

Tesis de Posgrado

Coloreado en seco del poliestireno

Massa, Juan Carlos

1955

Tesis presentada para obtener el grado de Doctor en Ciencias Químicas de la Universidad de Buenos Aires

Este documento forma parte de la colección de tesis doctorales y de maestría de la Biblioteca Central Dr. Luis Federico Leloir, disponible en digital.bl.fcen.uba.ar. Su utilización debe ser acompañada por la cita bibliográfica con reconocimiento de la fuente.

This document is part of the doctoral theses collection of the Central Library Dr. Luis Federico Leloir, available in digital.bl.fcen.uba.ar. It should be used accompanied by the corresponding citation acknowledging the source.

Cita tipo APA:

Massa, Juan Carlos. (1955). Coloreado en seco del poliestireno. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad de Buenos Aires.

http://digital.bl.fcen.uba.ar/Download/Tesis/Tesis_0868_Massa.pdf

Cita tipo Chicago:

Massa, Juan Carlos. "Coloreado en seco del poliestireno". Tesis de Doctor. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad de Buenos Aires. 1955.

http://digital.bl.fcen.uba.ar/Download/Tesis/Tesis_0868_Massa.pdf

Resumen del trabajo de tesis:

COLOREADO EN SECO DEL POLIESTIRENO

El poliestireno, plástico del tipo vinilo, puede ser teñido por el método del coloreado en seco.

Procedimiento que une a la importante condición de la sencillez, la particularidad de poder utilizar, previo molido y tamizado, residuos y piezas rechazadas, con las previsibles consecuencias económicas.

Consiste en síntesis, en mezclar el material, que debe presentarse en gránulos pequeños y uniformes o en estado pulverulento, con cantidades medidas de colorantes y pigmentos. Esta operación se efectúa en recipientes herméticos.

La elección de los tintes constituye el detalle más fundamental, en la aplicación de este método, pues deben reunir entre otras propiedades la condición indispensable, de ser resistentes a la acción de la luz y del calor.

Coloreado el plástico, se procede al moldeo por inyección del mismo, lográndose objetos de teñidos uniformes y estables a la acción de los agentes exteriores.



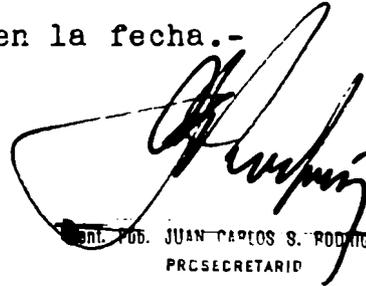
Res de Tesis: 868



Alumno: Juan Carlos Massa.

Buenos Aires, 15 de Diciembre de 1955.-

Presentada en la fecha.-



DR. J.C.S. RODRIGUEZ
PROSECRETARIO

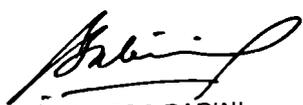
Buenos Aires, 20 de Diciembre de 1955.-

Pase a la Comisión Examinadora Grupo V, para que
tenga a bien considerar la tesis presentada por el ex-alumno
de la carrera del Doctorado en Ciencias Químicas, D. Juan Carlos
Massa.-

nt.-



LIC. ARISTIDES J. E. ROMERO
SECRETARIO



ING. JOSE BABINI
DELEGADO INTERVENTOR

24/12, Buenos 3 de 1955.

La Comisión Examinadora
respectiva procedió a considerar
la tesis y resolvió aceptarla.



TESIS: 868

•
FCE N-BA.

MINISTERIO DE EDUCACION

UNIVERSIDAD DE LA CIUDAD DE BUENOS AIRES

FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES

Tema: COLOREADO EN SECO DEL POLIESTIRENO

Título: Doctor en Química-Orientación aplicada
hacia la Química Tecnológica.

Alumno: JUAN CARLOS MASSA

1955

TESIS: 868

Indice

U N A S P A L A B R A S . . .

El presente trabajo, no tiene la pretensión de ser original, pues nuevamente es cierto aquello de: "nihil novum sub sole", sino que aspira a ser sincera y modestamente, una contribución más, al estudio de uno de los problemas, que presentan las aplicaciones industriales del poliestireno en el país.

Agradezco profundamente al Dr. F. Sanchez, al Ing. M. R. Durrieu, al Sr. A. M. Morán y a las firmas IMEPI - y Unión Química S. R. L. las sugerencias, colaboraciones y elementos que han contribuido a la realización de esta tesis.

Juan Carlos Massa.

FOFNA

1º) OBJETO DEL PRESENTE TRABAJO.-

Por ser el color, que presentan los objetos elaborados con materiales plásticos, uno de los factores de mayor atracción por parte del público, es natural que se desarrollasen desde un principio varios métodos de coloración, así para el caso del poliestireno, se intentó inicialmente colorear su monómero el estireno, que se lo obtiene al estado líquido; pero esto fue imposible por dos razones: primero porque los colorantas interferían la polimerización y segundo, porque no se podía preveer el color resultante.

Por lo tanto se optó para colorear el poliestireno, por el procedimiento de molinos a rodillos, en los que se agrega directamente el colorante. El plástico se introduce en un grado de semi-polimerización, ya que la misma se completa durante la operación, pues ésta se efectúa bajo la acción del calor. Esta forma de colorear, tiene además de su alto costo, varias desventajas como ser: tamaños de partículas desiguales, - presenta picaduras, contaminación del color y colorido desigual.

En 1944, se introdujo el coloreado por medio de la "extrusión", que ha sido adoptado como método standard, por la uniformidad de la coloración.

Más tarde se desarrolló un nuevo procedimiento: el método del coloreado en seco. En efecto, la rápida difusión que durante estos últimos años, ha tenido el poliestireno, fue causa de un mayor empeño, en lograr mejores coloraciones, puesto que con el uso que de aquel se hacía, para la fabricación de azulejos y refrigeradores, se requería una completa uniformidad del color.

Sin embargo, en algunas aplicaciones como ser: juguetes artículos para el hogar (tazas, platos etc.) y novedades, no es necesaria una coloración tan rigurosa, por lo tanto en dichos casos se puede utilizar el método del coloreado en seco, cuyas únicas limitaciones son: la falta de alta fidelidad requerida para diversas aplicaciones y la dificultad de lograr una exacta igualdad de color.

Siendo por otra parte sus ventajas más relevantes, las siguientes:

1º) Reducción de espacios: se evita a los moldeadores, la existencia de amplios depósitos, con un gran stock de colores. Problema que se agrava aún más, cuando en los países importadores, las cuotas de materia prima, que suelen ser pequeñas, deben distribuirse entre una gran variedad de colores, a fin de hacer frente a las exigencias del mercado. Debiéndose además tener muy en cuenta el capital invertido e inmovilizado que resulta de la situación expuesta.

2º) Economía: es una de las ventajas más importantes de este método, sobretodo cuando los colores se producen en la planta de moldeo.

