

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE QUIMICA

**EFECTO DE CARGAS EN FORMULACIONES
DE PCV**

M O N O G R A F I A
PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO QUIMICO
p r e s e n t a
RAFAEL PAREDES HOYUELA

MEXICO, D. F.

1973

M-165616



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

INTEGRACION DEL H. JURADO DESIGNADO PARA EL EXAMEN :

PRESIDENTE	Prof. JULIO TERAN ZAVALA.
VOCAL	" HECTOR SOBOL ZAZLAV.
SECRETARIO	" FERNANDO ITURBE HERMANN.
1er SUPLENTE	" ANTONIO REYES CHUMACERO.
2do. SUPLENTE	" MARGARITA GONZALEZ TERAN.

Sitio donde se desarrolló el tema: ARGUS QUIMICA MEXICANA, S.A.
DE C. V.

SUSTENTANTE: RAFAEL PAREDES HOYUELA.

ASESOR DEL TEMA: QUIMICO JULIO TERAN ZAVALA.

SUPERVISOR TECNICO: DR. WALTER WEBER.

CON TODO MI AMOR, YA QUE
SUS ESFUERZOS NO FUERON --
VANOS.

A MI MADRE:

DOLORES HOYUELA VDA. DE PAREDES.

CON INFINITA ADORACION A MI ESPOSA :

LOURDES CAMARENA DE PAREDES.

A MI HIJO: RAFAEL PAREDES CAMARENA :

COMO EJEMPLO PARA SER SUPERADO.

MONOGRAFIA

"EFECTO DE CARGAS EN FORMULACIONES DE PCV"

INTRODUCCION

	Pág.
<u>CAPITULO I</u> OBJETO DE LAS CARGAS	3
MODIFICACION DE PROPIEDADES DEL COM- PUESTO	5
DISMINUCION DE COSTO	6
<u>CAPITULO II</u> DESCRIPCION DE LAS PRINCIPALES CARGAS EMPLEADAS EN PCV	12
PROPIEDADES FISICAS DE LAS CARGAS	13
PRINCIPALES CARGAS EMPLEADAS EN PCV	25
<u>CAPITULO III</u> EFECTO DE CARGAS EN FORMULACIONES DE PCV	30
PROPIEDADES FISICAS DE COMPUESTOS QUE -- CONTIENEN CARGA	31
PLASTISOLES	
COMPUESTOS RIGIDOS Y SEMIRIGIDOS	50
COMPUESTOS FLEXIBLES	52

INTRODUCCION

El objeto de este trabajo monográfico es proporcionar información práctica para el uso de las cargas en PCV.

Las cargas son incorporadas en los compuestos de PCV, para mejorar sus propiedades generales, introducir características particulares ó para reducir el costo del compuesto aunque sus propiedades físicas pueden también ser modificadas.

En compuestos frágiles como linolium, las cargas fibrosas son las adecuadas. Para proporcionar resistencia al impacto, otro tipo de cargas son usadas para incrementar su dureza, mejorar sus propiedades eléctricas, alterar su densidad y reducir el costo ó dar alguna propiedad particular a compuestos flexibles.

La exposición se hace en tres capítulos:

En el Capítulo I, se habla sobre sus propiedades y costo.

En el Capítulo II, se detalla sobre propiedades físicas de las cargas y, en el Capítulo III, se habla de las propiedades físicas de un compuesto que contiene carga, formulaciones típicas y efecto que causa las cargas en los compuestos de PCV.

"OBJETO DE LAS CARGAS"

Los principales objetivos de las cargas son; modificar las propiedades y reducir el costo de los compuestos de Policloruro de Vinilo (PCV) - y con una buena selección de éstas se obtienen numerosas ventajas tales como:

- a) Opacidad
- b) Resistencia a la luz ultravioleta
- c) Mejora de propiedades eléctricas
- d) Aumento de dureza
- e) Alteración de densidad
- f) Resistencia al impacto
- g) Resistencia a la abrasión
- h) Resistencia al calor
- i) Resistencia al desgarre
- j) Resistencia a la tensión

También se puede considerar que las cargas afectan las propiedades químicas de los compuestos de PCV. (14)

Las cargas se seleccionan por su color, tamaño y forma de partícula, densidad, facilidad de dispersión en la resina y contenido de impurezas. Por esto presentan un panorama confuso a las personas que tienen a su cargo la adquisición ó compra de estos materiales, pues tienen que hacer una selección adecuada para no tener problemas en sus formulaciones. Poniendo como ejemplo el Carbonato de Calcio (CaCO_3) ya que podemos encontrar este material como; Carbonato de Calcio húmedo, Carbonato de Calcio precipitado, etc., donde cada uno tiene su nombre comercial, esto hace que se complique aún más la selección adecuada para un proceso óptimo. (2)

MODIFICACION DE PROPIEDADES DE UN COMPUESTO DE PCV.

La selección de las cargas para aplicaciones en compuestos de PCV, se hace indudablemente por su constitución química, disponibilidad y costo, pero el límite de su utilidad depende definitivamente de sus características físicas.

Por lo tanto, se encuentra que la carga ideal debe reunir una variedad amplia de propiedades tanto físicas como químicas, requeridas para un compuesto de PCV y son:

- 1) Un mejoramiento al máximo de las propiedades físicas deseadas de los compuestos de PCV.
- 2) Baja absorción de humedad.
- 3) Una densidad adecuada para aplicaciones apropiadas.
- 4) Libre de impurezas químicas que produzcan efectos físicos inconvenientes ó nocivos para el compuesto.
- 5) Bajo costo y buena disponibilidad.
- 6) No inflamable.
- 7) Sin olor.
- 8) Buen retenimiento de color durante el proceso sin efecto sobre otros colores.
- 9) Buena resistencia química.
- 10) Buena resistencia al calor.

- 11) Facilidad para el control del tamaño de partícula.
- 12) Buenas características de dispersión.
- 13) Baja solubilidad en agua. (1)

Desafortunadamente no todas las cargas satisfacen las propiedades anteriores, por lo que se tiene que sacrificar las propiedades menos importantes para que las más importantes intervengan adecuadamente en los compuestos de PCV. Como ejemplo tenemos, que cuando se agrega una carga a una formulación se tiene el peligro de cambiar algunas propiedades como: flexibilidad y transparencia, pero estos cambios pueden ajustarse por medio de una proporción de carga y plastificante, pudiendo ser una técnica con éxito, pero mal empleada puede convertirse en un problema que lleva mucho tiempo y dinero y este problema consiste en ajustar adecuadamente el contenido de plástificante en un compuesto que contenga carga. (2)

DISMINUCION DE COSTO.

Se considera la reducción de costo como una de las razones más importantes para la adición de carga a compuestos de PCV. Se realizaron varias pruebas de compuestos que tuvieran carga y fueron calculados sus costos, tomando como base; Resina, Plastificante y Carga y por simplicidad

el costo de lubricante, estabilizador y plastificantes epoxidados no fueron -
tomados en cuenta, los precios de los principales materiales son:

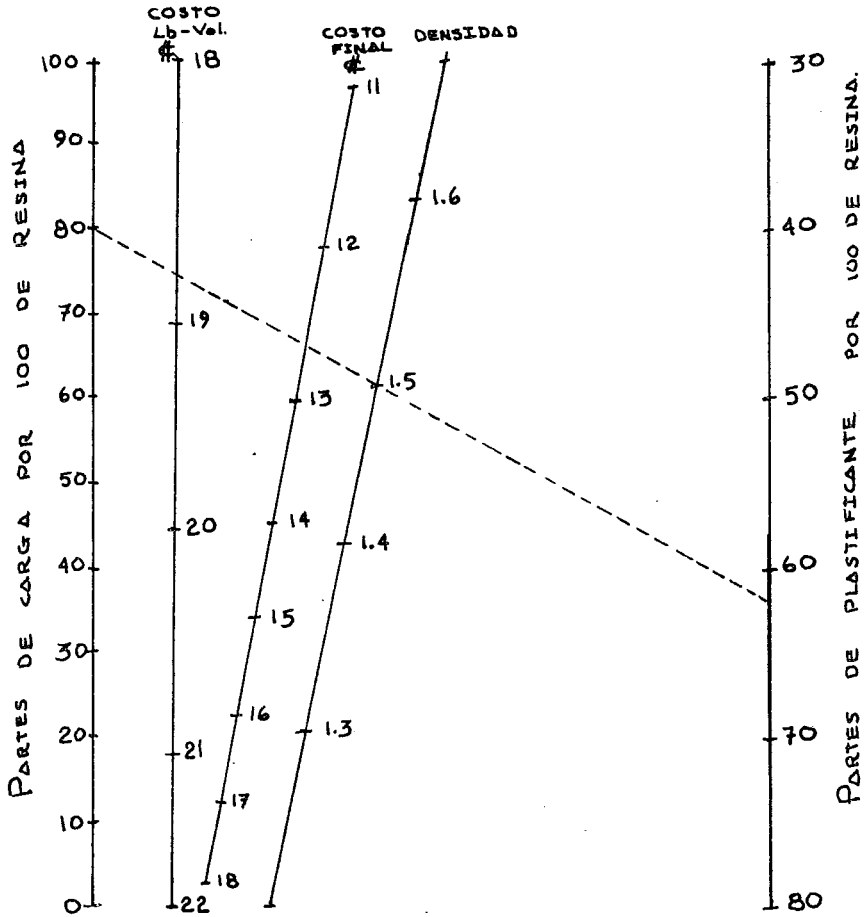
Resina	\$ 7.00 Kg.
Plastificante	9.00 Kg.
Carga	1.00 Kg.

Habiendo efectuado la adición de la carga se encontro una dis-
minución considerable de costo en el compuesto, como se puede observar en
la gráfica No. 1.

Esta gráfica expone el costo por Lb-Vol y su densidad, éstas son
utilizadas para calcular el costo final del compuesto, pero esta disminución
es menos marcada cuando se saca el costo de Lb-Vol, como se puede apre-
ciar claramente en la gráfica anterior. La carga provoca un aumento en la
densidad del compuesto de vinilo y reduce notablemente el costo del com-
puesto, pero el plastificante presenta un panorama inverso a la de la carga,
ya que a mayor cantidad de plastificante, el costo del compuesto es mayor
y menor su densidad. (3)

La densidad de las cargas es muy importante para calcular el --
costo del compuesto de vinilo ya que si se toma una base de peso, esto dará
mayor cantidad de Kgs. de compuesto final que la de una base de volumen-
(gráfica No. 2), esto es debido a que la carga tiene una densidad de dos -

