

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE QUIMICA

EVALUACION ECONOMICA PARA LA INSTAURACION DE UNA PLANTA DE PINTURAS EPOXICAS EN POLVO

JESUS AGUSTIN ANDRACA SOTO

INGENIERO QUIMICO

1 9 7 3



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.

TESIS 1973

ALRE M. C. J

FROM _____

PROF. _____

14



GUATEMALA

PRESIDENTE: GUILLERMO CARSOLO PACHECO.

VOCAL: HECTOR SOBOL ZASLAV.

SECRETARIO: ALBERTO TORRES DURAZO.

Jurado asignado
originalmente.

1er. SUPLENTE: MARIO RAMIREZ Y OTERO.

2do. SUPLENTE: ENRIQUE VIVEROS VILLA.

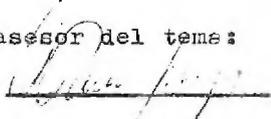
Sitio donde se desarrolló el tema:

De VILBISS DE MEXICO, S. A. DE C. V.

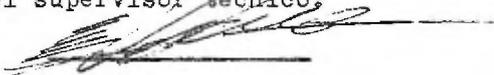
Nombre completo y firma del sustentante:

JESUS AGUSTIN ANDRACA SOTO. _____

Nombre completo y firma del asesor del tema:

ALBERTO TORRES DURAZO. 

Nombre completo y firma del supervisor técnico:

ENRIQUE VIVEROS VILLA. 

A MIS PADRES:

Mis mejores maestros y amigos.

A MIS HERMANOS:

Con fraternal amor.

A MI NOVIA:

Mi gran compañera y amiga.

A MIS AMIGOS:

Por haberme ayudado a conocerme mejor.

A MIS MAESTROS:

Por guiarme con sus enseñanzas y consejos.

A LOS INGS. ALBERTO TORRES LUNAZO Y ENRIQUE VIVEROS VILLA:

Por su hábil conducción para la consecución
de este trabajo.

P R E F A C I O .

No es que en la actualidad pueda considerarse su jeto a discusión el hecho de que, bien sea para preve nir males mayores o bien, y de un modo más general, - por simple humanidad, es preciso elevar los niveles - de vida de las poblaciones de los llamados países eco nomicamente subdesarrollados. E igualmente, es gene ral el acuerdo en cuanto a que dicha elevación del ni vel de vida de los habitantes de un país, solo puede lograrse por medio de un proceso de industrialización que equivale a una verdadera y profunda revolución, - la llamada "revolución industrial", que modifica no - solo la estructura económica, sino también la estruc tura social de la comunidad por ella afectada.

En el caso de nuestro país, que pese a los sínto mas de incipiente desarrollo económico que disciernen realmente o que solo pretendan discernir ciertos eco nomistas, debe ser considerado como un país economica mente subdesarrollado, puesto que un alto porcentaje de la población económicamente activa, se dedica aún a labores agrícolas con equipos rudimentarios, faltos de orientación y consejo técnico adecuado, sujetos a las inestables condiciones meteorológicas, las condi ciones climáticas, el agotamiento natural de los sue-

VI

los, la topografía y otras características geográficas que en nuestro país se imponen a dicha actividad y hacen que ésta no represente por sí misma una adecuada garantía de bienestar para esa gran mayoría de nuestros compatriotas.

Es por eso que el proceso de industrialización es doblemente necesario, para que fundamentado en la explotación racional de los recursos naturales a disposición de la comunidad que pretende industrializarse, se le presenten alternativas tecnológicas adecuadas a pronto y largo plazo, a fin de desempeñar una función en el proceso de satisfacción de las necesidades de nuestro pueblo.

Es natural que la privilegiada comunidad universitaria, investida por una alta convicción social, demuestre una profunda preocupación por el futuro de nuestro país. Sabemos que la tecnología, el "saber-hacer", no es más que una forma aplicada, una forma práctica del conocimiento, y esto solo puede acumularse y transmitirse, dentro de una sociedad, por medio del sistema educativo que tenga a su disposición. Así pues, es importante reparar en las deficiencias de nuestra educación que se manifiestan entre otras cosas, por una abundancia de estudiosos de las letras,

VII

en detrimento de disciplinas científicas, dando como resultado la carencia actual de técnicos nacionales, con el consiguiente colonialismo tecnológico, que nos es necesariamente la solución adecuada ni la mas conveniente, para la resolución de nuestros problemas es pecíficos. Y así a pesar de la relativa abundancia de recursos con que contamos, aún cuando ciertamente requieren de un esfuerzo especial para beneficiar de una manera efectiva a nuestra comunidad, no nos ha sido posible acabar con la pobreza, la desnutrición crónica, la miseria física y moral, el atraso general que impera en nuestro territorio, y el envenenamiento que día con día hacemos de nuestra propia atmósfera.

Lo previamente enunciado nos impone la doble tarea de desarrollar nuestro aparato educativo, así como la obligación de crear una tecnología adaptada a nuestras propias condiciones. Dada la naturaleza del presente trabajo, es sobre el último punto del párrafo anterior donde centraremos nuestra atención.

Hay quienes hablan de una incapacidad orgánica del mexicano para la ciencia, la mera apelación a la historia lo refuta por entero, puesto que las antiguas culturas Tolteca, Maya y Mexica, se caracteriza-

ron por su matemática y astronomía avanzadas, así como por una medicina que en aquel entonces, era superior en muchos renglones a la europea. Por otra parte, el tronco cultural del cual descendemos, esto es, el pueblo español, no es, muy a pesar de sus defectos un pueblo negado a la ciencia, como lo demuestran el Dr. Miguel Cervet, Don Santiago Ramón y Cajal y otros mas. Nosotros mismos contamos con figuras internacionalmente reconocidas como el Dr. Carlos Graef Fernández, el Dr. Manuel Perezamador M., y retrospectivamente, el Dr. Leopoldo Río de la Loza y muchos mas. Las circunstancias, un medio social indiferente e incluso francamente hostil, han impedido que estos hechos -- sean conocidos en la forma debida, así como, y esto es lo mas trágico del caso, se han frustrado talentos promisorios, impidiendose así el florecimiento del genio científico de México. Pero esto no es algo inherente a nuestro carácter sino nuestra circunstancia, pues como dijo el ilustre filósofo y ensayista José Ortega y Gasset: "no soy solo yo, sino que soy yo y mi circunstancia".

Así pues, con mejores tiempos por delante, esperamos el aprovechamiento integral de nuestros recursos naturales y de los que de ellos se derivan, por técnicos mexicanos, para el beneficio económico y social de nuestro pueblo.

IX

Para concluir, solo me resta agradecer al Lic. - Miguel Angel Marín de Nacional de Recubrimientos, S.A. al Sr. Ramón Villanueva y a Don Hilario Ibarrola de - fábrica de pinturas El Nervión, S.A., al Ing. César - Wences, al Ing. Marco Antonio López de CIBA-GEIGY, - al Ing. Marco Antonio Tinajero de química Hércules, y al Lic. Luis G. Torres Torija de la Asociación Nacional de Fabricantes de Pinturas y Tintas, A.C., por su inapreciable ayuda para concluir las diversas investigaciones en el presente trabajo. Para ellos, mi más-profundo reconocimiento.

CAPITULO I

GENERALIDADES .

(11)

Los orígenes de la pintura son tan inciertos, como la etimología de la palabra; pero su uso ha ido aumentando con el grado de civilización y cultura de los pueblos.

Así podemos decir, por ejemplo, que en el período prehistórico la pintura se usaba como medio de transmisión escrita al tiempo que servía, también, para decoración de interiores, tal es el caso de las Cuevas de Altamira, en el norte de España y que fueron descubiertas en 1880 por el naturalista español Marcelino de Santoulla, y que los historiadores remontan al período paleolítico superior.

Posteriormente al labrar piedra y descubrir metales para fabricar utensilios, emplean una gran variedad de pigmentos y resinas sobre estos, para decorarlos.

Los pigmentos más usuales en la época antigua, fueron los siguientes:

BLANCOS: carbonato básico de plomo, sulfato básico de plomo, y tierras de tipo natural como talco, caolín-yeso, calcita, etc.

NEGROS: carbón de leña, negro de lámpara, negro de hueso, grafito natural y carbón de piedra.

AMARILLOS: ocres, sulfuro arsenioso (oropimente), polvo de oro, óxido plumboso (litargirio), etc.

ROJOS: óxidos de fierro (principalmente el férrico y ferroso-férrico), plomo rojo, sulfuro mercurioso (cinabrio) y colorantes naturales.

AZULES: azul egipcio (que se obtiene de la calcinación de arena con mineral de cobre y cenizas carbonatadas), azul ultramar, azurita, índigo, etc.

VERDES: verde malaquita y colores naturales.

En lo concerniente a las resinas de mayor uso en aquella etapa de la pintura, podemos enumerar:

Goma arábica, gelatina, grasas animales, cera de abejas, savia de algunos árboles, así como algunos aceites vegetales secantes.

Sin embargo, y aunque parezca contradictorio, fue hasta el siglo XIX cuando se estableció la primera fábrica de pinturas y barnices de que se tiene noticia, en los Estados Unidos de Norteamérica en el año de 1815. Las formulaciones, en aquellos tiempos, estaban consideradas como un arte, puesto que los pintores las mantenían en absoluta reserva, debiéndose a esta falta de comunicación las grandes limitaciones en los conocimientos de estos materiales. Además, como solo había una transmisión de padres a hijos en forma oral, el progreso técnico siguió un camino torturosamente lento.

En los albores del presente siglo, los fabricantes de pinturas comenzaron a auxiliarse por químicos para obtener pinturas y barnices de mejor calidad y mayor duración. Es en este mismo período cuando los empresarios establecieron asociaciones comerciales para la educación en la práctica de la empresa y la extensión del mercado de consumo.

Es pues en los primeros años del siglo actual, cuando tiene su expansión y desarrollo, la paradójicamente, añeja e incipiente industria de las pinturas, introduciéndose el uso de una gran variedad de materias -

primas totalmente nuevas y ciertos tipos de recubrimientos, por ejemplo las lacas, que cincuenta años antes -- eran completamente desconocidas.

Este progreso acelerado, fue debido en forma principal, a una gran variedad de investigaciones científicas, trayendo como consecuencia de las mismas, la expansión industrial de las empresas dedicadas a este ramo, -- permitiendo además la creación de otras nuevas, con el apoyo decidido de las mas modernas tecnologías.

La industria de las pinturas al irse perfeccionando, al ir adicionando nuevos materiales y técnicas, dió origen a dos tipos esenciales de recubrimientos con -- distintos acabados que pueden clasificarse en dos tipos y que son:

1.- La dedicada a acabados de tipo arquitectónico.

2.- Aquella que se ocupa de los recubrimientos de tipo industrial.

En el presente trabajo, nos ocuparemos de esta segunda clasificación, cuyas principales funciones son:-- protección, mantenimiento y control de corrosión.

Todos estos acabados de tipo industrial se fabrican bajo especificaciones requeridas por los usos diversos a los que se les destina, apegándose a cualidades -- como: dureza, adherencia, brillo, poder cubriente, durabilidad, etc.

Existen varios factores que afectan el comportamiento de los recubrimientos, y su importancia radica -- en los usos a los cuales se destinará el objeto.

Las pinturas líquidas en general, están constituidas por los siguientes componentes:

1.- PIGMENTOS: Parte del material al cual se debe la coloración. Puede ser de tipo orgánico o inorgánico

2.- EXTENDEDORES O CARGAS: Aumentan la densidad y viscosidad (dan cuerpo) del material, además de que ayudan a reducir su costo, tal es el caso de la arcilla, talco, asbesto, sílica, etc.

3.- RESINA: Forma por secado la película que recubre a la superficie y que contiene al pigmento en suspensión. Como ejemplo podemos citar a los vinilos, fenoles, acrilatos, epoxis, etc.

4.- VEHICULO O SOLVENTE: Líquidos que mantienen en suspensión a los anteriores. Citaremos a las familias de hidrocarburos aromáticos, alifáticos, etc.

5.- SECANTES: Aceleran el secado de la película por oxidación y polimerización: jabones de cobalto, manganeso, plomo, zinc.

6.- ANTICOSTRANTES: Previenen la formación de natas en el producto líquido antes de usarse, como los polihidroxifenoles.

7.- PLASTIFICANTES: Dan elasticidad a la resina, con el propósito de minimizar el riesgo de cuarteaduras del producto.

Ahora bien, con la nueva demanda de acabados que produzcan el mínimo de contaminación ambiental, la apli

cación de pinturas mediante el uso de plovos secos ha resultado de gran interés para muchos usuarios.

