

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE QUIMICA

Estudio comparativo de tres equipos recuperadores de
Celulosa de las aguas blancas de una Fábrica de Papel

TESIS PROFESIONAL

JUAN SALDAÑA DIOSDADO

1967



Universidad Nacional
Autónoma de México



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 esta 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.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE QUIMICA

Estudio comparativo de tres equipos recuperadores de
Celulosa de las aguas blancas de una Fábrica de Papel

JUAN SALDANA DIOSDADO

INGENIERIA QUIMICA

1967

JURADO ASIGNADO ORIGINALMENTE SEGUN EL TEMA:


PRESENTE DR. P. PARRA GONZALEZ
VICEPRESIDENTE ING. ADALBERTO TIRADO ARROYAVE
SECRETARIO ING. P. CARLOS RAMON GARCIA PINO
1er. SUPLENTE ING. P. ENRIQUE GARCIA JULIANO
2do. SUPLENTE ING. P. ANTONIO REYES SUWAZIGO

SITIO DONDE SE DESARROLLO EL TEMA:

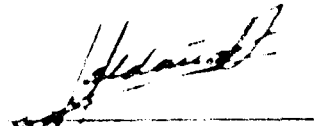
FABRICA DE PAPEL "EL PROGRESO INDUSTRIAL"

ASESOR DEL TEMA:

SUSTENTANTE:



ING. ADALBERTO TIRADO A.



ING. CARLOS RAMON GARCIA PINO.

• ESTUDIO COMPARATIVO DE TRES EQUIPOS REPRODUCTORES DE
COLUMNA DE LAS AÑAS PLANTAS DE UNA FABRICA DE PAPEL •

INDICE:

I. INTRODUCCION	PAG. 7
II. GENERALIDADES	" 10
III. DESCRIPCION DE LOS EQUIPOS	" 32
IV. CONSIDERACIONES TECNICAS	" 46
V. CONSIDERACIONES ECONOMICAS	" 57
VI. CONCLUSIONES	" 72
VII. BIBLIOGRAFIA	" 74

A mis padres, cuyo
ejemplo es mi guía.

A mis hermanos
Gablón, María y Julia.

A Sara, compañera
en el futuro.

Con entuziasmo al
H. Profesorado de la
Facultad de Química.

Mi agradecimiento al
Prof. Adalberto Tirado A.
por su ayuda.

A mis amigos
Esteban y Juan Manuel,
y compañeros en los velos
estudiantiles.

" Señor, hazme un instrumento de tu paz..."

permíteme conocer una persona

de tu creación,

y que mis conocimientos sirvan siempre

en bien de la humanidad. Adelante.

INTRODUCCIÓN

La industria Papelera requiere para su operación grandes cantidades de agua y es indispensable que ésta se encuentre en abundancia en la localidad de la factoría.

La utilización inicial y principal del agua en la fábrica de papel es la de facilitar un medio para suspender la fibra de celulosa y poder manejarla a través de todos los procesos mecánicos o químicos que se requirieran. Se considera también el agua empleada para la dilución conveniente de esa suspensión y el agua empleada para los servicios generales de la fabricación.

La cantidad de agua empleada para suspender la fibra de celulosa, varía en rangos tales que permitan tener consistencias del 2 al 5%, lo cual significa en una fábrica con una producción de 10 toneladas de papel, un gasto de 2 a 5 millones de litros diarios de agua, sin contar el agua de enfriamiento, servicios generales, calderas, etc. que representa otro tanto igual al anterior aproximadamente. Es ésta una razón por la cual se debe recuperar el agua en este tipo de industria.

Las aguas blancas de la industria papelera, son aquellas que contienen cantidades pequeñas de fibras cortas de celulosa y además lo que se llama "cargas", que consiste de ácidos tales como sulfúrico, carbonato de calcio, bicarbonato de sodio, etc. Estas

aguas provienen del lavado del agua de la suspensión de celulosa en la mesa de fabricación, en la máquina de papel.

Una agua blanca, dependiendo del tipo de papel fabricado, de la abertura de la malla de la tela metálica y del grado de refinación o tratamiento de la celulosa, contendrá de 100 a 500 mg. por litro de sólidos, lo que representaría aproximadamente pérdidas desde 400 kg. hasta algunas toneladas de sólidos por día. He aquí otra razón fundamental de la importancia de esta recuperación.

Por otro lado, algunas factorías urgidas por la limitación de agua en la localidad, acostumbra a dar ciclos cerrados de agua, esto es, que el agua blanca es reusada en su totalidad para desfibrar y diluir las celulosas. Esta práctica aunque conveniente en épocas de sequía, presenta graves inconvenientes por facilitar la proliferación de microorganismos que atacan a las celulosas. Este problema aumenta cuando la fábrica se encuentra en zonas urbanas, en donde las autoridades pueden prohibir la eliminación del agua blanca por el sistema del drenaje municipal, en especial por las infecciones que pueden provocar.

Es por esto que el sistema adoptado por la gran mayoría de fábricas, es recuperar una determinada cantidad de agua blanca previamente filtrada en equipos especiales, la cual contiene mínimas cantidades de sólidos, y reemplazarla con agua fresca.

De la mayor o menor eficiencia de los equipos de recuperación o filtración, dependerá el volumen a recuperar de agua limpia, así como economizar materia prima de celulosa y carga.

Este trabajo tiene por objeto establecer ciertas diferencias técnicas y económicas, entre tres equipos recuperadores diferentes de celulosa y carga de las aguas blancas papeles, mediante

en la zona de distribución de una máquina de papel. Determinar además, cuál es el más apropiado para instalar en una máquina cuya producción promedio es de 10 toneladas / día, la cual trabaja actualmente con un equipo cuya capacidad es menor a los requerimientos mínimos del sistema.

Estos equipos son conocidos en el mercado con los nombres de: recuperador Alfa, recuperador Green-Petersen y recuperador de discos tipo American.

INDICE

En la actualidad el reuse de las aguas blanda, se ha convertido en una práctica común, debido fundamentalmente a las ventajas que presenta no solamente la economía por la recuperación de fibra y carga, sino del agua misma, además de evitar las infecciones microbianas y una recuperación de energía calórica.

Desde el inicio de estos sistemas se ha buscado cómo llevar las aguas blanda en su totalidad al recuperador y retornar los sólidos que en ella se encuentran, tirando el agua filtrada.

En la actualidad se considera una buena práctica el reusar el agua sin retirar los sólidos en suspensión y dar otro tratamiento de filtración al efluente y al final del ciclo. Esto, con ser lo ideal, por mejor utilización de estas aguas, no siempre es lo más conveniente ya que se presenta el problema de las infecciones, además que no es recomendable para todo tipo de papel y todas las fábricas, es especial por las características de aquel y los sistemas de trabajo de éstas.

Para realizar este trabajo es necesario definir ciertos aspectos de una fábrica de papel, para lo cual se dividió en tres secciones:

- 1.- Fabricación, 2.- Energía y 3.- Tratamiento.

La primera cubre los cuatro procesos principales, a saber: ab. de fibra, ab. de refina, ab. de pasta y ab. de marfil en la máquina.

el primer departamento de la planta (del primer departamento, a), para la y para el departamento de la planta.

Corresponden al departamento de la planta: a), cascadas, b), guillotinas y c), etc. etc.

Esencialmente la parte que interesa en la de fabricación y en especial la de máquinas formadoras de papel, ya que los equipos establecidos se encuentran instalados en esta parte.

Se verá en una forma general las cuatro operaciones principales de la fabricación.

En el departamento de la planta se encarga de suspender la fibra de celulosa en un agua caliente por medio de los aparatos desfiladores principales, filipulper e hilopulper, los cuales consisten en recipientes de gran volumen, dentro de los cuales existen discos o platos de alta velocidad y cuyos fundamentos, número y diseño son variables. La forma de operar éstos consiste en llenarlos de una pasta de papel bien determinada y con los discos desfiladores operando, se cargan las paños de celulosa para completar la capacidad del desfilador. El tiempo que tarda una carga en desfilarse, varía de acuerdo del tipo de celulosa y del equipo de que se trate, pero se concentra entre veinte minutos para celulosa suave y treinta para las duras en el hilopulper y de treinta y cinco minutos para las primarias y hasta ochenta para las segundas en el filipulper (Bibli. 4).

Una vez desfilada la celulosa la pasta es pasada a los tanques de almacenamiento de la planta y se almacena allí hasta que sea usada para la fabricación en el siguiente departamento.

Los tanques de almacenamiento tienen de 100 a 200 litros cada uno, y los desfiladores pueden producir cualquiera de

ellos por medio de un sistema de filtrado, ver fig. 1.

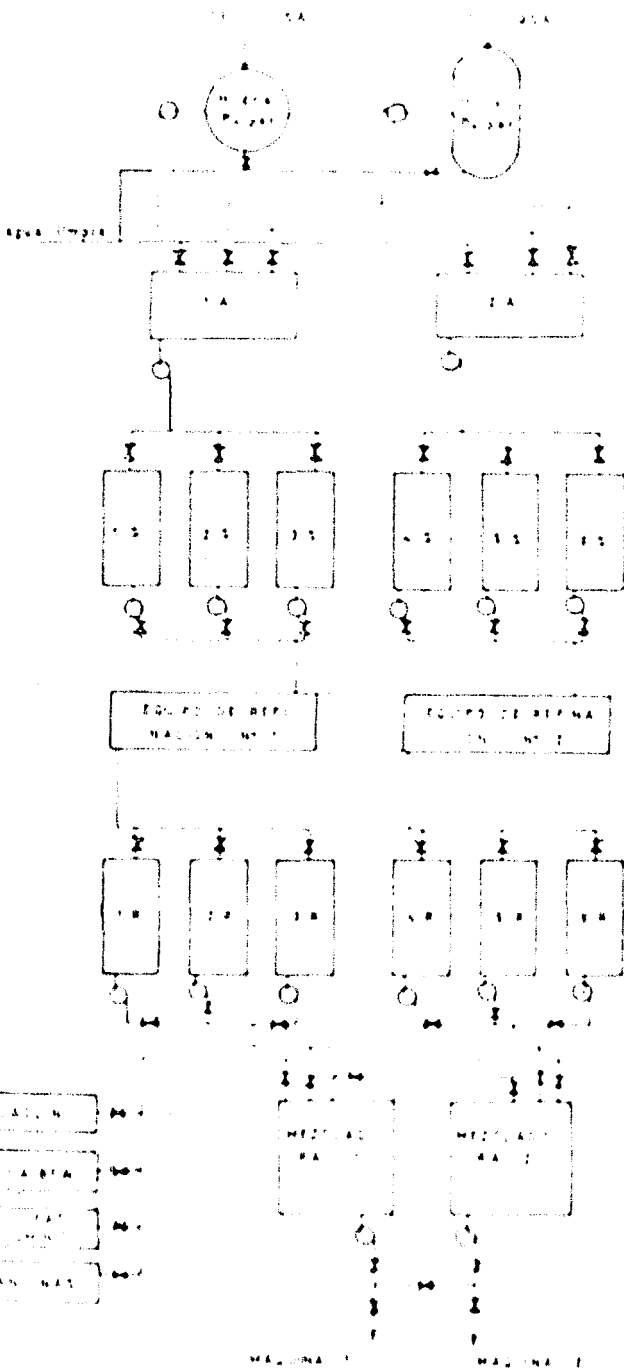
De allí es transportada la pulpa al siguiente departamento.

TRANSFERENCIA DEL TRATAMIENTO DE LA PULPA. Los tanques de almacenamiento descargan a los tanques de residencia, los cuales tienen un sistema de agitación externa. Entre tanques son desbordados a los tanques "B". De allí y alternativamente es transportada la pasta a los equipos de refinación.

La refinación es un tratamiento físico muy importante, especialmente para los papeles finos (escritura, libros, imprección, etc.) y que consiste esencialmente de dos fenómenos efectuados sobre la fibra de celulosa: uno consiste en cortar transversalmente la fibra a un tamaño adecuado, y el otro en fibrillar o hacer pequeños cortes en forma longitudinal a la fibra de celulosa. Se debe considerar otro fenómeno que depende de la fibrilación y que se puede considerar como una "nitratación" de la fibra que se caracteriza por tener la celulosa un aspecto "asfáltico" (bibl. 9 y 22).

La refinación se ha estudiado ampliamente por la importancia que tiene para las buenas características del papel, ya que prácticamente en los refinados se le da las cualidades de resistencia a la hoja del papel.

El grado de refinación se mide por sistemas normalizados siendo sus unidades los llamados "grados de literata" o "freedom" y que consiste en medir la velocidad de desplazamiento a través del agua en una cantidad determinada de fibra celulósica (bibl. 6 y 10). Los resultados se expresan en centímetros cúbicos de agua, y la medida es corregida por la densidad de la pasta y por temperatura del agua. El aparato más usado es el llamado Standard



FABRIL DE CUMBA UNIAW	
Curso Profissional	1977
Disciplina Instalado	17/1

Procesos cuyas unidades se abrevian por "P.O.s." En regla se puede considerar que mientras mayor sea el volumen de agua tratada en un tiempo determinado, más larga o menos refinada será la pasta o viceversa.

La refinación se efectúa en equipos adecuados para el objeto y cuyas formas, características y diseño son variables, entre ellos se encuentran las tinas holandesas, refinadores de discos, refinadores cónicos, etc.

Los utilizados, generalmente son los de tipo cónico y de dos diferentes diseños: el refinador tipo Jordan y el tipo Morden Stock Maker. (Biol. 23)

El refinador Jordan consiste en un cono con cuchillas de acero instaladas en su periferia y en sentido axial, el cual es introducido en una carcasa de forma cónica también, que tiene cuchillas de acer en su interior. Tiene un sistema que permite desplazar la carcasa de tal manera de acercarla o alejarla del cono, el cual está apropiado al motor. La pasta entra por la parte de menor diámetro del cono y sale por la parte opuesta, cruzando la zona en donde se encuentran las cuchillas del cono y de la carcasa.

El refinador tipo Morden es semejante al anterior en cuanto a diseño básico, pero se diferencia en que el flujo es en doble sentido, además de tener válvulas que permiten la restricción dentro del refinador y el control de la salida de la pasta.

El grado de la refinación de la pasta dependerá de varias razones importantes y cuyo control es necesario, y se puede efectuar hasta cierto punto en los refinadores. Entre las razones que no pueden controlarse en el refinador tenemos las siguientes:

- a). Presión del flujo a la entrada del refinador.
- b). Acercamiento de las cuchillas del rotor y de la carcasa, el cual se mide en forma indirecta por el amperaje que está tomando el motor.
- c). Válvulas de recirculación de los Woriens.
- d). Válvulas de salida de los Jordan y los Woriens.
- e). Ancho de las cuchillas.

Por otro lado se tiene que tanto el tipo de celulosa, la consistencia de la pasta y la temperatura de la misma influyen notablemente en el grado de refinación obtenidos; estos factores no pueden ser controlados en el refinador, pero sí pueden ser fijados de antemano en la programación de la composición, en los tanques de aforo y en las desfibradoras y tanques de residencia.

Los equipos de refinación pueden consistir en los Woriens y dos Jordan, conectados los primeros en serie y los segundos en paralelo. El objeto de combinar en esta forma los equipos de refinación, se debe a que se ha observado que los refinadores Woriens tienen la particularidad de fibrillar e hidratar la celulosa en mayor proporción, y los refinadores Jordan dan una fibra cortada transversalmente en mayor proporción. En cualquiera de los dos casos no se obtiene un 100% fibrilado ni cortado, ya que los dos fenómenos se encuentran presentes, aunque varían en porcentaje.

Al salir de los equipos de refinación la pasta es llevada a los tanques "B", en los que la pasta refinada, de allí se tomará para las mezcladoras.