GRAFICA No. 1

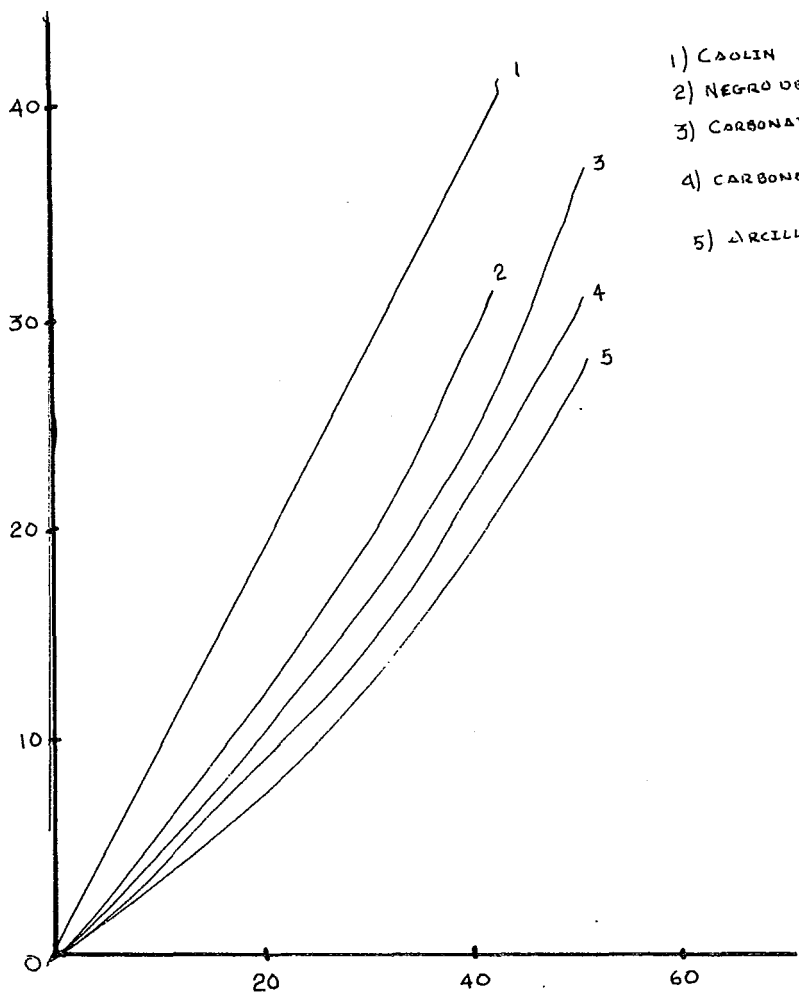


GRAFICA RELACIONANDO COSTO Y DENSIDAD CON
CARGA Y PLASTIFICANTE

veces mayor a la de la resina y tres veces mayor a la del plastificante y por ésto la densidad del compuesto aumenta rápidamente, sin embargo la mayoría de las industrias que fabrican producto final de PCV consideran una base de volumen pues ésta nos indicará el punto óptimo de las cargas en un compuesto, desde el punto de vista de reducción de costo. (2)

GRAFICA No. 2

PARTES DE CARGA POR VOLUMEN.



- 1) CAOLIN
- 2) NEGRO DE CARBON
- 3) CARBONATO DE CALCIO PRESEPIITADO
- 4) CARBONATO DE CALCIO NATURAL
- 5) ARCILLA

PARTES DE CARGA POR PESO

VARIACION DE CARGAS CON UNA BASE DE VOLUMEN CON
UNA BASE DE PESO

CAPITULO II

"DESCRIPCION DE LAS PRINCIPALES CARGAS EMPLEADAS EN PCV"

Las cargas han sido clasificadas de acuerdo con sus características químicas y físicas, éstas se pueden dividir inicialmente en orgánicas e inorgánicas y las del grupo inorgánico son subdivididas en fibrosas y no fibrosas. (5)

El grupo orgánico puede considerarse como pigmento y no como carga para los compuestos de PCV, y es debido a su alto costo. En el grupo inorgánico del tipo fibroso se tiene exclusivamente una carga aplicable a los compuestos de PCV y es el asbesto, en el tipo no fibroso es donde se encuentra el mayor número de cargas para esta Industria y las principales empleadas en México son:

- 1) Carbonato de Calcio
- 2) Carbonato de Calcio Precipitado
- 3) Caolín (Silicato de Aluminio Anhidro)
- 4) Talco (Silicato de Magnesio)

Y en usos más limitados se encuentran las siguientes cargas; Sílice, Silicato de Calcio, Mica y Sulfato de Bario. (5)

PROPIEDADES FÍSICAS DE LAS CARGAS.

Las propiedades físicas más importantes de las cargas empleadas en formulaciones de PCV son:

- a) Tamaño, forma y distribución de partícula
- b) Area superficial
- c) Absorción de aceite
- d) Índice de refracción, opacidad y color.
- e) Densidad
- f) Dureza (1)

A continuación se presentará una tabla en la cual se exponen algunas de las propiedades físicas de las principales cargas, incluyendo algunas que no son muy usadas en compuestos de vinilo. (2)

TABLA No. 2

NOMBRE COMERCIAL	NOMBRE QUIMICO	TIPO DE PARTICULA	DENSIDAD	ABSORCION DE ACEITE	COLOR	COSTO APROX. \$/ Kg.	IND. DE REFRACCION
ARCILLA	Silicato de Aluminio	No Fibroja Polvo	2.58	44	Blanco	.65	1.56
CAOLIN	Silicato de Aluminio Anhidro	No Fibroja Polvo	2.63	45	Blanco	1.05	1.56
TALCO	Silicato de Magnesio	No Fibroja Polvo	2.71	49	Blanco	2.70	1.59
MICA	Silicato de Aluminio Potásico	No Fibroja Polvo	2.75	55	Blanco	3.30	1.60
ASBESTO	Silicato de Magnesio Anhidro	Fibroja	2.56	—	Gris	1.65	1.52
BLANQUEADOR	Carbonato de Calcio	No Fibroja Polvo	2.71	5-6	Blanco	.05	1.60
BARITEX	Sulfato de Bario	No Fibroja Polvo	4.46	7	Blanco	2.00	1.64
CARBONATO DE CALCIO	Carbonato de Calcio Precipitado	No Fibroja Polvo	2.65	63	Blanco	2.40	1.63

a) Tamaño, Forma y Distribución de Partícula.

Las cargas están sujetas a mediciones del tamaño de partícula y frecuentemente se encuentra un gran número de partículas que difieren en tamaño y forma. Con el fin de determinar el tamaño de la carga es esencial que todas las partículas sean medidas individualmente u no en grupo. Las formas de las partículas varían ampliamente, son: desde esféricas en forma cristalina regulares a formas irregulares y fibrosas. (4)

A causa de estas irregularidades en su forma es difícil definir sus dimensiones. Las dimensiones de dichas partículas son; longitud, ancho, y espesor que se designan como L, A, E; respectivamente, por lo tanto, se ha designado los siguientes métodos para calcular dichas dimensiones por ejemplo, para sacar el tamaño promedio de ellas, puede tomarse "A" como la dimensión definida, ya que representa la dimensión intermedia y es generalmente el factor que controla su paso por las mallas, posteriormente se toma y se mide en un microscopio. El promedio de las dimensiones entre partículas pequeñas y grandes es: $\frac{(L A)}{2}$

Para determinar el tamaño de partícula de forma esférica no importa cual sea el valor tomado ya que todos los valores son iguales es decir $L = A = E$.

Para las partículas en forma de aguja ó placa, los valores para L , A , E , son completamente diferentes y de ahí que es fundamental la forma y promedio de las partículas empleadas. La dispersión del tamaño de partícula se representa generalmente por una curva de distribución. Como la que se muestra en la Gráfica III (1).

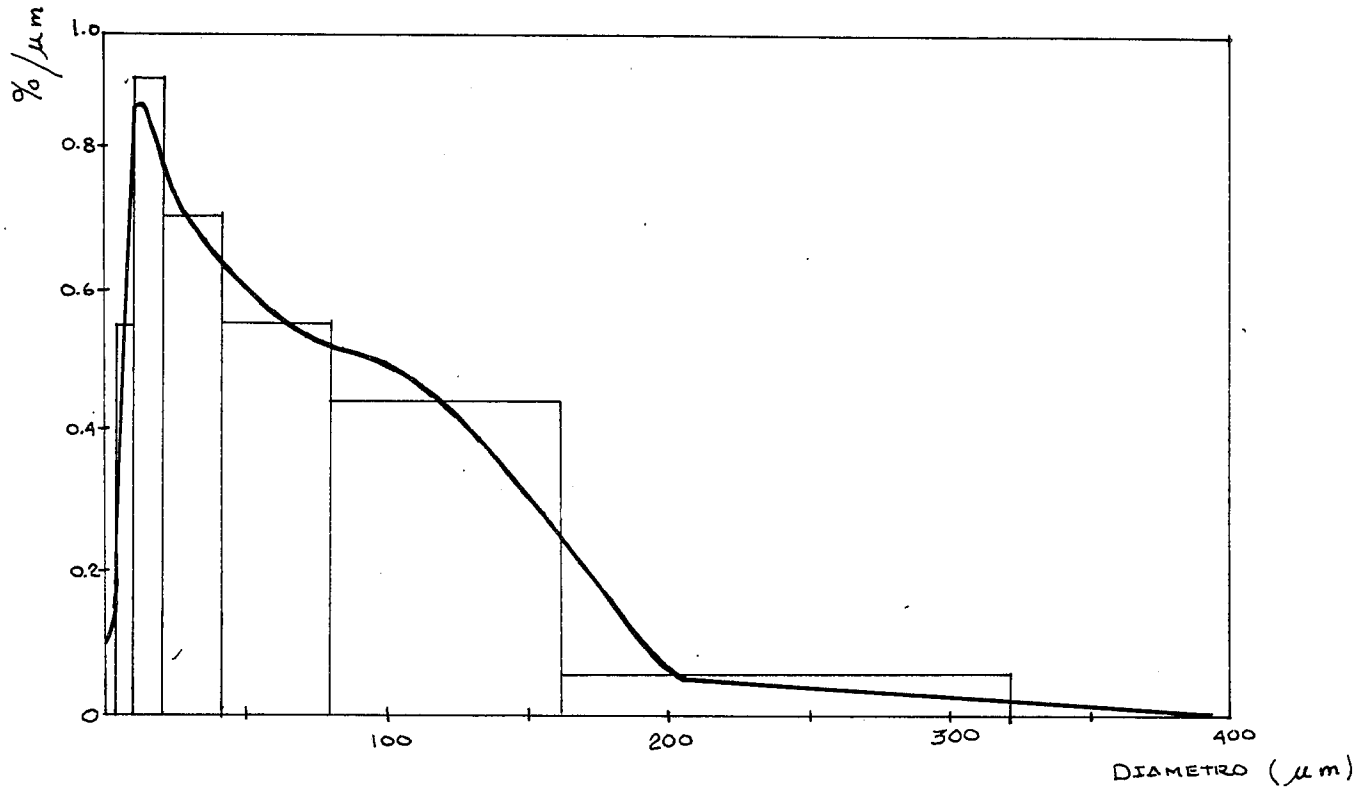
b) Area Superficial :

El término Area Superficial de un polvo, puede tener varios significados dependiendo del Area Visible que es el Area Externa a Simple vista, de un polvo. No poroso. Del Area Externa, es la que se puede medir cuantitativamente por medio de un microscopio graduado para partículas — no porosas. Del Area Interna es para partículas porosas difícil de medir y generalmente no se toma en cuenta por lo tanto el Area Superficial es la Suma del Area Interna, más el Area Externa. (10)

La determinación del Area Superficial a partir del tamaño y distribución de partícula es larga y tediosa, por lo tanto, no es muy usado dicho método, y entre todos los métodos el más empleado es el de Foto-Extinción.

Esta técnica desarrollo un método rápido para la determinación del Area Superficial de las cargas, que consiste en pasar un haz de luz de -

GRAFICA No. 3



CURVA DE DISTRIBUCION DEL TAMAÑO DE PARTICULA

intensidad constante al través de una suspensión que contenga carga en keroseno hacia una celda fotoeléctrica y que produce una corriente eléctrica - que se mide con un microamperímetro dándonos la medida del Area Superficial que se puede decir que es el Area Externa de la partícula. (1)

c) Absorción de Aceite.