Esta técnica permite el uso de una gran variedad de materiales en extremo durables, que pueden aplicarse mediante sistemas excentos de solventes y permite, además, la aplicación de películas delgadas o gruesas, dependiendo de la necesidad, con la ventaja del casi 100% de aprovechamiento del material usado.

Cuando se introdujo la aplicación mediante capas fluidificadas, la pintura tuvo poca aceptación en lo general, pues capas muy gruesas de material solo se utilizan en casos especiales; pero las subsecuentes técnicas desarrolladas han ampliado el campo de sus usos y aceptación.

La introducción de aparatos que permiten el rociado normal de polvos, debido al empleo de las fuerzas electrostáticas para la deposición de materiales secos, así como a estratos o capas fluidificadas de material ha ampliado grandemente las potencialidades de la pintura en polvo, habiendo dedicado un capítulo de este trabajo, a dichos sistemas de aplicación.

Estos avances tecnológicos que ha logrado la industria de la pintura, en un relativo corto período, reflejan la misión primordial que tiene el hombre educado en los Institutos de Enseñanza Superior, en lo concierne a mejorar la condición de la sociedad, desde diferentes puntos de vista tales como la salud, confort, etc.; pero de una manera muy especial, el refinamiento moral e intelectual, que solo puede producirse acrecentando las excelstitudes del medio ambiente en que va a desarrollarse, para vivir con plenitud una existencia feliz y creadora.

C A P I T U L O I I

A N A L I S I S

D E L

M E R C A D O .

El plantamiento de cualquier actividad humana, al igual que el del porvenir industrial, depende primordialmente de tres factores básicos:

- 1.- La demanda de sus productos y/o servicios.
- 2.- El abastecimiento que se haga de ellos.
- 3.- La competencia dentro de la actividad misma, u otras que puedan ser posibles competidoras.

Partiendo de esta base en la planeación o extensión de cualquier negocio, nos vemos precisados a recurrir al análisis de mercado, como ciencia auxiliar a fin de determinar, dentro de ciertos márgenes de seguridad, el riesgo económico que va aparejado con la inversión necesaria al invadir un mercado cualquiera.

Debemos pues analizar, exhaustivamente, la demanda actual de productos iguales o similares en el mercado nacional, a fin de contar con elementos suficientes que nos permitan minimizar contingencias o asegurarnos lo mejor posible, de que los costos necesarios para la producción serán reembolsados en la venta del producto obtenido, apoyándonos para ello, en la Econometría, a fin de que, por métodos matemáticos y estadísticos, podamos predecir lo más exacto posible, las variaciones de los distintos parámetros económicos.

Como no podemos evaluar en forma directa el mercado actual de pinturas en polvo, recurriremos a un análisis indirecto para tener un conocimiento lo más exacto posible del mismo. Es decir, obtendremos el valor total de la cantidad de pinturas epóxicas líquidas usadas actualmente:

<u>AÑO</u>	<u>VOLUMEN DEL MERCADO.</u> (Litros.)	<u>% DE CRECIMIENTO.</u>
1969	1,532,000	12.0 %
1970	1,731,000	13.0 %
1971	1,930,000	11.4 %
1972	2,200,000	14.0 %

Estos datos se obtuvieron por medio del fabricante de resina epóxica destinada a la fabricación de pintura, y se multiplicaron por un factor de conversión - que se tomó de la manera siguientes:

Se tomaron datos de producción graficándose la -- cantidad de resina empleada por volumen producido en -- varias empresas, encontrándose así la relación entre -- resina y pintura producida.

Para constatar la penetración total de la pintura epóxica en el mercado industrial, se obtuvieron los siguientes datos de la Asociación Nacional de Fabricantes de Pinturas y Tintas, A. C. y que son los siguientes:

<u>AÑO</u>	<u>VOLUMEN</u> <u>PINTURA</u>	<u>TOTAL DE</u> <u>INDUSTRIAL.</u>	<u>% DE</u> <u>CRECIMIENTO.</u>
1969	11,095,000	Lt.	14.0 %
1970	12,300,000	"	10.8 %
1971	13,450,000	"	9.4 %
1972	15,060,000	"	12.0 %

Comparando estos datos con los del cuadro anterior, encontramos el porcentaje de penetración de las resinas epoxi en el mercado industrial:

<u>AÑO</u>	<u>% DE</u> <u>PENETRACION.</u>
1969	13.8 %
1970	14.1 %
1971	14.3 %
1972	14.6 %

Así podemos hablar de un crecimiento promedio de casi 11.5 % del mercado de las pinturas industriales y de un 12.6 % de la que nos ocupa.

Hay sin embargo, ciertos parámetros que no pueden ser evaluados, con la exactitud del caso, como lo son la resistencia del industrial a la aceptación de un producto nuevo, ya que por falta de fé en el mismo no se atreve a usarlo. En este caso, debe hacerse constar al posible usuario, las modificaciones que existen

actualmente en cuanto a legislación de contaminación ambiental, y que actualmente están dirigidas en forma tal, que en pocos años se exigirán equipos de alto costo, para minimizar los problemas que sobre polución atmosférica, se ven sometidas, año con año, las grandes-urbes industriales.

Otro factor importante lo presenta la creencia general que hay acerca del cambio de colores, por acción de los rayos ultravioleta en los epoxis. Afortunadamente, y gracias a diversos estudios, han sido encontrados ciertos modificadores de la resina, que evitan la tonalidad amarillenta a que se tornan las pinturas epoxicas expuestas a la luz solar. Claro ejemplo de lo anterior, es el hecho de que el usuario más antiguo en nuestro país, de este producto, sea un fabricante de muebles para jardín, quien desde hace poco más de tres años utiliza este moderno concepto de recubrimientos, sin que hasta el momento haya presentado quejas por este concepto.

Debido a la gran influencia económica actual, --- nuestros procesos de aplicación de pintura son reflejo de los utilizados en la producción por los norteamericanos, cuya principal resistencia, es debida al costo-

del equipo que tienen instalado, y cuyas inversiones hechas, aún no se deprecian. Sin embargo, a continuación se presenta un resumen del mercado de pinturas en polvo efectuada durante 1971 y su probabilidad de penetración para 1976, debido a factores calculados por la revista especializada Modern Plastics International en su volumen del mes de mayo de 1972:

<u>MATERIAL</u>	<u>CONSUMO EN TONELADAS.</u>	
	<u>1971</u>	<u>1976</u>
Epoxis	3,800	15,000
P.V.C.	3,500	13,200
Polietileno	1,500	3,000
C.A.B.	750	1,200
Nylon	500	1,200
Poliester	360	10,200
Acrílico	0	13,200
Otras	190	3,000
T o t a l	11,600	60,000

Ahora bien, para determinar el precio promedio -- de la pintura epóxica líquida, en el mercado nacional, se solicitaron listas de precios de materiales obteniéndose un precio de \$30.00 / lt.

También se tuvo en cuenta que el rendimiento promedio, para una capa de 5 mils (milésimas de pulgada) de espesor, se tiene un rendimiento que oscila entre los nueve y once metros cuadrados, pudiéndose determinar en esta forma la superficie pintada, como se presenta en el cuadro siguiente:

<u>AÑO</u>	<u>SUPERFICIE (m²)</u>	<u>VALOR EN PESOS.</u>
1969	15,320,000	45,960,000.00
1970	17,310,000	51,930,000.00
1971	19,300,000	57,900,000.00
1972	22,000,000	66,000,000.00

Conociendo por la práctica, y constatándolo con un fabricante, se obtuvo que el rendimiento de un kilogramo de pintura epóxica en polvo, que tenga un espesor de 5 mils, es de 20 metros cuadrados, podemos calcular nuestro mercado y proyectarlo, aún sin tomar en cuenta que en las grandes armadoras automotrices, se espera una penetración que va del 25 al 30 % :

<u>AÑO</u>	<u>CAPACIDAD DEL MERCADO.</u>
1969	766 Ton.
1970	866 "
1971	965 "
1972	1,100 "

México cuenta con dos fabricantes de polvo epóxico, y ambos producen por el sistema de extrusión, y de los que se cuentan con los datos siguientes:

1.- Nacional de Recubrimientos, S. A., ubicada en Guadalajara, Jal., que empezó su producción en el año de 1969, y aún cuando es en pequeñas cantidades, exporta actualmente al sur de los Estados Unidos. Su capa-

idad de producción instalada es del orden de las 500-Ton / año.

2.- Pinturas Especiales, S. A., ubicada en México D. F., que empezó su producción en 1972, y que cuenta con una capacidad instalada de 300 Ton./ año.

Con el propósito de proyectar el mercado de consumo, utilizaremos el método de mínimos cuadrados, como se especifican en el cuadro siguientes:

X	Y	X ²	XY	Y ²
1	12.0	1	12.0	144.00
2	13.0	4	26.0	169.00
3	11.4	9	34.2	129.96
4	14.0	16	56.0	196.00
<hr/>	<hr/>	<hr/>	<hr/>	<hr/>
Σ10	Σ50.4	Σ30	Σ18.2	Σ638.96

$$\Sigma Y = a'N + a'' \Sigma X$$

$$\Sigma XY = a' \Sigma X + a'' \Sigma X^2$$

$$50.4 = 4a' + 10 a''$$

$$128.2 = 10a' + 30a''$$

Despejando de las ecuaciones anteriores a':

$$a' = \frac{50.4 - 10 a''}{4}$$

$$a' = \frac{128.2 - 30 a''}{10}$$

Resolviendo el sistema anterior de ecuaciones:

$$12.82 - 3 a^n = 12.6 - 2.5 a^n$$

$$12.82 - 12.6 = 3 a^n - 2.5 a^n$$

$$0.22 = 0.5 a^n$$

$$a^n = 0.45$$

$$a^r = \frac{50.4 - 10(0.45)}{4}$$

$$a^r = \frac{50.4 - 4.5}{4}$$

$$a^r = \frac{45.9}{4}$$

$$a^r = 11.475$$

De donde se desprende que la ecuación de crecimiento es:

$$Y = 0.45 X + 11.475$$

Por lo que se obtiene que para 1980 el mercado - habrá aumentado en 15.525 %, o sea que la demanda será de 1281 Ton.

En los resultados anteriores no se ha previsto - bajo ningún parámetro, la penetración del producto en el mercado de consumo automotriz y que para 1976 se - espera del 25 al 30% .

Si tomamos en cuenta que la pintura automotriz - ha tenido un desarrollo que se indica en el cuadro si guiente, podemos calcular este parámetro.

<u>AÑO</u>	<u>VOLUMEN (LT)</u>	<u>SUPERFICIE (m²).</u>
1969	3,720	37,200
1970	4,130	41,300
1971	4,580	45,800
1972	5,100	51,000

Equivalente en pintura en polvo a :

<u>AÑO</u>	<u>PESO (TON.)</u>	<u>% DE CRECIMIENTO.</u>
1969	1.86	10.80 %
1970	2.07	11.00 %
1971	2.29	10.90 %
1972	2.55	11.35 %
1976*	3.15	23.49 %
1980*	3.20	25.45 %

(*) Estos porcentajes de crecimiento y de consumo de mercado fueron calculados por el método anterior, y que nos dan la ecuación siguiente:

$$Y = 0.655 X + 18.25$$

Lo que significa un aumento de una tonelada para 1980, por lo que el mercado total será 1,282 Ton.

COMPARACION DEL COSTO DE MATERIAL APLICADO.

Para tener una base de comparación entre el costo de la pintura líquida y en polvo epóxica, en lo que se refiere al material aplicado, se hicieron los siguientes estudios:

Para pintura líquida se obtuvo el cociente que resulta de dividir el valor total del mercado entre la

superficie, dando un valor de \$ 3.00 / m² de apli ---
cación, para un espesor de 5 mils.

Para calcular el precio para la pintura en polvo vemos que éste oscila de 50 a 65 pesos por kilogramo, o sea, que si el mercado actual es de 110 toneladas, - el precio del mercado será de \$66,000,000.00. En esta consideración se tomó como precio base el máximo. - Considerando el cociente arriba indicado, se obtiene un valor de \$3.25 / m² de aplicación; lo cual nos indica, que es practicamente el mismo precio para capas del mismo grosor.

Ahora bien, considerando que el espesor de la capa en pintura líquida es de 4 mils y no de 5 como habíamos considerado, entonces podemos hablar de que el precio real de aplicación por unidad de superficie es solamente 4/5, lo cual nos reduce el costo del material por aplicar a \$2.40/m² significando un costo adicional de 35% con respecto al líquido.

Sin embargo, con el método de producción que se propone en este trabajo, por razones que se explican en el capítulo de producción, podemos obtener grosores de capa de solamente 3 mils; por tanto nuestro costo es 3/5 al indicado en polvo; por lo cual habla-

mos ya de precios practicamente iguales.

