad y demás características.

Fig. II.2.2

CUADRO SINOPTICO DE EL PAPEL
ALMIDONES EN EL PAPEL

A N T E S de la formación de la hoja

NATIVO.- Se agrega como carga sin disolver, en cartonillos.
Gelatiniza en el secador.
Se aprovecha poco de sus cualidades.

OXIDADO.- Uso similar al anterior, en papeles finos.
Da mejores resultados por su gelatinización mas
eficaz.

PREGELATINIZADO.- Agregado después de la refinación, mejora la
retención, encolado y corteo. Eleva la resistencia
mecánica interna.

ESTERIFICADO.- Uso similar al pregelatinizado, pero dando más ef-
ficiencia en general. Casos específicos.

CATIONICO.- Se agrega cocido después de la refinación, en casos
especificos donde se aprovecha al máximo su alta
afinidad por la fibra de celulosa (anionica) para
mejorar la retención.

D E S P U E S de la formación de la hoja

OXIDADO.- Es específicamente en donde se aprovecha la menor
viscosidad, usando su cocimiento concentrado en la
prensa de encolado, para dar el acabado de los
papeles finos de escritura.

Mezclado con latex sintético para recubrir papel
de impresión.

ESTERIFICADO.- Uso similar al de los oxidados, ya que sus carac-
terísticas son mejores que la del correspondiente
oxidado.

Fig. II.2.3

Amilopectina: polímero de forma arborescente, consiste en la asociación de cadenas cortas de unas 25 unidades de glucosa; las agrupaciones de cadenas cortas totalizan polímeros entre 250 y 1100 unidades de glucosa.

El contenido relativo de estos polímeros principales así como su tamaño y complejidad varían en el almidón, según la planta de la cual proviene; y se cree que en esta variación está basada la diferenciación y características peculiares a cada tipo de almidón. (Fig II.2.4)

Según los trabajos analíticos de Kerr y Meyer, se ha podido elaborar un cuadro de proporciones y tamaños de polímeros dentro de los almidones de cada planta. (Fig. II. 2.5)

La diferencia de comportamiento según Meyer, se deberá a que mientras la Amilosa de la papa o de la tapioca, es de longitud moderada, y la Amilosa del maíz o es muy corta o es muy larga.

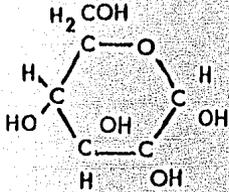
La Amilosa corta o muy larga, favorece mucho el fenómeno de la retrogradación, y que da lugar a la turbiedad y gelación de las dispersiones de almidón.

También mientras la Amilopectina del maíz es muy pequeña, la Amilopectina de papa y de tapioca es de gran tamaño.

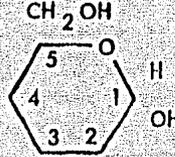
La Amilopectina por su forma ramificada adopta la apariencia de grumos esferoides, estable en dispersión acuosa y casi no produce retrogradaciones. Además, una Amilopectina de gran tamaño produce un gran poder adhesivo

En resumen, según el trabajo de Meyer, se apunta la posibilidad de mayor estabilidad y mayor adhesividad para los almidones de papa y de tapioca con respecto a los de maíz.

ESQUEMA DE LOS CONSTITUYENTES BASICOS DEL ALMIDON
COMPARANDO CON LA CELULOSA



GLUCOSA (CICLIZADA)
o piranosa



Esquemalizada

La glucosa se polimeriza para dar celulosa, amilosa, amilopectina, etc.

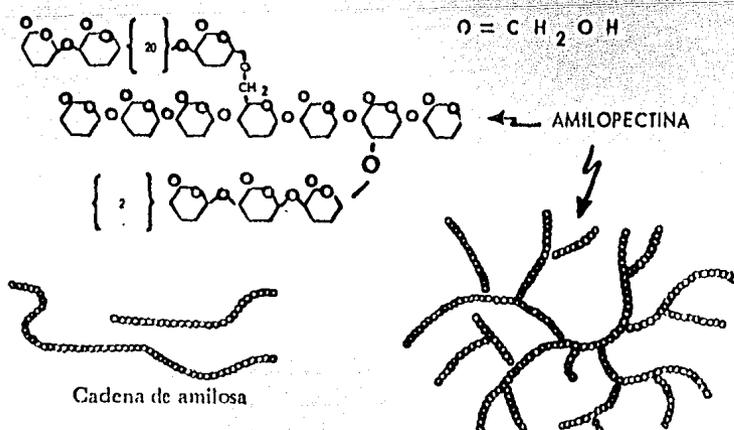
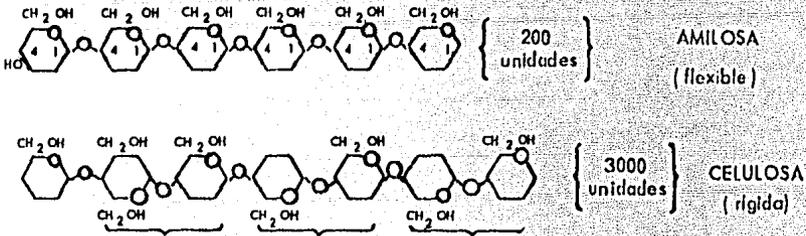
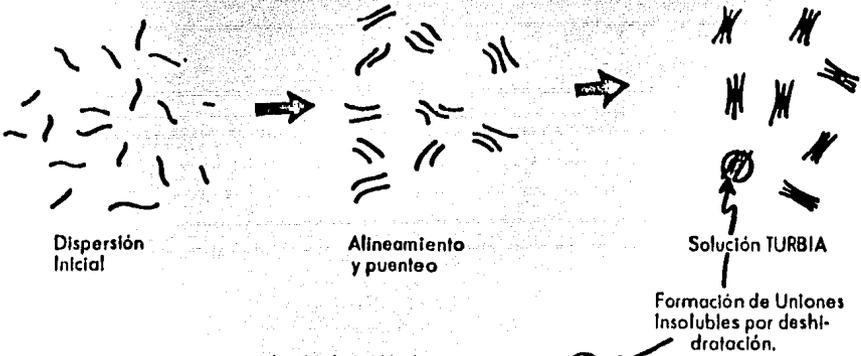


Fig. II. 2. 4

ESQUEMA DE LA RETROGRADACION

A)- RETROGRADACION DE PEQUEÑAS MOLECULAS DE AMILOSA



B)- Retrogradación de moléculas grandes de Amilosa

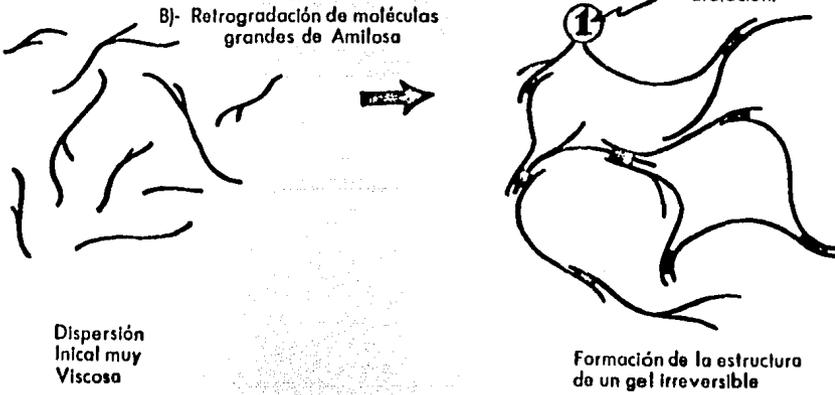


Fig. II.2.5

Características principales de la Amilosa y la Amilosa-Amilopectina.

Siendo un polímero esencialmente lineal y flexible, es capaz de enredarse consigo mismo y por ello dar viscosidades altas en sus dispersiones.

Cuando su tamaño baja de 300 U. de Glucosa las cadenas tienden a asociarse paralelamente perdiendo agua de solvatación. Cuando es muy grande (2000 U. de Glucosa) - hay una fuerte tendencia a asociarse en determinados puntos de las cadenas perdiendo agua de solvatación en esos puntos y formando redes gigantescas. (Fig. II.2.6)

Ambos fenómenos son llamados en conjunto retrogradación de la dispersión de almidón.

De no ser por estas, en muchos casos, propiedades indeseables, la Amilosa sería un adhesivo ideal para las fibras de celulosa, ya que su estructura es casi idéntica a la de éstas, poseyendo además una gran flexibilidad.

Químicamente es sencillo detectar y separar la Amilosa:

- a) Absorbe de 18 a 20 % de su peso en yodo, dando profundo color azul.
- b) Es precipitada de su dispersión por medio de butanol.
- c) Es fuertemente adsorbida por la cadena de celulosa.

Amilopectina.- Polímero ramificado, sus dispersiones en agua dan viscosidades no muy altas por la baja interacción de sus moléculas y son muy poco retrogradables por la misma razón.

- a) Absorbe yodo con dificultad creciente.
- b) No es precipitada por el butanol.
- c) No se adsorbe en la fibra de celulosa

Teoría de la adhesividad de almidones.

Para que una capa se adhiera a otra de celulosa, deben de proporcionarse fuerzas de adhesión a base de:

ESQUEMA DE ANALISIS DE POLIMEROS EN ALMIDONES			
(Meyer)			
Tipo de Almidón Nativo.	Análisis	Polímeros de Glucosa	
		AMILOSA (cadena lineal)	AMILOPECTINA (núcleo arborescente)
TAPIOCA	Proporción	17 %	83 %
	Tamaño	300 Unidades de glucosa	1000 U. Glucosa
	Comentario	Tamaño Moderado	Tamaño Grande
PAPA	Proporción	22 %	78 %
	Tamaño	300 U. Glucosa	100 U. Glucosa
	Comentario	Tamaño Moderado	Tamaño Grande
MAIZ	Proporción	21 %	79 %
	Tamaño	Hay dos fracciones 50% 250 U. Glucosa 50% 2100 U. Glucosa	280 U. Glucosa
	Comentario	Tamaño pequeño crítico y Tamaño grande crítico	Tamaño pequeño

Fig. II.2.6

- a) Anclajes mecánicos entre las capas.
- b) Fuerzas fisicoquímicas de adhesión (Puentes de Hidrógeno)

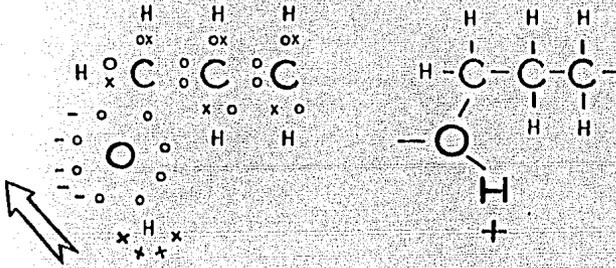
El anclaje mecánico se obtiene siempre que las moléculas del adhesivo tienen un tamaño que se adapta a los poros y configuración externa de la capa base; de este modo se forma un número de anclajes por unidad de superficie, suficiente para mantener adheridas las dos capas.

Las moléculas de Amilosa pueden adaptarse por flexibilidad a la configuración de la capa de celulosa, mientras que las moléculas de amilopectina encajan bien en las oquedades y poros. En este aspecto quedan favorecidas las moléculas de almidón de tubérculo, ya que penetran menos y su acción adhesiva es más fácil.

Las fuerzas fisicoquímicas entre celulosa y almidón, provienen de los denominados "Puentes de Hidrógeno", que son sólo separables por la acción del agua. (Fig. II.2.7)

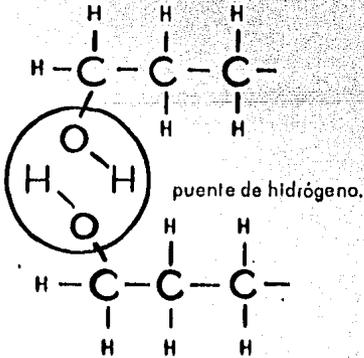
La unión es desecha por la acción del agua, puesto que ésta es una molécula fuertemente dipolar y al mismo tiempo suficientemente pequeña para acoplarse y neutralizar eficazmente los dipolos de los grupos oxhidrilo contiguos y anular su atracción recíproca.

ESQUEMA DEL PUENTE DE HIDROGENO



En un compuesto hidroxilado el átomo de Oxígeno fuertemente electrofílico, atrae a todos los electrones, dejando descubierto al átomo de Hidrógeno, que se comporta como un protón.

Se establece así un dipolo eléctrico (+ -) capaz de atraer a otros dipolos formados en moléculas cercanas.



Al acercarse íntimamente dos compuestos hidroxilados, sus dipolos se atraen formando una poderosa unión eléctrica.

Es este mecanismo la fuente de adhesión principal para la celulosa y los almidones.

Fig. II.2.7

CAPITULO III

TEORIAS DEL PROCESO DE ENCOLADO

El mecanismo del "encolado" con brea, fijada a la fibra de celulosa por medio de una sal de aluminio, ha sido un punto muy discutido, originando grandes controversias. ¿Es este mecanismo, un fenómeno de adsorción? ¿Es acaso una neutralización de cargas eléctricas?, o bien, ¿Es una reacción química entre la celulosa y la molécula repelente al agua? .

