

Universidad Autónoma de Guadalajara

INCORPORADA A LA
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MEXICO

"FACULTAD DE CIENCIAS QUIMICAS"

"Recuperación del Carbonato de Calcio en los Lodos Residuales del Proceso de Causticación".

(EN UNA FACTORIA DE PULPA PROCESO KRAFT)

T E S I S

QUE PRESENTA EL SR.

JOSE VELASCO GARCIA

PARA OBTENER EL TITULO DE

INGENIERO QUIMICO.

GUADALAJARA, JAL., MARZO DE 1959.



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.

Con inmensa gratitud a la M. Rva.
Madre Ma. Guadalupe Garcia Superiora
y Fundadora de las Siervás de Sta. Mar-
garita María y de los Pobres y a la mis-
ma Congregación.

A mis hermanos con gratitud y ca-
riño.

Con entero reconocimiento al Ing.
Químico Fernando Leal V., Director del
presente trabajo.

Al Sr. Felipe Ceniceros
Gerente de C.I.D.A.S.A.

A mis Maestros.

**A mis Compañeros y
Amigos.**

INDICE.

- I.—INTRODUCCION .
- II.—DESCRIPCION EN GENERAL DEL PROCESO KRAFT PARA
FABRICACION DE PULPA Y PAPEL.
- III.—PROCESO DE CAUSTICACION.
- IV.—RECUPERACION DEL CARBONATO DE CALCIO. PARTE
EXPERIMENTAL.
- V.—RECUPERACION INDUSTRIAL DEL CARBONATO DE CALCIO.
CALCULOS ESTEQUIOMETRICOS Y SELECCION DE EQUIPO.
- VI.—CONCLUSIONES .
- BIBLIOGRAFIA .

CAPITULO I.

INTRODUCCION.

La Cia. Industrial de Atenquique, S. A., deseando aprovechar hasta el máximo los desperdicios que pudieran originarse de su proceso para fabricación de Papel Kraft, ha proseguido sus Estudios de Investigación a través de sus Laboratorios con el fin de recuperar todos los sub-productos que antiguamente en C.I.D.A.S.A. y hasta el presente en otras fábricas similares menos organizadas no recuperan.

Al presente, la Cia Industrial de Atenquique, S. A., está recuperando el aguarrás al Sulfato, sub-producto obtenido en los gases de purga del proceso de digestión de la mazaera, así como los esquilmos de Jabón al Sulfato existentes en el licor residual del proceso de digestión. Para ambos sub-productos CIDASA tiene equipos adecuados instalados y en operación continua, recuperando en esta forma 1000 litros diarios de aguarrás al Sulfato y 5,000 kilos de Jabón al Sulfato por día.

Siguiendo con la orientación que ha fijado esta Compañía y encontrandome prestando mis servicios en el Laboratorio de Control, la Sección de Investigación de dicho Departamento me ha encomendado el estudio de las posibilidades que presenta la recuperación del Carbonato de Calcio originado en el proceso de causticación continua, el cual actualmente se tira al drenaje.

Fijando mi atención en la importancia que dicha recuperación podría representar para la Cia. Industrial de Atenquique, S. A., debido a la considerable cantidad de Carbonato de Calcio que diariamente se desperdicia, y en general, para la Economía de México, he llevado a cabo el estudio de la "Recuperación del Carbonato de Calcio contenido en los lodos residuales del Proceso de Causticación" enfocando la atención en que este sub-producto podría emplearse, entre las múltiples aplicaciones que tiene, en beneficio de la Agricultura Nacional usándolo como fertilizante. El Estudio que presento al H. Jurado Examinador tiene pues el doble fin de lograr un sub-producto de atractivo comercial e incrementar la Industria y las fuentes de trabajo en nuestro México.

CAPITULO II.

DESCRIPCION EN GENERAL DEL PROCESO KRAFT PARA FABRICACION DE PULPA Y PAPEL.

La industria papelera introducida en América del Norte por Inglaterra en 1854, tuvo su origen precisamente en este país, en donde fueron perfeccionados por Burgess y Watt, anteriores experimentos para la obtención de pulpa.

Originalmente la pulpa no se obtenía de madera, sino de algodón y trapos usados. Posteriormente como un sub-producto de la madera empleada en otras industrias. El proceso empleado consistía en poner a hervir virutas de madera en agua, lavándola a continuación y luego tratándola con un agente blanqueador. Sin embargo este método no tuvo éxito comercial en Inglaterra debido a las condiciones del país, trasladándose a América en donde se contaba con fuentes abundantes para la obtención de pulpa a partir de madera. Entre otras pruebas realizadas, Burgess sugirió las cañillas a un proceso de digestión a alta presión, utilizando el hidróxido de sodio como sustancia deslignificante, pero al ver el gran consumo, vió la necesidad de recuperarlo, con el fin de disminuir las pérdidas del mencionado hidróxido, creando para ello un Departamento de Recuperación parte del proceso en que tiene lugar el presente estudio.

En 1879, se hicieron en Alemania las primeras modificaciones al proceso anterior, utilizando una mezcla de sulfuro e hidróxido de sodio, obteniéndose una pulpa de mayor resistencia. La pulpa resultante fue conocida con el nombre de pulpa kraft.

En la Cia. Industrial de Atenculique, S. A., la madera utilizada para la obtención de pulpa tipo kraft es principalmente de coníferas, por ser la más adecuada para la fabricación del papel kraft ya que su fibra es larga, resistente y presenta características adecuadas para el objeto que se persigue. Siendo el Pino el comunmente usado aquí.

La madera procedente de los montes en forma de trozos, es recibida en un patio elevado, en donde se le da dimensión adecuada; un transportador la conduce a un tambor horizontal rotatorio, "Descorte-

zador" en donde por golpes entre si y contra las paredes del tambor, se descortiza. La corteza es eliminada, por ranuras longitudinales afiladas, por no ser de naturaleza celulósica.

Los trozos de madera sin corteza son transportados al astillador, previo lavado con agua caliente a presión, en su trayecto, para eliminar polvo y pequeñas cortezas. Los trozos lavados, llegan a la tolva inclinada del astillador, en cuyo fondo se encuentra un disco provisto de cuchillas radiales que giran a alta velocidad, transformandolos en pequeños astillas de una pulpa. Las astillas, por un conductor de banda a la salida de la tolva y después por un elevador de canchilonas, son amontonadas en dos filas metálicas cuyo fondo descarga en un conductor, lo que evita que alimente los tractores. La madera astillada presenta una superficie de contacto mayor, siendo en esta forma la absorbente de los reactivos empleados para la liberación de la lignina, más rápida y homogénea. Esto mismo acelera el proceso de digestión.