Las cargas son materiales que absorben gran cantidad de plastificante de tipo Ftalato (DOP), por lo que se debe tener mucha precauciónal ser mezclado el compuesto, pues si son agregadas las cargas junto con elplasticante, éstas absorberán gran cantidad de aceite, evitando que la resina absorba la cantidad de aceite necesaria, dando una mala dispersión y problemas como; menor flexibilidad del compuesto, mayor opacidad, etc. - (2)

Los valores de absorción de plastificante de las cargas son diferentes para cada una de ellas, dependiendo de su tamaño de partícula, delárea superficial y finura de la partícula. Los valores para las principales cargas son las siguientes: (8)

CARGA	PARTES ABSORBIDAS DE PLASTIFICANTE POR 100 DE CARGA
Carbonato de Calcio	36
Carbonato de Calcio Precipitado	63
Caolín	45
Asbesto	0

Para determinar la absorción de aceite de las cargas hay un método clásico y es el siguiente:

Se colocan 100 partes de carga sobre una superficie de vidrio y se agrega plastificante mezclándolo hasta obtener una pasta dura homogénea, donde si agregamos otra gota de plastificante la pasta empieza a soltar el plastificante de exceso. Este método no es muy exacto, ya que puede haber un gran error personal. (1)

Otro método tuvo que ser investigado para disminuir el porcentaje de error, encontrándose un método que utiliza un Pulverizador Automático, en este método se agrega la carga al plastificante en lugar de hacerlo a la inversa, éste método es mejor aunque más laborioso y tardado. (1)

El valor de absorción de aceite de una carga es la cantidad de aceite que pueden retener 100 partes de carga. (2)

d) Densidad.

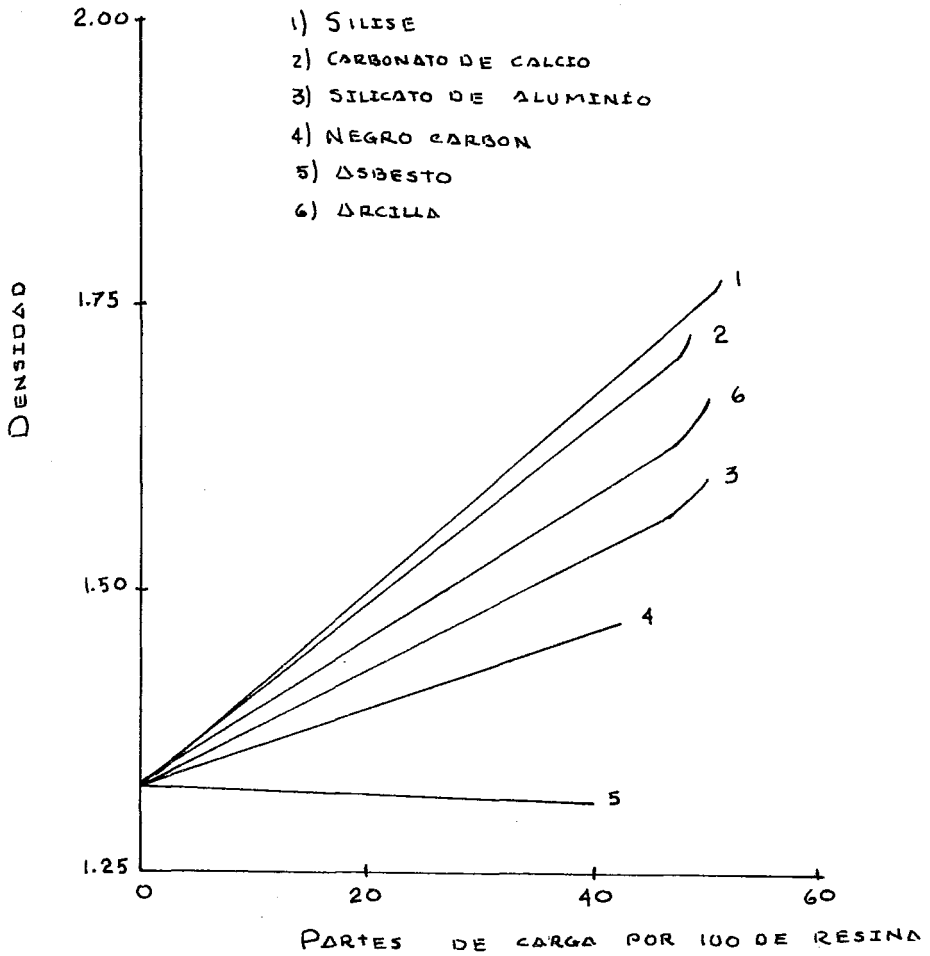
Los valores reales para la densidad de una carga son muy importantes en la Industria del Plástico, ya que va a determinar la densidad de un compuesto de PCV, es decir a mayor cantidad de carga en un compuesto mayor será la densidad como se aprecia en la siguiente gráfica (Gráfica -- No. IV). (2)

La medición de la densidad de una carga es extremadamente difícil, debido a que cuando está en forma de polvo retiene aire. Los métodos más usados para la determinación de la densidad son por desplazamiento de un líquido, es decir la carga es depositada en un recipiente con un líquido no volátil y no solvente (Kerosina) para las cargas y se determina la densidad con un picnómetro. (1)

Otro método para la determinación de la densidad de una carga es por medio de un cálculo indirecto y es a partir de la densidad del compuesto y sustituyendo los valores conocidos de las densidades de otros componentes a fin de obtener la densidad de la carga por medio de la siguiente ecuación; (1)

$$S_c = \frac{G_c \times S_{pcv} \times S_p \times S_m}{G \times S_{pcr} \times S_p - S_m (G_{pcr} \times S_p + G_p \times S_{pcr})}$$

GRAFICA No. 41



GRAFICA QUE RELACIONA CARGA CON DENSIDAD

Donde :

G : Es el peso total de los componentes
(G_f G_{pcr} G_m)

G_c : Es el peso de la carga

G_{pcr} : Es el peso de la resina de PCV

G_p : Es el peso del Plastificante

S_c : Es densidad de la carga

S_{pcr} : Es la densidad de la resina de PCV

S_p : Es la densidad de Plastificante

S_m : Es la densidad de la mezcla ó del compuesto (1)

e) Índice de Refracción, Opacidad y Color.

Se ha demostrado que una carga puede cambiar la opacidad de un compuesto y esto es debido al índice de refracción de las cargas, por lo tanto, mientras mayor es el índice de refracción de la carga mayor será la opacidad, y no se puede olvidar que el índice de refracción es una función directa del tamaño, forma y número de partículas por unidad de volumen. -

(2)

El conocimiento de la opacidad relativa de diferentes cargas es indudablemente de gran interés en la Industria Plástica (PCV) a causa de la necesidad de la variación de efectos ya sea una completa transparencia ó --

una completa opacidad. (10)

Una forma de expresar la opacidad relativa, es por medio de la absorción de diferentes cargas en un medio particular, que consiste en comparar coeficientes de extinción de las cargas, ya que estos coeficientes son una medida de las características de absorción de las cargas y pueden ser obtenidas por la siguiente ecuación:

$$K = \frac{\log_{10} I_0/I_t}{CL}$$

Donde: K - Es el coeficiente de extinción

I_0 - Es el paso de la luz a través de un medio en un compuesto que no contiene carga.

I_t - Es la luz transmitida después de haber pasado al través de una longitud de L cm. conteniendo una concentración -- Cgr/l de carga.

La medición de I_0 y de I_t para valores conocidos de L y C son obtenidos con un absorciómetro de "Speker".

El color de las cargas puede ser rápidamente medido por medio de la vista y generalmente las cargas con un colorido mayor son más fáciles de seleccionar, en cambio con las cargas blancas es más difícil de seleccionar cual es la mejor carga desde el momento en que la gente encuentra diferentes colores blancos a la vista. (1)

Las cargas de colores claros (Blancos) se han encontrado con -
mayor utilidad dentro del PCV. ya que éstas son propias tanto para compues_
tos claros como oscuros. (4)

PRINCIPALES CARGAS EMPLEADAS EN PCV.

Se conoce una amplia variedad de cargas, pero en México no son empleadas el total de ellas, debido a que no ha habido gran interés por su investigación. Las cargas más empleadas en México son:

- 1) Carbonato de Calcio (CaCO_3)
- 2) Carbonato de Calcio Precipitado (CaCO_3)
- 3) Caolín (Silicato de Aluminio Anhidro)
- 4) Asbesto (Silicato de Magnesio).

1) Carbonato de Calcio (CaCO_3)

De todas las sales de Calcio, el Carbonato es el que más abunda en la naturaleza y esto hace que sea uno de los compuestos más investigados y empleados en varias Industrias. (15)

El Carbonato de Calcio es la carga más usada en compuestos de Vinilo, tanto para compuestos flexibles semirigidos y plastisoles. (13)

Se ha demostrado que en los compuestos de PCV que contengan Carbonato de Calcio, el estabilizador más compatible con este material es un estabilizador que contenga Zinc (Zn), y se requiere más contenido de lubricante (Ac. Esteárico) que en los compuestos que no tienen carga. Específicamente se necesitan 0.1 PCR de Ac. Esteárico por cada 8 partes de-

Carbonato de Calcio. (13).

2) Carbonato de Calcio Precipitado (CaCO_3)

Es un polvo micronizado blanco, insoluble en agua pura, pero - algo soluble en agua saturada de CO_2 (15).

El Carbonato de Calcio precipitado se emplea como carga en - formulaciones de PCV dando una textura más suave que el resto de las car-- gas, su empleo, desde luego es para obtener productos más finos y como con-- secuencia es una carga más costosa. (13)

3) Caolín (Silicato de Aluminio Anhidro)

Es una carga de tamaño de partícula fino, el Caolín se encuen-- tra con otras impurezas, por lo que tiene que ser lavado con agua numero-- sas veces hasta eliminar la arena, Sílice, mica, materias orgánicas, etc. - (6)

Ya el Caolín purificado es tratado térmicamente bajo un proce-- so perfectamente controlado, para que parte del agua combinada química-- mente, es decir parte de los grupos hidroxilos ($-\text{OH}$) sean expulsados y se - pueda formar la estructura cristalina.

Este Caolín con esta nueva estructura cristalina absorbe mayor - cantidad de electrolitos libres e incrementa la aceptación de ácidos en las -

formulaciones de PCV.

Esta carga es la más usada para formulaciones de cable eléctrico por sus propiedades como; aislante eléctrico, térmico, etc. (16)

4) Asbesto (Silicato de Magnesio)

El Silicato de Magnesio se encuentra muy exparcido en la naturaleza, donde en términos generales es un producto natural y de propiedades incombustibles y es conocido desde hace 2,000 años. (13)

El asbesto se presenta en forma de fibras, donde su uso es más exclusivo que el resto de las cargas en forma de polvo ó cristales. El asbesto es muy empleado por presentar grandes ventajas como: resistencia a manchas, al desgaste, bajo costo etc.

El asbesto en combinación con el Carbonato de Calcio se usa en formulación para piso. (12)

Otras Cargas.-

Además de las cargas vistas anteriormente existen una variedad de éstas que no son muy empleadas en México por la falta de investigación acerca de ellas, pero en otras partes del mundo son empleadas para diversos usos, entre ellas se encuentran las siguientes:

Silica, talco, silicato de calcio, mica, sulfato de bario, es co

nocido en México pero con usos muy limitados, por ejemplo para dar mayor densidad a un compuesto ya que esta carga se considera la de mayor densidad. El Negro de Carbón es empleado no como carga sino como pigmento - pues es orgánico y de color negro. (13)

CAPITULO III

" EFECTO DE CARGAS EN FORMULACIONES DE PCV "

En este capítulo se exponen brevemente, las propiedades físicas de un compuesto que contiene carga, y los efectos que producen las cargas al ser agregadas a compuestos de PCV, así como algunas formulaciones típicas para diversos procesos de fabricación tales como Calandreo, Extrusión, Moldeo, etc.

PROPIEDADES FISICAS DE COMPUESTOS QUE CONTIENEN CARGA

Las principales propiedades físicas de un compuesto que contiene carga son las siguientes:

- a) Dureza y Rigidez
- b) Fuerza de Tensión, Rompimiento y Elongación.
- c) Temperatura quebrable.

