

Universidad Nacional Autónoma de México

FACULTAD DE QUIMICA

ESTUDIO TECNICO DE LA
PIGMENTACION DE LAS
RESINAS TERMOPLASTICAS

151

T E S I S

Que para obtener el título de:
INGENIERO QUIMICO

Presenta:
LUIS HERNANDEZ ISLAS

1974



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.

CLAS. Tesis

ADQ. 1974

FECHA 1974

PROC. M. L. H. H.

1413



QUIMICA

J U R A D O

PRESIDENTE	Prof. JULIO TERAN ZAVALAETA
VOCAL	Prof. ANTONIO REYES CHUMACERO
SECRETARIO	Prof. FERNANDO ITURBE HERMANN
1er. SUPLENTE	Prof. MARGARITA GONZALEZ TERAN
2do. SUPLENTE	Prof. ROLANDO A. BARRON RUIZ
SITIO DONDE SE DESARROLLO EL TEMA	FERRO MEXICANA, S.A. DE C.V.
SUSTENTANTE	LUIS HERNANDEZ ISLAS
ASESOR DEL TEMA	Prof. JULIO TERAN ZAVALAETA

A MI PAPA,

como una muestra del inmenso
cariño y agradecimiento con
que siempre lo recordaré.

A MI MAMA,

quien con su comprensión y
cariño, siempre me dió aliento
para seguir adelante y hacer
posible la terminación de mi
carrera.

A MI CRISTY.

A MIS HERMANOS,

Lupita, Mario y Angelita,
Georgina y Luis Armando,
agradeciéndoles el cariño
y la confianza que me han
brindado.

A MIS SOBRINOS,

Ady, Gaby, Angelita, Claudia,
Yoyis, Mario, Manuel y Guichito,
con la esperanza de que algún
día, me recuerden en las dedi-
catorias de su tesis profesional.

A MIS TIOS y PRIMOS.

A TODOS MIS AMIGOS, especialmente a Irma,
que tan amablemente
me brindó su ayuda
para la elaboración
de esta tesis.

A TODOS LOS MAESTROS que hicieron posible mi
formación profesional.

	INTRODUCCION	5
CAPITULO 1.-	GENERALIDADES	
1.1.-	Importancia de los Pigmentos	7
1.2.-	Colores.- Conceptos Fundamen- tales. (R.B.* 10, 22).	10
1.3.-	Colores de los Objetos (R.B.* 10, 22).	12
1.4.-	Combinación de Pigmentos (R. B.* 10, 19, 22).	14
CAPITULO 2.-	BREVE DESCRIPCION DE LA INDUS- TRIA DE LOS PLASTICOS EN MEXI- CO.	19
2.1.-	Datos Generales. Productos de Fabricación Nacional (R. B. * 2, 3, 18).	
2.2.-	Panorama Total de Resinas Sin- téticas (R.B.* 1, 2.)	25
2.3.-	Consumo de Resinas Sintéticas (R. B.* 1, 2.)	28
2.4.-	Las Resinas Termoplásticas -	

	Principales (R.B.* 1,2,5,13, 17).	32
CAPITULO 3.-	METODOS DE PIGMENTACION. (R. B.* 22).	
3.1.-	Pigmentación en Seco (polvos)	44
3.2.-	Pigmentación con "Masterbatch" (Concentrado Granulado).	50
3.3.-	Pigmentación por Extrusión (- Resina Coloreada).	54
3.4.-	Pigmentación con Pastas (R.B. * 6).	56
3.5.-	Selección del Método Apropiado de Pigmentación.	60
CAPITULO 4.-	SELECCION DEL PIGMENTO ADECUA DO. (R.B. * 8, 22).	
4.1.-	Factores más Importantes.	65
4.2.-	Relación de Resinas, Proceso y Pigmento.	68
4.3.-	Definición de las Características de Resistencia.	70

4.4.-	Selección de Pigmentos para Resinas Termoplásticas.	75
4.5.-	Control de Calidad para Pigmentos.	80
CAPITULO 5.- PROPIEDADES PRINCIPALES DE - LOS PIGMENTOS MAS COMUNES.		
5.1.-	Clasificación de los Pigmentos. (R.B. * 4, 8, 11, 22).	83
5.2.-	Nombres comunmente Usados de Algunos Pigmentos. (R.B.* 4, 8, 11).	86
5.3.-	Propiedades Principales de <u>Al</u> gunos Pigmentos. (R.B. * 8, 11, 12, 22, 23).	89
5.4.-	Tablas de Pigmentos <u>Relaciona</u> dos con Resinas Termoplásticas. (R.B. * 8).	103
CAPITULO 6.- PROBLEMAS MAS FRECUENTES EN - LA PIGMENTACION DE PVC.		
6.1.-	Clasificación del Producto <u>Fi</u>	

	nal. (R. B. * 7, 9).	110
6.2.-	Materiales que Intervienen en las Formulaciones de los Compuestos. (R.B.* 7,9,14,20).	111
6.3.-	Problemas más Frecuentes que se Presentan en el Proceso de Pigmentación de PVC.	118
6.4.-	Conclusión.	121
CAPITULO 7.- PROBLEMAS DE INYECCION Y MOLDEO QUE SE CONFUNDEN CON "FALLA DEL PIGMENTO".		
7.1.-	Objetivo.	126
7.2.-	Inyección y Extrusión. Generalidades. (R.B.* 9,14,15, 16).	128
7.3.-	Problemas, Causas y Recomendaciones. (R. B. * 14, 16).	131
	BIBLIOGRAFIA.	139

* Referencia Bibliográfica.

INTRODUCCION

El desarrollo del presente estudio ha sido con la idea más firme de que pueda servir como inicio en la información sobre cualquier aspecto relacionado con la pigmentación de las resinas termoplásticas.

Considero que no hay ningún texto al respecto, sino únicamente, diversos detalles aislados que han sido mencionados en algunos artículos de revistas especializadas.

Comprendiendo lo extenso del estudio si hubiera sido enfocado a los plásticos en general (ó sean: Termofijos y Termoplásticos), seleccioné únicamente a las resinas termoplásticas debido a la mayor importancia en volumen de consumo anual (según lo trato en el Capítulo 2).

Con el deseo de que la presente tesis pudiera ayudar, a resolver un problema a quien trabaje en la industria de los plásticos, a proporcionar una idea a quien se dedique a la docencia ó investigación, ó bien, que fuera de utilidad y quizá de interés para los estudiantes que se inician en el estudio de los pigmentos para plásticos.

CAPITULO 1

GENERALIDADES

1.1 IMPORTANCIA DE LOS PIGMENTOS.

De gran importancia para todos los hombres se han convertido los plásticos. Cualquier producto que pudiéramos imaginarnos, casi siempre, ahora lo pensamos elaborado en parte ó en su totalidad con plásticos. Por citar algunos, podemos mencionar nuestros televisores, radios, vajillas, muebles, aspiradoras, refrigeradores, lavadoras, teléfonos, barcos, automóviles, aviones, cajas, botellas, envases, telas, abrigos, chamarras, juguetes, etc., etc. Es realmente impresionante el extenso número de artículos que podrían mencionarse. Podemos así aceptar, que los plásticos están íntimamente ligados a todos nosotros en casi todos los aspectos de nuestra vida diaria.

Actualmente, la manufactura de todos estos productos plásticos se ha convertido en una de las más grandes industrias en México y en el mundo. Por ésto, y por el desarrollo tecnológico, esta variedad de artículos tiene una constante diversificación y una constante renovación en sus modelos, diseños, estilos y formas dimensionales.

Así mismo, año con año, la preocupación principal de los expertos y responsables de estos cambios de modelos y productos nuevos es : qué color tendrá su producto? - uno de los factores - más importantes para que dicho producto pueda - tener éxito en un mercado tan competido.

Es aquí precisamente, en este punto, donde se - puede observar la gran importancia que tienen - los pigmentos en la industria de los plásticos, ya que, de su correcta selección y aplicación, dependerá la calidad del producto final.

Así, después de un intenso estudio que hayan - realizado las personas encargadas de investigar el color ó los colores de moda en el mercado, - será determinada la gama de colores en que se - fabricará ese artículo. Probablemente sean - 1, 3, ó 20 los colores seleccionados. Quizá esta selección la hagan sin ninguna investiga- ción, sino que sea a voluntad del gerente de la fábrica. Cualquiera que sea el método seguido para determinar esta gama, el problema apenas - comenzará, pues se tendrá que elegir los pigmentos ó colorantes que funcionen en forma apropia

da para el tipo de resina que se vaya a usar; - si existen diferentes resinas que al final se ensamblen, se requerirá, probablemente, de un pigmento diferente para cada uno de los tipos de resina que entren en dicho ensamble. Probablemente, exista una parte de lámina que tendrá que ser del mismo color que una pieza de plástico (ó viceversa); así que, en estos casos (podrían citarse más), se tendrán que hacer igualaciones de color, servicios que se pueden solicitar en cualquier compañía fabricante de pigmentos, cuando no se cuente con un departamento especializado que pueda efectuar este tipo de trabajos.

Ya resuelto este primer problema no se deberá perder de vista, que es realmente el producto final el que dictará qué características sobresalientes se desean en el pigmento que se usará, si es que se desean colores firmes con resistencia a la intemperie, con resistencia a la luz solar, con resistencia a la temperatura, etc., todo lo cual dependerá del uso del producto final.

1.2 COLORES. CONCEPTOS FUNDAMENTALES

Antes de seguir adelante, quisiera mencionar - una breve explicación de lo que realmente es - un color. Para ésto, tendremos que citar en principio, la idea fundamental que define a un rayo de luz.

Un rayo de luz blanca, está formado por la superposición de un conjunto de rayos luminosos de varios colores que forman el espectro solar, y que son el rojo, naranja, amarillo, verde, azul, añil ó índigo y violeta.

Esta composición de la luz fué comprobada por Newton en 1672 (dispersión de la luz), al mismo tiempo que concluía que, al hacer el experimento contrario (síntesis de la luz) reuniendo todos los colores mencionados anteriormente, se reproducía la luz blanca (Disco de Newton).

Al estudiar por separado a cada uno de los colores, se observó que todos tenían la misma velocidad de propagación (en el vacío y en el aire), pero se distinguen unos a otros por su diferente frecuencia de vibración, la cual, está

relacionada con la longitud de onda y la velocidad de la luz, por medio de la fórmula general de los movimientos ondulatorios:

Velocidad = frecuencia x longitud de onda.

Por otro lado, el color es una característica - que el ojo humano capta, por medio de una sensación que el nervio óptico está produciendo al - recibir ciertas radiaciones de una determinada frecuencia de vibración. (Si la retina recibe 400 billones de vibraciones por segundo, se producirá la sensación de color rojo; si esta frecuencia es de 800 billones de vibraciones por - segundo, se producirá la sensación de violeta.

Según la Teoría de Young y Helmholtz, el ojo - percibe los colores gracias a ciertos filamentos nerviosos que perciben especialmente el - azul; otros son sensibles al rojo, y otros al verde. Cuando los 3 grupos de nervios son estimulados, se percibirá la sensación de blanco; - así mismo cuando ninguno de ellos sea estimulado, se produce la sensación de negro. De aquí que se diga que el negro es la ausencia ó carencia de color (de radiaciones), y así mismo, que

el color blanco es la mezcla de todos los colores.

Por ésto, según Young y Helmholtz, cuando sólo son estimulados los nervios que son sensibles - al verde, se produce en el cerebro la sensación de verde, así mismo, se explica la percepción - para otros colores.

De aquí, que cuando uno ó varios de estos grupos de filamentos nerviosos tengan algún defecto ó lesión, el individuo no podrá percibir y - por tanto distinguir correctamente el color correspondiente. A esta anomalía se le conoce - con el nombre de ceguera de color ó daltonismo. A la persona que lo padece se le llama daltónico.

1.3 COLORES DE LOS OBJETOS.

Resumiendo, tenemos que, cuando un cuerpo no - absorbe ninguna de las radiaciones del espectro solar, se verá blanco, a diferencia de uno que absorba todas las radiaciones el cual se verá - negro.

Si un objeto se ve rojo, al iluminarlo la luz blanca, estará reflejando la luz roja y absorberá todas las demás radiaciones. Ahora bien, si ese mismo objeto se ilumina con luz azul, se verá negro, ya que no existirá ninguna luz roja que refleje y absorberá todos los demás colores. (De aquí que nunca se deberá hacer una comparación de colores a la luz de fuentes artificiales). Esto mismo se aplica a los cuerpos transparentes, por ejemplo, si un vidrio se ve rojo, (y el rayo de luz que está pasando a través del vidrio es de luz blanca), el vidrio está absorbiendo todas las radiaciones menos las rojas, y por consecuencia se ve de ese color. Así mismo, como el vidrio normal no absorbe ninguna radiación, por eso se ve incoloro.

En términos generales, cuando se habla de combinación de colores de rayos luminosos, hablamos de un método aditivo.

Cuando hablamos de combinación de colores "mezcla de pigmentos", se llama método sustractivo, y los colores resultantes dependerán siempre de las radiaciones que no sean absorbidas.

Con este último método es en realidad con el - que se trabaja en las industrias de pigmentos - para plásticos, pinturas, tintas, etc., y los - colores que se obtengan de la mezcla de 2 ó más estarán determinados por la mayor ó menor proporción de cada uno de éstos en dicha mezcla; - lo mismo se puede decir para la elaboración de diversos tonos, tintes ó efectos especiales como efecto fluorescente, aperlado, metálico, fosforecente, etc.

1.4 COMBINACION DE PIGMENTOS.

Normalmente, un pigmento se entiende como un producto que se usa para colorear plásticos. Los - pigmentos son compuestos orgánicos e inorgánicos que son insolubles en agua y en la mayoría de - los disolventes comunes. (A diferencia de los - Colorantes, que son productos químicos orgánicos y solubles en la mayoría de los solventes).

En la industria de los pigmentos para plástico, se pueden fabricar un gran número de mezclas de pigmentos que proporcionan colores diferentes -

(tonos diferentes), y la regla básica para la elaboración de una mezcla de este tipo, es que los pigmentos sean compatibles entre sí. (Además, de la compatibilidad que deberán tener con la resina que se vaya a usar). De estas mezclas obtendremos cualquier tono, que es el color básico de un pigmento ó colorante que está determinado por la longitud de onda dominante; en igual forma, cualquier tono mezclado con pigmento blanco es llamado tinte. (Rosa, beige, tonos pastel, etc.).