Los digestores son cilindros con 25 metros cubicos de astilla y de 18000 a 19000 kilogramos de licor. Sulfuro y Sulfato, se agregan según la clase de pulpa que se desea producir y se calienta a digestión por espacio de tres horas, aproximadamente con vapor saturado de una línea de presión que la tolva de reacción actual tiene.

Una vez que la fibra ha adquirido la suficiente temperatura, es descargado el digestor por el solo debido a su posición, interna a un Tanque de Descarga. De este tanque se bombea la pulpa a una serie de lavadoras para su lavado, en contracorriente con agua caliente pasando primero por un vibrador de una línea lineal para separar parte de la astilla mal cocida. La pulpa lavada pasa a un tanque de decantación, de donde se bombea a una tolva para su transporte a través de unos cilindros tipo voltereteo entre a una serie de centrifugas horizontales para terminar de separar la astilla mal cocida. La pulpa pasa al espesador que no es otra cosa que un dispositivo tipo filtro Oliver, con 10 metros cuadrados de superficie para su filtrado. Aquí se le agregan algunos coagulantes y por medio de una rodadura se continúa el proceso. La astilla que se encuentra en la tolva mal cocida se bombea a un tanque de lavado. La astilla mal cocida se bombea en una tolva para ser procesada por las cribas pluma para su separación de la pulpa. La pulpa que pasa por las cribas viene con la separada en la tolva y se bombea por un conductor de gusano hasta la tolva y se descarga a través de un conductor, para ser subsiguientemente cargada en un tractor para su astilla no procesada.

De un tanque de lavado se bombea la pulpa para la línea "herdianos" después de un filtrado de 10 metros cuadrados donde la fibra es regada de acuerdo a la línea de pulpa que se va a fabricar. De aquí la pulpa

pasa a la caja formadora de hoja, la cual se forma por sedimentación de la pulpa sobre una tela metálica que gira con una velocidad sincronizada al conjunto que forma la máquina para papel. Por medio de succión y prensado se le extrae a la hoja la mayor cantidad de agua posible, entrando a dos series de secadores, tambores metálicos con vapor interior, en donde se termina de secar. Después sigue por las calandrias, rodillos pares que sostienen la hoja, para que entre a la embobinadora y así formar rollos de acuerdo con la demanda y ser distribuidos al mercado Nacional.

CAPITULO III.

PROCESO DE CAUSTICACION

El licor negro débil, materia residual de la pulpa lavada, sale de la primera lavadora con un Bé á 6° y con un 15% de sólidos, es almacenado en un tanque de donde se envía al proceso de evaporación, proceso que hace posible la recuperación económica de las sales de sodio en solución.

Del tanque almacén, el licor negro débil es alimentado a un múltiple efecto formado por siete evaporadores de tubos largos verticales, que trabajan contracorrente en quintuple efecto, ya que tres de ellos al trabajar funcionan como un solo efecto. El licor descargado del último efecto sale con una concentración de 45% de sólidos totales, en condiciones normales de operación y se manda a un tanque almacén de licor negro en curso, de donde se pasa al evaporador de disco que trabaja en una serie de ruedas giratorias, que originan una cascada de licor, con lo que se consigue una gran superficie de contacto entre el licor y los gases calientes de la Caldera de Recuperación que pasan contracorrente, y efectúan, por lo tanto, la evaporación del agua, además se origina una recuperación de las sales de sodio en los gases de la caldera. La concentración de sólidos por el licor en el evaporador de disco es de 50 a 60% según las variaciones de concentración a la cual el licor queda en condiciones de ser combustible. El licor negro del disco se descarga a un mezclador para agregarle sulfato de sodio equivalente a todas las pérdidas de sales de sodio en el sistema.

Del tanque mezclador, por gravedad y unas bombas centrífugas lo mandan a los quemadores de vapores de la "Caldera de Recuperación" que se usan por dos orientadores (110° C Prom.). Este licor negro está compuesto principalmente de dos clases de sustancias orgánicas como ligninas, resinas orgánicas, alcohóles etc. e inorgánicas como carbónato de sosa, sulfuro de sosa, sosa y sulfato de sosa y líquidas impurezas como hidratos de hierro y aluminio.

La concentración del licor que se quema es de primordial importancia no sólo por el hecho de mantener por sí sola su combustión, sino por la economía del proceso. La concentración está regulada por la

carga máxima a que puede operar el evaporador de disco.

La Caldera de Recuperación es una caldera del tipo especial, aunque en términos generales tiene las características de las calderas con tubos de agua en las paredes (o laterales). En el hogar, cuya base mide 8' 11-5" Ø x 14' 7" Ø y con una altura de 23', tiene lugar la combustión del leñal alimentado a las reprens de los quemadores introduciéndose al ser pulverizado y quemado mismo en ignición. Los que se pegan a los costados, van después al fondo de la caldera, que propiamente es un crisol, en donde se termina la combustión y se efectúa la reducción del sulfuro al sulfato y la reacción del CO₂ con las sales de calcio para formar el sulfato de sodio.

Los gases que salen de la caldera van por una cámara de hierro con un calentador de agua, a un tiempo se mueven en un tubo con agua de mar para enfriar el vapor de agua que sale para formar el Líquido Verde, con el que se lava por los platos ferrosos producidos por el avance del líquido mediante el equipo.

