

3

UNIVERSIDAD IBEROAMERICANA.

INCORPORADA A LA U.N.A.M.

ESCUELA DE CIENCIAS QUÍMICAS.

ESTUDIO DE LAS CONDICIONES DE
OPERACION DE SECADO PARA
OBTENER AMARILLO CROMO.

MIGUEL AGUILAR GALICIA.

INGENIERÍA QUÍMICA.

1962.



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.

ESTUDIO DE LAS
CONDICIONES DE
OPERACION DE
SECAO PARA
OBTENER
AMARILLO CRONO

ANEXO 11

JURADO QUE REVISÓ Y

PRESIDENTE Herbert Schmidt

APROBO LA PRESENTE

VOCAL Enrique Sánchez Armas

TESIS

SECRETARIO Rolando Montemayor

SITIO DONDE DESARROLLÓ EL TEMA

Química Sol S.A.

SUSTENTANTE Miguel F. Aguilar Galicia

ASESOR DEL TEMA Rolando Montemayor F.

ESTUDIO DE LAS CONDICIONES DE
OPERACION DE SECADO PARA OBTEN-
ER AMARILLO CROMO.

C O N T E N I D O .

I.- INTRODUCCION.

II.- GENERALIDADES.

- A) Pigmentos.
- B) Amarillos Cromo.
- C) Secado.

III.- SECADO DE AMARILLO CROMO.

- A) Objeto.
- B) Importancia.
- C) Variables que influyen en la Operación.
- D) Proceso para obtener Amarillo Cromo.

IV.- CONDICIONES DE OPERACION PARA LLEVAR A CABO EL ESTUDIO

- A) Programación de las condiciones de Secado.
- B) Equipo de Secado.

V.- DESARROLLO DEL ESTUDIO.

- A) El pigmento antes de la Operación.
- B) Pruebas Preliminares.
- C) Estudio de las Condiciones de la Operación.

VI.- CONCLUSIONES.

I- INTRODUCCION.

El Amarillo Cromo es un pigmento de gran importancia en México debido a su amplio campo de aplicación en la Industria y el Comercio, ya que su consumo anual se estima aproximadamente en cien toneladas y valor de un millón de pesos.

Para poder obtenerlo con el nombre de Amarillo Cromo es necesario someterlo al proceso de Deshidratación, pues solo después de haber pasado por esta operación podrá tener características propias de un producto comercial.

Los datos obtenidos nos indican el procedimiento general seguido en la Industria para obtener este producto, así como el equipo usado.

En relación al proceso de secado se desconoce hasta qué punto los datos y condiciones de operación pueden mantenerse, sin que el equipo se modifique o el producto final sufra alteraciones.

Por consiguiente se juzgó de interés hacer una investigación con los datos básicos y actuales del proceso, que nos permitiera tener una visión más clara de la operación, y así poderla analizar y aceptarla satisfactoriamente.

Conviene establecer que los datos que se refieren a este estudio fueron obtenidos en el laboratorio y equipo ya instalado, en la inteligencia de que pudieran ser modificados.

A este estudio no corresponde el problema de obtención desde el punto de vista químico del pigmento, ni el de seleccionar el equipo de secado, sino limitarse exclusivamente al estudio de las condiciones de operación de secado, y podrá servir para establecer futuros estudios.

II- GENERALIDADES.

A- PIGMENTOS.

Un pigmento es un material finamente dividido que puede ser blanco, negro o de color, y que se usa principalmente en la fabricación de pinturas. Son productos minerales cuidadosamente molidos para reducirlos a un estado de fina división, o productos de obtención industrial por distintos procedimientos, según su naturaleza, pudiendo ser orgánicos e inorgánicos y estos a su vez Naturales o Sintéticos.

Los medios químicos de preparación de pigmento requieren principalmente la disolución de ciertos productos en agua, lo que se hace en tinajas de madera de capacidad adecuada según la producción, con agitadores, a las que luego se añade otro producto reaccionante que da por precipitación un color insoluble, que constituye el pigmento. El pigmento una vez precipitado se filtra en un filtro prensa y ahí mismo se lava. Una vez filtrado, la torta del filtro prensa puede seguir cualquiera de los tres acabados que existen.

a) Si el pigmento va a ser vendido en forma de polvo seco, como es el caso en estudio, se llevará a un secador, el cual después de salir de éste, se muele en molinos de martillos quedando listo para envasarse y salir al mercado.

b) El pigmento puede ser vendido en forma de pasta oleosa, mediante un equipo especial usado en la actualidad.

c) El pigmento puede ser vendido en forma de pasta acuosa, mediante un equipo especial de dispersión.