Invariablemente, cualquier cambio de material - que se haga, cambiará el tono final del pigmento ó "mezcla de pigmentos" que se esté usando.

A continuación presento un cuadro de ejemplos - de combinaciones de pigmentos (sin entrar en detalles de pigmento y compatibilidades, ya que - ésto se tratará en otros capítulos), con el objeto de mostrar cómo se pueden obtener diferentes colores a partir de diversas combinaciones.

C O M B I N A N D O	OBTENDREMOS (*)
Rojo + amarillo	anaranjado
Rojo + azul	violeta
Amarillo + azul	verde
Rojo + amarillo + azul	café (varios tonos)
Negro + blanco	gris
Negro + rojo	marrón
Verde + violeta	café
Verde + amarillo verdoso	verde amarillento
Azul + negro	azul oscuro
Azul + naranja	café
Azul + aluminio	azul metálico
Verde + aluminio	verde metálico
Rojo + blanco	rosa
Café + blanco	beige
Verde + blanco	verde pastel
Azul + blanco	azul pastel
Amarillo + blanco	amarillo pastel
Generalizando:	
Color + blanco	colores pastel
Color + aluminio	colores metálicos

(*) En general, el tono final dependerá de la proporción en que se utilice, cada uno de los pigmentos. (Así, por ejemplo, no dará el mismo tono una mezcla de 50 partes de rojo con 50 partes de blanco; que otra mezcla de 10 partes de pigmento rojo con 90 partes de pigmento blanco.)

De lo anterior podemos concluir que el número de tonos que se puede obtener es muy amplio.

Como se mencionó anteriormente, el tipo de resina donde se vaya a utilizar un pigmento también tendrá influencia en el tono final.

Por ésto, antes de seguir adelante con los métodos de pigmentación, selección del pigmento adecuado y propiedades principales de los pigmentos más comunes, (Capítulos 3, 4 y 5, respectivamente), en el siguiente capítulo se expondrá una "Breve descripción de la industria de los plásticos en México", indicando la importancia que tienen las Resinas Termoplásticas en esta industria.

CAPITULO 2

BREVE DESCRIPCION DE LA INDUSTRIA

DE LOS PLASTICOS EN MEXICO

2.1 DATOS GENERALES. PRODUCTOS DE FABRICACION NACIONAL.

La industria de los plásticos en México, una de las ramas industriales más dinámicas del país, por su rápido crecimiento y su diversificación de productos finales, es de las más importantes para nuestra economía, pues está relacionada directamente con el standard ó nivel de vida de los habitantes. En comparación con otras industrias, es de mayor influencia en el bienestar de los habitantes, tanto que se puede considerar el desarrollo de esta industria como un índice de la elevación del nivel de vida de una población.

Así vemos que en México, el consumo per cápita en 1968 fué de 3.4 Kg/habitante, en 1969 de 3.9 Kg/habitante, en 1970 de 4.22; (si consideramos comparativamente que en otros países, la cifra de consumos per cápita para el mismo año (1970) por ejemplo en Japón, Alemania y EE. UU., alcanzaba valores de 30 a 50 Kg/habitante, comprenderemos que existe un gran mercado potencial para este tipo de productos en el país.

A partir del año de 1947, en que se inició en México la elaboración de algunas resinas sintéticas, su crecimiento ha sido continuo. Aunque fué, inicialmente, como base de la industria de pinturas, se ha extendido a casi todos los campos de utilización, para satisfacer así en gran parte la demanda nacional y comenzar a intervenir en el mercado internacional.

Antes de entrar con los datos estadísticos de consumos, producciones, importaciones y exportaciones de las resinas sintéticas, menciono a continuación una serie de productos específicos que se fabrican en México (Distrito Federal y alrededores), con el objeto de dar a conocer en forma específica, la diversidad de artículos que, casi en su totalidad, forman un grupo de satisfactores comunes, directos ó indirectos.

Todos estos productos finales están manufacturados, desde luego, con uno ó varios tipos de resinas sintéticas, y obviamente, en uno ó más colores.

1. Accesorios para bicicletas.
2. Adhesivos
3. Anuncios
4. Armazones para anteojos
5. Artículos decorativos
6. Artículos de propaganda
7. Artículos de vestir
8. Artículos escolares
9. Artículos para la construcción
10. Artículos para el hogar
11. Artículos para embotelladoras
12. Artículos para laboratorios
13. Artículos para la industria automotriz
14. Artículos para la industria eléctrica y -
electrónica
15. Albercas
16. Bandas de garantía
17. Bolsas de celofán, polietileno, etc.
18. Botellas
19. Botes
20. Botones
21. Cajas
22. Calcomanías
23. Cierres automáticos

24. Cubetas
25. Cubreasientos para automóviles
26. Cueros sintéticos
27. Discos fonográficos
28. Embarcaciones
29. Empaques
30. Envolturas
31. Envases
32. Equipaje y maletas
33. Escudos
34. Especialidades médicas
35. Estuches
36. Etiquetas
37. Flores, plantas y frutas
38. Fundas
39. Ganchos
40. Globos
41. Hebillas
42. Hilos
43. Hormas y tacones
44. Hule espuma (para acojinamiento, etc.)
45. Joyería de fantasía.
46. Juguetes
47. Láminas

48. Laminados sobre papel
49. Letras para anuncios
50. Mangos (paraguas, cuchillos, herramientas)
51. Mangueras
52. Maniquies
53. Muebles
54. Películas (PVC, polietileno)
55. Monofilamentos y multifilamentos
56. Perfiles
57. Pinturas
58. Pisos
59. Plataformas de poliestireno para zapatos
60. Tapas y tapones
61. Tapiz
62. Tapetes
63. Tornillos
64. Tubería, conexiones y válvulas
65. Vasos
66. Vidrios
67. Visores
68. Zapatos

Como mencionamos anteriormente y detallaremos más adelante, (tanto en producción, como en el consumo para esta diversidad de artículos manufacturados con resinas sintéticas), son de mayor importancia las resinas termoplásticas, y dentro de este tipo el Polietileno (alta y baja densidad) y el Policloruro de vinilo (PVC), ocupan los primeros lugares con un 61% en la producción total (34% y 27% respectivamente).

Por esto, a continuación menciono las aplicaciones más importantes para cada una de estas resinas.

Polietileno Baja densidad

- 80% Película tubular
- 20% Tuberías, botellas, recubrimiento de cable eléctrico.

Polietileno Alta densidad

- 70% Cajas de refresco
- 13% Envases
- 10% Monofilamentos
- 7% Varios

PVC

- 40% Película con y sin soporte
- 12% Perfiles, mangueras, cordón
- 10% Calzado
- 10% Pisos
- 10% Discos
- 18% Botellas, tuberías, varios.

A continuación, entraremos de lleno a una serie de datos estadísticos que nos darán una idea - más clara y precisa del objeto fundamental de - este capítulo, que es la demostración de la - principal importancia en volumen de consumo -- anual de las resinas termoplásticas.

2.2 PANORAMA TOTAL DE RESINAS SINTÉTICAS.

En el año de 1947, se inició en México la producción de Resinas Sintéticas (Fenólicas), por la Bakelite de México, S. A., en 1951, se inició la producción de poliestireno; en 1960, ya se fabricaban 9 tipos de resinas, y en 1971 se elaboraron 21 tipos.

La producción de resinas sintéticas se incrementó notablemente de 17,450 Tons/año que se fabri

caron en 1960, a 189,600 Ton. en el año de 1972; ó sea, casi 11 veces, mostrando un promedio - anual de incremento del 22% en el mismo período.

La capacidad productiva se incrementó mucho en el año 1971-1972, ya que fué cuando entraron en operación dos plantas nuevas: la de Petróleos Mexicanos en Poza Rica, Ver. con 51,000 TONELADAS ANUALES de Polietileno baja densidad y, la de Polímeros de México, S. A. en San Martín Texmelucan, Pue. con 20,000 TONS/ANUALES de policloruro de vinilo (PVC).

T A B L A I

PANORAMA TOTAL DE RESINAS SINTETICAS
(cifras en TONS)

AÑO	PRODUC- CCION	IMPORTA CION	EXPORTA CION	CONSUMO
1966	70,664	39,594	-----	110,258
1967	85,959	46,581	757	131,789
1968	109,350	47,806	1,564	155,592
1969	133,745	45,138	1,126	177,757
1970	146,400	57,589	3,707	200,282
1971	157,767	63,600	1,153	220,210
1972	189,600	68,300	3,900	254,000

De estas cifras totales de producción en el año de 1972, el polietileno, el poliestireno y el policloruro de vinilo (PVC), (Resinas Termoplásticas), representaron el 70% aproximadamente de la producción total.

Si a estos tres materiales le aumentamos las 14,000 Tons./Año que presenta el dato de impor-

tación de polipropileno en 1972 (también resina termoplástica), quedará constituido el grupo - más importante que domina el campo de las resinas sintéticas.

2.3 CONSUMO DE RESINAS SINTETICAS.

El consumo total de Resinas Sintéticas puede dividirse en dos grupos, el de las termofijas y - el de las termoplásticas, de acuerdo con la siguiente tabla.

T A B L A I I
CONSUMO DE RESINAS SINTETICAS

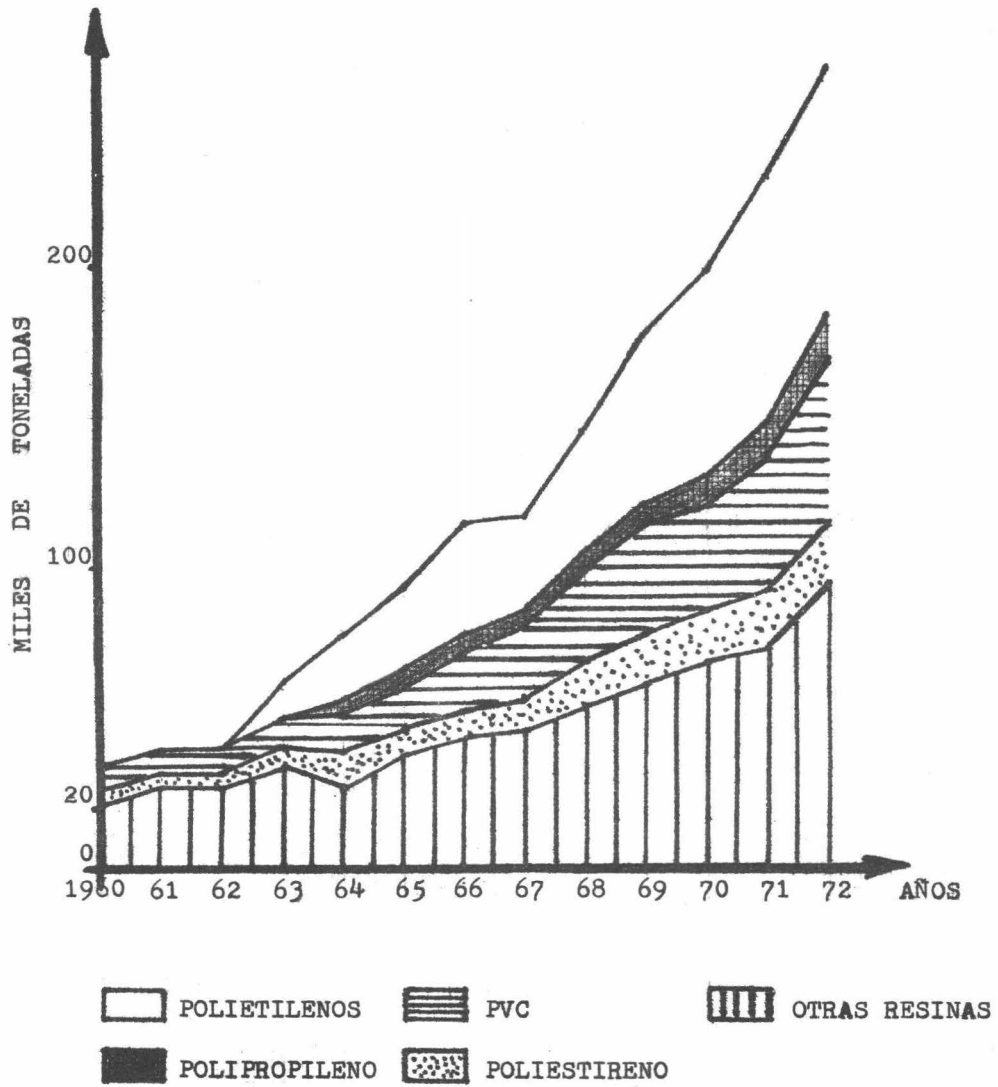
(Toneladas)

AÑO	TOTAL	TERMOFIJAS	TERMOPLASTICAS
1966	113,192	30,644	82,548
1967	134,540	36,777	97,763
1968	158,600	42,100	116,800
1969	178,900	48,100	130,800
1970	203,990	54,850	149,140
1971	226,400	60,040	166,360
1972	257,900	72,200	185,700

Como se puede observar en la Tabla II, el consumo total de resinas sintéticas en el año de 1972 en el país fué de 257,900 toneladas. Dicho consumo, estuvo constituido (Tabla I) por 189,600 toneladas de fabricación local y 68,300 toneladas de resinas de importación. (Se exportaron - 3,900 toneladas en total).

Ahora bien, observando los datos de la Tabla II (y las gráficas II-1 y II-2), podemos concluir en forma definitiva, que el consumo de resinas termoplásticas es mucho más importante que el de resinas termofijas.

GRAFICA II.1.
 CONSUMO DE RESINAS SINTETICAS
 1960 - 1972



GRAFICA 11.2

CONSUMO DE RESINAS SINTETICAS

(Porcentaje)

1965 - 1972

39.0	37.6	39.8	37.0	34.1	34.8	33.0	34.5	1
9.8	8.2	8.8	9.2	9.3	9.1	8.5	8.1	2
15.5	17.6	22.4	20.7	20.8	17.8	19.2	21.0	3
31.3	31.1	23.9	39.1	32.0	33.8	33.9	31.0	4
PE	PE	PE	PE	PE	PE	PE	PE	
4.4	5.5	5.1	4.0	3.8	4.5	5.4	5.4	5
1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	

4 POLIETILENOS

3 PVC

1 OTRAS RESINAS

5 POLIPROPILENO

2 POLIESTIRENO

Considerando que el 83% (aproximadamente) del consumo total de Resinas Termoplásticas, está constituido por el Polietileno alta y baja densidad, el Policloruro de Vinilo (PVC), el Poliestireno y el Polipropileno (en orden de importancia), a continuación, presento una serie de tablas con datos de producción, importación, exportación y consumo, para cada uno de estos materiales mencionados.