En este mercado no se han considerado otros posibles usos en el mercado arquitectónico de pinturas, - ya que hay actualmente aglutinados de madera y paneles metálicos que son susceptibles de ser usados en este tipo de acabados.

CAPITULO III
SISTEMAS DE
APLICACION INDUSTRIAL
DEL POLVO.

GENERALIDADES SOBRE EQUIPO.

Existen diversos materiales en polvo que son susceptibles de usarse, y que en el mercado Europeo principalmente, son usados.

Hay muchas maneras de aplicar este tipo de acabados micropulverizados, sin embargo giran en tres conceptos básicos a saber:

- 1.- Lecho fluidizado.
- 2.- Depositación electrostática con pistola o --stat jet.
- 3.- Cámara electrostática con lecho fluidizado o stat fluid.

De los métodos citados, el primero de ellos es el más antiguo de todos, y al cual los materiales en polvo deben su avance técnico. Sin embargo, el desarrollo reciente de la ciencia de aplicación de capas de pequeño espesor con materiales de nueva tecnología nos presenta los casos de aplicación electrostática, como las formas que, sin lugar a dudas, son ya los -- que mayor aplicación tienen a los procesos industriales de acabado.

LECHO FLUIDIZADO.

El principio de fluidificar partículas sólidas - por medio de gases es muy antiguo, empero, el concepto de utilizar este lecho para producir la aplicación de partículas micropulverizadas como recubrimiento, - es sustancialmente nuevo, siendo utilizado por vez -- primera en aplicaciones industriales, desde hace casi 30 años (1944).

En este método de aplicación, el material se coloca sobre un soporte y se mantiene mezclado y fluidizado por la aplicación de aire comprimido u otro gas en condiciones semejantes, que pasa a través de una placa porosa que se encuentra ubicada en la parte inferior del tanque. El poro de dicha placa debe ser - tal que permita el flujo del aire pero no el paso del polvo a la parte más baja del tanque.

El objeto que va a ser recubierto por el material, se precalienta a una temperatura superior a la del punto de fusión del polvo, y es entonces sumergida a la corriente aire-pintura, con lo cual al llegar el material a la superficie se funde y adhiere.

Posteriormente se pasa el artículo a un horno, -

para "curar" la resina fundida.

En este sistema de aplicación, son sumamente importantes los tratamientos de pre y post calentamiento, el tiempo de transferencia, el movimiento de la pieza en el lecho fluidizado, la velocidad del aire que fluidifica, las dimensiones de la cámara y la conducción adecuada de la pieza al horno cocción final.

Este método es utilizado en industrias cuyos productos necesiten o requieran capas gruesas de material como por ejemplo, las cestas de las lavadoras de platos.

La gran limitación de este proceso es debida a - que cuando se requieren capas de espesor mínimo, no - pueden obtenerse.

DEPOSITACION ELECTROSTATICA CON PISTOLA O STAT JET.

Las fuerzas electrostáticas se conocen desde la antigüedad, y nadie ignora los fenómenos de atracción o repulsión debidos a las cargas eléctricas. Por fro-
tamiento, el ámbar adquiere la propiedad de atraer --
cuerpos ligeros.

Lógico es, por tanto, que se haya pensado en el papel que desempeñan las fuerzas electrostáticas para la aplicación de gotitas de pintura o polvos finamente divididos.

La técnica de proyección electrostática de productos pulverizados, consiste en utilizar el campo eléctrico para depositar los constituyentes del revestimiento sobre superficies frías o ligeramente precalentadas. Un tratamiento térmico ulterior, permite la polimerización del producto para obtener así, una película protectora.

La carga eléctrica de partículas puede efectuarse por dos métodos:

- 1.- Triboelectrificación.
- 2.- Efecto corona o ionización del aire.

De los métodos anteriores, practicamente el más usado, es el segundo de ellos, ya que su mecanismo de operación es más efectivo.

El efecto Corona consiste en la ionización del aire conectando un potencial de corriente directa y de magnitud suficiente, en un electrodo cargado, para

que las moléculas de aire que se encuentran alrededor de él, adquieran la carga eléctrica y al ser transportadas las partículas del polvo por este campo, adquiereran la carga eléctrica generada.

Teóricamente, la fuerza con que la partícula de polvo se desplaza hacia la superficie del objeto a u pintar, que se encuentra aterrizada, es una función directa de la magnitud de la carga conducida por la partícula y la fuerza del campo eléctrico en el área de exposición.

Por tanto, al aumentar el voltaje, la fuerza aumenta también en forma directa. Hay, sin embargo, límites definidos en la diferencia de potencial a fin de evitar efectos eléctricos indeseables, ya que deben considerarse, en estos casos, los factores de seguridad industrial.

Los voltajes empleados actualmente, para la deposición electrostática varían desde los 50 hasta 150 kilovolts. Relacionando esto, con la fuerza del campo, podemos decir que en el sistema de proyección de polvos por aspersión, el promedio es de 4 a 6 kilovolts por pulgada.

Los requerimientos de la corriente eléctrica directa de estas fuentes de alto voltaje, son básicamente definidas por la corriente de ionización solamente e independientes de la cantidad de polvo emitido a través de la zona ionizada. El máximo de intensidad de corriente empleada normalmente se localiza entre 200 y 500 microamperes.

La mayoría de los materiales plásticos para recubrimiento, aceptan lo mismo cargas positivas que negativas, prefiriéndose esta última, debido a su mayor movilidad iónica en el aire, que resulta ser de 2.2 centímetros por segundo, comparado con 1.6 para polaridades positivas. Se hace notar, que ciertas poliamidas, para su depositación electrostática, ofrecen mayores ventajas en polaridades positivas.

A) MANUAL.

La pistola de aspersión de polvos fue el primer gran paso de este peculiar equipo que ha avanzado rápidamente desde su introducción en 1960.

Estos sistemas manuales, de fácil disponibilidad hoy en día, utilizan un voltaje que varía de 50 a 90 kilovolts (en polaridad positiva y/o negativa), hasta 200 microamperes en la intensidad de su corriente, te

niendo tarifas de alimentación de polvo de 28 kg. por hora (60 libras por hora), y producen un trabajo hasta de 0.55 joulios (el cuerpo humano resiste hasta 7-joulios).

Las pistolas y sus controles, permiten al operador el control de parámetros como patrón de rociado - y flujo de material.

En este método el polvo seco es colocado en un - recipiente de presión, y por la parte inferior se alimente aire a presión (1 a 20 psig), a dos orificios. El primero sirve para fluidizar el material con aire, y el segundo pasa a través de un venturi que bombea - el polvo y lo hace salir hacia la pistola.

La cantidad de polvo se controla mediante la presión aplicada.

Hay varios métodos usados por los diferentes fabricantes para controlar el patrón de rociado y que son:

a) Plato difusor rotatorio: Donde la figura y el tamaño del difusor determinan el modelo del patrón de rociado.

b) Plato difusor ajustable: Donde la posición de el plato en la corriente cambia el modelo del patrón desde una figura angosta hasta una nube completamente difusa.

c) Aire de vórtices: En este sistema al permitir el paso del aire por una boquilla de asperción situada en dirección angular al difusor, el control del patrón de rociado se encuentra justamente en el gatillo.

La fuente generadora de alto voltaje puede variar de forma y peso debido al fabricante; pero incluyen circuitos de doble voltaje de baja frecuencia, o múltiples de alta frecuencia. Son extremadamente seguros y compactos. Los hay de una sola polaridad o de doble polaridad.

Una consideración importante en estas instalaciones, es el abastecimiento de aire comprimido exento de impurezas, ya que todo el sistema funciona en forma neumática. Los requisitos necesarios de aire para estos sistemas de aplicación, fluctúan de 5 a 10 pies cúbicos por minuto y presiones de 50 a 80 libras fuerza sobre pulgada cuadrada manométricas.

Aunque estos procesos son intermitentes, la mayo

ría de las ocasiones pueden utilizarse en sistemas - continuos de producción.

En la buena técnica de este equipo, encontramos- que hay que usar equipos accesorios como lo son:

- 1.- Cabinas con recolectores de polvo.
- 2.- Hornos de fusión de material.

Hay en la actualidad un gran número de cabinas - disponibles comercialmente para la asperción del polvo; pero se debe tener en cuenta que la función principal de este tipo de equipo, es el ayudar a la recolección del polvo no fijado en el objeto, para su ulterior procesamiento.

Otra consideración importante es la velocidad de extracción de la cabina y que está en el rango de los 80 a 100 pies por minuto.

Relacionado con el extractor de aire de la cabina, está el sistema de recolección de polvo, siendo - preferible que este sea un sistema doble que en la -- primera parte tenga un ciclón y de ahí pase a un filtro del tipo de separador de bolsa. Con estos sistemas se colectan el 95% de las partículas de 20 o más- micras y el 50% de menor tamaño.

Para terminar con estos accesorios debemos de tener en consideración, el tipo de horno para la fusión y curado, ya que generalmente los de gas, tan usuales en México debido al alto costo de mantenimiento de -- los eléctricos, deben de tener estudiado perfectamente el problema de la velocidad del aire y el volumen de recirculación, a fin de no desalojar cantidades apreciables en el recubrimiento.

B) AUTOMATICO.

Estos sistemas automáticos siguen los principios ya mencionados, con ligeras variantes como lo son:

- 1.- Controles localizados remotamente.
- 2.- Debido a que se necesita mayor fluidez de material, la tarifa necesaria aumenta de 28 a 90 kg. -- por hora (200 libras por hora) de entrega.
- 3.- Los voltajes necesarios son de 90 a 150 kilovolts.
- 4.- Los requerimientos de aire son de 20 a 30 -- pies cúbicos por minuto y las presiones de 100 a 120- libras fuerza sobre pulgada cuadrada manométricas.

C) PARAMETROS DE OPERACION GENERAL.

Hay algunas reglas básicas que pueden aplicarse generalmente, pero entendiendo que para cada proceso u operación en particular, deben de establecerse operadores exactos:

1.- Distancia de la pistola al objeto: Esta distancia permite la dispersión correcta del polvo en el aire que lo transporta, y es además, de gran influencia en la eficiencia de la operación. Para lo cual - podemos indicar que la distancia precisa se encuentra en el rango de 12 a 18 pulgadas.

2.- Voltajes requeridos:

a) Se utilizan voltajes altos cuando se requieren: capas delgadas, transferencia eficiente, largos patrones de rociado, superficie del objeto de fácil - recubrimiento.

b) Se utilizan voltajes bajos cuando: depositaciones gruesas de material son requeridas, o cuando - la superficie del objeto es extremadamente complicada (p.ej.: el radiador de los automóviles, el condensador de refrigeradores, etc).

3.- Volumen de resistividad: La mayoría de los - materiales de recubrimiento en polvo, son afectados -

apreciablemente al incrementarse la temperatura en 10 grados centígrados. Así que si el objeto se precalienta, las partículas de polvo atraídas electrostáticamente sobre la superficie variarán en su nivel de repulsión.

4.- Efecto de Faraday: Conocido también con el nombre de jaula de ardilla. Superficies con abertura pequeña o ángulo estrecho, solo son efectivas al equivalente de $1/3$ de su diámetro interno. Esto es, en un tubo que tiene un diámetro interior de 3 pulgadas y se pinta exteriormente, la pintura penetra a 1 pulgada de distancia del extremo del tubo.

CAMARA ELECTROSTATICA
CON LECHO FLUIDIZADO.

El método de la cámara electrostática con lecho fluidizado, para la depositación de materiales de polvo seco, es sin duda, el proceso más eficiente inventado hasta ahora, y debido a limitaciones heredadas en los presentes diseños, no ha sido empleado o desarrollado al nivel del que es capaz. En opinión del sustentante, este concepto llegará a tener la máxima popularidad y uso industrial en los sistemas de proyección de pinturas a base de materiales micropulverizados.

Hay verdaderamente una cantidad considerable de reserva y desarrollo en los avances tecnológicos que deberán hacerse, antes de que dicha opinión pueda llegar a su máxima realización; pero debido principalmente a las ventajas que este concepto ofrece, sobre la técnica de asperción con pistola.

El equipo consiste de los componentes básicos de un lecho fluidizado estandar, excepto que está hecho de materiales aislantes y que cuenta con electrodos de carga eléctrica que estan insertados dentro de la membrana porosa, que sirve de difusor, a una distancia aproximada, de 4 pulgadas. El nivel del polvo fluidizado es normalmente de 3 a 4 pulgadas sobre la superficie del mismo. Cuando el alto voltaje, que oscila normalmente de 60 a 90 kilovolts, es aplicado, las partículas de polvo que adquieren la carga eléctrica se repelen hacia el espacio superior del nivel de fluidización con aire. Sin embargo, esa nube de partículas del polvo cargadas de electricidad ayudan a la fluidificación y actúan como reserva de alimentación del material.