Los pigmentos se encuentran en el mundo en varias categorías y car-
tices, con nombres más o menos inusitados y a veces sin caracte-
rísticas propias.

Para determinar de una manera general la calidad de un pigmento es
necesario que posea las características o especificaciones propias sobre
una muestra comercial representativa, y esto se logra después de haber
pasado por el proceso de deshidratación.

Las características principales deseables en un pigmento son:

- a) Color puro o primario.
- b) Color reducido o secundario.
- c) Poder tiñente.
- d) Absorción de aceite.
- e) Textura.
- f) Finura.
- g) Resistencia a la luz.
- h) Resistencia a los ácidos, álcalis y jabón.

b. AMARILLOS CROMO.

Existen en la naturaleza clases muy diversas de pigmentos amarillos,
pudiendo ser Minerales, Animales o Vegetales. Es precisamente a los ama-
rillos Minerales la clasificación a la que pertenecen los Amarillos Cromo.

La industria de los colores Cromo, data del primer tercio del siglo
XIX después de haber obtenido Vauquelin el Cromato de Plomo. No ha des-
terrado a los antiguos colores térrens, sino que gracias a la hermosura
y a la riqueza de tinte de sus productos, se ha creado un campo de aplica-
ción propio que ha sostenido durante largo tiempo.

Los Cromatos de Plomo tienen un campo de aplicación muy amplio.
Sirven como colores para la Industria de Pinturas, estampado de telas
y arte; en la fabricación de alfombras y papeles de colores; en la lito-
grafía y en la imprenta; en la fabricación de encerados y linoleums; en
la Industria de Plásticos, de piedras artificiales y colores de cemento etc.

C- SECADO.

El término de secado significa eliminar un líquido de un sólido por procedimientos térmicos.

Las operaciones de secado desempeñan un papel muy importante en casi todos los procesos químicos. Existen muchas razones para determinar la operación de secado, entre las principales están, a saber:

- a) Permite una utilización más satisfactoria del producto final, según sus características comerciales.
- b) Facilita la manipulación en algún tratamiento posterior.
- c) Aumenta la capacidad de otros equipos o instalaciones del proceso.
- d) Conserva el producto terminado en mejor forma durante su almacenamiento y su transporte.
- e) Disminuye los costos de transporte.
- f) Aumenta el valor y la utilidad de los sub-productos o desperdicios obtenidos.

El secado mantiene una relación casi fija con otras operaciones de un proceso. Generalmente sigue a una filtración o a una centrifugación y precede a un paso de molienda o de envasado. Tomando en cuenta esto, el secado se considera generalmente como una operación de acabado, ya que en la mayoría de los casos se verifica cerca del final del proceso, inmediatamente antes de preparar el producto para su expedición o empaque.

Cuando un sólido se seca, se producen procesos fundamentales y simultáneos, tales como transmisión de calor para evaporar el líquido y transferencia de masa de humedad interna y líquido evaporado. Los factores que rigen la intensidad de cada uno de estos procesos son los que determinan la rapidez de la operación de secado.

Existen principalmente dos condiciones fundamentales en las que se basa el estudio del secado de un sólido, las cuales son internas y externas. La primera se basa en el mecanismo interno de la circulación del

líquido y la segunda en el efecto de las condiciones externas de temperatura, humedad, ventilación, estado de subdivisión o espesor del sólido, etc, sobre la velocidad de secado del mismo. No todas estas variables se presentan necesariamente en un mismo problema. El primer procedimiento representa un estudio fundamental de las condiciones internas. El segundo, aunque menos fundamental, se emplea generalmente porque sus resultados tienen aplicación más inmediata.

En la presente investigación tomaremos en cuenta este tipo de variables, las que se expondrán a fondo en el estudio de las condiciones de la operación de secado.

III- SECADO DE AMARILLO CROMO.

A- OBJETO.

La deshidratación de pigmentos tiene como objeto reducir el contenido de agua, para obtener así un producto de propiedades comerciales y poder evitar alteraciones. Los límites de humedad permitida en un producto deshidratado varía de uno a veinte por ciento. Conviene hacer notar que debido a la sensibilidad del material en su transporte, envase y almacenado así como a las condiciones del medio ambiente, estos límites en ocasiones pueden ser rebasados.