2.4 LAS RESINAS TERMOPLASTICAS PRINCIPALES.

T A B L A III
P O L I E T I L E N O

(Cifras en TONS.)

AÑO	PRODUCCION	IMPORTACION	EXPORT.	CONSUMO
1966	6,107	28,631	-	34,783
1967	16,358	11,099 *	-	27,467
1968	22,663	19,809	-	42,472
1969	27,127	28,429 **	-	55,566
1970	25,712	38,622	-	64,394
1971	35,603	40,672 **	-	76,275
1972	65,245	15,470 **	-	85,715

PRODUCTORES : Petróleos Mexicanos.

USOS : Película, moldeo, extrusión y so
plado (ver 2.1).

* En 1966 y 1967, se realizaron importaciones excesivas de este material, por lo que el consumo aparente presenta variaciones anormales.

** El Polietileno Alta Densidad (PEAD) se conti
núa importando.

No hay exportación registrada, debido a que la importación actual de PEAD y la producción del Polietileno Baja Densidad (PEBD) no es suficiente para satisfacer la demanda local (ver Tabla VII).

La capacidad de producción instalada por Petróleos Mexicanos para fabricar PEBD es de 72,600 toneladas por año. (Este dato es reportado por la Asociación Nacional de la Industria Química, ANIQ).

T A B L A IV

P V C

(Cifras en TONS.)

AÑO	PRODUCCION	IMPORTACION	EXPORT.	CONSUMO
1966	18,600	1,000	-----	19,600
1967	24,000	1,140	-----	25,140
1968	28,513	1,190	-----	29,603
1969	32,400	3,195	210	35,385
1970	35,200	2,606	1,858	35,948
1971	40,400	3,640	880	43,160
1972	52,000	3,400	1,200	54,600

PRODUCTORES : Polycid, S. A. (anteriormente - Geón de México), Industrias Resistol, Plásticos Omega, Polímeros de México, Promociones Industriales Mexicanas.

USOS : Telas plásticas, juguetes, empaques, película, tubería, calzado, envases, pisos, recubrimiento de cable eléctrico, etc. (Ver 2.1)

La capacidad instalada de producción de PVC, según reporta el Instituto Mexicano del Petróleo (IMP), es de 72,500 TONELADAS/AÑO, la cual se creé que podrá abastecer la demanda local de esta resina hasta el año de 1975, después del cual se tendrán que hacer ampliaciones a las plantas productoras, ó se tendrá que permitir la importación de este PVC y sus compuestos. (Ver Tabla - VII).

T A B L A V

POLIESTIRENO

(Cifras en TONS.)

AÑO	PRODUCCION	IMPORTACION	EXPORT.	CONSUMO
1966	9,000	740	491	9,249
1967	10,170	306	345	10,131
1968	14,000	387	745	13,642
1969	16,000	608	16	16,944
1970	17,500	826	---	18,326
1971	18,900	707	---	19,611
1972	19,800	504	---	20,304

PRODUCTORES: Aislantes y Acústicos de Monterrey

Basf Mexicana, Mario Orozco Obregón,
Industrias Resistol, Nacional de Re
sinas, Productos de Estireno.

USOS : Industria de la construcción, ju-
guetes, envases, aislantes, artícu-
los del hogar y escolares, ilumina-
ción, refrigeración, aparatos eléc-
tricos, etc.

La capacidad de producción instalada hasta 1971,
es de 39,720 toneladas por año, lo cual signifi-
ca que hasta el año de 1976 se tendrá cubierta -
la demanda esperada (que es de 39,078 toneladas
por año). (Ver Tabla VII).

Fuente : Instituto Mexicano del Petróleo (IMP)
Subdirección de Estudios Económicos y
Planeación Industrial.

T A B L A VI

POLIPROPILENO

(Cifras en TONS.)

AÑO	PRODUCCION	IMPORTACION	EXPORT.	CONSUMO
1966	---	6,054	---	6,054
1967	---	5,768	---	5,768
1968	---	5,781	---	5,781
1969	---	6,730	---	6,730
1970	---	8,880	---	8,880
1971	---	12,142	---	12,142
1972	---	14,000	---	14,000

USOS : Película, moldeo, extrusión y soplado. -
Específicamente es usado en la fabrica-
ción de maletas, portafolios, sillas, -
piezas para artículos eléctricos, etc.

A pesar de ser el termoplástico que actualmente es de menor consumo, es de mucho futuro, ya que se espera una demanda en este año de 20,500 toneladas; para 1978 será de 43,000 toneladas, ó sea el doble, y para 1980 se habrá triplicado

para alcanzar las 62,000 toneladas. (Tabla VII).

De acuerdo con estudios realizados por el Instituto Mexicano del Petróleo (IMP), la proyección de la demanda en el período de 1972 a 1980 para estos termoplásticos, se presenta en la siguiente te tabla.

T A B L A V I I

PRINCIPALES RESINAS TERMOPLASTICAS:
POLIETILENO, PVC, POLIESTIRENO Y POLIPROPILENO
PROYECCION DE LA DEMANDA (Toneladas)

1 9 7 2 - 1 9 8 0

RESINAS	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980
POLIETILENOS (1)	80,721	106,440	124,880	146,000	170,174	197,850	229,430	265,460	306,530
P V C	54,600	56,173	64,020	72,791	82,606	93,644	106,010	119,930	135,600
POLIESTIRENO (2)	20,304	25,976	29,837	34,279	39,078	42,985	47,283	52,011	57,212
POLIPROPILENO (2)	14,000	16,900	20,581	24,978	30,208	36,352	43,584	52,046	61,908
T O T A L	169,625	205,489	239,318	278,048	322,066	370,831	426,307	489,447	561,250
OTRAS RESINAS (3)	94,555	100,965	115,856	133,795	155,155	174,537	199,553	228,100	261,374
TOTAL DE RESINAS SINTETICAS	264,180	306,454	355,174	411,843	477,221	545,368	625,860	717,547	822,624

FUENTE: Instituto Mexicano del Petróleo (IMP).
Subdirección de Estudios Económicos y Planeación Industrial.
Depto. de Planeación Petroquímica.

- (1) En este renglón, los datos se refieren a los dos tipos de polietileno, alta densidad y -baja densidad.
- (2) Es muy importante observar como a partir de 1979 se espera una demanda mayor de polipropileno con respecto al poliestireno, el --cual en todos los años anteriores, es de mayor demanda. Esto se debe a que el porcentaje de incremento en la demanda de polipropileno, es considerado más alto que en el -poliestireno.
- (3) En este grupo se encuentran incluidas tanto las resinas termofijas, como termoplásticas. Por citar algunas: acrílicas, alcídicas, fenólicas, poliacetato de vinilo, polies-ter, poliuretanos, urea formaldehído, -alcohol polivinílico, resinas SAN, resinas ABS, celulósicas, epóxicas, maleícas, me-lamina formaldehído, poliamidas y otras.

Haciendo una comparación de los totales de las -demandas del grupo polietileno, PVC, poliestireno y polipropileno, de la tabla VII, que aumentará de 169,625 Toneladas en 1972 a 322,066 Tons.

en 1976 que corresponde al 89.9% de incremento; y para 1980 se espera un total de 561,250 Tons. que significa un incremento del 230% (con respecto a 1972).

Así mismo, podemos observar que en 1972 las 169,625 Tons. de este grupo, representaron el 64% del total de la demanda de resinas sintéticas, porcentaje que aumentará a 68.3% en 1980.

CONCLUSION:

Considero que después de ver todos los datos y tablas que se han incluido en este capítulo, nos podemos dar cuenta definitivamente, de la gran importancia que tienen dentro de este campo las Resinas Termoplásticas, tanto por los datos de mayor consumo (en años anteriores), como también por los datos de la demanda esperada en los años venideros (Tabla VII).

Así en los capítulos siguientes entraré de lleno a temas de pigmentación, refiriéndome con mayor frecuencia a las resinas termoplásticas, y en especial por supuesto, al Polietileno, PVC, Poliestireno y Polipropileno.

CAPITULO 3

METODOS DE PIGMENTACION

Uno de los factores principales para poder fabricar artículos de plástico coloreados, con una calidad satisfactoria, es el método de -- pigmentación.

Este método, junto con el tipo de pigmento, - pueden afectar mucho las características y propiedades físicas del producto terminado.

Existen actualmente en la industria de los plásticos cuatro métodos de pigmentación:

- a) Pigmentación en seco (polvos)
- b) Pigmentación con Masterbatch (concentrados granulares).
- c) Pigmentación por extrusión (resina coloreada).
- d) Pigmentación con pastas concentradas.

CUADRO III.1

METODOS DE PIGMENTACION

	TERMOPLASTICOS					TERMOFIJOS
	PE	PVC	PS	PP	OTROS	
POLVOS	B	B	B	B	B	B
CONCENTRADOS	B	B	B	B	M	M
PASTAS	M	B	M	M	M	B
RESINA COLOREADA	B	B	B	B	B	R

PE - Polietileno alta y baja densidad.

PVC - Policloruro de vinilo.

PS - Poliestireno

PP - Polipropileno

B - Ampliamente recomendable

M - NO recomendable

R - Sólo se puede usar el mé
todo en algunos tipos.

3.1 PIGMENTACION EN SECO (POLVOS)

Este podríamos considerarlo como el único método

de pigmentación universal, ó sea, que es aplicable a cualquier tipo de plástico (sea termofijo ó termoplástico). (Ver Cuadro III.1).

Este sistema consiste en lo siguiente: (Diagrama III.2) - En un tambor rotatorio (puede ser de diferentes tipos y tamaños), se incorpora el pigmento a la resina que se vaya a pigmentar. Esta mezcla no deberá exceder de un 50% del volumen del tambor, ya que si ésto no se lleva a cabo, no existirá un buen mezclado entre el pigmento y la resina.

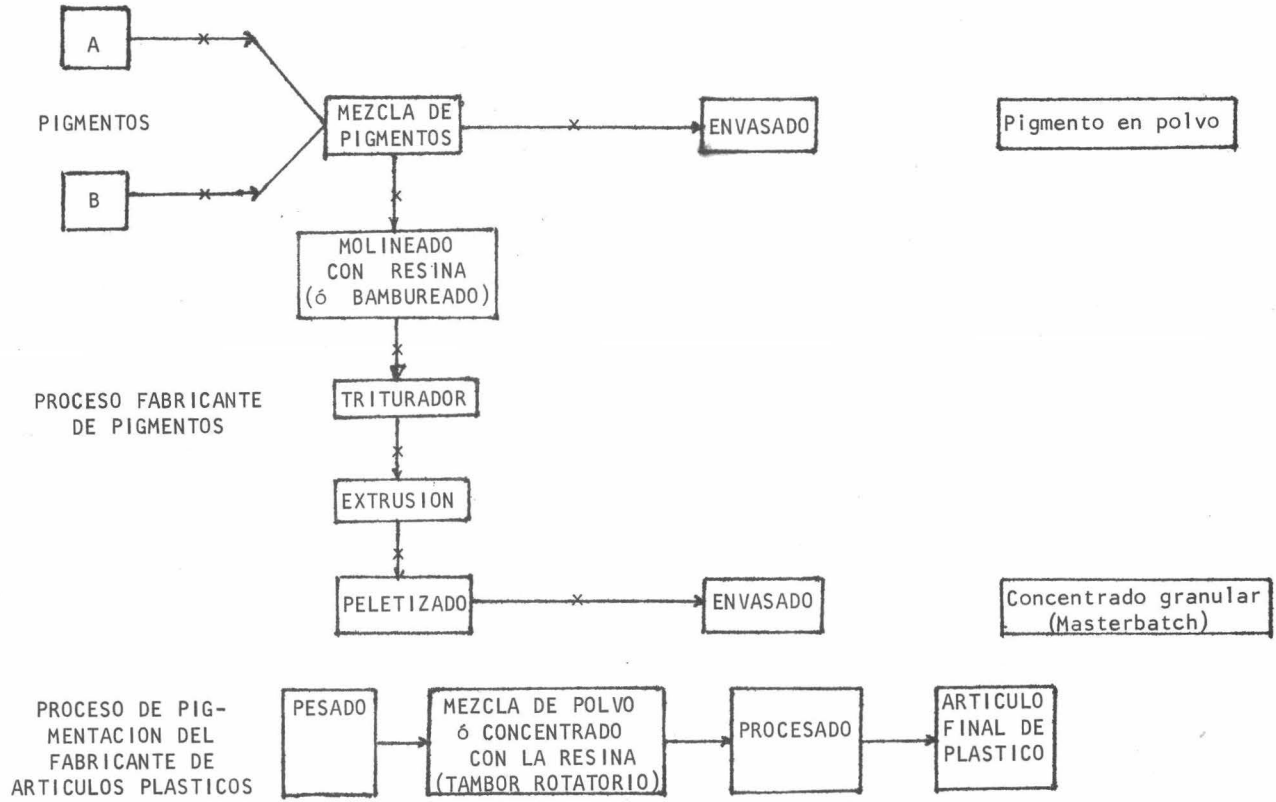
Es muy importante, para que exista una mejor incorporación del pigmento en el plástico cuando se trata de resinas termoplásticas granulares, - agregar un poco de dispersante ó humectante a la resina antes de empezar el mezclado con el pigmento.

La velocidad de rotación más recomendable, aunque no necesaria, es de 40 RPM. Aquí sería suficiente un tiempo de mezclado de 15 minutos para una dispersión satisfactoria.

Hay que tomar en cuenta que en muchas ocasiones algún tono se tendrá que reproducir después de un cierto tiempo, y para poder lograrlo, se necesitará de las mismas condiciones de: tiempo de mezclado, capacidad del tambor, velocidad de rotación, porcentaje y tipo de dispersante - usado, proporción de pigmento, tipo de resina, - etc.; por ésto, es muy recomendable que se haga una descripción del método de pigmentación y las condiciones que intervengan, para no tener problemas con la repetición de tonos.