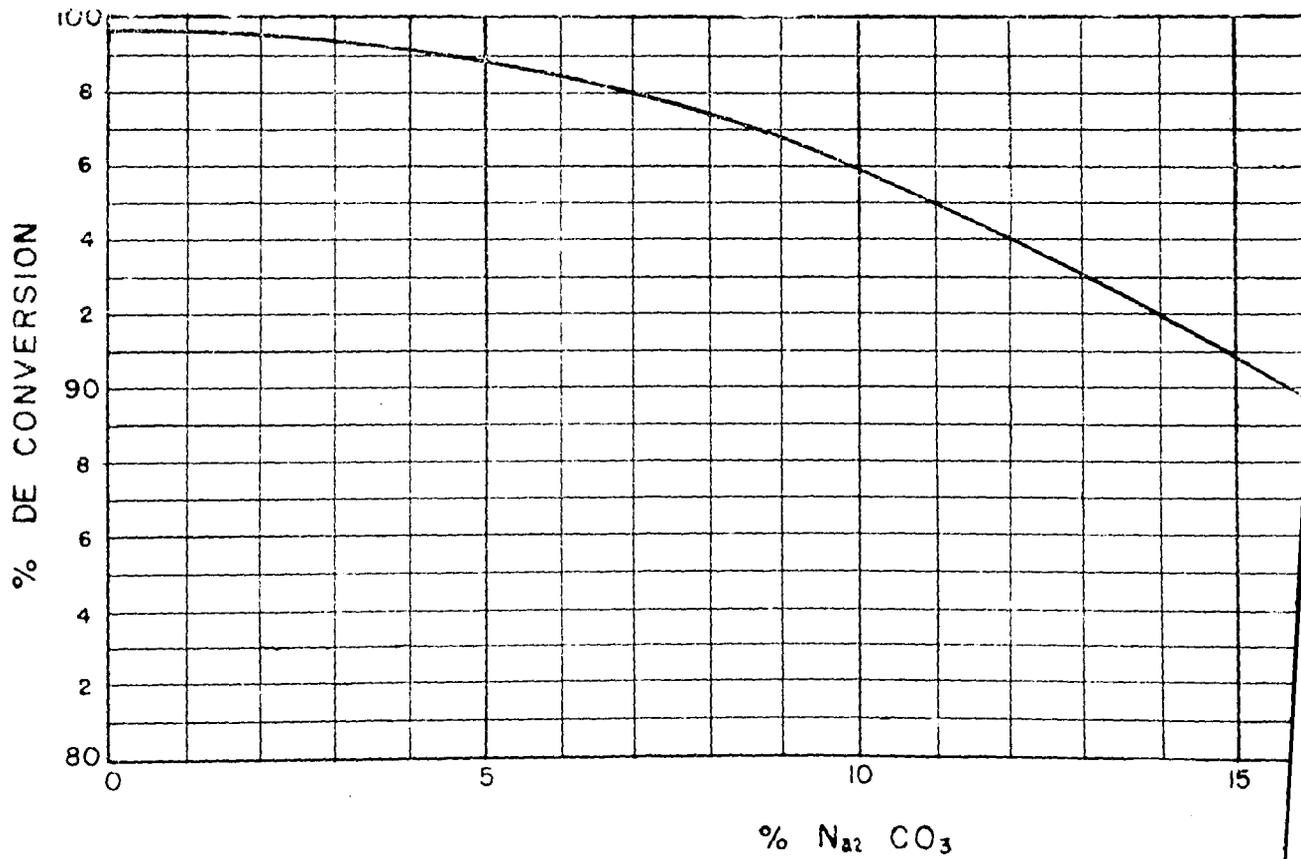
Con la primera cámara de agua se inicia el proceso de extracción de la sal.

La planta de Condensación de Vapor, las siguientes unidades:

- 1.- Tanque de agua con un pozo de carbonato de sodio en el fondo para la liberación de sodio.
- 2.- Proceso de lavados de platos apropiadamente calentados y a la temperatura de extracción.
- 3.- Depósito de agua y vapor de agua y sulfato de sodio en su totalidad para ser utilizado en la extracción para extraer las partes de la sal de sodio.

El tanque de lavados de platos, provisto de un calentador y bomba de recirculación, para tener una acción homogénea. La extracción de la sal de sodio se realiza en un tanque y se envía a la planta de extracción de la sal de sodio para ser utilizada en la extracción de la sal de sodio.

El agua para el proceso de extracción de vapor, viene en un tanque de agua con un calentador. El agua de extracción de la sal de sodio se utiliza en la extracción de la sal de sodio. El agua de extracción de la sal de sodio se utiliza en la extracción de la sal de sodio. El agua de extracción de la sal de sodio se utiliza en la extracción de la sal de sodio.



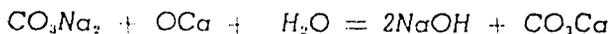
EQUILIBRIO DE CAUSTICACION



% Na_2CO_3

EQUILIBRIO DE CAUSTICACION

Aquí principia la reacción de Causticación



El apagador descarga por tres compuertas a un clasificador DORRCO, en donde un rastrillo separa las impurezas voluminosas de la cal. La solución por gravedad pasa a tres tanques en serie, Caustificadores DORRCO, provistos de agitador y en donde la reacción alcanza el equilibrio. Equilibrio que depende de: la concentración del carbonato de sodio, la sullidez, la temperatura y calidad de la cal.

A mayor concentración de carbonato de sodio en la solución por causticar, decrece el porcentaje de conversión, disminuyendo por consiguiente la producción de sosa.

Alta concentración de sulfuro de sodio en el licor verde influye en la causticidad de la reacción porque se hidroliza.



Trabajando con temperaturas elevadas no se consigue alta causticidad, pero sí se aumenta la velocidad con que la reacción alcanza el equilibrio y también obtenmos un lodo con alto valor de asentamiento.

La calidad de la cal es factor básico para obtener buena causticidad y lodos de rápido asentamiento. Se refiere al porciento de óxido de calcio, OCa, utilizable para la reacción.

Del caustizador No. 3, fluye la solución, por gravedad, al clarificador No. 1 en el cual se sedimenta el carbonato de calcio formado en la reacción y el licor blanco, clarificado, derrama y fluye hasta el tanque almacén, en condiciones de ser usado en la operación de cocimiento de madera.

Los lodos son lavados en contra-corriente, en una serie de tres clarificadores DORR, tanques metálicos cilíndricos con descarga cónica concéntrica, y un filtro tipo Oliver. Bombas de diafragma Dorr son empleadas para recircular los lodos a través de los asentadores.