En el caso de Amarillo Cromo la cantidad de humedad permisible es de uno por ciento o menos.

Entre las ventajas que se derivan de dicha deshidratación están, a saber:

- a) Permite la utilización satisfactoria del producto final, es decir, que su acabado sea de un producto de calidades comerciales.
- b) Facilita su manipulación en operaciones posteriores.
- c) Una mejor conservación del producto terminado durante su transporte, envase y almacenado.

De los capítulos anteriores se deriva que el estudio de secado de Amarillo Cromo, debe atender principalmente al tipo de producto y su calidad deseada. Así mismo llenar ciertas características en las condiciones del aire que se vaya a emplear en la operación tales como, temperatura y humedad. En lo concerniente al sólido por secar, conocer el espesor del mismo y cantidad, y el tiempo requerido durante el secado, para una determinada velocidad del aire utilizado en dicha operación. Solo así se obtendrá un producto siempre con las mismas características.

B- IMPORTANCIA.

Como se dijo anteriormente el secado se puede considerar como uno de los tres acabados a seguir, y como además el pigmento en polvo seco es el que más se vende en la actualidad y más se usa en la industria, debe ser considerado como el más importante en una planta de pigmentos.

El estudio de esta operación es lo que ocupa al presente trabajo, ya que dependiendo de las condiciones de operación, dependerán las características del pigmento y el tiempo de secado.

C- VARIABLES QUE INFLUYEN EN LA OPERACIÓN.

La influencia de las variables que intervienen en esta operación puede quedar determinada por medio del estudio de la transferencia de masa y la transferencia de energía.

La primera se obtiene por el agua que contiene el material, la cual pasa por el aire de secado. Esta condición se puede expresar por medio de un balance de material como se muestra en la ecuación (1), y donde influyen principalmente los siguientes conceptos del sólido y el aire:

$$S (H_{so} - H_{sf}) = G (h_{af} - h_{ao}) \quad (1)$$

En donde se tiene que:

- S = Total de sólidos secos.
- G = Cantidad de aire para efectuar la operación.
- H_{so} = Humedad inicial de sólido, base seca.
- H_{sf} = Humedad final del sólido base seca.
- h_{ao} = Humedad inicial absoluta del aire.
- h_{af} = Humedad final absoluta del aire.

Unidades.

$S = \dots$ logramos de sólido seco /hr. m^2 .

$G =$ Kilogramos de aire seco /hr. m^2 .

$H_{so} =$ Kg. de agua / Kg. de sólido seco.

$H_{sf} =$ Kg. de agua / Kg. de sólido seco.

$h_{ao} =$ Kg. de agua / Kg. de aire seco.

$h_{af} =$ Kg. de agua / Kg. de aire seco.

La energía transferida entre el aire caliente y el material se puede obtener por medio de un balance de calor, como se muestra en la ecuación (2), y donde influyen los siguientes conceptos:

$$Q_A = Q_S + Q_L + Q_P \quad (2)$$

En donde se tiene que:

$Q_A =$ Cantidad de calor cedida por el aire al material.

$Q_S =$ Calor sensible necesario para elevar la temperatura inicial a la de secado.

$Q_L =$ Calor latente de vaporización del agua del material.

$Q_P =$ Calor perdido por radiación del equipo utilizado en la operación.

Unidades.

$Q =$ Kilocalorías.

El tiempo necesario de secado para obtener una determinada humedad en el producto final, queda determinado por la forma en que se efectúa la transferencia de masa y de energía.

Existen varios períodos que se pueden diferenciar durante el tiempo de secado, debidos al cambio de velocidad de eliminación del agua que contiene el material.

El primer período es el de la evaporación del agua superficial, en el cual permanece constante la velocidad del secado. Terminado dicho período, el material por secar tendrá cierto contenido de humedad, el cual se denomina humedad crítica, cuyo valor está dado por la naturaleza del sólido.

El segundo período es el de la eliminación del agua interna del material, en el que disminuye la velocidad de secado conforme se elimina el agua.

Un tercer período se puede observar en ciertas ocasiones, presentándose cuando la velocidad del agua eliminada disminuye en forma más notable que en el período anterior. Sin embargo ciertos autores consideran un solo período decreciente, ya que es muy difícil diferenciar experimentalmente el tercero del segundo. Habiendo hecho las consideraciones anteriores el tiempo total de secado se puede obtener por medio de la ecuación (3), y en donde influyen los siguientes conceptos:

$$\theta_T = \frac{\lambda_{ps} e}{h_t (T_A - T_S)} (H_0 - H_c) + \frac{\lambda_{ps} e}{h_t (T_A - T_S)} H_c \ln \frac{H_c}{H_f}$$

Sacando factor y simplificando, queda:

$$\theta_T = \frac{\lambda_{ps} e}{h_t (T_A - T_S)} (H_0 - H_c) + H_c \ln \frac{H_c}{H_f} \quad (3).$$

En donde se tiene que:

θ_T = Tiempo total de secado.