Después de esta incorporación (dispersión), el material mezclado se pasa a la máquina en que se procesará el artículo.

DIAGRAMA 111.2



Aunque el método de pigmentación en seco (polvos) es muy elemental, se deben tomar ciertas precauciones para evitar contaminaciones, variaciones de tono de lote a lote, defectos del producto final, y otros problemas :

- A) El tiempo de mezclado deberá ser el mismo.
- B) El porcentaje de pigmento y dispersante deberá ser constante.
- C) Cuando el pigmento tenga mucho tiempo en almacenamiento, se deberá de agregar al tambor rotatorio usando una malla, para desmenucer los grumos que se pudieran haber formado.
- D) Todo el proceso de pigmentación deberá estar en una zona aislada ó separada de los otros procesos con el objeto de evitar contaminaciones de otros colores por el polvo que se desprende.
- E) Se deberá usar un tambor para cada color, ó bién, cada vez que haya un cambio de color, limpiar perfectamente el tambor del color anterior.
- F) No dejar los cuñetes o tambores (envases) -

del pigmento abiertos después de haber tomado y pesado la cantidad que se vaya a usar, ya que puede ser contaminado por otros pigmentos (ó contaminante para otros pigmentos).

El anterior es el método más sencillo y más aceptado por la industria. Las ventajas - más importantes que ofrece son :

- a) Se pueden trabajar varios colores y mezclar los para obtener otros. (Inventarios bajos).
- b) No hay merma pues sólo se usa lo que se necesita.
- c) Ahorra espacio de almacenamiento.
- d) Puede usarse en cualquier plástico. (Ver - Cuadro III.1).

Así mismo, también quiero mencionar las siguientes desventajas:

- 1) La dispersión no es muy buena.
- 2) Muy sucio y por tanto, contaminante.
- 3) Cuando se usa con algunas resinas (como el Nylon), que requieren secado para eliminar

partículas húmedas, se corre el riesgo de que al secar con la corriente de aire, se separe el pigmento de la resina, y la consiguiente contaminación de otros colores, - mala dispersión, etc.

3.2 PIGMENTACION CON "MASTERBATCH" (CONCENTRADO GRANULAR).

Un "masterbatch", se entiende como un pigmento (en alto porcentaje), incorporado en una resina igual a la que se vaya a pigmentar. Así - tenemos que hay "Masterbatch" de polietileno para usarse en la pigmentación de resinas de polietileno (alta y baja densidad); de poliestireno para usarse en la pigmentación de poliestireno, etc.

La concentración del pigmento es variable y puede estar determinada por los diferentes procesos de producción, ó simplemente por la mayor facilidad de producción de un "masterbatch" a bajo porcentaje.

Normalmente un color concentrado es presentado - en forma de trozos ó "pellets" (gránulos), para

usarse en poliolefinas, PVC y poliestireno.

Dependiendo del proceso del fabricante de artículos de plástico, habrá ocasiones (generalmente), en que sea indispensable que la presentación sea en "pellets" de tamaño uniforme, ya que de otra forma existirán fallas en el producto final, ó hasta interrupciones en el proceso.

La mayoría de las veces el "masterbatch" es fabricado con un 50% de pigmento en un 50% de resina; de tal forma que, por ejemplo, si un pigmento en polvo se utiliza al 1% para obtener un tono determinado en polietileno, al usar este pigmento en forma de "masterbatch", se tendrá que usar el 2% de concentración para obtener el mismo tono.

Con respecto al proceso de fabricación de estos concentrados granulares (ver Diagrama III.2), los principales aspectos se refieren principalmente al equipo en que se elaboran, pues es una mezcla de resina con pigmento en una proporción muy alta.

En un extrusor es fácil obtener buena dispersión

para una resina con 1 ó 2% de pigmento en polvo; pero, ya tratándose de una concentración de pigmento del 15% al 50%, es muy difícil lograrlo solamente con el trabajo de la máquina. Podría ser posible si se procesara varias veces el material, pero ésto sería con un costo muy elevado.

La única forma de lograr una incorporación de altos porcentajes de pigmento en la resina, es mediante una molienda. En un molino de 2 rodillos (como los usados en la industria hulera), se pueden obtener muy buenos resultados de incorporación ó dispersión del pigmento en la resina. (Ver Diagrama III.2).

Si se cuenta con un mezclador como el Bámhuri, se pueden obtener mejores resultados y además, con un menor costo, ya que, se puede trabajar con mayores volúmenes por lote.

Un bámhuri, es un mezclador que calienta el material a la vez que dispersa, facilitando así la incorporación del pigmento en la resina.

Entre más completa sea esta dispersión, más fácilmente se obtendrán tonos constantes en los artículos finales.

Por ésto, la mejor calidad del "masterbatch" se logra al obtener el "pellet" (gránulo), ya que, después de este molido o mezclado, se pasa a un triturador y estos trozos se alimentan a un extrusor (el cual le dará más dispersión), y el material extruido se pasará a una cortadora ó "peletizadora", obteniéndose "pellets" de un tamaño uniforme.

Las ventajas principales que se pueden mencionar de este método son :

- A) Limpieza total
- B) No se necesita una sección especial de pigmentación dentro de la planta.
- C) Las posibilidades de contaminación son casi nulas.
- D) Un mismo tambor giratorio puede usarse para todos los colores sin necesidad de ninguna limpieza.

- E) No es necesario usar humectantes.
- F) Mejor dispersión en ciertos procesos.

Así mismo, las desventajas que se presentan al usar este método son :

- a) Sólo puede usarse en polietileno, PVC, poliestireno, polipropileno y celulósicos. - (Ver Cuadro III.1).
- b) Mayor costo de pigmentación.
- c) Mayor costo de inventario de pigmentos.

3.3 PIGMENTACION POR EXTRUSION. (RESINA COLOREADA)

- La función principal de este método consiste en la obtención de resinas pigmentadas, lográndose con ésto una dispersión excelente y también muy buena uniformidad de color.

Aquí el pigmento es mezclado en seco (tal como se indicó anteriormente, 3.1) siguiendo el método descrito. La mezcla pasa directamente al extrusor, donde, por medio de la temperatura y el trabajo que le imparte el gusano, habrá una incorporación de esta mezcla con el total de la resina. Después, el material ya coloreado será

extruido y enfriado (ya sea con una corriente de aire seco, ó bién, con un depósito de agua fría), y finalmente, cortado en trozos pequeños ("pellets").

Algunos fabricantes de resinas coloreadas, hacen el proceso de cortado antes de enfriar el material (proceso que es conocido como "cortado en caliente"), obteniéndose así trozos ("pellets") más esféricos que los cortados en frío.

Esta presentación final dependerá del proceso y equipo de los fabricantes de resina. (Lo mismo se puede decir para las resinas no coloreadas).

Los colores extruidos, son generalmente producidos por los mismos fabricantes de resinas, también por intermediarios ó fabricantes de materiales plásticos. Por lo general, todas estas compañías tienen sus propios procesos de mezclado y sus departamentos de igualaciones de colores, para poder proporcionar cualquier color especial.

Las ventajas que presenta este método son :

- A) Excelente dispersión.
- B) Color uniforme
- C) No hay necesidad de que el fabricante de ar
tículos de plástico, tenga proceso de pig-
mentación en su planta, con la consiguiente
eliminación de inventarios de pigmentos y -
costos de pigmentación.

Ahora bién, las desventajas que existen en este
método y que deben tomarse en cuenta son:

- a) Las cantidades mínimas de compra al provee-
dor de resinas son altas para que pueda sur-
tir el material coloreado.
- b) Existencias muy elevadas de resinas colorea
das.

3.4 PIGMENTACION CON PASTAS.

Las pastas son dispersiones de pigmento (de -
concentraciones variables) en un vehículo que -
será del mismo tipo ó compatible con la resina
que se va a pigmentar.

Pueden ser de consistencia variable (muy flui-

dos ó muy espesos), dependiendo del vehículo - usado para la fabricación, pues éste podrá ser de viscosidad alta ó baja, y también dependerá del pigmento usado, ya que existen pigmentos con mayor ó menor índice de absorción del vehículo que se esté utilizando. También esta consistencia estará en función del porcentaje total de sólidos en la pasta.

Una de las industrias que más está utilizando - este tipo de pigmentos es la de los plásticos - reforzados, pues se están utilizando plastiesmaltes ("gel-coats") para colorear las superficies de algunos productos fabricados en esta - industria.

Los plastiesmaltes son, básicamente, una mezcla de pigmento y resina poliéster que puede - ser aplicado con brocha ó pistola de aire sobre un molde (previamente preparado); después de un cierto tiempo de gelado y curado (polimerización), servirá de base para una serie de capas de fibra de vidrio con una impregnación de resina poliéster; el plastiesmalte quedará integrado a estas capas, de tal forma que al des-

moldar, será la capa superficial de la pieza.

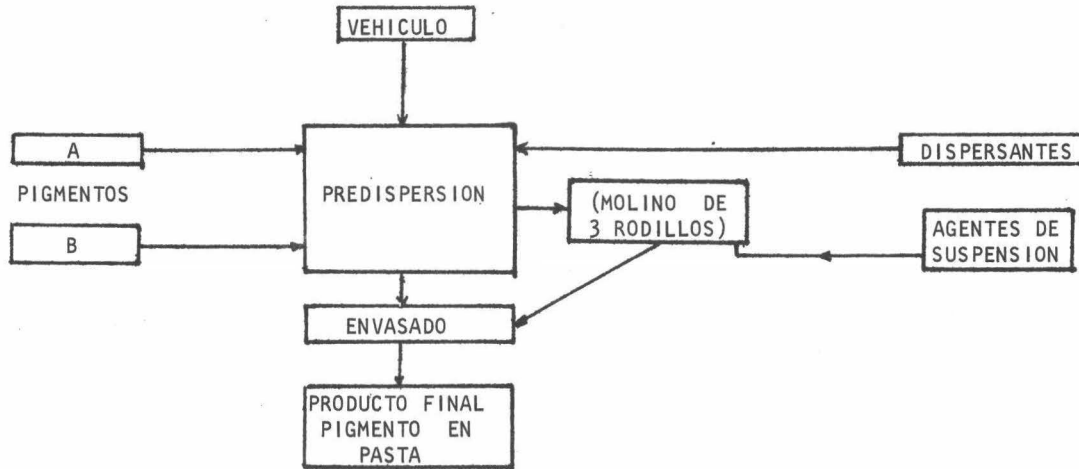
El método de pigmentación con pastas es empleado con suma frecuencia para la coloración de resinas termofijas como las poliéster y epoxy.

Sin embargo, también es muy utilizado para colorear PVC, siendo en este caso un plastificante (primario ó secundario), el vehículo utilizado.

Las pastas se fabrican normalmente, en un molino de tres rodillos (similares a los que se -- usan en la industria de pinturas), adicionando una serie de dispersantes y agentes de suspensión para evitar asentamientos cuando se tenga necesidad de almacenar estas pastas. (Ver diagrama III.3).

DIAGRAMA 111.3

FABRICACION DE PASTAS



Las ventajas que representa el usar este método de pigmentación son las siguientes:

- A) No se produce polvo al incorporarse en la resina, no existiendo el problema de contaminación como en el caso de la pigmentación en seco.

- B) Excelente desarrollo del color, debido a la molienda en la fabricación.
- C) Excelente dispersión del pigmento, debido a que puede ajustarse la viscosidad, dependiendo de las características del material en que se utilizará, ofreciendo así gran facilidad de mezclado.

Las desventajas que se observan son las siguientes:

- a) Excesiva limitación de uso (ver Cuadro III.1).
- b) Costo elevado.
- c) Limitación de uso debido al vehículo, ya - que éste podría presentar incompatibilidades con varios tipos de resina (aún no hay un - vehículo universal).

3.5 SELECCION DEL METODO APROPIADO DE PIGMENTACION.

No pretendo establecer un método de selección; sino únicamente, mencionar algunos factores bá-

sicos que deben de tomarse en cuenta, para saber en un momento determinado qué método de pigmentación es el más adecuado.

Estos factores son:

1. TIPO DE RESINA

que se va a pigmentar, ya que ésto limitará el número de métodos de pigmentación que pueda utilizarse (ver cuadro III.1).

2. EQUIPO

con el que se cuenta para el proceso de incorporación de pigmentos, ya que si no existe nada al respecto se tendrá que decidir entre adquirirlo ó usar resina coloreada.

3. PROCESO

mediante el cual se fabricará el artículo de plástico, ya que no es lo mismo pigmentar una superficie de una pieza de fibra de vidrio (uso casi indispensable de plastiesmaltes, 3.4), a tener que pigmentar resina de PEBD para la fabricación de bolsas.

4. CALIDAD

que se desea obtener en la pieza terminada,

ó sea por ejemplo, saber si es necesaria una excelente dispersión, ó no la requiere el producto.

5. ECONOMIA,

este factor casi siempre, es el que puede contribuir con mucho para una selección. Se tiene determinado que el método de pigmentación más económico es con polvos (en seco) ; en segundo lugar se encuentra el uso de material pigmentado (resina coloreada), y por último, los más altos en costo que son los concentrados ("Masterbatch" y pastas).

Aquí también se deberán tomar en cuenta :

- a) INVENTARIOS ya que un método de pigmentación requiere necesidades de inventarios más altos ó más bajos que otros.
- b) MERMAS. Se tendrá que determinar de acuerdo con las condiciones específicas, y ver con cuál método habrá menos desperdicios.
- c) TIEMPOS Y MOVIMIENTOS. Mediante este factor, se determinará el método que, de acuerdo con las condiciones requeridas de producto y proceso, tenga mayor efectividad y por lo tanto,

más economía.

6. SERVICIO.

Generalizando, podemos conseguir que un proveedor de pigmentos pueda surtir mucho más rápido un pigmento en polvo, que un concentrado (ya sea pasta ó masterbatch). Desde luego, el fabricante de resina coloreada en caso de no tener material terminado, tardará todavía más tiempo en surtir.

Además de los factores anteriores, en algunas ocasiones, el pigmento limitará el uso de alguno de estos métodos de pigmentación, pero esto lo trataremos en el siguiente capítulo.