Son teorías diferentes, de las cuales no se puede excluir ninguna, ya que el mecanismo del encolado se explica aplicando una de ellas en algún caso o bien dos juntas para aplicarlas a un mismo fenómeno.

III.1 Teoría del ángulo de contacto.

La teoría del ángulo de contacto fué propuesta por - Cobb y Lowe, y que muestra los factores que afectan la relación de penetración del agua en una hoja de papel, la cual esta controlada por la ecuación:

$$\frac{dl}{dt} = \frac{\sigma r \cos \theta}{4 n l}$$

donde:

$\frac{dl}{dt}$ = Relación de penetración en un tiempo t .

σ = Tensión Superficial.

n = Viscosidad.

θ = Es el ángulo de contacto entre el líquido y la superficie capilar.

r = Radio del capilar.

l = Distancia penetrada.

Esta ecuación muestra los factores que afectan la - velocidad de penetración del agua en un poro o tubo capilar. Para una hoja de papel y un líquido de prueba, muchos de estos factores son constantes.

III.1.1 Efecto de la acción de capilaridad.

Cuando un tubo de diámetro pequeño es colocado en agua, ésta subirá dentro del tubo si lo puede mojar, adhiriéndose a sus paredes internas; esto se conoce como capilaridad.

Si la superficie interna del tubo, ha sido tratada - para hacerla repelente, el agua no subirá puesto que no - puede mojar las paredes del tubo.

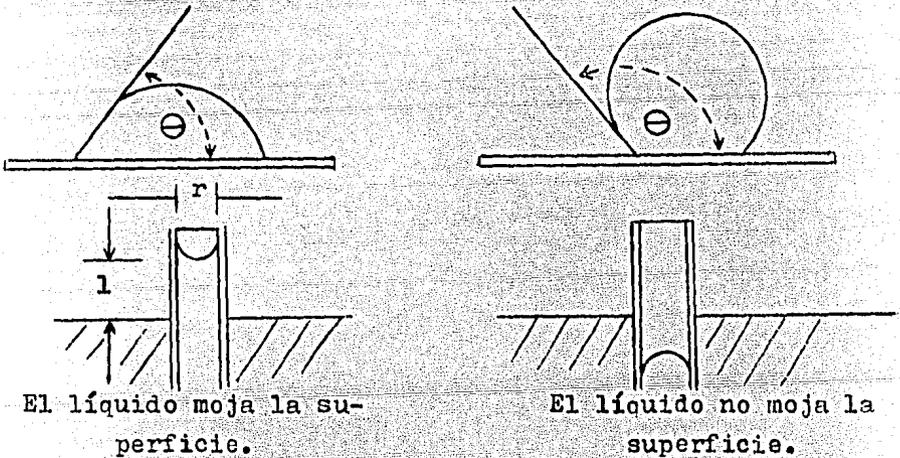


Fig. III.1.1.1

Una hoja de papel o cartón contiene muchos poros pequeños, que se extienden através de la hoja en los espacios que quedan entre las fibras. Los poros reaccionan - al agua de la misma manera que los tubos capilares.

En papeles sin encolar, el agua rápidamente moja las fibras que hacen las paredes de los poros, y a causa de - la capilaridad penetra en la hoja rápidamente. WICKING - es el otro término usado para esta penetración rápida de

agua en papel sin encolar por capilaridad.

En papeles encolados las fibras han sido cubiertas -parcialmente por un material repelente al agua. Las paredes de los poros se resisten al mojado y entonces la velocidad de penetración del agua se reduce considerablemente



Papel no Encolado

El líquido moja la superficie de las fibras.

Papel Encolado

El líquido no moja la superficie de las fibras.

Fig. III.1.1.2

Los factores que pueden cambiarse para controlar la penetración son:

- a) El radio del poro o tamaño de los capilares de la hoja.
- b) Humectabilidad de la superficie de la fibra.

El radio del poro puede ser controlado por la refinación de la fibra, por la formación de la hoja y por la adición de materiales filmógenos.

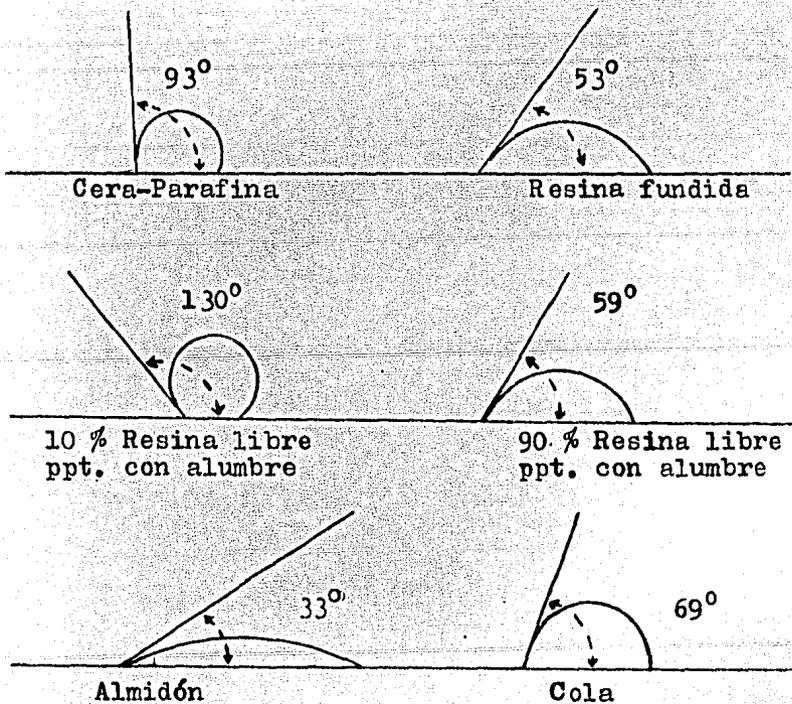
La humectabilidad de la fibra se controla por medio de aditivos químicos de carácter encolante.



Fig. III.1.1.3

La fig. III.1.1.3 nos dice que, cuando el ángulo de contacto es agudo se tiene un encolado ligero, cuando el ángulo es recto el encolado es medio y cuando el ángulo es obtuso estará fuertemente encolado.

Lafontaine ha medido los ángulos de contacto formados por gotas de agua en películas de diferentes agentes encolantes usados en la industria de papel. Estos resultados son ilustrados en la fig. III.1.1.4; y muestran que la parafina es más repelente al agua que la resina; y que el tipo de resina encolante usada tiene una apreciable influencia en la repelencia al agua.



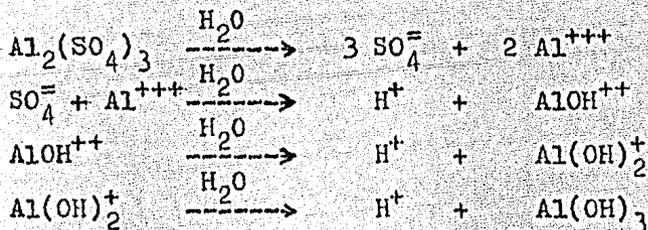
Ángulos de contacto formados por una gota de agua en películas de diferentes agentes encolantes.

Fig. III.1.1.4

III.2 Reacciones del Sulfato de Aluminio.

El sulfato de aluminio tiene dos funciones en el proceso de encolado; la primera es proveer al sistema de iones aluminio para la precipitación del encolante y la segunda es, proporcionar el pH necesario para la reacción de los iones de aluminio con el encolante (resinato de sodio) y formar el precipitado encolante-alumbre (resinato de aluminio).

Al diluir el sulfato de aluminio en agua se disocia y las reacciones que suceden son:



La reacción condensada queda de la siguiente forma:



Estas reacciones muestran claramente la disociación del sulfato de aluminio, que primeramente dá iones aluminio y sulfato; estos reaccionan con la alcalinidad del agua o, con el agua misma del sistema formando hidratos de aluminio y iones H^+ , estos iones forman ácido sulfúrico con el $\text{SO}_4^=$ del sistema y bajan el pH del mismo.

III.2.1.- Química del Sulfato de Aluminio; su Precipitación y Disolución.

Si añadimos una solución de sosa a una solución de sulfato de aluminio, a las primeras gotas aparece un precipitado de hidróxido de aluminio.



Si se añade un exceso de sosa, el precipitado desaparecerá con la formación del aluminato.



Si se aplica a cada uno de estos equilibrios heterogéneos la ley de acción de masas, se podrá escribir:

$$[\text{Al}^{+++}] [\text{OH}^-]^3 = 10^{-33} = \text{P.S}$$

$$\frac{[\text{Al}(\text{OH})_4^-]}{[\text{OH}^-]} = K = 40$$

La $[\text{Al}^{+++}]$ máxima, en función del pH, se deduce de fórmula:

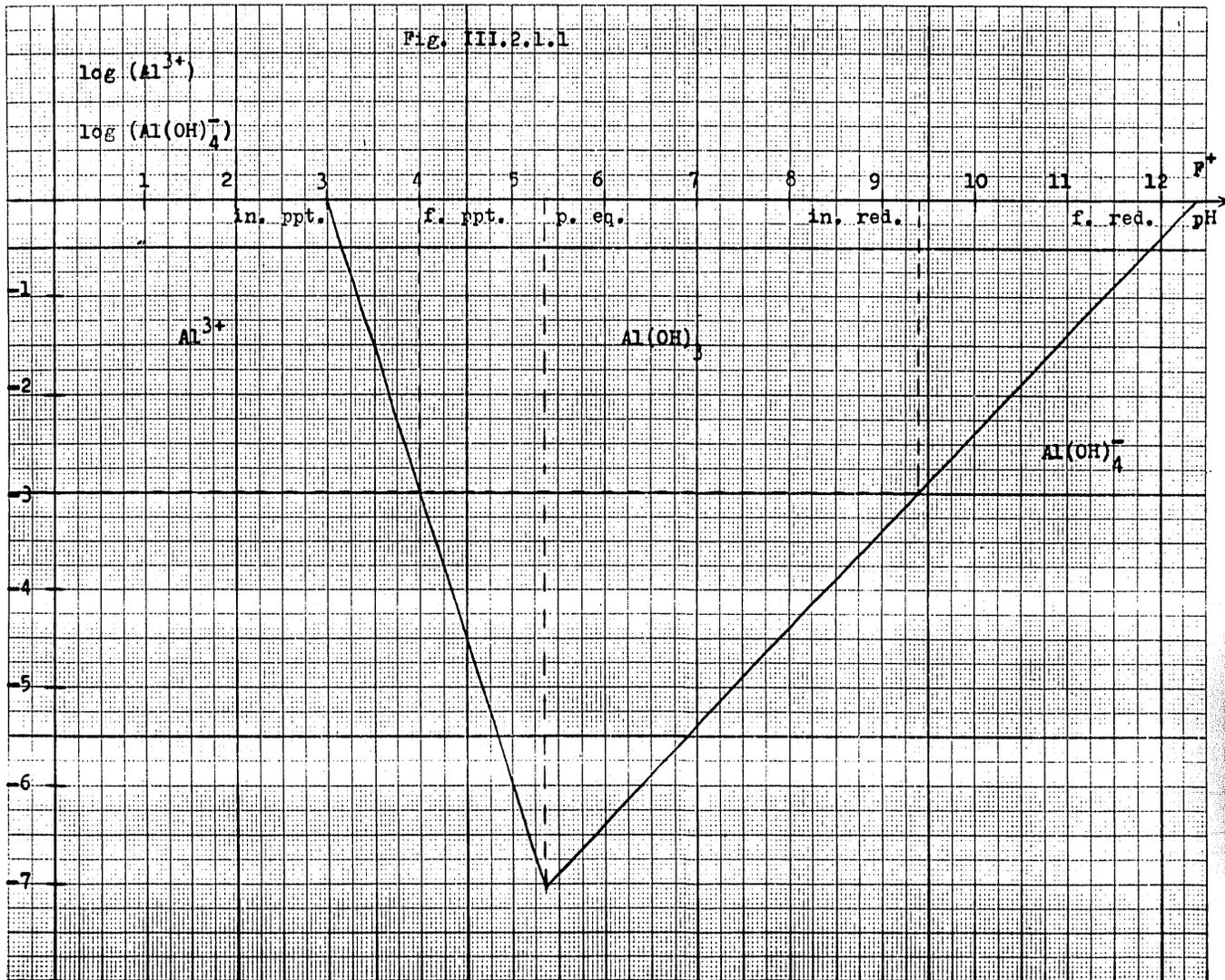
$$[\text{Al}^{+++}] = \frac{10^{-33}}{[\text{OH}^-]^3} = 10^9 [\text{H}^+]^3$$

$$\log (\text{Al}^{+++}) = 9 - 3\text{pH}$$

$$\log \text{Al}(\text{OH})_4 = \text{pH} - 12.4$$

En la gráfica de la fig. III.2.1.1, se obtienen tres regiones que corresponden al Al^{+++} , $\text{Al}(\text{OH})_3$ y al $\text{Al}(\text{OH})_4^-$.