MEZCLADORA. Son tanques con un volumen de 30 a 50 mil litros, dependiendo de las necesidades de la máquina de papel y los tiempos de carga con agitación de hélice y diseño especial para permitir un mezclado homogéneo. Allí se mezclan las proporciones

ciones adecuadas de las diferentes celulósas, se les agregan las cargas (caulín, sulfato de titanio, alúmina, etc.), se les añade un resinate de sodio parcialmente saponificado y que se conoce con el nombre de Sola Socoli, y sulfato de aluminio en solución - que tiene por objeto precipitar el resinate de sodio sobre la fibra, además permite obtener un pH adecuado en la mezcla para que las anilinas agregadas puedan fijarse a la celulosa.

Una vez mezclada durante diez minutos aproximadamente, - la pasta es bombeada a los tanques de la máquina.

MÁQUINA DE FORMACIÓN DE PAPEL. Una vez que se ha tratado convenientemente la pasta, se le ha añadido los ingredientes - necesarios y es pasada a los tanques de la máquina, la pasta entra en el sistema "cámaras" de la máquina de papel. (Fig. 21).

De los tanques de la máquina sale por uno o dos y estar interconectados a uno, la pasta es tomada por una bomba y enviada a un sistema de regulación de consistencia, el cual tiene por objeto mantener una consistencia o contenido de sólidos siempre constante en un valor determinado. Esto se logra mediante un aparato mecánico, neumático, eléctrico o hidráulico, el cual acciona sobre una válvula que permite el paso de agua para diluir la - pasta a un grado conveniente. Esta agua es por lo general una - agua blanda pura. La consistencia de la pasta resultante varía - entre límites de 10 a 20 %, dependiendo del tipo de papel que se fabrica. De allí la pasta que a un tanque de pasta de consistencia ajustada, de donde es enviada por medio de una bomba a una caja de nivel constante, que tiene por objeto mantener una altura preestablecida de entrada al sistema y evitar las posibles variaciones que se tendrían en la altura de la masa de la pasta a la caja de la máquina.

La pasta sale de la caja de nivel constante por una tubería vertical la cual tiene en su extremo inferior la válvula de regulación de peso o densificación de pasta, que es prácticamente la que fija el granaje del papel por metro cuadrado. Ver fig. 2.

La pasta se diluye con una cantidad constante de agua blanca rica, proveniente de un tanque o silo de recolección. De allí es enviada por otra bomba a los sistemas "depuradores" o limpiadores, los cuales eliminan cuerpos sólidos extraños a la pasta. De estos equipos hay con variados principios, pero los principales son los de rejillas y los centrífugos.

La pasta es ahora pasada a la caja de la zona de fabricación. La caja es un sistema de distribución cerrado o abierto y que por una abertura deposita la pasta sobre la tela aludía y a todo lo ancho de ésta.

En la tela de malla metálica se filtra el agua que sirve de medio de suspensión a la fibra aglutinada por medio de unos cilindros desgasificadores, que por efecto de tensión superficial arrastran el agua a través de la tela. El agua filtrada va cayendo sobre foros avanza en unas charolas recolectoras y de allí es enviada al silo o tanque de agua blanca. Esta agua filtrada con un contenido de fibras y carga que arrastra al filtrarse, es lo que se llama una **AVC BLANCA**.

Adelante de los cilindros desgasificadores se encuentran las cajas de succión y un cilindro de succión también que recibe el nombre de "sución". El agua retirada por succión en estos mecanismos, va a dar a una zona llamada "de los sellos", ya que sirve de cierre a las columnas de distribución de las cajas de succión.

En el cilindro de succión la hoja de papel formada se desprende de la tela metálica la cual retorna a la caja. La hoja de

papel pasa a unas prensas, las cuales por medio de la ayuda de unas fieltros de lana, exprimen la hoja de papel retirándole más agua. El número de prensas varía, por lo general son dos o tres.

Para la hoja a los secadores que están divididos en tres secciones; entre la segunda y tercera se encuentra una prensa con unas rugaderas, que tienen por objeto dar al papel un tacto superficial con una solución de diferentes sustancias químicas, que le impartirán ciertas propiedades.

El papel ya seco, pasa a un sistema de calandrias que consiste de una serie de cilindros de acero montados en forma vertical, entre los cuales pasa el papel. Tienen por objeto dar cierta lisa a la superficie del papel.

De allí pasa el papel a la enrolladora de la máquina, en donde se enrolla el papel en tubos o bobinas. Los rollos de papel son pasados al departamento de proceso.

Así mismo, la composición de agua blanca depende del tipo de pasta (calidad y refinación recibida), tipo de cargas no fibrosas, del tamaño o abertura de la malla de la tela metálica y del vacío aplicado en las cajas y cilindro de succión.

Ordinariamente el agua blanca contiene restos de fibra de celulosa, fibras cortas, materia de carga como es el caolín, talco, etc. y un porcentaje de materia en suspensión tal como almidón, alumbre, azúcares, etc. Dependiendo de la relación de materia finamente dividida (agua y restos de fibra) a fibra más o menos larga, se puede en aguas blancas que en la pasta original, la cantidad total de materia sólida en las aguas blancas varía de fábrica a fábrica, dependiendo del tipo de papel, proceso, preparación de la pasta, etc.

La materia sólida en suspensión en aguas blancas presenta en

aguas blancas para una fábrica que elabora papeles de tipo escritura e impresión.

TARLA I.

Velocidad de la Máquina 213.5 m/min.

TIPO DE PAPEL	SOLIDOS
Papel para libros (19% de cenizas)	4.116 kg/1000 l.
Bonda de peso bajo (6.5% de cenizas)	1.56 kg/1000 l.
Offset (11% de cenizas)	3.164 kg/1000 l.
Basa para Couché (8 - 10% de cenizas)	1.512 kg/1000 l.
Mimeógrafo (12% de cenizas)	2.196 kg/1000 l.

Esta variación en la composición de las aguas blancas, se presenta también en la misma máquina de papel, ya que no es la misma composición si la muestra es tomada del agua extraída por los cilindros desgasificadores que la tomada del agua de las cajas de succión.

Se puede por lo tanto clasificar dos tipos de aguas blancas:

a).- Agua blanca rica obtenida en las charolas de la primera parte (cilindros desgasificadores) de la zona de fabricación y que son recolectadas en el "sillo".

b).- Agua blanca pobre extraída por la succión de las cajas y el cilindro couché, además de la recolectada de las regaleras, limpiadoras y el resonador del sillo de agua blanca rica.

El agua blanca rica, como ya se mencionó, es empleada --

para la filtración de la leche y para el tratamiento de la leche.

El agua filtrada y que se encuentra en la fase de la película, es enviada al tanque de almacenamiento a un nivel constante de donde se tomará para la recuperación de la leche manteniendo la lactosa.

La recuperación efectiva aquí del sistema, no es aplicable a todas las máquinas y a todas las películas, ya que se presentan algunas modificaciones para adaptar el equipo a las necesidades propias de cada sistema (Cibul. 19, 7, 12).

El sistema de recuperación actual de la leche está representado en la fig. 1. Se debe saber el agua filtrada y que obtiene al recuperar leche, y para la recuperación de la leche, es necesario tener parte del agua, el cual puede ser una eficiencia total de la leche recupera la mayor parte de la lactosa que contiene el agua que a ella.

El recuperador entrega por un lado agua filtrada prácticamente limpia, con un contenido de lactosa por 1000 litros de leche y por otro lado agua con un alto contenido de fibra de celulosa y cenizas, el cual se filtra o filtrada y se utiliza para las necesidades de recuperación de leche, para las películas de la leche y la tela, bien sea tirada para evitar infecciones.

En el sistema diagrama del sistema se encuentran en algunos puntos los puntos y relaciones de la leche.

Después de la recuperación de la leche, se debe saber el agua filtrada y que obtiene al recuperar leche, y para la recuperación de la leche, es necesario tener parte del agua, el cual puede ser una eficiencia total de la leche recupera la mayor parte de la lactosa que contiene el agua que a ella.

to con un contenido alto de almidón; manteniendo el equipo de recuperación trabajando a su máxima capacidad.

Esto último es de gran importancia para papeles finos, - ya que tanto las fibras cortas como las largas o fibras recuperadas, influyen en forma determinante en las características básicas del papel. Si el equipo de recuperación no trabaja eficientemente o que trabaje a baja capacidad no suministrará la carga y fibra necesaria para obtener ciertos propiedades estándares del papel y se mantendrán dentro de norma (100).

Las propiedades del papel y que se ven afectadas en mayor o menor grado por el tipo y el final del equipo de recuperación, se enlistan a continuación:

- a).- Trabajo del papel.
- b).- Formación de la hoja.
- c).- Resistencia al desmenuamiento superficial.
- d).- Encolado interno.
- e).- Color.
- f).- Porosidad.
- g).- Expansión.
- h).- Capacidad y brillo.
- i).- Blancura.
- j).- Durabilidad.
- k).- Resistencia del papel.

Trabajo del papel. Se ha observado que el recuperado ayuda para aumentar el peso del papel, disminuye a veces variando de 500 lb a 400 lb por metro cuadrado, cuando el recuperado se encuentra en operación a máxima capacidad y alta eficiencia, esto se vincula más estrechamente con el tipo de equipo de recuperación. Este efecto se observa, también, en la forma en que se recupera el agua y el

nar una hoja más compacta, lo que se traduce en mayor retención de la fibra, y por la apertura más amplia de adición del recuperado, lo que permite un aumento en el peso del papel.

Formación de la hoja.- La formación de una hoja de papel es una propiedad que no se puede medir por aparato alguno y sólo es determinada por observación personal. La formación se puede definir como la eficiencia de la distribución de la fibra, así como en cualquier zona de la hoja de papel. Esto es, que visto desde a través la hoja no deben notarse manchones o "nubes" y "hilos", que indiquen concentraciones desiguales de celulosa y lignina.

La influencia de la recuperación en esta propiedad, es estudiada como una mejor formación de la hoja de papel correspondiente a una alta eficiencia del equipo. Esto se debe a que el no superarse con su alto contenido de fibra corta y ablandes finos, permite que sean ocupados los espacios que la fibra larga no puede cubrir al momento de formarse la hoja.

Resistencia al impregnamiento superficial (resistencia al laqueo).- La resistencia al laqueo se ve disminuida con un buen trabajo del recuperador. Esto se debe a que la fibra corta queda en la superficie de la hoja y no tiene medio de entrelazarse con las fibras internas más largas, por lo cual más fácilmente se impregnan. La resistencia al laqueo es la calidad del papel para evitar que las fibras superficiales sean impregnadas. Se mide por medio de laqueo, los cuales están graduados dependiendo de la cantidad de almidón que contienen. Esta es una medición comparativa exclusivamente.

Resistencia interna.- Es esta una característica primordial del papel y es que, a diferencia de otros materiales, la resistencia interna del papel depende de la impermeabilidad

relativa del papel. Físicamente se observa cuando al escribir sobre la muestra, la tinta se expande sobre la superficie. Los métodos para medir el encolado en el papel son innumerables, pueden ser por absorción, penetración e conductividad; y se eligen dependiendo del tipo del papel que se va a probar. En este caso se emplea un sistema de medición por conductividad. Estos aparatos están basados en la medida del tiempo de penetración de una solución conductora o de agua, a través de una muestra de papel. Están basados en un circuito eléctrico que está interrumpido por la muestra de papel, con la que se pone en contacto el agua, que al penetrar de un lado al otro del papel, hace que se cierre el circuito y se registra el paso de la corriente en un microamperímetro; para saber el grado de encolado de la muestra, se toma el tiempo que tarda en penetrar el agua, o sea, desde que se puso en contacto con la muestra, hasta que se registró la corriente. Un mayor tiempo será mejor el encolado. (Bibl. 19).

La buena recuperación permite un aumento en el encolado interno. Las causas que se notizan en parte se deben a la recuperación de los resinas lixiviadas y en parte a la compactación que sufre la hoja por las súbitas fibras.

Color.- En papeles de color se han observado aumentos de 5 a 10% en la intensidad, debido indudablemente al tinte que presta la fibra recuperada, así también el agua que se retorna con aquella. En papeles blancos este efecto se refleja en un aumento en la blancura del papel.

Porosidad.- Esta propiedad se refiere a los espacios vacíos internos de la hoja de papel, que se forman al no haber fibra corta y material fino que los ocupen. Su valor se determina en segundos, y es el tiempo que tarda en desplazarse un volumen

Se mide determinando a través de un área fija de la hoja, en esta determinación, el valor medido es el inverso a la porosidad, esto es, si se tiene mayor tiempo, menor será la porosidad y viceversa.

Esta característica que es importante para papeles con-
cubiertos o cubiertas, se ve disminuida con la buena operación, ya que
las partículas pequeñas que contiene el recuperado llenan todos -
los espacios vacíos.

Expansión.- El papel al estar expuesto en atmósferas hú-
medas sufre una deformación en sus dimensiones. Esto es de gran -
importancia en papeles para impresión, ya sean cubiertos o no. Se
mide en porcentaje de variación en las dimensiones originales de -
una tira de papel, cuando es sumergida en agua por un tiempo de-
terminado y posteriormente expuesta a la atmósfera por otro lapso
de tiempo.

La expansión del papel se ve disminuida por una recupera-
ción eficiente de los sólidos de las aguas blancas.

Opacidad y brillo.- Son propiedades prácticamente opues-
tas y se miden por medio de aparatos electrónicos, los cuales es-
tán ajustados por medio de un tipo. En papeles para impresión de
litros es importante la opacidad; la cual aumenta con un buen re-
cuperado, en especial de sulfatos y sulfato de titanio. Así tam-
bién se puede decir que el brillo se ve disminuido con la recupera-
ción.

Blancura.- Esta se mide por aparato y comparada con -
una muestra de sulfato de titanio puro, también a este tipo una -
blancura de 100, y determinando la blancura de la muestra en por-
ciento.

La blancura se ve afectada con la recuperación, tanto de
los sólidos como de los líquidos de las aguas blancas. Se mide en el --

El tipo de titante cuando éste es incluido en la carga.

Gravidad.- Esta propiedad es específica en papeles gra-
vados y es mejorada con una recuperación adecuada de las cargas,
en especial del caucho y talco.

Resistencia del papel.- Las resistencias del papel son
tres principalmente: resistencia a la tensión, resistencia al rag-
gado y resistencia a la explosión. Se mide por medio de aparatos
especiales (Bibl. 13). Se puede decir que la recuperación disminuye
y las resistencias en general del papel, aunque no es muy nota-
ble la diferencia.

En resumen, prácticamente todas las propiedades del pa-
pel se ven directamente influenciadas con el funcionamiento co-
rrecto del recuperador, en algunas casos aumentándolas y en otras -
disminuyéndolas.

De acuerdo al tipo de papel y de las características de
cada uno de ellos será la conveniencia de trabajar con el equipo
de recuperación a su máxima capacidad y eficiencia o no.

CONDICIONES ACTUALES DE OPERACION.- Se ha considerado pa-
ra este estudio una máquina para fabricación de papel de reciente
instalación, con una producción promedio de 50 toneladas/día de -
papel base para pintar principalmente, se encuentra operando con
un equipo de recuperación deficiente.

El diagrama de flujo se encuentra representado en la fig.
2 y su balance de materiales está indicado en la figura 3.

Las características del equipo recuperador que opera ac-
tualmente son las siguientes, fig. 4.

Tipo de recuperador: Filtro de discos giratorios, tipo Ameri-
can.

Marca: Loos River.

Capacidad: 1 m³ / hora. Máxima de agua blanca por filtrar.
 Cebado requerido: 2 m³ / hora. de pasta a 10% de consistencia.
 Movimiento: Motor de 2 CV de velocidad variable, corriente -
 directa, acoplado a un reductor de velocidad con relación 13.9 :
 1 para dar a los discos una velocidad variable de 40 a 180 revolucio-
 nes por revolución. Motor de 1 CV corriente alterna, 28 rpm. acop-
 lado a sistema variable de válvula para el accionamiento de las -
 regaderas lavadoras.

Número de discos: tres.

Diámetro de los discos: 7 pies.

Área utilizable de filtración: 210 pies cuadrados.