3º) Utilización de residuos: el uso de los residuos y piezas rechazadas, constituye uno de los problemas que enfrentan los moldeadores del poliestireno, que pueden resolverse bastante aceptablemente, por el método de coloración que estudiaremos. Más adelante, se explicará el procedimiento que se sigue, para el caso que comentamos.

4º) Por último la coloración en seco es conveniente por acelerar la operación del teñido, ya que en pocos minutos puede lograrse el matiz deseado, inclusive para cargas elevadas y por su simplicidad, como se detallará luego.

2º) CONSIDERACIONES GENERALES.-

Si en el estudio de la evolución cultural del hombre prehistórico, se distinguen las edades: paleolítica, neolítica y eneolítica, podemos ya ubicar al hombre contemporáneo en la "edad de los plásticos" por la utilización tan amplia y variada, que se ha hecho de los mismos, en la paz o en la guerra, durante estos últimos lustros.

En efecto, la producción del primer plástico, el nitrato de celulosa, en 1870, inició la era plástica y más tarde en 1890, la incorporación de la caseína a la industria, fue seguida, en 1909, por la elaboración de la primera resina sintética, que se conoce, el fenol-formaldehído.

Luego, en 1919, se producen las resinas cumarona-indeno, sumándose en 1926, las alkyd-resinas y en 1928, la urea-formaldehído. Después, en 1930, comienza la producción comercial del estireno, conocido ya desde 1831 y sintetizado en Francia, en 1869. Pero es necesario aguardar hasta 1937, para obtener un compuesto perfectamente moldeable.

Antes de estudiar el método de producción de la última resina mencionada, recordaremos que de las distintas formas de clasificar a los plásticos, la más común los divide en: termoplásticos y termoendurecidos o termofraguantes, de acuerdo con el comportamiento frente al calor. Así los termoplásticos, son aquellos que se ablandan, moldean y se les da forma por presión, con o sin calentamiento, pudiéndose la forma endurecida, reablandar por calor y remodelado. Los termoendurecidos, son los que en su estado original, pueden ser moldeados por calor y presión; pero en su forma definitiva, no es posible reblandecerlos

o remoldeados. Por ejemplo: los plásticos fenol-formaldehido; urea-formaldehido etc.

Como ejemplo de los termoplásticos, destacaremos, la celulosa, la caseína y especialmente los plásticos del tipo vinilo, que se caracterizan por tener en sus compuestos el grupo $\text{CH}_2=\text{CH}-$, siendo los más importantes: el cloruro de vinilo, el acetato de vinilo, el ácido acrílico y el estireno ($\text{CH}_2=\text{CH}-\text{Ph}$) vinil-benceno, cuyo polímero el poliestireno, es uno de los plásticos más empleados en la industria mundial y nacional.

Consideramos también, interesante señalar algunos datos estadísticos del desenvolvimiento de la industria plástica en el país.

En efecto, el total de material plástico utilizado en nuestra industria, en los últimos años fue:

1953	2.942.000 Kg
1954	3.685.000 Kg
1955	2.600.000 Kg
(enero/mayo)	

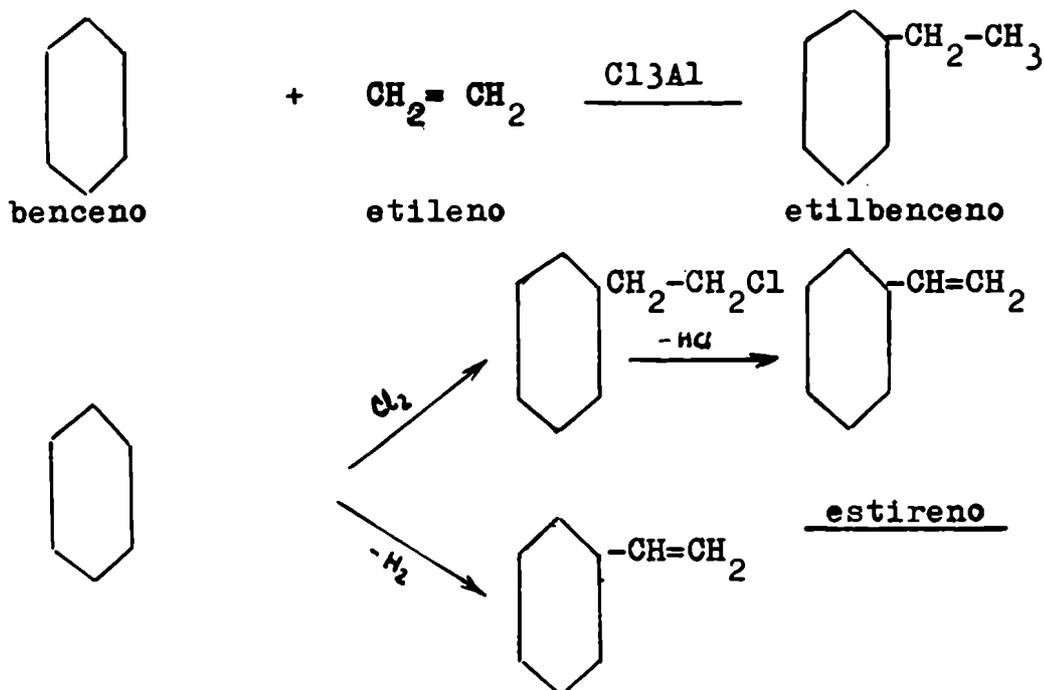
En cuanto al total de capital invertido alcanzó hasta el año actual a \$ 269.278.000 m/m y por otra parte el número de obreros empleados ascendió a 7673.

3°) EL POLIESTIRENO

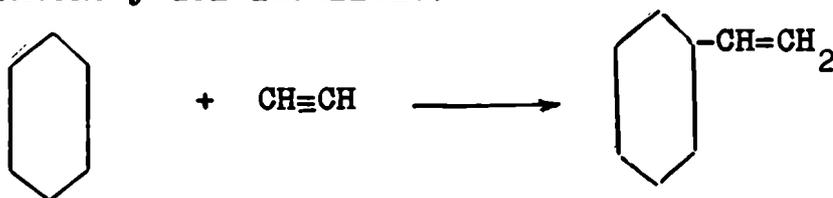
a) Método de preparación del poliestireno.-

El estireno se obtiene generalmente por reacción del etileno y del benceno, catalizada por Cl_3Al (reacción de Friedel y Crafts), produciéndose etil-benceno, el cual se transforma en estireno por dos caminos: por cloruración y eliminación posterior de HCl, o por dehidrogenación térmica.