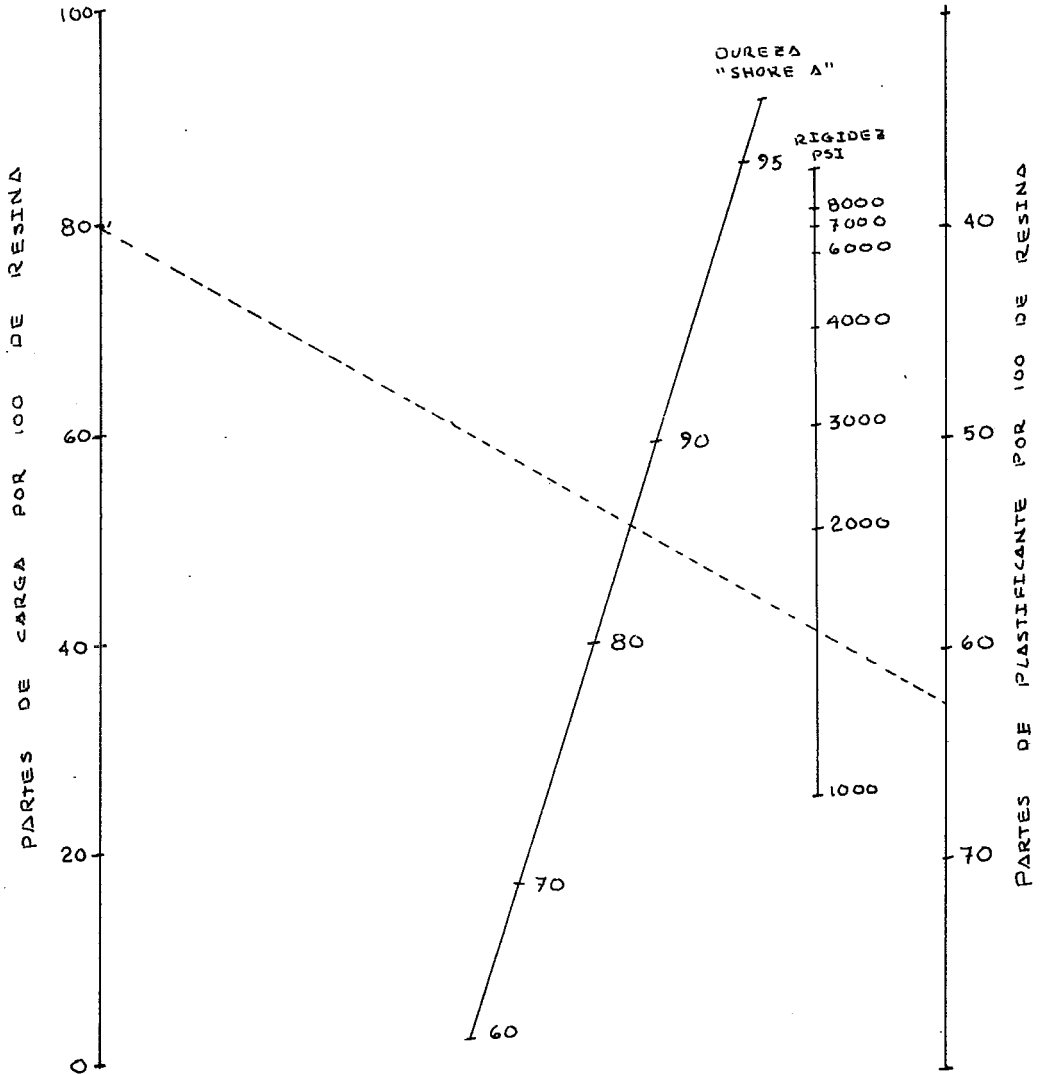
a) Dureza y Rigidez.-

Estas son dos propiedades importantes de los compuestos de PCV, cuya relación puede verse en la gráfica No. 5) (3).

La dureza es una propiedad muy útil en la Industria del plástico, ya que en todo producto terminado se tiene que especificar su dureza de acuerdo con el uso específico del material. (2)

Estos valores de dureza y rigidez se modifican por medio de la carga cuando el plastificante en un compuesto es fijo ya que a mayor contenido de carga es mayor la dureza y rigidez, y cuando la carga se fija podemos controlar estas propiedades con el contenido de plastificante para obtener la misma dureza y rigidez. Por lo tanto, podemos decir que regularmente por cada 10 pcr de carga se agregan 2 pcr de plastificante para no obte

GRAFICA No. 5



GRAFICA QUE DETERMINA DUREZA Y RIGIDEZ CONTRA CARGA Y PLASTIFICANTE

ner un cambio crítico de la dureza y rigidez del compuesto. (1)

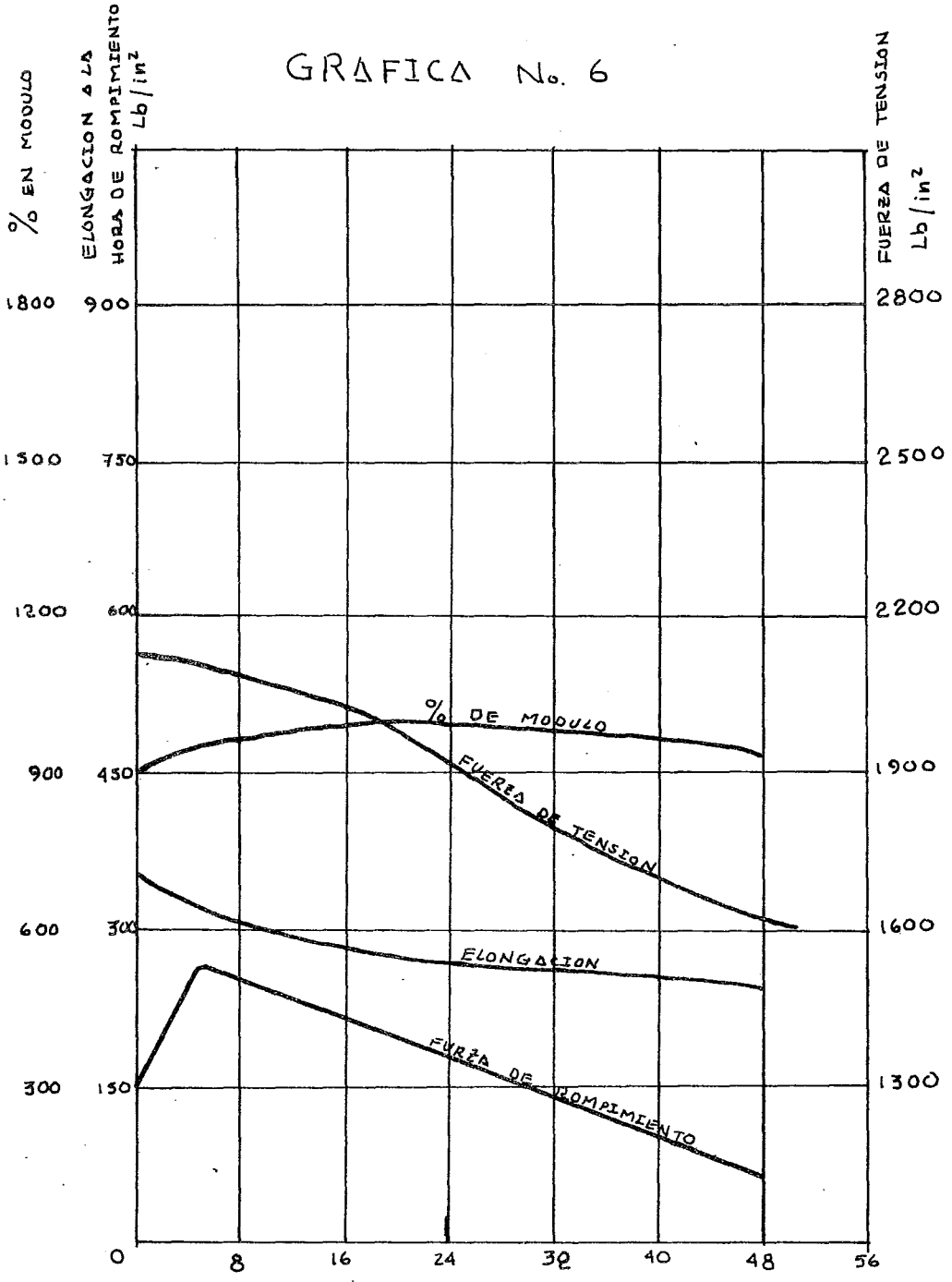
b) Fuerza de Tensión, Elongación y Rompimiento.-

Estas propiedades son muy importantes pues se ha visto que mientras mayor es el contenido de carga en formulaciones de PCV, las fuerzas de Tensión, Elongación y Rompimiento disminuyen como podemos observarlo en la (Gráfica No. 6) (11).

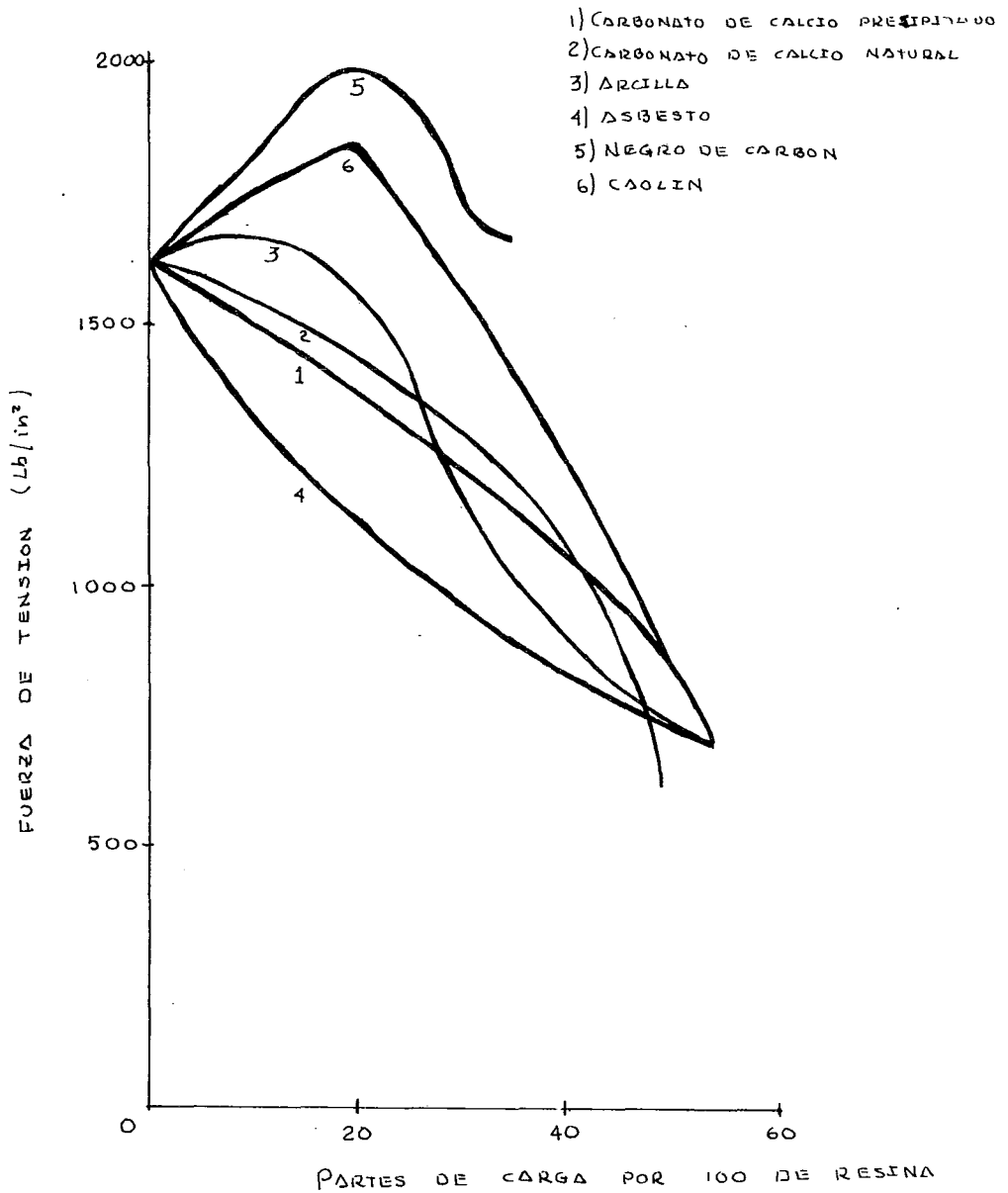
La pérdida de la fuerza de tensión y rompimiento es mayor mientras más grande es el tamaño de partícula de las cargas empleadas, en cambio la fuerza de elongación es mayor cuando el tamaño de partícula es más fino. En las siguientes gráficas se puede observar la fuerza de tensión, elongación y rompimiento para resina con diferentes cargas. (Gráfica No. 7) y (Gráfica No. 8) (1)