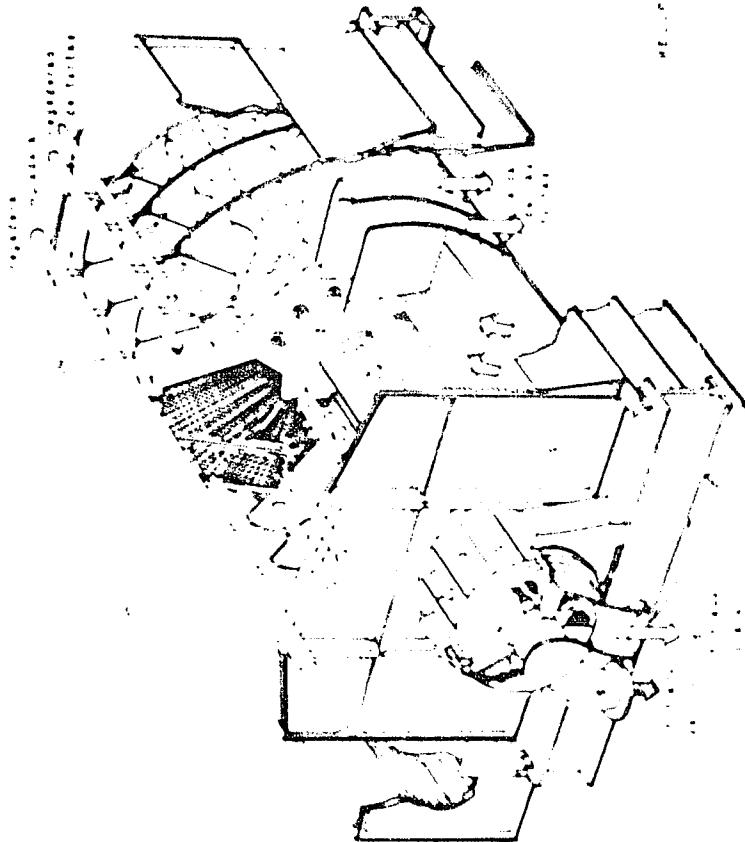
Capacidad del tanque: 20 pies cúbicos.

Peso del filtro operando: 17.50 libras aprox.

Control: Un control automático para ajustar la operación -
 más adecuada, con un ajuste también automático para aumentar o -
 disminuir la velocidad de los discos para compensar variaciones
 periódicas del nivel en el tanque.

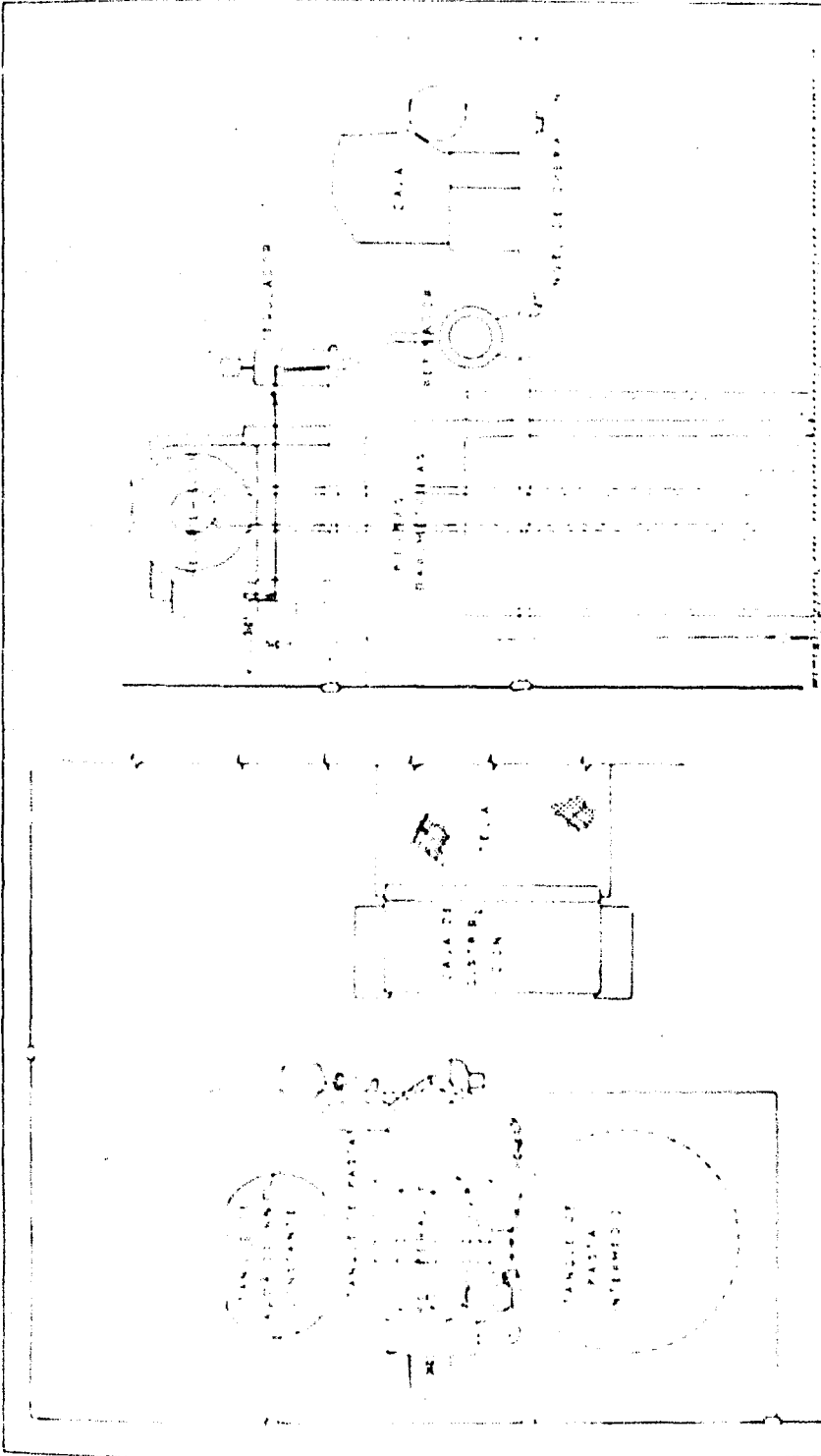
Localización: Se encuentra instalado en el salón de la máqui-
 na en la pared occidental sobre un mesanino sobre los tanques -
 de pasta de la máquina, lo cual permite tener una altura de diez
 metros aproximadamente desde el nivel inferior (zócalo) al nivel
 del recuperador, fig. 6.

Diagrama de flujo: Como se ve en la fig. 7, el agua blanca -
 pobre es obtenida de las cajas de succión, del terrazo del silo -
 de agua blanca rica y de la recirculación del agua de las regaderas
 y servicios generales de la zona de fabricación. Recolectada en -
 la zona de las sellos es enviada por una línea a la caja de agua
 de nivel constante, de donde se toma para distribuir al recupera-
 dor. El agua recuperada para el tratamiento de agua es tomada de



PLANO GENERAL DEL AMBULADORIO

FACULTAD DE ARQUITECTURA UNAM	
Tercer Profesional	1967
Solicitado por	Juan José



FACULTAD DE QUÍMICA - UNAM	
Tesis Profesional	1967
Sildara Duesito Jun	

Fig. 5

un canal a la salida del refinador hacia la máquina.

El vacío es obtenido por medio de dos columnas barométricas con una altura de 1.5 metros y que descargan a una fosa de sellos instalada en el sótano.

Tanto el filtrado procedente de la fibra es recalcado y tomado por una bomba, la cual lo envía a un ventilador de aerma instalado en la planta superior de la máquina. La fosa de sellos tiene un rebosadero el cual va al río.

El agua para las reguleras de las fibras es tomada de la línea de agua blanca de presión, empleada para los servicios generales de la zona de fabricación. Días 2 - 4.

El recuperador en forma de torta y con una consistencia que varía entre 1 y 1.5, saca directamente entre el tambor interior de pasta de la máquina, por medio de una canal inclinada.

Operación: Se ha determinado que se obtiene en promedio 2.5% 1/min. de agua blanca en la fosa de los sellos de las cajas de succión, con un análisis promedio de:

Índice total	2.47 g/l.
Índice fijos (residuo)	1.43 g/l.

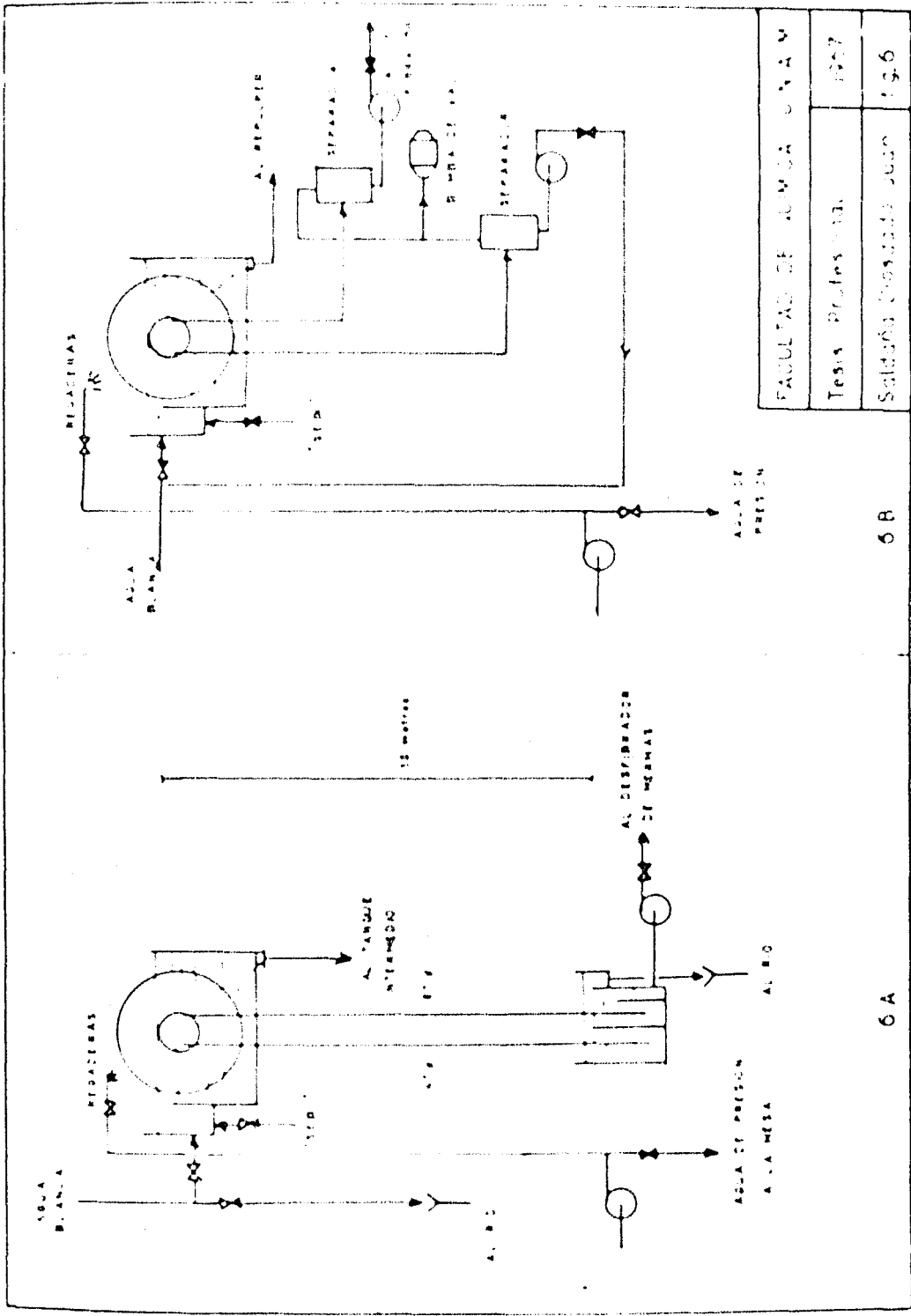
Esta agua es enviada a la caja de nivel constante, de la cual se toma para los fines:

- 1.- Para la regulación de consistencia.
- 2.- Para el recuperador.

Se efectuó el siguiente cálculo para determinar qué cantidad de agua es empleada para la regulación de consistencia.

Si se tiene una producción de 40 t r/día, con una consistencia de 2.6% de pasta y se presentan variaciones de 2.0 a 2.6 de consistencia, las volúmenes de agua requerida serán:

El consumo de agua para la regulación de consistencia será:



FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL	
Tesis Profesional	1967
Soldado Cristóbal Jasso	1966

6 B

6 A

$$A \ 2.26 : 2.26/2.2 \times 100 = 74.55 \text{ l./h.} = 1.240 \text{ l./min.}$$

$$A \ 2.56 : 2.56/2.5 \times 100 = 95.20 \text{ l./h.} = 1.585 \text{ l./min.}$$

$$A \ 2.26 : 2.26/2.2 \times 100 = 94.950 \text{ l./h.} = 1.575 \text{ l./min.}$$

Diferencias:

$$\text{de } 2.2 \text{ a } 2.5 : 1.585 - 1.240 = 145 \text{ l./min.}$$

$$\text{de } 2.5 \text{ a } 2.2 : 1.575 - 1.240 = 190 \text{ l./min.}$$

Esto indica que cuando la consistencia sea de 2.26 habrá que poner 145 l./min. para obtener una consistencia de 2.56.

Cuando sea de 2.26 la consistencia de entrada, se debería quitar 190 l./min. pero esto último no es posible, entonces se fijará la consistencia de salida del regulador a 2.26 (el regulador automático cerrará toda la válvula de agua, cuando la consistencia de entrada sea de 2.26). Por lo cual se fijará la variación máxima de consistencia de 2.2 a 2.26; esto necesitará:

$$1.575 - 1.240 = 315 \text{ l./min.}$$

Por lo tanto el agua que debe ir al recuperador será de:

$$2.950 - 315 = 2.635 \text{ l./min.}$$

El equipo que opera actualmente tiene una capacidad máxima de 1.500 l./min., por lo tanto :

$$2.635 - 1.500 = 1.135 \text{ l./min.}$$

O sea que se tiene un volumen de agua que se está tirando de 1015 l./min. los cuales no pueden ser pasados al recuperador.

El balance de material en el recuperador está anotado a continuación:

Flujo de agua hacia el recuperador :

$$1.500 \text{ l./min.} \times 24 \text{ min.} = 36.000 \text{ l./h.}$$

$$36.000 \times 1.240 \times 14 = 6.144 \text{ kg./día.}$$

Flujo de agua al recuperador :

$$1.500 \text{ l./min.} \times 24 \text{ min.} = 36.000 \text{ l./h.}$$

10 000 l./día. + 1.5 + 1.4 + 1/1 = 7 100 kg./día.

Total de entradas al recuperador:

6 149 + 7 000 = 13 149 kg./día de sólidos.

90 000 + 12 000 = 102 000 l./h.

Con una eficiencia teórica de 98%

13 149 x 0.98 = 12 882 kg./día de recuperado.

Por análisis sabemos que el promedio de la consistencia del recuperado es de 7.00% (Tabla V).

Salida del recuperador:

12 882 kg./día de sólidos recuperados

$$\frac{12\ 882 \times 100}{7.00\% \times 24} = 6\ 205 \text{ l./h.}$$

Salida del rechazo:

102 000 - 6 205 = 95 795 l./h.

13 149 - 12 882 = 667 kg./día de sólidos.

$$\frac{667 \times 100}{24 \times 95\ 795} = 0.0291\%$$

Seto : 12 000 l./h.

7 200 kg./día

2.5%

Agua blanca : RECUPERADOR.

90 000 l./h. → 98% Ef. Teórica

6 149 kg./día.

0.2347%

Recuperado :

6 205 l./h.

12 882 kg./día

7.00%

Rechazo : 95 795 l./h.

667 kg./día.

0.0291%

En la Fig. 3 está establecido el balance general de agua

blanca y pastas y en el día se ve claramente la cantidad de agua blanca que se está tirando por falta de capacidad del recuperador.

