

207 108



Universidad Nacional Autónoma de México

FACULTAD DE QUIMICA

ANTEPROYECTO DE UNA PLANTA DE
COLORANTES DISPERSOS.

T E S I S

Que para obtener el título de:

INGENIERO QUIMICO

P r e s e n t a :

FLAVIA ESTELA Y. OCAÑA CASTAÑEDA

México, D. F.,

1978

15913



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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.

INDICE GENERAL

	PAG.
I INTRODUCCION.	1
II GENERALIDADES.	4
1. Algunos aspectos de la química de los colorantes.	
- Constitución química.	
- Clasificación de los colorantes.	
a) De acuerdo a su constitución química.	
b) De acuerdo a su aplicación sobre la fibra.	
2. Colorantes dispersos.	
- Breve reseña histórica.	
- Química de los colorantes dispersos.	
- Propiedades de las dispersiones.	
III FABRICACION DE LOS COLORANTES DISPERSOS.	27
1. Materias primas.	
2. Fabricación.	
- Obtención química del colorante.	
- Dispersión.	
- Terminación de un colorante disperso.	
3. Condiciones de elaboración.	
IV DESCRIPCION DE LA PLANTA DE PROCESO.	41
1. Localización y determinación de la capacidad de la planta.	
2. Equipo necesario en el área de proceso de la planta.	
- Area de reacción, precipitación y filtra-	

- ción.
- Dispersión.
- Terminación del colorante.
 - a) Secado.
 - b) Molienda y estandarizado.
- 3. Selección del equipo necesario.
- 4. Plano maestro. Plano de cortes.
- 5. Ruta crítica.

V PANORAMA ECONOMICO DE LA INDUSTRIA DE LOS COLO--	
RANTES DISPERSOS EN MEXICO.	103
VI CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	107
Bibliografía.	112

I.- INTRODUCCION .

Los colorantes dispersos son sustancias insolubles - en agua que tienen gran afinidad por una o mas fibras hidrófobas, tales como el acetato de celulosa, nylon y poliéster, y se aplican usualmente en forma de finas dispersiones acuosas.

En nuestro país existe un amplio mercado para los colorantes dispersos, siendo absorbidos en su totalidad por la industria textil, por lo tanto, es natural que sea ésta la que marque el desarrollo de la industria de los colorantes dispersos, su demanda es creciente, esperándose, un incremento del 9.3% anual en su consumo, (a partir de 1978).

El presente trabajo "Anteproyecto de una planta de colorantes dispersos", se llevó a cabo en la fábrica de colorantes llamada "Anilinas Nacionales", S.A., establecida en 1968, en la calle de Esfuerzo No. 21 Col. Lázaro Cárdenas en Naucalpan, Edo. de Mex. La necesidad de llevarlo a cabo fue motivada por las siguientes razones:

Cuando dicha fábrica se estableció, hace once años, fue diseñada para la fabricación de colorantes directos, ácidos, solventes, básicos, dispersos, etc., es decir, para una gran variedad de colorantes que se usan en la industria textil, papalera, peletera, de tintas, de plásticos, etc. Actualmente se continúan fabricando, pero ha disminuido notablemente la proporción entre la producción de colorantes ácidos, solventes, básicos y directos, a favor de la producción

de colorantes dispersos. Este hecho fue motivado por el auge que ha tenido en la industria textil el uso de fibras poligutéricas, las cuales se tiñen con colorantes dispersos aumentando considerablemente, en los últimos 10 años la demanda de ellos. Para atender a ésta creciente demanda, se modificaron algunos de los equipos y se adquirieron nuevos, que al ser instalados provocaron un cierto amontonamiento, y por lo mismo, falta de funcionabilidad de la planta. Esto obligó a los directivos de la empresa, a pensar en un cambio de local, en el que se tuviera mayor amplitud y una nueva distribución más acorde en las actuales necesidades. Por otra parte, una razón tan importante como la anterior, para pensar en el cambio a una nueva planta, fue el hecho, de que a pesar de que el domicilio actual de la fábrica, está en la zona industrial de Naucalpan, paulatinamente, ésta se ha convertido en una zona habitacional, en la cual las incomodidades aumentan día a día, bien sea por la falta de agua, la falta de drenaje adecuado, la mala viabilidad, etc.

Es por esto que el objetivo del presente trabajo, ha sido el de tratar de dar solución a la problemática de los siguientes puntos:

- a) Localización de un nuevo domicilio en el cual se cuente con:
 - buenas vías de comunicación, para el aprovisionamiento de materias primas y salida del producto terminado.
 - con servicios públicos adecuados, tales como agua, electricidad, drenaje, etc.

- cercana con un poblado, que facilite el acceso a la mano de obra.
 - clima adecuado.
- b) Determinación de las dimensiones del nuevo local, de acuerdo al equipo existente, a la secuencia del proceso y a los planes de expansión futura.
- c) Distribución del equipo, tratando de obtener el máximo aprovechamiento y funcionalidad.
- d) Determinación de la ruta crítica del proceso de fabricación de los colorantes dispersos con el objeto de fijar el tiempo óptimo de fabricación.

II.- GENERALIDADES .

ALGUNOS ASPECTOS DE LA QUIMICA DE LOS COLORANTES.

Se conoce con el nombre de colorante, a toda sustancia que se fija en otra de un modo estable, dándole color.

Los colorantes modernos son productos orgánicos de síntesis y son también llamados anilinas, ya que originalmente provenían de ésta. La diferencia entre colorantes y pigmentos, es que éstos sólo se mezclan para conferir color, en cambio los primeros se fijan al absorberse, al dispersarse, o al reaccionar con los materiales en que son aplicados.

Para presentar un interés comercial, deben ser intensamente coloreados y dar tinturas que presenten una cierta estabilidad o solidez a la acción del lavado, luz o agentes químicos; ésta estabilidad no es la misma para todos, ya que varía según la constitución química y física de ellos, y de la sustancia a la cual se incorporan.

Una característica sumamente importante de los colorantes, es la de figurar como auxiliares de otras industrias, o sea que no son utilizados como materias primas, ni como productos finales; no pertenecen al diseño básico de un proceso industrial, sino que participan en un plano secundario. Esto significa que el colorante debe ajustarse a las condiciones del material a colorear y a su proceso productivo. Lo anterior explica dos circunstancias derivadas: la enorme variedad de colorantes empleados y la gran velocidad del cam--

bio tecnológico en éste campo. Así encontramos que para cada tipo de aplicación, existe por lo menos un tipo de colorante, y que para cada grupo de colorantes, existe toda una gama de colores y tonalidades.

Además existen variaciones de características de resistencias y selectividades para cada tipo y color, lo que multiplica la variedad de colorantes, representando ésta gran variedad una seria dificultad a la economía de la producción de los colorantes, limitando la fabricación a gran escala.

Constitución Química.

Todas las materias colorantes contienen ciertos grupos atómicos, generalmente sencillos y dotados de enlaces dobles llamados CROMOFOROS, a los cuales se les atribuye la propiedad de colorear la molécula en la que están fijados. Ejemplo:

- | | | | |
|---------|---------|-------------------|-----------|
| - N = O | nitroso | - NO ₂ | nitro |
| - N = N | azo | - C = O | carbonilo |

Al conjunto formado por un grupo Cromóforo y el grupo cíclico que lo contiene se le llama CROMOGENO, o sea, sustancia capaz de engendrar un color:



Pero ésta sustancia cromógena aún no es un colorante, ya que necesita de otros grupos que le proporcionen las pro-

propiedades básicas y la afinidad necesaria para teñir la fibra a éstos grupos se les conoce como AUXOCROMOS. Ejemplo:

COOH^-	carboxilo	OH^-	oxhidrilo
SO_3H^-	sulfonilo	NH_2^-	amino

En un colorante pueden existir varios grupos auxocromos a la vez; de hecho, el matiz, la intensidad y el brillo de un colorante, depende del sistema total absorbente de la luz, el cual consta de un grupo cromóforo y el auxocromo, actuando conjuntamente.

La naturaleza de éstos grupos y sus posiciones relativas en la molécula, tienen que haber sido estudiadas o correctamente elaboradas para obtener un colorante de aspecto determinado, ya que al sintetizar un colorante es necesario proveerlo de grupos adecuados para darle solubilidad y afinidad para las fibras en las que se usará; además de comunicarle la apariencia deseada.

Los colorantes deben su color a su capacidad de absorber la luz en la región visible del espectro entre 4,000- y 8,000 angstroms. Esta absorción se debe a la transición de los electrones en las moléculas, y tiene lugar en la región visible del espectro sólo si los electrones son lo suficientemente móviles. Suponiendo una sola banda principal de absorción, el color absorbido se desplaza del violeta al rojo en el espectro visible. Al tener lugar éste desplazamiento, la luz absorbida se refleja y es percibida por el ojo humano como el color complementario al absorbido. (1) Las longitu-

des de onda absorbida, sus colores correspondientes, y los complementarios, se pueden ver en la siguiente tabla, (para algunos tonos):

Longitud de onda absorbida.	Colorante absorbido correspondiente.	Colorante observado por el ojo humano
4,200	amarillo	amarillo
4,500	azul	anaranjado
4,900	verde azulado	rojo
5,300	verde amarillento	violeta
5,900	anaranjado	azul
7,300	púrpura	verde

fuente (1)

En general, para un tipo dado de colorante, una ampliación del sistema no saturado y un aumento de posibilidades de resonancia, desplaza la absorción de la luz hacia longitudes de onda mayores.

Las verdaderas materias colorantes resultan al salificar los auxocromos con alcalis, si su naturaleza es ácida, o con ácidos si su naturaleza es alcalina.

CLASIFICACION DE LOS COLORANTES.

La gran mayoría de los colorantes que se fabrican universalmente se encuentran registrados, catalogados y estudiados en todas sus propiedades en el COLOR INDEX, que es una publicación editada por la "Asociación Americana de Quí-

micos Coloristas Textiles", (AATCC), en unión con "The Society of Dyers and Colourists", de Inglaterra. Esta publicación constituye la base de consulta para las personas relacionadas con los colorantes.

Los colorantes se clasifican en dos formas: por su constitución química y por su aplicación sobre las fibras.

Clasificación de los Colorantes por su constitución química.

Por sus grupos cromóforos los colorantes pueden clasificarse en varios grupos según sean los auxocromos que contengan su molécula. En principio se reúnen todos en dos grandes grupos: Homocíclicos y Heterocíclicos. Al primer grupo - corresponden los colorantes nitrados, azo, derivados del estilbena, del difenil metano, del trifenil metano, etc.

A los heterocíclicos corresponden los derivados del indol, del xanteno, del tiazol, etc.

Veremos a continuación algunas de las clases más importantes.

Colorantes Azoicos.

Los colorantes azoicos representan el grupo más numeroso e importante entre las materias colorantes, ellos solos (se conocen y se emplean más de un millar), representan más de la mitad de la totalidad de las materias colorantes sintéticas empleadas en tintorería.

Se caracterizan por la presencia de uno o más grupos

Azo:

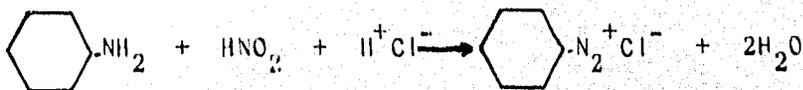


éste grupo azo en la serie aromática representa un cromóforo intenso, si bien no tan fuerte como el radical nitroso que es el cromóforo más potente.

El único método que tiene valor práctico para la obtención de colorantes azoicos consiste en copular un compuesto de diazonio con un fenol o con una amina.

Preparación de las soluciones de diazonio.

Las aminas aromáticas primarias reaccionan con el ácido nitroso dando un compuesto diazoico estable a bajas temperaturas, el hidróxido de diazonio, producto primario de la reacción entre la amina y el ácido nitroso, se isomeriza por influjo del ácido mineral imprescindible para la reacción, produciendo una sal de diazonio que queda disuelta en el líquido acuoso.



fuente (2)

Los compuestos de diazonio fueron descubiertos por Peter Gries en Alemania, en 1858. El primer diazoico descubierto y estudiado fue el ácido picrámico.

Los compuestos de diazonio se descomponen lentamente

con el tiempo y la luz cuando están en disolución, y muy rápidamente al elevar la temperatura, si están secos explotan por el simple roce, por lo tanto las sales de diazonio no deben prepararse nunca en estado sólido ni conservarse largo tiempo a la luz en disolución, siendo muy recomendable su preparación en el momento de ser utilizadas para reacciones subsiguientes, en soluciones diluídas y a bajas temperaturas (menores a 5° C).

Una solución de un compuesto diazoico no debe calentarse pues se descompone con facilidad, son excepcionales los diazoicos que pueden calentarse sin sufrir descomposición.

Los hidróxidos de diazonio son bases fuertes y las soluciones de diazonio tienen reacción neutra entre sí, Si se neutraliza una sal de diazonio en disolución, en el primer momento se forma el hidróxido de diazonio que es inestable, y en presencia del álcali, se isomeriza rápidamente formando un diazoato alcalino, es decir, una sal alcalina de un oxidiazoico. Al acidular la disolución de un diazoato se regenera la sal de diazonio.

En general todos los fenoles libres son aptos para la copulación, en cambio sus derivados en los que el oxihidri lo fenólico está bloqueado, como en éteres y ésteres, no son. Entre los fenoles usados para copular sólo cuentan los derivados del benceno y del naftaleno; no se emplean fenoles del antraceno, ni de hidrocarburos policíclicos.

Todas las aminas primarias, secundarias o terciarias con el átomo de nitrógeno unido directamente al núcleo son aptas para copular; como en el caso de los fenoles sólo se emplean aminas de la serie del benceno y del naftaleno, aunque también son aptos para la copulación los compuestos nitrogenados heterocíclicos, en los que el carácter básico se halla sumamente atenuado o prácticamente enmascarado.

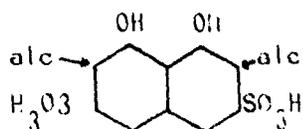
Por regla general los fenoles se copulan en medio alcalino, y las aminas en medio ácido. Los amino-fenoles en orto y para son difíciles de copular pues se oxidan a quinonas, pero los amino fenoles en posición meta son susceptibles de la doble copulación cambiando el medio de la reacción. En tales casos es preciso que la reacción sea marcadamente ácida o francamente alcalina; reacciones poco marcadas de cualquiera de ambos tipos, pueden dar lugar a mezclas de colorantes isómeros.

Como regla general, cabe afirmar que los fenoles copulan más fácilmente que las aminas y que los derivados del naftaleno copulan con mayor facilidad que los del benceno.

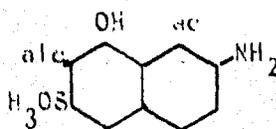
Puesto que los principales grupos auxocrómicos, fenoles y aminas, son sustituyentes de primera clase, en la copulación, o en cualquier otro tipo de sustitución dirigen o posiciones orto y para, nunca a meta. Entre las posiciones orto y para existe una marcada preferencia hacia la para, siempre y cuando se encuentre libre, si estuviera ocupada, la copulación sería en orto. Los fenoles, por su mayor facilidad para la copulación, pueden acoplar con dos y hasta

tres moléculas de diazonio, siempre que éstos últimos se usen en la proporción necesaria y que el fenol tenga libres las correspondientes posiciones. Si todas las posiciones orto y para están ocupadas, en aminos o fenoles, no hay copulación de ninguna clase.

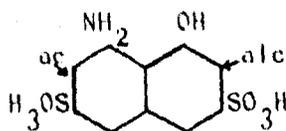
Las copulaciones en la serie del naftaleno son de especial interés desde el punto de vista teórico y práctico: - un grupo amino o fenólico en posición 1 dirigen preferentemente a posición 4, si ésta está ocupada dirigen a 2, y si en las posiciones 3 ó 5 existe un radical sulfónico, también dirigen a 2, aunque se encuentre libre 4, grupos sulfónicos en posiciones 2, 6, 7 u 8, no impiden la copulación en 4 como preferente. La presencia de grupos amino y fenólicos simultáneamente en la molécula dá lugar a una serie variada de combinaciones, permitiendo obtener monoazoicos isómeros. - Tres tipos diferentes, en cuanto a éstas posibilidades están representados por el ácido cromotrópico, el gamma y el II:



Acido Cromotrópico



Acido Gamma



Acido II

El ácido cromotrópico puede copular con una molécula con dos moles de diazoicos iguales o diferentes, pero siempre en la misma reacción alcalina.

El ácido gamma sólo puede copular con una molécula de diazoico y según sea el medio ácido o alcalino resultarán isómeros diferentes.

El ácido H, al igual que el gamma, puede copular con un diazoico, obteniéndose dos isómeros, ya sea que se acople en medio ácido o alcalino.

Es muy difícil establecer una clasificación clara de los numerosos colorantes azoicos conocidos y empleados, la más usada es la que se basa en el número de grupos azo presentes en la molécula; en base a ésta tendremos: colorantes monoazoicos, diazoicos, triazoicos y tetrazoicos, siendo éstos dos últimos grupos bastante raros.

Colorantes Antraquinónicos.

Los colorantes antraquinónicos tienen como grupo cromóforo el grupo quinoide:

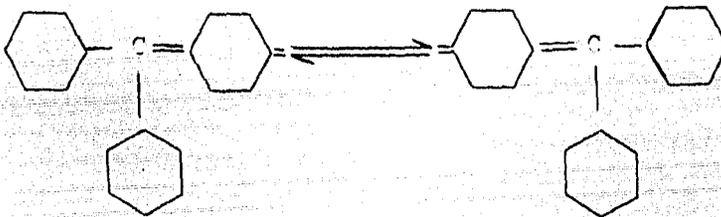


Estos colorantes derivados de la antraquinona y de otras quinonas aromáticas policíclicas análogas son de gran importancia. Pertenecen a este grupo muchos de los colorantes sólidos a la luz conocidos.

Para su elaboración intervienen reacciones de condensación, bromación, oxidación, sulfonación, etc.

Colorantes del Trifenil Metano

Estos colorantes se caracterizan por el cromóforo:



(2)

Este cromóforo se estabiliza por resonancia. Este grupo de colorantes figura entre los que presentan más brillo e intensidad, pero generalmente no poseen buena solidez a la luz.

Las reacciones que intervienen en su elaboración son:

condensaciones, oxidaciones, etc.

Existen otros grupos de colorantes como los del difenil metano, del xanteno, ftalocianinas, etc., que debido a su poca importancia comercial no mencionaremos.

Clasificación de los Colorantes de acuerdo a su aplicación sobre la fibra.

De acuerdo a la aplicación de los colorantes sobre la fibra, se clasifican en:

- Ácidos.
- Básicos
- Azoicos
- Directos
- Al Azufre
- De Oxidación.
- Solventes
- Tinta
- Reactivos
- Mordentes y
- DISPERSOS.

Los colorantes ácidos son solubles en agua, su carácter es - aniónico, y son aplicados a fibras textiles tales como lana, seda, nylon y fibras acrílicas en baños ácidos y neutros.