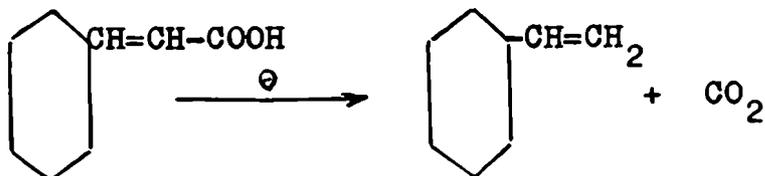
Reacciones:



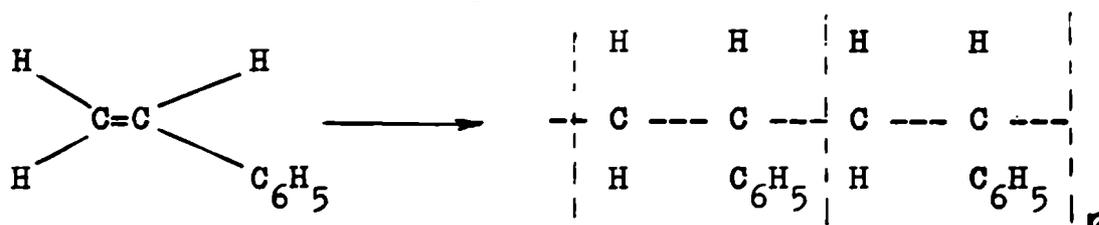
También puede prepararse el estireno, partiendo del benceno y del acetileno:



Además en los laboratorios se obtiene estireno por calentamiento del ácido cinámico.



El estireno, líquido incoloro e inodoro, que hierve a 145°C, puede ser polimerizado, al abrirse los dobles enlaces del monómero y formar cadenas lineales de gran longitud. El polímero resultante es el poliestireno.



La polimerización depende de diversos factores a saber: el tiempo, la temperatura y los agentes catalíticos, (peróxidos), cuyas variaciones pueden dar lugar a la formación de resinas de propiedades distintas.

El estireno, por otra parte, presenta la particularidad de polimerizarse instantáneamente, bastando a veces la acción de la luz y una pequeña cantidad de calor, para iniciar la reacción. Tan acentuada es esta tendencia, que se la evita usando inhibidores como la hidroquinona.

Un detalle que debe señalarse es: la velocidad de polimerización. Si ésta es rápida, se produce un polímero de cadena corta, mientras que si es lenta, se forma una cadena larga. Ambos compuestos tienen idénticas características externas, pero distintas propiedades físicas y químicas.

El peso molecular del estireno es de 104, en tanto que el del poliestireno varía sobre los 140.000-El "Polystirol E.F." llega a 800.000.-

Es de hacer notar que cuanto más bajo es el peso molecular, los objetos producidos por inyección son más blandos y cuanto más altos, los mismos presentan mayor dureza e inso-

///lubilidad,siendo por eso de mayor utilidad.

Con respecto al proceso en sí de polimerización señalaremos que la reacción es muy exotérmica,debiéndose cuidar especialmente la temperatura,la misma no debe pasar de los 110°C Sobre los 300°C,el poliestireno se despolimeriza.

La operación se efectúa a reflujo y se eleva la temperatura hasta que la masa tenga el aspecto de la melaza - (100°C) y luego se desciende hasta los 65°C,dejándose reposar a esa temperatura,en bandejas;enfriándose luego hasta la temperatura ambiente.Finalmente se procede a la molienda.

También se puede polimerizar el estireno,con solventes,que dan polímeros de bajo peso molecular.

b) Propiedades del poliestireno.-

El poliestireno se presenta comercialmente,como un sólido de masa dura,granosa y sin componentes pulverulentos.El tamaño medio de su grano es de 2 a 4 mm.

Se usa generalmente sin adiciones de aglutinantes,rellenos etc.excepto colorantes,plastificantes y agentes aceleradores.Es una materia termoplástica,que por encima de los 95 C.empieza a reblandecerse paulatinamente y sobre los 140°C,se vuelve lo suficientemente viscosa,como para elaborar por inyección a presión,objeto duros.Su resistencia a la luz solar es buena, luego de haberse logrado eliminar del monómero,impurezas que ocasionaban oscurecimientos.

Los objetos moldeados,cuando no se agregan colorantes,son casi incoloros-presentan solamente un tinte ligeramente amarillo-su aspecto es brillante y la superficie es dura.

Con respecto del comportamiento del poliestireno, frente al calor, se presentan variaciones sobre los distintos tipos de material, así por ejemplo, la industria alemana elabora un tipo de poliestireno: el "Polystyrol III" (peso molecular 180.000) que los objetos elaborados con el mismo (tazas, platos etc) se distorsionan por acción del calor, alrededor de los 65°C, el "Polystyrol E.F" (peso molecular 800.000, lo hace a los 75°C. y finalmente con el "Polystyrol VI" (peso molecular 190.000), los objetos no sufren ninguna variación de formas al ser sometidos a temperaturas de 92 a 93°C y sólo lo hacen ligeramente a temperaturas próximas a los 100°C-agua en ebullición-.

A bajas temperaturas, los objetos no se vuelven quebradizos, ni sus propiedades se alteran con el envejecimiento.

Las propiedades eléctricas del poliestireno, son excelentes y se asemejan a las del cuarzo fundido; baja constante dieléctrica y factor de potencia pequeño.

Es resistente al agua, a los ácidos y alcalis. Por acción de la mayoría de los disolventes orgánicos, queda por un lado hinchado parcialmente y por el otro disuelto.

El poliestireno es combustible, pero no inflamable, como el celuloide. Arde con llama amarillo-naranja, de olor dulzón, que deja mucho hollín. Esta particularidad, como la de su timbre metálico sui generis, cuando se lo deja caer sobre una superficie dura, constituyen dos formas rápidas de identificación de este plástico. Finalmente agregaremos, que el poliestireno, es inodoro, insípido e insensible a la acción de la humedad.

A continuación se han resumido en dos tablas las propiedades físicas y químicas, más importantes del poliestireno:

TABLA I (Propiedades físicas)

<u>Características</u>	<u>Unidad</u>	<u>Valor</u>
Peso específico	g/cm ³	1,05-1,07
Módulo de elasticidad	Kg/cm ²	12000-33000
Resistencia a la tracción	Kg/cm	200-600
Elongación máxima	%	1,5-3,5
Resistencia a la flexión	Kg/cm	340-660
Resistencia al choque	Kg/cm	0,03-0,06
Temperatura de moldeo	°C	160-250
Contracción en el moldeo	%	0,2-0,5
Absorción de agua	%	0,04-0,06
Resistividad	ohm/cm	10-10
Constante dieléctrica 60,10 ⁶ ciclos		2,6
Factor de potencia 60,10 ⁶ ciclos		0,0001-0,0003
Resistencia eléctrica	volt/mm	20000-28000

TABLA II (Propiedades químicas)

1º) Compuestos que no afectan al poliestireno.