Por lo cual se hará un estudio que permita decidir el cambio que sea conveniente del recuperador actual. Para ésto, se analizarán técnica y económicamente, tres equipos de recuperación diferentes. Uno de ellos es como el equipo instalado actualmente, los otros los son recuperadores que operan en otras máquinas. De ellos se determinaran las eficiencias y se hicieron las observaciones que se indican en los siguientes capítulos.

BALANCE GENERAL DEL FLUJO DE AGUA Y PASTA.

Partiendo de la base de que se obtiene 7 000 l/min. de agua blanca por día, teniendo los siguientes cálculos, fig. 3:

1.- Agua al recuperador: $7000 \text{ l/min.} \times 60 = 420000 \text{ l/h.}$

Datos: 0.2847 kg/l

$420000 \text{ l/h.} \times 0.2847 \text{ kg/l} \times 1/100 \times 24 = 11684 \text{ kg/día}$

2.- Agua al recuperador:

$1500 \text{ l/min.} \times 60 = 90000 \text{ l/h.}$

$90000 \times 0.2847 \times 1/100 \times 24 = 6149 \text{ kg/día.}$

3.- Agua para la regulación de consistencia:

$335 \text{ l/min.} \times 60 = 20100 \text{ l/h.}$

$20100 \times 0.2847 \times 24 \times 1/100 = 1384 \text{ kg/día.}$

4.- Agua tirada por falta de capacidad del recuperador:

$171000 - (420000 + 90000) = 60000 \text{ l/h.}$

$11684 - (6149 + 1384) = 4151 \text{ kg/día.}$

5.- Agua al recuperador:

$200 \text{ l/min.} \times 60 = 12000 \text{ l/h.}$

Consistencia: $0.2847 \text{ kg/l} \times 12000 \times 1/100 = 3416 \text{ kg/día.}$

6.- Recuperador:

$11684 - (4151 + 3416) = 4117 \text{ kg/día.}$

7.- Reservas:

95 385 kg/día, 95 385 l/h, 0.0201 % de consistencia.

8.- Pasta proveniente de las mezcladoras:

Datos: 52 500 kg/día.

87 500 l/h.

2.5 % de consistencia.

9.- Pasta del tanque al regulador de consistencia:

87 500 - 12 000 = 75 500 l/h.

52 500 - 7 200 = 45 300 kg/día

10.- Pasta a la salida del regulador de consistencia:

12 682 + 1 374 + 45 300 = 59 356 kg/día

75 500 + 20 100 + 6 705 = 102 305 l/h.

11.- Agua blanca rica del silo empleada para la dilución:

Datos (promedios): 227 419 l/h.

0.31 % de consistencia

227 419 x 0.31 x 24 x 1/100 = 16 920 kg/día.

12.- Pasta diluida :

59 356 + 16 920 = 76 276 kg/día

102 305 + 227 419 = 329 724 l/h.

13.- Agua limpia al sistema de depuración:

Dato (aproximado): 25 100 l/h.

14.- Pasta depurada:

329 724 + 25 100 = 354 824 l/h.

15.- Agua limpia en las resacas de la caja de entrada:

Dato (aproximado): 23 400 l/h.

16.- Pasta a la salida de la caja con:

354 824 + 23 400 = 378 224 l/h.

17.- Agua limpia en las resacas de servicios de la tela:

Dato (aproximado): 12 000 l/h.

18.- Papel obtenido a la salida de la zona de fabricación:

$$76\ 276 - (11\ 674 + 16\ 976) = 47\ 622 \text{ kg/día.}$$

$$378\ 224 - (171\ 080 + 287\ 419) = 14\ 905 \text{ l/h.}$$

$$\frac{47\ 622 \times 100}{24 \times 14\ 905} = 14.36 \%$$

19.- Papel a la salida de las prensas: se supone que se pierdo 0.5 % por arrastre del agua en las prensas.

$$47\ 622 - (47\ 622 \times 0.005) = 47\ 414 \text{ kg/día.}$$

Comprobación final del balance teórico:

$$\text{Pasta: } \underline{7} + \underline{4} + \underline{13} = \underline{24}$$

$$657 + 4\ 161 + 47\ 622 = 52\ 440$$

$$\text{Agua: } \underline{7} + \underline{4} + \underline{13} = \underline{9} + \underline{13} + \underline{15} + \underline{17}$$

$$95\ 385 + 60\ 000 + 14\ 905 = 171\ 090$$

$$37\ 500 + 25\ 000 + 23\ 400 + 35\ 000 = 171\ 070$$

$$171\ 090 \approx 171\ 070$$

DESCRIPCION DE LOS EQUIPOS

En un sistema de recuperación, el diseño realizado debe ser lo más adecuado para obtener altas eficiencias, que permitan obtener al menos un 30% del total de los sólidos suspendidos. Adicionalmente que su recuperación sea lo suficientemente satisfactoria para que pueda ser incluida en la composición del papel que se está fabricando.

Existen diferentes aparatos en el mercado cuya función es la de recuperar los sólidos de las aguas blancas. Entre ellos se diferencian por sus cualidades y cada uno es más apropiado para determinados tipos de papel y ciertos sistemas de flujos.

Los diferentes tipos de recuperadores se pueden incluir en cuatro tipos básicos (Bibl. 4, 14):

- 1.- Recuperadores de malla estacionarios y giratorios.
- 2.- Tanques de sedimentación o asentamiento.
- 3.- Unidades de flotación.
- 4.- Recuperadores filtros al vacío.

1.- Recuperadores de malla. Estos aparatos son los más sencillos, fáciles de construir y mantener aunque su eficiencia es pobre. El más común consiste de una malla inclinada y sólo se les emplea cuando su propósito principal es separar, en aguas con contenido de fibras largas, pero aún así, resultan ineficientes en largos períodos de operación.

Otro tipo son los cilindros de malla, los cuales se pug

den emplear con una eficiencia relativamente alta, cuando se los aplica con otro equipo y se le encarga de proveer fibra larga - que servirá como filtro ayuda al otro recuperador. En otros sistemas son costosos y poco eficientes.

2.- Los tanques de sedimentación son adecuados para papeles que contengan mucha agua, ya que ésta ayuda al asentamiento. Se acostumbra a añadir sulfato de aluminio para mejorar la floculación, siendo el pH óptimo para que ésta se realice de 5.0 a 6.0. En estos equipos hay diferentes diseños, desde el tanque rectangular, hasta el usado en el asentamiento. Si bien la ventaja de no emplear sistemas mecánicos es la ausencia de gasto de corriente eléctrica, además de tener una buena eficiencia.

Sus defectos principales son el gran volumen que requiere para su instalación, el gasto que representan las sublecciones flocculantes y el gran período de retención, el cual limita su empleo a sistemas que no tengan constantes cambios del grado de papel.

3.- Los equipos de flotación son de gran uso, ya que pueden operar con cualquier tipo de agua blanca y en cualquier sistema. Se los puede instalar en forma individual o bien como recuperador de varias máquinas. Sus eficiencias se consideran altas.

Su principio se basa en el efecto del aire disuelto en el agua blanca y el arrastre de los sólidos recuperados que han sido llevados a la superficie por la acción del aire y la adición de sustancias químicas que ayudan a la floculación. Este tipo de recuperadores tienen una alta eficiencia y son ampliamente aceptados en tanto el aumento en recuperación de materia prima se alto costo, justifica el uso de las sustancias flo-

culantes.

1.- Los filtros al vacío han sido ampliamente aplicados en la industria del papel, desde lavadores, espesadores, etc. hasta en sus formas más complejas como recuperadores.

Tienen grandes ventajas sobre otros tipos de recuperadores como son el espacio reducido, su no empleo de flocculantes, su período de retención pequeño y su gran versatilidad.

Para su operación requiere por lo general de una cantidad determinada de pasta fresca que actúa como un filtro ayuda, y el agua blanca prácticamente se filtra a través de esta prepapa, obteniéndose filtrados de gran pureza que pueden usarse en recargas y lavadores con confianza, ya que llegan a tener hasta un grado por mil litros de sólidos en suspensión.

En la Tabla II se establece una comparación de los diferentes tipos de equipos recuperadores (Bibl. 14).

Se describirán los tres equipos de recuperación con los que se hará este estudio:

Un ADIA de tipo flotación con vacío.

Un Green - Federnan de flotación.

El Deor - Oliver con filtración al vacío que es el que trabaja actualmente.

Recuperador ADIA.

Este recuperador de patente suiza, opera bajo el principio de flotación a baja presión, y para que está sometido a vacío. Las aguas blancas son sometidas a una preparación y purga de aire antes de entrar a la cámara de recuperación del aparato. Para la buena operación debe de producirse una flotación adecuada de las materias por recuperar (Bibl. 14, 15). Para esto, se añaden unas cantidades variables de un tipo de almidón de almidón -

TABLA II

TIPO	FLOTACION	FILTRACION	SEDIMENTACION
Marcas comunes:	Sveen	Impeco	Doer
	Mibbs	Oliver	Marx
	ADKA	Bird	Hardinge
	Savnilla	Waco	Link Belt
Espacio requerido	medio/bajo	bajo	alto
Tiempo de retención.	bajo	bajo	alto
Pretratamiento	ninguno	ninguno	requiere
Costo relativo	1.5	1.5 - 2.5	1.0
Costo de mantenimiento.	bajo	alto	bajo
Costo de operación.	1	2	3
Sustancias químicas.	si	no	no
Sensibilidad	alta	baja	baja
Sabo requerido	opcional	requiere	no
Eficiencias:			
Altos sólidos	buena	buena	mala
Bajos sólidos	buena	buena	buena
Resno del efluente.	limitado	amplio	limitado
Resno de la pasta recuperada.	bueno	bueno	malo

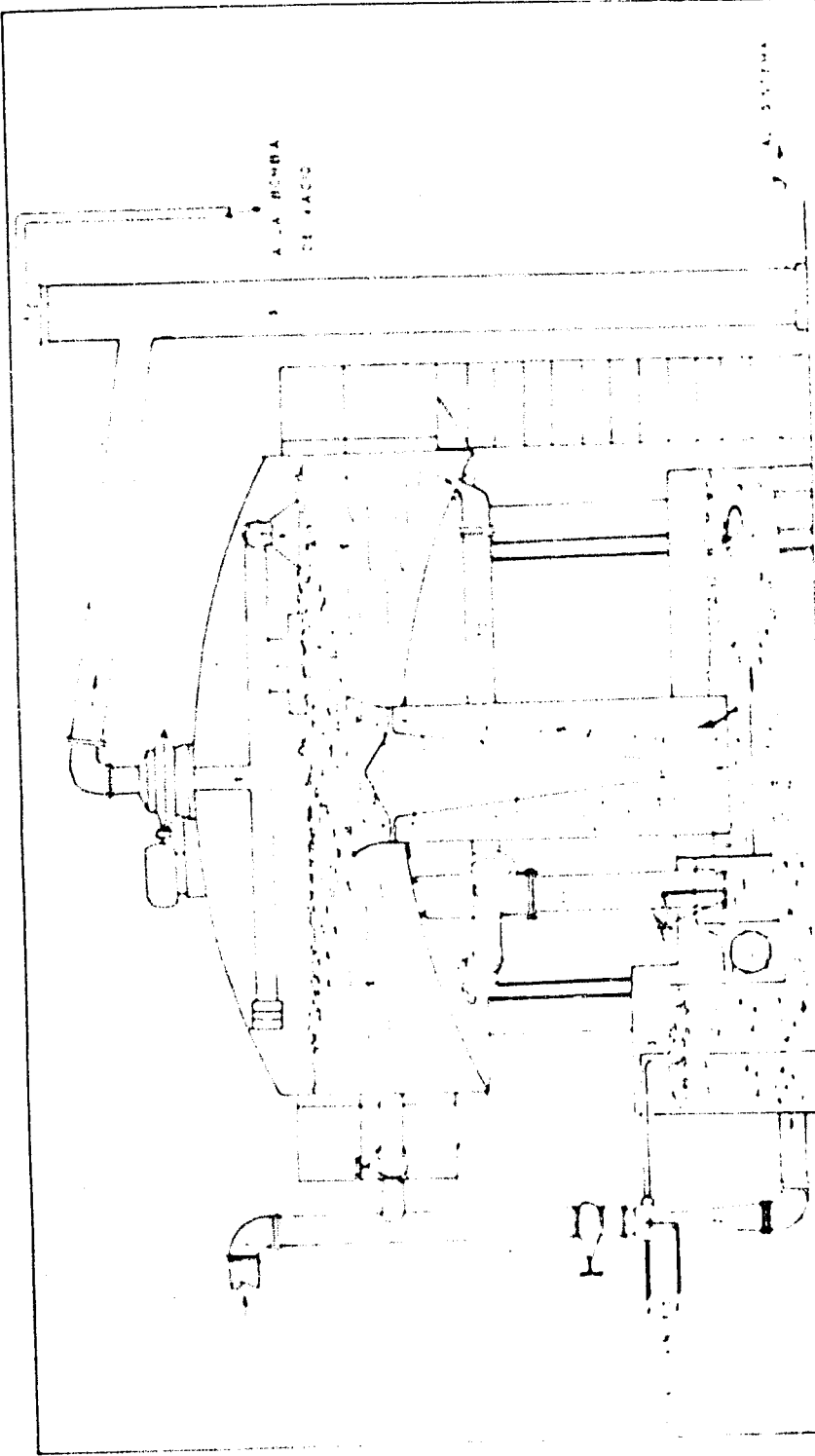
con una concentración de 25 g/l. y una viscosidad al 1 % de 0.015 g/watt como coagulante negativo, que permiten la formación de burbujas de espuma en las copas flocculadas de la batería recuperable.

Por acción de un proceso coagulo - floculante entre el sulfato de aluminio positivamente cargado y la gelatina polidispersa (bola), se produce una coagulación orto - estérica por la que las partículas menores y de mayor flotación, arrastran consigo las partículas más pesadas, que caen más lentamente. En este caso las burbujas de aire adheridas a los sólidos, permiten la flotación de las mismas.

El aparato A. 1. A está representado en la fig. 7.

El agua blanca pobre llega al aparato por medio de una batería (1). La bomba debe trabajar a contrapresión ya que se necesitan de 6 a 8 metros de columna de agua sobre el inyector (2), para que éste opere asegurando el aire a través del tubo (3). Este tubo desciende por encima de la zona de espuma más intensa del agua residual, de tal manera que absorba aire y espuma. El agua - lleva a la caja de aeración (4), en donde el aire sobrante escapa delante sólo el aire necesario para la flotación de los copos. Por medio del tubo de elevación (5), el agua asciende a la cámara del recuperador (6), donde a pie ésta se encuentra mezclada a vacío.

Los copos flocculados ascienden a la superficie y son desviados a la periferia, debido a las corrientes y al separador (7) de allí son retirados por una paleta de acción rotatoria (8); ésta desciende a un tubo central, el cual a su vez, da a una columna capilar (9). El recuperado es tomado por una bomba en el fondo de la columna y vertido nuevamente al sistema de agua recuperada. El resto de agua residual que queda de las baterías se coloca



RECUPERADOR AGUA

FACULTAD DE QUIMICA	U.N.A.M.
TESIS PROFESIONAL	1967
Scitafra José Joab Juan	Fig. 7

Fig. 7

dan al fondo de la cámara (10) de flotación y en su periferia, de donde es enviada a la cámara de sello y por medio de un derrame -- dan al río.

La columna barométrica tiene una conexión por su parte superior que da a una bomba húmeda de vacío, la cual tiene por objeto eliminar el aire que entra al sistema y mantener el vacío en la cámara de flotación. La diferencia de presiones entre las cámaras (4) y (6) debe quedar entre rangos de 2.2 a 2.5 metros de columna de agua, con objeto de tener el flujo ascendente adecuado.

El rendimiento de un recuperador A1-A con un diámetro y altura de cinco metros respectivamente y un contenido total de -- agua de unos 20 metros cúbicos, es de 1 500 a 3 000 l/min. Tiene buenas recuperaciones; aún con aguas blancas con 2% de cenizas -- se obtienen altas eficiencias, sólo cuando se tiene más de un 1% de dióxido de titanio, el agua clarificada contiene una turbidez ligera.