P_s = Densidad del sólido.

- e = Espesor del material por secar.
- l = Calor latente de vaporización a la temperatura de secado.
- T_A = Temperatura del aire de secado.
- T_S = Temperatura de secado.
- H_o = Contenido de humedad inicial del material en la operación.
- H_f = Contenido de humedad final del material en la operación.
- H_c = Contenido de humedad crítica del material en la operación.
- h_t = Coeficiente de transmisión de calor.

Unidades.

- θ_T = Horas
- P_s = Kilogramos/ m^3 .
- e = Metros.
- l = Kilocalorías/ Kilogramo.
- T = En $^{\circ}C$.
- H = Kg/ Kg. %
- h_t = Kilocalorías/ hora m^2 $^{\circ}C$.

La magnitud del coeficiente de transmisión de calor para dos diferentes direcciones de flujo del aire en un secador, se ha estimado experimentalmente por medio de las ecuaciones 3a y 3b.

a) Flujo de aire paralelo al material:

$$h_t = 0.0128 G^{0.8}$$

b) Flujo de aire perpendicular al material:

$$h_t = 0.37 G^{0.37}$$

En donde G es el gasto en masa de aire.

La eficiencia del secado se puede modificar mediante las variables que intervienen en las ecuaciones anteriores, según las condiciones de

operación que se usen. En el presente estudio estarán limitadas a la calidad del producto que se va a obtener.

De lo expuesto anteriormente se verá que se debe tener especial cuidado durante la operación en las condiciones de las variables del aire de secado, tales como temperatura, humedad y velocidad, así como también en el espesor del material.

Si las condiciones de operación se modifican por ejemplo, con relación a la temperatura, es decir, si ésta es mayor, el pigmento puede tener variaciones en sus características de color así como en su textura. En el caso de modificar las condiciones de la variable humedad es decir, si se trabaja a una humedad del aire menos la superficie del pigmento se secará con gran rapidez formando una capa impermeable que impide la eliminación del agua del interior; en el caso contrario, el pigmento podrá no secarse al nivel deseado, ya que el equilibrio entre el aire y el material no lo permitan.

Dentro de las condiciones de la variable espesor del material, la operación se efectuará con mayor rapidez si éste es pequeño. Otra variable que hay que tomar en cuenta es la velocidad del aire, ya que si ésta no se limita o controla puede ocurrir el fenómeno descrito antes y además influye en el tiempo y la eficiencia de la operación.

Todo lo anteriormente expuesto hace derivar que las condiciones de temperatura, humedad y gasto del aire de secado, así como la superficie del material expuesta a éste, son variables que determinan el tiempo de la operación, y que de estas condiciones deberán controlarse para así poder obtener un producto con eficiencia y calidad aceptables.

D.- PROCESO PARA OBTENER AMARILLO CROMO.

Para poder obtener este pigmento como producto comercial con el nombre de Amarillo Cromo, es necesario someterlo durante su elaboración a un proceso, entre los más importantes, de deshidratación. Los datos obtenidos de la literatura y el diagrama número uno nos indican y muestran los pasos seguidos para llegar a dicha operación.