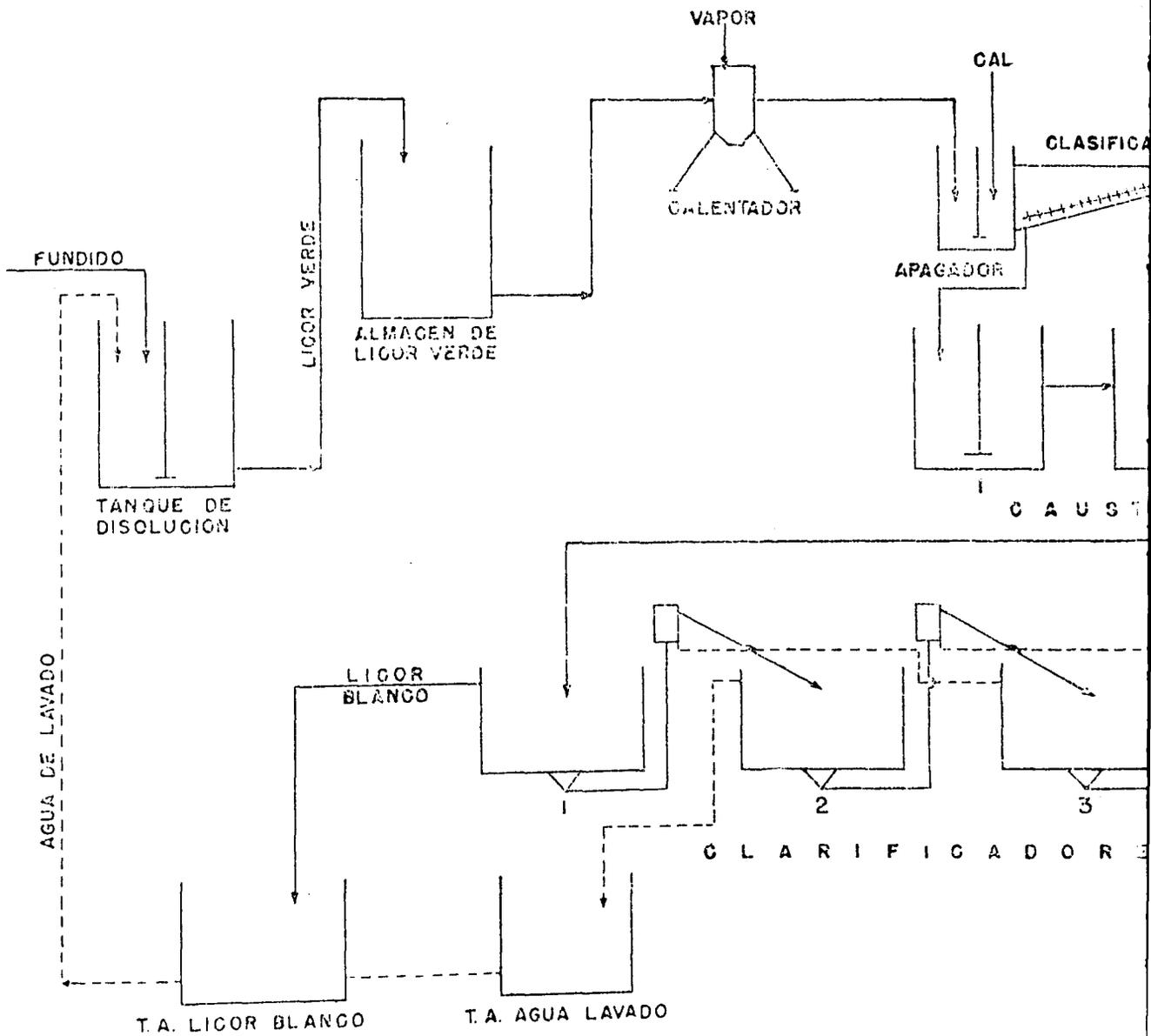
Agua a la temperatura de 60°C se aplica al cilindro del filtro. El curso seguido por el agua de lavado es contrario al de los lodos. El derrame o sobre-flujo del clarificador No. 2, denominado "agua de

lavado", rica en sales de sodio se manda a un tanque almacenador, de donde se toma para la disolución del lundido

El principal objeto del lavado de los lodos, a parte del que ya se hizo notar evitar las pérdidas de sales de sodio, es preparar el carbonato de calcio, materia del presente estudio, para una posterior obtención, purificándolo, o calcinándolo y recuperando el óxido de calcio que se empleará nuevamente en el proceso de Causticación

El presente estudio se limitara unicamente a recuperar la torta formada de lodos húmedos de Carbonato de Calcio despues del filtro Oliver para eliminarle la humedad en un proceso continuo de secado y obtener así un Carbonato de Calcio de suficiente pureza para uso Agrícola, bien sea solo o mezclado con otros abonos o fertilizantes de propiedades reconocidas

CAPITULO IV.