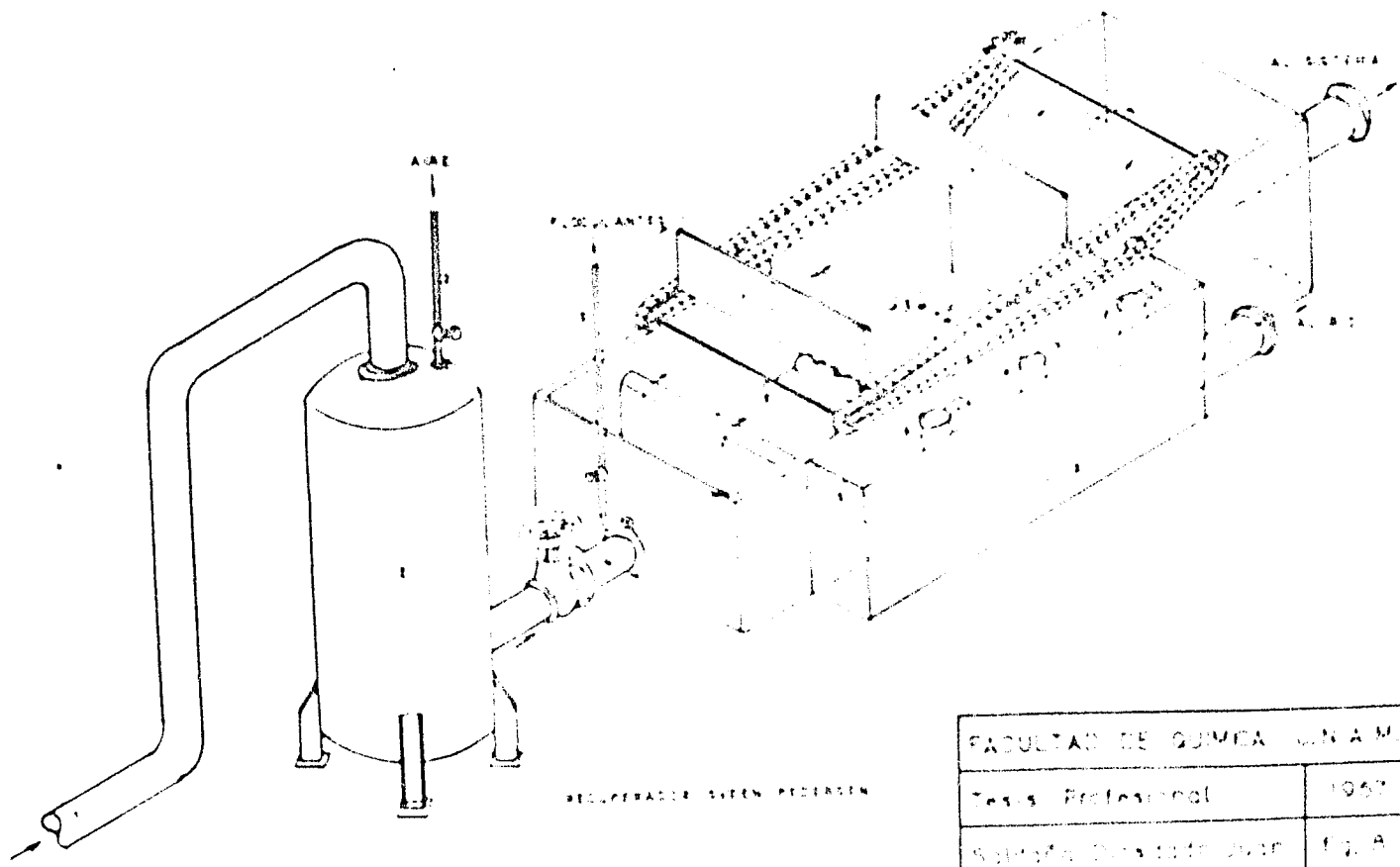
En caso de cambiar de tipo de papel, se pierde aproximadamente de 2 a 3 metros cúbicos de agua. En caso de ser extremo -- el cambio, se tarda de 10 a 20 minutos en lavarse.

Recuperador WYBEN FELSCHAN.

Este tipo de recuperador es adaptable a cualquier tipo -- de agua blanca, ya que por su versatilidad y eficiencia permite -- tener buenas rendimientos, tanto en el agua clarificada como con el recuperado (Htbl. 13).

Su teoría de operación está basada en la flotación; pero a diferencia del A1-A ésta se realiza a la presión atmosférica. Su sencillez de operación lo hace adecuado a sistemas que requieren cambios continuos en línea de fabricación.

En la fig. 1 se encuentra el dibujo de este recuperador.



FACULTAD DE QUÍMICA UNAM	
Tesis Profesional	1957
Alumno: Doctor Juan	Fig. A

El agua blanca se trata de tal modo que la masa de los agujeros o del tanque de agua blanca, se por una bomba y es enviada a un tanque aerador. En éste se borla el aire que es suministrado por una compresora y este aire se regula y regula por un rotámetro. El tanque aerador está diseñado de tal forma que el tiempo de residencia del agua blanca y el aire en contacto con el líquido sea lo más adecuado. De esta forma se obtiene una dispersión de pequeñas burbujas en el seno del agua blanca.

Este sistema, también simplificado y que permite la eliminación del tanque aerador, consiste en conectar un inyector de aire que trabaja con el flujo a la salida de la bomba y descarga a la tubería de entrada a la planta. De tal manera que el sistema absorbe aire de la atmósfera y se mezcla con el agua blanca por medio del impulsor de la planta. Este arreglo ha demostrado una buena difusión del aire, así que la eficiencia en el bombeo se ve reducida en forma apreciable.

El aire suministrado es aproximadamente el 1% en volumen del agua a presión atmosférica.

En caso de usar un inyector, la longitud de la tubería de la bomba a la válvula de entrada al recuperador, debe ser tal, que tarde por lo menos un minuto para permitir el mejor mezclado de aire y agua blanca.

En el tanque aerador, debe de estar diseñado para que mezcle con el agua el aire que es el caso anterior.

La válvula de entrada al está diseñada con el objeto de romper el aire en pequeñas burbujas y distribuir el agua blanca en las burbujas. La válvula está diseñada para que en el fondo de la cámara de entrada se produzca un efecto de tanque de -

... en el cual se mezcla con el producto químico que actúa como floculante (5), de allí pasa por un rebosadero a una zona de baja velocidad en el tanque principal (6) del recuperador. La fibra y la carga se floculan envolviendo el aire disuelto y se eleva lentamente conforme va recorriendo el tanque de flotación. Es arrastrada fuera del sistema por una serie de paletas que se mueven a una velocidad de 2 pies/min. sobre unas carriles colocados a los lados del recuperador. Los rastrillos o paletas están unidos por medio de catenas (7). El movimiento lo proporciona un motor de 5 HP acoplado a un reductor y un juego de catarinas con cadenas.

La pasta recuperada pasa de la rampa a una fosa, instalada en la parte opuesta a la entrada del recuperador. De allí es tomada por una bomba y retornada al sistema del agua blanca rica. El agua clarificada es sacada por el fondo del tanque a través de una serie de tubos cónicos (8) que descargan en una fosa lateral (9). Por medio de rebosaderos de altura variable instalados en cada tubo se controla la altura del flujó en el recuperador. De esta fosa es tomada el agua clarificada por una bomba, o bien, por diferencia de altura es enviada al río.

El floculante empleado para este recuperador es una solución de cola green, preparada con cola carmama, soda cáustica, sulfato de aluminio y cola lowell. El consumo de la solución de cola green es de 0.6 l/min. aproximadamente.

La eficiencia de este equipo se ve disminuida como en el caso del A121, por altos contenidos de cenizas en las aguas por tratar, así como también se ve reducida por cargas de dióxido de titanio.

Recuperador AMERICAN de filtración al vacío.

Estos tipos de recuperadores son de amplio uso para diferentes tipos de papel. (Píbl. 7, 11, 13). Retienen casi todos los sólidos del agua blanca y dan un recuperado de alta concentración (6 a 10 %) de partículas finas que ayudan a una buena formación del papel.

Este tipo de recuperador requiere que se adicione una cantidad determinada de "neto" o filtro ayuda, que consiste en pasta a una concentración de 2.4 a 1.0% lo cual aumenta el contenido de sólidos en el agua alimentada, permitiendo una formación de torta alternada. La consistencia que se debe tener en el tanque del recuperador varía de acuerdo a la naturaleza y concentración de los sólidos reales en el agua, antes de adicionar el neto. Así se tiene que para papel periódico una consistencia de 0.5% es suficiente, para aguas blancas de papel fino, se requiere un 0.4% de consistencia y para aguas de papeles craft o sulfite sólo se requiere un 0.4%. En papeles de alto contenido de curvas como es el casón, sulfite de titanio, carbonato de calcio, etc. se requiere que haya una relación de 3 : 1 de fibra a carga. La otra forma la torta formada agrá por persona y la filtración ineficiente, por lo cual la capacidad del recuperador se ve disminuida. El vacío se obtiene por medio de una bomba aérea tipo Nash de v_2 etc. o bien por medio de la acción de columnas barométricas. Estas últimas deben ser diseñadas para permitir una velocidad de 8 a 11.5 pies/min. y así evitar el obtener un avance eficiente del aire y del volumen de agua manejada.

La torta se forma al introducirse un 6% del líquido con la tela metálica en el agua del tanque; se filtra el agua a través de la tela metálica y se recoge en el tanque de agua.

The first part of the document is a letter from the Secretary of the State to the President of the Senate, dated January 10, 1878. The letter is addressed to the President of the Senate and is signed by the Secretary of the State.

The second part of the document is a letter from the President of the Senate to the Secretary of the State, dated January 10, 1878. The letter is addressed to the Secretary of the State and is signed by the President of the Senate.

The third part of the document is a letter from the Secretary of the State to the President of the Senate, dated January 10, 1878. The letter is addressed to the President of the Senate and is signed by the Secretary of the State.

The fourth part of the document is a letter from the President of the Senate to the Secretary of the State, dated January 10, 1878. The letter is addressed to the Secretary of the State and is signed by the President of the Senate.

The fifth part of the document is a letter from the Secretary of the State to the President of the Senate, dated January 10, 1878. The letter is addressed to the President of the Senate and is signed by the Secretary of the State.

mento a través de la tela de los sectores, llevada por la flecha hueca y sacada por la válvula. Debe notarse que el diseño de la válvula sólo permite la succión en aquellos sectores que están su mergidos. La torta se va formando conforme gira el disco hasta o tener su espesor máximo, al ejercer el sector de la pasta la torta puede tener espesores de 1/16 a 1/8 pulgada dependiendo de la pasta y su densidad en la alimentación. La torta es desprendida de los sectores por medio de espigas de agua en ascenso y caen -- por canales hechos en el tanque del recuperador a un "trepulper" o bien, como en el recuperador estudiado, al tanque de pasta.

El disco al seguir girando llega a una zona de lavado en donde unas resacas oscilantes limpian los sectores y los preparan para un nuevo ciclo.

Este recuperador se diferencia de otros recuperadores -- filtros al vacío por tres aspectos de diseño que permiten su alta eficiencia y un rechazo de agua de alta claridad. El primero es su baja velocidad de rotación regulada, que automáticamente le -- permite ajustarse a variaciones de nivel. El alto vacío que re quiere para su operación que debe ser al menos de 15 pulgadas de mercurio de vacío y el diseño especial que tiene los discos.

DETERMINACION DE EFICIENCIA DE LOS EQUIPOS.

Para determinar la eficiencia de los tres equipos, se -- efectuaron análisis de:

- a) agua blanca a la entrada
- b) rechazo o agua filtrada
- c) recuperado

A cada muestra se le determinó lo siguiente:

- 1.- sólidos totales suspendidos.
- 2.- cenizas.

Método de análisis.

1.- Sólidos totales suspendidos.

Se toma una muestra de 5 litros aproximadamente en los puntos más cercanos al recuperador de cada uno de los tres flujos y al mismo tiempo. Un volumen de 50 ml. fué tomado del agua muestreada inicialmente.

Se filtró en papel cuantitativo, pesado anteriormente, se puso el papel filtro y los sólidos en un crisol y éste colocado en la estufa, a 105°C durante una hora. Se pesó y se volvió a meter a la estufa, hasta obtener peso constante. Se obtuvo el peso de los sólidos por:

$$\text{Sólidos tot. susp.} = (\text{Peso del crisol y papel filtro con sólidos}) - (\text{Peso del crisol} + \text{Peso papel filtro}).$$

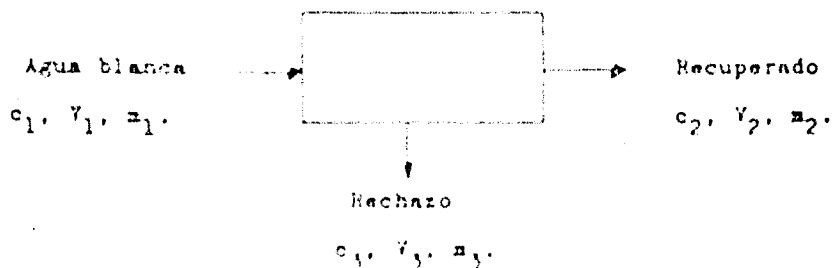
2.- Cenizas.

El mismo crisol se trasladó a una mufla y se calcinó por una hora a 800°C , repitiéndose hasta obtener peso constante. Se calculó:

$$\text{Cenizas} = \text{Peso del crisol c/cenizas} - (\text{Peso del crisol} + \text{Peso cenizas papel filtro}).$$

Cálculo de la eficiencia del recuperador.

La eficiencia del equipo se obtuvo deduciendo una expresión de la siguiente forma:



n = Cantidad de carga / g.

V = Volumen l./ min.

c = Porcentaje de salinidad o concentración g./l.

La eficiencia (n) de la recuperación será:

$$n = \text{efic.} \times \frac{R_1 - R_3}{R_1} = \frac{R_2}{R_1} \dots \dots \dots 1$$

$$R_1 = R_2 + R_3 \dots \dots \dots 2$$

$$V_1 = V_2 + V_3 \dots \dots \dots 3$$

$$n = c \times V \dots \dots \dots 4$$

Sustituyendo 4 en 2:

$$c_1 V_1 = c_2 V_2 + c_3 V_3 \dots \dots \dots 5$$

Sustituyendo 4 en 1:

$$n = \frac{R_1 - R_3}{R_1} = \frac{V_2 c_2 - V_3 c_3}{V_1 c_1} \dots \dots \dots 6$$

$$\text{De 3: } V_2 = V_1 - V_3 \dots \dots \dots 7$$

Sustituyendo en 5:

$$c_1 V_1 = c_2 (V_1 - V_3) + c_3 V_3 \dots \dots \dots 8$$

Aggregando:

$$V_1 (c_1 - c_2) = V_3 (c_3 - c_2) \dots \dots \dots 9$$

Por lo tanto:

$$V_3 = \frac{(c_1 - c_2)}{(c_3 - c_2)} V_1 \dots \dots \dots 10$$

Sustituyendo 10 en 6:

$$n = \frac{V_2 c_2 - V_3 c_3}{V_1 c_1} = \frac{(c_1 - c_2)}{(c_3 - c_2)} \dots \dots \dots 11$$

En la fórmula anterior se puede calcular las

$$n = 1 - \frac{c_3 (c_1 - c_2)}{c_1 (c_3 - c_2)} \dots \dots \dots 12$$

Las determinaciones se hicieron con diferentes tipos de papel, grades de refinación, pesos y cargas, con objeto de obtener un valor promedio de la eficiencia de la recuperación.