El objeto por pintar pasa por encima o a través de la nube electrificada, donde el plástico micropulverizado se deposita por atracción electrostática.

Por ser muy baja la presión de aire utilizada para transportar el polvo y practicamente nula comparada con el modelo de pistola, el aire asociado con esta fluidificación tiene poca o ninguna influencia y - al considerar la caída de presión a través de la membrana, podrá verse que no hay ningún efecto. La presión usada es de 2 a 5 psig. y el consumo de aire es de 5 pcm. por pie cuadrado de superficie del plato difusor.

Debido a lo antes expuesto, podemos considerar - que la totalidad de la velocidad de depositación de - las resinas plásticas es debida a la influencia del - campo electrostático generado, en tanto que en la pistola de aspersión de polvo, el aire sirve para esparcir y proyectar el material al objeto. En pruebas -- efectuadas en líneas de producción, se encontró que - materiales tales como: vidrio, plásticos y maderas, - pueden ser cubiertos por ambas vias; pero la mayor -- velocidad de producción es indudablemente, en la cámara, aún sin la necesidad de recubrimientos primarios-conductivos.

La mayor limitación actual de este proceso, es - la uniformidad de la nube electrostática de material, desde un plano vertical, esto es, su densidad cambia-

en una distancia de 2 a 5 pulgadas. El factor primordial de este cambio de densidad en la resina fluidificada, depende del voltaje aplicado en los electrodos de carga. Una gran diferencia de potencial, es decir un alto voltaje, dá mayor densidad al baño y aumenta la distancia hasta en 8 pulgadas sobre el nivel del polvo. A mayor distancia la nube de material es menos densa y de 12 a 14 pulgadas la dificultad de atracción es casi nula.

Debido a esta limitación solamente pueden ser considerados, para esta área de aplicación, artículos cuyas dimensiones sean relativamente pequeñas.

También se ha experimentado, que la mayoría de las formulaciones de cloruro de polivinilo (P.V.C.) y algunas poliamidas pigmentadas, no pueden trabajarse bien con este proceso.

Aunque se reduce considerablemente el problema relativo a material sobre esparcido (over spray), existe solo cuando el objeto a recubrir es mucho más pequeño que el area de trabajo de la cámara. Todos los puntos referentes a tamaño de partícula, forma, etc. que se mencionarán en el capítulo de producción, son aplicables a cualquier sistema de aplicación electrostática.

PARAMETROS GENERALES DE OPERACION
DE LA CAMARA ELECTROSTATICA.

Así como en el proceso de asperción electrostática con pistola, hay unas cuantas reglas que deben ser consideradas en forma general, para el uso correcto de la cámara electrostática con lecho fluidizado. Estos parámetros son desde luego generales y están destinados a actuar como guías en operaciones exactas establecidas para cualquier operación:

1.- El espesor de la capa del polvo seco, es controlado por la diferencia de potencial eléctrico y -- por la distancia del objeto a la parte que tenga mayor densidad en la nube. El tiempo de tránsito del objeto a través de la cámara es también de gran influencia.

2.- La densidad de la nube es proporcional al -- voltaje aplicado y al área de exposición del objeto a recubrir.

3.- El punto nominal para el aprovechamiento óptimo del equipo y para una depositación máxima de material en un tiempo mínimo de exposición, se encuentra cuando se aplican resinas termofijas en el rango-

de 150 pies por minuto a 4 pulgadas del nivel del lecho fluidizado y a una diferencia de potencial de 80-kilovolts aproximadamente.

VENTAJAS Y LIMITACIONES.

Como en cualquier tipo de proceso de recubrimiento de superficies, existen ciertas ventajas y limitaciones, y el caso presente no es la excepción. A continuación se enumeran a fin de que sean del conocimiento general:

1.- Ausencia total de solventes orgánicos durante la aplicación del material, lo cual reduce considerablemente las emisiones de descarga atmosférica, evitando así la contaminación ambiental. También desaparecen los problemas de seguridad industrial que son debidos al manejo de pinturas líquidas.

2.- Una gran eficiencia en el uso del material, ya que se aprovecha del 90 al 95 % del polvo, puesto que el material que pasa al sistema colector de polvos, puede ser nuevamente utilizado.

3.- La facilidad de aplicar espesores de capa que varían desde 2 hasta 30 mils en una sola aplica--

de 150 pies por minuto a 4 pulgadas del nivel del lecho fluidizado y a una diferencia de potencial de 80-kilovolts aproximadamente.

VENTAJAS Y LIMITACIONES.

Como en cualquier tipo de proceso de recubrimiento de superficies, existen ciertas ventajas y limitaciones, y el caso presente no es la excepción. A continuación se enumeran a fin de que sean del conocimiento general:

1.- Ausencia total de solventes orgánicos durante la aplicación del material, lo cual reduce considerablemente las emisiones de descarga atmosférica, evitando así la contaminación ambiental. También desaparecen los problemas de seguridad industrial que son debidos al manejo de pinturas líquidas.

2.- Una gran eficiencia en el uso del material, ya que se aprovecha del 90 al 95 % del polvo, puesto que el material que pasa al sistema colector de polvos, puede ser nuevamente utilizado.

3.- La facilidad de aplicar espesores de capa que varían desde 2 hasta 30 mils en una sola aplica-

ción electrostática.

4.- Facilidad de depositación del material en -
objetos fríos.

5.- Relativamente bajo costo de equipo, si se --
tiene en cuenta que los actuales sistemas líquidos re
quieren de cabinas de lavado de agua, unidades de re-
emplazamiento de aire y demás equipos para evitar la-
contaminación atmosférica.

Los recubrimientos aplicados son competitivos en
su costo de aplicación y en muchos casos, hay un gran
mejoramiento en cuanto a las propiedades funcionales-
obtenidas.

6.- Facilidad de adaptación a las actuales técni
cas de producción, y el fácil manejo del equipo no re
quiere de personal altamente especializado.

7.- El bajo costo de enmascaramiento para las --
piezas que así lo requieran y su fácil transporte.

8.- Existen ciertos problemas de almacenaje, par
ticularmente con materiales termofijos tales como: hu
medad, temperatura, etc.

9.- Para obtener una firme adherencia de materiales termoplásticos, es necesario en algunos casos, aplicar con anterioridad un primario líquido.

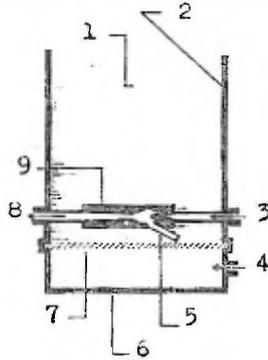
10.- Las altas temperaturas requeridas para que los materiales termofijos se fundan y curen (alrededor de 200 ° C y 15 minutos mínimo), pudieran ir en detrimento de la pieza cubierta.

11.- El pretratamiento del objeto o su preparación, son tan importantes como en cualquier otro sistema convencional de recubrimientos. El mismo cuidado que requiere un sistema de pintura líquida es necesario para el del polvo.

12.- En caso de precalentamiento de la pieza y cuando se utiliza la cámara electrostática con lechofluidizado, la temperatura máxima de entrada al sistema debe de ser de 70°C .

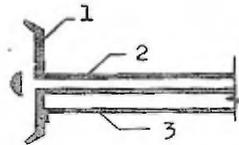
13.- Se debe tener en cuenta que cuando se usan materiales termoplásticos solamente, se requerirá la fusión de ellos y si se trata de materiales termofijos, además de la fusión será necesario un tiempo mínimo para el curado.

RECIPIENTE DE ALIMENTACION DE POLVO.

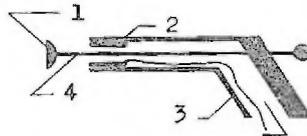


- 1.- Nivel Polvo.
- 2.- Pared Recipiente.
- 3.- Aire de Entrada a la Bomba.
- 4.- Aire Fluidización.
- 5.- Absorción Material.
- 6.- base Recipiente.
- 7.- Placa Porosa.
- 8.- Salida Material.
- 9.- Bomba Venturi.

METODOS DE CONTROL DEL PATRON DE ROCIADO.



- 1.- Plato Difusor.
- 2.- Pistola.
- 3.- Electrodo.

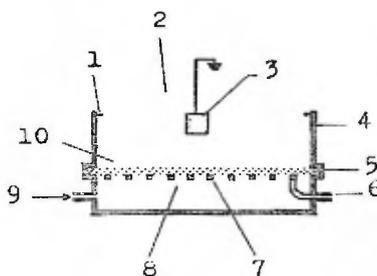


- 1.- Difusor Ajustable.
- 2.- Electrodo.
- 3.- Pistola.
- 4.- Varilla Ajuste.



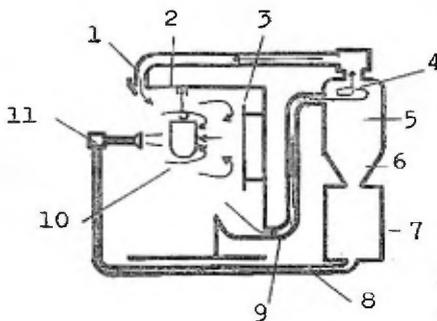
- 1.- Electrodo.
- 2.- Aire Vórtice.
- 3.- Pistola.
- 4.- Entrada Material.
- 5.- Cable eléctrico.

CAMARA ELECTROSTATICA
CON LECHO FLUIDIZADO.



- 1.- Alambre Tierra.
- 2.- Nivel Polvo.
- 3.- Pieza.
- 4.- Cámara.
- 5.- Placa Porosa.
- 6.- Cable eléctrico.
- 7.- Electrodos.
- 8.- Nivel Aire.
- 9.- Entrada Aire.
- 10.- Polvo.

SISTEMA AUTOMATICO.



- 1.-Aire Recirc.
- 2.-Cabina.
- 3.-bafle.
- 4.-Colector.
- 5.-Polvo.
- 6.-Polvo.
- 7.-recipiente.
- 8.-Alimentación Polvo.
- 9.-Polvo recirc.
- 10.-Objeto.
- 11.-Pistola.

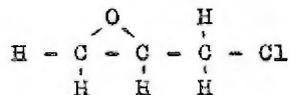
CAPITULO IV
DESCRIPCION DE LOS
PROCESOS DE
PRODUCCION.

OBTENCION DE LA RESINA EPOXI.

Los materiales usados para la fabricación de la resina epoxi son: la epiclorhidrina y el bisfenol A, los cuales son derivados del gas natural o de la destilación de sus subproductos.

La epiclorhidrina es un líquido incoloro, con olor irritante parecido al del cloroformo.

Su fórmula es:



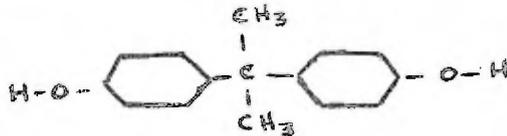
Es un producto muy reactivo que se combina a través del grupo epoxi con algunas sustancias que tengan un átomo de hidrógeno activo. Se consigue al 98% de pureza.

Su obtención se hace por cloración del propeno dando el cloruro de alilo y luego con ácido hipocloroso da la clorhidrina.

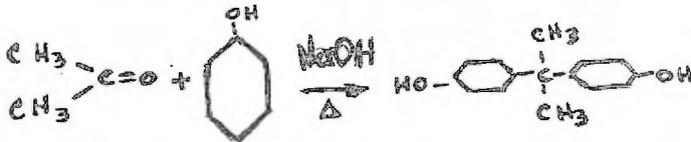
El bisfenol A o Bis (4 hidroxifenil de metilmetano) requiere de dos productos para su formación:-

Acetona y fenol. Dada la facilidad de obtener estas-materias primas, el bisfenol A es el producto más usado en la fabricación de resinas epoxi.