Como los colorantes básicos fueron inicialmente desarrolla-- dos para fibras celulósicas, y en éstas no daban una solidez a la luz adecuada, fueron relegados hasta el descubrimiento de las fibras acrílicas en las cuales se obtienen excelentes resultados.

También se usan bastante para teñir papel, como colo-- rantes biológicos y en la fabricación de tintas.

Los colorantes azoicos son llamados así porque se - forman por copulación azoica sobre la fibra. El principio bá-- sico de su aplicación es la introducción de los dos componen-- tes en forma soluble dentro de la fibra, y la variación de - las condiciones para que la copulación ocurra.

Su principal aplicación es sobre fibras celulósicas-- y presentan una gran solidez a los tratamientos húmedos.

Los colorantes directos son colorantes aniónicos sus-- tantivos a la celulosa cuando se aplican en un baño acuoso -

en presencia de un electrolito.

Estos colorantes son ampliamente utilizados en la tintura de fibras celulósicas, son muy numerosos y presentan la posibilidad de obtener una amplia variedad de matices de muy diversas solidez.

Los colorantes al Azufre se aplican usualmente a las fibras celulósicas presentando una buena solidez al lavado. Se presentan en el mercado en forma insoluble en agua, por lo que para poder ser aplicados son solubilizados por medio de una reducción con sulfuro de sodio.

Los colorantes de oxidación se producen en las fibras textiles por impregnación de diversos materiales que reaccionan por condensación y oxidación en el seno de las fibras impartiendo coloración.

A los colorantes solventes los caracteriza su solubilidad en solventes orgánicos.

Algunos de ellos se incorporan directamente al producto que se va a colorear. Sus aplicaciones son sumamente variadas: coloración de barnices, de tintas para madera, delacas transparentes de nitrocelulosa, de tintas de rotogravado, cintas para máquina de escribir, para acabados especiales en cuero, etc.

Los colorantes tina, como los colorantes al azufre, también son insolubles en agua, convirtiéndose en su forma soluble por una reducción alcalina con hidrosulfito de sodio,

son adsorbidos por la fibra, y se fijan posteriormente por oxidación. Este grupo comprende una amplia gama de productos que proporcionan numerosos matices con el más alto grado de solidez a la luz, al lavado y al blanqueo. Su empleo resulta caro por lo que sólo se usan en trabajos que requieran una alta calidad.

Los colorantes reactivos forman un enlace químico entre el grupo reactivo del colorante y los oxhidrilos de la celulosa, siendo ésta unión irreversible.

La molécula de éstos colorantes está formada por dos partes: una de ellas constituye el grupo cromógeno, y la otra el grupo reactivo, cuya finalidad es la de reaccionar con la fibra. Los tonos obtenidos presentan altas solidesces, matices brillantes y una amplia gama de tonalidades.

A los colorantes mordentes se les puede considerar como derivados de los colorantes ácidos, y son llamados así, porque en presencia de sales metálicas forman una laca. Para que ésta laca pueda ser utilizada como colorante, es necesario que al ser adsorbida por la fibra, quede fija en forma estable y fija a su vez al colorante, es decir, que actué como mordente. Como los matices obtenidos al teñir son un poco apagados, su uso se ha visto disminuido.

Como el presente trabajo es el Anteproyecto de una Fábrica de Colorantes Dispersos, a continuación hablaremos sobre éstos más ampliamente.

COLORANTES DISPERSOS.

Los colorantes dispersos son aquellos que siendo sustancialmente insolubles en agua, tienen afinidad por ciertas fibras hidrófobas tales como acetato de celulosa, nylon, poliéster, etc.

Breve reseña histórica.

Alrededor de 1920, año en que se comienza a fabricar comercialmente la fibra de acetato de celulosa, se encontró que ésta poseía propiedades diferentes a las otras fibras - hasta entonces conocidas.

Su característica más particular era su eminente carácter hidrófobo, el cual frente a los colorantes acuosolubles hasta entonces conocidos, daba un comportamiento poco satisfactorio.

Esta razón crea la necesidad de encontrar colorantes especiales para ésta fibra.

La British Dyestuffs Corporation introduce en 1922, el primer tipo de colorantes especiales para el acetato de celulosa, llamados "lonaminas".

Estos colorantes eran solubilizados temporalmente introduciendo en el baño de tintura grupos sulfónicos, quedando bases libres insolubles, las cuales eran adsorbidas por la fibra.

Pronto fue descubierto que aquella solubilización -

temporal era innecesaria si se introducía el colorante dentro del baño de tintura en forma de dispersión, formada principalmente por agua y compuestos insolubles que contenían grupos azo, difenil amina y antraquinona.

Estas dispersiones primitivas eran producidas por mollienda del colorante en solución con un solvente o aceite sulfonado, seguida de una precipitación en presencia de jabón.

El desarrollo de técnicas más elaboradas, como la invención de molinos de bolas y de arena, y el uso de agentes dispersantes de mayor efectividad, produjo dispersiones de mejor calidad. Los primeros colorantes dispersos eran vendidos en forma de pastas, las cuales sufrían asentamientos que eran corregidos agregando agentes dispersantes en el momento que se preparaban los baños de tintura ⁽³⁾. En la actualidad se consiguen concentrados "líquidos" de calidad, con muy pocos problemas de asentamientos, presentando tamaños de partículas más pequeños que las primeras dispersiones de la década de los 20s.

Inicialmente éstos colorantes fueron conocidos por nombres tan variados como: colorantes del acetato, colorantes dispersados, colorantes dispersados del acetato y colorantes en dispersión.

El nombre actual de colorantes dispersos es universal y fue introducido en 1951. Su definición es la siguiente: "Los colorantes dispersos son sustancias insolubles en agua que tienen afinidad por una o más fibras hidrófobas, tales -

como el acetato de celulosa, nylon y poliéster, y se aplican usualmente en forma de finas dispersiones acuosas". (3)

En México se comienzan a fabricar a mediados de la década de los 60s, y su producción es cada vez mayor.

Química de los Colorantes Dispersos.

La mayoría de los colorantes dispersos son azos o antrquinónicos.

Los grupos de adición para cambiar el matiz, son generalmente grupos amino o amino sustituidos, oxhidrilos, halógenos, nitro, sulfonamido, etc. Todos éstos grupos profundizan e intensifican el matiz, es decir, actúan como auxocromos.

En el siguiente cuadro se muestran dos colorantes dispersos, de acuerdo a su naturaleza química y sus usos:

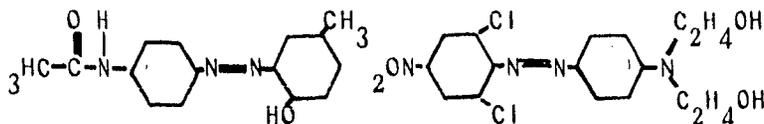
FAMILIAS

ACETATO/TRIACETATO

POLIESTER

/NYLON

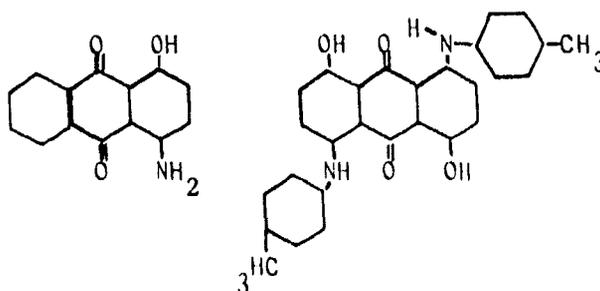
Azos



Amarillo disp. 3

Naranja disp. 5.

Antraquinónicos



Rojo disp. 5

Azul disp. 70

Fuente (4)

La naturaleza y magnitud de los cambios de colorido que se esperan por sustituciones en la molécula, es conocida por los químicos de investigación de colorantes, y sus conocimientos son aplicados continuamente en el desarrollo de nuevos y mejores grupos moleculares. El grado de matices es fácilmente predecible, aunque la verdadera evaluación se verifica en el teñido, y es cuando se comprueba si los trabajos de investigación concordaron con las predicciones teóricas. La selección de grupos de sustitución debe ser perfectamente balanceada, entre el efecto del comportamiento tintóreo y las propiedades de solidez requeridas.

Una de las mayores ventajas en el campo físico-químico es que los dos grupos cromóforos (azo y antraquinona), se complementan para dar una gama casi completa de colores: amarillos verdosos, amarillos, naranjas, rojos, violetas, azules rojizos y verdosos; hay muy pocos componentes verdes y los negros son obtenidos casi exclusivamente mediante mezclas.

Propiedades Físicas de las Dispersiones.

Como ya se mencionó, los colorantes dispersos son básicamente insolubles en agua, pero son capaces de disolverse en ciertas fibras hidrófobas tales como el acetato de celulosa, nylon, triacetato de celulosa, poliéster, etc.

La teoría más aceptada sobre la tintura de éstas fibras sintéticas puede ser expresada como la introducción de un colorante insoluble, finamente dispersado que pasa a la fibra y forma con ésta una solución sólida, en la que la fibra funciona como disolvente orgánico. (2)

El desarrollo de nuevas fibras, principalmente el poliéster, que tanto auge ha tenido en los últimos años, hizo necesario el establecimiento de nuevas técnicas de tintura, para poder utilizar las materias colorantes sobre de éstas fibras de carácter más hidrófobo aún; éstas fueron la adición de sustancias auxiliares llamadas "carriers", las cuales hinchan la fibra y provocan una más fácil penetración de las partículas del colorante.

Los colorantes usados para teñir el acetato de celu-

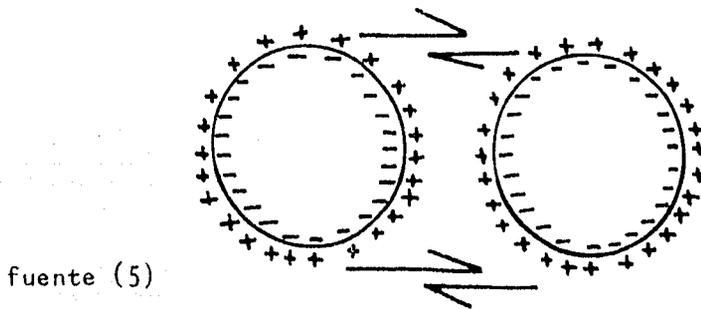
losa son de tamaño molecular relativamente pequeño, y como ésta fibra debe teñirse a temperaturas moderadas por las limitaciones propias de la fibra, principalmente por la estabilidad térmica, deben escogerse para su tintura, colorantes cuyas moléculas sean fácilmente difundidas en el baño de tintura.

Para el teñido del poliéster se han desarrollado colorantes dispersos de mayor tamaño molecular que presentan mayor dificultad para ser introducidos en la fibra, razón por la que, el proceso inverso de removerlos de ésta, es más difícil, y es por ésto que las telas a las cuales se les han aplicado colorantes de éste tipo, reúnen características tecnológicas muy importantes en operaciones subsiguientes como: termofijado, planchado permanente, etc.

Un colorante disperso con aplicación comercial, consta básicamente de dos partes: una pigmentaria finamente dispersada y un agente dispersante (con propiedades tensoactivas), que ayuda a la reducción del tamaño y protección de la partícula del colorante, de tal forma que no permita la unión de ellas, aún en las condiciones más adversas.

Una dispersión es un sistema termodinámicamente inestable, que no está en equilibrio, y tiende a alcanzarlo de dos formas: entrando en solución o precipitando. La primera no es posible debido a la baja solubilidad de los colorantes en sí, y la segunda es impedida por la presencia de agentes dispersantes.

Los agentes dispersantes usados, son de tipo aniónico, resultando una carga eléctrica positiva en la superficie de la partícula de color, debido a la absorción del dispersante aniónico como se muestra en la figura siguiente:



Las cargas son iguales, por lo tanto las partículas se rechazan, evitando así la aglomeración.

La magnitud de la carga puede medirse con un potencial "Z", (5) el sistema que tenga un potencial "Z" mayor, tendrá una mayor estabilidad a la dispersión.

Generalmente las dispersiones de los colorantes comerciales tienen potenciales del orden de 30 a 80 milivoltios.

El colorante disperso, durante el proceso de tintura, a pesar de tener un tamaño de partícula pequeño, puede sufrir alteraciones que ocasionen problemas serios.

En el siguiente esquema se muestran las formas físicas que los colorantes dispersos asumen durante el proceso de tintura. Todo colorante en la medida que sea posible, de-

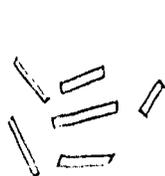
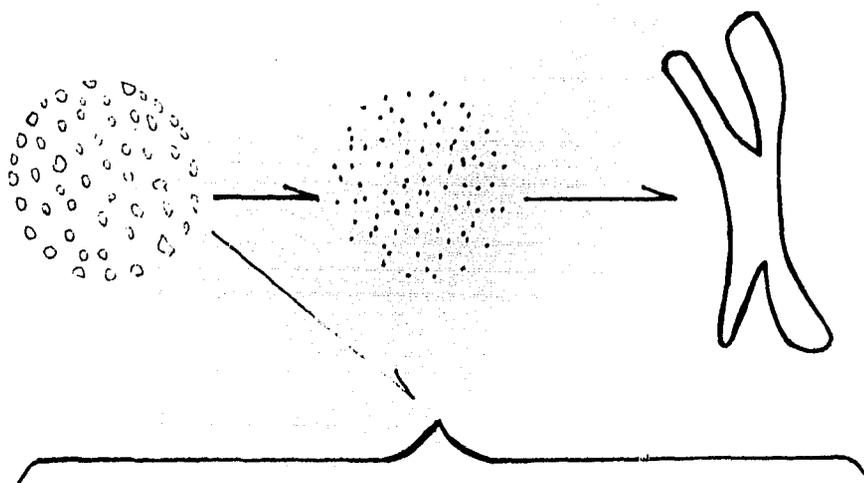
be ser convertido directamente de la dispersión fina original a la forma molecular disuelta para difundirse dentro de la fibra, sin ningún cambio físico aparente.

Partículas en:

Dispersión

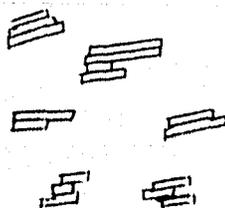
Solución

Tintura

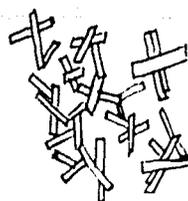


Crecimiento

Fuente (5)



Agregación



Aglomeración

Cuando el colorante se encuentra subiendo a la fibra, proceso conocido como agotamiento, se convierte continuamente a la forma molecular disuelta, hasta que se alcanza el equilibrio.

Los dispersantes más usados son los lignosulfonatos de sodio, en su mayoría polímeros de pesos moleculares elevados que proporcionan la mayor eficiencia al costo más aceptable posible.

La tecnología de molienda actual y la calidad de los agentes dispersantes, hacen que, normalmente, no se encuentren dificultades con los colorantes dispersos existentes, - en el mercado."

III.- FABRICACION DE COLORANTES DISPERSOS.

MATERIAS PRIMAS.

Las materias primas para la fabricación de colorantes son principalmente los hidrocarburos aromáticos: benceno, tolueno, naftaleno, antraceno, y otros. Antiguamente, estos hidrocarburos aromáticos procedían casi exclusivamente de la destilación del alquitrán de hulla, pero en años recientes, se obtienen cantidades crecientes de ellos, especialmente de benceno y tolueno, a partir del petróleo y del gas natural.

Las materias primas arriba mencionadas, no son casi nunca aplicadas directamente en la síntesis de los colorantes, sino que es necesario convertirlas previamente en una serie de derivados, que a su vez, son quienes intervienen en la fabricación de aquéllos. Estos derivados reciben el nombre genérico de intermedios. Pueden obtenerse por medio de reacciones tales como nitración, reducción, sulfonación, halogenación, oxidación, condensación, etc. La mayor parte de éstas reacciones conducen a la formación de hidrocarburos sustituidos que poseen naturaleza funcional, esto es, que contienen grupos capaces de experimentar ulteriores reacciones químicas.

El número de productos intermedios de que se dispone actualmente es muy grande, y la tecnología de su fabricación constituye una parte muy importante de la química orgánica industrial.

Los fabricantes nacionales de colorantes, constantemente están aumentando el número de productos intermedios elaborados por ellos mismos, por un lado, con el objeto de lograr una mayor integración de sus manufacturas, y por el otro, por depender menos de suministros cada vez más difíciles de obtener, de productos de escasez mundial.

Este es un campo con grandes perspectivas de desarrollo pero, también representa grandes problemas debido a la sofisticación de los procesos empleados, así como de las grandes inversiones requeridas.

Debido a su toxicidad, el manejo de éstos materiales debe ser cuidadoso, su almacenamiento es relativamente sencillo, ya que sólo requieren estar en recipientes bien tapados y en lugares frescos y secos.

Antes de ser usadas deben ser analizadas, para determinar su pureza. Esta determinación puede hacerse por análisis químico, cromatográfico, por espectrocolorimetría, por medición de densidades, etc. Es necesario escoger para cada materia prima, el tipo de análisis adecuado.

La exactitud de los resultados cobra interés, si se piensa en el riesgo que se corre al utilizar una materia prima, cuyo análisis sea parcialmente correcto o erróneo.

FABRICACION.

En la fabricación de los colorantes dispersos, intervienen dos pasos fundamentales: el primero es la obtención -

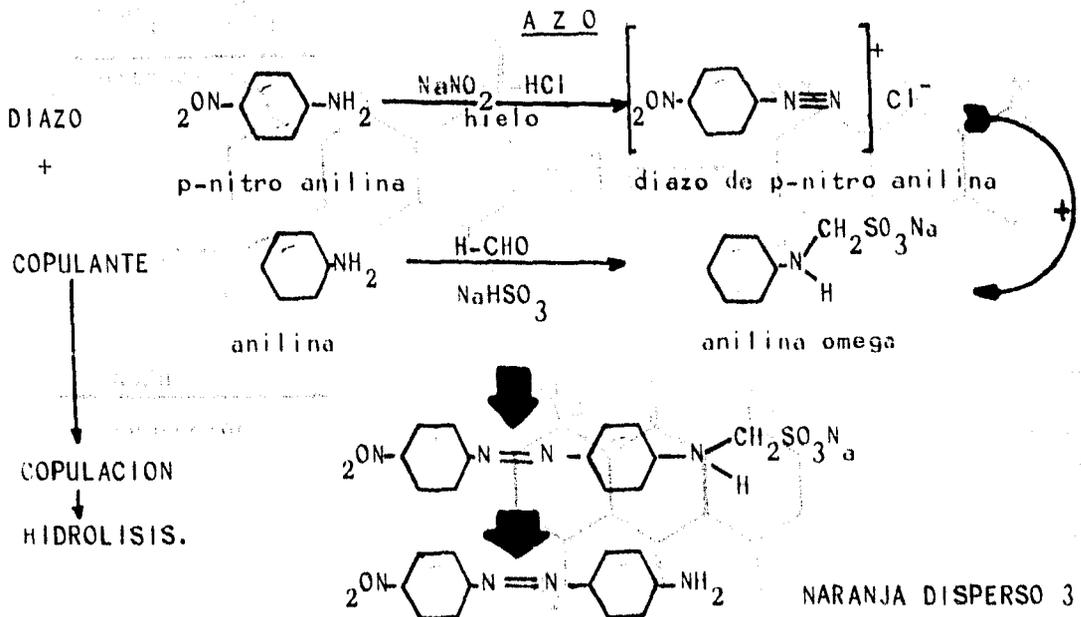
ANTRAQUINONICO

del colorante insoluble en agua, mediante reacciones químicas, con un grado de pureza y calidad adecuados; y en el segundo se realiza la dispersión física del colorante insoluble, por la molienda conjunta con un agente dispersante.