En las tablas III, IV, y V se encuentran los datos de las experiencias realizadas para cada uno de los recuperadores. De esos datos se obtuvieron las eficiencias siguientes promedio:

Recuperador ALFA:

Sólidos totales suspendidos	83.5%	Efic. total
Cenizas	75.2%	

Recuperador Green Petersen:

Sólidos totales suspendidos	64.32%	Efic. total
Cenizas	58.7%	

Recuperador Louis Oliver:

Sólidos totales suspendidos	90.9%	Efic. total
Cenizas	81.03%	

- CONSIDERACIONES TÉCNICAS -

Por tratarse de tres diferentes tipos de recuperadores y basados en principios de operación distintos, es natural que se tengan características de operación especiales para cada uno de ellos.

Tienen ventajas y desventajas sobre determinadas aguas blancas dependiendo del tipo del papel.

Se hará a continuación un comentario de las ventajas de cada equipo y a continuación sus desventajas.

Recuperador ALBA.

Ventajas :

- 1).- Eficiencia buena.
- 2).- Agua clarificada de alto grado en su efluente.
- 3).- Menor costo de los flocculantes que emplea (sulfato de aluminio y Sola Bewold, además de que no pierden su poder flocculante, con el tiempo.
- 4).- Rapidez en su limpieza: 10 a 20 minutos.
- 5).- Espacio relativamente bajo.

Desventajas:

- 1).- Muy sensible y por lo cual pequeñas variaciones en el agua blanca, aire, impurezas, etc. provoquen desajustes y fallas.
- 2).- Período de retención corto. Si hay variación brusca de

grado de la rotación, es de cuatro revoluciones.

3).- Baja consistencia del recuperado, el cual se obtiene -
do 0.3 a 0.04.

4).- Hay que tener cuidado al manejar el sistema.

5).- Fallas por pérdidas de vacío en juntas y empaques -
mal colocadas.

6).- Requiere observación constante por parte del operador.

7).- Fallas ocasionadas en el sistema de vacío: bomba, motor
falta de agua para el sello, etc.

8).- La eficiencia se ve reducida conforme aumenta el conte-
nido de carban, es especial lo debido al titanio.

9).- Sólo puede manejar el volumen de agua para el cual es-
tá diseñada.

Requisitos Green Island.

Ventajas:

1).- Eficiencia buena en general.

2).- Simplicidad de construcción.

3).- Requiere poca atención del operador una vez ajustado.

4).- Costo de adquisición bajo.

5).- Simplicidad de operación.

6).- No requiere localizarse en lugares altos, se puede ins-
talar al nivel de operación de la máquina.

Desventajas:

1).- Capacidad relativamente alta, aumentando con la capaci-
dad.

2).- Usa los ingredientes de costo alto y que pueden perder
su poder si se almacenan en el tiempo en una cámara.

3).- Capacidad de recuperación, el cual no llega a
ser tan alta como la de otros sistemas.

4).- La eficiencia disminuye cuando el contenido de cenizas en el agua blanca excede del 30%, en especial del bióxido de titanio.

5).- En caso de romperse una cadena o rantrillo, el recuperador prácticamente no opera.

Recuperador loor Oliver.

Ventajas:

1).- Una eficiencia alta.

2).- Adaptabilidad a cualquier sistema y a cualquier tipo de aguas blancas.

3).- Gran área de filtración en poco espacio, reduce el costo por unidad de área de filtración.

4).- Regulador automático que opera el aparato una vez ajustado a su óptimo.

5).- Corto período de retención que permite cambios de grado rápidos y aún cambios de color, sin necesidad de lavarlo.

6).- Recuperador de alta consistencia.

7).- Amplio uso de filtrado.

Desventajas:

1).- Complicado en diseño.

2).- Complicado en la operación de ajuste óptimo.

3).- Costo inicial elevado.

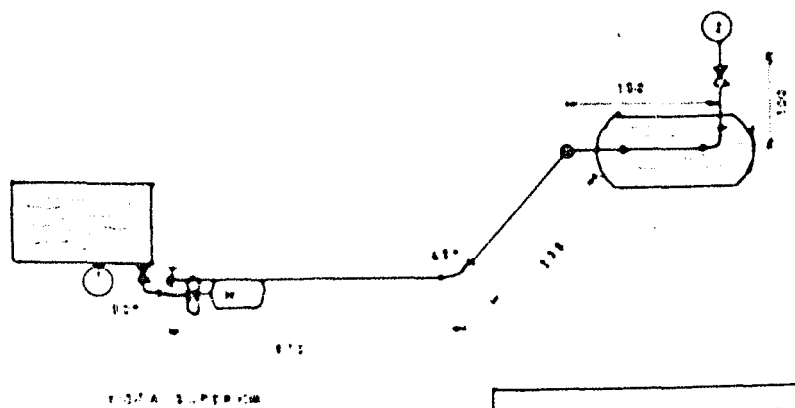
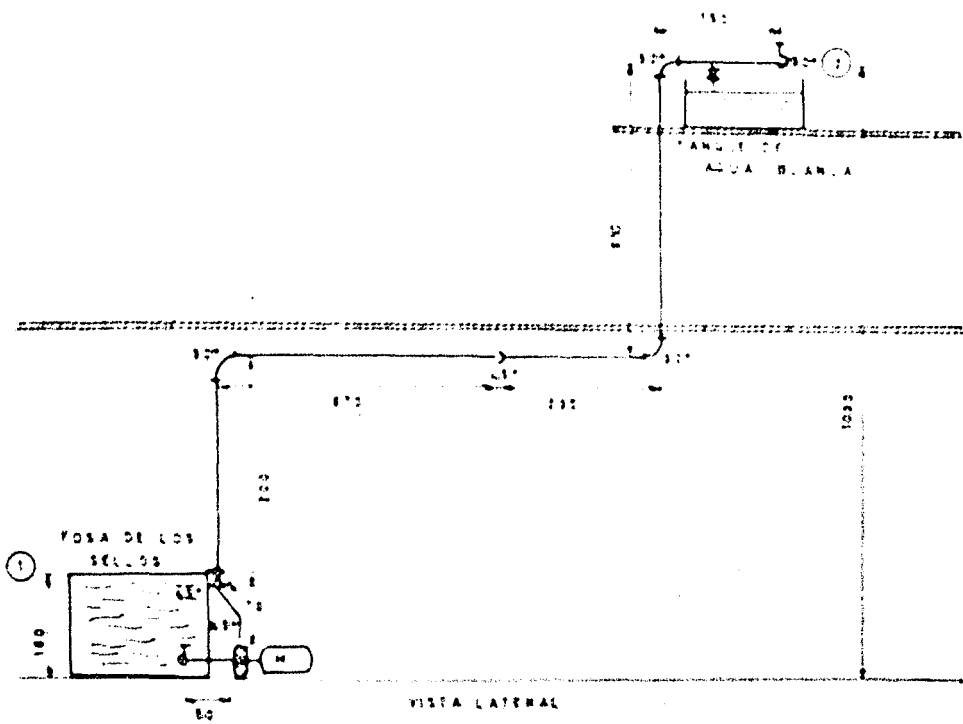
4).- Empleo indispensable de sebo.

5).- Alto costo de mantenimiento y operación.

6).- La obtención de un filtrado obscuro que es necesario retornar, aumentando la capacidad requerida.

CAMBIO DEL EQUIPO.

Con las instalaciones existentes de tubería, bombas, válvulas, etc. se tratará de instalar el nuevo equipo.



ACOTACIONES EN CENTIMETROS

FACULTAD DE QUIMICA UNAM	
Tesis Profesional	1967
Solista: Alejandro Guzmán	Fig. 9

Se hará necesario inevitablemente, sustituir algunos aspectos de obra civil como cimentación, carpintería, etc. o bien mecánicos, como relocalización y cambios de tuberías, bombas y no torca.

Es necesario hacer un estudio de los cambios que se harían en caso de instalar cualquiera de los equipos estudiados.

Para lo cual se ha dividido en tres partes:

- a).- Suministro o alimentación de agua blanca.
- b).- Entrega del recuperado y el rechazo.
- c).- Dantitas varias, equipos, localización, etc.

RECUPERACIÓN AGUA.

Cálculo de la bomba para el suministro del agua blanca.

Se empleará la misma tubería, pero se hará necesario cambiar la bomba, ya que requiere una presión de entrada al inyector de aire para que opere, por lo cual se recalculará el sistema de bombeo.

El Diagrama de la tubería está en la Fig. 9.

Datos:

Diámetro de la tubería = 6"

Presión 1 = Atmosférica = 14.7 lb./pie²

Presión 2 = 6 mts. agua = 122.40 lb./pie²

Altura 1 = 100 en. = 8.33 pie.

Altura 2 = 1616 en. = 134.75 pie.

Volumen = 1.05 gal./min. = 1.05 pie³/min.

Longitud tubería lineal = 2800 en. = 233.3 pie.

Tipo de tubería: Acero inoxidable, uni. pes. soldados.

Accidentes en la tubería:

5 codos y 9' radio largo.

3 codos 45° radio largo.

3 válvulas de compuerta.

Líquido: agua tibia (con 2.47 g./l. sol.)

Propiedades del líquido:

Gravidad específica = 1.0018

Viscosidad = 20 ctp.

Balace de energía:

$$z_1 + \frac{u_1^2}{2gc} + \frac{P_1}{\rho} - \sum F + z = z_2 + \frac{u_2^2}{2gc} + \frac{P_2}{\rho}$$

Flujo isotérmico, incompresible, newtoniano, no se tiene variación de densidad ni de viscosidad.

Por lo tanto:

$$z = (z_2 - z_1) + \frac{P_2 - P_1}{\rho} + \sum F$$

Cálculo de $\sum F$:

$$D_1 = \frac{6.065 \text{ pies.}}{12} = 0.504 \text{ pie}$$

$$u = \frac{V}{A} = \frac{191 \text{ pie}^3/\text{seg.}}{0.785 \times (0.504 \text{ pie})^2} = 500 \text{ pie./min.} = 8.7 \text{ pie./seg.}$$

$$\rho = 62.4 \text{ lb./pie}^3$$

$$\mu = 20 \text{ ctp} \times 0.672 \times 10^{-3} = 13.45 \times 10^{-3} \text{ lb./pie} \cdot \text{seg.}$$

$$f = \frac{32\mu}{\rho u D} = \frac{32 \times 13.45 \text{ lb./pie} \cdot \text{seg.}}{62.4 \text{ lb./pie}^3 \times 8.7 \text{ pie./seg.} \times 0.504 \text{ pie}} = 0.0065$$

$$Re = 20400$$

El coeficiente de fricción:

$$Re = 20400 \dots \dots \dots f = 0.0065$$

Longitud equivalente de la tubería (Bibl. 2):

$$2 \text{ válvulas de compuerta } \sum L = 7 \times 17.5 \times 2 = 7 \text{ pie.}$$

$$1 \text{ válvula de compuerta y abierta } = 100 \text{ pie}$$

$$3 \text{ codos } \sum L = 3 \times 10 = 30 \text{ pie}$$

$$3 \text{ codos de } 4\frac{1}{2} \text{ pulgadas} = 15 \times 1 \times 1.5 = \frac{22.5 \text{ pie}}{\text{---}}$$

$$\text{Total} = 179.5 \text{ pie}$$

$$\text{Req.} = 179.5 \text{ pies} \times 0.7 \text{ pies} = 248.2 \text{ pie}$$

$$P = \frac{248.2 \text{ pie}}{\text{Seg}} = \frac{2 \times 0.0065 \times 75.0 \times 248.2}{37.2 \times 0.504}$$

$$P = 15.05 \text{ pie} - \text{lb./lb.}$$

El trabajo efectuado por la bomba :

$$W = (33.75 - 5.25) \text{ pie} - \text{lb./lb.} = \frac{(1226 - 11.3) \text{ lb./pie}^2}{62.4 \text{ lb./pie}^3} + 15.05 \text{ pie} - \text{lb./lb.}$$

$$W = 63.05 \text{ pie} - \text{lb./lb.}$$

$$m = 101 \text{ pie}^3/\text{min} \times 1/60 \times 62.4 \text{ lb./pie}^3$$

$$m = 106 \text{ lb./seg.}$$

La potencia será:

$$P_o = \frac{W \times m}{550} = \frac{63.05 \times 106}{550} = 12.15 \text{ HP.}$$

Considerando un mínimo de eficiencia en el bombeo de 60%, - se tendrá :

$$\frac{12.15}{0.60} = 20.3 \text{ HP}$$

Los cambios que serán necesarios hacer, son los siguientes:

1).- Cambiar la bomba actual con un motor de 15 HP. y una carga de 30 pies máx. por una bomba con 60 pies mín. de carga y que esté acoplada a un motor de 20 HP.

2).- Para la eliminación del rechazo se explicará la misma línea e instalaciones actuales.

Para la entrega del recuperado será necesario cambiar el sistema, ya que por su baja consistencia, no se puede descargar el tanque de pasta.

Por lo tal se instalará una tubería que lleve al silo de

agua blanca fría.

Para esto se necesitará:

Superficie de acero inoxidable 4 pulg. ϕ	21 metros
Cotón de 40 ^o gatto largo	4
Válvula de compuerta 4 pulg. ϕ	1

3).- Para la parte de la columna de vapor quedaría al nivel de operación de la máquina, o bien, en el mesanino, el agua recuperada caería por diferencia de alturas, por lo que la bomba del recuperado no necesitaría ser muy grande.

4).- La teoría de suministro de agua blanca no se modificaría en absoluto.

5).- Para los condensantes se dispone de dos tanques de placa de acero de 1.0 x 1.0 x 1.5 metros, de deshecho, los cuales se pueden emplear para este caso.

Una de ellas se cerraría interiormente de madera, plástico o material ácido-resistente.

6).- Bomba de vapor. Tanto esta bomba como la del recuperado vienen incluidas en el recuperador, por lo cual se instalarán de acuerdo a los planos originales.

REQUERIMIENTOS DE ENERGÍA ELÉCTRICA.

Cálculo de la bomba de agua blanca.

Se tomará en cuenta lo siguiente:

a).- La presión de descarga es a la atmósfera.

b).- Se tiene un tiempo variable que aumenta las caídas por pérdidas de presión, en la expansión y contracción.

Las líneas de los tanques recuperador son 3 pies de diámetro por 20 pies de alto.

Por lo tanto el balance de energía quedará en la siguiente forma:

$$W = (z_2 - z_1) + \Sigma P$$

$$\Sigma P = \frac{2 f u^2 L_{eq}}{D_{gc}} + P_{expansión} + P_{contracción} + P_{tanque}$$

En la anterior expresión, el primer término del segundo miembro es el mismo que se calculó para el anterior recuperador, ya que la tubería se considera prácticamente la misma. Y el último término, P_{tanque} , se puede despreciar, ya que su valor es muy pequeño en comparación con los otros.

Pérdida de potencia por fricción de expansión brusca a la entrada del tanque aerador:

$$P_{exp.} = \frac{(V_1 - V_2)^2}{2 g_c} = \frac{V_1}{2 g_c} \left(1 - \frac{S_1}{S_2}\right)^2$$

$$S_1 = 0.785 \times 0.506^2 = 0.20 \text{ pie}^2$$

$$S_2 = 0.785 \times 3^2 = 7.04 \text{ pie}^2$$

$$S_1 / S_2 = 0.20 / 7.04 = 0.0282$$

$$P_{exp} = \frac{41.7^2}{2 \times 32.2} (1 - 0.0282)^2 = 1.11 \text{ pie lb/lb.}$$

Pérdida de potencia por fricción en contracción brusca a la salida del tanque aerador:

$$P_{con} = K (V_2^2 / 2 g_c)$$

$$K = 0.4 (1.25 - S_2 / S_1) \quad \text{cuando } S_2 / S_1 < 0.715$$

$$K = 0.4 (1.25 - 0.0282) = 0.4987$$

$$P_{con.} = 0.4987 (4.7^2 / 2 \times 32.2) = 0.675 \text{ pie lb/lb.}$$

Por lo tanto:

$$W = 29.50 + 15.05 + 1.11 + 0.59 = 45.24$$

$$Po. = 45.24 \times 1.96 / 550 \times 0.6 = 14.5 \text{ HP}$$

Por lo cual se considera innecesario cambiar la bomba y el motor para el suministro de agua blanca.