Fig. III.2.1.1



De este diagrama se deduce:

1.- Para una concentración de $(Al^{+++})=10^{-3}$ el ión de aluminio precipita para valores de pH comprendidos entre 4 y 9.

2.- Para valores decrecientes de la concentración de ión aluminio aumenta el valor de pH de precipitación del ión aluminio, así como disminuye el pH de redisolución en forma de aluminato. Se observa un efecto de reducción de la zona de precipitación.

3.- En los procesos papeleros los valores de pH pueden oscilar entre 4 - 9.5, se deduce de esto, que el ión aluminio puede encontrarse entre una gama de estructuras intermedias entre las formas límites: Al^{+++} , $Al(OH)_3$ y $Al(OH)_4$.

4.- El valor del pH de iniciación a la precipitación depende de la concentración de ión aluminio en el medio. Así supongamos que para una concentración de $(Al^{+++}) = 10^{-3}$ se tiene (según el diagrama) un valor de pH de iniciación a la precipitación igual a cuatro. Si se prepara una solución de ión aluminio de una concentración $(Al^{+++}) = 10^{-4}$ y se regula el pH con ácido sulfúrico al mismo valor de cuatro, según el diagrama se observa que el ión aluminio se encuentra estabilizado en la forma iónica de aluminio trivalente. Se deduce que para un mismo valor de pH el ión aluminio puede encontrarse estabilizado en la forma iónica de aluminio trivalente en una de sus estructuras iónico coloidales intermedias. Esto da al ión aluminio diferentes poderes de coagulación y su influencia en la modificación de los po

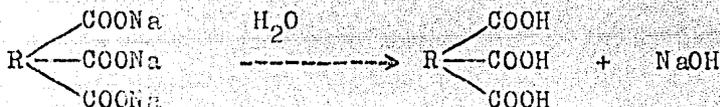
tenciales zeta de las fibras celulósicas con vista a los fenómenos de retención con agentes catiónicos.

III.3. TEORIA ELECTRICA O ELECTROFORETICA

Aparentemente no existe ninguna explicación de por qué el precipitado formado de encolante alumbre, rellena los espacios libres y en función de que se retienen en la pasta los agentes encolantes que incluso podrían escurrir una razón para que haya retención es esta teoría.

Al disolver el resinato de sodio en bajas concentraciones, 30 a 60 gr./lt., se hidroliza aumentando su capacidad de reacción, ya que se libera molécula a molécula de menor tamaño (debido a que un abietato neutro es susceptible de dar una gran cantidad de colofonia coloidal).

El encolante con carga negativa, aumentada por la fortificación de la brea, se disocia al diluirse, de la siguiente forma:



Por la hidrólisis del sulfato de aluminio se forma ácido sulfúrico, este se combina con el hidróxido de sodio formado en la hidrólisis del encolante. El sulfato de sodio formado en esta reacción, queda soluble en las aguas del encolado de la pasta.

Así se tiene que por efecto de la hidrólisis del resinato de sodio, queda ácido abiético de carga negativa y por la hidrólisis del sulfato de aluminio, se tienen los hidratos y el hidróxido de aluminio de carga positiva.

Las fibras de celulosa que están en suspensión tienen carga negativa, por tanto no puede existir la unión electrostática entre las fibras de celulosa y la resina. Si permanecieran unidas sería por interposición, siempre que la solución de encolante fuera lo suficientemente -- concentrada, como para que ejerciera su papel de aglutinante, es decir, el efecto de una verdadera cola, pero -- sin que fuera posible la distribución homogénea de ambos productos. Por esta razón, antes de la adición del sulfato de aluminio, solamente hay una distribución de las -- partículas del encolante entre las fibras de celulosa, -- éstas suspendidas en agua, normalmente tienen carga negativa. Los estudios relativos a conocer la relación entre el encolante, la carga eléctrica negativa de las fibras de celulosa y el precipitado encolante-alumbre, han concluido que las fibras de celulosa en suspensión tienen -- un potencial negativo alto, así mismo siendo la suspensión del encolante en agua, altamente negativa, es necesaria la reacción con el alumbre para formar el precipitado de carga positiva que posteriormente se fije en la fibra. Esta movilidad electroforética, demostró que a medida que se incrementa, aumenta la eficiencia del encolado.

La teoría eléctrica del encolado fue postulada por E.F. Thode y S. Ito, como conclusión de sus experimentos para obtener la carga superficial o "potencial z" -- de las fibras encoladas por medio de una técnica especial de movilidad electroforética. Los resultados indican que la pulpa dispersada con 3 % de sulfato de aluminio presenta una carga negativa ($z = -4.1$ mv.), pero cuando encontrarse también presente 2.4 % de resina, se tornará positiva ($z = +7.9$ mv.), por lo que se concluye que el ión aluminio hidratado se adsorbe primero con la reci

formando un complejo positivo, el cual se podrá precipitar sobre la celulosa negativa.

Se ha demostrado que la celulosa se carga positivamente a altas concentraciones de sulfato de aluminio, -- mientras que a concentraciones bajas permanece negativa. Como se puede observar en la Fig. 3.1, es benéfico para el encolado agregar una pequeña cantidad de sulfato de aluminio (0.2%) sobre fibra antes de añadir la brea, ya que en esta forma se tendrá la fibra francamente negativa. En la práctica se ha encontrado que este punto se encuentra aproximadamente a un pH de 6.8.

III.3.1. ¿QUE ES EL POTENCIAL ZETA?

La carga eléctrica de las partículas coloidales está determinada por su carácter electrolítico o por la adsorción preferente de algunos de los iones existentes en la disolución o formados en reacción superficial del coloide con algo de ácido, base u otro electrolito disuelto en el medio de dispersión. Los iones de signo opuesto que quedan en exceso en la disolución, rodean a la partícula coloidal formando con ella una doble capa eléctrica. Parte de estos iones quedan también fijos, retenidos por el sólido por fuerzas electrostáticas de adsorción y el resto forma una zona difusa hasta llegar a la distribución iónica uniforme dentro del líquido. La diferencia de potencial electrocinético o potencial zeta.

Todo sólido, cuando se introduce en agua, desarrolla una carga en su superficie bien por ionización o por la adsorción específica de iones. En los procesos papeleros

ros para la mayoría de los sólidos esta carga es negativa

III.3.1.1 Potencial zeta de las materias primas papele- ras.

En general la mezcla de fibras, pigmentos, colas y -
otros aditivos, que son parte de la materia prima papele-
ra, son de carácter aniónico.

Así las cargas (carbonatos, dióxido de titanio, tal-
cos, caolines) manifiestan un potencial zeta comprendido
entre -7 y -12 m.v.

En general las pastas no blanqueadas tienen un poten-
cial zeta aniónico más alto que las blanqueadas; así se
tiene que la pasta semiquímica no blanqueada presenta un
potencial zeta electronegativo comprendido entre -55 y -
60 m.v. La pasta blanqueada al sulfato es de -9 a -11 -
m.v. La pasta blanqueada kraft de -9 a -10 m.v.

Es importante tener en cuenta que la carga negativa
de las fibras es tanto más negativa cuanto mayor es el -
contenido de lignina en las pastas. Así las pastas mecáni-
cas puede llegar a tener un potencial zeta negativo muy
alto -50 a -60 m.v.

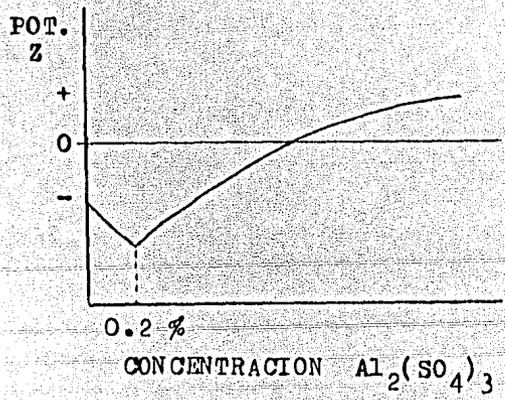
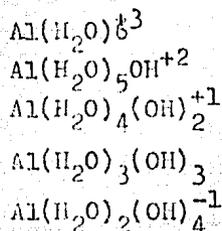


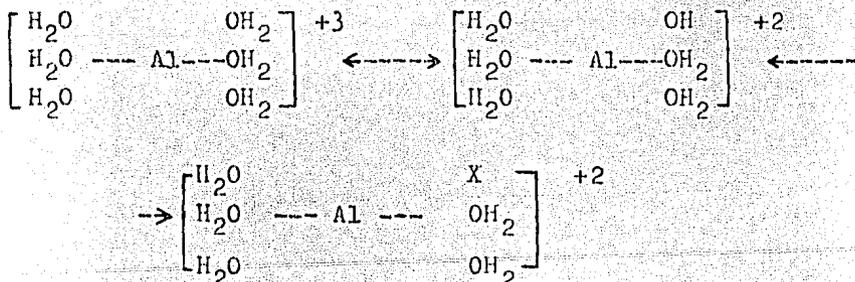
Fig. III.3.1

III.4.- TEORIA DE COORDINACION

Esta teoría se basa en el número de coordinación, o sea el número de moléculas de agua que es capaz de adsorber un catión, el cual depende de la naturaleza y magnitud de dicho catión; en el caso del aluminio, éste tiene a adsorber hasta seis moléculas de agua, formando el hexahidrato; el ión aluminio, con índice de coordinación + 6, da lugar a una estructura octaédrica de hibridación sp^3d^2 , -- siendo ocupados los lugares libres de sus orbitales con pares de electrones procedentes del agua e iones OH, dando lugar a las siguientes formas:



De acuerdo con Thomas, la hidrólisis de una sal de -- aluminio se lleva a cabo en la siguiente forma:



Primero se forma el ión hexa-aquo-aluminio con tres va- lencias positivas, pasando posteriormente a ion penta-aquo- -hidroxo-aluminio con dos valencias positivas.

Unión X podrá desplazar un oxhidrilo o una molécula de agua para formar el ión pentaquo-X-aluminio, dependiendo de su afinidad de coordinación comparada con la anión o molécula, que se encontraba coordinado originalmente en esa posición.

Thomas encontró que afinidad de coordinación con el aluminio para los más comunes es la siguiente en orden creciente:

A C	Nitratos
F R	
I E	Cloruros
N C	Sulfatos
I I	Acetatos
D E	
A N	Tartratos
D T	Citratos y Oxalatos
E	Oxhidrilos

Es obvio que los aniones menos fuertemente coordinados al aluminio, serán los más fácilmente desplazables por la celulosa y el encolante aniónico, encontrándose en este caso el anión sulfato.

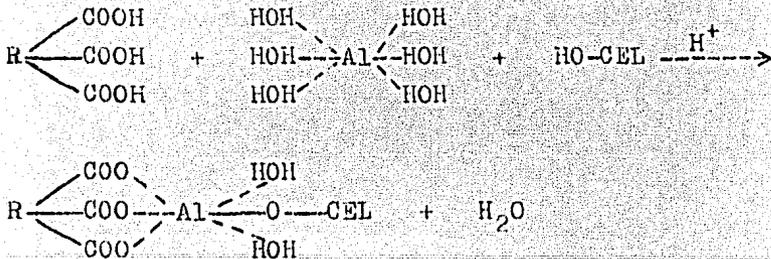
Como se puede observar, en la descripción anterior sobre las afinidades al aluminio, con excepción del oxhidrilo, los aniones inorgánicos tienen muy poca afinidad de coordinación con el aluminio; pero un exceso de ellos en el sistema puede ser perjudicial, debido a que reduce el potencial eléctrico de la pulpa encolada (refiriéndose a la teoría eléctrica).

Al llevarse a cabo las reacciones del encolado, se va eliminando el ión aluminio, mientras que el ión sulfato va aumentando considerablemente, provocando el efecto mencionado anteriormente.

Aplicando esta teoría al encolado, la resina y la celulosa se coordinan al aluminio central y la afinidad de coordinación aumenta en relación directa con la magnitud de la molécula y con el número de oxhidrilos que contenga.

La brea posee únicamente un grupo COOH coordinable, por lo que en la actualidad se entiende a reforzar por medio de anhídrido maléico u otros compuestos que, al reaccionar con sus dobles ligaduras, le proporcionan un número mayor de oxhidrilos. La celulosa en cambio, es una molécula grande con varios oxhidrilos, por lo que se puede considerar como un anión altamente coordinable.

Al efectuarse esta coordinación se obtendrá un complejo de hidrato de aluminio-resina-celulosa. La reacción es la siguiente:



Esta reacción puede presentarse más compleja, debido a que el ión aluminio en solución diluida tiende a formar moléculas de mayor magnitud.

El compuesto formado es débil, y esto explica la facilidad con que se rompe el encolado al ser sometido a -- cambios bruscos, como sucede cuando se presentan variaciones bruscas de temperatura en los secadores.