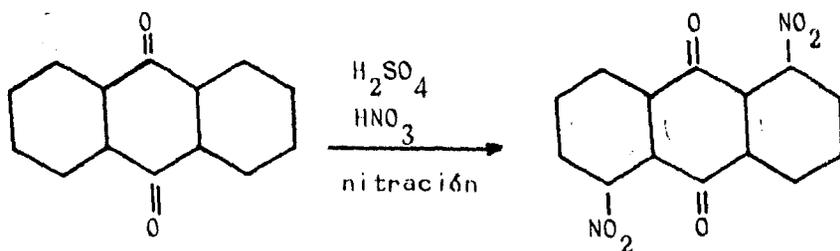
En la obtención de colorantes dispersos tipo azo, intervienen reacciones de diazoción, copulación y en algunos casos reacciones de condensación e hidrólisis.

En los tipo Antraquinona, intervienen principalmente reacciones de nitración, halogenación, condensación, etc.

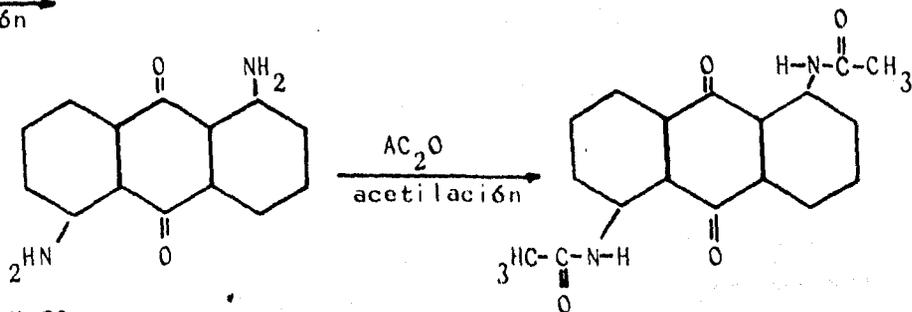
A manera de ejemplo, se presentan esquemáticamente las síntesis químicas de dos colorantes dispersos, uno azo y otro antraquinónico.



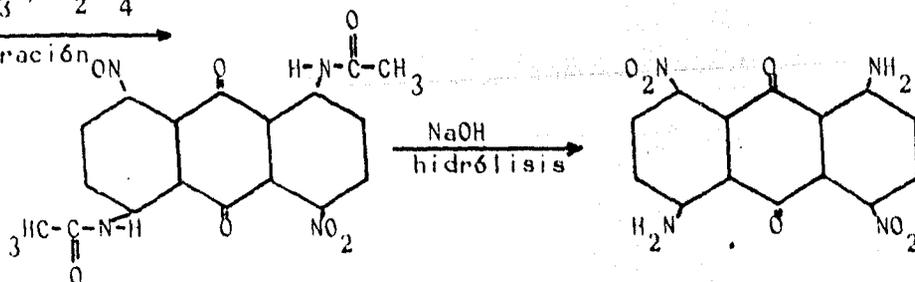
ANTRAQUINONICO



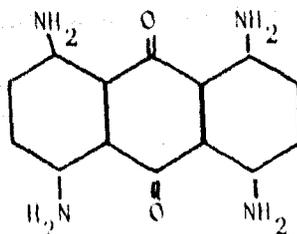
NaSH
 reducción



$\text{HNO}_3 / \text{H}_2\text{SO}_4$
 nitración



NaSH
 reducción



AZUL DISPERSO 1

En éste primer paso, o sea la obtención química del colorante, se controlan las diferentes etapas del proceso por medio de reacciones químicas que nos van indicando tanto el desarrollo progresivo como la terminación de la diazoción y de la copulación.

También se controlan cuidadosamente los factores importantes que en ellas intervienen, como son pH, temperaturas y volúmenes de los baños, etc. Cuando el colorante ha sido formado, se muestrea para determinar en el laboratorio si posee las cualidades de tono, concentración y una buena cristalización; se considera que la cristalización es adecuada, cuando además de ser de fácil filtración, poseen una forma estable y se dejan moler en forma más o menos rápida.

Cuando no es así, es posible mejorarla por cambios, bien sea en los volúmenes, pH, temperaturas de los baños finales, etc. De ser satisfactorios los resultados obtenidos, se procede a la filtración, soplado y lavado del colorante.

El producto obtenido hasta éste punto, es un colorante puro, el cual en esa forma no tiene propiedades adecuadas para la aplicación textil. Es necesario un reproceso físico a base de dispersión, hasta obtener un tamaño de partícula fino y uniforme.

Dispersión

De acuerdo con una de las teorías de la tintura, la partícula del colorante, debe ser lo suficientemente pequeña,

para penetrar por los poros de la fibra y difundirse a través de ella; si atendemos a la idea de que la partícula del colorante realmente se solubiliza justo al entrar en la fibra, podemos pensar, que mientras más pequeña sea ésta, mayor facilidad tendrá de solubilizarse a la temperatura de tintura. En éste punto, los cristales deben de molerse con agentes dispersantes, hasta tamaños de partícula de 1 a 5 micras, lo cual se evalúa por medio de un microscopio con ocular reticulado.

Medida de la dispersión.

Aunque cada fabricante tiene sus propios métodos de medición, se ha generalizado el método propuesto por la "American Association of Textile Chemists and Colorist", (AATCC), que consiste en: pesar 2 g de polvo del colorante, dispersarlo en 200 ml de agua, ajustar el pH a 4.5 calentar a 71°C, luego pasarlo a través de un papel filtro Whatman # 2 y luego sobre uno # 4, controlando la presión de vacío y manteniéndola siempre constante. Se cronometra el tiempo de paso y se guarda el papel para observaciones posteriores.

La clasificación es la siguiente:

Clase A,	si el tiempo de filtración está entre	0 y	24"
B,	" "	" "	25 y 49"
C,	" "	" "	50 y 75"
D,	" "	" "	76 y 120"
E,	" "	" "	en más de 120"

Por los residuos dejados sobre el papel filtro:

Clase 5: Absolutamente ningún residuo.

Clase 1: El residuo dejado es abundante.

Los valores 4, 3 y 2 se interpolan entre 1 y 5.
fuente (5).

Con éstos datos se puede clasificar el colorante dig
perso de la siguiente manera:

F = Clase A, B, C, D y E. (tiempo de filtración)

R = Clase 5, 4, 3, 2 y 1. (residuo)

Ejemplo: $P=B - R_4$

Tiempo de filtración: de 25 a 49 segundos

Residuo: Algo peor que excelente.

Lo ideal es que salga clase A, y el residuo dejado -
en el papel sea el mínimo. (5)

Recientemente se han adoptado nuevas técnicas para -
la medición del tamaño de la partícula durante la molienda, -
permitiendo el estudio un poco más profundo del efecto de -
los dispersantes en los tiempos de molienda para cada colo--
rante en particular, factor muy importante para un fabrican-
te de colorantes.

Los tiempos de molienda no solamente están relaciona
dos con la calidad del dispersante, sino de forma más direc-
ta con su cantidad, es decir, algunos colorantes requieren -
pequeñas cantidades de dispersantes para obtener una rápida-
reducción de tamaño de sus partículas, mientras que otros ne

cesitan la totalidad de la cantidad de dispersante necesario para llevarlos a una concentración estándar.

Se considera que las cantidades de agentes dispersantes presentes durante el proceso de molienda tienen un margen de entre 25 y 75% del peso total del colorante, dependiendo del tipo de éste.

Otros factores que influyen en el tiempo de molienda son el pH y la temperatura. Ciertos colorantes se muelen mejor a un pH específico, otros se muelen mejor a temperaturas elevadas o bajo ciertas condiciones variables. Es necesario determinar estas condiciones variables, sobre la marcha y en cada caso en particular.

Cuando una muestra procedente del departamento de dispersión es aprobada en todas sus propiedades, se continúa en el proceso de terminación.

Terminación de un colorante Disperso. Secado. Molienda y Estandarizado.

Si el colorante vá a ser surtido en forma de pasta, de la dispersión pasa directamente al estandarizado, pero si vá a ser en forma de polvo, que es el caso más común, el colorante es secado, molido y posteriormente estandarizado.

Durante el estandarizado el colorante es sometido a pruebas definitivas de tono, concentración y rendimiento por tinturas sobre acetato y poliéster. Si el colorante vá a ser utilizado para estampe, se estampa sobre poliéster, utilizan

do diferentes métodos.

Además de la dispersabilidad también se les determina: su estabilidad a altas temperaturas, sensibilidad a cambios de pH (de 2 a 8), la sublimación, solidez al lavado, - luz sudor y frote, compatibilidad con otros colorantes, la - sensibilidad a tratamientos posteriores con resina, su reserva a otras fibras, etc. (2)

La concentración deseada se ajusta por la adición de diversos productos auxiliares necesarios para obtener el colorante con la mejor calidad posible constante. La uniformidad a un solo tono y la concentración constante entre partida y partida, es la cualidad más importante para el usuario del colorante.

Los productos auxiliares empleados en la estandarización deberán ser estudiados previamente en el laboratorio de control, mediante pruebas preliminares de las cualidades del colorante, al adicionar, a escala laboratorio, diferentes - sustancias que suponemos deben favorecernos en nuestras propiedades finales. Estas pruebas deberán realizarse con cada lote del colorante, para evitar sorpresas desagradables, como pueden ser: pérdida de la solubilidad por adición de un - producto no idóneo, formación de un producto altamente hi - groscópico, o de uno sumamente volátil que ocasionará contaminación ambiental y manchado de los artículos vecinos.

La muestra final vendrá a constituir la muestra definitiva del lote sobre la cual se determinan las propiedades-

finales del colorante en cuestión. Estos resultados se controlan mediante un cuidadoso registro que permitirá saber en determinado momento, las condiciones en que está o estuvo el lote, no importando el tiempo que haya pasado desde su terminación; éste registro constituye la historia de cada colorante desde que por primera vez fue fabricado en la planta.

Ya que el colorante ha sido aprobado, pasa a envasado, generalmente en tambores que son rotulados, y finalmente se almacena, quedando así, listo para su venta.

CONDICIONES DE ELABORACION.

La multiplicidad de reacciones empleadas en la fabricación de los colorantes dispersos, y la naturaleza delicada de muchas de las operaciones a realizar, exigen que todos los procesos estén bien programados o planeados y que se lleven a cabo bajo un control riguroso, tal es el caso, por ejemplo, de la bromación, que es un proceso inherentemente peligroso. Es por ello que en toda fábrica de colorantes existe una rigurosa supervisión efectuada por personal técnico especializado.

El equipo necesario para la fabricación de colorantes es muy variado. Reacciones como la sulfonación exigen recipientes resistentes a la corrosión, para lo cual se emplean materiales como fundición o planchas vidriadas o esmaltadas. Es frecuente el uso de reactores ya sean de acero inoxidable o vidriados, cuando se necesita elevar la temperatura por arriba del punto de ebullición, o si se quiere evitar la acon

taminación del medio ambiente con vapores, o para evitar la oxidación por la reacción, mantener una atmósfera inerte de CO_2 o N_2 , etc.

Las condiciones de elaboración, bien sea que se establezcan por el desarrollo de un nuevo proceso, o que estén debidamente establecidas por su uso previo, deben ser comprobadas antes de iniciar cada campaña de un colorante. Estas pruebas son realizadas en una planta piloto precisamente por el técnico que vá a procesar el colorante en la planta; éste tiene por objeto que observe el comportamiento de las materias primas que vá a usar posteriormente, y que le permitirá más adelante, corregir cualquier anomalía que se le pudiera presentar.

La muestra o muestras obtenidas de ésta forma, son enviadas al laboratorio de control de colorantes, en donde son sometidas a diferentes pruebas que permitirán comprobar si poseen las propiedades que supuestamente, deben tener, considerando al colorante de que se trate, además de determinar si el rendimiento es el adecuado.

Una vez aprobadas éstas muestras, y por consiguiente, las materias primas y las condiciones de elaboración, se estará en posibilidades de empezar una campaña a escala industrial. Es necesario aclarar que a causa de la enorme variedad de colorantes que se fabrican, muchas veces en cantidades limitadas, la mayor parte de ellos se elaboran en campañas pequeñas aisladas; solo algunos de ellos cuya demanda es mayor, pueden fabricarse de un modo continuo, con una decidi

da ventaja económica. Cuando la campaña de elaboración en continuo, no es justificable, se llevan las operaciones unitarias al máximo de volumen práctico, para reducir a un mínimo las pérdidas de producto y los costos de operación.

Entre las condiciones de elaboración que deben quedar sujetas a un estricto control, están: la temperatura, el pH y los volúmenes de los baños.

El control de la temperatura es importante, ya que, si por ejemplo se está fabricando un colorante disperso del tipo azo, el primer paso es la diazoación que se lleva a cabo a temperaturas que oscilan entre 0 y 5°C. Si suponemos que por falta de hielo en el tanque de reacción se eleva la temperatura por encima de los límites de seguridad, esto ocasionará la descomposición del diazo, acarrearando como consecuencia, una variación en el tono, la concentración y el rendimiento.

En cuanto al control del pH, es importante ya que, dependiendo de éste, las copulaciones se llevan a cabo en una o en otra posición u orientación de la molécula, originando colores diferentes de acuerdo a donde se haya llevado a cabo; entonces si no se ha efectuado un control adecuado del pH y éste ha sufrido fluctuaciones grandes durante la reacción, se obtienen mezclas de colores, completamente fuera de especificaciones, que no servirán para la venta.

El control de los volúmenes adecuados, al igual que los dos anteriores, también es importante, ya que afecta - -

principalmente a las cristalizaciones y separaciones de los colorantes.

Ilustraremos ésto con un ejemplo:

supongamos que estamos fabricando un colorante, el cual cuando está bien hecho, presenta un tono rosado limpio y brillante. Se recibe una muestra en el laboratorio de control de colorantes, proceden de la cuba o tanque final de separación, y se observa después de evaluarlo, que presenta un tono sucio azulado y aparentemente un rendimiento superior al esperado. Es obvio que éste producto no va a servir, ya que se encuentra fuera de especificaciones, por lo tanto se le hacen pruebas en el laboratorio, tratanto de localizar la falla y corregirla. Así, se encuentra que si se aumenta el volumen de separación, se corrige tanto el tono como la concentración, ésto se debe, probablemente, a que se disolvió el exceso de sal o de algún otro componente, que erróneamente se había agregado, o a que el volumen era menor que el necesario.

Tampoco es recomendable un exceso de volumen, ésto lo ilustraremos usando el ejemplo anterior, pero ahora el colorante presenta un tono limpio y correcto, pero el rendimiento es más bajo que el esperado. Este producto tampoco sirve ya que resulta demasiado caro por el bajo rendimiento obtenido. Posiblemente ésto se debe a una separación defectuosa del colorante, motivada por un exceso de solvente en la cuba, lo cual está ocasionando su pérdida en la filtración; después de realizar pruebas en el laboratorio se en-

cuenta que si se agrega más sal (por ejemplo), se compensa el exceso de volumen y se corrige el bajo rendimiento consiguiendo tonos y concentración más cercanos al estándar (2).

El control a efectuar en una fábrica de colorantes dispersos es tan variado, como lo sea el número de colorantes que se fabriquen en ella, y en función de los requerimientos del cliente. La meta de cualquier industria manufacturera, es la de lograr los máximos beneficios en la venta de los productos que elabora, ésto implica la necesidad de minimizar los costos de producción, lo cual puede ser alcanzado por un control estricto y adecuado de las materias primas que intervienen, de las condiciones de elaboración y de las propiedades que debe tener el producto en las diferentes etapas de su fabricación.

IV.- P L A N T A D E P R O C E S O.

LOCALIZACION Y DETERMINACION DE LA CAPACIDAD DE LA PLANTA.

Considerando los diversos factores que intervienen en la localización de la Planta, tales como la cercanía y disponibilidad de materias primas, mercados, disponibilidad de agua y energía, vías de comunicación, naturaleza del proceso, clima, etc., se encontró que un lugar adecuado para establecer la nueva planta sería en Cuautitlán Izcalli, Edo. de México; ya que tanto las industrias proveedoras de materias primas, como la mayor parte de las consumidoras, se encuentran dentro del Distrito Federal o en el área Metropolitana; por lo tanto, el transporte y manejo se simplificaría colocando la planta lo más cercana posible a la ciudad y dentro de una zona industrial que cuenta además, con buenas vías de comunicación, energía eléctrica, agua, drenaje y otros servicios convenientes, y con un clima templado subhúmedo y una temperatura media de 17°C., que no presentaría problema alguno para los procesos normales de fabricación.

Determinación de la Capacidad.

La capacidad actual de la planta es de 300 toneladas anuales, pero debido a la enorme demanda, que existe actualmente y se espera tener en un futuro cercano, se ha pensado aumentar la capacidad a 715 toneladas anuales, quedando abierta la posibilidad de aumentar, más adelante, aún más esa capacidad.

EQUIPO NECESARIO EN EL AREA DE PROCESO DE LA PLANTA.

El área de proceso de la planta consta de las siguientes secciones:

I Reacción, Precipitación y Filtración.

II Dispersión.

III Terminación del Producto:

Secado.

Molienda en Seco y

Estandarizado

Envasado, Rotulación y almacenaje.

La secuencia del proceso puede verse en el siguiente diagrama.