<u>Acidos</u> :	Clorhídrico	Sulfúrico	Nítrico
	Fluorhídrico	Fórmico	Acético
	Bórico	Cítrico	Oleico

Alcalis : Hidróxido de sodio 40% Hidróxido de amonio 20%

Disolventes: Alcohol etílico alcohol butílico

<u>Alimentos</u> :	Grasa de tocino	Aceite de oliva	Mayonesa
	Grasa de pollo	Leche	Margarina
	Manteca	Café	Jugo de limón

TABLA II (Propiedades químicas)-continuación-

1°) Compuestos que afectan (hinchazón) al poliestireno.

Acetona	Ciclohexanol	Fenol
Eter de petróleo	Cresol	Kerosene

3°) Compuestos en los que el poliestireno es soluble

Eter	Tetracloruro de carbono	Benceno
Ciclohexanona	Acetato de amilo	Cloroformo
Nafta	Decalina	p-Cresol
Ester acético	Toluol	Xilol
Dicloropropano	Tricloroetileno	Trementina

a) Usos del poliestireno.-

Sería extenso enumerar, los múltiples y variados usos del poliestireno, destacaremos, sin embargo, los más comunes. Recordando previamente, que es norma aceptada en las industrias plásticas, que el color es tan importante como el diseño en la atracción del público, en el campo de las ventas.

Muchas de las propiedades notables del poliestireno, no comunes en los plásticos más usuales, hacen que sus aplicaciones, sean novedosas e interesantes.

La resistencia a la acción química, fue aprovechada, para elaborar botellas que pudieran contener, por ejemplo, ácido fluorhídrico y tapas de recipientes para SO_4H_2 y NO_3H .-

La resistencia a la humedad se la utilizó para picos de clarinetes de alta calidad.

El poder dieléctrico, se lo emplea en la fabricación de condensadores y el bajo factor de potencia, ha permitido el uso considerable, que se ha hecho del poliestireno, en radio y otros aparatos de alta frecuencia.

Problemas de fabricación de hojuelas y barras, empleadas en electrónica, en cualquier condición de frecuencia y humedad, fueron resueltos con el poliestireno.

La falta completa de absorción de humedad y conservación de sus propiedades a baja temperatura, hicieron de este plástico, uno de los más aptos para su utilización en refrigerantes y artefactos análogos.

El alto brillo y la claridad, tipo cristal, permitió una amplia aplicación en óptica.

Además la gama de colores vivos y atractivos, con que se lo puede ofrecer al público, hicieron del poliestireno, el plástico más utilizable para la fabricación de artículos para el hogar, juguetes, fichas, discos, azulejos, lapiceras, tinteros etc. Pudiéndose, para terminar, agregar que los mecánicos dentales, lo vienen utilizando desde hace varios años, para confeccionar paladares artificiales.

Completando el resumen de los usos del plástico, cuyo coloreado, es motivo de nuestro estudio, y a título ilustrativo, daremos a continuación, una lista de varios de los distintos tipos de poliestireno, como así también de las diversas denominaciones que recibe de acuerdo al origen de su fabricación:

- A) Industria alemana: "Polystyrol III"
"Polystyrol VI"

a) Industria alemana (continuación)

"Polystyrol EF"

"Styropir" etc.

b) Industria norteamericana:

"Lustrex L"

"Lustrex LX"

"Lustrex LXC"

"Lustrex LHA"

"Lustrex L 2020 P_iX-6"

"Syron"

"Bakelite"

"Loalin" etc.

c) Industria británica:

"Kleestron"

d) Industria francesa:

"Polyfrance"

e) Industria italiana:

"Polistirolo!"

4º) LA INYECCION DE LOS PLASTICOS.

a) Métodos:

El moldeo de los plásticos se hace sometiendo el material, a la acción del calor y de la presión, en moldes. El calor ablanda al material y la presión lo hace fluir llenando los espacios del molde, el cual al ser abierto, permite extraer un objeto rígido que reproduce la forma del molde. Este proceso se lo efectúa por tres métodos diferentes, a saber:

a) por compresión: en este proceso el molde está formado por dos secciones; el compuesto a moldear se coloca en la inferior. Se cierra la prensa y se aplica calor.

b) por extrusión: este método consiste en forzar el material, por medio de un émbolo, a través de una matriz circular o de sección cuadrada.

c) por inyección: que por ser el método utilizado en nuestras tareas, lo describiremos más detenidamente a continuación:

Previamente, consideramos oportuno referirnos, aunque sea someramente a los distintos tipos de máquinas inyectoras de moldeo de plásticos existentes en la actualidad.

Desde la invención de la primera máquina automática de moldeo por inyección, en 1930, muchas han sido las modificaciones introducidas en las mismas, sin embargo, pueden distinguirse principalmente dos tipos de máquinas: las horizontales y las verticales.

Cada uno de estos dos tipos de máquinas, puede dividirse además, en otros tres grupos, según sea el método de su manejo: el primer tipo, es el de funcionamiento mecánico completo, en el que tanto el cierre de los moldes, como la inyección del material, se hace por medio de articulaciones.

El segundo grupo, es el del tipo completamente hidráulico, en el que tanto la apertura y el cierre de los moldes, como la inyección del material, se hace hidráulicamente.

El tercer grupo, lo constituye una combinación de los dos anteriores: la inyección del material, se realiza hidráulicamente; pero la apertura y el cierre de los moldes, por medio de palancas. A este último tipo pertenece, la máquina utilizada en nuestras tareas; cuyo funcionamiento consiste esencialmente en la plastificación por acción del calor del polvo de moldeo, en una cámara externa al molde (generalmente de acero) y al ulterior forzamiento (inyección) dentro de este último, por acción de un émbolo. Dicho émbolo es accionado, por un sistema hidráulico, formado por una bomba, que suministra el aceite a presión a una válvula, que luego actúa sobre aquél.

Con respecto, a la alimentación del material en la inyectora empleada, se lo hace por gravedad, o sea que se deja caer el material al interior de la cámara, por medio de una tolva.

El material pasa de la tolva, al conducto de alimentación, por el avance del émbolo de inyección. El movimiento del émbolo, obliga al material a dejar el canal de alimentación y penetrar en la cámara de calentamiento. La alimentación debe regularse, y ser uniforme y en cantidad adecuada, si se desea obtener resultados aceptables. Si la alimentación, no es suficiente, no podrá llenarse el molde. Si es excesiva, el exceso saldrá en formas de rebabas o la máquina se obstruirá lentamente.