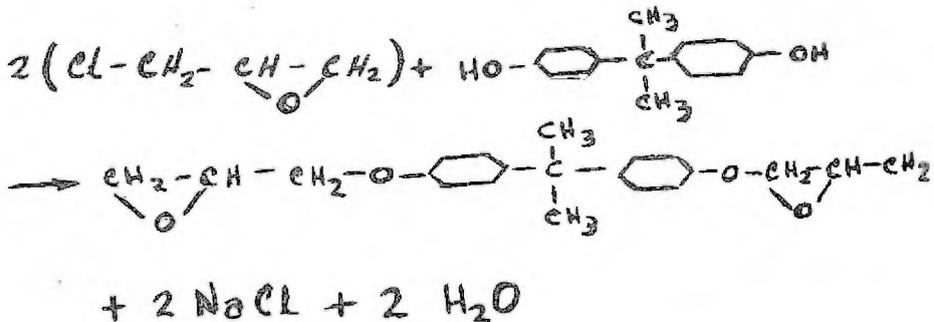
Su fórmula es:



La reacción es la siguiente:



La epoclorhidrina y el bisfenol A al reaccionar-en presencia de sosa dan el éter diglicídico de bisfe-nol A, y se ha visto que como paso intermedio está la reacción de formación de fenolatos, que se neutraliza con el ácido clorhídrico que se forma durante la reac-ción que es:



Esta es la unidad monómera de las resinas epoxi- que son de tipo termoplásticas y por catálisis en frí o pasa a resina termofija.

El agente catalítico usado puede ser un polial - cohol, aminas, etc.

La resina así obtenida puede seguir varios méto - dos de procesamiento para la obtención de la pintura - ya sea líquida o en polvo.

PROCESOS DE ELABORACION DE PINTURA EN POLVO.

Hoy en día existen varios procesos en la fabrica ción de pinturas en polvo, pudiendose dividir en dos - métodos generales, de acuerdo a la selección hecha de las materias primas.

La selectividad de materias primas nos puede ayu dar a escoger el proceso que nos sea más práctico, ya que como cualquier pintura esta constituida por los - materiales siguientes:

- 1.- Resinas.
- 2.- Pigmentos y extendedores.
- 3.- Aditivos.

1.- Resinas: de ellas dependen los tipos de pintura fabricada. A continuación se mencionan las resinas que actualmente se producen en el mercado internacional en forma de pintura en polvo:

- a.- Resinas epoxi.
- b.- Cloruro de polivinilo (P.V.C.)
- c.- Polietileno.
- d.- Acetato butirato de celulosa (C.A.B.)
- e.- Nylon.
- f.- Poliester.
- g.- Acrílicas.
- h.- Resinas fluorocarbonadas.
- i.- Polipropileno.
- j.- Poliéteres clorinados.

En aplicaciones realizadas, se ha encontrado que pueden incrementarse las características de un tipo de resina empleada, por medio del uso de dos tipos mezclados, obteniéndose así características de cada una de las resinas usadas en la mezcla, debiéndose tener en cuenta que estas mezclas deben tener estabilidad térmica y alto punto de gelificación.

2.- Pigmentos y extendedores: los pigmentos y extendedores empleados en la fabricación de polvo, de -

ben de ser estables a la temperatura de horneado a la cual se funde la resina, para obtener las características óptimas en el recubrimiento; al mismo tiempo, como cualquier otra materia prima sólida deben estar exentas de humedad.

3.- Aditivos: los aditivos empleados son de tal variedad que van desde endurecedores, catalizadores, plastificantes, niveladores de película, inhibidores de rayos ultravioleta, solventes, etc.

De la adecuada selección que se hagan de estas materias primas, obtendremos las características físicas y químicas de nuestro producto y que debe estar acorde con los usos a los cuales se destine el objeto pintado. Por ejemplo: la formulación de un epóxico que será aplicado a muebles para jardín, es diferente de otro cuyo objetivo principal es evitar la corrosión en una válvula de un proceso industrial cualesquiera.

Los métodos de producción de acuerdo con las materias primas seleccionadas pueden seguir dos procesos principales que son dos :

a.- Fabricación por vía seca.

b.- Fabricación por vía húmeda.

A su vez, cada uno de estos métodos de fabricación tiene varios procesos como a continuación se señalan:

a.- Vía seca: 1a.- Extrusión.

2a.- Fusión.

b.- Vía húmeda: 1b.- Espreado de materiales.

2b.- Secado de película.

3b.- Evaporación de solventes.

4b.- Coagulación por precipitación.

5b.- Coagulación por diferencia de temperaturas.

RESUMEN DE LOS PROCESOS
DE PRODUCCION.

1a.- EXTRUSION:

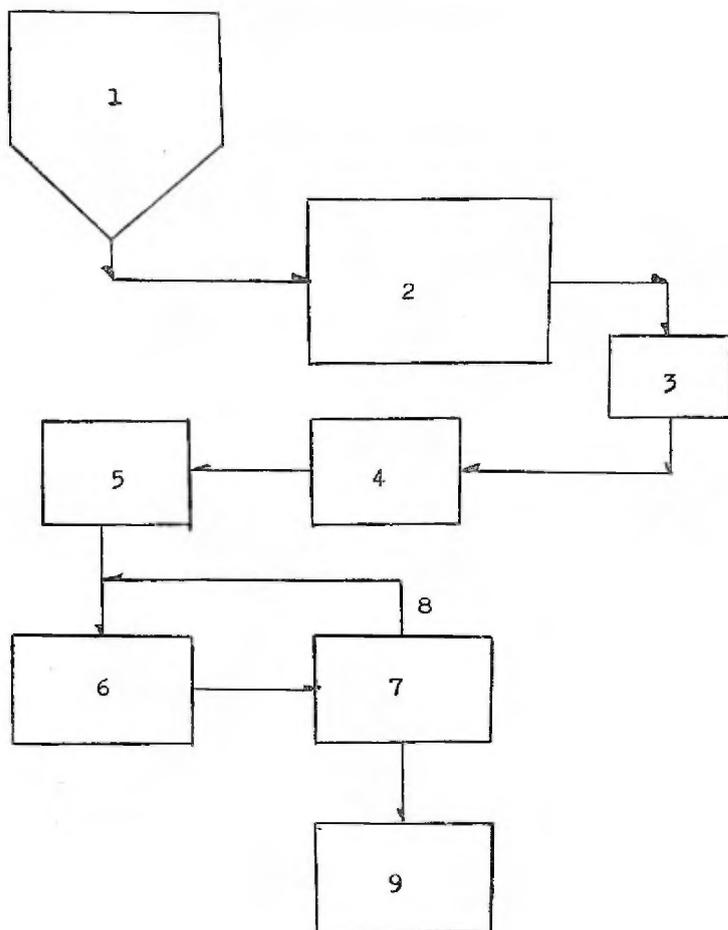
En este método todas las materias primas son sólidas y su proceso de fabricación es el siguiente:

1.- Se pesan todas las materias primas.

2.- Se vierten en un premezclador.

3.- Se inyectan a un extruder.

DIAGRAMA DEL PROCESO
DE EXTRUSION.



- 1.- Premezclado. 2.- Extrusión. 3.- Laminado.
4.- Triturado. 5.- Molino 6.- Pulverizado.
7.- Clasificado. 8.- Recirculación. 9.- Envase.

4.- En el extruder se homogeneiza la mezcla.

5.- Prosiguen a un laminador de rodillos.

6.- Llegan a una quebradora, pasan por un molino y llegan finalmente a un micropulverizador de sólidos.

7.- Pasan a un clasificador por vibración y se tamizan. Las partículas que se encuentran dentro del rango de 20 a 100 mallas se envasan. Las de mayor diámetro son recirculadas al micropulverizador.

2a.- FUSION:

Si una de las materias primas seleccionadas en este proceso es líquida, es obvio que el método anterior no puede ser usado, necesitándose seguir este segundo método cuyos pasos fundamentales a continuación se describen:

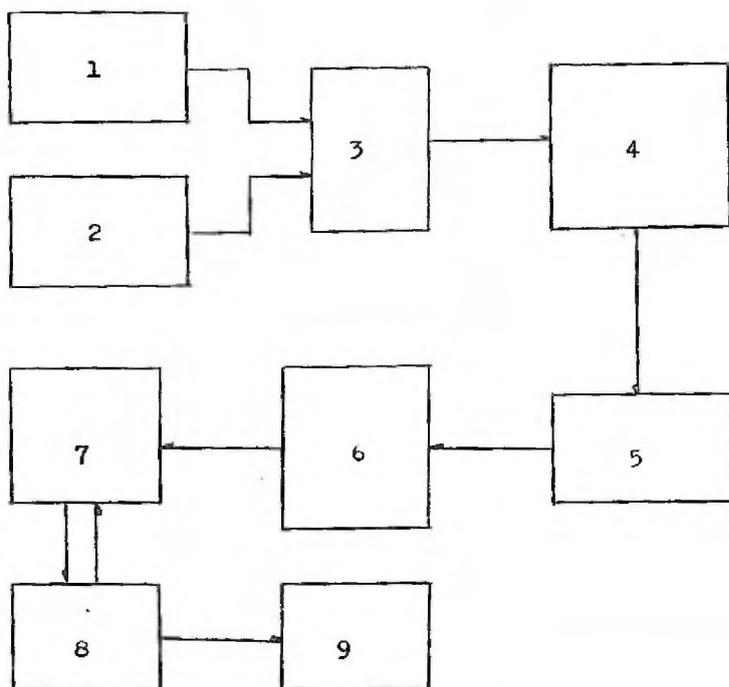
1.- Todas las materias primas sólidas seleccionadas se funden.

2.- Ya fundidas se mezclan con la materia prima líquida.

3.- Se enfria hasta la solidificación total de la mezcla.

4.- Se tritura el sólido formado.

DIAGRAMA DEL PROCESO DE FUSION.



- 1.- Horno p/sólidos. 2.- Mat. Prim. Líquida. 3.- Mezcla.
4.- Enfriado. 5.- Trituración. 6.- Molino 7.- Pulver.
8.- Clasificación. 9.- Envase.

5.- Se inyecta un molino de grado fino.

6.- Se pasa a un pulverizador de material.

7.- Se alimenta a un clasificador, del cual se -
envasa o se regresa al pulverizador, dependiendo del -
diámetro de partícula.

Como puede verse fácilmente este segundo método -
requiere de un equipo más costoso, de personal más es -
pecializado e igualmente los servicios requeridos son
mayores.

Antes de proseguir, se hace notar que en México -
los productores nacionales, utilizan el método de ex -
trusión para la fabricación de pintura en polvo.

METODO TRADICIONAL DE
PRODUCCION DE PINTURAS.

Antes de hablar de los procesos de vía húmeda, -
podemos indicar los pasos que se siguen en el método -
tradicional de fabricación de pintura, ya que a par -
tir de la pintura así obtenida se siguen los métodos -
de la vía húmeda:

1.- Se pesan las materias primas.

2.- Se mezclen perfectamente.

3.- Se pasan a un molino de rodillos para obtener

el grado de finura deseado en la molienda.

4.- Se le agrega la última parte de solventes, - volviéndose a agitar perfectamente la pintura a fin - de obtener la incorporación total del producto.

5.- Por último se envasa y almacena.

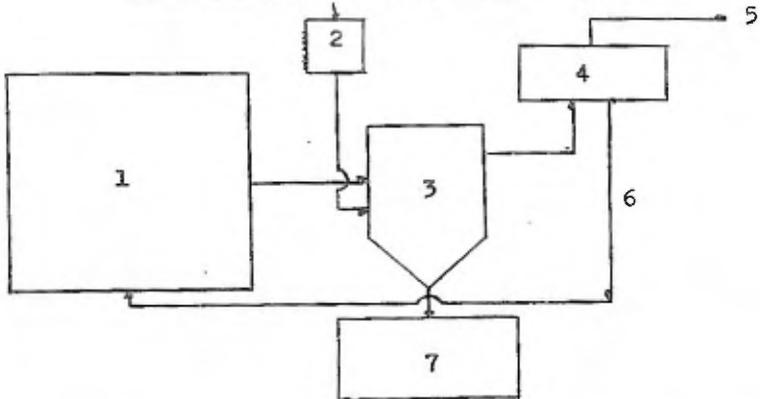
Los métodos por vía húmeda de producción de pintura en polvo siguen los mismos pasos, solo que evitan el último de ellos y es aquí cuando en realidad empieza la producción del material micropulverizado.-

1b.- ESPREADO DE MATERIALES:

En este método la pintura líquida se alimenta - por (1) al sistema de esreado (2), que se encuentra en un recipiente cerrado y convenientemente diseñado al cual, por la parte inferior (3) se le introduce aire caliente para la evaporación de los solventes. El polvo así obtenido se extrae por la parte - más baja del aparato (5), quedando la partícula - dentro de un rango en su diámetro de 30 a 80 mallas.- De aquí pasa al clasificador y a envase.