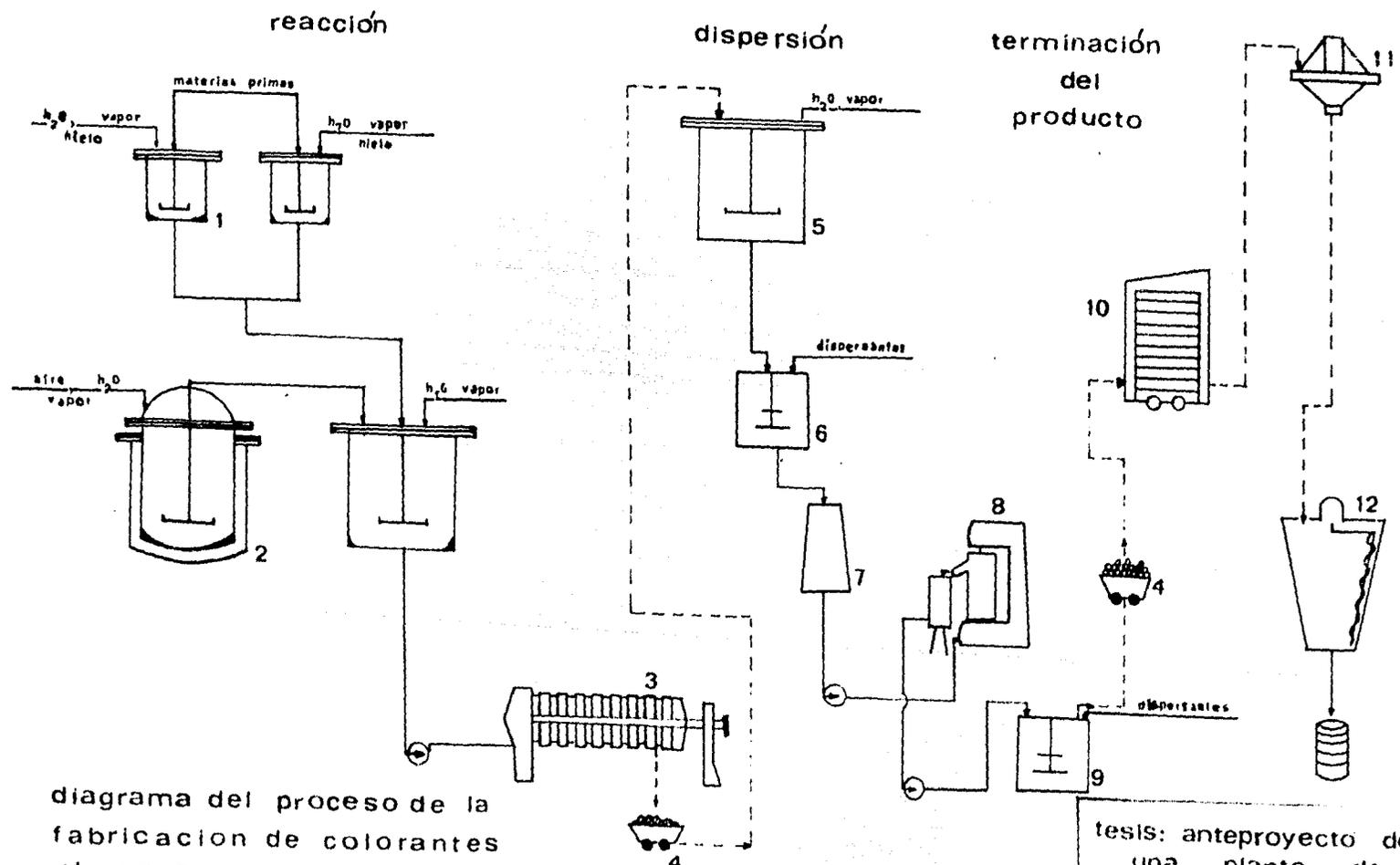


diagrama del proceso de la fabricación de colorantes dispersos

tesis: anteproyecto de una planta de colorantes dispersos esc: sin., flavia e. ocaña c.

I Area de Reacción, Precipitación y Filtración.

En ésta área se llevan a cabo los siguientes procesos:

- 1.- Disolución o suspensión de las materias primas, éstas se llevarán a cabo en los tanques marcados con el número 1- en el diagrama de flujo.
- 2.- Las reacciones que darán origen a la formación química del colorante, tales como diazocaciones, las cuales se llevarán a cabo en tanques o reactores como los marcados con el número 1.
- 3.- Reacciones químicas de terminación, tales como copulaciones, condensaciones, halogenaciones, oxidaciones, reducciones, hidrólisis, etc., se efectuarán en los tanques o reactores # 2.
- 4.- La formación química del colorante, la cual se hará en cubas # 2. Como los colorantes dispersos cristalizan al formarse, solo hay que llevar un control adecuado de las condiciones de reacción.

Ya que el colorante se ha formado, se procede a la separación de éste de sus aguas madres por filtración. Para esto se usa un filtro Prensa (3).

Al terminar ésta operación, se pasa aire a través del filtro, con el objeto de eliminar la mayor cantidad posible del líquido de las aguas madres. Las tortas de pasta del colorante se desprenden de los marcos, y se vacía en tinajas de descarga (4), en las cuales es llevado a la zona de dis-

persión.

Hasta éste momento, se ha obtenido el colorante químicamente hablando, sin embargo éste carece de valor comercial por lo que pasa a la siguiente sección, en donde recibirá el tratamiento físico necesario.

II Dispersión.

La dispersión del colorante se logra por molienda, o sea que el corazón de ésta sección es el Molino de Dispersión (8), sin embargo, el colorante requiere de otras operaciones anteriores que facilitarán ésta.

Al llegar el colorante a la zona de dispersión, es recibido en tanques con agitación (5), en donde es disuelto y estudiado para determinar el tipo de cristal que presenta, y el de establecer una fórmula de dispersión (% de agentes dispersantes y colorante) adecuada. Si el colorante lo permite, en algunas ocasiones es hervido, para evaporarle la mayor cantidad de agua posible.

Ya que la operación ha sido aprobada y se le ha determinado su fórmula de dispersión, pasará a unos tanques con agitadores de alta potencia (6), en los cuales se le agrega al colorante parte de los agentes dispersantes totales que llevará.

De éstos agitadores pasará a un Pre-dispersador (7), buscando abatir lo más posible los tiempos de molienda.

Molienda de un colorante Disperso.

Existen en el mercado numerosos tipos de aparatos - adecuados para llevar a cabo ésta molienda de las pastas de colorantes dispersos, pero los más usados son los molinos de perlas (8).

Al salir de los molinos de dispersión, en donde se le dan varios pases, debido a la dureza de sus cristales, el colorante es cargado nuevamente a tanques con agitadores de alta potencia (9), en donde se le agregará nuevamente, parte de los agentes dispersantes, con el objeto de proteger las partículas para las operaciones siguientes.

III Terminación del Colorante.

Secado.-

Para ésta operación los secadores más usados son los de charolas (10). El colorante se seca ya que es necesario - eliminar el agua que no fue posible eliminar durante la filtración. Las temperaturas de secado son inferiores a 65°C, y el colorante ya seco, sale de los secadores en forma de terrones.

Molienda en Seco.-

Los terrones del colorante seco son molidos para convertirlos en polvo muy fino, para ésta operación se han escogido molinos de pitones (11). Una vez que el colorante ha sido molido, pasa a ser estandarizado.

Estandarización.-

Para ésta operación se usan revolvedoras cónicas -- (12), llevando el color a un tipo comercialmente establecido, por la adición final de los agentes dispersantes faltantes, quedando el colorante listo para ser envasados, almacenado y finalmente vendido.

SELECCION DEL EQUIPO NECESARIO.

La selección del equipo está fundamentada principalmente en la necesidad de producir en un futuro inmediato 715 toneladas anuales, aproximadamente, de diversos colorantes dispersos.

El programa de fabricación comprende 18 colorantes - de los cuales conocemos la cantidad requerida y su proceso - de elaboración, pero que, por razones de patente, no nos es permitido decir, y los colorantes se presentarían por números progresivos y no por su nombre comercial.

Esta selección de equipo, ha sido enfocada por áreas, debido a la complejidad del proceso.

I Area de Reacción

Como ya fue discutido anteriormente, para ésta sección se necesitan tanques o cubas de reacción, reactores y - filtros prensa.

Abordaremos el problema, observando primero, la clasificación de los colorantes por fabricarse, sus condiciones

de reacción y el equipo necesario para llevar a cabo éstas reacciones; toda ésta información se muestra objetivamente en el siguiente cuadro (# 1) para cada uno de los colorantes.

En el siguiente cuadro (# 2), se presenta el programa de Fabricación que se espera cubrir en un año, con las cantidades de colorantes que se piensan fabricar, los kilogramos de materia prima utilizados, los rendimientos esperados, el No. de operaciones por semana de cada colorante y el No. de semanas al año que se piensan emplear en su elaboración.

Finalmente en el cuadro # 3, se presentan los volúmenes finales por operaciones necesarias para obtener cada colorante.

Cuadro NO. 1

COLOR	CLASIFICACION QUIMICA	REACCIONES QUIMICAS QUE INTERVIENEN EN SU ELABORACION.	CONDICIONES DE REACCION.	EQUIPO EN QUE SE LLEVAN A CABO LAS REACCIONES.
Amarillo 1	Monoazo	A → E	diazo 4°C cop. 8°C	Tanque o cuba abierta.
Amarillo 2	Disazo	A → M → E	diazo 3°C cop. 10°C	Tanque ó cuba abierta.
Amarillo 3	Derivado quinolinico.	Condensación	Medio Acido 196°C	Reactor de Acero Inox.
Amarillo 4	Monoazo	A → E	diazo 0°C cop. 10°C	Tanque ó cuba abierta.
Azul 5	Antraquinónico	Condensación	Medio básico 70°C	Reactor de Acero Inox.
Azul 6	Antraquinónico	Reducción y Bromación.	Medio básico 60°C	Cuba y Reactor Vidriaco.
Azul 7	Monoazo	A → E	diazo 3°C cop. 8°C y 70°C	Reactor Vidriado y Cuba.
Azul 8	Antraquinónico	Condensación	Medio básico 76°C	Reactor de Acero Inox. y Cuba.
Café 9	Monoazo	A → E	diazo 3°C cop. 15°C	Reactor Vidriado y Cuba.
Naranja 10	Monoazo	A → E	diazo 4°C cop. 5°C	Tanques ó cuba abierta.
Rojo 11	Monoazo	A → E	diazo 5°C cop. 10°C 40 y 60	Cubas abiertas
Rojo 12	Monoazo	A → E	diazo 0°C cop. 5°C	Cubas abiertas
Rojo 13	Antraquinónico	Condensación	Medio básico 150 a 155°C	Reactor de Acero Inox. y cuba.
Rojo 14	Monoazo	A → E	diazo -17°C cop. 0°C	Reactor Vidriado y Cuba.
Rojo 15	Monoazo	A → E	"	"
Rojo 16	"	"	"	"
Rojo 17	"	"	"	"
Violeta 18	Antraquinónico	Oxidación	Medio Acido 175°C	Reactor Vidriado y Cuba.

A: Compuesto diazo.

E: Compuesto de copulación, copulado con una molécula de diazo.

M: Amina aromática, la cual después de copularse con un diazo, provee de un grupo amino para diazotaciones posteriores.

COLOR	FABRICACION TOTAL EN TON/AÑO	MATERIA PRIMA KG/AÑO	FACTOR DE RENDIMIENTO	NO. DE OPERACIONES POR SEM.	FABRICACION SEMANAL KG/AÑO	SEM/AÑO
Amarillo 1	40	180	3.3	5	2,970	14
Amarillo 2	25	200	5.8	2	2,300	11
Amarillo 3	50	770	4.3	1	3,300	15
Amarillo 4	15	134	6.2	3	2,500	6
Azul 5	20	680	2.8	2	5,000	4
Azul 6	60	850	3.2 4.0	1 4	2,400	24 25
Azul 7	120	290	7.6	2	4,400	27
Azul 8	120	280	4.4	2	4,260	30
Café 9	10	200	5.0	3	3,000	3.3
Naranja 10	40	70	7.0	3	1,500	27
Rojo 11	40	138	4.0	3	1,650	25
Rojo 12	30	160	5.6	2	1,800	17
Rojo 13	60	1,000	3.0	2	6,000	10
Rojo 14	30	160	16.8	3	8,000	4
Rojo 15	30	183	11.0	2	4,000	8
Rojo 16	10	200	7.0	2	2,800	4
Rojo 17	10	180	4.5	2	1,600	7
Violeta 18	5	300	3.0	2	1,800	3

Fuente: directa.

VOLUMENES FINALES POR COLORACION (L).

COLOR	DISOLUCION DE MATERIAS PRIMAS.	DIAS	RELACIONES FINALES	PERCENTAJE	VALOR
Amarillo 1	2,250	4,000	8,500	---	---
Amarillo 2	2,200	4,500	9,000	---	---
Amarillo 3	---	---	7,000	9,000	11,000
Amarillo 4	2,050	7,000	9,000	---	---
Azul 5	4,500	---	10,000	---	---
Azul 6	2,000	---	5,000 2,000	---	10,000
Azul 7	---	1,500	1,800	15,000	19,000
Azul 8	2,000	---	6,500	9,000	---
Café 9	---	1,800	2,000	15,000	---
Naranja 10	1,900	4,000	5,000	---	---
Rojo 11	2,100	6,000	9,000	---	---
Rojo 12	3,000	3,600	12,000	---	---
Rojo 13	4,000	---	7,900	9,000	11,000
Rojo 14	---	1,900	11,000	---	11,000
Rojo 15	---	1,800	8,500	---	9,000
Rojo 16	---	1,500	8,500	---	9,000
Rojo 17	---	1,900	8,000	---	9,000
Violeta 18	1,500	---	1,800	8,500	9,000

Fuente: Directa.

Después de haber hecho un estudio y análisis de los procesos de elaboración de los 18 colorantes dispersos que se desean fabricar y de los volúmenes finales por operación, (cuadro # 3), se llega a la conclusión que es necesario que los tanques o cubas de racción y los reactores, sean de diferentes capacidades, ya que los volúmenes de las operaciones de cada colorante así son.

En base al análisis de los volúmenes requeridos, por operación, tenemos:

Para la disolución de materia prima.

Los volúmenes en litros, requeridos por colorante son:

2,250

2,200

2,050

4,500

2,000

2,000

1,900

2,100

3,000

4,000

Se observa que a excepción de 4,500, 4,000 y 3,000, - todos los demás giran alrededor de 2,000 L.

Debemos considerar además, que la capacidad real de-

una cuba o tanque de reacción que se piensa agitar, siempre será menor a su capacidad total, para que permita una agitación adecuada sin desparramarse, o un cierto margen por si es necesario agregar cantidades mayores de hielo, agua o solvente, o en el caso de llegar a formarse espuma, evitar que se derrame la reacción.

En vista de ésto, es conveniente que el volumen de carga o capacidad real sea las $3/4$ partes de la capacidad total de la cuba considerada. Por otra parte, la agitación se considera buena hasta $1/4$ de la capacidad total.

Regresando a la disolución de materia prima, se pensaría en cubas de:

Capacidad total L.	Capacidad real L.	Volumen min. de agi- tación.
2,000	1,500	500
3,000	2,250	750
4,000	3,000	1,000

Las más convenientes son las cubas de 3,000 L de capacidad total, ya que al tener una capacidad real de 2,250 L, pueden ser utilizadas para la mayoría de las operaciones de disolución de materia prima (desde la de 1,900 a hasta - - - 2,250).

Para los volúmenes de 3,000, 4,000 y 4,500 L, serán

uandos dos cubas de ésta capacidad.

Para facilitar su identificación, las nombraremos con la letra D.

Formación de los diazos.

Esta operación se lleva a cabo en cubas abiertas o reactores vidriados, dependiendo de las condiciones de reacción de cada colorante. (ver cuadro # 1).

Para aquellos que se hace en cubas o tanques abiertos se tienen los siguientes volúmenes:

4,000

4,500

7,000

1,500

1,800

4,000

6,000

3,600

Los volúmenes giran alrededor de 4,000 L, a excepción de 7,000, 6,000, 1,800 y 1,500 L, pero para éstos dos últimos se puede pensar en cubas D (capacidad total de 3,000 L), o sea, de las usadas en la disolución de materia prima.

Para éste caso, pueden servir las siguientes:

Capacidad total	Capacidad real	Volumen min. de agitación.
L	L	L
4,000	3,000	1,000
5,000	3,750	1,250
6,000	4,500	1,500
7,000	5,250	1,750

De éstas cubas, la que más reúne las condiciones de volumen requerido es la de 6,000 L de capacidad total, y - - cuando los volúmenes de operación sean de 7,000 y 6,000 L, - se pueden utilizar dos de éstas cubas a las cuales las denominaremos con la letra C.

En el caso de los colorantes cuyos dióxidos se llevan a cabo en reactores, los volúmenes de sus operaciones son:

1,900

1,800

1,500

1,900

Se considera, que para éste caso un reactor cuya capacidad real es de 500 gal. (1,900 L aproximadamente), es el adecuado.

Es necesario que el reactor sea vidriado, y lo abreviaremos como RV.

Reacciones finales.

Algunas de las reacciones finales, como las copulaciones, se realizan en cubas abiertas, pero otras debido a sus condiciones de reacción, se realizan en reactores de acero inoxidable o vidriados.

Los volúmenes por operación de las reacciones que se llevan a cabo en tanques o cubas abiertas son:

5,000
8,500
9,000
11,000
12,000

Lo que hace pensar en cubas de:

Capacidad total L	Capacidad real L	Volumen min. de agitación L
10,000	7,500	2,500
12,000	9,000	3,000
15,000	11,250	3,750
20,000	15,000	5,000

En éste caso sería conveniente tener cubas de dos diferentes capacidades. Así, para los volúmenes alrededor de 9,000 L, una cuba de 12,000 L, de capacidad total sería ade-

cuada. Para las reacciones cuyos volúmenes son mayores, como las de 11,000 y 12,000 L, se ha pensado en cubas de 20,000 L de capacidad total.

Para las reacciones que es preciso hacer en reactores, los volúmenes requeridos son:

<u>Reactor de acero inox.</u>	<u>Reactor vidriado</u>
7,000	1,900
10,000	1,800
6,500	2,000
7,900	1,800

En vista de éstas necesidades, un reactor de acero inoxidable de 12,000 L de capacidad total sería conveniente, y respecto al reactor vidriado necesario para las variaciones finales, un reactor de 500 gal, como en el caso de los diazos es el adecuado.

Para simplificar, al equipo mencionado anteriormente lo abreviaremos de la siguiente forma:

Equipo	Capacidad	Abreviatura
Cuba o tanque abierto	12,000 L	B
Cuba o tanque abierto	20,000 L	A
Reactor de acero inox.	12,000 L	RAI
Reactor vidriado	500 gal	RV

Precipitación.

Se le dá éste nombre a la descarga de los reactores en cubas, en donde se les aumentará el volumen para favorecer la cristalización del colorante. Es ésta operación los volúmenes requeridos son:

8,500

9,000

15,000

Los volúmenes de 9,000 y 8,500 L, caben perfectamente en cubas B (capacidad total de 12,000 L), mientras que para los volúmenes de 15,000 L, pueden ser usadas las A - - - (20,000 L).

Lavado

En ocasiones es necesario darle un lavado al colorante antes de que pase a filtración; como en ésta operación no es necesario agitar, ni se lleva a cabo ninguna reacción que llegara a aumentar el volumen, las cubas usadas pueden ser llenadas casi en su totalidad.

Los volúmenes requeridos son:

9,000

10,000

11,000

19,000

Para las operaciones de 11,000, 10,000 y 9,000 L, - pueden ser usadas las cubas o tanques B, mientras que para - la operación de 19,000 L, que corresponde al Azul 7 (ver cuadro #3), una cuba A es suficiente.