CAPITULO 4

SELECCION DEL PIGMENTO ADECUADO

4.1 FACTORES MAS IMPORTANTES.

Como mencioné anteriormente (Cap. 1, 1.1), el uso de los pigmentos debe considerarse como un factor muy importante en la calidad del producto final, y de su correcta selección dependerá su buen funcionamiento.

Así tenemos, que los factores más importantes que se deben tomar en cuenta para elegir un pigmento son :

a) RESINA QUE SE VA A PIGMENTAR Y CONDICIONES REQUERIDAS DE PROCESO;

ya que un pigmento puede funcionar en forma excelente con un tipo de resina y ser incompatible con otra resina. Si esto no se toma en cuenta se pueden presentar serios problemas.

Así mismo, haciendo referencia a las condiciones requeridas en el proceso, hay algunos pigmentos que son muy recomendables para usarlos en medio ácido y que no pueden trabajar en medio alcalino (azules de hierro).

b) CONCENTRACION Y CARACTERISTICAS DEL COLOR
USADO.

Se puede establecer que la concentración, ó porcentaje de uso del pigmento en la resina, no va a afectar únicamente al tono obtenido, sino que también afectará las propiedades del producto final. Por ejemplo, con altas concentraciones se pueden obtener artículos de plástico que tengan mayor resistencia a la luz, pero también por otro lado, si un pigmento "sangra", al usarse en bajas concentraciones se reducirá esta tendencia al sangrado.

Otro caso específico es por ejemplo, el de las ftalocianinas, que tienen propiedades antioxidantes, debido a las cuales, en un momento dado pueden inhibir ó retardar la acción de catalizadores, sobre todo si se usan en alto porcentaje.

O sea, que si el proceso requiere de un medio ácido ó alcalino (pH), temperaturas altas, etc., todos estos requerimientos se deben tomar en cuenta para elegir, según sea -

el caso, pigmentos resistentes a los ácidos, alcalis, ó bién, con excelente resistencia térmica. (Todas estas características se definirán en el punto 4.3).

c) USO ESPECIFICO O APLICACION FINAL DEL PRODUCTO PIGMENTADO.

Este factor es muy importante, ya que, no - requerirá de las mismas propiedades del pigmento un artículo que va a usarse dentro de un local, a otro que estará expuesto normalmente a factores de intemperismo.

Igualmente podemos mencionar, que si se trata de un producto que va a estar expuesto a un medio ácido, el pigmento utilizado tendrá que ser resistente a los ácidos.

Una aplicación muy importante es cuando el - producto pigmentado estará en contacto con - alimentos. En estos casos el pigmento usado tendrá que tener aprobación para su uso ó re conocimiento oficial como atóxico por alguna asociación internacional como la U.S.F.D.A. (United States Food and Drug Administration).

Esto se ha establecido debido a que puede existir la posibilidad de que alguno de los pigmentos migre hacia el alimento ó reaccione con éste.

En el punto 4.4 se presenta la selección de pigmentos específica para las termoplásticas tomando en cuenta su uso final.

4.2 RELACION DE RESINA, PROCESO Y PIGMENTO.

Para tener una idea más clara de la importancia que tienen algunas características específicas de un pigmento, para que éste pueda utilizarse en un tipo de resina, presento la siguiente relación en la que se anotan las condiciones generales del proceso y las características requeridas en el pigmento.

La misma relación podría ser elaborada para el caso de las resinas termofijas, tomando en cuenta desde luego, sus condiciones generales de proceso y las específicas para cada uno de los tipos de resina.

CUADRO IV.1

RELACION DE RESINA, PROCESO y PIGMENTO.

RESINA TERMOPLASTICA	CONDICIONES DE PROCESO	CARACTERISTICAS REQUERIDAS EN EL PIGMENTO
POLIETILENO (BAJA Y ALTA DENSIDAD)	Medio neutro y alta temperatura	Excelente resistencia térmica. Buena solidez a la luz. No mi- grar.
P V C	Tendencia a aci- dificarse duran- te el proceso.	Resistencia a los ácidos. Excelente dispersabilidad. Solidez a la luz. No migrar.
POLIESTIRENO	Medio neutro Alta temperatura.	Resistencia térmica. Excelente dispersabilidad.
POLIPROPILENO	Medio neutro. Muy alta temperatura.	Excelente resistencia térmica. Buena solidez a la luz. No migrar.
POLICARBONATO	Alta temperatura	Buena resistencia térmica. Ausencia total de humedad.
FLUOROCARBONICOS	Temperatura muy alta	Excelente resistencia térmica. Resistencia a ácidos y álcalis.
ACRILICOS	Fuerte acción oxidan- te en la polimerización	Moderada resistencia térmica. Buena solidez a la luz.
NYLONS	Fuerte acción reduc- tora a 260 °C ó más.	Excelente resistencia térmica. Buena solidez a la luz. Ausencia total de humedad.

4.3 DEFINICION DE LAS CARACTERISTICAS DE RESISTENCIA.

Como se ha visto, las principales características de resistencia que tienen gran influencia - en la selección de un pigmento son :

- a) Resistencia térmica.
- b) Resistencia a la intemperie y a la luz.
- c) Resistencia a la migración.
- d) Resistencia Química.

a) RESISTENCIA TERMICA.

Esta queda definida por los factores:

- 1) Tiempo de exposición.
- 2) Temperatura de exposición.
- 3) Condiciones de exposición.
- 4) Tipo de pigmento.
- 5) Concentración del pigmento.

Hay algunos pigmentos orgánicos que pueden trabajarse con altas temperaturas, en tiempos cortos.

Sin embargo, hay otros que se descomponen - totalmente cuando se someten a temperaturas de 250°C. (Como es el caso de los rojos laca).

Otro caso, a diferencia del anterior, son los pigmentos de Cadmio (y otros inorgánicos), los cuales pueden resistir temperaturas hasta de 800°C.

Cuando a un pigmento se le incrementa la cantidad de carga, se pueden presentar mejoras en la estabilidad térmica, pero esto no sucede por simple aumento del porcentaje de aplicación del pigmento.

b) RESISTENCIA A LA INTEMPERIE Y A LA LUZ.

Aquí se debe pensar en las variaciones que pueden presentar las condiciones de exposición. Ya que el producto final podrá ser usado sólo para interiores, ó bién, para exteriores.

Por regla general, tenemos que los pigmentos inorgánicos son los más resistentes a la luz, siguiéndole en orden de importancia los pigmentos orgánicos, y finalmente, los colorantes.

Su concentración es directamente proporcional a la resistencia a la luz.

Cuando un color es expuesto a la luz, se puede desvanecer (rojo laca), se puede obscure-

cer (amarillo cromo) ó bién, pueden cambiar de tono. Cuando sea necesario usar algún pigmento sensible a la luz, será más recomendable usar uno que se oscurezca en lugar de que se desvanezca.

También se puede recurrir a mezclar 2 pigmentos que se compensen entre sí, (ó sea - uno que se desvanezca con otro que se oscurezca).

c) RESISTENCIA A LA MIGRACION.

Se pueden presentar cuatro tipos de migración de pigmento:

- 1) SANGRADO: migración del pigmento de un plástico a otro con el cual está en contacto.
- 2) EMPAÑADO.- Migración del pigmento hacia la superficie del producto.
- 3) BRONCEADO, se presenta siempre acompañado del empañado, dando un efecto metálico en la superficie del plástico.
- 4) DEPOSITO DE SOLIDOS (PLATE OUT), migración del pigmento hacia los rodillos de una calandria, en los cuales se deposita.

Existen pigmentos que aparentemente no migran (rojos Bon, por ejemplo), pero - presentan este tipo de problema cuando se usan en PVC. Para que este problema no se presente, se deben de tomar muy - en cuenta las características del plastificante y estabilizador utilizados. (Ver Capítulo 6).

Para detectar la migración existen 2 - pruebas (para el sangrado y empañado - que son los más comunes).

El empañado se puede determinar en un - material que ya tenga tiempo de estar - almacenado, frotando la superficie con un trapo blanco.

El sangrado se puede determinar poniendo en contacto la superficie del material - pigmentado con otra de un material igual pero sin pigmentar. Al cabo de unos 5 ó 6 días, se separan y el color de la superficie del material sin pigmentar indicará si existe ó no sangrado.

d) RESISTENCIA QUIMICA.

Obviamente que aquí se toman en cuenta todos los ataques químicos a los cuales podrá estar sometido el pigmento, ó mejor dicho, el material pigmentado. Así se pueden mencionar las siguientes resistencias :

- 1) Resistencia a los ácidos (concentrados y/o diluidos).
- 2) Resistencia a los aldehidos
- 3) Resistencia a los álcalis diluidos.
- 4) Resistencia a los agentes oxidantes.
- 5) Resistencia a los agentes reductores.

Cuando se trata de una resina permeable pigmentada existe mayor facilidad para que se presente un ataque químico al pigmento utilizado. Por ésto es imprescindible saber el uso final del artículo pigmentado.

Hay ocasiones (por ejemplo en artículos de Nylon), en que cuando se requiere de una gran resistencia química, es mucho mas recomendable usar la resina sin pigmentar.

4.4 SELECCION DE PIGMENTOS PARA RESINAS TERMOPLASTICAS.

POLIETILENO.

Los pigmentos seleccionados para esta resina - deberán tener excelente resistencia térmica, - química y solidez a la luz. Esto se hace crítico cuando se pigmenta polietileno alta densidad, debido a la temperatura de trabajo.

- A) Resistencia térmica.- Se debe determinar - mediante una prueba del pigmento en condiciones severas del proceso. Si no hay cambio en el tono del pigmento, se considera - apto para usarse en la resina.

- B) Resistencia a la luz.- De acuerdo con los usos (Cap. 2, 2.1), esta característica es muy importante; inclusive, en muchas ocasiones se usa un estabilizador lumínico ó - absorbedor de luz ultravioleta con el objeto de aumentar esta característica de resistencia. También se mejora aumentando la concentración del pigmento.

- C) Resistencia a la intemperie.- El polietile

no, tiende a degradarse con los rayos ultravioleta, y existen algunos pigmentos - que pueden acelerar esta degradación (los cuales por supuesto, no deberán usarse). - Otros como el negro de humo retardan la degradación (pues funciona como absorbedor de luz ultravioleta). Debido a esto, la mayoría de alambre eléctrico aislado con polietileno ó los tubos de este material se pigmentan de negro. (Además de que es un pigmento no conductor).

- D) Resistencia a la migración.- Esto es muy importante en polietileno, ya que se presentan muchos casos de pigmentos que migran en esta resina. (Todos los colorantes y algunos pigmentos orgánicos, migran en polietileno baja densidad y polietileno alta densidad).
- E) Resistencia química.- Debido a que es una resina permeable, los ácidos y álcalis pueden atacar fácilmente al pigmento. Desde luego, dependerá del uso del material pigmentado. Si un envase está sometido a vapores

fuertemente oxidantes ó en general a un me
dio químico crítico, será más recomendable
usar el polietileno sin pigmentar.

Pigmentos no recomendables.- Ningún coloran
te.- Ningún pigmento que contenga Zinc ó
Manganeso.

P V C

Este punto lo trataré específicamente en el Ca-
pítulo 6, pues debido a que es una resina de -
gran versatilidad, la cantidad de productos que
se pueden fabricar es muy grande, y por lo mis
mo, el número de variaciones en las formulacio-
nes también es muy extenso, pues para cada uno
de los productos específicos, se necesitará una
formulación (pisos, discos, botellas, telas, tu
berías, perfiles, mangueras, etc.). Por lo an-
terior, en muchas ocasiones la pigmentación se
verá afectada por cargas inertes, condiciones -
de la misma resina en el proceso, etc.- Desde -
luego todo lo anterior, deberá tomarse en cuen-
ta cuando se desea hacer la selección del pig-
mento. (Ver Capítulo 6).

POLIESTIRENO

Siendo esta una resina cristal, se puede obtener cualquier efecto de color.

- a) Resistencia térmica.- Los pigmentos usados deberán de soportar temperaturas de 300°C, durante un tiempo razonable.
- b) Resistencia a la luz e intemperie.
Generalmente, ninguna de estas características en el pigmento es importante, ya que casi nunca se usa el artículo de poliestireno a la intemperie.
- c) Resistencia a la migración.- Casi nunca se presenta sangrado ó empañado de pigmentos - en esta resina.
- d) Resistencia química.- Debido al campo de - utilización de los artículos fabricados con poliestireno, no es importante esta característica en el pigmento.
- e) Facilidad de dispersión.- Este es un factor muy importante que deberá tener cualquier - pigmento que se seleccione, ya que, con un - solo punto visible, ráfaga ó mancha de pigmento, puede rechazarse la pieza y hay necesidad de reprocesar.

Estos defectos de dispersión pueden ser originados por partículas gruesas del pigmento, ó bien, por aglomeraciones de las mismas.

La especificación al respecto podría ser - que el tamaño de partícula sea tal, que no deje residuo en malla 325.

Cuando se seleccione un pigmento para poliestireno, se deberá tomar en cuenta el tipo - de la resina, ó sea, si se trata de polies-tireno cristal, poliestireno medio impacto, poliestireno alto impacto, ó ABS (copolíme-ro de acrilonitrilo-butadieno-estireno) ; - pues si se aplica un mismo pigmento en todos estos tipos de poliestireno, dará tonos diferentes.

POLIPROPILENO.

Debido a sus condiciones de procesamiento y usos específicos (Tabla VI, Capítulo 2), las características principales de los pigmentos seleccionados serán:

- 1) Resistencia térmica.- Mediante una prueba - como la descrita para el polietileno (4.4-A),



se determinará si el pigmento es apto para usarse a 325°C que alcanza la temperatura de moldeo del polipropileno.

2) Resistencia a la intemperie y a la luz.-

Igualmente que en el polietileno (4.4B y 4.4.C), estas características en el pigmento deberán ser EXCELENTES.

También pueden ser usados los absorbedores Ultravioleta.

3) Resistencia a la migración.- El problema es bastante serio, igual que en el polietileno (4.4.D).

4) Resistencia química.- Igual que en el polietileno. (Ver 4.4E).

4.5 CONTROL DE CALIDAD PARA PIGMENTOS.

De acuerdo con la ASTM, las propiedades que se deberán checar a los pigmentos son: brillo, color, consistencia, densidad, finura, poder cubriente, contenido de volátiles, índice de absorción de aceite, tamaño de partícula, pH, pureza, índice de refracción y poder tintoreal. (Los procedimientos de prueba con el correspondiente Código ASTM, se encuentran descritos en el Pigment Handbook, Vol. 3., pág. 501).

