

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO  
FACULTAD DE QUIMICA

---



IMPORTANCIA DEL BALANCE HIDROFILICO-LIPO-  
FILICO EN LA DISPERSION DE PIGMENTOS EN  
MOLINOS DE TRES RODILLOS.

**T E S I S**  
Que para obtener el Título de  
INGENIERO QUIMICO  
P r e s e n t a

ANGEL BARRAGAN ORTEGA

1 9 7 7



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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

tesis 1977  
No. M-77  
FECHA \_\_\_\_\_  
PAGO \_\_\_\_\_



ADMINISTRACION

JURADO ASIGNADO:

Presidente : Prof. Manuel Labastida Pérez.  
Vocal : Prof. Ma. Teresa Toral Peñaranda.  
Secretario : Prof. Ernesto Zeller Epsen.  
1er. Suplente : Prof. Victor Pérez Amador.  
2do. Suplente : Prof. Silvia Tejada de Orta.

SITIO DONDE SE DESARROLLO EL TEMA:

TOLVEG, S. A. DE C. V.

Representantes y fabricantes de productos químicos y  
auxiliares para las industrias.

Ubicada en Calle 10 No. 133., Granjas San Antonio.

SUSTENTANTE:

ANGEL BARRAGAN ORTEGA.

ASESOR DEL TEMA:

ING. MANUEL LABASTIDA PEREZ.

Con gran amor y cariño:

A mi esposa

A mi hijo Osvaldito

A Iliana

Nora y

Maricela.

A mis padres y hermanos

Por su gran apoyo

cariño y comprensión.

Con estimación

y agradecimiento

a mis padrinos:

Sr. Angel Camus y Esposa.

Con mucho cariño

a Josefina González A.

Con estimación

y agradecimiento

al Prof. Ernesto Zeller Epsen.

## AGRADECIMIENTO

Doy las más sinceras gracias a la ---  
Srita. Maria Juana Rodríguez Padrón por su  
valiosa colaboración en mecanografía que -  
hizo posible la realización de esta tesis-  
---. Así mismo agradezco al Ing. Marcelo --  
Durán Villas la atención que me brindó al-  
leer y corregir el manuscrito.

## RECONOCIMIENTO

Quiero agradecer a la Cía. Tolveg, S.A.  
de C.V., lo mismo que a su personal labora-  
torista, el haberme proporcionado las mayo  
res facilidades para la realización del --  
trabajo presentado en la tesis.

# I N D I C E .

	<u>Página.</u>
Introducción .....	5
<u>CAPITULO 1.- Generalidades .....</u>	8
— Historia de la pintura .....	8
Teoría de la dispersión de pigmentos .....	12
Métodos para la reducción de aglomerados .....	14
<u>CAPITULO 11.- Tipos de molinos .....</u>	16
Molino de piedras .....	17
Molino coloidal .....	17
Molino Baker Perkins .....	17
Molino vibratorio .....	18
Molino Kady .....	18
Molino de perlas .....	19
Molino de bolas .....	20
Dispersadores de alta velocidad .....	23
Molinos de rodillos .....	25
<u>CAPITULO 111.- Tipos de pigmentos .....</u>	26
Clasificación de los pigmentos .....	27
Pigmentos inorgánicos .....	27
Pigmentos Orgánicos .....	27
Formas de suministro .....	30
Materia prima usada en la fabricación de pigmentos .....	31
Dureza del grano .....	32
Selección de un pigmento .....	34
<u>CAPITULO IV.- Molinos de tres rodillos .....</u>	36
Descripción del molino .....	37
Operación del molino .....	40

Capacidad de carga .....	42
Limpieza del molino .....	43
<u>CAPITULO V.- Balance hidrofílico-lipofílico .....</u>	<u>45</u>
Agentes surfocativos .....	45
División de los agentes surfocativos .....	47
Tipos de agentes surfocativos no-iónicos .....	49
Diversos usos de los agentes surfocativos .....	51
Balance hidrofílico-lipofílico ( HLB ) .....	51
Determinación del HLB .....	53
<u>CAPITULO VI.- Experimentación .....</u>	<u>58</u>
Material y equipo utilizado en la experimentación .....	61
Procedimiento .....	67
Resultados .....	75
<u>CAPITULO VII.- Conclusiones .....</u>	<u>77</u>
<u>BIBLIOGRAFIA .....</u>	<u>79</u>

## I N T R O D U C C I O N

La mayoría de los problemas que se presentan en la industria que utiliza tintas se debe a las malas propiedades de la tinta, tales como flotación, asentamiento, poder tintóreo, finura, etc. Esta tesis está enfocada a solucionar estos problemas.

La historia sobre la fabricación de pinturas y tintas va desde la época de las cavernas hasta el presente siglo. Se describe la dispersión de los pigmentos ya que esto es pertinente para la obtención de una buena pintura o tinta; la forma de reducir los aglomerados de partículas de los pigmentos y el tipo de maquinaria empleada para este objetivo.

El empleo de los pigmentos en las tintas, pinturas o esmaltes implica la incorporación del pigmento en un vehículo líquido o sólido. A esta operación se le conoce como --- " molienda "; en realidad, en esta operación no se muele el pigmento en el sentido de que se tenga que reducir a partículas más pequeñas, sino lo que se hace simplemente es romper los aglomerados de la partícula y separarlas, de manera que su superficie se humedezca y quede cubierta por el vehículo.

Se da una clasificación de los pigmentos, la forma de suministro y el tipo de materia prima utilizada para la fa-

bricación de los mismos, así como sobre la dureza del grano. En la dispersión de pigmentos es de importancia no solo el tamaño de partícula sino que su dureza también influye en la velocidad con que se disperse en el vehículo.

Es muy importante que el vehículo, así como los aditivos usados para la fabricación de una pintura o tinta, sean compatibles ( que no exista flotación, asentamiento, etc. ) con el pigmento que se va a emplear ya que de lo contrario pueden surgir diversos problemas, como el de flotación representado en la fig. 1 página 69. En la página 37 se da una descripción del molino de tres rodillos, la forma de operar lo y la forma de realizar la limpieza. En la página 51, se habla sobre el balance Hidrofílico-Lipofílico ( HLB ), que es el balance del tamaño y fuerza de los grupos hidrófilos ( afinidad hacia el agua ó polares ) y los lipófilos ( afinidad hacia el aceite ó no polares ), la forma de determinar y su campo de aplicación. Finalmente se clasifican los agentes tensoactivos.

El objetivo de la experimentación realizada en esta tesis fue el de solucionar el problema de flotación que se presentaba al mezclar un amarillo con un azul, un verde ó bien un azul y negro. La flotación se debe, principalmente, a las corrientes y a la movilidad de los pigmentos. Una forma de impedir la hubiera sido reducir las corrientes y emplear pigmentos de idéntica movilidad. En la práctica, esto significa que deben emplearse pigmentos con partículas de igual diámetro, además de que la densidad, viscosidad y ten

si3n superficial del veh3culo y del disolvente deben va ---  
riar lo menos posible. Ya que esto es dif3cil de lograr fue  
necesario utilizar los agentes tensoactivos aunado al balance  
ce Hidrof3lico-Lipof3lico.

## C A P I T U L O I

### G E N E R A L I D A D E S .

#### HISTORIA DE LA PINTURA

51

El arte de la pintura es tan antiguo, quizás, como el propio hombre. Ya en la época de las cavernas y en la Era Paleolítica, se encuentran pinturas rudimentarias. La historia de la pintura va unida al de la escritura y la impre -- sión. La pintura ha evolucionado a través de la historia de acuerdo a la forma que ha seguido el hombre para represen -- tar la palabra o transmitir las ideas.

Las primeras expresiones pictóricas del hombre que están representadas por las pinturas rupestres, son en cierto modo un deseo del hombre de esa época de transmitir ideas o de conservar un hecho histórico, imprimiéndolo en la piedra<sup>(8)</sup>

Por el año 2000 antes de nuestra era, los egipcios y los chinos usaron inscripciones y pinturas en sus tumbas y templos. La mayor parte de estas cosas eran estrictamente -- decorativas. Lo sorprendente de estas pinturas y de las ins -- cripciones en las tumbas y templos, es que su composición -- no difería demasiado de las pinturas de tiempos recientes. Estaban basadas, esencialmente, en aceites secantes, gomas fósiles y pigmentos de tierras.

Si pasamos del Egipto al Oriente y de Africa a Asia, -- podemos precisar la historia de los Babilonios, Asirios y Persas basándonos en su Arquitectura y Pintura.

Los Griegos expresaban la imitación de la vida y la -- secuencia de ella, a través del pincel, y era tanta la naturalidad de algunos pintores como Zeuxis, que se dice de-

SE

él, que al pintar un racimo de uvas, fue tan maravilloso el color con que adornara el dibujo, que los pájaros llegaron a picotearlo.

Aproximadamente, de 1500 a 500 antes de nuestra era, - los Chinos y Japoneses usaban la savia de lo que ellos llamaban árbol de laca, conocido como *Rhus Vernicífera*, para preparar hermosos esmaltes de laca. Esta les daba una película que secaba esencialmente por oxidación, y podía ser -- clasificada como un tipo de barniz más o menos moderno.

Por el año 1200 de nuestra era, un monje llamado ----- Theosopholus Presbyter, dejó noticias de lo que se hacía en en tonces. Describió el cocinado básico de un barniz. Este bar niz, cosa sorprendente, estaba hecho sin adelgazador, en -- otras palabras, se usaban únicamente resina y aceite. Pasan do un poco más adelante, por el año 1500 de nuestra era, ve mos el primer intento de usar un barniz para protección. -- Usaban barnices para proteger ballestas y flechas. Las resi nas que usaban eran una combinación de colofonia y que era " derretida ", con una goma natural llamada Sandaraca. Al - decir que algo es " derretido ", significa, que se calentaba la resina a una elevada temperatura, eliminando la mayor parte de los materiales volátiles que se encuentran presentes en algunas de estas gomas naturales, y obteniendo el re siduo. Esto nos da un material córneo muy duro, y la combinación de éste con colofonia, era lo que se usaba como pintura de aplicación en caliente, para ballestas y flechas.

20 } Durante el Renacimiento se produjo una revolución en - el arte de la pintura y un florecimiento de los genios del pincel; así tenemos a los genios: Leonardo de Vinci, cuyos cuadros que pintó, constituyen una serie de monumentos ar -

20 }  
tísticos de imperecedera memoria. Su obra más bella es sin duda la " Cena " en Milán y que por desgracia está casi destruída. La " Virgen de las Rocas " y La " Gioconda ".

Rafael, sus obras principales son los frescos que pintó en las Cámaras del Vaticano, " La disputa del Santísimo-Sacramento ", que resume la historia de la Iglesia, y de la cual se ha llegado a decir, que es la más alta expresión de la pintura cristiana, y más que una obra maestra, una época en el florecimiento del ingenio humano. SI

Entre los años 1500 y 1800, vemos que había una resina que parece haberse usado principalmente en la industria y esa resina era el ámbar. Todavía en la actualidad existen algunas de las pinturas hechas con esa resina. Algunos de los violines más finos cuya hermosa apariencia y excelente tono y calidad se ha conservado hasta nuestros días, se explican, hasta cierto punto, por la calidad de la pintura. Estos violines fueron barnizados con este tipo de pinturas de ámbar, una combinación de ámbar, aceite y algún disolvente. SI

En el Siglo XIX, el ámbar se vuelve escaso, y debido a su escasez, resulta naturalmente costoso, motivo por el cual se buscaron otras resinas que lo sustituyera. De esta forma se encuentran otras gomas y resinas naturales; entre éstas figuran la goma Arábiga, goma elástica, copal, mastique y goma laca. La goma laca como todo mundo sabe, se sigue usando. Cuando se disuelve la goma laca en alcohol, da un barniz muy hermoso. Sin embargo, de hecho, la goma lacase usó durante el siglo XIX mientras se encontraba un sustituto para el escaso y costoso ámbar.

Ya en el siglo XX, vemos que se efectuó casi una revo-

SI

lución. De hecho, en los 75 años que han transcurrido de esta centuria, se han efectuado más progresos en la industria de la pintura que en unos 4000 años atrás. La industria de la pintura se convirtió realmente en una ciencia en la que el hombre ha hecho sus propias materias primas. Ha usado -- ciertamente, muchos productos naturales, pero se convirtió -- esencialmente en un hombre de ciencia por si mismo. Y la -- primera de estas resinas, la cual se puede llamar un producto semi-sintético, fue la goma éster ( Ester Gum ). En este tiempo, la goma éster fue probablemente la resina más popular usada en la industria de pinturas.

Hacen, en este siglo, la aparición de nuevos tipos de industria de pinturas como resultado de las nuevas materias primas, como por ejemplo; la Nitrocelulosa, cuya introducción dió origen a una industria completamente nueva, la de las lacas, las que aún son muy populares en la actualidad.

En este siglo se establece la primer <sup>SI</sup> fábrica de pinturas, en la cual se comienzan a dispersar los pigmentos con vehículos en diferentes tipos de molinos. El principal vehículo de molienda usado es un barniz oleorresinoso a base de aceite de linaza. Hasta comenzar el siglo XX, el aceite de linaza era y sigue siendo hasta nuestros días el caballito de batalla en la industria de pinturas, aunque en parte los aceites de Tung y de Oiticica que han permitido preparar -- barnices y vehículos de más rápido secado que con el aceite de linaza, lo han desplazado parcialmente. *Yano*

NO

El molino tipo más antiguo que se conoce lo constituye un mortero grande de " piedra artesana ", sobre el cual se rodaba una bola de piedra hacia atrás y hacia adelante que efectuaba la molienda. A este tipo de molinos se le llamó -- " La Piedra de Boston ".

20

En estos molinos, se ponían juntos el barniz y el pigmento en relación de peso y cantidad que correspondían, llegando al ajuste correcto de proporciones a base de ensayos y errores.

SI

Estas mezclas y procesos se consideraban un arte y se transmitían de padres a hijos como secretos de especialidad, por lo cual el adelanto en la fabricación de pinturas fue lento y por procesos de ensayo y error. En esta época, y -- por esa razón principalmente las pinturas fueron de baja calidad, por lo que a partir del año de 1900, los fabricantes de pinturas comenzaron a contratar químicos para elevar la calidad de dichas pinturas y establecieron asociaciones profesionales para intercambiar conocimientos lo que dió por resultado una mejoría en la calidad de producto.

A partir de entonces, la industria pictórica adquiere un gran desarrollo, y se dispersan mejor los pigmentos y mejora notablemente la calidad del material, y es también, la época en que se comienzan a usar los molinos de rodillos, de bolas y otros.

#### TEORIA DE LA DISPERSION DE PIGMENTOS.

La mayoría de los pigmentos fabricados tienen un tamaño de partícula pequeño en su estructura cristalina. Sin embargo, en el proceso de separación, durante la fabricación de dichos pigmentos tienden a formar cuerpos coherentes, conocidos como agregados, aglomerados o flóculos, dependiendo de lo apretado de la cohesión entre las partículas y el tamaño de la configuración total de las partículas coherentes.