Los cambios necesarios en el caso de instalar este recup-

perador, serán las siguientes:

1. Ampliar el mesanino en el extremo sur con objeto de que pueda caber el recuperador cuyas dimensiones aproximadas son de 9.7 m. por 4.70 m., sin contar el espacio ocupado por el tanque aerador. El mesanino tiene dimensiones de 10 x 5 m., y hay -- que restar el espacio ocupado por el tanque de agua blanca de nivel constante.

2. Como se indicó, la tubería de suministro de agua blanca no se modificará. Igualmente se utilizará la tubería actual para el agua rechazada.

Para el recuperato se hará, como en el caso anterior, no cesario instalar una tubería que lo conduzca al sitio de agua -- blanca rica; para ésto se empleará el siguiente material:

Tubería de acero inoxidable de 4 pulg. ϕ	23.5 m.
Elbow de ϕ radio largo	4
Válvula de compuerta	1

3. Para el floculante (solución de cola Green) se emplearán los tanques mencionados en el caso anterior, los cuales se encuen- tran en otra parte de la fabrica a una altura mayor que el nivel del recuperador.

4. Se necesitarán conexiones para el aire y floculante por medio de tubería de cobre.

REPERFORAR TUBO AMERICANO.

En este caso el sistema de alimentación no sufrirá cam- bio alguno, ya que la tubería, accionetas, válvulas, etc. al -- igual que las condiciones de bombeo, son las mismas.

El balance de energía estará representado por:

$$P = (Z_2 - Z_1) \rho g + \sum P_f$$

$$P = (2.5 - 0) \rho g + \sum P_f = 41.00 \text{ pie de lb.}$$

$$F_{0.1} = \frac{4}{5000} \frac{1}{1.1} \frac{1}{1.1} = \frac{4 \cdot 10^{-4}}{6050} = 6.61 \times 10^{-8}$$

Los cambios a efectuar son los siguientes:

1. El tubo requerido para la operación se puede tomar de -- dos partes: a). de la tubería desahogada del refinador de la máquina, como está instalada actualmente, b). de la tubería de descarga a los tanques de pasta y que proviene de la fuga de roturas. El primero es más conveniente por tener siempre un flujo constante de agua.

2. El vacío requerido para la operación del equipo se obtendrá por columnas barométricas, como se opera actualmente, fig. 6 - A.

Este arreglo se puede lograr tal y como se ve en la fig. 6 - B, pero en ese sistema se emplearía mayor cantidad de equipo que consistiría de una bomba de vacío con sello de agua, una o dos separadores con sus respectivas bombas según se desee separar los filtrados claro y oscuro, o no. Las columnas barométricas se pueden emplear o no, pero influirán en el tamaño de la -- bomba de vacío. En el caso de emplear sólo las columnas, éstas -- deben ser calculadas para el flujo que manejarán: a). diámetro -- para dar una velocidad de flujo de 4 a 15 pies por minuto. b). -- deben tener una altura tal que se cumpla la siguiente expresión:

$$h_{\text{vacío}} (\text{vacío}) + h_{\text{columna}} \geq 1 \text{ atm.}$$

3. En caso de no hacer cambios en el sistema si se instala un recuperador de este tipo, se considerará el diagrama de flujo como está en la fig. 6 - 1.

4. El recuperador puede caer a un regulador antes de enviarse al tanque de pasta. El regulador consiste de un tanque en forma -- de canal que tiene 2 paletas y por arriba de él y al lado de --

Este tipo de estudio se le ha llamado "estudio de correlación de -
mas y sus variables".

Se ha de tener presente que el estudio de masa de datos sobre
el crecimiento autorregulado en el campo de la física.

El resultado que se dará en este estudio, será el -
resultado de todas y cada una de las leyes físicas recuperadas.

CONSIDERACIONES ECONOMICAS

Como ya se estableció en el capítulo anterior, se esta -
obteniendo un promedio de 2 050 l/min. de agua blanca pobre en
la fosa de los sellos, proveniente de las cajas de succión, regg
deras, rebosaderos, etc., de los cuales 135 l/min. aproximada--
mente se emplean para regular la consistencia y 1 900 l/min. --
son enviados al recuperador instalado actualmente, de lo cual re
sulta:

$$2\ 050 - (1\ 500 + 355) = 1\ 015\ \text{l/min.}$$

que es lo que se está tirando al río.

De acuerdo con los análisis, se tiene que el contenido -
promedio de sólidos totales suspendidos y de cenizas en el agua
blanca, es de:

2.847 g/l. de sólidos totales suspendidos.

1.402 g/l. de cenizas.

Por lo tanto se tiene que, por día, se perderán:

$$2.847\ \text{g/l} \times 1\ 015\ \text{l/min.} \times 60 \times 24 \times 1/1000 = 4\ 160.36\ \text{kg/día}$$

de sólidos totales.

$$1.402\ \text{g/l} \times 1\ 015\ \text{l/min.} \times 60 \times 24 \times 1/1000 = 2\ 049.16\ \text{kg/día}$$

de cenizas.

Por lo cual se puede anotar que:

Fibra de celulosa perdida:

$$4\ 160.36 - 2\ 049.16 = 2\ 111.20\ \text{kg/día.}$$

Cargas perdidas (que van con cenizas): 2 049.16 kg/día

La composición de un papel base, tipo para pintar, es la siguiente:

Composición fibrosa:

- 25% de celulosa blanqueada Sulfito importada
- 20% " " " Alamo importada
- 15% " " " Sulfito nacional
- 10% " " " de algodón
- 15% " " " de tuzano
- 15% " hebras de papel blanco.

Cargas para 1 000 kg. de celulosa:

- 150 kg. de caolín del país.
- 10 kg. de almidón.

Ingredientes para 1 000 kg. de celulosa:

- 45 l. de cola Bewoid.
- 35 l. de sulfato de aluminio a 20 °Bé.
- 250 g. de anilinas.

Prácticamente, como el almidón, la cola Bewoid y el sulfato de aluminio se encuentran en solución, sólo serán recuperables cuando se reintegre el agua que se rechaza del sistema. Por tanto sólo se considerará en el balance económico, el caolín como carga.

Por otro lado se aumentará un 12% de su costo tentativo a la composición fibrosa, debido a que ya lleva gastos de desfibración, refinación y mano de obra; y un 1% al costo del caolín porque ya pasó por la preparación de la suspensión, la agitación y el bombeo. Esto es sólo tentativo y es menor que el costo real de la preparación de la materia prima.

El costo de la materia prima se anota en la siguiente lista:

Col. blancq. Sulfito importada	2 431.12	\$/ton.
" " Alamo importada	2 306.25	"
" " algodón	2 331.85	"
" " Sulfito nacional	2 612.12	"
" " Bagazo	2 546.64	"
Verma de papel blanco (promedio)	2 502.00	"
Caolín del país	311.60	"

Ahora bien, si se considera que la fibra contenida en el agua blanca se encuentra en la misma proporción que en la composición tipo, se tomará que el costo de la materia prima que se está tirando al río es de:

Col. Sulf. imp.	2.1112 x .25 x 2 341.49	1 283.426	\$/día
" Alamo "	2.1112 x .20 x 2 306.25	974.160	"
" Sulf. nac.	2.1112 x .15 x 2 612.12	827.441	"
" Bagazo	2.1112 x .15 x 2 546.64	806.775	"
" algodón	2.1112 x .10 x 2 331.85	599.096	"
Verma blanca	2.1112 x .15 x 2 502.00	<u>792.531</u>	"
TOTAL		5 282.921	\$/día

Incluyendo el 12% por desfibración, refinación, etc. :

$$5 282.921 \times .12 + 5 282.921 = 5 916.871 \text{ $/día}$$

Para el caolín se tiene:

$$2.0492 \text{ ton/día} \times 301.60 \text{ $/ton.} = 679.515 \text{ $/día}$$

Más un 2% por preparación, bombeo, etc. :

$$679.515 \times .02 + 679.515 = 693.115 \text{ $/día}$$

En total se tiene que la pérdida por fibra y carga será de:

$$5 916.871 \text{ $/día} \text{ Col.} + 679.515 \text{ $/día} \text{ caolín} = 6 596.386 \text{ $/día}$$

que corresponden a 1.10 \$/día. de agua blanca que está siendo tirada al río cada día. Este costo se debe pagar...

Ahora bien, ya que los equipos no trabajarán con un 100% de eficiencia, se considerarán los promedios de las eficiencias obtenidas anteriormente para cada uno de ellos; en esta forma se determinarán las utilidades que se podrían obtener con cada uno de esos equipos.

Para el sistema ALMA:

Eficiencia total de 23.5 %, por lo que el valor de la materia prima recuperada:

$$6\ 609.976 \times 23.5/100 = 5\ 519.329 \text{ \$/día}$$

Por año de 300 días:

$$5\ 519.329 \text{ \$/día} \times 300 \text{ días} = 1\ 655\ 798.70 \text{ \$/año}$$

Para el recuperador Sveen Petersen:

Eficiencia total de 64.32 %, por lo cual se tendría:

$$6\ 609.976 \times 64.32/100 = 4\ 271.536 \text{ \$/día}$$

Al año:

$$4\ 271.536 \text{ \$/día} \times 300 \text{ días} = 1\ 281\ 460.80 \text{ \$/año}$$

Para el recuperador tipo American:

Eficiencia total de 90.90 %, con una utilidad de:

$$6\ 609.976 \times 90.90/100 = 6\ 003.463 \text{ \$/día}$$

Al año:

$$6\ 003.463 \text{ \$/día} \times 300 \text{ días} = 1\ 802\ 540.40 \text{ \$/año}$$

Se determinará ahora la inversión que se haría con cada uno de los equipos y posteriormente se calcularán sus rentabilidades respectivas. (Ej: 1. 1).

Recuperador ALMA:

Estimación del capital fijo invertido.

a). Costo fijo de la unidad de recuperación:

1.- Compra del equipo. El equipo que se comprará será el siguiente:

Un recuperador ALMA para el sistema de 1000 l/día. -

consistente en: un tanque de fierro para cámara de flotación de 5 m. de diámetro y cono de ascensión del mismo material. Una -- bomba de vacío tipo Nash con motor de 7.5 HP. Una bomba para el recuperado con motor de 7.5 HP. Un mecanismo rotatorio de succión con un motor de 5 HP. Inyector, válvulas y tubería para -- las conexiones de la unidad. Escalera y antén.

Costo de la unidad \$ 147 000.00

Una bomba con capacidad de 7 900 l/min. de agua blanca y -- una carga de 65 pies acoplada a un motor de 20 HP. Característi cas: marca Byron Jackson, tipo 331, horizontal, normal con in-- pulsor abierto de bronce. Flecha montada sobre baleros de doble hilera, lubricación por medio de graúeras, catopero para anillos de empaque, base y cople flexible.

Costo de la bomba \$ 5 450.00

Un motor eléctrico horizontal de 20 HP a prueba de goteo, 50 ciclos, 440 volts, 1450 rpm., 3 fases, marca I.M.

Costo del motor \$ 6 525.00

Costo total del equipo \$ 199 355.00

ii.- Instalación del equipo.

El costo por la instalación del equipo es evaluado como el 20% del costo del equipo:

199 355.00 x 0.20 \$ 39 871.00

iii.- Tubería.

La tubería requerida para este equipo será la siguiente: 21 m. tubería de 4 pulg. diámetro nominal, acero inoxidable, para la conducción del recuperado.

A razón de 215 \$ m. Costo de la tubería \$ 4 475.00

Más 15% sobre el costo de la tubería por conexiones:

Costo de conexión \$ 670.00

Una válvula de compuerta de 4 pulg.

Costo válvula \$ 937.00

Cuatro codos de 90° radio largo, 4 pulg. p., acero inoxidable:

A razón de 435 \$/unidad, costo codos \$ 1 740.00

Costo total de tubería \$ 7 920.90

iv.- Instrumentación.

Sólo se empleará lo siguiente:

Dos dosificadores de floculantes con válvulas reguladoras y -
rotámetros.

A razón de 7 500.00 \$/unidad, Costo \$ 5 000.00

v.- Construcción civil .

Una mesa desarenadora y caja recolectora de mampostería, con
material, planos y mano de obra, Costo \$ 5 300.00

Por lo tanto:

a). Costo físico de la planta \$ 257 346.90

b). Costo de ingeniería y planeación.

En este capítulo se incluye el diseño, ingeniería, super-
visión de campo, construcción temporal e inspección de un proyec-
to. Pero este estudio no considerará bato, ya que sólo se trata
de la instalación de una unidad cuyo diseño, ingeniería, etc., -
ya está incluido en el costo de adquisición.

A.- Costo directo de la planta.

Costo físico de la planta \$ 257 346.90

Costo de Ing. y planeación no se considera

Costo directo de la planta \$ 257 346.90

B.- Pago del contratista encargado de la instalación.

Se considera un 6% sobre el costo directo:

257 346.90 x 0.06 = \$ 15 440.81

C.- Contingencias.

Se da un 10% sobre el costo directo para contingencias:

$$257\ 346.90 \times 0.10 = \$\ 25\ 734.69$$

Capital fijo invertido.

En la suma del costo directo, pagos a contratistas y con-
tingencias.

Capital fijo invertido. \$ 298 522.40

Estimación del costo de operación.

a). Costo directo de operación.

i.- Materia prima para la operación.

Se considera el costo de las plantas de floculantes com-
plendas. De acuerdo a la siguiente tabla se determinará dicho --
costo:

	Dosis promedio	Concentración	Consumo/día
Sulfato de aluminio	1.5 l/min.	25 g/l.	54 kg/día
Sol. de cola Besold	0.4 " "	al 10%	576 l/día

Costo:

	\$/unidad	\$/día	\$/año
Sulfato de aluminio	661.25 \$/ton.	35.71	10 713.00
Sol. de cola Besold	0.07 \$/l.	40.32	12 096.00

Esta evaluación se efectuó sabiéndose en otro recuperador
por lo que probablemente para el equipo de 3 000 l/min. el consu-
mo de floculantes será:

Costo por floculantes 22 809.00 \$/año

ii.- Servicio.

El costo de la energía eléctrica considerando exclusivam-
ente la unidad de recuperación será lo:

Potencia total de los motores: 20 HP

$$20\ HP \times 0.746\ Kw/HP = 14.92\ Kw$$

Considerando 100% eficiencia de operación:

$$14.92 \times 24 \times 365 = 130\ 400\ kWh/año$$

El costo del Kw-h es de 0.25 \$/kw-h en la localidad, por lo cual:

$$167\ 424\ \text{kw-h/año} \times 0.25\ \$/\text{kw-h} = 26\ 956.00\ \$/\text{año}$$

iii.- Mantenimiento.

Se le considera como un 5% del capital fijo:

$$298\ 522.40 \times 0.05 = 14\ 926.12\ \$/\text{año.}$$

iv.- Gastos de operación.

Este renglón incluye artículos tales como el aceite lubricante, empaques, grasa, etc. Se le considera un 15% del costo de mantenimiento anual:

$$8\ 955.67 \times 0.15 = 1\ 343.35\ \$/\text{año}$$

Costo directo de operación:

$$\text{Total} \quad 59\ 964.02\ \$/\text{año}$$

b). Costos indirectos de operación.

Este renglón incluye: primas, prestaciones a empleados, empaque del producto, transporte del producto, etc. En esta evaluación se puede eliminar por completo, ya que este gasto es considerado sobre el total de la fábrica y no sobre un equipo en especial.

c). Costos fijos de operación.

i.- Depreciación.

Considerando el término legal de 10 años para la depreciación de un equipo industrial, se tendrá:

$$(1/10 \times 100) \times \text{Capital fijo invertido} = 10\% \text{ del capital fijo invertido.}$$

$$298\ 522.40 \times 0.10 = 29\ 852.24\ \$/\text{año.}$$

ii.- Impuestos sobre la propiedad.

Se considera un 1% del capital fijo invertido:

$$\text{Impuesto sobre la propiedad} \quad 2\ 985.22\ \$/\text{año}$$

iii.- Seguros.