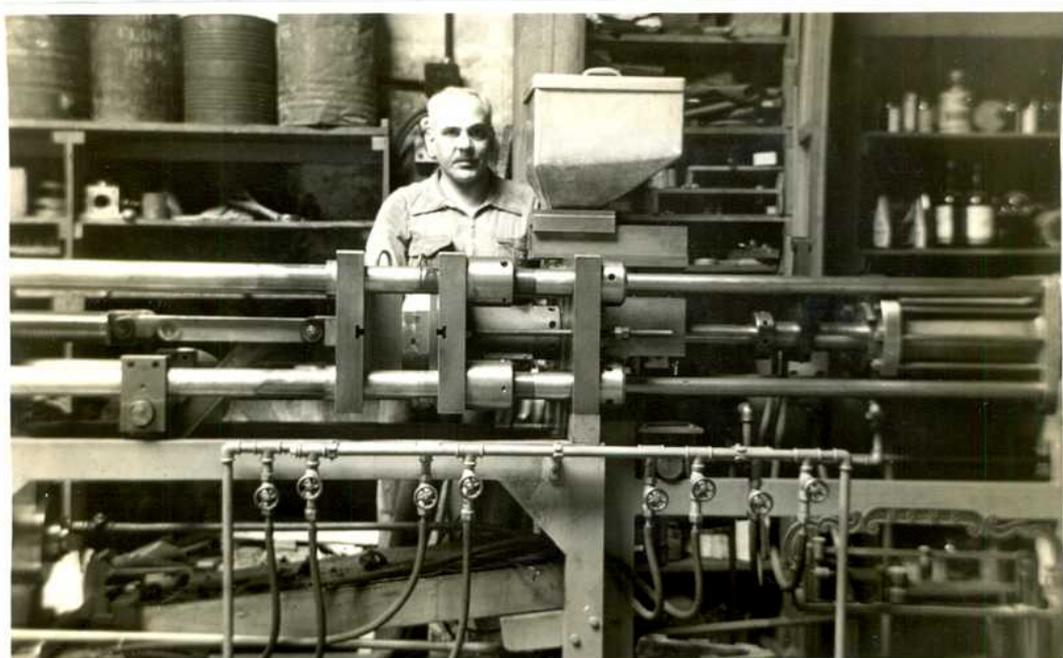
La cámara de calefacción está calentada eléctricamente por medio de resistencias. Es necesario mantener constante, la temperatura adecuada para el material que se está empleando. Recordaremos, además, que sobre la cantidad de calor que se su-

///ministra al material, tiene influencia la duración total del ciclo y la presión empleada.

Como la temperatura de la cámara es mayor, que la del material plástico, hay que mantener al mismo en movimiento continuo a través de la cámara, ya que sino la temperatura del material se elevará demasiado y podría inflamarse.

La capacidad máxima, por colada de la inyectora que hemos utilizado, es de 150 gramos, habiéndose trabajado a una temperatura de 180°C y a una presión aproximada de 800 Kg/cm². Su peso total es de 2.000 Kg. (ver reproducción fotográfica adjunta)

Agregaremos, finalmente, que cuando se inyecta poliestireno coloreado por el método que estamos estudiando, es muy común en la industria moldeadora introducir en las inyectoras ciertas modificaciones de mucha utilidad. Señalaremos dos de las más importantes: se suele colocar en la base de la tolva, un tamiz, que permite una mayor distribución del color, con las consiguientes ventajas y por otra parte, una variante muy utilizada, es colocar un disco de acero perforado entre el pico inyector y la cámara de calefacción de la máquina, que también da por resultado una mayor dispersión de los tintes.



Máquina inyectora utilizada en el presente trabajo

Colorantes

Para el coloreado en seco del poliestireno, se emplean colorantes solubles en aceite, pigmentos inorgánicos y pigmentos orgánicos (toners)

Como el comportamiento frente a los agentes físicos (acción de la luz y del calor) es distinta-los colorantes solubles en aceite son generalmente menos estables-es necesario tener mucha precaución en la selección de los tintes.

Por esa razón se suele sacrificar en numerosas oportunidades, la exactitud en el matiz deseado, por la estabilidad del color, sobre todo que trabajando en la inyección a temperaturas comprendidas entre los 50°C y 190°C, puede lógicamente alterarse la coloración.

Entre otras condiciones generales, los colorantes no deben ser tóxicos; pero si poseer un tamaño adecuado y uniforme, en caso de presentarse en forma granular y por último la hidrofilia, debe ser reducida. Esto último significa, no que los tintes no tengan agua, sino que su avidez por la misma, sea lo más baja posible.

Destacaremos que para ciertos colores traslucidos-pigmentos verdes y azules-que no tienen suficiente poder opacificante, se les puede agregar dióxido de titanio, sulfato de bario y óxido de zinc, como opacificadores.

En nuestro trabajo hemos utilizado prácticamente, colorante y pigmentos de origen alemán, cuyos matices y marcas se verán luego. Todos estos colorantes, poseen un óptimo comportamiento frente a la luz, calor, acción de disolventes, agua, y álcalis de acuerdo con los datos suministrados por sus fabricantes.

Por otra parte son tintes específicos para e₁

coloreado del poliestireno, con excepción del verde-anilina-

Este último tinte se lo empleó, como elemento de confrontación, ya que la industria plástica local utiliza - anilinas-tipo textil-como agentes de teñido para nuestro plástico; pero los resultados logrados son discutibles, puesto que los objetos elaborados con poliestireno así coloreado, se decoloran rápidamente, por acción de la luz y del uso, con las desventajas económicas consiguientes.

El coloreado en seco en alta escala industrial puede obtener efectos especiales, que resumiremos a continuación:

a) Colores veteados: se los fabrica coloreando en seco, el color de fondo y mezclándolo luego con gránulos de mayor tamaño del color de la veta.

b) Colores metálicos: se pueden obtener usando polvos metálicos, preferentemente de cobre o aluminio.

c) Finalmente se logran coloraciones fosforescentes para accesorios eléctricos, imágenes etc. y también pueden fabricarse objetos anacarados mezclando el poliestireno coloreado con el matiz deseado, con metil-meta acrilato granulado.

Reproducimos a continuación la lista de los colorantes empleados, con sus nombres comerciales:

<u>COLOR</u>	<u>MARCA</u>
Rojo	Rojo-L-RCKY-B.A.S.F.
Amarillo	Polystrolgelb-LGG conc.B.A.S.F.
Azul	Polystrolblau-B conc.B.A.S.F.
Negro	Pigmentschwarz conc.B.A.S.F.
Verde	Oilgreen-4 B-Gral.Dystuff
Verde-anilina	Burmagrun-G-B.A.S.F.

5º) PARTE EXPERIMENTAL .-

a) Equipos

Debido al enfoque esencialmente industrial que se ha hecho de este trabajo, detallaremos no solo el equipo empleado, sino que se complementará la descripción del mismo, con la de algunos de los elementos más utilizados en la industria, para este mismo objeto.

El equipo se reduce prácticamente a:

- 1º) Mezcladora
- 2º) Molino
- 3º) Secadores
- 4º) Balanzas

1º) Mezcladora:

Como en la industria se colorean en una sola operación, cantidades relativamente grandes de poliestireno -aproximadamente 100Kg.-se emplean para la mezcla del plástico y el colorante, distintos tipos de mezcladoras, como ser: mezcladoras de hormigón, de doble cono y de tambor.

