



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO**

**FACULTAD DE QUIMICA**

**CONTROL DE CALIDAD DE IMPRESIONES  
PLASTICAS Y CALCOMANIAS**

**T E S I S**

**Que para obtener el título de:**

**INGENIERO QUIMICO**

**presentan:**

**ARMANDO HERNANDEZ RUIZ**

**MARIO ALBERTO JIMENEZ DUARTE**

**1 9 8 2**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



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

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

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

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

UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE QUIMICA

10  
cabe

CONTROL DE CALIDAD DE IMPRESIONES  
PLASTICAS Y CALCOMANIAS

T E S I S

Que para obtener el título de :

INGENIERO QUIMICO

presentan:

ARMANDO HERNANDEZ RUIZ

MARIO ALBERTO JIMENEZ DUARTE

1 9 8 2

JURADO ASIGNADO SEGUN EL TEMA :



EXAMENES PROFESIONALES  
FAC. DE QUIMICA

PRESIDENTE : PROF. FRANCISCO SERRANO MENESES

VOCAL : PROF. MA. AMELIA CRUZ ESCARCEGA

SECRETARIO : PROF. JOAQUIN PALACIOS ALQUISIRA

1er. SUPLENTE : PROF. MARGARITA GONZALEZ TERAN

2do. SUPLENTE : PROF. ERNESTO IBARRA MONTES

SITIO DONDE SE DESARROLLO EL TEMA :

CALCOMANIAS MEYERCORD, S. A.

ASESOR DEL TEMA :

FRANCISCO SERRANO MENESES

SUSTENTANTES :

ARMANDO HERNANDEZ RUIZ

MARIO ALBERTO JIMENEZ DUARTE

**A NUESTROS PADRES.**

**A NUESTROS MAESTROS  
Y AMIGOS.**

**A NUESTROS HERMANOS  
Y FAMILIARES.**

**A VIRGINIA Y A BEATRIZ.**

**A OPE CON NUESTRO AGRA-  
DECIMIENTO POR SU GRAN  
COLABORACION.**

**Y DE UNA MANERA MUY ESPECIAL  
A NUESTROS MAESTROS Y AMIGOS  
ING. FRANCISCO SERRANO M. E  
ING. GUILLERMO HERNANDEZ A..**

**GRACIAS A TI, SEÑOR, POR ILUMINAR  
EL CAMINO QUE NOS CONDUJO HASTA  
ESTA ETAPA DE NUESTRAS VIDAS.**

I N D I C E .

CAPITULO I

INTRODUCCION..... Pag. 1

CAPITULO II

GENERALIDADES DEL PROCESO..... Pag. 7

CAPITULO III

CONTROL DEL PROCESO..... Pag. 15

CAPITULO IV

METODOS DE CONTROL..... Pag. 39

CAPITULO V

CONCLUSIONES..... Pag. 103

CAPITULO VI

BIBLIOGRAFIA..... Pag. 107



C A P I T U L O

I

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

Para tener una idea más clara de lo que significa el control de calidad en la industria, se hace la siguiente definición: Es un conjunto de esfuerzos efectivos de los diferentes grupos de una organización, para la integración del desarrollo, mantenimiento y superación de la calidad del producto con el fin de hacer posibles fabricación y servicio a satisfacción del consumidor a un nivel económico.

En la frase "Control de Calidad" la palabra calidad no se refiere a lo "mejor" como comunmente se usa, sino que representa lo "mejor para el consumidor dentro de ciertas condiciones" las cuales son: su uso actual y el precio de venta del producto.

Dentro de la misma frase la palabra control encierra cuatro aspectos: establecimiento de normas de calidad, estimación de la concordancia con las normas, acción cuando se sobrepasan las normas y proyectos para el mejoramiento de las normas.

El control de calidad es un auxiliar, no un sustituto de los trabajos de diseño, ni de los buenos métodos de manufactura, ni tampoco de la acuciosa actividad en la inspección.

Los principios de control de calidad son básicos en cualquier proceso de fabricación y pueden usarse para cualquier tipo de industria. Aún cuando la forma de ataque sea diferente, tanto de producción de taller como en la producción en grande, las bases fundamentales son igualmente aplicables. La diferencia es que, en producción en masa, las actividades del control de calidad se enfocan al producto, mientras que en la producción por lotes, la atención se fija en el control de proceso.

La principal aplicación del control de la calidad es el control en el "sitio mismo de la producción" durante los procesos de diseño y manufactura, de manera que se impida calidad mediocre y tener que corregir mala calidad después de haberla producido.

Un control efectivo sobre los factores que afectan la calidad del producto exigen vigilancia en todas las fases importantes de la producción y del servicio. Estos controles quedan comprendidos en cuatro clasificaciones:

- a).- CONTROL DE NUEVO DISEÑO.- Implica el establecimiento y la especificación de un costo razonable de calidad, del costo de ejecución y normas que garanticen confiabilidad en el -- producto, eliminando posibles orígenes de fallas, antes de iniciar la producción formal.
- b).- CONTROL DE RECEPCION DE MATERIAL.- Comprende la recepción y el almacenamiento a niveles de los más económicos y sólo de aquellas partes cuya calidad concuerda con las especificaciones requeridas.
- c).- CONTROL DEL PRODUCTO.- Comprende la operación de controlar en el momento de la producción y del control de servicio en su uso, de suerte que las desviaciones con relación a las - especificaciones de calidad pueden dar lugar a correcciones antes de que sean manufacturados productos defectuosos y de que el servicio en el campo de acción quede asegurado siempre.
- d).- ESTUDIOS ESPECIALES DEL PROCESO.- Comprenden investigaciones y pruebas a fin de localizar las causas de producción defectuosa y determinar la posibilidad de mejorar las características de calidad.

Los implementos que se ha usado en las actividades en el control de calidad son:

- a).- Distribución de frecuencia
- b).- Gráficas de control
- c).- Tablas de muestreo
- d).- Métodos especiales.

El punto de vista representado por éstos métodos estadísticos ha producido un gran efecto en el control total de la calidad.

El objetivo de este trabajo intenta ser el desarrollo de los métodos de control de calidad dentro del campo de las artes-gráficas, específicamente en el área de impresiones plásticas y calcomanías.

El desarrollo de éstos métodos comprenden diferentes pruebas basadas en las especificaciones del ASTM (American Society of Testing and Materials) que es el organismo que se dedica a uniformar normas de métodos de prueba, especificaciones de materias primas y de productos terminados, en los Estados Unidos de America.

Debido a la aceptación que tienen estas normas diversos países del mundo las han adaptado a sus necesidades y han establecido sus normas nacionales, de aquí que muchas de las normas ASTM pueden considerarse como internacionales. En nuestro país no existen normas mexicanas relacionadas con esta rama de la industria, razón por la cual las normas ASTM se aplican. Para ubicar mejor este trabajo se describe a continuación una breve historia de la calcomanía.

No se sabe a ciencia cierta cuando y donde principió la industria de la calcomanía. Sólo se tienen noticias de que alrededor de 1850, un desconocido de nombre Vilnes hizo la primera pintura transferible y también se sabe que en la segunda mitad del siglo XIX se usaban pinturas transferibles para decorar la cerámica hecha en Inglaterra.

A principios de este siglo, Alemania y Japón eran los países productores más importantes pero entonces su uso era puramente decorativo, casi un mero pasatiempo.

Durante muchos años nadie al parecer había descubierto -- los usos ilimitados de la calcomanía, que hoy tiene tantas y tan variadas aplicaciones que apenas hay un lugar, en donde por algún motivo no se tropiece con ellas.

Los principios de la utilización en gran escala de este artículo fueron productos de la vision y tenacidad de un emigrante a los Estados Unidos de origen alemán, Georges Meyercord, quien joven de 18 años y dispuesto a conquistar el mundo del éxito, se asoció con su hermano y el litógrafo suizo Soder-Wall para entregar un pedido de prueba que aceptaron con audacia pues recibieron un adelanto de 500 dolares.

El esfuerzo del grupo tuvo que vencer muchas dificultades y en particular la producción en serie y en corto tiempo; calcomanías que túvieran una calidad adecuada. A pesar de algunos fracasos, la constancia y el ingenio permitieron a Meyercord aprovechar sus primeros éxitos y dedicarse con desahogo a la consolidación de su compañía, a encontrar y a perfeccionar los sistemas que han hecho de la calcomanía un arte.

Una de las inovaciones más notables lograda por la Compañía hace varios años fué la calcomanía cuya aplicación solo requiere presionarla contra la superficie deseada eliminándose el-

uso del agua.

Otra es una que lleva un solvente que ataca la película de pintura de modo que al adherirse sobre la superficie se fija con tanta firmeza, que forma parte de la misma.

Dentro de la gran variedad de calcomanías se encuentran - las siguientes: Calcomanías para aplicarse en cristales, en aparadores, en partes automotrices, en equipo mecánico, para decorar - camiones, tractores, automóviles, para frutas, equipo de oficina - publicidad en general, motivos infantiles, para el hogar, para azulejos, para cerámica, etc.

- 7 -

C A P I T U L O

II

## GENERALIDADES DEL PROCESO.

Antes de hacer alusión al proceso en sí y para establecer una mejor secuencia, se hará referencia a los originales o dibujos para reproducción.

Los originales a reproducir por los diferentes procedimientos foto mecánicos deben ser algo mayores que la medida de reproducción; esto es conveniente para que al reducir sea atenuado el efecto de los trazos defectuosos y de algunas incorrecciones. Cuando el tamaño de la reproducción no es grande el original habrá de ser resuelto a un cuarto mayor o al doble del tamaño de impresión; así son ejecutados los originales a reproducir por línea pues éstos no es procedente una mayor reducción.

Antes de que sea entregado el original tienen que ser comprobadas las proporciones para apreciar si el ancho y la altura están bien relacionados con los de reproducción.

Los originales a reproducir serán resueltos considerando las limitaciones del procedimiento que habrá de ser utilizado en la impresión. Los que habrán de ser reproducidos por línea se realizan con tinta china de un negro intenso que no tenga tendencia azulada y por trazos y masas bien definidos y llenos; en éstos grabados no pueden intervenir medias tintas ni grises siendo conveniente eliminar todas las líneas del trazado previo a lápiz, salvo cuando éstas hayan sido realizadas con lápiz azul, pues éste color no es impresionado en la placa sensible que el fotografo coloca en su cámara.

Los originales ejecutados con medios tonos y las fotografías en negro son reproducidas por grabados directos. Tanto las fotos como los dibujos tendrán que ser bien definidos y contrastados, utilizando blancos y negros intensos que no tengan tendencia azulada.



En la producción serigráfica actual se aplican los principios fotográficos para lograr la reproducción de múltiples trabajos con detalles o efectos que es imposible obtener por los métodos clásicos. Las diapositivas fotográficas reproducen perfectamente los diseños de calcomanías originales.

Existen dos métodos principales para realizar el estarcido fotográfico: Directo, sobre la seda y sensibilizada, y el indirecto, en el que la reproducción se lleva a cabo por medio de un soporte temporal que luego se adhiere al tamiz; la selección del método es dependiente del carácter y detalle del trabajo, pues se logra una mayor perfección en el indirecto, siendo éste utilizado en la mayoría de los casos para la fabricación de calcomanías, ya que las líneas, los contornos y los detalles deben estar bien definidos.

El original o dibujo se resuelve directamente sobre un papel o soporte de cualidad transparente o puede ser fotografiado sobre una superficie de la misma cualidad transparente. El fotoestarcido se forma bajo la acción de una luz intensa; ésta pasará a través de las partes transparentes del positivo y provocará una reacción química en la superficie sensibilizada,

El método directo es largo siendo, a veces, imposible la disolución de las capas gelatinosas del tamiz. El indirecto es rápido, sencillo y se facilita por diversas películas patentadas. En uno u otro método el resultado final depende de las calidades del estarcido; sus partes transparentes habrán de ser absolutamente transparentes, las opacas perfectamente opacas, los bordes, líneas limpias y con la misma definición que presente el original.

La primera etapa en la realización de un positivo transparente es la resolución de un negativo cuya confección se lleva a cabo mediante una cámara fotográfica.

El contraste tiene que ser bien controlado por ambas caras del negativo; primeramente por el lado de la capa sensible y cuando se considere que los blancos son absolutamente transparentes y los negros bien opacos, verificando el examen por el dorso.

En una prensa de contacto se coloca la película sobre la almohadilla de caucho, con la cara sensible hacia arriba, y encima el negativo con la gelatina en contacto con aquella, cerrándose en seguida la prensa y procediendo a la insolación por enfoque directo de la luz.

Cualquier luz más o menos intensa al pasar a través del positivo, afectará y hará que reaccione la película sensibilizada. Como la exposición que requiere el contacto es muy corta se puede utilizar una lámpara más bien débil (25, 40 w) y algo alejada (de 1 a 1 1/2 m). El tiempo de exposición depende de la intensidad de la luz, del carácter del trabajo a reproducir, el tipo de película usada y del grado de transparencia del positivo, por lo cual no se puede fijar con cierta exactitud y se tienen que realizar diversas pruebas para establecerlo.

Después de la exposición se abre la prensa para extraer la película y se procede a su revelado, obteniéndose el positivo.

En el método directo se coloca una capa de solución sensibilizada sobre el tejido del tamiz que es insolado a través de un positivo y revelado con agua; al ser disueltas las partes opacas queda la malla abierta en éstas partes que no fueron expuestas a la luz, teniendo por ellas paso la tinta.

El método indirecto se basa en el mismo principio, sólo que utiliza películas constituidas por una capa de gelatina sobre un soporte de poliéster que, una vez sensibilizada y al ser puesta en contacto con la prensa detras del positivo o negativo, hace insolubles las partes expuestas. Revelando el papel en agua calien

te, las partes que no han sido expuestas desaparecen y así queda constituido el estarcido y dispuesto para ser pasado al tamiz.

Después de haber realizado, de los métodos anteriores, el más adecuado para el trabajo, se procede a la impresión. La calidad de la impresión es controlada por dos factores: la abertura de la malla y la dureza del "squeegee" utilizado (rasqueta o rase-ro), el cual debe estar perfectamente nivelado.

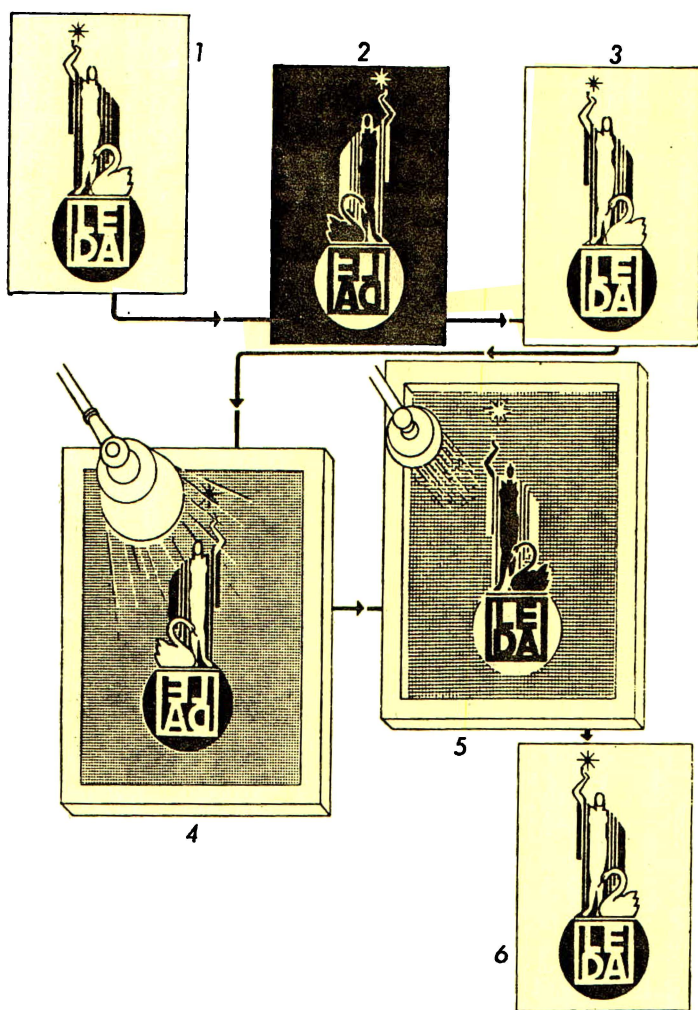
Las mallas pueden ser de seda o poliéster, siendo más usado el poliéster por su mayor uniformidad, y resistencia, además por ser de monofilamento (de un solo hilo).

Las mallas se distinguen por un número que está en relación con el de los hilos de la urdidumbre, y aunque esta numeración se inicia por 0000 que corresponde a 8 hilos por cm., en la fabricación de calcomanías sólo se usan mallas del número 6 al número 450.

El número habrá de estar en relación con la calidad y la calidad del trabajo; será supeditado al estarcido que se emplee, a la tinta y su densidad o espesor, y a los requerimientos de la impresión. Entre más detallado sea el trabajo a realizar, mayor será el número de la malla que se utilice.

Algo muy importante es el montaje y tensado de la malla sobre el marco metálico, ya que un buen estirado influye directamente en la calidad de la reproducción.

La pintura o laca pasa a través de los pequeños orificios de tela utilizando un squeegee. Mientras más blando sea éste, la cantidad de pintura que pase a través de la malla será mayor, por lo que, para trabajos muy finos deberá utilizarse un squeegee de mayor dureza.



Esquema del proceso de obtención de una diapositiva: 1. Original. 2. Negativo fotográfico. 3. Positivo. 4. Insolación en clisaje directo. 5. Desarrollo. 6. Impresión.