Toda la información anterior de la cantidad de equipo necesario para el área de reacción, se encuentra resumida en el siguiente cuadro:

COLOR	TIEMPO SEM/AÑO	EQUIPO				
		L/SOLUCION M.P.	DIAZOS	REACCION FINAL	RECIFITACION	LAVADO
Amarillo 1	14	1D	1C	1B	---	---
Amarillo 2	11	1D	1C	1B	---	---
Amarillo 3	15	---	---	RAI	1B	1B
Amarillo 4	6	1D	2C	1B	---	---
Azul 5	4	2D	---	RAI	---	---
Azul 6	24	1D	---	1B	---	---
	25	---	---	RV	---	1B
Azul 7	27	---	1D	RV	1A	1A
Azul 8	30	1D	---	RAI	1B	---
Café 9	3.3	---	1D	RV	1A	---
Naranja 10	27	1D	1C	1B	---	---
Rojo 11	25	1D	2C	1B	---	---
Rojo 12	17	2D	1C	1A	---	---
Rojo 13	10	2D	---	RAI	1B	1B
Rojo 14	4	---	RV	1A	---	1B
Rojo 15	8	---	RV	1B	---	1B
Rojo 16	4	---	RV	1B	---	1B
Rojo 17	7	---	RV	1B	---	1B
Violeta 18	3	1D	---	RV	---	1B

Ahora que ya conocemos el tipo de equipo que se utilizará en el Area de Reacción, procederemos al cálculo de la cantidad necesaria de éste.

En función del cuadro anterior, observamos que las cubas D estarán ocupadas:

$$\begin{array}{r}
 200 \frac{\text{sem}}{\text{año}} \text{ en la disolución de M.P.} \\
 30.3 \text{ " en la formación de diazos} \\
 \hline
 \text{Total } 232.3 \frac{\text{sem. ocupadas}}{\text{año}}
 \end{array}$$

Ahora bien, al año se trabajarán 48 semanas, por lo tanto:

$$\frac{232.3 \text{ sem/año}}{48 \frac{\text{sem lab.}}{\text{año}}} = 4.83 = 5 \text{ Cubas D}$$

Cubas C:

Se encuentran ocupadas:

$$131 \frac{\text{sem}}{\text{año}} \text{ en la formación de diazos,}$$

por lo tanto:

$$\frac{131 \text{ sem/año}}{48 \frac{\text{sem. lab.}}{\text{año}}} = 3 \text{ Cubas C.}$$

Cubas B:

Se encuentran ocupadas:

126 semanas en reacciones finales

55 semanas en precipitación

88 semanas en lavado

	269 semanas totales/año
--	-------------------------

	269
--	-----

	48
--	----

= 6 Cubas B

Cubas A:

Se encuentran ocupadas:

21 semanas en reacción

30 semanas en precipitación

27 semanas en lavado

	78 semanas en total/año
--	-------------------------

	78
--	----

	48
--	----

= 2 Cubas A

Reactor Vidriado:

Este permanecerá ocupado:

33 semanas en la formación de diazos

58.3 semanas para las reacciones finales

	91.3 semanas ocupado/año
--	--------------------------

$$\frac{91.3 \text{ sem/año}}{48 \text{ sem/año}} = 2 \text{ Reactores (RV)}$$

Reactor de Acero Inoxidable:

Permanece ocupado:

59 semanas en reacciones finales,

por lo tanto se necesitan:

$$\frac{59}{48} = 2 \text{ reactores (RAI)}.$$

En el siguiente cuadro, se muestra resumida la cantidad de equipo necesaria para el Area de Reacción.

Cuadro No. 5

COLOR	CLAVE	CAPACIDAD TOTAL	CANTIDAD REQUERIDA
Cuba ó tanque abierto con agitación.	A	20,000 L.	2
"	B	12,000 L.	6
"	C	6,000 L.	3
"	D	3,000 L.	5
Reactor Vidriado	RV	575 gal.	2
Reactor de Acero Inoxidable	RAI	12,000 L.	2

Filtros Prensa

El cálculo del número necesario de filtros prensa es un poco más complejo, ya que dependiendo de la formación - - cristalina del colorante en cada operación, las necesidades de filtración, serán diferentes. Podemos considerar, por experiencias previas tenidas en la fábrica y en el laboratorio, que marcos de 1m X 1m, dan una capacidad de filtrado de 45 L de pasta por marco, al 20% de concentración. Esto puede ser tomado como base, con una aproximación bastante aceptable. - Ya en operación, es conveniente hacer la siguiente prueba para cada operación de colorante que vá a ser filtrado con el objeto de determinar, para cada formación cristalina de color, el número de placas o marcos por filtro que darán una filtración adecuada. La prueba consiste en:

Del último paso de la fabricación química del colorante, ya sea reacción, precipitación o lavado, se toma una muestra de un litro de pasta. En el laboratorio se filtra - con una presión conocida, y se cuantifica la cantidad de - - aguas madres que se desprendieron de la pasta; por una diferencia de volúmenes, sabremos el volumen de pasta que se tiene en un litro, y dividiendo éste resultado entre 45 L, que es la capacidad de cada marco, sabremos el número de marcos que necesitamos por filtro prensa, para que la operación se lleve a cabo, para ese determinado colorante. Ejemplo: para el caso del amarillo 1, se toma una muestra de un litro de pasta al salir de la reacción, se lleva al laboratorio y se filtra. Se observa que el volumen de aguas madres desaloja--

das en la filtración es de:

190 ml

y así:

$$1,000 \text{ ml} - 190 \text{ ml} = 810 \text{ ml de pasta al } 20\%$$

de acuerdo con el cuadro # 3, el volumen final de operación de éste colorante es de 8,500 L, volumen que pasará al área de filtración; ahora bien, éste colorante al salir de reacción presenta un porcentaje de sólidos de 3.8% aproximadamente, por lo tanto, el volumen de pasta que se filtrará será - de:

323 L de pasta al 100%

o sean $1615 \frac{\text{L de pasta}}{\text{operación}}$ al 20%

Ahora bien:

$$\frac{810 \text{ L}}{45 \text{ L/marco}} = 18 \text{ marcos}$$

y si:

810 L de pasta corresponden a 18 marcos

1615 L de pasta corresponderá a x "

$$x = \frac{1615 \times 18}{810} = 36 \text{ marcos}$$

En el siguiente cuadro, se puede ver la cantidad de marcos y de filtros prensa necesarios, tomando como base los volúmenes que se manejan antes de la filtración, y el porcentaje de sólidos que contienen.

En el caso de algunos colorantes, es necesario darles dos pases por filtros prensa, para eliminar la mayor cantidad de impurezas posibles.

F I L T R O S P R E N S A

COLOR	VOL. DE L. A FILTRAR (proveniente de reacción) L.	% DE SÓLIDOS (al final de reacción)	VOL. DE PASTA A FILTRAR.		NO. DE PLACAS POR REACCIÓN.	NO. DE FILTROS	FILTROS POR REACCIÓN.	SIL. ALTO
			100%	20%				
Amarillo 1	8,500	3.8	323	1615	36	1	1	14
Amarillo 2	9,000	4.5	405	2025	45	1	1	11
Amarillo 3	11,000	1.0	110	550	13	1	1	13
Amarillo 4	9,000	4.6	414	2070	46	1	1	6
Azul 5	10,000	1.0	100	500	12	1	2	4
Azul 6	10,000	1.6	160	800	18	1	2 1	24 25
Azul 7	19,000	3.8	722	3610	81	2	2	27
Azul 8	9,000	8.8	792	3960	88	2	1	30
Café 9	15,000	3.36	504	2520	56	2	1	1.3
Naranja 10	5,000	4.0	200	1000	23	1	1	27
Rojos 11	9,000	3.0	270	1350	30	1	1	25
Rojos 12	12,000	3.42	410	2052	46	1	1	17
Rojos 13	11,000	9.0	990	4950	110	3	1	10
Rojos 14	11,000	7.5	825	4125	92	2	1	4
Rojos 15	9,000	8.3	747	3735	83	2	1	8
Rojos 16	9,000	6.9	621	3105	69	2	1	4
Rojos 17	9,000	2.5	225	1125	25	1	1	7
Violeta 18	9,000	4.6	414	2070	46	1	1	3

* NOTA: 1 filtro = 48 placas máx.

45 L. de pasta se filtran adecuadamente en 1 placa de 1m x 1 m

fuente: directa.

Multiplicando las tres últimas columnas del cuadro anterior, obtenemos el No. de filtros prensa necesario para la separación física de cada colorante en semanas por año.

Así, resumiendo toda esa información en un cuadro:

Cuadro No. 7

Colorante	Cantidad de sem/año que permanecen ocupados.
Amarillo 1	14
Amarillo 2	11
Amarillo 3	15
Amarillo 4	6
Azul 5	8
Azul 6	73
Azul 7	108
Azul 8	60
Café 9	6.6
Naranja 10	27
Rojo 11	25
Rojo 12	17
Rojo 13	30
Rojo 14	8
Rojo 15	16
Rojo 16	8
Rojo 17	7
Violeta 18	<u>3</u>
Total :	442.6

Como un año tiene 48 semanas laborales, por lo tanto:

$$\frac{442.6 \text{ sem que permanecen ocupados/año}}{48 \text{ sem/año}} =$$

$$= 10 \text{ filtros prensa}$$

Para su identificación, han sido denominados con la letra F (F_1, F_2, \dots, F_{10}).

II Dispersión.

Como ya fue explicado anteriormente, el colorante es recibido y disuelto, y si éste lo permite, también hervido.- En el siguiente cuadro, se muestran los volúmenes manejados en ésta sección.

COLOR	CONCENTRACION BASELICA (100%)	% DE SUSTANCIAS AL SALTAR DE FILTROS.	VOLUMEN TOTAL DE LITROS EN UN AÑO	OPORTUNIDAD DE APLICACION	VOL. POR CENTRO.	% DE SUSTANCIAS AL SALTAR DE FILTROS.	VOL. EN UN AÑO.	VOL. A LIMPIAR CADA AÑO.
	kg		L		L	%	L	L
Amarillo 1	20,000	30	66,600	60	1,100	50	26,600	40,000
Amarillo 2	9,000	20	45,000	22	2,045	30	15,000	30,000
Amarillo 3	16,600	20	83,000	15	5,533	35	37,500	47,430
Amarillo 4	7,500	15	50,000	18	2,777	25	20,000	20,000
Azul 5	10,000	15	40,000	8	5,000	20	-----	50,000
Azul 6	20,000	15	133,000	134	1,072	15	-----	133,000
Azul 7	40,000	30	133,000	54	2,463	30	-----	133,000
Azul 8	48,000	20	240,000	60	4,000	20	-----	240,000
Café 9	5,000	20	25,000	6,6	2,525	20	-----	25,000
Naranja 10	16,000	18	60,000	81	1,111	18	-----	60,000
Rosó 11	20,000	25	80,000	75	1,066	30	13,400	66,600
Rosó 12	14,000	30	46,600	34	1,370	45	16,600	30,000
Rosó 13	20,000	40	50,000	20	2,500	40	-----	50,000
Rosó 14	10,000	15	66,600	12	5,500	15	-----	66,600
Rosó 15	15,000	25	60,000	16	3,750	20	-----	75,000
Rosó 16	5,000	25	20,000	8	2,500	25	-----	20,000
Rosó 17	4,000	16	21,052	14	1,500	15	-----	26,600
Violeta 18	2,500	20	12,500	6	2,083	20	-----	12,500

Fuente: directa.

En vista de los diferentes volúmenes por operación, se ha pensado en cubas de dos capacidades diferentes: - - - 2,000 L de capacidad total, (1,500 L de capacidad real), y - de 4,000 L, (con 3,000 L de capacidad real), las cuales serán denominadas con las letras E y CD, respectivamente.

En vista de lo anterior, las cubas quedarían repartidas de la siguiente manera:

Color	L/operación	L/año	Equipo por operación
Amarillo 1	1,100	66,600	E
Amarillo 2	2,045	45,000	CD
Amarillo 3	5,533	83,000	2CD
Amarillo 4	2,777	50,000	CD
Azul 5	5,000	40,000	2CD
Azul 6	1,072	133,000	E
Azul 7	2,463	133,000	CD
Azul 8	4,000	240,000	2CD
Café 9	2,525	25,000	CD
Naranja 10	1,111	90,000	E
Rojo 11	1,066	80,000	E
Rojo 12	1,370	46,600	E
Rojo 13	2,500	50,000	CD
Rojo 14	5,500	66,000	2CD
Rojo 15	3,750	60,000	E, CD
Rojo 16	2,500	20,000	CD
Rojo 17	1,500	21,000	E
Violeta 18	2,083	12,500	CD

El volumen total de color recibido al año por cuba -
es el siguiente:

<u>Cubas CD</u>	<u>Cubas E</u>
66,600	45,000
15,770	67,230
50,000	67,230
133,000	50,000
133,000	240,000
25,000	54,000
90,000	60,000
80,000	26,600
46,600	12,500
50,000	<u>555,330</u>
12,000	<u>L pasta</u>
20,000	<u>año cuba</u>
<u>721,900</u>	
<u>L pasta</u>	
<u>año cuba</u>	
	1,110,660
	<u>L tot.</u>
	<u>año cuba</u>
1,443,940	
<u>L tot.</u>	
<u>año cuba</u>	

Cubas CD

$$1,443,940 \frac{\text{L tot.}}{\text{año cuba}} \times \frac{1 \text{ año}}{48 \text{ sem}} \times \frac{1 \text{ sem}}{8 \text{ días}} = 3760 \frac{\text{L tot.}}{\text{día}}$$

Cada operación ocupa un tiempo máximo de 6 días entre que se estudia y/o se hierve, por lo tanto, la capacidad requerida en ésta sección es de:

$$3750 \frac{\text{L tot.}}{\text{día}} \quad \times \quad 6 \text{ días} \quad = \quad 22,561 \text{ L tot.}$$

como la capacidad real de éstas cubas es de 3,000 L, por lo tanto:

$$\frac{22,561 \text{ L tot.}}{3,000 \text{ L tot/año}} \quad = \quad 7 \text{ Cubas CD.}$$

Para el caso de las cubas E, se sigue un procedimiento semejante:

$$1,110,660 \frac{\text{L tot.}}{\text{año}} \quad \times \quad \frac{1 \text{ año}}{48 \text{ sem}} \quad \times \quad \frac{1 \text{ sem}}{8 \text{ días}}$$

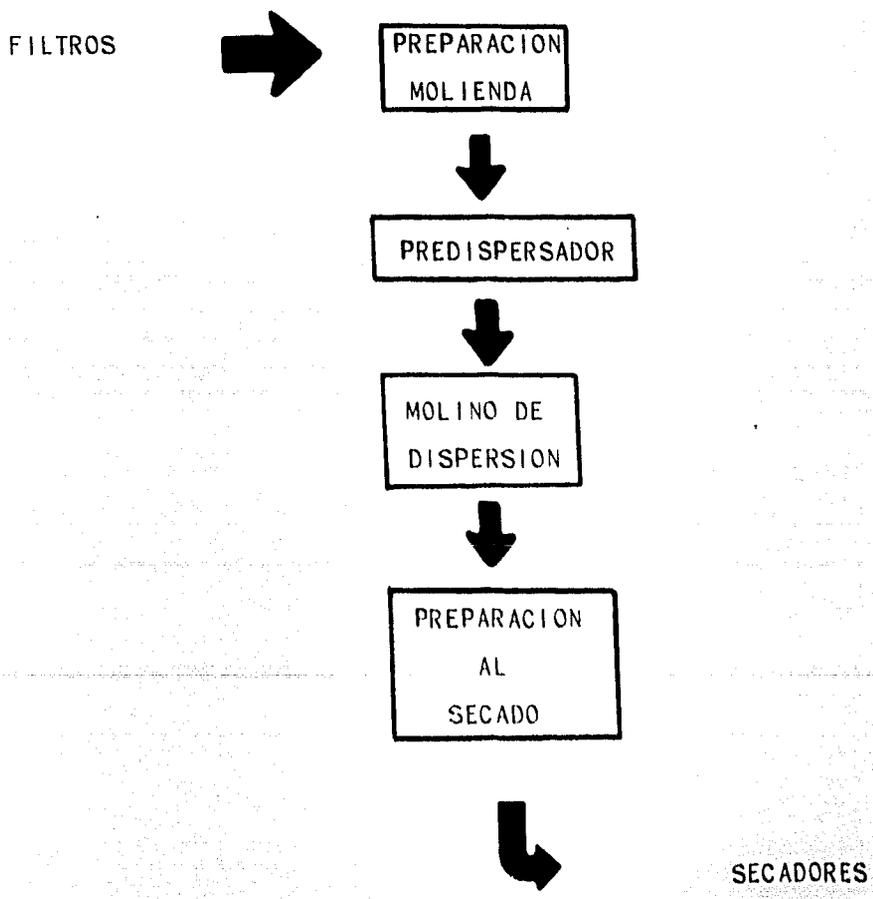
$$= \quad 2892.3 \frac{\text{L tot.}}{\text{día}}$$

$$2892.3 \text{ L/día} \quad \times \quad 6 \text{ días} \quad = \quad 17,354 \text{ L tot.}$$

y como la capacidad real de éstas cubas es de 4,500 L por lo tanto, se requerirán.

$$\frac{17,354 \text{ L tot.}}{4,500 \text{ L/cuba}} \quad = \quad 4 \text{ Cubas E.}$$

La secuencia del proceso en ésta sección, se ejemplifica en el siguiente diagrama:



Como en el área de dispersión la parte más crítica del proceso, es la molienda, ya que los colorantes presentan cristales muy duros, que en ocasiones requieren de varios pases a través de los molinos, calcularemos primero la cantidad de molinos necesarios, para que en base a ésta se calcule el equipo restante.

Molinos de dispersión.

De acuerdo a la columna # 4 del cuadro anterior, el volumen total a moler en un año es de:

1,516,130 L/año (incluyendo pasta de color

+

agentes dispersantes agregados en la cuba con agitación de alta potencia)

lo que equivale a:

5,264 Ñ/día = 219.3 L/hr

como es necesario darles, en algunas ocasiones hasta 4 pases por operación al colorante:

219.3 L/hr X 4 = 877.2 L/hr

lo cual representa el volumen que vá a ser manejado en ésta sección.