CAPITULO IV

FACTORES QUE AFECTAN EL ENCOLADO

Frecuentemente se tienen problemas con el encolado, principalmente porque éste baja, o se tienen dificultades en la operación de la máquina, sin que aparentemente tengan una causa.

En el caso de encolados bajos, la reacción inmediata sería aumentar la proporción de encolante, pero esto no es posible en la mayoría de los casos, ya que un 4 % de encolante se considera como máximo, además los aumentos adicionales de cola no reportarán los correspondientes aumentos de encolado.

Por otra parte, pueden obtenerse resultados diferentes en un papel con la misma proporción de cola, si las condiciones de precipitación de la cola en la fibra son variables; este y otros factores afectan el encolado en el papel por lo que a continuación se hace un estudio de cada uno de ellos.

IV.1 Cantidades de Encolante y Sulfato de Aluminio

La cantidad de encolante que se debe usar esta determinada por el grado de encolado requerido, y en algunas ocasiones por el tipo de pulpa que se va a usar, por ejemplo: en el caso de la pulpa Kraft blanqueada con respecto a la Kraft sin blanquear, se usan cantidades distintas de encolante para lograr el mismo grado de encolado.

Un exceso de encolante ocasiona serios problemas al sistema de fabricación, debido a que por su condición de jabón tiene tendencia a formar espuma y la estabiliza.

Un renglón importante aquí son los costos, debido a que el exceso de encolante no fijado bien en la fibra es-

desalojado al drenaje o bien se adhiere a la prensa de succión, tela y fieltros tapándolos además de formar pegajosidades, que pueden adherirse a la hoja de papel y en el momento de secado aparecen como manchas negras o ámbar o bien, pueden llegar a perforar el papel.

La cantidad de sulfato de aluminio (alumbre) necesaria para depositar el encolante, depende de la cantidad de este y además del tipo de pulpa a encolar, así como del tipo de agua que se usará en la fabricación.

El sulfato de aluminio debe estar presente en cantidad suficiente para bajar el pH de la solución de la cola hasta un valor comprendido entre cuatro y cinco, según el tipo de cola añadida, ya que es precisa una determinada acidez para dejar libres las partículas de resina de la cola por hidrólisis.

Si el encolado se realiza con aguas duras, parte del sulfato de aluminio se consume en eliminar parcialmente esta dureza, por lo cual es necesario añadir una mayor cantidad.

Otro punto importante es; la forma u orden de adición, y aunque en este aspecto es muy difícil unificar las opiniones de los técnicos en papel, se puede decir que, en general, el sulfato de aluminio se debe añadir lo antes posible después de la brea para que tenga tiempo suficiente para reaccionar con ésta.

También es de gran importancia controlar la cantidad de sulfato de aluminio, debido a la tendencia que tiene a la formación de hidróxido de aluminio, el cual compete con la formación del precipitado encolante-alumbre, esto provoca bajas eficiencias de encolado.

IV.2 Tipo de Pulpa

El tipo de pulpa que se va a encolar puede ser un factor determinante de bajas o altas eficiencias de encolado.

Pulpas blanqueadas mal lavadas son difíciles de encolar, así mismo pulpas con alto contenido de alfa-celulosa presentan el mismo problema.

Las pulpas Kraft crudas y en general las Kraft semi-químicas tienen la facilidad para ser encoladas, altas eficiencias se logran con pequeñas adiciones de encolante.

Algunas pastas pueden tener mayor contenido de alcalis y algunos desperdicios, que siempre aportan residuos alcalinos, por tanto, es recomendable verificar el pH de trabajo y las variaciones que se pueden presentar.

RETENCION DE BREA EN DIFERENTES PULPAS (Con 2% de brea y alumbre a dar pH 4.5)

% de retención	Tipo de pulpa	Freeness
69	Pasta Mecánica	250
68	Tramo Algodón	350
66	Kraft Semi- Blancueada	370
59	Kraft Cruda	370

Fig. IV.2.1

Además de las características antes mencionadas, es también de tomar en consideración las comparaciones de estabilidad de la pulpa. Si dos pulpas son comparadas al mismo nivel de freeness, ellas pueden presentar igual grado de encolabilidad.

No obstante, si estas mismas pulpas son comparadas a

igual resistencia (diferentes niveles de freeness) la pulpa con valores más altos de refinación, presentará grados de encolado mayores, que aquella que ha sido más refinada.

Por lo tanto, el consumo de cola dependerá notablemente de las variaciones de resistencia de la pulpa y de los cambios de refinación necesarios para obtener las especificaciones de resistencia del papel. A continuación se presenta un esquema representativo.

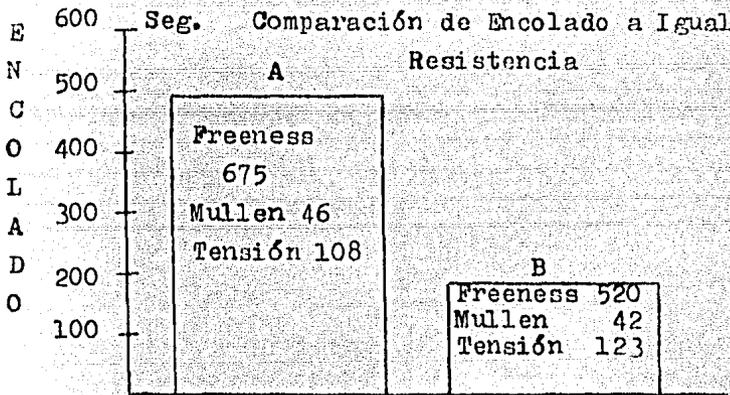


Fig. IV.2.2

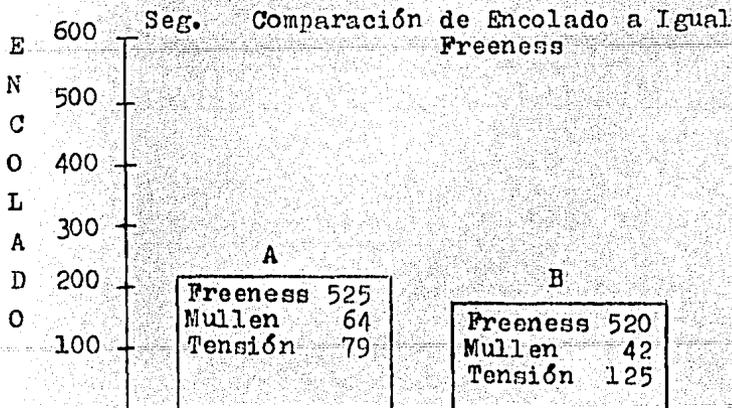


Fig. IV.2.3

IV.3 Efecto del pH

El efecto del pH es determinante en la composición del precipitado tanto al inicio del proceso de encolado como al final.

Tiene un efecto determinante en las cargas eléctricas de las partículas del precipitado, ya que si un sistema de pH neutro que contiene encolante de brea se le adiciona alumbre, el precipitado presentará una carga negativa, que va cambiando a positiva a medida que disminuye el pH y alcanza su máximo alrededor de 4.5.

Así mismo, es precipitado el hidróxido de aluminio, formado en la hidrólisis del sulfato de aluminio tiene una carga positiva a valores normales del proceso de fabricación de papel y establecerá competencia con el precipitado de encolante-brea para depositarse en la fibra y por lo tanto reducir el encolado.

IV.3.1. pH Inicial.

Se tenía la creencia que pHs ligeramente alcalinos (8 - 9), anteriores a la adición del encolante, favorecían la precipitación de éste; estudios posteriores han relevado que a pHs alcalinos se favorece la formación del hidróxido de aluminio. Esto da como resultado que la composición del precipitado final presente un alto porcentaje de di y tri-resinato de aluminio (con porcentajes de brea libre muy bajos), por lo cual se obtienen puntos de fusión de hasta 250 °C; temperaturas que están fuera del máximo permisible de los grupos de secado s, y consecuentemente siendo ineficientes para lograr fundir el precipitado alumbre-brea, lo cual ocasiona una baja en la eficiencia.

cia del encolado.

A pHs entre 6.0 y 7.0 la temperatura del precipitado varía entre 90-120 °C, temperaturas más bajas que la temperaturas más bajas que la temperatura máxima permisible de los secadores, con lo que la eficiencia del encolado aumenta al fundir el precipitado y hacerlo fluir por sobre la fibra.

En resumen el pH antes de precipitar el encolante tiene un efecto determinante en el encolado pues fija la cantidad de brea libre en el precipitado, de aquí la importancia de establecer un estrecho control antes de adicionar el encolante.

IV.3.2. pH de Precipitación

En la mayoría de las industrias donde se encola papel o carón, las condiciones ácidas son mantenidas a través del sistema, mediante la adición de alumbre.

El pH promedio y más adecuado para la precipitación se encuentra entre 4.3 y 4.7, sin embargo en algunas ocasiones se requieren pHs ligeramente más bajos o más altos que los límites mencionados, según las condiciones en que trabaja la máquina o el sistema.

Se han efectuado un sin número de estudios que nos dan las razones aparentes de la variabilidad de las condiciones óptimas del pH de precipitación. Así se ha encontrado que una de las razones de mantener el pH bajo en el encolado se debe, como se mencionó en la teoría electroforética, a que en estas condiciones el precipitado tiene carga electropositiva, de igual manera se mencionó que el precipitado tiene carga positiva más fuerte a medida que el pH es reducido, sin embargo, el punto en la escala de pH donde el precipitado cambia su carga negativa a positiva varía de acuerdo a las condiciones imperantes en el ...

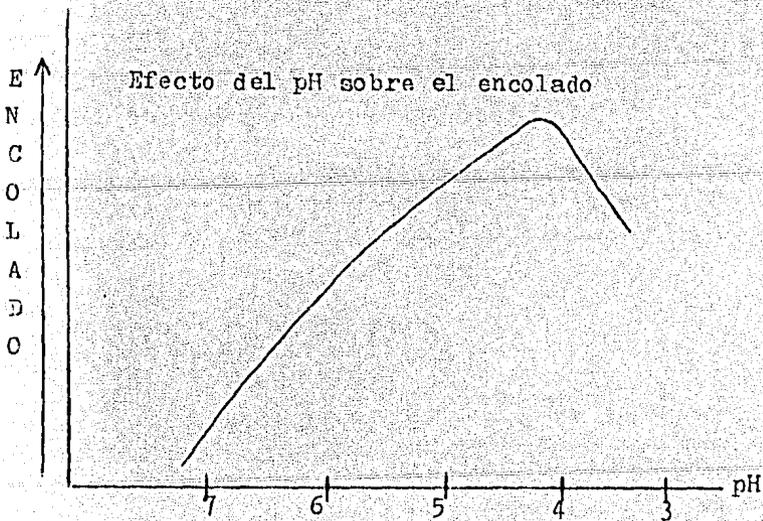
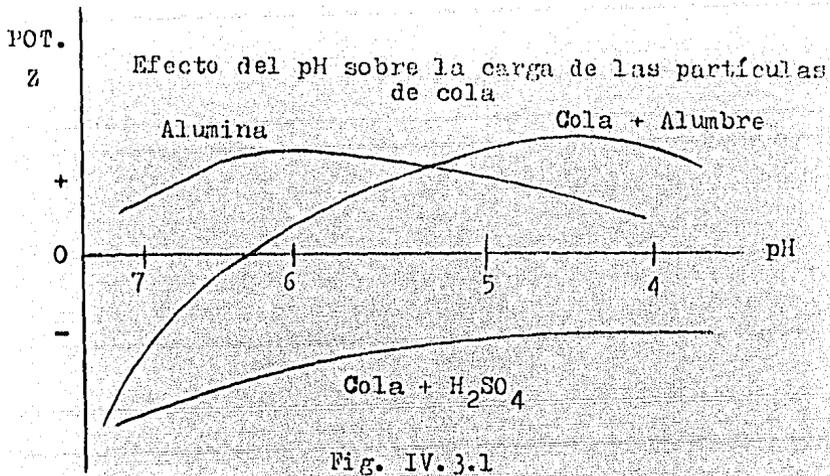
sistema.

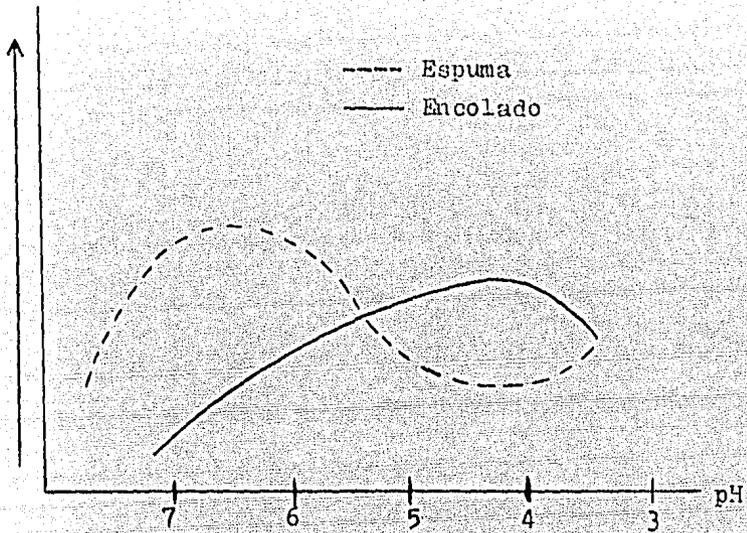
En la mayoría de los casos se ha encontrado que la carga cambia alrededor de un pH de 7 y continua aumentando hasta alcanzar su máximo a pHs de 4.3-4.7, es por ello que haciendo pruebas de encolado a pHs de 7.0, 6.5, 6.0 y 5.5 no se obtienen buenos resultados de encolado. Estas mismas pruebas muestran que abajo de un pH de 5.3 ya hay notables resultados en el encolado.