Habiendo seleccionado los materiales de impresión adecuados se procede a la formación de la calcomanía mediante el uso de lacas de diversos colores, que serán depositadas sobre una hoja - soporte que permita al final el desprendimiento perfecto de la -- calcomanía. Estos colores se colocarán de acuerdo al uso que se -- le vaya a dar a la calcomanía. Para calcomanías que se van a adherir a una superficie transparente, como cristal (para ser vistas-- a través de ésta superficie), se colocan primero los colores cla-- ros, empezando por el blanco, y al último los colores oscuros, -- terminando por el negro. En cambio, para calcomanías que se van a adherir en superficies no transparentes, la colocación de los co-- lores es al contrario; primero los colores oscuros y al final los colores claros.

Terminada la impresión de las diferentes capas de colores que forman a una calcomanía, se procede a colocar una capa de adhesivo, la cual es depositada de manera similar a la laca, solo que en éste caso se utilizan mallas muy abiertas, del número 6 al 10. Finalmente se coloca un papel protector para evitar que se seque-- el adhesivo y para proteger la calcomanía. Este papel debe ser -- también especial, generalmente siliconado, para evitar que la cal-- comanía se quede pegada a éste.

Las calcomanías siempre se reparten en la superficie del-- material soporte, para así aprovechar el máximo espacio disponible para un mayor rendimiento y menor costo, por lo que, al final del proceso, se deben de cortar ya sea mediante una guillotina (para-- calcomanías sin un contorno en especial) o mediante suajes (para-- calcomanías con un contorno definido), los cuales se forman utilizando navajas incrustadas en madera, teniendo la forma de la figura que se desea cortar. El corte o suaje se hace individual o por planilla.

En seguida se realiza una inspección, desechando las cal-- comanías defectuosas.

- 14 -

Finalmente se empaacan y son enviadas al consumidor.

-----

- 15 -

C A P I T U L O

III

## CONTROL DEL PROCESO

Para mantener el control de calidad dentro de ciertos lineamientos establecidos, se deben determinar las partes del proceso, en donde, de alguna forma, se pueda ver afectada la calidad del producto. Estas partes del proceso, debido a la trascendencia que tienen, deben estar sujetas a una inspección, de tal manera que pueda efectuarse a tiempo una acción correctiva.

En la fabricación de calcomanías se tienen 3 controles específicos

- 1).- Control de recepción de materiales.
  - 2).- Control de material en proceso
  - 3).- Control de producto final.
- 1).- Control de recepción de materiales.

Todo material productivo que sea recibido en el almacén se recibirá condicionado a su aceptación por el laboratorio de control de calidad tanto en sus cualidades como en sus cantidades. Se deberán obtener las muestras necesarias de acuerdo con las normas establecidas para muestreo en cada uno de los casos.

El sistema de muestreo para los líquidos (solventes, adhesivos, Etc.) consistirá en recibir una muestra de 4 litros en un envase perfectamente limpio y cerrado. En el caso particular de los solventes, se deberá tomar la densidad por medio del aerómetro correspondiente, con la corrección necesaria para la temperatura, utilizando la tabla 1 que se adjunta al final de este capítulo.

De ese modo se podrá determinar inicialmente si procede -



su entrada como solvente.

En las muestras recibidas en el laboratorio, se deberán determinar las siguientes propiedades físicas: Índice de refracción, punto de ebullición, tiempo de evaporación, claridad, prueba del Kauri y % de agua, referidos en la tabla 2.

En el caso de adhesivo, la muestra deberá ser remitida al laboratorio, el cual hará la evaluación utilizando los procedimientos usuales para obtener calcomanías que puedan ser aplicadas con los adhesivos. Se deberá verificar adherencia inicial, facilidad de aplicación, asentamiento, transparencia y adherencia a las 24 horas.

En el caso de barnices, lacas o tintas: facilidad de aplicación, asentamiento, transparencia, flexibilidad, tono, cantidad de sólidos y secado.

Para el caso de papeles base, tales como Poly, con Dextrina, silicón, etc., la evaluación será realizada de acuerdo al procedimiento de muestreo siguiente:

a).- Si el papel se encuentra cortado en hojas, se toman de diferentes paquetes un mínimo de 3 muestras; si el papel viene en rollo, se desenvuelven 3 vueltas y se envían al laboratorio 4 hojas tamaño carta (26.5 cm. X 20.0 Cm.) para ser evaluadas de acuerdo a los siguientes procedimientos:

1).- Papel Polietileno.

A éste se le hacen las siguientes pruebas de control de calidad.

a).- Sobre la cara sin polietileno se aplican varias capas de tinta para pluma fuente, luego se pasa un carillo por la superficie con tinta, no debiendo quedar después de esta operación, ningún punto de tinta por la cara con polietileno.

b).- En la cara con polietileno se pone tinta para pluma fuente - en distintos lugares. Se limpia con alcohol, debiendo quedar la - superficie totalmente limpia.

c).- Sobre la cara con polietileno se adhiere una tira de 12 a -- 15 cm. de cinta scotch. Sujetando firmemente el papel polietileno se desprende la tira de cinta scotch. El desprendimiento de ésta - tira debe ser fácil y en el papel no se deben de formar bolsas de aire.

d).- Se mide el espesor en 10 partes distintas de la muestra, con el objeto de ver si la película de polietileno es uniforme. Los - límites del espesor son de 0.0216 a 0.0236 cm.

e).- Pruebas de rigidez.

2).- Papel Protector siliconado.

Las pruebas que se realizan en éste caso son:

a).- Se aplica sobre la cara siliconada una tinta especial (puede ser de pluma fuente), haciendo una ligera presión sobre la super- ficie por medio de un trapo. La tinta no debe penetrar en el pa- pel, de lo contrario, la prueba nos indica que existen áreas del- papel sin siliconizar.

b).- Se mide el espesor en diez partes distintas de la muestra, - con el objeto de ver si está uniformemente aplicado el siliconado. Los límites son de 0.0043- 0.0048 y 0.0190 - 0.0198 cm.

c).- Aplicar el papel directamente a las calcomanías para compro- bar que no se adhiera ésta.

B).- Para el vinilo (PVC) Mylar (Tereftalato de poliester) o --- cualquier otro material similar se procederá de la siguiente for- ma:

Se deberá determinar espesor, en diferentes partes, incluyendo el papel protector y posteriormente la película de vinilo y el adhesivo por separado.

Además se deberá medir: Elongación, Tensión, Adhesividad Inicial y a las 24 horas, Envejecimiento y Resistencia a la gasolina.

Las especificaciones particulares de cada material, serán de acuerdo con los tipos especificados.

2).- Control de material en proceso.

Es lógico asentar cual es la secuencia en que se obtienen las diferentes aprobaciones para controlar el proceso de fabricación de una calcomanía en cualquiera de sus diferentes tipos, las cuales se describen a continuación:

A).- Aprobación de hoja inicial de tiro.

La hoja que a juicio del prensista y previa revisión del supervisor correspondiente, sea considerada que ya es aceptable - en su calidad, deberá presentarla al laboratorio directamente, el cual deberá:

a).- Revisar color contra patrón aprobado

b).- Verificar adherencia de la impresión sobre el material que - indique la hoja de rotación.

c).- Verificar visualmente en lo que respecta a asentamiento, recorte, registro, etc.

d).- Verificar si las dimensiones corresponden a las indicadas en el plano y diseño.

e).- Espesor

B).- Aprobación de material en proceso.

Este control se realiza directamente en las maquinas, y debe ser comprobado mínimo cada hora.

El inspector de Control de Calidad de material en proceso deberá:

- a).- Revisar el color contra patrón
- b).- Adherencia (sobre material y entre capas)
- c).- Aspecto (asentamiento, recorte, definición, etc.)
- d).- Dimensiones
- e).- Secamiento (si se requiere) particularmente si se refiere a un adhesivo.
- f).- Calcomanía contra diseños

En caso de encontrar alguna anomalía, se procederá al paro de la impresión.

3).- Control de producto final.

Al producto terminado se le verifican los siguientes parametros:

- a).- Espesor total
- b).- Espesor de la laca clara
- c).- Espesor del tie coat (mano de anclaje)
- d).- Espesor del extender (laca para escribir)

- e).- Espesor L. Tatto (para tatuaje en la piel)
- f).- Espesor de laca de acabado
- g).- Espesor de adhesivo
- h).- Espesor de goma
- i).- Impresión
- j).- Transparencia
- k).- Transferencia
- l).- Adherencia
- m).- Flexibilidad
- n).- Adherencia de la pintura sobre el material
- ñ).- Papel protector.

Y de esta forma, en caso de ser aprobatorio el resultado, se procede al corte o suaje.

Al quedar terminado el corte e inspección, deberán regresarse al laboratorio de Control de Calidad, 2 muestras para la comprobación dimensional de acuerdo con los planos o diseños correspondientes.

DIAGRAMA DE FLUJO PARA FABRICACION DE CINTAS

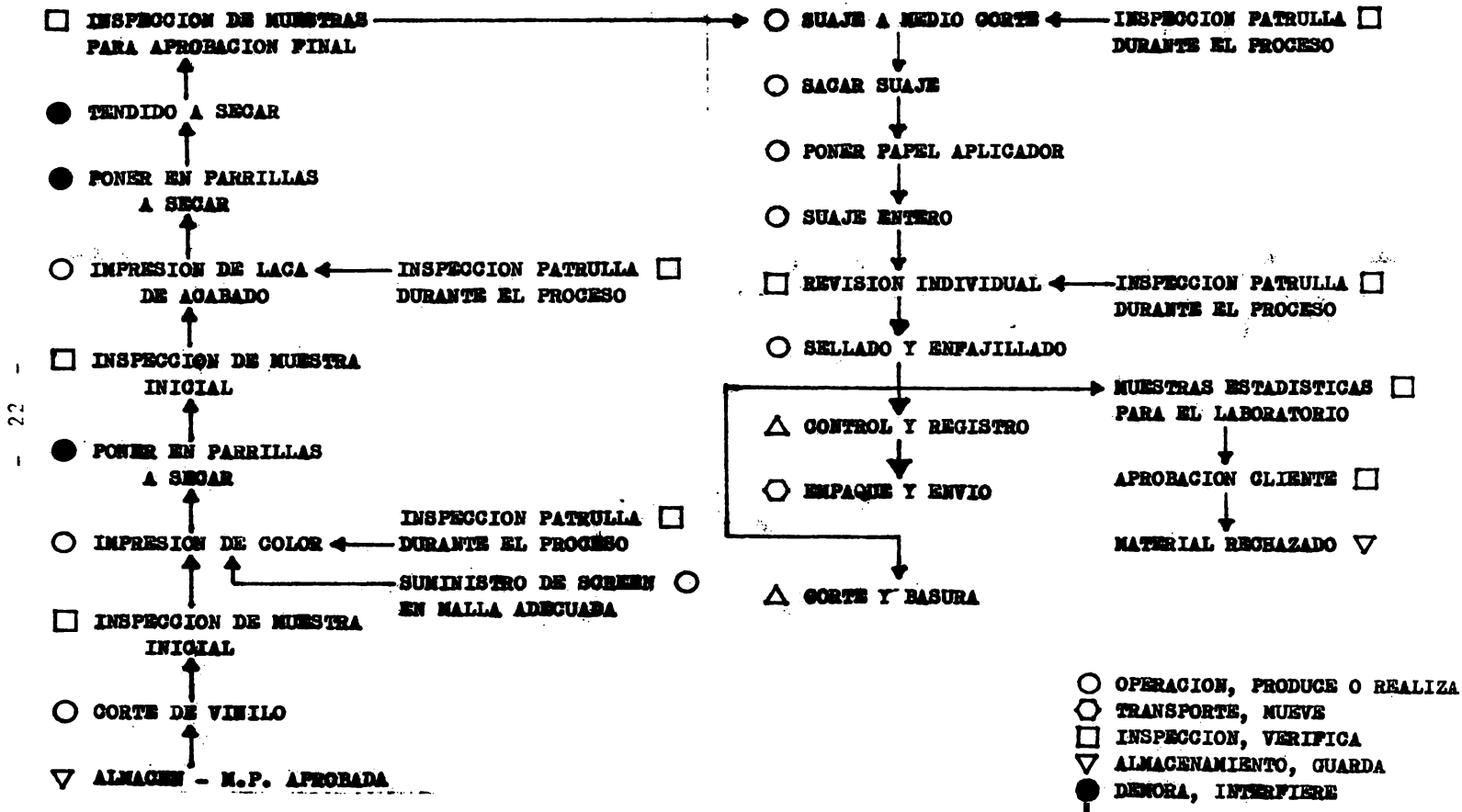


TABLA 1

<u>SOLVENTE</u>	<u>PESO ESPECIFICO</u>
Acetona	a 20°C ... 0.791 - 0.799
Butil Cellesolve	a 20°C ... 0.900 - 0.905
Cellessolve Solv.	a 20°C ... 0.935 - 0.940
Acetate de Cellessolve	a 15°C ... 0.976 - 0.980
Alcohol Butilico	a 20°C ... 0.810 - 0.814
Xilol	a 20°C ... 0.864 - 0.872
Isoperena	a 20°C ... 0.920 - 0.925
Ciclohexanona	a 20°C ... 0.948 - 0.950
Acetate de Butilo	a 20°C ... 0.872 - 0.878
Gasolina	a 15°C ... 0.715 - 0.740
Thinor Automotivo	a 20°C ... 0.815 - 0.825

TABLA 2

<u>SOLVENTE</u>	<u>EVAPORACION</u>	<u>OLOR</u>	<u>(disolventes) PRUEBA DEL LABRI</u>	<u>(% de agua) PRUEBA DEL HEPTANO</u>
Acetona	20-35 seg.	Característico	--	(.05) pasa o no pasa
Butil Celiosolve	18-20 min.	Característico	--	--
Celiosolve Selv.	10-13 seg.	Característico	--	--
Acetato de Celiosolve	7-8 min.	Característico	--	--
Alcohol Butílico	5-7 min.	Característico	--	Visual
Xilol	160-170 seg.	Característico	mín. std. 96 - 98	Visual
Isoferona	mayor 35 min.	Característico	--	--
Ciclohexanona	6-7 min.	Característico	--	pasa o no pasa
Acetato de Butilo	100-110 seg.	Característico	--	--
Gasolina	90-100 seg.	Característico	mín. máx. 30 - 34	Visual
Thinor Automotive	35-60 seg.	Característico	--	Visual



## APLICACION DE LA ESTADISTICA AL CONTROL DE CALIDAD.

El aumento de precisión que se exige a los productos que se manufacturan, va acompañado de la necesidad de mejores métodos para la medición, para las especificaciones y el registro.

La estadística, conocida como ciencia de las mediciones, parece ser una de las técnicas de mayor valor que se emplea en el control de calidad, habiendo llegado a ser imprescindible.

Los métodos estadísticos han tenido que recorrer un largo y escabroso camino para su aceptación general, hasta llegar a satisfacer a la industria en la actualidad. La oposición a éstos métodos se debió en parte a la natural resistencia que se opone a la admisión de cualquier método nuevo, así como a la dificultad para la aprehensión de esos conceptos por parte del personal obrero. Hoy en día existe un caudal creciente de material sobre aspectos prácticos y detalles técnicos de estadística industrial. Los métodos estadísticos, como actualmente se aplican en el control de calidad, no representan una ciencia exacta. Su carácter está fuertemente influenciado por factores de relaciones humanas, condiciones tecnológicas y consideraciones sobre costos.

Se dispone de cinco métodos estadísticos para ser empleados en el control de calidad. Estos son:

- 1).- Las distribuciones de frecuencias.
- 2).- Las gráficas de control.
- 3).- Las tablas para el muestreo.
- 4).- Los métodos estadísticos especiales.
- 5).- La predicción de confiabilidad.

Para comprender mejor el uso de estas técnicas haremos un breve resumen:

1).- Distribuciones de frecuencias.- Se puede definir como: la tabulación, o el registro por marcas, del número de veces que se -- presenta una cierta medición de la característica de calidad, dentro de la muestra de un producto que se está examinando.

La tabulación se puede representar colocando sobre el eje vertical la frecuencia de ocurrencia de las observaciones, y so--bre el eje horizontal, los valores de la característica de calidad observada (pulgadas, libras, dureza, etc.). Esta representación - recibe el nombre de curva de frecuencias.

El mundo industrial, por su parte, ha designado a esta forma de tabulación, la curva de distribución de frecuencias, o sim--plemente una distribución de frecuencias, la cual presta una importante contribución al concepto de la manufactura del producto como en:

a).- Ayuda a conformar el principio de que siempre debe de tomar--se en cuenta cierta cantidad de variación entre las partes fabri--cadas.

b).- Ayuda a establecer la naturaleza general de la forma gráfica que pueda tomar esa variación.

c).- Ayuda a establecer una importante introducción para el estu--dio y control de esta variación.

2).- Gráficas de Control.- Se puede definir como: La comparación--gráfica-cronológica (hora a hora, día a día) de la característica actual de la calidad del producto, con los límites que identifican la posibilidad de la fabricación, de acuerdo con las experiencias anteriores que se han obtenido del producto.

Generalmente, esta comparación se establece con la selec--ción y medición de muestras, más bien que con el examen de cada -

pieza producida.

Cuando ya se hayan establecido los límites de control para un material o para los elementos que se fabrican, se pueden -- considerar diversas aplicaciones de las gráficas de control. Algunas de ellas son:

- a).- Prever los rechazos antes de que se produzcan piezas defectuosas.
- b).- Juzgar el rendimiento de un trabajo.
- c).- Establecimiento de tolerancias.
- d).- Guía para la gerencia.
- e).- Previsión de costos.
- f).- Establecer un índice de seguridad para el material defectuoso.

3).- Tablas para el muestreo.- Las podemos definir de la siguiente forma:

Una serie de planes para representar la correspondencia - entre la calidad probable (expresada en terminos de porcentaje) - de todo un lote, o la de las muestras seleccionadas con propiedad de ese mismo lote.

Para que sea efectiva una tabla de muestreo, debe representar con exactitud, no sólo la calidad del lote que se está - - muestreando sino que también debe de especificar la cantidad de - riesgo que proporciona, ya sea muy alto o muy bajo. Para su elaboración se consideran cuatro principios básicos:

- I).- Especificación de los datos del muestreo.
- II).- Protección que proporcionan.
- III).- Ejecución del procedimiento.
- IV).- Costos requeridos.