Con el objeto de obtener una dispersión óptima, es de suma importancia reducir el tamaño de estos agregados lo más posible, acercándose al tamaño de las partículas prima-

rias y estabilizar las partículas resultantes con el objeto de que no se vuelvan a reagregar en el medio líquido. Esto se conoce como dispersión del pigmento.

Durante el proceso de producción del pigmento, éste es tá sujeto a la precipitación, lavado, secado y molienda; de los cuales el último proceso da al pigmento el tamaño de -- seado de partícula.

Esto se lleva a cabo con molinos muy efectivos de alta velocidad. Así se consigue un tamaño de partícula hasta de una o menos micra. Si examinamos estas partículas con un microscopio electrónico, salta a la vista algo interesante; -- las llamadas partículas primarias no son existentes como tales sino se reunieron formando aglomerados, llamados partículas secundarias.

Esta formación de aglomerados se basa en dos causas, -- por una parte en la polaridad de las partículas primarias -- y por otra en su energía de superficie. Esta última se ex -- plica por la tendencia de cada materia de alcanzar el estado de menor energía.

La polaridad de las partículas de pigmentos se induce -- por la distribución de carga eléctrica en la molécula de -- pigmento.

Esta polaridad más o menos eficiente de las partículas primarias, inmediatamente después de su formación lleva a -- la aglomeración a partículas secundarias, lo que se atribuye a la compensación de la carga eléctrica. Dicho efecto -- predomina con mucho sobre el efecto de disminución de la -- tensión superficial. Esta aglomeración de las partículas -- primarias se presenta cuanto más intenso, tanto más polar -- es la molécula de pigmento. En esta forma el pigmento se --

presenta después de ser molido y así lo usan. El proceso -- que tiene lugar cuando se dispersa el pigmento en el vehículo es el siguiente: El vehículo se mete en los aglomerados y los desdobra; en el estado final cada partícula primaria debe ser envuelta completamente por una capa de vehículo. -- Solamente así se puede conseguir un provecho ideal del poder tintóreo de cada partícula de pigmento, en este caso tenemos la dispersión completa.<sup>(2)(11)</sup>

Por todo lo anterior, se puede decir que se presentan para el trabajo de dispersión tres problemas fundamentales:

a).- La separación de partículas y la reducción de --- agregados y de los aglomerados mecánicos hasta un tamaño de partícula que sea compatible con el grueso de la película -- que se quiere lograr.

b).- Mojado de la partícula y eliminación de la fase -- absorbida.

c).- Estabilización del sistema de tal manera que permanezca constante, tanto en su uso como en su almacenamiento.<sup>(11)(14)</sup>

#### METODOS PARA LA REDUCCION DE AGLOMERADOS

De acuerdo con el método usado para romper los aglomerados y humectar los poros del pigmento se pueden catalogar los métodos de molido en cuatro grupos:

METODO POR IMPACTO.- Este método se entiende como el rompimiento del tamaño de un aglomerado al chocar contra -- una superficie sólida, aprovechando su energía cinética a -- alta velocidad; este tipo de trabajo requiere un vehículo -- de baja viscosidad para hacer muy fluida la masa y facilitar así, el impacto. Entre los molinos capaces de realizar

este trabajo tenemos los molinos de bolas, el molino Kady - ( Kady-Mill ) y molinos de perlas ( Perl-Mill ).

METODO POR ATRICCIÓN.- Método que se basa principalmente en la rotura de los aglomerados al golpear unos contra - otros. Los molinos que usan esta acción son los mismos que los del caso anterior y los nuevos tipos de dispersión a alta velocidad como son los Cowles.

METODO POR COMPRESION.- Este efecto como su nombre lo indica, se debe a la presión entre dos superficies duras, - entre las cuales se hace pasar a la partícula de pigmento;- esta clase de trabajo es cara en energía y requiere vehículos de alta viscosidad, que al lubricar las partículas lo - hagan más eficiente, más suave y más limpio. Por lo general ese tipo de trabajo se efectúa casi siempre en los molinos- de rodillos.

METODO POR DESMENUZADO.- Este sistema de mojado y molido es el más completo, este trabajo rompe los aglomerados - grandes y deforman los capilares del pigmento, en esta forma permite que el vehículo penetre y desplace el aire que - tenían los poros. Los molinos que usan este método son prácticamente todos con excepción de los de tipo cinético -----  
( Kady-Mill )<sup>(2)(1)(22)</sup>

## C A P I T U L O   I I

SI

### TIPOS DE MOLINOS.

El enorme progreso tecnológico en la industria de pinturas no ha quedado limitado simplemente a la fase del desarrollo de productos sintéticos tales como resinas, pigmentos y aditivos, sino que también se ha extendido en el campo de unidades para operación, es decir; el equipo necesario para la mezcla y combinación mecánica de las materias primas.

Los principales equipos para la manufactura de pinturas son prácticamente los mismos que los de hace unos 70 años. Las diferencias principalmente consisten en el refinamiento de dichos equipos. Entre estos refinamientos tenemos por ejemplo; en el molino de tres rodillos un ajuste hidráulico de los rodillos, que permite producción extra, gracias a un ajuste preciso, efectuado en muy corto tiempo, a la vez que no se requieren operadores especializados; agua de enfriamiento para los rodillos; entre las ventajas más notables figura una hoja biselada, controlada neumáticamente y colocada entre los dos últimos rodillos.

Estos refinamientos y mejoramientos han sido causados gradualmente por la marcha natural de un progreso, la demanda de producción y capacidad por molino y por hombre, y la necesidad para obtener una buena molienda.<sup>(9)</sup>

Todos los molinos tienen realmente tres efectos: mezclado, presión y desmenuzado; la relación de estos tres factores, depende del tipo de molino. A continuación se descri

ben algunos molinos utilizados en la fabricación de pinturas y tintas.

MOLINOS DE PIEDRAS.- En los últimos años se han construido varios molinos de alta velocidad basada en el principio rotor-estator en los cuales el material por dispersarse se alimenta por un cono colocado en el centro del molino y sale forzado entre el rotor y el estator. La mezcla pigmento vehículo es forzada sobre la superficie del rotor y sale hacia afuera por canales estrechos del centro del estator.

Actualmente, estos molinos usan piedras artificiales de gran duración y rendimiento de las cuales una es fija y la otra móvil; se basan en la gran acción de desmenuzamiento lograda por las piedras al girar. Para que den un rendimiento máximo, es necesario de una buena premezcla y controlar la viscosidad de la pasta que no debe ser muy pesada, sino que al contrario del molino de tres rodillos, deberá tener una consistencia más bien flúida.

En el caso de pigmentos de bajo índice de absorción de aceite, se calibra la distancia entre el rotor y estator -- que es lo que determina el grado de dispersión del pigmento. Son muy empleados para producir tintas para textiles, flexográficas y esmaltes de pigmentos suaves y fáciles de moler.<sup>(2)(9)</sup>

MOLINOS COLOIDALES.- Estos tipos de molinos son muy semejantes a los molinos de piedras, con la diferencia de que sus partes rotor-estator son metálicas, además de que se -- utilizan más que nada para lograr una mayor estabilización de las emulsiones.

BAKER PERKINS.- Los molinos Baker Perkins, como el Bambury son de alto poder desmenuzante, trabajan a alta temperatura y con resinas sin solventes, dispersan únicamente --

pigmentos suaves y de gran finura. Se usan casi siempre para hacer pastas blancas usadas en esmaltes horneados o para lacas tipo automotriz. Dan acabados de muy buen brillo y -- gran estabilidad. Su uso es ahora más limitado por estar -- siendo desplazados por los agitadores compulsosores de alta -- velocidad tipo Cowles, que se autocalientan y son muy eficientes en su trabajo.<sup>(2)(9)</sup>

MOLINO VIBRATORIO.-- Este molino consiste en una canasta acoplada directamente a un motor, este acoplamiento es -- excéntrico y como ambos están montados sobre resortes, vibran con gran rapidez. Dentro de la canasta hay pequeños -- rodillos de acero duro, que al vibrar el molino giran sobre sí mismos a gran velocidad, este molino es de gran rendimiento cuando se carga adecuadamente y con pigmentos suaves. Da esmaltes de buen brillo y se presta para productos caseiros e implementos agrícolas.<sup>(2)</sup>

MOLINO KADY ( KADY-MILL ).-- Entre los nuevos sistemas de dispersión hay el de energía cinética Kady Mill. Es un -- molino de altas revoluciones con una velocidad periférica -- de aproximadamente 8,700 pies por minuto, trabaja por impacto y atrición. En este molino un rotor hace pasar por unos canales y a gran velocidad una mezcla de pigmento y vehículo, la gran energía creada es la que rompe los agregados -- del pigmento. Generalmente conviene trabajarlos con vehículos de muy poca viscosidad y bajos sólidos, sólo los mínimos para que no se floculen los pigmentos dispersados. Una gran ventaja de estos molinos es que no requieren premezclas y -- que casi se puede completar el lote en el mismo molino para descargar y ajustar. El grado de molienda deseado se obtiene regulando el tiempo de permanencia del material en el re

cipiente molturador. El Kady Mill es bastante aceptable para la manufactura de tintas para polietileno, tintas flexográficas, etc.<sup>(11)</sup>

MOLINOS DE PERLAS ( Perl Mill ) .- Estos tipos de molinos emplean como elementos de molienda perllillas redondas de vidrio duro ó acero fino, de un diámetro comprendido entre 0.75 y 5 mm. que actúan como cuerpos molturadores. Una bomba regulable sin escalonamiento transporta el material desde el depósito a la parte inferior del recipiente de molienda cilíndrico y angosto, cargado con las perllillas molturadoras. En el recipiente de molienda gira un mecanismo agitador de discos que mueve intensamente la mezcla material / elementos de molienda. Presentan un dispositivo de separación situado en la parte superior del recipiente, tamiz o hendidura de trituración cuya función es retener las perllillas y así dejar pasar el material finamente molido que fluye finalmente a través de una abertura lateral.

Por regla general, el recipiente de molienda lleva una tercera parte de perllillas. El efecto de molienda se basa en la acción conjunta de diversos componentes:

1.- Gran número de puntos de molienda. La trituración y pulverización tiene lugar entre las perllillas al rodar y deslizarse unas sobre otras, entre los órganos agitadores y los cuerpos molturadores, así como en mucho menor grado entre las perllillas y la pared del recipiente.

2.- Fuerzas de cizallamiento debidas a las velocidades diferenciales. Las magnitudes aquí influyentes son la velocidad de trabajo del agitador, el tamaño, forma y peso específico de los elementos de molienda, así como la viscosidad, es decir, viscosidad estructural del material que se muele.

3.- Adhesión entre los componentes líquidos y sólidos de la carga, o bien la adhesión del material a los cuerpos-molturadores y a los elementos agitadores.

El grado de finura deseado se obtiene regulando el --- tiempo de permanencia del material en el recipiente de mo--- lienda ( prescindiendo ahora del dimensionamiento de la má--- quina y la elección del relleno de perlillas ). La regula --- ción corre a cargo de la bomba de alimentación, cuyo rendi--- miento se gradúa por variador sin escalonamiento. Para obte--- ner un mayor rendimiento en la molienda es necesario el pre--- mezclado de la carga.

Estos tipos de molinos se emplean principalmente en -- las industrias de barnices, lacas, pinturas y tintas.<sup>(2)(3)</sup>

MOLINOS DE BOLAS.--- Este tipo de molino es uno de los - más antiguos y más usados en la industria de pinturas. Son--- máquinas industriales ideadas especialmente para la molutura --- ción por vía seca o húmeda.

Estos molinos no requieren premezcla de material y se--- pueden usar haciendo el proceso casi continuo, cuando se -- trabajan lotes iguales o muy parecidos. En este tipo de --- equipo se usan la atrición, el desmenuzado y el impacto.

Esencialmente, un molino de bolas consiste en un tam - bor con movimiento de rotación, en cuyo interior se encuen--- tran las bolas y el material a molturar. Debido al movimien--- to rotatorio, las bolas ascienden hasta una cierta altura y caen golpeándose entre sí. El trabajo de choque y fricción--- así desarrollado actúa sobre el producto provocando su mol--- turación.

Generalmente, las bolas son de acero o de porcelana. - Las de porcelana se usan para colores blancos y tonos pastel

51-

debido a que no contaminan el color de la pasta; para estos colores es necesario también forrar el molino de porcelana. Cuando se emplean bolas de acero, debido al desgaste de éstas y de la coraza del molino, las pastas sufren una contaminación natural en su color; por lo tanto estas bolas se usan en colores oscuros o para colores donde no importa dicha - contaminación.

Actualmente, se emplea cerámica ( esteatita ) para el revestimiento de los molinos de bolas. La ventaja que presenta con relación a la porcelana, es que la esteatita tiene una dureza tres veces superior y su peso específico excede en un 20%. Debido a estas características, no comunica - impurezas al producto tratado por más sensible y delicada - que sea su coloración, al propio tiempo que su mayor densidad produce una molturación más enérgica.

Los principales factores que determinan el rendimiento y que regulan la dispersión en este tipo de molinos son:

VELOCIDAD DE ROTACION.- Cuando mayor se ésta, mayor se rá la rapidez de molido, pero si ésta es demasiado alta, la fuerza centrífuga hace que las bolas se inmovilicen en la - pared exterior del molino evitando su trabajo, por lo que - es de básica importancia, el estudio y determinación de la - velocidad óptima para cada tipo de molino.

Se conoce como velocidad crítica a la velocidad a la - cual la fuerza centrífuga es suficiente para igualar la --- fuerza de gravedad de las bolas y éstas solamente giran o - son llevadas alrededor del molino. La velocidad crítica (  $V_c$  ) se determina dividiendo la constante  $K = 76.6$  entre la raíz cuadrada del diámetro interior del molino (  $D$  ) expresado - en pies, es decir:

$$V_c = \frac{76.6}{\sqrt{D}}$$

Normalmente se trabaja de 50-60 % de la velocidad crítica.

RELACION DE VOLUMENES DEL MEDIO MOLTURADOR Y DEL MATERIAL A MOLTURAR.- La carga ideal es aproximadamente  $1/3$  de volumen del medio molturador y  $1/3$  de volumen del material a molturar. Si se aumenta el volumen de las bolas, la molienda es un poco más rápida pero aumentan otros costos y como generalmente trabajan durante la noche casi siempre es innecesario disminuir el tiempo.

CANTIDAD DEL PRODUCTO A MOLTURAR.- La cantidad y el modo de cargar el material para su molturación, son muy importantes. Lo más común es poner los líquidos primero, esto hace que la humectación sea rápida, la carga del material no debe exceder de un 50% del volumen total del molino, dejando un 10% para las adiciones.

VISCOSIDAD DEL PRODUCTO A MOLTURAR.- En la molienda -- por vía húmeda es de gran importancia que la viscosidad sea la adecuada. Con viscosidad excesivamente bajas se produce un desgaste anormal de las bolas debido a la violencia de los choques entre las mismas. Por otra parte con viscosidades demasiado altas la velocidad de caída se reduce fuertemente, disminuyendo la eficacia de la molturación.