De esto deducimos que la eficiencia del encolado es muy baja a pHs superiores a 5.5 a causa de una carga positiva débil que ocasiona una baja retención y alcanza su máxima eficiencia a un pH de 4.3-4.7. La eficiencia del encolante cae rápidamente a pHs inferiores a 4.0 debido a que el precipitado que se forma en estas condiciones es en su gran mayoría brea libre.

La tendencia de formar espuma a pHs entre 6.0 y 4.0 es máxima, esto se debe a que como antes se mencionó a estos valores el precipitado tiene una gran cantidad de brea libre, ésta a la vez que forma la espuma también se presenta como un estabilizado de espuma muy efectivo.

A pHs entre 4.0-4.5 se tiene un nivel mínimo de espuma, el precipitado contiene un alto contenido de resinato de aluminio, el cual tiene un menor poder estabilizador de la espuma que la brea libre.





Efecto del pH sobre la espuma y el encolado

Fig. IV.3.3

IV.4 Acidez Total

Ya se mencionó que el pH muestra la cantidad de ácido presente en el sistema, pero también es medir la concentración del ión aluminio determinando la acidez total por medio a una muestra de agua de fabricación usando fenolftalina como indicador.

La alcalinidad del sistema rige la acidez total. En un sistema de baja alcalinidad el pH cae rápidamente con la adición de pequeñas cantidades de alumbre, llegando al pH de precipitación con bajos porcentajes de acidez total, mientras que en sistemas de alta alcalinidad el pH baja lentamente debido a que los iones hidrógeno formados por la adición del alumbre reaccionan con la alcalinidad presente, al medir la acidez estamos midiendo indirectamente al ión aluminio.

IV.4.1 Determinación de acidez total

Una muestra de agua del sistema es titulada con hidróxido de sodio que reacciona con cualquier ión hidrógeno en el sistema así como con cualquiera de las formas iónicas del aluminio. Por ejemplo:



La cantidad, de hidróxido de sodio consumido por los iones H^+ presentes es bastante pequeña, mientras que la cantidad requerida para titular los iones Al^{+++} , Al(OH)_2^+ , es

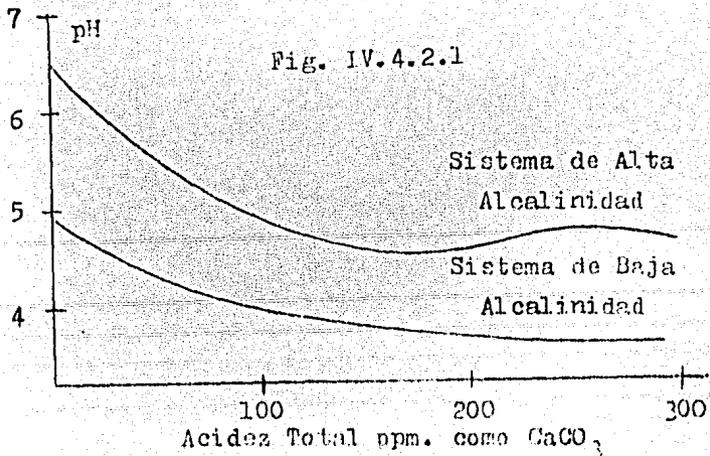
bastante grande. Por eso en un sistema que contiene alumbre, la determinación de acidez total es una medida de la cantidad de iones aluminio.

IV.4.2 Relación entre el pH y la Acidez Total.

La relación entre el pH cae muy rápidamente con la edición de pequeñas cantidades de alumbre. El pH puede alcanzar valores entre 4.0-4.4 con un nivel de sólo 50 ppm. de acidez total.

En un sistema de alta alcalinidad, el pH baja muy lentamente. Esta alcalinidad puede ser causada por la alta alcalinidad del agua fresca, residuos del proceso de blanqueo de la pulpa o presencia de alcalis como sal, caústicos o aluminato de sodio. Aun pH entre 4.8-5.0 la acidez total puede ser de hasta 200-300 ppm.

El mejor lugar para operar con una alta eficiencia de encolado y un buen control de alumbre es justamente pasado el punto de inflexión de la curva pH-Acidez Total, como la que se muestra a continuación; debido a que este punto corresponde aproximadamente al punto isoelectrico de la fibra, o sea el punto donde no existe ninguna atracción o repulsión entre fibras.



IV.5 Refinación de la Pasta

El grado de refinación de la fibra es un factor importante, se puede decir que en general, una pasta más refinada requiere menos cola para obtener el mismo encolado que una menos refinada.

Se debe principalmente a que el papel se hace más denso por la gelificación de no-celulosas, y por tanto, menos poroso, aunque se haya aumentado la superficie a cubrir, al cortarse la fibra.

El encolado se ve también significativamente afectado, si se llega a usar el encolante y alumbre antes de la refinación, ya que por medio de la refinación se abren nuevas áreas hidratadas en las pulpas para las cuales no habra material encolante.

La eficiencia de la refinación aumenta si el encolado se efectúa después de que ha sido refinada la pulpa, un nivel moderado de refinación aumenta la eficiencia del encolado mejorando a la vez la formación de la hoja.

IV.6 Dureza de las Aguas

La dureza de las aguas en grados pequeños no afecta definitivamente el proceso de encolado, pero niveles altos de dureza si reducen la eficiencia de encolado, debido a que la presencia de algunos iones alcalinos reaccionan con el encolante formando resinosos de calcio o de magnesio.

Durezas de bajo nivel, hasta 100 ppm. son benéficas al encolado, ya que los iones de calcio en parte modifican la composición del precipitado y aumenta su punto de fusión.

En durezas de alto nivel se recomienda cargar una parte de sulfato de aluminio que funcionará como secuestrante; o bien en durezas superiores a 500 ppm se recomienda adicionar primero el sulfato de aluminio hasta obtener un pH de 4.0 - 4.5 y posteriormente adicionar el encolante.

IV.7 Cargas

El material más comúnmente usado como carga en la fabricación de papel es el caolín, y aunque en parte el encolado se ve afectado, no causa tanto problema como si se usara carbonato de calcio, esto debido a que el calcio reaccionará con el resinato de sodio, formando resinato de calcio, producto que no posee ninguna acción encolante.

Para medir el efecto que presta el caolín en el encolado se efectuaron pruebas a nivel laboratorio, variando los porcentajes de caolín y el punto de adición del mismo agregando finalmente el sulfato de aluminio.

Se hicieron hojas en cada caso, secándolas al aire y obteniéndose finalmente los valores de encolado por medio del método de absorción a la tinta.

% caolín	E N C O L A D O	
	Antes de la brea	Después de la brea
1.0 %	4550 seg	5510 seg
2.5 %	4060 "	4660 "
5.0 %	3940 "	4500 "
7.5 %	3900 "	4200 "
10.0 %	3520 "	3620 "
12.5 %	3500 "	3480 "

Fig. IV.7.1

Como se puede apreciar, las cargas tienen un efecto nocivo sobre el encolado, debido a que aumentan el área superficial de la hoja, disminuyéndose en parte este ---

efecto al efectuar la adición de las cargas después de la brea.

IV.8 Temperatura de Secado

El método de aplicar calor es importante en el secado, pero también es importante en el encolado.

Si se eleva la temperatura rápidamente, la presión de vapor dentro del papel excede a la velocidad de escape de la humedad, con el resultado de que la resina interna en el papel sea arrastrada y por lo tanto, existan puntos faltos de encolar.

En los papeles de peso alto, al secar, se calientan muy rápidamente, con esto, se forma una película en la superficie del papel, la cual es rota por el paso de vapor al exterior. Todo esto hace que la brea interior emigre a la superficie de la hoja, provocando bajas eficiencias en el encolado.

También por efecto de altas temperaturas, aumentan de tamaño los flóculos de brea dificultándose su mezcla con la pasta.

La alta temperatura proporciona, además, un medio adecuado para la acción bacteriana, produciéndose CO_2 y otros aniones fuertemente coordinables como el cítrico y el oxálico por fermentación bacteriana de los azúcares provenientes de la hidrólisis de la celulosa. El CO_2 y los carbonatos tienen una afinidad de coordinación mayor que los aniones inorgánicos, pudiéndose tolerar a concentraciones bajas, pero que al aumentar tienen marcada influencia sobre el encolado.

Existe al respecto un fenómeno llamado "encolado fugaz", que consiste en que el papel perfectamente encolado al salir de la máquina, va perdiendo dichas característi-

que después de algún tiempo de almacenamiento. Se cree -- que esto se deba al CO_2 que existe en el rollo caliente, -- el cual por una coordinación gradual con el aluminio va -- desolazando a la resina.

IV.9 Consistencia de la Pulpa

Un factor importante que se relaciona con el punto -- de los agentes encolantes es la consistencia óptima de la -- pasta para llevar a cabo el encolado. Se llevo a cabo una -- serie de pruebas en el laboratorio agregando el agente en -- colante a la pulpa variando la consistencia de ésta. Se -- hicieron hojas que se secaron al aire y se obtubieron los -- valores de encolado por el método de absorción a la tinta -- los cuales se muestran en la siguiente tabla.

Consistencia	Encolado
6 %	1660 seg
5 %	1830 "
4 %	2220 "
3 %	2420 "
2 %	3250 "
1 %	4310 "
0.5 %	2780 "

Fig. IV.9.1

Como se puede observar, el punto más adecuado para -- llevar el encolado se encuentra entre 1 y 2 % de consis-- tencia de la pasta, posiblemente debido a que a mayores -- consistencias menores la unión del flóculo de brea y la -- fibra no se lleva a cabo correctamente.

Es necesario hacer notar que cuando la pasta se en-- cuentra entre 1 y 2 % de consistencia, generalmente no es -- posible adicionar la brea y el sulfato de aluminio, pero

es recomendable que esta adición se efectúe lo más cerca -- posible de estas condiciones de consistencia de la pasta.

IV.10 Porosidad del Papel

Dentro de las propiedades que afectan un encolado de -- tipo interno, se encuentra la porosidad del papel, la cual está considerada como un sistema capilar irregular formado principalmente por poros de dos diferentes tamaños: unos -- de ellos formados por el entrecruzamiento de las fibras -- los cuales son relativamente grandes, y los otros muchos -- más pequeños que existen dentro de las fibras en sí.

Para que un líquido pueda penetrar a través de un pa -- pel, es necesario que pase a través de este sistema de po -- ros capilares, por lo que es de suma importancia la porosi -- dad o tamaño de los poros del papel con relación al encola -- do posible de obtener en el papel.

Inudablemente la mejor penetración tiene lugar a tra -- vés de los poros de mayor tamaño, que existen por el cruga -- miento de las fibras, en comparación con la penetración a -- través de los poros de las fibras. Sin embargo es necesaa -- rio considerar la importancia que tienen estos últimos ya -- que las fibras se encuentran orientadas en forma horizon -- tal en la hoja de papel, presentando así una superficie -- considerable de contacto al líquido.

Un encolado efectivo depende de tener el poro capilar -- de un tamaño pequeño, puesto que la succión capilar es in -- versamente proporcional al diámetro efectivo del poro.

IV.11 Espesor del Papel

El espesor del papel es un factor importante en el -- tiempo requerido para que un líquido penetre de lado a la -- do. Teóricamente el tiempo de penetración varía con el cua --

drado del espesor; pero en el caso de penetrante acuoso es aplicable sólo para papeles poco o moderadamente encolados y no para papeles duros y muy encolados, en éstos el tiempo de penetración es proporcional al cubo del espesor, debido a que la penetración se hace en un porcentaje elevado a través de poros existentes en las fibras. En el caso de penetración con aceites, la variación va con el cuadrado del espesor.

En general al aumentar el espesor del papel, se obtiene un aumento en el encolado del mismo.

CAPITULO V

DESCRIPCION DEL PROCESO DE ENCOLADO Y PRUEBAS REALIZADAS

V.1 Proceso actual.

A nivel producción, el proceso que se realiza actualmente para dar al papel la característica de encolado se lleva a cabo en dos etapas, las cuales son:

- 1) Adición y mezclado de materiales no fibrosos a la mezcla fibrosa.
- 2) Fabricación de la hoja de papel en la máquina Fourdrinier.

V.1.1 Adición y mezclado de materiales no fibrosos a la mezcla fibrosa.