El examen de las muestras se puede verificar por el proce

dimiento de pasa o no pasa (por atributos), o sea, determinar si las muestras cumplen con los requisitos de las especificaciones.

También se puede efectuar el exámen por el sistema de mediciones (por variables), es decir, midiendo la característica de la calidad en cada una de las unidades de la muestra.

El número de las posibles aplicaciones de las tablas de muestreo es casi ilimitado. Estas aplicaciones van desde el empleo normal de las tablas de aceptación en la inspección del material recibido, hasta el desarrollo de planes de muestreo, para uso del personal técnico en la apreciación de las pruebas de vida del producto, sobre el número de unidades que se hayan elegido previamente, antes de remitir el producto.

Los tres ejemplos que se ilustran a continuación, se refieren a aplicación más general que tienen los planes de muestreo:

- 1.- Reducción del personal de inspección del material recibido.
- 2.- Identificación de proveedores de productos de calidad satisfactoria, de aquellos que venden productos de calidad variable.
- 3.- Reducción del número de piezas rechazadas, en las operaciones del proceso de la fábrica.

4.- Métodos estadísticos especiales.- Se pueden clasificar en dos formas:

- Métodos especiales gráficos.- Son el conjunto de técnicas que comprenden la representación de una imagen de los datos de la calidad, en tal forma que esa imagen proporcione la base para una decisión y una acción.

Estos métodos son esencialmente técnicos representativos. Representan el único medio para la tabulación y graficado de los datos de la calidad. Por lo tanto su naturaleza y aplicaciones --



son directas, y su empleo solo requiere el conocimiento de algunos procedimientos sencillos. En la industria se han empleado algunos de estos métodos gráficos desde hace varios años.

- Métodos especiales analíticos.- Estos consisten en una serie de técnicas que se refieren al análisis matemático de los datos de la calidad.

Estos métodos están basados en el análisis de datos. Al contrario de los métodos gráficos, estas técnicas analíticas son nuevas para una parte de la industria. Satisfacen la necesidad del diseño y análisis de los datos de la calidad, que anteriormente no habían sido tocados en las aplicaciones industriales de control de calidad.

Los métodos especiales encuentran su mayor aplicación en el estudio de los procesos especiales.

##### 5.- Predicción de Confiabilidad.

La confiabilidad de un producto es la probabilidad de que ese producto desempeñe las funciones para las que ha sido proyectado, durante un tiempo de servicio previsto y bajo las condiciones de operación que se presenten.

Es obvio que la confiabilidad va directamente relacionada en el Control de Calidad, ya que un producto es tan confiable como bueno y estricto sea su control de calidad.

La confiabilidad se calcula de la siguiente manera:

$$R_t = e^{-t/\theta} \quad \text{ó} \quad R_t = e^{-\lambda T}$$

en donde:

R = Probabilidad

T = Duración de funcionamiento requerido

$\theta$  = Tiempo medio de fallas ó tiempo medio de vi  
da

$\lambda = \frac{1}{\theta} =$  Intensidad de fallas.

## COSTO DE CONTROL DE CALIDAD.

Normalmente son pocas las personas que entienden la interpretación y el uso de los reportes de estado de calidad, que determinan los niveles de calidad en diversas etapas de la fabricación, en tanto que la mayoría de la gente entiende cuando se habla de dinero. Es por ésta razón por la que el estado de calidad se expresa en términos monetarios. Cuando la administración de una empresa -- comprende perfectamente como influye la calidad sobre la rentabilidad, se convence de los beneficios de adoptar medidas correctivas para disminuir los costos. El primer paso para lograr la mejora de calidad consiste en determinar el costo de calidad.

Cuando una empresa no tiene un sistema organizado de calidad, ni reportes de costo de calidad, sus costos de calidad suelen ser muy altos.

Para un mejor funcionamiento los costos de calidad se pueden organizar en 3 categorías:

a).- Costos preventivos, relacionados directamente con la mejora de la calidad:

- Ingeniería de Calidad
- Análisis de garantía
- Diseño de medidores.
- Capacitación en calidad
- Actividades de mejora de calidad
- Pruebas de habilitación de nuevos productos.

b).- Costos de evaluación, relacionados con la medición y la determinación del cumplimiento de las especificaciones:

- Inspección



Pruebas de laboratorio  
Medición de calibrado y mantenimiento de equipos  
Pruebas sobre la marcha  
Pruebas de producción (operarios)

c).- Fallas, costos ocasionales por productos desechados, reelaboración y garantía:

Desecho  
Reelaboración  
Garantía  
Correcciones de urgencia  
Reinspección  
Artículos devueltos  
Quejas de clientes  
Errores de concepción técnica.

Relaciones entre los elementos del costo de calidad.

La figura A muestra que al incrementar los costos de prevención, disminuyen los costos de fallas y evaluación. Esto ocurre debido a que al disminuir los costos de desecho, reelaboración y garantía, y al mejorar la calidad, es menos necesaria la inspección (Costos de evaluación). La consecuencia es un costo de calidad menor. Todo desembolso adicional para prevención aumenta el costo de calidad total, porque los costos mayores no generan una disminución proporcional de costos de evaluación y fallas, es decir, se ha maximizado la mejora de calidad, y a menos que haya un gran progreso tecnológico, los costos de evaluación y fallas ya no pueden ser -- menores.

Relación entre el costo de calidad y ventas.

El total de costo de calidad se representa como porcentaje de ventas. Un 10% de aumento en el dinero gastado puede reflejar -

mayores costos cuando, en realidad, el costo de calidad global ha-  
ya disminuido al aumentar las ventas. Por ejemplo:

	1981	1982
Costo de Calidad (CC)	\$ 2,000,000	\$ 2,200,000
Ventas Netas	\$ 40,000,000	\$ 60,000,000
CC ÷ ventas netas	5%	3.7%

Como puede verse en éste ejemplo, el importe del CC aumen-  
tó en un 10% de 1981 a 1982, en tanto que las ventas se incrementa-  
ron en un 50% en el mismo período. Si no relacionara el CC con las  
ventas, el departamento administrativo podría creer que empeoró el  
CC, en tanto que, en realidad, mejoró en función de las ventas.

El reporte de CC.

El CC es una guía del avance de una empresa por su camino  
de mejora de calidad. La medición del CC se manifiesta en un re-  
porte mensual como el que se ilustra en la figura B. Este informe  
muestra los costos de calidad para todos los sectores de la empre-  
sa: para el caso, la Fábrica No. 1 y la Fábrica No. 2.

La sección "A" del reporte consiste en un diagrama que mues-  
tra el CC mensual expresado en porcentaje de ventas. La línea cen-  
tral del diagrama es el promedio del año anterior, en éste caso el  
4%, y sirve de base comparativa para los resultados del año en cur-  
so. En éste caso particular, mientras que el promedio acumulado --  
hasta la fecha es del 3.8%, la tendencia mensual es ascendente. En  
el presente mes, de julio, llega al 5.6%, lo cual es una evidente-  
señal de peligro. El CC se seguirá incrementando a menos que se to-  
men medidas preventivas.

En la sección "B", el CC se descompone en sus elementos --

tanto para la Fábrica No. 1 como para la No. 2, El reporte revela que la Fábrica No. 1 funciona mejor, con un CC del 5%, en comparación con la No. 2 que tiene un CC del 6%.

Los resultados totales de CC de la empresa, expresados en dinero y obtenidos de la combinación de la Fábrica No. 1 y la No. 2, es del 5.6% de ventas, como aparece a la derecha de la sección "B".

En la sección "C" se dejan entrever porqué existen las diferencias entre las 2 fábricas. Los costos de cada factor del CC se reducen a porcentajes del CC total para determinar en donde se representa el problema. Por ejemplo, los costos de prevención de la fábrica No. 1 son de \$ 1,200.75, en tanto que el total de CC de la misma es de \$ 7,767.23, por lo que la prevención representa el 5.5% del CC total ( $1,200.75 \div 7,767.23 \times 100$ ).

#### Interpretación del reporte CC.

El análisis permite evidenciar las siguientes diferencias:

- En la Fábrica No. 1 los costos de prevención son más del doble de los de la Fábrica No. 2 (15.5% vs. 6.9%).

- Los costos de evaluación son aproximadamente iguales en ambas Fábricas (50% vs. 47.4%).

- La Fábrica No. 1 tiene costos de fallas significativamente menores que los de la Fábrica No. 2.

	Fábrica No. 1	Fábrica No.2
Fallas internas.	21.3%	26.2%
Fallas externas	<u>13.2%</u>	<u>19.5%</u>
Totales:	<u>34.5%</u>	<u>45.7%</u>

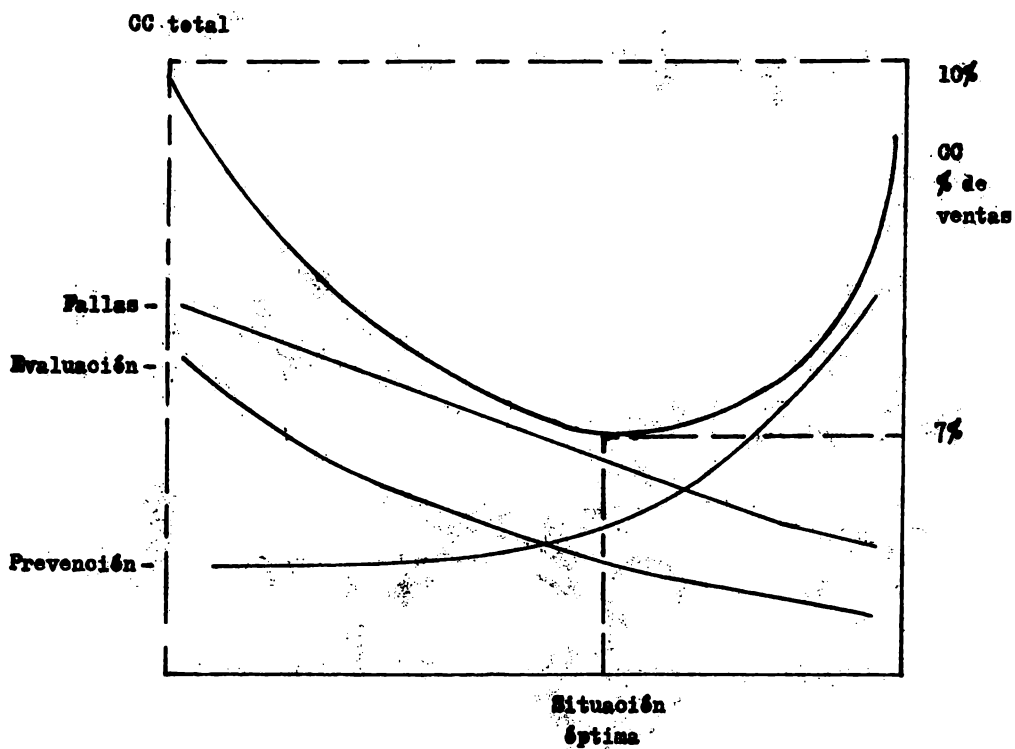
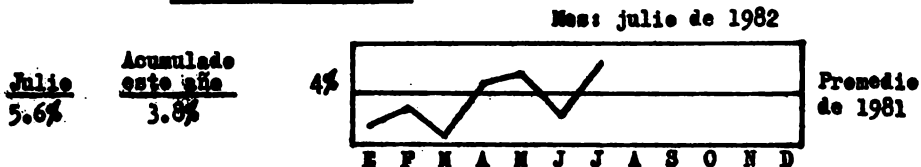


Figura A.- Relaciones entre los elementos de CC

**Sección "A": Total de la empresa**



**Sección "B": Resultados per fábrica - julio de 1982**

<u>Elementos de CC</u>	<u>Fábrica No. 1</u>	<u>Fábrica No. 2</u>	<u>Total</u>
Prevención	1,200.75	650.38	1,851.13
Evaluación	3,879.80	4,472.34	8,352.14
Fallas internas	1,654.50	2,471.20	4,125.70
Fallas externas	1,032.18	1,844.60	2,875.78
<b>Total</b>	<b>7,767.23</b>	<b>9,438.52</b>	<b>17,204.75</b>
Ventas	155,000.00	157,000.00	309,000.00
<b>CC ÷ ventas</b>	<b>5.0%</b>	<b>6.0%</b>	<b>5.6%</b>

**Sección "C": Análisis per fábrica - julio de 1982**

<u>Elementos de CC</u>	<u>Fábrica No. 1</u>	<u>Fábrica No. 2</u>	<u>Total</u>
Prevención	15.5%	6.9%	10.8%
Evaluación	50.0%	47.4%	48.5%
Fallas internas	21.3%	26.2%	24.0%
Fallas externas	13.2%	19.5%	16.7%
<b>Total</b>	<b>100.0%</b>	<b>100.0%</b>	<b>100.0%</b>

Nota: En el análisis per fábrica se mide cada elemento de CC como porcentaje del CC total.

Figura B.- Reporte de coste de calidad

Después de éste análisis, resulta más claro concluir que - los mayores costos de prevención de la fábrica No. 1 han motivado - menores costos de fallas, en tanto que la falta de atención de la - prevención por parte de la fábrica No. 2 han dado lugar a mayores - costos de fallas. Puede verse en la sección "B" que la fábrica No.1 - tiene un CC del 5% en tanto que el de la fábrica No. 2 es del 6%.. - Esta es una diferencia apreciable y puede atribuirse a un mejor -- - control de calidad en la fábrica No. 1.

Con todo lo anterior se puede demostrar la importancia de - destinarle un lugar en la industria, así como un capital al control - de calidad, lo cual redundará en beneficios principalmente desde el - punto de vista económico para cualquier empresa.

- 39 -

C A P I T U L O

IV

## METODOS DE CONTROL.

Debido a que en México no existen normas de métodos de control de calidad para éste tipo de materiales, el control se basará principalmente en los métodos establecidos por el ASTM (American Society of Testing and Materials), con algunas modificaciones debido al avance de la tecnología, las cuales se describen a continuación: (ASTM Designación D-1000).

"Norma de los métodos de prueba para cintas recubiertas con adhesivo de presión sensitiva usadas para aislamiento eléctrico."

### 1.- OBJETIVO.

1.1. Estos métodos abarcan los procedimientos para pruebas de cintas recubiertas con adhesivo de presión sensitiva que son usadas para aislamiento eléctrico y se clasifican de la siguiente manera:

#### 1.1.1 Clase 1 - Respalda no elásticos tales como:

Papel, liso y rizado,  
Tejido, no cubierto y cubierto,  
Películas de éster de celulosa,  
Películas de tereftalato de polietileno,  
Películas de polímeros de teflón, y  
combinaciones de los mismos.

1.1.2 Clase 2 - Respalda elastoplásticos que se caracterizan tanto por su gran estiramiento como por su restablecimiento sustancial tales como:

Cloruro de vinilo y co-polímeros,



Cloruro de vinilideno y co-polímeros, y  
Polietileno.

1.2 Los procedimientos aparecen en el siguiente orden:

Muestreo - - - - -	3 y 4
Acondicionamiento- - - - -	5 a 7
Longitud de la cinta en un rollo - - - - -	8 a 13
Espesor- - - - -	14 a 19
Esfuerzo cortante y elongación - - - - -	20 a 26
Fuerza de adhesión - - - - -	27 a 35
Esfuerzo cortante después de inmersión en solvente - - -	36 a 40
Resistencia al aceite- - - - -	41 a 46
Ancho- - - - -	47 a 50
Inflamabilidad - - - - -	51 a 55
Pruebas a baja temperatura para cintas clase 2 solamente - - - - -	56 a 60
Elongación a baja temperatura para cintas clase 2 solamente - - - - -	61 a 67

2.- DOCUMENTOS APLICABLES.

2.1 Normas ASTM:

A167 Especificación para resistencia a la corrosión de -  
placas de acero al cromo-níquel.

D257 Pruebas para resistencia o conductancia de corriente  
directa en materiales de aislamiento.

D374 Pruebas para espesor de aislamiento eléctrico sólido

D618 Acondicionamiento de plásticos y materiales de aisla  
miento eléctrico utilizados en las pruebas.

D876 Pruebas para tubería no rígida de cloruro de polivini-  
nilo.

E104 Práctica recomendada para mantener constante la hume  
dad relativa por medio de soluciones acuosas.

M U E S T R E O .

3.- SELECCION DE LOS ROLLOS DE MUESTRA.

3.1. Los rollos de muestra de cada lote dentro de la partida-  
deben ser seleccionados de acuerdo a la siguiente cédula:

Número de rollos en el lote	Número mínimo de rollos de muestra
Menos de 2,000	2
2,000 o más	1 por cada mil

3.2. Para propósitos de muestreo, un lote debe consistir de -  
materiales identificables del mismo tipo, fabricados en una sola-  
corrida de producción y dispuestos para entrega al mismo tiempo.

4.- SELECCION DE MUESTRAS DE PRUEBA.

4.1. Coloque los rollos de cinta que van a ser probados sobre  
un madril donde se revuelven libremente. Deseche las primeras 3 -  
capas de cinta del rollo. Remueva la longitud requerida de mues--  
tra a una velocidad aproximada de 2 in. (50mm) /S. Coloque la - -  
muestra sobre una superficie limpia y plana, con el lado del adhe-  
sivo hacia arriba, o suspéndala de uno de sus extremos en el aire  
para el período de acondicionamiento, a menos que se especifique-  
lo contrario.

La superficie adhesiva debe ser protegida del polvo. Las muestras de prueba deben entonces ser preparadas como se estipula para los métodos individuales de prueba.

#### ACONDICIONAMIENTO.

##### 5.- DEFINICION.

5.1. El acondicionamiento es el proceso de exposición del material a condiciones específicas de temperatura y humedad relativa por un período de tiempo estipulado.