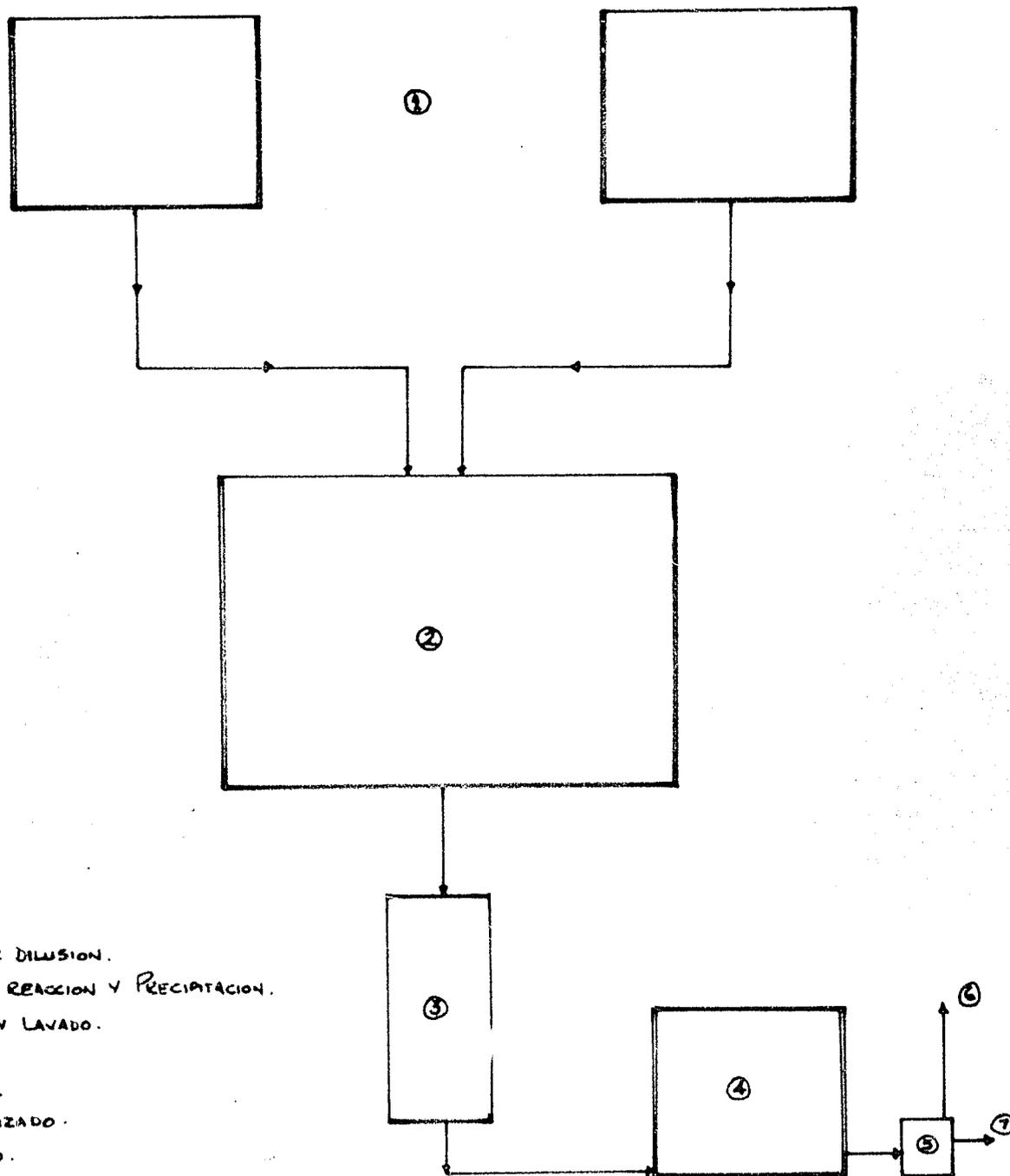
Como primer paso del proceso se agrega en un tanque de dilución donde haya agua, ácido nítrico. A la solución anterior se añade óxido de plomo en más o menos diez minutos, que previamente ha sido suspendido en otro tanque con agua fría agitando durante cinco o diez minutos, hasta formar un precipitado. Después se ajusta a un determinado volumen y temperatura volviendo a agregar ácido nítrico y agitando la solución.

En otro tanque de dilución en donde hay agua se agrega dicromato de sodio a una determinada temperatura; esta solución se irá descargando a cierta velocidad la cual se irá disminuyendo hasta que su ph se haya controlado, volviendo a ajustar dicha velocidad. La temperatura en el tanque de reacción se deberá controlar durante la adición de la solución de cromo.

Terminadas de acoplar estas operaciones, se vuelve a hacer un ajuste de ph y se le añaden finalmente sustancias preservativas que aumentan sus propiedades. Después se filtra y se lava.

Una vez escurrido el filtrado se introduce a un secador, en el cual se hace circular aire a una determinada temperatura y humedad, hasta que el material haya logrado una humedad de uno por ciento. El pigmento seco de Amarillo Cromo pasará después a molerse, estandarizarse, y finalmente a envasarse.

PROCESO -



- 1- TANQUES DE DILUSION.
- 2- TANQUE DE REACCION Y PRECIPITACION.
- 3- FILTRADO Y LAVADO.
- 4- SECADO.
- 5- MOLIENDA.
- 6- ESTANDARIZADO.
- 7- ENVASADO.