Esta etapa consta de la integración a los diferentes tipos de fibras (en las cantidades correspondientes de acuerdo al tipo de papel que se va a fabricar), que forman la mezcla fibrosa, de los colorantes, cargas, alumbre y agente encolante necesarios para proporcionar al papel a fabricar, las características de calidad requeridas.

El orden en que se lleva a cabo esta integración es el siguiente:

- a) Los diferentes tipos de fibras a utilizar son enviados directamente de tanques de almacenamiento (en los cuales se están recibiendo las fibras con el grado de refinación requerido), al tanque mezclador o mezcladora.
- b) Una vez cargados todos los componentes fibrosos, el primer material no fibroso que se adiciona es el agente encolante.
- c) Posteriormente se adicionan los colorantes y el alumbre en forma simultánea.

d) Y finalmente se adicionan los materiales que han de servir como cargas (caolín, talco, etc.) .

La mezcladora entra en operación desde el momento en que se están integrando los distintos tipos de fibras y se saca de operación hasta el momento que se considera que puede provocar vacío en el sistema de bombeo que transfiere la pasta de la mezcladora al tanque intermedio de la máquina (el cual posee también sistema de agitación para mantener la homogeneidad de la pasta), en este punto concluye la primera etapa del proceso.

V.1.2 Fabricación de la hoja de papel en la máquina Fourdrinier.

La pasta una vez transferida al tanque intermedio de la máquina mantiene una consistencia de entre 3.5 a 3.9 % ; del tanque intermedio la pasta se transfiere a otro tanque contiguo llamado tanque de máquina, del cual se proporcionará la alimentación de pasta para mantener en operación continua la máquina.

Una vez llenos el tanque intermedio y el tanque de máquina, se llenan los depósitos de agua de agua (silo , fosa de agua pobre), que servirá como agua de fabricación.

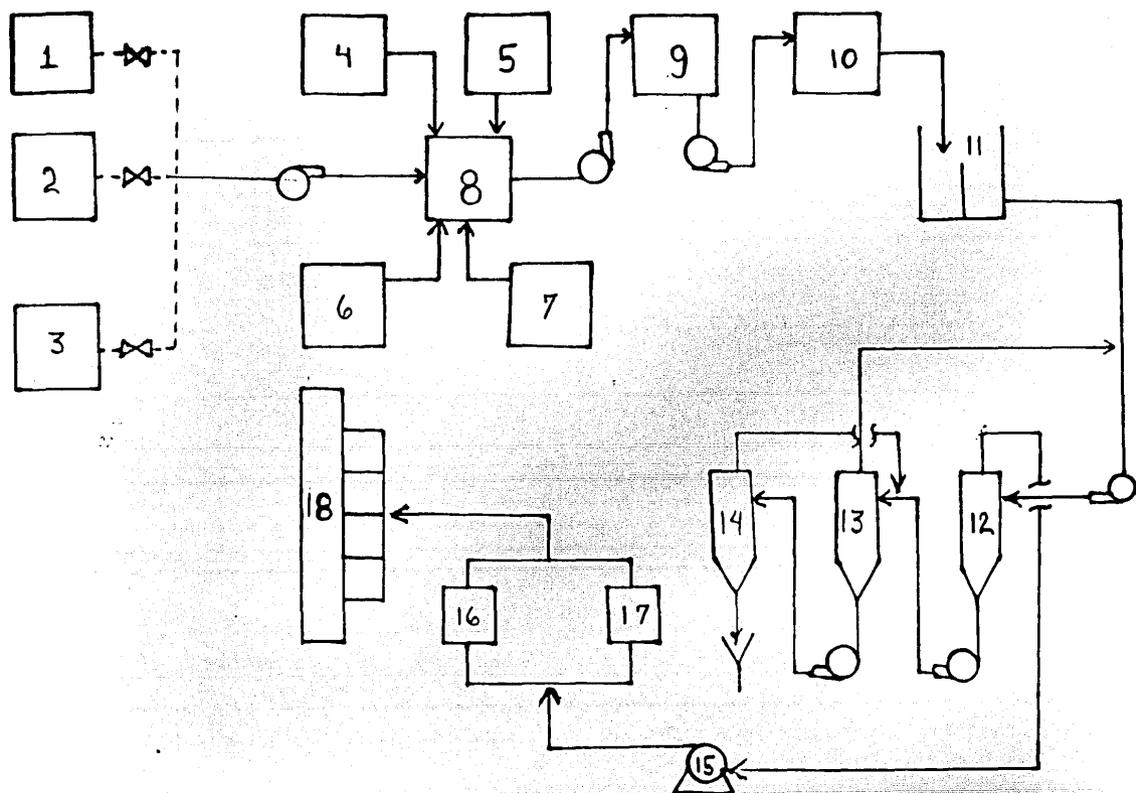
Cuando se ha llenado el sistema de pasta y de agua, se pone en operación la máquina formadora de papel. De esta forma la pasta pasa del tanque de máquina al equipo regulador de consistencia (donde se inicia la dilución de la pasta); de este equipo es transferida a un sistema en serie de limpiadores centrífugos en los cuales a la vez de eliminar impurezas existentes en la pasta (arena, astilla, hilo, etc.), también ayuda a la dilución de la pasta.

Eliminadas las impurezas, la pasta que proviene del aceptado de los limpiadores primarios pasa por la bomba de abanico (FAN PUMP) en donde se termina de diluir la pasta con agua que proviene de la máquina; posteriormente se pasa al sistema de depuradores centrífugos y de este equipo va a la caja de entrada de la máquina; en donde la pasta presenta de 0.8 a 1.0 % de consistencia.

De la caja de entrada pasa a la mesa de formación - en donde se forma la hoja de papel, y empieza a eliminarse el agua (por medio de rodillos desgotadores y cajas de vacío); de aquí pasa a la zona de prensado en donde se continúa la eliminación de agua mediante fieltros y prensas.

De este equipo continúa el área de secado, en donde se elimina la humedad excedente por medio de un tren de secado dividido en tres zonas o grupos. Al salir de este tren de secado, la hoja de papel se trata con el encolante externo mediante la prensa de encolado; la hoja de papel adquiere nuevamente un grado de humedad alto, además de que el encolante externo no se encuentra aún bien retenido a la superficie de la hoja; por lo cual es necesario que la hoja pase através de otro tren de secado - más corto dividido en dos grupos, para obtener el grado de humedad requerido y posteriormente pasar a la calandria, que es el equipo que da el acabado superficial al papel y finalmente ser enrollado. En este punto termina la etapa de fabricación; posteriormente el papel será muestreado para determinar las características de calidad, y de esta forma aceptar o rechazar el papel.

A continuación se presenta en forma de diagrama el proceso antes descrito.

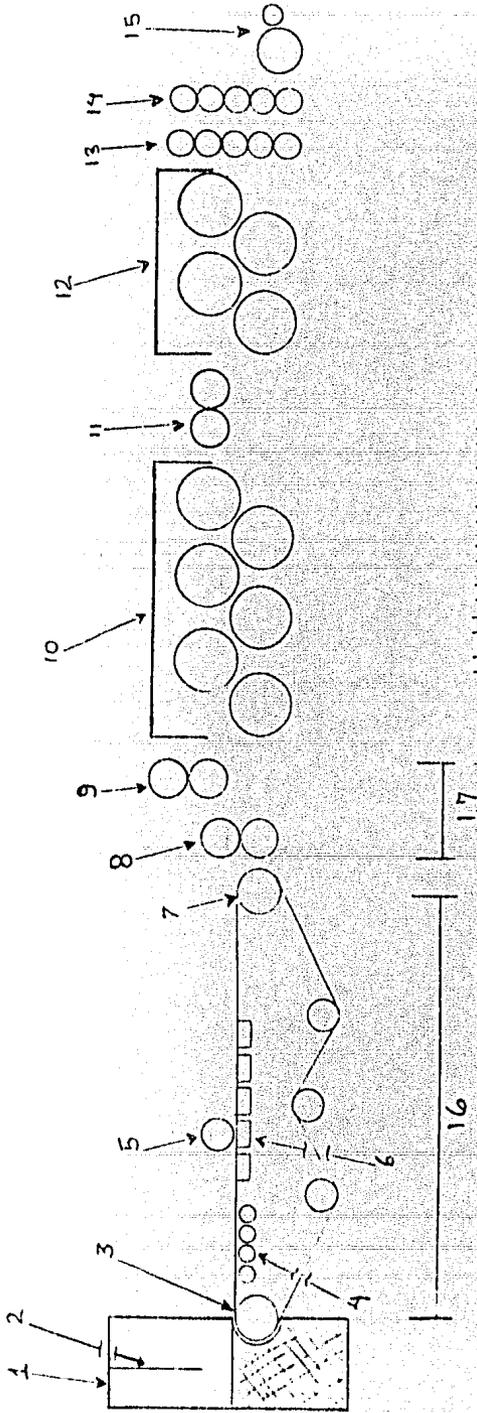


- 1, 2, 3.- Tanques de Celulosa Refinada
- 4.- Tanque de Resicol
- 5.- Tanque de Alumbre
- 6.- Tanque de Colorantes
- 7.- Tanque de Cargas
- 8.- Tanque Mezclador
- 9.- Tanque Intermedio
- 10.- Tanque de Máquina
- 11.- Regulador de Consistencia
- 12, 13, 14.- Limpiadores Centrifugos
- 15.- Bomba FAN
- 16, 17.- Depuradores Centrifugos
- 18.- Caja de Distribución

Fig. V.1.1.1

Diagrama de Flujo de
Pasta, de Tanques a
Caja

Elementos de la Máquina Foundrier.



- 1.- Caja de Distribución
- 2.- Regla
- 3.- Cilindro de Pecho
- 4.- Cilindros Desgotadores
- 5.- Cilindro Dandy
- 6.- Cajas de Succión
- 7.- Cilindro Couch
- 8.- Primera Prensa
- 9.- Segunda Prensa
- 10.- Primera Sección de Secado
- 11.- Prensa de Encolado
- 12.- Segunda Sección de Secado
- 13.- Primera Calandria
- 14.- Segunda Calandria
- 15.- Enrollador
- 16.- Mesa de Formación
- 17.- Zona de Prensas

Fig. V.1.2.1

V.2 Pruebas realizadas.

Las pruebas realizadas con objeto de eliminar las variaciones de encolado en las fabricaciones de papel, se aplicaron a tres tipos de papel de fabricación especial (para los cuales el encolado es una de sus características críticas), y que normalmente en su fabricación presentan demasiados problemas en esta propiedad. Los papeles tratados fueron:

- a) Base para papel couche blanco.
- b) Base para formas contables verde óptico.
- c) Base para palitos blanco.

Las condiciones de prueba, tanto en la operación de máquina como en la carga de insumos; así como las variables y modificaciones que se realizaron para cada uno de los papeles mencionados se presentan a continuación.

V.2.a Pruebas realizadas en la fabricación de papel "Base para couche blanco, 69 gms./mt²".

V.2.a.1 Carga de insumos.

1.- Composición fibrosa

- 50 % Celulosa Kraft Blanqueada Fibra Larga Nacional
445 cc. de freeness y 3.8 % de consistencia
- 10 % Celulosa Kraft Blanqueada Fibra Larga Importada
475 cc. de freeness y 3.9 % de consistencia
- 10 % Celulosa Kraft Blanqueada Fibra Corta Nacional
380 cc. de freeness y 3.5 % de consistencia
- 30 % Merma Blanca Refinada
240 cc. de freeness y 3.5 % de consistencia

2.- Ingredientes adicionados a la pasta por
mezcladora

15 grs. Azul Luz p/p
35 grs. Violeta Pergazol
9 kgs. Resicol DM-3
25 kgs. Alumbre
50 kgs. Caolín

3.- Ingredientes para la prensa de encolado

250 kgs. Almidón Oxidado de Media Viscosidad
400 grs. Hexametafosfato de Sodio
350 kgs. Caolín
5 kgs. Sosa Caústica

Nota:

Esta composición de ingredientes para la prensa de encolado, deberá tener un pH de 12 y contener un porcentaje de sólidos del 20 %, para poder ser usada como encolante superficial.

V.2.a.2 Condiciones de operación.

1.- Caja de distribución o de entrada

Presión Columna de Agua	45.0 cms.
Abertura de la Regla	1.0 pulg.
Consistencia	0.9 %

2.- Mesa de formación

Vacío 1a. caja	4.0 pulg. Hg.
" 2a. "	2.0 " "
" 3a. "	2.0 " "
" 4a. "	5.0 " "
Vacío 5a. a 7a. caja	max. vacío
Vacío Cilindro Couch	41.0 cms. Hg.