##### 6.- SIGNIFICADO.

6.1. Las propiedades físicas y eléctricas tales como adhesión, elongación y esfuerzo cortante, variarán con la temperatura y contenido de humedad. Los resultados actuales están influenciados -- por éstos factores. Para que los métodos de prueba proporcionen resultados consistentes y reproducibles, la temperatura y el contenido de humedad de la muestra deben ser controladas.

##### 7.- ACONDICIONAMIENTO.

7.1. Los rollos de cinta deben estar a una temperatura de - -  $70 \pm 10^{\circ}\text{F}$  ( $21.1 \pm 5.5^{\circ}\text{C}$ ) antes de que cualquier muestra sea removida para prueba.

7.2. Para propósitos de referencia, los rollos deben de ser sometidos a una temperatura estándar del laboratorio de  $73.4 \pm 2^{\circ}\text{F}$  ( $23 \pm 1.1^{\circ}\text{C}$ ) por un período mínimo de 16 horas antes de que las muestras sean removidas para prueba.

7.3. A menos que se especifique lo contrario, todas las muestras de prueba deben ser acondicionadas por un período de 1 hora y las pruebas deben llevarse a cabo con una atmósfera estándar de

laboratorio a  $73.4 \pm 2^{\circ}\text{F}$  ( $23 \pm 1.1^{\circ}\text{C}$ ) y  $50 \pm 2\%$  de humedad relativa.

#### LONGITUD DE LA CINTA EN UN ROLLO.

##### 8.- DEFINICION.

8.1. La longitud de la cinta en un rollo es el número de yardas lineales enrollada medida de acuerdo con éste metodo.

##### 9.- SIGNIFICADO.

9.1. La medida de la longitud de la cinta en un rollo es necesaria para asegurar que se recibe la cantidad correcta.

##### 10.- APARATOS.

10.1 Balanza.- 2 Balanzas, una capaz de pesar con una precisión de 0.1 g. y la otra de 1 mg.

10.2 Regla de acero.- Una regla de acero capaz de medir con una precisión de 0.1 in. (2.5 mm.).

##### 11.- MUESTRA DE PRUEBA.

11.1 La muestra de prueba debe consistir de una cinta, de un solo espesor, aproximadamente de 3ft (916mm) de longitud removida de un rollo completo de cinta recibido del proveedor. La muestra debe ser acondicionada por no más de una hora como se describió en la sección 7.

##### 12.- PROCEDIMIENTO.

12.1 Determine el número de rollos a ser probados por longitud de acuerdo con lo descrito en la sección 3.

12.2 Remueva el centro de un rollo y pese la cinta con una -- precisión de 0.1 g. Remueva una muestra de cinta de aproximadamente 3 pies (916 mm) de longitud de un rollo de acuerdo con el procedimiento descrito en la sección 4, excepto que las primeras 3 - capas no deben ser descartadas. Después del acondicionamiento mida la longitud relajada de la muestra con una precisión de 0.1 in (2.5 mm) y pese con una precisión de mgs.

12.3 Calcule las yardas por rollo de la siguiente manera; - -  
Yardas por rollo = Peso del rollo (-el centro) /Peso de la mues--  
tra X longitud de la muestra /36

### 13.- REPORTE.

13.1 El reporte debe incluir la longitud máxima, mínima y promedio de la cinta en cada rollo medido, calculado con una preci-- sión de 0.1 yardas.

### E S P E S O R .

### 14.- DEFINICION.

14.1 El espesor es la distancia perpendicular entre las superficies opuestas de la cinta medida de acuerdo con éste método.

### 15.- SIGNIFICADO.

15.1 El espesor es de gran valor en el control de la uniformidad y proporcionamiento de datos de diseño, siendo también usado en la determinación de propiedades físicas y eléctricas.

### 16.- APARATOS.

16.1 Medidor de espesor.- Un micrómetro de carátula con una - carga fija como se describe en el método C de la norma de Métodos D374, con las siguientes modificaciones:

16.1 El medidor debe estar equipado con un pedal de 1/4 de -- pulgada (6.35 mm); el yunque puede variar en diámetro desde 1/4 - hasta 2 pulgadas (6.35 mm a 50.8 mm).

16.1.2 El pedal y las partes movibles conectadas con éste deben ser pesadas de tal manera que propórcionen una carga total de  $6 \pm 0.1$  onzas ( $170 \pm 3g$ ) (equivalente a 7.6 Psi) (52 K Pa) a la muestra. El medidor debe ser calibrado para la carga actual ejercida por el pedal.

#### 17.- MUESTRA DE PRUEBA

17.1 La muestra de prueba debe de consistir de una cinta, de un solo espesor, no menor de 18 in. (457 mm) de longitud. La muestra debe ser seleccionada y acondicionada de acuerdo con las secciones 4 y 7.

#### 18.- PROCEDIMIENTO.

18.1 Coloque la muestra de prueba sobre el yunque del medidor con el lado con adhesivo hacia arriba, llanamente, pero sin tensión. Baje el pedal sobre la cinta gradualmente (sin impacto), -- permitiendo que descanse sobre la cinta durante 2 segundos y observe entonces la lectura de la carátula.

18.2 Tome 3 medidas uniformemente distribuidas sobre la superficie de la muestra. El espesor de la cinta será el promedio de las medidas.

#### 19.- REPORTE.

19.1 El reporte incluirá el espesor promedio medido con una precisión de 0.0001 in (0.0025 mm) más el máximo y mínimo, si así se especifica.

## ESFUERZO CORTANTE Y ELONGACION.

### 20.- DEFINICIONES.

20.1 Esfuerzo cortante es la fuerza requerida, por unidad de ancho, para romper la cinta cuando se prueba bajo las condiciones prescritas.

20.2 Elongación es el incremento en la longitud hasta el punto de ruptura cuando la cinta es probada bajo las condiciones - - prescritas. En el caso de cintas de clase 1, la elongación puede incluir deslizamiento en las tenazas, la cual está con frecuencia compensada por decapitación de la muestra.

### 21.- SIGNIFICADO.

21.1 Esfuerzo cortante.- El esfuerzo cortante de la cinta es de importancia como una medida de su uniformidad, calidad y habilidad para resistir la tensión en aplicación y servicio.

21.2 Elongación.- La elongación de la cinta es importante como una medida de su uniformidad y calidad, así como una indicación aproximada para conformar contornos de superficie irregulares.

### 22.- APARATOS.

22.1 Máquina de pruebas.- Una máquina de pruebas del tipo de velocidad constante de extensión es preferible. La máquina debe estar equipada con un dispositivo para registrar la carga de tensión y la separación entre las mordazas. Ambos sistemas de medición deben tener una precisión de  $\pm 2\%$  de la carga de ruptura. La velocidad de separación debe ser uniforme y capaz de ajustarse -- en los incrementos necesarios para producir velocidad de tensión que puedan ser especificados para los materiales a ser probados.

La máquina debe estar equipada con una celda de carga que tenga una capacidad dentro del 20% de la carga de ruptura máxima del material a ser probado.

22.1.1 Como una alternativa puede utilizarse una máquina de pruebas de tipo péndulo. Esta máquina debe estar equipada con un contrapeso (péndulo) para medir la carga aplicada a la muestra de prueba y un dispositivo para indicar o registrar la carga de tensión soportada por la muestra con una precisión de 20% de la carga de ruptura. La velocidad de recorrido de la tenaza activada por energía debe ser uniforme y capaz de ajustarse para producir las velocidades de tensión especificadas. La máquina debe estar equipada con un dispositivo para medir la tensión, teniendo una capacidad máxima de 250 lb (120 Kg.), graduada para leer 0.5 lb, (200g) o menos.

22.1.2 Indicador de extensión.- Un instrumento apropiado para determinar la distancia entre dos puntos fijos localizados dentro de la longitud del medidor de la muestra de prueba a cualquier instante durante la prueba. Es deseable, pero no esencial que este instrumento registre automáticamente esta distancia (o cualquier cambio) como una función de la carga sobre la muestra de prueba o del tiempo transcurrido desde el inicio de la prueba o ambas. Este instrumento debe estar esencialmente libre de retraso por inercia a la velocidad especificada de prueba y debe tener una precisión de  $\pm 1\%$  de tensión o mejor. El indicador de extensión tendrá usualmente una separación de 1 pulgada (25.4 mm) entre los puntos y estar cuando menos a 1 pulgada (25.4 mm) tanto de la mordaza de arriba como la de abajo.

## 22.2 Dispositivos de Sostén.

22.2.1 Dispositivo neumático.- Este puede ser colocado con varios tipos de mordazas que sujetarán a la muestra a través de brazos de palanca accionados por aire comprimido.



22.2.2 Dispositivo manual.- Este puede ser fijado con varios tipos de mordazas que sujetarán a la muestra a través de una palanca operada manualmente.

22.2.3 Mordazas.- Estas son un sistema que minimizan tanto el deslizamiento como la mala distribución de la tensión en la estructura del dispositivo de sostén.

22.2.3.1 Las mordazas de Contacto Lineal tienen caras diseñadas para concentrar toda la fuerza de amordazamiento a lo largo de una línea perpendicular a la dirección de la fuerza de prueba.

22.2.3.2 Las mordazas de Cara plana tienen sus superficies terminadas de tal forma que proporcionan la mejor fuerza de amordazamiento sobre el material a ser probado. La selección se determina con la experiencia práctica. Las caras pueden ser de base lisa, recubiertas de hule, o con sierras. Por lo general, la superficie de base lisa ofrece una alta eficiencia de amordazamiento con la mayoría de los materiales planos. La superficie recubierta de hule es de gran valor con materiales que tienden a debilitarse por la presión que ejerce la mordaza. La superficie con sierra es recomendada para materiales fuertes que requieren una mayor fuerza de amordazamiento.

## 23.- MUESTRAS DE PRUEBA

23.1 Las muestras de prueba deben ser seleccionadas de acuerdo con las secciones 4 y 7. Deben de ser, si es posible, del ancho de la cinta como se recibió. Si es necesario ajustar las muestras exactamente a la máquina o a las limitaciones del ancho de la tenazá, se debe tener mucho cuidado puesto que, el ajuste manual puede afectar los resultados de la prueba.

## 24.- PROCEDIMIENTO.

24.1 Coloque la cruceta a la longitud deseada e inserte la muestra en las mordazas, apretando primero la tenaza movable, La longitud inicial de la muestra entre los puntos de contacto deber ser de 4 in. (100 mm).

24.2 La velocidad de tensión debe ser constante e igual a  $12 \pm 1/2$  in. ( $300 \pm 13$ mm) /min.

24.3 Haga al menos tres determinaciones. Deseche las rupturas que ocurran en las mordazas.

## 25.- CALCULOS

25.1 Lea el esfuerzo cortante directamente de la carta de registro.

25.2 Lea el porciento de elongación de la carta de registro, o anote la distancia entre las marcas de asiento en el instante de la ruptura, y anote la separación de las tenazas, y calcule el porciento de elongación como sigue:

$$\% \text{ Elongación} = ( (D_2 - D_1) / D_1 ) \times 100$$

donde:

$D_1$  = Distancia original entre las tenazas o marcas de asiento.

$D_2$  = Distancia en el instante de la ruptura entre las tenazas o marcas de asiento.

## 26.- REPORTE.

26.1 El reporte debe incluir lo siguiente:

26.1.1 Esfuerzo cortante promedio expresado en libras por pul

gada de ancho o en newtons por metro, además del valor máximo y -  
mínimo, si así se especifica.

26.1.2 Por ciento de elongación promedio, además del valor - -  
máximo y mínimo, si así se especifica.

## FUERZA DE ADHESION

### 27.- DEFINICION.

27.1 La fuerza de adhesión es la fuerza necesaria para remover la cinta de una superficie prescrita cuando se mide de acuerdo a alguno de éstos métodos.

### 28.- SIGNIFICADO.

28.1 En muchas aplicaciones el uso de una cinta adhesiva de presión sensitiva depende de la fuerza de adhesión para dar un uso satisfactorio. Esta propiedad es también importante en la determinación de la uniformidad de calidad. Los valores obtenidos por los dos métodos no son equivalentes.

METODO A.- Usando placas planas (180° de desprendimiento)

### 29.- APARATOS.

#### 29.1 Máquina de pruebas

Use la máquina de pruebas descrita en la sección 22.

### 30.- MUESTRA DE PRUEBA.

30.1 La muestra de prueba debe ser de 10 in. (254 mm) de longitud y no mayor de 1 in. (25.4 mm) de ancho. La muestra debe ser removida del rollo de acuerdo a la sección 4, de tal manera que la superficie no tenga contacto con los dedos o con algún objeto extraño.

30.2 Deben prepararse 5 muestras de prueba de cada rollo.

### 31.- PROCEDIMIENTO.

31.1 Adhesión a una placa de acero.- Prepare la superficie - del entrepaño de acero puliéndola mediante el uso de una gasa quirurgica limpia saturada con acetona. Frote el entrepaño otra vez usando una gasa quirúrgica limpia saturada con 1,1,1 tricloro -- etano. Deseche la gasa después de cada paso de limpieza. Después de que todas las trazas de solvente se han evaporado, limpie la superficie del entrepaño con una gasa quirúrgica limpia. Inmediamentemente después de haber removido la muestra del rollo, aplique el lado con adhesivo a la superficie pulida de la placa. Aplique la muestra de tal manera que quede una longitud de 5 in. (127 mm) extendida a partir de uno de los bordes de la placa. En el caso de cintas menores a 1 in. (25.4 mm) de ancho, corte otras tiras del mismo rollo de muestra y aplíquelas en forma paralela y adyacente a la muestra de prueba para así proporcionar un ancho total de aproximadamente 1 in. (25.4 mm) para propósitos de enrrollamiento solamente. Entonces, pase al aplanador, (cilindro usado como una rueda de presión sobre una superficie) sin aplicar presiones adicionales, sobre el respaldo de la cinta en la dirección - del eje más largo, una vez en cada dirección a una velocidad a - proximada de 2 in. (50.8 mm)/S. Después que la cinta ha permanecido sobre la placa por 20 ± 5 min., doble hacia atrás el extremo libre de la muestra de prueba a un ángulo de 180 grados y despegue 1 in. de la cinta fuera de la placa en el extremo doblado. Fije ésta porción expuesta de la placa en la tenaza inferior y coloque el extremo libre de la cinta en la tenaza superior. La tenaza movable deberá moverse a una velocidad de 12 in. (300 mm) /min.- Si se usa una máquina de pruebas de tipo péndular, los frenos deberán proporcionar un balanceo libre para el péndulo durante la prueba. La capacidad de la máquina deberá ser tal que todas las lecturas deben caer entre 9 y 45 grados de la escala. Después de que la primera pulgada de cinta es removida de la placa, lea la adhesión de la muestra sobre aproximadamente las siguientes 2 in. (50 mm) a intervalos aproximados de 1/2 - in (12.7 mm). No tome-

ninguna lectura durante la remoción de la última pulgada de cinta de la placa.

31.2 Adhesión al respaldo.- Proceda con la prueba de la adhesión de una cinta a su propio respaldo en forma similar, excepto que una tira de la cinta deberá ser primero fijada a la placa con ambos extremos enroscados a los extremos de la placa. Siga el procedimiento descrito en la sección 31.1 excepto de la muestra de prueba deberá ser aplicada al respaldo de la cinta en vez de ser aplicada al entrepalo de acero.

METODO B.- Usando rodillos (90 grados de desprendimiento)  
(Método alterno)

### 32.- APARATOS.

32.1 Máquina de pruebas.- Use la máquina descrita en la sección 22.

32.2 Dispositivo de soporte de rodillos.- Un aparato de metal que esté diseñado para montarse en la tenaza inferior de la máquina de pruebas de tensión y equipado con cojinetes de bolas de tal manera que el rodillo pueda rodar sin fricción.

32.3 Rodillos de acero inoxidable de 1 1/2 in. (38 mm) de largo usando tubos de acero inoxidable de 2 1/4 in (56 mm) en el diámetro del lado de afuera. La superficie exterior del rodillo deberá estar pulida en la dirección de la circunferencia con papel seco de carburo de silicio de una firmeza igual a 150.

32.4 Pesas para proporcionar una tensión de 8 lb/in. (1.4 Kg/mm) de ancho para cintas de clase 1 o 500 psi (3.45 MPa) basándose en el espesor nominal para cintas de clase 2.

### 33.- MUESTRAS DE PRUEBA.

33.1 Las muestras deben ser de 15 in. (375 mm) de longitud de cinta removida del rollo para adhesión al acero de 20 in. (500 mm) de longitud para adhesión al respaldo. Deberán ser probadas 3 - - muestras para cada tipo de adhesión.

#### 34.- PROCEDIMIENTO.

34.1 Monte el dispositivo de soporte de rodillos en la tenaza inferior del medidor de tensión de tal manera que con el rodillo en su lugar el centro del rodillo esté directamente abajo de la tenaza superior.

34.2 Fije un rodillo limpio y pulido en su lugar y enrolle -- tres vueltas de cordón flexible en la muesca del extremo de la -- placa soportando al rodillo y adhiera el extremo del cordón a la tenaza superior del medidor de tensión.

34.3 Fije un extremo de la muestra de cinta de 15 in. (375 mm) a un punto "X" sobre la superficie del rodillo en la dirección opuesta al enrollamiento del cordón. Adhiera el peso (con una tenaza) al extremo inferior de la muestra.

34.4 Encienda el medidor de tensión y enrolle exactamente una vuelta completa de la cinta sobre el rodillo a una velocidad de - 12 in./min. (5 mm/S). Es importante que no se aplique más de una capa completa, puesto que vueltas adicionales o partes de vuelta afectan la adhesión de la capa baja de algunas cintas.

34.5 Pare la máquina, deje la pesa suspendida durante 1 min., y entonces retirela. Cuando se requiera, regrese el dispositivo - de soporte de rodillos a su posición original.