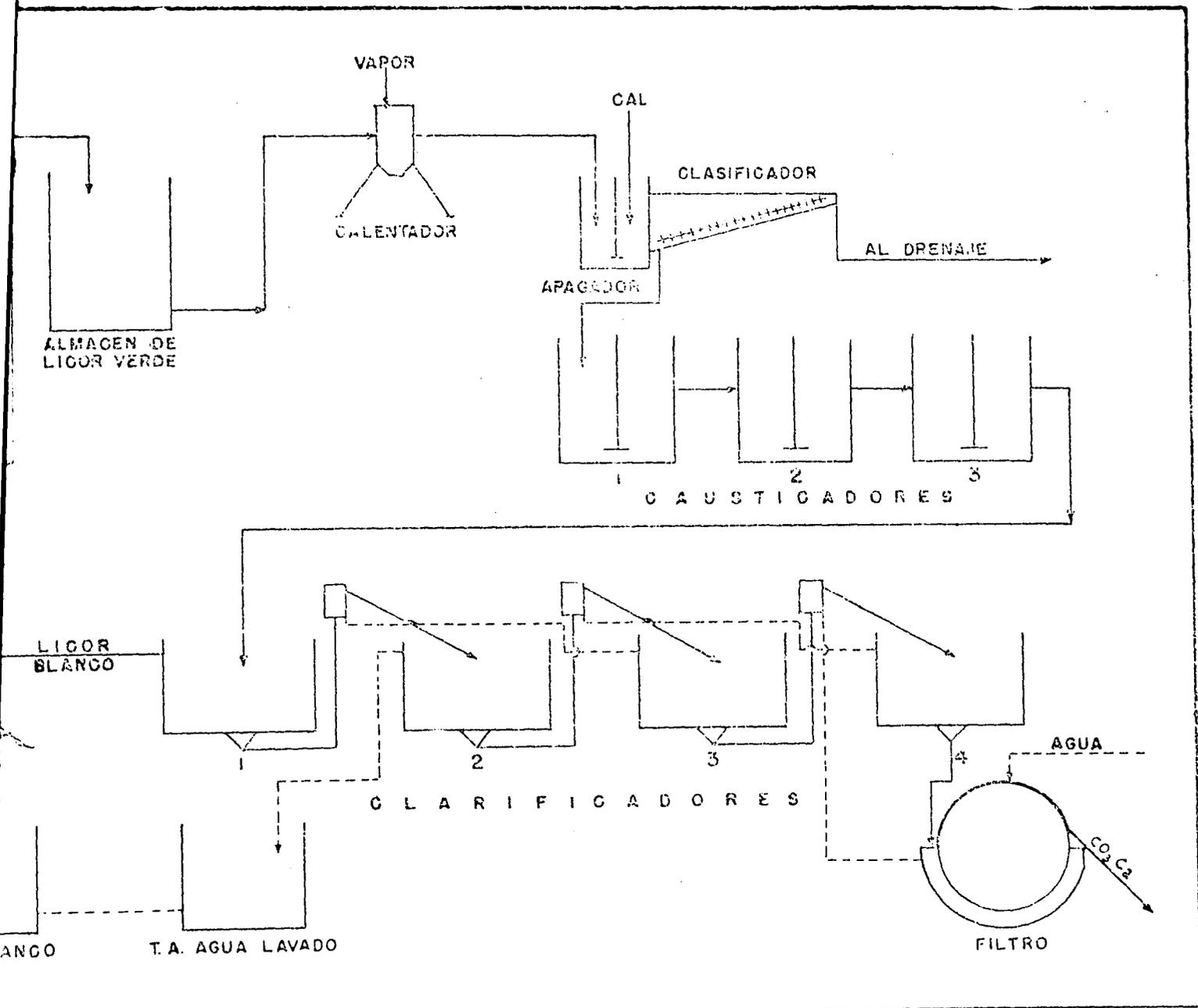


FIGURA No. 1
 DIAGRAMA DE FLUJO

RECUPERACION DEL CARBONATO DE CALCIO: PARTE EXPERIMENTAL.

Para las determinaciones físicas y el análisis completo de la torta del filtro, se tomaron varias muestras, promedios, y se aplicó el siguiente método recomendado por el TAPPI (Technical Association of the Pulp and Paper Industry):—

De la muestra promedio se pesó una cantidad suficiente y se secó en la estufa, entre 100 y 105°C, para la determinación del porcentaje de humedad. Esta muestra seca y bien pulverizada se pasó a través de una serie de tamices, viéndose que pasaba hasta el No. 100, inclusive.

DETERMINACION DE PERDIDAS POR IGNICION.

De la muestra seca y bien pulverizada se pesaron 0.5 gramos en un crisol previamente calcinado y tarado. Se metió a la mulla eléctrica por 15 minutos, a la temperatura de 1000°C. Se enfrió en un desecador y se pesó. Esto se repitió hasta peso constante. El resultado final se reportó como porcentaje de pérdida por ignición.

DETERMINACION DE SILICE Y MATERIA INSOLUBLE.

El residuo calcinado de la determinación anterior se pasa a una cápsula, o crisol —de preferencia de platino—, se le agrega 5 a 10 c.c. de HCl concentrado, se digiere calentando suavemente hasta que la solución es completa. Se evapora a sequedad sobre baño maría. El residuo se calienta por espacio de una hora, si el contenido de Mg es alto, la temperatura no debe exceder de 120°C, de otra manera puede llegar hasta 200°C. Se enfria, se humedece con HCl y se deja en reposo por unos pocos minutos. Entonces se agrega un volumen igual de agua destilada, se cubre la capsula y se coloca sobre un baño maría por 10 minutos. Se filtra, se lava, primero con HCl diluido y después con agua caliente. Evapora el filtrado a sequedad, extraer el residuo con HCl, como antes, y filtra la solución a través de un segundo papel filtro. El filtrado se analiza.

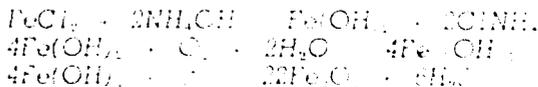
Se transfieren los papeles húmedos conteniendo el residuo a un crisol tarado, se quema cuidadosamente el papel, sin que levante llama y después se calcina hasta peso constante, en una mufla eléctrica.

El residuo se reporta como porcentaje de sílice y materia insoluble

DETERMINACION DE OXIDO DE FIERRO Y ALUMINIO.

A la solución filtrada de la determinación anterior se le agregan unas gotas de agua de bromo o de HNO_3 , se hierve hasta que toda traza de Br_2 o Cl_2 desaparecen, se agrega HCl si es necesario para completar un volumen total de 10 a 15 cc. de ácido concentrado. Se agregan unas gotas de rojo de metilo, se diluye a 200 ó 250 c.c. y se calienta a ebullición. Se neutraliza cuidadosamente con NH_4OH hasta que el color del líquido cambia a un tinte característico. Hervir por 1 ó 2 minutos, dejar sedimentar, filtrar y lavar el precipitado dos o tres veces con una solución de NH_4Cl al 2%. El filtrado se guarda.

El precipitado se dissolve en HCl filtrado y se repite el procedimiento anterior. El precipitado se calcina en la mufla, se enfría en un desecador, se pesa y se reporta con R_2O_3
 $(Al_2O_3 + Fe_2O_3)$



DETERMINACION DE CALCIO.

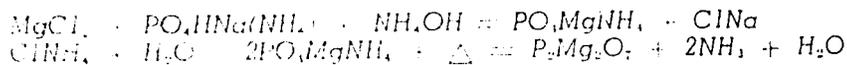
A los filtrados combinados de la precipitación con NH_4Cl se le agregan unas gotas de NH_4OH concentrado y se calienta a ebullición. Agregar mientras está herviendo 35 cc. de una solución saturada de $(NH_4)_2C_2O_4$ y continuar la ebullición hasta que la precipitación viene a ser granulada. Dejar sedimentar 2 minutos y hasta que el líquido sea claro. Filtrar y lavar con una hervida continuada un exceso. Colocar el filtro húmedo y el precipitado sobre un papel tarado. Se quema el papel a baja temperatura y después se calcina en la mufla. Se enfría, se pesa y se reporta al 2% de CaO en el residuo.



DETERMINACION DE Mg.

El filtrado de la determinación del calcio se acidifica con HCl, concentrado reduciendo el volumen a 150 c.c. aproximadamente y se calienta a ebullición. Mientras hierve la solución, se le agregan 10 c.c. de una solución saturada de $\text{Na}(\text{NH}_4)\text{HPO}_4$ y se hierve por varios minutos. Se entra a la temperatura ambiente y se agrega NH_4OH gota a gota y con agitación constante, hasta que se forma un precipitado cristalino, se agrega un exceso moderado y se continúa la agitación por varios minutos. Se coloca durante toda una noche en un lugar tpo. Se filtra. El filtrado se disuelve en ácido Clorhídrico diluido y caliente y se repite el procedimiento anterior.

Se filtra sobre un crisol de Gooch previamente calcinado y pesado, se lava con NH_4OH diluido (1:10) que contenga unas gotas de HNO_3 . Se calcina en la mulla. Se entra en el desecador y se pesa como $\text{Mg}_2\text{P}_2\text{O}_7$. Se calcula el porcentaje y se reporta como CO_2Mg .



RESULTADO PROMEDIO DEL ANALISIS EFECTUADO EN LA TORTA DEL FILTRO TIPO OLIVER.