También se evalúa como el 1% del capital fijo:

Seguros	2 985.22	\$/año
El costo fijo de operación será:	35 822.68	\$/año

Por lo tanto el costo de operación será:

Costo directo de operación	59 964.02
Costo fijo de operación	<u>35 822.68</u>
Costo de operación	95 786.70 \$/año

Las utilidades anuales que se obtendrían con este equipo sin considerar los impuestos sobre ingresos, serían las sig.:

Valor de la materia recuperada	\$ 1 655 793.70
(menos) Costo de operación anual	<u>95 786.70</u>
Utilidad anual	\$ 1 560 012.00

La rentabilidad de la inversión efectuada será:

Rentabilidad = Utilidad anual/Capital invertido.

Rentabilidad = $1 560 012.00 / 298 522.40 = 5.225$

Recuperador Sveen Pedersen.

Estimación del capital fijo a invertir.

a). Costo fijo de la unidad de recuperación:

i.- Compra del equipo.

Una unidad de recuperación por flotación Sveen Pedersen, consistente de un tanque de flotación de mampostería recubierta de azulejo interiormente, bastidores con filas de mule y sistema de cables y guías para el movimiento, poleas y reductor de velocidad. Cubierta interna para las correderas. Motor de 5 HP marca IBM, 700 rpm, 440 V, 12. para el accionamiento de los rastrillos

Costo de la unidad \$ 115 000.00

Un tanque de aereación tipo Aqua-Spray Mod. B, completo.

Costo del tanque \$ 14 100.00

Un rebosadero de flujo de diseño curvo.

Costo del rebosadero \$ 2 875.00

Dos válvulas de purga tipo 55.

Costo de las dos válvulas \$ 7 975.00

Dos distribuidores de floculantes.

Costo de los distribuidores \$ 1 000.00

Costo total del equipo \$ 160 875.00

ii.- Instalación del equipo:

160 875.00 x 0.20 \$ 32 175.00

iii.- Tubería.

23.5 metros de tubería de acero inoxidable de 4 pulg. ϕ
para conducción del recuperado. A razón de 213 \$/m.

Costo de la tubería \$ 5 005.50

Más 15% sobre el costo de la tubería por conexión:

Costo de conexión \$ 750.82

Cuatro codos de 90° radio largo, 4 pulg. ϕ acero inoxidable.

Costo de codos \$ 1 740.00

Una válvula de compuerta de 4 pulg. ϕ .

Costo de válvula \$ 937.00

Costo total por tubería \$ 8 433.32

iv.- Instrumentación.

Los inyectores de aire marca Fenberthy No. 62 A.

Costo inyectores \$ 562.50

Un rotámetro para aire fresco para flujos hasta de 4.85 SCFM.

Costo rotámetro \$ 1 937.50

Costo total por instrumentos \$ 2 500.00

v.- Construcción civil.

Se considerará un 25% sobre el valor de adquisición del
equipo y no empleará en la ampliación de la mesana para la ins

talación del equipo.

$$160\ 375.80 \times 0.25 = \$ 40\ 218.95$$

Costo físico de la planta de recuperación: \$ 244 205.07

Por no considerarse como en el caso anterior, el costo de ingeniería y planeación, el costo directo será el valor físico del equipo:

A.- Costo directo de la planta \$ 244 205.07

B.- Costo por contratistas y construcción:

$$244\ 205.07 \times 0.06 = \$ 14\ 652.24$$

C.- Contingencias.

$$244\ 205.07 \times 0.10 = \$ 24\ 420.41$$

Capital fijo invertido: \$ 293 277.72

Estimación del costo de operación.

a). Costo directo de manufactura.

i.- Materia prima para la operación:

De acuerdo a la siguiente tabla, el costo de los floculantes para un equipo similar instalado en otra máquina y que -- puede ser empleado para la estimación de costos; tendremos:

	Costo promedio	al día	al año.
Cola Sveen	0.6 l/min.	864 l/día	259 200 l/año

La solución de cola Sveen tiene la siguiente composición

	\$/kg.	kg/año	\$/año
25 g/l. cola carnasa	7.5	6 480	48 600
7.5 g/l. de sulfato de aluminio	0.661	1 949	<u>1 285</u>
Costo por floculantes			49 885 \$/año

ii.- Servicios.

Sólo se emplea un motor de 5 HP:

$$5\ \text{HP} \times 0.746\ \text{kW/HP} = 3.73\ \text{kW}$$

Por 24 horas y 365 días:

$$3.75 \times 24 \times 300 = 26\ 856 \text{ Kw-h/año}$$
$$26\ 856 \text{ Kw-h/año} \times 0.25 \text{ \$/Kw-h} = 6\ 715.00 \text{ \$/año}$$

iii.- Mantenimiento.

$$293\ 276.72 \times 0.03 = 8\ 498.30 \text{ \$/año}$$

iv.- Suministros de operación.

$$8\ 498.30 \times 0.15 = 1\ 274.75 \text{ \$/año}$$

Costo directo de operación:

$$\text{Total} \quad 66\ 373.05 \text{ \$/año}$$

b). Costo indirecto de operación.

Como en el caso anterior no se considerarán.

c). Costos fijos de operación.

i.- Depreciación.

$$293\ 276.72 \times 0.10 = 29\ 327.67 \text{ \$/año}$$

ii.- Impuesto sobre la propiedad.

$$293\ 276.72 \times 0.01 = 2\ 932.77 \text{ \$/año}$$

iii.- Seguros.

$$293\ 276.72 \times 0.01 = \underline{2\ 932.77 \text{ \$/año}}$$

Costo fijo de operación = 33 993.21 \$/año

El costo de operación anual será:

Costo directo de operación 66 373.05 \$/año

Costo fijo de operación 33 993.21 \$/año

Costo de operación anual 100 366.26 \$/año

Las utilidades anuales que se obtendrán en este caso se-

rán:

Valor de la materia recuperada \$ 1 281 460.00

(menos) Costo operación anual 100 366.26

Utilidad anual \$ 1 181 094.54

La rentabilidad del capital invertido sería de:

$$\text{Rentabilidad: } 1\ 181\ 094.54 / 293\ 276.72 = 4.03$$

Recuperador tipo American.

Estimación del capital fijo a invertir.

a). Costo físico de la unidad de recuperación.

i.- Compra del equipo.

Un recuperador de discos rotatorios tipo American, marca Jones Polydiaz, modelo 444, de 10 pies de diámetro, de 4 discos y 520 pies cuadrados de área de filtración, con transmisor de nivel completo.

Costo de la unidad \$ 437 275.00

Un motor de 5HP de velocidad variable, corriente continua, para el movimiento de los discos, incluyendo reductor de velocidad 16:1.

Costo del motor \$ 40 437.50

Costo total del equipo \$ 477 712.50

ii.- Instalación del equipo.

$477 712.50 \times 0.20 = \$ 95 542.50$

iii.- Tubería.

En este recuperador, prácticamente no se hará modificación alguna con respecto a la tubería y a las bombas ya que se trata de un equipo semejante al que se encuentra instalado y que se pueden emplear las mismas instalaciones.

iv.- Instrumentación.

Un sistema de control de velocidad, que consta de un controlador de nivel marca Foxboro, con registrador, un actuador acoplado a un reóstato para controlar la velocidad del motor. Dos válvulas reguladoras de presión y un filtro para aire.

Costo de instrumentos \$ 27 340.00

Este filtro se podría eliminar si se instala el sistema de control de presión totalmente, así como, el costo instala

lo se trasladaría a otra máquina y sería necesaria la inversión de todos modos.

v.- Construcción civil.

No se hará inversión por aprovecharse la actual construcción.

Por lo tanto:

Costo físico de la planta \$ 600 595.00

b). Costo de ingeniería y planeación.

Como en los casos anteriores no se considerará.

A.- Costo directo de la planta: \$ 600 595.00

B.- Costo por contratistas:

$600\ 595.00 \times 0.06 = \$ 36\ 035.70$

C.- Contingencias.

$600\ 595.00 \times 0.10 = \underline{\$ 60\ 059.50}$

Capital fijo invertido \$ 696 690.20

Estimación del costo de operación.

a)- Costo directo de operación.

i.- Materia prima para la operación.

No se requiere en este tipo de equipo.

ii.- Servicios.

Sólo se emplea un motor de 5HP de velocidad variable. -

Considerando que trabaje a su máxima potencia, tendremos:

$5\ \text{HP} \times 0.746\ \text{Kw/HP} = 3.7\ \text{Kw}$

$3.7\ \text{Kw} \times 24 \times 360 = 26\ 356\ \text{Kw-h/año}$

$26\ 356\ \text{Kw-h/año} \times 0.26\ \text{\$/Kw-h} = 6\ 715\ \text{\$/año}$

iii.- Mantenimiento.

$696\ 690.20 \times 0.03 = 20\ 900.00\ \text{\$/año}$

iv.- Suministros de operación.

$20\ 900.00 \times 0.15 = 3\ 135.10\ \text{\$/año}$

Costo directo de operación: 30 750.10 \$/año

b). Costos indirectos de operación.

Como en los casos anteriores no se considerarán.

c). Costos fijos de operación.

I.- Depreciación.

$$696\ 690.20 \times 0.10 = 69\ 669.00 \text{ \$/año}$$

II.- Impuestos sobre la propiedad.

$$696\ 690.00 \times 0.01 = 6\ 966.90 \text{ \$/año}$$

III.- Seguros.

$$696\ 690.00 \times 0.01 = 6\ 966.90 \text{ \$/año}$$

El costo fijo de operación será: 93 602.90 \$/año

Por lo tanto el costo de operación anual:

Costo directo de operación 30 750.10 \$/año

Costo fijo de operación 62 852.80 \$/año

Costo de operación anual 114 352.90 \$/año

La utilidad anual obtenida con este equipo sería:

Valor de la materia recuperada \$ 1 602 640.40

(menos) Costo de operación anual 114 352.90

Utilidad anual \$ 1 609 287.50

La rentabilidad obtenida de la inversión efectuada será:

$$\text{Rentabilidad: } 1\ 609\ 287.50 / 696\ 690.20 = 2.42$$

En resumen, las rentabilidades obtenidas de cada uno de los equipos, serán:

Recuperador Alfa: 5.226 \$/3

Recuperador Sveen Pedersen: 4.17 \$/3

Recuperador American: 2.42 \$/3.

CONCLUSIONES

Se puede llegar a las siguientes conclusiones:

a.- Definitivamente es conveniente reemplazar el equipo que actualmente opera, por uno cuya capacidad sea la adecuada, - ya que el volumen de 1 C15 l/min. que actualmente se deshecha - sin darle tratamiento de recuperación, sale costando:

1 982 992.00 \$/año.

Por lo cual un equipo adecuado en capacidad y considerando que trabajara aún a una eficiencia baja, se pararía en un lapso de un año o en menos tiempo.

b.- De los tres equipos estudiados, el que ofrece una mayor ganancia en cuanto se refiere a la inversión inicial, es el recuperador ADKA, el cual tiene también buenas referencias en el aspecto de operación y técnico.

Sólo cuando el agua blanca lleva un contenido de cenizas alto es impráctico este aparato por disminuir su eficiencia.

En tal caso convendría el recuperador de discos tipo American, que si bien representa menor rentabilidad del capital invertido, tiene la ventaja de una operación uniforme, no requiere sustancias floculantes y es de bajo consumo de energía eléctrica.

La alta inversión inicial es cubierta en menos de un año.

c.- Cualquiera de los equipos que se decidiera adquirir, sería pagado por la economía que representa el aprovechamiento -

del material rehabilitado y la parte de tiempo en que se pagaría cada uno de estos capitales será calculado de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$D = I_f / (U.A. + 0.1 \times I_f)$$

en donde:

I_f = Capital fijo invertido

D = Tiempo en que se paga: años.

U.A. = Utilidades anuales.

Por lo tanto se tendrá:

Para el recuperador Alfa:

$$D = 293\ 522.40 / (1\ 569\ 612.00 + 0.1 \times 293\ 522.40)$$

0.187 año = 2 $\frac{1}{2}$ meses aprox.

Para el recuperador Green Island:

$$D = 235\ 277.72 / (1\ 191\ 094.04 + 0.1 \times 235\ 277.72)$$

0.234 año = 3 meses aprox.

Para el recuperador tipo American:

$$D = 696\ 690.20 / (1\ 619\ 247.50 + 0.1 \times 696\ 690.20)$$

0.396 año = 5 meses aproximadamente.

BIBLIOGRAFIA

- 1.- Arlen G. K. and Newton D. R. Chemical Engineering Cost Estimation. Mc Graw Hill Book Co. New York. 1958. 1-11, 75-8, 100-9, 110-9 y 120-25.
- 2.- Badger L. A. y Bancroft T. J. Introducción a la Ingeniería Química. Mc Graw Hill Book Co. Madrid. 1964. 37-8.
- 3.- Baker G. W. Tolerances in white Water Losses. Technical Association Papers. 19, 425-28 (1956).
- 4.- Calkin J. B. Modern Pulp and Paper Making. Reinhold Pub. Co. New York. 1957. 436-43, 473.
- 5.- Casey J. P. Pulp and Paper. Vol. I. Interscience Pub. - Inc. New York. 1952. 341-4.
- 6.- Casey J. P. Pulp and Paper. Vol. I. Interscience Pub. - Inc. New York. 1952. 341-4.
- 7.- Four Oliver. Instruction Manual, Pulp American Disc Filter. Four Oliver Inc. Stamford, Connecticut. 1963.
- 8.- Dean H. and Langlein M. White Water Clarification Equipment. T. A. S. P. I. 37 N^o 3, 150A - 2A (1954).
- 9.- Green B. A. Beating and Refining. Pulp and Paper Manufacture. Vol. II. Mc Graw Hill Book Co. Toronto. 1950. - 189-91.
- 10.- Green B. A. Beating and Refining. Pulp and Paper Manufacture. Vol. II. Mc Graw Hill Book Co. Toronto. 1950. - 189-91.

- 11.- Ingraham H. C. Vacuum Type of Save All. Pulp and Paper Manufacture. Vol. III. Mc Graw Hill Book Co. Toronto. - 1951. 34-47.
- 12.- Ingraham H. C. White Water. Pulp and Paper Manufacture Vol. III. Mc Graw Hill Book Co. Toronto. 1951. 29-34.
- 13.- Fann L. M. The Application of a Flocculation Type Unit - in Paper Mill White Water Treatment. Paper Trade Journal TAPPI Section. 127 N^o 14. 635-47 (1944).
- 14.- Miniovsky H. Comparison of Different Types of Save -- All. World's Papers Trade Review. 119 N^o 3. 162-72 (1938)
- 15.- Lottensgaard P. B. Reuse of White Water. Paper Mill -- News. 64 N^o 14. 15-9 (1941).
- 16.- Modern White Water Systems. Paper Mill. 60 N^o 39. 46 (1937).
- 17.- Perry H. C. Chemical Engineer's Handbook. Mc Graw Hill Book Co. New York. 1950. 369-95.
- 18.- Perry H. C. Chemical Engineer's Handbook. Mc Graw Hill Book Co. New York. 1950. 976-81, 980-1.
- 19.- Scribner R. A. and Carson P. T. Paper Testing. Pulp -- and Paper Manufacture. Vol III. Mc Graw Hill Book Co. Toronto. 1951. 641-74.
- 20.- Sibley M. H. Aguas Grusas, Aguas Blancas y Aguas Negras A. T. C. P. 2 N^o 2. 136-45 (1963).
- 21.- Vasillo L. J. y Clavarieta T. P. Sistema de Alimentación de Pasta y Agua en Máquinas Poudreiras. A. T. C. P. 4 N^o 6. 423-32 (1964).

- 22.- Mims J. C. Modern Pulp and Paper Making. Reinhold --
Pub. Co. New York. 1942. 147-55.
- 23.- Wurtz O. Fabricación de Papel. Editorial Reverté. Espa
ña. 1956. 160-74.

Tihui.