34.6 Adhiera el extremo libre de la cinta a la tenaza superior del medidor de tensión y opere la maquina a 12 in/min. (5 mm/S) - de tal manera que la cinta se desprenda del rodillo a 90 grados a la superficie del rodillo. Utilice un registrador para registrar-

la adhesión o el método de lectura descrito en la sección 31.1; -  
en cualquier caso, no considere lecturas más cercanas de 1 in. --  
(25 mm) a ambos extremos de la muestra.

34.7 En una manera similar prepare las muestras de 20 in. - -  
(500 mm) de largo con exactamente dos vueltas de cinta sobre el -  
rodillo. Desprenda la capa exterior para determinar la adhesión -  
al respaldo.

### 35.- REPORTE.

35.1 El reporte debe incluir lo siguiente:

35.1.1 Tipo de prueba (placa o rodillo) (a acero o a respaldo)

35.1.2 Promedio de los tres valores de prueba para cada tipo-  
de prueba expresado en onzas por pulgada (gramos por milímetros)-  
de ancho o en newtons por metro más el máximo valor y el mínimo -  
valor, si se especifica.



## ESFUERZO CORTANTE DESPUES DE INMERSION EN SOLVENTE.

### 36.- DEFINICION.

36.1 Es la fuerza requerida para separar por corte un ligamento después de sumergirlo en un solvente de barniz bajo las condiciones señaladas de prueba. Se mide como una resistencia a la tensión en libras por pulgada de ancho de la falla de ligamento o de la unión.

### 37.- SIGNIFICADO.

37.1 El esfuerzo cortante es una medida de la resistencia de una cinta adhesiva curada a la acción de un solvente específico.- Las variaciones existentes en el ancho de la cinta producirán variación en los resultados debido al cambio en el área relativa para la acción del solvente. La prueba es adecuada para artículos - en producción, aceptación de especificación y evaluación de servicios. Está limitada pues sólo se considera la adhesión a sí misma y a su propio respaldo, mientras que las cintas son usadas generalmente en varias superficies. También, la acción del solvente es a temperatura ambiente, mientras que a veces la acción del solvente ocurre en caliente. Las diferencias en los resultados de las pruebas menores de 5 lb/in (90 g/mm) de ancho son despreciables.

### 38.- MUESTRAS DE PRUEBA.

38.1 Deben ser removidas del rollo muestras de 6 in (152 mm) de longitud de acuerdo con la sección 4 de tal forma que la superficie con adhesivo no tenga contacto con los dedos ni con otro objeto extraño. Cada muestra debe consistir de dos tiras separadas- 1/2 in. (12.7 mm). Debe pasarse sobre la muestra un rodillo de acero sin aplicación de presión adicional, una vez en cada dirección. La muestra debe ser cortada con una navaja de 1/2 in. de ancho.

## 39.- PROCEDIMIENTO.

39.1 Fuerza de corte al adhesivo.- Cure tres muestras adhesivo a adhesivo en una estufa con circulación de aire mantenida a  $130 \pm 2$  °C durante 2 horas. Después de que se hayan enfriado, sumerja las muestras durante 16 horas a temperatura ambiente en ~~xi-~~ libre de agua, heptano o algún otro solvente específico. Coloque las muestras sobre papel secante durante 30 minutos, entonces determine el esfuerzo cortante en la traba de acuerdo a la sección 24, utilizando el sostén de tipo tenaza.

39.2 Fuerza de corte al respaldo.- Realice ésta determinación de la misma manera que la anterior, excepto que deberá utilizar las muestras preparadas de adhesivo al respaldo.

## 40.- REPORTE.

40.1 El reporte deberá incluir lo siguiente:

40.1.1 Identificación del solvente usado.

40.1.2 Tipo de prueba (fuerza de corte al adhesivo o al respaldo), y

40.1.3 Esfuerzo cortante promedio expresado en libras-fuerza por pulgada o en newtons por metro, más el máximo y el mínimo, si se especifica. Anote el rompimiento de la cinta si así ocurre.

## RESISTENCIA AL ACEITE.

### 41.- DEFINICION.

41.1 La resistencia al aceite de una cinta de presión sensitiva es la propiedad del adhesivo para resistir el ataque del aceite sin deterioro de su fuerza de adhesión. Esta propiedad se mide por medio de la fuerza de adhesión determinada después de que la cinta es sumergida en un aceite específico por un tiempo dado a una temperatura elevada.

### 42.- SIGNIFICADO.

42.1 Pueden ser usadas cintas de presión sensitiva en lugares donde estén en contacto con el aceite o los vapores del mismo que puedan afectar la función de la cinta. Un método para determinar éste efecto es efectuar una prueba de fuerza de adhesión después de la inmersión en aceite.

### 43.- LIQUIDOS DE PRUEBA.

43.1 El líquido de prueba debe ser una o más de las siguientes:

43.1.1 Aceite mineral altamente refinado con una viscosidad entre 50 y 60 SUS a 38 °C (100°F); un valor máximo de neutralización de 0.06 y un punto de inflamación mínimo de 132 °C (270 °F).

43.1.2 Askarel (derivado aromático clorado)

43.1.3 Líquido hidráulico basado en el éster fosfórico termoresistente.

### 44.- MUESTRAS DE PRUEBA.

44.1 Las muestras deben ser de 10 in. (250 mm) de longitud y 1/4 in. (6.35 mm) de ancho. Deben ser removidas cuatro muestras - del rollo de acuerdo con la sección 4 de tal forma que el adhesivo no tenga contacto con los dedos ni con otro objeto extraño. Las cintas más anchas de 1/4 in. deben ser cortadas hasta el ancho -- con una navaja para evitar deterioro en el borde.

#### 45.- PROCEDIMIENTO.

45.1 Adhesión al panel.- Limpie el panel de acuerdo a la sección 31.1 e inmediatamente después remueva la cinta del rollo, aplique el lado con adhesivo hacia abajo sobre la superficie pulida del panel. Aplíquese de tal forma que salga del panel una longitud de 5 in. (125 mm). Aplicar 4 muestras de 1/4 in. (6.35 mm)- de ancho al panel, de tal forma que haya de 1/8 a 1/4 in. (3.17 a 6.35 mm) entre ellas. Pase el rodillo sobre las muestras de acuerdo con la sección 31.1. Cuando son usadas cintas térmicas cure el conjunto de piezas en un horno de convección mecánica mantenido a  $130 \pm 2^{\circ}\text{C}$  por 2 horas; quitelas y manténgalas a temperatura ambiente por un mínimo de 16 horas antes de probarlas. Sumerja el panel completamente en el aceite de prueba por 72 horas a  $50 \pm 2^{\circ}\text{C}$  en una posición vertical con los extremos de las muestras adheridas a la parte posterior del panel. Después remuévalo del aceite y coloque las piezas del lado de abajo sobre un papel secante limpio durante 30 minutos. Mida la adhesión de cada muestra de acuerdo a la sección 34.

45.2 Adhesión al respaldo.- Para el efecto del aceite sobre la adhesión al respaldo, aplique tiras de 1/4 in. (6.4 mm.) o mayores al panel de acuerdo con el punto anterior a excepción de enrollar los extremos alrededor del panel como se describe en la sección 31.2. Aplique muestras de 1/4 in. a éstas tiras como se describe en la sección 31.2, sumerja en aceite, remueva y mida la -- adhesión al respaldo como se describe en el punto anterior.

#### 46.- REPORTE.

46.1 El reporte debe incluir lo siguiente:

46.1.1 Identificación completa de la cinta.

46.1.2 Identificación del aceite.

46.1.3 Tipo de prueba (adhesión al acero o al respaldo), y

46.1.4 Adhesión promedio de cada muestra y promedio combinado de las cuatro muestras expresadas en libras por pulgada de ancho (o en gramos por centímetro).

## A N C H O .

### 47.- APARATO.

47.1 Una escala de acero con divisiones a intervalos de 0.01 in. (0.25 mm).

### 48.- MUESTRA DE PRUEBA.

48.1 Las muestras de prueba deben consistir de cintas de aproximadamente 18 in. (460 mm) de longitud tomadas de cada rollo muestra de acuerdo con la sección 4 y acondicionada de acuerdo con la sección 7.

### 49.- PROCEDIMIENTO.

49.1 Coloque la muestra de prueba, después del acondicionamiento, sin tensión o presión, con el lado del adhesivo hacia abajo sobre una superficie lisa y dura. Medir el ancho perpendicular en la orilla con la escala de acero en cinco puntos aproximadamente equidistantes a lo largo de la longitud.

### 50.- REPORTE.

50.1 El reporte debe incluir lo siguiente:

50.1.1 Ancho nominal de la cinta, y

50.1.2 Ancho máximo, mínimo y promedio combinando todos los rollos muestreados.

## I N F L A M A B I L I D A D .

### 51.- SIGNIFICADO.

51.1 Las características de quemado exhibidas por una cinta de presión sensitiva enrollada sobre una varilla de latón y encendida en posición horizontal son una medida de la inflamabilidad.- Este método diferencia de una manera precisa a las cintas que tienen amplias características de quemado diferentes pero es menos preciso para diferenciar cintas con un rango más estrecho de características de quemado. El método debe ser usado principalmente para propósitos de especificación debido a que la cantidad actual de cinta usada en cualquier aplicación específica y su configuración puedan alterar el tiempo de quemado.

### 52.- APARATOS Y MATERIALES.

52.1 Varillas de latón limpias.- Cuando menos tres varillas rectas, de 1/8 in. (3.2 mm) de diámetro y 12 in. (305 mm) de largo, libres de cualquier partícula quemada.

52.2 Sostén de arrollamiento, diseñado para soportar una varilla de latón por sus extremos con una manivela u otro artefacto para darle vueltas a la varilla de uno de sus extremos de tal manera que las tiras de cinta puedan ser enrolladas sobre ella. El sostén debe atorarse a un soporte rígido de tal manera que éste pueda ser inclinado al ángulo necesario para alcanzar el empalme correcto en el arrollamiento de la cinta.

52.3 Pesos, requeridos para proveer 150 gr. por cada 0.001-in. (0.025 mm) de espesor total de cinta nominal, y medios para fijarlos al extremo de la cinta para así proporcionar la tensión de arrollamiento.

52.4 Quemador Bunsen.- El cilindro de flujo de gas debe ser de 3/8 in. (9.5 mm) de diámetro interior.

52.5 Cronómetro.

52.6 Soportes y pinzas, arreglados para mantener las muestras horizontalmente.

52.7 Nivel.

52.8 Cercado, para proveer un espacio libre de aëreamiento.

52.9 Suministro de gas.- puede utilizarse gas propano. Para las pruebas a que se refieren, el grado comercial del gas propano teniendo un valor calórico nominal de 2521 Btu/ft<sup>3</sup> (22,500 Kg.cal /m<sup>3</sup>) y una densidad específica de 0.508 a 60 °F (15.6 °C) deberá ser usado a una presión de línea de 11 in. (280 mm) de columna de agua.

### 53.- MUESTRAS.

53.1 Corte dos tiras de cinta para cada muestra, de 3/4 in. (19 mm) de ancho por aproximadamente 15 in. (380 mm) de largo.

53.2 Prepare tres muestras como se describe en la sección 54.

### 54.- PROCEDIMIENTO.

54.1 Coloque una de las varillas en el soporte manteniéndola en posición horizontal. Asegure un extremo de una tira de cinta - cerca de un extremo de la varilla. Fije el peso requerido por el espesor nominal al extremo inferior de la cinta. Después de 1 minuto bajo tensión, incline lentamente el soporte al ángulo debido y entonces gire la varilla de tal manera que la cinta se enrolle sobre la varilla media vuelta por una longitud de  $10 \pm 3/8$  in. -- (250  $\pm$  10 mm). Remueva el peso.

54.2 Regrese la varilla al soporte y repita el procedimiento en la sección 54.1 hasta que una segunda tira de cinta se haya en



rollado sobre la primera tira en dirección opuesta. Esto completa la preparación de las muestras de prueba.

54.3 Apoye la muestra en una posición horizontal en el recinto del tiro usando el soporte y las pinzas. Verifique con el nivel.

54.4 Encienda el mechero de bunsen y ajuste la flama para producir un cono exterior de 5 in. (130 mm) y un cono interior de 1.5 in. (40 mm).

54.5 Aplique la flama del mechero verticalmente a la muestra de tal modo que la punta del cono interior toque el centro de la muestra. Comience a cronometrar en el instante que la flama es aplicada a la muestra. Permita que la flama permanezca en contacto con la muestra por 30 segundos.

54.6 Después de 30 segundos, cierre inmediatamente el suministro de gas. Cuando la muestra cese de quemarse detenga el cronómetro. Determine la inflamabilidad como el tiempo total de quemado menos 30 segundos.

## 55.- REPORTE.

55.1 El reporte debe incluir lo siguiente:

55.1.1 Tiempo promedio de quemado en segundos, más el máximo y mínimo si así se especifica.

55.1.2 Observaciones sobre las características de quemado y la condición de las muestras quemadas.

PRUEBAS A BAJA TEMPERATURA PARA  
CINTAS CLASE 2 SOLAMENTE.

56.- SIGNIFICADO.

56.1 En el caso particular de las cintas de clase 2, la adhesión al respaldo y la elongación estática a 20 °F (-7 °C) son necesarias para asegurar que la cinta pueda ser removida del rollo, adherirse a ella misma, y someterse a temperaturas bajas durante la aplicación. Los valores obtenidos en cámaras de hielo seco y en cuartos helados pueden no ser equivalentes.

Fuerza de adhesión al respaldo (Placas lisas).

57.- APARATOS.

57.1 Cámara fría, mantenida a  $19.5 \pm 1$  °F ( $-7.0 \pm 0.5$  °C) y suficientemente grande para contener un tensor cilíndrico eléctrico.

57.2 Tensor cilíndrico, eléctrico, que tenga un diámetro diseñado para remover la cinta a una velocidad de 12 in./min. (5 mm/s) y provisto con una ranura adecuada para insertar la cinta.

57.3 Indicador de tensión.- Con una escala de 0.1 lb. (45 g) o menor (preferentemente 0.05 lb. (23g) o menos) por cada división, provisto con un gancho apropiado para sostener el panel de acero de modo que oscile libremente.

57.4 Placa de Acero.- Cada placa deberá tener una perforación en el centro y a 0.25 in. (6.4 mm) de la orilla. La perforación debe ser suficientemente grande para permitir que la placa oscile libremente cuando sea colocada en el gancho del indicador..

57.5 Rodillo de acero, recubierto de caucho, de  $3.25 \pm 0.1$  in. ( $82.6 \pm 2.5$  mm) de diámetro y  $1.75 \pm 0.05$  in. (1.25 mm) de ancho.

57.6 Tijeras.

57.7 Guantes de algodón.

#### 58.- MUESTRAS DE PRUEBA.

58.1 Las muestras de prueba deben ser de 10 in. (254 mm) de largo y 1 in. (25.4 mm) de ancho, y debe someterse a los otros requerimientos de la sección 37.

#### 59.- PROCEDIMIENTO.

59.1 Acondicionar los rollos de cinta y todos los aparatos necesarios a la temperatura de prueba por lo menos 2 horas antes de preparar las muestras de prueba. Al final del período de acondicionamiento, usando los guantes de algodón, prepare las muestras en la cámara fría siguiendo el procedimiento descrito en la sección 31.2

59.2 Después que la muestra haya permanecido sobre el respaldo durante  $20 \pm 5$  minutos y esté aún dentro de la cámara fría, doble la esquina de la muestra en un ángulo de  $180^\circ$  y desprenda 1 in. (25.4 mm) de cinta del respaldo en la esquina doblada y coloque la placa en el gancho del indicador usando la perforación de la placa. Verifique el cero de la escala del indicador. Opere el tensor cilíndrico a 12 pulgadas por minuto ( 5 mm/S), y después - desprenda la cinta 1 in. (25.4 mm) y lea la adhesión aproximadamente cada 2 in. (50 mm). No tome ninguna lectura durante el desprendimiento de la última pulgada de la cinta.

#### 60.- REPORTE.

60.1 Reporte el promedio de las tres adhesiones de muestra en

onzas-fuerza por pulgada de ancho (o en gramos-fuerza por centímetro), más el máximo y el mínimo, si así se especifica.

ELONGACION A BAJA TEMPERATURA PARA  
CINTAS CLASE 2 SOLAMENTE.

61.- SIGNIFICADO.

61.1 La elongación de la cinta a baja temperatura, medida como el incremento en por ciento de la longitud original bajo una carga estática cuando es examinada bajo las condiciones prescritas, es importante como una indicación de la extensibilidad de la cinta a bajas temperaturas y proporciona una indicación de la habilidad de la cinta para amoldarse a la superficie que sirve de base cuando se aplica a baja temperatura.

62.- SELECCION DE ROLLOS DE MUESTRA.

62.1 Los rollos deben seleccionarse de acuerdo a la sección 3 excepto cuando deban ser probados un mínimo de tres rollos de un lote.

63.- APARATOS.

63.1 Cámara fría, capaz de mantener una temperatura de  $19.5 \pm 0.9$  °F ( $-7 \pm 0.5$  °C).

63.2 Armazón, adecuado para soportar las muestras sometidas a una carga.

63.3 Peso, 4000 g.

63.4 Regla graduada en  $1/32$  de pulgada (1 mm).

63.5 Guantes de algodón.

63.6 Pinzas.

#### 64.- MUESTRAS DE PRUEBA.

64.1 Descripción.- De cada rollo de muestra, prepare una - - muestra de prueba de 3/4 in. (19 mm) de ancho y aproximadamente - 10 in. (254 mm) de largo, constando de un espesor individual de - cinta de 4 in. (100 mm) de largo con ojales en cada extremo de a- aproximadamente 3 in. (76 mm) de largo.

64.2 Preparación.- Corte la cinta de un ancho mayor de 3/4 - in. (19 mm) para quedar a éste ancho usando una hoja de afeitar a filada para minimizar el deterioro del lado cortado. El procedi- miento de prueba para cintas menores de 3/4 in. de ancho debe ser convenido por el fabricante y el comprador.