La capacidad de los molinos de dispersión escogidos es de:

73 L/hr, por lo tanto se necesitarán:

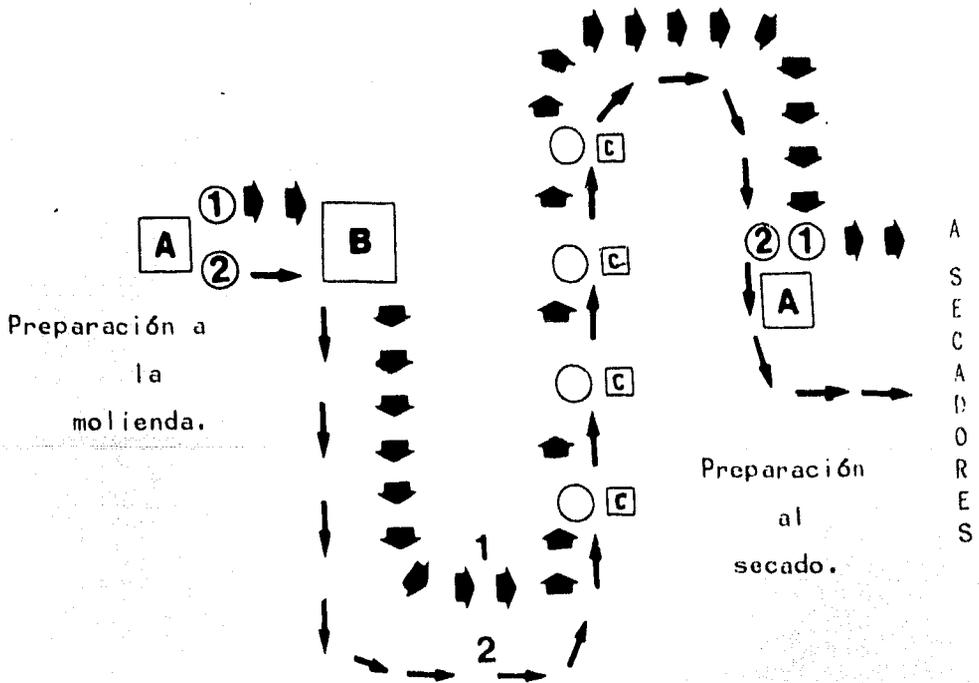
877.2 L/hr

73 L/hr molino

= 12 molinos de dispersión.

los cuales nombraremos como MD.

Como se le darán cuatro pasadas, en promedio a cada colorante, los 12 molinos de dispersión calculados, formarán grupos de 4 molinos de dispersión cada uno, contando con un predispersador y 2 sistemas de cubas con agitadores de alta velocidad, los cuales actuarán como preparadores para la molienda y el secado respectivamente. A todo éste bloque lo denominaremos Unidad de Dispersión, y estará constituido de la manera siguiente:



1,2 CUBAS (secuencia en el proceso)

B UNIDAD DE PREDISPERSION.

C MOLINOS DE DISPERSION.

A UNIDADES DE ALTA VELOCIDAD.

En vista de ésto, se necesitarán 3 predispersadores, 3 preparadores para la molienda y 3 para el secado, deseándose se que cada uno cuente con dos cubas para que el volumen que cada una de ellas maneje, no sea muy grande, ya que mientras menor sea el volumen que se esté agitando, mejor lograda estará la operación (6).

Continuando con el cálculo del equipo:

Pre-dispersadores.

La operación completa de dispersión tarda aproximadamente 18 horas, y el volumen recibido es de 219.3 L/hr, (misma capacidad que se vá a moler), por lo tanto:

$$219.3 \text{ L/hr} \times 18 \text{ hr/op.} =$$

3947.4 L que se manejarán en 3 unidades de dispersión, así es que:

$$\frac{3947.4 \text{ L}}{3} = 1,316 \text{ L/unidad de dispersión}$$

El equipo con el que se cuenta maneja hasta 2,725 L, y los denominaremos con las lotras PD.

Preparadores de la molienda.

En ésta sección el colorante se recibe de las cubas-hervidoras y se le agrega parte de los agentes dispersantes-totales:

Volumen de pasta recibido:	1,165,130	L/año
Agentes dispersantes agregados :	351,000	L/año
	<hr/>	
Total	1,516,130	L/año

lo que repartido en 3 unidades de trabajo representa:

$$\frac{1,516,130 \text{ L/año}}{3} = 505,376 \text{ L/año unidad.}$$

lo que equivale a:

$$1754.8 \text{ L/día un.} = 73.11 \text{ L/hr un.}$$

y considerando 18 horas:

$$73.11 \text{ L/hora unidad} \times 18 \text{ horas} = 1316 \text{ L/unidad.}$$

lo que implica que si cada unidad tiene dos cubas, cada una de ellas manejaría un volumen de:

660 L, por lo que cubas de 1,000 L de capacidad serían adecuadas.

Cada unidad de preparación a la molienda contaría, entonces con un agitador de alta velocidad MD, y dos cubas de 1,000 L de capacidad total (G), a todo éste conjunto de agitación y cubas lo abreviaremos con las letras MCM.

Preparación para el secado.

En éste caso, el volumen recibido de molinos es de:

$$\begin{array}{r} 1,516,130 \text{ L/año más la cantidad de agentes} \\ + \text{ dispersantes agregada.} \\ \hline 233,000 \text{ L/año} \end{array}$$

Total 1,749,130 L/año

los que repartidos en tres unidades de trabajo:

$$\frac{1,749,130}{3} = 583,043 \text{ L/año un.}$$

lo que implica:

$$\frac{2,024.5 \text{ L}}{\text{día un.}} = \frac{84.35 \text{ L}}{\text{hr un.}}$$

y considerando 18 horas:

$$\frac{84.35 \text{ L}}{\text{nr un.}} \times 18 \text{ horas} = \frac{1518 \text{ L}}{\text{unidad.}}$$

los cuales entre dos cubas = 760 L/cuba.

por lo tanto, las cubas pueden tener una capacidad de 1,000-L como en el caso anterior. Todas las unidades de preparación al secado contarán con un agitador de alta velocidad (MC), y dos cubas de 1,000 L cada una (G); como puede apreciarse, la unidad de preparación al secado es idéntica a la-

de preparación a la molienda, solamente su orden en la secuencia del proceso es lo que varía. A ésta unidad la abreviaremos con las letras MCs.

La cantidad de equipo necesario para el área de dispersión, así como su capacidad, se vé resumida en el siguiente cuadro:

Equipo	Clave	Capacidad		Cantidad requerida
		total	real	
Cubas con agitación.	CD	4,000	3,000	7
Cubas con agitación.	E	2,000	1,500	4
Agitadores de alta velocidad.	MC	-	-	6
Cubas para agitadores de alta velocidad.	G	1,000	760	12
Predispersadores	PD	hasta 2725 L/hr		3
Molinos de dispersión.	MD	73 L/hr		12

DESCRIPCION DEL EQUIPO. (Unidad de dispersión)

- Unidades de alta velocidad.

Consisten en un agitador conectado a un sistema de control de velocidad (entre 530 y 1350 RPM), tal como se muestra en la figura No. 1. Esta unidad es capaz de agitar de 192 a 770 L, de soluciones colorantes dependiendo de la viscosidad y de las propiedades de mezclado que posean. La velocidad mínima del impelente para obtener una buena dispersión debe ser de 4500 FPM, y el diámetro de éste debe ser de 1/3 el diámetro total del tanque. (6).

- Predispersador.

Consiste en una cámara cerrada y presurizada, en cuyo interior se encuentran dos pares de discos en forma de sierra dentada, especialmente diseñados, y que giran a una velocidad aproximada de 8000 RPM. La solución colorante es bombeada en contra de éstos a velocidad variable, y su misión es producir un vórtice que origina una fuerza cortante al chocar ésta contra las paredes de la cámara, las cuales se encuentran recubiertas por un metal endurecido resistente a la abrasión. La cámara posee también, una chaqueta de enfriamiento, para proteger al colorante evitando que éste se quemé, o se "rompa" su dispersión. (7).

El predispersador funciona de la siguiente forma: el colorante es alimentado por abajo de la cámara por una bomba de velocidad variable. Cuando la solución entra al primer compartimiento, es forzada a fluir en el pequeño espacio

UNIDAD DE ALTA VELOCIDAD

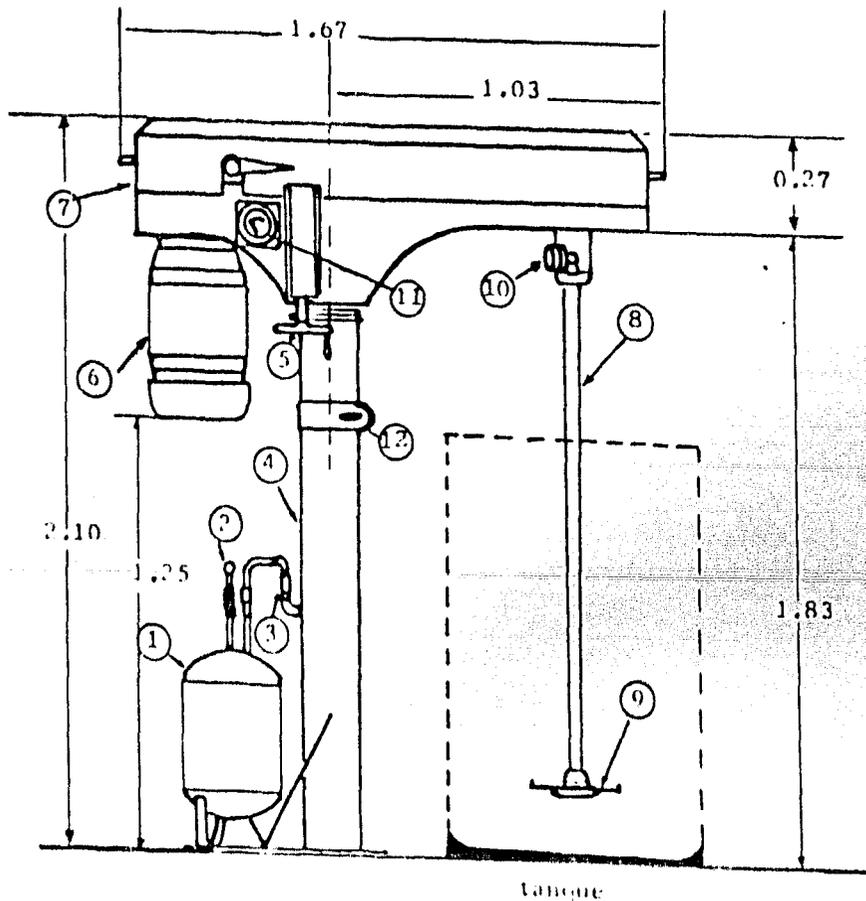


FIG. no. 1

- (1) Depósito de aire y aceite.
- (2) Valvula reguladora de aire.
- (3) Valvula reguladora de aceite.
- (4) Ajustador hidráulico de altura.
- (5) Ajustador de velocidad.
- (6) Motor.
- (7) Bastidor del agitador y transmisión del motor.
- (8) Flecha.
- (9) Impelente.
- (10) Tacómetro.
- (11) Amperímetro.
- (12) Freno.

Tesis: Anteproyecto de una planta de colorantes dispersos.

Esc.: sin.
Flavia Estela Ocaña C.

comprendido entre las paredes de la cámara y los discos dentados, dentro de un área de gran agitación. La presión y el gran esfuerzo cortante desarrollados entre las partículas de color, y éstas contra las paredes de la cámara y/o los discos, origina que se dispersen más finamente. El producto fluye hacia el siguiente compartimiento, en donde un segundo par de discos dentados repiten la operación. Esta doble acción, a la que se vé sometida el colorante, permite ahorrar tiempo en la molienda.

En la figura No. 11, observamos el esquema de un pre dispersador, y ampliada, del lado izquierdo, la cámara.

.. Molino de Dispersión.

Consiste básicamente en una cámara cilíndrica enchapada y presurizada, en cuyo interior se encuentran una serie de discos impulsores de acero templado, montado en una flecha central, y pequeñas esferas de cerámica, acero, arena, ceramedia, etc. En la parte superior del cilindro se encuentra un filtro rotatorio. (7) (ver figura No. 111).

El molino opera de la siguiente forma:

La dispersión es introducida por la parte baja de la cámara y bombeada a través de las esferas y los impulsores. El flujo es constantemente agitado e impulsado a la parte alta, forzado a salir a través del filtro rotatorio que detiene a las esferas trituradoras. El colorante puede ser recirculado en el mismo molino, o continuar con el proceso.

PRE - DISPERSADOR

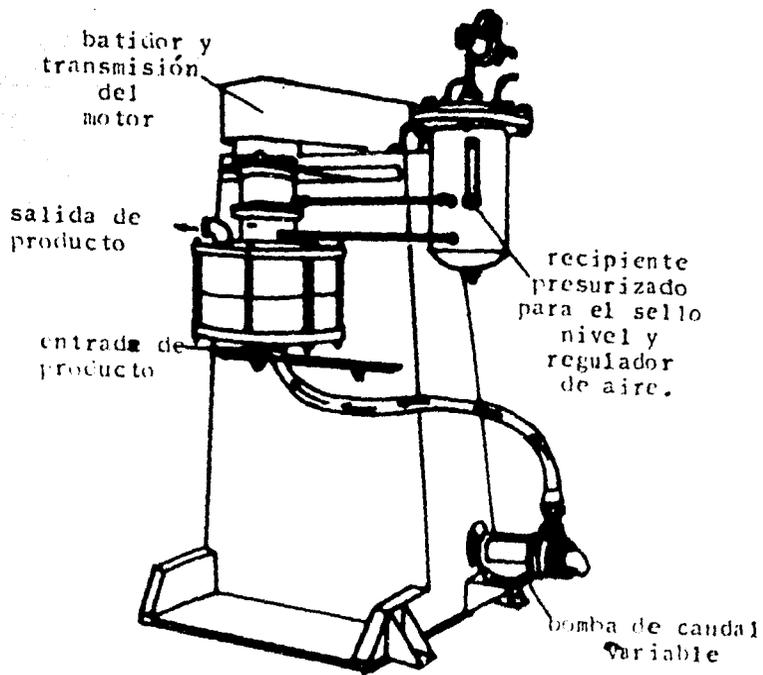
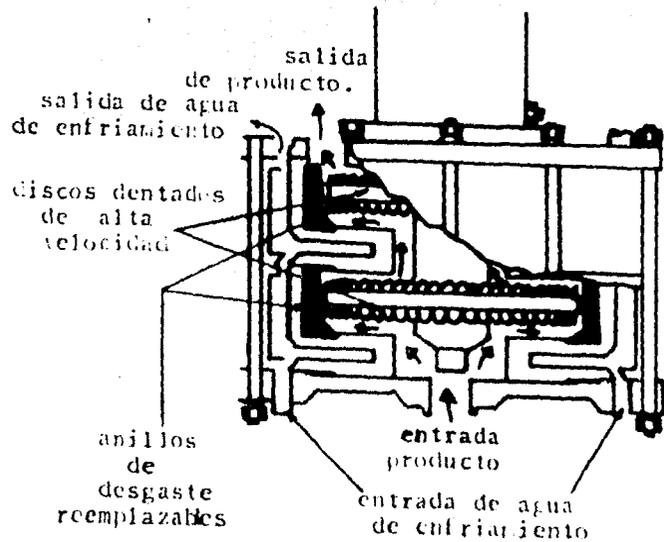
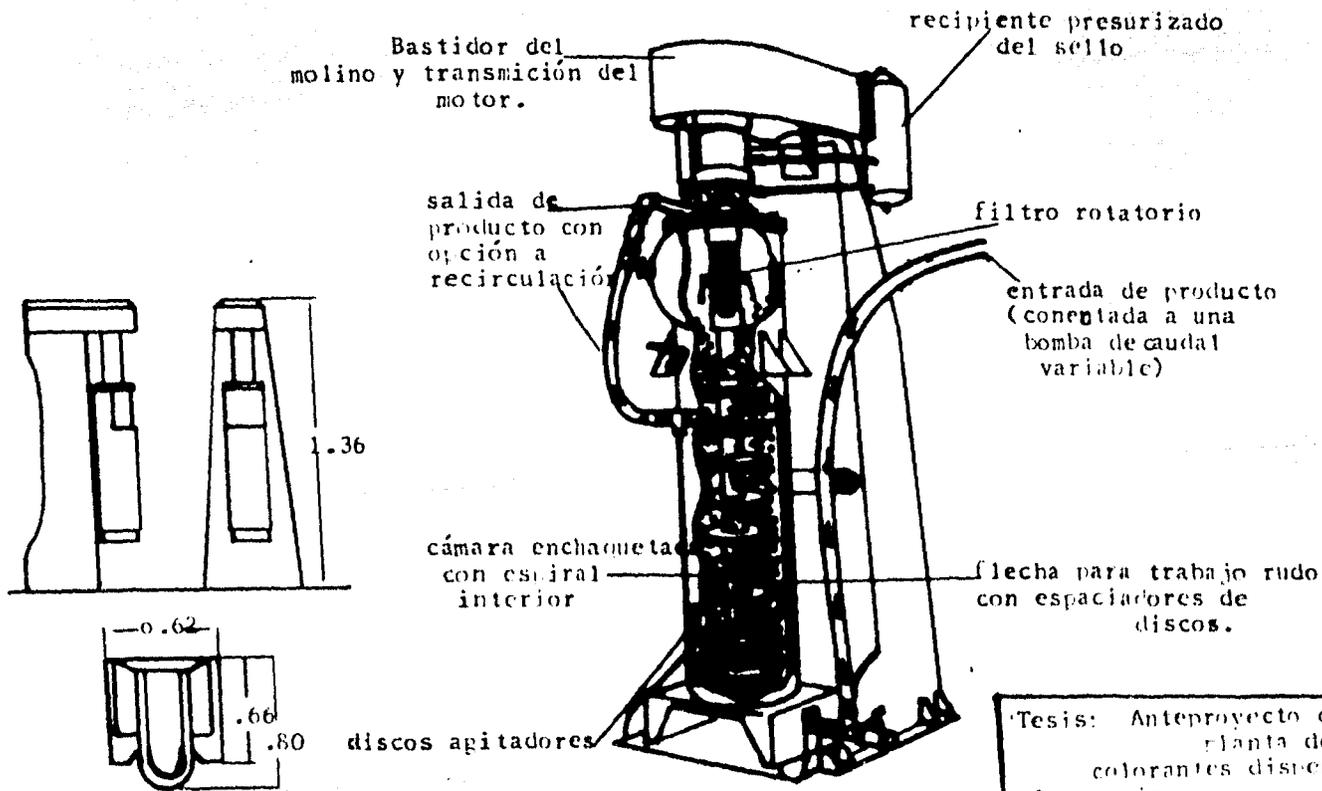


FIG. no. II

Tesis: Anteproyecto de una planta de colorantes dispersos.
 Esc.: sin.
 Flavia Estela Peña C.
 Facultad de Química, UNAE.

MOLINO DE DISPERSION



Tesis: Anteproyecto de una planta de colorantes dispersos.
 Esc: Sin.
 Flavia Estela Oceana C.
 Facultad de Química UNAM

FIG. no. III

III Terminación del Producto.