DIAGRAMA N° 1 -

IV - CONDICIONES DE OPERACION PARA LA SECA DEL PIGMENTO.

A - PROGRAMACION DE LAS CONDICIONES DE SECAO.

Para poder determinar la influencia que tienen las variables de temperatura, humedad de aire, espesor del material en la duracion de esta operacion y su efecto en la calidad en el producto obtenido, fué necesario efectuar pruebas en el laboratorio con muestras del pigmento, y así programar las condiciones de operacion requeridas.

Para facilitar la comparacion de los resultados y poder simplificar el estudio, el gasto de aire en el proceso se mantuvo constante, observándose así mismo la direccion paralela del flujo del aire en la operacion.

Para hacer la programacion de la influencia de las condiciones de dichas variables, se efectuaron pruebas con diferentes valores de temperatura, siendo estos de sesenta a noventa y cinco °C. La humedad del aire empleado fué de 0.01.

Con relacion al espesor del material por secar, se tomo como base un promedio de valores representativos de varios lotes, el cual fué de una pulgada, 0.254m. Se efectuaron también pruebas con diferentes espesores de material para conocer su efecto en la duracion de la operacion y la calidad del producto, siendo estos de 0.127m, 0.190m y 0.254m.

Con todos estos datos se pudieron determinar en todas las experiencias las modificaciones que sufrían las variables y el tiempo de la operacion; así como también se obtuvieron las diferentes curvas de secado, que no son más que la representacion grafica de la pérdida de humedad y el gasto de agua contra el tiempo. La programacion del estudio de las diferentes condiciones de todas estas variables queda expresada en la tabla número uno.

B - EQUIPO DE SECADO.

El estudio se hizo de un secador de charolas de aluminio de calentamiento indirecto con aire, el cual es mantenido a una temperatura y un gasto de aire constante durante toda la operación. Las dimensiones y características de este secador son las siguientes:

Un cuarto de 3.01 por 3.6 por 3.01m. de paredes construídas con tabique ligero, techo de concreto armado y piso del mismo material, con cuatro muros uno en cada esquina. El techo tiene dos ranuras de 1.41 x 0.42m por las cuales circulará el aire, ya que sobre dicho techo se hayan instalados tres ventiladores de $1586 \text{ m}^3/\text{min}$. cada uno y un cambiador de calor de diez tubos doble vuelta de 3.52m por 0.127m que trabaja con vapor de 121.7 psia y que según estas condiciones el fabricante garantiza que su capacidad para transmitir es de 13732×10^4 kilocalorías/hr. Como ducto para circular ese aire se encuentra una estructura metálica espesamente forrada con lámina galvanizada y aislada con fibra de vidrio. Sobre dicha estructura se encuentran los motores que accionan a los ventiladores por medio de bandas; dicha estructura tiene por la parte posterior la entrada para el aire fresco y que se logra por medio de un ventilador que maneja $150.47 \text{ m}^3/\text{min}$ y accionado directamente por un motor. En la parte superior de la estructura se encuentra la salida de los gases, que no es más que un ducto con la válvula de compuerta para dosificar la salida de los mismos.

En el interior del cuarto y al hilo de las ranuras se encuentran las mamparas que orientan la corriente del aire paralela a las charolas soportadas en los carros. En el secador hay capacidad para cuatro carros y cada carro contiene capacidad para setenta y dos charolas, siendo cada

charola de 6.6 por 5.3 por 0.4m. Estos carros se mueven sobre rieles los cuales hacen que éstos se encuentren siempre en un lugar adecuado.

Además tienen una puerta de doble hoja que sella el piso por medio de una capa de hule, y en la parte superior por medio de un empaque de asbesto. Dicha puerta está rellena de lana de vidrio, de 0.05m de espesor aproximadamente.

Los controles del equipo son:

- a) Un registrador de temperatura con gráficas de veinticuatro horas y rango de temperatura de cero a ciento veinte °C.
- b) Una válvula termostática que regula el gasto de vapor y por consiguiente la temperatura del aire dentro del secador.