64.3 Remueva una cinta de 16 in. (400 mm) de longitud y cua- tro cintas de 6 in. (150 mm) de longitud de cada rollo de acuerdo con la sección 4 y condicione las cintas antes mencionadas a la - temperatura del cuarto con la superficie recubierta con adhesivo- hacia arriba durante un período de 15 minutos, Coloque una cinta- de 6 in. de longitud sobre cada extremo de la muestra de 16 in. - de tal manera que las superficies recubiertas de adhesivo estén - en contacto. Cubra la sección recubierta con adhesivo de 4 in. -- (100 mm) que está expuesta, con una tira de papel y voltee la mues- tra de tal manera que la superficie cubierta con el papel esté -- hacia abajo. Coloque una cinta de 6 in. de longitud sobre las dos secciones plegadas en los extremos de la muestra de tal manera -- que la superficie con adhesivo esté en contacto con el respaldo - de la muestra. Determine con precisión una sección de 2 in. (50 - mm) localizada en el centro de la sección plegada de la muestra y marque dos líneas finas de 2 in. de una parte a otra del extremo- del respaldo a 90 grados de los bordes. Doble una tercera sección en el extremo de la muestra para formar presillas y tómelas con - las pinzas usando dos pinzas para cada presilla.

#### 65.- ACONDICIONAMIENTO.

65.1 Condicione las muestras de prueba y el equipo de prueba necesario a  $-7^{\circ}\text{C}$  por un período no menor a 2 horas antes de aplicar la carga.

#### 66.- PROCEDIMIENTO.

66.1 Verifique con precisión la distancia de dos pulgadas -- (50 mm) que existe entre las marcas en el respaldo de la muestra. Mida los extremos de los puntos de referencia. Desprenda el papel que cubre el adhesivo en la sección cubierta de la muestra y levántelo verticalmente sobre el armazón usando la presilla o pinzas. Al finalizar las dos horas del período de acondicionamiento-enganche el peso de 4 Kg. usando la presilla o una pinza, a la esquina de la muestra. Después de 3 horas bajo el efecto del peso a  $-7^{\circ}\text{C}$  mida la distancia en mm entre los extremos de las marcas - estando aún la muestra dentro de la cámara de prueba. Es obligatorio el uso de guantes, cuando la muestra sea medida, para evitar efectos térmicos. Deseche cualquier muestra que se rompa durante la prueba. Calcule el % de elongación de acuerdo con la ecuación en la sección 25, usando  $D_2$  como la distancia entre los puntos de referencia después de 3 horas a  $-7^{\circ}\text{C}$ .

#### 67!- REPORTE.

67.1 Reporte el porcentaje de elongación promedio, más el máximo y el mínimo, si así se especifica.

**NORMA DE EL METODO DE PRUEBA PARA RESISTENCIA A LA ABRASION DE --  
RECUBRIMIENTOS DE PINTURA, BARNIZ, LACA Y PRODUCTOS SIMILARES CON  
EL ABRASIMETRO DE AIRE.**

**1.- OBJETIVO.**

1.1 Este método abarca la determinación de la resistencia a la abrasión de recubrimientos de pintura, barniz, laca y productos similares cuando son aplicados a una lámina plana de textura uniforme.

**2.- NATURALEZA DE LA PRUEBA.**

2.1 En este método la resistencia a la abrasión de recubrimientos de pintura, barniz, laca y productos similares es determinada por la cantidad de abrasivo requerido para adelgazar una película de espesor unitario del recubrimiento cuando se permite que el abrasivo choque sobre el recubrimiento a una velocidad uniforme, bajo la acción de una ráfaga de aire controlada.

**3.- APARATOS.**

3.1 Abrasímetro.- Un abrasímetro tal como se ilustra en las figuras 1 y 2.

3.2 Dispositivo de control de aire.- Un dispositivo tal como se ilustra en la figura 3.

**4.- NORMALIZACION DEL ABRASIMETRO.**

4.1 El abrasímetro, equipado con un capilar estándar de vidrio, deberá estar ensamblado como se ilustra en la figura 1. El tubo interior del capilar, como se ilustra en la figura 4, deberá estar conectado por un tubo flexible a un suministro de aire, el-



cual a su vez deberá generarse desde un aparato de control capaz de mantener la presión en un rango de  $\pm 1.5$  mm Hg de la presión de prueba especificada. Para propósitos de normalización la presión de prueba debe ser ajustada a 100 mm Hg y la salida del abrasivo abierta. La máquina debe estar trabajando por 3 minutos y deberá generar un promedio de  $44 \pm 1g$  de carbóborundum por minuto. El diámetro del tubo de aire debe ser lo suficientemente grande para permitir un flujo de aire de  $2.5 \text{ ft}^3$  ( $0.07 \text{ m}^3$ )/Min. en el capilar. Cuando estas condiciones sean realizadas, la máquina puede ser considerada normalizada y apropiada para determinaciones de resistencia a la abrasión.

#### 5.- MUESTRAS DE PRUEBA.

5.1 Los paneles de prueba sobre los cuales el recubrimiento es aplicado debe ser no mayor de 5 in (127 mm) de longitud, 4 in (102 mm) de ancho y  $1/4$  in (6.4 mm) de espesor. La preparación de los paneles deberá ser establecida por el comprador y el vendedor.

5.2 El material al cual se le va a determinar la resistencia a la abrasión deberá ser aplicado a los paneles metálicos limpios de tal forma que se obtenga un recubrimiento de espesor uniforme. El tiempo entre la aplicación del recubrimiento y la prueba de la muestra, así como la temperatura y la humedad del medio ambiente usados durante este período, deben ser establecidos por el comprador y el vendedor.

#### 6.- ACONDICIONAMIENTO Y NUMERO DE PRUEBAS.

6.1 Deben ser tomadas por lo menos 3 determinaciones de la resistencia a la abrasión bajo condiciones de temperatura y humedad establecidas por el comprador y el vendedor. Si es necesario verificar los valores de abrasión en otro tiempo o lugar, el espesor de la capa y las condiciones de temperatura y humedad en el tiempo de prueba deberán ser las mismas a las cuales fueron hechas las determinaciones originales. A menos que se especifique -

otra cosa, las determinaciones de la resistencia deben ser hechas a  $77 \pm 2$  °F ( $25 \pm 1.1$  °C) y  $50 \pm 5$  % de humedad relativa después del equilibrio de éstas condiciones.

## 7.- PROCEDIMIENTO.

7.1 Llene el porta abrasivo con carburo de silicio en grano - que pase a través de una malla No. 170 (90  $\mu$ m) y que se retenga - en una malla No. 200 (75  $\mu$ m) o con un abrasivo equivalente, pesar en una balanza sensitiva menos de 0.5 g y colocarlo sobre el abrasímetro. Coloque la muestra sobre el portamuestras, montado a un ángulo de  $45^\circ$  con respecto a la horizontal y baje el capilar hasta tocar la superficie de la muestra. Encienda el aire y ajuste a la presión especificada (normalmente 100 mmHg) por medio de la -- válvula de control. Descargue la corriente de abrasivo removiendo la pinza fija al tubo y permita el flujo hasta que el recubrimiento se desgaste completamente en la base metálica. Considere que - el punto final ha sido alcanzado cuando un pequeño sitio aproximadamente de 2 mm de diámetro se desgaste completamente. Este sitio deberá estar localizado en el centro de la muestra. Cuando éste - punto sea alcanzado suspenda inmediatamente la corriente de abrasivo y determine el peso del abrasivo usado. Determine el espesor de la capa alrededor del centro de la muestra por cualquier método con una precisión de  $\pm 0.0001$  in (0.003 mm).

## 8.- CALCULOS.

8.1 Calcule el coeficiente de abrasión para el material con - la siguiente ecuación en la cual se asume que la resistencia a la abrasión es proporcional al espesor de la capa:

$$\text{Coeficiente de abrasión} = (W_1 - W_2) T$$

donde

$W_1$  = gramos de abrasivo antes de la prueba

$W_2$  = gramos de abrasivo después de la prueba.

$T$  = espesor del recubrimiento en milésimas de pulgada (0.001 in)  
(0.025 mm).

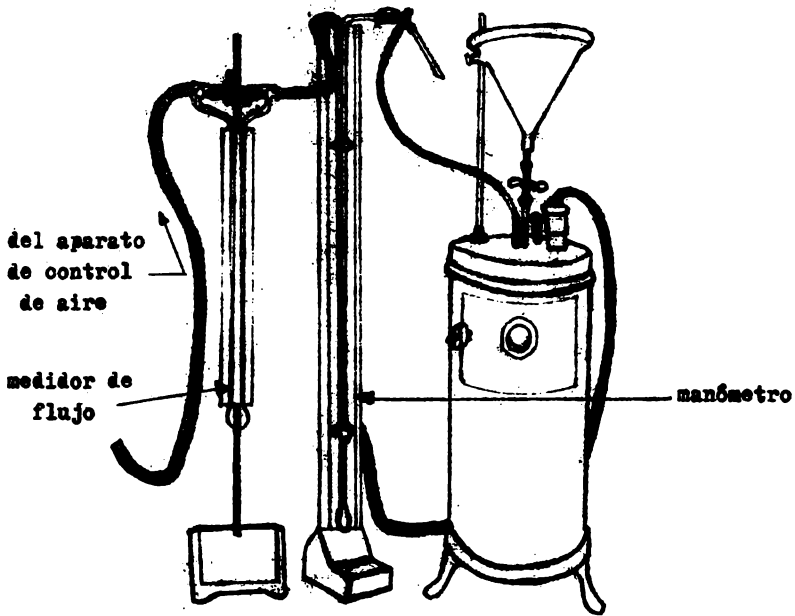


Fig. 1.- Aparato de Prueba de Abrasión (Cerrado).

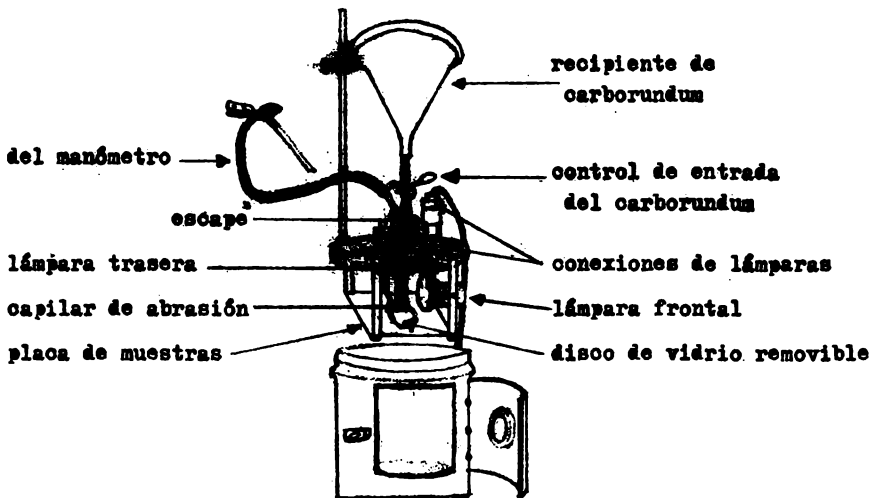


Fig. 2.- Aparato de Prueba de Abrasión (Abierto).

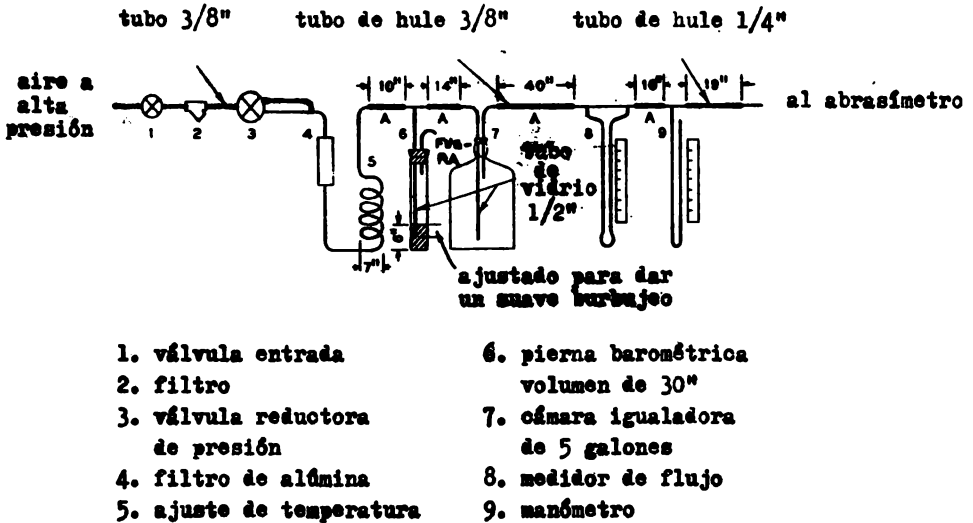


Fig. 3.- Control de aire para la abrasión.

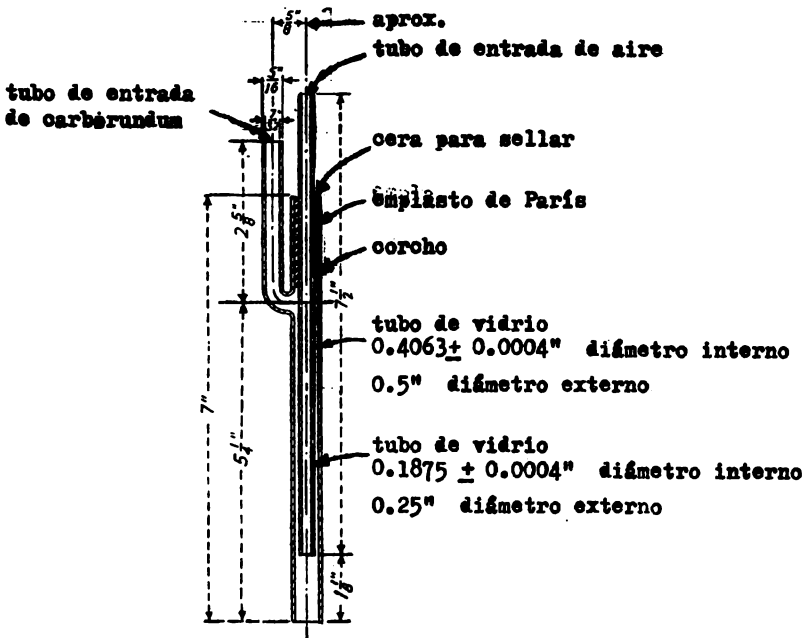


Fig. 4 .- Esquema del acoplamiento.

ASTM G53-77

NORMA DE PRACTICA RECOMENDADA PARA APARATO (TIPO CONDENSACION Y U.V. FLUORESCENTE) QUE OPERA CON AGUA Y LUZ PARA EXPOSICION DE MATERIALES NO METALICOS.

1.- OBJETIVO.

1.1 Esta práctica recomendada cubre los principios básicos y procedimientos de operación para el uso de aparatos de luz U.V. - (Ultravioleta) fluorescente y condensación para simular el deterioro causado por la luz solar y el agua como lluvia o rocío.

1.2 Esta práctica recomendada está limitada al método de obtención, medida y control de las condiciones y procedimiento de exposición. No especifica las condiciones de exposición óptimas para el material que se va a probar. La preparación de la muestra y la evaluación de los resultados están considerados en los métodos del ASTM o especificaciones para materiales determinados.

2.- SUMARIO.

2.1 Las muestras son alternativamente expuestas a luz U.V. y posteriormente a condensación en un ciclo repetitivo.

2.2 La fuente U.V. es una serie de lámparas fluorescentes, -- con la emisión de la lámpara concentrada en el rango U.V.

2.3 La condensación es producida por exposición de la superficie de prueba a un calentamiento con una mezcla saturada de aire y vapor de agua, mientras que el lado posterior de la muestra de prueba es expuesta a un enfriamiento de aire a temperatura ambiente.

2.4 Las condiciones de exposición pueden ser variadas por - -

selección de: a) la lampara de luz U.V. fluorescente, b) el tiempo de exposición de luz U.V. y condensación, c) la temperatura de exposición a luz U.V., y d) la temperatura de exposición a condensación.

### 3.- SIGNIFICADO.



3.1 El uso de los aparatos en esta práctica recomendada es para simular el deterioro causado por el agua como lluvia o rocío y por la energía ultravioleta de la luz solar. No se intenta simular la deterioración causada por fenómenos climatológicos, tales como contaminación atmosférica, ataque biológico y exposición a agua salada.

3.2 Puede esperarse variación en los resultados cuando las condiciones de exposición se varían dentro de los límites aceptados en ésta práctica recomendada. Por lo tanto, no debe hacerse referencia a los resultados del uso de ésta práctica recomendada a menos que vaya acompañada por un reporte detallando las condiciones de operación específicas de acuerdo con la sección 8.

3.3 Cualquier reporte correlacionado resultados del uso de ésta práctica con resultados de un período de aclimatamiento natural debe especificar con detalle las condiciones de exposición natural, puesto que los efectos de la luz solar y del agua sobre los materiales expuestos al clima variarán con el lugar, latitud, época del año, temperatura, proximidad a las fuentes de agua, etc.

3.4 Las correlaciones establecidas y reportadas de acuerdo a las secciones 3.2 y 3.3 no deben ser extrapoladas para aplicar a otras condiciones de prueba permitidas por ésta práctica, a otras condiciones de exposición natural, o a otros materiales que sean probados.

### 4.- DESCRIPCION DE TERMINOS.

4.1 Lámpara de luz U.V. fluorescente.- Una lámpara en la - - cual la radiación primaria de un arco de mercurio a baja presión es transformada a una longitud de onda alta U.V. por medio de un fósforo fluorescente. La distribución de energía espectral es determinada por las características de emisión del fósforo fluorescente por las características de transmisión del tubo de vidrio.