TAMAÑO DEL MEDIO MOLIENTE.- En principio el tamaño de las bolas debe ser pequeño, con lo cual a igualdad de volumen aparente, el número de bolas es superior y también el número de contactos. Por otra parte la velocidad de caída de las bolas es proporcional al cuadrado de su diámetro, e inversamente proporcional a la viscosidad del medio, por lo que puede ser conveniente emplear mayores diámetros en la molturación de productos más viscosos. Los diámetros óptimos

están comprendidos entre 6 y 18 mm. para bolas de acero y - entre 20 y 40 mm. para las de porcelana y esteatita.

Estos molinos encuentran campo de aplicación sobre todo en industria de pinturas, esmaltes y tintas. <sup>(2)(3)</sup>

DISPERSADORES DE ALTA VELOCIDAD.- En el interminable - proceso de modernización y expansión, los dispersadores de alta velocidad, del cual es ejemplo el dispersador Cowles, - se están usando cada vez más. A través de la experiencia se ha observado que es uno de los equipos más útiles de que se puede disponer en la industria.

La mayor parte de los Cowles están equipados con el -- sistema de transmisión MPD ( máximo suministro de potencia ) patentado, que es el único sistema de transmisión de banda, que transmite íntegramente todos los caballos de fuerza. Ordinariamente se están construyendo máquinas equipadas con - motores de 25 HP y hasta de 150 HP.

La dispersión a alta velocidad se efectúa principalmen te por atrición de los aglomerados bajo las fuerzas visco - sas, que son inducidas por el impulsor a alta velocidad. La eficiencia de la dispersión depende de la velocidad perifé - rica del impulsor, las dimensiones relativas del impulsor y recipiente, la altura del impulsor sobre la base del reci - piente y la composición y volumen de la pasta.

En dispersadores Cowles se recomienda usar tandas con alto contenido de sólidos y aplicar al impulsor los sufi -- cientes caballos de fuerza para lograr la velocidad apropiada del disco impulsor que garantice la máxima eficiencia. - El diámetro del impulsor debe ser de un tercio a un medio - del diámetro del tanque. Se ha comprobado que los mejores - resultados se obtienen cuando la velocidad del disco del --

impulsor es de 4000 pies por minuto o más.<sup>(2X/2)</sup>

La velocidad del disco del impulsor se puede calcular de la siguiente forma: diámetro del disco del impulsor ---- ( DDI ) en pulgadas por 3.14 dividido por 12 y multiplicado por la velocidad de la flecha ( Vf ), es decir:

$$\frac{\text{DDI} \times 3.14}{12} \times \text{Vf} = \text{F. P. M.}$$

El procedimiento más apropiado para trabajar con dispersadores Cowles consiste en poner el vehículo requerido en el tanque, colocar el impulsor en el vehículo, poner en movimiento la unidad, y agregar entonces los materiales secos. Los pigmentos pueden agregarse con la unidad parada, a fin de disminuir el polvo. Por lo general los pigmentos deben agregarse por orden decreciente de su absorción de aceite.<sup>(12)</sup>

La relación de pigmento a vehículo se puede calcular con la fórmula siguiente:

$$F = 0.90 + \frac{V_s}{145} + \frac{P}{40}$$

Donde: F es un factor, Vs es el porcentaje de sólidos del vehículo y P la viscosidad en poises. Si el factor F se multiplica por la absorción de aceite, se obtienen las libras de vehículo usado por un peso dado de pigmento.

La fase de apilotamiento debe ser muy corta; cualquier procedimiento en que permita una larga fase de apilotamiento es poco eficaz. El impulsor debe colocarse lo suficientemente cerca del fondo del tanque, a fin de impedir que los remolinos ocasionados por el aumento de la fluencia, lleguen al impulsor y se evite la introducción de excesivo aire en la tanda.<sup>(3)</sup>

Los dispersadores Cowles presentan una gran variedad - de aplicaciones entre ellas podemos citar: se puede usar pa - ra dispersión previa, colorear, agitar, disolver resinas du - ras y blandas, vinílicos, organisoles, plastisoles, emulsio - nes alcídicas, geles, pinturas mates, etc., así como toda - clase de pinturas emulsionadas, poliésteres, cocinado de -- barnices tintas para imprenta, etc.

MOLINOS DE RODILLOS.- Estos pueden tener generalmente - 2, 3 y 5 rodillos los cuales tienen velocidades diferentes - para que el desmenuzado sea más efectivo; giran sobre sí -- mismos en sentidos opuestos y con velocidades que van dupli - cándose de uno a otro. Necesitan vehículos de muy alta vis - cosidad para tener la pegajosidad necesaria y así efectuar - el desmenuzado que se necesite.<sup>(9)</sup>

Para estos tipos de molinos es necesaria una buena pre - mezcla ya que si esta premezcla no es la adecuada, el rendi - miento de los molinos es muy bajo. El molino de dos rodi - llos se utiliza grandemente para la producción de los llama - dos chips, que no son otra cosa que dispersiones de pigmen - tos en un vehículo sólido. El vehículo puede ser casi cual - quier tipo de resina sólida. Producen esmaltes de alto bri - llo y gran estabilidad, además presentan un gran efecto des - menuzador.<sup>(2)(9)</sup>

El molino de cinco rodillos es muy poco usado y es --- apropiado para moler pastas que tengan poca premezcla, en - esmaltes tipos caseros.

El molino de tres rodillos, es uno de los más usados.- Producen dispersiones de pigmentos en sistemas húmedos. Es - te tema se tratará más ampliamente en el capítulo IV.

## C A P I T U L O III.

### TIPOS DE PIGMENTOS.

Desde los tiempos más remotos, el hombre apreció el color, pero no fue sino hasta la era de la Química cuando realizó verdaderos progresos en la manufactura de materiales - que pueden utilizarse para pintar o teñir los diversos objetos, y que ahora nos son tan familiares que casi ni reparamos en ello.

Un pigmento es un material finamente dividido que puede ser blanco, negro o de color y que se usa en la fabricación de pinturas suspendido en algún vehículo. Los materiales coloridos que son solubles en algún vehículo se consideran más bien como anilinas. La insolubilidad es la propiedad esencial de un pigmento.

Los fabricantes de pigmentos, así como los que los utilizan para la fabricación de pinturas y tintas, consideran estos materiales, por lo común, como sustancias que tienen un peso específico, cierto tamaño de partículas, opacidad y características tales como:

- a).- Firmeza o resistencia a la luz.
- b).- Durabilidad a la exposición exterior.
- c).- Resistencia al sagrado.
- d).- Resistencia a los ácidos y a los álcalis.
- e).- Fácil dispersabilidad en el vehículo.
- f).- Alto poder tintoreal, etc.

Sin embargo, el objeto de usar un pigmento como colores cubrir, proteger y decorar.

El color de un material u objeto no luminoso depende -

de la calidad de la luz con que se ilumina. Esto explica -- por que un mismo objeto coloreado puede parecer de color -- completamente diferente cuando se le ve bajo la luz eléctrica incandescente de los focos ordinarios o bajo la de una lámpara fluorescente, y sobre todo, bajo la luz del día. -- Por lo mismo, un pigmento o color puede igualar más o menos bien a otro cuando se comparan bajo determinada luz, y sin embargo, parecen muy diferentes cuando se comparan bajo --- otra clase de luz o iluminación.

#### CLASIFICACION DE LOS PIGMENTOS

Los pigmentos de color se dividen en dos grandes categorías: Inorgánicos y Orgánicos.

##### PIGMENTOS INORGANICOS.

a).- Cromatos y Molibdatos.

Plomo.- Amarillo Cromo, Anaranjado Cromo, Verde - Cromo y Anaranjado Molibdato.

Cinc.- Amarillo Cinc y Cromato Básico de Cinc.

Varios.- Estroncio, Bario, Calcio, etc.

b).- Oxidos.

Oxidos de Hierro, Cromo y Plomo.

c).- Sulfuros y Seleniuros.

Cadmio y Mercurio.

d).- Ferrocianuros.

Azul de Prusia, etc.

e).- Escamas y Polvos.

Aluminio, Cobre y Cinc.

f).- Varios.

Titanio de Niquel, Azul Ultramar, etc.

##### PIGMENTOS ORGANICOS.

a).- Pigmentos Azo.

Pigmentos Colorantes Azo.- Rojos Para, Rojo Naftol Rojo y Amarillo Toluidina, Oro Verde, etc.

Pigmentos Colorantes Diazo.- Amarillo y Anaranjado Bencidina, y Rojo Pirazolona.

Pigmentos Colorantes Mono Azo.- Rojo Para-cloro, - Rojo Toluidina, Amarillo Hansa, Rojos Arylida, etc.

Azos Precipitados.- Rojos Litol, Rubina Litol, --- Rojos Bon, etc.

b).-Pigmentos No Azoicos.

Ftalocianinas.- Azul y Verde Ftalocianina.

Tinas y Antraquinonas.- Azul Indantrona, Escarlata Pirantrona, Anaranjado Rk, Amarillo Antrapirimidina, etc.

Tio-índigos.- Van generalmente, del rojo al violeta.

Quinacridonas.- Se pueden obtener en colores oro,- anaranjado, rojos, castaños, magenta y violeta.

Colorantes Acidos y Básicos.- Rodaminas, Violeta - de Metilo y Azul Victoria.

Una comparación de las propiedades generales entre los pigmentos Inorgánicos y Orgánicos es la siguiente:

PIGMENTOS INORGANICOS.

a).-Insolubles ( no sangran ) en disolventes orgánicos

b).-Elevada gravedad específica.

c).-Superior resistencia al calor.

d).-Menos Costo.

e).-Bajo poder tintóreo.

f).-Opacos.

PIGMENTOS ORGANICOS.

a).-Algunos ligeramente solubles en disolventes orgánicos.

- b).- Baja gravedad específica.
- c).- Poca resistencia al calor.
- d).- Más costo.
- e).- Fuerte poder tintóreo ( que tiende a contrarrestar el costo ).
- f).- Superior transparencia.
- g).- Superior intensidad.

Ya se vió, que los pigmentos orgánicos pueden subdividirse en dos grupos: Los Pigmentos Azo y los No Azo. Los -- pigmentos Azo contienen uno o más grupos cromóferos y se dividen en dos grupos:

**Pigmentos Colorantes.**.- Pigmentos que son insolubles en el medio de reacción ( agua ) y no requieren metal para su precipitación.

**Azos Precipitados.**.- Contienen grupos formadores de sales y requieren precipitación con sales metálicas. Las sa - les de sodio, bario, calcio, manganeso y estroncio son las más usadas.

Las propiedades de los pigmentos Azo son:

**Pigmentos Colorantes.**

- a).- Colores firmes ( tonos subidos ), poca firmeza -- ( tintes ).
- b).- Poca resistencia al sangrado en vehículos y disolventes orgánicos.
- c).- Grupo Azo sujeto a Oxidación.
- d).- Buena resistencia a los ácidos y a los álcalis.

**Azos Precipitados.**

- a).- Regular firmeza ( tonos oscuros ), poca firmeza -- ( tintes ).
- b).- Buena o excelente resistencia al sangrado.

c).- Poca resistencia a los ácidos y a los álcalis.

En el grupo de los pigmentos No Azo, los pigmentos Pta locianina ( azul y verde ) y Quinacridona ( rojo y violeta ) ofrecen excelente firmeza o resistencia a la luz tanto en tonos subidos como en los pálidos, resistencia al sangrado y a las sustancias químicas.

Un Colorante Tina, es cualquier materia colorante ( -- excepto colores básicos y azufrados ) que pueden experimentar reducción a una forma soluble en agua y subsecuente reoxidación sin pérdida de color. Es casi siempre un compuesto orgánico coloreado que contiene dos o más grupos cetónicos- que pueden reducirse con hidrosulfito de sodio y álcali para dar un compuesto leuco, que tiene afinidad por las fibras celulósicas.

Es imposible definir los colorantes Tina en término de tonos y propiedades; casi la única generalización que puede hacerse sobre ellos es que todos son costosos.

#### FORMAS DE SUMINISTRO.

a).- En forma de polvo seco, finamente pulverizado. Esta forma de entrega se ha estandarizado dentro de estrechos límites de tolerancia usuales en general, con respecto a su intensidad y tonalidad. Se utilizan generalmente para la formulación de esmaltes, lacas, tintas para las artes gráficas, hules, plásticos, etc.

b).- En forma de granulado y están estandarizados de la misma forma que los tipos en polvo. La granulación no se efectúa por medio de aditivos solidificantes como resinas, sino con ayuda de un procedimiento especial de secado, por lo que los pigmentos granulados son también técnicamente puros. Las ventajas que ofrecen son una manipulación más fácil

y sobre todo un desprendimiento mucho menor de polvillo volátil durante su aplicación.

c).- En forma de pasta acuosa, en las cuales el pigmento ha sido especialmente tratado a fin de que se disperse fácilmente y sea compatible con resinas en emulsión, tales como las de acetato de polivinilo, copolímeros acrílicos, latex, etc.

d).- En forma de torta prensada; como su nombre lo indica, es el pigmento prensado antes de que haya secado, y consiste en un material que contiene un agente humectante o dispersante. Tales productos no son, por lo general, normalizados en cuanto a contener un porcentaje exacto de pigmento seco, y al usuario necesita hacer algunos ajustes debido a las diferencias en pigmento seco contenido en un lote y otro.

e).- En forma de polvos dispersables en agua, que contienen ciertas cantidades de agente dispersante o humectante. Los pigmentos utilizados, son altamente estables en medio alcalino. Esta línea de pigmentos consta de una gran variedad de tonos novedosos y vivos, propios para mosaicos baldosas, pinturas de cemento, cal, etc. <sup>(15)(18)</sup>

f).- En forma de pigmentos nivelados, o sean aquellos pigmentos que se suministran en un vehículo resinoso u oleoso y un disolvente.

#### MATERIA PRIMA USADA EN LA FABRICACION DE PIGMENTOS.

Aunque el fabricante de pigmentos utiliza gran cantidad de substancias químicas, tanto inorgánicas como orgánicas, las fundamentales son el hierro, plomo, cinc, cadmio, selenio y compuestos de cromo y molibdeno. Los colores orgánicos dependen de hidrocarburos cíclicos, en su mayor parte

del Benceno, Tolueno y Naftaleno, derivados del alquitrán - de hulla y del petróleo. Estos se convierten, mediante complicadas reacciones químicas, en los llamados " productos - intermedios ", los cuales, a su vez, dan lugar a pigmentos - tan conocidos como los Litoles, Azul Ftalocianina y muchos - otros. Se consumen grandes cantidades de ácidos tales como - el sulfúrico, clorhídrico, nítrico y acético, así como álca - lis tales como la sosa cáustica y el carbonato de sodio, pa - ra disolver las materias primas, o para llevar a cabo las - reacciones implicadas.