Sin embargo, ésto no es práctico ni funcional en la industria de los plásticos, por lo cual a continuación se enumeran las pruebas que es recomendable hacer para controlar la calidad de un pigmento:

- 1) Aplicación simultánea de una muestra de un - lote patrón de pigmento, con una muestra del lote por evaluar, en la resina que se vaya a utilizar y con las condiciones requeridas del proceso de producción; de estas dos aplicaciones se evalúan por comparación visual, tono e intensidad del color, así como también dispersión del pigmento.
- 2) Determinación simultanea en ambas aplicaciones de las características de resistencia ó - solidez a la luz mediante un fadeómetro.
- 3) Determinación en ambas aplicaciones de las - características de resistencia al intemperismo, mediante una prueba acelerada en un intemperímetro.
- 4) Determinación en ambas aplicaciones de las - características de resistencia a la migración (mediante pruebas como las descritas en 4.3.C).

- 5) Determinación en ambas aplicaciones de las características de resistencia química, tomando en cuenta las sustancias con las cuales podrá estar en contacto el artículo terminado.

En general, siempre se deberán hacer estas determinaciones para una muestra del nuevo lote de pigmento y para una muestra del lote patrón que haya sido establecido, de tal forma que se tenga la seguridad de que si hay alguna diferencia significativa en esta comparación, se pueda asegurar que es originada únicamente por el pigmento, ya que todos los demás componentes permanecen constantes.

CAPITULO 5

PROPIEDADES PRINCIPALES DE LOS

PIGMENTOS MAS COMUNES

5.1 CLASIFICACION DE LOS PIGMENTOS.

Un plástico se puede colorear, normalmente, - por medio de la incorporación de un pigmento.

Muy pocas veces pueden usarse colorantes, y esto, siempre y cuando se usen porcentajes muy bajos.

Los pigmentos (tal como se había mencionado - anteriormente, Cap. 1 1.4), son compuestos orgánicos e inorgánicos insolubles en la mayoría de los solventes.

De esta definición se puede establecer la siguiente clasificación en dos grandes categorías :

CUADRO V.1

CLASIFICACION DE LOS PIGMENTOS

- | | |
|---------------|---|
| A) PIGMENTOS | 1. SINTETICOS. Se fabrican mediante combinaciones de óxidos metálicos, sulfuros, etc. |
| INORGANICOS : | |

2. NATURALES. Son obtenidos mediante la extracción de minerales y refinados.

B) PIGMENTOS
ORGANICOS :

1. ENTONADORES. Estos pueden ser de dos tipos: entonadores orgánicos insolubles y entonadores laca (que son compuestos organometálicos insolubles sin y con carga, respectivamente).

2. LACAS. Compuestos organometálicos insolubles coprecipitados ó mezclados con otras substancias (cargas).

Los pigmentos inorgánicos son por lo general - calcinados durante su proceso de elaboración a temperaturas muy elevadas (sobre 1200°C), lo - cual les imparte la propiedad de tener alta re-

sistencia térmica. Desde luego hay excepciones al respecto, pues hay pigmentos que únicamente llevan un proceso de secado después de la precipitación. (Por ejemplo, se pueden mencionar los amarillos y naranjas de cromo). Casi siempre imparten tonos opacos, aunque usando se a bajas concentraciones algunos pueden dar tonos translúcidos.

Sus propiedades principales son : excelente resistencia térmica, muy buena solidez a la luz y no migran. Su resistencia química es variable, pero por lo general, es buena. Costo bajo.

Con respecto a los pigmentos orgánicos, se puede decir que sus propiedades más importantes son : su excelente poder tintoreo y los tonos limpios y brillantes que se pueden obtener. Casi siempre imparten tonos transparentes.

Así mismo, los colorantes pueden proporcionar tonos intensos y brillantes, pero su uso es muy limitado, ya que producen sangrado en poliolefinas y vinilos, y tienen muy baja resistencia térmica.

Por lo anterior, en el punto 5.3, mencionaré - algunos de los pigmentos (orgánicos e inorgánicos) más comunes, con sus principales características y propiedades, dejando a un lado a los colorantes, ya que, sólo en muy contadas - ocasiones, se pueden usar para plásticos.

5.2 NOMBRES COMUNMENTE USADOS DE ALGUNOS PIGMENTOS

Para poder hacer referencia en forma general a cualquier tipo de pigmento, a continuación, se proporcionan los nombres que se usan normalmente para algunos pigmentos. También se establece la relación de cada uno de estos nombres - con el color que imparten y con su clasificación.

COLOR	PIGMENTO INORGANICO	PIGMENTO ORGANICO
BLANCO	Bioxido de titanio Oxido de zinc	-
CAFE	Oxido de hierro	-
AZUL	de hierro Ultramarino de cobalto	ftalocianina

COLOR	PIGMENTO INORGANICO	PIGMENTO ORGANICO
NEGRO	Oxido de hierro Cerámicos	Carbón de humo de lámpara
AMARI- LLO	Cadmio Cromo	Bencidina Hansa
NARANJA	Cadmio Cromo Molibdato	Bencidina
VERDE	Cromo Oxido de cromo Cromo-cobalto	Ftalocianina
VIOLETA	Mineral ó de - Manganeso	Antraquinona
ROJO	Cadmio Oxido rojo de - hierro	Naftol BON Permamente 2B Quinacridona

COLOR PIGMENTO INORGANICO PIGMENTO ORGANICO

EFFECTOS *

ESPECIALES:

VARIOS CO-	-	Fluorescente
LORES	Aperlado	-
	Metálico **	-

Nota: Para mencionar el nombre del pigmento con toda propiedad, se debe de anteponer siempre el nombre del color que imparte. (Por ejemplo, amarillo cadmio, rojo naftol, verde cromo, verde ftalocianina, etc.).

* Cuando se refieren a efectos fluorescentes ó aperlados, al igual que en todos los demás, se debe mencionar el nombre del color correspondiente. (Por ejemplo: amarillo fluorescente, - rosa ó blanco aperlado, etc.).

** En este caso, el efecto metálico comprende al - plateado, aluminio, bronce y dorado. También - se pueden formar los nombres como en los casos anteriores. (Por ejemplo: rojo metálico, azul metálico, etc.).

5.3 PROPIEDADES PRINCIPALES DE ALGUNOS PIGMENTOS.

PIGMENTOS	PROPIEDADES
BLANCOS:	
Bióxido de Titanio	Excelente poder cubriente, gran resistencia térmica, a la luz y a la migración. Opaco y de bajo costo. Dos tipos, rutilico y anatásico. El primero es el más usado. Se diferencian únicamente por su estructura cristalina. Existen diferentes grados dependiendo del tratamiento final que se da al TiO_2 . Cada tipo de tratamiento es usado para impartir propiedades específicas a este pigmento.
Oxido de Zinc	Bueno en opacidad y poder tintoreal. El mejor tono blanco conocido. Buena resistencia térmica, a la luz y a la migración. No debe ser usado en PVC. (Ver Capítulo 6)
CAFES:	
Varios Inorgánicos	Combinaciones de varios óxidos como el Hierro (Fe), Cromo (Cr), Co-

PIGMENTOS

PROPIEDADES

balto (Co), Zinc (Zn). Buena estabilidad térmica.

Oxido de Hierro Diferentes tonos. Baja resistencia térmica. Buena resistencia a la migración. Bajo costo.

AZULES:

Aluminato de Cobalto Combinación cristalográfica de óxidos de Cobalto y Aluminio. Varios tonos dependiendo de las proporciones. Excelente resistencia térmica y a la luz. Facilidad de dispersión. Costo de pigmentación alto.

Azul de Hierro Absorción de aceite alta. Colores translúcidos. Buena resistencia a la migración, a la luz y a los ácidos. Baja resistencia a los álcalis y a la temperatura. Por tener hierro libre, pueden degradar a algunos materiales plásticos, por lo que se deberá probar antes de usar.

Azules Ultramarinos Muy usados en plásticos. Excelente resistencia térmica y a la luz.

PIGMENTOS

PROPIEDADES

Resistencia química buena, pero sensibles a los ácidos. En términos generales los pigmentos azules Ultramarinos son complejos químicos de sulfosilicatos de sodio y aluminio. (Los violetas Ultramarinos son similares, pero con menos sodio). Los tonos azul claro, azul medio y azul obscuro, dependerán de los átomos de sodio y azufre que contenga el complejo.

Azules Co-
balto

Mezclas de azul Ultramarino y blanco. Las mismas características - que los Ultramarinos.

Azules Fta-
locianinas

Excelentes resistencias a la temperatura y a la luz. Tonos intensos, limpios y brillantes. No migran. Excelentes para obtener tonos pastel muy estables a la luz. Son - pigmentos derivados del anhídrido ftálico, urea y una sal de cobre, en presencia de un derivado del - ácido molíbdico como catalizador.

PIGMENTOS

PROPIEDADES

El verde ftalocianina es obtenido por clorinación del azul. El proceso es disolver el azul ftalo en ácido clorosulfónico ó cloruro de sulfonilo por ejemplo, y éste es clorado a una temperatura que varía dependiendo del solvente usado. La molécula del azul aceptará de 13 a 15 átomos de cloro para convertirse en verde. Si se desean tonos verdes amarillentos se incluye un paso para adicionar bromo a la molécula.

NEGROS:

Negros Car-
bón

Incluyen al negro de humo y negro de lámpara. Excelentes resistencias a la temperatura, a la luz y a la migración. Funcionan como inhibidores de los rayos ultravioleta.

Negro Oxido
de Hierro

Bajo costo, buen poder tintoreo y no migran. Baja resistencia térmica. Amplio uso en poliester.

PIGMENTOS	PROPIEDADES
Negros Cerámicos	Combinación cristalina de dos ó más óxidos (cromo, cobre, manganeso). Muy estables a la temperatura y a la luz. Muy recomendables para - trabajar con altas temperaturas.
AMARILLOS:	
Amarillo Cadmio	Sulfuros de Cadmio puros y Cadmo- pones. Varios tonos dependiendo - de adiciones de Zinc. Tonos puros, muy limpios y alto poder tintoreo. Cadmopones, coprecipitación con sul- fato de bario ó caolines. En gene- ral todas sus características de - resistencia son excelentes. Muy re- comendables para cualquier plásti- co.
Amarillo Cromo	Amarillos de cromato de plomo. Buén brillo, poder tintoreo. Resisten- cia térmica baja. Recomendables pa- ra plásticos procesados a bajas tem- peraturas. Tienden a obscurecerse al estar a la intemperie.

PIGMENTOS

PROPIEDADES

Amarillo	Combinaciones de óxidos. Muy buena
Titanio-Níquel	resistencia al calor y a la intem- perie. Bajos en brillantez e inten- sidad (comparados con los amari- llos Cadmio), pero son económicos.
Amarillo	Gran intensidad y limpieza de to- nos. Regular resistencia térmica y Bencidina a la luz. Pueden migrar si son usa- dos en PVC.
Amarillo	Resistentes a la luz. Se desvane- cen al usarse en baja concentra- ción. Su uso es muy limitado ya Hansa que presentan migración. Los tipos más importantes son los amarillos Hansa G y 10G que son tonos amari- llos verdosos. Todos los pigmentos Hansa se caracterizan por ser com- puestos monoazo. El uso principal de este grupo de pigmentos es en - pinturas y tintas. Muy usado en po- liestireno cristal.

PIGMENTOS	PROPIEDADES
NARANJAS:	
Naranja Cad- mio-Selenio	Son mezclas de Sulfuro de Cadmio (Cd-S) y Seleniuro de Cadmio (Cd-Se), calcinados a elevadas temperaturas. La precipitación puede ser pura ó como cadmopón. Son muy semejantes a los naranjas de Cadmio-Mercurio. Excelentes resistencias. Muy recomendables para cualquier <u>re</u> <u>sina</u> .
Naranja Cromo	Son resistentes a los álcalis, pero no a los ácidos. No deberán ser <u>ex</u> <u>puestos</u> a gases de azufre, pues se forma el sulfuro de plomo (negro). Son económicos.
Naranja Molibdato	Coprecipitación de cromato, <u>sulfa</u> <u>to</u> y molibdato de plomo. Regular resistencia al calor. Bajo costo. Buen brillo y poder tintoreo.
Naranja Bencidina	En general, sus propiedades son - similares al amarillo Bencidina.

PIGMENTOS	PROPIEDADES
VERDES:	
Verde Cromo	Combinación de azul de hierro con amarillo cromo. Sus propiedades dependen de la proporción de la mezcla. En general tienen buen brillo, resistencia a la luz y bajo costo. Muy recomendables en poliester.
Verde Oxido de Cromo	Muy usados para obtener tonos verde olivo. Buena resistencia térmica, química y a la acción de la luz.
Verde Cromo Cobalto	Mezclas de óxidos, calcinados a elevadas temperaturas. Son muy resistentes a los ácidos y álcalis. También tienen muy buena resistencia térmica y a la luz.
Verde Fta-locianina	Muy resistentes al calor. Son translúcidos. Muy brillantes. En general, son las mismas propiedades que los azules ftalocianinas. Amplio uso en plásticos. (Ver pág. 91).

PIGMENTOS	PROPIEDADES
VIOLETAS:	
Violeta <u>Mine</u> ral ó de	Conocido con otros nombres como - violeta permanente, ó Nuremberg.
Manganeso	Mezcla de Sulfato de Bario y Man- ganato de Bario. Buen brillo y se ob- tienen tonos limpios. Se usa mucho en PVC y como entonador de pigmen- tos blancos por su baja intensidad.
Violeta <u>An</u> traquinona	Muy elevado en poder tintoreo. Bue- na resistencia térmica y solidez a la luz. Muy recomendable para poli- estireno cristal.
ROJOS:	
Rojo Cadmio	Sus tonos varían desde el rojo - (amarillento) al marrón. Pueden - ser Cadmio-Mercurio ó Cadmio-Sele- nio, siendo más resistentes al ca- lor estos últimos. En general, son las mismas características que se mencionaron para el naranja de Cad- mio. Muy recomendables para cual- quier resina y proceso.