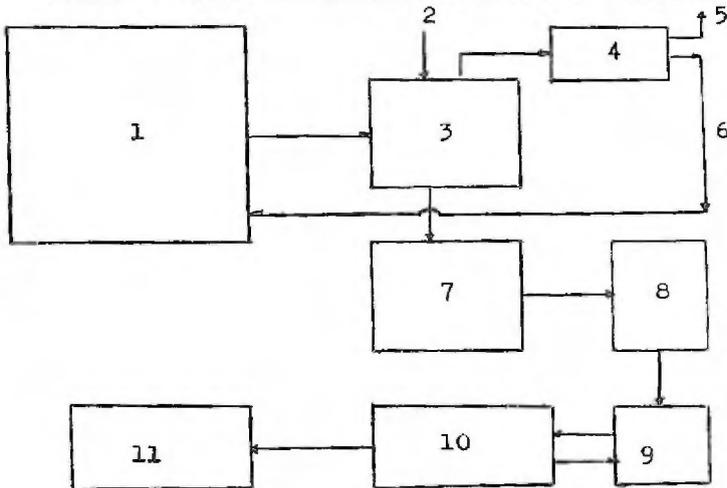
En la parte superior del sistema se encuentra la salida de la mezcla aire-solvente que es arrastrada -

DIAGRAMA DEL PROCESO DE ESPREADO.



1.-Método tradicional. 2.-Calentador aire. 3.-Esparado.
4.-Condensador. 5.-Aire atmósfera. 6.-Solv. Recirc.
7.-Envase.

DIAGRAMA DEL PROCESO DE SECADO Y EVAPORACION.



1.-Método tradicional. 2.-Aire secado. 3.-Secador o
evaporador. 4.-Condensador. 5.-Aire atmósfera.
6.-Solv. Recirc. 7.-Trituración. 8.-Molino 9.-Pulv.
10.-Clasificación. 11.-Envase.

a un condensador en donde por enfriamiento, se licuan los solventes (6) y por medio de una bomba se recirculan a la parte inicial del proceso.

Por la otra salida del condensador, el aire es arrojado al exterior. Esto origina un sistema practicamente cerrado, donde solamente alcanza a perderse del 2 al 5% de solvente, que se añade en el proceso tradicional de pinturas.

2b.- SECADO DE PELICULA:

En este segundo método, se forma una película de pintura por la cual se hace pasar una corriente de aire y se evaporan los solventes rapidamente, pasando se a una campana de recuperación como en el método anterior.

El material se desprende de la superficie una vez que se ha secado de ahí pasa a un molino y posteriormente a un micropulverizador de sólidos.

Como fase final se tamiza clasifica y/o envasa o recircula. Se utiliza este sistema para resinas termoplásticas que requieren de un primario líquido para tener la adherencia necesaria en los procesos industriales.

3b.- EVAPORACION DE SOLVENTES:

Es un sistema muy similar al anterior, solo que en lugar de separar la película completa del material termoplástico, se tiene un sistema de cuchillas que raya primeramente al material para proceder a separar la capa rayada.

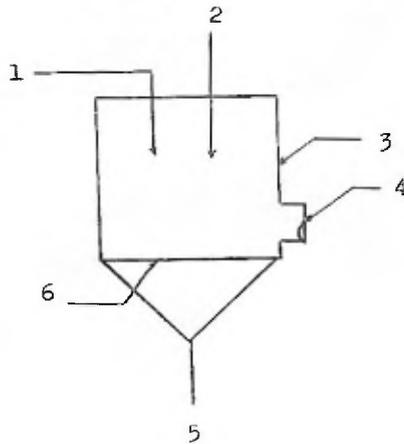
Los pasos que anteceden y que son posteriores, son exactamente los mismos que en el método anterior. La diferencia básica entre estos dos sistemas, consiste específicamente, en las características de adherencia, del producto obtenido. A mayor adherencia se utilizarán las cuchillas a menor adherencia se utilizará el método anterior.

4b.- COAGULACION POR PRECIPITACION:

Se trata de un sistema radicalmente diferente a los anteriores, ya que aquí no se inyecta aire, si no que se trata de un proceso similar a la de la obtención del queso.

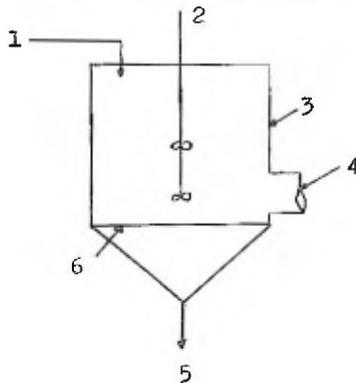
En un recipiente en el que se encuentra la pintura, se pone un agente coagulante que separa las partículas sólidas del solvente empleado, precipitándose las primeras.

DIAGRAMA DE COAGULACION POR PRECIPITACION.



- 1.- Método tradicional. 2.- Coagulante. 3.-Carcaza.
4.- Extracción del sólido. 5.- Solv. Recirc.
6.- Soporte.

DIAGRAMA DE COAGULACION POR TEMPERATURA.



- 1.- Método tradicional. 2.- Agitador. 3.- Carcaza
Enchaquetada. 4.- Extracción sólido. 5.- Solv. -
Recirc. 6.- Soporte.

El solvente se extrae por la parte inferior y se recircula a la parte inicial del proceso tradicional - de fabricación de pinturas.

En el soporte queda retenido el sólido, que se - acaba de secar perfectamente con aire caliente, y que se descarga la atmósfera.

El sólido se tritura, se muele, y se micropulve- riza, pasando al clasificador y a envase o al pulveri- zador nuevamente.

5b.- COAGULACION POR DIFERENCIA DE TEMPERATURAS:

En este procedimiento, se utiliza la propiedad - que tienen las pinturas líquidas de coagular a bajas- temperaturas, para separarlas de los solventes.

A un recipiente enchaquetado se le hace circular por la parte externa un líquido con el objeto de en- friarlo. En la parte interna se introduce la pintura y se agita este sistema. Al haber una diferencia de- temperaturas, y una agitación continua, los espacios- intermoleculares van haciéndose cada vez más pequeños hasta solidificarse y precipitarse .

La característica física del estado sólido, es -

precisamente que los espacios intermoleculares son - tan pequeños, que las moléculas que forman el mate -- rial se encuentran completamente unidas.

Aprovechando esta propiedad, se extrae el sólido formado y pasa a un posterior secado con aire.

Los solventes extraídos son reprocesados como - en los métodos anteriores y el sólido es también tra- tado en esa misma forma.

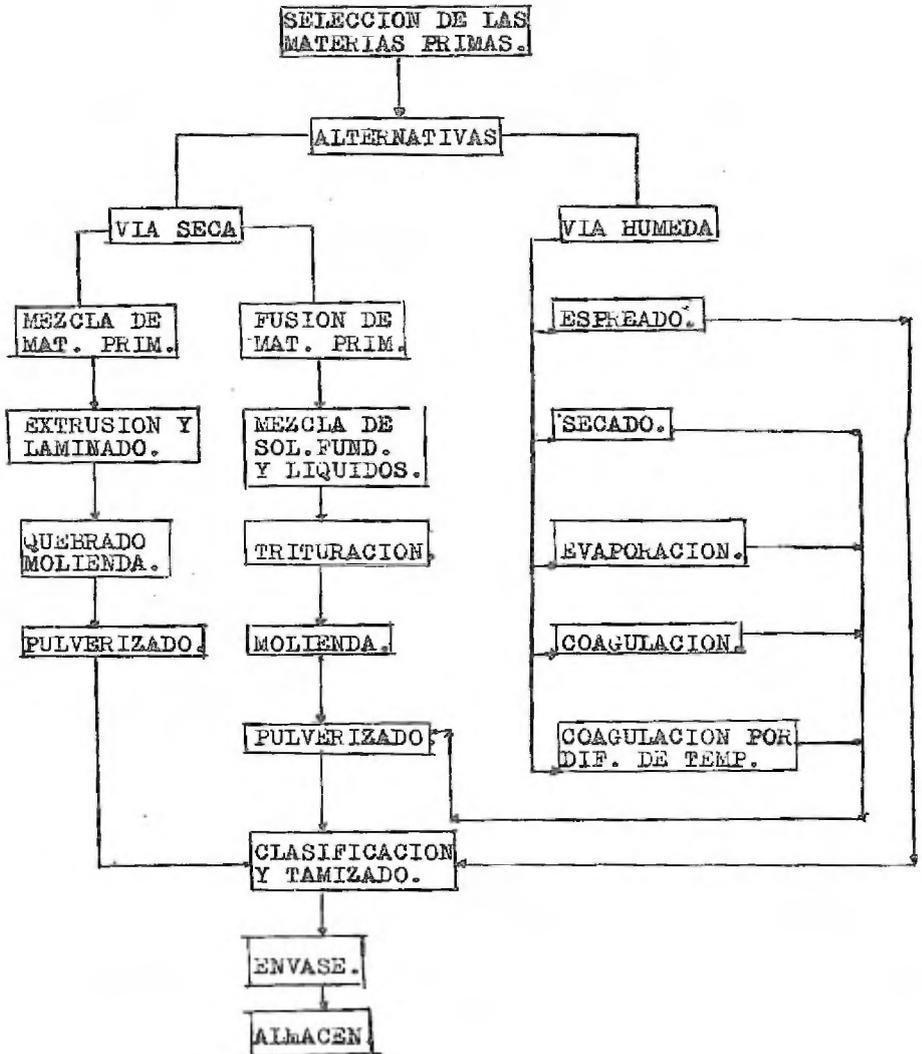
Logicamente, en estos dos últimos procesos son - apreciables las pérdidas de solvente, que son del ór- den del 10 al 15%, según el caso.

Dada las características de los diferentes proce- sos, solo en el de esparado de materiales obtenemos - partículas de forma homogénea (completamente esféri- cas), de diámetro muy similar, y con otras caracte^{ri}s- ticas físicas que posteriormente se expondrán.

Las características químicas de los productos - obtenidos son similares, y por tanto, son independien- tes del proceso elegido.

A continuación, se presenta un cuadro sinóptico-

de los procesos descritos:



- 1.- Materias Primas sólidas exclusivamente.
- 2.- Materias Primas sólidas y algunas líquidas.
- 3.- Efectuado el proceso tradicional de fabricación de pinturas.

CARACTERISTICAS FISICAS DE LA
PARTICULA DE PINTURA EN POLVO.

La pintura en polvo para ser aplicada electrostáticamente, con el mayor beneficio para el usuario, debe tener las características físicas siguientes:

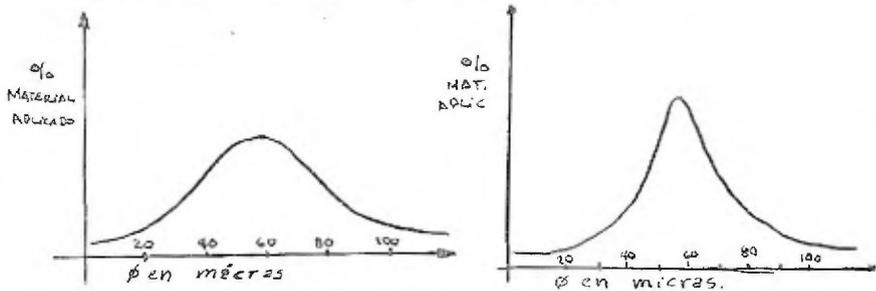
1.- Tamaño de partícula: Debe de oscilar entre - 20 y 100 micras con el objeto de tener las mayores -- ventajas de flujo del polvo.

Partículas de diámetro menor, forman practicamente un circuito a la salida de la máquina proyectora - de polvo con el sistema de recolección.

Partículas de diámetro mayor tienden a caer al - sistema de recolección antes de llegar al objeto.

2.- Distribución de tamaño de partícula: Esta - distribución influye desde la alimentación de la partícula, hasta su depositación. Por tanto, podemos de cir, que de esta distribución depende en gran parte - la eficiencia del proceso.

Las características finales del recubrimiento, - dependen también, en gran parte, de este factor. A - mayor abundamiento se presenta la gráfica siguiente:



3.- Morfología de la Partícula: Los resultados - óptimos que se tienen son los de polvos de forma es-- férica, ya que geoméricamente, estamos con la mejor- relación de volumen a área. Como la electricidad es- un fenómeno de superficie, permite una distribución - más uniforme en la mínima unidad de volumen posible.- Si la partícula no es esférica, habrá puntos de con-- centración de cargas eléctricas y no habrá uniformi-- dad de distribución eléctrica en la superficie de la- partícula por aplicar.

4.- Resistividad: Debe de tomarse en cuenta la - resistividad de los materiales al formularse la pintu- ra en polvo, ya que para ser empleados electricamente deben de oscilar alrededor de 1010 ohms - centímetro.

5.- Propiedades Reológicas: Como tratamos de ob-

tener recubrimientos muy delgados en forma electrostática, de 2 a 5 mils, las propiedades reológicas de -- los materiales deben de tomarse en cuenta, con el propósito de tener un buen flujo al fundirse la resina pigmentada, y lograr recubrimientos uniformes, evitando la falla técnica conocida como " orange peel " , - tan frecuente en este tipo de acabados.