En ésta última fase del proceso de fabricación de los colorantes dispersos, las cantidades manejadas por colorante son las siguientes:

Color	Cantidad de Color a secar por año. L	Aux. agregado al estandarizar		Prod. anual ton.
		kg x 10 ³	L x 10 ³	
Amarillo 1	72,000	4	8	40
Amarillo 2	52,000	5	10	25
Amarillo 3	61,430	15	30	50
Amarillo 4	39,000	3	6	15
Azul 5	66,000	2	4	20
Azul 6	201,000	6	12	60
Azul 7	233,000	30	60	120
Azul 8	336,000	24	48	120
Café 9	33,000	1	2	10
Naranja 10	122,000	8	16	40
Rojo 11	98,600	4	8	40
Rojo 12	56,000	3	6	30
Rojo 13	106,000	12	24	60
Rojo 14	94,000	6	12	30
Rojo 15	99,000	3	6	30
Rojo 16	28,000	1	2	10
Rojo 17	35,000	1.5	3	10
Violeta 18	16,500	0.5	1	5
Total:	1,749,130			715

Secadores

En base a las experiencias tenidas, se ha observado que el tipo de secador de charolas escogido para la operación de secado, tiene una capacidad de 100 kg de colorante seco por día.

Ahora bien, de acuerdo a la suma de la última columna del cuadro anterior, la producción anual de colorantes será de:

715,000 kg/año en polvo terminado

si a éste valor le restamos la suma de la cantidad de agentes dispersantes agregados en estandarización (después del Secado), obtendremos la cantidad de colorante, que se requiere secar en un año, así:

715,000 kg de colorante terminado/año
- 129,000 kg de agentes dispersantes agregados después de secar/año
586,000 kg de colorante secado/año

lo que equivale a:

$$\frac{586,000 \text{ kg}}{\text{año}} \times \frac{1 \text{ año}}{48 \text{ sem}} \times \frac{1 \text{ sem}}{6 \text{ días}} = 2034 \text{ kg/día}$$

lo que implica que se necesiten:

2034 kg de colorante seco/día
100 kg de colorante seco/un.
= 21 unidades de Secado.

Cálculo de la cantidad de agua eliminada en secadores:

La densidad del colorante al salir de las cubas hervidoras es de:

1.12 kg/L, así el total del colorante a moler puro es de:

1,134,946 kg/año

La cantidad de agentes dispersantes agregados al colorante es de:

	351,000 L/año	antes de molienda
	+ 233,000 "	antes de secar
total	<u>584,000 L/año</u>	

Como la cantidad de los agentes dispersantes es de 0.5 kg/L, por lo tanto:

$$584,000 \text{ L/año} \times 0.5 \text{ kg/L} = 297,000 \frac{\text{kg}}{\text{año}}$$

que sumados a la cantidad de colorante puro dá:

1,595,946 kg de colorante en pasta
año

y así, el agua que se elimina en secadores es de:

1,595,946

- 586,000

1,011,000 kg/año.

Molinos

Como ya se calculó anteriormente, la cantidad de colorante ya seco y en forma de terrones es de:

2,043 kg/día

En éste departamento sólo se trabajará un turno de 8 horas por día, de las cuales se pierden 2 en limpieza y reacondicionamiento.

$$2,043 \text{ kg/día} \times 1 \text{ día} / 6 \text{ hr} = 340.5 \text{ kg/hora}$$

La capacidad de molienda de las unidades escogidas es de 200 kg/hora unidad, por lo tanto se requieren:

$$\frac{340.5 \text{ kg/hora}}{200 \text{ kg/hora un.}} = 2 \text{ Molinos.}$$

Revolvedoras

De acuerdo al último cuadro, la cantidad de L que se vá a manejar en ésta sección es de:

$$\begin{array}{r} 738,130 \text{ L de colorante seco/año} \\ + 258,000 \text{ L de agentes dispersantes agregados} \\ \text{al estandarizar/año} \\ \hline 996,130 \text{ L de color en estandarización.} \end{array}$$

lo cual representará:

$$996,130 \text{ L/año} \times \frac{1 \text{ año}}{48 \text{ sem}} \times \frac{1 \text{ sem}}{6 \text{ días}} \times \frac{1 \text{ día}}{6 \text{ hr.}}$$

$$= 576.4 \text{ L/hora.}$$

cada operación dura aproximadamente 3 horas, entre que se carga, se revuelve y se descarga, por lo tanto:

$$576.4 \text{ L/hr} \times 3 = 1729.2 \text{ L}$$

Las unidades escogidas, de acuerdo al tamaño de las operaciones tienen una capacidad de 1,000 L/unidad, por lo tanto:

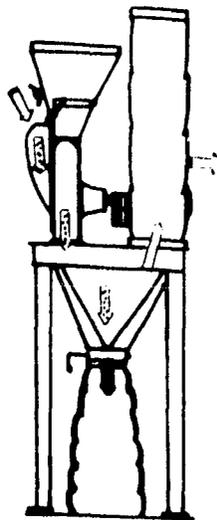
$$\frac{1729.2 \text{ L}}{1000 \text{ L/un.}} = 2 \text{ Revolvedoras.}$$

En la figura No. IV, podemos ver esquematizado un sistema de molienda en seco (a), y una revolvedora del tipo cónico (b).

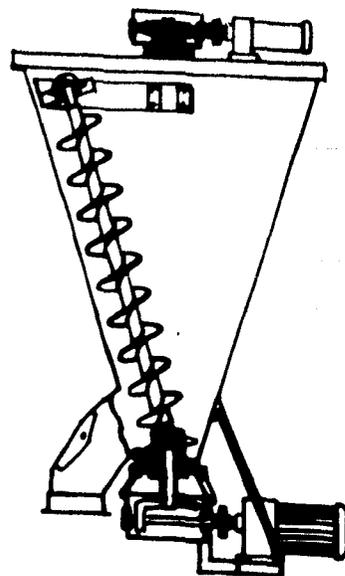
Previendo posibles asentamientos sufridos por los colorantes cuando ya se encuentren envasados, es deseable contar con una revolvedora para tambores.

SISTEMA PARA
MOLIENDA EN SECO

REVOLVEDORA
CONICA



(a)

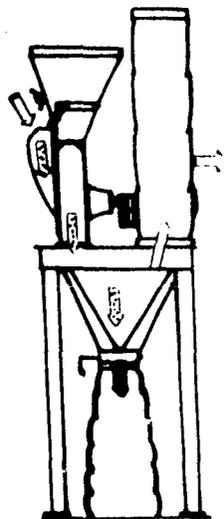


(b)

FIG. no. IV

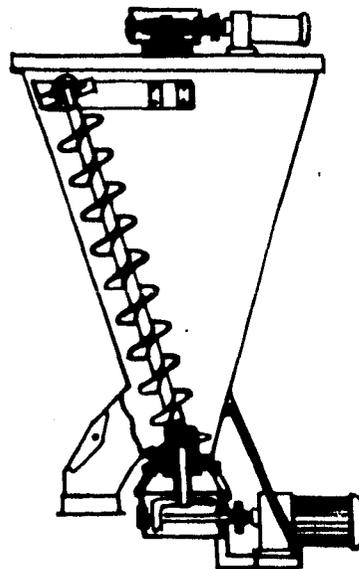
Tesis: Anteproyecto de una
planta de
colorantes dispersos.
Esc.: sin.
Flavia Estela Ochoa C.
Facultad de química UNAN.

SISTEMA PARA
MOLIENDA EN SECO



(a)

REVOLVEDORA
CONICA



(b)

FIG. no. IV

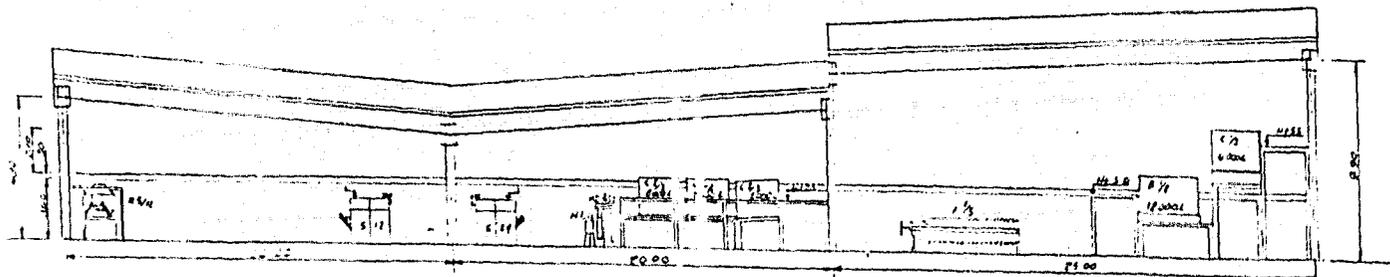
Tesis: Anteproyecto de una
planta de
colorantes dispersos.

Esc.: Sin.
Flavia Estela Ocaña C.
Facultad de Química UNAM.

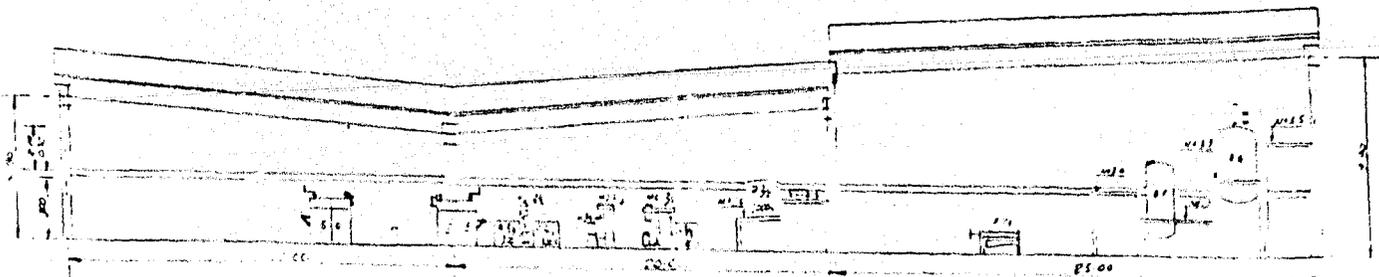
El equipo de proceso total usado en la planta, con sus dimensiones, queda resumido en el siguiente cuadro.

La distribución de la Planta puede observarse en el Plano Maestro de ésta.

REACCIÓN (1)	DISPERSIÓN (2)	TERMINACIÓN DEL COLORANTE (3)
<p>A₁) Formación química del Colorante. * diámetro (m)</p> <ul style="list-style-type: none"> - 2 Cubas ó Tanques agitados con capacidad de 70,000 L. A_{1/1} 3.70 A_{1/2} - 6 Cubas de 12,000 L. B_{1/1}... 3.00 ...B_{1/6} - 3 Cubas de 6,000 L. C_{1/1}... 2.50 ...C_{1/3} - 5 Cubas de 4,000 L. D_{1/1}... 1.50 ...D_{1/5} - 2 Reactores Vidriados de 575 gal. RV_{1/1} y 1.60 RV_{1/2} altura = 2.40 - 2 Reactores de Acero Inox., de 12,000 l. RA_{1/1} 2.20 RA_{1/2} altura = 3.30 	<p>A₂) Evaporación. * diámetro (m)</p> <ul style="list-style-type: none"> - 7 Cubas de 3,000 l. CD_{2/1}... 1.00 ...CD_{2/7} - 4 Cubas de 2,000 l. E_{2/1}... 0.90 ...E_{2/4} <p>B₂) Preparación para la Molienda. dimensiones</p> <ul style="list-style-type: none"> - 3 Agitadores de alta velocidad. NC_{2/1}... ** largo = 1.64 ancho = 0.64 ...NC_{2/3} altura = 2.10 - 6 Cubas para agitadores de alta vel. G_{2/1}... *** diámetro = 0.92 altura = 1.20 ...G_{2/6} - 3 Unidades de Pre-dispersión. PD_{2/1}...PD_{2/3} largo = 0.91 ancho = 0.82 altura = 1.52 	<p>A₃) Secado. Círculos</p> <ul style="list-style-type: none"> - 21 Secadores de Charolas con 60 charolas máx. S_{3/1}... largo = 2.50 ...S_{3/21} ancho = 1.60 altura = 2.20 - 3 mesas de descarg. - 2 Tinas de lavado de charolas. <p>B₃) Molienda en Seco.</p> <ul style="list-style-type: none"> - 2 Molinos, incluyendo do tolvas de extracción y alimentación M_{3/1} largo = 1.00 M_{3/2} ancho = 1.00 altura = 1.30 <p>altura total, incluyendo tolva de alimentación y extracción, 2.16</p>
<p>B₁) Filtración. dimensiones (m)</p> <ul style="list-style-type: none"> - 10 Filtros Prensa de 36 marcos (máx) F_{1/1}... largo = 7.00 ...F_{1/10} ancho = 1.30 altura = 1.60 - Tina de Lavado de lonas. TL₁ largo = 2.50 ancho = 1.50 altura = 1.30 <p>* la relación diámetro/altura de las cubas agitadoras es 1.</p>	<p>C₂) Molienda.</p> <ul style="list-style-type: none"> - 12 Molinos de dispersión con sus cubas de descarga. MD_{2/1}... largo = 0.80 ...MD_{2/12} ancho = 0.62 altura = 1.36 H_{2/1}...H_{2/12} diam. = 0.50 altura = 0.90 <p>D.) Preparación para el Secado.</p> <ul style="list-style-type: none"> - 3 Agitadores de alta velocidad. NC_{2/4}... ** ...NC_{2/6} - 6 Cubas para agitadores de alta vel. G_{2/7}... *** ...G_{2/12} 	<p>C₃) Estandarización.</p> <ul style="list-style-type: none"> - 2 Revolvedoras Cónicas. R_{3/1} diámetro = 1.70 R_{3/2} altura = 3.00 - Revolvedora de Tambores. RT₃ largo = 8.00 ancho = 1.00



CORTE X-X



CORTE Y-Y

Tesis:
 ANTEPROYECTO DE UNA
 PLANTA DE CONDENSANTES
 DISPERSOS
 CORTE : LONGITUDINAL /
 TRANSVERSAL ESCALA 1:50
 FLAVIA OCAÑA CASTAÑEDA

ACTIVIDADES EN EL DIAGRAMA DE FLUJO, TIEMPO ESTIMADO DE REALIZACIÓN DE CADA ACTIVIDAD Y NUMERO DE HOMBRES INVOLUCRADOS EN LICHAS ACTIVIDADES.

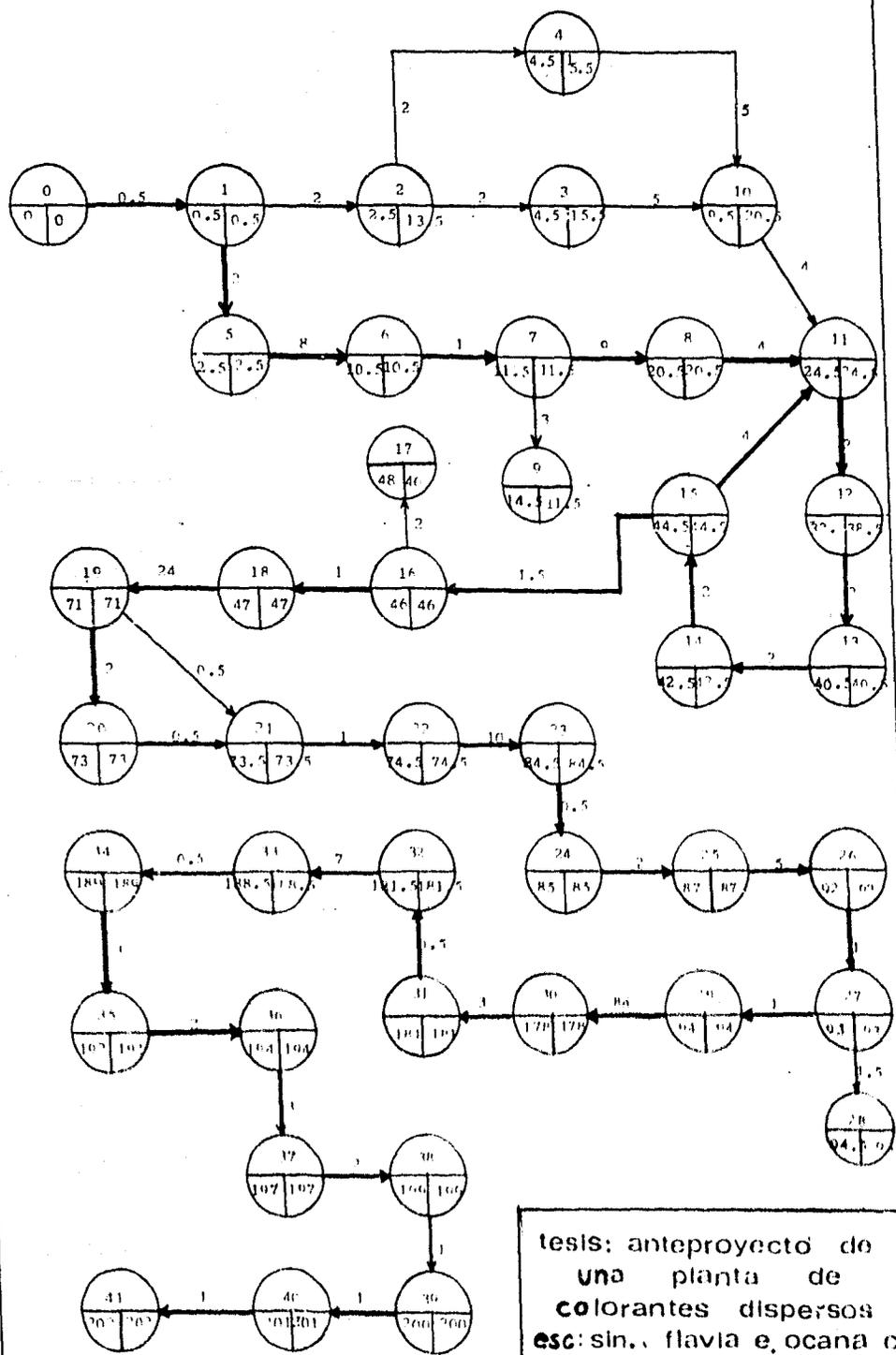
ACTIVIDAD	TIEMPO ESTIMADO HR.	NO. DE HOMBRES.
0-1 Sacar Materia Prima del almacen.	0.5	Operario A y montacarguista.
1-2 Disolver Materia Prima	2.0	Operario A y su ayudante.
2-3 Preparación del Diazo	2.0	Operario A y su ayudante.
2-4 Preparación del copulante	2.0	Operario A y ayudante.
1-5 Cargar reactor y mezclar	2.0	Operario B y ayudante.
5-6 Reacción química en el reactor.	8.0	Operario B y su ayudante.
6-7 Vaciado del producto de reacción en cuba para su cristalización.	1.0	Operario B y ayudante.
7-8 Cristalización del producto de reacción.	9.0	
7-9 Limpieza del reactor, y preparación de nuevas -- reacciones.	3.0	Operario B y ayudante.
3-10 Reaccionar diazo con copu 4-10 lante, y formación de color.	5.0	Operario A y ayudante.
10-11 Filtrado del producto a tra- 8-11 vés de un filtro prensa.	4.0	Operario A y ayudante.
11-12 Sopletar aire a través de la torta de filtrado.	2.0	Operario A.