Estas propiedades se verán más claras comparando la función de las dos cargas más usuales, que son el Caolín y el Carbonato de Calcio. Las siguientes gráficas muestran los efectos en la Fuerza de Tensión, Elongación y Rompimiento del Caolín comparado con el Carbonato de Calcio. (Gráfica No. 9). Se puede ver claramente que el Caolín proporciona mayor fuerza de Tensión pero menor fuerza de elongación que el Carbonato de Calcio. (Gráfica No. 10). (8)

GRAFICA No. 6



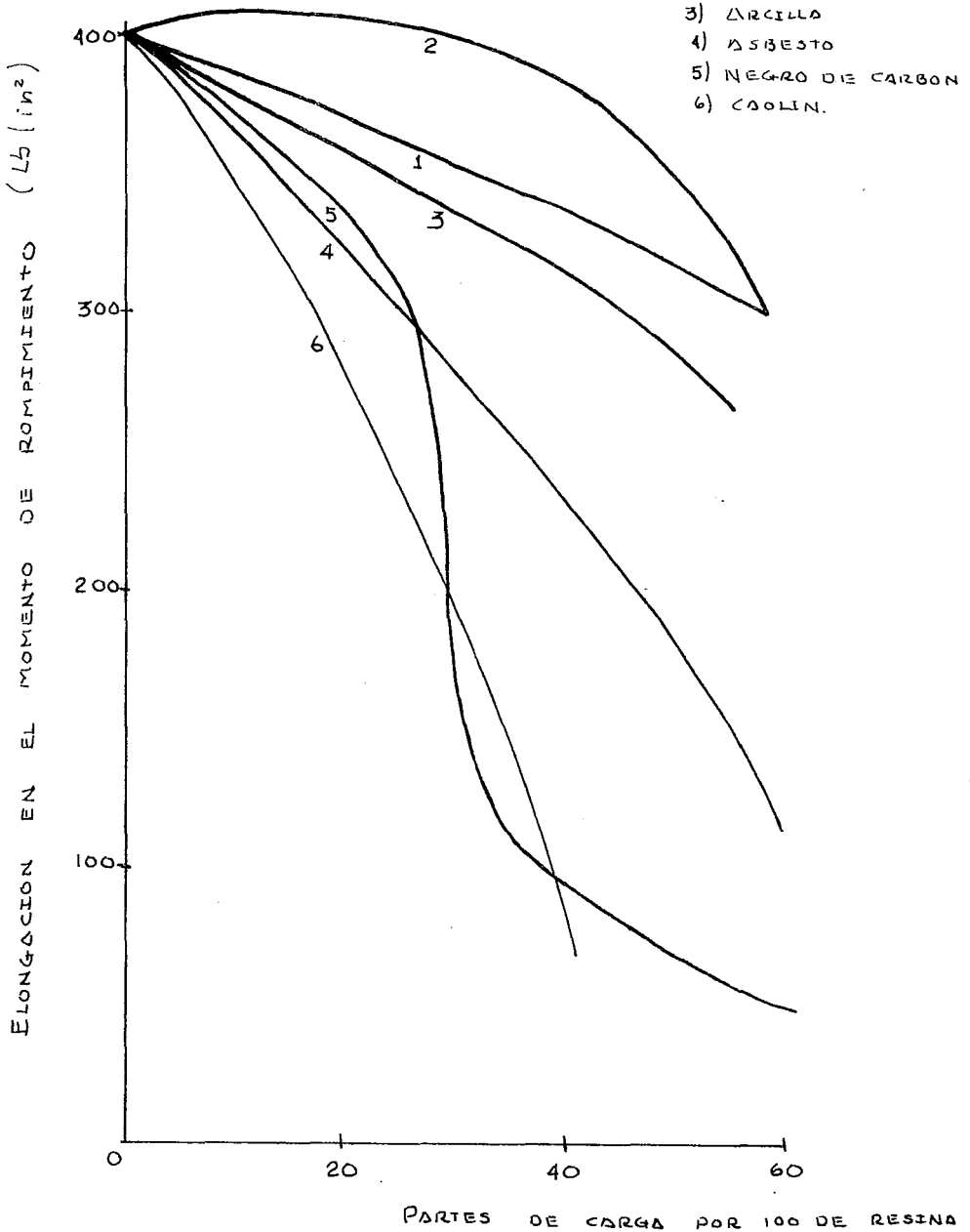
GRAFICA No. 7



GRAFICA CARGA VS. FUERZA DE TENSION

GRAFICA No. 8

- 1) CaCO_3 PRECIPITADO
- 2) CaCO_3 NATURAL
- 3) ARCILLA
- 4) ASBESTO
- 5) NEGRO DE CARBON
- 6) COOLIN.



GRAFICA DE CARGA CONTRA FUERZA DE ELONGACION

3) Temperatura Quebrable.-

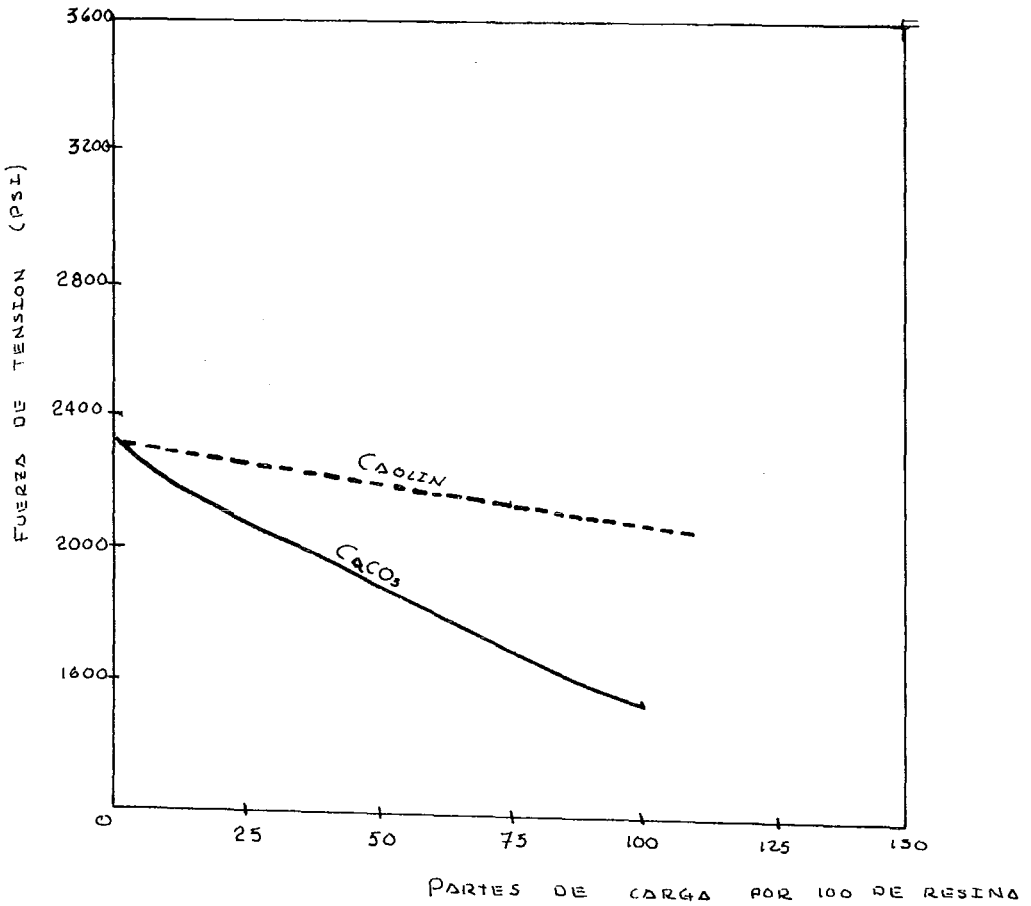
Un compuesto de vinilo es expuesto a la temperatura más baja - que puede soportar, a esto se le llama temperatura quebrable. Para este tipo de pruebas, las cargas son de gran utilidad como se puede apreciar en la (Gráfica No. 11) (2)

En la parte izquierda se expresa las partes de carga por cien de resina y en la parte derecha se expresan las partes de plastificante por 100 - de Resina y en el centro la temperatura quebrable expresada en grados centígrados ($^{\circ}\text{C}$) esta temperatura está en función del contenido carga-Plastifi - cante. (3)

A continuación se presenta una tabla con las principales propie - dades físicas de un compuesto que no contiene carga y otros compuestos que contienen diferentes cantidades de carga y plastificante. (3) (Tabla No. - II)

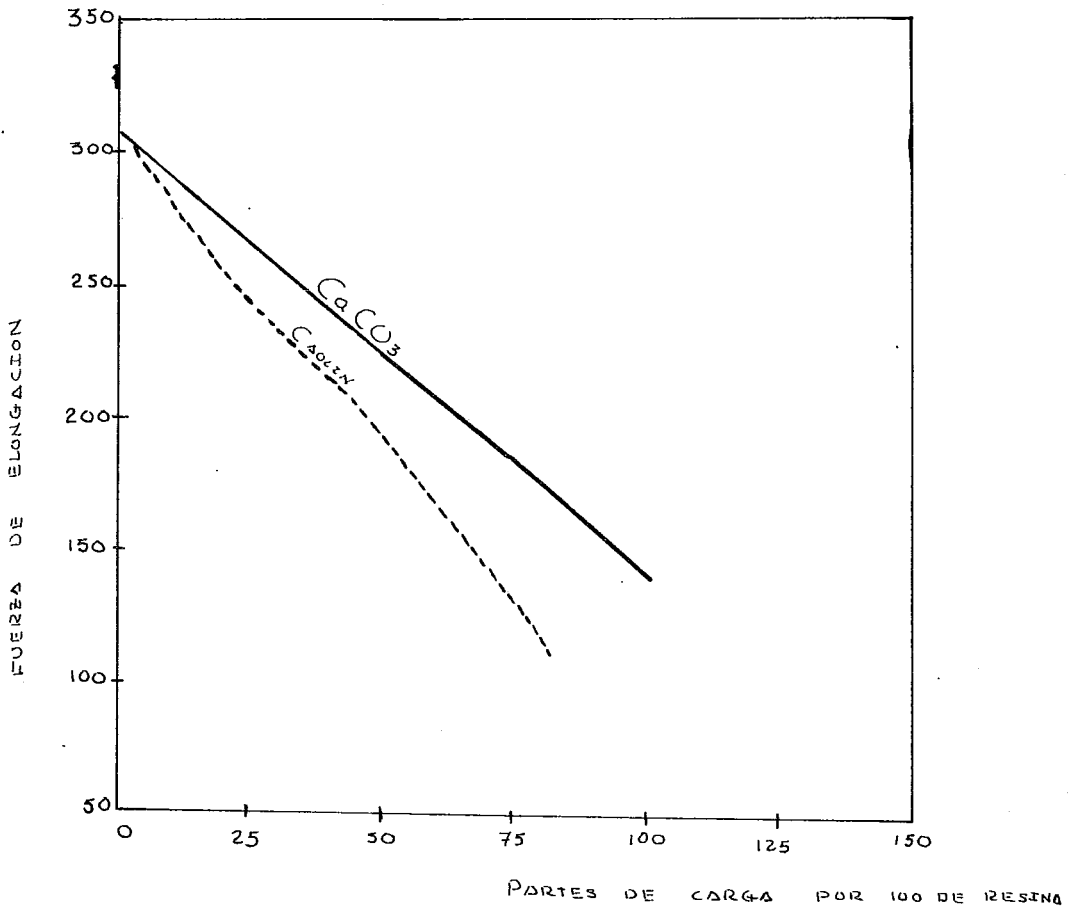
La fórmula patrón no contiene carga y tiene unas propiedades - que se van a comparar con las que contienen carga. En la fórmula 1 la du - reza es igual al patrón, las demás propiedades disminuyen, incluso su cos - to. En la fórmula 2 y 3 su dureza aumentó, disminuyeron su temperatura - - quebrable y su costo, su rigidez quedó casi igual. En la fórmula 4 la dure - za y rigidez resultan inferiores al igual que su costo. Es muy similar a la -