SiO ₂	1.40%
R ₂ O ₃	1.20%
Na ₂ SO ₄	1.80%
CO ₂ Mg	0.96%
CO ₂ Ca	94.64%
.....	100.00

Humedad de la torta = 50.8%

Alcalinidad Total de la Torta como OCa = 0.998 grs. Lt.

Densidad de la torta = 1.4

CAPITULO V.

RECUPERACION INDUSTRIAL DEL CARBONATO DE CALCIO.

A partir de la torta desprendida del filtro Oliver, se inicia "la recuperación industrial del Carbonato de Calcio". El filtro usado en esta operación es un filtro de vacío rotatorio continuo, tipo Oliver.

Esta clase de filtros es recomendada, cuando es conveniente practicar una operación continua y en grande escala, como en nuestro caso.

El cuerpo principal del filtro consta principalmente de un tambor cilíndrico horizontal, cuyo superficie exterior está dividida en una serie de segmentos, cada uno de los cuales va conectado a la pieza giratoria de la válvula distribuidora, por la cual se aplica el vacío separando el líquido que acompaña a los sólidos, lavado y vacío de nuevo y finalmente se aplica aire para aflojar la torta antes de llegar a la cámara de corte.

Sobre la superficie del tambor, entre las franjas elevadas que separan los segmentos, se encuentra el soporte para el medio filtrante. Este puede ser de madera o cribas dobles de alambre grueso. El medio filtrante, cribas cuya abertura varía de acuerdo con la operación, es enrollado sobre la superficie total del tambor, alambrándolo fuertemente para mayor seguridad. La velocidad es regulada de acuerdo al espesor de la torta que se desea.

El tambor está montado sobre muelles y gira con la mitad sumergida en la suspensión por filtrar. La aplicación de vacío al medio filtrante de 50 a 660 m.m., origina la formación de un depósito o torta sobre la superficie exterior del tambor, conforme este va pasando, en su giro, por la suspensión. Esta parte del ciclo de filtración se señala como "formación de la torta".

A medida que el tambor avanza en su rotación y bajo la acción del vacío, por medio de la válvula giratoria distribuidora, se separa el filtrado y se pasa a la "zona de lavado". La torta se lava por medio de una serie de boquillas de neopreno, montadas sobre tubos paralelos al eje del tambor. Después del lavado, la torta puede sufrir un apisonado,

mediante un rodillo, para aumentar su densidad y disminuir su contenido de agua. (Deshidratación)

Puentes o zapatas de bloques, separan el filtrado del líquido de lavado, la zona de lavado y la de soplado con aire. Finalmente separan la zona de inyección de aire de la propia de filtración.

En una última etapa, la torta es soplada de dentro hacia fuera (0.35 Kg/cm^2). Esto golpea de afuera afloja la torta separandola del medio filtrante y se desprende con ayuda de un raspador o cuchilla.

Nuestro filtro actualmente en operación tiene una superficie de formación de la torta de 5.75 Mts. de largo por 95 cms. de ancho. Superficie desarrollada, en una rotación completa y en dos minutos 39 segundos.

La torta librada tiene un espesor de 2.5 cms., 50.5% de humedad y una densidad 1.4.

El tambor del filtro gira con una velocidad lineal igual a 3.6 cms./seg. Dando una producción de 80 Kgrs./min.

Tal producción fue comprobada por tres diferentes formas:

1.—Con cronometro en mano se recogió la producción del filtro en un minuto.

2.—Se determinaron sólidos en grs./ltr. en muestras tomadas en el aflorador parshall del drenaje general de Causticación que conduce los lodos de desperdicio del proceso.

3.—Por calculo, conociendose la superficie de formación de la torta, densidad y espesor de la misma y la velocidad del filtro.

Además, esta producción se checo con la cantidad de oxido de calcio utilizada en la causticación del licor verde.

De la tolva de descarga del filtro, la torta sería conducida por un transportador hasta la entrada del secador. Entre los diferentes tipos de secadores puede escogerse el que brinde las mejores condiciones para nuestro fin.

Una serie de estudios se están haciendo en las unidades en van. mantadas

una capacidad adecuada como en otros al ser fundido. El mismo uso de pedregales puede utilizarse en el tipo de los anteriores y cambiando el conductor de banco. El problema consiste en calcular la longitud del hilo para que el conductor cubra todo. La humedad y temperatura de aire y gases atmosféricos de ventilación son aspectos importantes.

Una serie de pedregales rotundos. Cuando ligeramente inclinado hacia abajo, con un conductor en el extremo, al avanzar el cable hacia atrás en el seno de los pedregales rotundos y rotacionando todo vez más al avanzar se descarga. El metal restante queda en contradicción de forma que queda en contradicción al material, al menos a través del espacio existente de la inclinación del eje de la línea descendida por el pedregal al ser arrastrado por la corriente en forma de pedregales de la corriente y de la corriente de medio pedregal.

Como ejemplo más importante se resalta la corriente para el tipo de la corriente de los alambres y cables y en el tipo de la corriente de la corriente una gran superficie de calentamiento para que el cable cubra el cable durante una temperatura adecuada. Un tipo para separar las partículas de material, cuando arrastradas por el aire.

Un transformador para llevar el material caliente de sedador a otro tamaño, algunas veces que servirá como empujador y en el que se usa para que a la temperatura ambiente.

Una transformadora para llevar hacia la boquilla un cable se usa para y se usa en condiciones de ser distribuido.

Algunas experiencias de hecho, se resalta en parte todo para la transformación.

CALCULOS ESTEQUIOMETRICOS Y SELECCION DE EQUIPO.

1.—Calculo de la cantidad de aire necesario para efectuar el secado.

BASE 60,000 kilogramos de carbonato de calcio en 24 horas de operación con 100% de humedad. (Base seca).
Humedad final: 1.5%

BALANCE DE MATERIALES.

Entrada al Secador.	Salida del Secador.
CaCO ₃ 60,000 Kgrs.	CaCO ₃ 60,000 Kgrs
H ₂ O 60,000	H ₂ O 6,000
Evaporación 60,000 - 6,000	54,000 kilos de
	H ₂ O en 24 horas

CARACTERISTICAS DEL AIRE USADO PARA SECAR.

Temperatura del bulbo seco 82°F
 " " " " humedo 72°F
 " de entrada al túnel 18°C (35°F)
 " de salida del material 13°C (25°F)

A.—De la falta de Humedad

Aire a 82°F de bulbo seco y 72°F bulbo humedo, corresponde una humedad de 0.0148 lbs de vapor de agua lb aire seco.

Aire saturado a 250°F corresponde una humedad de 0.0515 lbs de vapor de agua lb aire seco.