4.2 Distribución de la energía espectral (SED).- La distribución de la intensidad de la energía luminosa a cada longitud de onda se representa por la figura 5. Una forma conveniente para definir la SED de lámparas U.V. fluorescentes es enlistar todo lo siguiente: a) El nombre del fabricante y tipo de lámpara, b) la longitud de onda de la máxima emisión; y c) la menor longitud de onda cuando hay 1% de la máxima emisión.

## 5.- APARATOS.

5.1 Cámara de pruebas (ver figura 6).- Construída de materiales resistentes a la corrosión encerrando 8 lámparas U.V. fluorescentes, un depósito para calentamiento de agua, soportes para muestras de prueba y provisiones para el control y registro de tiempos de operación y temperatura.

5.2 Lámparas.- Lámparas U.V. fluorescentes FS-40 o equivalentes. La SED relativa de la lámpara FS-40 se muestra en la figura 5.

5.2.1 La lámpara FS-40 es instantánea, con una longitud de 1220 mm, tiene una potencia nominal de 40 W cuando es operada desde un balasto provisto de una corriente controlada de 430 mA a 102 V.

5.2.2 Otras lámparas U.V. fluorescentes que tengan el tipo y las características eléctricas del punto 5.2.1 pueden ser usadas, tomando en cuenta que la lámpara y la distribución de la energía espectral sean anotadas en el reporte.



5.3 Colocación y espaciamento de las lámparas.- Las lámparas deberán ser montadas en 2 bancos de 4 lámparas cada uno tomando en cuenta una distribución uniforme de irradiación. Las lámparas en cada banco deberán ser montadas paralelamente a 70 mm de los centros. Las muestras de prueba deberán ser montadas en soportes estacionarios con la superficie de prueba paralela al plano de las lámparas a una distancia de 50 mm desde la superficie más cercana de las lámparas.

5.4 Mecanismo de condensación.- El vapor de agua deberá ser generado por calentamiento de un recipiente de agua extendido bajo toda el área de prueba y conteniendo una profundidad mínima de agua de 25 mm. Los soportes y las muestras de prueba constituirán las paredes de la cámara. El lado posterior de la muestra deberá ser expuesta a los efectos de enfriamiento del medio ambiente. La transferencia de calor resultante provoca que el vapor condense sobre la superficie de prueba como líquido saturado con aire.

5.4.1 Las muestras deben ser colocadas de tal forma que el condensado salga por gravedad y sea reemplazado por condensado fresco mediante un proceso continuo. Deberán ser colocadas ventanas a lo largo del fondo de la cámara de prueba para permitir un intercambio de aire del medio ambiente y vapor de agua para prevenir un agotamiento del oxígeno del condensado.

5.5 Suministro de agua.- Con un control automático para regular el nivel en el recipiente de agua. Agua destilada, deionizada o potable son igualmente aceptables para propósitos de la prueba, puesto que el proceso de condensación destila por sí mismo agua sobre la superficie de prueba.

5.6 Marcador de ciclos.- Deberá ser colocado un marcador de ciclos operando continuamente para programar el ciclo seleccionado de períodos de U.V. y períodos de condensación.

5.6.1 Deberá colocarse un contador de horas para marcar el -.

Tiempo total de operación y el tiempo total de exposición de U.V.

#### 5.7 Medición de la temperatura.

5.7.1 La temperatura debe ser medida con un termómetro con el bulbo aislado insertado en un panel de aluminio negro de 75 X 100 X 2.5 mm de espesor. El termómetro deberá tener una precisión de  $\pm 1$  °C a través de un rango de 30 a 80 °C. El indicador deberá estar localizado fuera de la cámara de prueba.

5.7.2 La posición del panel de aluminio y el bulbo del termómetro debe ser en el centro del soporte de tal forma que estén sujetos a las mismas condiciones que las muestras.

#### 5.8 Control de la temperatura.

5.8.1 Durante la exposición U.V. la temperatura de equilibrio seleccionada deberá ser mantenida dentro de un rango de  $\pm 3$  °C mediante suministro de aire caliente a la cámara de prueba.

5.8.2 Durante la exposición a la condensación, la temperatura de equilibrio seleccionada deberá ser mantenida dentro de un rango de  $\pm 3$  °C mediante el calentamiento del agua del recipiente

5.8.3 Los controles de temperatura de U.V. y de condensación deberán ser independientes entre sí.

5.8.4 Las puertas deberán estar localizadas hacia el medio ambiente del lado del soporte de muestras para actuar como aislante durante la exposición UV y así minimizar los cambios. Tales puertas no deberán interferir con el enfriamiento de la muestra con aire ambiental durante la exposición a la condensación.

5.9 Soportes de muestras de prueba.- 2 soportes, de 330 mm de alto por 1154 mm de ancho, montando un soporte de cara a cada banco de lámparas.

## 6.- MUESTRAS DE PRUEBA.

6.1 A menos que se especifique otra cosa, se recomienda un tamaño de muestra de 75 X 75 mm o 75 X 150 mm. Las muestras réplica pueden ser preparadas haciendo una muestra de 75 por 300 mm y cortándola en 4 piezas de 75 X 75 mm. Se recomienda conservar una muestra de 75 X 75 no expuesta, ya que es difícil cubrir una muestra para evitar la exposición a la condensación.

6.2 Para muestras de materiales aislantes tales como madera, plástico o laminados porosos el espesor máximo de la muestra deberá ser de 20 mm para permitir una transferencia de calor adecuada para la condensación

6.3 Para proporcionar rigidez, las muestras flexibles pueden ser sujetadas a un panel respaldo hecho de aluminio u otro material conductor de calor no corrosivo.

6.4 Corte los bordes de las muestras recubiertas de acero para evitar que el óxido contamine la superficie de prueba.

## 7.- PROCEDIMIENTO.

7.1 Colocar las muestras de prueba en los soportes con las superficies de prueba de cara a la lámpara. Cuando las muestras de prueba no llenen completamente los soportes, los espacios vacíos deberán ser llenados con paneles blancos para mantener las condiciones de prueba dentro de la cámara.

7.2 Programar las condiciones de prueba seleccionadas. Operar continuamente, repitiendo el ciclo, excepto para mantenimiento del equipo e inspección de las muestras.

7.3 Usar las condiciones de prueba especificadas por mutuo acuerdo o por la especificación del material apropiado. Si las condiciones no son especificadas, se recomiendan el siguiente ciclo y

temperaturas de prueba: 4 h. de U.V. a 60 °C, y 4 h. de condensación a 40 °C.

7.3.1 Otros ciclos y temperaturas pueden ser usados por mutuo acuerdo. Usar períodos de condensación de un mínimo de 4.h. de duración para permitir que la condensación alcance el equilibrio. Usar una temperatura de condensación de un mínimo de 40 °C y proporcionar la diferencia de temperatura adecuada entre la cámara de prueba y la temperatura ambiente. Se recomiendan las siguientes temperaturas opcionales: U.V. - 50, 55, 60, 65 y 70 °C; Condensación - 40, 45 y 50 °C.

7.3.2 Exposiciones de U.V. a temperaturas mayores pueden causar una degradación térmica anormal. Usar una exposición de U.V. de un mínimo de 2 horas de duración para permitir suficiente tiempo para alcanzar el equilibrio.

NOTA: La severidad de la exposición de prueba está influenciada por los ciclos de tiempo y temperatura. Las reacciones fotoquímicas empiezan tan pronto como las lámparas de U.V. son encendidas. La velocidad de las reacciones fotoquímicas es proporcional al tiempo de exposición U.V. y a la temperatura de la misma. El tiempo, la temperatura o ambos pueden ser empleados para incrementar la velocidad de degradación fotoquímica. Los siguientes ciclos son típicos para incrementar los efectos fotoquímicos: 4 h. U.V./70 °C, 4 h. con/40 °C; 8 h. U.V./50 °C, 4 h. con/40 °C; y 8 h. U.V./60 °C, 4 h. con/40 °C. Los siguientes ciclos típicos reducen los efectos fotoquímicos: 3 h. U.V./50 °C, 5 h. con/50 °C; 2 h. U.V./50 °C, 4 h. con/50 °C; y 4 h. U.V./50 °C, 8 h. con/40 °C.

7.3.3 Las reacciones del agua durante la exposición a la condensación son controlados por la permeabilidad de la muestra y requiere tiempo para iniciar. La velocidad de penetración del agua dentro de una muestra es incrementada por el aumento de temperatura. Largas exposiciones de condensación calientes pueden causar degradación anormal. La selección de la temperatura y la duración

de la exposición a la condensación deberán seguir éstas reglas generales:

Tiempo de Condensación, h.	Temperatura máxima, °C
4	50
6	45
8 o más	40

7.4 Mantenimiento.- El mantenimiento periódico es requerido para mantener las condiciones de exposición de U.V. y condensación uniformes.

7.4.1 Reemplazar a intervalos iguales a un cuarto de la vida útil de una lámpara, la lámpara en cada banco de lámparas y rotar las otras como se muestra en la figura 7. La vida útil de una lámpara está definida como el número de horas de operación que reduce la potencia de una lámpara fluorescente de U.V. a un 60% del valor inicial. Las lámparas FS-40 tienen una vida útil de 1600 a 1800 h. Reemplazar y rotar las lámparas FS-40 cada 400 a 450 h. de operación

7.4.2 Drenar el agua y limpiar el recipiente de agua cuando se realice el reemplazo y la rotación de lámparas. Espuma en la superficie del agua puede inhibir la vaporización.

7.5 Inspeccionar las muestras diariamente en pruebas con una duración de una semana o menos. Las muestras de períodos más largos deberán ser inspeccionadas semanalmente. Remover las muestras de prueba del soporte en cada inspección y colocarlas de nuevo al azar.

7.5.1 Un récord permanente de degradación a varios tiempos - deberá ser obtenido usando 3 réplicas de muestra preparadas como se recomienda en la sección 6.1 y remover las réplicas secuencialmente a intervalos iguales a un tercio de la duración de la prueba.

7.6 Concluir la prueba después de:

a) El número de horas totales de prueba mutuamente acordado.

b) Que el cambio mutuamente acordado haya ocurrido en la muestra de prueba o en la muestra de prueba patrón. Por conveniencia en inspección y conclusión de pruebas, las duraciones de las pruebas en múltiplos de una semana (168 h.) son las recomendadas.

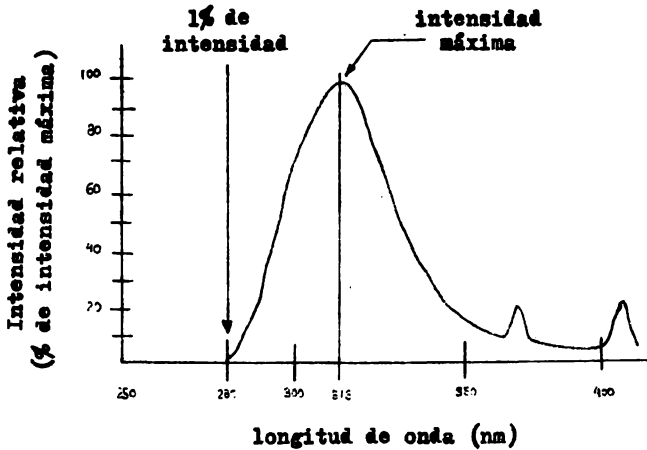


Fig. 5 .- SED relativa de lámparas FS-40.

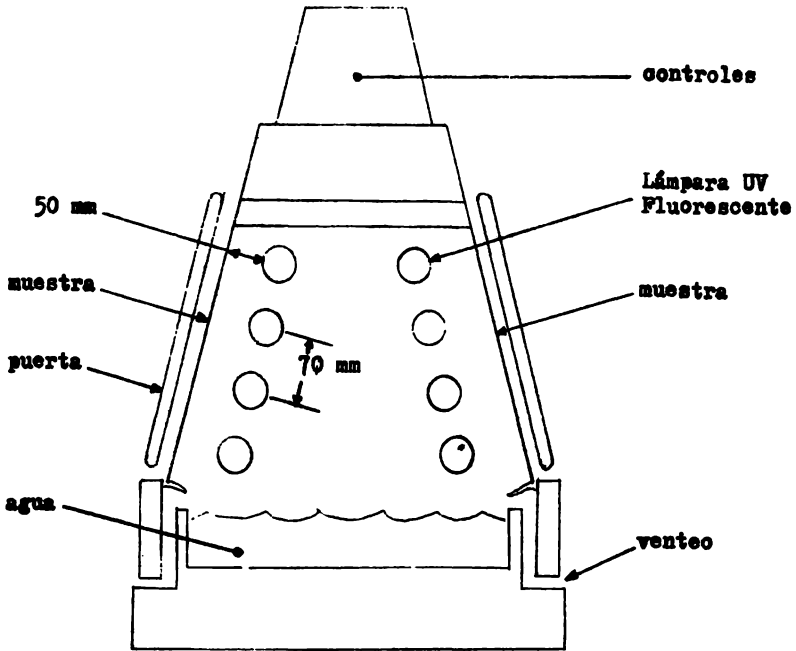


Fig. 6 .- Esquema del aparato.

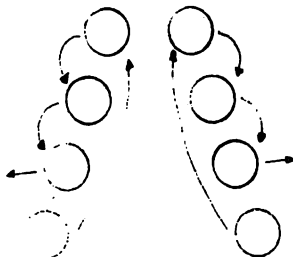


Fig. 7 .- Rotación de lámparas.

## APLICACION PRACTICA DE CADA METODO EN LA INDUSTRIA DE LAS CALCOMANIAS.

### 1.- ESPESOR.

Esta propiedad es importante debido a que va directamente relacionada con el uso al cual vaya a estar sometida la calcomanía, por ejemplo, en la industria de la cerámica, particularmente en la de la porcelana, el espesor de la calcomanía debe ser mínimo, a diferencia de una calcomanía que se vaya a aplicar en el motor de un coche, en el exterior de éste, etc.

El espesor se verá influenciado primeramente por el tipo de material con el cual se vaya a construir la calcomanía, así mismo por el número de capas de laca depositadas para formar la calcomanía.

### 2.- ESFUERZO CORTANTE Y ELONGACION.

Esta prueba se realiza con el fin de comprobar la resistencia del material usado para la producción de las calcomanías tanto antes como después de la aplicación de la laca. Además se puede utilizar como un parámetro de selección entre los diferentes tipos de un mismo material.

### 3.- FUERZA DE ADHESION.

El objetivo principal de ésta prueba es comprobar si un adhesivo es adecuado para mantener adherida una calcomanía a una superficie cualquiera.

Hay dos tipos de fuerza de adhesión: la fuerza requerida al aplicar la calcomanía, de tal manera que sea suficiente para que ésta quede bien pegada a la superficie donde se aplicó, y



la fuerza requerida para que la calcomanía quede por sí misma bien adherida a la superficie mencionada.

Debe tomarse en cuenta también la calidad del adhesivo y el tiempo que tenga éste, pues frecuentemente las calcomanías no pegan bien ya sea por la mala calidad del adhesivo o porque éste tenga mucho tiempo de haber sido aplicado y ya esté seco.

#### 4.- ESFUERZO CORTANTE DESPUES DE INMERSION EN SOLVENTE.

La finalidad de ésta prueba es la misma que en el punto 2 a excepción de que se realiza sobre el material sin aplicación de adhesivo, el cual es eliminado por el solvente.

#### 5.- RESISTENCIA AL ACEITE.

Esta prueba se efectúa para aquellas calcomanías que pueden llegar a tener contacto con aceite caliente, sin que se vea afectada la calcomanía en su fuerza de adhesión y en sus propiedades físicas. Por ejemplo, para aquellas calcomanías utilizadas en la industria automotriz, en equipos mecánicos en industrias, etc.

#### 6.- ANCHO Y LARGO.

El fin de ésta prueba es verificar las dimensiones adecuadas de una calcomanía, de tal manera que satisfaga completamente las necesidades para la cual fue producida, ya que las dimensiones físicas de la calcomanía, sobre todo en trabajos muy detallados, deben ser sumamente precisas.

#### 7.- INFLAMABILIDAD.

Con ésta prueba se determina la facilidad de que una calcomanía se quemé parcial o totalmente, indicando con ésto el gra-

do de inflamabilidad de la calcomanía y el tipo de material a adecuado que debe ser utilizado en ciertas aplicaciones.

8.- FUERZA DE ADHESION Y ELONGACION A BAJA TEMPERATURA PARA CINTAS.

El objetivo de éstas pruebas es el mismo que se persigue en los puntos 2 y 3, sólo que se tiene como variante la temperatura, ya que al bajar la temperatura baja la adhesividad y la elongación.

9.- APARATO TIPO CONDENSACION Y LUZ U.V. FLUORESCENTE QUE OPÉRA - CON AGUA Y LUZ.

El fin de ésta prueba con el aparato mencionado es la reproducción de las variables del intemperismo natural de una manera exacta en el laboratorio eliminando tiempo inútil. Además la aceleración de las variables es posible por maximización de los deterioros ocasionados por la luz U.V. (del sol), el agua (lluvia, neblina) y la temperatura (altas y bajas) dentro de los límites naturales.

10.- ABRASION.

Con éste tipo de prueba se trata de reproducir el desgaste -- ocasionado por la abrasión natural, entendiéndose por ésto la fricción ejercida por diversos fenómenos tales como el aire, agua, polvo, etc.

## PARTE EXPERIMENTAL

Para tener una idea más clara de la importancia del control de calidad se realizó una pequeña parte experimental, la cual incluye las pruebas más representativas a las que se puede someter una calcomanía y en las que los resultados de aquellas deben estar contenidos en los límites marcados por la norma del método y a su vez por el consumidor. Para poder realizar éstas pruebas se utilizaron muestras acondicionadas y diferentes tipos de equipo de laboratorio, los cuales se mencionan brevemente a continuación:

### DESCRIPCION, ORIGEN Y ACONDICIONAMIENTO DE LAS MUESTRAS.

Para efectuar las pruebas en el laboratorio se utilizaron dos tipos de materiales distintos:

- 1).- Policloruro de Vinilo (Vinilo)
- 2).- Tereftalato de Poliester (Mylar)  
(Politereftalato de luxilo)

La selección de éstos materiales se hizo basándose en la permisividad de que son los más usados en la industria de la calcomanía. El vinilo es un material muy flexible, de diferentes tonalidades - (en éste caso se usó color blanco opaco), mientras que el mylar es más rígido y transparente. Ambos materiales son muy resistentes y su uso en la industria, principalmente automotriz, es muy importante.