CARACTERISTICAS QUIMICAS DE
LA PINTURA EPOXICA EN POLVO.

<u>PROPIEDAD.</u>	<u>RESULTADO.</u>
Durabilidad exterior.	buena.
Prueba de sal.	muy bien.
Resistencia al agua.	bien.
Solventes:	
Alcoholes	excelente.
Gasolina	excelente.
Petroleo	excelente.
Queroseno	excelente.
Amoníaco	regular.
Alcalis	excelente.
Acidos minerales diluidos	mal.
Acidos minerales concentrados:	
Sulfúrico	excelente.

Nítrico	mal.
Fosfórico	excelente.
Láctico	excelente.
Acético	regular.
Oleico	excelente.
Fórmico	mal.
Esteárico	excelente.
Propiedades Mecánicas:	
Resistencia a la abración	muy bien.
Flexibilidad	excelente.
Resistencia al impacto	muy bien.
Constante dieléctrica	excelente.
Temperatura máxima de servicio	125°C.
Rango de coloración:	
Vía húmeda	excelente.
Vía seca	muy mal.
Retención del color:	
Vía húmeda	muy bien.
Vía seca	bien.
Brillo	excelente.
Dureza	5 H.

Estas pruebas fueron efectuadas en láminas de -
0.8 mm. con un espesor de capa de 5 mils con dos ti -
pos de polvo obtenidos por extrusión y espreado.

PROCESO SELECCIONADO.

Estudiadas las dificultades que presentan los métodos de vía seca, la industria productora de polvos epóxicos en Europa, se ha mostrado partidaria de las técnicas de vía húmeda, por las razones mencionadas referentes a las características físicas de las partículas y por otras que a continuación se exponen:

1.- Pigmentación uniforme :

Como es fácil suponer presenta mayor dificultad la pigmentación uniforme en un extruder, que en el método tradicional de elaboración de pinturas, dado que solo ligeras porciones del material adquieren el pigmento.

Objetivamente podemos comparar, aunque parezca vulgar el sistema, un juguete de precio económico con un vidrio polarizado de un automóvil, vistos ambos a trasluz. En el juguete se pueden ver diferentes tonalidades del color, en tanto que en el vidrio polarizado la capa tiene una tonalidad uniforme.

2.- Poder cubriente:

Por lo anteriormente expuesto, se desprende la - necesidad de usar capas de pintura de mayor grosor en los sistemas de vía seca, a fin de mantener la tonali- dad exigida en las pinturas industriales. En el capí- tulo de Análisis de Mercado, hablábamos de espesores- de capa de 5 mils, ya que películas más delgadas pre- sentan el fenómeno llamado " rayas de cebra" , ocasio- nadas por el bajo poder cubriente. En los métodos de vía húmeda podemos aplicar capas de 2 a 3 mils sin -- que se presente este fenómeno.

3.- Facilidad de repetición de colores:

Como no podemos hablar de materias primas idénti- cas, en los procesos de vía seca como solo se añaa el pigmento en peso, difícilmente se puede obtener - exactamente la misma tonalidad. En los de vía húmeda bastará con tener un igualador de pinturas.

4.- Diferentes gamas de tonalidades:

En los procesos de vía húmeda la gama de tonali- dades es tan amplia como lo requiere el usuario. En- los de vía seca solo podrán obtenerse colores fuertes o colores suaves, siendo practicamente imposible la - obtención de colores intermedios.

Por todas estas razones en el presente trabajo -

se decidió seleccionar para la producción de pinturas a base de resinas epóxicas en polvo, el método de espreado de materiales, dada la fácil adaptación de este sistema a la industria de las pinturas en nuestro país.

Con este proceso, además de las ventajas señaladas podemos reducir el costo promedio, a \$50.00 / kg. e fin de hacer más atractivo al usuario este producto y ayudar al mismo tiempo, a su introducción en el mercado nacional.

C A P I T U L O V

E V A L U A C I O N

E C O N O M I C A .

En vista de que el análisis del mercado, arrojó una capacidad de 1,300 Ton./año, para 1980, y que se cuenta actualmente con dos empresas cuya producción máxima es en total de 800 Ton./año, se determinó la necesidad de creación de otra nueva planta con capacidad de 500 Ton./año de pintura epóxica en polvo .

INVERSION DE EQUIPO.

Agitador de turbina de 6 aspas a 45° de inclinación para mezcla anterior al molino (6 unidades de Philadelphia Co.	15,000.00
Molino de rodillos para mezclas sólido - líquido.	225,000.00
Tinas de preparación con tanque de 600 litros de acero inoxidable (2 unidades) .	2,500.00
Tanque entonador con agitador - sin motor, de 4 hojas y capacidad de 2,500 litros. (4unidades)	93,000.00
Tanque de almacen de 1.5 mts. por 1.45 mts. de acero inoxidable sin agitador (6 unidades).	21,000.00
Agitador final (2 unidades).	24,000.00
Balanza Toledo Scale de 1,000 kg.	20,000.00
Diablos o transportadores manuales (4 unidades).	4,000.00

Bomba sin motor para resina centrífuga de acero inox.	6,000.00
Material laboratorio: vasos, picnómetro, criptómetro, etc.	7,000.00
Equipo de esreado con motor de 10 hp., con condensador - clasificador y envasadora - (precio ya instalado)	1,750,000.00
Motores para bombas, agitado res, total simplificado toma do de la obra de Peters y co rregida en el costo por el - índice de Marshall.	17,500.00
Costo de tubería de dos pul- gadas de diámetro a \$450.00/ metro lineal, según cotiza- ción para una longitud total de 100 mts.	45,000.00
	<hr/>
T o t a l	2,305,000.00
Se adiciona un 20% donde se- incluyen tarimas, estantes, artículos de limpieza, etc(1)	111,000.00
Costo general de instalación 30% de la inversión en equipo (1)	166,500.00
	<hr/>
TOTAL.	2,582,500.00
TERRENO Y EDIFICIO	1,280,000.00
	<hr/>
TOTAL DE LA INVERSION FIJA:	3,862,500.00

(1) En estos dos renglones no se tomó en cuenta el equipo de esreado, ya que este se cotizó instalado.

COSTO DE MANO DE OBRA.

1.- BODEGA : se utilizan 3 personas.

		<u>ANUAL.</u>
2 ayudantes a \$38.00/día	\$	27,740.00
1 responsable a \$50.00/día		18,250.00

2.- PLANTA : 6 personas.

3 molineros a \$38.00/día		41,610.00
3 entonadores a \$50.00/día		54,750.00

3.- ENVASE : 2 personas.

1 empacador a \$ 45.00/día		16,425.00
1 ayudantes a \$ 38.00/día		13,870.00

4.- LABORATORIO Y MANTENIMIENTO :

2 personas a \$50.00/día		36,500.00
2 personas a \$38.00/día		27,740.00

5.- VELADORES Y LIMPIEZA :

5 personas a \$38.00/día		69,350.00
--------------------------	--	-----------

T o t a l 306,235.00

Adicionando 15% de Seguro Social y otras prestaciones.	\$	45,935.25
		<hr/>
TOTAL		352,170.25

GASTOS DE ADMINISTRACION.

Gerente	\$ 15,000.00	\$ 180,000.00
Contador	8,000.00	96,000.00
Secretarias y Ayudantes.	7,000.00	84,000.00
Químico Lab.	4,000.00	48,000.00
Ing. de producción	8,000.00	96,000.00
		<hr/>
T o t a l.		\$ 504,000.00

20% de Seguro Social y otras prestaciones:	\$	100,800.00
		<hr/>
TOTAL	\$	604,800.00

GASTOS DE VENTA.

10% de las ventas totales, incluidos salarios, descuentos, comisiones, cargos de almacenaje, distribución impuestos etc.	2,500,000.00
--	--------------

CALCULO DEL CONSUMO DE
ENERGIA ELECTRICA.

62 h.p. totales + 25% seguridad = 77.5 h.p.
77.5 h.p. X 0.745 Kw./h.p. = 57.75 Kw.
57.75 Kw. X 2,100 Hr. = 121,275 Kw.-Hr./año.
Costo de la energía eléctrica según tarifa 3N:
0.1955 + 1,175.07 bimestral.
121,275 Kw.-Hr. X 0.1955 \$/Kw. Hr. + 7,050.50 =
23,710.00 + 7,050.50 = 30,760.50 \$/año.

CALCULO DE INVENTARIOS.

Para calcular los inventarios se tomaron un mes de materias primas e igual tiempo de producto terminado, - tomándose para el solvente, que solo se pierde en un - 5%, la cantidad anual necesaria, y se dividió entre 12, para prorratear mensualmente su costo.

Las materias primas son:

Xilol : 1.60 \$/Kg.

Butil Cellosolve : 9.00 \$/kg.

Butanol : 7.00 \$/Kg.

Alcohol Diacetona : 8.00 \$/Kg.

Resina : 13.00 \$/Kg.

Catalizador, cargas y aditivos : 9.05 \$/Kg.

Pigmentos (1) : 65.00 \$/Kg.

(1) Se tomó un precio promedio para el pigmento, ya que los precios de cada uno de ellos varían desde 10.00 ₡/Kg hasta 100.00 ₡/Kg. Para determinar este precio se recurrió a cálculos hechos con ayuda de la fábrica de pinturas "El Nervi6n, S. A."

Precio Total: \$11,915,715.12 / a6o.

\$11,915,715.12 / a6o / 12 meses / a6o =

\$992,976.26 / mes.

Para inventario de producto terminado en un mes : -

\$25,000,000.00 / a6o / 12 meses / a6o =

\$2,083,333.34 / mes.

TOTAL INVENTARIO: \$992,976.26 + \$2,083,333.34 =

\$3,076,309.60 / mes.

CALCULO DE INVERSION TOTAL.

La inversi6n total se halla formada por la Inversi6n Fija + Capital de Trabajo.

Capital de Trabajo: Un mes mat. prim. + un mes prod. term. + tres meses salarios + 15% de inversi6n efectivo.

INVERSION TOTAL : \$7,847,000.00

Por 6ltimo, calcularemos la depreciaci6n:

DEPRECIACION.

Se sigue el método de depreciación de la línea -
recta, estimándose una duración de 12 años, pudiéndose-
expresar como $1/12$ en cuanto a la inversión del equipo-
ya que se supone un valor final de 0 para el mismo.

Anualmente deberá cargarse : \$215,208.34

Ahora podemos calcular los costos y clasificarlos-
en fijos y variables.

COSTOS FIJOS.

Se consideran como fijos los gastos siguientes:

Depreciación	\$	215,208.34
Seguros (1% de inversión fija)		38,625.00
Mantenimiento (5% inv. - planta)		115,875.00
Gastos de Administración		604,800.00
Ventas (50%)		1,250,000.00
Mano de obra (30%)		105,651.08
TOTAL	\$	<u>2,330,159.42</u>

COSTOS VARIABLES.