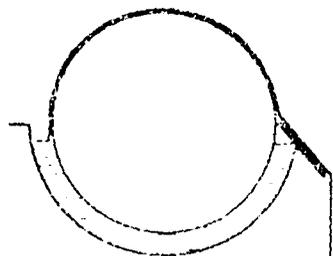
Por la diferencia entre la humedad de salida y la inicial, se tiene un margen de evaporación al aire de 0.0515 - 0.0148 = 0.0367 lbs de vapor de agua lb aire seco.

54,000

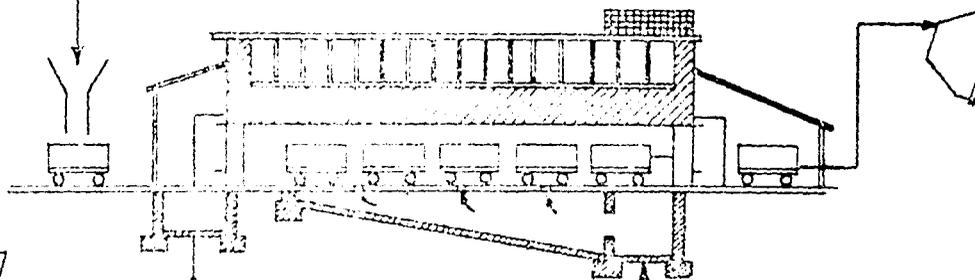
119,200 lbs de agua

0.433

FILTRO OLIVER

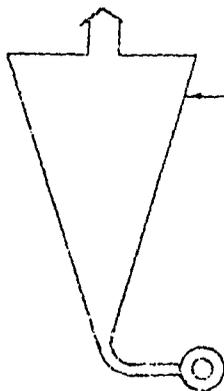


SECADOR DE TUNEL

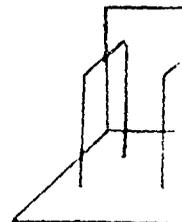


SALIDA
DE AIRE

ENTRADA DE
AIRE CALIENTE



CICLON



CALEN

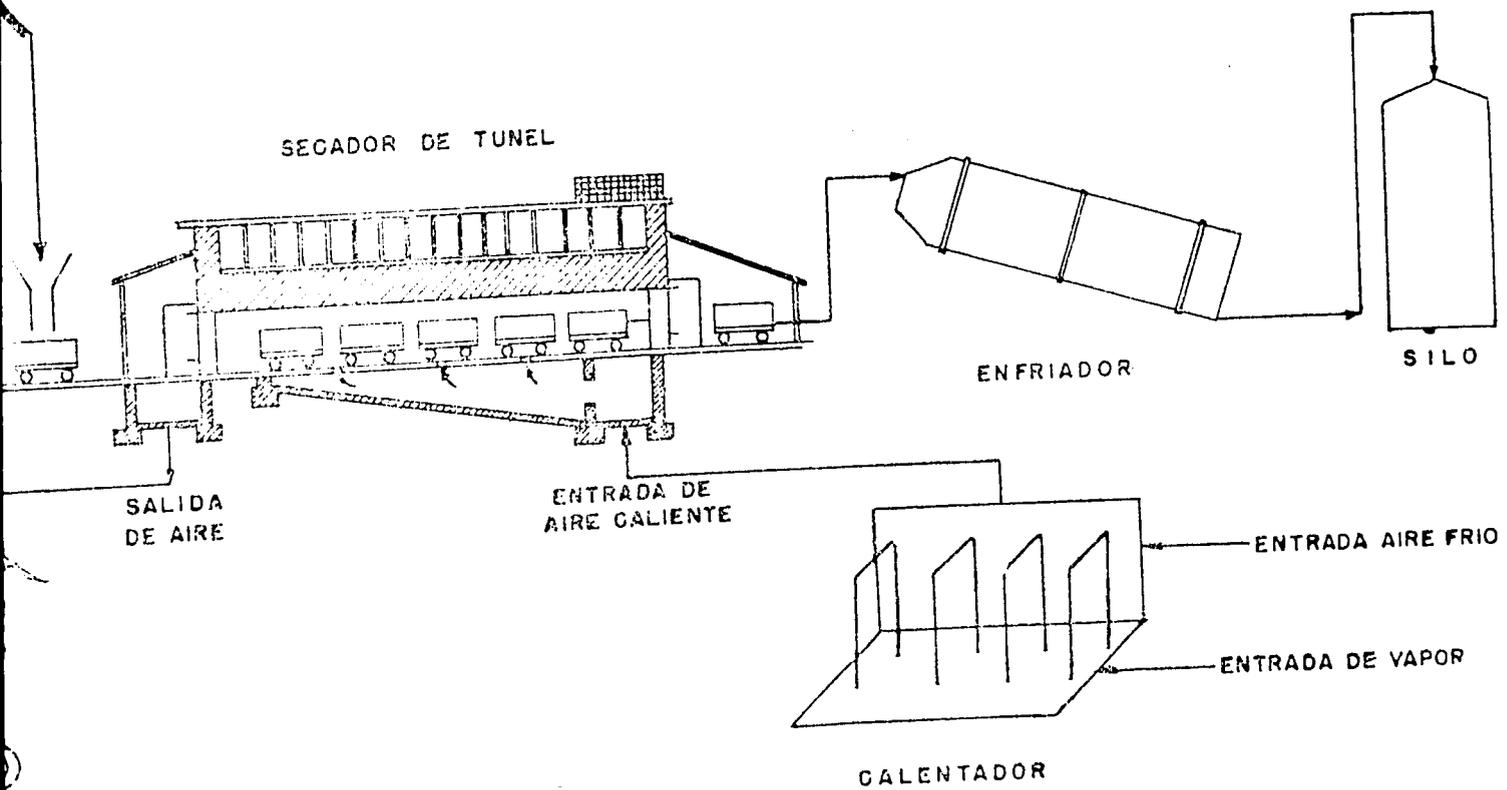


FIGURA No. 2
TRANSPORTE DE SOLIDOS

119.205

3 246,092 x 0.0148 = 48,041 lbs agua en aire húmedo que entra

0.037

3 296,164 x 0.0148 = 48,777 lbs agua en aire húmedo que sale

3 296,164 x 0.453 = 1 483,167 lbs de aire

B—Calor necesario para calentar el aire a 300° F

La humedad inicial de 0.0148 corresponde a un calor latente de 2358 BTU/lb. F

3 296,164 x 0.258 (0.50) = 851 = 233 038.96 BTU

233 038.96

----- 36 000 040 A. Cal

1.17

C—Calor de la condensación de vapor a 70° F que es necesario para calentar el aire húmedo 24 hrs