La mayor parte de los pigmentos son productos precipi - tados, es decir; que se obtienen haciendo reaccionar solu - ciones de sustancias químicas en determinadas condiciones - de temperatura, tiempo, agitación, concentración, velocidad de reacción, pH, etc. Las excepciones son ciertos pigmentos que se obtienen en hornos a altas temperaturas, estos pig - mentos son Oxidos de Hierro, Oxidos de Cromo y Azul Ultramar

Los Amarillos Cadmio son también pigmentos precipita - dos, pero necesitan ser sometidos posteriormente a altas -- temperaturas para que adquieran sus hermosos tonos. Los pig - mentos precipitados se preparan generalmente en grandes tan - ques de madera, equipados para lograr una rápida y completa mezcla de las soluciones reaccionantes.

Una vez terminada la precipitación, se deja asentar el pigmento, se lava y filtra a presión, a fin de quitarle to - do el exceso de líquido. La torta prensada es colocada en - recipientes apropiados y secada en estufas, y una vez perfec - tamente seco el producto, se reduce a polvo muy fino, utili - zando molinos especiales.

#### DUREZA DEL GRANO.

Uno de los factores más importantes en la dispersabili

dad del pigmento, es la dureza del grano. La experiencia -- nos enseña, que para diversos pigmentos necesitamos diferen -- tes tiempos de empastado, para obtener una dispersión per -- fecta. Según la polaridad diferentemente inducida de las -- partículas primarias, la resultante estabilidad de las mis -- mas y la resultante estabilidad de los aglomerados, se nece -- sitan fuerzas diferentes para conseguir la distribución en -- el vehículo. Por lo tanto, la dureza del grano de un pigmen -- to no es nada más que la estabilidad de los aglomerados. Es -- ta dureza corresponde por ejemplo, a los números de pases -- en el molino de tres rodillos, que son necesarios para dis -- persar completamente un pigmento en cierto vehículo hasta -- obtener una lectura de 7 en el medidor de molienda Hegman.<sup>(2/5)</sup>

La escala para calificar esta prueba, va de 1 a 5 y -- corresponde a los siguientes valores:<sup>(15)</sup>

- a).- Duro
- b).- Semi-duro
- c).- Mediano
- d).- Semi-suave
- e).- Suave

Así se pueden clasificar todos los pigmentos según la -- dureza del grano. En primer lugar se encuentran pigmentos -- muy conocidos como Azul Ultramar, diversos Oxidos de Hierro, Azul Reflex en polvo y otros pigmentos orgánicos como Azul -- y Verde Ftalocianina, además algunos colorantes cuba. Perte -- necen a los pigmentos de grano blando los Rojos Hansa, la -- mayoría de los pigmentos a base de Naftol AS, los pigmentos Amarillo Bencidina y Amarillo Hansa.

La presión, temperatura y el número de pases son algu -- nos de los factores que deben mantenerse constantes en el -- molino de tres rodillos para poder precisar la dureza del --

grano. El empleo del mismo vehículo para todos los experimentos es evidente. Además, hay que tener presente que se estandariza el tiempo de premezcla y (lo que es más difícil) que se escoja el vehículo ideal de manera que al empastar, la viscosidad de las distintas pastas de pigmentos muestren valores iguales. Para esto es necesario conocer la exacta absorción de aceite de los pigmentos: esta se indica en centímetros cúbicos, y es la cantidad de aceite de linaza necesaria para humectar suficientemente un gramo de pigmento.

#### SELECCION DE UN PIGMENTO.

Los pigmentos son parte fundamental en la fabricación de pinturas, tintas para estampados textiles, tintas de imprenta y en la pigmentación de plásticos, hules, cerámica, cemento, etc.; además han adquirido gran importancia en los acabados para la industria automotriz.

Hablando de una manera general, cada tipo de pigmento químico posee sus características o propiedades inherentes, y la selección de un pigmento para cierta aplicación está determinada por el hecho de si posee las necesarias cualidades para esa determinada aplicación. El pigmento seleccionado para un fin dado, debe tener siempre las mayores propiedades deseables y las menores propiedades indeseables.

Otras cosas que pueden ejercer influencia sobre la selección de un pigmento es el costo, la facilidad de molienda, la compatibilidad con el vehículo usado en la pintura y quizá también con otros pigmentos que pueda requerir la misma formulación.

Cubrir toda la gama de colores deseados con todas las características que puedan requerirse y al menor costo posible, significa que debe haber en el mercado un gran número-

y muchos tipos de pigmentos, ya que son muy pocos los productos que cubran toda la gama del espectro con todas las características deseadas y a bajo costo.

Puede haber ciertos requerimientos que no puedan ser satisfechos por ningún pigmento conocido, y en tal caso hay que hacer una combinación o arreglo. Puede consistir en lo que respecta a la brillantez o a la firmeza del color, o a cualquier otra peculiaridad.

## C A P I T U L O I V .

### MOLINOS DE TRES RODILLOS

Este tipo de molino fue diseñado recientemente, para ser más exactos en el año de 1940. Antiguamente, se requería de mucha experiencia para poder operarlos, por ejem; - el ajuste de los rodillos era y es aún en algunas fábricas un factor muy delicado, sin embargo, con los adelantos técnicos se han desarrollado los sistemas hidráulicos de ajuste, lo que contribuye a que el trabajo se realice con mayor facilidad sin requerir de operarios tan expertos.<sup>(9)</sup>

Estos molinos, a diferencia de los molinos de dos rodillos, producen dispersiones de pigmentos en sistemas húmedos sin ser capaces de fraccionar el tamaño de cada partícula de pigmento, esto sólo puede hacerlo el fabricante de pigmentos según la técnica que emplee.

Como se dijo en el Capítulo II, para estos tipos de molinos se requiere que la pasta tenga gran viscosidad y altos sólidos de vehículo, para que el efecto desmenuzador sea mayor y más efectivo.

Como factores importantes podemos considerar los siguientes:<sup>(2)</sup>

- a).- Velocidad de rotación de los rodillos.
- b).- Abertura entre los rodillos finales.
- c).- Viscosidad y P V C de la pasta.
- d).- Longitud y diámetro de los rodillos.
- e).- Una buena premezcla de la pasta.

## DESCRIPCION DEL MOLINO

Básicamente, los molinos de tres rodillos consisten de cuatro partes principales:

a).- Un sistema de engranes movidos por un motor de capacidad variable según el tamaño del molino.

b).- Un sistema de ajuste de las presiones de los rodillos, este ajuste se controla por medio de cuatro manómetros, dos de los cuales se encuentran del lado del rodillo alimentador y los otros dos del lado del rodillo de descarga.

c).- Un sistema de control de temperatura para los rodillos. La temperatura de los rodillos se controla por medio de una válvula que se opera manualmente y por tres termómetros colocados cada uno a la salida del agua con que se alimenta a cada rodillo.

d).- Un sistema de tres rodillos de diámetro iguales y velocidad diferente, con una cuchilla colocada en el rodillo frontal que descarga el material, esta cuchilla se controla manualmente por medio de una palanca, aunque actualmente la mayoría de este tipo de molinos cuenta ya con un control neumático para regular la presión de la cuchilla, y dos cuñas colocadas entre los rodillos medio y posterior ó de alimentación que controlan el material por dispersar.

Antes de pasar una determinada fórmula por el molino, se somete la pasta a un premezclado que se realiza en mezcladoras de baja velocidad ( 20-25 R.P.M. ).

Teóricamente, en los molinos de tres rodillos, mientras más alta sea la relación de las diferentes velocidades de los rodillos, y mientras más delgada sea la película, mayor será la fuerza de rompimiento sobre las partículas. Estas fuerzas de rompimiento, de acuerdo con la teoría de los campos de fuerzas, se transmiten a través de la profundidad de la película, aunque el grosor de la misma sea mayor que el de las partículas de pigmento que se van a dispersar. Esto no quiere decir que las fuerzas de rompimiento sean las mismas a través de toda la profundidad de la película, ya que por supuesto varían de alguna manera, dependiendo principalmente de los claros entre rodillo y rodillo, y en segundo lugar, de la consistencia y grado de pegajosidad de la película. El primero de estos factores es inversamente proporcional, mientras que el segundo está en relación directa al rompimiento en profundidad. Ambos están relacionados con respecto a la propiedad viscoelástica del material por dispersar.

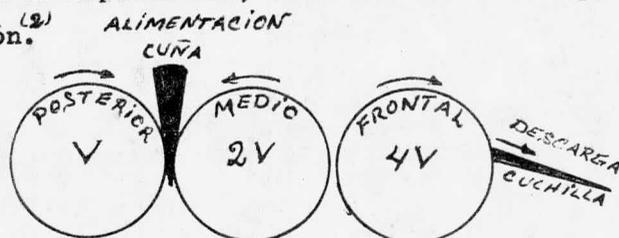
En el rodillo frontal, en el cual la película es muy delgada, la fuerza de rompimiento es bastante fuerte, mientras que en los rodillos medio y posterior, en los que la película es más bien gruesa, será mucho menos, dependiendo en todo caso de las condiciones de operación.

Comunmente se piensa que al aumentar la velocidad del rodillo frontal, se aumenta la fuerza de rompimiento, esto no es exacto; en la relación convencional de velocidades de los rodillos 1::2::4 la velocidad del rodillo frontal es cuatro veces la del rodillo posterior, y la relación de velocidades entre rodillo y rodillo es la misma; esta relación de velocidades es la que da la mayor o menor fuerza -

de rompimiento. Si esta relación fuese la unidad, es decir, que ambos rodillos fueran a la misma velocidad, no habría fuerza de rompimiento y el poco efecto de dispersión se limitaría a un simple aplastamiento de las partículas. Por otra parte, si esta relación fuese infinita - como sería el caso de una combinación rotor-estator, las fuerzas de rompimiento se ejercerían al máximo.

Otra cosa que hay que hacer notar es que el aumento proporcional de la velocidad de los tres rodillos, no aumenta las fuerzas de rompimiento, ya que la relación de velocidades permanece constante y solamente se aumentará el volumen de producción. Teóricamente, pues, si los claros entre rodillo y rodillo fueran iguales, habría fuerzas de rompimiento iguales tanto en el rodillo posterior como en el frontal; esto no sucede nunca y no puede suceder ya que, como mínimo, el rodillo posterior está separado cuatro veces más del rodillo central, que lo que está el frontal de éste.

Una de las formas más simples de lograr un aumento en las fuerzas de rompimiento, es aumentar la presión -- del rodillo posterior disminuyendo así el claro entre el rodillo posterior y el central. La eficacia de las fuerzas de rompimiento en el rodillo posterior, se refleja en un aumento de la eficiencia del molino, además de evitar la formación de impactoides, aumentando así la rapidez-- de producción.



## OPERACION DEL MOLINO.

A continuación se describe, paso a paso, el procedimiento para la operación del molino de dispersión de tres rodillos.

- a).- Cerrar el rodillo alimentador.
- b).- Asegurarse de que el rodillo de descarga esté --abierto y la cuchilla desmontada.
- c).- Bajar los protectores laterales a su posición.
- d).- Accionar el lubricante de la cadena.
- e).- Alimentar el material en la tolva.
- f).- Accionar el molino a baja velocidad.
- g).- Cerrar el rodillo de descarga y posicionar la cuchilla.
- h).- Ajustar el rodillo alimentador y poner el rodillo en movimiento a la presión deseada.
- i).- Si el molino esta frío, dejar que trabaje por --diez minutos aproximadamente, antes de abrir el agua.
- j).- Abrir el agua y ajustarse a la temperatura apropiada.
- k).- Poner el molino a trabajar en alta velocidad y alimentar los productos en la tolva según sea necesario.

Si el molino se encuentra trabajando cerca de la máxima presión del rodillo, la corriente de agua por cada rodillo deberá ser de 95 - 100 °F; pero si se esta trabajando a baja presión, la temperatura de salida de agua deberá --ser de 75 - 85 °F.

El rodillo alimentador deberá ajustarse a un poco menos de presión que la del rodillo de descarga, para así --

mantener una dotación apropiada de producto entre el rodillo central y el de descarga.

Para determinar si el molino está ajustado correctamente, basta con checar la corriente del producto que baja -- por la tolva de descarga. Si la presión de los rodillos y la temperatura del agua son correctas, el producto bajará uniformemente por la tolva de descarga.

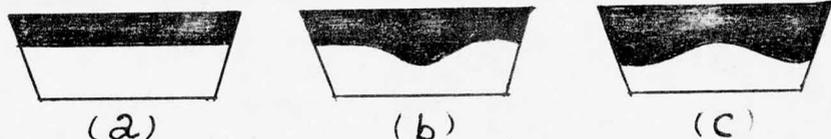
Si la presión de los rodillos es demasiada y la temperatura del agua muy fría, el producto se irá hacia el centro de la tolva de descarga, más rápido que hacia los lados de la misma. La presión alta en los rodillos hace que los extremos se sobrecalienten y se expandan; el agua fría hace que el área central de los rodillos se contraigan, esto permite que el producto pase a través del área central sin que haya sido molido apropiadamente.

Estos problemas se pueden corregir reduciendo la presión de los rodillos y la corriente de agua. La baja presión de los rodillos, permitirá que los extremos de los rodillos se contraigan y la menor cantidad de agua permitirá que área central se expanda hasta tener una fluidez uniforme del material que baja por la tolva de descarga.

Cuando los rodillos se ajustan demasiado flojos y la temperatura del agua es demasiado alta, el producto bajará con más fluidez hacia los extremos de la tolva de descarga y más rápido que hacia el área central. El bajo suministro de agua causa que el centro de los rodillos se expanda, y la baja presión en los rodillos permite que el material se vaya a los extremos.

Estas situaciones se pueden corregir aumentando la -- fluidez de agua a cada rodillo, esto hará que se contraiga

el área central de los rodillos, permitiendo así que la --  
fluidez del material baje uniformemente hacia la tolva de--  
descarga.



#### Pasta sobre rodillos

- a).- Ajuste correcto de presión de rodillos y tempera--  
tura de agua.
- b).- Ajuste de presión alta y baja temperatura de agua
- c).- Ajuste de presión baja y temperatura muy alta.

Se deberá tener mucho cuidado de que el molino no es--  
té trabajando sin carga.

#### CAPACIDAD DE CARGA

En este tipo de molinos, no es posible alimentar a un  
mismo tiempo toda la premezcla por dispersar, sino que se--  
alimenta poco a poco según sea el tamaño del molino y esto,  
generalmente lo hace el operador por medio de un cucharón--  
vertiendo la premezcla entre los rodillos posterior y cen--  
tral hasta que el material sea el suficiente para cubrir --  
el ángulo superior formado por ambos rodillos sin que di--  
cho material se tire. Así se sigue alimentando hasta ago--  
tar toda la premezcla.

En algunas fábricas en lugar de realizar este sistema  
de alimentación, emplean grúas las cuales sostienen el re--  
cipiente de la premezcla vertiéndola entre los rodillos --

posterior y central. Normalmente este sistema se emplea -- cuando la consistencia de la pasta no es muy viscosa y es capaz de fluir con la simple inclinación del recipiente.

### LIMPIEZA DEL MOLINO.

Una forma recomendable de realizar la limpieza del molino es la siguiente:

a).- Tan pronto como la última porción de material pa se a través del rodillo alimentador, se deberá parar el mo lino inmediatamente.

b).- Cerrar la llave del agua.