CONDICIONES DE OPERACION									
TEMPERATURA		HUMEDAD		ESPESOR		CARACTERISTICAS DEL PLAFUNTO			
MAGNITUD	UNIDAD	MAGNITUD	UNIDAD	MAGNITUD	UNIDAD	T.	ED.	FR.	H ₂
							F.	MO.	
		0.01	Kg/Kg	0.250	m.	✓	✓	C	C
60	°C	"	"	"	"	✓	✓	C	C
65	°C	"	"	"	"	A	C	C	C
70	°C	"	"	"	"	C	C	C	C
75	°C	"	"	"	"	C	C	C	C
80	°C	"	"	"	"	C	C	C	C
85	°C	"	"	"	"	✓	✓	C	C
90	°C	"	"	"	"	✓	✓	C	C
95	°C	"	"	"	"				
		MAJOR	Kg/Kg	0.254	m.	✓	✓	C	C
60	°C	"	"	"	"	✓	✓	C	C
65	°C	"	"	"	"	A	C	C	C
70	°C	"	"	"	"	C	C	C	C
75	°C	"	"	"	"	C	C	C	C
80	°C	"	"	"	"	C	C	C	C
85	°C	"	"	"	"	✓	✓	C	C
90	°C	"	"	"	"	✓	✓	C	C
95	°C	"	"	"	"				
		MEJOR	Kg/Kg	0.254	m.	✓	✓	C	C
60	°C	"	"	"	"	✓	✓	C	C
65	°C	"	"	"	"	A	C	C	C
70	°C	"	"	"	"	C	C	C	C
75	°C	"	"	"	"	C	C	C	C
80	°C	"	"	"	"	C	C	C	C
85	°C	"	"	"	"	✓	✓	C	C
90	°C	"	"	"	"	✓	✓	C	C
95	°C	"	"	"	"				

V-JALIA
 A-ACEPTABLE
 C-CORRECTO

PROGRAMACION DE LAS CONDICIONES DE OPERACION PARA EFECTUAR EL ESTUDIO DE SECADO DE MANEJO CROMO.

TABLA N° 1

V - DESARROLLO DEL ESTUDIO.

A - EL PIGMENTO ANTES DE LA OPERACION.

Para el desarrollo del estudio se usó como material Amarillo Cromo obtenido en la planta Química Sol en Toluca Edo. de México, en forma de tortas procedentes del filtro prensa y sometidas después a la operación de secado para así obtenerlo como producto final.

B - PRUEBAS PRELIMINARES.

Para determinar las condiciones óptimas y desarrollar el estudio, se hicieron varias pruebas exploratorias con el fin de observar si la calidad obtenida en el producto era semejante y el efecto en el tiempo de la operación, originando por el cambio de las condiciones programadas en la tabla uno.

Las pruebas hechas demuestran que el pigmento se comporta de una manera diferente con la temperatura, este comportamiento consiste en que al variar la temperatura dentro de ciertos límites varían ciertas características, y entre las que más varían son; Tono, Estado Físico, Facilidad de Molienda; además al pasar de cierta temperatura el pigmento se quemaba, es decir, se origina una reacción de combustión, sufriendo alteraciones.

De estas experiencias se derivó una calidad semejante, excepto cuando los valores de la temperatura del aire fueron mínimos y máximos.

Se ve claro que si la humedad del aire se considerara mayor que la de operación, el tiempo de secado variaría en la misma forma; si se utilizara aire de menor humedad se obtendría un producto con mayor humedad

en la parte interna, debido a la naturaleza con que se efectúa el secado.

Como ya se dijo anteriormente el espesor del sólido influye en el tiempo de la operación, por lo cual se tomarán diferentes espesores.

Considerando todas las pruebas anteriores se desarrollará el estudio tomando como base las condiciones del aire y del material, con las que se pueda obtener un tiempo mínimo y un producto dentro de las características comerciales.

C - ESTUDIO DE LAS CONDICIONES DE LA OPERACION.

Tomando como base las pruebas preliminares de secado antes mencionadas, se llevó a cabo el estudio con relación a la tabla número dos.

Primeramente se determinó el efecto de la temperatura en el secado. Los resultados obtenidos fueron que a temperatura de 60 y 65 °C el pigmento no llenaba sus características de tono; a temperaturas de 80 y 95 °C puede ser secado sin quemarse y sin afectar su facilidad de molienda, pero usando estas temperaturas los tonos claros de amarillo cambian a un amarillo rojizo.

De lo anterior se determinó que el pigmento debe secarse a una temperatura de 80 °C. Para conocer el efecto de esta variable en el tiempo de secado se tomarán en cuenta tres valores con los cuales no se altera gran cosa el pigmento. La humedad del aire se mantendrá uniforme.