GRAFICA No. 9



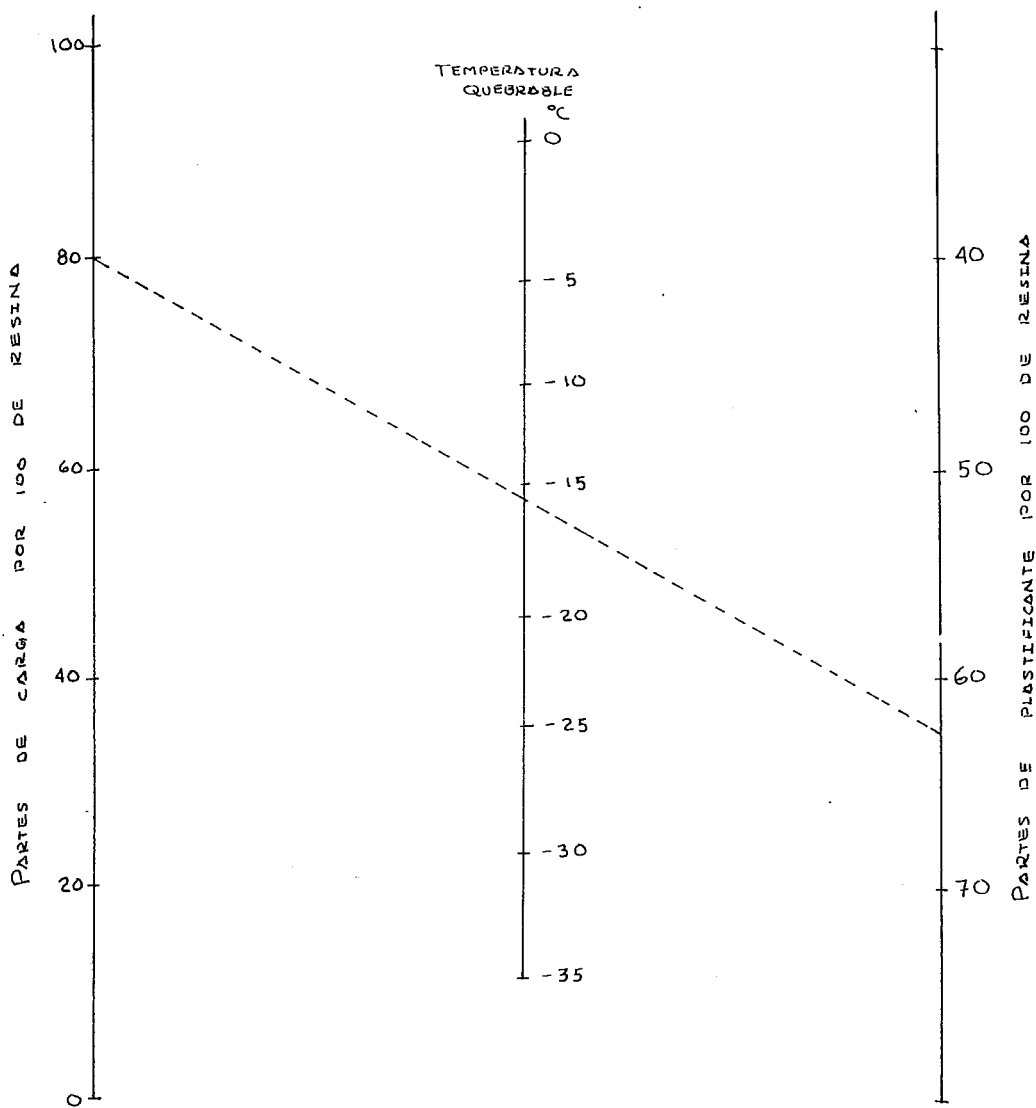
GRAFICA COMPARANDO LAS DOS PRINCIPALES CARGAS
EN FUERZA DE TENSION VS CARGA

GRAFICA No 10



GRAFICA COMPARANDO LAS DOS PRINCIPALES CARGAS
EN FUERZA DE ELONGACION VS. CARGA.

GRAFICA No. 11



GRAFICA QUE RELACIONA TEMPERATURA QUEBRABLE
CONTRA CARGA Y PLASTIFICANTE

fórmula 1. En la fórmula 5 su dureza y rigidez aumentaron pero su temperatura quebrable disminuyó al igual que su costo. Esto, nos indica que las -- cargas mejoran algunas propiedades a costa de otras. (3)

FORMULACION EN PCR.

MATERIALES	PATRON	1	2	3	4	5
RESINA PCV	100	100	100	100	100	100
PLASTIFICANTE DOP	50	70	54	57	73	53
CARGA	0	50	50	50	50	50
PROPIEDADES						
DUREZA (SHOREA)	77	77	83	80	75	84
RIGIDEZ a 23°C (PSI)	2,000	900	2,000	1,080	800	2,100
TEMPERATURA QUEBRANTABLE (°C)	-26	-25	-18	-19	-26	-17
COSTO Lb-Vol (₡)	21.9	19.9	19.9	19.9	19.9	19.9

PLASTISOLES.

Los plastisoles son una variedad del PCV en forma de pasta donde se emplea un polímero de emulsión de un tamaño de partícula del orden de micras, usada para una variedad de aplicaciones en la Industria del Moldeo, Inyección, etc. (7)

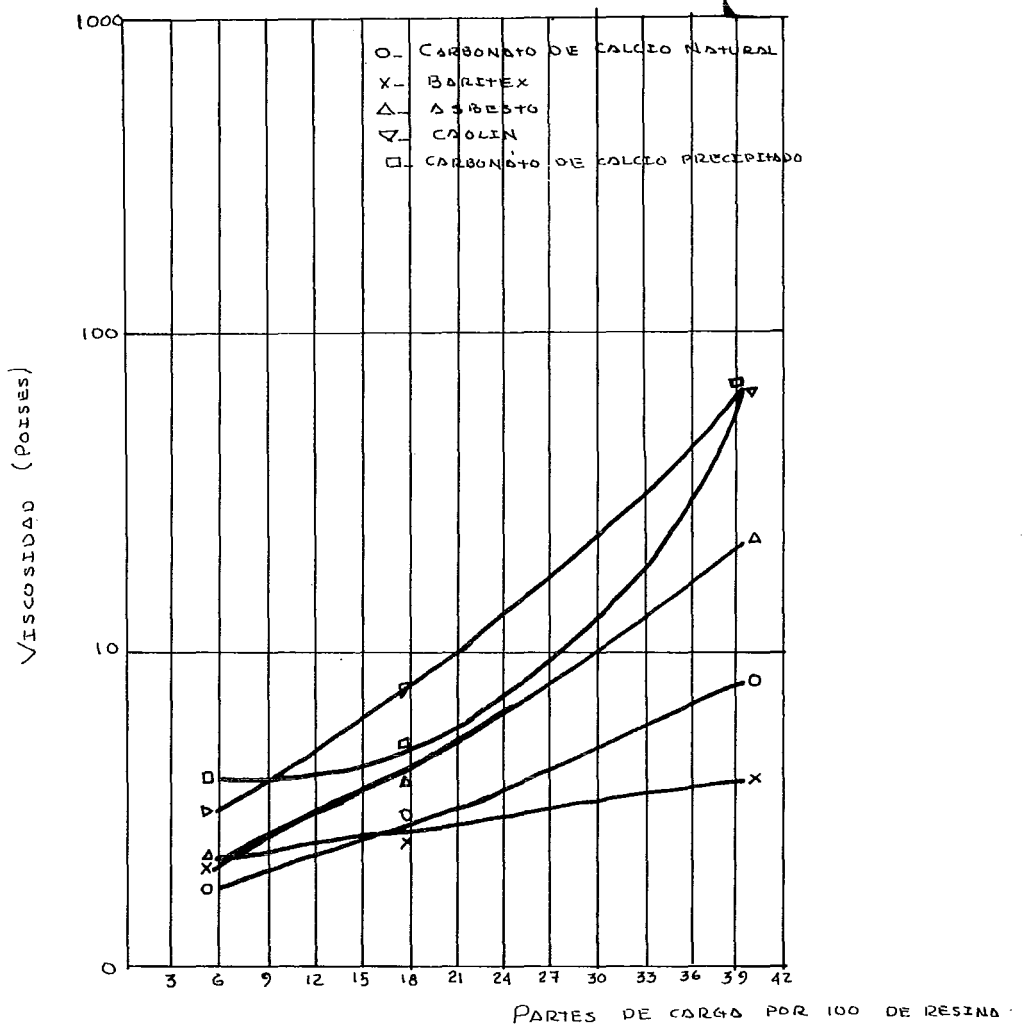
1).- Propiedades Físicas de Plastisoles.-

La principal función de las cargas en formulaciones de plastisoles es modificar las propiedades físicas del compuesto y reducir su costo. De las principales propiedades tenemos mayor resistencia durabilidad, mayor viscosidad del compuesto etc. (7)

Cuando se adiciona la carga a un compuesto de PCV, la viscosidad aumenta debido al poder tan grande de absorción de plastificante de las cargas y su densidad aumenta debido a que la carga es de mayor densidad que la resina, esto se puede apreciar claramente en la (Gráfica No. 12) (11)

Esta gráfica muestra el aumento de viscosidad de un compuesto cuando se agrega la carga, a mayor carga mayor viscosidad y también depende del tipo de cargas empleada, pues influye a la densidad del compues

GRAFICA No. 12



GRAFICA DE VISCOSIDAD CONTRA CARGA

to de PCV. (11)

La viscosidad de un compuesto de plastisol también está en función de la temperatura es decir que la pasta de plastisol es más fluida o menos viscosa, a mayor temperatura y lo podemos apreciar claramente en la -- (Gráfica No. 13) donde se emplearon las 2 principales cargas Caolín y Carbonato de Calcio. (7)

Cuando un compuesto de plastisol se deja reposar a mayor tiempo mayor es su viscosidad y esto es debido a que la carga va absorbiendo mayor cantidad de plastificante, y por lo tanto, se convierte en un problema - ya que ~~es~~ tendrá que agregar más plastificante y el costo se nos eleva, por lo que se recomienda agregar un depresor de viscosidad que es un Monolaurato de polietilen glicol-400, este material mantendrá la pasta más estable en viscosidad, como se aprecia en la (gráfica No. 14) (11).