3 296,164 x 147 lbs pulg²

12

2 233 038.96

12

22 330 475.2

209,720 = 0.453

122 101 510.0

231

D—Calor necesario para calentar el agua de 60° F a 240° F

3 296,164

122 101.51

403 766.51

E—Energía necesaria para calentar el agua

3 296,164 x 122 101.51 = 403 766.51

3 296,164 x 122 101.51 = 403 766.51

F—Energía necesaria para calentar el agua de 60° F a 240° F

403 766.51

403 766.51

119,205

$$\frac{\text{---}}{0.037} = 3'248,092 \text{ lbs. aire seco}$$

$$3'248,092 \times 0.0148 = 48,072 \text{ lbs. agua en aire húmedo que entra.}$$
$$3'296,164 \times 0.453 = 1'493,152 \text{ kgrs. de aire.}$$

B.—Calor necesario para calentar el aire a 356°F.

La humedad inicial de 0.0148 corresponde a un calor húmedo de 0.258 B.T.U. lb. °F

$$3'296,164 \times 0.258 (356 - 82) = 233'038,795 \text{ B.T.U.}$$

233'038,795

$$\frac{\text{---}}{3.67} = 58'699,948 \text{ K. Cal.}$$

3.67

2.—Cálculo de la cantidad de vapor a 9 kgrs cm². necesario para calentar el aire durante 24 hrs.

$$9 \text{ kgrs cm}^2 = 147 \text{ lbs pulg}^2.$$

$$Q = w \Delta T = w \frac{Q}{\Delta T}$$

$$w = \frac{233'038,795}{864} \times 0.453 = 122,163 \text{ kilos}$$

2.—Cálculo del combustible teórico necesario.

58'699,948

$$\frac{\text{---}}{10.558 \times 0.437} = 5,335 \text{ Lit.}$$

10.558 × 0.437

4.—Balance de calor en el Sistema

BASE: 20,000 kilos de CaO en 24 horas

Evaporación: 54,000 kilos de agua en 24 horas

A.—Calor necesario para calentar los lodos de Caustificación desde la temperatura ambiente 30°C hasta la temperatura de salida 100°C.

CaCO ₃	= 60,000 × 0.22 (100 — 30)	= 924,000 K. Cal.
H ₂ O	= 60,000 × 1 (100 — 30)	= 4'200,000 " "
B.—Calor necesario para evaporar el agua a la temperatura de 100°C.		
54,000	× 538	= 28'944,000 " "
C.—Calor necesario para enfriar el vapor de agua a la temperatura de 100°C a 150°C		
54,000	× 547 (100 — 150)	= 761,400 " "
D.—Calor que sale en el producto		
60,000	× 0.20 (120 — 100)	= 360,000 " "
6,000	× 1 (120 — 100)	= 180,000 " "
E.—Calor que sale en el aire Humedo.		
3'415 369	× 4 000 (550 — 200)	
67' 845, 338		
<hr/>		
3 97		= 18 349 506 " "
F.—Calor perdido por conducción y radiación		
En ausencia de datos y ante la imposibilidad de medir se calcula por diferencia en el balance de calor tenemos		
		= 4 261,042 " "
T o t a l		= 52'699,048 " "

R E S U M E N

Concepto	K.	Cal.	%
Calor para calentar el CaCO ₃	924,000		1.5
Calor para calentar el H ₂ O	4 200,000		7.2
Calor para evaporar el H ₂ O	28 944,000		49.3
Calor para enfriar el vapor	761,400		1.2
Calor que sale en el producto	540,000		1.0
Calor que sale en el aire húmedo	28 149,506		47.3
Calor perdido por conducción y radiación		4 261,042	6.5
	T o t a l	52 699 048	100.0

5.—Comparando cotizaciones de costos de casas fabricantes de equipo para secado y sobre datos de construcción, es conveniente para nuestro caso, un secador de túnel de 50 metros de longitud por 1.65 Mts. de ancho, siendo la velocidad del transportador bien sean cintas o un transportador de banda, de 50 Mts. por minuto.

$$\begin{array}{r}
 \text{O} \quad \frac{K_A \Delta T}{L} \cdot A \quad \frac{QL}{K \Delta T} \\
 \hline
 \frac{58'699,948 \cdot 0.025}{1.6 \cdot (180 - 30)} \quad 75,256 \text{ Mts} \cdot 24 \text{ Hrs.} \\
 \hline
 \frac{75,256}{1440} \quad 52.5 \text{ Mts}^2 \text{ min.}
 \end{array}$$

CAPITULO VI.

CONCLUSIONES.

Dada la gran demanda que existe en nuestro país por abonos y fertilizantes para la agricultura, se impone la fabricación de dichos compuestos en gran escala. Ahora bien, la mayoría de las formulaciones para fertilizantes llevan en una considerable proporción carbonato de calcio, complementándose con nitratos, superfosfatos, etc. El objeto principal del uso del carbonato de calcio en la agricultura es con el fin de neutralizar la acidez causada en las tierras por los sembrados de cereales, principalmente las gramíneas que extraen del suelo mucha cantidad de calcio dejándolas el resto de un tiempo agotadas. Es fácil comprender por lo anterior la enorme trascendencia que la explotación de las tierras azules tendría para nuestro país, ya que con un costo mínimo adicional las cosechas aumentarían de un 20% a 30% y éstas se duplicarían. Si nos ponemos a pensar los beneficios económicos que México tuviera el doble de tierras labrables que hoy tenemos o el equivalente a una duplicación de nuestro sistema agrícola.

Desde el punto de vista Industrial, la recuperación de un sub-producto en CIDASA significaría aporte de una nueva fuente de trabajo un interés con el que actualmente no cuenta.

BIBLIOGRAFIA.

CHEMICAL ENGINEERING'S HANDBOOK.—John H. Perry.
INDUSTRIAL CHEMICAL CALCULATION.—O. A. Hougen & K. M.
Watson.
MANUFACTURE OF SODA.—Te-Pang Hou.
ELEMENTS OF CHEMICAL ENGINEERING.—W. L. Bodger & W. L. Mc.
Cabe.
STANDARD OF ANALYSIS, T.A.P.P.I.—(Technical Association Paper &
Pulp Industry).
PREPARATION & TREATMENT OF WOOD PULP.—J. Newell Stephenson.
MODERN PULP and PAPER MAKING.—G. S. Witham.
UNIT OPERATIONS.—George Granger Brown.
STEAM, AIR, and GAS POWER.—W. H. Severns and H. E. Degler.