PIGMENTOS	PROPIEDADES
Rojo Cromo- Estaño	Son tonos rosas cerámicos calcinados a elevadas temperaturas. Excelente resistencia al calor y solidez a la luz. Fácilmente dispersables en cualquier resina. Sólo se deberá usar cuando sea necesaria - su excelente resistencia térmica.
Oxido Rojo de Hierro	Realmente es un café rojizo el tono. Muy poco usados en la industria de plásticos debido a que no se pueden mantener tonos iguales - de lote a lote. Sus características de resistencia son buenas (en forma general).
Rojo Naftol	Pigmentos rojos brillantes. Su resistencia térmica, a la intemperie y a la luz son malas. No se deben usar en polietileno y PVC pues migran. Pueden usarse en poliestireno cristal y resina acrílica.

PIGMENTOS

PROPIEDADES

Rojo Bon	Brillantes y resistentes a la luz. Los tonos varían desde el rojo <u>claro</u> al <u>marrón</u> . Se pueden usar en <u>algunas</u> resinas termoplásticas. Son derivados del ácido betaoxinafteico, con grupo funcional azo, y <u>pueden</u> ser Sales de Sodio, Calcio, <u>Bario</u> y Manganeso.
Rojo Perma- nente 2B	Conocidos como rojos rubí. <u>Pigmentos</u> organometálicos de bario, calcio y estroncio. Excelente brillo y poder tintoreal. Resistencia <u>térmica</u> y a la luz, regular. Puede - usarse en PVC sin problema de migración.
Rojo Quinacridona	Uno de los mejores pigmentos rojos. No se deben usar en Nylons ó <u>resinas</u> que se procesen a elevadas <u>temperaturas</u> . Muy buena resistencia a la luz. Tiene un costo muy elevado.

PIGMENTOS
EFECTOS
ESPECIALES:

PROPIEDADES

Fluorescencia

Los pigmentos fluorescentes, tienen la propiedad de absorber la luz y emitirla como luz de otra longitud de onda. (Para que exista este efecto, es necesaria una fuente luminosa).

Aperlados

Pigmentos que tienen cristales transparentes de alto índice de refracción. Mejoran el brillo superficial de un material. Costo alto. Los tipos más importantes usados en la industria del plástico son el carbonato básico de plomo, TiO_2 -mica y oxiclорuro de bismuto. El efecto óptico es producido por una reflexión, difusión y transmisión de los rayos luminosos incidentes en las partículas de pigmento aperlado, que son plaquetas orientadas paralelamente unas a otras. (Pigment Handbook, Vol. 3, pág. 357).

PIGMENTOS

PROPIEDADES

Metálicos

Pigmentos de varios colores, se mezclan con partículas finas de aluminio ó alguna aleación de cobre, impartiendo de esta forma un efecto metálico. Su costo es elevado. Con respecto a los pigmentos de aluminio, existen dos grados principales que se conocen con los términos de "leafing" y "nonleafing". Estos se diferencian principalmente ya que en la industria de pinturas, el primero permanece en la capa superficial de la pintura y el segundo se va al fondo de la capa de pintura.

Referente a los "POLVOS DE BRONCE" podemos decir que usualmente se conocen como una aleación de cobre-estaño, sin embargo el término se ha generalizado a todos aquellos pigmentos metálicos que al aplicarse dan la apariencia de una superficie "bronceada" ó lustrosa.

PIGMENTOS

PROPIEDADES

Fosfores- Este efecto lo producen los pigmen
cencia tos que contienen fósforo. Si este
tipo de pigmento se incorpora a un
plástico, este último podrá brillar
en la obscuridad, independientemen
te de la forma del artículo y la -
resina con que se fabricó. (Emiten
luz sin necesidad de ninguna fuen
te luminosa constante). ("La lu
miniscencia es la emisión de luz -
inmediata a la excitación", y "la
fosforescencia es la emisión de luz
algún tiempo después de la excita
ción" variando de varios minutos -
hasta varias horas).

5.4 TABLA DE PIGMENTOS RELACIONADOS CON RESINAS
TERMOPLASTICAS.

SIGNIFICADO DE LAS LETRAS QUE SE USAN EN LAS TA
BLAS QUE SE PRESENTAN A CONTINUACION:

1. Los fabricantes deberán usar estos índices todas las veces que sea posible, en los envases de los pigmentos.
2. Termoplásticos:
 - E = pigmentos muy usados en la resina indicada.
 - F = pigmentos de uso limitado en la resina indicada. Se deberán probar en la aplicación específica antes de usarse.
 - P = Pigmentos no recomendables en la resina indicada.
3. Características de funcionamiento.- A menos que se indique otra cosa, las claves se
rán:
 - E = Excelente
 - F = Regular
 - P = Mala

4. Todos los pigmentos deberán probarse antes de usarse, en este tipo de resinas.

5. Generalmente, no se pigmentan.

6. Transparencia:

T = pigmento transparente

T1 = pigmento translúcido.

O = pigmento opaco.

7. Resistencia a la migración:

N = No migran

M = Migran en algunas ocasiones

M^O = Migran en PVC, polietileno y poliestireno alto impacto (únicamente).

8. Toxicidad:

A = Atóxicos (aprobados por la ASA, American Standards Asociation).

T = No deben usarse como atóxicos.

B = No deben usarse en recipientes - que contengan alimentos.

C = Aprobados por la USFDA como atóxicos.

9. Costo del pigmento:

L = Bajo

M = Moderado

H = Alto

10. Resistente a los ácidos (el bióxido de titanio, únicamente).

Pobre : en ácido sulfúrico (H_2SO_4)
y ácido fluorhídrico (H_2F_2)

Excelente: en ácido clorhídrico (HCl),
ácido nítrico (HNO_3), ácido
fosfórico (H_3PO_4), etc.

CAPITULO 6

PROBLEMAS MAS FRECUENTES EN LA

PIGMENTACION DE PVC.

6.1 CLASIFICACION DEL TIPO DE PRODUCTO FINAL.

Como se había mencionado anteriormente (Capítulo 4.4.), el PVC es una resina de gran versatilidad, y por lo mismo, la cantidad de productos finales que se pueden obtener es muy grande.

Ya que el tipo de producto final es un factor - muy importante en la pigmentación de cualquier resina (ver Capítulo 4, 4.1.C), al seleccionar los productos más comunes, se observó que se - pueden clasificar en forma general de la siguiente manera:

- A) RIGIDOS La formulación general de este tipo de compuestos se basa en: resina PVC (suspensión), modificadores al impacto, - cargas, estabilizador y pigmentos.
- B) FLEXIBLES Su formulación general consiste en resina de suspensión, plastificantes, cargas (bajo porcentaje), lubricantes, es tabilizador y pigmentos.

- C) PLASTISOLES Estos compuestos están forma
dos generalmente por : resi-
na de emulsión de PVC, plas-
tificantes, estabilizador y
pigmentos.
- D) RECUBRIMIENTOS Estos compuestos son solu-
ciones de resinas de PVC en
disolventes orgánicos del ti
po metil-etil-cetona (MEK),
estabilizador y pigmentos.
- E) COMPUESTOS VA Estos son compuestos de resi-
RIOS CON ALTAS na de PVC, plastificante, -
PROPORCIONES DE cargas (100% ó más), estabi-
CARGA. lizador y pigmentos.

6.2 MATERIALES QUE INTERVIENEN EN LAS FORMULACIONES DE LOS COMPUESTOS.

Los siguientes datos son generalidades de las -
substancias que intervienen en estas formulacio
nes :

1. RESINA PVC La polimerización del poli-
cloruro de vinilo, puede ha

cerse mediante cuatro proce
sos: polimerización en sus-
pensión, polimerización en
emulsión, proceso masa y po-
limerización en solución.

Los principales tipos son de
suspensión y de emulsión, los
cuales se diferencian entre
otras cosas por la mayor ab
sorción de plastificantes -
que presentan las de emul-
sión.

2. MODIFICADORES DE IMPACTO Resinas tipo acrílicas ó ABS, que se adicionan para mejo-
rar la resistencia al impac-
to.

3. CARGAS. Estas se usan para impartir
opacidad a la resina (ó me-
jor dicho al producto fabri-
cado), dureza, tensión, etc.
Las más utilizadas son el -
carbonato de calcio y las ar
cillas.

4. LUBRICANTES. Normalmente se adicionan para ayudar al flujo del material y reducir la fricción. El más utilizado es el ácido esteárico.
5. PLASTIFICANTES. Aceites viscosos compatibles con la resina de PVC. Se adicionan en diferentes proporciones para impartir flexibilidad al compuesto. Pueden ser: A) Monoméricos, B) poliméricos., C) aceites epoxidados y D) plastificantes secundarios.
- A) Los monoméricos pueden ser de tres tipos:
- a) de uso general.- El más usado es el Dioctil Ftalato (DOP). Se adiciona en diferentes proporciones a la resina y la solvata (sin disolverla).

b) Resistentes a la flama.-

Se puede usar un tipo co
mo el tricresil fosfato.

c) Resistentes a las bajas
temperaturas.-

Plastificantes hechos a
base de ácidos grasos co
mo los Adipatos y los Se
bacatos.

B) Poliméricos.- Son plasti
ficantes líquidos muy vis
cosos, que ayudan a evi
tar la migración.

C) Aceites epoxidados.-

Además de que funcionan -
como plastificante, pre
sentan cierta estabiliza
ción térmica. El más usa
do es el aceite de soya -
epoxidado.

E) Plastificantes secunda
rios.-

No se deben usar solos,
sino mezclados en ciertas
proporciones con -
plastificantes primarios.
Su principal función es
reducir costos.

6. ESTABILIZADO
RES.

Complejos químicos que tienen como función principal, la de aumentar la estabilidad térmica del PVC. Estos complejos químicos están desarrollados de tal forma - que también pueden mejorar la transparencia, evitar la migración (Plate-out), aumentar la resistencia a la - degradación por la luz ó por los rayos UV y mejorar otras propiedades. Para que funcione en forma apropiada debe ser compatible con todos los componentes de la formu lación en que intervenga.

Los estabilizadores pueden ser clasificados en la siguiente forma:

- A) De Plomo.- Siendo los principales el sulfato tribásico de plomo y el estearato dibásico de plomo. Ambos sólidos. Actualmente los principales usos son para cable eléctrico y para discos fonográficos, respectivamente.
- B) Organometálicos.- Son hechos a base de Calcio (Ca), Zinc (Zn), Bario (Ba), Cadmio (Cd) y Estaño (Sn), principalmente. Estos metales pueden funcionar solos ó en combinación, dependiendo de las características que se requieran en el estabilizador.

Pueden ser sólidos, líquidos ó pastas.

Dependiendo de la base orgánica y también del metal (ó metales) pueden ser de uso atóxico (como es el caso de los estabilizadores de Calcio-Zinc y de algunos de Estaño). Cuando se requiera de esta propiedad específica, el estabilizador, al igual que los pigmentos (Capítulo 4, 4.1.c), deberá estar aprobado por un organismo como el U.S.F.D.A.

7. PIGMENTOS.

Para determinar qué tipos se pueden usar, se tendrán que tomar en consideración todo lo que se mencionó en los capítulos anteriores (Capítulos 3, 4 y 5).

En forma generalizada podemos mencionar como PIGMENTOS COMPATIBLES, los siguientes: verde óxido de cromo, azul aluminato de cobalto, amarillos cromo, cerámicos y Cadmio; rojos Cadmio; blanco bióxido de titanio; negros de humo; verdes y azules de ftalocianina.

En la misma forma podemos mencionar como INCOMPATIBLES a los siguientes amarillos Hansa y Bencidina; rojo laca, rojos litoles y a todos los colorantes.

6.3 PROBLEMAS MAS FRECUENTES QUE SE PRESENTAN EN EL PROCESO DE PIGMENTACION DE PVC.

Al observar el proceso de pigmentación en los diferentes tipos de compuestos que pueden fabricarse a partir de la resina de PVC (6.1), se llega a la conclusión de que los problemas más frecuentes

tes que pueden presentarse son :

1. MALA DISPERSION.

En algunas ocasiones, cuando se usa pigmentación en seco, el problema puede ser ocasionado por el tamaño de partícula del pigmento y su dureza, lo cual puede ser controlado ajustando las especificaciones del pigmento.

Otro factor que influye es la variación de flujo del material; así en algunas ocasiones se tendrá que usar pigmento en pasta para la eliminación de este problema.

2. AGLOMERACIONES.

Este es un problema similar al anterior, solo que es debido a la presencia de sales solubles en el pigmento. Esto se puede eliminar lavando el pigmento en filtros prensa. Este problema es de mucha consideración en las aplicaciones eléctricas del PVC. Esta falla se puede detectar, formando una película del compuesto delgada y pigmentada. También se puede eliminar el problema usando pigmentos fluxados y pastas.

3. MIGRACION.

Normalmente este problema tiende a presentarse en forma de "Plate-out" (Cap. 4, 4.3.C.4). Para su eliminación se pueden usar, varios tipos de estabilizadores que han sido formulados específicamente para este objetivo, y pigmentos que presenten resistencia a la migración, así como también plastificantes que sean compatibles.

4. DECOLORACION POR LUZ UV.

Para ayudar bastante a la eliminación de este problema, se deberá de usar un absorbedor de luz ultravioleta (por ejemplo Permyl B-100), ó bien, otro sistema estabilizante más adecuado al producto fabricado. Por supuesto que esto es además de la resistencia a la luz UV del pigmento.

5. DEGRADACION TERMICA.

La sensibilidad de varios pigmentos a las temperaturas elevadas, puede producir degradación, manifestándose en forma de un cambio de color que puede ser no uniforme (ó sea en forma de manchas). Esto puede eliminarse usando

pigmentos que proporcionen al compuesto mayor resistencia térmica, como los pigmentos que contengan Plomo, Estaño, Bario, Cadmio y Calcio. Además, por supuesto, que exista un buen sistema estabilizante.

6. DEGRADACION POR REACCION QUIMICA.

Siempre existirá la posibilidad de que el pigmento reaccione con materiales de la formulación, ó bien, con el ácido clorhídrico (HCl) que se desprende de ciertas condiciones de temperaturas del proceso. Por esto, los pigmentos deben ser resistentes a la acción del HCl (que está a la temperatura de trabajo). También el uso de estabilizadores está enfocado, precisamente, para retardar el desprendimiento de HCl (ya sea absorbiéndolo ó reaccionando con este), ayudando así a prevenir la degradación.