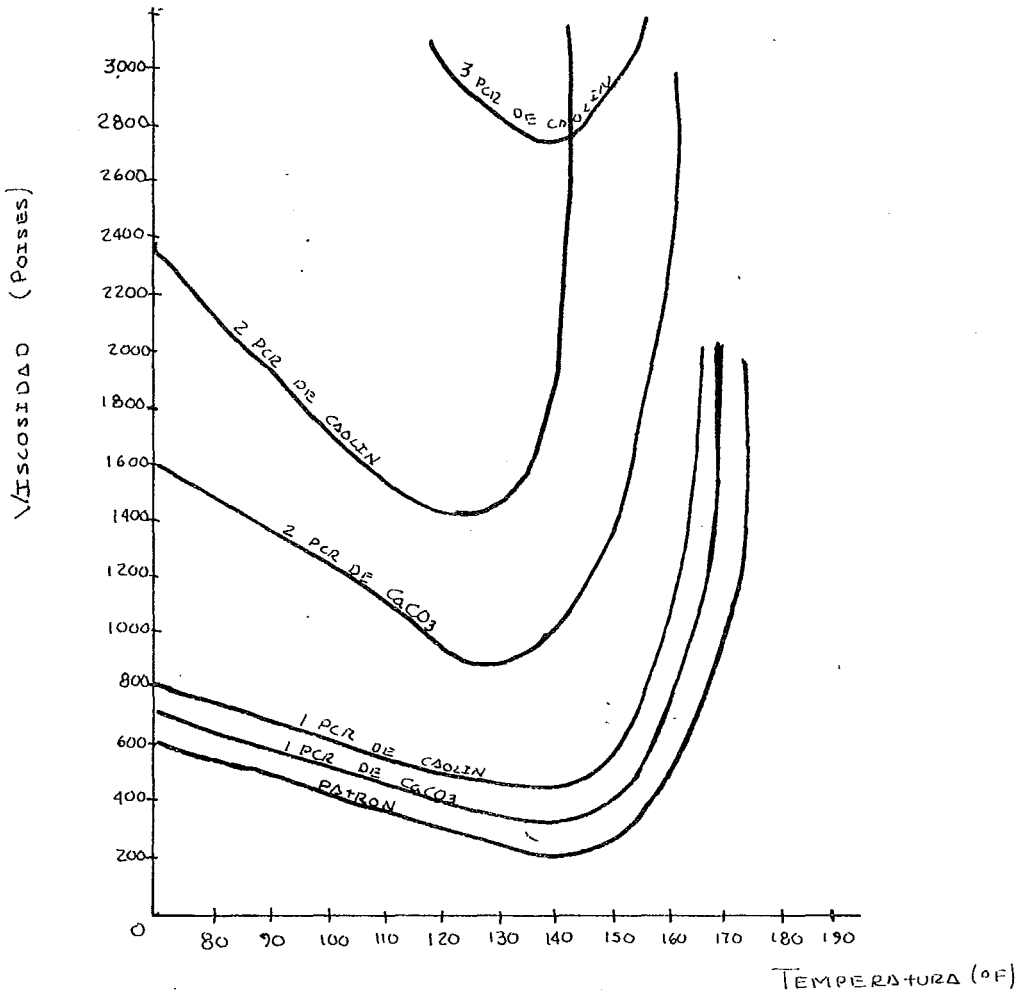
2) Formulaciones y efectos:

En Plastisoles el uso de las cargas es muy conveniente, ya que - da como resultado una reducción de costo y mejora las propiedades físicas.- Los principales procesos de fabricación y formulaciones son: (7)

a) Moldeo Rotacional.

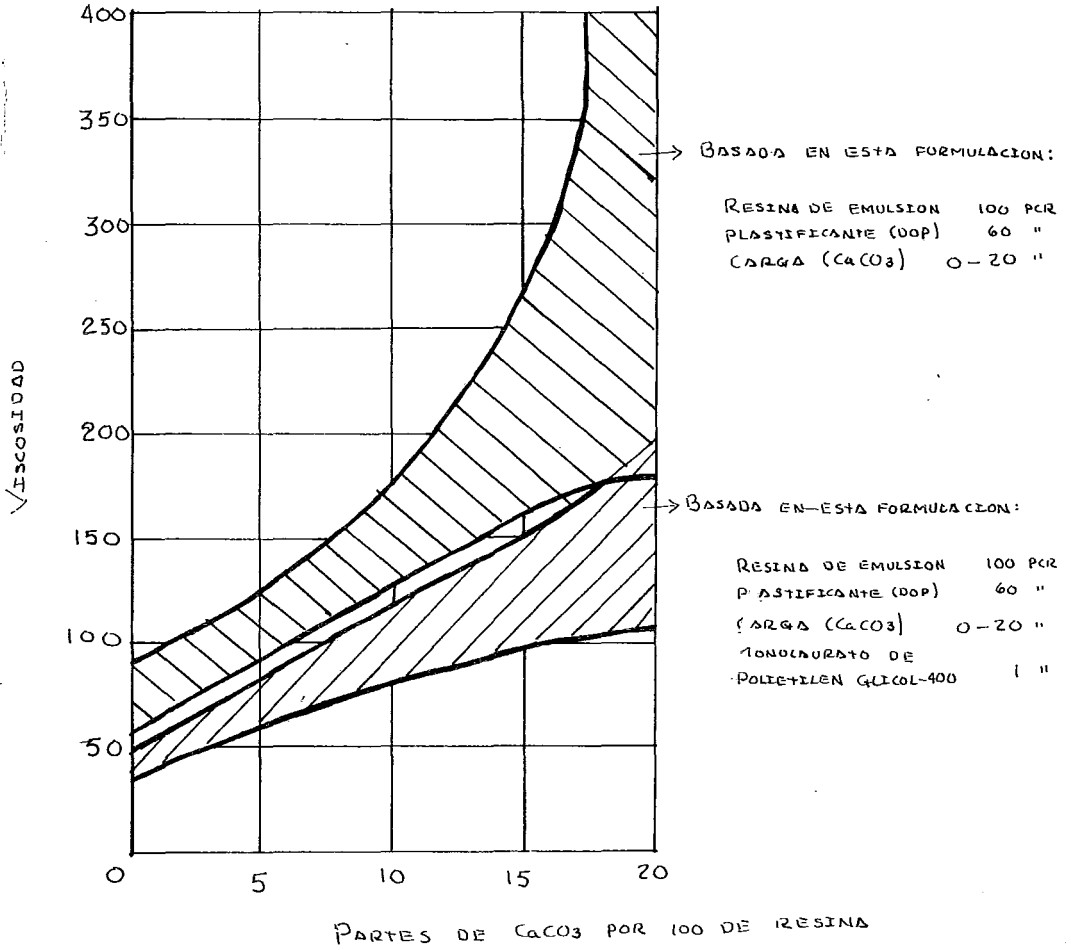
Este proceso es empleado en la fabricación de pelotas cabezas -

GRAFICA No. 13



GRAFICA DE VISCOSIDAD VS. TEMPERATURA

GRAFICA No. 14



de muñeca, etc., y su formulación típica es la siguiente: (9)

Resina de Emulsión	80.0		PCR
Resina Homopolímero	20.0		"
Plastificante de baja solvatación	25.0	75.0	"
Plastificante Epoxidado	5.0	10.0	"
Estabilizador Ba/Cd/Zn	2.0	3.0	"
Carga (CaCO_3)	0.0	20.0	"

En esta formulación la carga (CaCO_3) produce efectos tanto positivos como negativos ya que dará mayor dureza y fuerza de tensión con un costo bastante bajo pero no se obtiene un producto de excelente calidad.

En esta formulación se considera que el estabilizador más adecuado es a base de Ba/Cd/Zn para su estabilidad térmica, color inicial y tersura. La Resina Homopolímero se emplea para dar una mayor dureza y rigidez como para reducir un poco el costo del compuesto. (4)

Espuma de Plastisol.-

Es proceso se aplica en la producción de película espumada como para tapicería, calzado, etc., una formulación típica de este proceso es el siguiente. (9)

Resina de Emulsión	100.0		PCR
Plastificante (DOP)	80.0	90.0	"
Carga (CaCO_3)	0.0	10.0	"
Plastificante Epoxidado	5.0	10.0	"
Espanjante (Azodicarbonamida)	2.0	4.0	"
Estabilizador Ba/Cd/Zn	2.0	3.0	"

En este caso se emplea la carga (CaCO_3) para incrementar la densidad del compuesto y reducir el costo del compuesto. El Carbonato de Calcio es la carga empleada principalmente en compuesto de plastisol por su baja absorción de aceite y por su bajo costo. (4)

El estabilizador empleado puede ser el Ba/Cd/Zn por su color inicial, estabilidad térmica, pero el estabilizador a base de Cd-Zn es muy empleado como catalizador de la adizocarbonamida para esponjar al producto. (9)

COMPUESTOS RIGIDOS Y SEMIRIGIDOS :

En compuestos rígidos generalmente no encontramos el uso de las cargas a excepción del negro de carbón que podría ser empleado como carga, sin embargo se usa más como pigmento para compuestos de vinilo como por ejemplo, en la fabricación de tubo. A continuación se presenta la formulación típica para tubería. (4)

Resina Homopolímero PM. Medio-Alto	100.0	100.0	PCR
Modificador de Impacto		5.0 a 10.0	"
Modificador de Flujo	2.0 a 5.0,	2.0 a 5.0	"
Oxido de titanio (TiO ₂)	2.0	2.0	"
Negro de Carbón	0.1	0.1	"
Estabilizador de Sn	2.0	2.0	"
Lubricante Externo e Interno	.5	.5 a 2.0	(9)

Otra formulación típica para la fabricación de discos emplean el negro carbón igual que en la anterior es decir como pigmento. (4)

Resina Copolímero	100.0	PCR
Negro de Carbón	0.5	"
Est. Ba/Cd	1.0	- 1.5

Como se puede ver el uso de las cargas en compuestos rígidos es realmente nulo pues en este caso las propiedades de las cargas son negativas como los siguientes: producirá mayor trabajo el compuesto a la máquina dando una reducción de vida de dicha máquina, eleva el punto de fusión, etc.

Sin embargo el empleo de las cargas en compuestos semirígidos es más frecuente que en los rígidos pero siendo limitado su uso, una formulación típica es para lámina opaca es la siguiente: (4)

Resina Homopolímero PM Medio	100.0	PCR
Plastificante DOP	15.0 - 20.0	"
Carga (CaCO_3)	0.0	10.0 "
Plastificante Epoxidado	5.0	10.0 "
Estabilizador Sólido Ba/Cd	2.0	3.0 "
Lubricante Ac. Esteárico	0.25	0.5 "

El efecto que producen las cargas en este tipo de compuesto es reducir el costo de la formulación ya que produce los mismos efectos negativos que en los rígidos, en menor grado y esto se debe al poco contenido de plastificante. (9)

COMPUESTOS FLEXIBLES.

Las cargas tienen mayor aplicación en compuestos flexibles que en compuestos rígidos y semirígidos tanto en procesos de extrusión calandreo moldeo, etc.,

1) Carbonato de Calcio. (CaCO_3)

Esta carga es la que tienen más aplicación en la Industria del plástico (PCV) como: calzado, figuras de vinilo, para película opaca etc., se darán las formulaciones típicas de los principales compuestos con estas -- cargas. (5)

a) Formulación típica para película calandreada flexible: (9)

Resina Homopolímero de PM Medio Alto	100.0	PCR
Plastificante (DOP)	40.0	"
Carga CaCO_3	0.0	20.0
Plastificante epoxidado	0.0	5.0
Estabilizador Ba/Cd/Zn	2.0	"
Lubricante Ac. Esteárico	0.1	"

Esta formulación se considera típica, puede tener variaciones -- dependiendo de las condiciones de la maquinaria empleada, el estabiliza--

dor que se usa puede ser de Cd/Ba/Zn, Ba/Cd se consideran los óptimos para este compuesto, también es recomendable usar plastificante epoxidado pues ayuda al plastificante y al estabilizador y da una serie de propiedades como: flexibilidad a baja temperatura, etc.. (4)

Los efectos que produce el carbonato de Calcio en este compuesto son: dureza, una mayor tensión y elongación, soporta el desgarre, etc. - y por supuesto abarata el compuesto: (2)

b) Formulación típico, para película flexible extruída.