ACTIVIDAD	TIEMPO ESTIMADO HR.	NO. DE HOMBRES
12-13 Pasar agua a través de la torta para lavarla.	2.0	Operario A y ayudante.
13-14 Sopletear aire nuevamente.	2.0	Operario A.
14-15 Cargar tortas de filtrado en cubas A y llenarlas de agua.	2.0	Operario A y ayudante.
... Repetir desde actividad 11 a la 15.	12.0	Operario A y ayudante.
15-16 Vaciar el contenido del filtro en un carrito y llevarlo al área de dispersión.	1.5	Operario A y su ayudante.
16-17 Limpieza y acondicionamiento del equipo usado.	2.0	Operario A y ayudante.
16-18 Descargar el colorante en una cuba y disolverlo.	1.0	Operario C y ayudante.
18-19 El laboratorio toma una muestra del colorante, y realiza estudios de formación cristalina, para establecer la fórmula de dispersión adecuada.	24.0	Personal de Laboratorio.
19-20 Calentar colorante.	2.0	Operario C.
19-21 20-21 Vaciar el contenido de la cuba al sistema de agitación de alta velocidad.	0.5	Operario C y ayudante.

ACTIVIDAD	TIEMPO ESTIMADO HR	NO. DE HOMBRES
21-22 Adición de agentes dispersantes y agitar.	1.0	Operario C y ayudante.
22-23 Conexión de sistema de agitación con sistema de dispersión. Molienda del colorante.	10.0	Operario C y ayudante.
23-24 El laboratorio toma una muestra para análisis del tamaño del cristal.	0.5	Laboratorista.
24-25 Adición de agentes dispersantes.	2.0	Operario C y ayudante.
25-26 El laboratorio toma otra muestra, y seca ésta, para verificar si el colorante ya está en condiciones de ser secado.	5.0	Personal Laboratorio.
26-27 Vaciar el colorante y llevarlo a Secadores.	1.0	Operario C y ayudante.
27-28 Limpieza y acondicionamiento del sistema usado.	1.5	Operario C y ayudante.
27-29 Cargar secadores de colorante.	1.0	Operario D y dos ayudantes.
29-30 El colorante se deja secar.	84.0	
30-31 Descargar secadores y envasar en tambores.	3.0	Operario D y dos ayudantes.
31-32 Traslado de colorante al área de molinos.	0.5	Operario D y montacarguista.

ACTIVIDAD	TIEMPO ESTIMADO HR.	NO. DE HOMBRES
32-33 Cargar el Molino y moler el colorante.	7.0	Operario E y ayudante.
33-34 Llevar el colorante al área de revolvedoras.	0.5	Montacarguista.
34-35 Cargar revolvedora y homogenizar mezcla.	3.0	Operario E.
35-36 Laboratorio toma una muestra y establece condiciones de estandarización.	2.0	Personal Laboratorio.
36-37 Adición de productos para la estandarización y homogenizar mezcla.	3.0	Operario F y ayudante.
37-38 Tener en el laboratorio con el colorante recién terminado.	3.0	Personal Laboratorio.
38-39 Descargar de la revolvedora envasando en tambores.	1.0	Operario F y ayudante.
39-40 Pesado y rotulado de tambores.	1.0	Operario G y ayudante.
40-41 Estibar tambores en almacén de producto terminado.	1.0	Montacarguista.

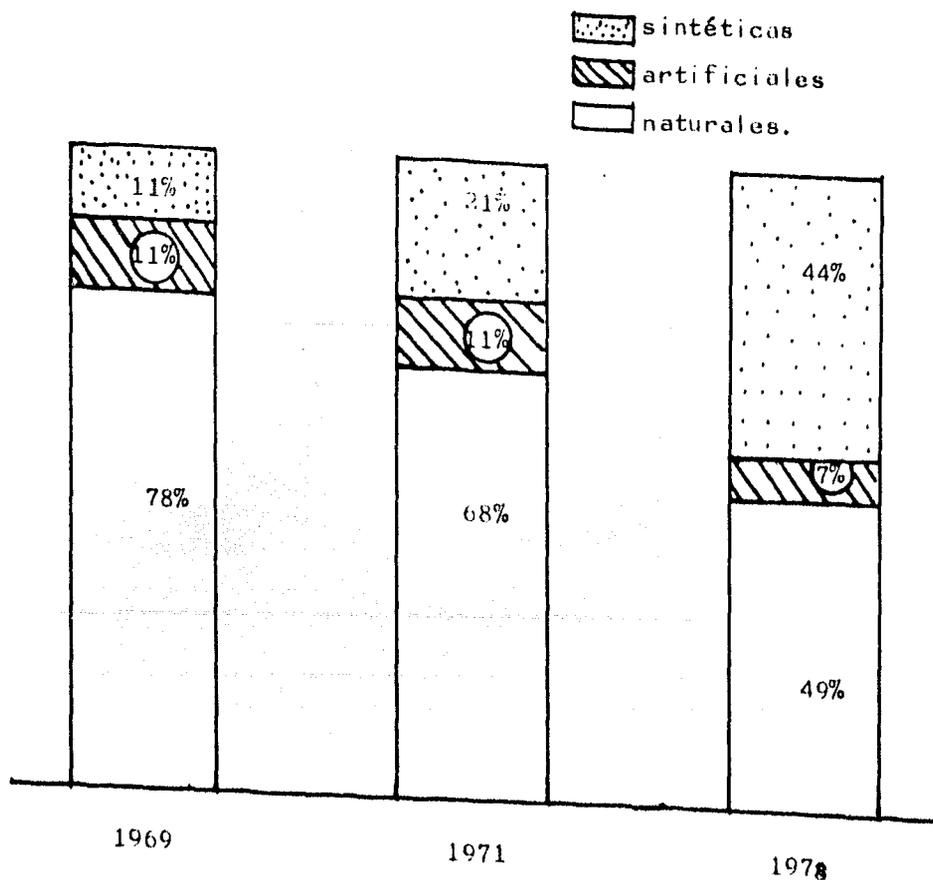
RUTA CRITICA DEL PROCESO DE ELABORACION DE COLORANTES DISPERSOS



En vista de la complejidad del proceso de elaboración de los colorantes dispersos, y de los múltiples factores que intervienen en él, es difícil determinar con precisión una Ruta Crítica. La desarrollada anteriormente, nos indica un tiempo óptimo de fabricación, suponiendo un proceso ideal, o sea que no se presentaron problemas adicionales, como mala cristalización del colorante, o partículas muy duras que necesitaran más tiempo en la molienda, o ruptura de la dispersión al secado, etc., hechos muy comunes en la realidad y que incrementan el tiempo de fabricación.

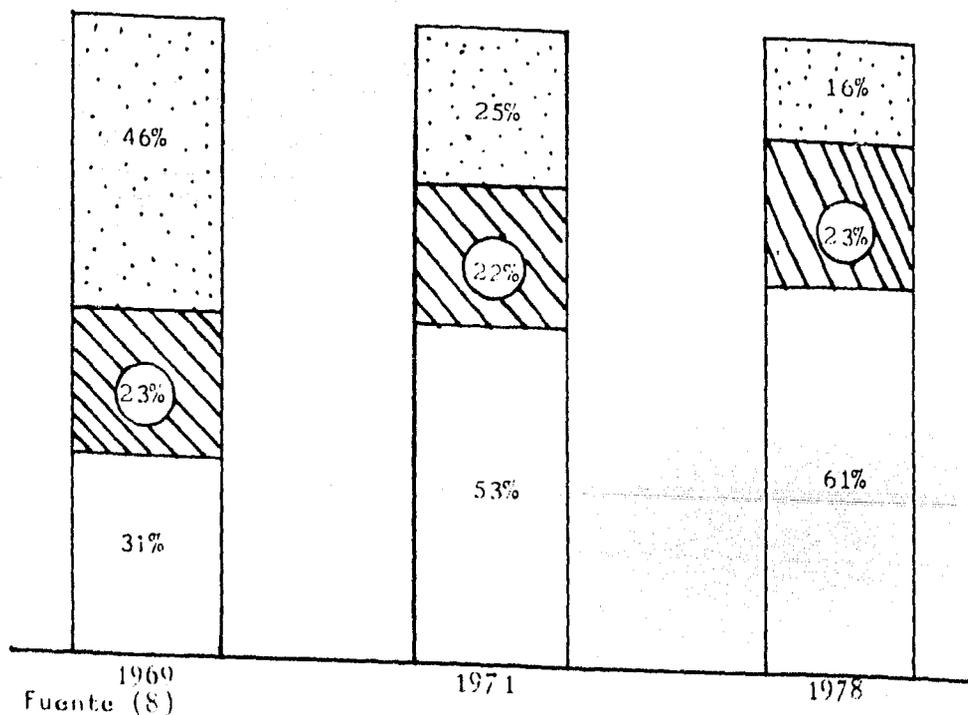
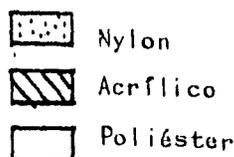
V.- PANORAMA ECONOMICO DE LA INDUSTRIA DE COLORANTES DISPERSOS EN MEXICO.

En nuestro país existe un amplio mercado para los colorantes dispersos, siendo éstos absorbidos en su totalidad por la industria textil, por lo tanto es natural que sea ésta, la que marque el desarrollo de la industria de colorantes dispersos. Un ejemplo palpable es el incremento en el consumo de fibras sintéticas (nylon, acrilán y poliéster), que se ha venido observando en años anteriores, y que se muestra en el siguiente monograma.



fuentes (8)

En éste grupo, existe una fuerte orientación hacia el poliéster.



El poliéster es la fibra que mayor crecimiento en su producción había demostrado; así por ejemplo de 1971 a 1976- tuvo un crecimiento del 32.2% (Poliéster Fil), contra un 23% del Acrilán, 0% del Algodón, o un - 18.1% de la Lana, originando éste incremento un mayor consumo de colorantes dispersos. Sin embargo, de 1976 a 1977 el mercado del poliéster su

fre una retracción, que influye definitivamente en la caída de éste grupo de colorantes, lo cual implicó una reducción de fabricación con la finalidad de bajar inventarios, dado que el mercado interno de colorantes dispersos, no obstante su caída, tuvo una actividad dinámica durante ese período, -- otro aspecto importante y que influyó fuertemente, fue la caída de las exportaciones. (9).

Lo anterior, puede observarse en el siguiente cuadro.

Sin embargo, a pesar del tropiezo sufrido, en México existe un amplio y creciente mercado para el poliéster, de 1978 a 1982 se espera un crecimiento anual en su consumo del 9.3% (poliéster Fil. y F.C.) ⁽¹⁰⁾ y consecuentemente de los colorantes dispersos, lo que justifica la ampliación de una planta o el mejor aprovechamiento de los recursos con que cuenta la misma, y la instalación de otras para satisfacer la demanda que se espera en los próximos años.

COLORANTES DIVERSOS

(TON)

	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978
PRODUCCION	786.2	1177.0	1589.4	2139.0	1922.7	1881.5	1975.7	2116.0
IMPORTACION	287.6	72.5	59.3	51.0	9.0	1.2	69.0	50.0
EXPORTACION	----	37.3	159.5	321.0	29.0	72.0	78.0	85.0
CONSUMO AFARIANTE	873.8	1212.2	1489.2	1869.0	1892.7	1810.7	1904.0	2081.0
INCREMENTO C.A. %	55.0	38.0	22.0	24.7	1.26	(4.3)	5.1	9.3
CAPACIDAD INSTALADA	1337.0	2057.0	2572.0	3272.0	3800.0	3800.0	3800.0	3800.0

fuentes: ANIQ, Dirección General de Estadísticas, Dirección General de Aduanas.

VI.- CONCLUSIONES

Y RECOMENDACIONES

Tomando como base el presente trabajo, se pueden obtener las siguientes conclusiones:

- 1.- Se conoce como colorante, a toda sustancia que se fija en otra de un modo estable dándole color.

Los colorantes se clasifican de dos formas: de acuerdo a los grupos químicos que los componen, o de acuerdo a su aplicación sobre la fibra, así existen colorantes azos, antraquinónicos, derivados del trifenil metano, etc., de acuerdo a la primera clasificación, o bien son ácidos, básicos, azoicos, directos, al azufre, de oxidación, solventes, tina, reactivos, mordentes y dispersos.

- 2.- Los colorantes dispersos son aquellos que siendo básicamente insolubles en agua, tienen afinidad por una o más fibras hidrófobas, tales como el acetato de celulosa, nylon y poliéster, y se aplican usualmente en forma de finas dispersiones acuosas.

A mediados de la década de los 20s, comienza a fabricarse comercialmente el acetato de celulosa, encontrándose que ésta tenía propiedades diferentes a las fibras hasta entonces conocidas, principalmente su carácter hidrófobo, hecho que la hacía incompatible con los colorantes acuosolubles hasta la fecha conocidos, por lo que fue necesaria la búsqueda de colorantes compatibles con ésta fibra, naciendo de ésta forma, los colorantes dis-

persos. En México comienzan a fabricarse a mediados de los años 60s.

- 3.- La mayoría de los colorantes dispersos, pertenecen al grupo de los azos o de los antraquinónicos.

La teoría más aceptada sobre la tintura de las fibras sintéticas, tales como acetato de celulosa, nylon y poliéster, puede ser expresada como la introducción de un colorante insoluble finamente dispersado que pasa a la fibra y forma con ésta una solución sólida, en la que la fibra funciona como disolvente orgánico.

- 4.- Un colorante disperso consta básicamente de dos partes: una pigmentaria finamente dispersada, y de un agente dispersante que ayuda a la reducción del tamaño y protección de la partícula, de tal forma que no permite la unión de ellas, aún en las condiciones más adversas.

Los agentes dispersantes son sustancias tensoactivas, y los más usados son los lignosulfonatos de sodio.

- 5.- En la fabricación de los colorantes dispersos, intervienen dos pasos fundamentales: primero, la obtención química del colorante insoluble en agua, mediante reacciones químicas, y segundo, se realiza la dispersión física de éste, por la molienda conjunta con un agente dispersante.

Debido a la complejidad de la elaboración de los colorantes dispersos, es de suma importancia mantener un estricto control de los factores que en ella intervienen,

principalmente pH, temperatura y volumen de los baños, - ya que éstos factores afectan directamente la formación-cristalina del colorante.

- 6.- Considerando los diversos factores que intervienen en la localización de la planta, tales como cercanía y disponibilidad de materias primas, mercados, agua y energía, - vías de comunicación, drenajes, etc., se encontró como - lugar apropiado una zona industrial de Cuautitlán Izca-lli, Edo. de Mex., que además de contar con todos los - servicios necesarios, cuenta con un clima templado subhúmedo, que no representa ningún problema en los procesos-normales de fabricación.

Actualmente se producen 300 toneladas por año, proyectándose la expansión para una producción de 715 toneladas anuales.

- 7.- El área de proceso de la planta cuenta con tres secciones:

I Reacción, que incluye precipitación y filtración, en dónde se llevan a cabo las reacciones químicas que - darán origen al colorante.

II Dispersión, dónde por molienda en húmedo, se consiguirán tamaños de partículas de colorante, adecuadas para la tintura.

III Terminación del colorante, en dónde se seca, se muele en seco y se estandariza con agentes dispersantes llevándolo a un tipo comercialmente establecido.

- 8.- El área determinada para cada sección de proceso es la - siguiente:

reacción	$(25 \times 17) \text{ m} = 425 \text{ m}^2$
dispersión	$(20 \times 17) \text{ m} = 340 \text{ m}^2$

terminación del producto:

secado	$(10 \times 15) \text{ m} = 150 \text{ m}^2$
molienda y revolvedoras	$(10 \times 21) \text{ m} = 210 \text{ m}^2$
Total de área construída	$(65 \times 50) \text{ m} = 3250 \text{ m}^2$

Se compró un terreno de 6500 m^2 de área total, quedando el área restante (3250 m^2), para futuras expansiones.

- 9.- La distribución propuesta, pretende minimizar los tiempos de producción, gracias a una colocación más adecuada de las áreas de proceso y servicio.
- 10.- Dada la complejidad del proceso de elaboración de los colorantes dispersos, y de los múltiples factores que intervienen en él, es difícil determinar con precisión un tiempo mínimo de fabricación. El tiempo mínimo presentado en la ruta crítica desarrollada en éste trabajo, indica un tiempo óptimo de fabricación, suponiendo un proceso ideal, o sea sin problemas adicionales como mala cristalización del colorante, o partículas muy duras que necesitarán más tiempo en la molienda, o ruptura de la dispersión al secado, etc., hechos muy comunes en la realidad y que incrementan el tiempo de fabricación.
- 11.- En los últimos años se ha observado una tendencia de desplazamiento de las fibras naturales y artificiales por las sintéticas, y dentro de éstas, el poliéster es la fibra que mayor incremento en su consumo presenta. Esto ha originado la cada vez más creciente demanda de-

colorantes dispersos, esperándose un crecimiento anual en su consumo del 9.3%. La industria de los colorantes dispersos en México ha tenido un gran desarrollo al grado de poder competir en el mercado internacional tanto en precio como en calidad.

BIBLIOGRAFIA

- (1).- "Algunos aspectos de la química de los colorantes".- Conferencia presentada por el Ing. Juan Rovira. Asociación Mexicana de Químicos y Coloristas Textiles. (AMQCT). Mayo 1977.
- (2).- "Control de calidad en la fabricación de colorantes". Curso sustentado por la Quim. Teresa Castañeda de Ocaña. Asociación Mexicana de Químicos y Coloristas Textiles. Septiembre 1978.
- (3).- "Colour Index". Publicación editada por la "Asociación Americana de Químicos Coloristas Textiles", y por "The Society of Dyers and Colourists", de Inglaterra.
- (4).- "Introducción a la Química de los Colorantes Dispersos". Ing. Mariano Royo. CROMOS (revista de la Asociación Mexicana de Químicos y Coloristas Textiles). Vol. 4 1er. trimestre 1972.
- (5).- "Factores que influyen en el teñido del poliéster".- Ing. Mariano Royo. CROMOS. Vol. No. 18 4o. trimestre 1975.

- (6).- "Data on Pigment Dispersion with High Speed impeller equipment" Stanford Guggenheim.
Published by: Federation of paint and varnish production clubs.
- (7).- "Equipo para dispersión, molienda y agitación". Catálogo publicado bajo licencia de Schol Machine Corp. 1977.
- (8).- "Panorama de la Industria de Fibras sintéticas en México". Ing. Francisco Puente.
CROMOS. Vol. No. 26.
- (9).- "Catálogo de la Industria Mexicana de Colorantes y Pigmentos". ANIQ. Edición 1979.
- (10).- "Desarrollo y situación actual de la industria de las fibras químicas en México".
Ing. Jorge de la Torre.
CROMOS. Vol. No. 24
2o. trimestre 1977.
- (11).- "Ruta Crítica". Mario Schjetnan Dantan.
Centro de Investigaciones Acústicoacústicas. UNAM.