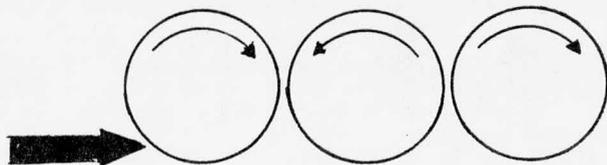
c).- Abrir el rodillo alimentador y el de descarga y- parar el aceitador de la cadena de transmisión.

d).- Despegar la tolva de descarga.

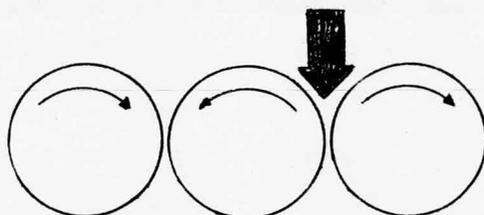
e).- Quitar y limpiar las placas de la tolva.

f).- Lavar la tolva de descarga y cuchilla, asegurarse que la ranura de la cuchilla esté limpia.

g).- Para limpiar los rodillos, operar el molino a ba ja velocidad. Al limpiar el rodillo alimentador, sostener- un trapo limpio lo más bajo posible y limpiar con mucho -- cuidado de extremo a extremo como se indica abajo.



h).- Los rodillos de descarga e intermedio, se limpian al mismo tiempo, sosteniendo un trapo limpio entre los dos y limpiándolos de extremo a extremo, como se indica abajo.



i).- Parar el molino.

j).- Quitar y limpiar la charola del molino.

## C A P I T U L O V

### BALANCE HIDROFILICO-LIPOFILICO.

#### Agentes Surfoactivos.

Los compuestos que causan variaciones sobre la tensión interfacial ó la tensión superficial se denominan Agentes - Surfoactivos.

Existen fenómenos que son originados por cambios ocurridos en las propiedades relativas de las superficies en contacto, así por ejemplo; dos gotas de mercurio puro, colocadas sobre un vidrio perfectamente limpio, puestas en contacto, se unen inmediatamente para formar una sola sin solución de continuidad, lo que no ocurriría si el vidrio se encontrara ligeramente empolvado.

Evidentemente, en este fenómeno sólo intervienen las superficies adyacentes, y en consecuencia, la acción referida y otras similares se denominan fenómenos superficiales.

Las fuerzas que mantienen separadas las superficies o que originan su unión, se conocen como tensiones interfaciales. En el caso especial de contacto entre un sólido o líquido y un gas, se ignora el hecho de que hay dos superficies implicadas, y las fuerzas que actúan en tal interfase se denominan tensiones superficiales.

Como consecuencia de las fuerzas de cohesión en la superficie del líquido, la capa exterior de moléculas está sometida a una fuerza de contracción que tiende a reducir la superficie a un mínimo.<sup>(6)</sup>

La acción de los Agentes Surfoactivos, al situarse en la superficie del líquido matriz, es de repulsión, contrarrestando las fuerzas de contracción que tienen su asiento en las capas fundamentales, y es tan potente, que es capaz de llevar el líquido hasta los rincones y superficies reconditas que, de otra manera, no se humedecerían por el flúido.

Para que un agente surfoactivo reduzca eficazmente la tensión superficial debe contar en su molécula un grupo Hidrofilico o hidrosoluble, y otro grupo Hidrofóbico o insoluble en agua. Normalmente, lo que se ha de conseguir es un equilibrio determinado entre estas dos porciones, sobre todo en los casos de tensión interfacial.<sup>(3)(6)</sup> A continuación se clasifican en forma de tabla algunos grupos terminales en relación con su influencia en la tensión superficial, - pues de su colocación dependen las propiedades específicas<sup>(6)</sup>

TABLA No. 1

INFLUENCIA DE LOS GRUPOS TERMINALES EN LA TENSION SUPERFICIAL.

Hidrofóbicos sin acción tensoactiva	Ligeramente hidrofílicos ( Películas inestables )	Hidrofílicos ( Películas estables )	Fuertemente hidrofílicos So lubilizan cade nas de 16 carbo nos.
<b>PARAFINAS</b> $-\text{CH}_2\text{I}$ $-\text{CH}_2\text{Cl}$ $=\text{C}=\text{O}$ $-\text{C}_6\text{H}_5$ $-\text{C}_6\text{H}_{11}$ $-\text{C}_{10}\text{H}_7$	$-\text{CH}_2-\text{O}-\text{CH}_3$ $-\text{C}_6\text{H}_4\text{OCH}_3$ $-\text{COOCH}_3$ $-\text{CS}$ $-\text{CSSH}$	$-\text{OH}$ $-\text{COOH}$ $-\text{CN}$ $-\text{NH}-\text{CONH}_2$	$-\text{C}_6\text{H}_4\text{SO}_3\text{H}$ $-\text{SO}_3\text{H}$ $-\text{COONa}$ $-\text{COONH}_4$

## DIVISION DE LOS AGENTES SURFOACTIVOS

Los agentes surfactivos pueden dividirse en 5 grupos: <sup>(6)</sup>

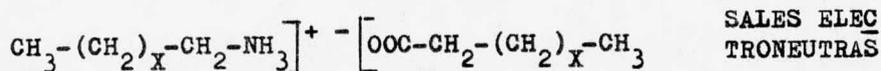
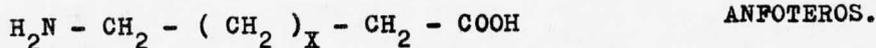
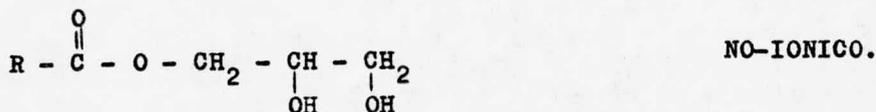
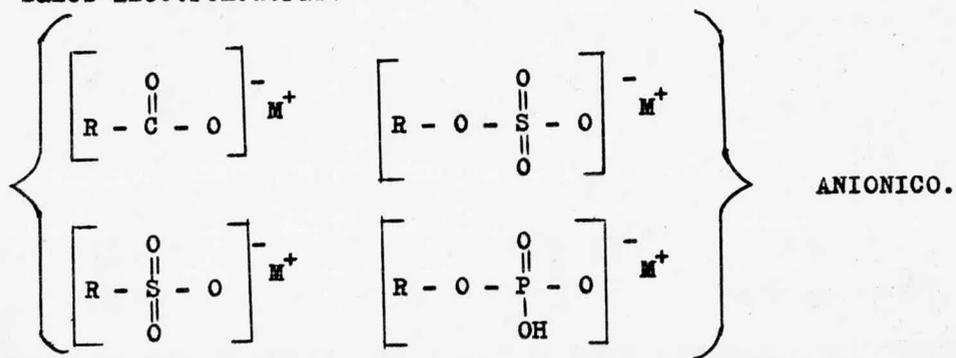
Aniónicos

Cationicos

No-iónicos

Anfóteros y el de las

Sales Electroneutras.



La R representa el grupo HIDROFOBICO, que puede ser - una larga cadena alquílica o policíclica, por ejem: colesterol, radicales aril alquílicos y sus derivados, etc. La  $M^+$  representa un ion positivo, como  $Na^+$ ,  $K^+$ ,  $NH_4^+$ , etc.

Los grupos a los que se une R se denominan HIDROFILOS. La  $X^-$  representa un ion negativo, como  $Cl^-$ ,  $Br^-$ ,  $I^-$ , otro ion monovalente, o el equivalente de un ion polivalente; - A,  $A_1$  y  $A_2$  equivalen a H, grupos alquílicos, arílicos o heterocíclicos, o restos diversos.

De todos los anteriores, el grupo Aniónico es el más antiguo y el mejor conocido. Su actividad reside en la solubilidad en aceite del anión o radical activo. A este grupo de materiales pertenecen, entre otros muchos, los jabones alcalinos, los jabones de aminas solubles en agua, los aceites sulfonados como el aceite de rojo turco, los alcoholes grasos sulfonados y sus ésteres sulfúricos como los gardinoles, los sulfonatos aromáticos como los alquilnaftalenos sulfonados, los ésteres de ácido sulfosuccínico (Aerosoles), los sulfonatos de aril alquilo (Reactivos de Twitchell), las amidas sulfonadas, los fenoles sulfonados, y también otros muchos compuestos sulfatados, fosfatados o boratados.

El grupo Catiónico, de origen más reciente, es el reverso del grupo aniónico. Su actividad superficial se origina por la presencia de una larga cadena soluble en aceite y que, además, soporta una carga positiva y, en consecuencia, se inactivan o precipitan por Agentes Aniónicos - como los jabones. Entre los numerosos materiales que pertenecen a este segundo grupo, están las sales de aminas alifáticas de larga cadena, y también semiamidas de diaminas

como las sapaminas, guanidinas de larga cadena, sales de amonio cuaternario de cadena larga ( semejantes a las sales de alquilpiridinio ), y ciertos ésteres de hidroxialquilamina como los ésteres de trietanolamina.

El tercer tipo de agentes de superficie está representado por un grupo de productos químicos muy conocidos. Los agentes de superficie NO-Iónicos, como su nombre indica, no son ionizables y deben su efectividad al EQUILIBRIO entre - sus grupos Hidrofílicos ( polar ) y Lipofílicos ( no polar)

El carácter hidrofílico se obtiene usualmente por la - presencia de un cierto número mínimo de grupos polares, como son los radicales libres hidroxilo o etoxilo.<sup>(3)(6)</sup>

#### TIPOS DE AGENTES SURFOACTIVOS.

##### NO-IONICOS.

La mayoría de los compuestos más conocidos y usados como agentes activos no-iónicos pertenecen a las siguientes - categorías:

- 1.- Productos Etoxilados
- 2.- Esteres parciales y totales de ciertos ésteres hidroxialquílicos de polialcoholes solubles en agua, con ácidos-carboxílicos de cadena larga.
- 3.- Esteres parciales de polialcoholes con ácidos carboxílicos de cadena larga.
- 4.- Eteres de polialcoholes con alcoholes grasos de cadena larga.
- 5.- Eteres hidroxialquílicos de cadena corta con polialcoholes esterificados con ácidos grasos de cadena larga.
- 6.- Alcoholes de cadena larga con cierta cantidad de - grupos hidroxilos libres.
- 7.- Esteres de alcoholes de cadena larga con ácidos po

lihidroxilados.

8.- Acetales de cadena larga de polialcoholes.

9.- Productos de condensación de ácidos grasos con - productos de descomposición proteínica.

10.- Amidas de aminas de cadena larga y ácidos polihi  
droxilados.

Muchos productos químicos de esta clase están regis--  
trados bajo nombres comerciales; además, dentro de estos -  
mismos grupos es posible una gran variedad.

Algunas de las ventajas que presenta este tipo de sur  
factantes no-iónicos, es por ejem: su estabilidad frente a  
las aguas duras, muy cargadas de álcalis o muy concentra-  
das en sales, es normalmente más grande que la de agentes  
catiónicos o aniónicos de un grado similar de solubilidad-  
en agua. Algunos de ellos no se afectan por un contacto li  
mitado con ácidos o álcalis fuertes. Son neutros, pero pue  
den ajustarse hasta dar una reacción alcalina o ácida, sin  
disminuir en lo más mínimo su efectividad. Pueden usarse -  
en combinación con los agentes catiónicos o aniónicos y ta  
les combinaciones generalmente superan en eficacia a cual  
quiera de los componentes aislados, por ejem: son muy cono  
cidas las mezclas de ésteres polialcoolicos con jabones -  
como emulsificantes activos.

Los agentes surfactivos no-iónicos son superiores a  
los iónicos, también el lo que se refiere a compatibili--  
dad con disolventes y productos químicos. Su efectividad-  
puede incrementarse con la adición de ciertos disolventes  
como alcoholes, glicoles, glicocéteres, alcoholes terpéni-  
cos o ácidos grasos. Generalmente no reaccionan, ni crean  
incompatibilidades con bases débiles o ácidos orgánicos -  
constitutivos de ciertas drogas y colorantes.<sup>(6)</sup>

De acuerdo con su comportamiento frente al agua, los agentes de superficie no-iónicos pueden dividirse en 3 clases: Los que no pueden dispersarse en agua, o se dispersan muy poco, teniendo, sin embargo, la propiedad de embeber -- una gran cantidad de ésta; denominados NO-DISPERSABLES. El segundo grupo se dispersa cuando se agita con el agua. Algunos de los compuestos de este grupo son capaces de absorber considerables cantidades de agua sin enturbiarse; son los llamados DISPERSABLES. El tercer grupo es SOLUBLE en agua, la solución formada permanece clara u opalescente, como ocurre con los jabones.<sup>(6)</sup>

El cuarto grupo de los agentes surfactivos, es el de los Anfóteros; compuestos en los cuales en un resto hidrófobo se encuentra en un lado un anión y en el otro lado un catión; como ejem: tenemos a los aminoácidos.

El último grupo es el de las Sales Electroneutras. Como tales, se consideran compuestos que contienen un resto hidrófobo largo con un anión al extremo, este anión está -- neutralizado por un catión, igualmente situado en un resto hidrófobo largo, por ejem: oleato oleilamínico.<sup>(7)</sup>

#### DIVERSOS USOS DE LOS AGENTES SURFACTIVOS.

Los usos de los agentes surfactivos es muy extenso; -- así, tenemos que pueden actuar como Humectantes, Emulsificantes, Dispersantes, Solubilizantes, Espumantes, Antiespumantes, para Efectos Químicos, y en conclusión para diversos usos que no involucran actividad superficial.<sup>(8)</sup>

#### BALANCE HIDROFILICO-LIPOFILICO.

El sistema del Balance Hidrofílico-Lipofílico ( HLB ) -- está basado sobre la norma de que todos los agentes surfac

tivos tienen tantos grupos hidrófilos como lipófilos en una molécula, siendo absolutamente necesarios como terceros componentes para la preparación de una emulsión. El equilibrio entre estos grupos indica si el producto surfactivo formará una emulsión de agua en aceite o una emulsión de aceite en agua.<sup>(1)</sup>

Este sistema HLB fue desarrollado por Atlas Chemical - Industries, Inc.; con el propósito de ayudar a seleccionar los productos surfactivos o mezclas adecuadas en forma --- cuantitativa en un mínimo de tiempo; ya que históricamente la selección de un agente surfactivo para obtener una buena dispersión de pigmento eran de índole cualitativa, es decir; a base de prueba y error. Además se ha encontrado que cada producto surfactivo funciona mejor en un rango de HLB determinable, llamado el " HLB requerido ". El HLB requerido, es el HLB óptimo de un agente surfactivo para obtener una buena emulsión, detergencia, humectación, dispersión, - etc., y puede determinarse fácilmente por vía experimental.

En el sistema HLB se dan a los agentes surfactivos valores numéricos que corresponden a la relativa solubilidad en agua o aceite de los surfactantes. Mientras más bajo es el valor de HLB, más Lipófilo ( soluble en aceite ) es el material. Por lo contrario, mientras más alto es el valor de HLB, más Hidrófilo ( soluble en agua ) es el material.