Estas últimas producen la máxima dispersión del colorante. Pueden estos equipos ser fabricados con acero inoxidable o acero al cromo-manganeso. Debiéndose tomar en todos los casos, especial cuidado en lo que respecta a la velocidad de rotación, que para tambores, por ejemplo de 100 Kg. debe alcanzar 45 r.p.m. ya que a velocidades muy altas, producen el llamado "efecto de centrifugación" o sea la separación del colorante de los gránulos del plástico y a velocidades bajas, el mezclado es insuficiente, pues el material se desliza por las paredes del tambor, sin mezclarse. El tiempo de la operación no debe pasar de los 30 minutos.

En nuestro caso como la cantidad mínima que admitía la tolva de la máquina inyectora, para elaborar un objeto - aceptable, era de un kilo, no fue necesario recurrir a una mezcladora especial, sino que bastó con un recipiente de hojalata, herméticamente cerrado, perfectamente limpio y una capacidad de tres - kilos. El batimiento se efectuó a mano.

2°) Molino:

El material plástico fue molido, en un molino a martillo (de 12 martillos) Modelo IX Marca Schulman (Lab. O.S.N.) (Ver reproducción fotográfica adjunta)

3°) Secadores:

Para el secado de los colorantes, fue suficiente con una lámpara de rayos infrarrojos.

4°) Balanzas:

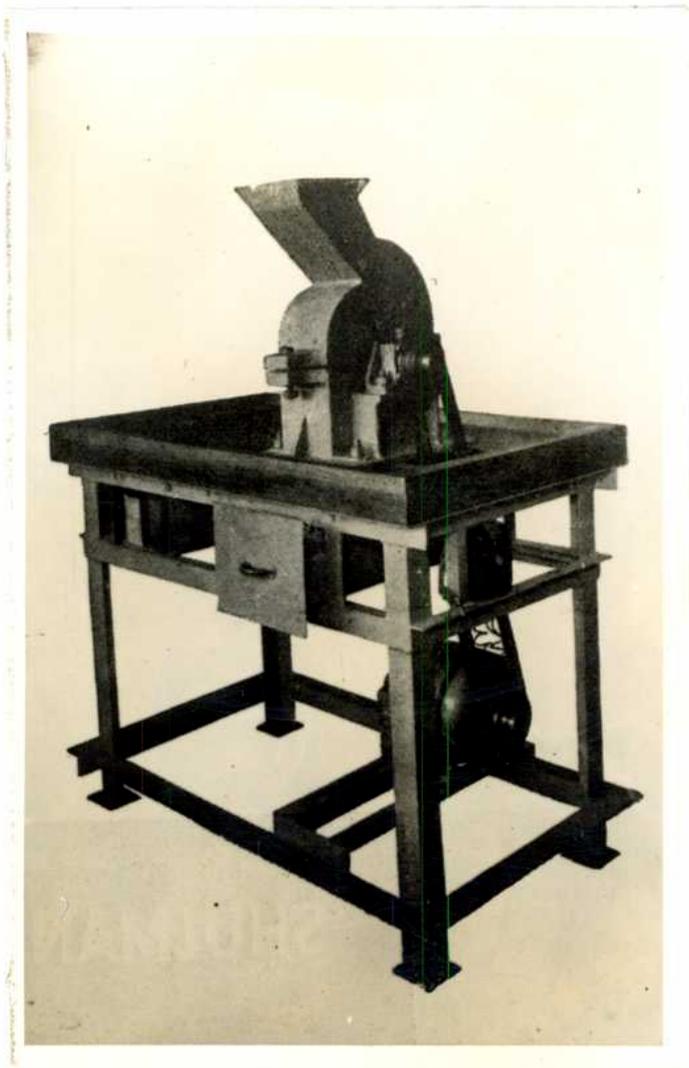
El poliestireno, se pesó en una balanza comercial común y los colorantes y pigmentos, lo fueron en una de precisión, debido a que se pesan cantidades pequeñas de los mismos.

b) Operaciones previas

1°) Para el poliestireno:

La industria provee, un tipo especial de poliestireno para ser coloreado, como ser el "Lustrex P₁X-6"; pero la imposibilidad de hallarlo en plaza, nos impulsó a utilizar residuos de moldeo no coloreados y piezas rechazadas, con lo cual ensayamos, un empleo útil de esos materiales.

Todo el poliestireno a emplear fue previamente molido lo más minuciosamente posible. Los recortes de tamaño grande fueron inicialmente segmentados, en trozos más pequeños con



Molino a martillos

ayuda de un instrumento contundente (martillo, barra etc.)

Es interesante destacar que no se produce calentamiento alguno del material, durante la molienda, la que por otra parte se realiza rápidamente.

Luego se procede a la tamización, con tamices con orificios de 1,5mm y 2 mm de diámetro, obteniéndose así material de dos tipos de gránulos, de perfecta uniformidad, lo cual facilita, una mejor distribución del color.

Es de hacer notar, que el poliestireno, en forma de cubitos, tan común en la industria moldeadora, no es recomendable para ser coloreado en seco, debido al ulterior veteado, que presentan los objetos elaborados con el mismo.

--

2º) Para los colorantes:

Son en realidad muy pocas las operaciones previas requeridas para los colorantes, ya que los mismos, son productos de una elaboración esmerada. Sin embargo, fue menester someterlos a la acción del mortero, para pulverizar algunos gránulos grandes y lograr una mayor uniformidad, pudiéndose luego, tamizarlos, si así fuera necesario.

Como los colorantes tienen tendencia a agruparse, debido a la absorción de humedad, es importante secarlos antes de su empleo. Esta operación, que se puede efectuar con aire caliente, se la realizó, exponiendo a los colorantes a la acción de una lámpara común de rayos infrarrojos, durante diez minutos, para lo cual fueron cuidadosamente distribuidos sobre trozos de papel de filtro, colocándoselos, después en tubo de ensayos perfectamente secos y tapados con cierres de goma.

a) Procedimiento del coloreado

La operación consiste en mezclar lo más íntimamente posible, los gránulos del poliestireno, con los distintos colorantes o pigmentos empleados. Cada uno de estos se ha mezclado con un kilo de material plástico, por las razones ya mencionadas.

Para el desarrollo del presente método, en escala industrial, reviste gran importancia la exactitud con que se pesan los materiales antes de proceder a la mezcla, ya que una vez logrado un matiz aceptable, hay que estar en condiciones de reproducirlo, cada vez que el mercado consumidor así lo requiera.

Con respecto a las cantidades de colorantes y pigmentos empleados, se ha seguido con ligeras variantes, las fórmulas recomendadas por la Monsanto Chemical Company.