Se hace alusión a la industria automotriz debido a que es la principal consumidora de calcomanías y es la que posee el control de calidad más estricto en cuanto a éstas se refiere.

Por otro lado, tanto el vinilo como el mylar se importan-

a México, en rollos, debido a que el vinilo producido aquí, no cumple con las especificaciones requeridas por la industria automotriz, orientándose su uso a otras aplicaciones que requieran pruebas menos severas.

En cuanto al Mylar, no se produce en México ya que su fabricación no es costeable debido al bajo volumen de ventas en el país.

Como se sabe, el acondicionamiento es el proceso de exposición del material a condiciones específicas de temperatura y humedad relativa por un período de tiempo estipulado. Tanto el acondicionamiento como el muestreo efectuados para la realización de las pruebas fueron llevados a cabo conforme lo estipulado en la norma de los métodos de prueba para cintas recubiertas en los puntos 3 - al 7 (paginas 35 a 37), aunque hay que tener en cuenta que en ocasiones depende del consumidor.

En seguida se describen los resultados experimentales obtenidos al hacer la evaluación de las propiedades de una muestra de vinilo de manufactura nacional con una de importación:

PRUEBAS	ESPECIFICACION	RESULTADO NACIONAL/IMPORTADO.
1.-Espesor		
a) Vinilo	0.0076 $\pm$ 0.0025 cm	0.0040/0.0096 cm
b) Papel respaldo	0.0127 $\pm$ 0.0050 cm	0.0073/0.0121 cm
2.-Fuerza de tensión	1.41 Kg/cm <sup>2</sup> mínimo	0.53/7.32 kg/cm <sup>2</sup>
3.-Elongación	100% mínimo	300/231 %
4.-Pruebas de resistencia		
a) Al rasgado	2.5 Kg/cm mínimo	3.6/3.9 Kg/cm

b) Al calor	80°C sin cambio	Deformación/sin Cambio
c) Abrasión	0.0019 cm. pérdida de espesor máxima	0.0018/0.0016 cm.

#### 5.-Adhesión

a) Adhesión normal	0.391 Kg/cm.	0.357/0.536 Kg/cm.
b) Adhesión envejecida	0.893 Kg/cm	0.196/1.284 Kg/cm.

Puede observarse que el vinilo nacional solo cumplió satisfactoriamente con las siguientes pruebas:

Elongación, resistencia al rasgado y resistencia a la abrasión.

El vinilo nacional obtuvo resultados fuera de especificaciones debido principalmente a la mala calidad del adhesivo utilizado, ya que se transfirió por completo después de 16 hrs. de aplicado.

En lo que se refiere a las demás pruebas cuyos resultados no fueron satisfactorios se puede concluir que el vinilo nacional puede ser utilizado en trabajos que no sean de la industria automotriz o en donde las condiciones a las que se someta no sean rigurosas.

#### EQUIPO DE LABORATORIO.

El equipo utilizado en las pruebas experimentales se ajustó a los requerimientos exigidos en las normas ASTM, llegando a tener en ocasiones mayor grado de precisión debido a las características de los aparatos.

En la siguiente tabla podemos observar el tipo de prueba realizada, así como el tipo de equipo o aparato utilizado para la elaboración de ésta parte experimental.

Material: VINILO.

Material o Aparato	Prueba Realizada.
1.- Micrómetro TMI Modelo 549	a) Espesor vinilo b) Espesor papel respaldo.
2.- Tensómetro Twing-Albert Modelo QC - TM - 10	a) Fuerza de tensión b) Elongación c) Resistencia al rasgado d) Adhesión
3.- Horno MAP S.A.	a) Resistencia al calor b) Estabilidad dimensional c) Resistencia al envejecimiento d) Cámara salina
4.- Abrasímetro Taber Modelo 503	Resistencia a la Abrasión
5.- Sustancias Químicas (Aceite, álcali, gasolina, detergente, anticongelante agua, antiempañante, agen- te humectante, líquido de- frenos, ácido, frotado con disolventes)	Resistencia a las mismas.
6.- Intemperómetro QUV	Intemperómetro
7.- Cámara Infrarroja	a) Cámara salina b) Lámpara de Sol.

Material: MYLAR.

Material o Aparato	Prueba Realizada.
1.- Micrómetro TMI Modelo 549	a) Espesor sin papel b) Espesor Mylar c) Espesor adhesivo
2.- Tensómetro Twing-Albert Modelo QC - TM - 10	Adhesión con todas sus modificaciones
3.- Sustancias Químicas (Gasolina, Aceite, Etilen glicol-agua, aire, agua)	Resistencia a las mismas.
4.- Horno MAP S.A.	Resistencia al calor.

RESULTADOS DE PRUEBAS EXPERIMENTALES.

MATERIAL: VINILO.

PRUEBA	ESPECIFICACION	RESULTADO.
1.- Espesor		
a) Vinilo	0.0076 $\pm$ 0.0025 cm.	0.0096 cm.
b) papel respaldo	0.0127 $\pm$ 0.0050 cm.	0.0121 cm.
2.- Fuerza de tensión.	1.41 Kg/cm <sup>2</sup> mínimo	7.32 Kg/cm <sup>2</sup>
3.- Elongación	100% mínimo	231% con impresión 161% sin impresión
4.- Pruebas de resistencia.		
a) al rasgado	2.5 Kg/cm mínimo	3.9 Kg/cm.
b) al calor	80 °C sin cambio	sin cambio
c) abrasión	0.0019 cm pérdida de espesor máxima	0.0016 cm
d) al aceite	Por 24 hr. a 25 °C sin cambio	sin cambio
e) a la humedad	Por 96 hr. sin cambio	sin cambio
f) al aire de alta velocidad	5 minutos	5 minutos
g) al álcali	4 ciclos mínimo	4 ciclos
h) a la gasolina	sin decoloración u otro efecto perjudicial	sin cambio
i) al detergente	sin pérdida de brillo u otro efecto perjudicial	sin cambio
j) al envejecimiento en el horno	77 °C por 7 días	sin cambio
k) a la solución anticongelante.	95 °C por 4 hr.	sin cambio



l) a la solución antiempañante	25 °C por 4 hr.	sin cambio
m) a la solución de agente humectante	95 °C por 4 hr.	sin cambio
n) al líquido de frenos	25 °C por 4 hr.	sin cambio
o) al ácido	no decoloración en exceso	no decoloración
p) al frotado con solventes	sin pérdida de brillo, cambio de color u otros efectos.	sin cambio
5.- Adhesión de pintura sobre el material	sin desprendimiento	sin desprendimiento
6.- Adhesión en superficies pintadas:		
a) adhesión normal	0.391 Kg/cm	0.536 Kg/cm
b) adhesión envejecida	0.893 Kg/cm	1.284 Kg/cm
c) adhesión después de inmersión en agua	0.726 Kg/cm sin arrugas	0.580 Kg/cm sin arrugas
7.- Material	Libre de arrugas, rayaduras e imperfecciones	libres de arrugas, rayaduras e imperfecciones.
8.- Tiempo de secado	manejo después de aplicación	manejo después de aplicación
9.- Patrones de grano y color	deben corresponder con los maestros en planos de ingeniería	si corresponden
10.- Apariencia	Color y brillo deben corresponder con la muestra aprobada.	si corresponden

11.- Intemperómetro	sin cambio	sin cambio
12.- Cámara salina	250 hr. a 80 °C	sin cambio
13.- Lámpara de sol	250 hr.	sin cambio
14.- Estabilidad dimensional	- 5% máximo	- 0.2 %

MATERIAL: MYLAR

PRUEBA	ESPECIFICACION	RESULTADO
.- Espesor:		
a) sin papel	0.0025 - 0.0066 cm	0.0061 cm
b) Laminilla plástica superior	0.0050 - 0.0055 cm	0.0050 cm
c) Laminilla plástica inferior	0.0015 - 0.0020 cm	0.0019 cm
2.- Material	libre de arrugas, rayaduras, ampollas e imperfecciones	libre de arrugas, - rayaduras, ampollas e imperfecciones.
3.- Adhesión		
a) estado de entrega	mayor de 9.32 Kg/cm de ancho	0.6 Kg/cm
b) después de 48 hr en atmósfera cte. humedad condensada	mayor de 0.32 Kg/cm	0.6 Kg/cm
c) después de 48 hr. de almacenamiento a 80 °C en aire circulante	mayor de 0.4 Kg/cm	0.72 Kg/cm
d) Después de 24 hr. en almacenamiento a - 40 °C	mayor de 0.32 Kg/cm	0.96 Kg/cm
e) Después de 30 minutos de almacenamiento en mezcla de carburantes (gasolina, benceno, etanol, - - 50 : 30 : 20) a temperatura ambiente.	0.26 Kg/cm	0.33 Kg/cm

f) de pintura sobre material sin desprendimiento sin desprendimiento

.- Prueba de resistencia:

- a) gasolina por una hr. a 72 - 5 °F sin delaminación ni pérdida de impresión o adhesión sin delaminación ni pérdida de impresión o adhesión
- b) aceite #3 ASTM por dos horas a 250 - 5 °F sin delaminación ni pérdida de impresión o adhesión sin delaminación ni pérdida de impresión o adhesión
- c) solución 50-50% de etilenglicol y agua más 1% de aceite soluble sin delaminación ni pérdida de impresión o adhesión sin delaminación ni pérdida de impresión o adhesión
- d) en una entrada de aire directo por 3 minutos en ángulo recto a la superf. y luego por 3 minutos en un ángulo de 10° a su arista. sin delaminación ni pérdida de impresión o adhesión sin delaminación ni pérdida de impresión o adhesión
- e) a la humedad sin delaminación ni pérdida de impresión o adhesión sin delaminación ni pérdida de impresión o adhesión
- f) mantener el papel por 1 hr. a -40 °F después exponerlo al calor por 1 hr. a 250 - 5 °F, repetir por 4 ciclos encogimiento máximo del 5' sin delaminación ni pérdida de impresión o adhesión sin delaminación ni pérdida de impresión o adhesión
- g) a la transferencia no transferible no transferible

5.- Tiempo de secado manejo después de aplicación manejo después de aplicación

• **Peso:**  
Capa de pegamento 0.23 - 0.26 0.25  
de la cara poste-  
rior  $\text{g/dm}^2$

#### DISCUSION DE RESULTADOS.

De un total de 51 pruebas efectuadas para los dos tipos de materiales, el 96% de los resultados estuvieron dentro de las especificaciones marcadas por los consumidores y obviamente por las -- normas de los métodos de Control de Calidad, es decir, solo dos resultados no fueron satisfactorios, correspondiendo ambos al vinilo.

El espesor del papel respaldo así como la adhesión después de inmersión en agua fueron las dos pruebas cuyos resultados no -- cumplieron con las especificaciones. La primera no cumplió debido a una mala fabricación del papel respaldo, puesto que en otras -- muestras que fueron probadas, el resultado sí cayó dentro del rango de la especificación. La segunda no cumplió probablemente debido a cualquiera de estos dos factores: 1) Mala calidad en el adhesivo, ya que fué parcialmente disuelto en el agua, o 2) Mala aplicación de la capa de adhesivo sobre el vinilo.

En términos generales se puede decir que los dos tipos de materiales cumplen en forma aceptable la especificación, debiendo tener un especial cuidado en la obtención de resultados satisfactorios en las dos pruebas antes mencionadas para poder alcanzar un -- 100% de material dentro de especificaciones.

- 103 -

C A P I T U L O

V

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

Como se ha podido constatar, la calcomanía es una de las ramas serigráficas más importantes porque resuelve gran número de problemas de la producción masiva, y en consecuencia deben existir métodos que bajo formas y procedimientos establecidos nos permitan obtener un producto óptimo dentro de las normas específicas de control de calidad.

Para ejercer éste control de una manera adecuada debe establecerse un departamento especializado en el manejo de los métodos anteriormente mencionados, que cuente con los aparatos adecuados y el personal adiestrado para su uso, de tal manera que se detecten las fallas o anomalías que el producto pueda presentar.

Se debe hacer énfasis en que el Control de Calidad se hará a través de una supervisión y vigilancia continua para avisar a los departamentos productivos sobre cualquier desviación en la obtención del producto.

Por otra parte, el dinero invertido en controlar no es un gasto sino una inversión para obtener mejores productos y, en consecuencia, mayor número de clientes satisfechos.

Es importante hacer notar que la parte experimental de éste trabajo fué realizada con aparatos más modernos que los mencionados en las normas ASTM, pero que siguen el mismo principio. De igual forma se puede añadir que algunas de las pruebas experimentales han surgido a raíz de la necesidad que ha tenido la industria automotriz de adquirir un producto de mejor calidad que garantice el uso para el cual fué elaborado. Se hace referencia a la industria automotriz, ya que aquí es en donde la calcomanía es sometida a las condiciones más rigurosas en su uso normal.



Las pruebas experimentales a las que se sometió el material (vinilo y mylar) son, en resumen, las siguientes:

VINILO: 1.- Espesor, 2.- Fuerza de tensión, 3.- Elongación, 4.- Pruebas de resistencia, 5.- Adhesión de pintura sobre el material, 6.- Adhesión en superficies pintadas, 7.- Material, 8.- Tiempo de secado, 9.- Patrones de grano y color, 10.- Apariencia, 11.- Intemperómetro, 12.- Cámara salina, 13.- Lámpara de sol, y 14.- Estabilidad dimensional.

Los resultados aparecen a partir de la página 96.

MYLAR: 1.- Espesor, 2.- Material, 3.- Adhesión, 4.- Pruebas de resistencia, 5.- Tiempo de secado, y 6.- Peso.

Los resultados aparecen a partir de la página 99.

El número de pruebas que se realizan para cada material es diferente ya que el Mylar es un material muy resistente y no requiere de muchos cuidados como el vinilo.

Los resultados experimentales fueron muy satisfactorios, existiendo únicamente dos pruebas que no cumplieron con las especificaciones, siendo ambas pruebas realizadas en vinilo:

A).- Prueba: 1.- Espesor, B).- Papel respaldo

Especificación:  $0.0127 \pm 0.0050$  cm

Resultado: 0.0121 cm.

B).- Prueba: 6.- Adhesión en superficies pintadas, C).- Adhesión-después de inmersión en agua.

Especificación: 0.726 Kg/cm sin arrugas

Resultado: 0.580 Kg/cm sin arrugas

Las pruebas que nos proporcionan mayor información sobre-

la calidad de una calcomanía son, en orden de importancia, las siguientes:

- 1.- Adhesión
- 2.- Pruebas de resistencia
- 3.- Intemperómetro
- 4.- Apariencia

La adhesión es la más importante ya que el objetivo principal para el cual se fabrica una calcomanía es permanecer adherida a una superficie durante el mayor tiempo posible.

Las pruebas de resistencia son un indicativo del uso de la calcomanía, es decir, si ésta soportará las condiciones a las cuales va a ser sometida.

El intemperómetro es un aparato que asemeja las condiciones climatológicas a las que puede estar sometida una calcomanía, por lo que permite obtener un pronóstico aproximado de su vida útil.

La apariencia es esencial para satisfacer al consumidor.

En conclusión, para el caso particular de las calcomanías, la obtención de un producto de calidad dependerá de tener buenos materiales, del uso adecuado de éstos y de la debida supervisión de todos los departamentos productivos, bajo el estricto control de los sistemas establecidos para la detección de todas y cada una de las variantes que pueda tener el producto.

- 107 -

C A P I T U L O

VI

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

- 1.- Annual Book of ASTM Standards.  
American Society for Testing and Materials  
Printed in Easton, Md.  
U. S. A. 1980
  - a) D- 658  
Part 27: Paint - Test for Formulated  
Products and Applied Coatings
  - b) D - 1000  
Part 39: Electrical Insulation - Test  
Methods: Solids and Solidifying Fluids.
  - c) G 53 - 77  
Part 41: General Test Methods,  
Nonmetal, Statistical Methods; Space  
Simulation; Particle Size Measurement;  
Laboratory Apparatus; Durability of  
Nonmetallic Materials.
- 2.- Brande Felix  
Adhesives  
Chemical Publ.  
Brooklyn, N.J.  
U. S.A. 1948
- 3.- Cagle Charles V.  
Adhesive Bonding; Techniques and Applications  
Mc Graw - Hill Book co.  
New York, N.Y.  
U. S. A. 1968

- 4.- Feigenbaum A.V.  
Control Total de la Calidad;  
Ingeniería y Administración  
C. E. C. S. A.  
México 1978
  
- 5.- Garantía de Calidad: Guía del Ejecutivo  
Alexander Hamilton Institute, Inc.  
Modern Business Reports  
New York, N.Y.  
U. S. A. 1979
  
- 6.- Hansen Bertrand L.  
Teoría y Práctica del Control de Calidad  
Ed. Hispano europea  
Barcelona, España 1972
  
- 7.- Hayes Glenn E.  
Modern Quality Control  
Bruce de Glencoe  
London 1977
  
- 8.- Howink R. and Salomon G.  
Adhesion and Adhesives  
Vol. 2: Applications  
2a. Edición  
Elsevier Publishing Company  
1967
  
- 9.- Juran Joseph  
Quality Control Handbook  
Mc Graw - Hill  
México 1974
  
- 10.- Nielsen G. Ross

Serigrafía Industrial y en Artes Gráficas  
L. E. D. A.  
Barcelona, España

- 11.- Sánchez Sánchez Antonio  
La Inspección y el Control de Calidad  
Limusa  
México 1980
  
- 12.- The Condensed Chemical Dictionary  
Reinhold Publishing Corporation  
New York, N.Y.  
U. S. A. 1950.