La zona en la cual los agentes surfactivos tienen propiedades intermedias, corresponde a un HLB entre 10-11. En general, los materiales con un valor bajo de HLB tienden a ser solubles en aceite y aquellos con valor alto de HLB ---  
<sup>(5)(30)</sup>  
tienden a ser solubles en agua.

## DETERMINACION DEL BALANCE HIDROFILICO-LIPOFILICO.

Los valores HLB,<sup>(1)</sup> originalmente estimados por vía puramente empírica, se muestran en la siguiente tabla ( tabla No. 2 ), los cuales se obtubieron por un gran número de ensayos de emulsiones y fruto de varios años.

TABLA No. 2.- VALORES HLB Y CAMPOS DE APLICACION

VALORES HLB	CAMPOS DE APLICACION
1.5 - 3	ANTIESPUMANTE
3 - 6	EMULSIONANTE AGUA EN ACEITE
7 - 9	HUMECTANTE
8 - 18	EMULSIONANTE ACEITE EN AGUA
13 - 15	DETERGENTE
15 - 18	SOLUBILIZANTE

De acuerdo a esta tabla, el conocimiento del valor - aproximado del HLB permite pronosticar el efecto de un -- Agente Surfoactivo.

## DETERMINACION DEL HLB POR CALCULO

Para la mayoría de los ésteres grasos de los alcoholes polivalentes se puede calcular el HLB de la forma siguiente:

$$\text{HLB} = 20 \left( 1 - \frac{S}{A} \right)$$

Donde: S = Índice de saponificación del éster.  
A = Índice de acidez del ácido separado.

por ejem: el Tween 20 ( monolaurato de sorbitán polioxetilado ) con un S de 45.5 y un A de 276 se obtiene el valor HLB de 16.7

Para los ésteres de ácidos grasos, donde la determinación del índice de saponificación ofrece dificultades,-

como en el caso de los ésteres del Tall-oil, de la cera de abejas, de la lanolina o de los ésteres de ácidos resínicos, se puede efectuar el cálculo como sigue:

$$HLB = \frac{E + P}{5}$$

Donde: E = Porcentaje en peso de polioxietileno.

P = Porcentaje en peso del poliol ( glicerina, sorbitol ).

por ejem: el G-1441 ( derivado polioxietilado de sorbitol-lanolina ) contiene 63.1% de polioxietileno y 6.7% de sorbitol, dando un HLB de 14.

En los ésteres cuyo único constituyente hidrofílico es una cadena polioxietilada, o un poliglicol, ésteres polioxietilénicos, poliglicólicos, éteres polioxietilénicos de alcoholes grasos, la ecuación se simplifica quedando:

$$HLB = \frac{E}{5}$$

Donde: E = Porcentaje en peso de polioxietileno.

asi: El monoestearato de poliglicol 400 con 58% de poliglicol da un valor de HLB = 11.6

Estas ecuaciones no son aplicables para sustancias no iónicas que llevan en su molécula óxido propilénico, butilénico, nitrógeno, azufre, etc. En estos casos o en los de las sustancias tensoactivas iónicas, que normalmente son más hidrófilas de lo que corresponde a la relación ponderal de las partes hidrófila y lipófila de la molécula, se puede estimar el valor HLB o se puede buscar experimentalmente por el método de comparación de emulsiones. Esto es válido también para las mezclas de sustancias surfactivas iónicas y no iónicas.

#### DETERMINACION DEL HLB MEDIANTE ESTIMACION.

Los valores del HLB se pueden determinar de la siguiente manera:

riencia de una dispersión en agua, obtenida por una simple agitación del surfactante dentro del agua. La siguiente tabla ( Tabla No. 3 ) muestra este tipo de estimación.

TABLA No. 3.

DISPERSION DE SURFACTANTE EN AGUA	RANGO APROXIMADO DE HLB
NO DISPERSABLE EN AGUA	1 - 4
MUY MALA DISPERSION	3 - 6
DISPERSION LECHOSA DESPUES DE AGITACION VIGOROSA	6 - 8
EMULSION LECHOSA ESTABLE	8 - 10
DISPERSION ENTRE TRANSLUCIDA Y CLARA	10 - 13
SOLUCION CLARA	13 o ARRIBA

Con los derivados del óxido de etileno, no-iónicos, solubles en agua, también se puede efectuar una estimación del HLB con ayuda del punto de enturbiamiento de una solución acuosa al 5%.

DETERMINACION DEL HLB POR EL  
METODO DE COMPARACION DE EMULSIONES

Se ha comprobado que las mezclas de emulsionantes de actividad opuesta son más eficaces que los lipófilos o hidrófilos solos. Así, los monoestearatos de glicerina, autoemulsionables, son mezclas de un componente lipófilo -- ( monoestearato de glicerina ) y de otro hidrófilo ( estearato sódico, cetil sulfato sódico, etc. ) por ejem: el HLB de una mezcla formada por 40% de Span 60 y 60% de Tween 60 se calcularía como sigue:

$$\begin{array}{rcl}
 40\% & \text{Span 60} & ( \text{HLB} = 4.7 ) = 0,40 \times 4.7 = 1.9 \\
 60\% & \text{Tween 60} & ( \text{HLB} = 14.9 ) = 0.60 \times 14.9 = 8.9 \\
 & & \hline
 & \text{HLB de la mezcla} & 10.8
 \end{array}$$

La comparación de emulsiones se hace mezclando un aceite a emulsionar con 2 ó 3 pares de emulsionantes, que se van añadiendo en proporciones desde 100% de Hidrófilo a 100% de Lipófilo, pasando por distintos porcentajes de ambos, operando con las mismas condiciones de temperatura y de trabajo. Se observan al cabo del tiempo requerido y se selecciona la emulsión más estable comprobando por el porcentaje de la mezcla a qué HLB aproximado corresponde. Después se hacen nuevas series de emulsión probando sólo con valores próximos al valor ya encontrado, hasta obtener el HLB óptimo.

Por medio de este método se pueden determinar los valores HLB de todas las sustancias surfactivas y también de las de naturaleza iónica. Para esta finalidad se preparan emulsiones comparativas, con el emulsionante desconocido, un emulsionante de HLB conocido y un aceite cuyo HLB requerido es también conocido.

Primero se determina el valor aproximado del HLB del producto desconocido por el método de estimación. Si es hidrófilo se elige como segundo emulsionante para la serie experimental, un lipófilo de HLB conocido o viceversa.

Cuando se ha determinado mediante series de emulsiones la relación óptima de ambos emulsionantes se calcula el valor HLB desconocido mediante la siguiente ecuación:

$$HLB = \frac{R - (H \times S)}{N}$$

DONDE: R = Valor HLB requerido del aceite, conocido  
 H = Valor HLB conocido del segundo emulsionante.  
 S = Porcentaje en peso del emulsionante conocido-- expresado en tanto por uno.  
 N = Porcentaje en peso del emulsionante, cuyo HLB-- queremos determinar, expresado en tanto por -- uno.

Otros métodos para determinar el HLB, son los métodos empleados por Cromatografía de papel y de gases. La Cromatografía de papel sólo es aplicable a los derivados de polioxietileno.

También, se puede determinar el HLB por el método del índice de agua. Para éste método se disuelve exactamente un gramo de muestra en 30 centímetros cúbicos de solución al 4% de benceno en dioxano puro y se valora esta solución con agua destilada durante el tiempo necesario, hasta que presente el primer enturbiamiento permanente. El número de centímetros de agua destilada consumida es el índice de agua. Conviene hacerlo a temperatura constante ( 25 °C )<sup>(1)</sup>.

## C A P I T U L O V I

### E X P E R I M E N T A C I O N

Con el fin de tener una idea más clara, considere necesario antes de iniciar la experimentación, referirme brevemente a los términos o características fundamentales que se observara durante la misma.

Anteriormente se ha hablado ya, de agentes surfoactivos su definición, clasificación y sus propiedades tanto físicas como químicas. Sin embargo, en este capítulo se tratará de dar un panorama sobre los problemas a solucionar con los --- agentes surfoactivos y la importancia que tiene el HLB sobre los mismos.

Principales Problemas a Solucionar con los Agentes Surfoactivos.

- 1.- Elevada viscosidad del material preparado para la molienda.
- 2.- Tiempo prolongado de dispersión.
- 3.- Floculación en el producto terminado.
- 4.- Sedimentación en el producto terminado.
- 5.- Flotación en mezclas de pigmentos.
- 6.- Pérdida de brillo.
- 7.- Intensidad deficiente del color.
- 8.- Bajo poder tintóreo.
- 9.- Fluidez o Reología del sistema pigmento/vehículo.

VISCOSIDAD.- La viscosidad de un producto es la resistencia que presenta a la deformación o flujo, cuando éstos son directamente proporcionales a la fuerza ejercida todo el tiempo. Por floculación, es frecuente que en el material pre

parado para la molienda se vaya estableciendo una estructura que da lugar a un aumento de la viscosidad. Por razones económicas se procura incorporar un máximo de pigmento, motivo por el cual es deseable rebajar la elevada viscosidad.

TIEMPO PROLONGADO DE DISPERSION.- Este problema es provocado por la presencia de pigmentos hidrófilos en vehículos hidrófobos. Debido a tensiones interfaciales se levanta una barrera energética que hay que superar. Esta superación se logra con el uso de agentes surfactivos.

FLOCULACION.- Por floculación se entiende la acumulación de partículas primarias de pigmento que se disgrega con reducido esfuerzo. La floculación pigmentaria puede tener diversas causas. Por una parte, depende del pigmento mismo y por otra del sistema vehicular. Además, también pueden influir en la floculación, los humectantes y la diversa dispersión de los pigmentos.

Se distinguen tres tipos de floculación:

Floculación Adherente.- Las partículas de pigmento se agrupan por la acción de sus propias fuerzas superficiales.

Floculación con Puente.- Las partículas de pigmento se agrupan por intermedio de sustancias extrañas, como agua, humectantes, etc.

Floculación Pigmento/Vehículo.- En este caso flocula el pigmento con partes del vehículo.

Diferencias entre las moléculas como en el peso molecular y en la distribución de ciertos grupos polares, dan lugar a la floculación.<sup>(19)</sup>

SEDIMENTACION.- Dos factores son responsables de la sedimentación, el peso específico y de un grado más decisivo el tamaño de las partículas.

**FLOTACION.**- La flotación consiste en un cambio de color que se produce después de la aplicación en la película húmeda aún de pintura y se debe a la concentración, en la superficie de uno de los pigmentos en mezcla.

Existen dos formas distintas de flotación:

" Floating " = Flotación - Vertical.- Es la distribución irregular de varios pigmentos contenidos en una pintura, que se manifiesta después de la aplicación, por la aparición de células o rayas en la película de pintura.

" Flooding " = Flotación Horizontal.- Es el cambio de color uniforme que se produce en la película aún húmeda de pintura.

Debido a que la flotación es uno de los principales -- problemas presentados en la industria de tintas y pinturas, y uno de los más frecuentes, hablaré un poco más de ello.

La flotación es causada por corrientes de remolino que se generan durante el secado y por la distinta movilidad de los pigmentos. Debido a la evaporación de disolventes en -- una película de pintura, se producen corrientes arremolinadas. Estas corrientes son provocadas por variaciones de temperatura, diferencias de tensión superficial o interfacial y diferencias de densidad. Siguiendo la teoría de Helmholtz sobre distribución de corrientes, los torbellinos locales -- van constituyendo unos hexágonos irregulares, llamadas Células de Bénard.

Los pigmentos contenidos en la pintura son afectados -- por esta corriente turbulenta, que los arrastra y transporta a variable velocidad, según su tamaño hasta diferentes -- puntos dentro de la película de pintura durante el secado.

Debido a la distinta movilidad de los pigmentos, se -- llega a una dezmezcla y por consiguiente a la flotación. La

movilidad de los pigmentos depende de varios factores, por ejemplo; el tamaño de las partículas, el grado de floculación, el grado de humectación, el peso específico, la carga eléctrica, etc. Por investigaciones se ha encontrado que las causas fundamentales del distinto movimiento de los pigmentos se debe a su granulometría y al grado de floculación. - La movilidad de un pigmento decrece con el tamaño de las partículas.

En relación directa con la movilidad de los pigmentos se halla la flotación por floculación de un pigmento. Por agregación de partículas primarias, aumenta aparentemente el diámetro del grano de pigmento. El movimiento de tales floculados llega a ser más lento que el de las partículas primarias y se produce la flotación. <sup>(17)(19)</sup>

BRILLO.- Debido a una imperfecta molienda y al fenómeno de floculación, se produce a menudo una pérdida de brillo indeseable en cualquier tipo de tinta o pintura.

INTENSIDAD DE TONO.- Un desarrollo deficiente de la intensidad de tono, se debe generalmente a la floculación y fenómenos de flotación.

PODER TINTOREO.- Mejorando la dispersión se reducirá la cantidad de base, tinta o pintura requerida para obtener determinado tono con pasta blanca o con otros colores, para así respetar los estándares fijados.

FLUIDEZ o REOLOGIA DEL SISTEMA PIGMENTO/VEHICULO.- Debido a la dispersión que tenemos, se puede modificar la fluidez o viscosidad del sistema, afectando las diferentes propiedades.<sup>(2)</sup>

#### MATERIAL Y EQUIPO UTILIZADO EN LA EXPERIMENTACION

- 1.- Molino de tres rodillos.
- 2.- Agitador OSTER de dos velocidades.

- 3.- Mezcladora de 47-50 R.P.M.
- 4.- Estampadora.
- 5.- Amarillo Bencidina
- 6.- Azul Ftalocianina
- 7.- Agentes Surfoactivos
- 8.- Placas de vidrio
- 9.- Bloque de molienda
- 10.- Espátulas
- 11.- Tela
- 12.- Frascos de 125 ml y botes con tapadera de triple presión también de 125 ml.

MOLINO DE TRES RODILLOS.- Este molino como su nombre lo indica consta de 3 rodillos, de aproximadamente 30 cm de largo por 10 cm de diámetro cada uno, la transmisión por banda se realiza a través de un motor de 2 Hp. Una descripción más amplia del molino de 3 rodillos fue ya descrita en el capítulo lll.

AGITADOR OSTER.- El agitador OSTER de 2 velocidades es del tipo muy usado en las jugerías para los exquimos. En él se realizaron todo tipo de premezcla y disolución final de las tintas.

MEZCLADORA DE 47-50 R.P.M.- Esta mezcladora se utilizó con el fin de motivar el flotamiento de los pigmentos en la tinta. Consta de 2 placas de hierro de 20 cm<sup>2</sup> cada una unidas por 6 barras de 70 cm de largo, separadas unos 7 cm una de otra; tres de ellas colocadas en la parte superior y tres en la parte inferior. La barra central de la parte superior presenta una serie de prisioneros los que sirven para el sostén de los botes de 125 ml en los cuales se colocan las tintas. La transmisión se realiza por banda a través de un motor de 1/4 H.P.