En la siguiente tabla, damos las cantidades pesadas por kilo de poliestireno:

<u>COLOR</u>	<u>CANTIDAD</u>
Rojo	4,40 gr
Amarillo	5,00 gr
Azul	5,00 gr
Negro	3,00 gr
Verde	1,00 gr
Verde-anilina	3,00 gr

--

Para lograr una mayor dispersión, se echó en el recipiente ya mencionado, parte de la cantidad de poliestireno pesado para la operación, agregándose luego, lentamente cada

cada uno de los colorantes usados, con agitación del recipiente.

El hecho de agregar, en forma lenta, se debe a que hay que evitar posibles desigualdades en la concentración del color.

Finalmente se añade, el remanente del material plástico. Después, tapado herméticamente, el "mezclador", se batió durante 10 a 15 minutos. El contenido se volcó a continuación - en bolsas de papel, terminándose así, la operación del mezclado. Quedando el material listo para ser inyectado. (Ver al final del presente trabajo, las muestras coloreadas)

Cabe mencionarse que para cada colorante, es imprescindible, proceder a una limpieza rigurosa del recipiente, a fin de evitar posibles "contaminaciones" de color.

Como ya se ha dicho, la utilización del coloreado en seco, permite aprovechar piezas rechazadas, que pueden ser bastante aceptablemente coloreadas con pigmento negro.

En nuestro trabajo, usamos piezas de colores transparentes. Los que previamente molidos y tamizados, fueron teñidos con pigmento negro B.A.S.F., a razón de 8,00 gr. por kilo de poliestireno.

Para residuos opacos, las cantidades de pigmento a agregar, pueden ser el doble o más, que las empleadas en nuestro caso.

--

d) Inyección de la mezcla

Cargada la tolva con el material coloreado, se procedió a su inyección. Las primeras coladas por su puesto no presentan uniformidad de coloración, debido fundamentalmente

a la presencia de aire, partículas extrañas etc. pero luego en las posteriores, la coloración se torna favorablemente homogénea.

Terminada la operación, para utilizar material coloreado con otro tinte, es necesario limpiar la máquina para evitar lógicas contaminaciones.-

Para lo anterior, desarmábamos al principio la inyectora y procedíamos a la limpieza del pico inyector y a sopletear el "cargador" de aquella, pero lo largo y engorroso del procedimiento, nos impulsó a cambiar de método. Utilizamos entonces poliestireno no coloreado, al que hacíamos "pasar" (inyectando) en cantidades de un kilo, para dejar así la máquina en condiciones de limpieza tales, como para emplearla con material con otros colores.

Finalmente, como ensayo, echábamos el material de colores distintos, uno a continuación del otro. Las primeras coladas para cada color no las tuvimos en cuenta, pero las últimas eran lo suficientemente aceptables. Esta condición, como la del hecho de ser un método rápido, nos dieron un resultado satisfactorio para la índole de este trabajo.

000000

e) Ensayos físicos y químicos.

Es indudable que de todos los ensayos que se pueden realizar con el poliestireno coloreado, los más importantes son: el comportamiento frente al calor y a la acción de la luz.

Para dichas experiencias, se expusieron objetos de distintos colores a la acción de los rayos infrarrojos (lámpara común ya mencionada) y a la de los solares, dejándose otro objeto del mismo color que el sometido a la experiencia, como elemento de comparación, las conclusiones que demostraron la estabilidad óptima de los tintes (excepto la del verde-anilina ya previsto) están resumidas en el siguiente cuadro:

<u>Color</u>	<u>Rayos infrarrojos</u>		<u>Rayos solares</u>		
	15 min	30min	1 día	3 días	5 días
Rojo	inalterable	idem	inalterable	id.	id.
Amarillo	inalterable	id.	inalterable	id.	id.
Azul	inalterable	id.	inalterable	id.	id.
Verde-anilina	--alterable	---	-- decoloración	---	---

Como uno de los más comunes usos, que se hacen del poliestireno, en nuestro país, es la elaboración de artículos para el hogar - (Tazas, platos, pocillos, vasos etc.), los cuales son presentados en los colores más variados, por su mayor atracción, y venta, se experimentó los objetos coloreados con las más diversas sustancias, por ejemplo: café, manteca, leche, vino, aceite de oliva, clara de huevo, jugo de naranjas y de limón etc. y con respecto a los agentes químicos se efectuaron pruebas con HCl , $SO_4 H_2$, $NO_3 H$, $OHNH_4$, -

EtOH y agua. Agregaremos que las experiencias con comestibles se efectuaron a la temperatura ambiente y a la temperatura habitual de las heladeras familiares.

Todos los ensayos anteriores, están resumidos en los cuadros que siguen:

-Plástico rojo-

Ensayo con:	Temperatura	Tiempo	Resultados
Café	80°C	30 min	inalterable
Vino	ambiente	2 días	inalterable
Jugo de naranja	-5°C	1 día	inalterable
HCl 10 %	ambiente	2 días	inalterable
SO ₄ H ₂ 10 %	ambiente	2 días	inalterable
NO ₃ H 10 %	ambiente	2 días	inalterable
EtOH	ambiente	2 días	inalterable
OHNH ₄ 40%	ambiente	2 días	inalterable
H ₂ O.	0°C y 100°C	1 hora	inalterable .

-Plástico amarillo-

Ensayo con:	Temperatura	Tiempo	Resultados
Café	80°C	30 min	inalterable
Lecha	5°C	1 día	inalterable
Manteca	ambiente	2 días	inalterable
HCl 10 %	ambiente	2 días	inalterable
SO ₄ H ₂ 10 %	ambiente	2 días	inalterable
NO ₃ H 10 %	ambiente	2 días	inalterable
EtOH	ambiente	2 días	inalterable
OHNH ₄ 40 %	ambiente	2 días	inalterable
H ₂ O	0°C y 100°C	1 hora	inalterable

-Plástico azul-

Ensayo con:	Temperatura	Tiempo	Resultado
Vino	3°C	2 días	inalterable
Jugo de limón	-5°C	1 día	inalterable
Mayonesa	ambiente	2 días	inalterable
HC ₁ 10 %	ambiente	2 días	inalterable
SO ₄ H ₂ 10 %	ambiente	2 días	inalterable
NO ₃ H 10 %	ambiente	2 días	inalterable
EtOH	ambiente	2 días	inalterable
OHNH ₄ 40 %	ambiente	2 días	inalterable
H ₂ O	0°C y 100°C	1 hora	inalterable

-Plástico negro-

Ensayo con:	Temperatura	Tiempo	Resultado
Leche	5°C	1 día	inalterable
Aceite de oliva	ambiente	2 días	inalterable
Clara de huevo	ambiente	2 días	inalterable
HCl 10 %	ambiente	2 días	inalterable
SO ₄ H ₂ 10 %	ambiente	2 días	inalterable
NO ₃ H 10 %	ambiente	2 días	inalterable
EtOH	ambiente	2 días	inalterable
OHNH ₄ 40 %	ambiente	2 días	inalterable
H ₂ O	0°C y 100°C	1 hora	inalterable

El éter, la acetona, la nafta, el kerosene, el benceno, el toluol, el xilol, el acetato de amilo etc. producen los efectos ya conocidos sobre el poliestireno, por lo tanto no pueden -

tomarse los mismos como conclusiones definitivas, en lo que respecta a colorantes y pigmentos.