Se consideran como variables los costos siguientes:

Materia prima	\$ 11,915,715.12
Mano de obra (70%)	246,519.18
Ventas (50%)	1,250,000.00
Materiales miscelaneos, cargo de empaque y alma cén (2% de inventario)	67,151.20
Energía eléctrica	30,760.50
	<hr/>
TOTAL	\$ 13,510,146.00

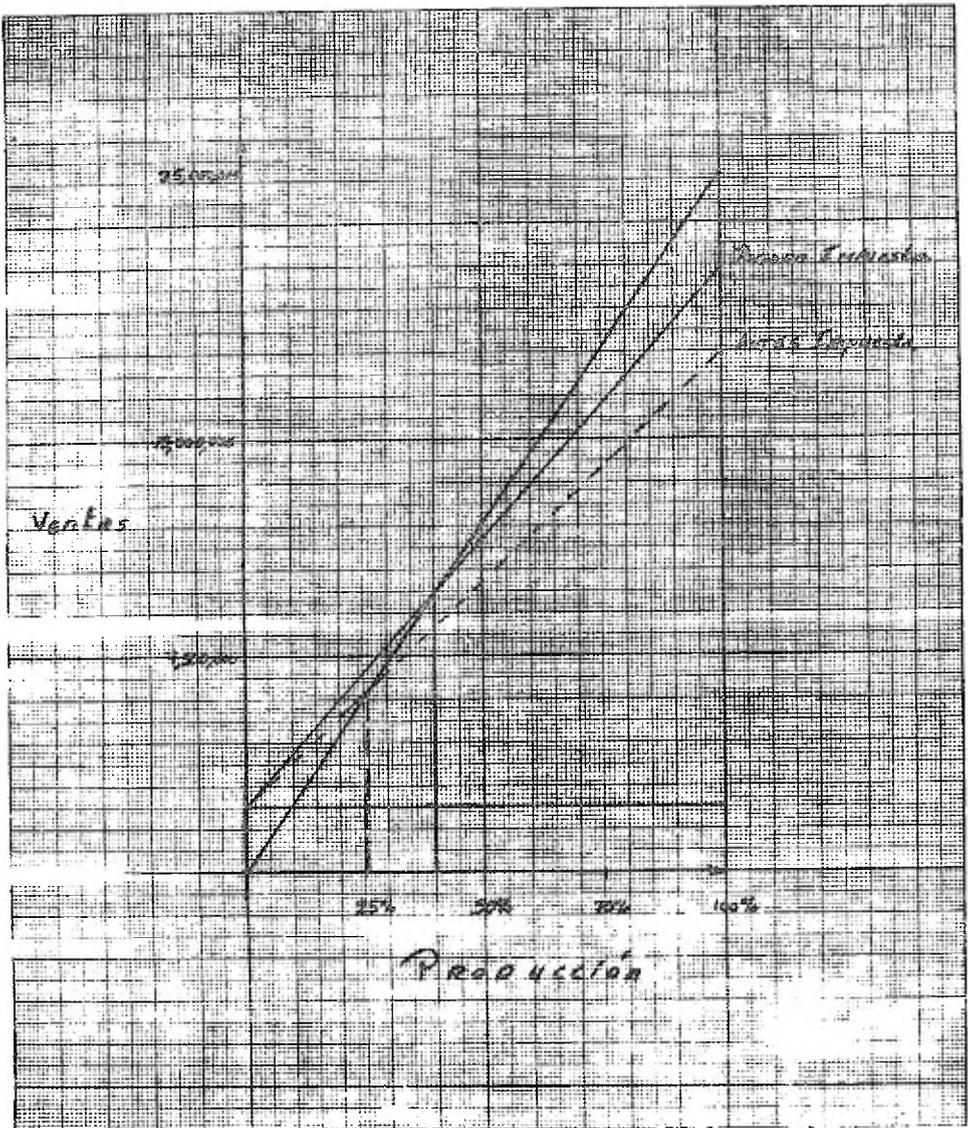
Determinados ya nuestros costos fijos y variables, - procederemos a trazar nuestra gráfica de punto de equilibrio sin considerar el pago de impuestos sobre la renta y participación de utilidades a los empleados.

Una vez que se establezca el estado de pérdidas y - ganancias, podremos determinar el monto total del impuesto sobre la renta y de la participación mencionada, para obtener así la Utilidad Neta.

La gráfica de punto de equilibrio, considerados los pagos mencionados, nos dará una clara idea del nivel mínimo de operación de la planta, a fin de que la empresa pueda operar con ganancias.

ESTADO DE PERDIDAS Y GANANCIAS.

Ventas Totales.	\$ 25,000,000.00	
Dev. y Desc. (10%)	2,500,000.00	
	<hr/>	
Ventas Netas.	22,500,000.00	100.00%
Costo de Venta:		
Mano de Obra.	352,170.25	
Materias Primas.	11,915,715.12	
Gasto de Fábrica:		
Electricidad.	30,760.50	
Depreciación.	215,208.34	
Mantenimiento.	115,875.00	60.52%
	<hr/>	
Utilidad Bruta.	\$ 9,870,270.79	39.48%
Gastos Generales:		
Gastos de Administración.	604,800.00	
Gastos de Venta	2,500,000.00	13.80%
	<hr/>	
Utilidad de Operación.	\$ 6,765,470.79	25.68%
Impuesto S/renta.	2,841,497.73	
Participación de Utilidades.	313,645.02	14.02%
	<hr/>	
Utilidad Neta.	\$ 3,610,328.04	11.66%



RELACIONES ECONOMICAS.

$$\begin{aligned} \text{Relación de inversión en el proceso} &= \\ \text{Inversión en el proceso} & \$4,935,223.78 \\ \hline & = \hline & = 0.6290 \\ \text{Inversión Total} & \$7,847,000.00 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Inversión en el proceso} &= \text{Inversión fija} \\ &+ \text{Mat. Prim. (1 mes)} \\ &+ \text{Salarios (1 mes)} \\ \hline & \$ 4,935,223.78 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Relación de operación} &= \text{Costo de Venta.} \\ &\hline & \text{Ventas Netas.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &= \$12,629,729.61 \\ \hline & = 0.5613 \\ & \$22,500,000.00 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Relación de Rotación de Capital} &= \text{Ventas Netas.} \\ &\hline & \text{Inversión Total.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &= \$22,500,000.00 \\ \hline & = 2.8675 \\ & \$ 7,847,000.00 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Relación de Inventario} &= \text{Inventario.} \\ &\hline & \text{Costo de Venta.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &= \$ 3,076,309.60 \\ \hline & = 0.2435 \end{aligned}$$

$$\text{Relación de Utilidad en Ventas} = \frac{\text{Utilidad Neta.}}{\text{Ventas Netas.}}$$

$$= \frac{\$ 3,610,328.04}{\$22,500,000.00} = 0.1605$$

$$\text{Relación de Utilidad} = \frac{\text{Utilidad Neta.}}{\text{Inversión Total.}}$$

$$= \frac{\$3,610,328.04}{\$7,847,000.00} = 0.4601$$

$$\text{Tiempo Económico de Pago} = \frac{- \log. (1 - iP/r)}{\log. (1 + i)}$$

$i = 0.10$ $P = \text{Inversión Total}$ $r = \text{Utilidad Neta.}$

$$= \frac{- \log. (1 - 0.1 \times 7,847,000.00 / 3,610,328.04)}{\log. (1 + 0.1)}$$

$$= \frac{- 1 \log. (0.7826)}{\log. (1.1)} = \frac{0.1065}{0.0414} = 2.5725 \text{ años.}$$

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

Y

R E C O M E N D A C I O N E S .

El objetivo fundamental de este trabajo, es el averiguar las posibilidades y riesgos que entraña para el inversionista la producción de pinturas en polvo a base de resinas epóxicas, por un método diferente al usado en nuestro país, llegándose a las conclusiones siguientes:

a.- Se obtienen partículas de diámetro más uniforme, con lo cual se abate el costo de producción.

b.- Por tratarse de un proceso industrial puesto en operación a principios de 1972, se minimiza el riesgo de obsolescencia, tan frecuente en nuestro medio industrial.

c.- Su fácil adaptación a empresas productoras de pinturas líquidas, quienes ya conocen ampliamente el mercado.

d.- Con este mismo equipo se pueden obtener pinturas en polvo a base de diferentes resinas, como son las siguientes: acrílicas, P. V. O. , poliésteres, nylon, etc., lo cual hace que las relaciones económicas esbozadas anteriormente, sean más atractivas para cualquier inversionista.

Para concluir, debemos de tener en cuenta que - en la actualidad el 40% de contaminación ambiental es producido por residuos industriales. Aún cuando no - se tienen porcentajes debidos al uso de las pinturas, podemos reducir considerablemente, la polución ambiental, mal frecuente en nuestros dias.

B I B L I O G R A F I A .

- 1.- Aries and Newton. " Chemical Engineering and Cost Estimation " McGraw Hill.1955
- 2.- Bright and Coffe. " Electrostatic Powder Coatings" Institute of Metal Finishing. Vol. 41 1964.
- 3.- Doolite A.K. " The Tecnology of Solvents and Plastizers " John Wiley. 1964
- 4.- Fleming P.H. " Organic Coating Technology " John Wiley. 1961
- 5.- Lee and Neville. " Epoxy Resins. Their Aplications And Tecnology " McGraw Hill. 1957
- 6.- Lee and Neville. " Handbook of Epoxy Resins " 2nd. Ed. McGraw Hill. 1971
- 7.- Lever R.C. " High Voltage Aspects of Electrostatic Spray Equipment ". Powder Coatings. 1970
- 8.- Meyer B. " Texbook of Polymer Science " John Wiley 1962
- 9.- Miller E. P. " Electrostatic Powder Coatings ". Industrial Finishing. May 1967
- 10.- Miller E.P. " Pintura en Polvo ". Pinturrerias Enero 1970
- 11.- Nagel and Richart. " Fludized Bed Coatings and Analisis of the System ". ACS Symposium. September 1970

- 12.- Patton T. C. " Paint Flow and Pigment Dispersion"
John Wiley. 1964
- 13.- Perry H. J. " Chemical Engineers Handbook "
McGraw Hill. 1963
- 14.- Rautenstrauch and Villers. " Economía de las Empre
sas Industriales". -
Fondo de Cultura Eco-
nómica. 1969
- 15.- Rojo De Regil Eduardo. " Apuntes de Clase " 1967
- 16.- Sames H.N. de " Proyección Electroestática De Polvos
Plásticos " Resinas y Plásticos
Sept./Oct. 1970
- 17.- Savage D. R. " Plastic Coatings Via Dry Powder
Formulation ". Society of Plastics
Engineers, Inc. 22nd. Anual Technical
Conference. 1967
- 18.- Savage D.R. " Developments in Dry Powder Finishing".
Design / Production / Managment.
Oct. 1971
- 19.- Savage D. R. " Plastic Coatings. A Step forward in
Metal Finishing ". Society of Plastics
Engineers, Inc. 27th. Anual Technical
Conference. 1972
- 20.- Terán Zavaleta J. " Apuntes de Clase " 1967
- 21.- Verhulst G. P. " Powder Particles Size and
Distribution". Powder Coatings 1970
- 22.- " A Report on Fluidized bed Coating System " .
Plastic Design and Processing. July 1972.

- 23.- " Automated Fluidized Bed Process Integrated into Motor Production Line ". Insulation. August 1962.
- 24.- " Automated Production Line ". Plastic world. Sept. 1970
- 25.- " Coating with Powders " Hercules Chemist. Dec. 1972
- 26.- " En Seco ... El Futuro de la Pintura está en el Polvo? ". Industria Mexicana. Marzo / Abril 1972
- 27.- Plática Personal con D. R. Savage Gerente de Manufactura de Equipos Electroestáticos para Polvos de DeVilbiss International.
- 28.- Plática Personal con el Dr. Muma, Ph. D. in Organic Chemistry. Gerente de Manufactura de Hercules Chemistry.

I N D I C E .

	Pág.
DEDICATORIAS.	III
PREFACIO.	
CAPITULO 1 : GENERALIDADES.	
Bosquejo histórico.	1
Generalidades sobre pintura.	3
CAPITULO 2 : ANALISIS DEL MERCADO.	
Factores de planeación.	6
Resumen del mercado de U.S.A. de pinturas en polvo.	10
Fabricantes nacionales.	11
Comparación de costos de aplicación de pinturas epóxicas en polvo y líquidas.	14
CAPITULO 3 : SISTEMAS DE APLICACION INDUSTRIAL.	
Generalidades sobre equipo.	17
Lecho Fluidizado.	18
Depositación con pistola.	19
a) Manual.	22
b) Automático.	26
c) Parámetros de operación.	26
Cámara Electrostática con Lecho Fluidizado.	28
a) Parámetros de operación.	32
Ventajas y limitaciones.	33



	Pág.
CAPITULO 4 : DESCRIPCION DE LOS PROCESOS DE PRODUCCION.	
Obtención de la Resina Epoxi.	38
Procesos de elaboración de pinturas en polvo.	40
Materias primas.	41
Resumen de los procesos de producción.	42
a) Vía Seca:	
1a.- Extrusión.	43
2a.- Fusión.	45
Método tradicional de fabricación de pinturas líquidas.	47
b) Vía Húmeda:	
1b.- Espreado de Materiales.	48
2b.- Secado de Película.	50
3b.- Evaporación de Solventes.	51
4b.- Coagulación por Precipitación.	51
5b.- Coagulación por Diferencia de Temperaturas.	53
Cuadro Sinóptico.	55
Características Físicas de la Partícula de Pintura en Polvo.	56
Características Químicas de la Pintura Epoxica en Polvo.	58
Proceso Seleccionado.	60
CAPITULO 5 : EVALUACION ECONOMICA.	
Inversión en Equipo.	63

	Pág.
Costo de Mano de Obra.	65
Gastos de Administración.	66
Gastos de Venta.	66
Cálculo de Consumo de Energía Eléctrica.	67
Cálculo de Inventarios.	67
Cálculo de Inversión Total.	68
Depreciación.	69
Costos Fijos.	69
Costos Variables.	70
Estado de Resultados.	71
Relaciones Económicas.	72
Anexo: Gráfica del Punto de Equilibrio.	
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.	74
BIBLIOGRAFIA.	76