6.4 CONCLUSION.

Los compuestos fabricados con resina PVC, pueden ser pigmentados mediante cualquier proceso (ver Capítulo 3).

Con respecto a la solidez a la luz es recomendable usar siempre pigmentos que presenten buena resistencia. La prueba que se debe hacer para aprobar el uso de un pigmento en PVC, es que resista 500 horas en el fadeómetro.

Con el objeto de evitar reacciones químicas entre el pigmento y la resina, se deberá tener en cuenta que no existan (hasta donde sea posible) metales como zinc, tungsteno, magnesio, cobalto, cobre, cloro, fierro y azufre.

La resistencia térmica de un pigmento no es muy importante en el caso de compuestos flexibles y plastisoles, ya que se procesan a temperaturas menores que otras de las resinas termoplásticas pero en el caso de los compuestos rígidos, esta resistencia es demasiado importante (tal como se explicó en 6.3.5 y 6, 3.6).

Normalmente, cuando se presenta migración, es indicio de una incompatibilidad de varios plastificantes usados en la formulación. (Desde luego, considerando que la selección del sistema estabilizante y el pigmento han sido adecuados).

Se han presentado problemas de migración de fibras textiles a telas plásticas de vestir, las cuales por razones obvias están en contacto con telas de algodón, lana ó cualquier otro tipo - (con las que se hace el forro de la prenda); el colorante de estos forros migró a través de la tela plástica hasta llegar a la superficie.

Cuando se presenten problemas de dispersión ó - aglomeración, primero se debe tratar de resolver el problema con, únicamente, cambio de pigmento. (Esto es ^{si} el proceso de pigmentación se ha llevado a cabo en forma precisa); no se debe perder de vista que en algunas aplicaciones de estos compuestos (como es el caso de los pisos de PVC), este problema no se deberá tomar en consideración.

Sin embargo no se debe olvidar que en el caso de utilizar la resina para aislante de cable eléctrico, aquí sí la mala dispersión ó aglomeración causará fallas en las propiedades eléctricas del material. En algunas ocasiones puede - ser otro material que intervenga en la formulación, y no el pigmento, el que esté ocasionan-

do estas fallas. Como ejemplos podemos mencionar las arcillas que se usan como carga en estos compuestos.

Las resinas de PVC, ofrecen generalmente, facilidades para la pigmentación con tonos metálicos, fluorescentes y nacarados (ó aperlados).

CAPITULO 7

PROBLEMAS DE INYECCION Y MOLDEO QUE SE

CONFUNDEN CON "FALLA DEL PIGMENTO"

7.1 OBJETIVO.

El objetivo en este capítulo es mencionar una serie de problemas que se presentan en la industria de manufacturas de artículos de plástico, cuando se utilizan los procesos de inyección y extrusión, y que aparentemente son originados por algún defecto del pigmento, sin ser ésto la causa real.

En algunas ocasiones, el usuario de pigmentos presenta quejas al fabricante de estos últimos en el sentido de que el pigmento, no se dispersa, dá puntos negros, está provocando manchas en la superficie del producto, se está quemando, está dando superficies opacas ó con ráfagas, está cambiando de tono, etc.

Definitivamente, algunas veces el pigmento ha sido mal seleccionado ó está fuera de las especificaciones y características requeridas, pero otras veces no es así.

Así mismo, en ciertos casos, puedo asegurar que estos problemas no los está originando directamente el pigmento, sino que, por diferentes fac-

tores que intervienen en un proceso de extrusión ó inyección y que están fuera de control - (como por ejemplo: presión de inyección, temperaturas de proceso, exceso de reproceso de mate rial de desperdicio, contaminación, humedad, - etc.), pueden ocasionar que el pigmento, indirectamente cause problemas, ya que, al estar so metido a estas condiciones críticas (severas), puede presentar fallas en su funcionamiento.

Al eliminar la falta de control de estos factores, se eliminará el problema que se está presentando y el pigmento funcionará de acuerdo con sus propiedades en forma satisfactoria.

Otras veces, aún en estas condiciones el pigmen to podría resistir, sin embargo, existirá mate rial que se quemó ó que presente algún otro - problema, pudiendo ser la misma resina que se - empieza a degradar ó bién, cualquier otro compo nente de la formulación que se está procesando.

Cuando esto se desea asegurar como la posible - causa de un defecto, bastará con efectuar una - prueba con las mismas condiciones de procesamien to y con la misma formulación del compuesto que

se está utilizando, eliminando, desde luego, el pigmento que se está incorporando.

Para la mejor comprensión de estos problemas, - describiré en el siguiente punto, en forma general, las diferencias básicas que existen entre la extrusión y la inyección.

7.2 INYECCION Y EXTRUSION.

A) EXTRUSION.- Proceso mediante el cual se producen longitudes continuas de material moldeado. Aquí, el polímero es impulsado en forma continua a lo largo de un tornillo a diferentes condiciones de temperatura y presión, de tal forma que fundido el material sea forzado a través de un orificio que le da la forma final.

El tornillo de un extrusor se divide en -- tres secciones principales que son:

a) Sección de alimentación, en la que recoge el polímero que es alimentado por la tolva y lo impulsa hacia la parte principal - del extrusor.

b) Sección de compresión, en la que el material es fundido y comprimido, de manera - que forma un flujo continuo de material.

c) Sección de regulación ó medida, donde - se logra tener el flujo de material que se requiere para tener un producto final uniforme, generando además la presión necesaria para que el material fluya hacia el exterior por el dado ó matriz (que es la pieza que da la forma final).

Durante todo este recorrido a través del - tornillo, el cual se encuentra dentro de un cilindro, se tienen varias zonas de calentamiento, en las cuales se tienen las temperaturas controladas.

El moldeo por soplado consiste en forzar el material mediante una presión interna para que tome la forma de un molde.

El moldeo por soplado por extrusión, consiste en extruir el material en forma de tubo, éste se coloca en un molde frío y se le introduce aire a presión hasta que finalmente tome la forma del molde.

B) INYECCION.- Proceso mediante el cual el plástico es ablandado por medio de calor y forzado mediante una presión (presión de inyección) a pasar a un molde frío, para adquirir la forma de este molde.

Aquí el polímero es alimentado mediante una tolva y conducido a la zona de calentamiento, que está controlada por resistencias eléctricas y termostatos.

Ya fundido, el material es inyectado a través de un orificio mediante un émbolo, pistón ó tornillo sinfín. Este orificio está acoplado directamente al molde. El material fluido llenará dicho molde, en su totalidad, para que la pieza salga completa.

Existen tres tipos de máquinas de inyección, siendo el principio básico del método del proceso de inyección el mismo en los tres casos:

a) Máquinas de inyección de operación normal por medio de émbolo.

b) Máquinas de inyección de operación hidráulica ó neumática, por medio de pistón.

c) Máquinas de inyección de tornillo sin fin.

El moldeo por soplado por inyección, es en principio similar al soplado por extrusión, solo que aquí se fabricará la pre-forma en un molde de inyección, se enfriará hasta cierta temperatura y se soplará en un molde de formado, que dará la forma del producto final.

Actua con ciertas ventajas como la dimensión exacta de la pre-forma, menos desperdicios y se pueden usar moldes múltiples.

Las desventajas principales son que es difícil inyectar pre-formas largas y delgadas para la fabricación de botellas, limitándose así a la producción de piezas pequeñas.

7.3 PROBLEMAS, CAUSAS Y RECOMENDACIONES.

Inicialmente se mencionará el problema que se está presentando y después se listan las posi

bles causas que pueden estar originándolo, relacionándolo con algunas sugerencias para su solución.

I.- QUEMADURAS.

<u>Causa :</u>	<u>Sugerencias:</u>
Inyección muy rápida	a) Reducir velocidad de inyección. b) Reducir presión de inyección.
Material demasiado caliente	a) Reducir temperatura del cilindro. b) Reducir ciclaje de moldeo.
Material colgando en el cilindro.	a) Parar la máquina en forma adecuada. b) Limpiar cilindro.

II.- BURBUJAS PEQUEÑAS.

Humedad	a) Secar material. b) Tomar las medidas necesarias para mantener la resina seca en la tolva.
---------	---

Causas :

Sugerencias :

III.- DECOLORACION.

- | | |
|-----------------------------------|---|
| | a) Disminuir temperatura del cilindro. |
| | b) Reducir ciclo de moldeo. |
| Falta de control de temperaturas. | c) Observar instrumentos de control térmico y corregir. |
| | d) Observar tiempo de estancia del material en el cilindro. |

IV.- RAYAS Y PECAS.

- | | |
|---|--|
| | a) Inspeccionar material extraño. |
| Contaminación. | b) Purgar cilindro para limpiar. |
| | c) Verificar limpieza de manejo de material. |
| Grasa ó aceite sobre molde ó pernos botadores | a) Limpiar. |

V.- VETEADO (de material blanco que aparentemente no se pigmenta).

Causas:

Sugerencias:

- | | |
|------------------------|---|
| Partículas sin fundir. | a) Utilizar calentamiento en la tolva. |
| | b) Aumentar temperatura - del cilindro. |
| | c) Aumentar temperatura de inyección. |
| | d) Aumentar ciclo total. |

VI.- CAMBIO DE TONO Y RAYAS.

- | | |
|-------------------------|--|
| Material sobrecalentado | a) Examinar temperatura del cilindro. |
| | b) Revisar atascamientos en husillo. |
| | c) Checar indicadores de - temperaturas. |

VII.- LAMINACIONES, MANCHAS SUPERFICIALES.

- | | |
|--|---------------------------------------|
| Material frío.
Llenado del molde lento. | a) Aumentar temperatura del cilindro. |
| | b) Aumentar ciclaje de mol |

Causas:

Sugerencias:

- | | |
|---------------------------------------|--|
| | deo. |
| | c) Presión de inyección. |
| Molde frío. | a) Aumentar temperatura -
del molde. |
| Substancias volátiles en el material | a) Secar
b) Aumentar temperaturas |
| Contaminación con otros materiales. | a) Purgar cilindro para
limpiar.
b) Inspeccionar material. |
| Material demasiado rígido en fluidez. | a) Usar material de diferente punto de fusión.
b) Aumentar temperaturas |

VIII.- PIEZAS QUEBRADIZAS.

- | | |
|---------------------------------|--|
| Humedad ó
sobrecalentamiento | a) Secar el material
b) Reducir temperatura ó
duración del secado. |
|---------------------------------|--|

IX.- PRODUCTO PEGADO.

- | | |
|--|---|
| Material demasiado empacado en el molde. | a) Reducir presión de inyección.
b) Aumentar temperatura |
|--|---|

Causas:

Sugerencias:

- del molde.
- c) Reducir ciclo total.
- Molde mal pulido,
ó dañado (golpeado,
rebabas, etc.)
- a) Soldar ó pulir el molde.
- b) Pulir en la misma dirección en que se expulsa la pieza.

X.- SUPERFICIE OPACA O EMPAÑADA.

- Selección del material.
- a) Usar material que de más brillo. (Menor punto de fusión).
- Contaminación.
- Ver problemas II, V y VII.
- Molde mal pulido
- a) Quitar y pulir correctamente.
- Lubricante u otro material extraño en el molde.
- a) Limpiar.

Causas:

Sugerencias:

- El material no está bastante caliente.
- a) Elevar la temperatura de la matriz.
 - b) Aumentar temperatura del molde.
 - c) Aumentar temperatura del cilindro.

BIBLIOGRAFIA

1. Desarrollo y Perspectivas del Sector Secundario de la Industria Petroquímica.

Instituto Mexicano del Petróleo
(IMP).- Subdirección de Estudios
Económicos y Planeación Indus-
trial.- 1a. Edición.- 1973.

2. Guía de los Mercados de México.

Marynka Olizar.- 5a. Edición -
1973.

3. Anuario Estadístico del Comercio Exterior de los Estados Unidos Mexicanos.

Secretaría de Industria y Comer-
cio (SIC).- Dirección General de
Estadística.- Edición 1973.

4. Enciclopedia del Plástico.

J. Gordon Cook.- Editorial Hobby,
Argentina.- 1967.

5. Diccionario del Plástico.

J.A. Wordingham y P. Reboul.-
Edit. Víctor Lerú S.R.L., Buenos
Aires, 1966.

6. Tecnología de los Plásticos.
Carlos Castañón Alvarado.- Mexi
co, D.F.- 1971.
7. Polyvinyl Chloride.
Harold A. Sarvetnick.- Reinhold
Plastics Applications Series. -
Van Nostrand. New York.- 1969.
8. Modern Plastics Encyclopedia.
Vol. 47/No. 10-A. 1970-1971.
9. Plásticos, Formulación y Moldeo.
Simonds y Church.- Editorial Con
tinental.- 1964.
10. Física General.
Salvador Mosqueira R.- Editorial
Patria.- 1967, 2a. Edición.
11. Química Inorgánica Moderna.-
Mellor.- Editorial "El Ateneo".
Buenos Aires, 1958.- 6a. Edición.
12. Química Orgánica.
Fieser y Fieser.- Editorial Gri-
jalba.- México, 3a. Edición.-
1960.

13. Apuntes del "Curso Industrial de Plásticos y Silicones".

Quim. Julio Terán Zavaleta.-
1967.

14. Plastinoticias -

(Organo oficial de la Asociación Nacional de Industrias del Plástico, A.C., ANIPAC), No. 4, Mayo 1972.

15. Plastinoticias.

No. 17, abril 1974.

16. Plastinoticias.

No. 18, Mayo 1974.

17. Plastinoticias.

No. 20, Julio 1974.

18. Directorio de la Industria de los Plásticos No.

1.- Editado por Publi-noticias, S.A.
(Promovido por ANIPAC y CANACIN-TRA).

19. Artes Gráficas USA.-

Volumen 8, No. 2.- Abril-Mayo,
1974.

20. SPE Journal. July 1972.- Vol. 28
21. Diccionario de Química Industrial.- Inglés -
Español. César Macazaga Ordoño.
1973.- Publicaciones Cos-
mos.
22. Pigment Handbook. Temple C. Patton.- Edit.
John Wiley & Sons, 1973. -
3 volúmenes.
- Vol. 1 Properties and Economics
Vol. 2 Applications and Markets
Vol. 3 Characterization and
Physical Relationships.
23. Chemistry & Physics of Organic Pigments.
.S. Pratt.- Wiley.