Podemos afirmar, que solamente la acción del uso deja sus huellas en los objetos coloreados por este método tales son las bondades y grado de dispersión de los tintes empleados.-

0000000

6°) CONCLUSIONES

Por todo lo expuesto podemos llegar a la conclusión que el método de coloreado en seco del poliestireno, es - por su sencillez, por los pocos elementos necesarios para realizarlo y por la oportunidad tan provechosa de utilizar desechos y piezas rechazadas, como así también por el bajo costo de los colorantes y pigmentos, un proceso de amplia aplicación, de posibilidades económicas muy ventajosas y sobre todo de resultados excelentes y duraderos en lo que respecta a la coloración.

Es indudable que el éxito de la operación reside en gran parte en las bondades, como ya se ha dicho, de los colorantes y pigmentos, por lo tanto es imprescindible proveerse de los mismos en firmas de reconocida solvencia técnica, como son - principalmente, las alemanas y norteamericanas; pero en esto reside un inconveniente que creemos transitorio. En efecto, las limitaciones en las importaciones de estos elementos, no permiten por el momento a la industria plástica argentina, un desarrollo amplio y feliz del método, que hemos estudiado y nuestra modesta experiencia puede augurar.

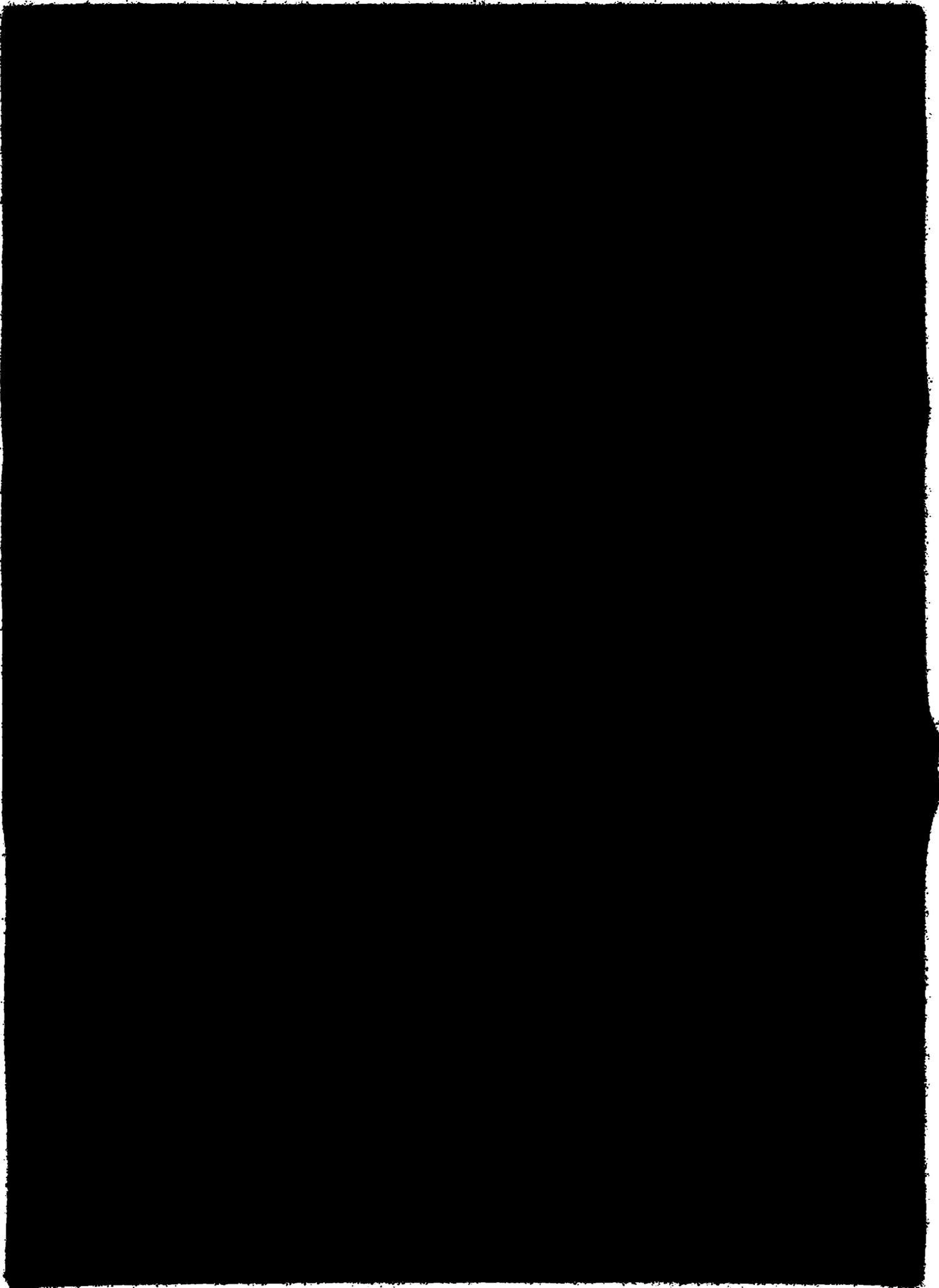
000000

7º) BIBLIOGRAFIA

- "Plastic" por J.H.DuBois-Ed.American Technical Society-1947
- "Plastic Handbook for Products Engineers" por John Sasso-Ed.
McGraw-Hill Book Company - 1946
- "The Production and Properties of Plastics" por S.León Kaye
Ed.International Texbook-1947
- Plásticos Modernos" por Harry Barron-Ed.castellana-
- "Plásticos,introducción a su tecnología" por Henry Richardson
y J.W.Wilson-Ed.Aguilar,Madrid
- "Tratado General de Plásticos" por Simonds,Weith y Bigelow .
- "The Chemistry and Physics of Organic Pigments" por Lyde S.Pratt
Ed.John Willey and Son-1947.
- "Styrene-Analitical Methods for Polystyrene" TheDow Chemical Co.
- "Fundamental considerations in the injection molding of Polys-
tyrene-The Dow Chemical Company-1946
- "Control Flow,Balance gating and other considerations in Polyg
tyrene-The Dow Chemical Company-1946
- "Crazing of Polystyrene" The Dow Chemical of Canada.
- "Dry coloring Lustrex Estyrene" Monsanto Chemical Company
- "Plásticos para material eléctrico" por W.J.Tucker-R.S.Roberti
Ed.Gustavo Gilli

000000





COLOREADO EN SECO DEL POLIESTIRENO



Material antes
de ser coloreado



Material después
de ser coloreado

gránulo fino



gránulo grueso