Resina Homopolímero de PM Medio Alto		100.0	PCR
Plastificante (DOP)		40.0	"
Plastificante Epoxidado	0.0	5.0	"
Carga (CaCO ₃)	0.0	20.0	"
Estabilizador Ba/Cd		3.0	"
Ac. Esteárico		0.5	"

Esta formulación es muy parecida a la formulación para calandreo sus diferencias consisten en que el estabilizador es un Ba/Cd que se considera óptimo mientras que la formulación para calandreo se considera óptimo el Ba/Cd/Zn. El lubricante es muy importante en extrusión para no forzar demasiado la maquinaria, por lo tanto, lleva más lubricante que la

anterior, la carga (CaCO_3) produce los mismos efectos que la anterior. - -

(4)

c) Formulación típica para espuma calandreada.

Resina de Emulsión	100.0	PCR
Plastificante Ftalato (DOP)	75.0	"
Plastificante Ftalato de Alto Solva <u>tación</u> (DBP)	25.0	"
Plastificante Epoxidado	10.0	"
Carga (CaCO_3)	10.0	"
Azodicarbonamida	2.0	3.0
Estabilizador Ba/Cd/Zn	2.0	"

En esta formulación se emplean varios plastificantes y uno es el (DBP) Dibutil Ftalato de alta solvatación. El plastificante epoxidado actúa como los compuestos anteriores y el estabilizador adecuado es a base de Ba/Cd/Zn. La carga (CaCO_3) ayudará a dar una buena resistencia al desgarre y reduce el costo del compuesto.

d) Formulación típica para calzado inyectado:

Resina Homopolímero de PM Medio Alto		100.0	PCR
Plastificante (DOP)		60.0	"
Plastificante Secundario		20.0	"
Carga (CaCO_3)	20.0	30.0	"
Estabilizador Ba/Cd		3.0	"
Lubricante Ac. Esteárico		0.5	"

Esta formulación se puede considerar típica aunque puede variar bastante. Se considera económica y es por los ingredientes empleados como el plastificante secundario que es a base de parafinas cloradas, que es más barato que el DOP y actúa como tal, pero si se emplea más de lo necesario se tendrá problema de exudación. Otro ingrediente económico es la carga y por su gran contenido en la formulación da un compuesto muy económico.

(4)

Cuando se requiere un calzado más fino y con mejor tersura se elimina el plastificante secundario agregando más DOP y se reduce la carga a 10 PCR.

El Carbonato de Calcio se emplea también para cable eléctrico en combinación con el Caolín como para pisos de vinilo y asbestos éstas formulaciones típicas se verán posteriormente. (4)

2) Caolín:

El principal uso de esta carga es para la funda del cable eléctrico por sus propiedades dieléctricas, esta carga interviene en varios compuestos para cable de 60°, 75°, 80°, 90° y 105°, veremos sus formulaciones típicas y sus propiedades: (6)

a) Formulación típica para cable de 60°

Resina Homopolímero de PM Medio	100.0	PCR
Plastificante Ftalato (DOP, DIOP, DIDP)	30.0	"
Plastificante Secundario	15.0	"
Carga (CaCO ₃)	8.0	"
Carga (Caolín)	10.0	"
Estabilizador Sól. Ba/Cd	2.0	"

Las propiedades físicas del compuesto son :

Originales:

Fuerza de Tensión (PSI)	30.0	
Fuerza de Elongación (%)	260	
Después de 7 días a 100° C		
Fuerza de Tensión (% de Retención)	95	
Fuerza de Elongación (% de Retención)	90	(9)

Propiedades Eléctricas.

Capacidad Inductiva Específica sumergida en agua a 30°C

<u>Tiempo</u>	<u>Microfaradios</u>
24 horas	4.86
7 días	4.93
14 días	4.90

Resistencia de aislamiento, inmersión en agua a 50°C.

Tiempo	Megohms/ 1000 ft
1	42.5
6	30.0
7	27.0
8	25.0
9	24.0
10	24.0
11	23.0
12	22.0

(9)

También se emplea para este tipo de cable estabilizador a base de plomo. (9)

	A	B	
Resina Homopolímero de PM Medio	100.0	100.0	PCR
Plastificante primario (DOP, DIOP, DIDP)			
	50.0	50.0	PCR
Plastificante Secundario	20.0	20.0	"
Carga (CaCO ₃)	20.0	20.0	"
Carga (Caolín)	50.0	50.00	"
Lubricante (Ac. Esteárico)	0.25	-	"
Estabilizador de Pb	6.0	-	"
Estabilizador Sólido Ba/Cd	-	2.0	"

Sus Propiedades son :

Estabilidad Térmica en Branbender :

Ambos compuestos soportan 100 minutos a una temperatura de -
180°C.

Propiedades Físicas :

Originales	A	B	
Fuerza de Tensión (PSI)	1850	1825	
Fuerza de Elongación (%)	245	250	(9)

Después de 7 días a 100°C

Fuerza de Tensión (% de Retención)	113	110
Fuerza de Elongación (% de Retención)	81	85 (9)

Propiedades Eléctricas.

Resistividad Volumétrica (ohm-cm)

Original a temperatura Ambiente	0.3×10^{14}	0.28×10^{14}
después de 7 días introducidos en agua a temperatura ambiente	0.27×10^{14}	0.25×10^{14}

Como podemos observar con las pruebas anteriores los estabilizadores realmente no nos afectan el compuesto en general pues la carga es la que nos da los efectos y propiedades para cable eléctrico. (6)

2) Formulación Típica para cable de 105°

Resistencia Homopolímero de PM Medio	100.0	100.0
Plastificante Polimérico	40.0	37.0
Plastificante Primario (DTDP)	15.0	15.0
Carga (Caolín)	12.0	12.0
Estabilizador (Complejo de Pb)	7.0	-
Plastificante Epoxidado	-	3.0

Estabilizador de Ba/Cd Sólido	-	3.0
Lubricante (Ac. Esteárico)	0.25	- (9)

Sus propiedades son las siguientes:

Propiedades Físicas:

Originales.	A	B
Fuerza de Tensión (PSI)	2475	2500
Fuerza de Elongación (%)	350	345
Después de 7 días a 36°C		
Fuerza de Tensión (% de retención)	97	98.5
Fuerza de Elongación (% de retención)	97	101.0

(9)

Propiedades Eléctricas:

Resistividad Volumétrica: (ohm-cm)

Originales a Temperatura ambiente	3.7×10^{14}	3.0×10^{14}
Después de 3 semanas sumergidas en agua a 50°	1.45×10^{14}	1.4×10^{14}

(6)

Como se puede observar la diferencia entre el compuesto de 60° y el de 105° radica principalmente en la cantidad de estabilizador como

en los plastificantes pues requiere mayor resistencia al calor, tensión, etc., que el de 60°. (6)

3) Asbesto

Esta carga tiene menos uso que el Carbonato de Calcio y el Caolín pero es indispensable para el piso de vinil asbesto. (12)

Formulación Típica para vinil Asbesto.

Resina Copolímero	20.0 %	
Carga (Asbesto)	45.0 %	
Carga (CaCO ₃)	23.0 %	
Plastificante (BBP)	2.0 %	
Plastificante (DOP)	5.0 %	
Plastificante Epoxidado	0.5-1.0 %	
Oxido de Titanio (TiO ₂)	3.0 %	
Estabilizador Ba/Cd	1.0 %	
Lubricante (Ac. Esteárico)	<u>0.0-0.5 %</u>	
	100 %	(4)

Como podemos observar en esta formulación la carga interviene en un gran porcentaje y el asbesto tiene una gran influencia en las propiedades finales del producto. La Resina es un copolímero con base de cloruro de vinilo (85%) y Acetato de Vinilo (15%). (12)

4) Carbonato de Calcio Precipitado.

El uso de esta carga es más limitado que el Carbonato de Calcio Natural debido principalmente a su precio ya que esta carga se emplea para productos de mayor calidad con propiedades físicas excelentes como: fuerza de tensión, elongación, buena tersura, etc. (4)

Formulación Típica para un compuesto flexible Extruído .

Resina Homopolímero PM Medio Alto	100.0	PCR
Plastificante Polimérico	80.0	"
Plastificante Epoxidado	10.0	"
Carga (CaCO ₃)	40.0	"
Est. Ba/Cd	3.0	"
Antihongos	1.0	"
Lubricante (Ceras)	1.0	"

Esta formulación es para un compuesto con propiedades muy específicas que solo esta carga puede proporcionar por su calidad. (4)

5) Talco

La principal aplicación del talco es para fabricación de lino - leum en combinación con el Carbonato de Calcio.

Formulación Típica para linoleum:

Resina Homopolímero		100.0	PCR
Plastificante (DOP)		35.0	"
Plastificante Epoxidado	3.0 -	5.0	"
Carga (Talco)	100.0 -	200.0	"
Carga (CaCO ₃)	50.0 -	100.0	"
Oxido de Titanio (TiO ₂)	15.0 -	30.0	"
Estabilizador Ba/Cd/Zn	2.0 -	3.0	"
Lubricante (Ac Esteárico)	0.0 -	1.0	"

La carga en esta formulación es muy importante para darle propiedades adecuadas como resistencia al desgarre, dar mayor peso al compuesto etc. (4)

El resto de las cargas tiene un uso más limitado y es debido a sus propiedades y a su costo.

BIBLIOGRAFIA.

- 1.-) PLASTICIZERS, STABILIZERS, AND FILLERS.
Edited by: P. D. Ritchie.
- 2.-) POLYVINYL CHLORIDE AND OTHER ADDITIVES.
by: William M. Powers and Dr. Robert. G. Shaver
- 3.-) HOW TO CONTROL PROPERTIES OF PVC
by: Warren J. Frisell
Union Carbide Chemicals Co.
- 4.-) THEORY AND PRACTICE OF VINYL COMPOUNDING
Prepared by: Victor R. Struber
Published In 1968 by The Argus Chemical
Corporation.
- 5.-) MODERN PLASTICS ENCYCLOPEDIA
Editor. Sidney Cgross
A Mc Graw-Hill Publication
Augusto 1970 Vol. 47 No. 12
- 6.-) CAOLIN SP-33 EN COMPUESTOS DE PVC PARA AIS-
LAMIENTO ELECTRICO.

Dictado por: El Sr. Arturo Deloy G.
Columbian Carbono de México, S. A.
- 7.-) DISPERSION RESIN HANDBOOK
by: Rusell A. Park
Chemical Division, Fireston Plastics Company.
- 8.-) POLYVINYL CHLORIDE AND COPOLYMERS.
by: C. D. Segner
BF: Goodrich Chemical Co. of Canada., Ltd.

- 9.-) GENERAL INFORMATION
by: Argus Chemical Corporation
Catálogo de Estabilizadores.
- 10.-) MATERIALS AND COMPOUNDING
Ingredients for Ruber
by: Bill Publication Inc.
Copiles; by Joseph V. del Gatto
- 11.-) FORMULATION QUALITY PLASTISOLS WIETH MONSANTO
Product Information Bulletin No. 1034
- 12.-) INTRODUCTION TO LABORATORY REPORTS.
by: Argus Chemical Corporation
Evaluation of Johns-Monville Asbestos
- 13.-) QUIMICA GENERAL.
Aplicada a la Industria con Prácticas de Laboratorio.
Por: Dr. Enrique Calvet
3a. Edición Tomo III
- 14.-) PLASTI-NOTICIAS
Por: Anipac
Enero-Febrero 1972 No. 2 año 1
- 15.-) ENCICLOPEDIA OF CHEMICAL, TECHNOLOGY.
Copyright 1948
by: The Interscience Encyclopedia, Inc.
Edited by: Raymond E. Kirk And Donald F.
Othmer.