Con todos estos datos de operación y los diferentes espesores del material que se considerarán, se podrán saber los efectos en el tiempo de la operación y las características del pigmento.

Los resultados obtenidos en esta serie de experiencias aparecen en las tablas tres, cuatro y cinco. Las condiciones de operación que se escogieron de acuerdo con las pruebas y los datos obtenidos del equipo en operación, aparecen en las tablas número seis y siete.

De aquí se determinó la influencia de la temperatura en el tiempo de secado y las características del pigmento; así mismo quedó determinado el espesor de torta más adecuado para un tiempo mínimo sin afectar las características de nuestro producto.

El tiempo calculado se obtuvo considerando el tiempo necesario para llevar la humedad del pigmento a una humedad final de uno por ciento, a partir de la humedad inicial.

En la tabla número siete aparece el cálculo de las condiciones óptimas para tener en la operación un tiempo mínimo y las características deseables en el pigmento.

CONDICIONES DE OPERACION						
TEMPERATURA		HUMEDAD		ESPESOR DE LA TORTA		
MAGNITUD	UNIDAD	MAGNITUD	UNIDAD	MAGNITUD	UNIDAD	
VARIABLE Y SIMBOLO TA	75	°C	0.01	Kg/Kg.	0.254	m.
					0.190	m.
					0.127	m.
	80	°C	0.01	Kg/Kg.	0.254	m.
					0.190	m.
					0.127	m.
	85	°C	0.01	Kg/Kg.	0.254	m.
					0.190	m.
					0.127	m.

PROGRAMACION DE LAS CONDICIONES DE OPERACION PARA DETERMINAR EL EFECTO EN EL TIEMPO Y EN LAS CARACTERISTICAS DEL PIGMENTO.

TABLA N° 2

T	CALCULO N°	TEMPERATURA °C	HUMEDAD %	ESPESES M	HUMEDAD INICIAL	HUMEDAD FINAL	TIEMPO TOTAL DE SECADO	CARACTERISTICAS DEL FENOMENO
	1	75	0.01	0.254	80	1	108.3	NORMALES
	2	75	"	0.190	"	"	101.5	NORMALES
	3	75	"	0.127	"	"	95.5	NORMALES
	4	80	0.01	0.254	80	1	83.2	NORMALES
	5	80	"	0.190	"	"	77.8	NORMALES
	6	80	"	0.127	"	"	73.1	NORMALES
	7	85	0.01	0.254	80	1	55.4	NORMALES
	8	85	"	0.190	"	"	51.2	NORMALES
	9	85	"	0.127	"	"	47.4	NORMALES

EFFECTO DE LAS CONDICIONES DEL AIRE Y EL MATERIAL EN LA OPERACION DE SECADO DE AMARILLO CROMO EN EL TIEMPO Y CARACTERISTICAS DEL MISMO.

TABLAS N° 3, 4, 5 -

CONDICIONES DE OPERACION Y CARACTERISTICAS					
TEMPERATURA	HUMEDAD	ESPECIE	Hq	Tiempo	CARACTERISTICA DEL PRODUCTO
MAGNITUD UNIDADES	MAGNITUD UNIDADES	MAGNITUD UNIDADES	%	Hrs	COMPARACIONES
85	80	0.127	1	47.4	DENTRO DE ESPECIFICACIONES. CORRECTAS Y NORMALES.
°C	% / °C	mm	%	Hrs	T D F M.

CONDICIONES OPTIMAS DE CUREACION PARA OBTENER UN TIEMPO MINIMO Y UN PRODUCTO FINAL CORRECTO CON HUMEDAD DE 3%

TABLA N° 7 -

VI - CONCLUSIONES.

Todo lo expuesto en los anteriores capítulos hace derivar las siguientes conclusiones:

a) Con respecto a la temperatura, un incremento en la misma, no causa reducción apreciable en el tiempo de secado debido a las variaciones en las características del pigmento, ya que como se vió, el pigmento sufre alteraciones en el tono si se trabaja a temperaturas más altas o más bajas que la fijada. Según la tabla número seis las temperaturas de operación tienen un margen muy restringido que no afecta los tiempos de operación en más de tres a cinco por ciento y por consiguiente tampoco aumenta la capacidad del secador.

b) Con respecto al espesor de la torta sí afecta considerablemente los tiempos de secado, y de acuerdo con la tabla número siete y siempre que las necesidades de producción lo permitan, se podría secar un lote de pigmento en tortas de espesor de 0.127m en lugar de 0.254m como se hace actualmente.