ESTAMPADORA.- La estampadora, es un aparato en la cual se realizaron las pruebas del poder tintóreo de la tinta, - mediante estampación de la misma sobre tela. Consta de dos rodillos; uno de ellos tiene 21 cm de largo por 20 cm de diámetro recubierto de una placa de hule. Este rodillo actúa como enrollador de la tela. El otro rodillo de 28 cm de largo por 10 cm de diámetro presenta una imagen grabada en cliché metálico, las partes que tienen imagen están hundidas y los blancos realzados. El cliché se entinta y mediante una cuchilla se elimina el exceso de tinta, quedando únicamente la que está depositada en las depresiones del grabado. Posteriormente se aplica contra éste la tela que tomará la tinta que ha quedado depositada en las cavidades.

AMARILLO BENCIDINA.- El Amarillo Bencidina es un pigmento Bis-Azo, se considera no tóxico, posee un poder tintorial aproximadamente dos veces mayor que el amarillo toluidina y su misma solidez a la luz. El Amarillo Bencidina es muy usado en la industria debido a su bajo costo y por usarse como un color base. Se usa ampliamente en la elaboración de tintas para estampados textiles; también se emplea en la fabricación de tintas para artes gráficas, donde se requiere transparencia y excelente solidez a los álcalis.

El Amarillo Bencidina se presenta en tres tipos:

Tipo Anilida.- Es el de uso normal y el más económico.

Tipo Toluidida.- Este posee mayor solidez a la luz que el anilida.

Tipo Xilidida.- Con superior solidez a la luz que el toluidida. <sup>(9)(15)</sup>

AZUL FTALOCIANINA.- La estructura química de este pigmento es parecida a la de la clorofila, siendo un complejo orgánico de cobre. Químicamente es la tetrabenzoporfirazina

Posee como características sobresalientes, excelente solidez a los ácidos y a los álcalis, así como en acabados al exterior, alto poder tintoreal, limpieza de tono, ausencia de sangreo en disolventes ordinarios y excelente solidez a la temperatura, sublimándose a los 520°C. Se le encuentra en tonos rojizos y verdosos.

Por su constitución química, el Azul Ftalocianina tiene tendencia natural a la floculación y a la cristalización por lo que el fabricante recomienda probarlo cuidadosamente de antemano en las formulaciones, a fin de preveer estos fenómenos. El Azul Ftalocianina de tono verdoso es más resistente que el de tono rojizo a la cristalización; se usa frecuentemente para entonar amarillos y verdes. Este pigmento se emplea para esmaltes, lacas, pinturas emulsionadas, pinturas acrílicas, tintas para artes gráficas, tintas textiles, hule, plásticos, etc., trabaja perfectamente en medio alcalino, como la cal y el cemento.<sup>(15)</sup>

AGENTES SURFOACTIVOS.- Los agentes surfoactivos utilizados fueron del tipo no-iónicos:

1.- Surfapcol 909.- Eter nonilfenílico polioxietileno con 9 moles de oxido de etileno de aspecto líquido cristalino incoloro, tiene un HLB de 13.<sup>(16)</sup>

2.- Canasol NF-1000.- Alquil aril éter polietoxilado con 10 moles de oxido de etileno de aspecto líquido cristalino incoloro, su HLB es de 13.3.<sup>(15)</sup>

3.- Eumulgin W400.- Nonil fenol etoxilado con 4 moles de oxido de etileno de aspecto líquido cristalino ligeramente amarillento, tiene un HLB aproximado de 9.<sup>(17)</sup>

4.- Dehydol 100.- Alcohol láurico etoxilado con aproximadamente 10 moles de oxido de etileno, su aspecto cambia de líquido a sólido ( pasta blanca ), tiene un HLB de 13.3.<sup>(17)</sup>

PLACAS DE VIDRIO.- En las placas de vidrio se midieron comparativamente los diferentes porcentajes de flotamiento de una mezcla de pigmentos de acuerdo a un estandar convencional. El procedimiento realizado fue el siguiente:

Se prepararon 50 gramos de un "corte" 1/25 ( uno en veinticinco ) de la tinta, es decir:

Color amarillo .....	1.0	partes
Ligante .....	2.0	"
Pasta blanca .....	<u>22.0</u>	"
	25.0	"
Color azul .....	0.5	"

Estos productos se agitan en el OSTER únicamente lo necesario para lograr la mezcla, a continuación se colocan en la mezcladora de 47-50 R.P.M. y posteriormente a intervalos de 20 minutos se realizan enrasas sobre las placas de vidrio y se comparan con el estandar con el fin de medir el porcentaje de flotación.

BLOQUE DE MOLIENDA.- El grado de dispersión<sup>(2)</sup> se realizó en lo que comunmente se conoce como " Bloque de Molienda ", que consiste en un bloque rectangular cuya superficie se encuentra perfectamente pulida y de un rasero de acero inoxidable. El bloque presenta uno o dos canales de mayor o menor profundidad graduados en una o varias escalas ( Mils, P.C., N.S., etc. ). La tinta se coloca en la parte más profunda y se extiende con el rasero, hasta la parte en que se termina la depresión; inmediatamente después de extender la tinta, se puede ver que existe una sección en la que se comienzan a notar las partículas del pigmento cuyo diámetro es mayor que la profundidad de la depresión. A este punto se le conoce como " El Grado de Molienda " de la tinta y los resultados pueden ser reportados en:

Escala Mils ( Milésimas de Milímetro )

Escala P.C. ( Production Club )

Escala N.S. ( HEGMAN )

En la siguiente tabla se da una comparación entre las diferentes escalas usadas para especificar el grado de dispersión.

Tamaño de Partículas VS. Unidades en Bloques de Molienda.<sup>(2)</sup>

TAMAÑO DE PARTICULA			BLOQUES DE MOLIENDA				
Mils	Micras	Malla	Sun	Webber	Npiri	Hegman	Paint. Club
		# 140					
4	101.6		20			0	0
	88.9	# 170				1	1
3	76.2	# 200	15			2	2
	63.5	# 230				3	3
		# 270					4
2	50.8	# 270	10	0		4	5
		# 325					6
	38.1			2		5	7
1	25.4		5	4	10	6	8
	12.7			6	5	7	9
0	0.0		0	8	0	8	10

ESPATULAS.— Las espátulas son indispensables para realizar la agitación, premezcla, adición de sustancias, etc.

TELA.- La tela fue el material utilizado como medio de estampación de la tinta.

## P R O C E D I M I E N T O

En base a la literatura que proporcionan los proveedores para cada uno de los muchos agentes tensoactivos, se -- selecciona el que se considera más adecuado para llevar a -- cabo la dispersión. Este agente tensoactivo se mezcla junto con el pigmento y una parte del vehículo en el cual se realizará la dispersión. Realizada la premezcla se muele en el molino de tres rodillos, a continuación se procede a disolver el producto con el resto del vehículo hasta completar -- la fórmula.

La primer prueba que se realiza es la del grado de dispersión en el bloque de molienda. Se coloca una pequeña muestra de la tinta sobre el bloque de acero y se extiende -- con el rasero, en el punto en que se hacen visibles las partículas de pigmento se toma la lectura. Podemos decir que -- se obtiene un buen grado de dispersión cuando la lectura es de 7 en la escala N.S de Hegman.

Para realizar la prueba del poder tintóreo se hace un " corte ". Esto significa rebajar la tinta con una pasta -- blanca que se prepara a partir de un espesante, gas nafta y agua. Esto mismo se hace con el testigo o estandar y se estampan al mismo tiempo con el fin de que la presión ejercida de los rodillos sobre la tela sea la misma tanto para el

testigo como para la muestra.

El "corte" normalmente es uno en veinticinco (  $1/25$  ), es decir; una parte de color por veinticuatro partes de pasta. Cuando existe duda de si uno está más concentrado que el otro, entonces se realiza otro "corte" en bajo que significa aumentar más pasta blanca a la misma cantidad de tinta, esto con el fin de poder apreciar con mayor exactitud una diferencia si la hay. Cuando uno de los cortes sale más concentrado, lo que se hace es aumentar o disminuir la cantidad de tinta al hacer un nuevo corte en el porcentaje que se considere necesario para llegar a la igualación.

La prueba de flotación se realiza haciendo un "corte" uno en veinticinco y adicionando un color azul, un verde ó bien un azul y negro. Estos productos se mezclan en el os - ter y a continuación se colocan en la mezcladora. A intervalos de 20 minutos se realizan enrases sobre las placas de vidrio y se comparan con el estandar con el fin de medir el porcentaje de flotación.

Para la prueba de estabilidad de la tinta, es necesario mantener en observación durante varias semanas cada una de las pruebas realizadas.

El mismo procedimiento se lleva a cabo para todas y cada una de las fórmulas que se establezcan.

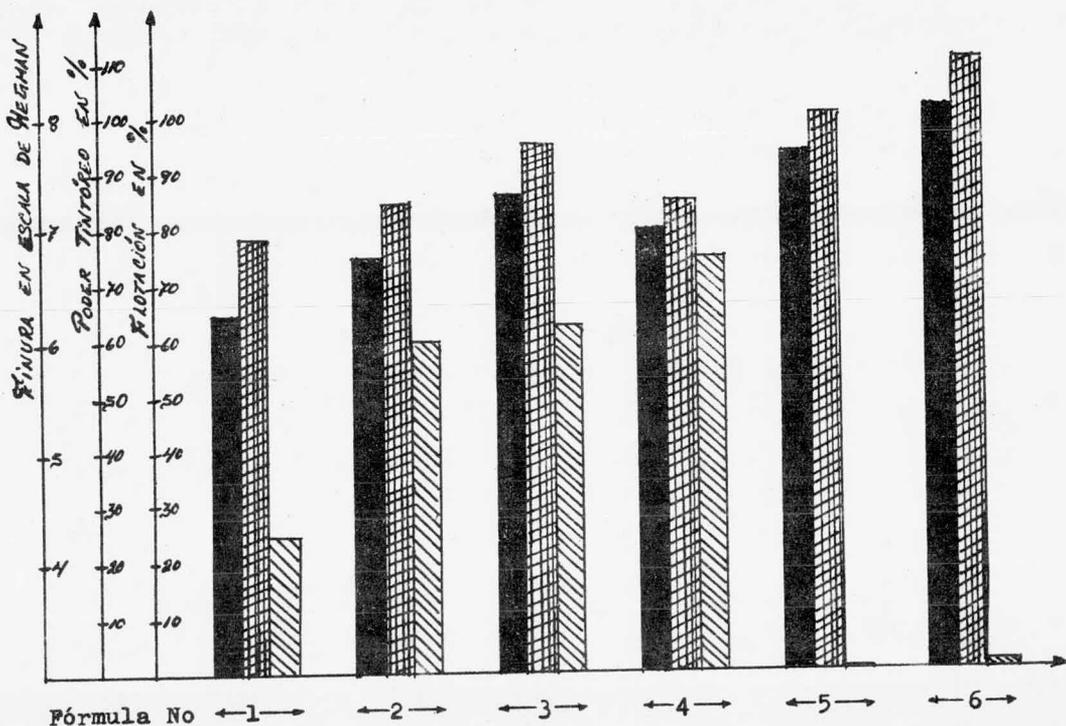


FIGURA No. 1



Flotación en %  
 Poder tintóreo en %  
 Finura en escala de Hegman

- Fórmula No. 1 .- Amarillo Bencidina  
 Fórmula No. 2 .- Amarillo Bencidina + Dehydol-100 ( 2.0 % )  
 Fórmula No. 3 .- Amarillo Bencidina + Dehydol-100 ( 3.5 % )  
 Fórmula No. 4 .- Amarillo Bencidina + Dehydol-100 ( 8.0 % )  
 Fórmula No. 5 .- Azul Ftalocianina + Dehydol-100 ( 5.0 % )  
 Fórmula No. 6 .- Amarillo Bencidina + Canasol NF-1000 ( 1.25% )  
 Eumulgin W-400 ( 3.75% )

Estabilidad de las tintas correspondientes a la Figura No. 1.

TABLA No. 1

Fórmula No.	Observación inicial	Observación del tiempo en semanas.					
		1	4	8	14	20	25
1	Dispersa	B	B	A	A	A	A
2	Dispersa	C	B	B	B	B	B
3	Dispersa	C	B	B	B	B	B
4	Dispersa	C	C	C	B	B	B
5	Dispersa	C	C	C	C	C	B
6	Dispersa	C	C	C	B	B	B

A = Asentada totalmente y no redispersable con agitación.

B = Asentada parcialmente y redispersable con agitación.

C = No asentada y dispersa

Fórmulas empleadas para la Figura No. 2

Fórmula No. 1 .- Azul Ftalocianina

Fórmula No. 2 .- Azul Ftalocianina + Surfapcol 909 ---  
( 0.5 % )

Fórmula No. 3 .- Azul Ftalocianina + Surfapcol 909 ---  
( 15 % )

Fórmula No. 4 .- Azul Ftalocianina + Surfapcol 909 ---  
( 5 % )

Estabilidad de las tintas:

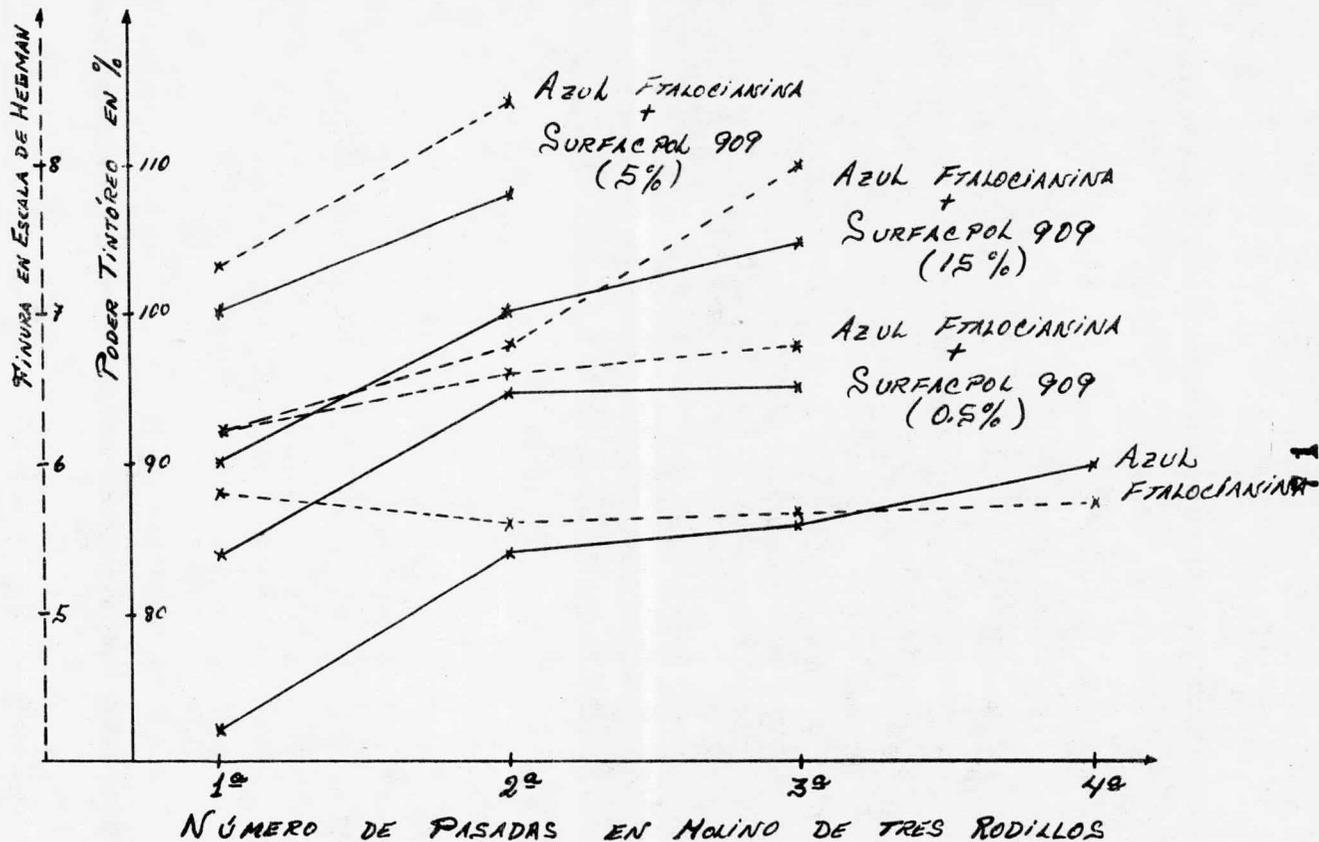


FIGURA N° 2

TABLA No. 2

Fórmula No.	Observación inicial	Observación del Tiempo en semanas.					
		1	4	8	14	20	25
1	No dispersa	B	A	A	A	A	A
2	Dispersa	B	B	B	A	A	A
3	Dispersa	C	C	C	C	C	C
4	Dispersa	C	C	C	C	B	B

A = Acentada totalmente y no redispersible con agitación.