3.- Sección de prensado

Vacío Primera Prensa 39.0 cms. Hg.
Cargas Primera Prensa
L.F. 2.7 kg/cm² L.T. 2.7 kg/cm²
Cargas Segunda Prensa
L.F. 3.0 kg/cm² L.T. 3.0 kg/cm²

4.- Sección de secado 1

- Grupo I

Presión del cabezal de vapor 0.5 kg/cm²
Perfil de temperatura en el grupo de secado
1. 50 °C 2. 75 °C
3. 60 " 4. 58 "

- Grupo II

Presión del cabezal de vapor 1.0 kg/cm²
Perfil de temperatura en el grupo de secado
5. 80 °C 6. 82 °C
7. 78 " 8. 81 "
9. 90 " 10. 85 "
11. 87 " 12. 93 "

- Grupo III

Presión del cabezal de vapor 2.0 kg/cm²
Perfil de temperatura en el grupo de secado
13. 93 °C 14. 100 °C
15. 95 " 16. 94 "
17. 102 " 18. 98 "
19. 96 " 20. 105 "
21. 100 " 22. 103 "
23. 99 " 24. 97 "

5.- Prensa de encolado

Cargas

L.F. 2.0 kg/cm² L.T. 2.0 kg/cm²
Sólidos en la solución encolante 16 %

pH de la solución 11.
Viscosidad de la solución 40 cps.

6.- Sección de secado 2

- Grupo de Baja

Presión del cabezal de vapor 0.3 kg/cm²

Perfil de temperatura en el grupo de secado

25. 65 °C 26. 68 °C

- Grupo de Alta

Presión del cabezal de vapor 0.4 kg/cm²

Perfil de temperatura en el grupo de secado

27. 71 °C 28. 73 °C

29. 72 " 30. 74 "

31. 70 " 32. 68 "

33. 64 "

7.- Sección de calandrias

- Primera Calandria

Paso de la guía libre, sin ningún NIP.

- Segunda Calandria

Un NIP con tres prensas rodando.

8.- Velocidad de la máquina 210 mts/min

V.2.a.3 Resultados

Con las condiciones de operación y carga de insumos antes descritas, los resultados obtenidos fueron los siguientes:

Características Estandar de Calidad para el Papel
Base para Couche Blanco de 69 gms/mt²

	MINIMO	NORMA	MAXIMO
Peso (gms/mt ²)	66	69	72
Espesor (mts)	0.09	0.1	0.11
Lacre	12	14	16
Lisura	170	200	230
Encolado (seg)	35	50	65
Porosidad (seg)	25	40	55
Humedad Absoluta	4	5	5.5

Resultados Obtenidos

	R.No.1	R.No.2	R.No.3
Peso	68	68.5	67
Espesor	0.092	0.09	0.088
Lacre	14	14	14
Lisura	220	200	230
Encolado	30	31	26
Porosidad	30	20	18
Humedad Absoluta	5.5	3.8	3.5

Los resultados presentados corresponden al promedio de tres muestreos de cada rollo de 1.5 toneladas.

V.2.a.4 Análisis de variables

De los resultados obtenidos se observa que no tan solo la característica de encolado, sino también las características de porosidad y humedad absoluta se reportan abajo de los valores mínimos de Calidad para este tipo de papel.

De experiencias con otros tipos de papel, se sabe que tanto la porosidad como la temperatura de secado evaluada en la humedad absoluta, son factores que afectan el encolado, por lo cual se optó por realizar una nueva

corrida de prueba revisando y controlando las siguientes variables:

- 1.- Escalonamiento del sistema de vacío en la mesa de formación.
- 2.- Temperatura de secado.
- 3.- pH y acidez del agua de fabricación.

V.2.a.5 Modificaciones al proceso

Las modificaciones referentes al escalonamiento del sistema de vacío en la mesa de formación son las siguientes:

Vacío 1a. caja	2.0 pulg. Hg.
" 2a. "	3.0 " "
" 3a. "	4.0 " "
" 4a. "	5.0 " "
Vacío 5a. a 7a. caja	max. vacío

En lo que se refiere a la temperatura de secado y su escalonamiento dentro de la primera sección; esta deberá estar dentro del rango de 50 °C como temperatura mínima (en el secador No. 1) y 105 °C como temperatura máxima (esta temperatura podrá ser alcanzada en el secador No. 21).

La temperatura de secado y su escalonamiento dentro de la segunda sección, deberá estar dentro del rango de 60 °C como temperatura mínima (en el secador No. 25) y 80 °C como temperatura máxima (en el secador No. 30); además de que en el último secador se obtenga una temperatura de 60 a 65 °C.

En lo referente al pH y la acidez del agua de fabricación, en la corrida de prueba anterior se detectaron valores de acidez de hasta 350 ppm, así como valores de 4.5 a 5.8.

En la segunda corrida de prueba se controlará la acidez entre 100 y 175 ppm., y los valores de pH deberán

estar entre 4.1 y 4.4; además de mantener cerradas todas las entradas de agua fresca, con la finalidad de mantener constantes las condiciones de pH y acidez del agua de fabricación.

El resto de las condiciones de operación y carga de insumos, permanecerán constantes en el transcurso de la prueba.

V.2.b Pruebas realizadas en la fabricación de papel
"Base para formas contables verde óptico, 75
grs./mt²"

V.2.b.1 Carga de insumos

1.- Composición fibrosa

- 40 % Celulosa Kraft Blanqueada Fibra Larga Nacional
413 cc. de freeness y 3.8 % de consistencia
- 20 % Celulosa Kraft Blanqueada Fibra Corta Nacional
309 cc. de freeness y 3.8 % de consistencia
- 10 % Bagazo Blanqueado Nacional
268 cc. de freeness y 3.3 % de consistencia
- 30 % Merma Blanca
341 cc. de freeness y 3.5 % de consistencia

2.- Ingredientes agregados a la pasta por mezcladora

- 400 grs. Verde Luz p/p
- 100 grs. Amarillo Pontamine
- 20 kgs. Resicol DH-3
- 25 kgs. Alumbre
- 100 kgs. Caolín

3.- Ingredientes para la prensa de encolado

- 500 kgs. Almidón Oxidado de Media Viscosidad

Nota:

Esta solución deberá tener un pH de 7 y tener un porcentaje de sólidos del 12 %; para poder ser usada como encolante superficial.

V.2.b.2 Condiciones de operación

1.- Caja de distribución o de entrada

Presión Columna de Agua	55.0 cms.
Abertura de la Regla	1.6 pulg.
Consistencia	0.9 %

2.- Mesa de formación

Vacío 1a. caja	4.0 pulg. Hg.
" 2a. "	5.0 " "
" 3a. "	6.0 " "
" 4a. "	6.5 " "
Vacío 5a. a 7a. caja	max. vacío
Vacío Cilindro Couch	43.0 cms. Hg.

3.- Sección de prensado

Vacío Primera Prensa	39.0 cms. Hg.
Cargas Primera Prensa	
L.F. 3.0 kg/cm ²	L.T. 3.0 kg/cm ²
Cargas Segunda Prensa	
L.F. 3.2 kg/cm ²	L.T. 3.2 kg/cm ²

4.- Sección de secado 1

- Grupo I

Presión del cabezal de vapor	0.3 kg/cm ²
Perfil de temperatura en el grupo de secado	
1. 65 °C	2. 69 °C
3. 75 "	4. 80 "

- Grupo II

Presión del cabezal de vapor	0.9 kg/cm ²
Perfil de temperatura en el grupo de secado	
5. 74 °	6. 87 °C
7. 85 "	8. 88 "
9. 81 "	10. 85 "

11.	84	"	12.	86	"
- Grupo III					
Presión del cabezal de vapor			1.7 kg/cm ²		
Perfil de temperatura en el grupo de secado					
13.	96	°C	14.	103	°C
15.	86	"	16.	98	"
17.	95	"	18.	98	"
19.	93	"	20.	104	"
21.	108	"	22.	110	"
23.	111	"	24.	108	"

5.- Prensa de encolado

Cargas

L.F.	2.3 kg/cm ²	L.T.	2.3 kg/cm ²
Sólidos en la solución encolante		11 %	
pH de la solución		7	
Viscosidad de la solución		45 cps.	

6.- Sección de secado 2

- Grupo de Baja

Presión del cabezal de vapor		0.1 kg/cm ²			
Perfil de temperatura en el grupo de secado					
25.	75	°C	26.	67	°C

- Grupo de Alta

Presión del cabezal de vapor		0.3 kg/cm ²			
Perfil de temperatura en el grupo de secado					
27.	77	°C	28.	78	°C
29.	83	"	30.	82	"
31.	76	"	32.	75	"
33.	79	"			

7.- Sección de calandrias

- Primera Calandria

Tres NIPS , rodando cinco prensas

- Segunda Calandria

Tres NIPS , rodando siete prensas

8.- Velocidad de la máquina 211 mts/min

V.2.b.3 Resultados

Con las condiciones de operación y carga de insumos antes descrita, los resultados obtenidos fueron los siguientes:

Características Estandar de Calidad para el papel.
Base para Formas Contables Verde Optico de
75 gms/mt²

	MINIMO	NORMA	MAXIMO
Peso (gms/mt ²)	71	75	79
Espesor (mts)	0.08	0.089	0.098
Lacre	12	14	16
Lisura	110	130	150
Encolado (seg)	40	55	70
Porosidad (seg)	30	45	60
Humedad Absoluta	4	5	5.5

	Resultados Obtenidos		
	R.No.1	R.No.2	R.No.3
Peso	72	74	74
Espesor	0.082	0.084	0.084
Lacre	14	14	14
Lisura	135	120	125
Encolado	30	35	32
Porosidad	50	56	60
Humedad Absoluta	4	4.5	4.2

Los resultados presentados corresponden al promedio de tres muestreos de cada rollo de 1.5 toneladas.

V.2.b.4 Análisis de variables

De los resultados obtenidos se puede observar que tan sólo la característica de encolado se encuentra por abajo del valor mínimo de Calidad; sin embargo se presentaron variaciones en la fijación de los colorantes, provocando las consecuentes variaciones en el color (para este tipo de papel de fabricación especial, el color y más específicamente el tono o intensidad, es la característica más importante y por lo tanto no deben existir variaciones).

En la nueva corrida se optó por revisar por revisar y controlar las variables siguientes, con el objeto de corregir las características fuera de estándar de Calidad.

- 1.- pH de la pasta antes y después de la adición de ingredientes en la mezcladora.
- 2.- Orden de adición de los ingredientes en la mezcladora.
- 3.- pH y acidez del agua del sistema.
- 4.- Temperatura de secado.
- 5.- Cantidades de agente encolante y precipitante utilizados.

V.2.b.5 Modificaciones al proceso

En lo que respecta al pH antes de la adición de algún ingrediente en la pasta, al determinar este valor se encontró que estaba entre 6.5 a 7; estando por lo tanto dentro del rango recomendado, por lo cual no se realizó en este punto ninguna modificación.

En lo que se refiere al orden de adición, este se analizó a nivel laboratorio, obteniéndose los siguientes resultados:

- 1.- Respetando el orden de adición presentado en el punto V.1.1 (que es el orden de adición utilizado normalmente para todas las fabricaciones), se observa una pobre retención de los colorantes, obteniéndose así mismo bajos valores de encolado.
- 2.- Adicionando primero los colorantes y posteriormente y en forma simultánea el agente encolante y el alumbre y al final el caolín, los valores de encolado obtenidos fueron más bajos que en el punto anterior, aunque la retención de los colorantes obtuvo una mejoría.
- 3.- Adicionando primero en forma simultánea el agente encolante y los colorantes y después de un lapso de 5 minutos aproximadamente, adicionando el alumbre y por último el caolín; se obtuvo una buena retención de los colorantes y los valores de encolado reportados se encontraron dentro del mínimo.

Por tanto la modificación al proceso en lo que respecta a este punto es realizar el orden de carga de acuerdo al punto número tres.

En lo referente a el pH y la acidez del agua del sistema los valores obtenidos fueron 115 ppm. de acidez y 4.3 de pH; estos valores se encuentran dentro del rango de operación óptima para llevar a cabo la precipitación del agente encolante; por tanto en este punto no se realizó ninguna modificación.

La temperatura y el escalonamiento del sistema de secado no se modificó; sólo se realizaron pequeños ajustes corrigiendo la temperatura del secador No. 14.

En lo referente a la cantidad de agente encolante y alumbre se adicionaron 2 kgs. más de agente encolante y sólo se adicionará el alumbre suficiente para controlar el valor de acidez y pH del agua del sistema en los valores que estaba reportando.

V.2.c Pruebas realizadas a la fabricación de papel
"Base para palitos blanco, 75 gms./mt²".

V.2.c.1 Carga de insumos

1.- Composición fibrosa

50 % Celulosa Kraft Blanqueada Fibra Larga Nacional
485 cc. de freeness y 3.5 % de consistencia

25 % Bagazo Blanqueado Nacional
261 cc. de freeness y 3.3 % de consistencia

25 % Merma Blanca
321 cc. de freeness y 3.5 % de consistencia

2.- Ingredientes adicionados a la pasta por
mezcladora

10 grs. Azul Luz p/p

50 grs. Violeta Pergazol

37 kgs. Resicol DH-3

45 kgs. Alumbre

3.- Ingredientes para la prensa de encolado

600 kgs. Almidón Oxidado de Alta Viscosidad

Nota:

Esta solución deberá tener un pH de 7 y contener un porcentaje de 14 % de sólidos, para poder ser usada como encolante superficial.

V.2.c.2 Condiciones de operación

1.- Caja de distribución o de entrada

Presión Columna de Agua	47.0 cms.
Abertura de la Regla	1.1 pulg.
Consistencia	1.0 %

2.- Mesa de formación

Vacío 1a. caja	0.2 pulg. Hg.
" 2a. "	1.0 " "
" 3a. "	2.1 " "
" 4a. "	3.0 " "
Vacío 5a. a 7a. caja	max. vacío
Vacío Cilindro Couch	45.0 cms. Hg.

3.- Sección de prensado

Vacío Primera Prensa	39.0 cms. Hg.
Cargas Primera Prensa	
L.F. 2.8 kg/cm ²	L.T. 2.8 kg/cm ²
Cargas Segunda Prensa	
L.F. 3.2 kg/cm ²	L.T. 3.2 kg/cm ²

4.- Sección de secado 1

- Grupo I

Presión del cabezal de vapor	0.5 kg/cm ²
Perfil de temperatura en el grupo de secado	
1. 53 °C	2. 74 °C
3. 65 "	4. 74 "

- Grupo II

Presión del cabezal de vapor	1.2 kg/cm ²
Perfil de temperatura en el grupo de secado	
5. 96 °C	6. 97 °C
7. 97 "	8. 99 "
9. 102 "	10. 103 "
11. 103 "	12. 108 "

- Grupo III

Presión del cabezal de vapor	2.5 kg/cm ²
Perfil de temperatura en el grupo de secado	
13. 115 °C	14. 112 °C
15. 120 "	16. 114 "
17. 122 "	18. 122 "

19.	120 °C	20.	119 °C
21.	122 "	22.	119 "
23.	122 "	24.	123 "

5.- Prensa de encolado

Cargas

L.F.	2.0 kg/cm ²	L.T.	2.0 kg/cm ²
Sólidos en la solución encolante	10 %		
pH de la solución	7		
Viscosidad de la solución	120 cps.		

6.- Sección de secado 2

- Grupo de Baja

Presión del cabezal de vapor	0.4 kg/cm ²		
Perfil de temperatura del grupo de secado			
25.	108 °C	26.	100 °C

- Grupo de Alta

Presión del cabezal de vapor	0.7 kg/cm ²		
Perfil de temperatura en el grupo de secado			
27.	104 °C	28.	108 °C
29.	109 "	30.	107 "
31.	113 "	32.	105 "
33.	98 "		

7.- Sección de calandrias

- Primera Calandria

Paso de la gufa libre, sin ningún NIP

- Segunda Calandria

Un NIP con dos prensas rodando

8.- Velocidad de la máquina 200 mts/min

V.2.c.3. Resultados

Con las condiciones de operación y carga de insumos antes descritas, los resultados obtenidos fueron los siguientes:

Características Estandar de Calidad para el Papel - Base para Palitos Blanco de 75 gms/mt²

	MIN.	NORMA	MAX.
Peso (gms/mt ²)	71	75	79
Espesor (mts.)	0.098	0.106	0.116
Lacre	14	16	18
Lisura (seg)	225	250	275
Porosidad (seg)	60	80	100
Abarquillado (seg)	-	-	20
Humedad Abs.	4	4.5	5
Encolado (seg)	55	70	85

Resultados Obtenidos

	R.No.1	R.No.2	R.No.3
Peso	77	76	76
Espesor	0.116	0.118	0.120
Lacre	12	12	12
Lisura	240	255	260
Encolado	30	25	25
Porosidad	60	65	62
Abarquillado	19	20	20
Humedad Abs.	4	3.5	3.5

Los resultados presentados corresponden al promedio de tres muestreos de cada rollo de 1.5 toneladas.

V.2.c.4 Análisis de Variables

En los resultados obtenidos se observa que las características de espesor, lacre, encolado y humedad absoluta se encuentran fuera de las características estandar de calidad requeridas para este tipo de papel; así mismo la característica de abarquillado (que en este tipo de papel de fabricación especial, es la característica más importante) se encontrará reportada con los valores máximos permitidos para que este papel pueda ser utilizado.

La característica de abarquillado es también un indicativo del grado de encolado que posee este papel, así pues cuando el papel está bien encolado los valores de abarquillado oscilan entre 8 a 12 segundos, y de forma inversa si el papel no posee un buen encolado los valores de abarquillado que se obtendrán estarán entre 20 a 25 segundos o más.

En base a experiencias se sabe que tanto el espesor como la temperatura de secado indicada esta última por la Humedad absoluta., son factores que afectan el encolado; así mismo los valores bajos de lacre indican que el encolante externo puede no estar contribuyendo al encolado.

Por tanto, las variables que se procedieron a revisar fueron las siguientes:

- 1.- Temperatura de secado.
- 2.- Ingredientes para la prensa de encolado.
- 3.- pH de la pasta antes y después de adición de los ingredientes en la mezcladora.
- 4.- pH y acidez del agua de fabricación.
- 5.- Cantidad de agente encolante y alumbre usada.

V.2.c.5. Modificaciones al Proceso

En lo referente a la temperatura de secado y su escalonamiento dentro de la primera etapa o sección de secado se puede observar que en la anterior prueba la temperatura estuvo entre 53 a 122 °C, y no existe ningún escalonamiento; para la segunda prueba la temperatura deberá mantenerse dentro del rango de 60 °C como temperatura mínima (en el secador No.1) y 105 °C como temperatura máxima (esta temperatura podrá ser alcanzada en el secador No. 21)

La temperatura de secado y su escalonamiento dentro de la segunda sección de secado deberá dentro del rango - dentro de 65 - 70 °C como temperatura mínima (temperatura en el secador No. 25) y 80 - 85 °C como temperatura máxima; además de que en el último secador la temperatura este entre 60 - 65 °C .

A nivel laboratorio se revisó lo relacionado con los ingredientes para la prensa de encolado, el resultado obtenido fué que el almidón que se estaba utilizando no estaba siendo retenido por el papel; por lo cual se optó -- por cambiarlo y utilizar almidón de viscosidad media.

En lo referente al pH de la pasta antes y después de adicionar los ingredientes, se realizó una modificación - adicionando 4 Kgs. de cenizas de sosa antes de agregar -- cualquier ingrediente a la mezcla fibrosa.

Los valores de pH y acidez del agua de fabricación - se controlaran entre 100 y 175 ppm en lo que respecta a - la acidez y entre 4.1 a 4.4 de pH.

Se adicionarán 2 Kgs. más de Resicol y se controlará la acidez y pH en los rangos antes establecidos, con la - cantidad necesaria de alumbre.

CAPITULO VI

CONCLUSIONES

Con las modificaciones realizadas se llevó a efecto una segunda corrida de prueba, fabricandose 4.5 toneladas de cada uno de los papeles tratados. Como resultado en los tres casos, todas las características requeridas estuvieron dentro de los valores Estándar de Calidad establecidos para cada tipo de papel.

En función a los resultados generados en las dos corridas de prueba, se llegó a las siguientes conclusiones, las cuales engloban los tres casos tratados.

- 1) Para todas las fabricaciones de papel, se deberá --
chechar que el valor de pH de la mezcla fibrosa, se
encuentre dentro del rango de 6.7 a 7.3, siendo el
valor óptimo 7.0. De no ser así, deberá realizarse
alguno de los dos movimientos siguientes, según sea
el caso, con el fin de obtener el valor de pH den--
tro del rango establecido.
 - a) Si el valor de pH de la mezcla fibrosa se en--
cuentra por abajo de 6.7, deberá adicionarse --
la cantidad necesaria de Cenizas de Sosa para
lograr que el valor de pH este dentro del ran--
go establecido.
 - b) Si el valor de pH se encuentra por arriba de --
7.3, deberá adicionarse la cantidad necesaria
de Acido Sulfúrico al 20 % para lograr que el
valor de pH este dentro del rango establecido.
- 2) Después de agregar los ingredientes a la mezcla fi--
brosa, el pH de esta mezcla deberá mantenerse den--

tro del rango de 4.1 a 4.5, siendo el valor óptimo 4.3. -

- 3) Para la acidez y pH del agua de fabricación; que son las dos variables que mantienen las condiciones de precipitación del encolante, deberán ser chequeadas estas variables cuando menos en dos ocasiones por cada tres toneladas de papel fabricado, los valores obtenidos deberán estar dentro del rango de 100 a 175 ppm. y 4.1 a 4.5, de acidez y pH respectivamente.

Si la acidez excede de 175 ppm., deberá disminuirse la cantidad de alumbre hasta lograr controlar la acidez dentro del rango establecido.

Si esta por abajo de 100 ppm., deberá agregarse alumbre para controlar la acidez dentro del rango establecido.

- 4) Las condiciones del sistema de vacío podrán ser fijadas durante la operación, dependiendo de la clase de papel a fabricar, pero siempre manteniéndolo escalonado en un gradiente de menor a mayor.

- 5) En la 1ª. sección de secado el rango de temperatura de operación que deberá mantenerse estará de operación que deberá mantenerse estará entre 50 °C como la temperatura mínima y 110 °C como máxima temperatura, el perfil de temperatura deberá estar escalonado de menor a mayor.

De forma similar, en la segunda sección de secado, la máxima temperatura de operación será de 85°C, manteniéndose escalonado el perfil de temperatura.

Muchas otras pueden ser las causas de las variaciones que presente la característica de encolado en la fabricación de papel; pues en sí aun hay muchos puntos oscuros en la teoría de la precipitación y fijación de encolantes a base de brea (encolantes ácidos).

Además de que existen problemas particulares referidos al tipo de máquina formadora, o al tipo de papel fabricado, no siendo posible llegar a una solución generalizada.

Sin embargo, para el tipo de máquina Fourdrinier en la que se llevaron a efecto las pruebas, y que en sí es donde se realiza la fabricación de los tres tipos de papel analizadas, se logró una generalización en lo que respecta a las condiciones de operación, con el fin de optimizar tanto el proceso de encolado como la misma fabricación de los tres tipos de papel tratados, lo cual fué logrado, previniéndose la posibilidad de extrapolar el presente análisis a otros papeles fabricados.

En lo referente al plano económico, se obtuvieron resultados positivos, debido a que al realizar un control tanto en el sistema de secado como en el sistema de vacío, los gastos provocados por estos servicios se vieron disminuidos.

Pero lo más importante es, que el papel que será fabricado no será ya rechazado, puesto que ahora podrá cumplir con los requerimientos de Calidad que el comprador solicita, lo cual favorecerá la rentabilidad de este proceso.

BIBLIOGRAFIA

- 1.- CASEY, J.P. Pulp and Paper. Vol. 2, 2d. ed.,
New York, Interscience Publishers,
Inc., 1961.
pp. 1021-1025; 1034-1037; 1080-1091
- 2.- GARGALIO, G.A. Influencia del Sulfato de
Aluminio en el Potencial Zeta de las
Fibras Celulósicas en la Fabricación
de Papel. Investigación y Técnica
del Papel, Impreso en Madrid,
España, 1970
pp. 645-653
- 3.- HOWARD, S.A. El Uso de Emulsiones de Cera
en la Industria del Papel. NOPCO
CHEMICAL CO. ATCP Vol. I No. 3,
1961.
pp. 101-103
- 4.- HUERTA, R.M. Manual de Encolado Interno en
Cartón y Papel. Resinas Sintéticas
S.A. Impreso en México, 1982.
- 5.- LIBRY, EP. Ciencia y Tecnología Sobre
Pulpa y Papel. Vol 2, 1a. ed.,
CECSA MEXICO, 1968.
- 6.- LIPPERT, W. El Sulfato de Aluminio Aplicado
a la Fabricación de Papel. Kimberly-
Clark de México. ATCP Vol. IV No. 2,
1964
pp. 130-136

- 7.- MARQUEZ, O. J. Resinas para Resistencia en Húmedo. Adhesivos Resistol S. A. ATCP Vol. VI No. 5, 1966. pp. 471-476
- 8.- MANUAL DE TECNOLOGIA DE FABRICACION DE PAPEL. Vol. 1, Planta Mexicana de Papel Periódico S. A. Impreso en México, 1970
- 9.- OLAVARRIETA, T. Teoría del Encolado Interno y Externo. Planta San Rafael S. A. ATCP Vol. III No. 1, 1963 pp. 57-63
- 10.- PATRON, A. Uso de los Almidones Catiónicos en la fabricación de Papel. Adhesivos Resistol S.A., ATCP Vol. III No. 2, 1963. pp. 119-121
- 11.- RODRIGUEZ, C.G. Manual Sobre Teñido de Papel Planta San Rafael S. A. Impreso en México, 1978. pp. 21-43
- 12.- SARNZ, T.F. Comparación Técnica Entre Almidones más usados en el Mercado Mexicano. Adhesivos Resistol, S. A. ATCP Vol. VIII No. 2, 1968. pp. 147-159

13.- YAGUE, G.A. Los Encolantes Reforzados en el
Encolado del Papel. Investigación y
Técnica del Papel, Impreso en
Madrid, España, 1968
pp. 131-143