B = Acentada parcialmente y redispersible con agitación.

C = No acentada y dispersa.

Las fórmulas para la figura 3 donde se usa únicamente Amarillo Bencidina como pigmento son las siguientes:

Fórmula	Tipo de Dispersante(s)	% en Fórmula	HLB de mezcla
1	Canasol NF-1000	5	13.3
2	Eumulgin W-400	5	9
3	Canasol NF-1000 Eumulgin W-400	3.5 1.5	12.01
4	Canasol NF-1000 Eumulgin W-400	2.5 2.5	11.15
5	Canasol NF-1000 Eumulgin W-400	1.25 3.75	10.075
6	Canasol NF-1000 Eumulgin W-400	1.0 4.0	9.86

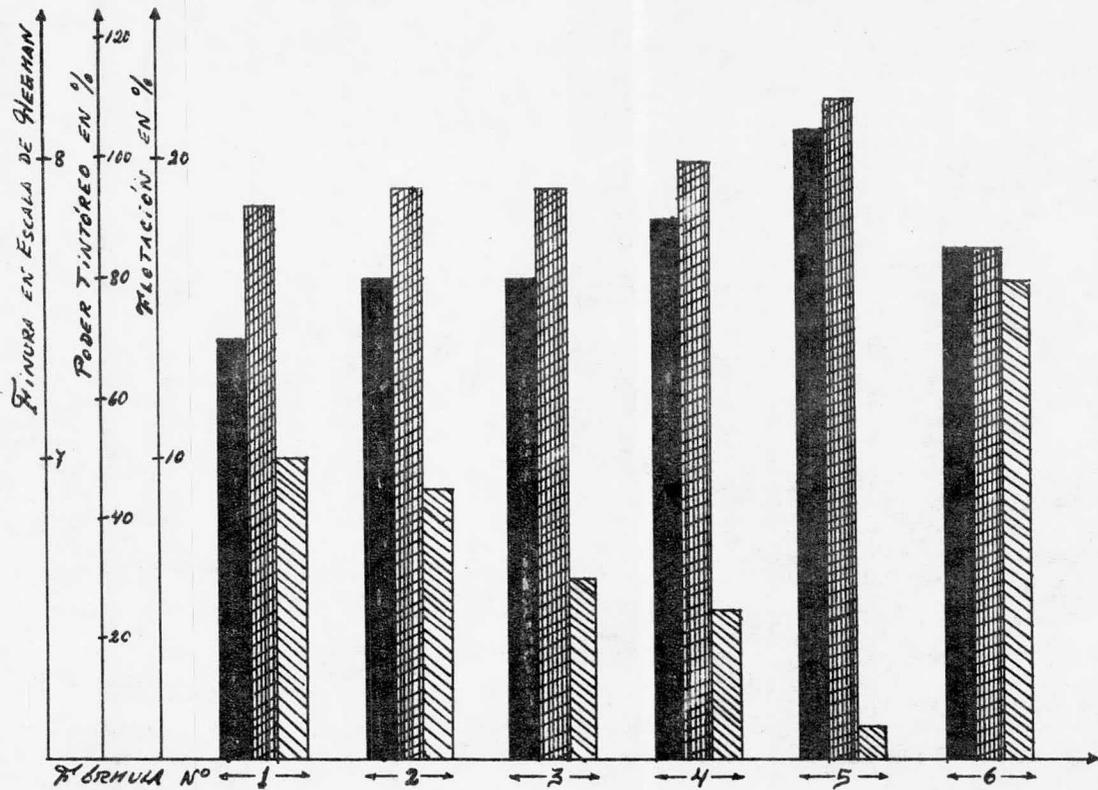


FIGURA N° 3

FINURA EN ESCALA DE HEGMAN  
 PODER TINTÓREO EN %  
 FLOTACIÓN EN %

La estabilidad de estas tintas se muestra en la TABLA No. 3

TABLA No. 3

Fórmula No.	Observación inicial	Observación del tiempo en semanas					
		1	4	8	14	20	25
1	Dispersa	B	B	B	B	A	A
2	Dispersa	B	B	B	B	A	A
3	Dispersa	B	B	B	B	B	A
4	Dispersa	C	B	B	B	B	B
5	Dispersa	C	C	C	B	B	B
6	Dispersa	B	B	B	A	A	A

A = Asentada totalmente y redispersible con agitación

B = Asentada parcialmente y redispersible con agitación.

C = No asentada y dispersa.

## RESULTADOS

Se empezó por seleccionar los agentes tensoactivos adecuados, para esto se tuvo que hacer una serie de pruebas de molienda con un solo agente tensoactivo y con mezcla de ---ellos a diferentes porcentajes y H.L.B.

En la figura 1 se muestra como un dispersante que resulta ser magnífico para un tipo de pigmento para otros no lo es. Nótese la diferencia de flotación del Amarillo Bencidina con Dehydol-100 por un lado y con una mezcla de Canasol NF-1000 y Eumulgin W-400 por el otro. También se puede observar que la flotación del Dehydol-100 con Azul Ftalocianina es satisfactoria mientras que con Amarillo Bencidina no lo es.

En la fórmula 6 se utiliza una mezcla de Canasol -----NF-1000 ( 1.25% ) y Eumulgin W-400 ( 3.75% ). Ya que estos dispersantes están presentes en razón de 1 a 3 el HLB de la mezcla es el siguiente:

$$\begin{aligned} ( 25\% ) \text{ Canasol NF-1000 (HLB=13.3)} &= 0.25 \times 13.3 = 3.325 \\ ( 75\% ) \text{ Eumulgin W-400 (HLB=9)} &= 0.75 \times 9 = \underline{6.750} \\ \text{HLB de la mezcla} &= 10.075 \end{aligned}$$

En esta fórmula 6 se encontró que presentaba mucho menos --flotación que las fórmulas 2, 3 y 4 donde llevan Dehydol---100 con un HLB = 13.3 . Así mismo en la tabla 1 se da una--representación de la estabilidad de la tinta para cada una--de las fórmulas empleadas, observadas durante 25 semanas.

En la figura 2 observamos la gran ventaja que se tiene al usar un agente tensoactivo en una concentración ade -

cuada. Observese como el Azul Ftalocianina sin dispersante, con cuatro pasadas en el molino de tres rodillos ( esto ya representaría un elevado costo de la tinta ), apenas si se obtiene una finura de 5.6 en la escala de Hegman, y el poder tintóreo se encuentra aproximadamente un 12% más bajo del estandar. Sin embargo cuando se usa un 5% de dispersante, con una sola pasada se obtiene una muy buena finura y el poder tintóreo iguala al estandar, mientras que con una segunda pasada la tinta supera al estandar. Con un mínimo de dispersante ( 0.5% ) se obtienen malas propiedades, mientras que con un exceso ( 15% ) las propiedades son ligeramente mejor que el estandar.

En la tabla 2 se observa que la mejor estabilidad se obtiene con 15% de dispersante, pero aun con un 5% es más que satisfactoria, ya que difícilmente permanece una tinta-20 semanas sin usarse. Sin embargo la estabilidad de la fórmula 1 que no lleva dispersante es pésima, ya que al mes o un poco menos la tinta se encuentra un tanto seca en las paredes del recipiente, asentada y difícil de redispersar.

La figura 3 muestra la ventaja de usar una mezcla de agentes tensoactivos, uno con caracter Hidrofilico y otro Hidrofóbico. Así observamos que la fórmula 5 que contiene una mezcla de Canasol NF-1000 ( 1.25% ) y Eumulgin W-400 ( 3.75% ) con un HLB=10.075 de mezcla representa mejores propiedades que cuando se usa un sólo dispersante, ya sea de caracter hidrofílico ( fórm. 1 ) ó hidrofóbico ( fórm. 2 ). Se encontró que la tinta con óptimas propiedades tiene un valor de HLB del orden de DIEZ. En la tabla 3 se representa la estabilidad para cada una de las fórmulas, observadas durante varias semanas.

## C A P I T U L O V I I

### C O N C L U S I O N E S .

Para lograr una tinta con propiedades satisfactorias es necesario:

1.- Establecer una buena formulación

2.- Seleccionar el dispersante ó dispersantes adecuados tomando en cuenta el tipo y la concentración. Si se adiciona un exceso de dispersante, puede tenerse el problema de que exista separación de capas, además de otros problemas como el de no resistir al lavado.

3.- Realizar el proceso de dispersión en sus tres etapas:

a).- Humectación

b).- Rompimiento de aglomerados

c).- Estabilización

4.- Se obtiene una buena dispersión cuando se alcanza una finura de 7 en la escala de Hegman.

5.- Una flotación de hasta 5% es aceptable siempre y cuando este porcentaje se mantenga estable durante todo el proceso de estampación. Sin embargo es posible eliminar la flotación por completo con los estudios necesarios.

6.- Es recomendable hacer mezclas de dispersantes, uno con caracter Hidrofílico y el otro Hidrofóbico, tal que el valor del HLB de la mezcla sea alrededor de diez.

7.- Es necesario tomar en cuenta que no todos los agentes tensoactivos actúan de la misma forma sobre los pigmentos. Se pudo comprobar que un agente tensoactivo como el --

Dehydol-100 ( alcohol laúrico etoxilado ) que resulta excelente para algunos pigmentos como el Azul Ftalocianina no lo es para otros como el Amarillo Bencidina.

8.- Fijar tiempos de molienda y el tipo de molino. Una formulación que da buenos resultados para un molino de tres rodillos para otro tipo de molino no lo es ya que cada tipo requiere de cierta viscosidad de la pasta para poderse procesar.

9.- Es necesario que los aparatos a escala de laboratorio guarden la más cercana proporción posible a la maquinaria de la planta.

10.- Una buena formulación de la tinta no solo es necesario para optimizar sus propiedades, sino también requiere menos tiempo de molienda; por consiguiente resulta en menor costo de operación, mayor productividad y menor desgaste de la máquina.

## BIBLIOGRAFIA.

- 1.- Antonio Alcón.- " El equilibrio hidrofílico-lipofílico en la selección de emulsificantes ". Ingeniería Química. Feb. de 1963.
- 2.- A Blanco - L. Sánchez - L.Y.Villegas.- " Tecnología de pinturas y recubrimientos orgánicos ". Vol. II 1976. Editorial Química, S. A.
- 3.- A. M. Schwartz - J. W. Perry.- " Surface Active Agents " Interscience Publishers, Inc. New York. 1949
- 4.- Basf Mexicana, S. A.- " El sistema de estampación helizarín y sus campos de aplicación " .
- 5.- Canamex, S. A. filial de Atlas Chemical Industries, " Catálogo de productos químicos ".
- 6.- C.B.F. Young and K.W.Coons.- " Agentes Tensoactivos ".- Aguilar, S.A. de Ediciones - Madrid 1951.
- 7.- Colorquim, S.A. de C.V.- " Catálogo de Pigmentos " 1974
- 8.- Eduardo Sánchez Sierra.- " Introducción a las tintas para artes gráficas ". Cursos de Pinturas y Tintas. 1969.
- 9.- Herbert Jay Wolfe .- " Printing and Litho Inks ". ----- fifth edition. Mac nair - Dorland Company. New York City. 1957.
- 10.- Julian C. Zorrilla Gonzalez.- " Importancia del tamaño de partícula en los pigmentos su medición y control con ayuda del Coulter Counter ". Pigmentos y Oxidos, S.A. - Mayo de 1976.
- 11.- Kinetic Dispersion Corporation.- " The Kady Mill ". 1953
- 12.- Morehouse - Cowles, Inc. " Introduction Manual Cowles - Dissolver Model 520 - WHV ".
- 13.- Oliver + Bettle, S.A.- " Maquinaria e Instalaciones para la Industria Química ". 1969.



- 14.- Peter R. Buechler, George L. Brown.- " Wetting as an -- Aid to Pigment Dispersion ". Journal of Paint Technology. Vol 45, No. 577, Feb. 1973.
- 15.- Pigmentos y Oxidos, S. A.- " Catálogo de Pigmentos ". 1974.
- 16.- Polaquimia, S. A.- " Boletín Técnico sobre agentes tensoactivos ".
- 17.- Química Henkel, S. A.- " Productos dehydag y sus datos-técnicos ".
- 18.- Química Hoechst de México, S.A.- " Catálogo de pigmentos ". 1974.
- 19.- Química Hoechst de México, S.A.- " Medicina para toda pintura. Aditivos para pinturas ". Boletín Técnico.
- 20.- Robert H. Pascal and Fred L. Reig.- " Pigment Colors -- and Surfactant Selection ". E. I. Du Pont de Nemours Company, Inc. 1964.
- 21.- Stanley A. Gammon.- " Producing Dispersion Systems ". Paint and Varnish Production. Sep. 1974.
- 22.- Willy Herbst.- " Dispersion of Organic Pigments with Modern Dispersion Equipment ". Journal of Paint Technology Vol. 44, No. 575, December 1972.

ESTA TESIS SE IMPRIMIO POR COMPUTADORA EN LOS  
TALLERES DE TESIS DE GUADALAJARA, S. A.  
FRENTE A LA FACULTAD DE MEDICINA  
MEDICINA # 25. CIUDAD UNIVERSITARIA.

TELEFONOS: 550-72-57

548-62-15

550-87-43

548-62-29

548-33-44

548-87-46